



Gewässer und Auen - Nutzen für die Gesellschaft

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstraße 110
53179 Bonn

Autoren

Achim Schäfer
Astrid Kowatsch
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Lehrstuhl für Allgemeine Volkswirtschaftslehre
und Landschaftsökonomie
Soldmannstraße 15
17487 Greifswald

Fachbetreuung im BfN

Dr. Thomas Ehlert
Bernd Neukirchen
Fachgebiet II 3.2 „Binnengewässer,
Auenökosysteme und Wasserhaushalt“

Fachliche Begleitung im BMUB

Alfred Maria Walter
Martin West
Referat N II 2

Redaktion

Nicole Silbermann
Journalistenbüro blockfrei
Torstraße 76
10119 Berlin

Abbildung Titelblatt

Paddelnde Kinder (Foto: J. Steingässer)

Gestaltung und Druck

Druckhaus Panzig
Studentenberg 1a
17489 Greifswald

Stand Februar 2015

1. Auflage 7.500

Förderkennzeichen dieser Studie

3511 850 500

Das F+E-Vorhaben wurde gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz
mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

INHALT

| | |
|--|-----------|
| Vorwort | 4 |
| Einführung | 6 |
| Flussauen bieten natürlichen Hochwasserschutz | 8 |
| Naturnahe Gewässer verbessern die Wasserqualität | 16 |
| Klimaschutz durch moorreiche Flussniederungen | 24 |
| Naturnahe Flusslandschaften dienen der Erholung | 32 |
| Biologische Vielfalt und naturverträgliche Nutzung von Auen | 40 |
| Glossar | 52 |
| Literatur | 54 |

VORWORT



Liebe Leserin, lieber Leser,

intakte Gewässer und Auen sind nicht nur von ökologischem, sondern auch von bedeutendem gesellschaftlichem Nutzen. Sie dienen der Hochwasserrückhaltung und als Grundwasserreservoir, filtern Nährstoffe aus dem Wasser, halten Treibhausgase zurück und bieten Raum für die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft. Der Nutzen für die Gesundheit und Erholung der Bevölkerung, aber auch die ästhetischen und emotionalen Werte naturnaher Flusslandschaften sowie ihre Funktion beim Erhalt der biologischen Vielfalt sind uns oftmals nicht direkt bewusst.

Daher soll diese Broschüre die vielfältigen Leistungen abwechslungsreicher Gewässerlandschaften und ihre gesellschaftliche Bedeutung beleuchten und diese „verborgenen Werte“ ans Licht holen. Anhand ausgewählter Ökosystemleistungen und exemplarischer Beispiele zeigt die vorliegende Broschüre, wie wichtig eine umfassende ökonomische Betrachtung des gesellschaftlichen Nutzens von Maßnahmen zum Schutz von Gewässern und Auen ist. Bei der Abwägung unterschiedlicher Planungsalternativen würde unter Berücksichtigung der Ökosystemleistungen naturnahen Varianten voraussichtlich öfter der Vorzug gegeben werden. Diese „erweiterte“ Betrachtung legt es nahe, Gewässer und ihre Auen künftig noch stärker zu Schwerpunkträumen einer naturnahen Entwicklung zu machen und mehr naturverträgliche Hochwasserschutzmaßnahmen in Angriff zu nehmen. Die Zeit ist reif, von modellhaften Einzelmaßnahmen zu einer großräumigen Umsetzung von Gewässer- und Auenrenaturierungen zu kommen.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'B. Jessel'. The signature is fluid and cursive.

Prof. Dr. Beate Jessel
Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz

EINFÜHRUNG



Foto: Tourismusverband Wildschönau

Intakte Gewässer und Auen haben einen gesellschaftlichen Nutzen, dessen zahlreiche Facetten uns oftmals nicht direkt bewusst sind. Die umfangreichen Möglichkeiten der Erholung und Freizeitgestaltung, aber auch ästhetische und emotionale Werte werden zunächst gar nicht als Leistung angesehen.

Deutlicher wird die ökonomische Dimension intakter oder renaturierter Auenlandschaften bei Hochwasser. Dann zeigen die Auen, dass sie uns als natürliche Überschwemmungsflächen vor den Wassermassen schützen. Wenn Wiesen und Wälder großflächig überflutet werden können, steigt die Chance, Schäden an anderer Stelle zu vermeiden. Wenn in den Flusstälern Moore wiedervernässt werden, trägt die Renaturierung der Gewässerlandschaften zur Minderung von Treibhausgasemissionen bei. Auf diese Weise wird dem fortschreitenden Klimawandel entgegengewirkt. Nicht zuletzt ist die Wasserreinigung eine Leistung intakter Gewässer und Auen, von der wir tagtäglich profitieren.

Der Zusammenhang zwischen intakten Gewässern und Auen und dem gesellschaftlichen Nutzen ist nicht immer deutlich. Das hat in der Vergangenheit häufig dazu geführt, dass Gewässer und die daran angrenzenden Lebensräume stark beansprucht und verändert wurden. Der Verlust naturnaher Landschaften und ihrer Leistungen wird heute zunehmend spürbar. Dieser Verlust kann auch als „entgangener Nutzen“ und folglich als Kosten betrachtet werden, wie bei den zahlreichen „Jahrhundert“-Hochwasserereignissen der vergangenen zwanzig Jahre an Rhein, Donau, Elbe und Oder deutlich wurde.

Hier haben die Eingriffe in die Natur, die Auen ihre Funktion als Überschwemmungsfläche genommen haben, und der Bau hochwertiger Gebäude und Infrastruktur (z. B. Bahnlinien) in riskanten Lagen zu enormen Schäden geführt. Die volkswirtschaftlichen Kosten bei den Hoch-

wasserereignissen in den Jahren 2002 und 2013 in den deutschen Einzugsgebieten von Donau und Elbe betragen zusammen mehr als 21 Milliarden Euro. Die Schäden zeigen deutlich, dass Vorsorge und Sicherung natürlicher Ökosystemleistungen volkswirtschaftlich sinnvoll sind.

Umdenken: Wirtschaftlichkeit von Ökosystemleistungen

In herkömmlichen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird der gesellschaftliche Nutzen von intakten Gewässern und Auen bislang kaum beachtet. Bei der ökonomischen Bewertung von Ökosystemleistungen dagegen werden die vielfältigen Leistungen und ihre gesellschaftliche Bedeutung identifiziert und die „verborgenen Werte“ ans Licht geholt.

Den Kosten für Renaturierungen stehen damit Leistungen intakter Gewässer und Auen gegenüber, die der Gesellschaft über einen langen Zeitraum zugutekommen. Durch die Einbeziehung des Naturkapitals kann die Tragweite von

Eingriffen in die Natur sichtbar gemacht werden und der mögliche Verlust, aber auch der Nutzen von Ökosystemleistungen stärker als bisher in öffentliche und private Entscheidungsprozesse integriert werden.

Die vorliegende Broschüre zeigt anhand ausgewählter Ökosystemleistungen und Praxisbeispiele, wie wichtig eine umfassende wirtschaftliche Betrachtung des gesellschaftlichen Nutzens von Maßnahmen zum Schutz von Gewässern und Auen ist.

FLUSSAUEN BIETEN NATÜRLICHEN HOCHWASSERSCHUTZ

Seit jeher siedeln Menschen in der Nähe von Flüssen. Die Verfügbarkeit von Wasser, fruchtbaren Böden oder die Möglichkeit, den Fluss als Transportmittel zu nutzen, sind Vorteile, denen immer schon die Gefahr des Hochwassers gegenüberstand. Aus Respekt davor ließen sich die Menschen in Gebieten nieder, die eine gewisse Sicherheit vor dem Hochwasser boten. Die Ansprüche der Schifffahrt und Landwirtschaft sowie der wachsende Platzbedarf im 19. und 20. Jahrhundert für Wohn- und Gewerbesiedlungen führten dazu, dass Flussläufe begradigt und Deiche immer dichter an die Flussufer gebaut wurden – mit weitreichenden Folgen.

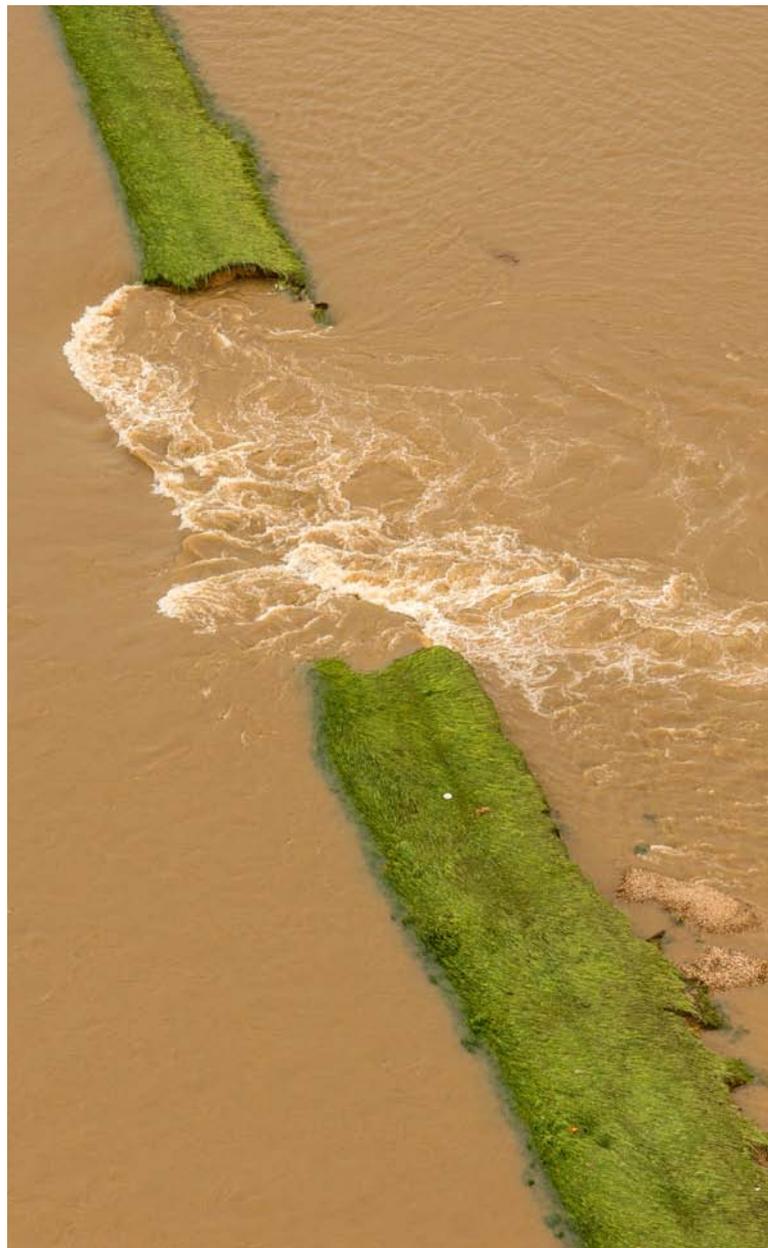


Hochwasser bei Roßlau an der Elbe im Jahr 2013. Bei den Hochwasserereignissen in den Jahren 2002 und 2013 erreichte der Wasserstand an Donau und Elbe über weite Strecken historische Höchststände. Aktuelle Klimaszenarien legen nahe, dass Extremereignisse künftig häufiger auftreten.
Foto: A. Künzelmann, UFZ

Technischer Hochwasserschutz reicht nicht aus

Die Flüsse verloren die Möglichkeit, sich bei Hochwasser in ihre natürlichen Überschwemmungsflächen auszudehnen, womit immer extremere Hochwasserereignisse einhergingen. Rund zwei Drittel aller Auenflächen an Flüssen sind heute verschwunden (BMU & BfN 2009). Die Bebauung in gefährdeten Lagen im Deichhinterland führt zudem dazu, dass die Schäden im Falle einer Überschwemmung deutlich höher ausfallen.

Der technische Hochwasserschutz spielt nach wie vor eine wichtige Rolle, reicht allein aber nicht aus, um das Hochwasserrisiko in gefährdeten Gebieten zu senken. Zwar können immer höhere Deiche den lokalen Hochwasserschutz verbessern, verlagern das Problem aber oftmals flussabwärts. An Schwachstellen kann das Hochwasser dann zu Überschwemmungen und großen Schäden führen. Mit der Erhöhung von Deichen und dem Bau gesteuerter Polder wird letztlich nur auf das Symptom höherer Hochwasserspitzen reagiert – die Ursachen werden nicht angegangen.



Dammbruch an der Mulde zwischen Grimma und Eilenburg (Sachsen) beim Hochwasser im Juni 2013. Weite Landstriche an der Elbe und der Donau standen tagelang und teilweise meterhoch unter Wasser.
Foto: A. Künzelmann, UFZ

Natürliche Überschwemmungsflächen zurückgewinnen

Um vorsorgenden und naturverträglichen Hochwasserschutz zu betreiben, müssen Fließgewässer renaturiert, der Wasserrückhalt in den Quellgebieten verstärkt und den Flüssen ein Teil ihrer natürlichen Überschwemmungsflächen zurückgegeben werden. Dies gilt für Flüsse, Ströme und Bäche gleichermaßen. In Deutschland gibt es bereits mehrere positive Umsetzungsbeispiele für Deichrückverlegungen (Damm et al. 2011).

In den vergangenen 20 Jahren wurden rund 4.500 Hektar frei überschwemmbar Auenfläche an Flüssen zurückgewonnen. Das Potenzial ist mit mehreren zehntausend Hektar aber noch sehr viel größer und sollte in den kommenden Jahren zunehmend ausgeschöpft werden – zumal die Schaffung von mehr Überschwemmungsflächen und Auen eine breite Zustimmung in der Bevölkerung findet (BMUB & BfN 2014a).

Die Rückverlegung von Deichen ist eine gängige Maßnahme, Überschwemmungsflächen zurückzugewinnen. Dabei wird der dicht am Flussufer gelegene Deich abgetragen oder geschlitzt und

durch einen vom Ufer entfernter gelegenen neuen Deich ersetzt. So kann sich der Fluss bei Hochwasser in dem neu geschaffenen Raum zwischen altem und neuem Deich ausbreiten.

Da Überschwemmungsereignisse nur selten im Jahr und auch nicht jedes Jahr auftreten, kann der neu geschaffene Raum vor dem Deich auch anderen Zwecken, beispielsweise der Erholung oder einer extensiven Landnutzung dienen. Unter Gesichtspunkten des Naturschutzes ist vor allem die Entstehung von Auwäldern erstrebenswert, da sie eine besonders artenreiche Tier- und Pflanzenwelt beherbergen und gleichzeitig Hochwasserwellen abbremsen.

Je mehr natürliche Überschwemmungsflächen geschaffen werden, desto besser wird einem Hochwasser entgegengewirkt und umso geringer ist auch die Gefahr von Deichüberspülungen oder -brüchen entlang des Flusslaufs. Durch Rückverlegung von Deichen werden daher auch hinter den Deichen liegende Gebäude und Infrastruktur besser geschützt.



Wie wirksam solche Maßnahmen sein können, zeigt die 2009 fertiggestellte bislang größte Deichrückverlegung in Deutschland in der Lenzener Elbtalaue. Bereits beim Hochwasser 2011 lag der Hochwasserscheitel in der Ortschaft Schnackenburg in Niedersachsen 20 cm niedriger als 2006. Auch während des Hochwassers 2013 hat sich die Maßnahme bewährt. Berechnungen haben ergeben, dass am Ort der Deichrückverlegung eine Absenkung des Hochwasserscheitels von 49 cm eingetreten ist (Promny et al. 2014). Eine wasserstandsmindernde Wirkung durch den zusätzlichen Überflutungsraum war noch 30 Kilometer oberhalb nachweisbar.

Wiedergewonnener Überflutungsraum an der Elbe bei Lenzen. Bei höheren Wasserständen füllen sich – wie hier zu sehen – zunächst die Rinnen und Mulden.
Foto: K. Nabel

Klimawandel erfordert zusätzliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz

Der volkswirtschaftliche Schaden der extremen Hochwasserereignisse im August 2002 an Elbe und Donau lag bei mehr als 11 Milliarden Euro (Kreibisch & Müller 2005). Die Kosten der Überschwemmungen vom Mai 2013 im Donau- und Elbeeinzugsgebiet betragen rund 12 Milliarden Euro, davon allein 10 Milliarden Euro in Deutschland (Ellenrieder & Maier 2014).

Durch den Klimawandel werden in den kommenden Jahren Extremwetterlagen mit Starkregen europaweit zunehmen. Der Bedarf an wirksamen Maßnahmen zum Hochwasserschutz wird folglich steigen. Die damit einhergehenden *Kosten* (kursive Begriffe siehe Glossar) spielen dabei eine wichtige Rolle und müssen bei der Abwägung von Alternativen berücksichtigt werden.

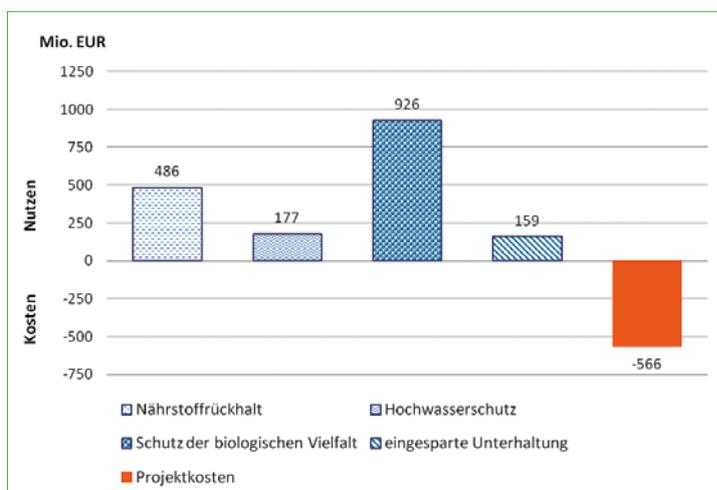


In Regensburg verursachte das Hochwasser 2013 hohe Gebäudeschäden.
Foto: Stadt Regensburg, P. Ferstl

Nachhaltiger Hochwasserschutz – mehr Nutzen als gedacht

Für die mittlere Elbe wurden Kosten und *Nutzen* verschiedener Hochwasserschutzmaßnahmen berechnet (Grossmann et al. 2010). Betrachtet wurde dabei unter anderem eine Variante, bei der 35.000 Hektar Überschwemmungsfläche entlang der Elbe wiedergewonnen werden sollen. Die kalkulierten Kosten lagen bei 566 Millionen Euro. Der gegenwärtige gesellschaftliche Nutzen der Hochwasserschutzwirkung, der mit Hilfe vermiedener *Schadenskosten* ermittelt wurde, lag bei 177 Millionen Euro. Der Gesamtnutzen der Deichrückverlegung fällt jedoch deutlich höher aus, da der Hochwasserschutz nur ein Teil des gesamten durch die Maßnahme entstehenden Nutzens ist.

Werden die eingesparten Unterhaltungs- und Sanierungskosten für den alten Deich (159 Millionen Euro) sowie der Nutzen aus weiteren *Ökosystemleistungen* wie der Rückhalt von Nährstoffen (486 Millionen Euro) und die *Zahlungsbereitschaft* für den Schutz der *biologischen Vielfalt* (926 Millionen Euro) in die Kalkulation einbezogen, ergibt sich ein gesellschaftlicher Gesamtnutzen von rund 1,75 Milliarden Euro. Das Ergebnis fällt somit eindeutig zu Gunsten der Deichrückverlegung aus, dessen Gesamtnutzen die Kosten von 566 Millionen Euro um mehr als das Dreifache übersteigt.



Ergebnis einer Berechnung von Kosten und Nutzen einer Wiedergewinnung von 35.000 Hektar zusätzlicher Überschwemmungsfläche entlang der Elbe.

Quelle: nach Grossmann et al. 2010

Das Beispiel verdeutlicht, wie wichtig die umfassende Betrachtung des gesellschaftlichen Nutzens bei Hochwasserschutzmaßnahmen ist. In manchen Fällen können die Kosten einer Maßnahme bereits durch eine einzelne Ökosystemleistung – wie hier durch die Zahlungsbereitschaft für den

verbesserten Schutz der biologischen Vielfalt – kompensiert werden. Der gesamte gesellschaftliche Nutzen einer Renaturierungsmaßnahme zeigt sich folglich erst, wenn die Nutzenpositionen sämtlicher Ökosystemleistungen in die Berechnungen einbezogen werden.

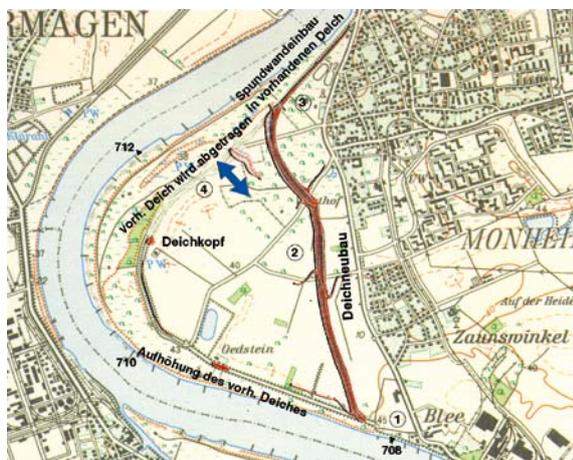
Fazit

- ▶ **Die Rückgewinnung von Überschwemmungsflächen und die Renaturierung von Fließgewässern bremsen Hochwasserwellen, senken Hochwasserspitzen und führen damit zur Vermeidung von Hochwasserschäden.**
- ▶ **Ein nachhaltiger Hochwasserschutz wird durch mehr Auenfläche, bessere Deiche und ein verringertes Schadenspotenzial durch angepasste Landnutzungen erreicht.**
- ▶ **Bei großräumigen Deichrückverlegungen kann der Wert der Hochwasserschutzwirkung von einigen Millionen bis mehr als 100 Millionen Euro betragen.**

Praxisbeispiel

Vorbeugender Hochwasserschutz am Monheimer Rheinbogen

Die extremen Hochwasserereignisse am Rhein in den Jahren 1993 und 1995 waren Anlass für eine intensive Auseinandersetzung mit dem vorbeugenden Hochwasserschutz. Durch Maßnahmen im gesamten Rheineinzugsgebiet sollten die Hochwasserspitzen um mehrere Dezimeter gesenkt werden. Eines der Projektgebiete in Nordrhein-Westfalen ist der Monheimer Rheinbogen, in dem durch Rückverlegung eines Deiches eine neue Überflutungsfläche mit einer Größe von rund 200 Hektar geschaffen wurde.



Ende 2001 waren die Bauarbeiten für das Projekt abgeschlossen, im Februar 2002 lief erstmals Rheinwasser in den neu geschaffenen Überflutungsraum.

Rheinbogen bei Monheim mit neuem Deichverlauf (rote Linie).

Quelle: Stadt Monheim



Luftbild der Überflutungsfläche am Monheimer Rheinbogen (Nordrhein-Westfalen) bei Hochwasser im Februar 2002. Das Wasser kann sich bis zum neuen Deich ausbreiten.

Foto: Stadt Monheim

In einer Kosten-Nutzen-Analyse wurden die durch die Deichrückverlegung vermiedenen Hochwasserschäden in der angrenzenden Ortschaft Monheim und in Köln berechnet (Dehnhardt et al. 2008). Der daraus ermittelte Wert der Hochwasserschutzwirkung beträgt 6,7 Millionen Euro. Unter Berücksichtigung weiterer profitierender Ortschaften läge dieser sogar noch deutlich darüber.

Die ermittelte Zahlungsbereitschaft für die Erhöhung der Artenvielfalt ist mit 50,3 Millionen Euro eine sehr bedeutende Größe für den gesellschaftlichen Nutzen. Der zusätzliche Nutzen aus einer verbesserten Erholungsleistung des Gebietes beträgt 18,9 Millionen Euro. Damit ergibt sich ein Gesamtnutzen von 75,9 Millionen Euro, der den Kosten zur Realisierung des Projektes in Höhe von 38,8 Millionen Euro gegenübersteht.

| Vorbeugender Hochwasserschutz am Monheimer Rheinbogen: Nutzen und Kosten der Deichrückbaumaßnahme | |
|--|-------------|
| | Mio. Euro |
| Hochwasserschutz | 6,7 |
| Erhöhung der Artenvielfalt | 50,3 |
| Verbesserte Erholung | 18,9 |
| Gesamtnutzen | 75,9 |
| Kosten | 38,8 |

Quelle: nach Dehnhardt et al. 2008

Die alternative Variante, den flussnahen Altdeich zu sanieren und zu erhöhen, wäre mit 10 Millionen Euro zwar deutlich günstiger als eine Deichrückverlegung gewesen, hätte aber nur einen Nutzen von 2,4 Millionen Euro für die lokal vermiedenen Hochwasserschäden gestiftet und keine zusätzlichen Ökosystemleistungen erbracht. Deichrückverlegungen können demnach volkswirtschaftlich vorteilhafter sein als Deicherhöhungen.

NATURNAHE GEWÄSSER VERBESSERN DIE WASSERQUALITÄT

Wasser ist Leben – für Pflanzen, Tiere und Menschen. Doch durch Industrie und Landwirtschaft gelangen Schad- und Nährstoffe ins Wasser, die die Wasserqualität von Flüssen und Seen stark beeinträchtigen können.



Damit Wasser nutzbar und genießbar ist, muss es von guter Qualität sein.
Foto: G. Havlena, pixelio



Starkes Algenaufkommen an der Ostsee.
Foto: Huber, pixelio

Überschüssige Nährstoffe wie Nitrate oder Phosphate, die überwiegend aus landwirtschaftlicher Düngung stammen, werden über das Grundwasser und die Fließgewässer in die Nord- und Ostsee transportiert. Dort kann es in den Sommermonaten durch hohe Nährstoffkonzentrationen zu einer starken Algenentwicklung kommen.

Neben möglichen nachteiligen Auswirkungen auf den Tourismus durch gesundheitsgefährdende Blaualgen, Verfärbungen des Wassers oder Schaumteppiche an den Stränden kann eine massenhafte Algenentwicklung auch die küstennahe Fischereiwirtschaft beeinträchtigen. Sauerstoffmangel oder Vergiftungen durch die zum Teil toxischen Algen können Fischsterben verursachen.

Auen haben wichtige Filterfunktion

Auen helfen, unerwünschte Stoffeinträge in die Gewässer zu mindern. Wie ein Puffer liegen sie zwischen landwirtschaftlich genutzten Flächen und Fluss und wirken als Filter: Der Regenwasserabfluss von Äckern, Wiesen und Weiden kann zu einem oberflächlichen Bodenabtrag oder zur Lösung von Nährstoffen aus dem Boden führen. In der Aue werden mitgeführte Sedimente, das sind kleinste Gesteinspartikel und organisches Material, abgelagert und damit auch das Phosphat, das an die Partikel gebunden ist. Dadurch gelangt es nicht in den Fluss.

Nitrate sind im Wasser gelöst und gelangen mit dem Regenabfluss in feuchte Senken oder versickern im Auenboden, der häufig wassergesättigt und sauerstoffarm ist. An solchen nassen Stellen findet durch Bakterien eine besonders intensive Umwandlung des Nitrats in elementaren Stickstoff statt, der als unschädliches Gas in die Atmosphäre entweicht. Durch diesen natürlich ablaufenden Prozess, die so genannte Denitrifikation, wird dem Wasser das Nitrat dauerhaft entzogen. Insbesondere dort, wo Gewässer durch diffuse Nährstoffeinträge verunreinigt werden, können Auen die Nährstoffbelastung deutlich mindern.



Filterfunktion wieder aktiviert:
Durch die Wiedervernässung des Polders Grosse Rosin im Peenetal werden überschüssige Nährstoffe aus landwirtschaftlicher Düngung wirkungsvoll zurückgehalten.
Foto: B. Herold

Kommt es bei Hochwasser zu Überschwemmungen, wird die Filterwirkung der Auen noch verstärkt: Die im Wasser mitgeführten Sedimente sinken im Auenbereich zu Boden, und die an die Sedimente gebundenen Phosphate verbleiben in der Aue. Flussnahe Wiesen und Auwälder werden auf diese Weise gedüngt. Auen werden deswegen

auch als Nährstoffsinken bezeichnet. Je häufiger und länger Überflutungen in die Aue stattfinden und je größer die Überschwemmungsgebiete sind, umso größer ist die Menge der zurückgehaltenen Nährstoffe. Daher sind Auen für den Erhalt und die Verbesserung der Wasserqualität von Gewässern und Grundwasser von großer Bedeutung.

Naturnahe Gewässer erhöhen Selbstreinigungspotenzial

Neben der Wiederherstellung von Auen trägt auch die Wiederherstellung natürlicher Strukturen am Gewässer, wie beispielsweise Entfernung von Uferbefestigungen und Zulassen einer freien Entwicklung des Gewässerlaufs, zu einem erhöhten Selbstreinigungsvermögen der Gewässer bei. Denn die entscheidenden Abbau- und Reinigungsprozesse

finden an der Kontaktzone zwischen Wasser und Gewässerbett statt. In naturnahen Gewässern ist diese Kontaktzone besonders groß und das Wasser fließt langsamer als beispielsweise bei begradigten Gewässern. Dadurch sind auch das Ausmaß von Sedimentation und Denitrifikation und der damit einhergehende Nährstoffrückhalt größer.

Die Filterwirkung von Auen wirkt sich positiv aus:

- ▶ Der Rückhalt von Nährstoffen in Auen bewirkt eine direkte Verbesserung der Wasserqualität der Flüsse sowie eine Minderung des Nährstofftransportes in die Meere. Damit leisten Auen einen wichtigen Beitrag zum Gewässer- und Meeresschutz.
- ▶ Die Filterwirkung der Auen reduziert den Nitratreintrag ins Grundwasser und verbessert die Qualität des daraus gewonnenen Trinkwassers. Denn je sauberer das Grundwasser, desto geringer die Kosten für die Trinkwasseraufbereitung.
- ▶ Durch regelmäßige Überschwemmungsereignisse lagern sich in den Auen vermehrt Nährstoffe ab. Werden Auenflächen als Wiesen und Weiden oder Wälder genutzt, wirkt der natürliche Düngungseffekt produktionssteigernd.

Wirtschaftlicher Nutzen naturnaher Gewässer und Auen

Die Verbesserung der Wasserqualität und die Filterfunktion naturnaher Gewässer und Auen kann mit Hilfe der so genannten *Ersatzkostenmethode* ökonomisch bewertet werden.

Die Reinigungsleistung der Gewässer und Auen wird dabei mit der günstigsten alternativen Maßnahme verglichen, die die gleiche Leistung – nämlich die Reduktion von Nährstoffeinträgen in Gewässer und Grundwasser – erbringt.

Dies können beispielsweise technische Anlagen wie Kläranlagen, Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung oder ein reduzierter Düngemittelsatz in der Landwirtschaft sein. Diese Alternativen zur Verminderung der Nährstoffeinträge

sind mit Kosten verbunden: Bei technischen Anlagen fallen Investitions- und Betreiberkosten an, und durch reduzierten Düngemittelsatz kommt es in der Regel zu Ertragsminderungen, die durch finanzielle Einbußen für die Landwirte ebenfalls Kosten verursachen.

Die Kosten alternativer Maßnahmen können als Maß für die Ökosystemleistung „Nährstoffrückhalt durch Auen“ angesehen werden, da sie aufgebracht werden müssen, wenn das Ökosystem in seiner Reinigungsleistung beeinträchtigt ist. Umgekehrt gesprochen: Wenn Auen und Gewässer in der Lage sind, ihre natürlichen Ökosystemleistungen zu erbringen, können Kosten eingespart werden.



Foto: U. Antas, pixelio

Studien zeigen: Auen filtern Nährstoffe effektiv und kostengünstig

Eine umfassende *ökonomische Bewertung* der Reinigungsleistung naturnaher Flussauen wurde anhand von Modellrechnungen am Beispiel der Elbe durchgeführt (Dehnhardt 2002). Betrachtet wurde dabei die Schaffung von 15.000 Hektar zusätzlicher Überschwemmungsfläche entlang der Elbe durch Deichrückverlegungen.

Durch die Filterwirkung der zusätzlichen Auenfläche ergab sich eine Reduktion der Stickstofffracht der Elbe um insgesamt rund 3.300 Tonnen pro Jahr. Um den Austrag derselben Menge Stickstoff aus landwirtschaftlichen Nutzflächen durch eine reduzierte Stickstoffdüngung zu vermeiden, würden Kosten in Höhe von 2,50 Euro pro

vermiedenen Kilogramm Stickstoff verursacht. Diese Kosten würden als Entschädigungszahlungen für geringere Erträge der Landwirte anfallen.

Hochgerechnet auf 3.300 Tonnen entstünden dadurch gesellschaftliche Kosten in Höhe von 8,25 Millionen Euro pro Jahr. Diese Kosten entsprechen dem Nutzen, den die 15.000 Hektar Auen durch den Stickstoffrückhalt erbringen würden. Damit würde die Reinigungsleistung der rückgewonnenen Elbauen einen Gegenwert von 8,25 Millionen Euro pro Jahr erreichen. Auf die Flächeneinheit umgerechnet würde der gesellschaftliche Nutzen des Stickstoffrückhaltes dann 550 Euro pro Hektar und Jahr betragen.

Deichrückbau an der Elbe: Stickstoffrückhalt durch neue Überschwemmungsflächen

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Umfang Überschwemmungsflächen | 15.000 Hektar |
| Jährliche Ökosystemleistung | Rückhalt von 3.300 t Stickstoff |
| Alternativ: Reduzierung der Düngung | Kosten von 2,50 Euro/kg Stickstoff |
| Jährlicher Nutzen Ökosystemleistung | 8,25 Mio. Euro |
| Jährlicher Nutzen pro Hektar | 550 Euro |

Quelle: nach Dehnhardt 2002

In einer weiteren Studie (Grossmann et al. 2010) wird der gegenwärtige gesellschaftliche Nutzen des Nährstoffrückhaltes neu geschaffener Überschwemmungsflächen von 35.000 Hektar an der

Elbe auf 486 Millionen Euro für einen Zeitraum von 90 Jahren berechnet. Dabei wurde nicht nur der Nutzen des Stickstoffrückhaltes, sondern auch der des Phosphorrückhaltes berücksichtigt.

Fazit

- ▶ **Intakte Auen mindern den Stickstoff- und Phosphoreintrag in die Gewässer und das Grundwasser.**
- ▶ **Intakte Auen tragen erheblich zur Reinhaltung der Gewässer und des Trinkwassers bei.**
- ▶ **Kostenaufwändige technische Maßnahmen zur Wasseraufbereitung können verringert werden.**
- ▶ **Die natürliche Filterfunktion von Auen bringt Kosteneinsparungen in Millionenhöhe.**

Praxisbeispiel

Auenrenaturierung in Lenzen an der Elbe

In den Jahren 2002 bis 2009 wurde der Deich bei Lenzen an der Elbe (Brandenburg, Landkreis Prignitz) ins Landesinnere zurückverlegt und die Flussaue großflächig renaturiert. Die dabei wiedergewonnene 420 Hektar große Überschwemmungsfläche wurde 2010 bei einem Hochwasser erstmalig wieder überflutet.



Wiedergewonnene Überschwemmungsfläche bei Lenzen an der Elbe mit wassergefüllten Rinnen und Auwaldresten. Die neue Deichtrasse (Bildmitte) ist auf dem Luftbild noch im Bau (Blickrichtung: Süden).
Foto: J. Purps

Legt man durch den Rückhalt von Stickstoff und Phosphor der neu geschaffenen 420 Hektar Überschwemmungsfläche bei Lenzen an der Elbe einen gesellschaftlichen Nutzen in Höhe von 425 Euro pro Hektar und Jahr zugrunde (Grossmann et al. 2010), erreicht die Reinigungsleistung der wiedergewonnenen Auenfläche einen Wert in Höhe von 178.500 Euro pro Jahr. Auf eine Zeit von 90 Jahren hochgerechnet liegt der gegenwärtige Nutzen der Reinigungsleistung auf dieser Fläche in einer Größenordnung von 5,5 Millionen Euro.

Der hochgerechnete Wert spiegelt aber nicht den gesamten Nutzen der Maßnahme wider: Der Nutzen weiterer Ökosystemleistungen – wie verbesserter Hochwasserschutz, Steigerung der Artenvielfalt und neue Erholungsmöglichkeiten – muss ebenfalls berücksichtigt werden. Dadurch fällt der Gesamtnutzen der Deichrückverlegung bei Lenzen an der Elbe noch sehr viel höher aus.

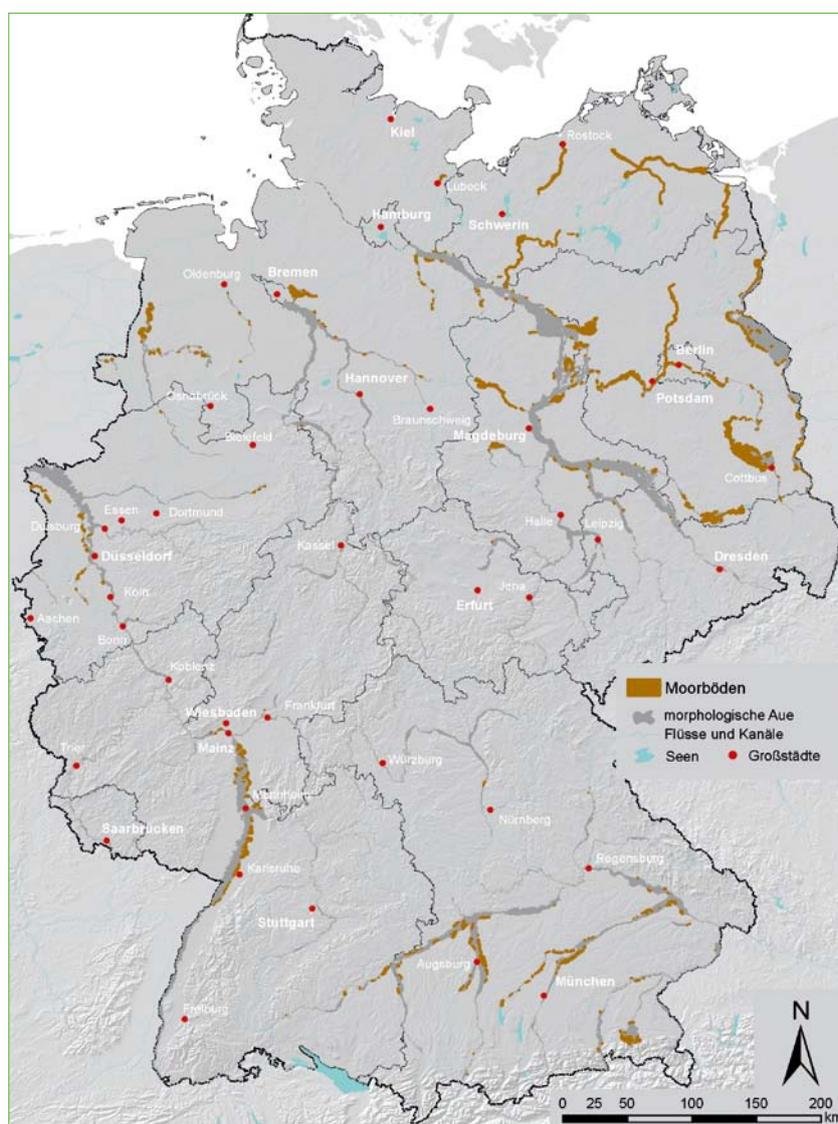


Überflutung der neu geschaffenen Überschwemmungsfläche bei Lenzen an der Elbe im Sommer 2013. Das sedimentreiche Elbwasser gelangt durch die sechs Schlitze im flussnahen Altdeich (Bildmitte) in die wiedergewonnene Aue, wo sich die Sedimente in strömungsarmen Zonen ablagern (Blickrichtung: Norden).

Foto: N. Kuenkler

KLIMASCHUTZ DURCH MOORREICHE FLUSSNIEDERUNGEN

In den Flussniederungen im norddeutschen Tiefland und im Alpenvorland liegen ausgedehnte Moorlandschaften. Durch den ständigen Wasserüberschuss und den hohen Grundwasserstand sind dort nach der letzten Eiszeit mächtige Torfablagerungen entstanden, die große Mengen an Kohlenstoff speichern. Allein die moorigen Auen entlang der Flüsse enthalten etwa 100 Millionen Tonnen Kohlenstoff (Scholz et al. 2012).



Verbreitung von Moorböden
in den Flussauen.
Quelle: Scholz et al. 2012

Bereits im frühen Mittelalter wurden Moore in Flussniederungen kultiviert. Seit dem 18. Jahrhundert werden sie verstärkt landwirtschaftlich genutzt. Dafür war und ist eine systematische Entwässerung durch Schöpfwerke und den Bau von Gräben erforderlich. Während ein intaktes Moor große Mengen Kohlenstoff speichert, führt die Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse auf entwässerten Moorböden zu dessen Freisetzung in Form von klimaschädlichen Treibhausgasen wie Kohlendioxid und Methan, die üblicherweise in CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq.) umgerechnet werden.

Mit einer Moorfläche von zusammen über 500.000 Hektar zählen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg zu den moorreichsten Ländern in Deutschland. Doch löst sich dieser Reichtum allmählich auf: Durch die Entwässerung gehen jährlich etwa ein bis zwei Zentimeter wertvoller Moorböden verloren – und somit rund ein bis zwei Meter innerhalb eines Jahrhunderts. Dadurch wird nicht nur der Klimawandel verstärkt, sondern auch die Grundlage der landwirtschaftlichen Produktion vernichtet, da die Böden unwiederbringlich zerstört werden.



Intensive Graslandnutzung auf entwässertem Niedermoor.
Foto: A. Schäfer

Zurück zum nassen Moor - schützen und nutzen

Durch Wiedervernässung trockengelegter Moore wird die Zersetzung des Torfes gestoppt, und der im Torf festgelegte Kohlenstoff bleibt erhalten. Dadurch kann die Freisetzung von Treibhausgasen

deutlich reduziert werden – durchschnittlich um 10 bis 15 Tonnen Kohlendioxid pro Hektar und Jahr. Das entspricht etwa der Menge, die ein deutscher Bürger durchschnittlich pro Jahr freisetzt.

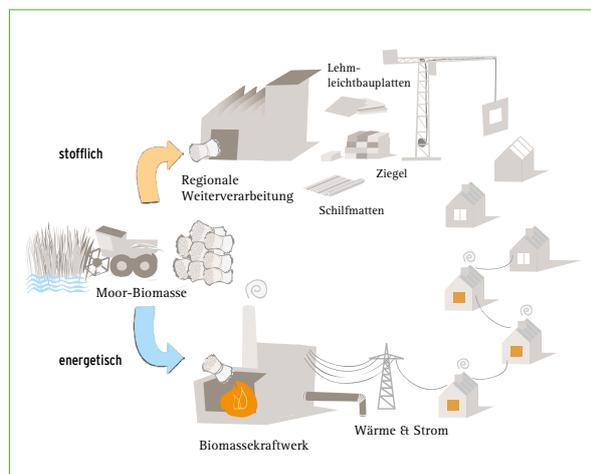
| Durchschnittliche Kohlendioxid-Emissionen | |
|---|-----------|
| Deutscher Bürger (CO ₂ -Emission pro Person und Jahr) | 10 Tonnen |
| Oberklasse-Dienstwagen (Laufleistung 40.000 km pro Jahr) | 9 Tonnen |
| Flugreise Hamburg - Palma de Mallorca (Hin- und Rückflug) | 9 Tonnen |

Quelle:
http://uba.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/age/start/

Die Wiedervernässung von Mooren ist aus klimapolitischer und ökonomischer Perspektive sinnvoll. Nach der Wiedervernässung kann die Fläche zwar nicht mehr als Acker oder Intensivgrünland genutzt werden, doch eine dem Standort angepasste Nutzung ist weiterhin möglich. So bietet eine nasse Bewirtschaftung von Mooren Landwirten vielfältige Nutzungsmöglichkeiten:

Die nachwachsende Biomasse kann beispielsweise traditionell als Tierfutter, energetisch oder auch stofflich genutzt werden (Wichtmann & Wichmann 2011).

In den norddeutschen Flusstalniederungen birgt vor allem der Anbau von Röhrichtern und anderen Sumpfpflanzen auf wiedervernässten Niedermooeren erhebliches Potenzial. So können etwa Seggen oder Rohrglanzgras als Bioenergiepflanzen, aber auch Schilf und Rohrkolben für die Herstellung von Bau- und Dämmmaterialien angebaut werden. Die energetische Verwertung der aufwachsenden pflanzlichen Biomasse kann fossile Energieträger wie z. B. Heizöl ersetzen und somit einen zusätzlichen Beitrag für den Klimaschutz leisten.



Regionale Verwertungsketten für Biomasse aus wiedervernässten Mooren.
Foto: www.paludiculture.uni-greifswald.de

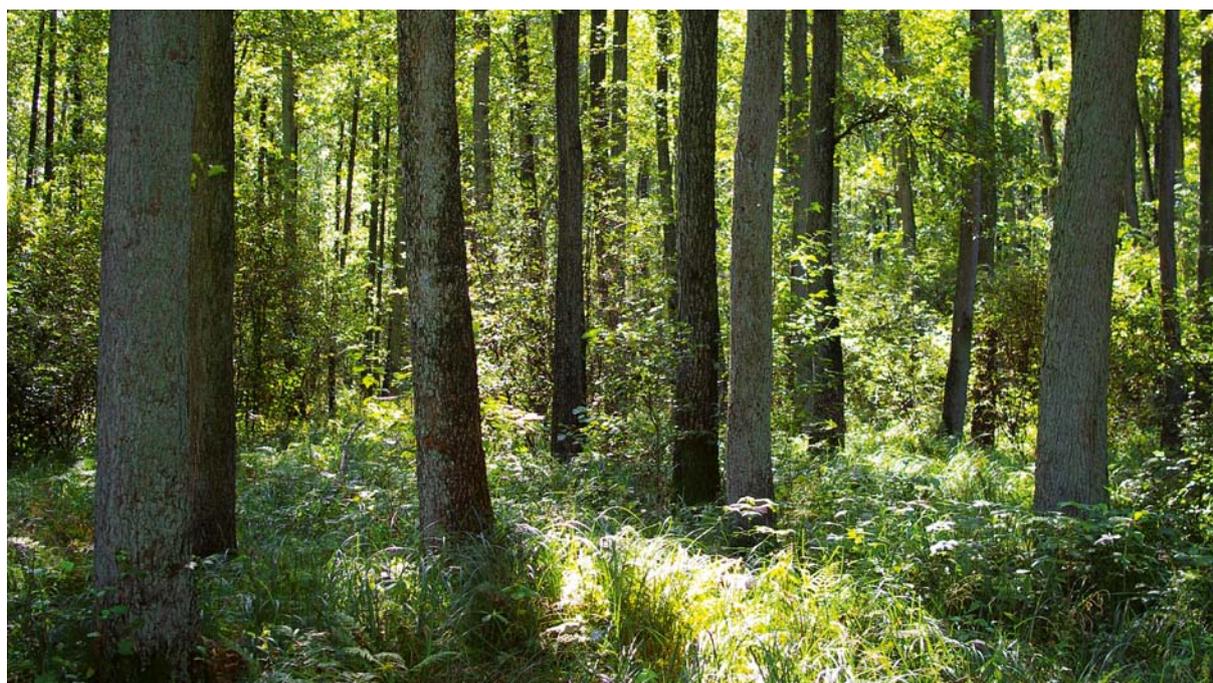
Eine noch viel höhere Klimaentlastung kann durch stoffliche Verwertung der Biomasse erreicht werden, wenn energieaufwändig hergestellte Dämmstoffe wie Styropor oder Mineralwolle durch Dämmstoffe aus nachwachsender Biomasse wiedervernässter Moore ersetzt werden. Solche Baustoffe aus der Natur sind umweltfreundlich und leisten einen überdurchschnittlichen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasen.

Eine weitere klimafreundliche Alternative bietet die Aufforstung mit standortangepassten Bäumen wie der Erle. Wegen seiner guten Bearbeitungseigenschaften wird Erlenholz vielseitig verwendet, beispielsweise zur Herstellung hochwertiger Möbel. Da es sich durch eine extrem hohe Haltbarkeit unter Wasser auszeichnet, wird es auch für Pfahlbauten und Stützkonstruktionen im Wasserbau genutzt (Röhe & Schröder 2010).

In den aufwachsenden Erlenwäldern wird über mehrere Jahrzehnte zusätzlich Kohlenstoff gespeichert, der durch die Verarbeitung des Holzes zu wertvollen und langlebigen Produkten festgelegt bleibt. Dadurch wird ein weiterer Beitrag für den Klimaschutz geleistet.



Küche aus Erlenmassivholz.
Foto: team7



Erlenbestand mit bester Qualität - ideal für die Herstellung langlebiger Holzprodukte.
Foto: P. Röhe

Volkswirtschaftliche Dimension umweltschädigender Moornutzung

Obwohl nur etwa sechs Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland Moore sind, sind diese mit 41 Millionen Tonnen CO₂ für 93 Prozent der Treibhausgasemissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden verantwortlich (Umweltbundesamt 2013). Diese Treibhausgasemissionen übersteigen deutlich die Reduktionsverpflichtungen, die nach dem Nationalen Zuteilungsplan jährlich von deutschen Energie- und Industrieunternehmen (15 Millionen Tonnen CO₂) und den Haushalten und dem Verkehr

(22 Millionen Tonnen CO₂) erbracht werden müssen (Umweltbundesamt 2009).

Während die umweltschädigende landwirtschaftliche Moornutzung durch Subventionen wie z. B. Direktzahlungen an Landwirte gefördert wird, müssen an anderer Stelle der Volkswirtschaft erhebliche finanzielle Mittel zur Erreichung der Klimaschutzziele aufgewendet werden. Zudem werden den nachfolgenden Generationen immense Kosten durch Klimafolgeschäden aufgebürdet.

Kosten von Klimafolgeschäden übersteigen Wertschöpfung

Der Ausstoß von Treibhausgasen verursacht Umweltschäden in nahezu allen Bereichen der Gesellschaft. Damit verbunden sind vielfältige und tiefgreifende Folgen für Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Gesundheit.

Die Ergebnisse internationaler Studien zu Kosten des Klimawandels zeigen, dass die Schadenskosten zwischen 14 und 300 Euro pro ausgestoßener Tonne CO₂ liegen. Das Umweltbundesamt empfiehlt bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen von öffentlichen Projekten, einen Schätzwert in Höhe von 80 Euro pro Tonne CO₂ zu verwenden (Umweltbundesamt 2012).

Ausgehend von diesem Wert können die Schadenskosten einer nicht standortgerechten landwirtschaftlichen Nutzung von Mooren berechnet und mit der Wertschöpfung der herkömmlichen landwirtschaftlichen Produktion verglichen werden. Bei einer intensiven Nutzung der Moore (z. B. Milchviehwirtschaft) werden etwa 25 Tonnen CO₂-Äq. freigesetzt. Die durchschnittliche Wertschöpfung der Milchviehbetriebe lag zwischen 2006 und 2012 bei 658 Euro pro Hektar. Die verursachten Kosten für Klimafolgeschäden sind mit 2.000 Euro pro Hektar dreimal so hoch (Schäfer im Druck).

Kosten für Vermeidung von Treibhausgasen vergleichsweise niedrig

Durch eine Gegenüberstellung mit anderen Klimaschutzmaßnahmen aus dem Bereich der Landnutzung wird deutlich, dass eine Wiedervernässung von Mooren eine kostengünstige Maßnahme zur Reduktion von Treibhausgasemissionen ist. Die *Vermeidungskosten* liegen hier zwischen 0 und 15 Euro pro eingesparter Tonne CO₂, während ein reduzierter Ausstoß von Treibhausgasen

durch Einsatz von Wasser- und Windkraft und Biomasse mit 22 bis 459 Euro pro Tonne CO₂ deutlich mehr Kosten verursacht. Diese Berechnungen zeigen, dass nasse Bewirtschaftungsverfahren auch ökonomisch eine durchaus interessante Alternative sein können (Schäfer & Joosten 2005; Wichtmann et al. im Druck).

| Kosten für Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen | |
|---|-------------------------------|
| | Euro je Tonne CO ₂ |
| Biomasse-Kraftstoffe ¹⁾ | 173 - 459 |
| Biomasse-Gas ¹⁾ | 52 - 316 |
| Wasser- und Windkraft ²⁾ | 22 - 70 |
| Wiedervernässung ohne landwirtschaftliche Nutzung ³⁾ | 10 - 15 |
| Wiedervernässung mit landwirtschaftlicher Nutzung ⁴⁾ | 0 |
| Wiedervernässung und Erlenwertholzproduktion ⁵⁾ | 0 - 2 |

Quellen:
 1) Isermeyer et al. 2008,
 2) Geiger et al. 2004,
 3) Schäfer 2009,
 4) Schäfer im Druck,
 5) Schäfer & Joosten 2005

Gesellschaftlicher Nutzen der Wiedervernässung

Der gesellschaftliche Nutzen der Wiedervernässung trockengelegter Moore besteht mindestens in den vermiedenen Schadenskosten durch Klimafolgeschäden. In Mecklenburg-Vorpommern wurden zwischen 2000 und 2008 etwa 30.000 Hektar Moore wiedervernässt. Dadurch ergibt sich eine jährliche Einsparung von durchschnittlich etwa 14 Tonnen CO₂-Äq. pro Hektar (Moor-schutzkonzept Mecklenburg-Vorpommern 2009).

Mit Hilfe des oben genannten Schätzwertes für die Schadenskosten je ausgestoßener Tonne Kohlendioxid in Höhe von 80 Euro kann der gesellschaftliche Nutzen durch die Treibhausgasreduktion berechnet werden: So beträgt der gesellschaftliche Nutzen dieser Ökosystemleistung mindestens 1.120 Euro pro Hektar und Jahr beziehungsweise 33,6 Millionen Euro pro Jahr.

Fazit

- ▶ **In moorreichen Flussniederungen sind große Mengen Kohlenstoff festgelegt. Durch Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung werden klimaschädliche Treibhausgase freigesetzt.**
- ▶ **Durch Treibhausgas-Emissionen werden hohe volkswirtschaftliche Kosten in Form langfristig wirksamer Klimafolgeschäden verursacht.**
- ▶ **Die Wiedervernässung trockengelegter Moore und ihre umweltverträgliche land- und forstwirtschaftliche Nutzung sind eine wirksame und kostengünstige Klimaschutzmaßnahme.**
- ▶ **Der gesellschaftliche Nutzen der Wiedervernässung besteht mindestens in den vermiedenen Schadenskosten durch Klimafolgeschäden.**

Praxisbeispiel

Das Peenetal – umfangreiche Wiedervernässungen im „Amazonas des Nordens“

Mit den großflächigen Wiedervernässungsmaßnahmen im Peenetal in Mecklenburg-Vorpommern wurde der Wasserhaushalt nahezu flächendeckend auf einem naturnahen Niveau wiederhergestellt und der Erhalt des Torfkörpers gesichert. Durch ein Naturschutzgroßprojekt des Bundes (1992–2007) und das Moorschutzprogramm des Landes Mecklenburg-Vorpommern sowie einzelne Ausgleichsmaßnahmen konnten dabei mehr als 10.000 Hektar Niedermoor wiedervernässt werden.

Dadurch wurde die Freisetzung großer Mengen von Treibhausgasen vermieden, und es wurden Kosten durch Klimafolgeschäden eingespart. Bei einer durchschnittlichen Reduktion von 14 Tonnen CO₂-Äq. pro Hektar beträgt der gesellschaftliche Nutzen der Wiedervernässungsmaßnahmen im Peenetal mindestens 9,8 Millionen Euro pro Jahr.

Doch wurden nicht nur bedeutsame Treibhausgasemissionen eingespart: Das 40.000 Hektar große Peenetal vom Kummerower See bis zur Mündung in den Peenestrom ist ein wichtiges Rückzugsgebiet für bedrohte und seltene Pflanzen und Tiere. Als eine der letzten naturnahen Flusstal-Landschaften wird das Peenetal auch als „Amazonas des Nordens“ bezeichnet.



Das wiedervernässte Untere Peenetal bei Anklam.
Foto: B. Herold

NATurnahe Flusslandschaften dienen der Erholung

Landschaften in Wassernähe bieten viele Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten. In einer Bevölkerungsumfrage zum Naturbewusstsein in Deutschland werden die positive Wirkung für Entspannung und Erholung neben sauberer Luft und der Bereitstellung von Nahrung als die wichtigsten Leistungen der Natur für den Menschen angesehen (BMU & BfN 2012).



Foto: R. Sturm, pixelio

Renaturierung – naturnahe Gewässer erlebbar machen

Ufernahe Bebauungen, Schifffahrt und Landwirtschaft haben in der Vergangenheit dazu geführt, dass Fließgewässer begradigt, Ufer befestigt und ehemalige Auenlandschaften ihre ursprünglichen Funktionen verloren haben. Mittlerweile hat aber ein Umdenken stattgefunden: Gewässer und Auen sollen wieder naturnah gestaltet und gleichzeitig für die Bevölkerung erlebbar gemacht werden. Dies kann die Akzeptanz für Renaturierungsmaßnahmen deutlich steigern.

Dass ein naturnahes Gewässer mit flachen Ufern, abwechslungsreicher Struktur und weitläufiger Auenlandschaft der Erholung mehr dienen kann als ein begradigtes, befestigtes Gewässer in monotoner Umgebung, ist naheliegend. Wo möglich und sinnvoll, sollten bei der Planung von Renaturierungsmaßnahmen die Ansprüche der Erholungssuchenden in das Konzept eingebunden werden. Insbesondere im städtischen Raum, wo

die Nachfrage nach Erholung und Freizeitaktivitäten in der Natur sehr groß ist, sind diese Belange von großer Bedeutung. In ländlichen, strukturschwachen Regionen kann die Erholungsfunktion naturnaher Landschaften durch den Naturtourismus entscheidende regionalwirtschaftliche Impulse geben.

„Entfesselte“ und flache Flussufer renaturierter Gewässer sind besser zugänglich und erlebbar. Auch haben verzweigte Flussarme, Buchten und ausgedehnte Kiesinseln oder Sandbänke einen hohen landschaftsästhetischen Wert.

Werden die Umgestaltungsmaßnahmen von Angeboten zum Erleben der neuen Landschaften begleitet, sind diese in der Regel stark nachgefragt. Dies zeigt das große Interesse an naturnahen Landschaften und den Bedarf, Natur auch erleben und genießen zu können.



Entspannung am neuen Isarufer.
Foto: Wasserwirtschaftsamt München

Gewässer und Auen als Orte der Naturerfahrung und Entwicklung

Welches Element ist besser geeignet als Wasser, um Kindern Umweltzusammenhänge nahezubringen? Als vielseitiges und herausforderndes Element kann es wertvolle Erfahrungen vermitteln: Wasser birgt Überraschungen, bewegt sich unterschiedlich schnell und ist ein gestaltbares Element: Es lässt sich stauen, in Bahnen lenken und es kann in Abhängigkeit von der Temperatur seine Eigenschaften verändern. Wasser fasziniert und eröffnet Raum für vielfältige Sinneswahrnehmungen (Becker 2010).

Naturerlebnisse mit vielen geheimnisvollen oder zu ergründenden Dingen und Orten regen die Kreativität und Phantasie von Kindern an und tragen zu einer gesunden Entwicklung bei. So wirken sich regelmäßige Naturerfahrungen positiv auf die subjektive Stimmung, Konzentrationsfähigkeit, psychosoziale Entwicklung sowie Kreativität und Wahrnehmungsfähigkeit aus.

Zudem ist davon auszugehen, dass Naturerfahrungen auch eine wichtige Grundlage dafür sind, sich für den Erhalt von Natur und Umwelt einzusetzen. Wenn Kinder eine emotionale Beziehung zur Natur entwickeln, können sie ihren Wert besser erkennen und den Verlust einer zerstörten Natur wahrnehmen (Gebhard 2013).

Werden Bäche und Flüsse renaturiert, werden sie wieder erlebbar und zu idealen Orten für organisierte Umweltbildung – aber genauso für die Selbstbildung von Kindern durch eine alltägliche Begegnung mit ihnen (Zucchi 2000).



Gemeinsame Gewässererkundung an der Sieg.
Foto: S. Portig, Biologische Station Siegen-Wittgenstein

Ökonomische Bewertung der Erholungsleistung

Gewässer tragen zweifelsohne zur Erholung der Bevölkerung bei. Doch lässt sich auch bemessen, welchen gesellschaftlichen Nutzen naturnahe Gewässerlandschaften in dieser Hinsicht erbringen? Was zunächst sehr schwierig erscheint, lässt sich mit Hilfe umweltökonomischer Bewertungsmethoden durchaus bewerkstelligen.

Erholungsleistung des Spreewalds

Der Erholungswert des Spreewalds wurde mit Hilfe der so genannten *Reisekostenmethode* erfasst (Grossmann 2011). Im Spreewald treten zunehmend konkurrierende Wassernutzungen auf, die das Feuchtgebiet beeinträchtigen. Ein ausreichendes Wasserangebot ist aber nicht nur zur Aufrechterhaltung der ökologischen Funktionen wichtig, sondern auch für die Schiffbarkeit mit Kähnen, die die Auenlandschaft erst erlebbar macht. Zu prüfen ist, welche Verluste die Gesellschaft zu tragen hätte, wenn andere Wassernutzungen (z. B. Teichwirtschaft) zu einer Beeinträchtigung der ökologischen Funktionen und damit auch der Erholungsleistung führten.

In einer Studie zum Wert der Erholungsleistung wurde ein Nutzen in Höhe von 19 Euro pro Tagesbesuch beziehungsweise 33 Euro für einen Besuch zwischen ein bis drei Tagen ermittelt (Grossmann 2011). Da die Tourismusregion Spreewald jährlich bis zu drei Millionen Besucher anzieht, summiert sich der jährliche Nutzen auf eine beachtliche Größenordnung.

Wäre die Möglichkeit von Kahnfahrten aufgrund anderer Wassernutzungen im Sommer eingeschränkt, hätte dies enorme Auswirkungen auf den Erholungsnutzen. Je nach Ausmaß des entstehenden Wassermangels, wäre durch einen verminderten Erholungswert mit jährlichen Verlusten bis zu 3,7 Millionen Euro zu rechnen. Andere Nutzenverluste (z. B. aus einer verminderten Biodiversität) sind hier noch nicht berücksichtigt. Nur der Erhalt des Ökosystems Spreewald in seiner jetzigen Qualität vermag gesellschaftliche Verluste in dieser Größenordnung zu verhindern.

Mehrwert naturnaher Wasserläufe in der Schweiz

Mit Hilfe der so genannten *Zahlungsbereitschaftsanalyse* wurden am Beispiel von vier Flusslandschaften in der Schweiz jeweils Bevölkerungsbefragungen zum Mehrwert naturnaher Wasserläufe durchgeführt (Arnold et al. 2009). Den Befragten wurden unterschiedliche Optionen der zukünftigen naturnahen Ausgestaltung des Fließgewässers zur Auswahl angeboten und auch Kosten benannt, die von den Befragten bei Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen zu tragen wären.

Für die Nutzung zu Erholungszwecken zeigten die Befragten aller vier Flussgebiete eine Zahlungsbereitschaft, deren Höhe allerdings variierte. Hochgerechnet auf das jeweilige Flussgebiet lagen die Befragungsergebnisse zwischen 250.000 und 2,5 Millionen Euro pro Jahr.

Die Zahlen machen den Stellenwert des gesellschaftlichen Erholungsnutzens naturnaher Flusslandschaften deutlich. Insgesamt zeigte sich in der Schweiz, aber auch bei Erhebungen in Deutschland, dass den Befragten der Erhalt natürlicher Lebensräume sehr wichtig ist, und eine positive Grundeinstellung zu Renaturierungsprojekten an Fließgewässern vorhanden ist. Bereits im Planungsstadium sollte daher der erhebliche Zugewinn des Erholungsnutzens als wichtiges Argument angeführt werden, um Renaturierungsmaßnahmen zum Erfolg zu verhelfen.

Naturnahe Landschaften steigern regionale Wertschöpfung

Die Nachfrage nach naturverträglichen Freizeitangeboten, sportlicher Betätigung und Naturerleben sowohl in naturnahen als auch in urbanen Flusslandschaften hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. So meldet beispielsweise die Informations- und Buchungszentrale „Abenteuer Flusslandschaft“ in der Flusslandschaft Peenetal in Mecklenburg-Vorpommern 2012 gegenüber 2010 einen Nachfragezuwachs um 25 Prozent. In der renaturierten Flusslandschaft Eider-Treene-Sorge in Schleswig-Holstein verzeichnete der

begleitete Fahrradtourismus mit dem Schwerpunktthema Flusslandschaft in den Jahren 2003 bis 2011 eine Umsatzsteigerung um das 25-fache.

Die Tourismusbranche hat die Bedeutung naturnaher Gewässer bereits seit langem erkannt. Touristische Werbebotschaften wie „Die Quelle des Wohlgefühls“, „Aktiv das Wasser erleben“, „Der Rhein – ein blaues Wunder“ oder „Die Schweiz – das alpine Süßwasserparadies“ machen sich den Wert, der diesen Landschaften beigemessen wird, zunutze.



Radtourist an der Erms, Schwäbische Alb.
Foto: A.E. Arnold, pixelio

Intakte, naturnahe Landschaften sind für den Tourismus äußerst attraktiv. Mit jedem Touristen, der aufgrund der Naturnähe und der Faszination einer Fluss- oder Auenlandschaft in eine Region reist, wird dort eine zusätzliche Wertschöpfung erzielt. Diese generiert sich nicht nur aus den Ausgaben für Unterkunft, Verpflegung und Freizeitangeboten, sondern auch aus Investitionen in die Angebote für Touristen.

Am Beispiel der deutschen Nationalparke und der Biosphärenreservate wurden regionalwirtschaftliche Effekte des Tourismus untersucht (Job et al. 2009, Job et al. 2014). Im Ergebnis zeigte sich, dass jährlich rund 50 Millionen Personen die Nationalparke und 65 Millionen Personen die Biosphärenreservate besuchen. Etwa ein Fünftel der Besucher kam vornehmlich wegen des Nationalparks und seiner besonderen Naturschönheiten.

Durch diese 10,5 Millionen Nationalparkgäste erwirtschaften die Regionen insgesamt rund 500 Millionen Euro Bruttoumsatz mit einer Beschäftigungswirkung von 14.000 Arbeitsplätzen. Der direkt auf die Biosphärenreservate zurückzuführende Bruttoumsatz beträgt rund 180 Millionen Euro. Die damit verbundene Beschäftigungswirkung liegt bei 5.300 Arbeitsplätzen.

Eine Studie zur ökonomischen Bedeutung des Kanutourismus in Deutschland (Bundesvereini-

gung Kanutourismus 2005) ermittelte aus den durchschnittlichen Tagesausgaben der Kanutouristen sowie ihrer Ausgaben für die Ausrüstung (Boot, Kleidung, Outdoor-Ausrüstung etc.) einen jährlichen Bruttoumsatz in Höhe von knapp 797 Millionen Euro. Hinzu kommt ein im Inland wirksamer Bruttoumsatz der kanutouristischen Anbieter in Höhe von knapp 49 Millionen Euro. Berechnungen der Beschäftigungswirkungen zeigten, dass der Kanutourismus in Deutschland rund 18.000 Vollzeit-Arbeitsplätze generiert.

Fazit

- ▶ **Flusslandschaften haben als Freizeitgebiete einen hohen Erholungswert.**
- ▶ **Bereits auf regionaler Ebene beträgt der Erholungsnutzen bis zu mehreren Millionen Euro jährlich.**
- ▶ **Naturnahe Flusslandschaften gelten als touristische Markenzeichen und geben wichtige Impulse für die Regionalentwicklung und die Schaffung von Arbeitsplätzen.**

Praxisbeispiel

IsarPlan München – von der Regulierung zur Renaturierung

Im Jahr 1995 startete ein interdisziplinäres Großprojekt an der Isar in München, das neben naturnäherer Ufer- und Flussbettgestaltung sowie verbessertem Hochwasserschutz auch eine deutliche Qualitätssteigerung für Freizeit und Erholung verfolgte. Die Bauarbeiten begannen im Jahr 2000 und wurden 2011 abgeschlossen (Landeshauptstadt München 2011).

Im Stadtgebiet von München wurde die Isar auf einer Länge von acht Kilometern naturnah umgestaltet. Die ökologische Aufwertung und Optimierung des Hochwasserschutzes ging einher mit einer verbesserten Möglichkeit zur Erholung für die Bevölkerung: Wo vorher die Isar in



Blick von der Wittelsbacher Brücke flussabwärts vor und nach der Isarrenaturierung.
Fotos: Schiermeier Verlag

einem Korsett aus befestigten Ufern steckte, finden sich heute wieder blühende Wiesen, Kiesstrände und flache Uferzonen.

Der durch die Renaturierungsmaßnahmen neu gewonnene, naturnahe Raum hat den Erholungs- und Erlebniswert der innerstädtischen Isarauen positiv beeinflusst, was an der Zunahme der Freizeitnutzer deutlich wird. Der hinzugewonnene Nutzen kann nicht genau beziffert werden, da bisher keine Daten dazu erhoben wurden. Doch es kann durchaus vermutet werden, dass Größenordnungen in Millionenhöhe erreicht werden.



Uferzugang vor (oben) und nach (unten) der Renaturierung. Die abwechslungs- und strukturreichen Uferzonen haben den Freizeitwert deutlich verbessert und bieten nun auch wieder mehr Lebensräume für Fische und andere Wasserorganismen.

Fotos: Wasserwirtschaftsamt München

BIOLOGISCHE VIelfALT UND NATURVERTRÄGLICHE NUTZUNG VON AUEN

Alles fließt – und wo Wasser ständig in Bewegung ist, gibt es keine ruhenden Zustände. Ständige Veränderungen sind auch in naturnahen Flussauen allgegenwärtig: Bei Hochwasser brechen Ufer ab, Sand und Kies werden an anderer Stelle in der Aue wieder abgelagert, und es entstehen neue Lebensräume. Aufgrund ihrer Dynamik sind Auen besonders reich an unterschiedlichsten Lebensräumen: alte Flussarme und Altwasser, nasse Tümpel, urwaldartige Auwälder, Feuchtwiesen, trockene Sand- und Kiesinseln.

Nass und trocken – Extreme auf engstem Raum. Flüsse und Auen werden daher auch als „verborgene Lebensadern der Natur“ bezeichnet (Gerken 1988). Sie beherbergen unzählige Pflanzen- und Tierarten und sind wichtige Zentren der biologischen Vielfalt.



Selten gewordene Lebensadern der Natur.
Foto: K. Leidorf

Menschliche Eingriffe in natürliche Flusslandschaften

Der Bericht der Vereinten Nationen zum weltweiten Zustand der Ökosysteme zeigt, dass die biologische Vielfalt durch menschliche Eingriffe innerhalb der letzten 50 Jahre drastisch abgenommen hat (MEA 2005). Dies trifft auch auf Bach- und Flussauen sowie Fließgewässer zu, die hierzulande schon über einen viel längeren Zeitraum tiefgreifend umgestaltet wurden.

Über viele Jahrhunderte waren Flussauen nur dünn besiedelt und wurden extensiv landwirtschaftlich genutzt. Erst mit dem Bau von Deichen wurden ehemalige Sumpf- und Feuchtfelder in landwirtschaftliche Flächen umgewandelt. So wurden beispielsweise im 18. Jahrhundert im Oderbruch etwa 30.000 Hektar „Sumpfland“ eingedeicht und mit Entwässerungsgräben trockengelegt.

Im 19. und im 20. Jahrhundert wurden landesweit viele Bäche und Flüsse begradigt, Altarme abgeschnitten, Deiche gebaut und Feuchtwiesen entwässert.

Insbesondere seit den 1950er Jahren wurden Auen und Gewässer mit großem technischem und finanziellem Aufwand weiter ausgebaut (Blackbourn 2008). Es sollten optimale Bedingungen für eine auf Höchstserträge ausgerichtete landwirtschaftliche Nutzung der Auen geschaffen werden (Lübbe 2001). Allein in den alten Bundesländern wurden von 1954 bis 1989 wasserwirtschaftliche und kulturbautechnische Maßnahmen mit 38,5 Milliarden Euro aus öffentlichen Mitteln bezuschusst.

| Finanzierung wasserwirtschaftlicher und kulturbautechnischer Maßnahmen | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | 1954 - 1989 ¹⁾ | 1990 - 2000 ²⁾ | Insgesamt |
| | Mio. Euro ³⁾ | Mio. Euro ³⁾ | Mio. Euro ³⁾ |
| Entwässerung | 22.438 | 807 | 23.245 |
| Bewässerung | 907 | 78 | 985 |
| Gewässerausbau | 9.722 | 1.967 | 11.689 |
| Gewässerunterhaltung | 5.398 | 3.020 | 8.418 |
| | 38.465 | 5.872 | 44.337 |

Quelle:
eigene Berechnungen nach Lübbe 2001
und Statistisches Bundesamt 2014.
1) alte Bundesländer,
2) alte und neue Bundesländer,
3) alle Angaben in Preisen von 2010

Neben der Urbarmachung des Oderbruchs gab es viele weitere Eingriffe in ursprüngliche Auenlandschaften in Deutschland. Die tiefgreifenden Veränderungen von Gewässern und Auen, die intensivierete landwirtschaftliche Nutzung und die damit verbundenen Nährstoffeinträge gingen einher mit einem dramatischen Verlust der biologischen Vielfalt (Sukopp 1972, 1981, SRU 1985).

Der Zustand der auentypischen Wiesen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten vor allem durch verstärkte Düngung, häufigere Mahd sowie Umwandlung zu Acker für den Energiepflanzenanbau weiter verschlechtert (Krause et al. 2014). Von den ehemals überfluteten Auenlandschaften existiert heute nur noch ein Drittel – und davon können lediglich zehn Prozent als ökologisch funktionsfähig bezeichnet werden (Brunotte et al. 2009).

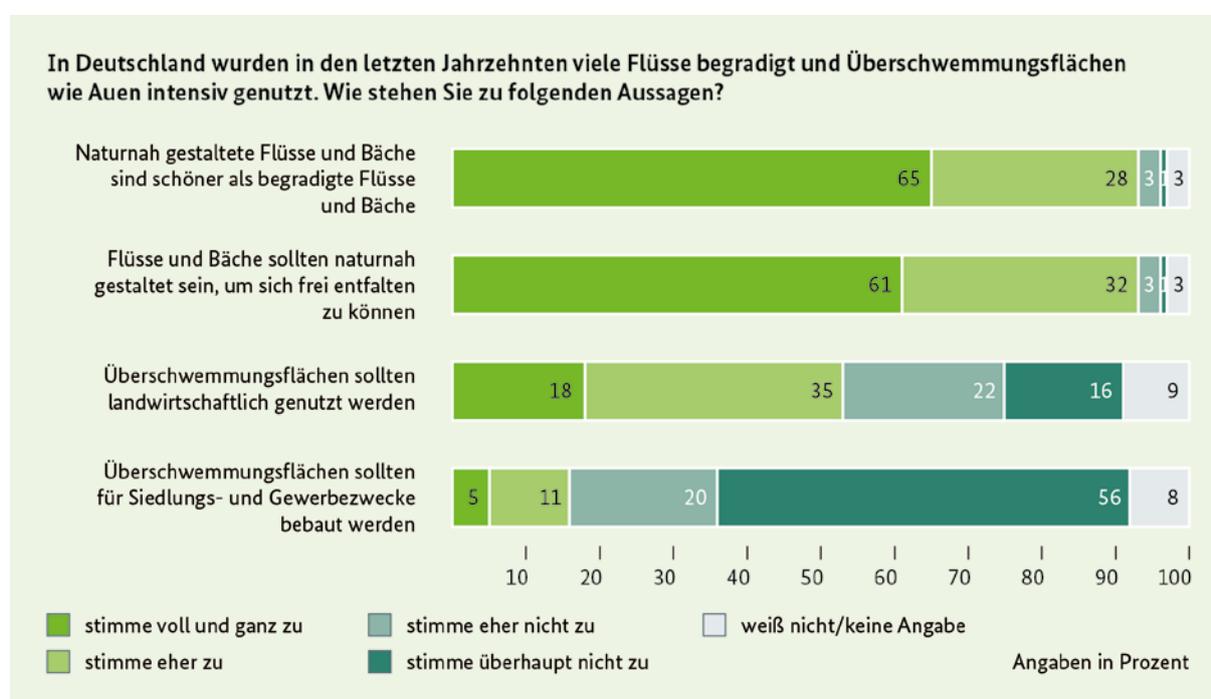


Der dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*) hat seinen Lebensraum in feuchten Auenwiesen. Durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung ist der Schmetterling gefährdet.
Foto: A. Zwick

Wertschätzung von Auenlandschaften – es findet ein Umdenken statt

Durch die katastrophalen Hochwasserereignisse der letzten zwei Jahrzehnte ist im öffentlichen Bewusstsein ein Umdenken spürbar und auch ein Wandel der gesellschaftlichen Wertschätzung für Auenlandschaften zu beobachten.

Nach einer repräsentativen Umfrage zu Natur und biologischer Vielfalt spricht sich die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung für eine naturnahe Gestaltung von Flüssen und Bächen und für die Schaffung von Überschwemmungsflächen in Auen aus.



Umfrage zur Gestaltung von Flüssen und Überschwemmungsflächen.
Quelle: BMUB & BfN 2014a

Die Ergebnisse der Naturbewusstseinsstudie 2013 zeigen deutlich, dass ein sehr hoher Anteil der Befragten naturnah gestaltete Flüsse und Bäche schöner finden als begradigte und ihnen die naturnahe Gestaltung sehr wichtig für die freie Entfaltung der Fließgewässer ist. Des Weiteren

sind knapp 60 Prozent der Bevölkerung der Meinung, dass die Schaffung von Überschwemmungsflächen und Auen sehr wichtig sind, während der Bau höherer Deiche nur von knapp der Hälfte als sehr wichtig eingestuft wird (BMU & BfN 2014a).

Schutz durch naturverträgliche Nutzung

Traditionelle Landnutzungen haben lange Zeit die einmalige Lebensraumvielfalt der Auen bereichert. Die vielfältigen und attraktiven Kulturlandschaften waren ein kostenloses Beiprodukt der multifunktionalen Forst- und Landwirtschaft.

Obwohl auch aktuell etwa die Hälfte der Flussauen als Grünland genutzt wird, sind mit der zunehmenden Nutzungsintensivierung wertvolle Lebensräume selten geworden.



Stromtalwiese am hessischen Oberrhein
nach Heumahd.
Foto: M. Harnisch

Die noch vorhandenen artenreichen Auenwiesen müssen daher durch eine angepasste Nutzung erhalten und gepflegt werden. Notwendige Renaturierungsmaßnahmen sind die Neuanlage und naturschutzgerechte Bewirtschaftung der Auwälder, die Umwandlung von Acker zu Grünland und die angepasste landwirtschaftliche Nutzung des artenreichen Grünlandes.

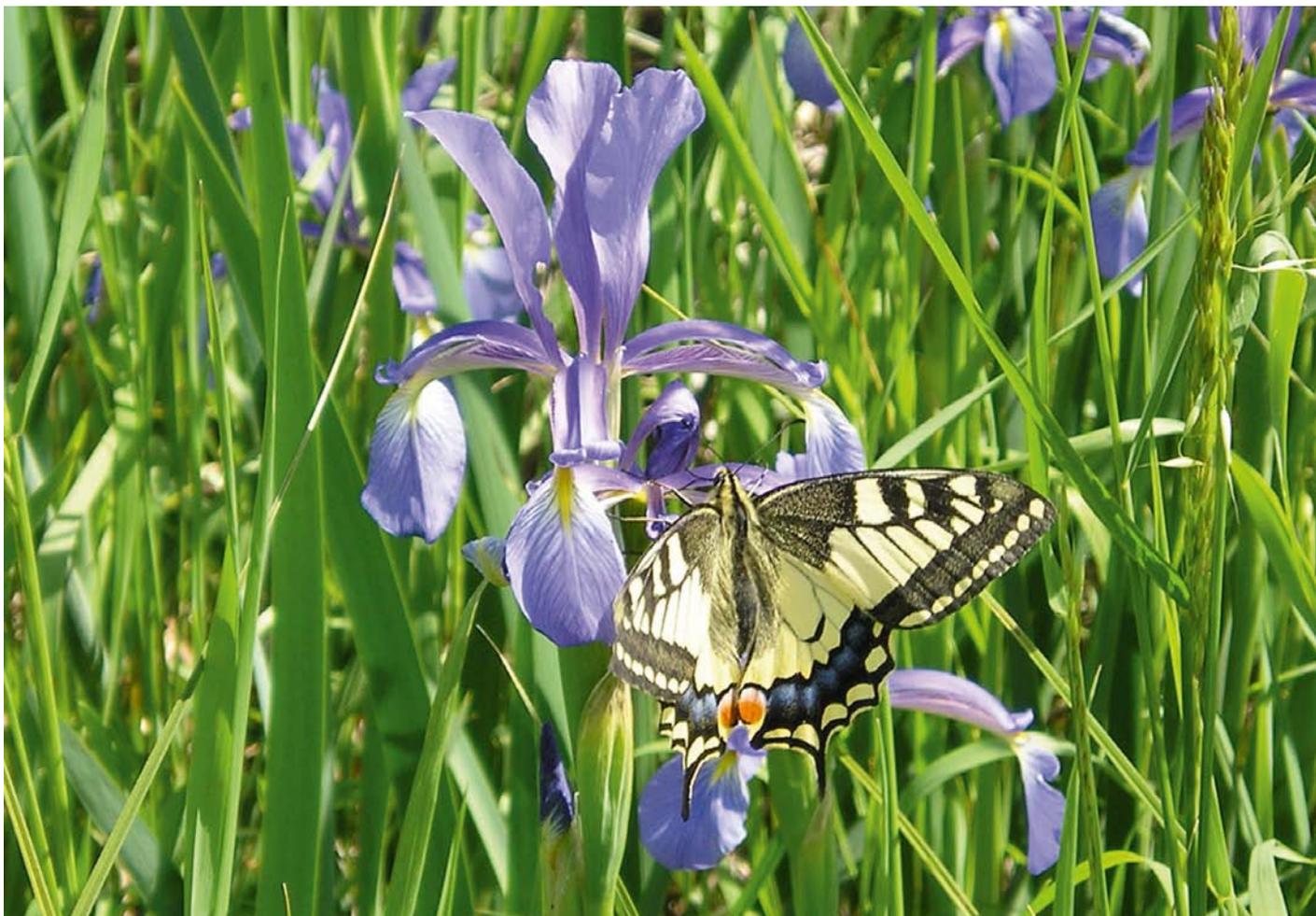
Eine umfassende Renaturierung wird nicht überall möglich sein. Dennoch belegen zahlreiche in den vergangenen Jahren durchgeführte Renaturierungsmaßnahmen, dass der ökologische Zustand von Flussauen auch unter schwierigen Ausgangsbedingungen erheblich verbessert und

die fortschreitende Abnahme der biologischen Vielfalt gestoppt werden kann.

So zeigen Renaturierungsmaßnahmen im Europareservat Kühkopf-Knoblochsaue, dass die extrem seltenen Brenndolden-Auenwiesen durch Übertragung von artenreichem Mahdgut intakter Wiesen auf benachbarte artenarme Flächen wiederhergestellt werden können. Außerdem wird durch die naturverträgliche Nutzung die regionale Nachfrage nach hochwertigem Wiesenneu für Freizeit- und Sportpferde befriedigt und gleichzeitig ein wirkungsvoller Beitrag für die Erhaltung der biologischen Vielfalt in den Stromtalwiesen erbracht (Harnisch et al. 2014).

Auch die Mähwiesen der Auen im Flachland können sehr artenreich sein, wenn sie wenig gedüngt und nicht vor der Hauptblütezeit gemäht werden. Die zeitlich gestaffelte Blühabfolge verschiedener Wiesenblumen bietet hervorragende Lebensbedingungen für Heuschrecken, Schmetterlinge und andere Blüten besuchende Insekten. Um die Mähwiesen dauerhaft zu schützen, ist eine Fortsetzung oder Wiedereinführung der traditionellen Nutzung erforderlich (Dierschke & Briemle 2002).

Damit artenreiches Grünland auch zukünftig dauerhaft von Landwirten „produziert“ wird, müssen die Betriebe in naturverträglichen Bewirtschaftungskonzepten eine ökonomisch tragfähige Perspektive erkennen. Und sie müssen in der Lage sein, naturschutzfachlich wertvolle Grünlandflächen angepasst zu bewirtschaften und sie in ihre „normalen“ Wirtschaftsabläufe zu integrieren (Hölzel et al. 2006).



Aufgrund ihrer weltweiten Seltenheit und zurückgehender Bestände trägt Deutschland eine globale Verantwortung für das Fortbestehen der Wiesen-Schwertlilie (*Iris spuria*).

Foto: Stadt Riedstadt

Weidetiere als Landschaftspfleger

In den Flusstälern und Niederungen Mitteleuropas waren ursprünglich große Pflanzenfresser wie Auerochsen, Elche, Wildpferde und Wisente weit verbreitet. Für die Landschaftspflege sind große Weidetiere aufgrund ihrer Widerstandsfähigkeit und Genügsamkeit besonders gut geeignet. Großflächige, extensiv genutzte Weidelandschaften und Wildnisgebiete werden daher in jüngerer Zeit als zukunftsweisende Bewirtschaftungsalternativen in Auenlandschaften empfohlen (Bunzel-Drücke et al. 2008).



Bis ins 12. Jahrhundert waren in Mitteleuropa Wasserbüffel weit verbreitet. Heute werden Wasserbüffel in zunehmendem Maße dort eingesetzt, wo es für herkömmliche Haustierrassen zu nass ist (Krawczynski et al. 2008). Zahlreiche Ökolandbetriebe in Deutschland haben Wasserbüffel als ein Nischenprodukt mit Zukunft erkannt. Die Milch ist gehaltvoll und das Fleisch ist saftig, zart und aromatisch.

Wasserbüffel leben in großen Familien mit bis zu 30 Tieren und ernähren sich vorwiegend von Gras, fressen aber auch gern Sumpf-, Röhricht- und Wasserpflanzen. Ihren alltäglichen Lebensraum gestalten sie auch schon mal selbst und schaffen dadurch optimale Lebensbedingungen für zahlreiche Amphibienarten und seltene Watvögel, z. B. für die vom Aussterben bedrohte Bekassine und den stark gefährdeten Kiebitz.

Die Kiebitz-Bestände gingen in den letzten Jahrzehnten stark zurück - ebenso die Bestände anderer Vogelarten, die wie der Kiebitz vorwiegend in Feuchtwiesen brüten.

Foto: E. Thielscher



Wasserbüffel haben viele Freunde. Sie fühlen sich in renaturierten Auen sehr wohl.
Foto: R. Deible

Zurück zur biologischen Vielfalt

Durch die Wiederherstellung von Überschwemmungsflächen, eine naturnahe Gewässer- und Auenentwicklung sowie eine naturverträgliche land- und forstwirtschaftliche Nutzung kann ein Teil des Verlustes an biologischer Vielfalt wieder rückgängig gemacht werden (Scholz et al. 2012). Damit die Auen wieder als Lebensadern der Landschaft funktionieren können, sind in den nächsten Jahren große Anstrengungen notwendig.

In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Förderprogramme auf Landes- und Bundesebene aufgelegt, um dem Verlust von artenreichem Grünland entgegenzuwirken und eine naturnahe Entwicklung von Gewässern und Auen zu fördern. Doch der Verlust der biologischen Vielfalt konnte dadurch allein bislang noch nicht aufgehalten werden. Der dritte Nationale Bericht über den Erhaltungszustand der europaweit geschützten Lebensräume und Arten dokumentiert den überwiegend schlechten Zustand der Auen- und Gewässerbiotope, der sich gegenüber dem Zustand vor sechs Jahren sogar noch verschlechtert

hat (BMUB & BfN 2014b). Die erforderlichen Renaturierungsmaßnahmen müssen nicht nur unter breiter Beteiligung der Bevölkerung geplant und umgesetzt werden – die Erhaltung der vielfältigen Kulturlandschaft verlangt auch eine Beibehaltung beziehungsweise eine Rückkehr zu althergebrachten, meist aber unrentablen Bewirtschaftungsformen. Im Vergleich zur nassen Bewirtschaftung wiedervernässter Flusstalmoore (s. Kapitel Klimaschutz) ist eine extensive landwirtschaftliche Nutzung in nicht vermoorten Auenstandorten jedoch recht einfach durchführbar, da die gängige landwirtschaftliche Technik der Betriebe genutzt werden kann.

Eine dauerhaft naturverträgliche Bewirtschaftung von artenreichen Auenwiesen kann nur gelingen, wenn die ökonomischen Rahmenbedingungen stimmen, und es für Landwirte lohnender ist, „Artenvielfalt zu produzieren, als sie im Interesse der Güterproduktion zu vernichten“ (Hampicke 2013, S. 215).

Werte der Natur erhalten und bei Entscheidungen berücksichtigen

Durch eine naturverträgliche Bewirtschaftung von artenreichem Auengrünland erbringen Landwirte eine Leistung, deren gesellschaftlicher Nutzen nicht nur aus der Wertschöpfung landwirtschaftlicher Produkte, sondern auch aus der gesellschaftlichen Wertschätzung der damit verbundenen Ökosystemleistungen (z.B. Gewässerschutz, Erholung) entspringt.

Die Gewässerreinigung und die Wiederherstellung naturnaher Gewässer sind heute gesellschaftlich allgemein akzeptierte Ziele.

Um wirksame Strategien zum Schutz der biologischen Vielfalt umsetzen zu können, werden im Vorfeld von Entscheidungen auch Informationen über den ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen benötigt. Mit einer Konkretisierung der verborgenen Werte der Natur könnten diese stärker als bisher in öffentliche und private Entscheidungsprozesse integriert werden (TEEB 2010). Zahlreiche internationale Studien zeigen, dass die Renaturierung von Gewässern und Auen einen hohen gesellschaftlichen Nutzen erbringt (Ghermandi et al. 2010, Russi et al. 2013).

Auenschutzprogramm: Zahlungsbereitschaft übersteigt Finanzbedarf

Mit der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt hat sich die Bundesrepublik verpflichtet, einen Beitrag zum Erhalt der Arten und der Lebensräume zu erbringen. Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt enthält einen Katalog von insgesamt 330 konkreten Zielen und rund 430 Maßnahmen in den verschiedensten Bereichen des Naturschutzes und der nachhaltigen Naturnutzung in Wäldern und Mooren, auf Trockenstandorten, Acker- und Grünland sowie in Auen (BMU 2007).

Im Rahmen einer Studie zur Umsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt wurden unter anderem die erforderlichen Maßnahmen für den Auen- und Gewässerschutz in Deutschland konkretisiert. Diese umfassen: Erhaltung geschützter Lebensräume durch Pflege und angepasste Nutzung, Aufwertung naturnaher Lebensräume und Förderung einer nachhaltigen Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Flächen.

Für die Kalkulation des *Finanzbedarfs* wurden die Änderungen in Nutzung und Pflege entsprechend den Flächenanteilen der verschiedenen Standorte als laufende, jährlich anfallende Kosten für die einzelnen Maßnahmen berechnet (s. Tabelle). Bei zahlreichen Maßnahmen wurden auch Kosten für Instandsetzungs- oder Ersteinrichtungsarbeiten kalkuliert. Diese nur einmalig oder periodisch in größeren Zeitabständen anfallenden Kosten wurden in einen jährlichen Zahlungsstrom umgewandelt. Für die Umsetzung eines Auenschutzprogramms in Deutschland wurde ein jährlicher Finanzbedarf in Höhe von 65 Millionen Euro ermittelt (Wüstemann et al. 2014).

| Finanzbedarf für Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt in Auen | | |
|---|----------------|------------------------------------|
| | Hektar | Finanzbedarf Mio. Euro pro Jahr |
| Natürliche Entwicklung in Auwäldern | 84.065 | 19,0 |
| Neuentwicklung und Pflege artenreicher Auenwiesen | 4.456 | 1,1 |
| Wiederherstellung der Überflutungsdynamik | 50.000 | 23,0 |
| Umwandlung von Acker- in Grünland | 23.800 | 14,5 |
| Neuentwicklung Auenwälder | 14.902 | 7,0 |
| Insgesamt | 177.223 | 64,6 |

Quelle: Wüstemann et al. 2014 und eigene Berechnungen

Um den gesellschaftlichen Nutzen renaturierter Gewässer und Auen abzuschätzen, wurde die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung durch eine repräsentative Umfrage erhoben. Für die Umsetzung der Maßnahmen im Bereich Auen wurde eine mittlere Zahlungsbereitschaft in Höhe von 109,44 Euro je Haushalt und Jahr ermittelt (Meyerhoff et al. 2012).

Bei einer bundesweiten Hochrechnung auf die 40,08 Millionen Haushalte ist zu berücksichtigen, dass die Summe der Zahlungsbereitschaften

für die in der Umfrage angebotenen Einzelprogramme (z.B. Auenschutz, Grünlandschutz) die Zahlungsbereitschaft für das ebenfalls angebotene Gesamtprogramm übersteigt. Nach Korrektur dieses in Umfragen üblichen „Embedding-Effektes“ beträgt die anteilige Zahlungsbereitschaft für das Auenprogramm 1,24 Milliarden Euro. Die jährliche Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für ein Auenschutzprogramm übersteigt somit den Finanzbedarf für dessen Umsetzung um ein Vielfaches.

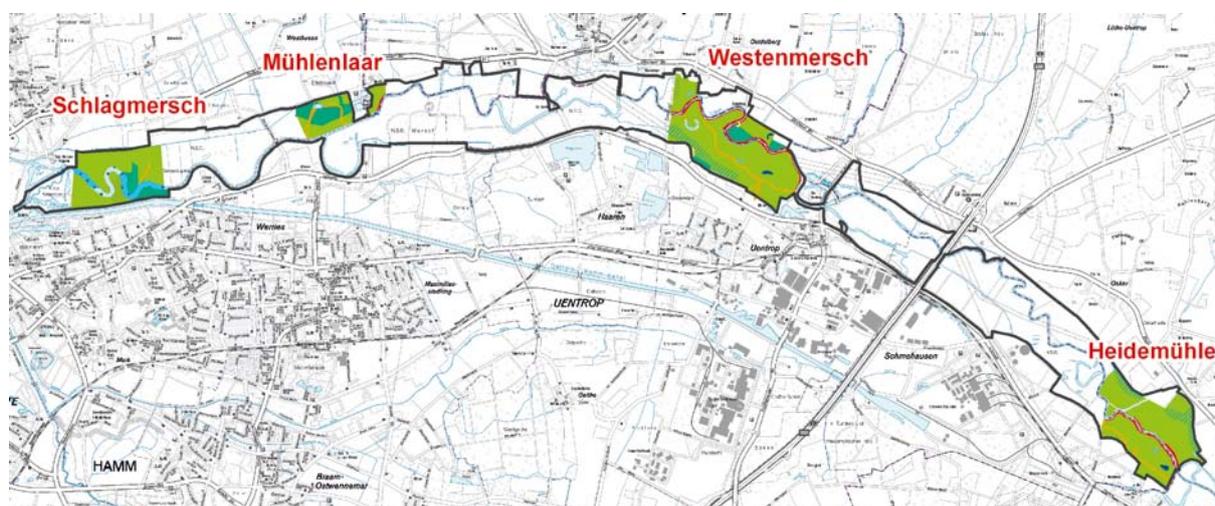
Fazit

- ▶ **Naturnahe Auen sind wichtige Zentren der biologischen Vielfalt.**
- ▶ **Die Wiederherstellung von Auen als Lebensadern der Landschaft erfordert auch in Zukunft große Anstrengungen.**
- ▶ **Maßnahmen zur Renaturierung von Gewässern und Auen und zum Schutz der biologischen Vielfalt in Auenlandschaften steigern den gesellschaftlichen Nutzen.**
- ▶ **Die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für ein Auenschutzprogramm übersteigt den Finanzbedarf für dessen Umsetzung um ein Vielfaches.**

Praxisbeispiel

Renaturierung der Lippeaue - auch ökonomisch erfolgreich

Durch massive wasserbauliche Maßnahmen wie Begradigungen, Laufverkürzungen und Entwässerung wurde die natürliche Fluss- und Hochwasserdynamik der Lippeaue in den vergangenen Jahrhunderten stark beeinträchtigt. Im Rahmen eines Naturschutzprojektes wurden in vier Teilgebieten zwischen Hangfort und Hamm unterschiedliche Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt.



Lage der vier Renaturierungsgebiete in der Lippeaue.
Foto: Stadt Hamm

Nach Entfernung von Steinschüttungen an den Flussufern entstanden Uferabbrüche und Flachwasserzonen, die Lebensräume für Eisvögel, Uferschwalben und Jungfische bieten. Durch die Anhebung der eingetieften Flusssohle kann das Wasser der Lippe wieder häufiger und länger in die Aue fließen. Die Anlage von Kleingewässern, Reaktivierung von Flutmulden und Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung sowie die Pflanzung von Auwald hat die Aue ökologisch aufgewertet.

Die Kosten des Projektes in der Lippeaue betragen 5,5 Millionen Euro (Damm et al. 2011). Bei einer Maßnahmenfläche von 170 Hektar errechnet sich eine flächenbezogene Investition in Höhe von 32.352 Euro pro Hektar. Da sich der Nutzen der Maßnahmen über einen langen Zeitraum erstreckt, wurden die Kosten in eine jährliche Zahlung (ähnlich wie bei einem Baudarlehen) umgewandelt. Bei einer konservativ angenommenen 30-jährigen Laufzeit der Investition und einem vergleichsweise hohen Zinssatz von 4 % liegen die jährlichen Kosten der durchgeführten Maßnahmen bei 1.929 Euro pro Hektar. Der gesellschaftliche Nutzen der Renaturierungsmaßnahmen kann mithilfe der oben genannten Ergebnisse der Zahlungsbereitschaftsanalyse berechnet werden. Die flächenbezogene Zahlungsbereitschaft für das Auenprogramm liegt mit 7.005 Euro pro Hektar und Jahr deutlich über den Kosten. Die Durchführung der Maßnahmen hat somit auch aus ökonomischer Sicht zu einer Steigerung des gesellschaftlichen Nutzens beigetragen.



Uferswalbenkolonie an einem frisch entfesselten Uferabschnitt der Lippe.
Foto: Stadt Hamm



Taurusrinder und Konikpferde werden in der reich strukturierten Lippetalau eingesetzt, um eine artenreiche Kulturlandschaft zu erhalten.
Foto: M. Bunzel-Drüke

Glossar

| | |
|-----------------------|--|
| Biologische Vielfalt | Die Vielfalt des Lebens auf unserer Erde – umfasst die Vielfalt an Ökosystemen, Lebensräumen und Landschaften, die Artenvielfalt und die genetische Vielfalt innerhalb der verschiedenen Arten. |
| Ersatzkostenmethode | Ersatzkosten sind Geldbeträge, die erforderlich wären, um die von dem jeweiligen Ökosystem erbrachten Leistungen (z. B. Filterwirkung) für die gesellschaftliche Wohlfahrt durch technische Leistungen (z. B. Kläranlagen) zu ersetzen. Eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung der Methode ist, dass der Verlust oder die Beeinträchtigung einer Funktion durch einen „künstlichen“, von Menschen gemachten Ersatz kompensiert werden kann. |
| Finanzbedarf | Aufwendungen der öffentlichen Hand für die Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen unter gegebenen institutionellen und wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen. |
| Kosten | Entgangener Nutzen einer nicht gewählten Alternative unter den Bedingungen der Knappheit, also der Differenz zwischen Wünschbarem und Vorhandenem. Wenn wir uns für eine Alternative entscheiden, verzichten wir auf den Nutzen der besten nicht gewählten Alternative (Alternativkosten), z. B. die entgangene Wertschöpfung aus einer landwirtschaftlichen Nutzung, die man anstelle einer Renaturierung weitergeführt hätte. |
| Nutzen | Entsteht, wenn Ökosystemleistungen vom Menschen direkt oder indirekt in Anspruch genommen werden oder/und eine positive Bedeutung haben. |
| Öffentliche Güter | Güter, die gleichzeitig durch verschiedene Personen genutzt werden können, ohne dass weitere Personen von der Nutzung ausgeschlossen werden können oder sollen. Beispiele sind das öffentliche Straßennetz, innere Sicherheit, saubere Luft, Erholung in der freien Landschaft. |
| Ökonomische Bewertung | Einschätzung des Wertes eines Gutes oder einer Leistung in einem spezifischen Kontext (z. B. Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen), oft in monetären Größen. Die ökonomische Bewertung orientiert sich an den Präferenzen der Betroffenen. |
| Ökosystemfunktionen | Umfassen alle physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse und Wechselwirkungen, die in verschiedenen Ökosystemen stattfinden |
| Ökosystemleistungen | Bezeichnen direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen, das heißt Leistungen und Güter, die dem Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen bringen. In Abgrenzung zum Begriff Ökosystemfunktion entsteht der Begriff Ökosystemleistung aus einer anthropozentrischen Perspektive und ist an einen Nutzen des Ökosystems für den Menschen gebunden. Der Begriff beinhaltet »ökosystemare Güter und Leistungen« und entspricht dem englischen Begriff der »ecosystem goods and services«. |

| | |
|-------------------------------------|---|
| Regulierungsleistungen | Funktionen von Ökosystemen, die auf (andere) Elemente und Prozesse von Ökosystemen einwirken, die (direkten) Nutzen für den Menschen haben, z. B. die Filterwirkung von Bodenschichten auf die Grundwasserqualität. |
| Reisekostenmethode | Verwendet werden private Kosten, die bei der Inanspruchnahme eines öffentlichen Gutes entstehen. Sie dienen als Indikator für die Wertschätzung dieses Gutes durch die Nutzer. Die Reisekostenmethode wird vor allem für die Bestimmung des Erholungswertes verwendet, der mit Biodiversität und Ökosystemleistungen verbunden ist. |
| Vermeidungskosten | Alternativkosten von Maßnahmen für den Umweltschutz. Durch Vergleich können kosteneffiziente Maßnahmen (z. B. für den Klimaschutz durch Wiedervernässung von Mooren) mit Maßnahmen in anderen Sektoren der Volkswirtschaft (z. B. Energiesektor) identifiziert werden. |
| Zahlungsbereitschaft | Einschätzung eines Geldbetrags, den Befragte für die Bereitstellung öffentlicher Güter wie zum Beispiel für den Schutz bedrohter Arten, die in der Regel keinen Marktpreis haben, zu zahlen bereit ist. |
| Zahlungsbereitschaftsanalyse | Eine ökonomische Methode zur Erfassung der Zahlungsbereitschaft, die auf Befragungen beruht. Aus dem englischen Sprachgebrauch stammt der Begriff »Kontingente Bewertung«, da es sich um ein Erfragen der Zahlungsbereitschaft unter bestimmten (kontingenten) Bedingungen handelt. Zahlungsbereitschaften lassen sich durch unterschiedliche Methoden erfassen. Die Zahlungsbereitschaftsanalyse ist lediglich eine dieser Methoden. |

Quelle: leicht verändert und ergänzt übernommen nach Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2012.

Literatur

- Arnold M., Schwarzwälder B., Zbinden M., Beer-Toth K. & Baumgart K. (2009): Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Becker P. (2010): About the necessity of an education that is oriented towards sensory perception and physical activity. In Becker P. et al. (Eds.): *Water – Space for Experiences*. Bsj Marburg, S. 7-18.
- Blackbourn D. (2008): *Die Eroberung der Natur. Eine Geschichte der deutschen Landschaft*. Pantheon, München.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2007): *Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt*. Bonn.
- BMU & BfN (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit & Bundesamt für Naturschutz) (Hrsg.) (2009): *Auenzustandsbericht – Flussauen in Deutschland*. Berlin und Bonn.
- BMUB & BfN (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit & Bundesamt für Naturschutz) (2014a): *Naturbewusstsein 2013. Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt*. Berlin und Bonn.
- BMUB & BfN (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit & Bundesamt für Naturschutz) (2014b): *Die Lage der Natur in Deutschland. Ergebnisse von EU-Vogelschutz- und FFH-Bericht*. Berlin und Bonn.
- Brunotte E., Dister E., Günther-Diringer D., Koenzen U. & Mehl D. (2009): *Flussauen in Deutschland – Erfassung und Bewertung des Auenzustandes*. Naturschutz und Biologische Vielfalt 87. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Bundesvereinigung Kanutouristik (2005): *Grundlagenuntersuchung zur Bedeutung und Entwicklung des Kanutourismus in Deutschland*. Roth.
- Bunzel-Drüke M., Böhm C., Finck P., Kämmer P., Luick R., Reisinger E., Riecken U., Riedl J., Scharf M. & Zimball O. (2008): *„Wilde Weiden“, Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung*. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V., Bad Sassendorf-Lohne.
- Damm C., Dister E., Fahlke N., Follner K., König F., Korte E., Lehmann B., Müller K., Schuler J., Weber A. & Wotke A. (2011): *Auenschutz – Hochwasserschutz – Wasserkraftnutzung. Beispiele für eine ökologisch vorbildliche Praxis*. Naturschutz und Biologische Vielfalt 112. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Dehnhardt A. (2002): *Der ökonomische Wert der Elbauen als Nährstoffsенke: Die indirekte Bewertung ökologischer Leistungen*. In: Dehnhardt A. & Meyerhoff J. (Hrsg.): *Nachhaltige Entwicklung der Stromlandschaft Elbe – Nutzen und Kosten der Wiedergewinnung und Renaturierung von Überschwemmungsauen*. Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel.
- Dehnhardt A., Hirschfeld J., Drünkler D., Petschow U., Engel H. & Hammer M. (2008): *Kosten-Nutzen-Analyse von Hochwasserschutzmaßnahmen*. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

- Dierschke H. & Briemle G. (2002): Kulturgrasland. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Ellenrieder T. & Maier A. (2014): Hochwasser in Mitteleuropa. In: Topics Geo. Naturkatastrophen 2013. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München, S. 16-23.
- Gebhard U. (2013): Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung. 4. Auflage. Springer, Wiesbaden.
- Geiger B., Hardi M., Brückl O., Roth H. & Tzscheuschler P. (2004): CO₂-Vermeidungskosten im Kraftwerksbereich, bei den erneuerbaren Energien sowie bei nachfrageseitigen Energieeffizienzmaßnahmen. Energiewirtschaft und Anwendungstechnik. Technische Universität, München.
- Gerken B. (1988): Auen. Verborgene Lebensadern der Natur. Rombach, Freiburg.
- Ghermandi A., Van Den Bergh J., Brander L.M., De Groot H. & Nunes P. (2010): The values of natural and constructed wetlands: a metaanalysis. Water Resources Research 46 (12): 1-12.
- Grossmann M. (2011): Impacts of boating trip limitations on recreational value of the Spreewald wetland: a pooled revealed/contingent behavior application of the travel cost method. Journal of Environmental Planning and Management 54 (2): 211-226.
- Grossmann M., Hartje V. & Meyerhoff J. (2010): Ökonomische Bewertung naturverträglicher Hochwasservorsorge an der Elbe. Naturschutz und Biologische Vielfalt 89. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Hampicke U. (2013): Kulturlandschaft und Naturschutz. Probleme – Konzepte – Ökonomie. Springer Spektrum, Wiesbaden.
- Harnisch M., Otte A., Schmiede R. & Donath T.W. (2014): Verwendung von Mahdgut zur Renaturierung von Auengrünland. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Hölzel N., Bissels S., Donath T.W., Handke K., Harnisch M. & Otte A. (2006): Renaturierung von Stromtalwiesen am hessischen Oberrhein. Naturschutz und Biologische Vielfalt 31. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Isermeyer F., Otte A., Christen O., Dabbert S., Froberg K., Grabski-Kieron U., Hartung J., Heißenhuber A., Hess J., Kirschke D., Schmitz P.M., Spiller A., Sundrum A. & Thoroë C. (2008): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup.
- Job H., Woltering M. & Harrer B. (2009): Regionalökonomische Effekte des Tourismus in deutschen Nationalparks. Naturschutz und Biologische Vielfalt 76. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Job H., Kraus F. & Merlin C. (2014): Wirtschaftliche Effekte des Tourismus in Biosphärenreservaten Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 134. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Krause B., Wesche K., Culmsee H. & Leuschner, C. (2014): Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Grünland seit 1950. Natur und Landschaft 89 (9/10): 399-404.

- Krawczynski R., Biel P. & Zeigert H. (2008): Wasserbüffel als Landschaftspfleger. Erfahrungen zum Einsatz in Feuchtgebieten. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40 (5): 133-139.
- Kreibisch H. & Müller M. (2005): Private Vorsorgemaßnahmen können Hochwasserschäden reduzieren. *Schadenprisma: Zeitschrift für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer* 35 (1): 4-11.
- Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2011): *Neues Leben für die Isar – Von der Regulierung zur Renaturierung der Isar in München*. Franz Schiermeier Verlag, München.
- Lübbe E. (2001): Jahresbericht der Wasserwirtschaft. Gemeinsamer Bericht der mit der Wasserwirtschaft befassten Bundesministerien – Haushaltsjahr 2000. *Wasser und Boden* 53 (7/8): 6-28.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005): *Ecosystems and Human Wellbeing: Biodiversity. Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Meyerhoff J., Angeli D. & Hartje V. (2012): Valuing the benefits of implementing a national strategy on biological diversity – The case of Germany. *Environmental Science and Policy* 23: 109-119.
- Moorschutzkonzept Mecklenburg-Vorpommern (2009): *Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore. Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore*. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2012): *Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft – Eine Einführung*. München, ifuplan; Leipzig, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Promny M., Hammer M. & Busch, N. (2014): Untersuchungen zur Wirkung der Deichrückverlegung Lenzen auf das Hochwasser vom Juni 2013 an der unteren Mittelelbe. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 7 (6): 344-349.
- Röhe P. & Schröder J. (2010): *Grundlagen und Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Roterle in Mecklenburg-Vorpommern*. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
- Russi D., Ten Brink P., Farmer A., Badura T., Coates D., Förster J., Kumar R. & Davidson, N. (2013): *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. IEEP, London and Brussels. Ramsar Secretariat, Gland.
- Schäfer A. & Joosten H. (Hrsg.) (2005): *Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren*. DUENE e.V., Greifswald.
- Schäfer A. (2009): Moore und Euros – die vergessenen Millionen. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 43 (4): 156-160.

- Schäfer A. (im Druck): Volkswirtschaftliche Aspekte der Moornutzung. In: Wichtmann W. et al. (Hrsg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Schweizerbart, Stuttgart.
- Scholz M., Mehl D., Schulz-Zunkel C., Kasperidus H. D., Born W. & Henle K. (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. Naturschutz und Biologische Vielfalt 124. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Statistisches Bundesamt (2014): Preisindizes für die Bauwirtschaft, Fachserie 14, Reihe 4. Wiesbaden.
- Sukopp H. (1972): Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. Berichte über Landwirtschaft 50: 112-139.
- Sukopp H. (1981): Veränderungen von Flora und Vegetation in Agrarlandschaften. Berichte über Landwirtschaft 197: 255-264.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft. Kohlhammer, Stuttgart.
- TEEB (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Ecological and Economic Foundations. Earthscan, London.
- Umweltbundesamt (2009): National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory under the United Nations Framework Convention on Climate Change 1990-2007. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (2013): Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2013. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990-2011. Resubmission. Federal Environment Agency, Dessau-Roßlau.
- Wichtmann W. & Wichmann S. (2011): Paludikultur: Standortgerechte Bewirtschaftung wiedervernässter Moore. Telma, Beiheft 4: 215-234.
- Wichtmann W., Schröder, C. & Joosten, H. (Hrsg.) (im Druck): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Schweizerbart, Stuttgart.
- Wüstemann H., Meyerhoff J., Rühls M., Schäfer A. & Hartje V. (2014): Financial costs and benefits of a program of measures to implement a National Strategy on Biological Diversity in Germany. Land Use Policy 36: 307-318.
- Zucchi H. (2000): Revitalisierung von Fließgewässern aus der Sicht der Umweltbildung. In: Angewandte Landschaftsökologie 37. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg, S. 239-251.

DANKSAGUNG

Wir danken den nachfolgend genannten Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe für viele hilfreiche Anmerkungen.

Dr. Birgit Felinks † (Europäisches Zentrum für Auenökologie des BUND, Burg Lenzen),
Alexandra Gaulke (Grüne Liga, Bundeskontaktstelle Wasser, Berlin),
Till-David Schade (NABU Deutschland, Berlin),
Dr. Dr. Dietmar Mehl (Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung, Bützow),
Mathias Scholz (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Department Naturschutzforschung, Leipzig),
Dr. Christoph Schröter-Schlaack (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Department Ökonomie, Leipzig),
Suleika Suntken (Deutsche Umwelthilfe, Berlin).



Kontakt:

Bundesamt für Naturschutz

Konstantinstraße 110

53179 Bonn

Telefon: (02 28) 84 91 - 44 44

Telefax: (02 28) 84 91 - 10 39

www.bfn.de

info@bfn.de



Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier.