

Ein Beitrag zur Analyse und Bewertung der Ökosystemleistungen kleiner urbaner Gewässer und Feuchtgebiete am Beispiel der Hansestadt Rostock

Teil 2: Methoden und Ergebnisse für ausgewählte regulative Ökosystemleistungen

Dietmar Mehl, Tim G. Hoffmann, Marc Schneider, Janette Iwanowski, Julia Ewert und Torsten Foy (Bützow)

Zusammenfassung

In einem dreiteiligen Artikel werden Analyse und Bewertung der Ökosystemleistungen kleiner urbaner Gewässer und Feuchtgebiete am Beispiel der Hansestadt Rostock vorgestellt. Der zweite Teil behandelt die konkreten Methoden und Ergebnisse für ausgewählte regulative Ökosystemleistungen. Der erste Teil, erschienen in *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft* 3/2018, hat die Grundlagen und die Ökosystemleistungen und -funktionen erläutert.

Schlagwörter: Gewässer, Feuchtgebiete, Urbanität, Ökosystemleistungen, Hansestadt Rostock

DOI: 10.3243/kwe2018.04.002

Abstract

A contribution towards analysing and evaluating eco-system services provided by small urban water bodies and wetlands using the example of the Hanseatic town of Rostock – Part 2: Methods and results for selective regulative ecosystem services

This three-part article presents analyses and evaluations of the eco-system services provided by small urban water bodies and wetlands using the example of the Hanseatic City of Rostock. The second part addresses specific methods and results for selected regulative ecosystem services. The first part, which was published in the March issue of *KW Korrespondenz Wasserwirtschaft*, outlined the foundations as well as ecosystem services and functions.

Key words: water bodies, wetlands, urbanity, ecosystem services, Hanseatic City of Rostock

1 Überleitung

Dieser Beitrag schließt unmittelbar an die Ausführungen bei [1] zu Hintergrund, Zielstellung, Grundlagen und Vorgehensweise an. Hier stehen daher die einzelnen Methoden und Ergebnisse für ausgewählte regulative Ökosystemleistungen (ÖSL) im Fokus der Betrachtungen. Der dritte Teil [2] ergänzt dies und widmet sich zusätzlich den kulturellen ÖSL sowie der Diskussion und entsprechenden Schlussfolgerungen.

2 Regulative Ökosystemfunktionen und Ökosystemleistungen

2.1 Hochwasserregulation durch Fließgewässer: Abflusskapazität

2.1.1 Hintergrund, Datengrundlagen, Methodik

Zu den wichtigsten regulativen Ökosystemleistungen urbaner Fließgewässer zählt sicher das Vermögen, insbesondere den im

urbanen Raum bei Niederschlägen gebildeten Abfluss abzuleiten. Schadlos im Sinne des anthropogen orientierten Hochwasserschutzes ist ein Abfluss im Regelfall dann, wenn sich der Abflussvorgang komplett im Gewässerbett vollzieht. Den Richtwert der Schadlosigkeit bildet damit der bordvolle Abfluss. Dieser bordvolle Abfluss als Durchfluss je Zeiteinheit wird durch die hydraulischen Eigenschaften des jeweiligen Gewässerabschnitts bestimmt (im Wesentlichen Querschnittsfläche, Form, Gefälle, Rauigkeit), hängt aber gegebenenfalls auch von abflussverzögernden Eigenschaften der folgenden Gewässerabschnitte ab (Rückstau) oder wird gerade im urbanen Raum durch Bauwerke wie Verrohrungen, Durchlässe, Brücken etc. beeinflusst.

Weil keine flächendeckenden Vermessungsdaten zu den Gewässern oder gar hydraulische Modelle für die Hansestadt Rostock vorlagen, musste auf einen abschätzenden Ansatz zurückgegriffen werden. Unter vereinfachender Vernachlässigung der

weiteren Faktoren wurde daher als eine Möglichkeit der Bewertung der ÖSL Hochwasserregulation durch Fließgewässer zunächst eine Abschätzung der Abfluss- bzw. Gerinnekapazität bei bordvollem Abfluss vorgenommen. Dabei wird die abschnittsweise ermittelte hydraulische Leistungsfähigkeit (empirisches Fließgesetz nach Manning-Strickler [3]) in das Verhältnis zum abschnittsweise modellierten Durchfluss gesetzt (Ergebnis: relative Abflusskapazität, Gl. 1 und 2):

$$AK_i = \frac{Q_{bordvoll_i}}{Hq_{100_i} \cdot AE_i} \quad (Gl. 1)$$

mit

- i Betreffender 50-m-Fließgewässerabschnitt [4]
- AK_i Relative Abflusskapazität (dimensionslos)
- Q_{bordvoll_i} Durchfluss (Abflusskapazität) bei bordvollem Abfluss [m³ s⁻¹] (Gl. 2)
- Hq_{100_i} Abflussspende [l s⁻¹ km⁻²] des 100-jährlichen Abflussereignisses bei Regen der Dauerstufe 24 h [5]
- AE_i Oberirdisches Einzugsgebiet [km²] [4]

$$Q_{bordvoll_i} = k_{St} \cdot \sqrt{I_i} \cdot R^{2/3}_i \cdot A_i \quad (Gl. 2)$$

mit

- i Betreffender 50-m-Fließgewässerabschnitt [4]
- Q_{bordvoll_i} Durchfluss (Abflusskapazität) bei bordvollem Abfluss [m³ s⁻¹]
- k_{St} Strickler-Beiwert/Rauigkeit, konstant für Hochwasserhältnisse mit k_{St} = 20 m^{1/3} s⁻¹ angesetzt
- I Fließgefälle berechnet aus Daten regionaler digitaler Geländemodelle (Interpretation und Bereinigung von erfassten Wasserspiegelmessungen)
- R Hydraulischer Radius R = A/U, berechnet aus diversen Geometrie- und Sachdaten, u. a. Wasserspiegelbreite nach digitalen Daten [4], Breite, Profiltiefe aus Kartierungen [2]
- A Querschnittsfläche des durchflossenen Profils: berechnet aus diversen Geometrie- und Sachdaten, u. a. Wasserspiegelbreite nach digitalen Daten [4], Breite, Profiltiefe, Profilform aus Kartierungen [2]

2.1.2 Nutzenbasierte, nicht-ökonomische Bewertung

Die nutzenbasierte, nicht-ökonomische Bewertung, so wie in [1] vorgestellt, ergibt für die ÖSL Hochwasserregulation/Abflusskapazität (AK) die Bewertungsklassen entsprechend Tabelle 1. Abschnitte mit Rohrleitungen wurden pragmatisch grundsätzlich in die Bewertungsklasse 1 eingeordnet, weil Rohrleitungen im Regelfall für 100-jährliche Hochwasserereignisse nicht ausgelegt sind [5], sie bilden demnach fast immer ein Abflusshindernis.

Das Bewertungsergebnis ist in Abbildung 1 dargestellt. Danach sind 34 % der Fließgewässerabschnitte bzw. -längen von der ÖSL Abflusskapazität her als sehr hoch, 4 % als hoch, 7 % als mäßig, aber 44 % als sehr gering und 11 % als gering einzustufen. Damit weisen fast zwei Drittel der Fließgewässerabschnitte bzw. -längen auf eine mangelnde Abflusskapazität bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis hin. Für natürliche Fließgewässer in der freien Landschaft wäre das eher der Normalfall. Der bordvolle Abfluss ist hier häufig bereits bei einem

Klasse	Ökosystemleistung	AK _i
5	Sehr hoch	> 0,8 ... ≤ 1,0
4	Hoch	> 0,6 ... ≤ 0,8
3	Mäßig	> 0,4 ... ≤ 0,6
2	Gering	> 0,2 ... ≤ 0,4
1	Sehr gering bis fehlend	≥ 0 ... ≤ 0,2

Tabelle 1: Fünfstufige Bewertung der ÖSL Hochwasserregulation/Abflusskapazität

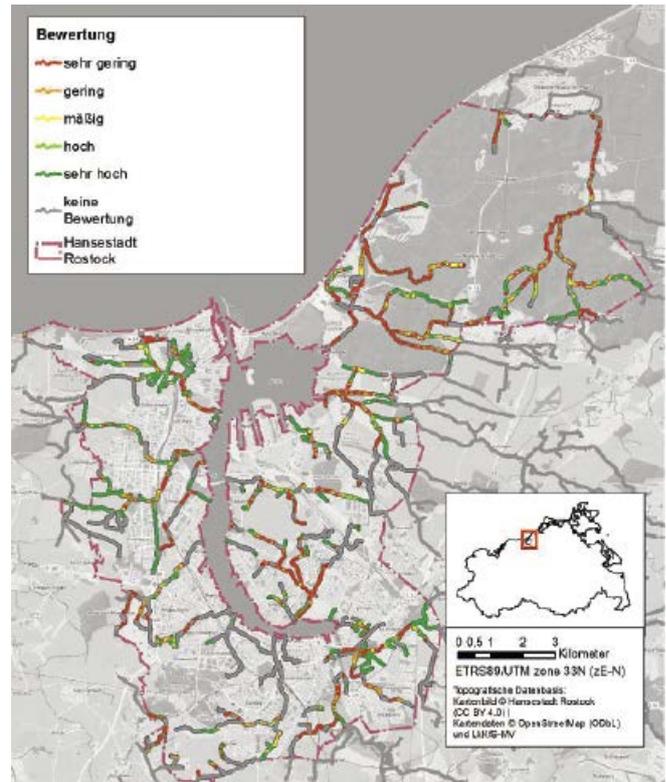


Abb. 1: Bewertung der ÖSL Hochwasserregulation/Abflusskapazität für die Fließgewässer der Hansestadt Rostock, vgl. Tabelle 1

1- bis 2-jährlichen Abfluss erreicht. Im Gegensatz zur freien Landschaft bestehen aber in der Stadt erheblich mehr Risiken für urbane Werte und mannigfache Nutzungen, vgl. [5] zur Situation in Rostock.

2.1.3 Kostenbasierte ökonomische Bewertung

Für die kostenbasierte ökonomische Bewertung wird auf die Ersatzkostenmethode zurückgegriffen. Die Ersatzkosten sind Kosten für ein technisches Substitut zur Erbringung derselben ÖSL. Hier wird deshalb bewusst die Frage aufgeworfen, welchen ökonomischen Wert die offenen Fließgewässer der Hansestadt Rostock eigentlich in Bezug auf ihre Abflusskapazität haben? Was müsste alternativ in Form von Rohrleitungen zu aktuellen Preisen investiert werden, um dieselbe Abflusskapazität in Bezug auf Q_{bordvoll} der einzelnen Gewässerabschnitte zu erhalten?

Um jedem Gewässerabschnitt eine alternative Verrohrung zuzuweisen, wurden das für jeden Abschnitt vorhandene Sohlgefälle und Q_{bordvoll} einem erforderlichen Rohrdurchmesser

nach [6] zugeordnet. Die alternative Verrohrung sollte dabei nicht größer als DN 1600 (Kreisprofil) werden und nicht mehr als fünf Klassen umfassen. Wenn eine Nennweite > 1600 mm benötigt wird, wurde der betreffende Abschnitt in die Kategorie „Bauwerk“ (z. B. Durchlass, Brücke o. ä.) eingeordnet; für Bauwerke wurden pragmatisch die doppelten Baukosten der Rohrleitung DN 1600 angesetzt. Zur Kostenabschätzung, die aus Platzgründen nicht im Detail wiedergegeben werden kann, wurden folgende Ansätze verfolgt:

- Vernachlässigung der Gewässerstrecken, für die keine Daten sinnvoll abgeleitet werden konnten; Gesamtlänge der letztlich betrachteten offenen Fließgewässer: 106,9 km
- Ermittlung der Kosten für 1000 m Rohrleitung (Beton) und Rückrechnung auf 50 m Rohrleitung (1 Fließgewässerabschnitt)
- Nutzung von geometrischen Daten der Fließgewässer und digitalen Geländemodellen zur Abschätzung einer erforderlichen Aushubtiefe in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers, matrizengestützte Berücksichtigung der unterschiedlichen Dimensionen in Bezug auf Rohrdurchmesser, Planumfläche, Aushubtiefe, Bettungssandvolumen, Oberbodeneinbringung etc. (Abbildung 2)
- Ansatz, dass im Mittel alle 100 m ein Schacht notwendig wird; bei 1000 m Rohrleitung = 10 Schächte
- Einheitlich angenommen: Geschiebelehm/-mergel als Boden, Bau in offener Wasserhaltung und mit Verbau
- Ansatz von Planungskosten (Leistungsphasen 1 bis 9, Leistungsbild Ingenieurbauwerke, Mindestsatz nach Honorarzone III, örtliche Bauüberwachung, 5 % Nebenkosten) nach [7], Vermessungskosten, Kosten für Baugrunderkundung, Kosten für umweltfachliche Gutachten/Prüfungen
- Ansatz von 19 % gesetzliche Mehrwertsteuer
- Keine Berücksichtigung sonstiger potenzieller Bau- oder Genehmigungs-/Planungserchwernisse (daher eher konservative, niedrige Schätzung)

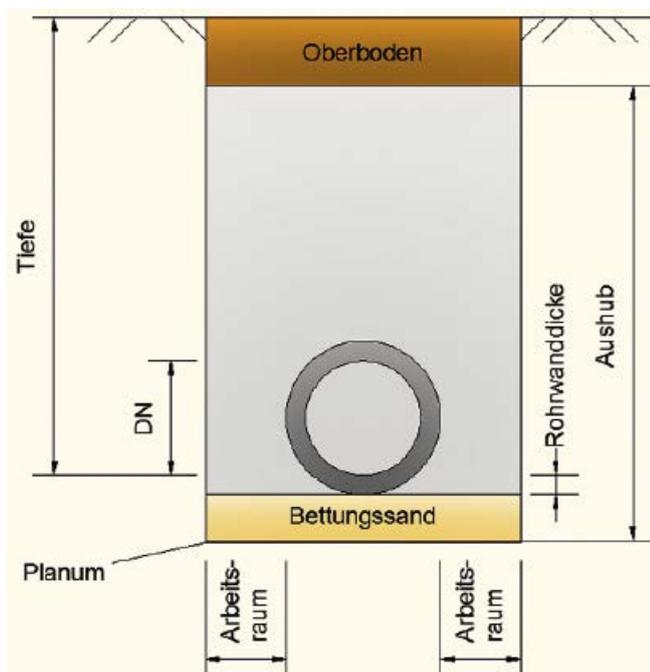


Abb. 2: Schema eines Baustellenquerschnitts (mit Verbau)

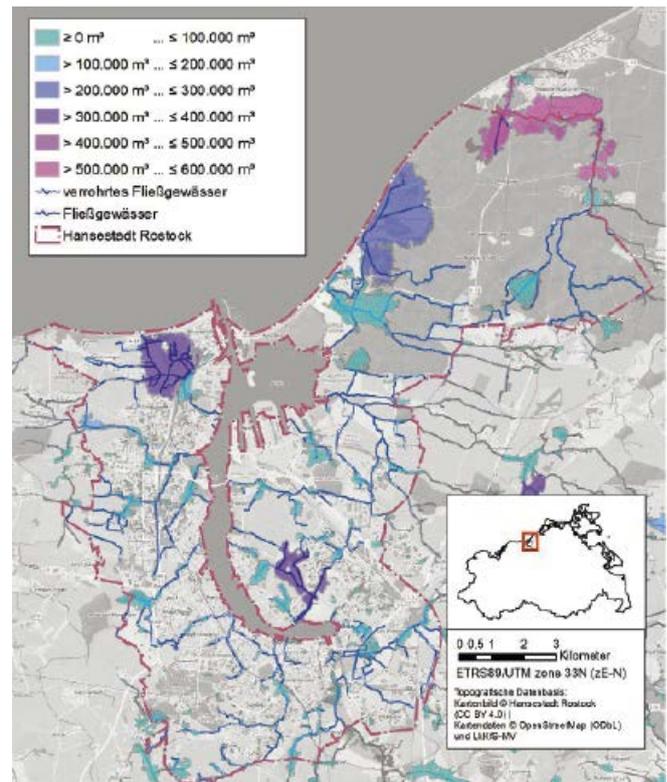


Abb. 3: Größere Senken und deren Volumina in der Hansestadt Rostock

Danach betragen die Kosten für die alternative Verrohrung der Rostocker Fließgewässer ca. 43,4 Mio. €. Dieser Betrag müsste aktuell (mindestens) zur schadlosen Abführung häufiger auftretender Hochwasser investiert werden, wenn es die Fließgewässer in der Hansestadt nicht gäbe.

2.2 Hochwasserregulation durch Senken und Gerinne: Rückhalt und Retention

2.2.1 Hintergrund, Datengrundlagen, Methodik

Eine weitere ÖSL der Hochwasserregulation bilden der Wasser-rückhalt bzw. die -aufnahme-fähigkeit der Senken des Einzugs-gebiets und der Gerinne der Fließgewässer. Bei den Gerinnen und auch bei durchflossenen Senken wirkt dies als hydraulisch wirksamer, wellenabflachender Prozess.

Die Rückhalte- bzw. Retentionsleistung der Fließgewässer-abschnitte soll daher mit einem abschätzenden Ansatz bewertet werden. Hierzu wird das abschnittsweise ermittelte Volumen (Senkenvolumen des Eigeneinzugsgebietes zuzüglich des Gerinnevolumens des Abschnitts) in das Verhältnis zum Direktabflussvolumen des zugehörigen Eigeneinzugsgebietes beim 100-jährlichen Abfluss bei Regen der Dauerstufe 24 h [5] gesetzt (Ergebnis: relativer Abflussrückhalt je Gewässerabschnitt, Gl. 3):

$$AR_i = \frac{SV_i + GV_i}{V_{100i}} \quad (\text{Gl. 3})$$

mit

- i Betreffender 50-m-Fließgewässerabschnitt [4]
 AR_i Relativer Abflussrückhalt (dimensionslos)

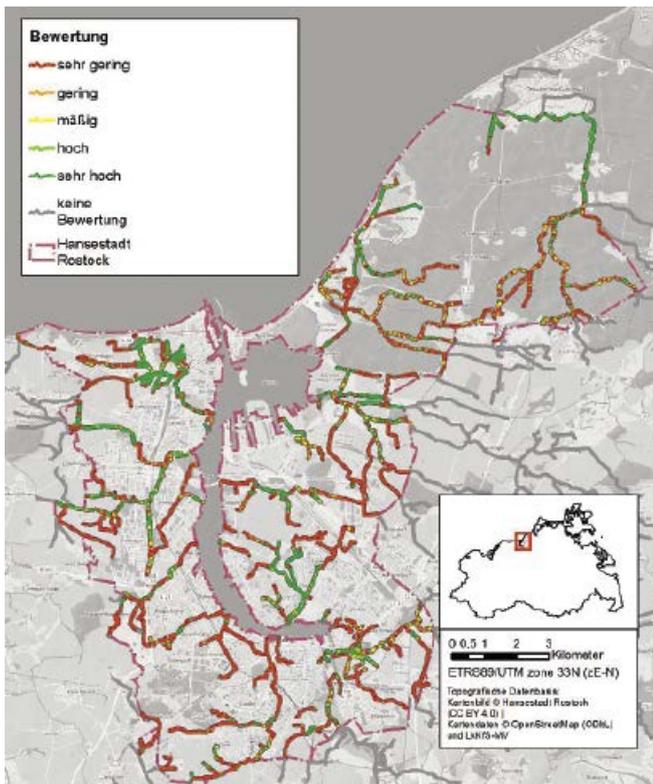


Abb. 4: Bewertung der ÖSL Hochwasserregulation durch Senken-/Gerinnerückhalt für die Fließgewässer der Hansestadt Rostock, vgl. Tabelle 5

- SV_i Senkenvolumen des Eigeneinzugsgebiets des Abschnittes i; per digitalem Geländemodell berechnet [5], s. Abbildung 3
- GV_i Gerinnevolumen des Abschnittes i als Produkt L = 50 m × A (s. Gl. 2)
- V100_i Direktabflussvolumen des 100-jährlichen Abflussereignisses bei Regen der Dauerstufe 24 h [5], nur Eigeneinzugsgebiet des Abschnittes i

2.2.2 Nutzenbasierte, nicht-ökonomische Bewertung

Die nutzenbasierte, nicht-ökonomische Bewertung ergibt für die ÖSL Hochwasserregulation durch Senken-/Gerinnerückhalt adäquate 5-stufige Bewertungsklassen. Abbildung 4 stellt das kartographische Bewertungsergebnis dar. Es zeigt sich folgendes Bild: 28 % der Fließgewässerabschnitte bzw. -längen (inkl. Eigeneinzugsgebiete) haben eine sehr hohe ÖSL, nur 2 % eine hohe, aber 4 % eine mäßige, 7 % eine geringe und gar 59 % eine sehr geringe ÖSL Hochwasserregulation durch Senken-/Gerinnerückhalt. Die ÖSL ist zudem orographisch bedingt räumlich sehr unterschiedlich verteilt (Abbildung 4, Tabelle 6).

2.2.3 Kostenbasierte ökonomische Bewertung

Auch für die Hochwasserregulation durch vorhandene Senken und die Gerinne der Fließgewässer infolge Rückhalt und Retention werden Ersatzkosten für eine technische Rückhaltung über künstlich gebaute Becken bzw. ungesteuerte Polder (ohne technische Einrichtungen) angesetzt. Welchen Wert haben die

unstrittig für den Hochwasserschutz sehr vorteilhaften Senken- und Gerinnevolumina? Was müsste demnach aktuell alternativ investiert werden, wenn es diese (überwiegend natürlichen) Rückhaltekapazitäten nicht gäbe?

Zur Kostenabschätzung, die auch aus Platzgründen nicht im Detail wiedergegeben werden kann, wurden folgende Ansätze verfolgt:

- Erdbaukosten (einheitliche Beckentiefe von 2 m, Boden: Geschiebelehm/-mergel, wieder eingebrachter Oberboden)
- Kosten für die Verbringung des Aushubs für maximal 10 km Entfernung
- Keine Kostenannahmen für die Flächenverfügbarkeit
- Berechnung der Baukosten für ein mittleres Senkenvolumen von 4000 m³
- Ansatz von Planungskosten (Leistungsphasen 1 bis 9, Leistungsbild Freianlagen, Mindestsatz nach Honorarzone III, örtliche Bauüberwachung, 5 % Nebenkosten) nach [7], Vermessungskosten, mittlere Kosten für Baugrunderkundung sowie Kosten für umweltfachliche Gutachten/Prüfungen nach Erfahrungswerten
- Ansatz von 19 % gesetzliche Mehrwertsteuer
- Keine Berücksichtigung sonstiger potenzieller Bau- oder Genehmigungs-/Planungerschwernisse (daher eher konservative, niedrige Schätzung)

Der spezifische Kostenwert (brutto) beträgt danach ca. 35 € m⁻³. Auf das gesamte Rostocker Stadtgebiet und insgesamt 2713 147 m³ Senkenvolumen bezogen, ergeben sich so Kosten in Höhe von ca. 94,8 Mio. €.

2.3 Rückhalt von Treibhausgasen/Kohlenstoffsequestrierung (Feuchtgebiete)

2.3.1 Hintergrund, Datengrundlagen, Methodik

Bekanntlich bilden Moore eine der wichtigsten globalen Ökosystemtypen im Zusammenhang mit der Verstärkung oder Verminderung des globalen Treibhauseffektes. Je nach Schätzung wird von einer globalen Kohlenstoffbindung in Mooren in der Größenordnung von zwischen 329 und 550 Mrd. t ausgegangen [8,9,10]. Dies entspricht bis zu 30 % des globalen, in Böden gebundenen Kohlenstoffes [11]. Aufgrund natürlicher und anthropogen induzierter Prozesse sind Moore aber auch verantwortlich für ca. 10 % der globalen Methanemissionen [12]. Vor allem entwässerte und genutzte Moore sind als bedeuten-

Gebrauchmarkt

An- und Verkauf: Lagertanks
 aus Edelstahl, Stahl (beschichtet), Polyester, ab 5 m³
 z. B. für Regenwasser, Löschwasser
www.scholten-tanks.de
 Tel.: 05924-255 485 · Fax: 05942-255 832

Landnutzung aus Basis-DLM	Zugeordneter Niedermoor-Nutzungstyp	GWP100 in kg CO ₂ eq ha ⁻¹ a ⁻¹
Acker	Acker	24.000
Feuchtgebiete	Naturnah/ungenutzt	4.921
Gewässer	Ohne GWP	0
Grünland	Grünland	23.678
Siedlung	Sonstige	17.835
Vegetationslos	Sonstige	17.835
Wald	Forst	17.835

Tabelle 2: Globales Erwärmungspotenzial (GWP100) unterschiedlicher Nutzungsformen auf Moorböden in der morphologischen Aue, Grundlage sind die GWP100-Ansätze nach [14] und [15], eq = Äquivalent, leicht geändert nach [16]

der Emittent der unterschiedlich wirksamen Treibhausgase (THG) Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) einzustufen [13].

Als Indikator für die THG-Emission in den moorgeprägten Feuchtgebieten wurden die Emissionsfaktoren entsprechend Tabelle 2 verwendet. Datengrundlagen sind Landnutzungsformen, Grundwasserflurabstand sowie Geologie und Böden zur Selektion der moorgeprägten Feuchtgebiete. Im Ist-Zustand emittieren die Moore der Hansestadt Rostock (1592 ha) danach insgesamt 19 145 t CO₂-Äquivalente a⁻¹.

2.3.2 Nutzenbasierte, nicht-ökonomische Bewertung

Die nutzenbasierte, nicht-ökonomische Bewertung ergibt für die ÖSL THG/Kohlenstoffsequestrierung die Bewertungsklassen für die einzelnen Feuchtgebietsflächen entsprechend Tabelle 3. Die moorgeprägten Feuchtgebiete der Hansestadt Rostock erfahren letztlich eine räumliche Differenzierung der bewerteten ÖSL nach dem Grad der anthropogenen Störung des Wasserhaushalts bzw. der Art der Nutzung der Feuchtgebiete. Da die Rostocker Feuchtgebiete als größtenteils zusammenhängende Flächen auftreten, ergeben sich keine einfachen Abgrenzungsmöglichkeiten. So bleibt die kartographische Darstellung trotz Klassifizierungsskala durch die Nutzungsareale und damit die Werte nach Tabelle 7 bestimmt. Erst eine konkrete Flächenauswahl würde es ermöglichen, gewichtete Mittelwerte zu berechnen und so eine Ausnutzung der Skala auch tatsächlich kartographisch zu erreichen. Aus diesem Grund wird hier nur eine kartographische Darstellung für einen Ausschnitt der Feuchtgebietskulisse der Hansestadt Rostock vorgenommen (Abbildung 5).

2.3.3 Kostenbasierte ökonomische Bewertung

Eine kostenbasierte ökonomische Bewertung wird auf der Basis von Schadenskosten (externe Umweltkosten) vorgenommen. Diese stehen für eine Abschätzung der tatsächlich eintretenden Schadenskosten bzw. der eingesparten (potenziellen) Kosten, die durch ÖSL vermieden werden können. Für die ÖSL Rückhalt von THG können 80 € t⁻¹ CO₂ bzw. CO₂ eq nach der Methodenkonvention des Umweltbundesamtes [17] als Best-Practice-Kostensatz angesetzt werden. Mit diesem Ansatz sollen neben dem Ist-Zustand (a) auch Szenarien bewertet wer-

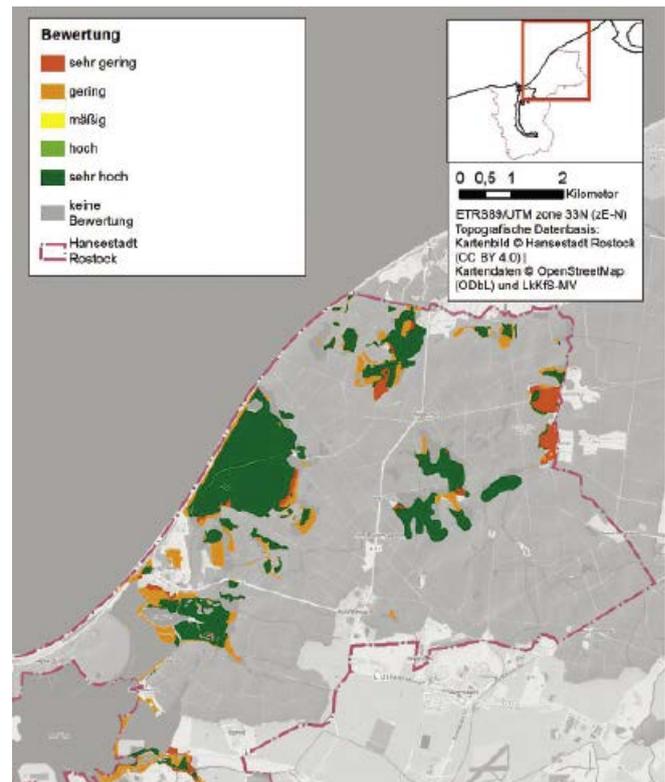


Abb. 5: Bewertung der ÖSL Rückhalt von THG/Kohlenstoffsequestrierung für ausgewählte Feuchtgebietsflächen der Hansestadt Rostock, vgl. Tabelle 8

Klasse	Ökosystemleistung	GWP100 in kg CO ₂ -eq. ha ⁻¹ a ⁻¹
5	Sehr hoch	< 8.737
4	Hoch	≥ 8.737... < 12.553
3	Mäßig	≥ 12.553 ... < 16.368
2	Gering	≥ 16.368 ... < 20.184
1	Sehr gering bis fehlend	≥ 20.184

Tabelle 3: Fünfstufige Bewertung der ÖSL Rückhalt von THG/Kohlenstoffsequestrierung (Feuchtgebiete)

den, bei denen für die Moore optimale Wasserhaushalts- und Nutzungsbedingungen (Torferhalt und -wachstum) wiederhergestellt (b) sowie, dass die Moore komplett entwässert und landwirtschaftlich genutzt wären (c). Hiernach ergeben sich folgende aktuelle Schadenskosten:

- Ist-Zustand: 19 145 t CO₂ eq a⁻¹ × 80 € t⁻¹ = 1 531 600 € a⁻¹ bzw. rd. 1,53 Mio. € a⁻¹
- Optimaler Zustand: 7 836 t CO₂ eq a⁻¹ × 80 € t⁻¹ = 626 880 € a⁻¹ bzw. rd. 0,63 Mio. € a⁻¹
- Schlechtester Zustand: 38 217 t CO₂ eq a⁻¹ × 80 € t⁻¹ = 3 057 360 € a⁻¹ bzw. rd. 3,06 Mio. € a⁻¹

Die Ergebnisse zeigen, wie wichtig ein nachhaltiger Umgang mit den Mooren ist. Eine Renaturierung der Moore wäre auch in der Hansestadt als wirksame Maßnahme im Sinne einer Klima-Mitigationsmaßnahme anzusehen und würde (letztlich wirksam auf der globalen Ebene) erhebliche Kostenvorteile mit

sich bringen. Der ökonomische Vorteil bei umfassender Moorrenaturierung im Vergleich zum Ist-Zustand läge bei rd. 0,9 Mio. € a⁻¹.

Hinweis

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 033W032B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literatur

[1] D. Mehl, T. G. Hoffmann, J. Iwanowski, M. Schneider & T. Foy: *Ein Beitrag zur Analyse und Bewertung der Ökosystemleistungen kleiner urbaner Gewässer und Feuchtgebiete am Beispiel der Hansestadt Rostock. Teil 1: Einleitung, Zielstellung, Grundlagen und Vorgehensweise*, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 11(3), 2018, S. 148 bis 153.

[2] D. Mehl, M. Renner, C. Gottelt-Trabandt, S. Böx, T. G. Hoffmann & J. Iwanowski: *Ein Beitrag zur Analyse und Bewertung der Ökosystemleistungen kleiner urbaner Gewässer und Feuchtgebiete am Beispiel der Hansestadt Rostock. Teil 3: Methoden und Ergebnisse ausgewählter kultureller Ökosystemleistungen, nutzenbasierter ökonomische Bewertung, Diskussion und Schlussfolgerungen*, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft voraussichtlich 11 (4), 2018.

[3] G. Preißler & G. Bollrich: *Technische Hydromechanik*, Berlin (Verlag für Bauwesen), 1985, 549 S.

[4] D. Mehl, & T. G. Hoffmann: *GIS-Grundlagen einer integrierten Bewertung urbaner Gewässer und Feuchtgebiete am Beispiel der Hansestadt Rostock*, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 10 (5), 2017, S. 292-299.

[5] D. Mehl, T. G. Hoffmann, M. Schneider, A. Lange, A. Neupert, U. Badrow & T. Wenske: *Gemeinschaftliches Handeln im kommunalen Hochwassermanagement: das „Integrierte Entwässerungskonzept“ (INTEK) der Hansestadt Rostock*, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 8 (11), 2015, S. 700-709

[6] K.-J. Schneider: *Bautabellen für Ingenieure: mit Berechnungshinweisen und Beispielen*, Köln (Werner Verlag), 2008, S. 13.74-13.75

[7] *Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarverordnung für Architekten und Ingenieure – HOAI) vom 10. Juli 2013*, BGBl. I, Nr. 37

[8] S. D. Bridgham, J. Pastor, B. Dewey, J. F. Weltzin & F. Updegraff: *Rapid carbon response of peatlands to climate change*, Ecology 89 (11), 2008, S. 3041-3048

[9] F. Parish, A. Sirin, D. Charman, H. Joosten, T. Minayeva, M. Silvius & L. Stringer (Eds.): *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen. http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/assessment_peatland.pdf, 2008, 179 S.

[10] A. Kaat & H. Joosten: *Fact book for UNFCCC policies on peat carbon emissions*, Wetlands International, Ede, 2008, 26 S.

[11] N. H. Batjes: *Total carbon and nitrogen in the soils of the world*, European Journal of Soil Science 47, 1996, S. 151-163

[12] K. B. Bartless & R. C. Harriss: *Review and assessment of methane emissions from wetlands*, Chemosphere 26, 1993, S. 261-320

[13] M. Succow & H. Joosten [Hrsg.]: *Landschaftsökologische Moorkunde*, Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele & Obermiller)), 2. völlig neu bearb. Aufl., 2001, 622 S.

[14] H. Höper: *Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren*, TELMA 37, 2007, S. 85-116

[15] A. Schäfer: *Moore und Euros – die vergessenen Millionen*, Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 43(4), 2009, S. 156-160

[16] M. Scholz, D. Mehl, C. Schulz-Zunke, H.-D. Kasperidus, W. Born & K. Henle: *Ökosystemfunktionen in Flusssauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion, Naturschutz und biologische Vielfalt* 124, 2012, 257 S.

[17] S. Schwermer, P. Preiss & W. Müller: *Best-Practice-Kostensätze für Luftschadstoffe, Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung*, Umweltbundesamt, 2014, 44 S.

Autoren

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl
 Dr. rer. nat. Tim G. Hoffmann
 Dipl.-Ing. Marc Schneider
 B.Sc. Janette Iwanowski
 M.Sc. Julia Ewert
 Dipl.-Geogr. Torsten Foy
 biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
 Nebelring 15
 18246 Bützow

E-Mail: postmaster@institut-biota.de



Anzeige

Unser Expertentipp

Seminar	DWA-M 609-1	DWA-Themen T2/2012
Entwicklung urbaner Fließgewässer 05. Dezember 2018 in Siegburg 380,00 €/320,00 €**	Entwicklung urbaner Fließgewässer – Teil 1: Grundlagen, Planung und Umsetzung Juni 2009, fachlich auf Aktualität geprüft 2016 56 Seiten, A4 ISBN 978-3-941089-64-8 55,00 €/44,20 €*	Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässersystem sowie durch Feuchtgebiete August 2012 86 Seiten, A4 ISBN 978-3-942964-56-2 72,00 €/57,60 €*

* für fördernde DWA-Mitglieder
 ** für DWA-Mitglieder