

Effektivität der Nährstoffrückhaltung im künstlichen Feuchtgebiet am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern)

Dietmar Mehl, Barbara Deutsch, Tim G. Hoffmann, Ulrike Kästner und Linnéa Hoffmann (Bützow)

Zusammenfassung

Ein 2 ha großes, künstlich angelegtes Feuchtgebiet am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern) soll als Senke für die Pflanzennährstoffe Phosphor und Stickstoff wirken. Gereinigtes Abwasser einer Kläranlage der Größenklasse 3 sowie der Zufluss einer 127 ha großen, gedrähten Landwirtschaftsfläche werden durchgeleitet. Das Feuchtgebiet besteht seit 2011. Auf Grundlage von fünfjährigen Monitoringergebnissen ab April 2012 können erste Schlussfolgerungen zur Effektivität der Anlage gezogen sowie Hinweise für Ergänzungen des Monitorings sowie notwendige Unterhaltungsarbeiten gegeben werden.

Schlagwörter: Nährstoffretention, künstliches Feuchtgebiet, Monitoring, Retentionsleistung, WRRL

DOI: 10.3243/kwe2017.12.002

Abstract

Effectiveness of the Nutrient Retention in the Artificial Wetland Area on Lake Neukloster (Mecklenburg-Vorpommern)

A two hectare large artificial wetland area on Lake Neukloster (Mecklenburg-Vorpommern) is to act as basin for the plant nutrients phosphorus and nitrogen. Treated wastewater from a size Class 3 wastewater treatment plant as well as the outflow of a 127 hectare large drained agricultural area are passed through. The wetland area has been in existence since 2011. On the basis of five-year monitoring results from April 2012 first conclusions can be drawn on the effectiveness of the system and information for extending the monitoring as well as necessary maintenance tasks can also be given.

Key words: nutrient retention, artificial wetland area, monitoring, retention performance, WFD

1 Einleitung

„Aus ökologischer Sicht sind Feuchtgebiete heterogene, doch spezifische Ökosysteme, die sich natürlich oder infolge menschlicher Aktivitäten entwickeln. Ihre biogeochemischen Funktionen hängen vor allem von einer konstanten oder periodischen seichten Überflutung durch Süß-, Brack- oder Salzwasser ab bzw. einer Sättigung an oder nahe der Oberfläche des Substrats.“ [1] Nach der Ramsar-Konvention [2] bilden Feuchtgebiete „natürlich oder künstlich entstandene Sumpf- Moor- oder Wasserbereiche, die dauerhaft oder vorübergehend mit stehendem oder fließendem Wasser bedeckt sind; das kann Süß-, Brack- oder Salzwasser betreffen...“. Feuchtgebiete wirken belastungsreduzierend im Hinblick auf eingetragene Nähr- und Schadstoffe, insbesondere infolge der Prozesse Sedimentation, Adsorption, Inkorporierung in Biomasse und Entgasung. Künstliche Feuchtgebiete dienen der gezielten Stoffreduktion.

Vorwiegend oberflächlich durchflossene (künstliche) Feuchtgebiete sind auch beispielsweise unter den Begriffen „Retentionsanlage“, „Dränteich“, „Schilfpolder“, „Retentionsbecken“, „Retentions-Feuchtgebiet“ oder „Schönungsteich“ bekannt [3]. Im Englischen ist vor allem der allgemeine Begriff

„constructed treatment wetland“ verbreitet; für die oberflächlich und horizontal durchflossenen Feuchtgebiete stehen die Begriffe „free water surface wetland“ oder auch „surface flow constructed wetland“ [4, 5]. Entsprechende Definitionen, Typologien, Erläuterungen zu Funktionen, Gestaltungsprinzipien und auch Bemessungsansätzen sind u. a. in [3] und [5] ausführlich dargestellt.

Die zentrale Frage für die Bewertung künstlicher Feuchtgebiete bildet die „Retentionsleistung“, gerade im Hinblick auf die Pflanzennährstoffe Phosphor (P) und Stickstoff (N) zur Reduktion der Gewässereutrophierung. Im Ostseeinzugsgebiet leiten sich Reduktionsvorgaben für die Nährstoffe aus der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, der EG-Meeressstrategie-Richtlinie und dem Baltic Sea Action Plan der HELCOM ab [6]. Im Falle des konkreten Feuchtgebietes ist zusätzlich das Verschlechterungsverbot für Teile des Neuklostersees als FFH-Gebiet nach Artikel 6 FFH-Richtlinie relevant [7].

Die Retentionsleistung verschiedener Anlagen ist naturgemäß schwer zu vergleichen, da diese vor allem abhängig ist von der Höhe der spezifischen Belastung, von den klimatischen

Bedingungen (vor allem Temperatur), vom hydrologischen Regime, vom Anlagentyp und den pedologischen und limnologischen Bedingungen. Aber zumindest lassen sich einige Beispiele nennen und mögliche Größenordnungen erkennen:

- Für drei Feuchtgebiete in Südschweden wurden Retentionsraten zwischen 17 und 49 kg P ha⁻¹ a⁻¹ ermittelt [8].
- In einem 1 ha großen Schilfpolder am niedersächsischen Dümmer, der mit Vorfluterwasser beschickt wird, wurde zwischen 1990 und 1994 eine mittlere P-Reduktion von 34 % (36,5 kg P ha⁻¹ a⁻¹) und eine mittlere N-Reduktion von 29 % (1048 kg N ha⁻¹ a⁻¹) erreicht [9].
- Der mittlere Rückhalt diverser, oberflächlich durchflossener Feuchtgebiete wird in [3] mit 891 kg N ha⁻¹ a⁻¹ angegeben, für drei Pilotanlagen in Brandenburg wird in [3] ein Rückhalt von 7...47 % bei N sowie 0...79 % bei P angegeben.
- Für 116 untersuchte oberflächlich durchflossene Feuchtgebiete in den USA mit einer Belastung des Zulaufwassers von mehr als 5 mg l⁻¹ N wird (bei sehr hoher Variabilität) ein mittlerer Rückhalt von 1290 kg N ha⁻¹ a⁻¹ angegeben [5].

Über die Hintergründe bzw. die Veranlassung zur Anlage des Feuchtgebietes am Neuklostersee, die Bemessung, die bauliche Gestaltung sowie die Installation von hydrologischen Messeinrichtungen wurde bereits in dieser Zeitschrift [7] berichtet. Hier sollen Auswertungen zur Effektivität der Stoffrückhaltung im vorgenannten Sinne im Fokus stehen. Mithin stehen folgende interessierende Fragen im Raum:

1. Funktioniert der Stoffrückhalt und wenn ja, in welcher absoluten und relativen Größenordnung?
2. Gibt es gegebenenfalls zeitliche Unterschiede, Differenzen zwischen den Jahren? Welche Prozesse sind gegebenenfalls kausal dafür (vermutlich) verantwortlich?
3. Sind gegebenenfalls unerwünschte Effekte zu verzeichnen und welche Maßnahmen wären dann angezeigt?
4. Wo bestehen Reserven bzw. Erweiterungsmöglichkeiten für das Monitoring?

2 Untersuchungsgebiet

Das im Jahr 2011 in Betrieb genommene künstliche Feuchtgebiet liegt unterhalb der Kläranlage der mecklenburgischen Kleinstadt Neukloster (Abbildung 1) und wurde in eine vermoorte Senke eingebettet. Die Anlage erhält Wasser aus zwei Stapelteichen, in denen das gereinigte Abwasser zwischengespeichert wird, sowie Dränwasser landwirtschaftlicher Flächen. Die Kläranlage hat die Größenklasse 3 nach AbwV (ca. 8000 EW). Die Größe der Ackerflächen, auf denen zu DDR-Zeiten Abwasser verrieselt wurde und die flächendeckend dräniert sind, beträgt 126,5 ha. Nach Durchfließen des Feuchtgebietes gelangt das Wasser in einen Graben, der wiederum nach kurzer Fließstrecke in den Neuklostersee mündet. Dieser durchflossene See gehört zum hydrologischen Einzugsgebiet der Warnow und damit der Ostsee.

Das Feuchtgebiet wurde mit einer Fläche von 2 ha primär zum verbesserten Schutz des Neuklostersees vor Nährstoffeinträgen errichtet und daher hydrologisch und bezüglich der beabsichtigten Retentionsleistung dimensioniert [7]. Gereinigtes Abwasser und Dränwasser werden gemeinsam durch das Gebiet geleitet. Da Dränabflüsse überwiegend im Winterhalbjahr auftreten und durch die speicherintensiven Stapelteiche (ins-

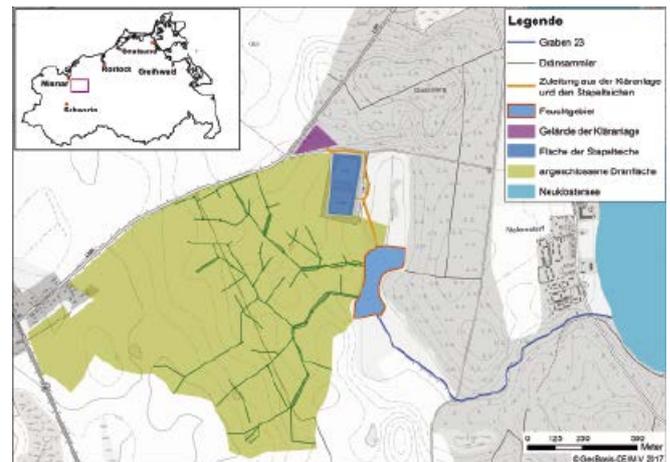


Abb. 1: Lage und Struktur des Untersuchungsgebietes



Abb. 2: Schema der funktionalen Gestaltung des Feuchtgebietes mit eingetragenen Sediment-Probestellen, geändert nach [7]

gesamt 90 000 m³) die Abwasserabgabe zeitlich gesteuert werden kann, ist das hydrologische Regime des Feuchtgebietes als dahingehend optimiert zu betrachten, dass hydraulische Überlastungen auf sehr seltene Fälle reduziert werden und auch temporäre Austrocknungen unwahrscheinlich sind.

Die bauliche Gestaltung des Feuchtgebietes wurde aus Funktions- und Unterhaltungsgründen wie folgt vorgenommen (Abbildungen 2 bis 6, ausführlicher in [7]):

- (1) Sammel- und Einlaufgraben
- (2) ca. 100 m breite, waagerechte Eichen-Holzbohlenwand als Einlauf-Überlaufschwelle (Erreichung hoher Dispersion und Vermeidung von Kurzschlussströmung)
- (3) 2 ha großes Becken als Feuchtgebiet mit Tiefwasserzonen und Inseln (Breite zwischen 40 m und 120 m, Längsausdehnung etwa 210 m; Wasservolumen 5650 m³, mittlere Wassertiefe von ca. 0,3 m); Tiefwasserzonen dienen der Sedimentberäumung, Inseln der strukturellen Gliederung, teilweise erfolgte Initialbepflanzung mit bewährten Repositionspflanzen



Abb. 3: Feuchtgebiet mit Ablaufgraben und Eichenbohlenwand im Vordergrund



Abb. 4: Kontrollierter Einlauf in das Feuchtgebiet über Einlaufgraben und Eichenbohlenwand



Abb. 5: Thomson-Dreiecküberfall am Einlaufgraben der Dränzuläufe



Abb. 6: Messschacht mit Drucksonde und Thomson-Dreiecküberfall (Ablauf Kläranlage)

- (4) ca. 100 m breite, waagerechte Eichen-Holzbohlenwand als Auslauf-Überlaufschwelle (höhenmäßig etwas tiefer als die o. g. Einlaufschwelle)
- (5) Ablaufgraben
- (6) Unterhaltungswege
- (7) Messstellen und -einrichtungen (s. u.)

3 Methoden

Die Effektivität des Nährstoffrückhaltes (P, N) wurde über Frachtdifferenzen zwischen Ein- und Auslauf des Feuchtgebietes hinsichtlich der 14-tägig bestimmten Parameter nach Tabelle 1 bestimmt. Der anorganische Gesamt-N wurde vereinfacht als Summe von Nitrat-N und Ammonium-N berechnet, weil Daten zum Nitrit-N nicht vom Gesamtzeitraum vorliegen und der Anteil im Regelfall eher gering ist. Die Probennahme und die Bestimmung der Konzentrationen wurden durch ein beauftragtes Fachlabor durchgeführt (Tabelle 1). Das Monitoring startete im April 2012, so dass eine Jahres-Auswertung (zwölf Monate) immer den Zeitraum 01.04. bis 31.03. und damit einen kalenderjahrübergreifenden Zeitraum umfasst. Mit Erreichen von Ende März 2017 konnten somit die ersten fünf Jahre analysiert und bewertet werden.

Gemessener Parameter	DIN-Norm
Ammonium-N	DIN EN ISO 11732/E23
Nitrat-N	DIN EN ISO 10304
Gesamt-P	DIN EN ISO 15681-1

Tabelle 1: Angewandte Normen für die Laboranalyse der Nährstoffkonzentrationen in den Wasserproben

Die Erfassung der Nährstoffkonzentrationen und der für eine Frachtermittlung notwendigen Durchflüsse erfolgt an zwei getrennten Messstellen im Einlaufbereich und einer Messstelle im Auslaufbereich (Abbildung 7):

1. Zulauf Dräne: Kontinuierliche Wasserstandsmessung im 60-Minuten-Takt per Drucksonde mit integriertem Datenlogger an einem Thomson-Dreiecksüberfall und Berechnung des Durchflusses mit definierter Wasserstands-Abflussbeziehung
2. Zulauf Kläranlage: Kontinuierliche Wasserstandsmessung im 10-Minuten-Takt per Drucksonde mit integriertem Datenlogger in einem Messschacht und hydraulisch definierter Wasserstands-Abflussbeziehung

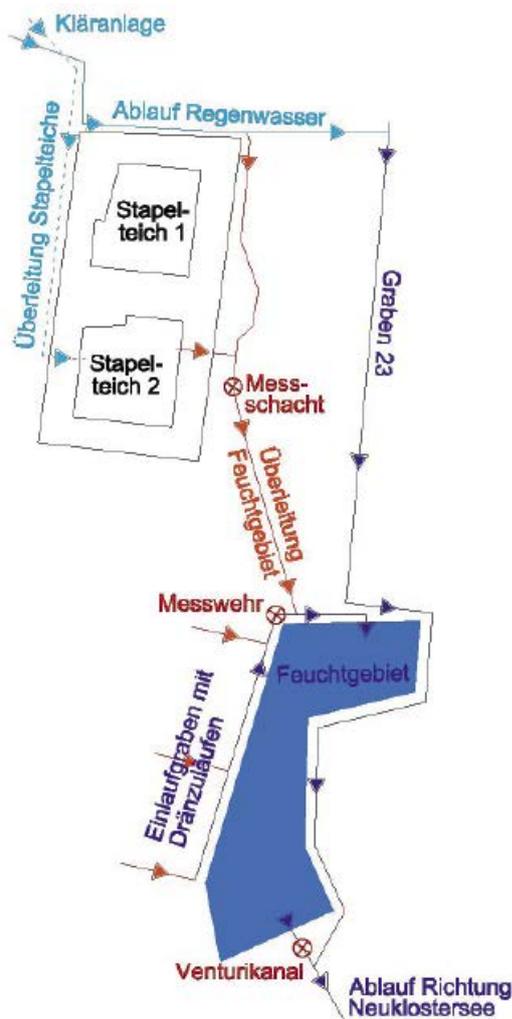


Abb. 7: Schematischer Übersichtsplan zur Retentionsanlage mit den Messeinrichtungen, aus [7]

3. Ablauf Feuchtbiotop: Kontinuierliche Wasserstandsmessung im 30-Minuten-Takt per Drucksonde mit integriertem Datenlogger in einem Venturikanal

Die Einbeziehung des diffus zum Feuchtgebiet zusickernden Grundwassers erfolgte durch eine rechnerische Beaufschlagung auf den Dränzulauflauf. Der relevante Abflussanteil wurde dabei vereinfacht aus der Differenz der ermittelten Tagesmengen Ablauf minus Summe Zulauf ermittelt; die Gebietsverdunstung wurde vernachlässigt. Aufgrund der hohen Auflösung der Wasserstands- bzw. Durchflussdaten wurden aus diesen zunächst Tagesmittelwerte gebildet. Vereinzelt durch ausgefallene Drucksonden auftretende Datenlücken wurden mittels linearer Regressionsbeziehungen mit den anderen Messwerten geschlossen.

Für die alle 14 Tage vorliegenden Konzentrationsdaten erfolgte eine 1:1-Übertragung auf die Tage bis zur nächsten Probenahme (Annahme entsprechender Repräsentativität). Testberechnungen zeigten, dass sich durch eine zeitlich veränderte Übertragung, z. B. Verwendung des Messwertes für jeweils eine Woche vor und nach der Probe, in der Summe kaum veränderte Frachten ergeben. Die Berechnung der jeweiligen Stofffrachten als Produkt aus Abfluss und Stoffkonzentration erfolgte damit auf Tageswertbasis.

Für den direkt weder mengen- noch güteseitig erfassten Grundwasserzustrom wurde eine dem Dränwasser entsprechende Stoffbelastung angesetzt, was möglicherweise zu einer Über- oder sogar Unterschätzung des Stoffeintrages führen kann. Daten einer benachbarten, repräsentativen Grundwassermessstelle des Landes zeigen, dass die Annahme einer Belastung in ca. gleicher Größenordnung wie beim Dränzufluss durchaus als gerechtfertigt erscheint (s. Diskussion in Kapitel 5). Die atmosphärische Deposition auf das Feuchtgebiet wurde nicht gemessen und wegen der geringen relativen Bedeutung nicht in Ansatz gebracht.

Zusätzlich zu den regelmäßig durchgeführten Messungen der Nährstoffkonzentrationen in den Zuläufen bzw. dem Ablauf wurden einmalig im Dezember 2016 Sedimentproben aus zwei der vier Tiefzonen sowie dem Zulauf- und Ablaufgraben genommen (Abbildung 2), in 2 cm-Schichten aufgeteilt, und auf die Gehalte von Gesamtphosphor untersucht. Die Beprobung der Sedimente erfolgte mit einem Uwitec-Sedimentcorer in 60 cm langen PVC-Rohren (\varnothing 6 cm). Durch die Verwendung einer Verlängerungsstange (6 m) konnte die Beprobung vom Ufer aus durchgeführt werden.

Die Bestimmung der Gesamtphosphorgehalte im Sediment erfolgte nach der Methode von Andersen [10]. Etwa 100 mg des geglähten Sediments ($550\text{ }^{\circ}\text{C}$, 4 h) wurden mit 25 ml 1M HCl für 15 Minuten auf einer Heizplatte gekocht. Nach dem Abkühlen wurde das Sediment-Säuregemisch über einen GFF-Filter filtriert. Die filtrierte Probe wurde mit destilliertem Wasser verdünnt (1:10), um den pH-Wert auf 2 zu erhöhen. Anschließend wurde mit einem Phosphat-Test (Merck, Spektroquant, Typ: 14848) die Konzentration von Orthophosphat bestimmt. Über die Menge des eingewogenen Sediments kann die Gesamtphosphorkonzentration im Sediment in mg P g^{-1} Trockenmasse berechnet werden.

4 Ergebnisse

4.1 Stoffeinträge

Der frachtbezogene Eintrag von anorganischem Stickstoff (N) und Gesamtphosphor (P) aus Dränen und Grundwasser sowie der Kläranlage in das Feuchtgebiet ist in Abbildung 8 dargestellt. Danach schwankt der Eintrag von N aus der Kläranlage im Vergleich der Jahre zwischen 533 kg a^{-1} (2014/2015) und 1249 kg a^{-1} (2016/2017). In weitaus größerem Maße erfolgt jedoch der N-Eintrag über Dräne und Grundwasser; dieser unterliegt zudem auch einem ähnlich hohen Schwankungsverhalten (2013/2014: 2089 kg N a^{-1} ; 2015/2016: 6220 kg N a^{-1}).

Der immense Kontrast im gesamten N-Eintrag im Vergleich der Jahre ist vermutlich vor allem durch deutlich unterschiedliche Niederschlagsverhältnisse zu erklären. So betrug der Niederschlag des Messjahres 2012/2013 an der räumlich repräsentativen Klimastation Schwerin des Deutschen Wetterdienstes nur 524 mm, während er im Messjahr der höchsten Konzentrationen 2015/2016 deutlich höhere 803 mm betrug [11]. Es ist bekannt, dass die Flächenausträge von Stickstoff mit Anwachsen von niederschlagsbedingten Abflüssen häufig überproportional zunehmen.

Beim P-Eintrag ist die Bedeutung der Kläranlage höher (Schwankungsbreite: $43,0\text{ kg P a}^{-1}$ in 2014/2015; $71,8\text{ kg P a}^{-1}$ in 2012/2013). Hier beträgt die Spanne beim Eintrag durch Dräne und Grundwasser $12,4\text{ kg P a}^{-1}$ (2012/2013) und $62,4$

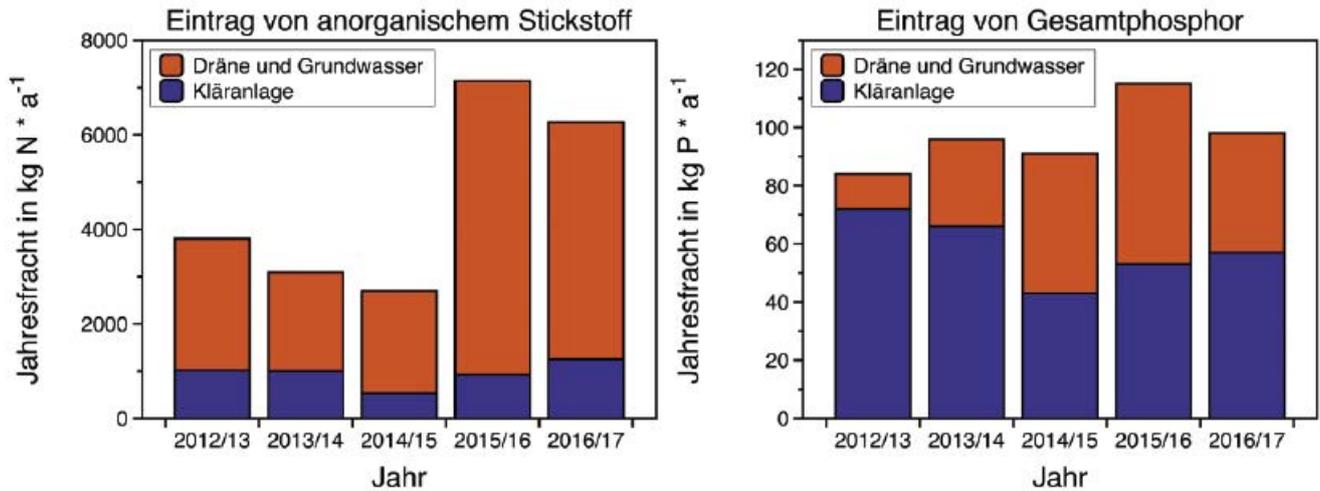


Abb. 8: Eintrag von anorganischem Stickstoff und Gesamtphosphor aus Dränen und Grundwasser sowie der Kläranlage in das Feuchtgebiet

kg a⁻¹ (2015/2016). Auch in diesem Fall scheint ein Zusammenhang mit dem Niederschlag wahrscheinlich.

Interessant ist natürlich auch die innerjährliche zeitliche Verteilung der Nährstoffeinträge in das Feuchtgebiet. Abbildung 9 stellt den Jahresgang der Stickstoff- und Phosphorfrachten aus den Dränen und der Kläranlage am Beispiel des Messjahres 2013/2014 dar. Hiernach wird der überwiegende Anteil des Nitrat-N über den Pfad Dräne/Grundwasser eingetragen und zeigt einen deutlichen Jahresgang mit erhöhten monatlichen Einträgen (bis über 350 kg) im Winter und Frühjahr, während der Nitrat-N-Eintrag aus der Kläranlage deutlich geringer und gleichbleibender ist (unter 65 kg). Die monatlichen Ammonium-N-Frachten aus der Kläranlage erreichen bis zu 210 kg im Frühjahr. In den meisten Monaten liegen die Einträge von Gesamtphosphor sowohl für die Kläranlage als auch die Dräne unter 5 kg. Lediglich im Januar 2014 wurde ein deutlich erhöhter P-Eintrag von über 20 kg ermittelt.

4.2 Retentionsleistung

Die rechnerisch durch Differenzenbildung ermittelte jährliche Retentionsleistung des Feuchtgebietes für anorganischem Stickstoff (Ammonium + Nitrat) und Gesamtphosphor ist in Abbildung 10 dargestellt.

Während die N-Retention in den ersten drei Jahren ca. relativ gleichbleibend zwischen 791 und 946 kg N a⁻¹ lag, ist 2015/2016 ein deutlicher Anstieg (2743 kg N a⁻¹) festzustellen. Auch 2016/2017 liegt die N-Retention bei hohen 1804 kg N a⁻¹. Die hohen Werte der letzten beiden Jahre sind offensichtlich eine Antwort auf gestiegene N-Einträge in das Gebiet, was wohl im Wesentlichen auf niederschlagsbedingt höhere Einträge von anorganischem N über die Dränabflüsse und das Grundwasser zurückzuführen ist (Abbildung 8). Der Effekt höherer N-Retention bei höherem N-Eintrag ist ein bekanntes Phänomen entsprechender natürlicher oder naturnaher Ökosysteme und gilt bis zum Erreichen begrenzender Faktoren.

Dies könnte theoretisch z. B. die Verfügbarkeit organischer Substanzen, vor allem im Hinblick auf den Kohlenstoffgehalt, oder anderer für den Prozess der Denitrifizierung erforderlicher oxidierbarer Stoffe betreffen. Möglicherweise könnte es aber durch die gesteigerten Nährstoffeinträge auch zu einer Erhöhung der Biomasseproduktion kommen. Die dadurch einset-

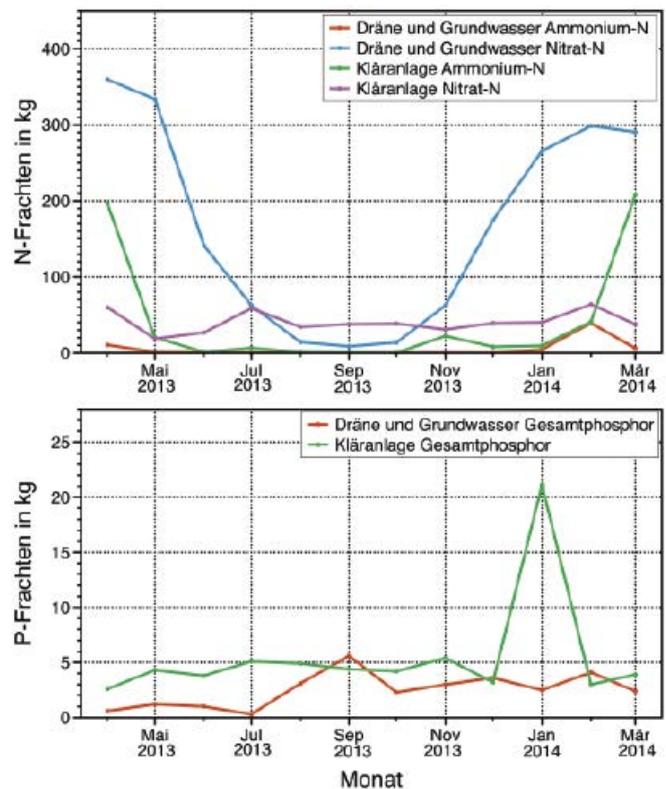


Abb. 9: Typischer Jahresgang der Stickstoff- und Phosphorfrachten aus den Dränen und Grundwasser sowie der Kläranlage am Beispiel des Messjahres 2013/2014 (Monatswerte)

zenden reduzierenden Bedingungen am Gewässergrund, mit einer Anreicherung von Ammonium und Sauerstoffmangel könnten zu einer Entkopplung der eng miteinander verzahnten Prozesse Ammonifikation, Nitrifizierung und Denitrifizierung führen, und somit die Retentionseffizienz des Systems herabsetzen.

Auch in der Gesamtphosphorfracht in das Feuchtgebiet ist für das Jahr 2015/2016 ein Anstieg feststellbar, der jedoch nicht so deutlich ausfällt wie für den anorganischen Stickstoff. Die P-Retention lag in den ersten beiden Jahren konstant bei 31 kg P a⁻¹ bis 32 kg P a⁻¹ und fiel dann im Jahr 2014/2015 auf 13

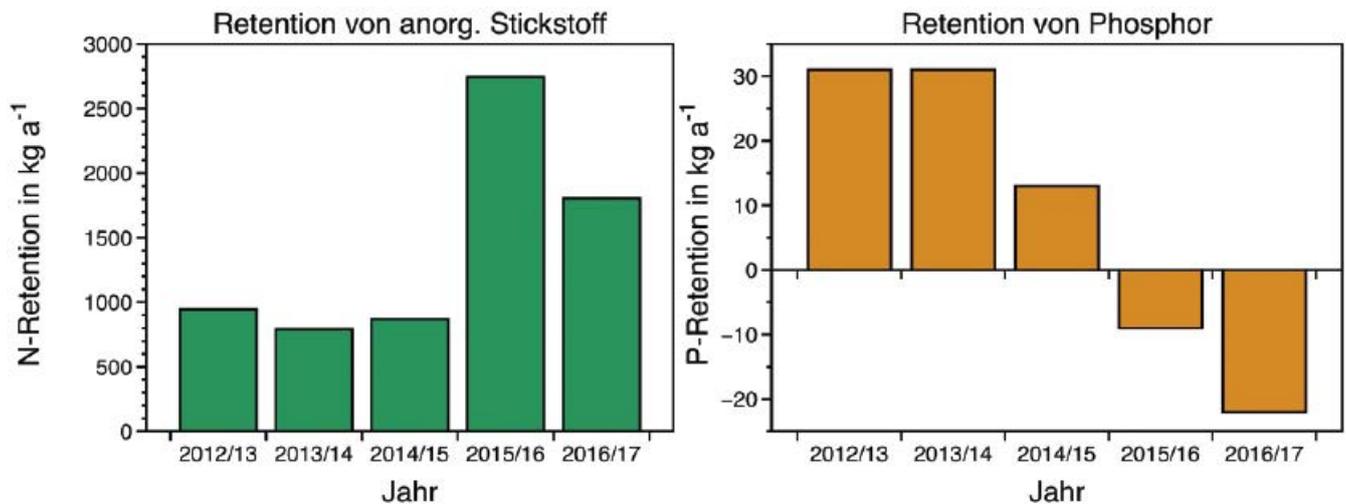


Abb. 10: Retention von anorganischem Stickstoff und Gesamtphosphor in kg pro Jahr für das Feuchtgebiet Neukloster

kg P a⁻¹. Seit dem Jahr 2015/2016 ist keine P-Retention mehr messbar, stattdessen kommt es zu offenbar zunehmenden P-Freisetzungen aus dem Feuchtgebiet. Folgende Ursachen für den Rückgang der Rückhalteleistung bzw. gar die Freisetzung von P erscheinen als möglich bzw. wahrscheinlich:

- (1) nachlassende hydraulische Wirkung der Tiefzonen (bereits ausgeschöpfter Sedimentationsraum für partikulär gebundenes P),
- (2) gegebenenfalls potenziell höhere Wirksamkeit anoxischer Milieubedingungen im Hinblick auf eine Wiederfreisetzung von gelösten P aus dem Sediment (die erhöhten Denitrifikationsraten bedingen gegebenenfalls eine negative Rückkopplung) sowie
- (3) gegebenenfalls auch die für (1) und (2) mit ursächlichen, niederschlagsbedingt erhöhten Abflüsse.

Welche dieser Ursachen jedoch letztendlich für die P-Freisetzung verantwortlich ist, muss in weitergehenden Untersuchungen, wie z. B. mehrwöchigen Messungen des Sauerstoffregimes und der zusätzlichen Bestimmung von Orthophosphat und gelöstem Phosphor, ermittelt werden.

4.3 P-Rückhalt im Sediment

Die grundsätzliche Wirksamkeit des Feuchtgebietes im Hinblick auf den P-Rückhalt beweisen auch die Sedimentuntersuchungen. Die Gehalte von Gesamtphosphor in den Sedimenten sind im Einlaufgraben und in den beprobten Tiefzonen wie erwartet deutlich höher (1,0 – 9,1 mg P TM g⁻¹) als in den Sedimenten des Auslaufgrabens (0,5 – 1,4 mg P TM g⁻¹) (Abbildung 11). Bei einem Vergleich der beiden Tiefzonen untereinander zeigt sich, dass in den obersten 6 cm des Sediments der südöstlichen Tiefzone größere P-Mengen gespeichert sind. Das lässt vermuten, dass die einlaufnahen Tiefzonen ihre starke Wirksamkeit als P-Fallen bereits seit längerem verloren haben.

5 Zusammenfassung, Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse des fünfjährigen Monitorings zur Effektivität der Nährstoffrückhaltung im künstlichen, 2 ha großen Feucht-

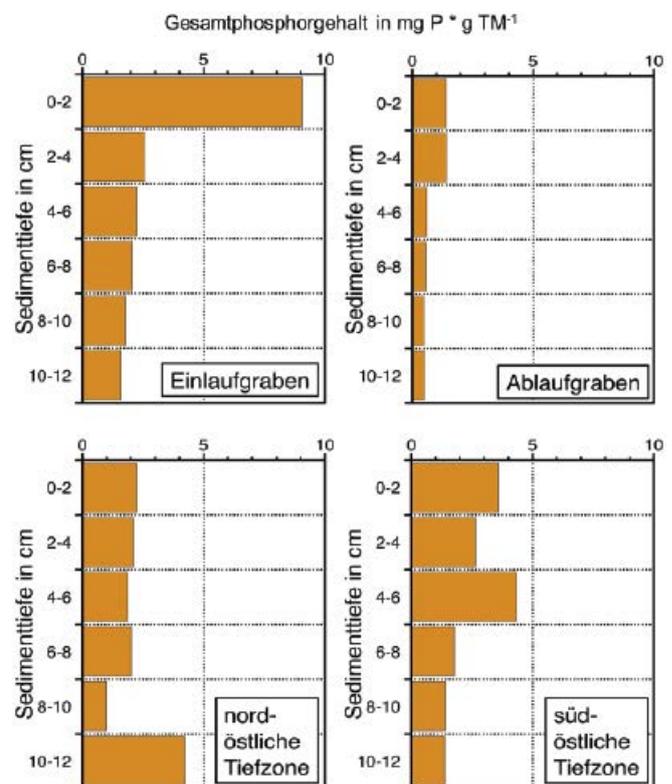


Abb. 11: Gesamtphosphorgehalte in den Sedimenten des Feuchtgebietes an den verschiedenen Probestellen (vgl. Abb. 2)

gebiet am Neuklostersee lassen sich wie folgt zusammenfassen und bewerten:

Es ist eine offenkundig starke Reaktion der N-Retentionsleistung auf hydrologische Veränderungen im Hinblick auf den Zufluss zu konstatieren. Niederschlagsbedingte Abflusserhöhungen aus der Dränfläche und des Grundwassers führen zu erhöhtem N-Eintrag, aber auch zur deutlichen Zunahme der N-Retentionsleistung des Feuchtgebietes. Auch der P-Eintrag steigt mit der Abflusserhöhung leicht an.

Grundsätzlich ist eine sehr hohe N-Retention (zwischen 25 % und 38 %) des Eintrags von anorganischem Stickstoff über den gesamten Untersuchungszeitraum feststellbar. Die absolute N-Retention variiert zwischen 791 kg N a⁻¹ und 2743 kg

N a^{-1} . Die relative N-Retentionsleistung des Feuchtgebietes liegt damit maximal bei $1372 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, im Mittel der Jahre bei $716 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Diese Werte liegen im Bereich höherer Literaturwerte [3, 5, 9] und zeigen das Potenzial der Anlage in Bezug auf den N-Rückhalt.

Beim P-Rückhalt sind nur die ersten beiden Jahre als gut zu bewerten ($> 30 \text{ kg P a}^{-1}$, ca. $15 - 16 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$). Die Retention erreicht dabei eine Größenordnung von bis zu 37 % des gesamten P-Eintrages. Vor allem in Sedimenten vor und im Feuchtgebiet zeigt sich zudem plausibel eine P-Akkumulation. Nur diese beiden Jahre zeigen auch das Potenzial der Anlage; die Werte liegen in ähnlicher Größenordnung wie Literaturwerte [3, 8, 9].

Folglich ist eine Unterhaltungsmaßnahme anzuraten, die dem Auftraggeber bereits empfohlen wurde. Diese sollte, um eine optimale hydraulische Wirkung der Tiefzonen zu erreichen, eine Sedimentberäumung der Zonen zur Volumenvergrößerung umfassen. Inwieweit eine Vertiefung oder eine Verbreiterung oder eine Kombination beider Maßnahmen zu empfehlen ist, hängt letztendlich davon ab, welche P-Komponente die P-Freisetzung dominiert. Sollte es sich überwiegend um eine Freisetzung von partikulärem Phosphor handeln, könnte eine Erhöhung der Verweilzeit des Wassers durch eine Vertiefung der Tiefzonen zu einer verbesserten P-Sedimentation führen. Handelt es sich überwiegend um eine Freisetzung von Orthophosphat aus anoxischen Sedimenten, sollte versucht werden, durch eine gezielte Restrukturierungsmaßnahme eine Verbesserung der bodennahen O_2 -Versorgung zu erreichen. Eine Möglichkeit bestände auch darin, die mikrobiellen Prozesse, die zu einer N-Retention führen, räumlich von den Bereichen zu trennen, in denen eine Nährstoffretention durch Sedimentation stattfindet. Dies könnte durch eine stärkere funktionale Zonierung des Feuchtgebietes erfolgen.

Kritisch im Hinblick auf die Bilanzierungen zu werten ist der genutzte vereinfachte Ansatz gleicher Stoffkonzentrationen für Drän- und Grundwasser. Hier ist aber der Vergleich zur Grundwassergütedaten interessant. Die ca. 6 km entfernte amtliche Grundwassermessstelle des Landes bei Babst befindet sich ebenfalls im oberflächennahen Grundwasseranstrom zum Neuklostersee, repräsentiert ähnliche, landwirtschaftlich/ackerbaulich geprägte Nutzungsverhältnisse und ähnliche geologische Verhältnisse hinsichtlich der Oberflächensubstrate (insbesondere sickerwasserbestimmte Sande und Tieflehme) wie der Untersuchungsraum [12]. Für die Messstelle werden bei [12] folgende Mittelwerte angegeben: Nitrat: $139,4 \text{ mg l}^{-1}$ (= $31,5 \text{ mg l}^{-1}$ Nitrat-N); Ammonium: $0,06 \text{ mg l}^{-1}$ (= $0,05 \text{ mg l}^{-1}$ Ammonium-N). Der Mittelwert der gemessenen Nitrat-N-Konzentration des Feuchtgebiets-Dränzulaufes des Jahres 2016/2017 (21 Werte) beträgt z. B. gerade mal $8,6 \text{ mg l}^{-1}$. Für P gibt es leider keine Daten an der genannten Grundwassermessstelle. P-Grundwasserkonzentrationen in der Größenordnung der gemessenen Dränwassers sind aber in Mecklenburg-Vorpommern verbreitet sehr realistisch [13]. Insgesamt erscheint das gewählte Vorgehen damit als gerechtfertigt. Die Unsicherheiten bezüglich der Grundwasserbeschaffenheit können nur durch zusätzliches Grundwassermonitoring behoben werden, was dem Auftraggeber ausdrücklich empfohlen wird.

Anmerkung und Dank

Die Durchführung des Vorhabens wurde finanziert mit Mitteln des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern. Die Untersuchung der Sedimentverhältnis-

se wurde im Rahmen des Vorhabens „ReWaM-Verbundprojekt Phosphor von der Quelle bis ins Meer – Integriertes Phosphor- und Wasserressourcenmanagement für nachhaltigen Gewässerschutz“ durchgeführt und von daher mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 033W042C gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Die Autoren möchten sich für die gute und konstruktive Zusammenarbeit vor allem bei Frau Oleak, Wasser- und Bodenverband Obere Warnow, Herrn Brauer, Zweckverband Wismar, Herrn Hecht, Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg, sowie Frau Koch, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, bedanken.

Literatur

- [1] WFD CIS Guidance No 12 (2003): *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No 12. Horizontal Guidance on the Role of Wetlands in the Water Framework Directive.* – European Communities, 61 S.
- [2] Ramsar-Konvention: *Übereinkommen über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel, von internationaler Bedeutung vom 02.02.1971*, UN Treaty Series No. 14583, Ratifikation in Deutschland am 26.02.1976
- [3] DWA-Themenband T 2/2012: *Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässersystem sowie durch Feuchtgebiete*, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 2012, 86 S.
- [4] <https://www.epa.gov/wetlands/constructed-wetlands>, Abruf am 31.03.2016.
- [5] R. H. Kadlec, S. D. Wallace: *Treatment Wetlands*, 2. Aufl., CRC Press, 2008 [Bookshelf Online], 1.016 S.
- [6] I. Krämer, M. Nausch, D. Mehl, G. Nausch, B. Deutsch: *Phosphor von der Quelle bis ins Meer*, Wasser und Abfall 9, 2016, S. 18-22
- [7] D. Mehl, U. Kästner: *Anlage eines Feuchtgebietes zum Nährstoffrückhalt als Kombinationslösung Dränwasser/gereinigtes Abwasser am Neuklostersee (Mecklenburg-Vorpommern)*, KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 5 (12), 2012, S. 660-666
- [8] K. S. Tonderski, B. Arheimer, C. B. Pers: *Modeling the impact of potential wetlands on phosphorus retention in a Swedish catchment*, AMBIO 34 (7), 2005, S. 544-551
- [9] M. Feibicke: *Was können künstliche Feuchtgebiete zum Rückhalt von Nährstofffrachten aus diffusen Einträgen leisten?*, Rostocker Meeresbiologische Beiträge 15, 2006, S. 61-73
- [10] J.M. Andersen: *An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments*, Water Research 16, 1976, S. 119-126
- [11] www.dwd.de, Daten der Klimastation Schwerin, Abruf am 14.04.2016
- [12] www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/umweltinformation/gis/kartenportal.htm, Kartenportal des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Abruf am 25.05.2017
- [13] D. Mehl, T. G. Hoffmann, M. Schneider, M. Knüppel, W. Baumgarten, H. Giese: *Konzeptstudie für den Schaalsee (Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern). I. Phosphoraustrag (Einzugsgebiet) und Phosphoreintrag (See)*, Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 60 (5), 2016, S. 303-320

Autoren

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl

Dr. rer. nat. Barbara Deutsch

Dr. rer. nat. Tim G. Hoffmann

Dipl.-Ing. Ulrike Kästner, M.Sc. Linnéa Hoffmann

biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Nebelring 15, 18246 Bützow

E-Mail: postmaster@institut-biota.de

