

Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzflächen im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer - Heupen“ - Auswirkungen auf die Sicker- und Grundwasserbeschaffenheit -¹

Martina Herrmann (Jena) und Jürgen Pust (Recke)

Zusammenfassung

Durch Puffergürtel aus extensiv bewirtschafteten Flächen können nährstoffarme Lebensräume vor Einträgen eutrophierend wirksamer Substanzen aus der intensiven Agrarlandschaft geschützt werden. Wir verfolgen die Auswirkungen verschiedener Extensivierungsmaßnahmen auf die Sicker- und Grundwassereigenschaften der umgewandelten Flächen über einen Zeitraum von mehreren Jahren. Die Maßnahmen beinhalten dabei (1) Umwandlung in extensives Grünland und (2) Abschieben des Oberbodens. Bei der Umwandlung ackerbaulich genutzter Flächen in extensives Grünland kann bereits innerhalb weniger Monate eine starke Reduktion des Ionen- und insbesondere Nitrat-Gehaltes im Sickerwasser beobachtet werden, während dieser Prozess auf der Ebene des Grundwassers mehrere Jahre in Anspruch nimmt. Die Entwicklung des Wasserchemismus wird dabei vermutlich auch entscheidend vom jeweiligen Grundwasserregime und der Grünlandvegetation beeinflusst. Das Abschieben des Oberbodens führt nach wenigen Jahren zu einer starken Verarmung an Ionen im Sicker- und Grundwasser, insbesondere an trophierelevanten Substanzen wie Stickstoffverbindungen und Kalium.

Summary: Zones of extensively managed land can protect nutrient-poor environments from the input of eutrophying substances from surrounding areas with intense agriculture. We follow the effect of different types of land-use changes on seepage water and ground water quality of the respective areas over a period of several years. The types of land-use change investigated in this study include (1) change from arable land to mown grassland, and (2) top soil removal. Change of land-use practices to mown grassland may result in a considerable decrease of ion concentrations and especially of nitrate concentrations in the seepage water already within a few months, while this process may take several years on the ground water level. In addition, hydrological conditions and grassland vegetation may have a strong effect on water chemistry. Top soil removal leads to a strong decrease of ion concentrations in the seepage water and ground water, especially of substances such as nitrogen compounds and potassium.

1 Einleitung

Durch Nährstoffarmut gekennzeichnete Lebensräume wie Heidelandschaften und oligotrophe und dystrophe Gewässerlandschaften sind heutzutage zumeist inselhaft in eine durch die intensive agrarische Nutzung geprägte Landschaft eingestreut. Durch Einträge eutrophierend wirksamer Substanzen über den Grundwasser- und Luftpfad werden diese Lebensräume in ihrem nährstoffarmen Status gefährdet. Puffergürtel aus extensiv genutzten Flächen, welche schützenswerte Bereiche von der intensiv landwirtschaftlich genutzten Umgebung abtrennen, ermöglichen eine Reduktion dieser Einträge. Der erste

¹ Heinz Otto Rehage zum 75. Geburtstag gewidmet.

Schritt bei der Gestaltung derartiger Puffergürtel ist die Extensivierung der Bewirtschaftung auf diesen Flächen. Als Modellgebiet für derartige Maßnahmen dient in unseren Untersuchungen das im Kreis Steinfurt (Westfalen) gelegene Naturschutzgebiet „Heiliges Meer - Heupen“ mit seinen natürlichen Gewässern unterschiedlicher Trophiestufen und seinen Heide- und Waldlandschaften bzw. seine Peripherie. Das im Dezember 2008 erweiterte Naturschutzgebiet „Heiliges Meer – Heupen“ umfasst das ehemalige Naturschutzgebiet „Heiliges Meer“ mit ca. 90 ha Fläche, das in diesem Artikel als Kerngebiet bezeichnet wird (s. Abb. 1), sowie umfangreiche Flächen in der Peripherie des Kerngebietes. Die Gesamtfläche des Naturschutzgebietes beträgt 259,9 ha (Amtsblatt für den Regierungsbezirk Münster, 2008). Im angrenzenden Umfeld des Kerngebietes werden seit den 1960er Jahren Flächen extensiviert, um den Austrag eutrophierend wirksamer Substanzen in das Grundwasser und dadurch schließlich auch grundwasservermittelte Stoffeinträge in die nährstoffarmen Zonen des Kerngebietes zu vermindern. Die Umwandlungsmaßnahmen beinhalten (1) einen Wechsel der Bewirtschaftungsform von ackerbaulicher Nutzung auf extensive Grünlandbewirtschaftung (Weide oder Wiese) oder (2) ein Abschieben des durch die langjährige ackerbauliche Nutzung mit Pflanzen-nährstoffen angereicherten Oberbodens (ehemaliger Pflughorizont).

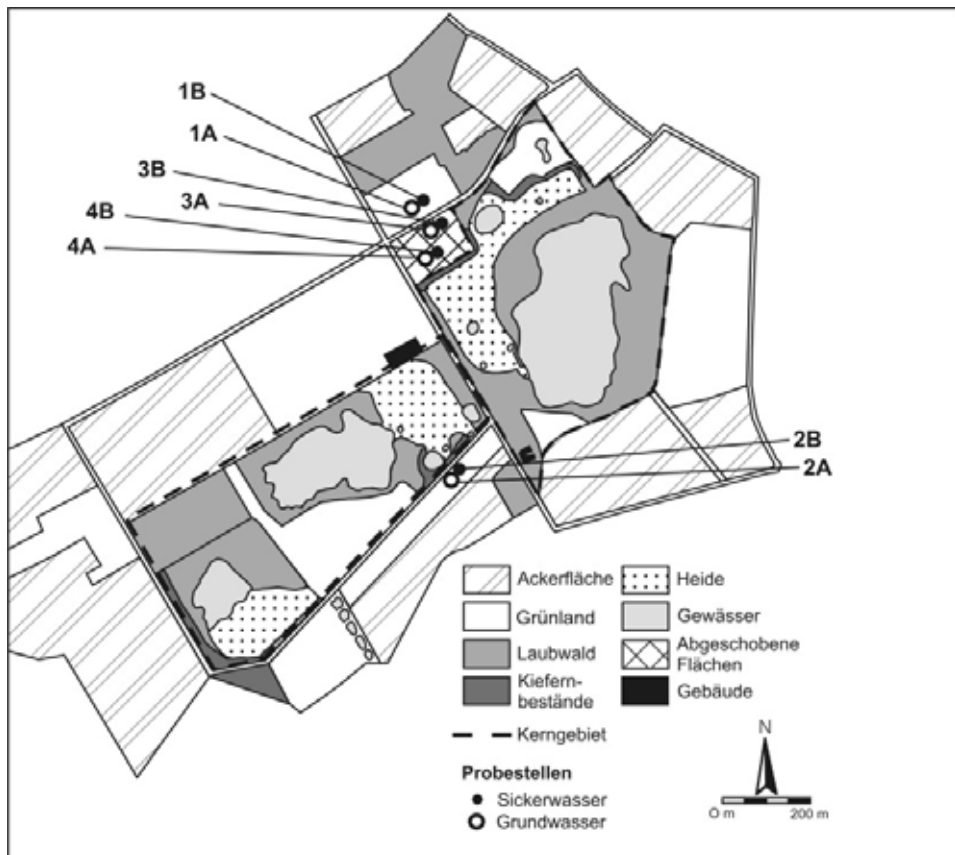


Abb. 1: Lage der umgewandelten Flächen im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer – Heupen“ und Position der Messstellen.

Umwandlungen in extensives Grünland sind in der Regel mit einer verstärkten Festlegung pflanzenverfügbarer Nährstoffe in lebende Biomasse bei permanenter Vegetationsbedeckung sowie mit einer Anreicherung von Humus und damit der Immobilisierung der darin gebundenen Pflanzennährstoffen verbunden (Olf et al. 1994). Hier führt das Ausbleiben des Pflügens zu einer reduzierten Durchlüftung der oberen Bodenschichten und damit zu einer Verminderung der oxidativen Mineralisation. Zugleich werden Denitrifikationsprozesse während der Versickerung begünstigt und somit der Eintrag von Nitrat in das Grundwasser vermindert. Dies konnte bei einer früheren Maßnahme in der Peripherie des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ demonstriert werden, wo infolge der Umstellung von Ackerbau auf extensive Weidewirtschaft in nur zwei Jahren die Nitratkonzentration des Grundwassers von 200 mg L^{-1} auf etwa 20 mg L^{-1} gesenkt wurde (HAGEMANN et al. 2000).

Durch Abschieben des Oberbodens werden die nährstoffärmeren Unterbodenhorizonte exponiert und damit eine Ausgangssituation geschaffen, welche die Ansiedlung an Nährstoffarmut angepasster Pflanzenarten begünstigt, beispielsweise im Zusammenhang mit der Regeneration von Heidevegetation (ALLISON & AUSDEN 2004). Zugleich wird die Auswaschung eutrophierend wirksamer Substanzen in tiefere Bodenschichten und in das Grundwasser reduziert, da mit dem Oberboden auch die darin gebundenen Düngerrückstände als Quelle eutrophierend wirksamer Substanzen entfernt werden.



Abb. 2: Abschieben des Oberbodens auf der „Greiweschen Fläche“ im Januar 2004.

In den hier vorgestellten Untersuchungen werden die Auswirkungen der beiden Typen von Umwandlungsmaßnahmen auf die Sicker- und Grundwasserbeschaffenheit unter den betroffenen Flächen über einen Zeitraum von maximal 7 Jahren nach der Umwandlung verfolgt, wobei die Auswaschung von Stickstoffverbindungen den Schwerpunkt bildet.

Als Modellflächen dienen zwei ehemalige Ackerflächen, die 2001 bzw. 2003 in extensives Grünland umgewandelt wurden, sowie eine Fläche, auf welcher die Bewirtschaftung zunächst 1993 von Ackerbau auf extensives Grünland umgestellt wurde und als weitergehende Maßnahme im Jahr 2004 der Oberboden abgeschoben wurde (Abb. 2).

2 Material und Methoden

2.1 Beprobung von Sicker- und Grundwasser

Probestellen zur Entnahme von Sicker- und Grundwasser wurden von 2001 bis 2004 auf den verschiedenen Flächen angelegt, um die Umwandlungsmaßnahmen zu begleiten (Abb. 1, Tab. 1). Die Probenahmesysteme wurden auf der Fläche „Erdfallsee Süd“ (2A/B) sowie auf der „Greiweschen Fläche“ (3A/B) noch vor Durchführung der jeweiligen Maßnahme – Umwandlung in extensives Grünland bzw. Abschieben des Oberbodens – installiert, so dass hier ein direkter Vergleich der Vorher-/Nachher-Situation möglich ist. Die Probenahmesysteme 1A/B (Fläche „Osterholtstraße Nord“) sowie 4A/B („Greiwesche Fläche“) wurden erst kurz nach erfolgter Umwandlung eingebracht. Die beiden auf der „Greiweschen Fläche“ befindlichen Messstellen unterscheiden sich in erster Linie hinsichtlich der Grundwassernähe; so beträgt der Flurabstand bei maximaler Absenkung im Herbst bei Messstelle 3B etwa 130 cm, bei Messstelle 4B ca. 80 cm.

Tab. 1: Übersicht über Zeitpunkte der Umwandlung und Bewirtschaftungsformen der Untersuchungsflächen. Die Jahreszahlen hinter den Probestellensignaturen bezeichnen den Beginn der Messungen.

Fläche	Zeitpunkt der Umwandlung	Nutzung vor Umwandlung	Maßnahme	Probestellen	
				Sickerwasser	Grundwasser
Osterholtstraße Nord	2001	Acker	Umwandlung in extensives Grünland	1A (2001)	1B (2001)
Erdfallsee Süd	2003	Acker	Umwandlung in extensives Grünland	2A (2001)	2B (2001)
Greiwesche Fläche	1993	Acker	Umwandlung in extensives Grünland	3A (2001); 4A (2004)	3B (2001); 4B (2004)
	2004	Extensives Grünland	Abschieben des Oberbodens		

Die Beprobung von Sicker- und Grundwasser erfolgte von 2001 bis 2005 in monatlichen Intervallen. Von 2006 bis 2008 wurden vier bis sechs Proben jährlich gewonnen. Zur Gewinnung von Sickerwasser wurden Kleinstlysimeter mit einer Monolithmächtigkeit von 35 bis 40 cm eingesetzt (vgl. HERRMANN 2004). Im Bereich von Grünlandflächen umfasst der Monolith hier in seiner vertikalen Ausdehnung die von den Pflanzen hauptsächlich durchwurzelten Bodenhorizonte, so dass das Sickerwasser direkt nach der Passage des Wurzelraumes aufgefangen wird. Die Konstruktion und Beprobung der Messstellen zur Entnahme von Grundwasser basiert auf dem Prinzip der Saugkerzen-Methode (DVWK 1990). Hierbei werden als Grundwasserfilter Polyethylen-Gefäße mit einem Volumen von 0,5 oder 1 L sowie einer Porengröße der Verfilterung von 100 μm verwendet (vgl. HAGEMANN et al. 2000, HERRMANN 2004), welche im Boden unter wasser-gesättigten Bedingungen seitlich einströmendes Wasser aufnehmen können.

2.2 Analyse physikochemischer Parameter

Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit als Maß für den Ionengehalt des Wassers und des pH-Wertes erfolgten elektrometrisch (LF 91 der Fa. WTW; pH-Meter DIGI 520 der Fa. WTW mit Einstab-Glaselektroden-Messkette Typ AH-300-1-SDI S der Fa. Kuntze), der Gehalt an Nitrat und Ammonium wurde photometrisch bestimmt (Salicylat-Methode, D9 in DEV 1976 bzw. BERTHELOTS Reaktion, DIN 38406, E5-1 in DEV 1994; Photometer Lambda 2S der Fa. Perkin-Elmer). Als weiterer Indikator landwirtschaftlicher Einflüsse wurde zudem bis 2005 die Kalium-Konzentration ermittelt (Flammenphotometer der Fa. Dr. Lange Typ M6D). Für genauere Angaben zu den verwendeten Methoden s. POTT et al. (1998) und HERRMANN (2004). Die Messwerte weisen jeweils im Jahresverlauf eine relativ große Streuung auf. Um die Schwerpunkte der Werteverteilung besser wiederzugeben, wurde in der Auswertung der Median gegenüber dem arithmetischen Mittel bevorzugt. Zur Analyse von Korrelationen zwischen verschiedenen Parametern wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN berechnet (Sachs 1999).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Umwandlung ackerbaulich genutzter Flächen in extensives Grünland

Auf der Ende 2001 in Grünland umgewandelten Fläche „Osterholtstraße Nord“ zeigen sich deutliche zeitnahe Auswirkungen der Extensivierungsmaßnahme auf die physikochemischen Eigenschaften des Sicker- und Grundwassers. Auf der Ebene des Sickerwassers vollzieht sich dabei sowohl hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit als auch des Gehaltes an Nitrat ein dramatischer Rückgang der Werte innerhalb nur weniger Monate nach der Umwandlung, während die Entwicklung im Grundwasser für beide Parameter wesentlich langsamer abläuft. Beispielsweise sinkt der Nitrat-Gehalt des Sickerwassers bereits in den ersten 6 Monaten von anfänglich über 50 mg L^{-1} auf unter 1 mg L^{-1} , während sich die Werte im Grundwasser erst nach mehr als zwei Jahren langfristig bei unter 20 mg L^{-1} stabilisieren (Abb. 3A). Zeitweise erhöhte Nitrat-Konzentrationen des Sickerwassers treten nachfolgend vor allem im Frühjahr auf und stehen vermutlich im Zusammenhang mit einer seit 2004 regelmäßig erfolgenden Ausbringung von Stallmist auf

dieser Fläche im Januar. Auf der Ebene des Grundwassers sind diese Effekte jedoch nicht mehr messbar, was auf einen effektiven Abbau des Nitrats, vermutlich durch Denitrifikationsprozesse, während der Sickerwasserpassage unter der Grünlandfläche deutet. Die elektrische Leitfähigkeit als Maß für den Ionengehalt des Wassers zeigt einen vergleichbaren Verlauf mit einer drastischen Abnahme im Sickerwasser von anfänglich über $600 \mu\text{S cm}^{-1}$ auf etwa $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ im ersten halben Jahr nach der Flächenumwandlung. Im Grundwasser verläuft die Stabilisierung auf etwa $130 \mu\text{S cm}^{-1}$ mit 2 Jahren deutlich langsamer (Tab. 2). Parallel erfolgt ein starker Rückgang der Kalium-Konzentration von etwa 22 mg L^{-1} direkt nach der Umwandlung auf nur noch $3,5 \text{ mg L}^{-1}$ bzw. 9 mg L^{-1} im Sicker- bzw. Grundwasser im Jahr 2005. Insgesamt ist die schnellere Reaktion auf der Ebene des Sickerwassers vermutlich auf die Nährstoffzehrung durch die sich entwickelnde permanente Vegetationsdecke und die regelmäßige Biomasseentnahme durch Mähen sowie durch Auswaschungsprozesse bei ausbleibender Düngung zurückzuführen, während sich der Grundwasserchemismus erst mit zeitlicher Verzögerung ändert. Zugleich sind die oberen Bodenhorizonte aber auch unmittelbar dem Einfluss von Jahreszeiten, der Witterung und der Vegetation ausgesetzt, was die im Vergleich zum Grundwasser größeren saisonalen Werteschwankungen erklärt.

Tab. 2: Elektrische Leitfähigkeit ($\mu\text{S cm}^{-1}$) des Sicker- und Grundwassers der Untersuchungsflächen im Zeitraum 2001 bis 2008; Median-Werte der einzelnen Untersuchungsjahre.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1A	412	88	82	103	147	190	141	83
1B	555	359	145	136	119	119	143	112
2A		294	201	99	258	369	101	82
2B		250	240	220	391	306	208	176
3A	80	64	101	35	47	55	47	29
3B	64	55	n. b. ¹	70	59	51	40	36
4A				41	34	34	33	36
4B				73	56	49	52	49

¹n. b. = nicht bestimmt

Eine mit der Fläche „Osterholtstraße Nord“ vergleichbare Entwicklung der Leitfähigkeits-, Nitrat- und Kalium-Werte nach der Umwandlung in Grünland kann auf der Fläche „Erdfallsee Süd“ nicht beobachtet werden. Hier steigen im Sickerwasser unter Grünland im ersten Jahr und danach im Grundwasser die Nitrat-Werte sogar an mit Maxima von bis zu 200 mg L^{-1} in 2006 (Abb. 3B). Die elektrische Leitfähigkeit des Sicker- und Grundwassers weist in den Jahren 2005 und 2006 Medianwerte von bis zu $391 \mu\text{S cm}^{-1}$ auf. Für beide Parameter ergeben sich damit deutlich höhere Werte als unter der ackerbaulichen Nutzung im Zeitraum 2001/2002 (Abb. 3B, Tab. 2). Eine signifikante Korrelation zwischen beiden Parametern sowohl auf der Ebene des Sickerwassers als auch des Grundwassers seit der Umwandlung in Grünland (Rangkorrelationskoeffizient 0,93 bzw. 0,58) deutet auf einen zeitlichen Zusammenhang der beobachteten Werteschwankungen und damit auf eine mögliche gemeinsame Herkunft des Nitrats und der die Leitfähigkeit erhöhenden Substanzen hin. Im Gegensatz zur Fläche „Osterholtstraße Nord“ bleiben hier im Grundwasser auch die Kalium-Werte bis 2005 auf demselben Niveau wie unter

ackerbaulicher Nutzung bei etwa 26 mg L^{-1} . Ein wichtiger Einflussfaktor insbesondere für die Sickerwasserbeschaffenheit ist möglicherweise der zwischenzeitlich hohe Anteil von Leguminosen (*Trifolium repens*) in der Grünlandvegetation dieser Fläche, welche durch eine Symbiose mit N_2 -fixierenden Bakterien in ihrem Wurzelsystem gekennzeichnet sind. Durch die Mineralisation der stickstoffreichen Biomasse dieser Pflanzen kann es zu einer starken Freisetzung von Stickstoffverbindungen kommen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992). Erst in den letzten zwei Jahren zeichnet sich im Sicker- und Grundwasser ein deutlicher Rückgang der Nitrat-Konzentrationen (Abb. 3B) und auch der elektrischen Leitfähigkeit ab, welcher möglicherweise die Stabilisierung auf einem niedrigen Niveau einleitet.

Auf beiden Flächen sind die Effekte der Umwandlung auf den pH-Wert und den Ammonium-Gehalt des Sicker- und Grundwassers weniger dramatisch. Im Sickerwasser der Fläche „Osterholtstraße Nord“ nimmt die Konzentration von Ammonium im Sickerwasser leicht ab von anfänglich $0,21 \text{ mg L}^{-1}$ auf Werte nahe der Nachweisgrenze ($0,03 \text{ mg L}^{-1}$ in 2008), während sie auf der Fläche „Erdfallsee Süd“ von der Umwandlungsmaßnahme relativ unbeeinflusst konstant bei unter $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ bleibt. Im Grundwasser der Fläche „Osterholtstraße Nord“ nimmt die Ammonium-Konzentration von $0,17 \text{ mg L}^{-1}$ (2001) auf langfristig stabile Werte um etwa $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ zu. Auf der Fläche „Erdfallsee Süd“ steigen die Werte im Grundwasser zunächst auf ein Jahresmaximum von $1,92 \text{ mg L}^{-1}$ (2004) an, sinken danach aber kontinuierlich auf schließlich $0,04 \text{ mg L}^{-1}$ im Jahr 2008.

Die pH-Werte bewegen sich im Sicker- und Grundwasser beider Untersuchungsflächen im Zeitraum 2001 bis 2008 zwischen pH 5 und pH 6 mit größeren Schwankungen auf der Ebene des Sickerwassers. Die hier beobachteten Unterschiede zwischen den Jahren lassen sich nicht eindeutig bestimmten Faktoren zuordnen und weisen keinen Trend als Reaktion auf die Flächenumwandlung auf.

3.2 Abschieben des Oberbodens

Die beiden Messstellen auf der „Greiweschen Fläche“ zeigen für das Sicker- und Grundwasser eine vergleichbare Entwicklung der hydrochemischen Eigenschaften als Reaktion auf das Anfang 2004 erfolgte Abschieben des Oberbodens; Unterschiede zwischen beiden Probestellen sind hier vermutlich in erster Linie auf die unterschiedliche Grundwassernähe der beiden Standorte zurückzuführen. Seit 2006 zeichnet sich auf der Fläche eine deutliche Differenzierung ab in einen Abschnitt mit höherem Grundwasserflurabstand, der durch offene Sandflächen mit nur spärlichem Pflanzenbewuchs geprägt ist (Probestellenbereich 3A/B), sowie einen grundwassernäheren Abschnitt mit lokal im Winter über Flur anstehendem Grundwasser, welcher seit 2007 bereits eine dichte Besiedlung mit Kryptogamen und Jungwuchs von *Betula pendula* und *B. pubescens* sowie mit vereinzelt Exemplaren von *Calluna vulgaris* und *Erica tetralix* aufweist (Probestellenbereich 4A/B; Abb. 4).

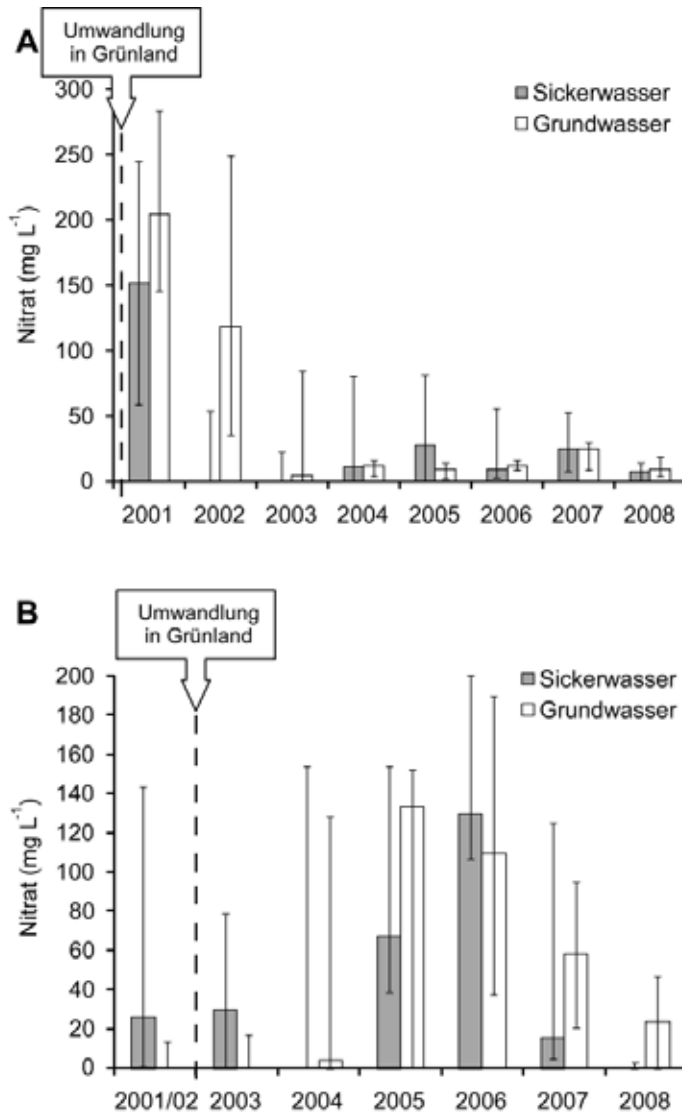


Abb. 3: Entwicklung der Nitrat-Konzentrationen (mg L⁻¹) im Sickerwasser und Grundwasser im Zusammenhang mit der Umwandlung ackerbaulich genutzter Flächen in extensives Grünland. Der Zeitpunkt der Umwandlung ist angedeutet. A: Fläche „Osterholtstraße Nord“ (Messstelle 1A/B). B: Fläche „Erdfallsee Süd“ (Messstelle 2A/B).



Abb. 4: Vegetationsentwicklung auf der „Greiweschen Fläche“ im August 2007.

Am grundwasserferneren Standort zeigen sich unmittelbar nach dem Abschieben des Oberbodens zunächst gegenüber der Grünlandnutzung leicht erhöhte Werte der elektrischen Leitfähigkeit und des Nitrats im Grundwasser (Abb. 5A und 6A), was vermutlich auf eine verstärkte Mineralisation und Auswaschung von Ionen als Folge der massiven Bodenstörung zurückzuführen ist. An beiden Standorten ist nachfolgend im Grundwasser eine kontinuierliche Abnahme der Werte beider Parameter zu beobachten bis zu einer Stabilisierung auf sehr geringem Niveau im Jahr 2008 (Abb. 5 und 6). Gegenüber der vorangegangenen Grünlandnutzung ändern sich die Ammonium-Konzentrationen und der pH-Wert des Sicker- und Grundwassers mit pH-Werten von 5,0 bis 5,3 und Ammonium-Konzentrationen nahe der Nachweisgrenze ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$) nur wenig. Die Konzentration von Kalium sinkt von $1,7$ und $1,4 \text{ mg L}^{-1}$ im Sicker- und Grundwasser unter Grünlandnutzung auf $0,4$ bzw. $0,1 \text{ mg L}^{-1}$. Insgesamt reflektiert die Sicker- und Grundwasserbeschaffenheit die extreme Nährstoffarmut dieser Untersuchungsfläche; der größte Teil der aus der ackerbaulich geprägten Nutzungsphase stammenden Pflanzennährstoffe ist mit dem abgeschobenen Oberboden entfernt worden, und die in den darunter liegenden Bodenhorizonten mobilisierbaren Substanzen sind in den fünf Jahren seit der Umwandlungsmaßnahme bei fehlender Vegetationsbedeckung ausgewaschen worden. Bei dem grundwassernäheren und feuchteren Standort der Messstelle 4B liegen die Nitrat-Konzentrationen im Vergleich zur Messstelle 3B auf einem deutlich niedrigeren Niveau, was vermutlich auf geringere Nitrifikationsraten bzw. effektiveren Abbau von Nitrat durch Denitrifikationsprozesse im Boden zurückzuführen ist. Effekte der sich differenzierenden Vegetation der Fläche sind im gegenwärtigen Zustand der Entwicklung auf hydrochemischer Ebene noch nicht eindeutig nachzuweisen.

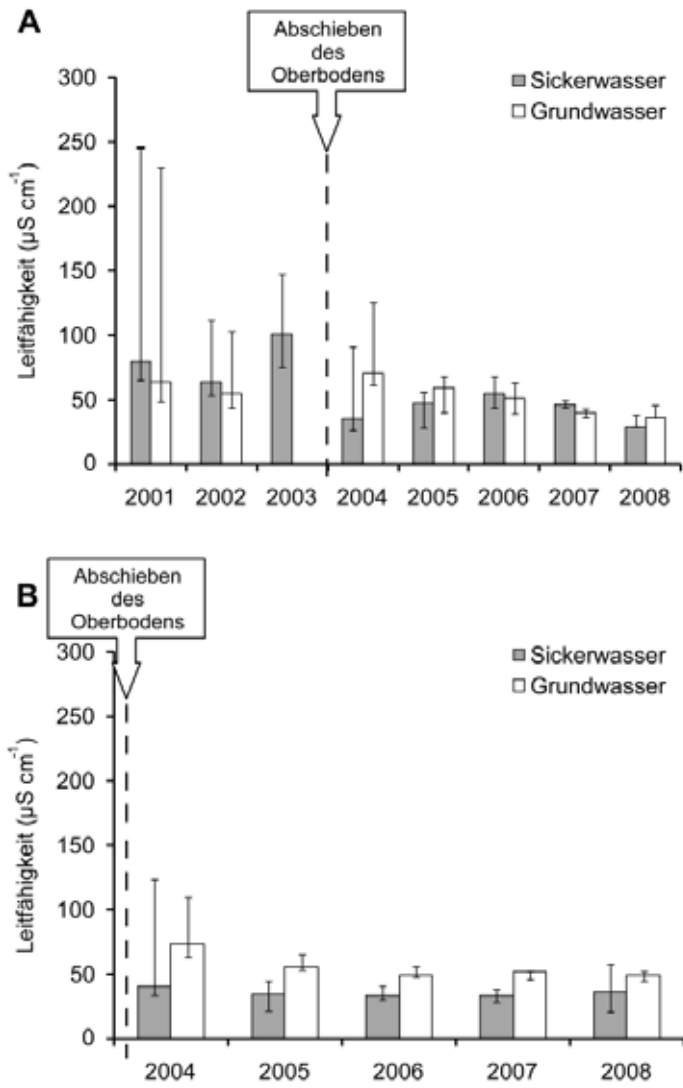


Abb. 5: Entwicklung der elektrischen Leitfähigkeit ($\mu\text{S cm}^{-1}$) im Sickerwasser und Grundwasser nach Abschieben des Oberbodens. A: Messstelle 3A/B (keine Beprobung des Grundwassers im Jahr 2003); B: Messstelle 4A/B.

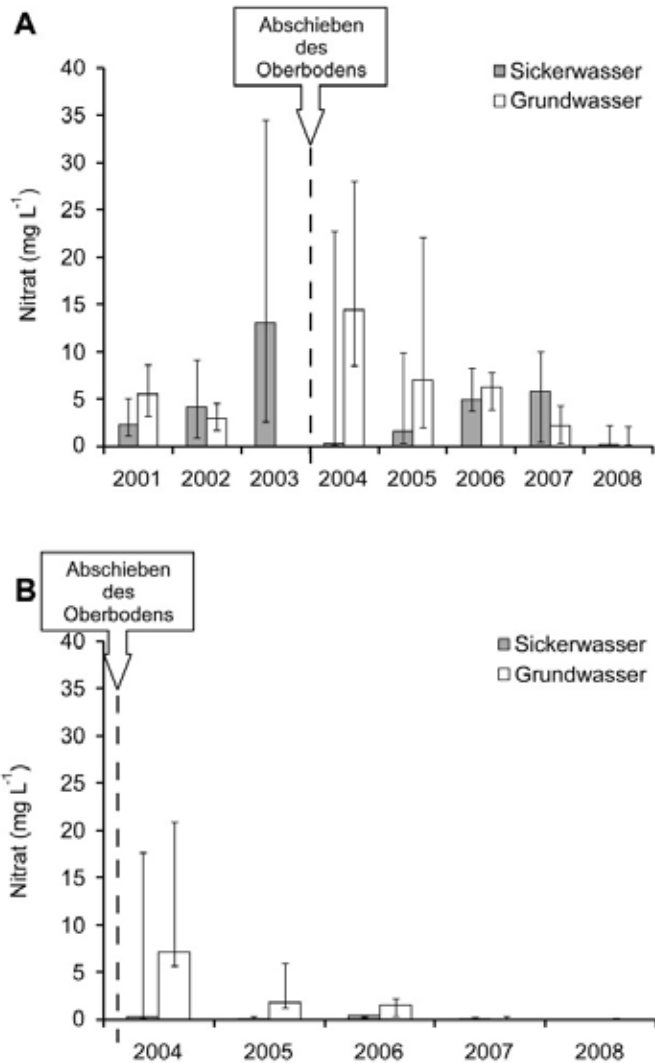


Abb. 6: Entwicklung der Nitrat-Konzentrationen (mg L⁻¹) im Sickerwasser und Grundwasser nach Abschieben des Oberbodens. A: Messstelle 3A/B (keine Beprobung des Grundwassers im Jahr 2003); B: Messstelle 4A/B.

4 Schlussfolgerungen

Unsere Messergebnisse weisen darauf hin, dass Extensivierungsmaßnahmen wie Umwandlung in Grünland oder Abschieben des Oberbodens innerhalb weniger Jahre zu einem deutlichen Rückgang der Ionen- und insbesondere der Nitrat-Konzentration im Grundwasser der entsprechenden Flächen führen können. Auf der Ebene des Sickerwassers können sich diese Veränderungen sogar innerhalb noch kürzerer Zeiträume vollziehen. Das Beispiel der Fläche „Erdfallsee Süd“ zeigt jedoch auch deutlich, dass der Ver-

lauf dieser Prozesse flächenindividuell ist und möglicherweise auch Faktoren wie die Nutzung angrenzender Flächen und die Grünlandvegetation selbst einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung des Sicker- und Grundwasserchemismus ausüben können.

Danksagung

Unser Dank gilt der Akademie für Ökologische Landesforschung und dem Landschaftsverband Westfalen-Lippe für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchungen.

Literatur:

- ALLISON, M. & M. AUSDEN (2004): Successful use of topsoil removal and soil amelioration to create heathland vegetation. - *Biological Conservation* **120**: 221-228.
- Amtsblatt für den Regierungsbezirk Münster 2008, Nummer 50, H 1296, S. 521-528.
- DEV: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Physikalische, chemische, biologische und bakteriologische Verfahren. – Hrsg.: Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker in Gemeinschaft mit dem Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Loseblattwerk; 4 Bde). VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- DVWK-FACHAUSSCHUSS BODENNUTZUNG UND NÄHRSTOFFAUSTRAG (1990): Gewinnung von Bodenwasser mit Hilfe der Saugkerzenmethode. – Hrsg.: Dt. Verb. f. Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V., DVWK-Merkblätter Nr. 217/1990, 12 S., Parey, Hamburg, Berlin.
- HAGEMANN, B., POTT, R. & J. PUST (2000): Bedeutung der Vegetation für Stillgewässer-Ökosysteme, Trophiedifferenzierung und Trophieentwicklung im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt, Nordrhein-Westfalen). – In: POTT, R. (Hrsg.): Ökosystemanalyse des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt). Interaktionen zwischen Still- und Fließgewässern, Grundwasser und Vegetation sowie Landnutzung und Naturschutz. – Abh. Westf. Mus. Naturkde **62** (Beiheft): 173-272, Münster.
- HERRMANN, M. (2004): Einfluss der Vegetation auf die Beschaffenheit des oberflächennahen Grundwassers im Bereich von Heide, Wald und landwirtschaftlichen Nutzflächen. – Abh. Westf. Mus. Naturkde **66** (2): 166 S., Münster.
- OLFF, H., BERENDSE, F. & W. DE VISSER (1994): Changes in nitrogen mineralization, tissue nutrient concentrations and biomass compartmentation after cessation of fertilizer application to mown grassland. – *J. Ecol.* **82**: 611-620.
- POTT, R., PUST, J. & B. HAGEMANN (1998): Methodische Standards bei der vegetations-ökologischen Analyse von Stillgewässern – dargestellt am Großen Heiligen Meer in den Untersuchungsjahren 1992-1997. – In: POTT, R. (Hrsg.): Stickstoffbelastungen der Gewässerlandschaft im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt) und Möglichkeiten landesplanerischer Gegensteuerung. – Abh. Westf. Mus. Naturkde. **60** (2): 53-110, Münster.
- SACHS, L. (1999): Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. – 9. Aufl., 894 S., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- SCHAEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. – 13. Aufl., 491 S., Ferdinand Enke Verlag.

Anschriften der Verfasser

Dr. Martina Herrmann
Friedrich Schiller-Universität Jena
Institut für Ökologie / AG Limnologie,
Aquatische Geomikrobiologie
Dornburger Str. 159
07743 Jena

Dr. Jürgen Pust
LWL-Museum für Naturkunde
Außenstelle Heiliges Meer
Bergstr. 1
49509 Recke

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [71_4_2009](#)

Autor(en)/Author(s): Herrmann Martina, Pust Jürgen

Artikel/Article: [Extensivierung landwirtschaftlicher Nutzflächen im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer - Heupen“ - Auswirkungen auf die Sicker- und Grundwasserbeschaffenheit - 59-70](#)