

## **Räumliche und zeitliche Variabilität der Grundwasserqualität eines degradierten Niedermoorstandortes in Nordostdeutschland**

L. Dittmann, P. Kahle, B. Tiemeyer und J. Frings

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät

### **Einleitung und Problemstellung**

Viele der einst weit verbreiteten Niedermoore Nordostdeutschlands wurden im Zuge intensiver Landwirtschaft entwässert und sind durch Torfdegradierung und – mineralisierung geprägt (SUCCOW & JOOSTEN, 2001). Dieses Prozessgeschehen geht mit erhöhten Verlusten der gewässerrelevanten Nährstoffe und folglich Belastungen für benachbarte Fließgewässer einher. Ausgehend von vorgefundenen hohen Nitratkonzentrationen am Gebietsauslass eines degradierten Niedermoors (TIEMEYER et al., 2007) zielt die vorliegende Untersuchung darauf ab, die bestimmenden Einflussfaktoren der räumlich und zeitlich variablen Stoffkonzentrationen mittels multivariater Statistik und Raum-Zeitdiagrammen zu analysieren.

### **Material und Methoden**

In einem kleinen Einzugsgebiet (85 ha) Nordostdeutschlands (15 km südöstlich von Rostock) mit vorherrschend degradierten Niedermoorböden unter intensiver landwirtschaftlicher Nutzung (Wiese mit bis zu 5 Schnitten pro Jahr) wurden einem Graben am Gebietsauslass über die Winterhalbjahre (November bis April) 2003 bis 2006 täglich Mischproben entnommen sowie Durchfluss, Niederschlag und Lufttemperatur erfasst (TIEMEYER et al., 2007). Im Winter 2005/06 wurden zusätzlich drei Transekte (A, B, C mit 65 bis 95 m Länge) mit insgesamt 18 flachen Grundwasserrohren (R 1 bis 24) an 28 Terminen beprobt. Zudem erfolgten eine räumlich hoch aufgelöste Bodenprobennahme (n=200) zur Untersuchung der Gehalte an  $C_{org}$  und  $N_t$  des Oberbodens und Profilaufnahmen je Transekt. An den Wasserproben wurden mittels Ionenchromatographie  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  und  $Cl^-$  gemessen. Zur Analyse der Stoffkonzentrationen im Grundwasser wurden der Grundwasserflurabstand (GWFA), die Bodeneigenschaften ( $C_{org}$ ,  $N_t$ ), die Witterung (Niederschlag, Lufttemperatur) sowie deren Wechselwirkungen ( $C_{org} \times GWFA$ ; Lufttemperatur  $\times N_t$ ) herangezogen und deren Wirksamkeit mittels multipler Regression geprüft.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Die Bodenaufnahme lieferte in Transekt A den Übergang von einem anthropogen überdeckten Niedermoor zu einem Erdniedermoor über tiefem Moorgley, in Transekt B herrscht ein Erdniedermoor mit unterlagerter Kalkmudde vor und in Transekt C steht ein tiefgründiges Erdniedermoor an (>1,50 m). Die  $C_{org}$ - und  $N_t$ -Gehalte der Oberböden, die eng mit der Bodengenese verknüpft sind, variieren im Größenbereich von 1,4-39,0 % bzw. 0,1-2,5 % und erreichen in Transekt C (R 18 bis R24) erwartungsgemäß die Höchstwerte (Abb. 1). Die Stoffkonzentrationen sind räumlich und zeitlich sowohl zwischen als auch innerhalb der Transekte sehr variabel und schwanken zwischen 0 und 65,4 mg l<sup>-1</sup>  $NO_3$ -N, 1 und 269,4 mg l<sup>-1</sup>  $SO_4$ -S und 4,6 und 34,5 mg l<sup>-1</sup>  $Cl^-$ . Der Graben am Gebietsauslass wies im

Vergleichszeitraum mit 0-12,9 mg l<sup>-1</sup> NO<sub>3</sub>-N, 18,8-105,4 mg l<sup>-1</sup> SO<sub>4</sub>-S und 11,7-34,4 mg l<sup>-1</sup> Cl geringere NO<sub>3</sub>-N und SO<sub>4</sub>-S-Konzentrationen auf

Sowohl mit Hilfe der multiplen Regressions- (Tab. 1) als auch der kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA) (Abb.2) erwies sich in allen Transekten der variierende Grundwasserflurabstand als prägender Faktor zur Erklärung der Stoffkonzentration des Grundwassers (Abb. 1). Beleg dafür sind die vergleichsweise hohen partiellen Korrelationskoeffizienten  $r = 0,299$  bzw.  $-0,422$ . Für den Cl-Gehalt des Grundwassers ist der GWFA hingegen weniger relevant ( $r = -0,16$ ). Die Wirkung der Bodenparameter spiegelt sich - abgesehen von der Wirkung der Einzelfaktoren C<sub>org</sub> und N<sub>t</sub> - auch in den Wechselbeziehungen zwischen GWFA und C<sub>org</sub> sowie Lufttemperatur und N<sub>t</sub> wider (Abb. 2). Die multiplen Regressionen (Tab. 1) belegen zudem, dass der N<sub>t</sub>-Gehalt auf den NO<sub>3</sub>-Gehalt und der C<sub>org</sub>-Gehalt auf den SO<sub>4</sub>-Gehalt des Grundwassers bestimmenden Einfluss haben. Zudem wirkt das Pentadenmittel der Lufttemperatur auf beide Anionen.

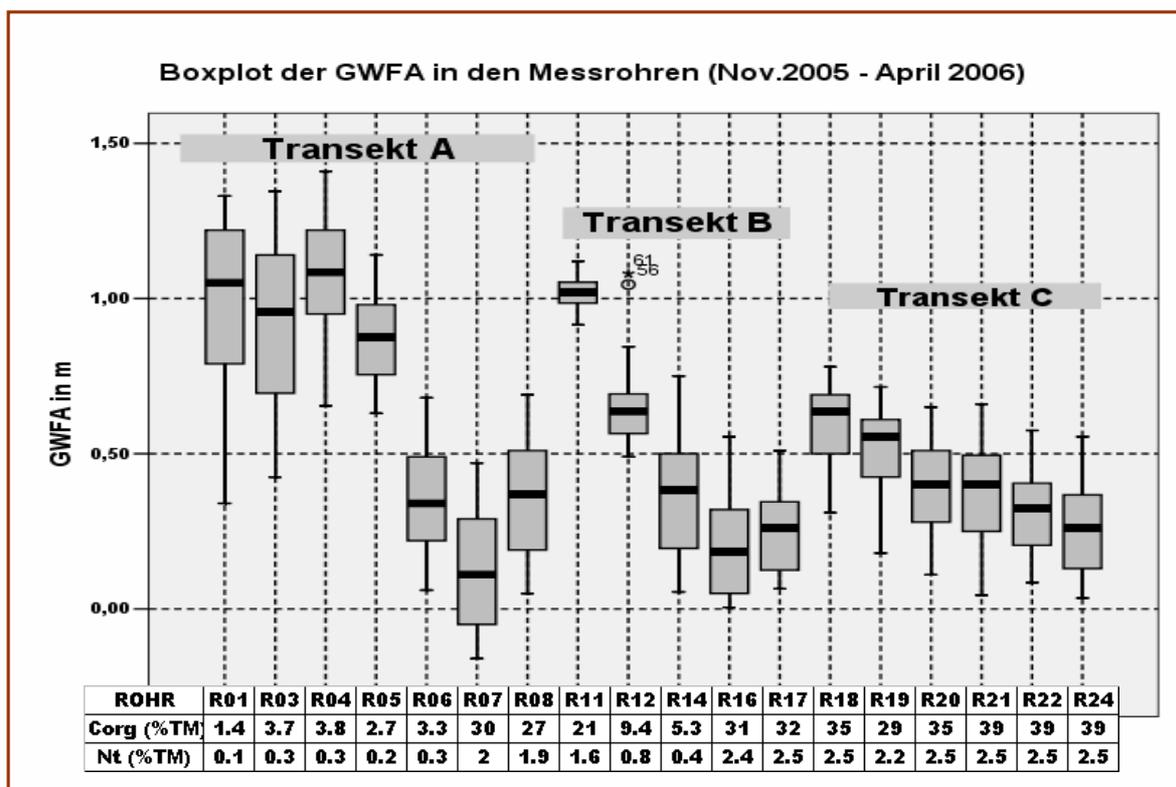


Abb. 1: Grundwasserflurabstände (GWFA) in den Transekten A, B und C während des hydrologischen Winterhalbjahres 2005/06

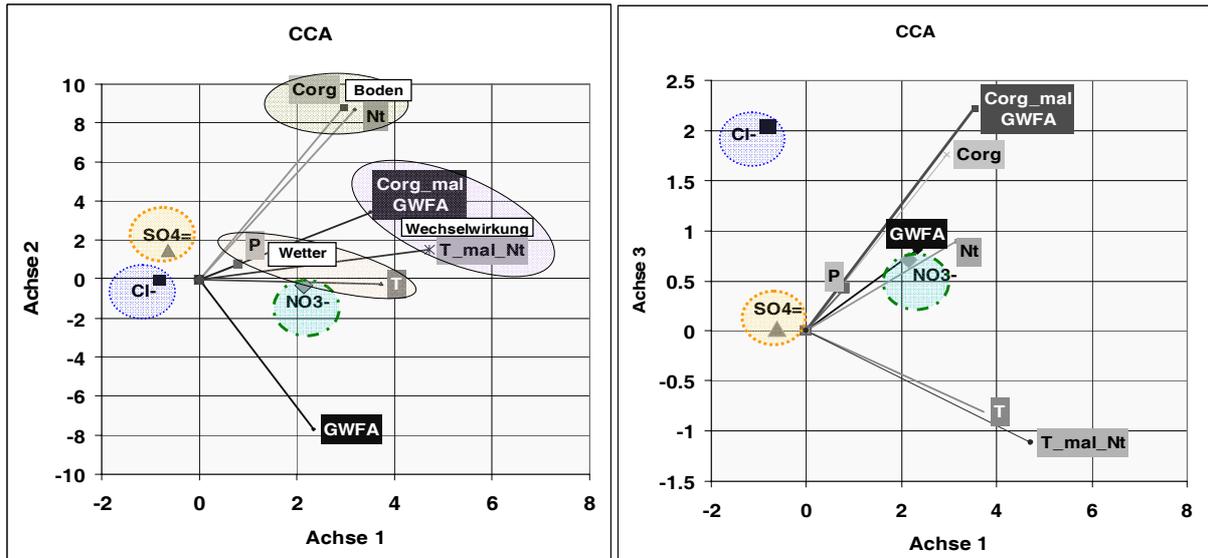


Abb. 2: Einflussfaktoren auf die Stoffkonzentration des Grundwassers an  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  und  $\text{Cl}^-$  (CCA: Achse 1 zu Achse 2 bzw. Achse 1 zu Achse 3)

Tab. 1: Regressionsschätzung zur Konzentration der Anionen  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  und  $\text{Cl}^-$  im Grundwasser

|   | Konstante | Regressionskoeffizienten |        |                    |                                       |        |
|---|-----------|--------------------------|--------|--------------------|---------------------------------------|--------|
| <b><math>\text{NO}_3^-</math> mg/l</b>  |           | GWFA                     | Nt     | T-Pent-Mittel      |                                       |        |
|   |           | cm                       | % TM   | $^{\circ}\text{C}$ |                                       |        |
|   | -19.98    | 0.625                    | 14.781 | 4.222              |                                       |        |
| Signifikanz alpha   | 0.036     | 0.000                    | 0.000  | 0.000              |                                       |        |
| part. Korr-Koeff.   | -         | 0.299                    | 0.211  | 0.281              |                                       |        |
| n=450; Standardfehler der Regression: 55.5; multipler Korr.Koeff.:r(mult)= 0.356+++   |           |                          |        |                    |                                       |        |
| <b><math>\text{SO}_4^{2-}</math> mg/l</b>   |           | GWFA                     | C-org. | T-Pent-Mittel      |                                       |        |
|   |           | cm                       | % TM   | $^{\circ}\text{C}$ |                                       |        |
|   | 357.31    | -2.142                   | -1.75  | -5.296             |                                       |        |
| Signifikanz alpha   | 0.000     | 0.000                    | 0.001  | 0.001              |                                       |        |
| part. Korr-Koeff.   | -         | -0.422                   | -0.162 | -0.158             |                                       |        |
| n=450; Standardfehler der Regression: 127.08; multipler Korr.Koeff.:r(mult)= 0.435+++ |           |                          |        |                    |                                       |        |
| <b><math>\text{Cl}^-</math> mg/l</b>  |           | Nt                       | C-org. | C-org./Nt          | T*Nt                                  | GWFA   |
|   |           | % TM                     | % TM   | Faktor             | $^{\circ}\text{C} \cdot \% \text{TM}$ | cm     |
|   | 46.971    | -21.804                  | 1.535  | -2.27              | -0.133                                | -0.026 |
| Signifikanz alpha   | 0.000     | 0.000                    | 0.000  | 0.000              | 0.000                                 | 0.001  |
| part. Korr-Koeff.   | -         | -0.358                   | 0.337  | -0.264             | -0.208                                | -0.160 |
| n=450; Standardfehler der Regression: 4.47; multipler Korr.Koeff.:r(mult)= 0.457+++   |           |                          |        |                    |                                       |        |

Aus der Raum-Zeit-Darstellung des Transekts A (Abb. 3) geht einerseits die enge Verknüpfung von Niederschlag und Grundwasserflurabstand hervor; andererseits wird erkennbar, dass insbesondere nach Starkniederschlagsereignissen (März 2006) erhöhte  $\text{NO}_3^-$ -Gehalte im Grundwasser vorkommen. Unabhängig vom Niederschlagsangebot wird die  $\text{NO}_3^-$ -Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur und der davon abhängigen Nitrifikation weiter differenziert. Daraus erklären sich die vergleichsweise höheren  $\text{NO}_3^-$ -Konzentrationen im März ( $> 0^{\circ}\text{C}$ ) gegenüber denen im Februar 2006 ( $< 0^{\circ}\text{C}$ ).

### Schlussfolgerungen

Die Untersuchung der Anionenkonzentrationen an  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  im flachen Grundwasser eines degradierten Niedermoors in Nordostdeutschland liefert erhebliche Variationen in räumlicher und zeitlicher Hinsicht und verdeutlicht, dass ein in großen räumlichen und zeitlichen Abständen betriebenes Monitoring das Prozessgeschehen nur unzureichend abbildet und zu Fehlinterpretationen bei den Stoffausträgen führt. Als bestimmende, statistisch gesicherte Einflussfaktoren für die Grundwasserqualität erwiesen sich der Grundwasserflurabstand, der Abstand zum Graben, die Witterung, die Bodenparameter und deren Wechselbeziehungen.

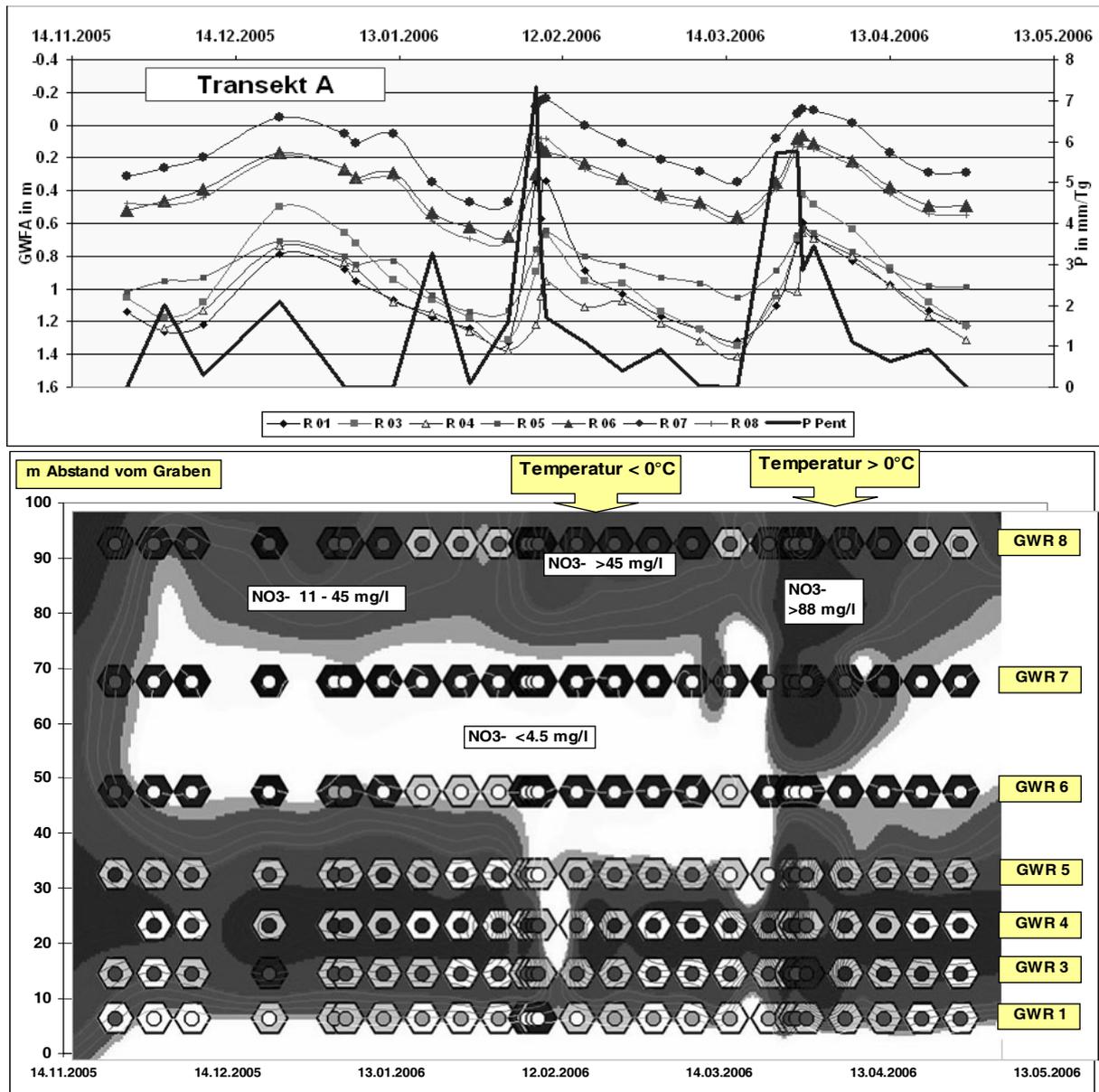


Abb. 3: Niederschlag, Grundwasserflurabstand (GWFA) der Rohre im Transekt A und  $\text{NO}_3^-$ -Gehalte des Grundwassers in Abhängigkeit von Raum und Zeit

**Literatur**

SUCCOW, M., JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

TIEMEYER, B., (2007): A comprehensive study of nutrient losses, soil properties and ground water concentrations in a degraded peatland used as an intensive meadow – implications for rewetting. *Journal of Hydrology* (EINGEREICHT)

---