

Bestimmung des Stickstoffstromes im Grund- und Oberflächenwasser auf der Grundlage des Modells PART

Udo Mellentin, Ulrike Haferkorn

1 Aufgabenstellung

Auf der Basis des Programmsystemes PC GEOFIM wurde das gekoppelte Grundwasser-/ Oberflächenwassermodell PART für das Einzugsgebiet der Parthe erarbeitet. Mit dem Modell PART können die Auswirkungen verschiedener Nutzungsszenarien auf die Grundwasser (GW)-Strömung und die Wasserdargebotssituation simuliert werden.

Im Rahmen des Teilprojektes „Bestimmung des N-Stromes im Grund- und Oberflächenwasser im Einzugsgebiet der Parthe“ soll das Modell PART zur Simulation des N-Umsatzes im Grundwasserleiter verwendet werden. Der N-Transportpfad Erdoberfläche > Wurzelzone > ungesättigte Zone > Grundwasser > grundwasserbürtiger Zufluss in die Vorflut ist Gegenstand eines Modellverbundes. Im Projektverbund wurde der Simulationszeitraum von 1980 bis 1997 festgelegt.

Im Ergebnis der Modellrechnungen soll der reaktive N-Umsatz auf dem Grundwasserpfad reproduziert und damit der grundwassergebundene N-Eintrag in das Oberflächenwasser bestimmt werden. Für Nutzungsszenarien sind dann prognostische Aussagen zum N-Austrag aus dem Einzugsgebiet (EZG) und zur Güteentwicklung im Grundwasser zu treffen.

2 Kurzcharakterisierung der hydrogeologischen Verhältnisse

- Größe des Partheinzugsgebietes: 366 km²
- in die tertiären Grundwasserleiter wurden quartäre Rinnen erodiert
- Hauptgrundwasserleiter sind frühsaalezeitlich abgelagerte Muldeschotter (GWL 1.5)
- der GWL 1.5 hat im Gebiet eine Mächtigkeit bis zu 25 m und wurde vor allem vor 1990 zur Trinkwassergewinnung sehr stark beansprucht
- hydraulisches Gefälle im EZG der Parthe von Südosten nach Nordwesten
- zwischen OW- und GW-Abfluss bestehen intensive Kopplungen

3 Erkenntnisse aus der Datenerfassung zur Wassergüte

Nitrat

- hohe NO₃⁻-Konzentrationen im GW des nördlichen Bereiches (bis 200 mg/l gemessen)
- Wasserfassungen im Bereich des Gebietsauslasses weisen im Rohwasser nur noch NO₃⁻-Konzentrationen um 2 mg/l auf
- Gebietsbilanzen ergeben, dass im Abfluss der Parthe nur noch ca. 10% der N-Auswaschung aus dem Boden vorhanden sind

Ammonium

- die Ammoniumkonzentrationen liegen im GW meist deutlich unter 0,5 mg/l
- eine Ausnahme belegen Gütemessstellen in unmittelbarer Vorflutnähe; hier sind auch Werte über 1 mg/l zu messen

Sulfat

- zur Nitratkonzentration konträre Verteilung im Einzugsgebiet (1995: im Nordosten um 200 mg/l und im Südwesten bis 500 mg/l im Rohwasser der Wasserwerke)
- dabei flächiger Anstiegstrend der Sulfatkonzentrationen für die Zeitscheiben 1965, 1975, 1985, 1995 im Rohwasser der Wasserwerke

Eisen

- im Rohwasser der Wasserwerke ist ein Anstiegstrend der Fe^{2+} -Konzentrationen zu beobachten
- weitere Aspekte:
- die Sauerstoffkonzentrationen in den quartären Ablagerungen liegen i.d.R. zwischen 2 und 4 mg/l
- der pH-Wert liegt im Wesentlichen bei 6, lokal tritt aber auch ein pH-Wert um 5 auf
- die Gütedaten weisen ein GW vom $\text{Ca-SO}_4^{2-}\text{-HCO}_3^-$ Typ aus
- auf Grund des schwachen Puffervermögens der quartären Substrate ist des GW anfällig gegen Säureeinträge

- **4 Interpretation der Gütedaten bezüglich des N-Umsatzes im gesättigten Untergrund**
- Reduktion org. Kohlenstoffes mit gelöstem Sauerstoff in den obersten Bereichen des Grundwassers
- bei Ausbildung anaerober Zonen Nutzung des Nitrates als e^- -Akzeptor von den oft fakultativen Anaerobiern unter den denitrifizierenden Mikroorganismen
- Quelle des organischen Kohlenstoffes sind möglicherweise tertiäre Einlagerungen im Untergrund
- ein wesentlicher Umsatz über eine autotrophen Denitrifikation kann derzeit noch nicht belegt werden
- bei Erreichen des entsprechenden Redoxpotenziales findet eine Reduktion/Lösung von Eisenhydroxid statt
- Ursachen des zu beobachtenden Sulfatanstieges sind Einträge über die Bodenzone (Atmosphäre, Dünger) und eventuelle Einmischung der geogen sehr hohen Sulfatgehalte in den im Untergrund austreichenden tertiären Grundwasserleitern

- Schlussfolgerungen für die weiteren Bearbeitungsschritte:
- Quantifizierung des substrat- und eintragsgebundenen Stoffdepots im gesättigten Untergrund
- Verknüpfung von Lithofazies- / Substratansprachen aus Rammkernsondierungen mit Untersuchungen zu dessen Denitrifikationspotenzialen (Batch – Versuche)
- räumliche Zuordnung der substratabhängigen Umsatzzonen anhand des geologischen Modells für das Parthegebiet
- zeitliche Auflösung der Umsatzreaktionen unter Anwendung des hydraulischen und eines (chemischen) Umsatzmodells

5 Modellansatz

- Mengenströmungs- und Transportmodellierung mit dem Programmsystem PCGEOFIM
- Online-Kopplung mit dem Geochemischen Gleichgewichtsmodell PHREEQC 2
Randbedingungen (über weitere Modellkopplungen):
- Nitrat auswaschung aus der ungesättigten Zone aus dem Modell CANDY (Simulation der C- und N- Dynamik im Boden)
- Erosionsmodell für den erosiven N- und P-Eintrag in die Vorflut
- plausible Annahmen für den Eintrag weiterer Stoffe (Na, Mg, C, O_2 , S, Ca, HCO_3 , Cl ...) ins Grundwasser