

# Dreidimensionale Modellierung der Grundwasserströmung in einem Auengebiet der Mittleren Elbe

Robert Böhnke, Stefan Geyer

## 1 Einleitung

Im Rahmen des vom BMBF geförderten interdisziplinären Forschungsprojektes RIVA sollen abiotische Standorteigenschaften sowie Einflussfaktoren und Steuergrößen auf den Wasser- und Stoffhaushalt für eine Bewertung des Ist-Zustandes und von ökologischen Veränderungen in Auen exemplarisch untersucht werden.

Die Hydrodynamik stellt den prägenden Standortfaktor in Auen überhaupt dar. Sie wird in den Auen vorwiegend von der Wasserstandsdynamik im Fluss und im Grundwasser bestimmt. Um die räumlich und zeitlich häufig variierenden Oberflächenwasser- und Grundwasserstände abschätzen zu können, ist es erforderlich, den Standortfaktor Wasserhaushalt in den Auengebieten im Ausgangszustand zu erfassen und im Hinblick auf zu erwartende Veränderungen zu prognostizieren. Die Erstellung eines numerischen Grundwassermodells für ein Auengebiet an der Mittleren Elbe diene der Erfassung der Strömungsverhältnisse sowie der Extrapolation punktuell erhobener Daten auf die gesamte Untersuchungsfläche. Das erarbeitete Strömungsmodell soll die natürlichen Verhältnisse hinreichend genau wiedergeben.

## 2 Modellgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der Mittleren Elbe zwischen den Mündungen der Mulde und der Saale. Es befindet sich rechtseits im Vordeichgebiet zwischen den Elbe-km 283 und 286 unweit der Ortschaft Steckby (Sachsen-Anhalt). Das Gebiet erstreckt sich entlang der Elbe über eine Fläche von ca. 2 km<sup>2</sup>.

In fluvial geprägten Auen ist von stark geschichteten Sedimentfolgen unterschiedlicher Durchlässigkeit auszugehen. Im Untersuchungsgebiet ist anhand von Bohrungen ein zusammenhängender Grundwasserleiter ausgebildet, der durch einen nur lokal vorhandenen Geschiebemergel in einen oberen und unteren Grundwasserleiterhorizont aufgespalten wird (Abb. 1). Der mittlere  $k_f$ -Wert des überwiegend aus Mittel- bis Grobsanden bestehenden Aquifers beträgt anhand von Siebanalysen  $6,9 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$ . Der oligozäne Rupelton stellt für das Modellgebiet die Begrenzung des Elbtalgrundwasserleiters im Liegenden dar.

## 3 Modellstruktur

Für die Grundwassermodellierung wurde das Programmsystem VISUAL MODFLOW (Finite-Differenzen-Verfahren) angewendet, das auf Grundlage einer vollintegrierten graphischen Benutzeroberfläche mit USGS MODFLOW und MT3D arbeitet (McDONALD UND HARBAUGH 1988). Das Programmsystem ermöglicht die Simulation von dreidimensionalen, stationären und instationären Strömungsvorgängen bei gespannten oder ungespannten Strömungsverhältnissen. Bei der Simulation können die ortsabhängige Geometrie sowie die ortsabhängigen geohydraulischen Parameter in horizontaler sowie in vertikaler Richtung berücksichtigt werden.

Für das Untersuchungsgebiet wurde ein 3d-Grundwasserströmungsmodell mit vier Schichten (layer) aufgebaut. Das Modellgebiet wurde durch ein Rechtecknetz mit 39.100 Elementen und Kantenlängen von 10 x 10 m diskretisiert. Die Geometrie des Modellgebietes liegt in Form eines Digitalen Geländemodells (DGM) vor. Die vertikale Abbildung der Deckschichtmächtigkeiten (Auenlehm) und die Lage der Aquiferbasis erfolgte anhand von Bohrprofilen.

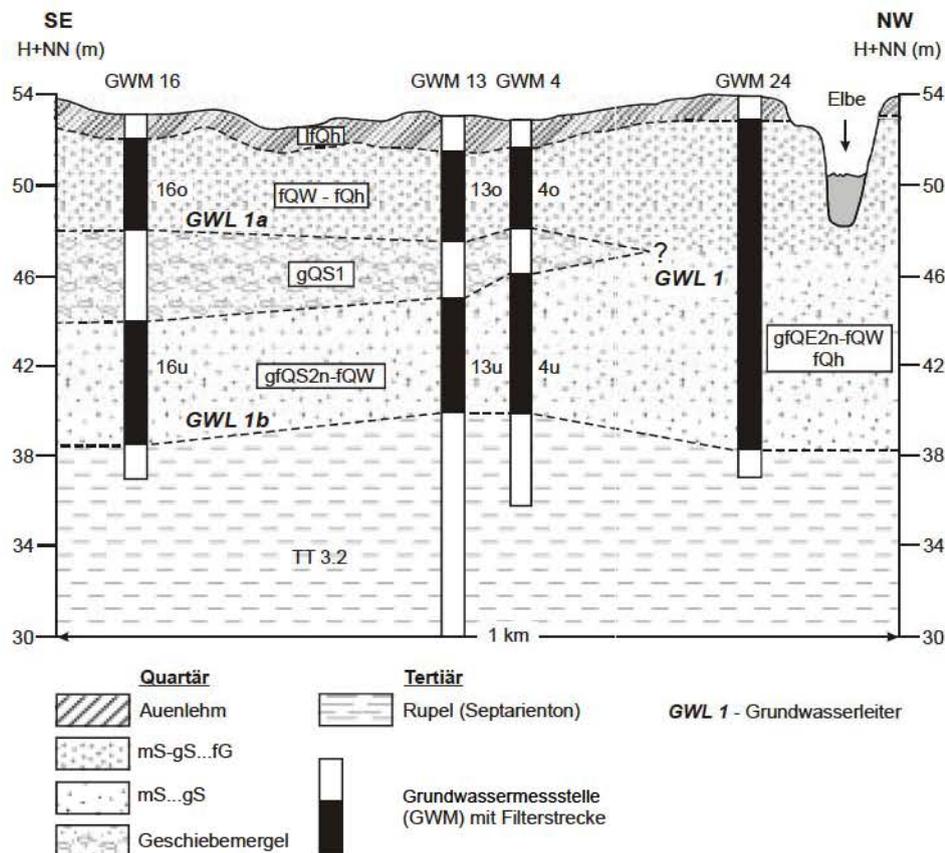


Abb. 1. Schematischer hydrogeologischer Profilschnitt durch die Aue bei Steckby

## 4 Grundwasserströmungsmodell

Das Grundwassermodell wurde anhand von Messdaten (Stichtagsmessungen) der im Untersuchungsgebiet installierten Grundwassermessstellen kalibriert. Aus der Ermittlung der für die Auenökologie relevanten Abflusssituationen der Elbe (z.B. MNW, MW, MHW) werden mit dem kalibrierten Modell die entsprechenden Grundwasserverhältnisse in der Aue simuliert. Aufgrund der schwierig zu fassenden kurzfristigen Dynamik im Auenökosystem wird der hydrologische Zustand der Aue zunächst für stationäre Bedingungen modelliert. Als modellwirksame Steuergröße wird dabei der Flussmittlerwasserstand herangezogen. Bei Mittel- und Niedrigwassersituationen ist die Grundwasserfließrichtung generell zum Hauptvorfluter Elbe gerichtet, die Aue fungiert dabei als Entlastungsgebiet für den regionalen Grundwasserstrom. Die Grundwasserabstandsgeschwindigkeit innerhalb des stark durchlässigen Grundwasserleiters beträgt nach Modellrechnungen bei Mittelwasser  $0,6 \text{ md}^{-1}$ .

Als Grundlage für eine Klassifikation hydrologischer Situationen in der Aue können aus den berechneten Grundwasserhöhen in Verschneidung mit dem DGM flächenhaft Grundwasserflurabstände ermittelt werden. Anhand der Grundwasser-Flurabstandskarten in Verbindung mit Angaben zur Mächtigkeit der Auendeckschicht und der Geländeoberfläche werden unterschiedliche Standorte im Modellgebiet durch ihre lokale hydrologische Situation und Überstaudynamik charakterisiert.

## 5 Zusammenfassung

Mit Hilfe eines 3d-Grundwasserströmungsmodells konnten für jede der ausgewählten Abflusssituationen (NW, MW, HW und deren Übergänge) die jeweils gemessenen Grundwasserstände sehr gut nachgebildet werden. Für die Auenökologie relevante Abflüsse an der Mittel- und Unterelbe wurden aus Pegelzeitreihen generiert. Die den verschiedenen Wasserstandssituationen der Elbe entsprechenden Grundwasserverhältnisse in der Aue wurden mit dem kalibrierten Modell (stationär/instationär) modelliert. Insgesamt kann die Abbildung der Grundwasserstandsdynamik im Grundwassermodell als gut bewertet werden. Die mittlere Abweichung unter Niedrig- und Mittelwasserbedingungen an den Messstellen im Untersuchungsgebiet beträgt 15 cm. In den stark reliefierten Flutrinnen konnte eine mittlere Abweichung von 20 cm, in den schwächer reliefierten, höher gelegenen Bereichen von 5 – 10 cm erreicht werden.

Die vorgestellten Modellrechnungen stellen gerade im Hinblick auf die Wasserstandsdynamik eine wichtige Referenz für die Biotik dar, denn insbesondere die unterschiedliche Statistik für die Flurabstände in der Nähe ökologisch bedeutsamer Bereiche (z.B. Flutrinnen), ist neben der Häufigkeit und Dauer von Überflutungsereignissen für die Pflanzen- und Tiergesellschaften im Auenökosystem entscheidend.

## Literatur

MCDONALD, M.G., HARBAUGH, A.W. (1988) A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model: U.S. Geological Survey Techniques of Water Resources Investigations. Book 6. Chapter A1. Denver

# Indikation in Auen

*Präsentation der Ergebnisse*  
**aus dem RIVA-Projekt**

Mathias Scholz, Sabine Stab, Klaus Henle (Hrsg.)

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH  
Projektbereich Naturnahe Landschaften und Ländliche Räume

Das dem Bericht zugrunde liegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF, Projektträger BEO) unter dem Förderkennzeichen 0339579 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Beiträge liegt bei den Autoren.