

# Langzeitliche Modellierung der Wasserhaushaltsdynamik an der Elbe

Peter Burek, Jürgen Ihringer

## 1 Zielsetzung

Im Rahmen des DFG-Graduiertenkolleg „Ökologische Wasserwirtschaft“ an der Universität Karlsruhe (TH) wird ein Modell des Wasserhaushaltes in Auenlandschaften mit Unterstützung des Verbundprojekts „Morphodynamik der Elbe“ entwickelt. Mit diesem Modell soll die Dynamik verschiedener Wasserhaushaltsgrößen (z.B. Bodenfeuchte, Grundwasserstand) über lange Zeiträume im mesoskaligen Bereich (10-1000km<sup>2</sup>) statistisch beschrieben werden. Dabei steht die Beschreibung der langfristigen Dynamik (Varianz, Schwankungsbreite, Häufigkeiten bestimmter Zustände) im Vordergrund.

Das Modell ist als quasi-2-dimensionales Wasserhaushaltsmodell konzipiert und enthält die beiden wesentlichen Prozesse:

- den direkten horizontalen Wasseraustausch zwischen Fließgewässer und Aquifer,
- die vertikale Wasserbewegung infolge Infiltration bei Überflutung und Niederschlag in der ungesättigten Bodenzone.

## 2 Modellkonzeption

Auf Grund des langen Betrachtungszeitraumes und des mesoskaligen Größenbereichs müssen die Teilmodelle vereinfachte physikalische Modellkonzeptionen verwenden (vgl. Wald et al. 1986). Die Hydraulik des Vorfluter-Aquifer Systems wird analytisch gelöst (s. Burek 1999). Hierbei wird die Laplace-Gleichung auf eine linearisierte Boussinesq-Gleichung mit Dupuit-Annahmen und zeitlich veränderlichen Randbedingungen reduziert und der ungespannte Grundwasserfluss in Transekten normal zum Vorfluter berechnet (Hall und Moench 1972).

$$T \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = S \frac{\partial h}{\partial t} - R$$

*Boussinesq-Gleichung*

T:	Transmissivität [m <sup>2</sup> /s]
S:	Speicherkoeffizient (effektive Porosität) [-]
R:	Zufluss zum Grundwasser aus dem Niederschlag [m/s]
x:	Strömungsrichtung des Grundwassers normal zum Vorfluter [m]

Im Vergleich zur numerischen Lösung beinhaltet die analytische Lösung eine Abweichung von kleiner als 10% auf Grund der Vereinfachung durch die Linearisierung (Govindaraju und Koelliker 1994). Die *Dynamik der Wasserstandsänderung* wird somit durch die analytische Lösung gut erfasst.

Für den linken Rand wird der Wasserstand des hydraulisch angebundenen Vorfluters verwendet; für den rechten Rand kann entweder eine zeitlich variable Piezometerhöhe (Bedingung 1. Art) oder der seitliche Zufluss (Bedingung 2. Art) gewählt werden.

Das Grundwassermodell wird über die Grundwasserneubildungsrate bzw. den kapillaren Aufstieg mit einem Bodenwasserhaushaltsmodell gekoppelt.

Die Berechnung der zeitlich variablen Grundwasserneubildungsrate basiert auf der Bilanzierung der Wasserhaushaltsgleichung in einem separaten Bodenwasserhaushaltsmodell. Dabei wird ein pflanzennutzbarer Bodenwasserspeicher definiert, dessen maximale Größe sich aus Wurzellänge multipliziert mit der nutzbaren Feldkapazität ergibt. Der Bodenspeicher wird gefüllt durch Niederschlag und kapillaren Aufstieg und entleert durch Verdunstung und Versickerung. Die Transformation des Sickerwassers erfolgt mit einem linearen Speicher in Abhängigkeit vom Grundwasserflurabstand und einer Speicherkonstanten. Die Übergabe der Neubildungsrate an das Grundwassermodell erfolgt als tägliche Bilanz.

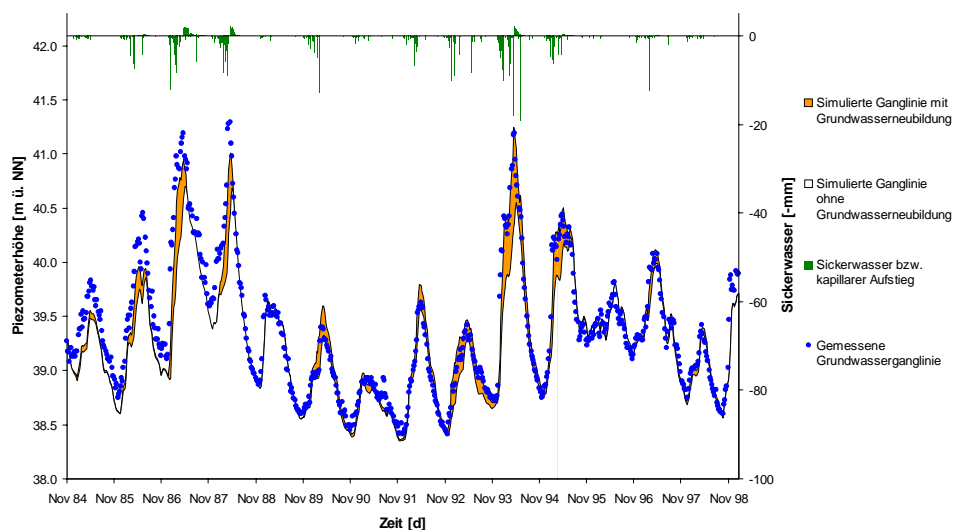
### 3 Erste Ergebnisse

Erste Anwendung findet das Modell im Bereich der Ohremündung (Elbe-km 340-350) (s. Abb. 1).



**Abb. 1.** Modellgebiet mit Transekten und Messstelle 37360028 (Staatliches Amt für Umweltschutz Magdeburg), aus: Mohrlök und Jirka (1999) (verändert)

Es wurden mehrere Transekten quer zur Elbe gelegt und mittels Grundwasserstandszeitreihen die Güte der Modellierung überprüft. An 11 Grundwasserstandszeitreihen (seit Nov. 97) und zwei längeren Reihen (Zeitreihen seit 1958, Modellierung seit Nov. 84) lassen sich gute Übereinstimmungen der gemessenen mit den modellierten Reihen feststellen, die sich durch Einbezug der zeitlich variablen



Grundwasserneubildung (grundierter Bereich am Beispiel in Abb. 2) noch verbessern lassen.

**Abb. 2.** Modellierte und gemessene Grundwasserganglinie M37360028 von 1.11.84 bis 22.1.99

### Literatur

- Burek, P. (1999) Entwicklung eines analytischen Modells der Aquifer-Fließgewässer-Interaktion. In: Fachtagung Elbe - Dynamik und Interaktion von Fluß und Aue, Wittenberge, 4.-7. Mai 1999, Karlsruhe, 82 – 85
- Govindaraju, R.S., Koelliker, J.K. (1994) Applicability of linearized Boussinesq equation for modeling bank storage under uncertain aquifer parameters. *J. Hydrol.*, 157. 349-366
- Hall, R.H., Moench, A.F. (1972) Application of the convolution equation to stream-aquifer relationships. *Wat. Resour. Res.* 8 (2), 487-493
- Mohrlök, U., Jirka, G.H. (1999) Grundwasserdynamik in den Auen des Elbetals: Aspekte der Deichrückverlegung an der Ohremündung. In: Fachtagung Elbe - Dynamik und Interaktion von Fluß und Aue, Wittenberge, 4.-7. Mai 1999, Karlsruhe, 76-79

Wald, J., Kron, K., Buck, W., Plate, E.J. (1986) Generation of storm runoff in an area with a high groundwater table. In: Gorelick S.M. (Hrsg.) Conjunctive Water Use. Understanding and managing surface water-groundwater interactions. IAHS Publication No. 165. Wallingford. 97-109