

Tagungsbeitrag zu: Vorträge Kommission I  
 Titel der Tagung: Böden verstehen, Böden nutzen, Böden fit machen  
 Veranstalter: Kommission I der DBG  
 Termin, Ort der Tagung: 03.-09.09.2011, Berlin  
 Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>

## **Beweissicherung bei Grundwasserentnahmen: Vegetationskundliches Monitoring vs. Modellierung des Wasserhaushalts**

Tobias Wirsing<sup>1</sup>, Dieter Burger<sup>1</sup>, Michael Schönthal<sup>2</sup>, Matthias Maier<sup>2</sup>

### **Einführung**

Die Erteilung der Erlaubnis/Bewilligung von Grundwasserentnahmen ist von Seiten der zuständigen Genehmigungsbehörde in der Regel mit Auflagen verbunden (JOSOPAIT et al. 2009). Im Rahmen der Beweissicherung von Umweltauswirkungen einer Entnahme auf grundwasserbeeinflussten Standorten schreibt die gute fachliche Praxis für öffentliche Trinkwasserversorger die Durchführung eines Monitorings vor (DVWG 2008). Neben der Untersuchung spezieller, besonders schützenswerter Tier- und Pflanzenarten werden im Wirkraum der Entnahme meist Dauerbeobachtungsflächen für die Anlage vegetationskundlicher Aufnahme-reihen angelegt. Dabei zeigen pflanzensoziologische Veränderungen in Artenzahl, -vitalität und -zusammensetzung jedoch auch ohne Fremdeinwirkung eine kurz- bis mittelfristige Dynamik (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Ist ein langfristiger Wandel vorhanden, so ist dieser oftmals nicht monokausal bedingt (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010) und auch wenn dieser Wandel einer Veränderung

des Bodenwasserhaushalts zugeschrieben werden kann, ist die Frage, welcher Anteil auf die Entnahme entfällt bzw. welcher Anteil klimatisch bedingt ist, zumeist nicht abschließend zu klären. Geeignete Modelle können eine sinnvolle Entscheidungshilfe bieten (DVGW 2008).

### **Hintergrund**

Die Stadtwerke Karlsruhe fördern seit 1977 in der Altaue des Rheins für die Versorgung der Stadt Karlsruhe und umliegender Gemeinden Trinkwasser. Mit dem Auslaufen des alten Wasserrechts und der Erteilung der neuen wasserrechtlichen Erlaubnis ist die Auflage verbunden die Auswirkungen einer Mehrentnahme auf die grundwasserabhängige Vegetation gegenüber dem Status quo zu dokumentieren und zu quantifizieren. Im Status-quo-Zeitraum (1995-1999) wurden 9 Mio. m<sup>3</sup>/a, ab dem Jahr 2000 (neues Wasserrecht) durchschnittlich 12,1 Mio. m<sup>3</sup>/a und damit 34% mehr Grundwasser entnommen. Zur Beweissicherung wurden fünf Dauerbeobachtungsflächen sowie eine Referenzfläche mit insgesamt 71 Einzelaufnahmeflächen (2\*2 m) angelegt und jedes Jahr mit einer Frühjahrs- und einer Sommervegetationsaufnahme kartiert (THOMAS 2011). Für die Interpretation der Feuchteveränderung werden die ELLENBERGSchen Zeigerwerte für Feuchte und Stickstoff sowie Deckungsgrad und Vitalität einzelner feuchtesensitiver Pflanzenarten bewertet. Nach 10-jährigem Monitoring werden auf einigen Flächen Auswirkungen der Mehrentnahme für denkbar, auf einer Fläche für wahrscheinlich gehalten. Die Bewertung wird durch das extrem trockene Jahr 2003 und die Folgejahre mit überregional sehr niedrigen Grundwasserständen enorm erschwert. Die Schwierigkeit auf den Aufnahme-flächen bei den multikausal be-

<sup>1</sup> Institut für Geographie und Geoökologie am KIT, Reinhard-Baumeister-Platz 1, 76131 Karlsruhe | Vorname.Nachname@kit.edu

<sup>2</sup> Stadtwerke Karlsruhe GmbH, Daxlander Str. 72, 76185 Karlsruhe | Vorname.Nachname@stadtwerke-karlsruhe.de

dingten Veränderungen zwischen Fluktuationen und Sukzessionen (gerichteten Entwicklungen) zu unterscheiden sowie die Tatsache in der Natur nie über eine perfekte Referenzfläche zu verfügen, machen die Quantifizierung der Auswirkungen der Mehrentnahme sehr schwierig und unsicher.

### Ansatz

Vor diesem Hintergrund wurde der Weg beschrieben ein vorhandenes, an Lysimetern validiertes Bodenwasserhaushaltsmodell (WIRSING et al. 2010c) auf die Dauerbeobachtungsflächen zu adaptieren und den 10-Jahres-Zeitraum des pflanzensoziologischen Monitorings nachzumodellieren. In vorausgegangenen Studien konnte gezeigt werden, dass Bodenwasserhaushaltsmodelle unter brauchbaren Randbedingungen geeignete Prognoseinstrumente (WIRSING et al. 2010a & d) mit hoher Vorhersagesicherheit (WIRSING et al. 2010b) für die Abschätzung der Umweltauswirkung einer Grundwasserentnahme darstellen. Für die Modellierung der Dauerbeobachtungsflächen wurden berechnete Grund-

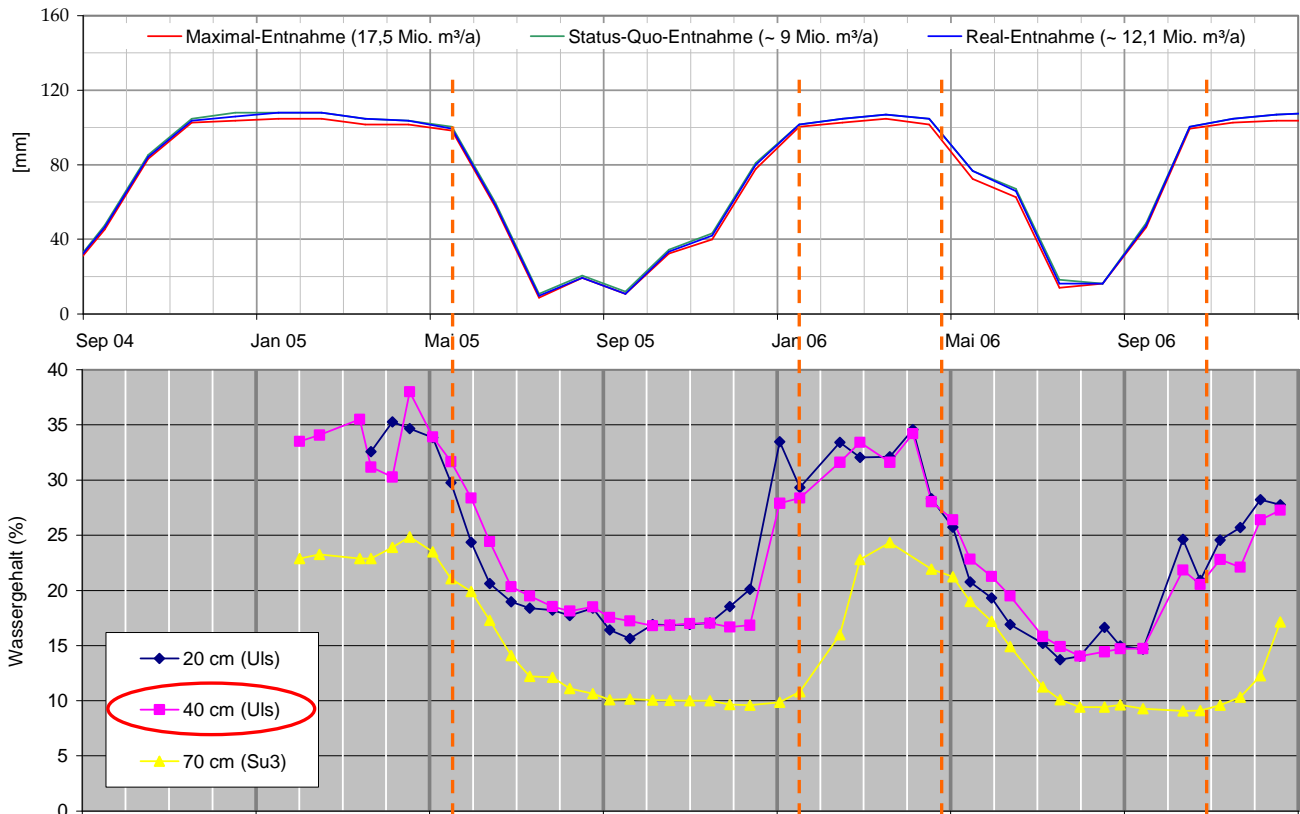
wasserstände eines instationären Strömungsmodells (Szenarien) sowie gemessene Grundwasserstände naher Messstellen herangezogen. Der Bodenaufbau wurde kleinräumig beschrieben. Klimadaten liegen von einer eigenen Messstation im Wirkraum sowie von nahen Messstationen des Deutschen Wetterdienstes vor. Da sich die pflanzensoziologischen Veränderungen der Waldstandorte v.a. in der Kraut- und Strauchschicht vollziehen wurde die Modellierung (unter Berücksichtigung der Evaporation durch die Baumschicht) auf die obersten 40 cm als Wurzelraum begrenzt. Abbildung 1 zeigt den Wurzelraum eines Eichen-Ulmen-Auenwalds im Sommeraspekt.

Einen Vergleich berechneter Modellergebnisse und gemessener Wassergehalte eines Standorts unter Wald zeigt Abbildung 2. Sie bescheinigt einen brauchbaren modellierten Jahresgang der Bodenfeuchte für grundwasserferne Verhältnisse und sichert damit die getroffenen Randbedingungen hinsichtlich Klima, Boden und Vegetation ab.



**Abbildung 1: Hochsommeraspekt der Feldschicht in einem Eichen-Ulmen-Auenwald** (mit 1 = *Viola reichenbachiana*, 2 = *Gagea lutea*, 3 = *Impatiens noli-tangere*, 4 = *Allium ursinum*, 5 = *Urtica dioica*, 6 = *Corydalis cava*, 7 = *Milium effusum*, 8 = *Arum maculatum*, 9 = *Lamium maculatum*, 10 = *Adoxa moschatellina*, 11 = *Moehringia trinervia*, 12 = *Arctium nemorosum*, 13 = *Gallium aparine*, 14 = *Stachys sylvatica*). MEUSEL 1951 verändert.

**Prognose des pflanzenverfügbaren Bodenwasser und gemessener Wassergehalt der Dauerbeobachtungsfläche DBF2 N1**



**Abbildung 2: Vergleich von modelliertem (o.) und gemessenem (u.) Wassergehalt zweier nahe gelegener Standorte unter Laubwald mit grundwasserfernen Bedingungen. (Messung: DIETZ 2009)**

**Ergebnisse & Zusammenfassung**

Mit Wasserhaushaltsmodellen lassen sich, wie in Abbildung 3 dargestellt, Veränderungen im Bodenwasserhaushalt quantitativ abschätzen und regionalisieren. Sowohl positiver Wasserstress (Ein- bzw. Überstauereignisse im Wurzelraum / unteres Teildiagramm) wie auch negativer Wasserstress (Austrocknung / oberes Teildiagramm) können für grundwasserbeeinflusste Standorte für verschiedene Entnahmeszenarien beschrieben werden. Durch die Betrachtung zweier Szenarien (z.B. Status-quo-Entnahme und Real-Entnahme) kann der Effekt einer Mehr-entnahme unabhängig vom klimatischen Hintergrund bewertet werden.

Da mit der alleinigen Modellierung des Wasserhaushalts noch keine naturschutzfachliche Bewertung möglich ist, wird auch weiterhin die Bewertung der Vege-

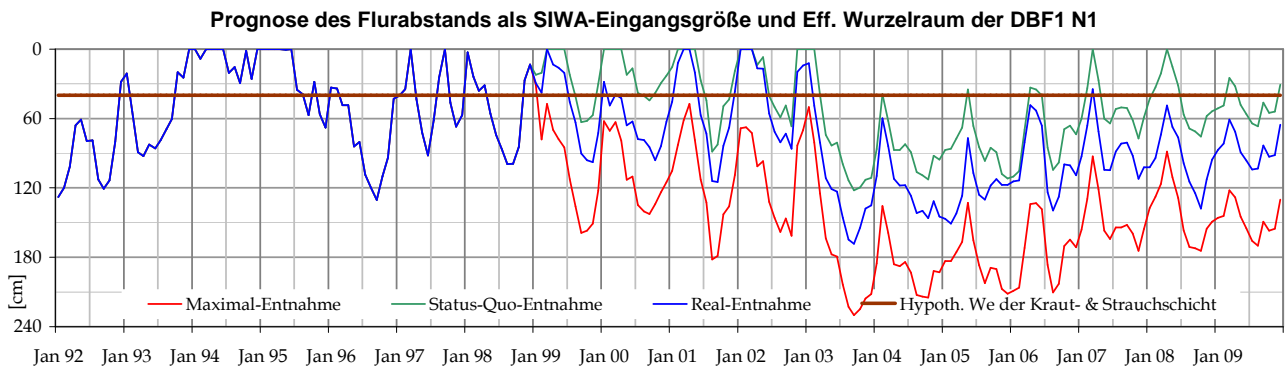
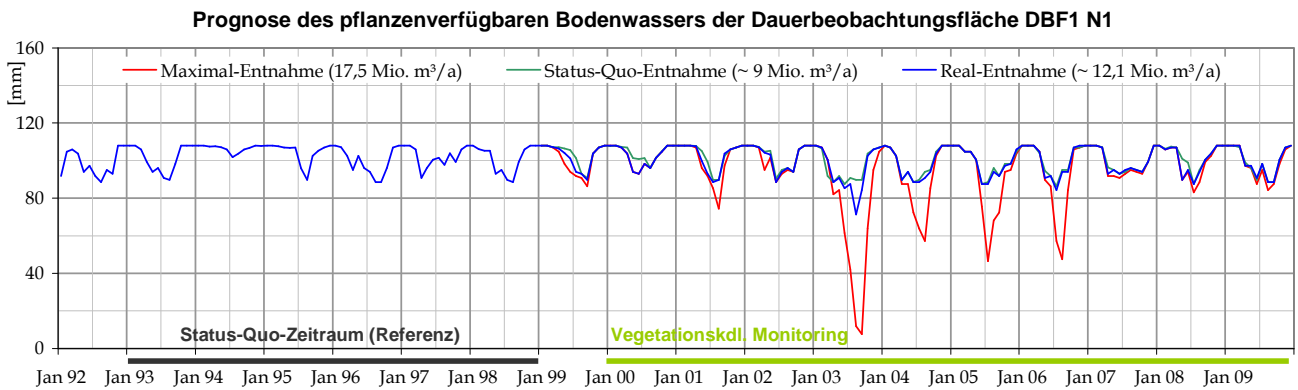
tationsveränderung durch Botaniker als Fachgutachter nötig sein.

Eine Kombination aus Wasserhaushaltsmodellierung und reduziertem Vegetationsmonitoring (z.B. anfangs jährlich, dann alle fünf Jahre) könnte bei gleichem Kostenrahmen zu einem deutlichen Erkenntnisgewinn führen.

Sollen zusätzlich Messungen des Wasserhaushalts (Grundwasserstände, Wassergehalte, Saugspannungen) in sensiblen Bereichen erfolgen, zu denen Schwellen- Aktions- oder Alarmwerte hinterlegt werden können, so sollte eine arbeitsexensive Datenerfassung gewährleistet sein.

**Schlüsselwörter:**

Beweissicherung | Grundwasserentnahme | Bodenwasserhaushaltsmodellierung



**Abbildung 3: Prognose des pflanzenverfügbaren Bodenwassers einer Dauerbeobachtungsfläche für drei Entnahmeszenarien (o.), eff. Wurzelraum und Flurabstand (u.) als untere Randbedingung.**

## Literatur:

- DIETZ, S. (2009): Bestimmung von Bodenwasserhaushaltskomponenten für den praxisbezogenen Einsatz in Wasserschutzgebieten. *Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie* 24. Karlsruhe.
- DVGW (2008): DVGW-Arbeitsblatt W 150: Beweissicherung für Grundwasserentnahmen der Wasserversorgung. *DVGW-Regelwerk* 10/2008 Bonn.
- ELLENBERG, H. & C. LEUSCHNER (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- JOSOPAIT, V. & F. RAISSI; H. ECKL (2009): Hydrogeol. und bodenkdl. Anforderungen an Wasserrechtsanträge zur Grundwasserentnahme. *Geofakten* 1, 4. Aufl., Hannover.
- MEUSEL, H. (1951): Die Eichen-Mischwälder des Mitteldeutschen Trockengebietes. *Wiss. Z. Univ. Halle, math-nat. R.* 1, 1/2: 49 – 52.
- THOMAS, P. (2011): Monitoring „Vegetation Wasserwerk Rheinwald“. Arbeitsbericht.
- WIRSING, T. & G. WALDENMEYER, D. BURGER, B. HOFMANN, D. BURGER, M. MAIER, K. ROTH (2010a): Bodenwasserhaushaltsmodellierung in der Planungspraxis: Eingeplantes Wasserwerk in der Rheinaue. *Forum Geoökol.* 21 (3): 19-23.
- WIRSING, T. & M. SCHÖNTHAL, M. MAIER, K. ROTH (2010b): Prognosesicherheit eines Bodenwasserhaushaltsmodelles bei Grundwasserabsenkungen: Vergleich von Modellergebnissen mit Ergebnissen der Vegetationsbeobachtung auf Dauerbeobachtungsflächen. *AWBR-Jahresbericht 2009*, 41. Bericht, Freiburg.
- WIRSING, T. & W. DEINLEIN, B. HOFMANN, D. BURGER, M. MAIER, K. ROTH (2010c): Modeling of the soil moisture as a forecasting tool for the practical assessment of the environmental impact of a drop in the groundwater table. *ConSoil 2010, Conference Proceedings*, Salzburg.
- WIRSING, T. & W. DEINLEIN, B. HOFMANN, M. MAIER & K. ROTH (2010d): Modellierung des Bodenwasserhaushalts als Prognoseinstrument zur praxisnahen Abschätzung der Umweltauswirkung einer Grundwasserabsenkung. *Gwf-Wasser/Abwasser* 2010/2: 182-189.