

GWDB

Einsatz der Fachanwendung Grundwasser Baden-Württemberg für Umweltbehörden

*M. Schmieder; M. Eisenla; J. Stumpp; T. Usländer
Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung
Fraunhoferstr. 1
76131 Karlsruhe*

*E. Hildenbrand; B. Schneider; D. Schuhmann; H. Spandl; J. Westrich
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe*

1. ÜBERBLICK.....	125
2. ÜBERSICHT DER ERWEITERUNGEN.....	125
3. TEMPERATURFELDBERECHNUNG.....	126
4. TRENDANALYSE ZUR GRUNDWASSERVERORDNUNG.....	127
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	128
6. LITERATUR.....	128

1. Überblick

Die Fachanwendung Grundwasser (GWDB) hat sich bei den Umweltbehörden in Baden-Württemberg als flexibles Datenhaltungs- und Auswertewerkzeug für Grundwasserdaten /1/ seit vielen Jahren bewährt. Darüber hinaus wird die Fachanwendung auch bei Deponiebetreibern des Landes für Eigenüberwachungsaufgaben und Berichtspflichten der Abfallwirtschaft eingesetzt und für diesen Zweck auch kontinuierlich erweitert. Als Modul des Informationssystems Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz (WIBAS) /2/ nutzt die Fachanwendung intensiv die in diesem Umfeld bereitgestellten Dienste. Insbesondere wird durch die Einbindung von disy Cadenza/GIStern /3/ die einfache, integrierte Darstellung von Ergebnissen in thematischen Berichten, Diagrammen und Karten ermöglicht /4/.

Als Gewässerinformationssystem ist die Fachanwendung Grundwasser eine Ausprägung der Produktlinie WaterFrame® des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (Fraunhofer IOSB) für WIBAS /5/. Weitere Ausprägungen und fachliche Erweiterungen (u.a. für Oberflächengewässer) wurden im Rahmen der FIS Gewässer-Kooperation zwischen Baden-Württemberg, Bayern und Thüringen entwickelt /6/. Auch das Trinkwasserinformationssystem TrIS des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) entstand auf der technologischen Basis und unter Wiederverwendung von Programmbausteinen der Fachanwendung Grundwasser /7/.

2. Übersicht der Erweiterungen

Im Zentrum der Weiterentwicklungen 2011/2012 standen folgende Schwerpunktthemen, die in den nachfolgenden Abschnitten etwas ausführlicher beschrieben werden:

- Temperaturfeldberechnung für geothermische Anlagen (siehe Abschnitt 3)
- Trendanalyse zur Umsetzung der Grundwasserverordnung (siehe Abschnitt 4)

Weitere wichtige Themen für die Konzeption der Fachanwendung Grundwasser 2012 waren insbesondere:

- Abrundung der Programmierung des Elektronischen Jahresdatenkatalogs Grundwasser
- Erweiterung der Datenverarbeitung Geothermie aufgrund der LQS (Leitlinien Qualitätssicherung) des Umweltministeriums Baden-Württemberg
- Erweiterung von LABDÜS- und Probenahmedaten zur Angleichung an das Probenahmeprotokoll
- Erweiterung der Funktionalität für Serienbriefe
- Weiterverarbeitung von Aggregationsdaten aus Diagrammen
- Erweiterungen bei der automatischen Generierung von Ausbauprofilen und hydrogeologischen Profilen mit optionaler Darstellung beider Profilarten in einer gemeinsamen Grafik

Daneben wurden zahlreiche weitere Benutzeranforderungen und Detailverbesserungen berücksichtigt, insbesondere im Kontext von Diagrammen und Berichten.

3. Temperaturfeldberechnung

Grundwasserwärmepumpen zur Wärmegewinnung werden in Baden-Württemberg in zunehmendem Maße für Heiz- und Kühlzwecke im privaten und gewerblichen Bereich eingesetzt. Dazu wird Grundwasser gefördert, dem mittels Wärmetauscher Energie entzogen (für Heizzwecke) bzw. zugeführt (für Kühlzwecke) wird. Anschließend wird das thermisch veränderte Grundwasser wieder in denselben Grundwasserleiter zurückgegeben. Dabei entsteht eine Temperaturfahne in Richtung des Grundwasserabstroms. Solche Temperaturfahnen können ein Konfliktpotenzial bergen, da sie sich in der Regel über mehrere Nachbargrundstücke erstrecken. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens für solche Anlagen ist es daher auch erforderlich, ein Temperaturfeldprofil des Grundwassers zu erstellen. Hierbei werden Linien gleicher Temperaturdifferenz berechnet. Diese sogenannten Isothermen bilden das Temperaturfeld und werden auf die Fließrichtung des Grundwassers ausgerichtet.

Grundlage für die Berechnung und Bewertung von Temperaturfeldern ist ein vom damaligen Umweltministerium Baden-Württemberg herausgegebener Leitfaden /8/. Das dort beschriebene Verfahren ist für kleinere Anlagen (Energieentzug bis ca. 45.000 kWh pro Jahr) geeignet und über ein Excel-Tool durchführbar. Neben anlagespezifischen Parametern (z.B. Infiltrationsrate und Differenz zwischen Einleit- und unbeeinflusster Grundwassertemperatur) gehen in die Berechnung Größen ein, die den Grundwasserleiter charakterisieren, z.B. Grundwassergefälle, Mächtigkeit, Durchlässigkeit und transportwirksamer Hohlraumanteil. Als Ergebnis erhält man an der Koordinate (x, y) die gesuchte Isotherme als Differenz zur Grundwassertemperatur. Anhand der Koordinaten des Rückgabebrunnens und der Fließrichtung lässt sich das Temperaturfeld für vorgegebene Isothermen in einer Karte darstellen. Abbildung 1 zeigt Isothermen, die mittels des Excel-Tools berechnet wurden.

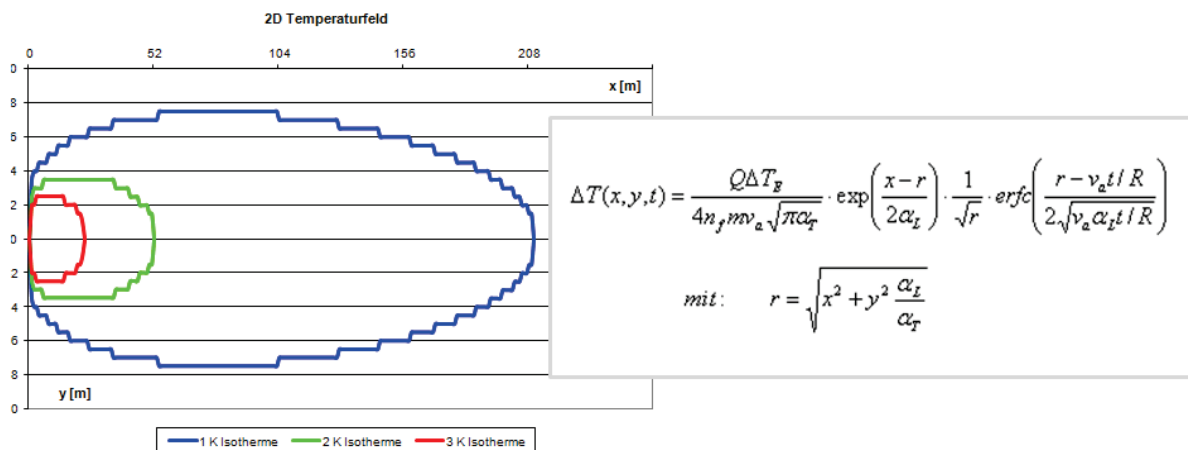


Abbildung 1: Isothermen als Ergebnis der Berechnung über ein Excel-basiertes Tool

Da über die Fachanwendung Grundwasser auch die Stammdaten geothermischer Anlagen verwaltet werden, liegt es nahe, die Berechnung georeferenzierter Isothermen und die Darstellung in Karten direkt zu unterstützen. Zu diesem Zweck wurde ein neues Fachobjekt „Temperaturfeld“ eingeführt, das alle für die Berechnung notwendigen Parameter umfasst und geothermischen Anlagen zugeordnet wird. Es steuert die Berechnung der relevanten Isothermen, deren Polygonzüge wie bei anderen Geo-Themen (z.B. Grundwassereinzugsgebiet) als Geometrie in der Datenbank abgelegt werden und sich somit gemeinsam mit an-

deren Themen in Karten darstellen lassen. Abbildung 2 zeigt (fiktive) Temperaturfelder, die in der Fachanwendung berechnet und direkt im dort integrierten GISern dargestellt wurden.



Abbildung 2: Mit der Fachanwendung Grundwasser berechnete Temperaturfelder

Gemäß Leitfaden sind pro Anlage Temperaturfeldberechnungen für zwei Lastfälle separat durchzuführen. Der Lastfall „Jahresbetrieb“ entspricht einem Dauerbetrieb der Anlage bei mittlerer Leistung, während der Lastfall „Winterbetrieb“ eine größere saisonale Temperatureinflussung des Grundwassers während der Heizperiode berücksichtigt. Die Fachanwendung erlaubt es daher, einer geothermischen Anlage zugleich mehrere Temperaturfeld-Instanzen zuzuordnen, die sich in den Berechnungsparametern und den resultierenden Isothermen unterscheiden.

4. Trendanalyse zur Grundwasserverordnung

Die Grundwasserverordnung (GrwV) vom 9. November 2010 schreibt in § 10 für die als gefährdet eingestuft Grundwasserkörper die Ermittlung und Bewertung der Konzentrations-trends für bestimmte Parameter vor /9/. Als zulässige Methoden sind spezifiziert:

- eine lineare Regression nach dem Gauß'schen Prinzip der kleinsten quadratischen Abweichung (unter Berücksichtigung des Bestimmtheitsmaßes), gekoppelt mit einem Ausreißertest, oder alternativ
- ein Mann-Kendall-Test als parameterfreier, robuster Trendtest

Als Betrachtungszeitraum werden in der GrwV gleitende Sechs-Jahres-Intervalle zu Grunde gelegt. Für jedes Intervall wird nach den angegebenen Methoden der Trend ermittelt und dessen Steigung als Zeitreihe eingetragen. Der Übergang von einem steigenden in einen fallenden Trend (oder umgekehrt) wird als Trendumkehr bezeichnet und lässt sich aus einem Nulldurchgang dieser Zeitreihe bestimmen.

Um die Anwender bei der Umsetzung der Grundwasserverordnung zu unterstützen, wurde die Trendberechnung in der Fachanwendung so erweitert, dass beide Methoden mit einem gewählten Datenkollektiv parallel durchgeführt und im Ergebnis verglichen werden können. Ein Ausreißertest (nach dem Nalimov-Verfahren) und eine Prüfung auf Normalverteilung der

Messwerte (Shapiro-Wilk-Test) werden vor der eigentlichen Trendermittlung automatisch durchgeführt. Eine Kombination von tabellarischer Darstellung und Diagramm erlaubt eine rasche Prüfung von Trend und Trendumkehr.

Durch freie Eingabemöglichkeit der Randbedingungen wie z.B. Länge des Betrachtungszeitraumes und Anzahl der Jahre pro Intervall kann die Trendanalyse für unterschiedliche Bewertungsaufgaben eingesetzt werden.

5. Zusammenfassung

Die WIBAS-Fachanwendung Grundwasser wurde entsprechend den Anforderungen der Umweltbehörden in Baden-Württemberg wie in den vergangenen Jahren weiterentwickelt. Ein Schwerpunktthema im Berichtszeitraum war dabei die Unterstützung der Anwender bei der Verwaltung geothermischer Anlagen und insbesondere bei der Berechnung von Temperaturfeldern. Außerdem wurde ein Werkzeug zur Ermittlung und Bewertung von Konzentrationsrends bereitgestellt, wie es im Rahmen der Umsetzung der Grundwasserverordnung zur Einstufung von Grundwasserkörpern benötigt wird.

6. Literatur

- /1/ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2011): Grundwasser-Überwachungsprogramm. Ergebnisse der Beprobung 2010. Reihe Grundwasserschutz Bd. 42, 2011, Karlsruhe.
- /2/ Informationssystem Wasser, Immissionsschutz, Boden, Abfall, Arbeitsschutz (WIBAS), <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/23889/>.
- /3/ Vogel, K. et al. (2010): disy Cadenza/GIStern – Weiterentwicklung der Plattform für Berichte, Auswertungen und GIS sowie ihrer Anwendungen bei Partnern. In: Mayer-Föll, R., Ebel R., Geiger W.; Hrsg.: Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen, Phase V 2009/10, Karlsruher Institut für Technologie, KIT Scientific Reports 7544, S. 21-30.
- /4/ Schuhmann, D. (2010): Handbuch WIBAS-Fachinformationssystem Grundwasserdatenbank, Version 3.5.0, LUBW-Fachbroschüre, November 2010, Karlsruhe.
- /5/ Schmid, H., Usländer, T. (2006): WaterFrame® – A Software Framework for the Development of WFD-oriented Water Information Systems. In: Tochtermann, K., Scharl, A.; Hrsg.: 20th International Symposium on Environmental Protection EnviroInfo 2006, Graz.
- /6/ Stumpp, J. et al. (2012): WaterFrame® – Weiterentwicklung der Gewässerinformationssysteme in Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern. In diesem Bericht.
- /7/ Schmid, H. et al. (2010): TrIS – Nutzung des Trinkwasserinformationssystems Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung der EU-Berichtspflichten. In: Mayer-Föll, R., Ebel R., Geiger W.; Hrsg.: Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen, Phase V 2009/10, Karlsruher Institut für Technologie, KIT Scientific Reports 7544, S. 51-58.
- /8/ Umweltministerium Baden-Württemberg (2009): Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen, <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/63202/>.
- /9/ Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), http://www.gesetze-im-internet.de/grww_2010/index.html.