

Erstellung eines Hydrogeologischen Modells und eines Grundwasserströmungsmodells für Baden-Württemberg

Das Gemeinschaftsprojekt zwischen dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) im Regierungspräsidium Freiburg, der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LUBW) und der Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH (kup) findet im Rahmen der hydrogeologischen Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Baden-Württemberg (HGK_{plus}BW) statt.

Projektziel: Im Rahmen des Projekts wird auf Basis eines über die Landesgrenze hinaus abgestimmten Hydrogeologischen Modells ein Grundwassermodellsystem für die Landesfläche von Baden-Württemberg erstellt. Es besteht aus einem nördlichen und südlichen Modell. Für das Quartär des Oberrheingrabens existieren bereits zwei weitere eigenständige Grundwassermodelle, die länderübergreifend (Elsass / Rheinland-Pfalz & Hessen) vorliegen.

Das Hydrogeologische Modell wird zusammen mit den beiden numerischen Grundwassermodellen (Nord/Süd) als Planungsinstrument für wasserwirtschaftliche Fragestellungen dienen. Die Grundwassermodelle liefern

- eine konsistente Vorstellung zur Grundwasseroberfläche im oberen Hauptgrundwasserleiter,
- eine Interpretation der Druckhöhen in weiteren hydrogeologischen Einheiten,
- eine geschlossene Wasserbilanz für das gesamte Land und die maßgeblichen hydrogeologischen Einheiten,
- Teilbilanzen für Naturräume, Vorfluter oder Grundwasservorkommen,
- und Randbedingungen für lokale detaillierte Betrachtungen.

Mit Hilfe der Modelle lassen sich großskalige Betrachtungen für wasserwirtschaftliche Entscheidungen und Bewirtschaftungen unterstützen (z.B. Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg). Beispiele hierfür sind:

- Auswirkungen von Klimaänderungsprojektionen auf die Grundwasserverhältnisse
- Generelle Veränderung von Grundwassernutzungen
- Grundlagenermittlung für das Reporting der Wasserrahmenrichtlinie

Die Modellierung ist zunächst auf Strömungsprozesse ausgerichtet. In einem ersten Schritt werden zeitlich konstante so genannte stationäre Ansätze verwendet. Darauf aufbauend werden die Modelle für instationäre Prozesse unter Berücksichtigung der hydrologischen Schwankungen und zeitlichen Entwicklung der Nutzungen erweitert.

Umsetzung: Die beiden numerischen Modelle basieren auf einem einheitlichen Modellraster von 100 x 100 m. Sie sind dreidimensional und berücksichtigen die Schichtlagerung des Hydrogeologischen Modells, das insbesondere auf dem Geologischen 3D-Landesmodell des LGRB basiert. Es kommt das vom United States Geological Survey entwickelte Programmsystem MODFLOW 2005 mit landeseigenen Erweiterungen zum Einsatz. Als wesentliche Zuflussrandbedingung wird den Modellen die Grundwasserneubildung aus GWN-BW vorgegeben. Die landesweit vorliegenden Informationen zu den Gewässern (AWGN_{plus}) und Quellen sowie Daten der Grundwasserentnahmen (u.a. aus Wasserentnahmeentgelt) bilden weitere wesentliche Randbedingungen, um die aktuelle Situation abzubilden.

Mit dem Hydrogeologischen Modell ist die hydrogeologische Strukturierung des Untergrunds auf einem gleichmäßigen Raster von 100 x 100 m verfügbar. Die großräumigen Gebietsdurchlässigkeiten der hydrogeologischen Einheiten werden im Modell umgesetzt und durch eine Kalibrierung des Strömungsmodells verfeinert. Der Verlauf der großräumigen Störungsstrukturen ist berücksichtigt und deren hydraulische Wirkung implementiert, soweit diese aus vorliegenden Untersuchungen bekannt sind. Es ist davon auszugehen, dass die beiden Modelle einem umfangreichen Kalibrierungsprozess zu unterziehen sind, der in mehreren Stufen (stationäre Grob- und Feinkalibrierung, instationäre Kalibrierung, Berücksichtigung von Daten zu Wasserinhaltsstoffen) erfolgt. Die Nachbildungsgüte ist u.a. abhängig vom Vorhandensein von Messdaten (GWDB) und der Kleinskaligkeit der lokalen Verhältnisse. Dies ist bei der Verwendung der zur Verfügung gestellten Informationen zu berücksichtigen.

Landesmodell Nord

Hydrogeologische Einheiten des Modells:

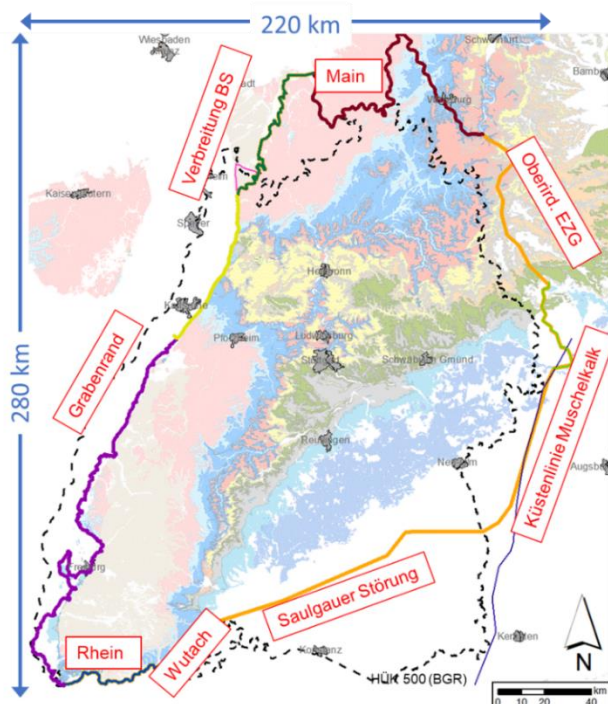
Das Landesmodell Nord umfasst neben dem Quartär die hydrogeologischen Einheiten zwischen dem Mitteljura und dem Grundgebirge. Es wird in 18 Modellschichten unterteilt und enthält zusätzlich drei Leakage-Schichten für hydraulisch wirksame Trennhorizonte.

Nr.	Hydrogeologische Einheit	Klassifizierung nach Gebirgsdurchlässigkeit	
		a: GWL	b: GWG
1	Quartär: a: Porengrundwasserleiter; b: Deckschichten	a: GWL	b: GWG
2	Mitteljura: Achdorf- bis Ornatenton-Formation	GWG	GWL _s
3	Unter- bis Mitteljura: Obtususton- bis Opalinuston-Formation	GWG	
4	Unterjura: Pilonotenton- bis Arietenkalk-Formation	GWL	
5	Mittel- bis Oberkeuper: Trossingen- und Exter-Formation	GWG	
6	Mittelkeuper: Löwenstein-Formation	GWL _s	
7	Mittelkeuper: Steigerwald- bis Mainhardt-Formation	GWG	GWL
8	Mittelkeuper Stuttgart-Formation	GWL	GWG
9	Mittelkeuper Grabfeld-Formation	GWL	GWG
10	Unterkeuper: Erfurt-Formation; Estherientone	GWL _s	
11	Oberer Muschelkalk: Diemel- bis Meisner-Formation; Haßmersheim-Schichten	GWL	
12	Mittlerer bis Oberer Muschelkalk: Diemel-Formation, Zwergfauna-Schichten	GWL	
13	Mittlerer Muschelkalk: Heilbronn-Formation	GWG	
14	Unterer bis Mittlerer Muschelkalk: Jena- bis Karlstadt-Formation; Rötton-Formation	GWL _s	
15	Buntsandstein und Zechstein	GWL	
16	Rotliegend und Karbon	GWL	GWG
17	Grundgebirge (Verwitterungsschicht 20 m), im Rheingraben als subsummierende Schicht zwischen Grundgebirge und Quartär	GWL	GWG
18	Grundgebirge, unverwittert	GWG	

GWL: GW-Leiter; GWL_s: schichtig gegliederter GW-Leiter; GWG GW-Geringleiter; geringe GW-Gewinnbarkeit; hohe GW-Gewinnbarkeit; — Leakage-Schicht

Modellausdehnung:

Das Modell hat eine Fläche von etwa 32.500 km², eine Ausdehnung von 220 km in Ost-West Richtung und 280 km in Nord-Süd Richtung und umfasst etwa 100 Mio. aktive Modellzellen. Die Modellränder orientieren sich an natürlichen hydrogeologischen Grenzen.



Im Westen reicht das Modell bis in den Oberrheingraben bzw. unterhalb des Quartärs bis zum Rhein und ist hier mit den beiden GW-Modellen LOGAR und Karlsruhe-Worms gekoppelt.

Im Süden bilden der Rhein, die Wutach und der Verlauf der Saulgauer Störung den Modellrand.

Im Osten ist die Küstenlinie des Muschelkalks und weiter im Norden das oberirdische Einzugsgebiet Modellrand.

Der nördliche Modellrand wird durch den Main gebildet.

Die Modellgrenzen und hydrogeologischen Basisdaten sind mit den Nachbarländern Bayern und Hessen abgestimmt.

Landesmodell Süd

Hydrogeologische Einheiten des Modells

Das Landesmodell Süd umfasst die Hydrogeologischen Einheiten des Quartärs, Tertiärs und des Oberjuras. Es wird in 9 Modellschichten unterteilt.

Um die karstspezifischen Prozesse abbilden zu können wird der Mehrporositätsansatz im instationären Modell verwendet.

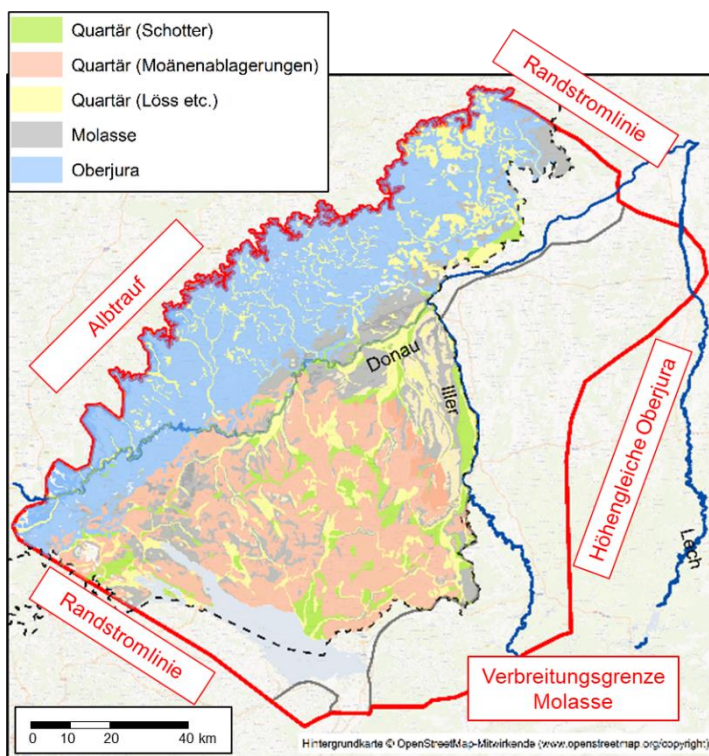
Die Verkarstungsbasis ist bei der Parametrisierung (Durchlässigkeitsstruktur) berücksichtigt.

Nr.	Hydrogeologische Einheit	Klassifizierung nach Gebirgsdurchlässigkeit	
		a: GWL	b: GWG
1	Quartär: a: Porengrundwasserleiter; b: Becken- und Moränensedimente	a: GWL	b: GWG
2	Obere Süßwassermolasse (tOS)	GWG /	GWL
3	Obere Meeresmolasse (tOM): Baltringen-Schichten	GWL	
4	Obere Meeresmolasse (tOM): Heidenlöcher-Schichten	GWL	
5	Untere Süßwassermolasse (tUS)	GWG	
6	Oberjura: Hangende Bankkalke- bis Untere Felsenkalke-Formation (Massenkalke)	GWL	
7	Oberjura: Lacunosamergel-Formation	GWL	GWG
8	Oberjura: Wohlgeschichtete Kalke-Formation	GWL	GWG
9	Oberjura: Impressamergel-Formation	GWG	

GWL: GW-Leiter; GWG GW-Geringleiter; geringe GW-Gewinnbarkeit; hohe GW-Gewinnbarkeit;
 Verkarstungsbasis

Modellausdehnung:

Das Modellgebiet überstreicht eine Fläche von etwa 16.572 km², die Nord-Süd-Ausdehnung beträgt 170 km und die Ost-West-Ausdehnung 180 km. Das Modell umfasst etwa 32,3 Mio. aktive Modellzellen. Die Modellränder orientieren sich an natürlichen hydrogeologischen Grenzen.



Im Norden wird das Modellgebiet an der Basis der Impressamergel-Formation entlang des Albtraufs begrenzt.

Im Nordosten und Südwesten verläuft der Rand entlang angenommener Randstromlinien.

Im Süden begrenzen die Alpen mit der Verbreitungsgrenze des Tertiärs das Modell.

Im Osten wird der Modellrand an eine Höhengleiche des überregionalen Grundwassergleichenplans im Malmkarst gelegt.

Die Modellgrenze im Osten und die hydrogeologischen Basisdaten sind mit dem Nachbarland Bayern abgestimmt.