

Abteilung 3: Hydrogeologie

Organisation und Aufgaben

Mit der Errichtung des LGRB Baden-Württemberg wurde in der Abteilung Hydrogeologie das Referat 33 „Hydrogeologie der Grundwassergeringleiter“ aufgelöst, so daß zur Abteilung 3 noch vier Referate gehören. Die Fachthemen des früheren Referats 33 werden in den beiden Aufgabengebieten 343 und 344 „Grundwasserschutz bei Deponien, Altlasten und Grundwasserschadensfällen“ sowie „Erkundung und Bewertung natürlicher Schutzfunktionen des Untergrunds“ im Referat 34 „Grundwasserschutz“ weiter verfolgt. Die neue Organisation und Aufgabenverteilung für die Referate ist aus Abb. 2 ersichtlich.

Ausbau des Fachinformationssystems Hydrogeologie

Das Fachinformationssystem Hydrogeologie ist einerseits digitales Auskunftssystem für hydrogeologische Informationen des Landes, andererseits enthält es im Methodenbereich Auswerteprogramme zur Unterstützung der Datenauswertung und zur Darstellung der Auswertergebnisse. Es ist damit das universelle Werkzeug für die hydrogeologische Landesaufnahme und die Bereitstellung von hydrogeologischen Informationen für externe Nutzer wie für die eigene Beratungstätigkeit.

Im Berichtszeitraum wurde das Fachinformationssystem Hydrogeologie konsequent weiter ausgebaut. Der Beitrag der Abteilung 3 betrifft die Konzeptentwicklung, die fachliche Begleitung der Datenbankinstallationen sowie die Datenerfassung und -pflege. Die Schwerpunkte lagen in den folgenden Bereichen:

- Weiterentwicklung eines allgemeinen Konzepts zur digitalen Speicherung von Karten und Kartenthemen, dazu gehören z. B. ein allgemeines Gliederungsschema sowie Konzepte für Metadaten, Ablagestrukturen, Begriffslisten und Methodenbeschreibungen,
- Erstellung von Datenbankkonzepten für die Archivierung von Informationen zu Quellen und Meßpunkten an oberirdischen Gewässern,
- Fachliche Betreuung der Installation der Labor-datenbank für Wasseranalysen,

- Aufbau und Pflege der geologischen und hydrogeologischen Datenbestände.

Ein wichtiger Aspekt bei der Einführung des Fachinformationssystems ist die interne Weiterbildung. Erst wenn alle Mitarbeiter die neuen Techniken zumindest ansatzweise anwenden können, erschließt sich der volle Nutzen eines solchen Systems für den internen Gebrauch.

Hydrogeologische Landesaufnahme

Konzeptentwicklung

Zur hydrogeologischen Landesaufnahme wurden im Berichtszeitraum schwerpunktmäßig Basisdaten (Stammdaten und Schichtdaten von Aufschlüssen, Stammdaten von Quellen) erfaßt. Dabei bereiten vor allem die Altdatenbestände aufgrund des großen Umfangs Probleme. Die Arbeiten lassen immer deutlicher erkennen, daß letztlich nur durch konsequente Erfassung der Objekte in einer zentralen Datenbank ihre Zugänglichkeit auf Dauer gesichert ist.

Die Datenauswertung wurde durch den Einsatz geographischer Informationssysteme (GIS) weiter verbessert. Die Reihenfolge der einzelnen Auswertungen wurde optimiert, um einen größtmöglichen Nutzen aus den GIS-Anwendungen zu ziehen. Einen weiteren Schritt hin zu einer effektiveren hydrogeologischen Landesaufnahme bildet die systematische Analyse und Modularisierung der einzelnen Auswerteverfahren (Abb. 29).

Erfaßt werden auch Karten älteren Datums, wenn sie bestimmte Mindestanforderungen hinsichtlich der Qualität der Datengrundlage erfüllen. Damit können die Ergebnisse bei Bedarf digital weiterverarbeitet, als Karten ausgedruckt oder zusammen mit den zugehörigen Hintergrundinformationen digital zur Verfügung gestellt werden.

Inhaltlich wurde die Kartierkonzeption dahingehend erweitert, daß zukünftig mehr noch als bisher die räumliche Lage von Grundwasserleitern und -geringleitern im Untergrund Gegenstand der Kartierung ist.

Die Ansätze zur Optimierung der hydrogeologischen Landesaufnahme flossen in die Arbeiten zur „EDV-unterstützten, fachübergreifenden geowissenschaftlichen Landesaufnahme“ ein.

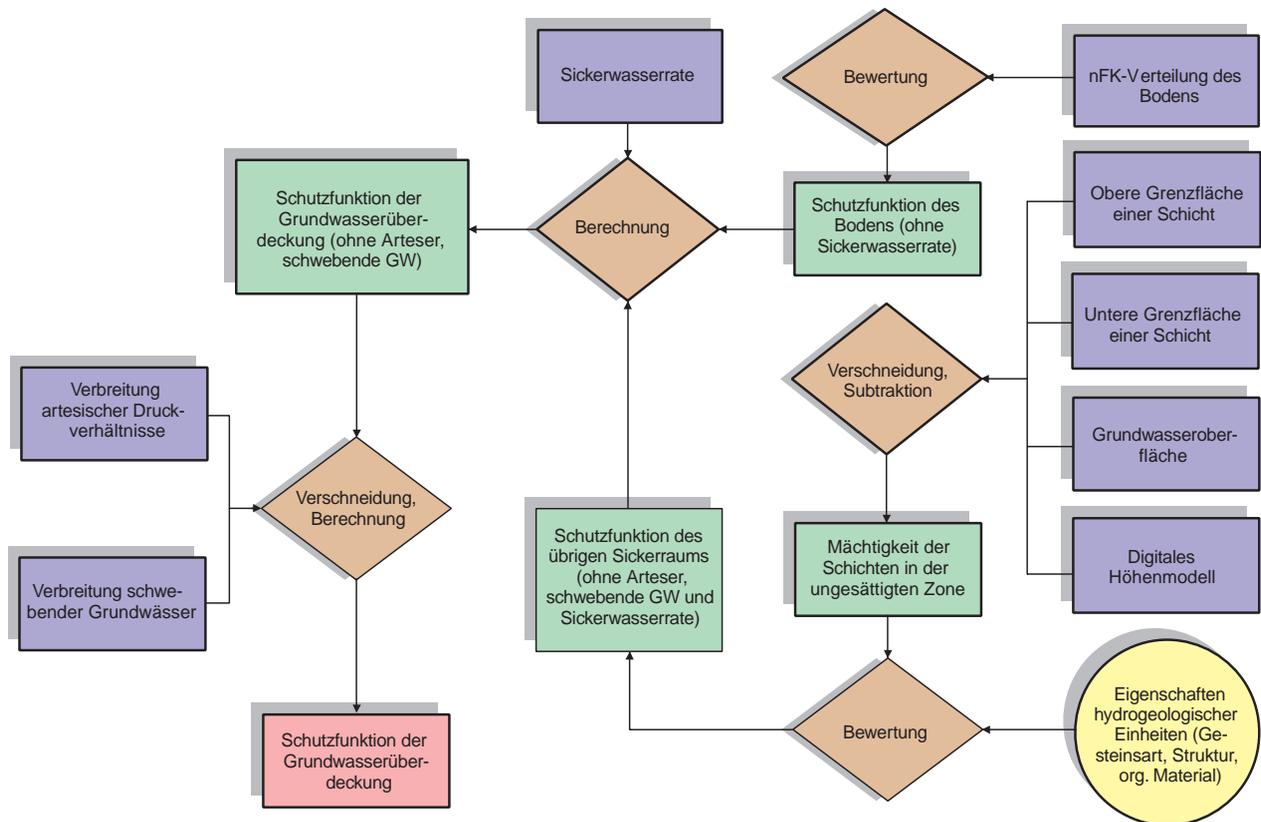
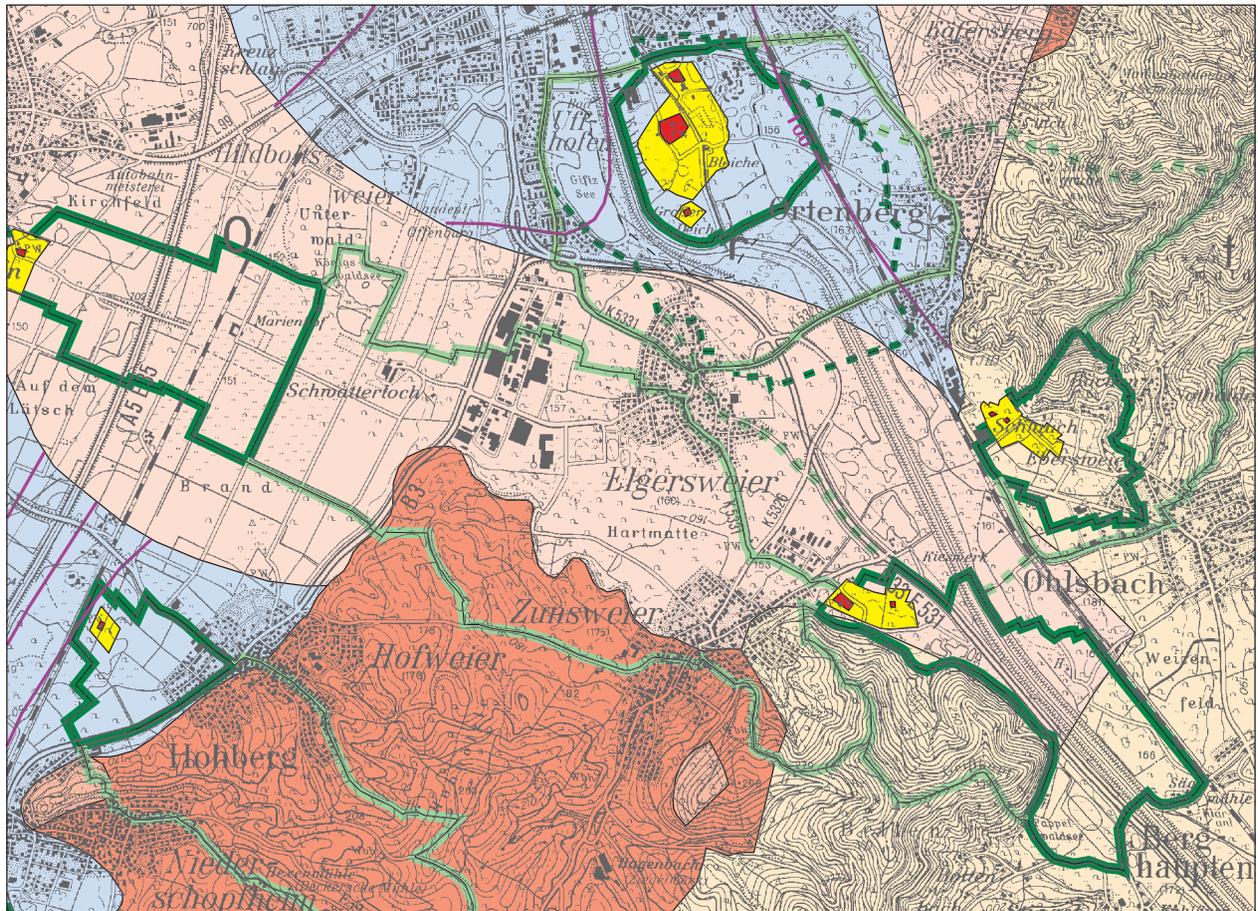


Abb. 29: Methodendiagramm für die Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung
nFK - nutzbare Feldkapazität

Hydrogeologische Übersichtskarten

Eine wichtige Grundlage für alle Auswertungen war die digitale geologische Übersichtskarte 1 : 500 000. Im Berichtszeitraum wurden aus verschiedenen Anlässen folgende hydrogeologische Übersichtskarten für Baden-Württemberg erstellt:

- **Risikogebiete für die Anlage von Erdwärmesonden:** Als Übersicht dargestellt sind Gebiete, in denen Erdwärmesonden ohne Beeinträchtigung des Grundwassers gebaut werden können, in denen Erdwärmesonden bis zu einer genannten Tiefe unproblematisch sind und in denen aufgrund der hydrogeologischen Situation nicht nur eine Beeinträchtigung des Grundwassers gegeben ist, sondern auch Probleme beim Bau der Erdwärmesonden auftreten können (Abb. 30).
- **Ergiebigkeiten der hydrogeologischen Einheiten:** Die Karte zeigt die aquiferbezogene technische Ergiebigkeit der verschiedenen hydrogeologischen Einheiten in Baden-Württemberg und liefert damit Hinweise auf die wasserwirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Grundwasservorkommen. Eine ausreichend hohe Brunnenergiebigkeit ist eine wichtige Voraussetzung für die wirtschaftliche Erschließung von Grundwasser. Für die Lockergesteine wurde die Ergiebigkeit aus vorliegenden Transmissivitätskarten ermittelt, für die Festgesteine anhand von Erfahrungswerten pauschal abgeschätzt.
- **Verbreitungskarten der wichtigsten Grundwasserleiter in Baden-Württemberg:** Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr wurden 1999 erstmals die wichtigsten Grundwasserleiter des Landes – quartäre Sande und Kiese, Obere Meeresmolasse, Oberjura, oberer Mittel- und Oberkeuper, Unter- und Gipskeuper, Oberer Muschelkalk, Unterer und Mittlerer Buntsandstein – auch in ihrer Gesamtverbreitung erfasst. Weiterhin sind in den Verbreitungskarten die unterschiedlichen Überlagerungsverhältnisse dargestellt. Die Ergebnisse bilden einen Einstieg in die räumliche Modellierung des geologischen Baus und die Basis für die Zuordnung hydrogeologischer Eigenschaften. Sie sollen als Grundlage für die Organisation des überregionalen Grundwasserschutzes und für das Landesmeßnetz dienen.



Anlage von Erdwärmesonden

-  Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht zu erwarten.
-  Beeinträchtigungen des Grundwassers bis zu dem angegebenen Niveau [m NN] (Quartärbasis, vergl. Isolinenplan) nicht zu erwarten. Unterhalb des angegebenen Niveaus Beeinträchtigungen des Grundwassers wegen Stockwerksverbindungen möglich und durchgehende Ringraumabdichtung erforderlich.
-  Beeinträchtigungen des Grundwassers wegen Stockwerksverbindungen bzw. der Gefahr von Salzwasseraufstieg möglich; durchgehende Ringraumabdichtung erforderlich.
-  Beeinträchtigungen des Grundwassers wegen Stockwerksverbindungen möglich; durchgehende Ringraumabdichtung erforderlich. Je nach Bohrtiefe in Teilabschnitten (in den geologischen Formationen Hauptrogenstein, Oberer Muschelkalk, Mittlerer Buntsandstein) Beeinträchtigungen des Grundwassers wegen großer Klüftigkeit oder Verkarstung sowie der damit verbundenen hohen Grundwasserfließgeschwindigkeiten möglich. Gefahr weitreichender Verfrachtung von Trübstoffen und mikrobiologischen Verunreinigungen. In diesen Abschnitten erheblich eingeschränkte Eignung des Untergrunds für eine dichte Ringraumverpressung möglich und Luftpülbohrverfahren erforderlich. Mindestbohrdurchmesser 200 mm.
-  Ungeklärte und engräumig wechselnde geologische Verhältnisse. Im Bereich Bad Peterstal-Griesbach Aufstieg CO₂-haltiger Mineralwässer. Separate Standortbeurteilung erforderlich.

Wasserschutzgebiete

- rechtskräftig
 -  Zone I
 -  Zone II
 -  Zone IIIA
 -  Zone IIIB
- hydrogeologisch abgegrenzt
 -  Zone I
 -  Zone II
 -  Zone IIIA
 -  Zone IIIB

Abb. 30: Karte der Risikogebiete für die Anlage von Erdwärmesonden (Ausschnitt aus einer Detailkarte 1 : 50 000)

Hydrogeologische Landesaufnahme im Maßstab 1 : 50 000

Die hydrogeologische Landesaufnahme erfolgt durch die hydrogeologischen Kartierung, die hydrogeologischen Erkundung (HGK, HGE) sowie verschiedene Projekte mit regionalem Bezug. Die Arbeiten konzentrierten sich auf die quartäre Füllung des Oberrheingrabens, die quartären Kiesvorkommen im Alpenvorland, die präquartären Gesteine im Molassebecken sowie ausgewählte Festgesteinsbereiche außerhalb des Molassebeckens.

Oberrheingraben, Hochrheingebiet und angrenzende Bereiche: Der Oberrheingraben ist das Pilotgebiet für die digitale Kartierkonzeption. Der geologische Bau liegt bereits für weite Teile als dreidimensionales Modell vor, dokumentiert in Schnitten und Schichtlagerungskarten. In Bearbeitung sind derzeit der Abschnitt zwischen dem Kaiserstuhl und Basel sowie als Fortsetzung nach Osten das Hochrheingebiet zwischen Basel und Schaffhausen (Interreg II Hochrhein) sowie das Singener Becken (HGK Singen). Als letzte verbleibende, bisher nicht bearbeitete Lücke soll der Bereich zwischen Baden-Baden und dem Kaiserstuhl im Jahr 2000 modelliert werden. Bereits bearbeitet sind das Zartener Becken und die Klettgaurinne.

Die Kartieraktivitäten sind grenzüberschreitend mit Hessen und Rheinland-Pfalz, mit Frankreich und mit der Schweiz abgestimmt.

Im einzelnen sind folgende Projekte Bausteine für eine Gesamtdarstellung der hydrogeologischen Verhältnisse im Ober- und im Hochrheingebiet:

- HGK Rhein–Neckar-Raum
- HGK Singen
- INTERREG II Südlicher Oberrhein
- INTERREG II Hochrhein
- Grundwasserversalzung südlich des Kaiserstuhls
- Hydrogeologische Bearbeitung der Einzugsgebiete der Grundwasserfassungen der Freiburger Energie- und Wasserversorgung (FEW).

Quartäre Kiesvorkommen im Alpenvorland: Im Alpenvorland konzentriert sich die hydrogeologische Kartierfähigkeit im Quartär derzeit auf das Gebiet Isny. Während der südliche Teilbereich bereits bearbeitet ist, sind für den Nordteil noch Untersuchungen geplant. Die Hydrogeologische Karte Isny soll bis Ende 2000 abgeschlossen sein.

Präquartär im Molassebecken: Für den Festgesteinsuntergrund im Molassebecken wird derzeit eine

umfassende Dokumentation erstellt. Die Erfassung, Aufbereitung und digitale Archivierung aller Informationen dient der Vorbereitung einer aktualisierten Beschreibung des geologischen Baus und grundwasserrelevanter Themen. Diese sollen Eingang in ein Grundwassermodell finden, mit dessen Hilfe der Grundwasserumsatz sowie Auswirkungen der Bewirtschaftung der Grundwasservorkommen in der Oberen Meeresmolasse und im Oberjura simuliert und prognostiziert werden können.

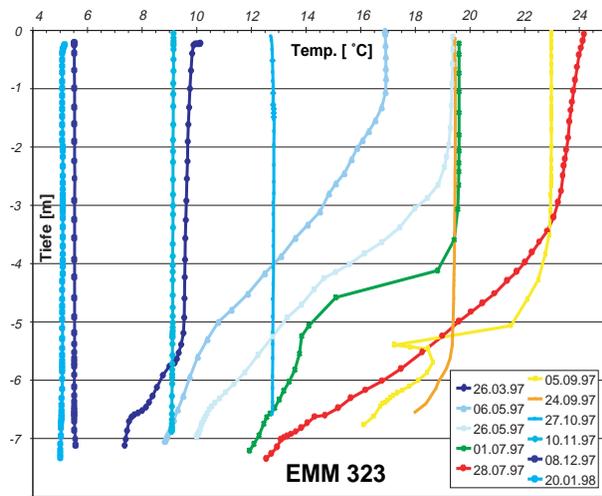
Festgesteinsbereiche außerhalb des Molassebeckens: Neben den klassischen HGK-Gebieten mit quartären Lockergesteinen gewinnen auch die Festgesteinsbereiche zunehmende Bedeutung. Die derzeitigen Arbeiten konzentrieren sich auf die wichtigsten Kluft- und Karstgrundwasserleiter, die Oberjura-Kalksteine, den Oberen Muschelkalk und den Buntsandstein. Schwerpunktmäßig werden derzeit in Zusammenarbeit mit der Wasserwirtschaft Basisdaten erfaßt sowie Lage und hydrogeologische Eigenschaften der grundwasserführenden Gesteine ermittelt. Projekte aus dem Berichtszeitraum zu diesem Themenkomplex sind:

- HGK Ostalb
- HGE Mittlere Schwäbische Alb
- HGE Enztal
- HGE Main-Tauber-Kreis
- Schichtlagerungskarte mo/mm Ostabdachung des Schwarzwalds
- Hydrogeologische Bearbeitung des Einzugsgebiets des Egau-Wasserwerks der Landeswasserversorgung.

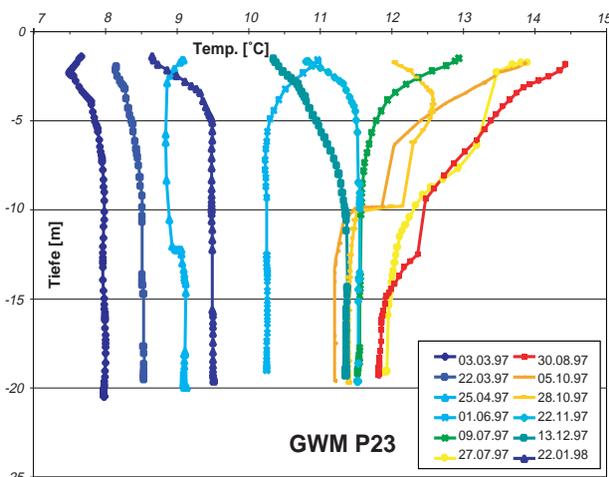
Projekte mit regionalem Bezug

In enger Zusammenarbeit mit einzelnen Städten werden zur Zeit digitale hydrogeologische Dokumentationen für den Aufbau von Fachinformationssystemen erstellt. Für das LGRB ist der Austausch von Grundlagendaten in diesem Zusammenhang ein wichtiger Beitrag zur hydrogeologischen Landesaufnahme. Des weiteren wurden für einzelne Stadtgebiete und Landkreise großmaßstäbliche Karten zum Thema „Risikogebiete für die Anlage von Erdwärmesonden“ erarbeitet, s. S. 50. Sie dienen als Grundlage für eine vereinfachte Genehmigungspraxis. Folgende Projekte wurden im Berichtszeitraum abgeschlossen oder sind in Bearbeitung:

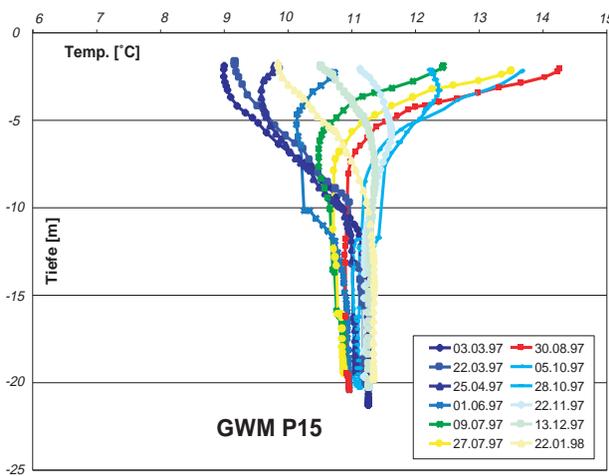
- Hydrogeologische Dokumentation Ravensburg,
- Hydrogeologische Dokumentation Pforzheim,



a)



b)



c)

Abb. 31: Abbildungsbeispiele aus dem Projekt KABA
a–c – Temperatur-Tiefenprofile aus: a – dem Baggersee EMM 323 Waldsee Teningen; b – der unmittelbar (ca. 20 m) unterstromig gelegenen Grundwassermeßstelle GWM P23; c – der 50 m unterstromig gelegenen Grundwassermeßstelle GWM P15;

- Erdwärmesondenkarte Stadt Heidelberg,
- Erdwärmesondenkarte Ortenaukreis.

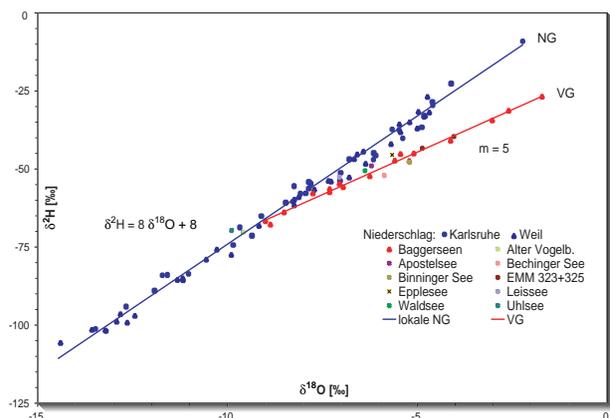
Hydrogeologische Beratung

Die Grundaufgaben der hydrogeologischen Beratungstätigkeit waren im Berichtszeitraum wie bisher:

- Abgrenzung von Wasserschutzgebieten,
- Beratung von Behörden im Zusammenhang mit Deponien, Altlasten und Schadensfällen,
- Stellungnahmen zu wasserrechtlichen Anträgen auf Grundwassernutzungen und für Rohstoffabbauvorhaben sowie zu Maßnahmen in Wasserschutzgebieten,
- Stellungnahmen im Rahmen der Mineral- und Tafelwasserverordnung sowie fachliche Begleitung von Thermal- und Mineralwassererschließungen,
- Stellungnahmen zu hydrogeologischen Rahmenbedingungen für Erdwärmesonden,
- Beiträge für Stellungnahmen des Amtes als Träger öffentlicher Belange.

Auftraggeber waren überwiegend Landesbehörden, daneben Landkreise, Kommunen und Planungsverbände.

Arbeitsschwerpunkte waren im Berichtszeitraum u. a. das Projekt „Konfliktarme Baggerseen (KABA)“, die Abgrenzung des Schutzgebiets für die Heil- und Mineralquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg, das Projekt Stuttgart 21 und die Strecke Wendlingen–Ulm der Deutschen Bahn AG, das Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen sowie das Grundwassermodell „Neckartal“.



d – $\delta^2\text{H}/\delta^{18}\text{O}$ -Diagramm mit der isotopischen Zusammensetzung des lokalen Niederschlags (lokale NG) und der davon abweichenden Zusammensetzung der Baggerseewässer als Folge von Verdunstungseffekten (VG)

Seit 1995 ist die Abteilung Hydrogeologie maßgeblich an der Bearbeitung des Projekts „Konfliktarme Baggerseen“ beteiligt. Im Teilprojekt 6 werden die komplexen Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser untersucht. Ziele dieses Teilprojekts sind die räumliche und zeitliche Erfassung des Zustroms von Grundwasser in den Baggersee und des Abstroms von Baggerseewasser in das Grundwasser, die Erfassung von Schichtungs- und Durchmischungsvorgängen im Baggersee und deren Auswirkungen auf das Grundwasser, die Bestimmung der Einflüsse des Baggerseewassers auf die Grundwasserqualität und die Überprüfung der Übertragbarkeit der an einzelnen Seen gewonnenen Ergebnisse auf andere Standorte. Angewendet werden hydrogeologische, isotopephysikalische und hydrochemische Untersuchungsverfahren (Abb. 31).

Die hydrogeologische Abgrenzung eines Schutzgebiets für die Heil- und Mineralquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg wurde in einem von Regierungspräsidium Stuttgart einberufenen Arbeitskreis weitergeführt und zwischenzeitlich durch ein Gutachten des LGRB abgeschlossen. Dafür waren allein im engeren Stadtgebiet von Stuttgart (Nesenbachtal) 4 400 Bohrprofile auszuwerten, umfangreiche geohydraulische Daten zu erfassen, thematische Karten zur Schichtlagerung und zur Mächtigkeit und Beschaffenheit schützender Schichten zu erstellen sowie Bereiche unterschiedlicher Empfindlichkeit gegen Eingriffe und Stoffeinträge abzugrenzen (Abb. 32).

Zu den Planungen der Deutschen Bahn AG für das Projekt Stuttgart 21 und für die Strecke Wendlingen–Ulm führte die Abteilung 3 Beratungen zur Hydrogeologie, zur stratigraphischen Gliederung von Bohrungen (im Berichtszeitraum rd. 16 500 Bohrmeter) sowie zur regionalen Tektonik durch. Fachliche Schwerpunkte waren der Heilquellenschutz in Stuttgart sowie der Grundwasserschutz im Bereich des Alaufstiegs, wo die geplante Bahntrasse durch Wasserschutzgebiete sowie wasserwirtschaftlich und ökologisch bedeutsame Karstwasservorkommen geführt werden soll.

Die Arbeiten für das Grundwasserbewirtschaftungskonzept Singen wurden 1997 mit einer umfassenden Dokumentation abgeschlossen. Für hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Fragestellungen in diesem Gebiet steht mit dem vorliegenden dreidimensionalen, instationär geeichten Modell ein wertvolles Werkzeug zur Verfügung, das derzeit u. a. für die Bearbeitung von Schadensfällen im Stadtgebiet und die Neuverteilung der Wasserrechte genutzt wird.

Als Grundlage für die Abgrenzung eines Wasserschutzgebiets für die Brunnen des Zweckverbands Ammertal–Schönbuchgruppe im Neckartal bei Rotenburg a. N. wurde ein dreidimensional stationäres Grundwassermodell erstellt. Damit wurden das Einzugsgebiet und die 50-Tagelinien der Brunnen abgegrenzt, der Wasserhaushalt im Einzugsgebiet quantifiziert, die maximalen Entnahmeraten ermittelt, Auswirkungen von Eingriffen in das Grundwasser simuliert und die Ursachen für die unterschiedliche Entwicklung der Nitratgehalte in den einzelnen Brunnen untersucht.

Sonstiges

1997 erschien die Hydrogeologische Kartieranleitung der Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Hydrogeologie der Staatlichen Geologischen Dienste (Geol. Jb. **G 2**; Hannover), 1998 wurden die „Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in 3., völlig neu bearbeiteter Auflage veröffentlicht. An beiden Werken hat das LGRB maßgeblich mitgewirkt.

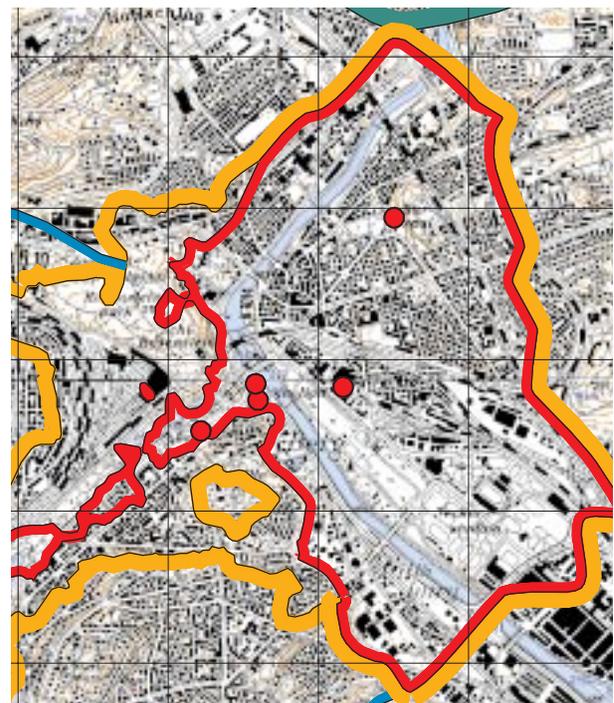


Abb. 32: Gliederung des Einzugsgebiets der Heil- und Mineralquellen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Berg nach hydrogeologischen Kriterien

- oberirdische Einzugsgebietsgrenze Nesenbachtal;
- quantitative Schutzzone A/1; ■ quantitative Schutzzone A/2, zugleich qualitative Schutzzone III/2.1; ■ quantitative Schutzzone B, zugleich qualitative Schutzzone III/2.2;
- Heilquelle mit Schutzzone Ia