

Die Formationswasser-Datenbank der BGR

Wertvolle Datengrundlage für
geotechnische Nutzungen des
tieferen Untergrunds

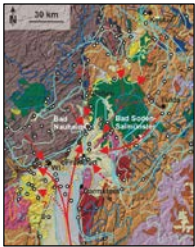
Sebastian Fischer



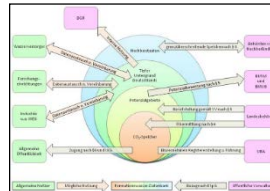
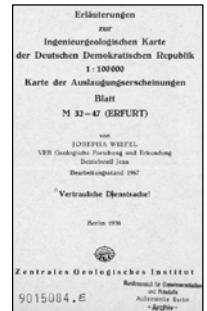
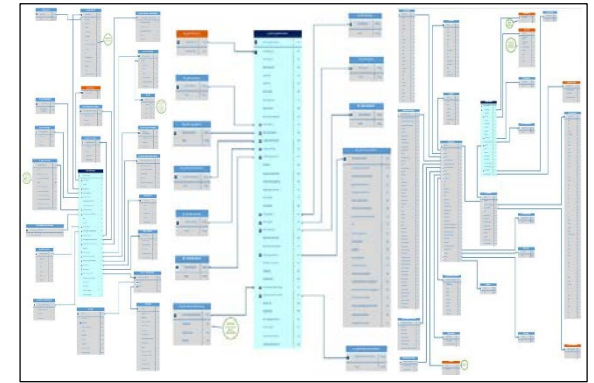
Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER

Inhalt



- Hintergrund
- Datenquellen
- Nutzer – Nutzung
- DB-Konzept und –Struktur
- Anwendungsbeispiele
 - Beurteilung von Nutzungskonflikten
 - Abschätzung geothermischer Potenziale
 - Vorhersage von Scaling- und Korrosionsrisiken
- Zusammenfassung & Schlussfolgerungen



Gesetzlicher Auftrag!

- Das Kohlendioxid-Speichergesetz (KSpG) vom 17. August 2012 „regelt zunächst die **Erforschung, Erprobung und Demonstration von Technologien zur dauerhaften Speicherung von CO₂**“ in Deutschland.
- §5: (2) Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe erarbeitet die für die Bewertung erforderlichen geologischen Grundlagen im Benehmen mit der jeweils zuständigen Landesbehörde. Dabei handelt es sich insbesondere um
 5. die Charakterisierung der in den Gesteinsschichten vorhandenen Formationswässer, deren potenzielle Migrationswege und der vorherrschenden Druckverhältnisse,
- §6: (1) Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Registerbehörde) erstellt und führt im Einvernehmen mit dem Umweltbundesamt zum Zweck der Information der Öffentlichkeit über Kohlendioxidleitungen und Kohlendioxidspeicher ein öffentlich zugängliches Register, in das aufge

→ Die BGR hat den **gesetzlichen Auftrag** eine möglichst umfassende, **öffentlich** zugängliche **Formationswasser-Datenbank** aufzubauen und zu pflegen.

Welche Daten sollen aufgenommen werden?

Formationswasser tiefen Ursprungs ist Grundwasser

- mit einem Gehalt an gelösten Stoffen **> 1 g/l** (i.e. Mineralwasser) und/oder
- einer Temperatur **> 20 °C** (i.e. Thermalwasser)
- dessen Herkunft aus hydrogeologischen Einheiten in **> 100 m Tiefe**, die nicht für die Trinkwasserversorgung genutzt werden, oder aufgrund der Entnahmetiefe oder der lokalen hydrogeologischen Situation angenommen wird.



Wer hat Daten zu und Informationen über Formationswässer?

(KW-)Industrie (BVEG, Ingenieurbüros, etc.):

- Meist Tiefbohrungen, aber nicht primär zur Erhebung von GW-Beschaffenheitsdaten

SGD/Geologische Landesämter:

- Datenlage und –verfügbarkeit heterogen

Zu beachten:

- **Nutzungsrechte** → Vereinbarungen treffen!
- **Qualitätsanforderungen** → Brauchbarkeit/Vertraulichkeit der Daten?
- **Datenkompatibilität** → Implementierbarkeit und Zuordenbarkeit der Daten?



Wer hat Daten zu und Informationen über Formationswässer?

(KW-)Industrie (BVEG, Ingenieurbüros, etc.):

- Meist Tiefbohrungen, aber nicht primär zur Erhebung von GW-Beschaffenheitsdaten

SGD/Geologische Landesämter:

- Datenlage und –verfügbarkeit heterogen

Zu beachten:

- **Nutzungsrechte** → Vereinbarungen treffen!
- **Qualitätsanforderungen** → Brauchbarkeit/Vertraulichkeit der Daten?
- **Datenkompatibilität** → Implementierbarkeit und Zuordenbarkeit der Daten?

→ In der Formationswasser-DB zu berücksichtigen!



Veröffentlichungen und (eigene) Daten der BGR

Veröffentlichungen:

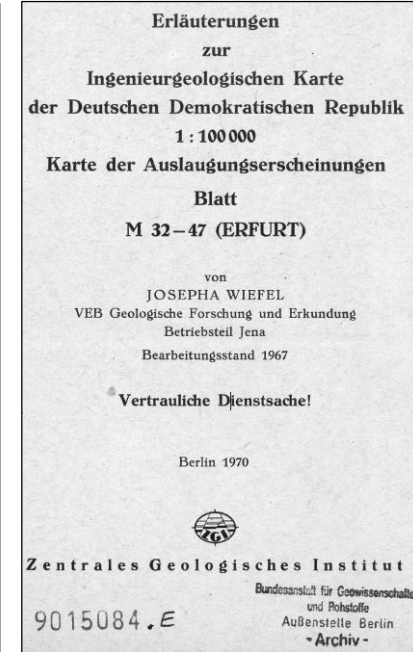
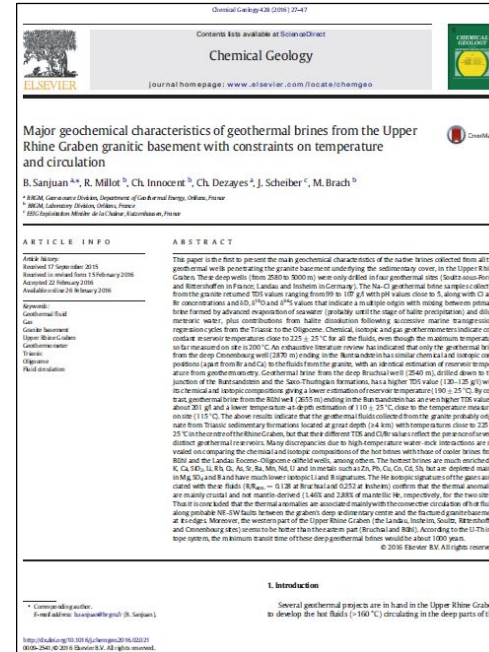
- Heterogen, unübersichtlich, vielgestaltig

Daten (bei) der BGR:

- Rechteinhaber?
- Erhebung eigener Daten begrenzt

Zu beachten:

- Nutzungsrechte → Vereinbarungen getroffen und anwendbar?
- Qualitätsanforderungen → Brauchbarkeit/Vertraulichkeit der Daten?
- Datenkompatibilität → Implementierbarkeit und Zuordenbarkeit der Daten?



Veröffentlichungen und (eigene) Daten der BGR

Veröffentlichungen:

- Heterogen, unübersichtlich, vielgestaltig

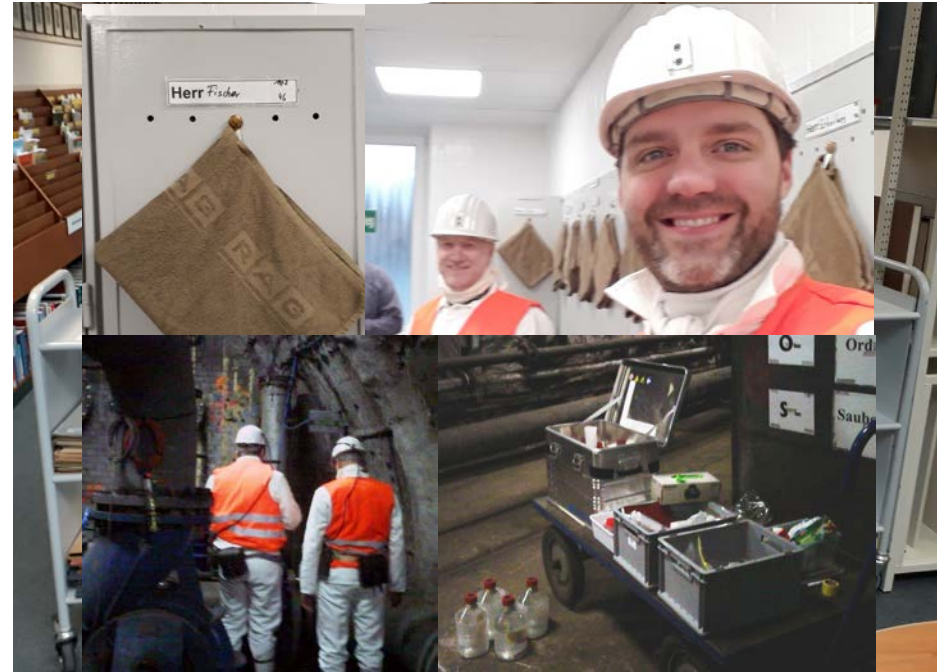
Daten (bei) der BGR:

- Rechteinhaber?
- Erhebung eigener Daten begrenzt

Zu beachten:

- **Nutzungsrechte** → Vereinbarungen getroffen und anwendbar?
- **Qualitätsanforderungen** → Brauchbarkeit/Vertraulichkeit der Daten?
- **Datenkompatibilität** → Implementierbarkeit und Zuordenbarkeit der Daten?

→ Ebenfalls in der Formationswasser-DB zu berücksichtigen!



Hydrochemie
Tiefenwässer

Marec

Bibliothek
Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe
Hannover

1995 B 1785

Bochum 1995

Jährlich sitzen in den betriebenen Bergwerken des Steinkohlenbergbaus der Ruhr mehr als 40 Millionen m³ Grubenwasser zu. Den überwiegenden Anteil dieser Menge stellt geogenes Tiefenwasser, das aus unterschiedlichsten Bereichen den Grubengebäu-

Oft ist die Lokation der Proben und die Art der Probennahme nur unzureichend beschrieben, weshalb die rein geogene Herkunft der untersuchten Wässer meist nicht sicher nachzuvollziehen ist und die Qualität der Proben oft in Frage gestellt werden muß.

Das ausgewählte Datenmaterial weist immer noch erhebliche Qualitätsunterschiede auf, da trotz der getroffenen Vorauswahl häufig keine Sicherheit über die rein geogene

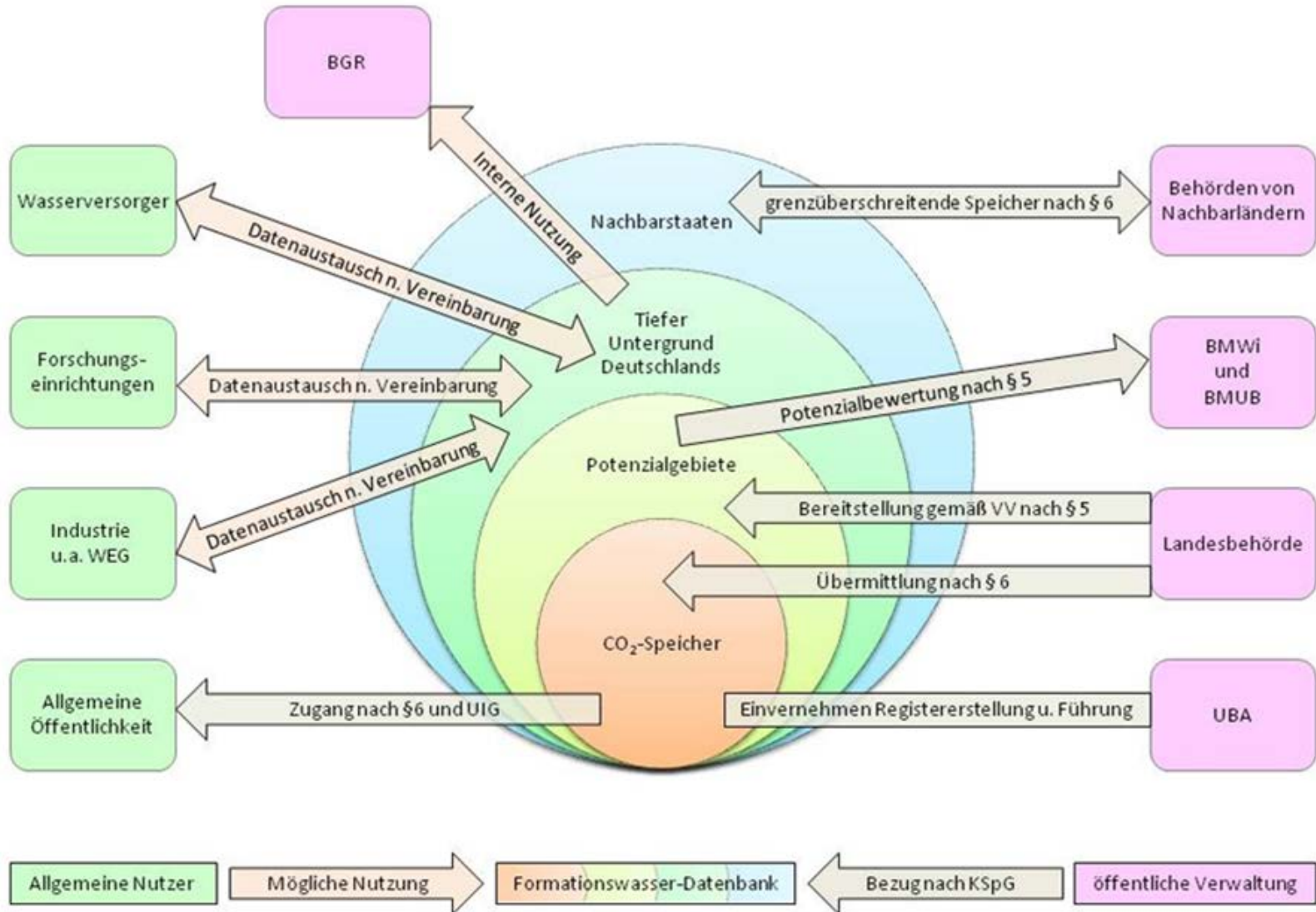
Zentrale Fragen:

- An welcher Stelle wurden Proben genommen?
→ (Hydro-)Stratigrafische Einordnung!?
- Wie wurden die Proben behandelt?
- Wie wurden die Proben analysiert?

umfang der Grubenwasser beschränkt ist für eine er, umfangreicher Grubenaus sämtlichen betriebl. zw. Verbundbergwerke, (beprobte Anlagen) der (0 m NN bis -570 m NN) wurden ebenfalls Wasserproben durch Schöpfen mit einer Schöpfbüchse und durch Pumpen gewonnen. Um an das reine Formationswasser zu gelangen, mußte zunächst die Bohrspülung aus dem Bohrloch entfernt werden.

Oberstes Ziel bei der Beprobung untertage war es, eine möglichst sichere Einstufung der Zuflußstellen als reine geogene Tiefenwässer vornehmen zu können. Dabei wurde von Mitarbeitern der jeweiligen Markscheidereien, diente der genauen stratigraphischen Lokalisierung der Proben und ersten Bestimmung der Herkunft der Wässer unter Berücksichtigung potentieller Fließwege (z.B. Störungszonen, große Klufflächen, Sandstein-Horizonte). Unsicherheiten bei der Beurteilung der Herkunft sind hierbei nicht

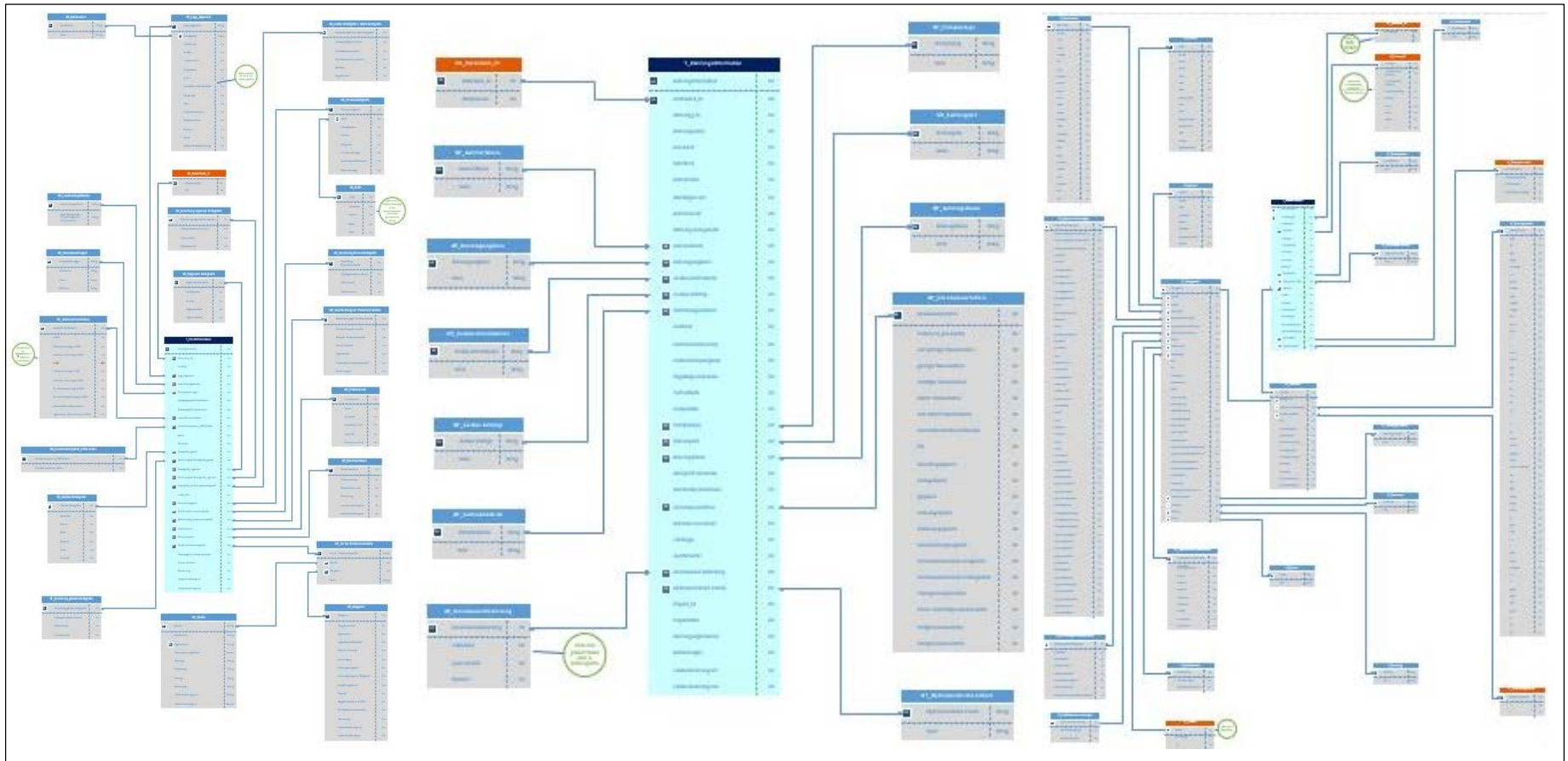
Für welche Nutzer sollen die Daten verfügbar sein?



Struktur der Formationswasser-DB

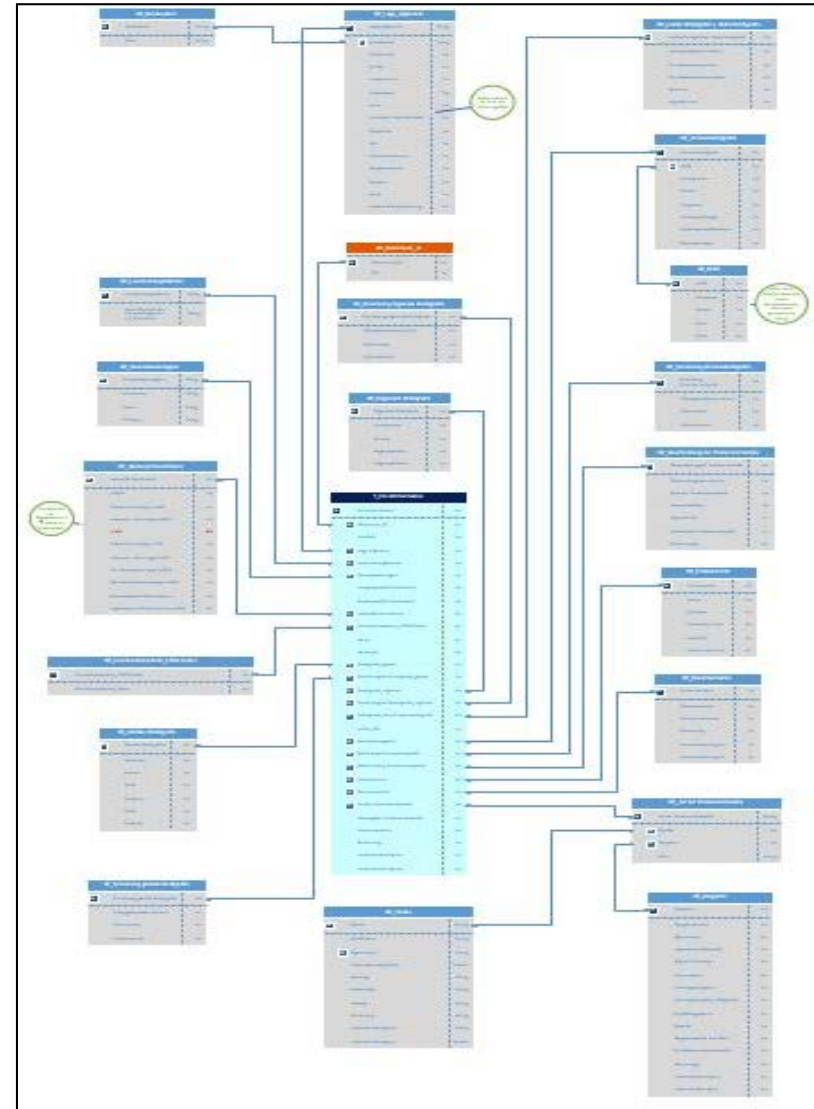
- Struktur besteht aus **drei Haupttabellen**

1. Basisinformation; 2. Bohrungsinformation; 3. Wasseranalysen



Basisinformationen

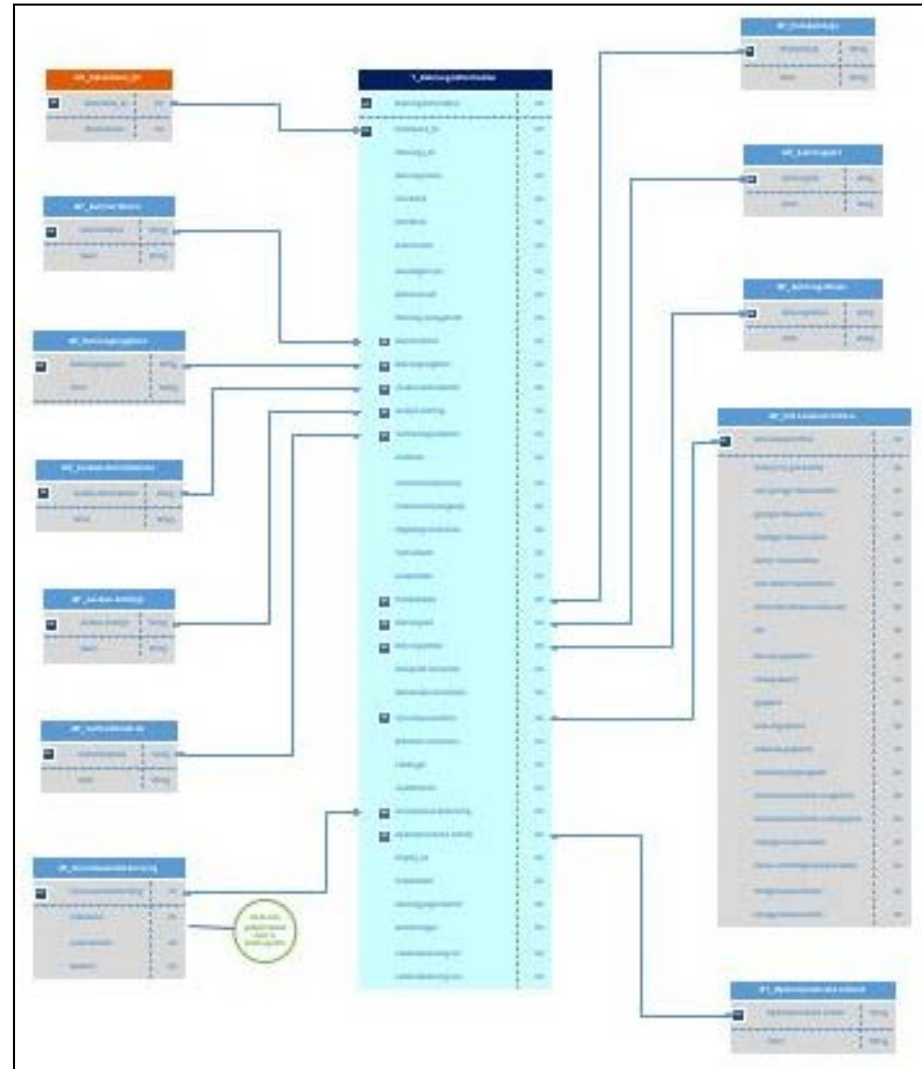
- **Basisinformation** beinhaltet
 - Lage (u.a. Koordinaten)
 - Grundwasserregion
 - Stratigrafie / **Hydrostratigrafie**
 - Hydrogeologische Informationen
 - Art der Probenahmestelle
 - Probenehmer
 - **Dokumentation**
 - ...



Bohrungsinformationen (Informationen zum Probenahmeort)

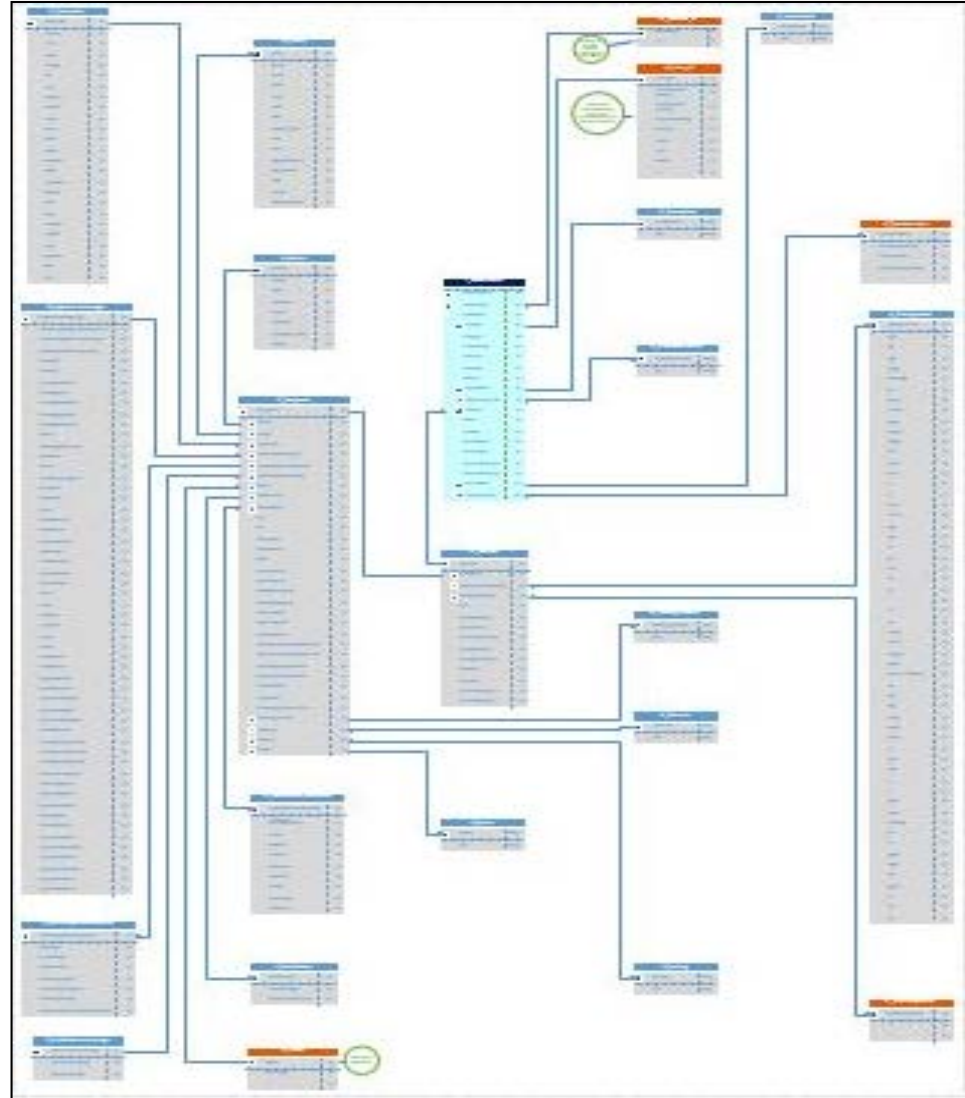
- **Bohrungsinformation** beinhaltet

- Bohrungsklasse/-art
- **Bohrungseigentümer**
- Bohrverfahren
- Bohrprofil
- Spülungsart
- Bohrungsausbau
- Filtertyp
- Grundwasserzufluss
- **Grundwasserleiter**
- ...



Wasseranalysen

- **Wasseranalysen** beinhaltet
 - Probenname
 - Proben-ID
 - Datum/Uhrzeit
 - Erfasser
 - Wetter
 - Laborname
 - Parameter
 - Messgröße
 - **Datenqualität**
 - **Vertraulichkeit**
 - ...



Datenqualität → Qualitätsklassen

| KLASSE | QUALITÄT | MERKMALE - KRITERIEN - BEURTEILUNG - EINSCHRÄNKUNGEN | FARBE |
|--------|--|---|-----------------|
| 0 | Uneingeschränkte Nutzbarkeit, höchste Qualität | <ul style="list-style-type: none"> - es liegt eine Wasser Vollanalyse vor; - der Datensatz kann eindeutig einem Grundwasserleiter zugeordnet werden; - ausführliche Unterlagen zum Brunnenausbau/zur Probenahmestelle sind vorhanden; | keine oder blau |
| 1 | Gute Nutzbarkeit, hohe Qualität, eingeschränkter Analysenumfang (es wurden nur Hauptinhaltsstoffe analysiert; keine Vollanalyse) | <ul style="list-style-type: none"> - es liegt <u>keine</u> Wasser Vollanalyse vor, sondern nur eine Analyse der Hauptelemente (Ca, Mg, Na, K; Cl, HCO₃, SO₄, NO₃) sowie mindestens drei weitere Parameter, wie pH, T, Eh, ... - sonst wie KLASSE 0 | |
| 2 | Ausreichende Nutzbarkeit; der Datensatz sollte aber im Einzelfall geprüft und seine Qualität jeweils (je nach Anfrage/Anforderungen) beurteilt werden. | <ul style="list-style-type: none"> - ein Kriterium zur Markierung ("flagging criterion") ist erfüllt; - sonst wie KLASSE 1 bzw. KLASSE 0 | |
| 3 | Eingeschränkte Nutzbarkeit; der Datensatz sollte im Einzelfall geprüft und seine Qualität jeweils (je nach Anfrage/Anforderungen) beurteilt werden. | <ul style="list-style-type: none"> - zwei oder mehr Kriterien zur Markierung ("flagging criteria") sind erfüllt; - sonst wie KLASSE 1 bzw. KLASSE 0 | |
| 4 | Sehr eingeschränkte Nutzbarkeit; Datensatz sollte nur im Ausnahmefall genutzt oder weitergegeben werden, z.B. wenn kein vergleichbarer Datensatz in einer Region/von einem GWL vorliegt. | <ul style="list-style-type: none"> - der Ionenbilanzfehler ist $> \pm 10$ (15)% (noch zu definieren) und/oder - Werte fehlen bzw. Messwert "Null" oder ">" oder "<" für mindestens einen Hauptinhaltsstoff (Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, NO₃, HCO₃ oder Alkalinität (wenn HCO₃ nicht angegeben ist)) | |
| 5 | Sehr eingeschränkte Nutzbarkeit; Analyse/Datensatz sollte nicht bzw. nur im Einzelfall genutzt oder weitergegeben werden. | <ul style="list-style-type: none"> - der Datensatz/die Wasseranalyse kann nicht (eindeutig) einem Grundwasserleiter/einer Teufe zugeordnet werden und/oder - es liegt eine Mischwasseranalyse vor | |

→ Daten eher markieren, als einen ganzen Datensatz ausschließen

Qualitätsklassen → Kriterien zur Markierung

| MARKIERUNG | KRITERIUM | MÖGLICHE URSACHEN |
|------------|---|--|
| | 1 Unzureichende Probenbehandlung | Bei der Probenahme wurde das Aliquot für die Kationen nicht angesäuert |
| | 2 Die Daten sind älter als 30 Jahre bzw. vor 1990 erhoben worden (noch zu definieren) | |
| | 3 Analysemethode nicht angegeben (elementspezifische Flaggen setzen?!) | |
| | 4 Es ist nicht nachvollziehbar, wie die Wasserprobe gewonnen wurde. | |
| | 5 Ionenbilanzfehler > ±5% (10%) (noch zu definieren) | Schlechte Analyse/Analytik oder fehlerhafte Probenahme, -transport und/oder -behandlung, bei der Berechnung fehlen Bestandteile, sehr stark saures Wasser und H ⁺ -Ionen wurden nicht berücksichtigt, organische Verbindungen in signifikanter Quantität anwesend |
| | 5-1 Ionenbilanzfehler = 0% | Recht typisch für Wasseranalysen älter 1960er, bei denen Na bzw. Na+K berechnet und nicht gemessen wurde |
| | 6 $4 \geq \text{pH} \geq 10$ (noch zu definieren) | Verunreinigung durch Bohrspülung und/oder Zementation |
| | 7 Wenn $\text{pH} \leq 8$, dann CO_3^{2-} -Konzentration ≥ 0 mg/L | Verunreinigung durch Bohrspülung (möglicher Weise ohne Beeinflussung des pH-Wertes) |
| | 8 $\text{Mg}^{2+} \geq \text{Ca}^{2+}$ | Ca^{2+} -Ausfällung durch Dedolomitisierung u/o Ionenaustauschreaktionen; Silikatverwitterung ultramafischer Gesteine (z.B. Serpentinite) |
| | 9 $\text{K}^+ > \text{Cl}^-$ | |
| | 10 $\text{K}^+ > 5 \cdot \text{Na}^+$ | |
| | | ... |



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER

Nutzungsbeschränkungen

| KLASSE | VERTRAULICHKEIT | MERKMALE - KRITERIEN |
|--------|----------------------------------|---|
| A | ohne Beschränkung | Uneingeschränkt nutzbare Daten, offen für Dritte, müssen aber mit Verweis auf Dateneigentümer/-herkunft genutzt/veröffentlicht/weitergegeben werden; Beschränkung aufgehoben. |
| B | eingeschränkte Nutzbarkeit | Daten können ohne geografischen Bezug und/oder ohne Ausbaudaten und nur mit Verweis auf Dateneigentümer/-herkunft genutzt/veröffentlicht/weitergegeben werden. |
| C | stark eingeschränkte Nutzbarkeit | Vertrauliche Daten oder ungeklärte Nutzbarkeit (s. "F"), Dateneigentümer nicht mehr existent bzw. keine Datennutzung regelbar. Daten dürfen nur mit Einverständnis des Eigentümers genutzt/veröffentlicht/weitergegeben werden. |
| D | nur interne Nutzbarkeit | Daten dürfen in Datenbank aufgenommen und zur hydrogeologisch-geochemischen Beschreibung einzelner Grundwasserleiter genutzt werden, dürfen aber nicht bzw. nur mit Einverständnis des Eigentümers weitergegeben/zitiert/veröffentlicht werden. |
| E | Verschlussache | Daten gesperrt für Dritte |
| E-1 | Verschlussache 1 | Verschlussache für Personenkreis 1 (noch zu definieren) |
| E-2 | Verschlussache 2 | Verschlussache für Personenkreis 2 (noch zu definieren) |
| E-3 | Verschlussache 3 | Verschlussache für Personenkreis 3 (noch zu definieren) |
| E-4 | Verschlussache 4 | Verschlussache für Personenkreis 4 (noch zu definieren) |
| F | unbekannt | Vertraulichkeit noch nicht geprüft (s. "C") |

→ Ab Klasse „B“ sollten **Vertraulichkeitsvereinbarungen** mit dem **Datensatz (z.B. als pdf-Datei)** verknüpft werden

Für welche Anwendungen kann die DB von Bedeutung sein?

- Es gibt vielfältige Nutzungen des tiefen Untergrunds
- Neben **Rohstoffgewinnungen** existieren **geothermische** und **speichergeologische Potenziale**

- Formationswasser-DB kann fachliche Grundlage sein für



➤ Potenzialabschätzungen



























































































➤ Beurteilung von Nutzungskonflikten

➤ mögliche Raumplanungen

Bemerkung: Endlagerung radioaktiver Stoffe ist hier noch nicht berücksichtigt.

Abbildung nach BLA-GEO (2011)

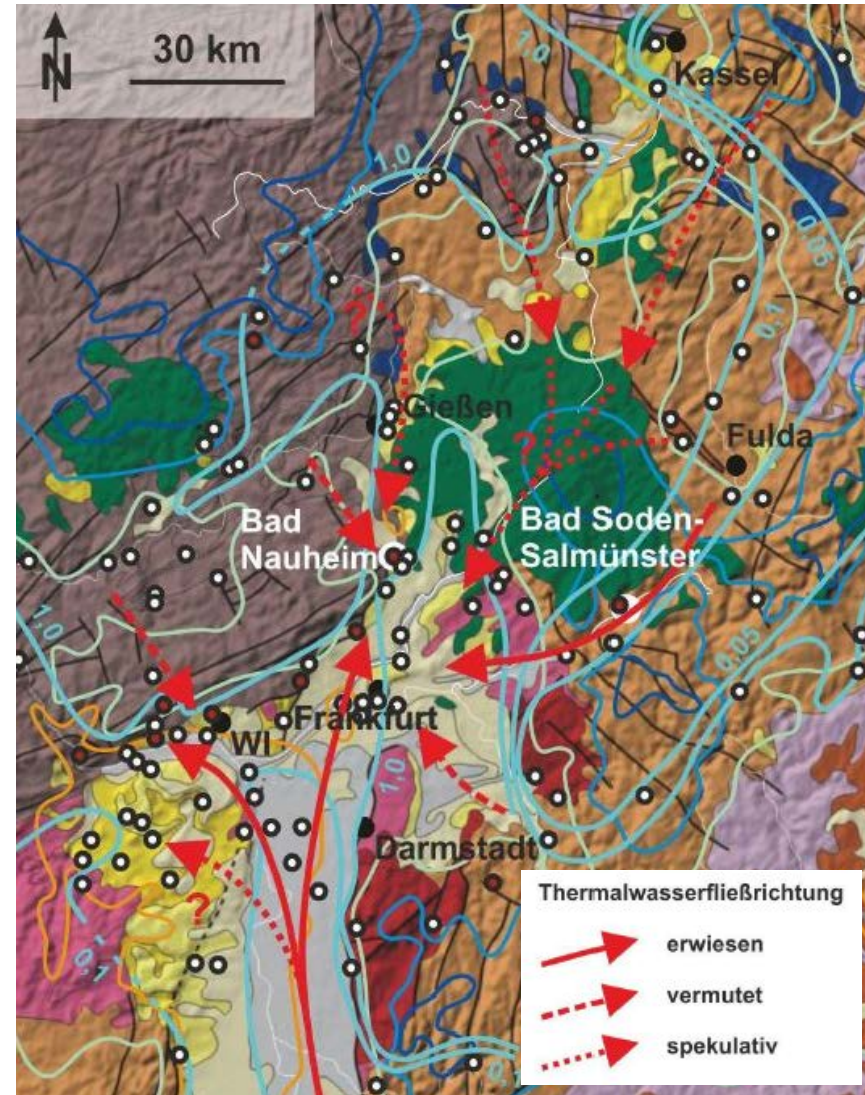
| Legende | |
|------------------------------|---|
| Einzelfallentscheidungen |  |
| i.d.R. keine Einschränkungen |  |

| | Geologische CO ₂ -Speicherung | Salznutzung (innerhalb Salzstruktur) | Solegewinnung (außerhalb Salzstruktur) | Flache Geothermie (< 400 m) | Tiefe Geothermie (> 400 m) | Kohlenwasserstoffe (konventionell) | Kohlenwasserstoffe (nicht-konventionell) | Porenspeicher | Nutzbares Grundwasser | Wasserversenkung (Disposal) |
|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|
| Geologische CO ₂ -Speicherung | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Salznutzung (innerhalb Salzstruktur) |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Solegewinnung (außerhalb Salzstruktur) |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| Flache Geothermie (< 400 m) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| Tiefe Geothermie (> 400 m) |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| Kohlenwasserstoffe (konventionell) |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |
| Kohlenwasserstoffe (nicht-konventionell) |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| Porenspeicher |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |
| Nutzbares Grundwasser |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |
| Wasserversenkung (Disposal) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |

Geothermale Exploration in tieferen Untergrund

- Geologische Verhältnisse prägen Grundwasserbeschaffenheit
- Verschiedene **Lösungsgeothermometer** zur Abschätzung von (tieferen) Reservoirtemperaturen nutzbar (z.B. Na/K, Li/Mg, ...)
- Folglich können **chemisch-hydrogeologische Daten** genutzt werden, um
 - **Temperaturen in größeren Tiefen** zu berechnen
 - **geothermische Potenziale** abzuschätzen

Nach Schäffer, 2018



Effizienter und nachhaltiger Betrieb geothermaler Anlagen

- Bei geothermischen Nutzungen gilt es **Scalings** und **Korrosionen** zu vermeiden
- Für Risikoabschätzungen sind Daten zur **Grundwasserbeschaffenheit** und **Salinität** sowie über in-situ **Druck-** und **Temperaturbedingungen** entscheidend
- Auch Mikrobiologie, Radioaktivität, ...



Rohrscalings © TU Graz



Pumpenkorrosion © BAM

- Sind diese **Daten** vorhanden, können
 - **potenzielle Scalingrisiken** mittels numerischer Modelle **prognostiziert** sowie
 - **geothermische Anlagen optimal** an die jeweiligen Standortbedingungen **angepasst** werden

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

- Die Formationswasser-DB der BGR enthält
 - **qualitätsgeprüfte**
 - georeferenzierte, tiefenabhängige und hydrostratigrafisch **zugeordnete**
 - „**öffentlich zugängliche**“Daten und Informationen über Formationswässer aus Deutschland.
- Die Formationswasser-DB soll **langfristig** zur Verfügung stehen, um
 - **Nutzungskonflikte** zu bewerten
 - den vielgestaltigen Nutzungen des tiefen Untergrundes in Deutschland als **wichtige Datengrundlage** zu dienen.