

# Grundwasser in der Asse

## Ein komplexes System

**Dr. Jens F. Führböter**

**28.05.2009**

**Info-Stelle Asse, Remlingen**

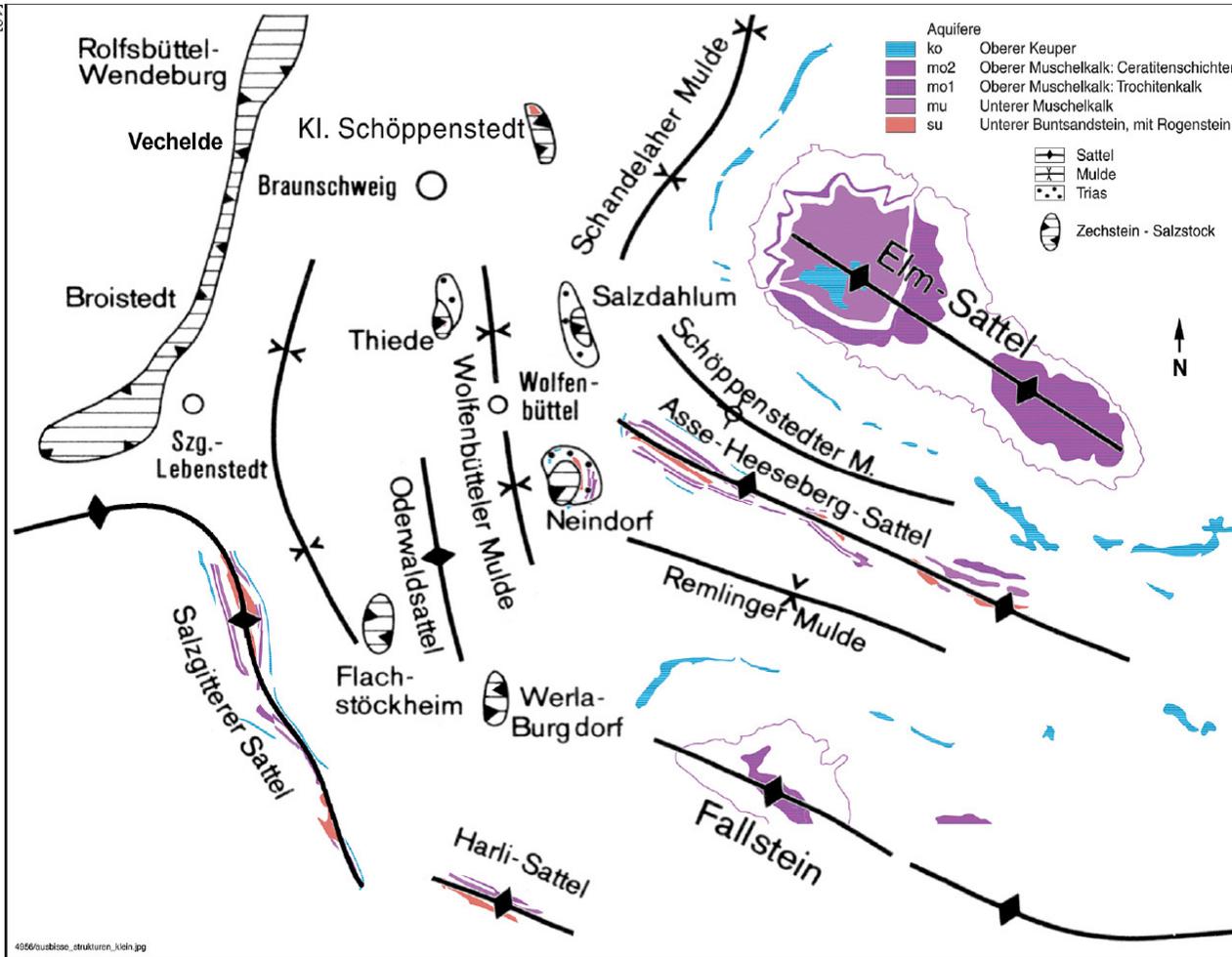


# *Inhalt*

- **Geologie und Grundwasser**
- **Tektonik und Grundwasser**
- **Dichteschichtung im Grundwasser**
- **Fließsysteme im Höhenzug Asse**
- **Probleme bei der Eingrenzung von Fließsystemen und Einzugsgebieten**
- **Fragen, die in jüngster Zeit an die Hydrogeologie gestellt wurden**

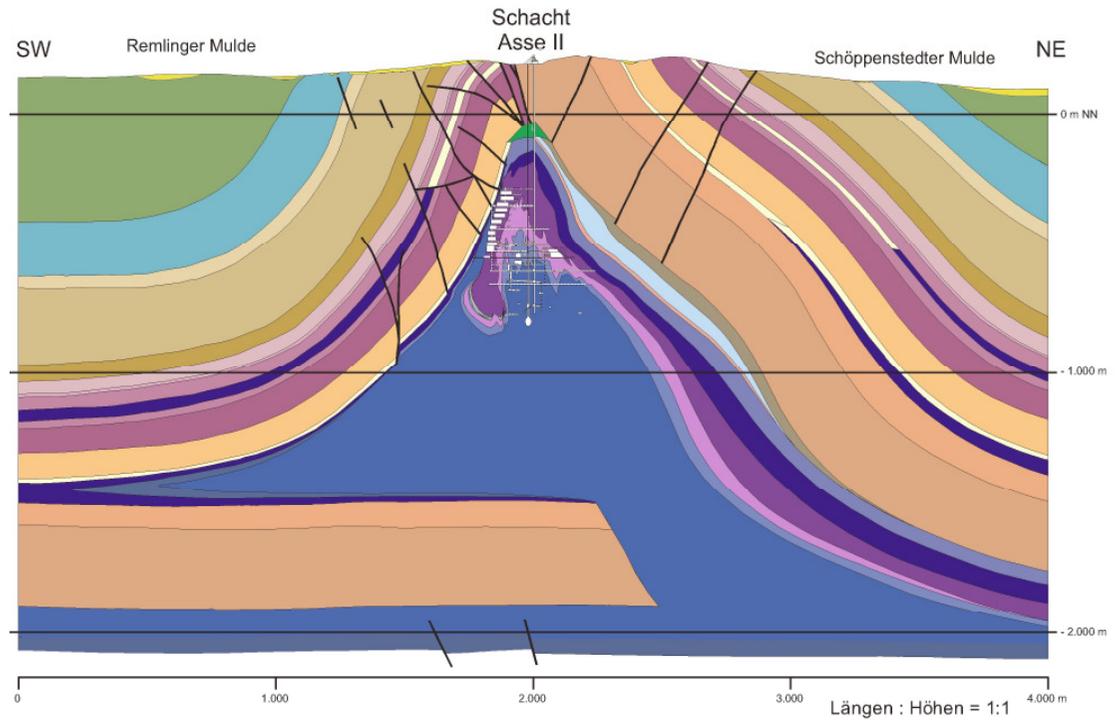
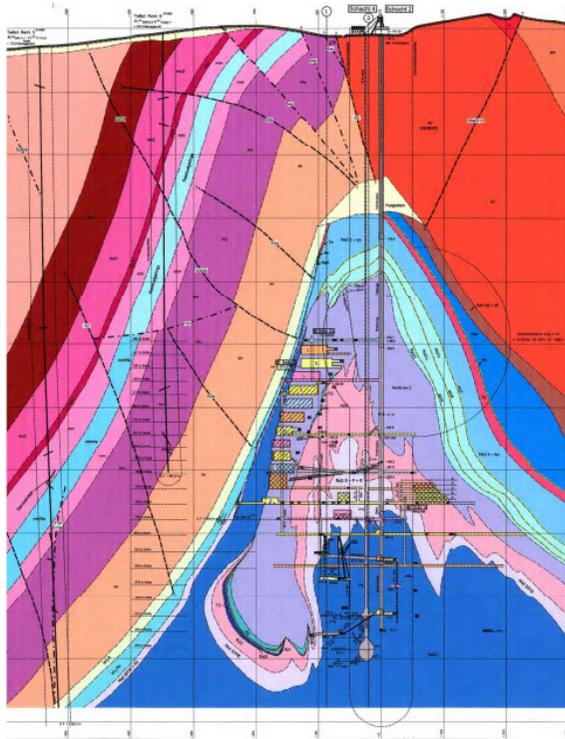
2





Ausbisse von Grundwasserleitern der Trias an der Oberfläche

# Geologie – Deckgebirge und Salzstock

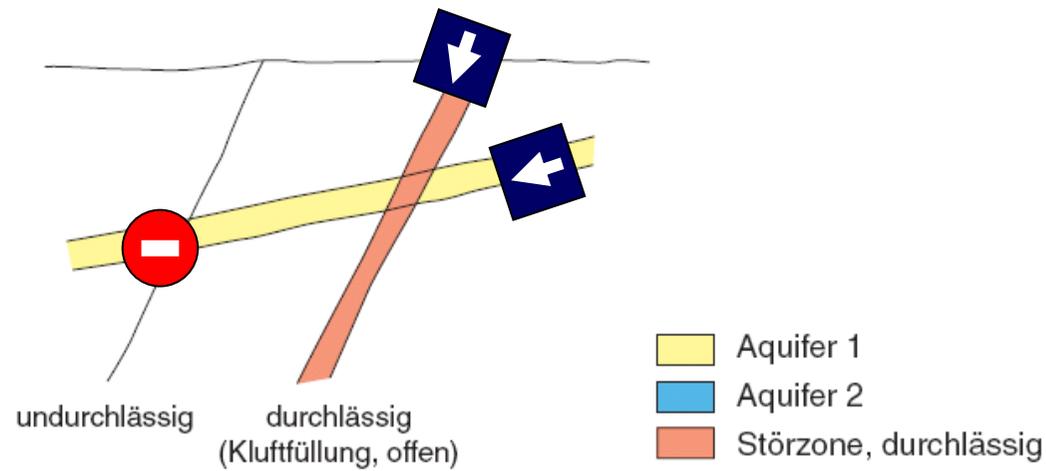


4





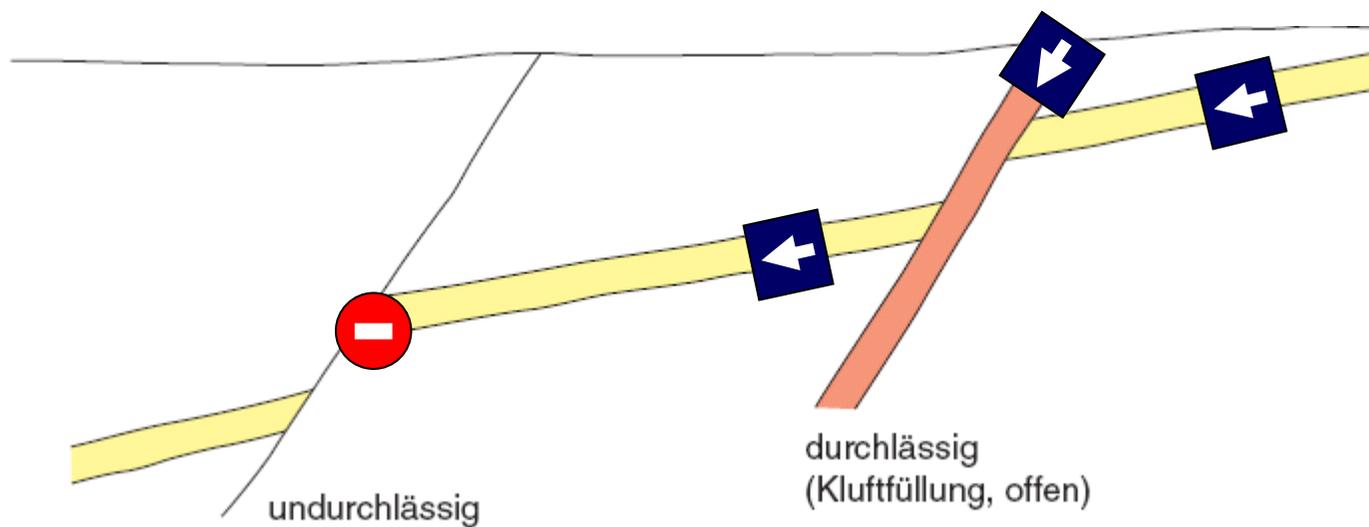
# Wie kann sich die Tektonik auf das Grundwasserfließen auswirken?



6

A: Störungen ohne Versatz

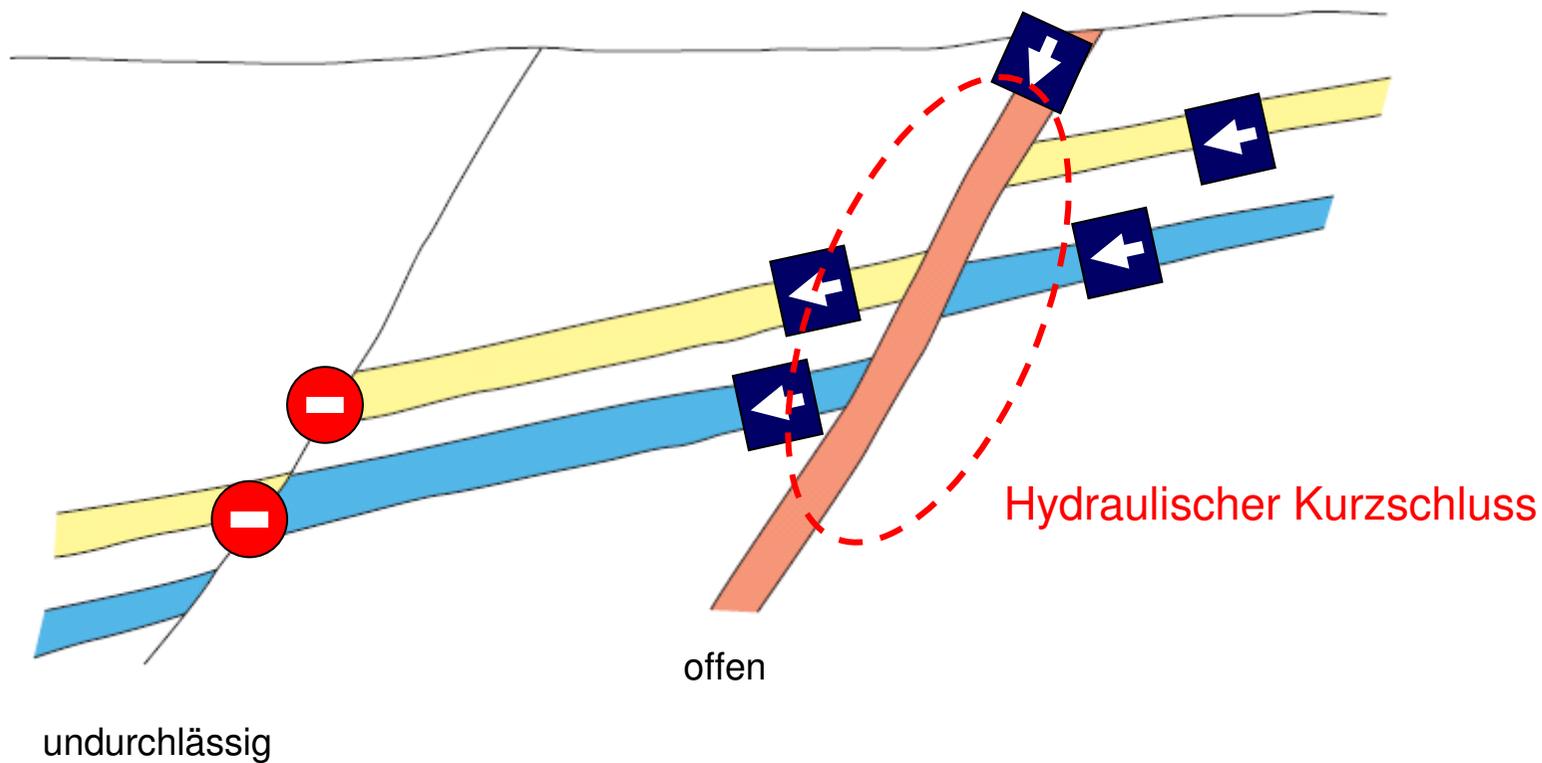
# Wie kann sich die Tektonik auf das Grundwasserfließen auswirken?



7

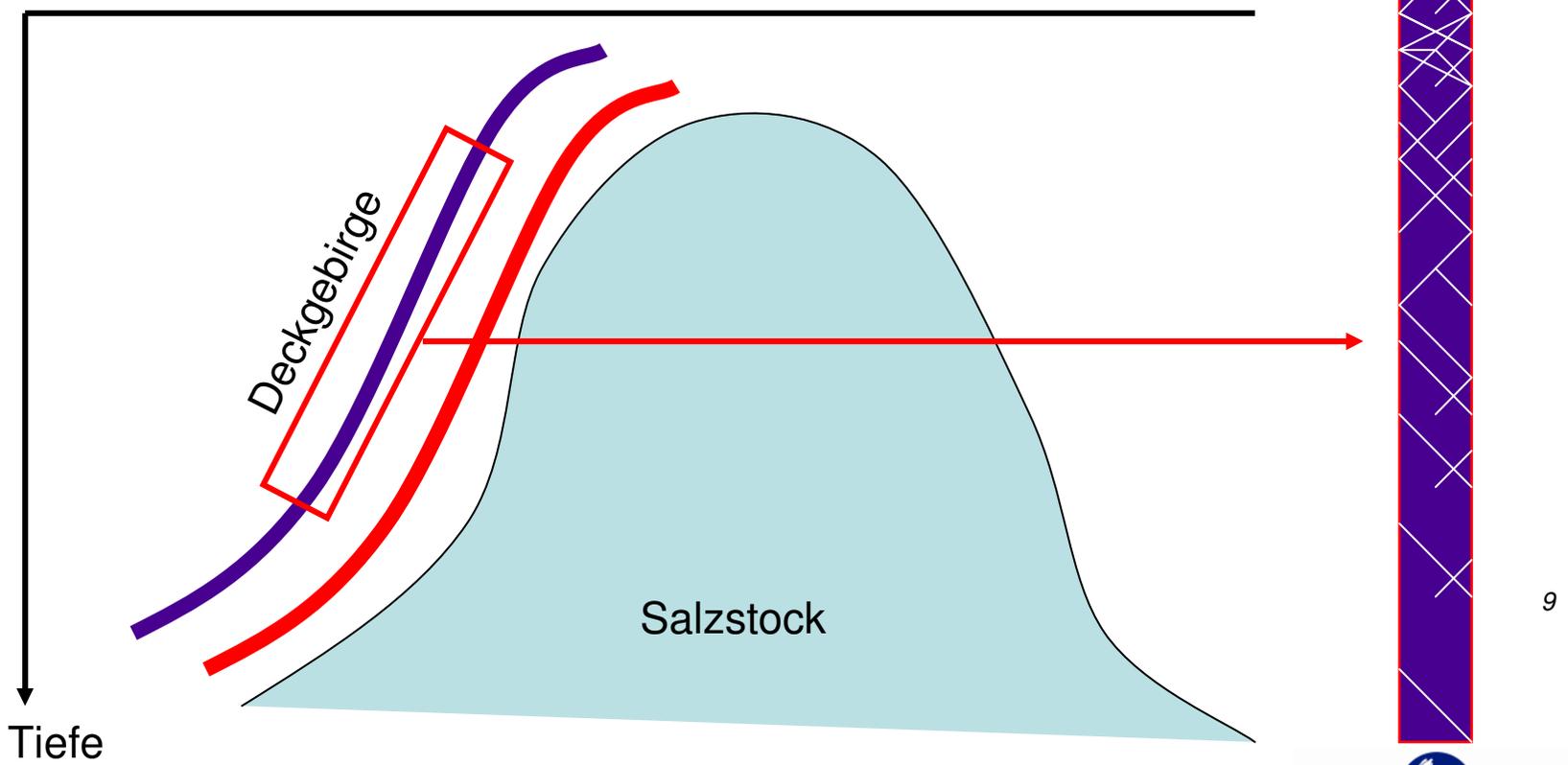
B: Störungen mit Versatz

# Wie kann sich die Tektonik auf das Grundwasserfließen auswirken?

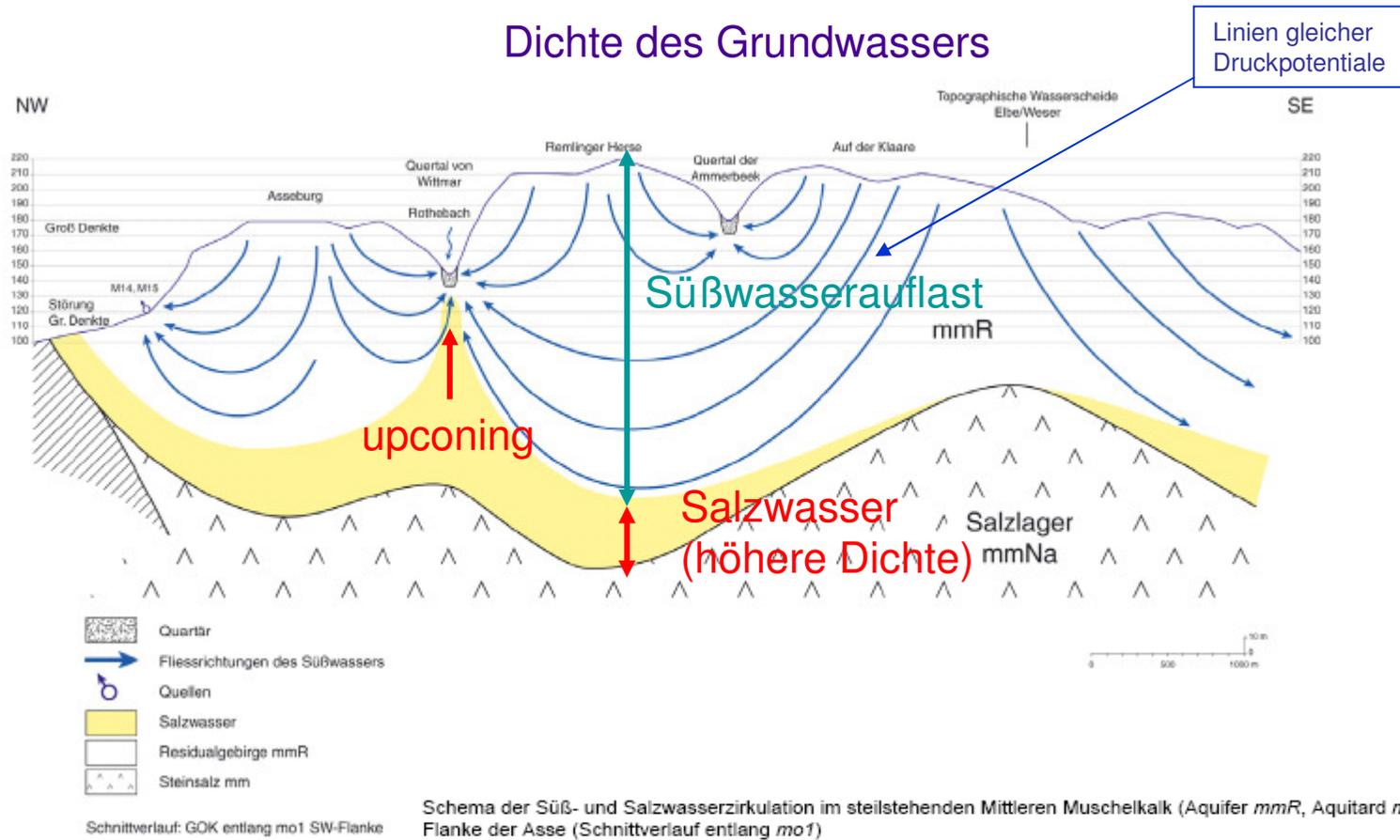


# Was hat noch Auswirkungen auf die Grundwasserströmung?

Abnahme der Durchlässigkeit mit der Tiefe



# Was hat noch Auswirkungen auf die Grundwasserströmung?

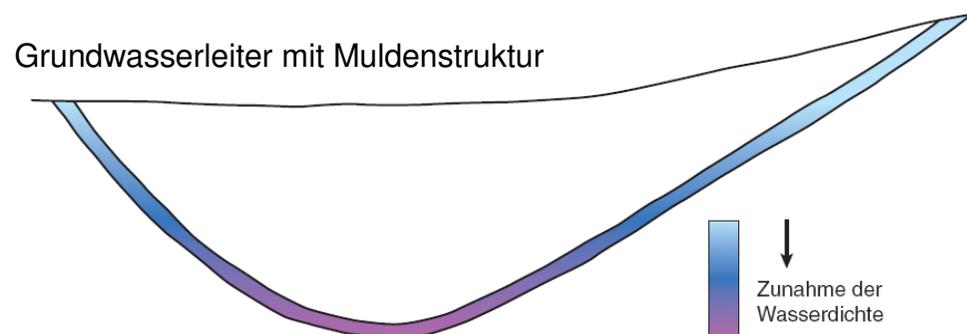


10

# Was hat noch Auswirkungen auf die Grundwasserströmung?

## Dichte des Grundwassers

- **Dichteschichtung: Ausbildung einer Salz-Süßwassergrenze (Prinzip: Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte mischen sich nicht)**
- **Der Übergang zwischen Salz- und Süßwasser ist je nach Grundwasserdynamik abrupt („scharfe“ Salz-Süßwassergrenze)**
- **Die Tiefe der Salz-Süßwassergrenze hängt von der Tiefenlage des Salzspiegels und von der Süßwasserauflast ab**
- **spezielle geologische Strukturen bilden „Fallenstrukturen“ („trapped groundwater“ oder stagnierendes Grundwasser)**



11

# Was hat noch Auswirkungen auf die Grundwasserströmung?

## Klassifikation von Salzwasser

De Wiest (1966)

Einteilung nach dem Gesamtlösungsinhalt

Süßwasser..... < 1 g/kg  
Brackwasser..... 1 - 10 g/kg  
Salzwasser..... 10 - 100 g/kg  
Solen..... > 100 g/kg

Schoeller (1962)

Einteilung nach dem Chloridgehalt

normal-chloridisch..... < 10 mg/l  
oligo-chloridisch..... 10 - 40 mg/l  
mittel-chloridisch..... 40 - 140 mg/l  
stark chloridisch..... 140 - 420 mg/l  
meeres-chloridisch..... 420 - 700 mg/l  
über-chloridisch..... > 700 mg/l

Hölting (1984)

Einteilung nach dem Chloridgehalt

Süßwasser..... < 250 mg/kg  
Salzwasser..... > 250 mg/kg  
Solen, balneolog..... > 8500 g/kg  
Solen, bergmänn..... > 25000 g/kg

DIN 4049 (1991)

Süßwasser:  
Wasser mit einer geringen Konzentration an gelösten Salzen

Brackwasser:  
Überwiegend im Gezeitenbereich entstandene Mischung von Süßwasser und Salzwasser

Salzwasser:  
Wasser mit hohen Konzentrationen an gelösten Salzen (z.B. Gesamtkonzentration > 5 g/l oder Chloridkonzentration > 1 g/l)

12

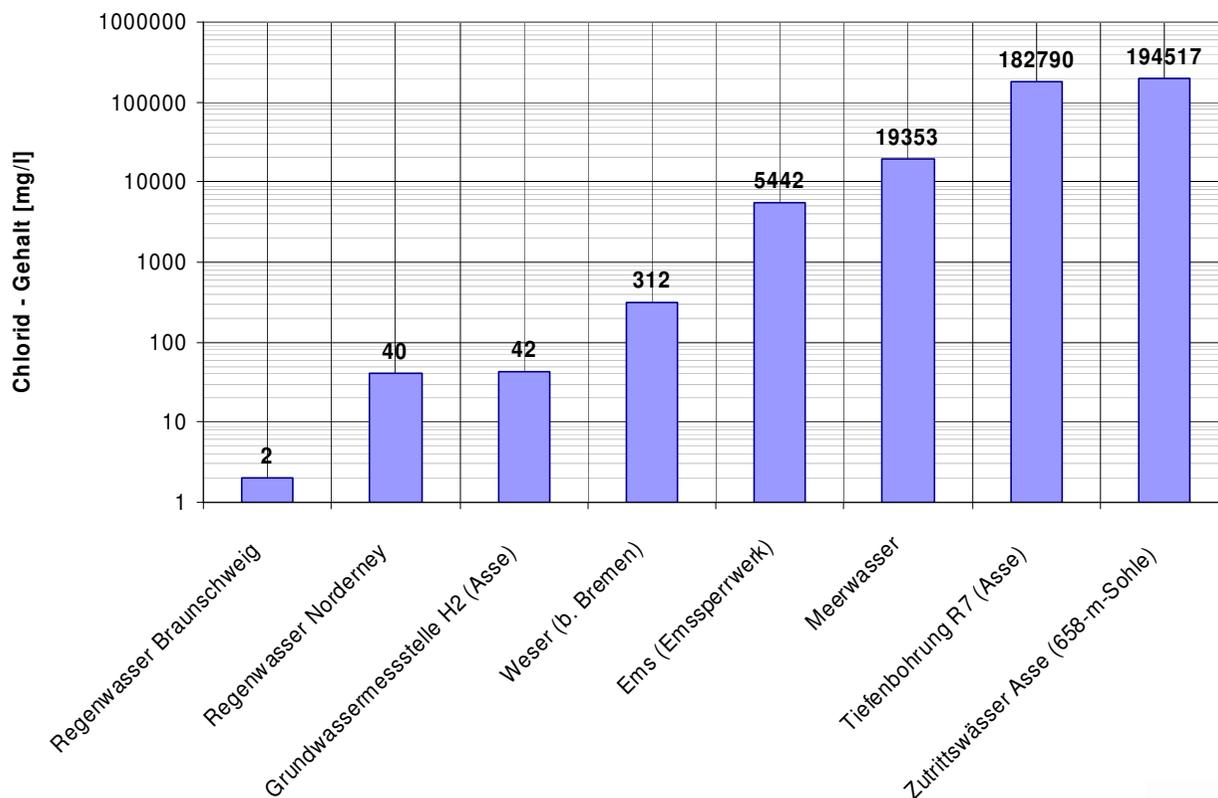


# Was hat noch Auswirkungen auf die Grundwasserströmung?

## Klassifikation von Salzwasser

Chlorid-Gehalte im Vergleich

Logarithmische Darstellung



13

| Verantwortung für Mensch und Umwelt |



Grenzwert: 250 mg/L Chlorid nach TVO = Trinkwasserverordnung

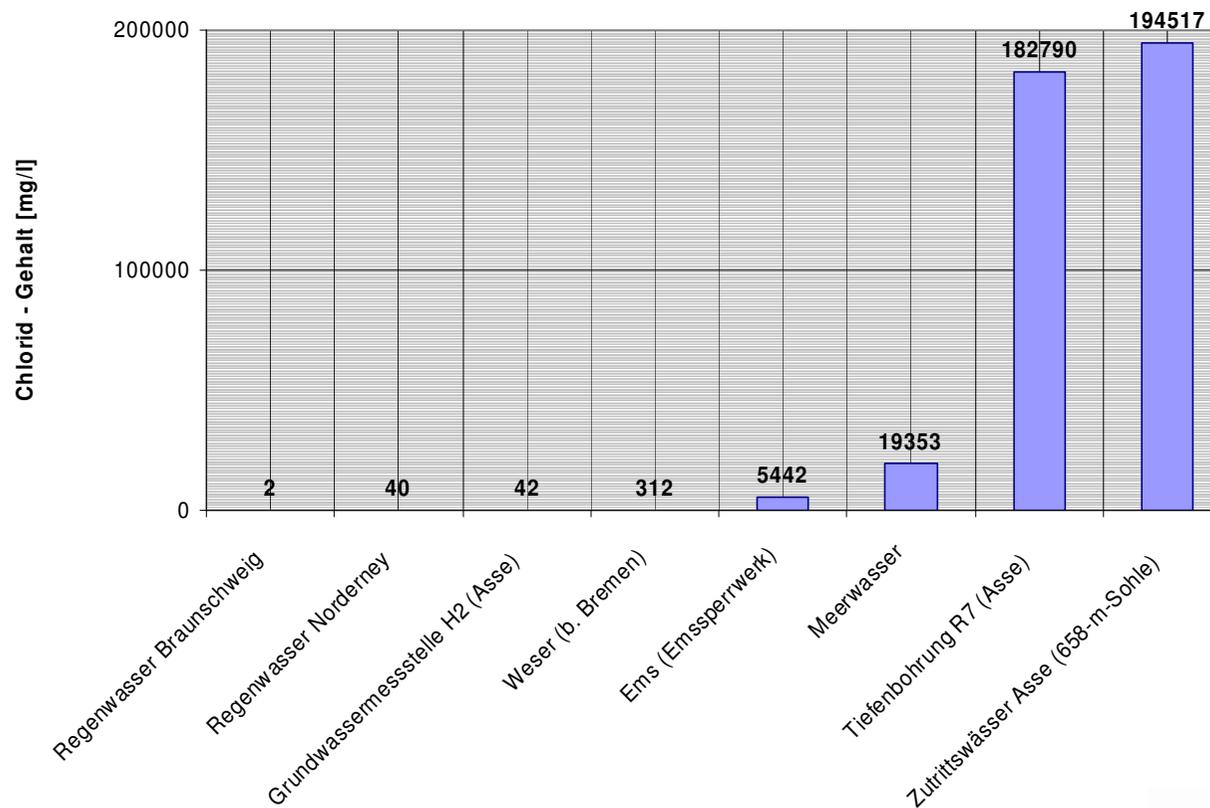


Bundesamt für Strahlenschutz

# Was hat noch Auswirkungen auf die Grundwasserströmung?

## Klassifikation von Salzwasser

Chlorid-Gehalte im Vergleich



14

| Verantwortung für Mensch und Umwelt |



Grenzwert: 250 mg/L Chlorid nach TVO = Trinkwasserverordnung



# Fließsysteme und Einzugsgebiete im Höhenzug Asse – Probleme der eindeutigen Eingrenzung

1. Es gibt keinen zusammenhängenden Grundwasserleiter - das Grundwasser fließt durch ein System von Grundwasserleitern, welches von Grundwassergeringleitern und Grundwassernichtleitern unterteilt und begrenzt wird → Fließsysteme

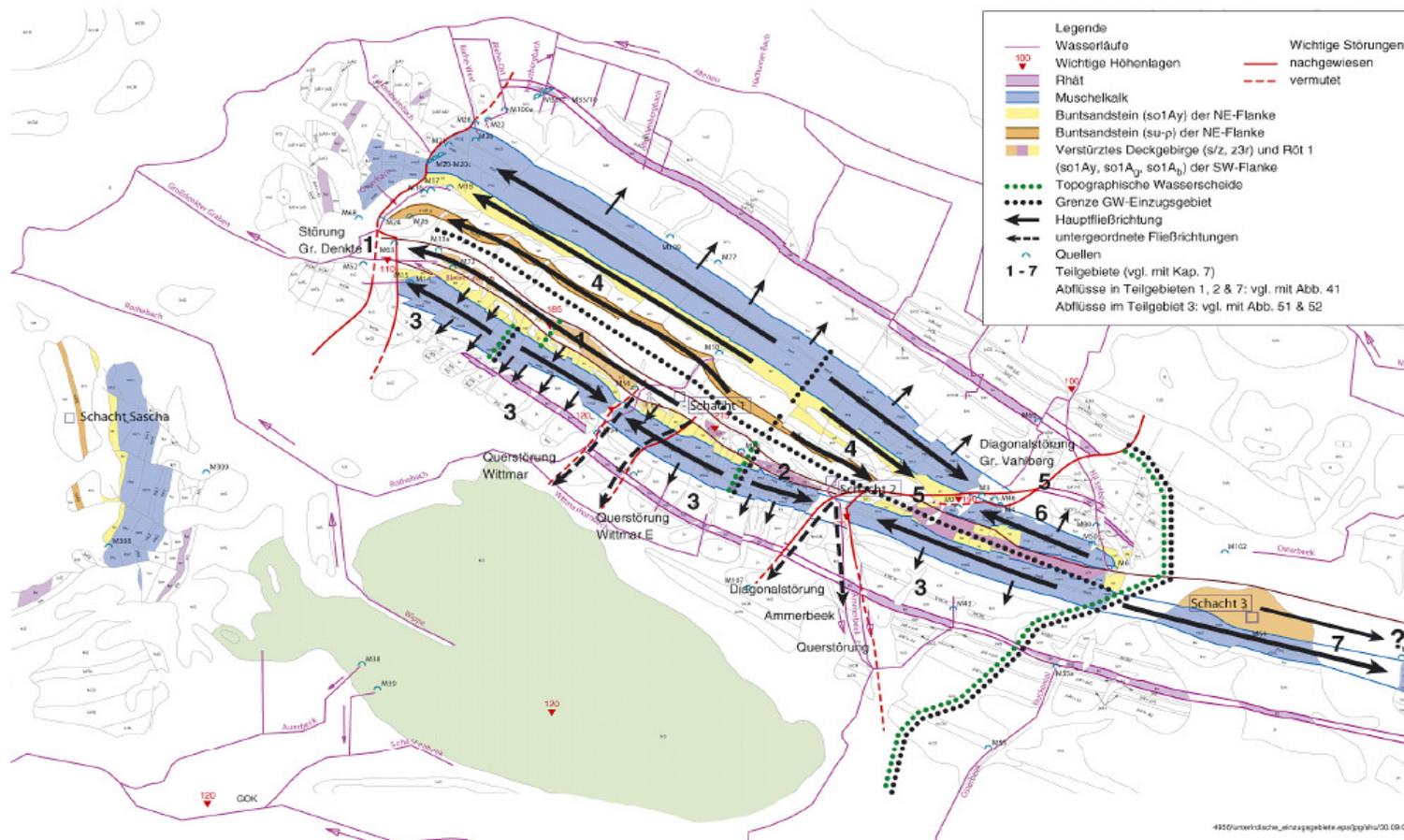
**Ursachen:** → Tektonik → Geologie → Dichteunterschiede im Grundwasser

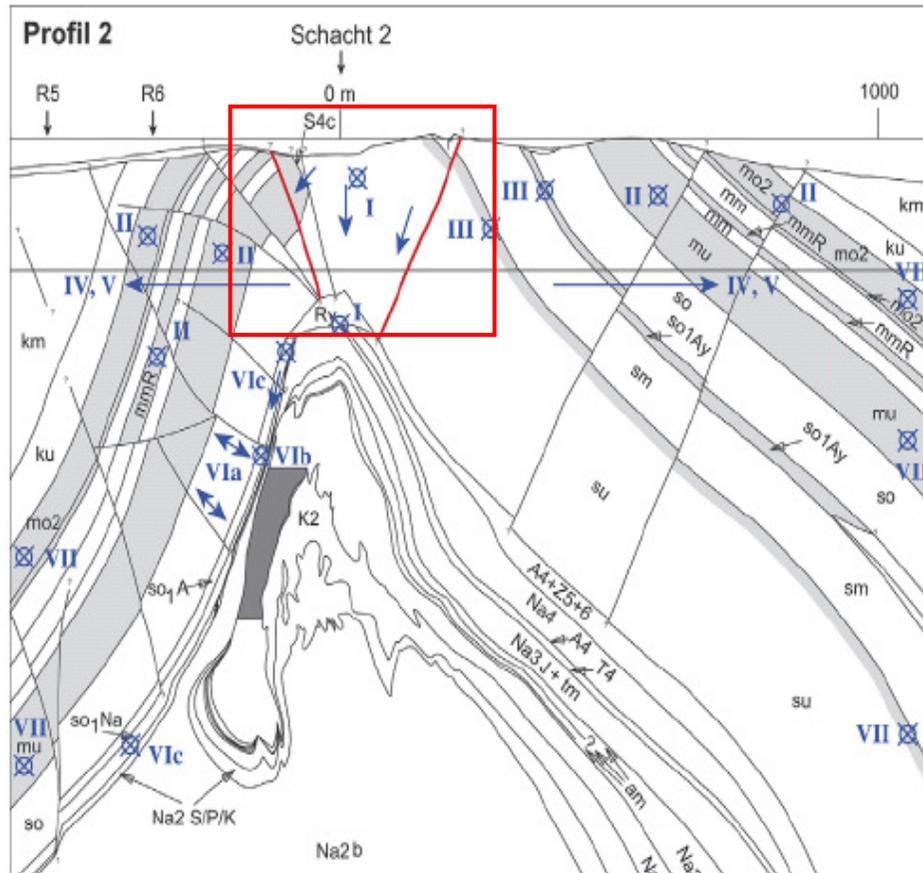
2. Die unterirdischen Einzugsgebiete sind schwer einzugrenzen

**Ursache:** → verfügbare Datenlage → Messnetz-Design



# Fließsysteme im Höhenzug Asse – Vermutete Einzugsgebiete





**Legende**

- Aquifere
- Schachanlage Asse II
- I Fließsystem
- ↓ Fluss in Schnittebene
- ↔ Wegsamkeit
- ⊗ Fluss schief oder senkrecht zur Schnittebene
- Begrenzung des verstützten Deckgebirges nach FB Asse [36]
- Störungen (Längsstörungen, Diagonalstörungen)

## Fließsystem I:

GWL= Grundwasserleiter

GWGL = Grundwassergeringleiter

### *Verstütztes Deckgebirge:*

Unterer Buntsandstein (GWL)

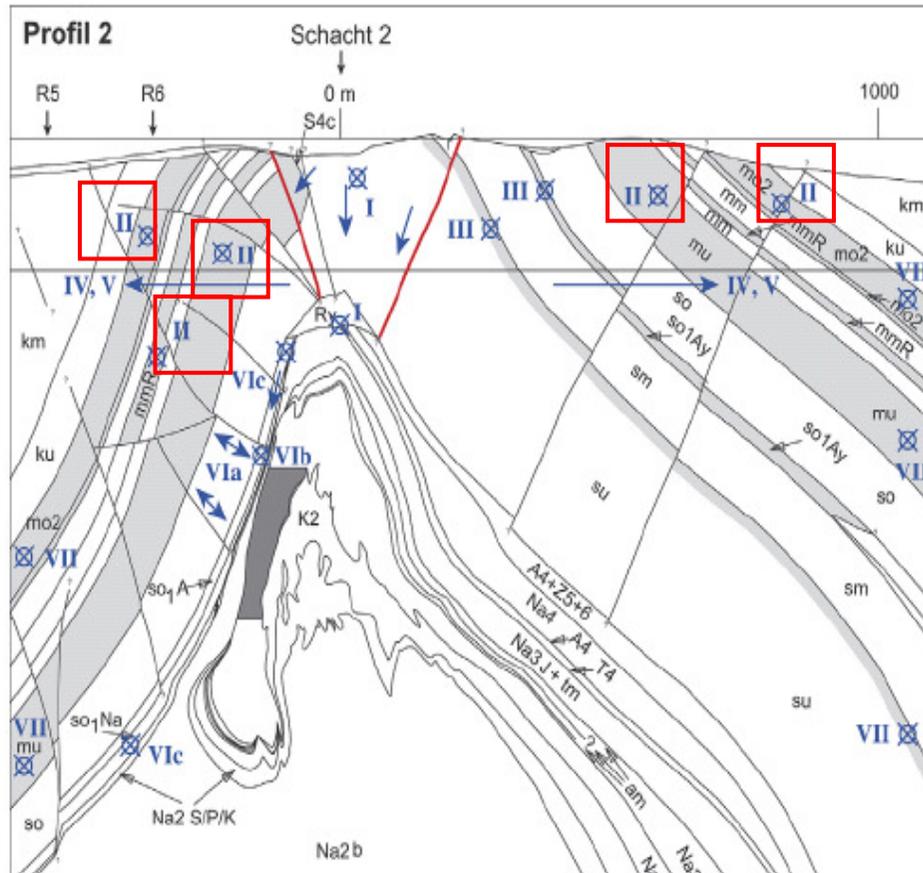
Altes Hutgestein (GWGL)

### *Hutgestein:*

Hutgestein (GWGL)

Subrosionsgerinne (GWL)





**Legende**

- Aquifere
- Schachanlage Asse II
- I Fließsystem
- Fluss in Schnittebene
- Wegsamkeit
- Fluss schief oder senkrecht zur Schnittebene
- Begrenzung des verstärzten Deckgebirges nach FB Asse [36]
- Störungen (Längsstörungen, Diagonalstörungen)

## Fließsystem II:

GWL= Grundwasserleiter

GWGL = Grundwassergeringleiter

*Hauptgrundwasserleiter des  
Muschelkalks:*

mo (GWL)

mu (GWL)

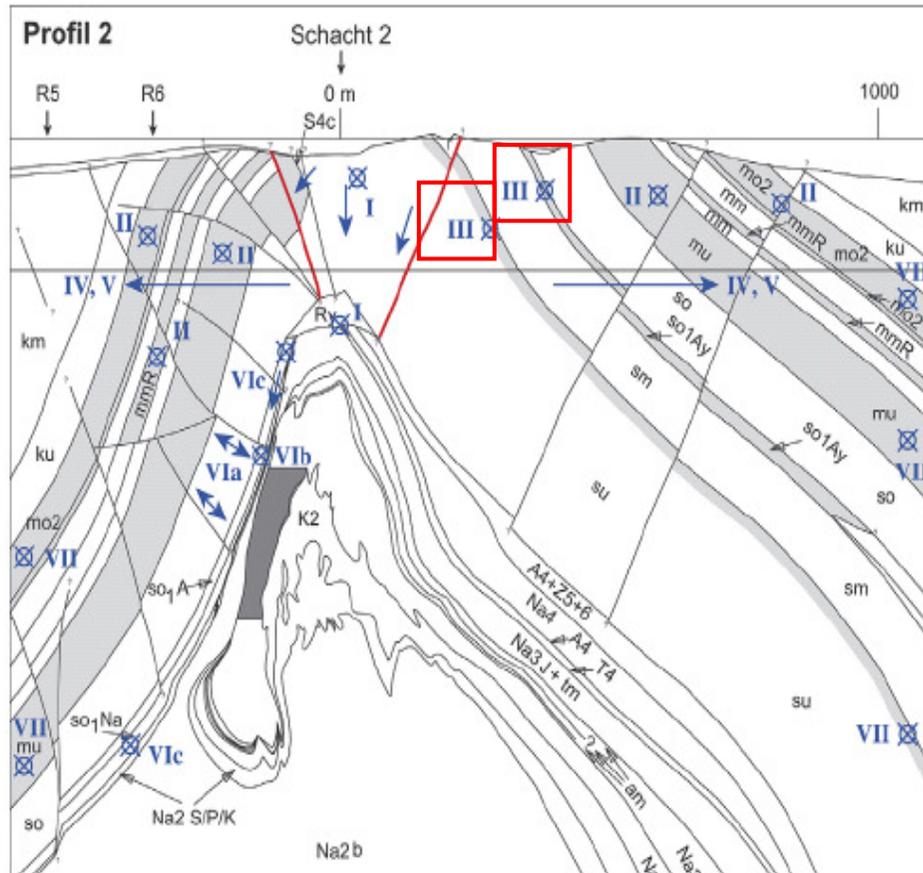


Die heterogene Zusammensetzung des Unteren Muschelkalks vermindert dessen hydraulische Durchlässigkeit! Dieser Bereich des Unteren Muschelkalk wurde als NICHT wasserführend angetroffen.



19

Bohrung PN 2 , Unterer mu, Wellenkalk 1 → keine signifikanten Grundwasserflüsse



## Fließsystem III:

GWL= Grundwasserleiter

GWGL = Grundwassergeringleiter

*Grundwasserleiter des Unteren und Mittleren Buntsandsteins (nur NW-Flanke):*

sm (GWGL)

su-rho (Rogenstein)(GWL)

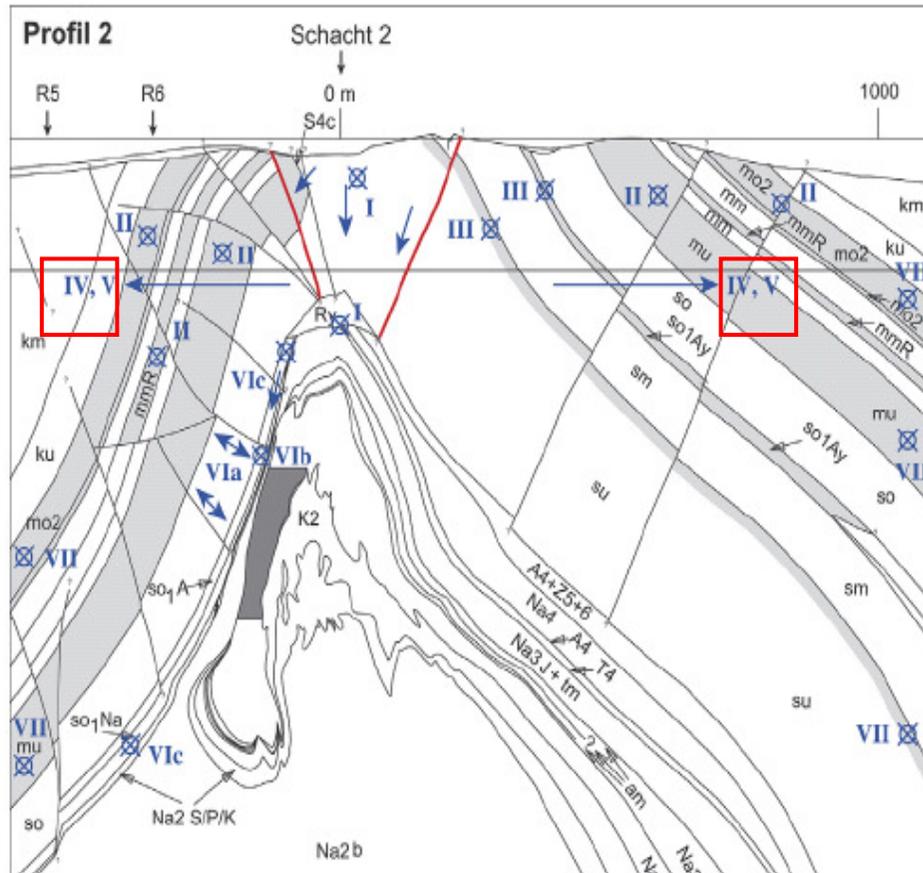
su (GWGL)

### Legende

- Aquifere
- Schachanlage Asse II
- Fließsystem
- Fluss in Schnittebene
- Wegsamkeit
- Fluss schief oder senkrecht zur Schnittebene
- Begrenzung des verstärzten Deckgebirges nach FB Asse [36]
- Störungen (Längsstörungen, Diagonalstörungen)

20





**Legende**

- Aquifere
- Schachanlage Asse II
- I Fließsystem
- ↓ Fluss in Schnittebene
- ↔ Wegsamkeit
- ⊗ Fluss schief oder senkrecht zur Schnittebene
- Begrenzung des verstärzten Deckgebirges nach FB Asse [36]
- Störungen (Längsstörungen, Diagonalstörungen)

## Fließsystem IV-V:

Störungssysteme (hydraulische Wirksamkeit teilweise vermutet):

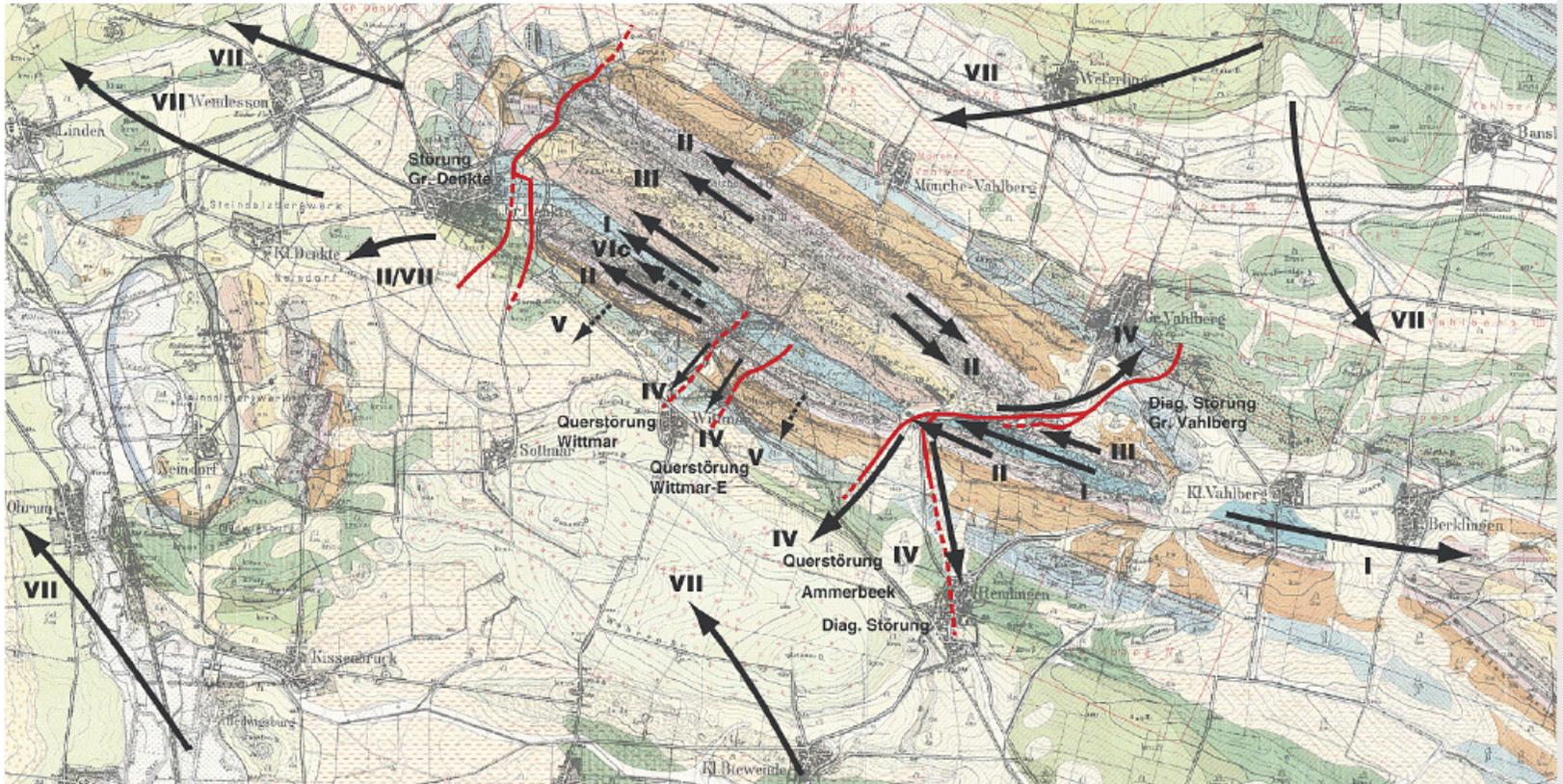
### *Fließsystem IV:*

- Diagonalstörung Groß Vahlberg
- Querstörung Ammerbeek
- Diagonalstörung Ammerbeek
- Querstörung Wittmar-E
- Querstörung Wittmar
- Störung Groß Denkte

### *Fließsystem V:*

alle übrigen Querstörungen (geringe Relevanz gegenüber IV)





- wichtige Störungen nachgewiesen
- - - vermutet

## Fließsysteme in der Kartendarstellung



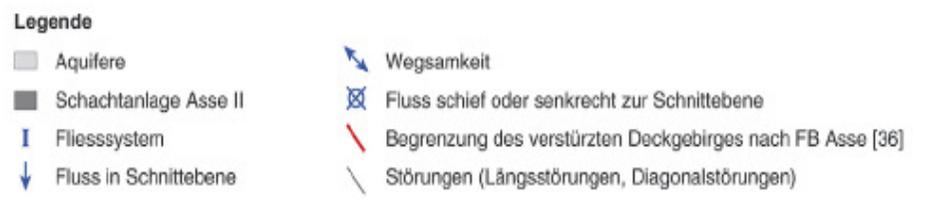
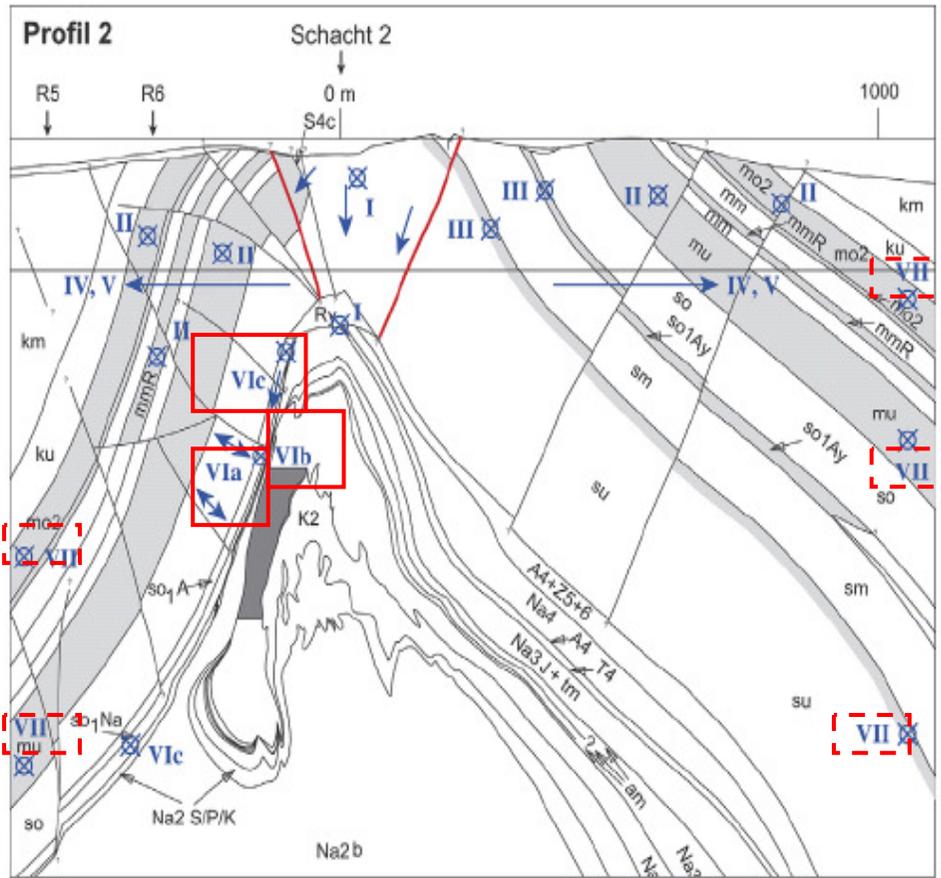


23

Wasserführende Störungszone, Bohrung PN1 (Oberkante Röt 4)



Wasserführende Störungszone, Bohrung PN2 (Unterkante Unterer Muschelkalk am Übergang zum Röt 4)



## Fließsystem VI

- a) Bergbaubedingt aufgelockerter Scherdeformationsbereich
- b) Bergbaubedingte Auflockerungszone im Rötanhydrit
- c) Verkarstungen im Rötanhydrit

→ Mögliche Zutrittspfade in die Grube

## Fließsystem VII

*Fernfeld*



26

Mit Gips verheilte primäre Klüfte im Röt 4, Bohrung PN 1

# Probleme bei der Abgrenzung der Fließsysteme und Einzugsgebiete – Alte Messstellen

**Messstellenverteilung nicht optimal (Erreichbarkeit von Bohrplätzen)**

**Messstellenanzahl in Hinsicht auf die Komplexität des Untergrunds vertretbar, aber ausbaufähig**

**Die meisten Messstellen haben lange Filterstrecken und mehrere Filterstrecken in einem Peilrohr (Multilevel-Messstelle) → tiefenintegrierte Daten, zur Interpretation sind tiefenspezifische Daten besser.**

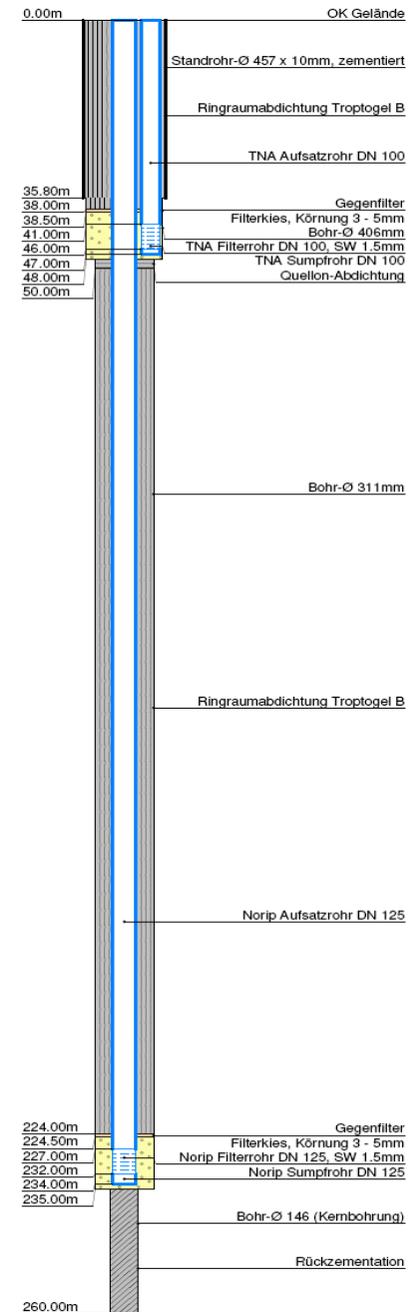
**Einige Messstellen stellen hydraulische Kurzschlüsse zwischen zwei Grundwasserleitern her.**

Viele Messstellen wurden in den 70er und 80er Jahren errichtet. Vielfach wurde mit Packern gearbeitet. Man wollte möglichst viele Daten in unterschiedlichen Tiefen erzeugen. Für ein langjähriges Monitoring sind lange Filterstrecken aber nur bedingt geeignet.

27

# Bau neuer Messstellen Doppelpegel (Messstellenbündel) PN 1 und PN 2 (Baujahr 2008/2009)

- Ausbauplan der neuen Messstelle PN 2 (westl. Klein Vahlberger Buchen)
- Ausbau als Doppelpegel (2 Peilrohre in einem Bohrloch)
- Kurze Filterstrecken für tiefenorientierte Probenahme
- Die Druckwasserspiegel weichen um ca. 5,50m voneinander ab → bei einem einzigen Peilrohr wäre ein Mischwasserstand erzeugt worden.



# Sanierung und Rückbau alter Messstellen und ggf. Neuerrichtung

- Um das Messnetz für tiefenorientiertes Monitoring umzurüsten werden zur Zeit Planungsarbeiten durchgeführt.
- Alte Messstellen sollen saniert und teilweise zurückgebaut werden (von Multilevel zu Kurzfilter-Messstelle)
- Durch den Rückbau verloren gegangene Filterstrecken sollen teilweise durch Neubau einer Messstelle in unmittelbarer Nähe der rückgebauten Messstelle kompensiert werden (Galleriebrunnen)
- Neubau in bisher unberücksichtigten Abschnitten des Grundwasserleitersystems (PN 1 und PN 2)

29



# Probleme bei der Abgrenzung der Fließsysteme und Einzugsgebiete – Neue Erkenntnisse durch Multi-Tracer-Analytik

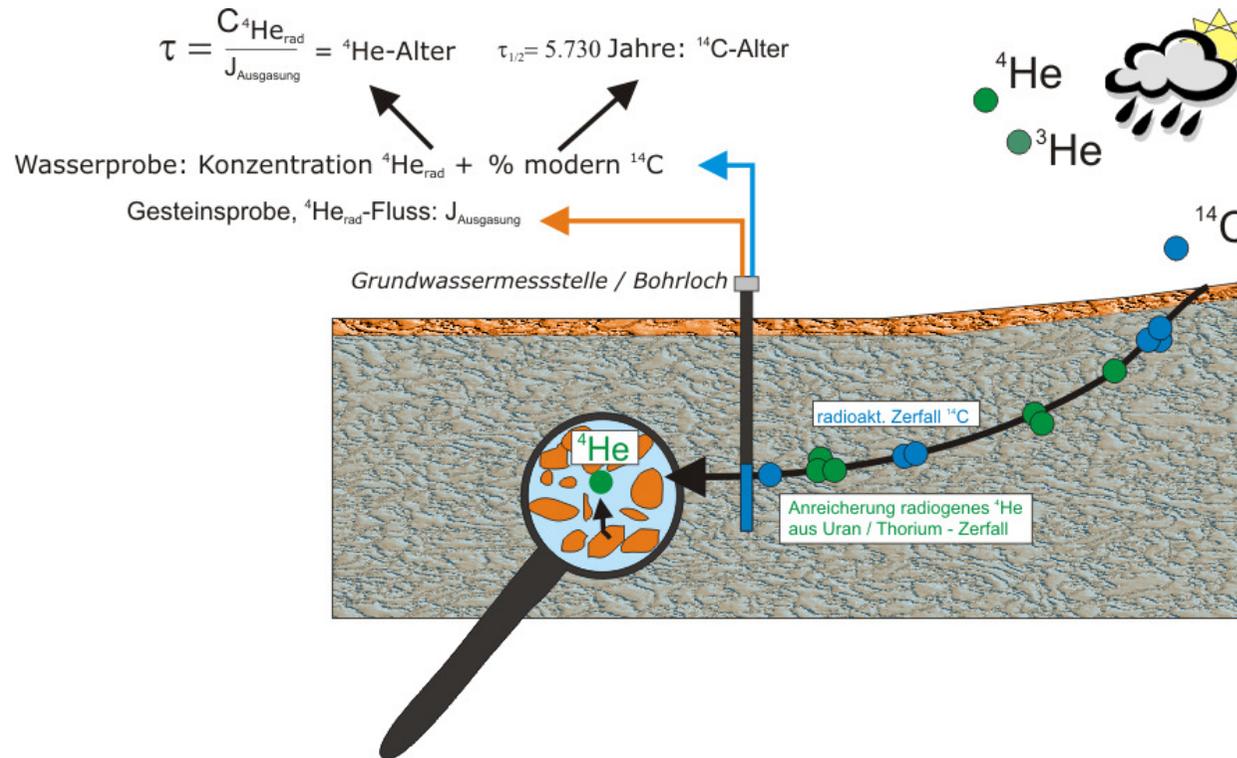
- **Seit den 70er Jahren werden Grundwasserproben auf ihre Inhaltsstoffe untersucht. Die Probenahmekampagne 2009 wird umfangreicher und durch zahlreiche Zusatzuntersuchungen ergänzt**
  - Hauptanionen und Kationen und ausgewählte Spurenstoffe (jährliche Routine)
  - Schwermetalle und weitere Spurenstoffe (5-Jahres-Zyklus)
  - organischer Kohlenstoff (5-Jahres-Zyklus)
  - Stabile Isotope Deuterium und 18-Sauerstoff (jährlich)
  - Tritium, Helium-Isotope, 14-Kohlenstoff, 86/87-Strontium (einmalig)
  - Gase im Grundwasser (einmalig)

30



# Probleme bei der Abgrenzung der Fließsysteme und Einzugsgebiete – Neue Erkenntnisse durch Multi-Tracer-Analytik

4-He und 14-Kohlenstoff: Ungenaue Altersdatierung, aber in Kombination wertvoll:



31

# Fragen, die in jüngster Zeit an die Hydrogeologie gestellt wurden

**Es sind in jüngster Zeit Berichte über Arsen im Abfallinventar der Schachanlage Asse II aufgetaucht. Es wurde die Frage gestellt, ob das Grundwasser auf Arsen untersucht wurde.**



Ja, vier Messstellen wurden 2007 im Rahmen einer Schwermetallanalyse beprobt. Arsen wurde in drei Messstellen in Spuren ( $\mu\text{g}$ -Bereich, Grenzwert der TVO = 0,01 mg/l) gefunden. Die Gehalte sind der sogenannte geogene Background, also durch Lösung von Mineralen entstanden, die Arsen in ihrem Kristallgitter eingebaut haben.



32



# Fragen, die in jüngster Zusammenhang an die Hydrogeologie gestellt wurden

## Besteht für das Wasserwerk Kissenbrück eine Gefahr der radioaktiven Kontamination?

Während der Betriebsphase definitiv nicht. Es ist für Wasser aus der Grube unmöglich auf dem Grundwasserpfad die Grube zu verlassen (Potentialgefälle vom Deckgebirge in die Grube).

In der Nachbetriebsphase nahezu ausgeschlossen: Dagegen spricht:

- es gibt keine Verbindung zu dem Grundwasserstockwerk in Kissenbrück (Oberkreide). Die heutige Fließrichtung ist von Kissenbrück abgewandt. Hier müssten mehrere gravierende Änderungen im Strömungsfeld stattfinden.
- Die zu erwartenden Transportzeiten sind sehr hoch. Die Verdünnung im Grundwasserkörper entsprechend hoch.



33



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

...und weitere Fragen beantworte ich natürlich gerne im Anschluss.



34

