

# Wasser im Schacht Konrad



# Wasserzuflüsse

Asse II

Schacht Konrad

12 - 14 m<sup>3</sup>/d

16,3 m<sup>3</sup>/d



# Abfälle

## Asse II

Abfall-Volumen: ca. 50.000 m<sup>3</sup>

Inventar: ca.  $5 \cdot 10^{15}$  Bq



## Schacht Konrad

Abfall-Volumen: 303.000 m<sup>3</sup>

Inventar  $5 \cdot 10^{18}$  Bq



# zusammengepresste Fässer



# Gasbildung

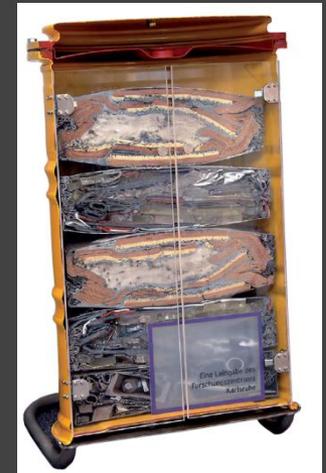
## Asse II

$525 \cdot 10^6$  Mol ( $H_2$  und  $CH_4$ )  
Volumen: ca.  $11,76 \cdot 10^6$  Nm<sup>3</sup>  
Entlastungsdruck: ca. 50 bar



## Schacht Konrad

Viel mehr als in Asse II  
Viel mehr als in Asse II  
Entlastungsdruck: > 80 bar

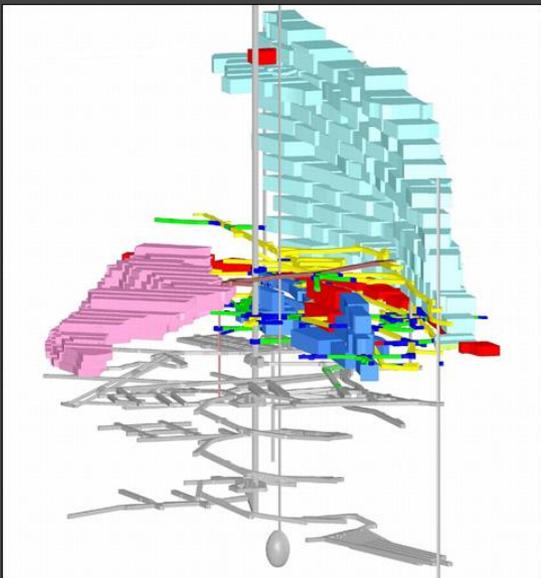


# Hohlraum-Volumen

## Asse II

Ausbruchvolumen 4,8 Mio. m<sup>3</sup>

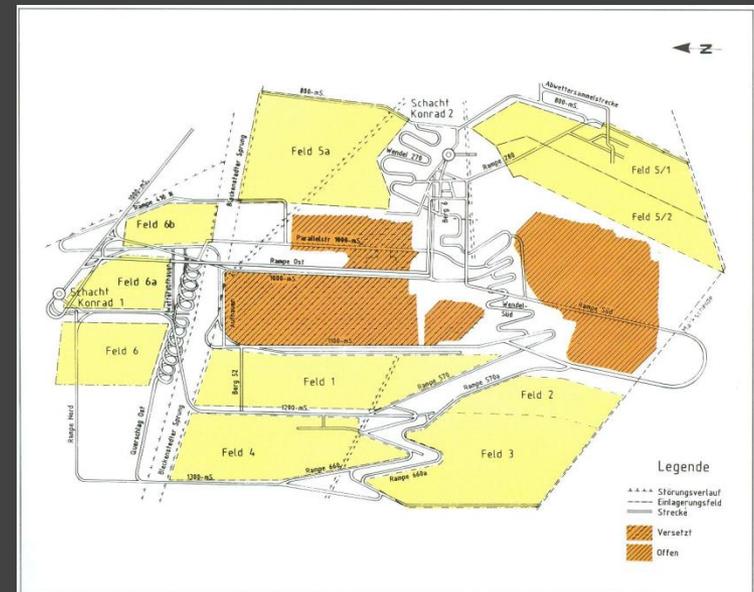
Resthohlraum > 1 Mio. m<sup>3</sup>



## Schacht Konrad

Ausbruchvolumen 2,9 Mio. m<sup>3</sup>

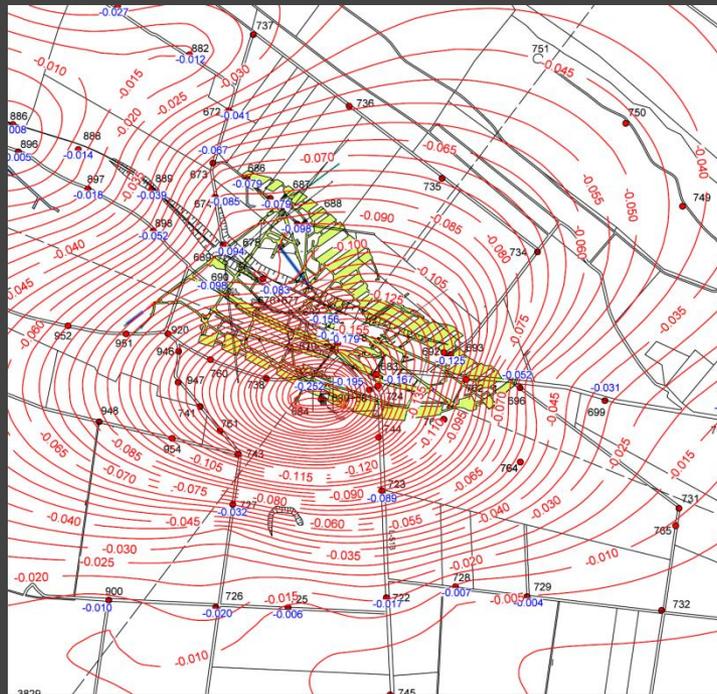
Resthohlraum = ?



# Konvergenz

## Asse II

- o Senkungstrog 1986 – 2004:  
136.623 von ca. 350.000 m<sup>3</sup>
- o Volumenkonvergenz: 0,45 %/a



## Schacht Konrad

- o Senkungstrog Mai 1988:  
592.000 m<sup>3</sup> von 800.000 m<sup>3</sup>
- o Streckenquerschnitte :  
-15 bis -55 %

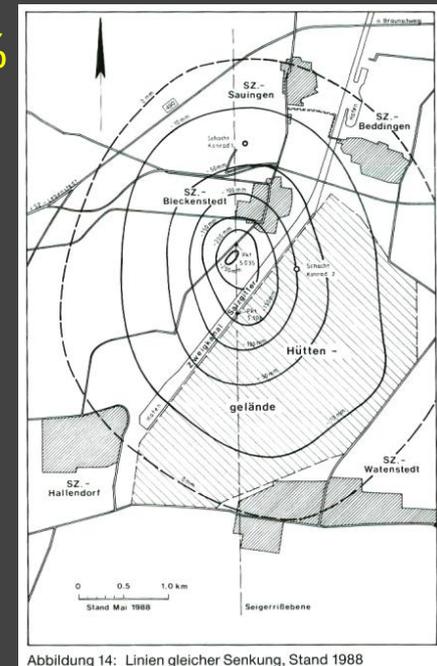
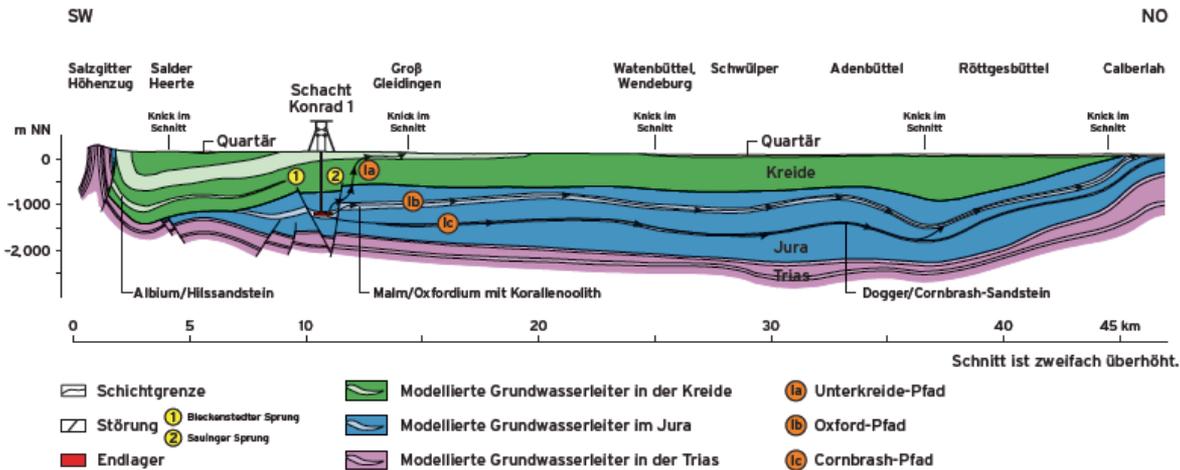


Abbildung 14: Linien gleicher Senkung, Stand 1988

# Hydrogeologische Modelle



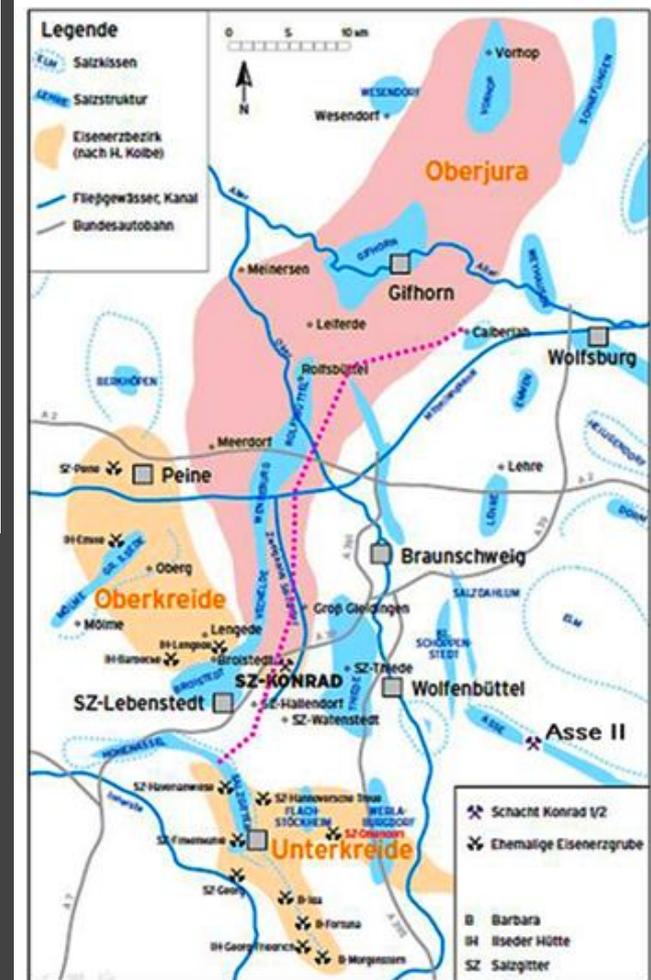
Schnitt (E-E') durch das Modellgebiet mit Darstellung der modellierten Ausbreitungspfade.

BfS:

1a (Unterkreide-Pfad): 430.000 a

1b (Oxford-Pfad): 300.000 a

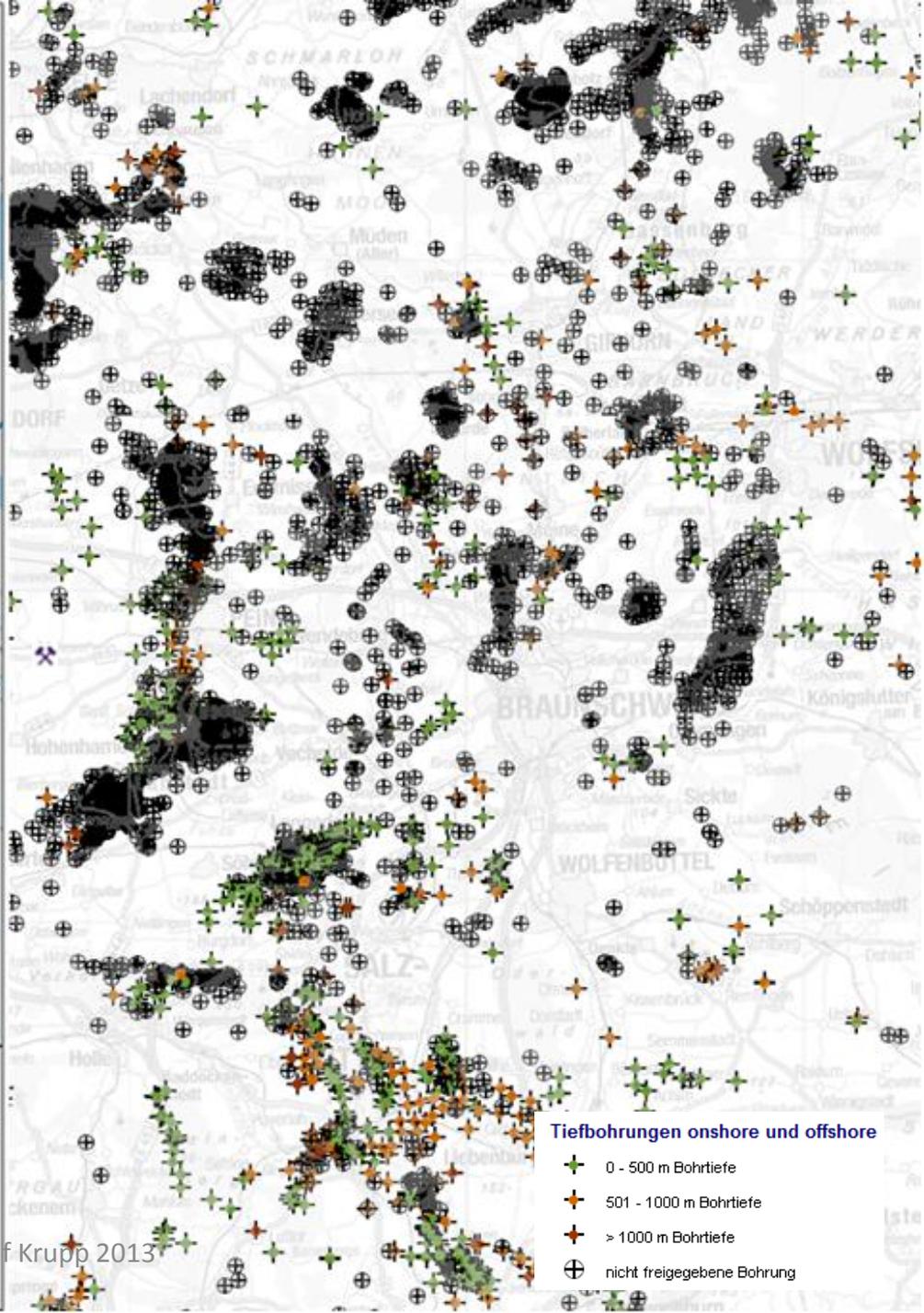
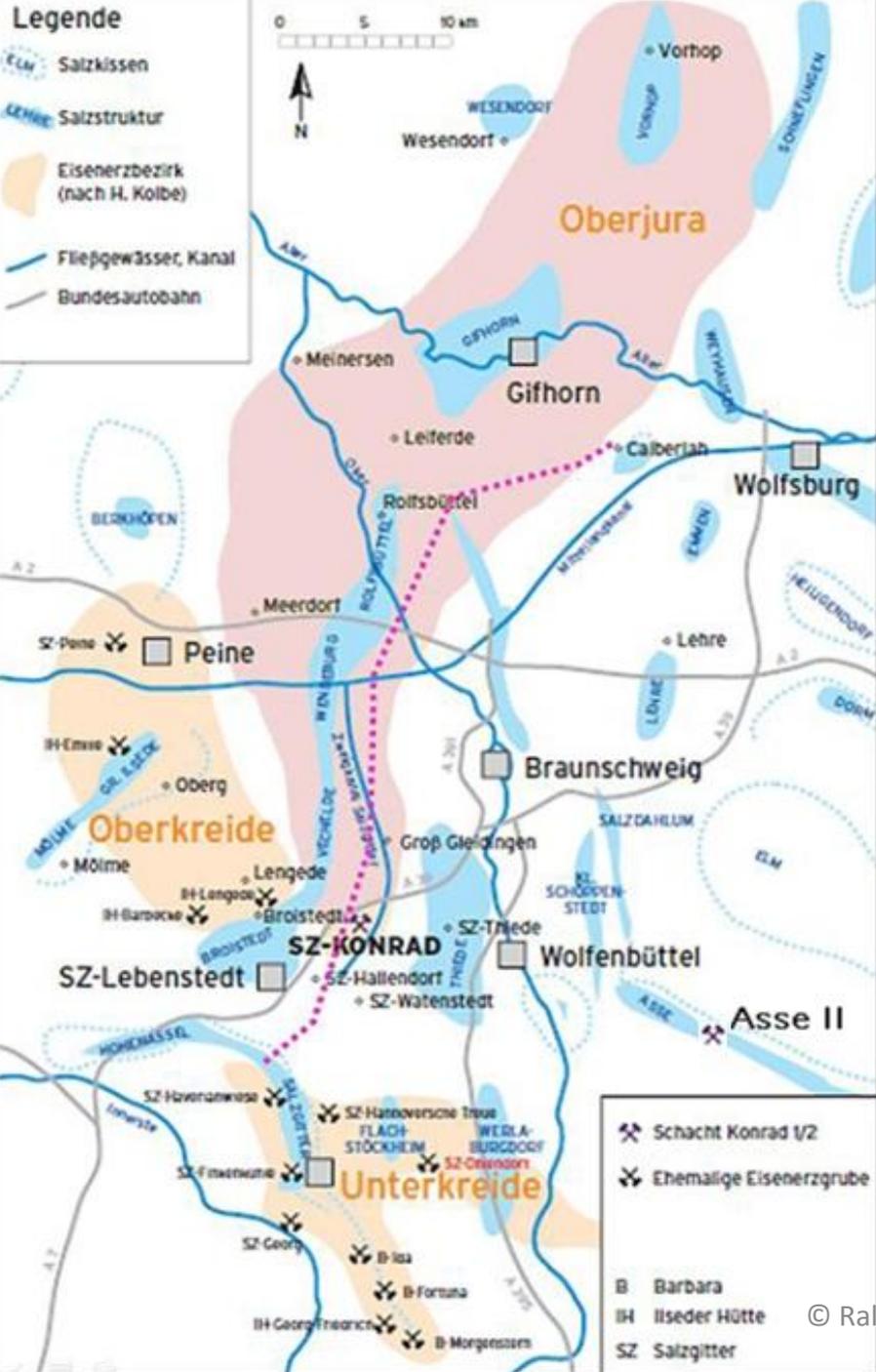
1c (Cornbrash-Pfad): 1.000.000 a



# Hydrogeologische Modelle

Der Grundwasserspiegel am Salzgitter-Höhenzug liegt ca. 140 m über dem Grundwasserspiegel der Al-lerniederung. Das dadurch vorhandene Druckgefälle verursacht im wesentlichen die von Süd nach Nord gerichtete Grundwasserbewegung in den Grundwasserstockwerken unterhalb der Oberkreide.

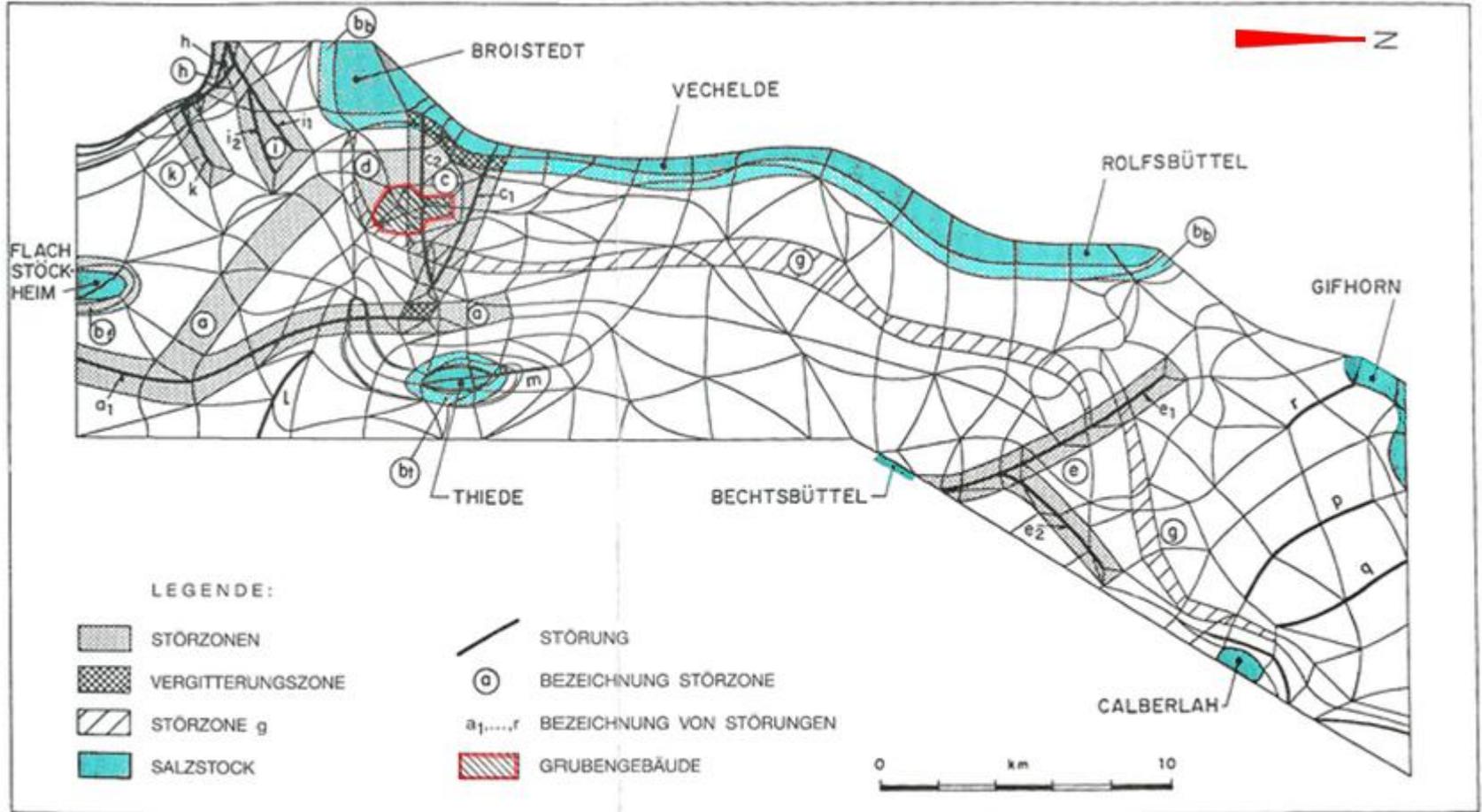
- **Gasbildung** als treibende Kraft wurde erheblich unterschätzt
- **Konvergenz** als treibende Kraft wurde nicht berücksichtigt
- Modelle sind daher grundsätzlich falsch



# Altbohrungen (BGR, 2010)

*„Die Einschätzung der Dichtigkeit von aufgegebenen Bohrungen kann momentan nicht abschließend bewertet werden. Es gibt bisher keine allgemein anerkannte Praxis zum Umgang mit Altbohrungen bei der CO<sub>2</sub>-Speicherung. Die Erarbeitung von Vorschlägen wie bei der Beantragung mit CO<sub>2</sub>-Speichern mit alten Bohrungen zu verfahren ist, ist deshalb weltweit Gegenstand verschiedener Forschungsvorhaben und internationaler Arbeitsgruppen (3rd Wellbore Integrity Network Meeting, Santa Fe, 2007, 4th Wellbore Integrity Network Meeting, Paris, 2008, 5th Wellbore Integrity Network Meeting, Calgary, Canada). Allein in Deutschland laufen zu dieser Thematik mehrere Forschungsprojekte (u.a. Prof. Dr. K.M. Reinicke, TU Clausthal; Prof. Dr. F. Schmidt-Döhl, TU Hamburg-Harburg; Dipl.-Chem. U. Lubenau, DBI GTI gGmbH Freiberg).“*

# Hydrogeologische Modelle



- a Immendorfer Störung
- $b_D$  Salzstockflanke Broistedt-Vechelde-Rolfsbüttel
- $b_T$  Salzstockflanke Thiede
- $b_F$  Salzstockflanke Flachstöckheim
- c Konrad-Graben

- d Störungen südlich des Konrad-Grabens
- e Überschiebung von Meine
- h Störzone Salzgitter-Höhenzug
- i, k Störzonen nördlich an die des Salzgitter-Höhenzuges anschließend

© Ralf Krupp 2013

Abbildung 21: Elementnetz (FEM 301) mit Lage der Störungen und Störzonen, des Grubengebäudes und der Salzstöcke

# Hydrogeologische Modelle

Im „Schichtenmodell“ waren die nach hydrogeologischer Erfahrung realistischen Parameter für ganze Schichteinheiten in konservativer Weise so abgeändert worden, daß sie eventuell lokal vorhandene Faziesunterschiede und tektonische Strukturen berücksichtigten.

Im „Störzonenmodell“ mußten dagegen realitätsnähere Werte für die großräumige Gebirgsdurchlässigkeit angesetzt werden, die dann lokal im Bereich von Störungszonen verändert wurden.

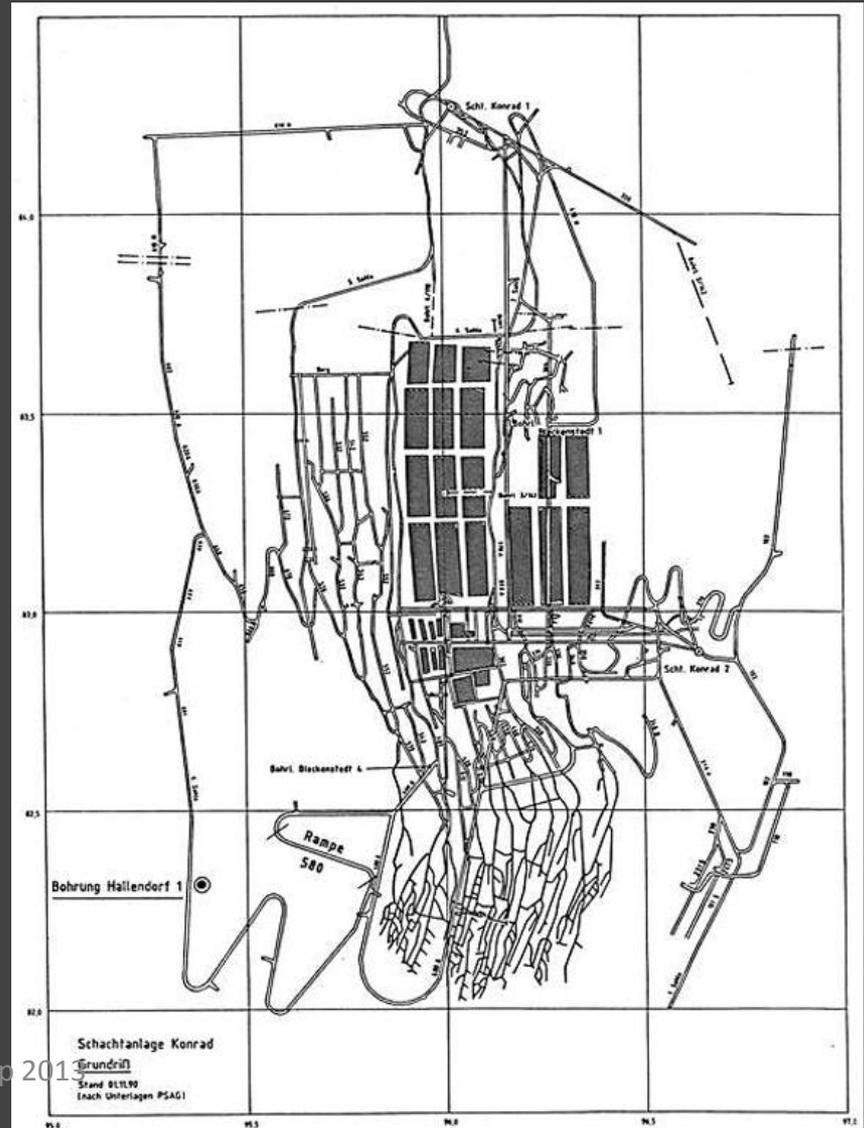
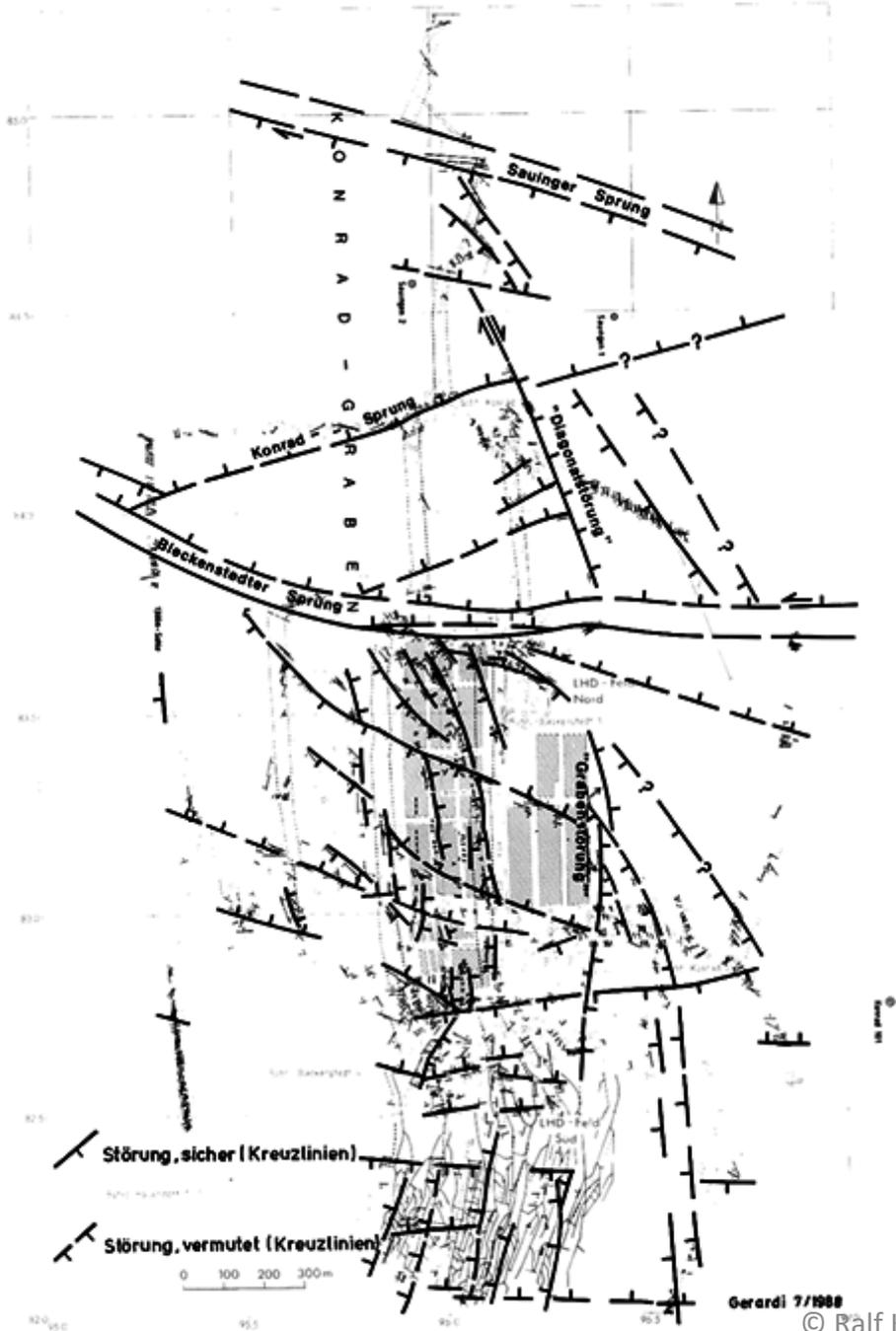
Diese Vorgehensweise wird am Beispiel des Oxford näher erläutert: Im Grubengebäude, das in der Störungzone des Konrad-Grabens liegt, ist für das Oxford ein Durchlässigkeitsbeiwert kleiner als  $10^{-9}$  m/s bestimmt worden. Im „Schichtenmodell“ war als konservativer Durchlässigkeitsbeiwert hierfür  $10^{-7}$  m/s angesetzt worden. Eine zusätzliche Erhöhung der Durchlässigkeit im Bereich von Störungszonen hätte hier zu unrealistisch hohen Durchlässigkeiten für das Oxford geführt. Im „Störzonenmodell“ wurde daher ein großräumiger Durchlässigkeitsbeiwert von  $10^{-8}$  m/s verwendet, der lokal in Störungszonen erhöht wird.

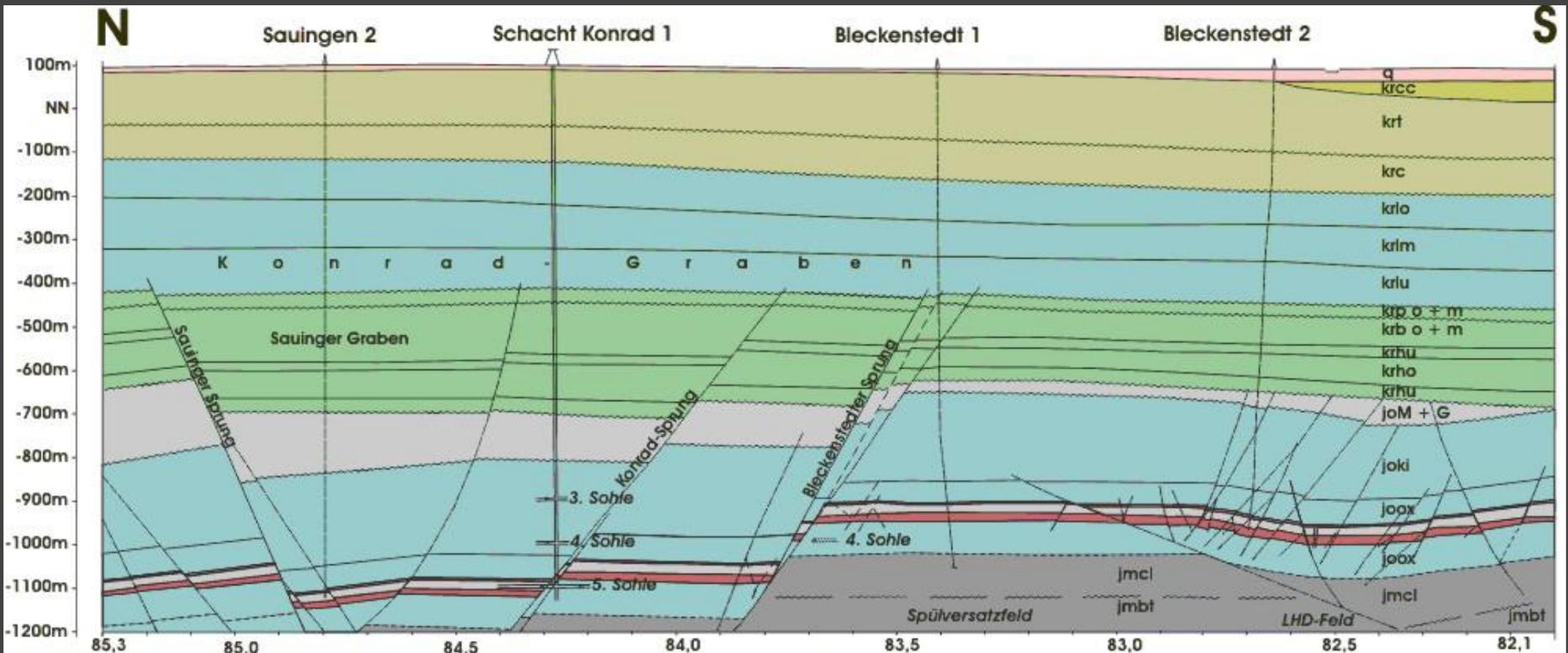
Tabelle 12 enthält eine Abschätzung über die Bandbreite der Faktoren, um die die Durchlässigkeiten je nach Grad der tektonischen Beanspruchung verändert sein können, sowie eine Zusammenstellung der Faktoren für den Referenzfall der Modellrechnungen des „Störzonenmodells“.

Störzonen	Bandbreite der Faktoren	Eingangsdaten für den Referenzfall
Immendorfer Störung	0,1 – 75	50
Salzstockflanken	0,1 – 50	25
Konrad-Graben	0,5 – 20	10
Vergitterungszonen beiderseits des Konrad-Grabens	0,5 – 500	60
Bereich südlich des Konrad-Grabens	0,5 – 15	10
Überschiebungszone von Meine	0,1 – 75	50
lokale Verkarstungen im Oxford	1 – 50	10
Salzgitter-Höhenzug	0,5 – 25	25

Tabelle 12: Veränderungen der Gebirgsdurchlässigkeiten in Störungszonen

- „Bandbreite“ der kf-Werte ist unbegründet und zu eng.
- Es wurde nicht mit den ungünstigsten Werten gerechnet.





### Quartär

**q** Quartär

### Kreide

#### Oberkreide

**krc** Coniac  
**krt** Turon  
**krc** Cenoman

#### Unterkreide

**krio** Oberalpb  
**krim** Mittelalpb  
**kriu** Unteralpb  
**krp o + m** Ober- und Mittelalpb  
**krb o + m** Ober- und Mittelbarrême  
**krhu** Unterhauferive  
**krho** Oberhauferive  
**krhu** Unterhauferive

### Jura

#### Malm

**joM + G** Münder Mergel und Gigas-Schichten  
**joki** Kimmeridge  
**joox** Oxford mit Korallenoolith und Erzlager  
**a** Oberes Erzlager  
**b** Zwischenmittel  
**c** Unteres Erzlager

#### Dogger

**jmcl** Callovium  
**jmbl** Bathonium

⊥ ⊥ Schacht, Bohrung

— Strecke

~~~~ Transgression

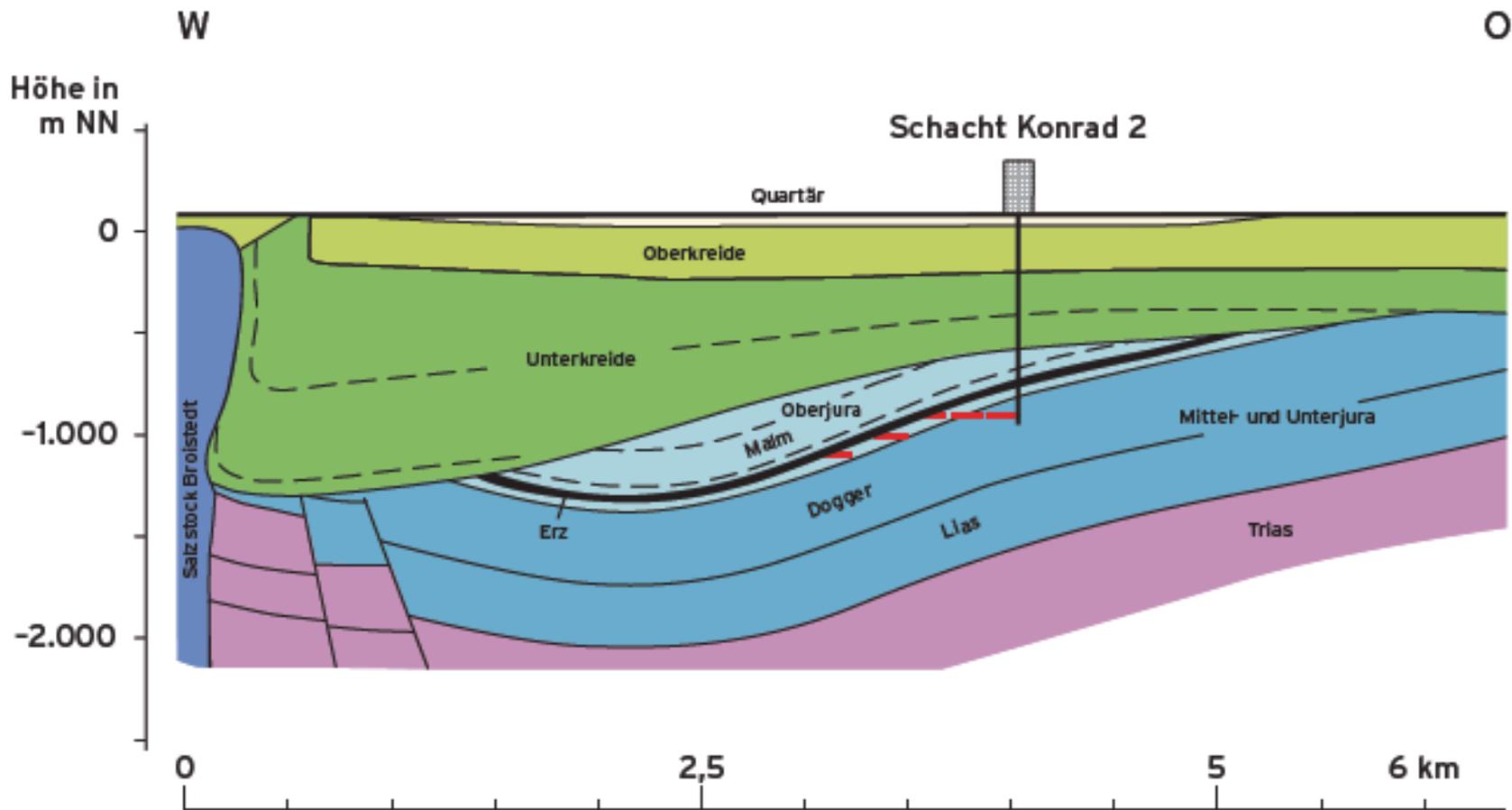
- - - - - vermutete Transgression

— Grenze

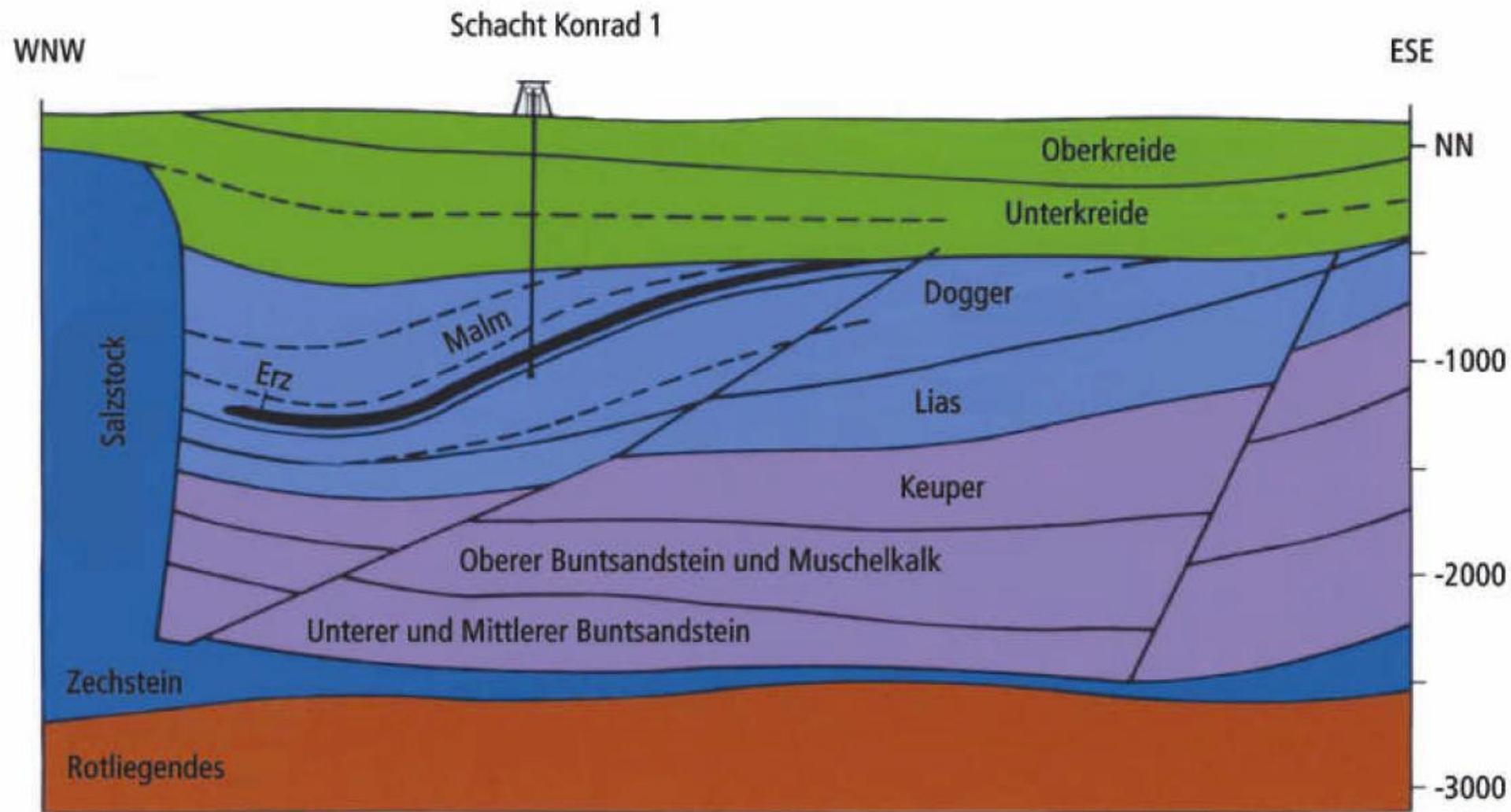
- - - - - vermutete Grenze

/ Störung

/ - - - - - vermutete Störung

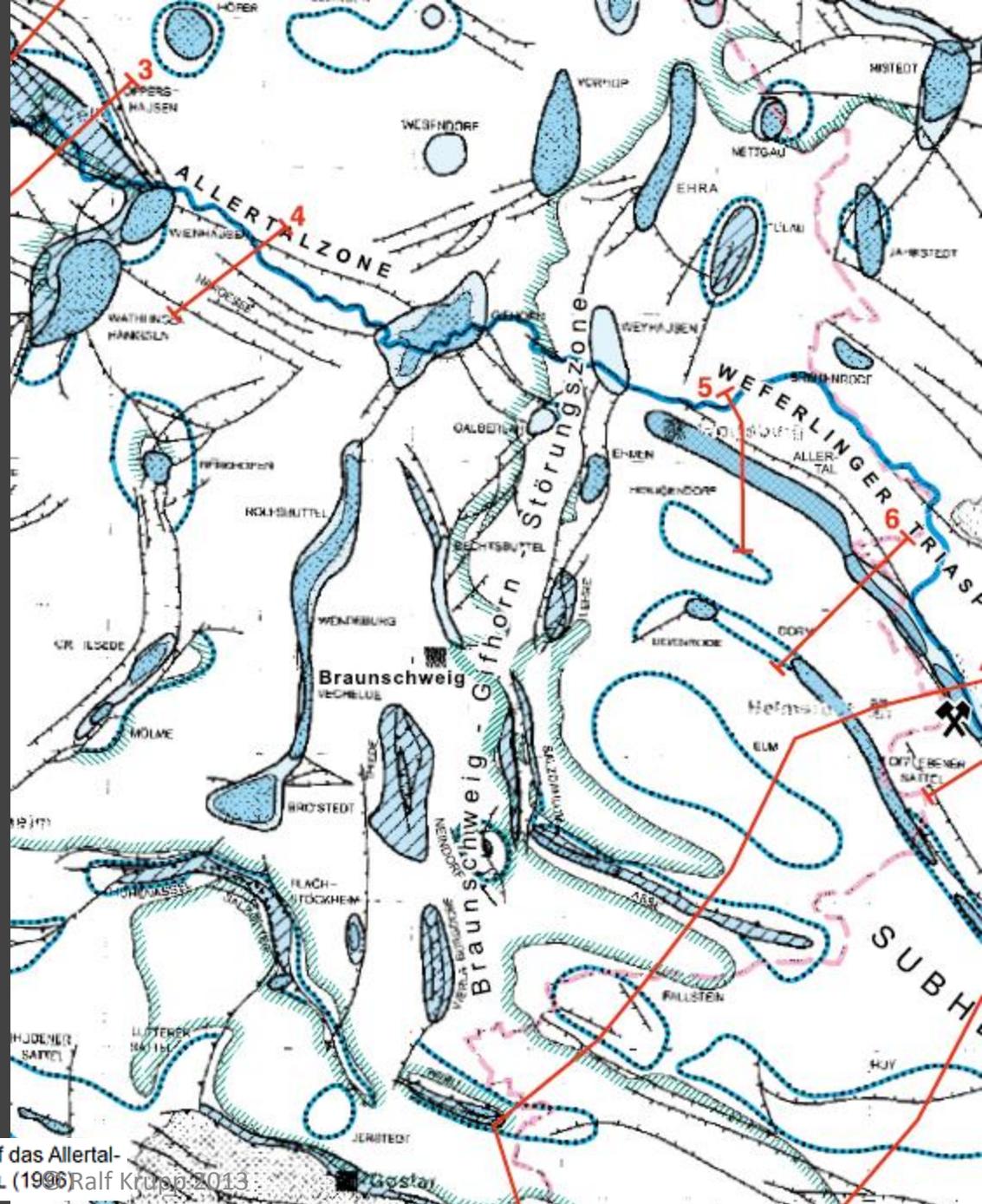


Vereinfachter West-Ost-Schnitt (A-A') im Bereich des Schachtes Konrad 2 (Lage des dargestellten Schnittes: Siehe Abbildung auf Seite 29).



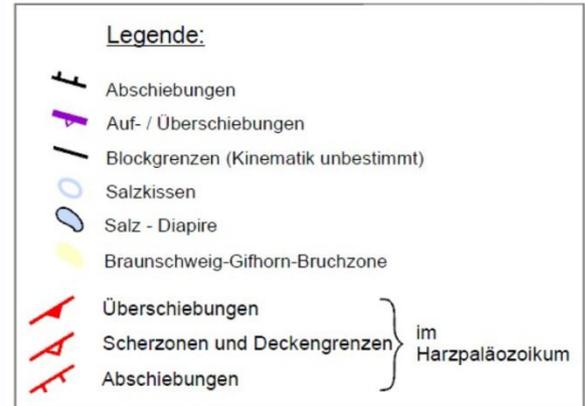
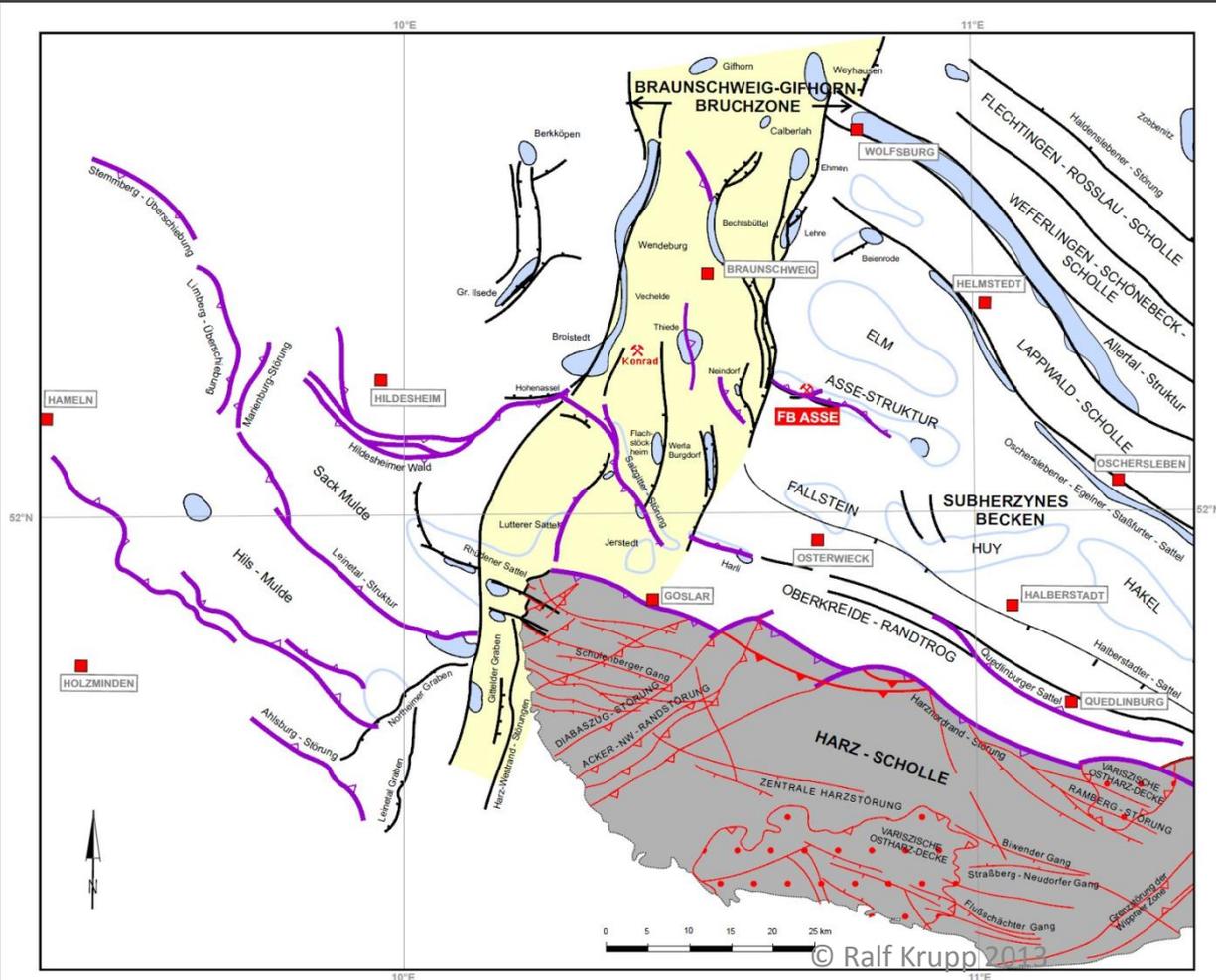
## Legende

- Salzstrukturen
-  von jüngeren Sedimenten als Unterkreide überdeckt
  -  von Unterkreide oder älteren Sedimenten überdeckt
  -  Salzintrusion in stratiforme mesozoische Salinar-Niveaus
  -  Salzkissen
  -  Abschiebungen
  -  Aufschiebungen
  -  Unterkreide - Ausbiss
  -  Präzechstein, anstehend
  -  Flusslauf
  -  Landesgrenze
  -  ERA Morsleben
  -  Geologische Schnitte



Strukturgeologische Übersichtskarte Norddeutschlands, fokussiert auf das Allertal-Lineament und das Suherzyn, modifiziert nach BALDSCHUHN & KOCKEL (1996) Ralf Krüger 2013

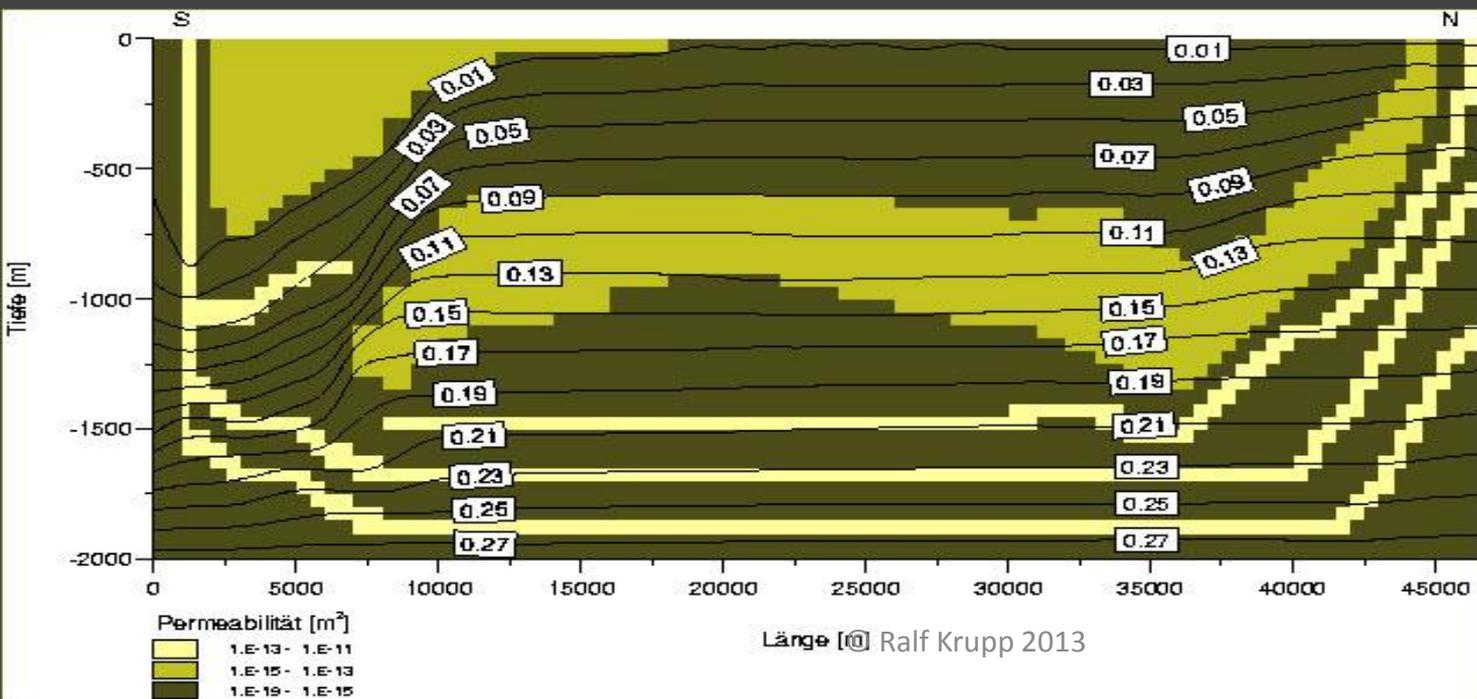
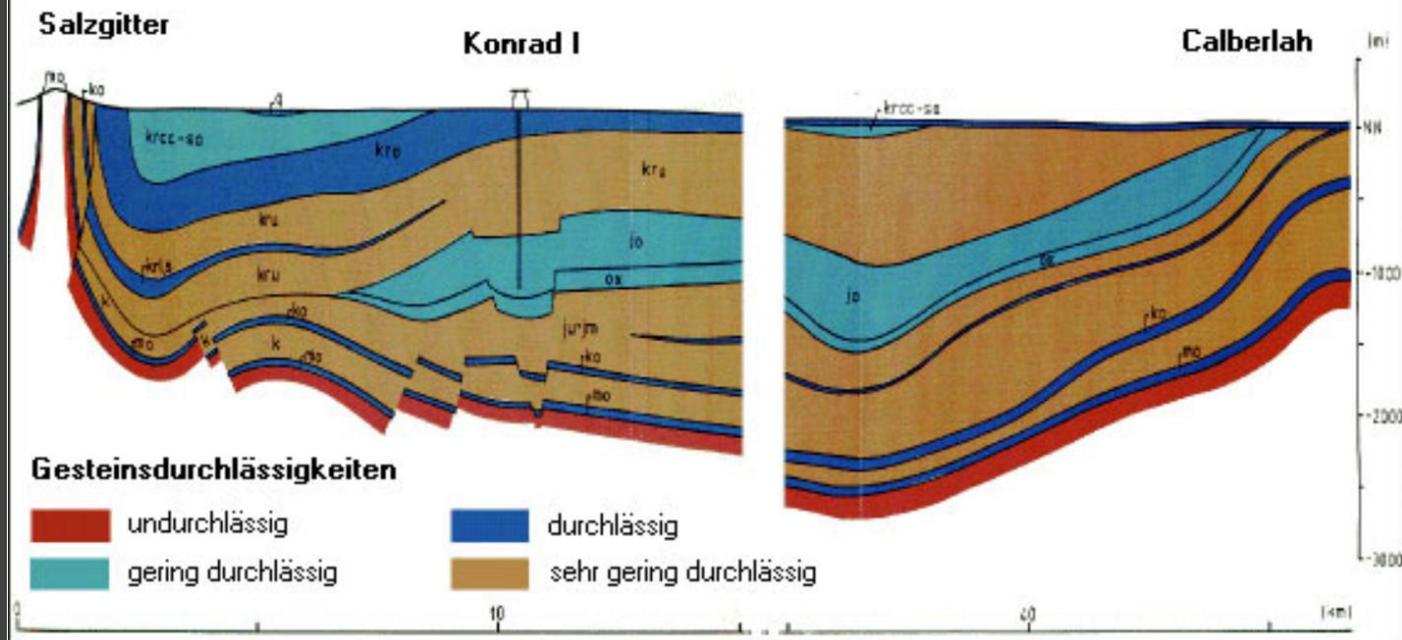
# Braunschweig – Gifhorn - Störungszone

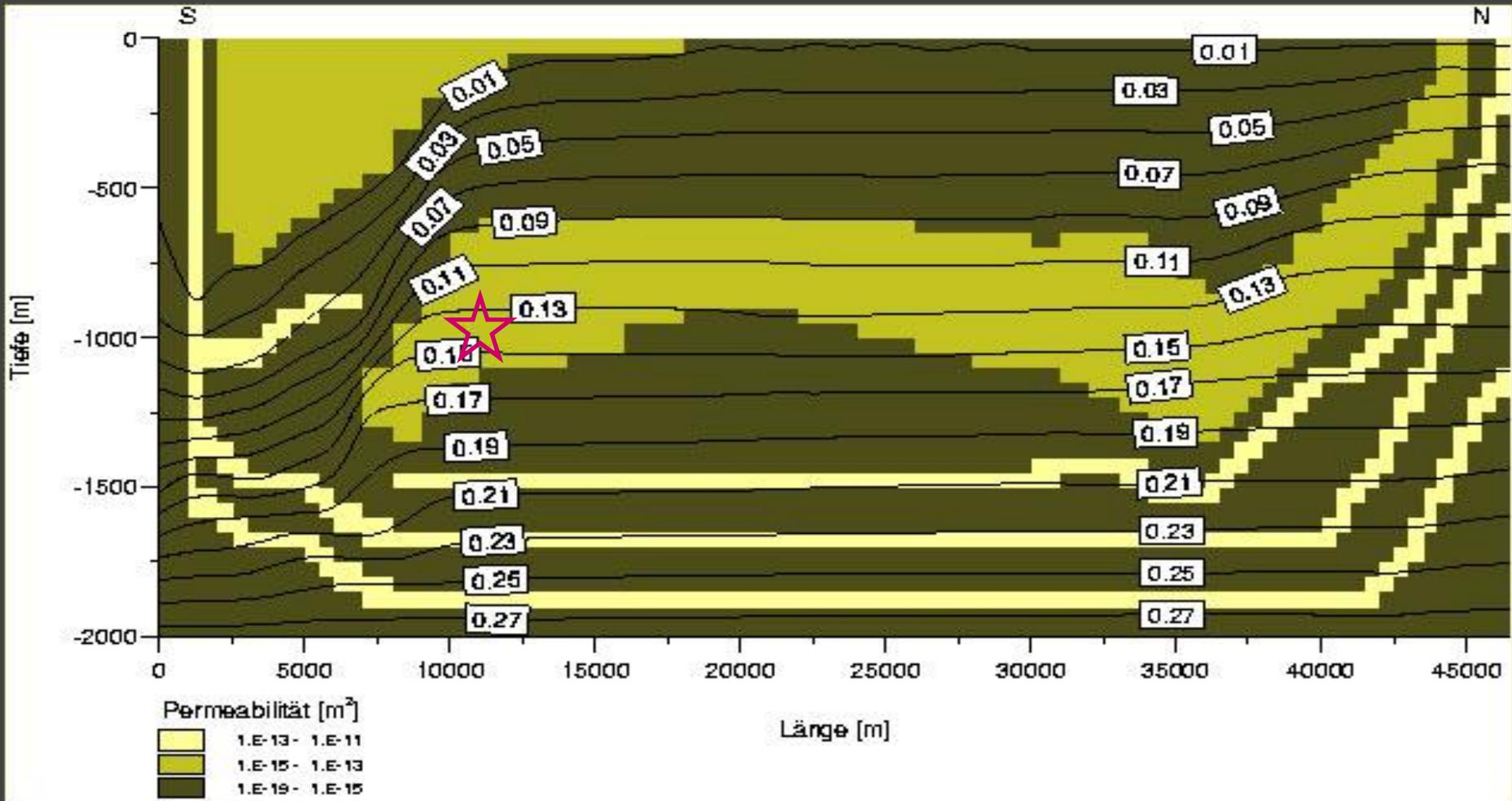


|                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Auftraggeber</b><br/>  GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit</p>                                                                                                                                                                                               | <p><b>Auftragnehmer</b><br/>                 ERCOSPLAN Ingenieurgesellschaft<br/>                 Geotechnik und Bergbau mbH<br/>                 Dr. Hans Joachim Franzke, Clausthal<br/>                 Dr. Arnold Schwandt, Erfurt</p> | <p><br/>                 Geotechnik und Bergbau mbH<br/>                 Beratern - Begutachten - Planern</p> |
| <p><b>Vorhaben</b><br/>                 Zusammenfassung der geologischen Grundlagen für die Langzeitsicherheitsbewertung des Forschungsbergwerkes Asse</p>                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>Projektnummer</b><br/>                 EGB 03-003</p>                                                   |
| <p>Oberkretazisch aktives Strukturinventar im nördlichen und westlichen Harzvorland (Inversionsstadium des Santon/Campan); vereinfachte Zusammenstellung nach KOCKEL (1991; [67]), FRANZKE &amp; SCHMIDT (1995; [35]), BALDSCHUHN ET AL. (1996; [2]) und BEUTLER (2002; [9])</p> |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                               |
| <p><b>File</b><br/>                 © GSF/Projekt EGB aktuell EGB 2003;<br/>                 EGB 03_003 501 Asse Review Geologie;<br/>                 Anlagen/Anlage</p>                                                                                                        | <p><b>Stand</b><br/>                 Januar 2004</p>                                                                                                                                                                                       | <p><b>Anlage 7</b></p>                                                                                        |



Eine Leihgabe des  
Forschungszentrums  
Karlsruhe





Permeabilitätsverteilung für das numerische Vertikalmodell im Bereich der Schachanlage Konrad und Isolinien des Salzgehaltes (Massenanteil) nach 4 Millionen Jahren Modellzeit

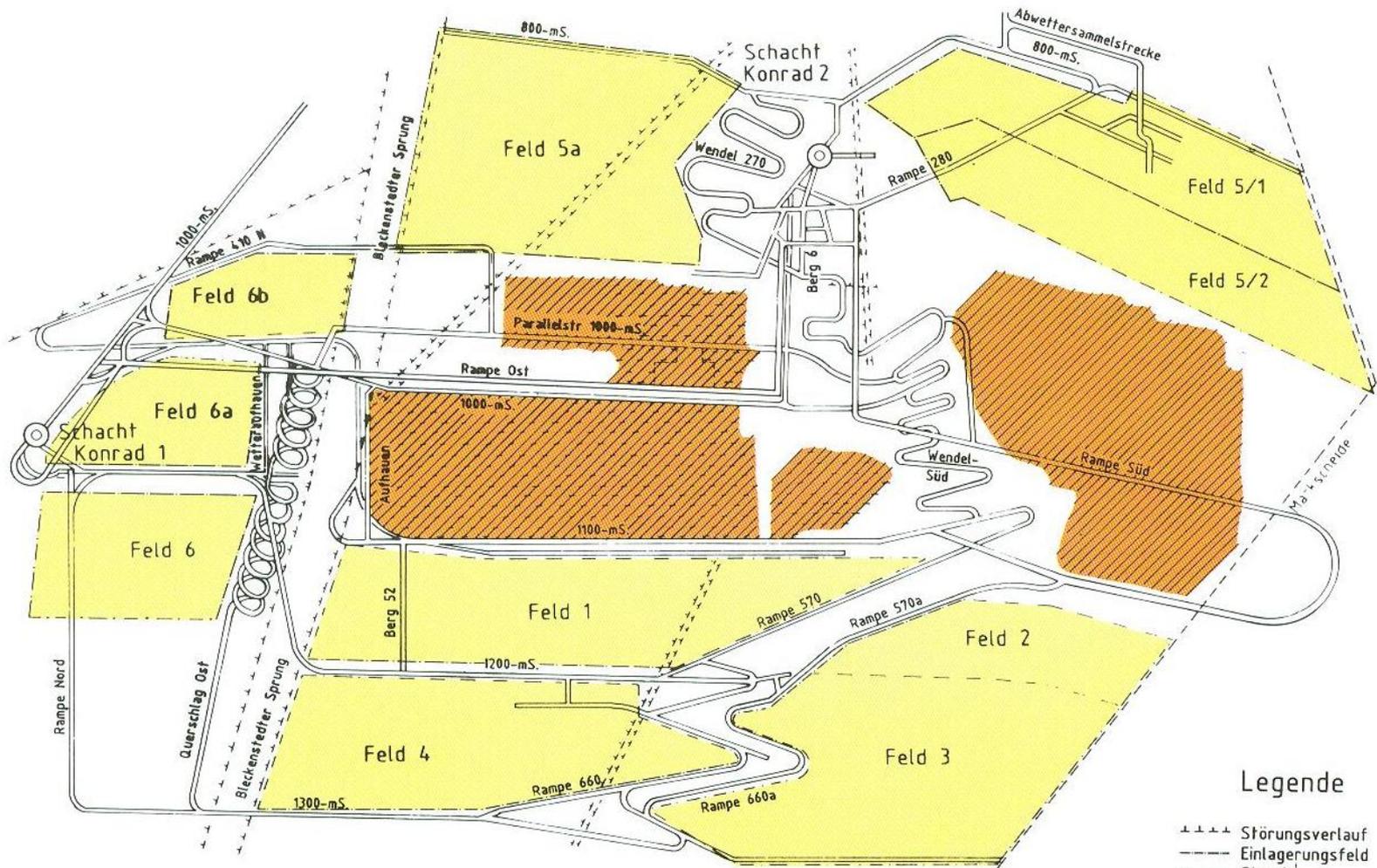
Quelle: BGR

Zwischen der Permeabilität  $K$  [ $\text{m}^2$ ] und dem Durchlässigkeits-Beiwert  $k_f$  [ $\text{m/s}$ ] besteht die Beziehung (Wikipedia, 2010):

$$k_f = K \cdot \rho \cdot g / \eta \approx K \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

Ferner gilt näherungsweise:

$$K = 10^{-12} \text{ m}^2 \approx 1 \text{ Darcy}$$



### Legende

- +++ Störungsverlauf
- - - - - Einlagerungsfeld
- Strecke
-  Versetzt
-  Offen

| Schichteinheit                        | Empfohlene Eingangsdaten der großräumigen Gebirgsdurchlässigkeiten, die örtlich verändert sein können |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quartär                               | $10^{-5}$                                                                                             |
| Tertiär                               | $10^{-7}$                                                                                             |
| Emscher-Mergel                        | $10^{-8}$                                                                                             |
| Plänerkalke                           | im S $10^{-7}$ im N $10^{-6}$                                                                         |
| Alb                                   | $10^{-12}$                                                                                            |
| Hilssandstein                         | $10^{-5}$                                                                                             |
| Hauterive, Barrême, Apt               | $10^{-11}$                                                                                            |
| Kimmeridge, Münder-Mergel und Wealden | $5 \cdot 10^{-9}$                                                                                     |
| Oxford                                | $10^{-8}$                                                                                             |
| „Cornbrash“-Sandstein                 | im S $10^{-7}$ im N $10^{-6}$                                                                         |
| Tonsteine des Dogger, Lias und Keuper | horizontal $10^{-10}$<br>vertikal $10^{-12}$                                                          |
| Rhät                                  | $10^{-7}$                                                                                             |
| Oberer Muschelkalk                    | $10^{-7}$                                                                                             |

Tabelle 11: Gebirgsdurchlässigkeiten im „Störzonenmodell“ ( $k_f$ -Werte in m/s)

# Schacht Konrad: Zugelassenes Inventar

| Radionuklid/<br>Radionuklidgruppe | Aktivität<br>Bq     |
|-----------------------------------|---------------------|
| H-3                               | $6,5 \cdot 10^{17}$ |
| C-14                              | $4,0 \cdot 10^{14}$ |
| I-129                             | $7,0 \cdot 10^{11}$ |
| Ra-226                            | $4,0 \cdot 10^{12}$ |
| Th-232                            | $5,0 \cdot 10^{11}$ |
| U-235                             | $2,0 \cdot 10^{11}$ |
| U-236                             | $1,0 \cdot 10^{12}$ |
| U-238                             | $1,9 \cdot 10^{12}$ |
| Pu-239                            | $2,0 \cdot 10^{15}$ |
| Pu-241                            | $2,0 \cdot 10^{17}$ |
| Gesamtalphastrahler               | $1,5 \cdot 10^{17}$ |
| Gesamtbeta-/gammastrahler         | $5,0 \cdot 10^{18}$ |

Maximal eingelagerte Aktivitäten relevanter Radionuklide beziehungsweise Radionuklidgruppen bei Verschluss des Endlagers am Ende der Betriebsphase des Endlagers Konrad.

