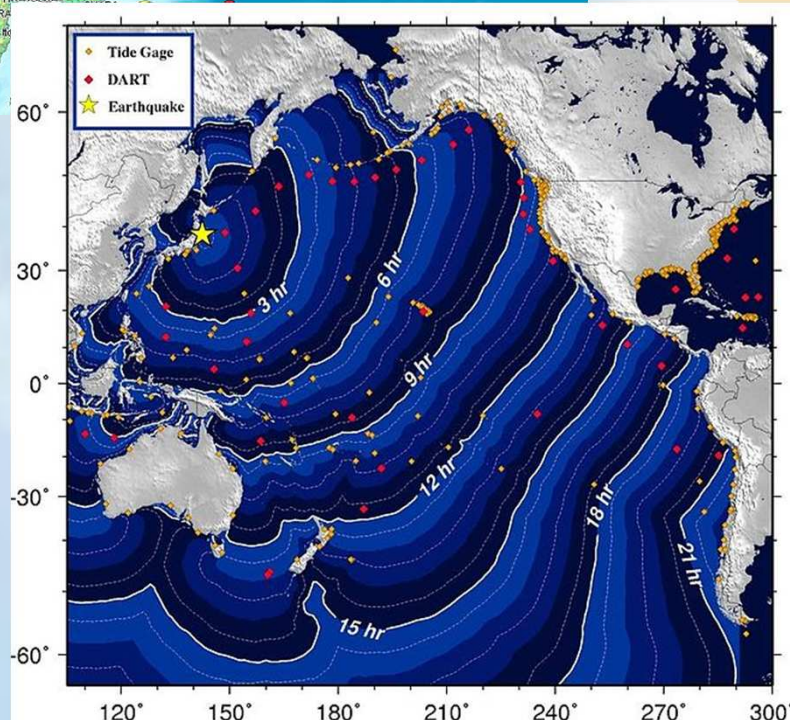
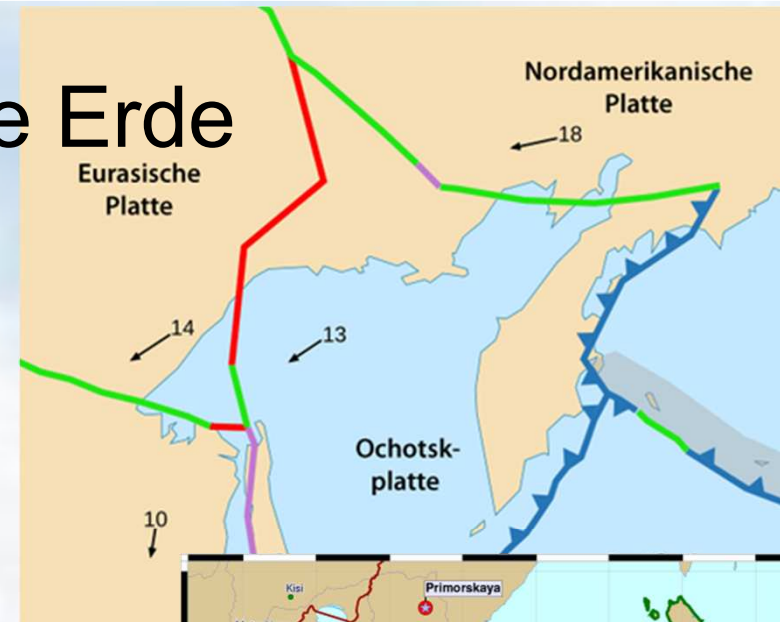
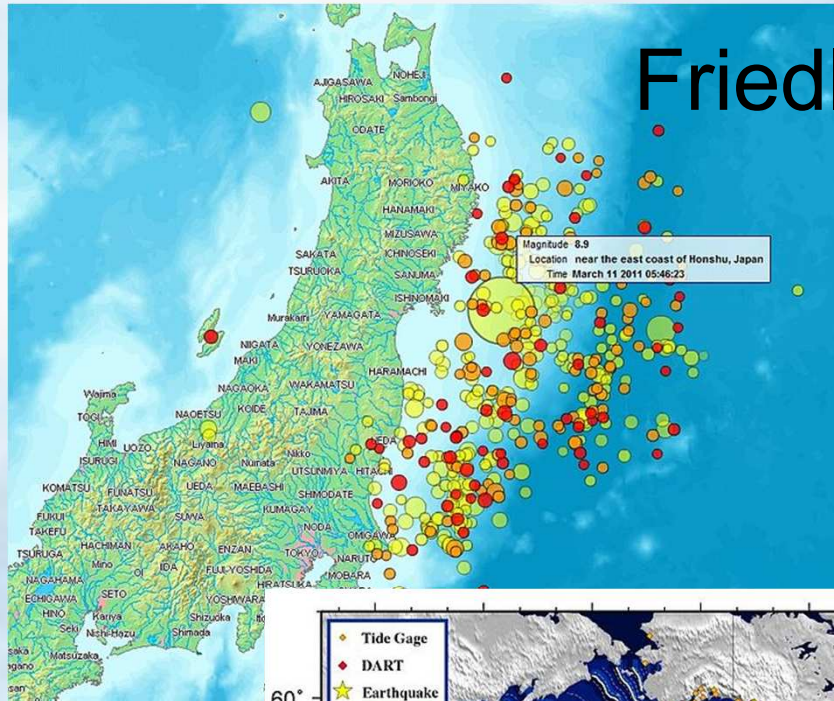


# Friedliche Erde



# Vulkanausbruch:

# Merapi/Indonesien und anderswo



<http://www.stern.de/panorama/vulkan-merapi-speit-weiter-gluehende-lava-schaedliche-metalle-und-fruchtbarer-boden-1619765.html>  
Erscheinungsdatum: 2. November 2010, 10:16 Uhr

**Vulkan Merapi speit weiter:**  
**Glühende Lava, schädliche Metalle und fruchtbarer Boden**  
Der Merapi scheint alles in seiner Umgebung zu zerstören. Doch die tödliche Aschewolke des indonesischen Vulkans bedeutet auch Leben. Ein Experte erklärt, warum.



Home > News > Vulkan Merapi behindert mit Aschewolken den Flugverkehr



Vulkan Merapi behindert mit Aschewolken den Flugverkehr

**INDONESIEN**

## Vulkan Merapi behindert mit Asche den Flugverkehr

Merapi (Indonesien) – Aschewolken über dem Vulkan Merapi in Indonesien. Fluggesellschaften geraten, nicht mehr über ihn hinweg zu fliegen. Da wächst das Aschemonster von Island wach. Und auch das könnte in Kürze sein.

Eyjafjalla 29.04.2010



# Mysterium von Schmalkalden ist 40 Meter breit und 20 Meter tief

Der Rand des Kraters mitten in einem Wohngebiet im thüringischen Schmalkalden ist über Nacht unverändert geblieben.

Riesiges Loch in einem Wohngebiet



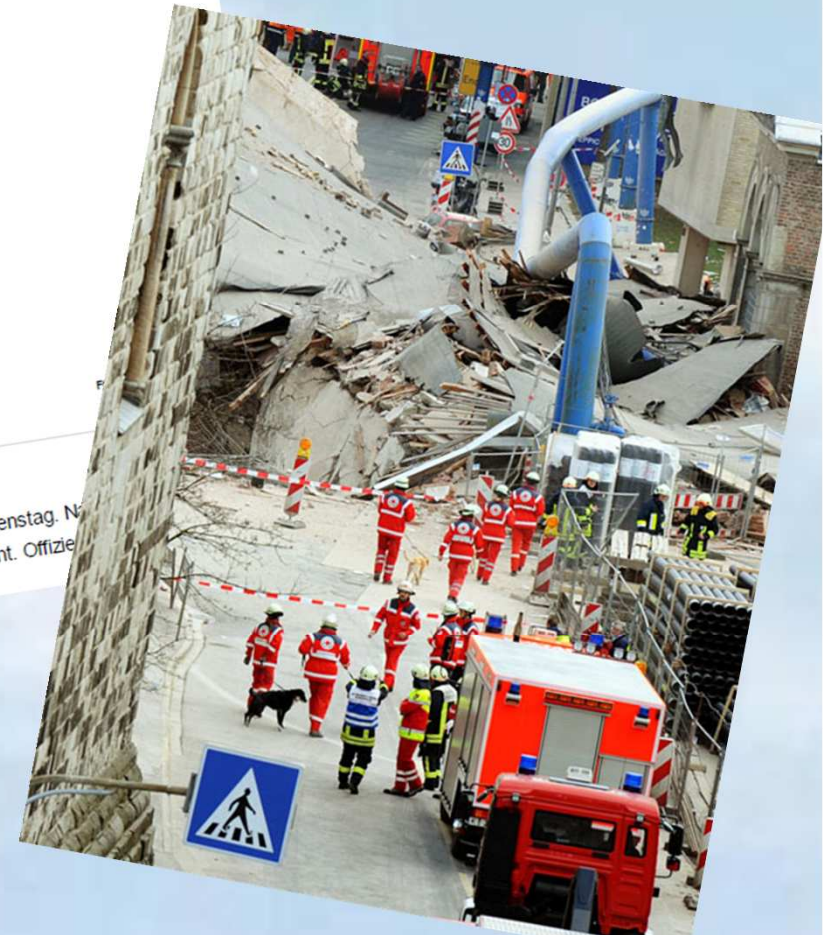
Ausnahmestand in der Walter-Rathenau-Straße in Schmalkalden:...

Von Bernd Fischaleck

Die Lage sei derzeit stabil, sagte der Wehrführer der Freiwilligen Feuerwehr Schmalkalden, Lothar Röder, am Dienstag. Nach dem Erdbeben am Montagmorgen war im Laufe des Tages vom Kraterstand zunächst immer wieder Erde nachgerutscht. Offiziell zufolge misst das Erdloch 40 mal 40 Meter und ist rund 20 Meter tief.

Schmalkalden 2.11.2010

## „Erdfälle“ in Deutschland



Köln Stadtarchiv März 2009

... auch im beschaulichen MV

Panorama

Mittwoch, 28. Juli 2010

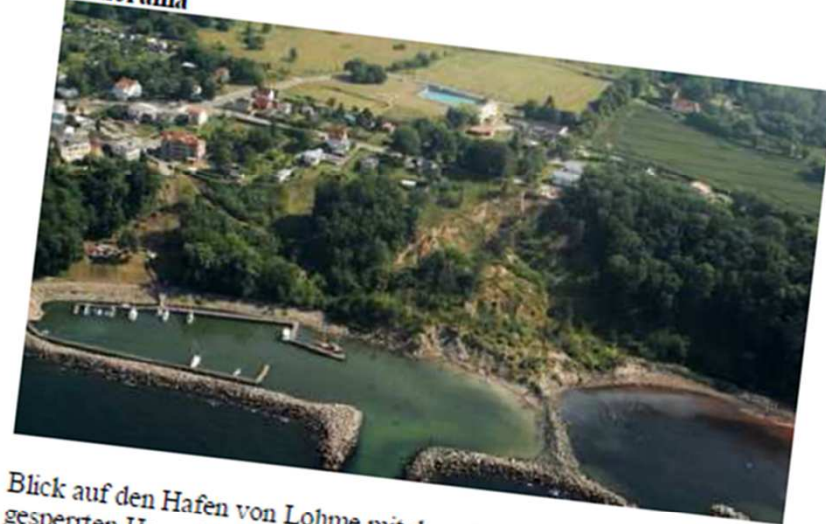
## Trotz langer Trockenheit Stück vom Kreidefelsen bricht ab

Ein 25 mal 5 Meter großes Stück der Kreidefelsen an der Steilküste nahe Sassnitz auf Rügen ist abgebrochen. Normalerweise kommt es nur nach starkem Regen zu Abbrüchen.



Luftaufnahme der Abbruchstelle an der Steilküste der Insel Rügen.  
(Foto: dpa)

Panorama



Blick auf den Hafen von Lohme mit dem darüber befindlichen gesperrten Hang des Abbruchgebietes (Archivfoto vom Juli 2009).  
(Foto: dpa)

Dienstag, 17. August 2010

## Zu viel Regen Hang auf Rügen rutscht ab

# Einführung in die Problematik der Hydrogeologie und (?) Umweltgeologie



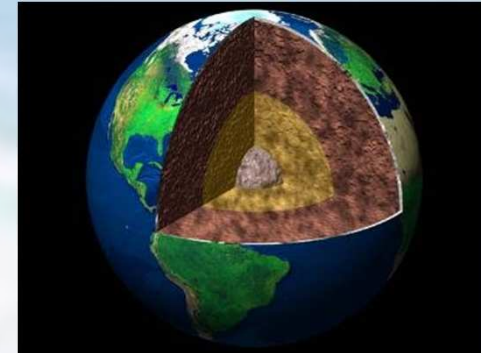
Maria-Theresia Schafmeister  
Institut für Geographie und Geologie

# Gliederung

- Definition + Einordnung des Faches
- Motivation zur Hydrogeologie
- Inhaltliche Schwerpunkte
- Methoden
- Hydrogeologie/Umwelt
- Themen der AG Angewandte Geologie/Hydrogeologie in Greifswald
- Studienorganisation und Lehrkörper (Lehrbereich Geologie)

# Geologie – Wissenschaft von

- Aufbau
- Zusammensetzung
- Struktur und physikalischen Eigenschaften
- Entwicklungsgeschichte
- Gestaltungsprozesse



der ERDE



# Angewandte Geologie - Wissenschaft von

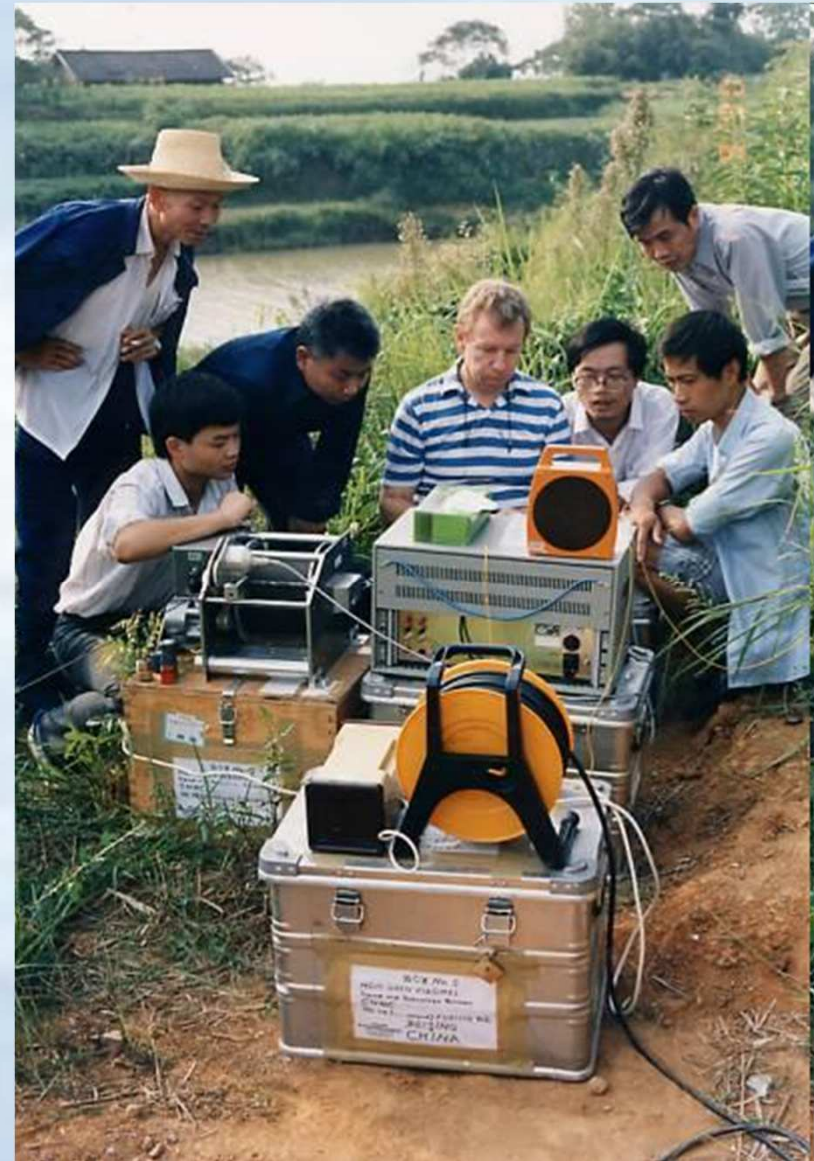
- der *Nutzbarmachen* des Wissens von der Erde
  - Baugrund (*Ingenieurgeol.*)
  - Rohstoffe (*Ökonomische G.*)
  - Wasser (*Hydrogeologie*)
- und vom *Schutz* der Ressourcen der Erde





und heute

„Der Geologe“ Carl Spitzweg 1860



Ausbildung ausländischer Partner in  
Grundwassergeophysik Quelle: *BGR*

# „Hydrogeologie ist....

... der Teil der **Geologie**, der die Abhängigkeit der Erscheinungen des unterirdischen Wassers von den Eigenschaften der Erdrinde behandelt.“ (DIN 4049)



*... meistens schwer sichtbar zu machen!*

„Von allen natürlichen Ressourcen unseres Planeten, die für das Leben und die Entwicklung menschlicher Kulturen unverzichtbar sind, ist der Vorrat an **Wasser** zweifelsohne am größten; sollte diese Quelle allerdings je knapp werden oder an Qualität einbüßen, stellt der Mangel an Wasser zugleich auch die größte Gefahr für unser (Über-) Leben dar.“

aus: Gh. de Marsily (1995): L'Eau, Flammarion.



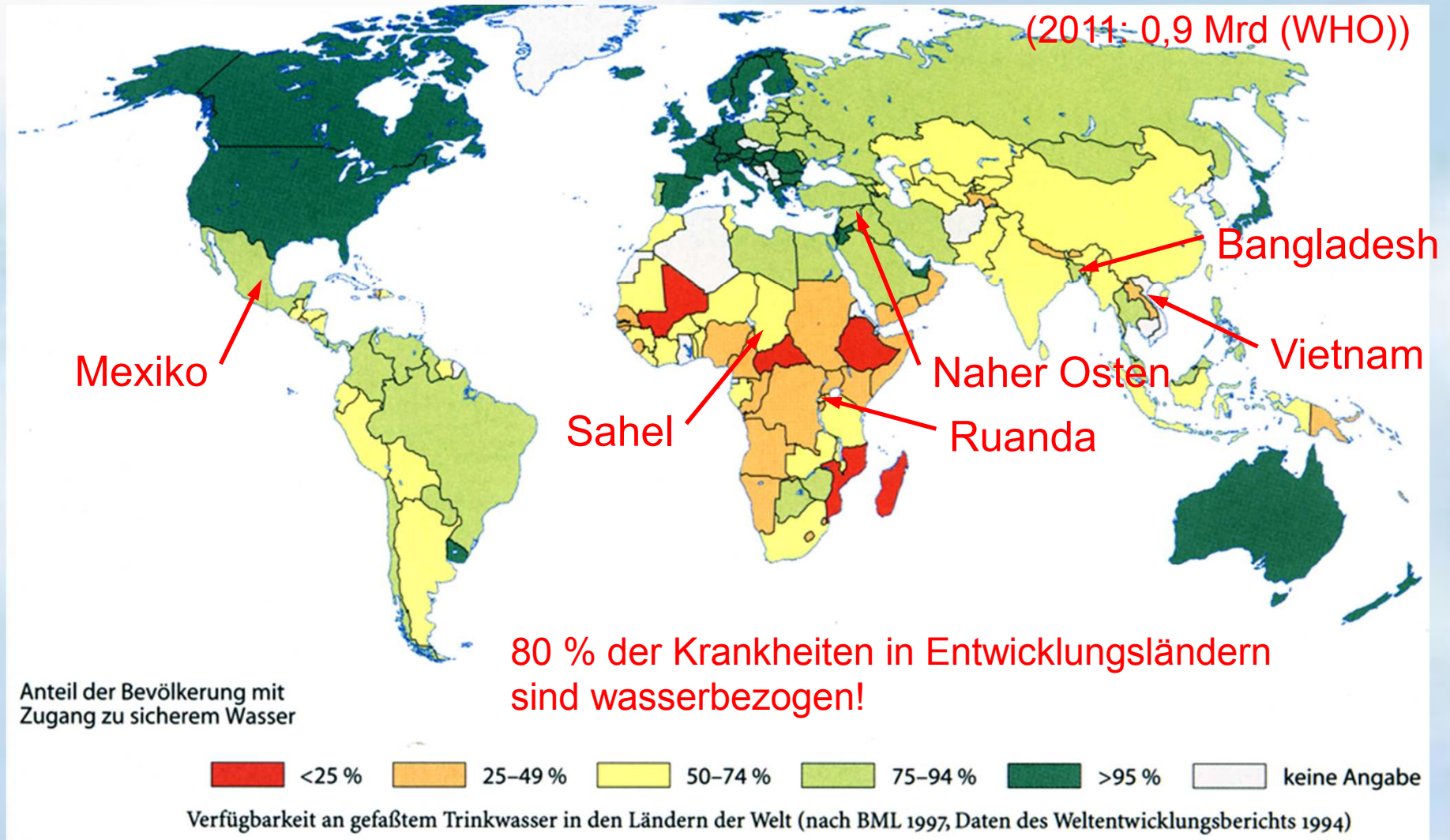
The "R'statts," well diggers since the tenth century in the R'hir wadi, Algeria. At the beginning of this century these men were still able to dig and maintain the wells, diving in the dark more than 80 m down to find the water, "this marvellous element which can bring life to all things" (the Koran). (Photo by Roger Viollet.)

„**Grundwasser** ist ein natürlicher Rohstoff von sowohl ökologischem als auch ökonomischem Wert und von entscheidender Bedeutung für ein umweltgerechtes Leben, für die Gesundheit, für die Landwirtschaft und den Erhalt der Ökosysteme.“ (Haager Konferenz der Umweltminister 1991)

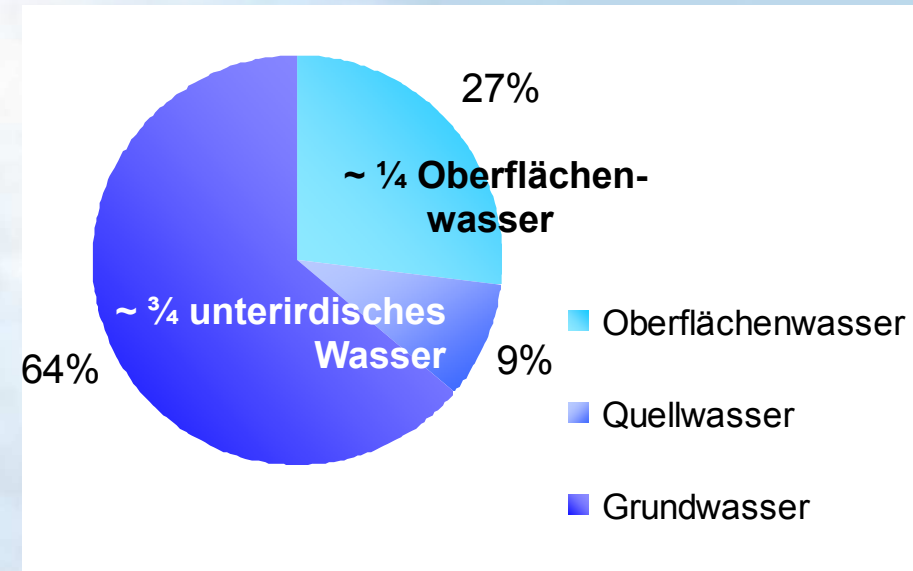
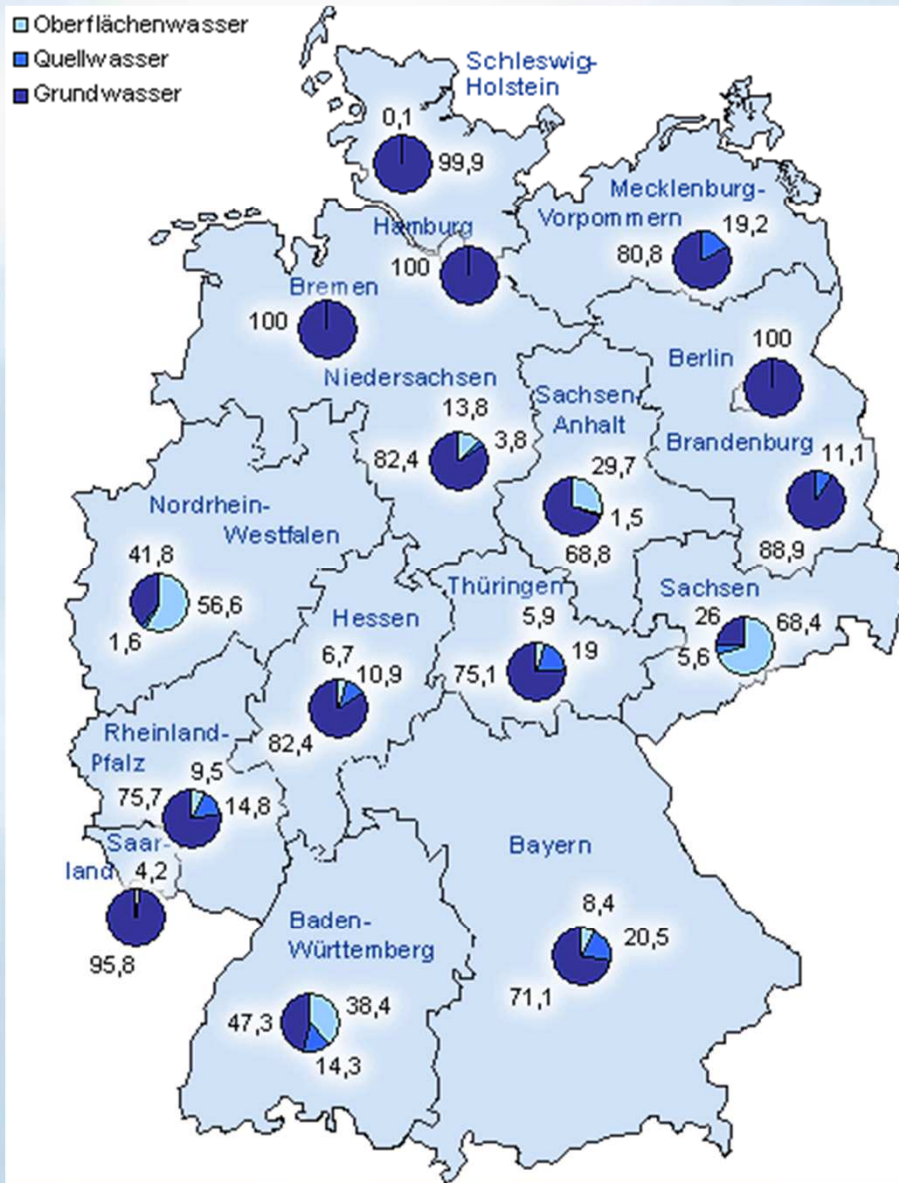
# Brennpunkte

1999: 230 Mio Menschen in 26 Ländern nicht ausreichend mit Wasser versorgt

1998: 1,2 Mrd Menschen ohne Zugang zu sauberem Wasser (ZEF)



# Woher nehmen wir das Trinkwasser?



USA 37% unterirdisches Wasser  
(öffentliche Wasserversorgung 2000)

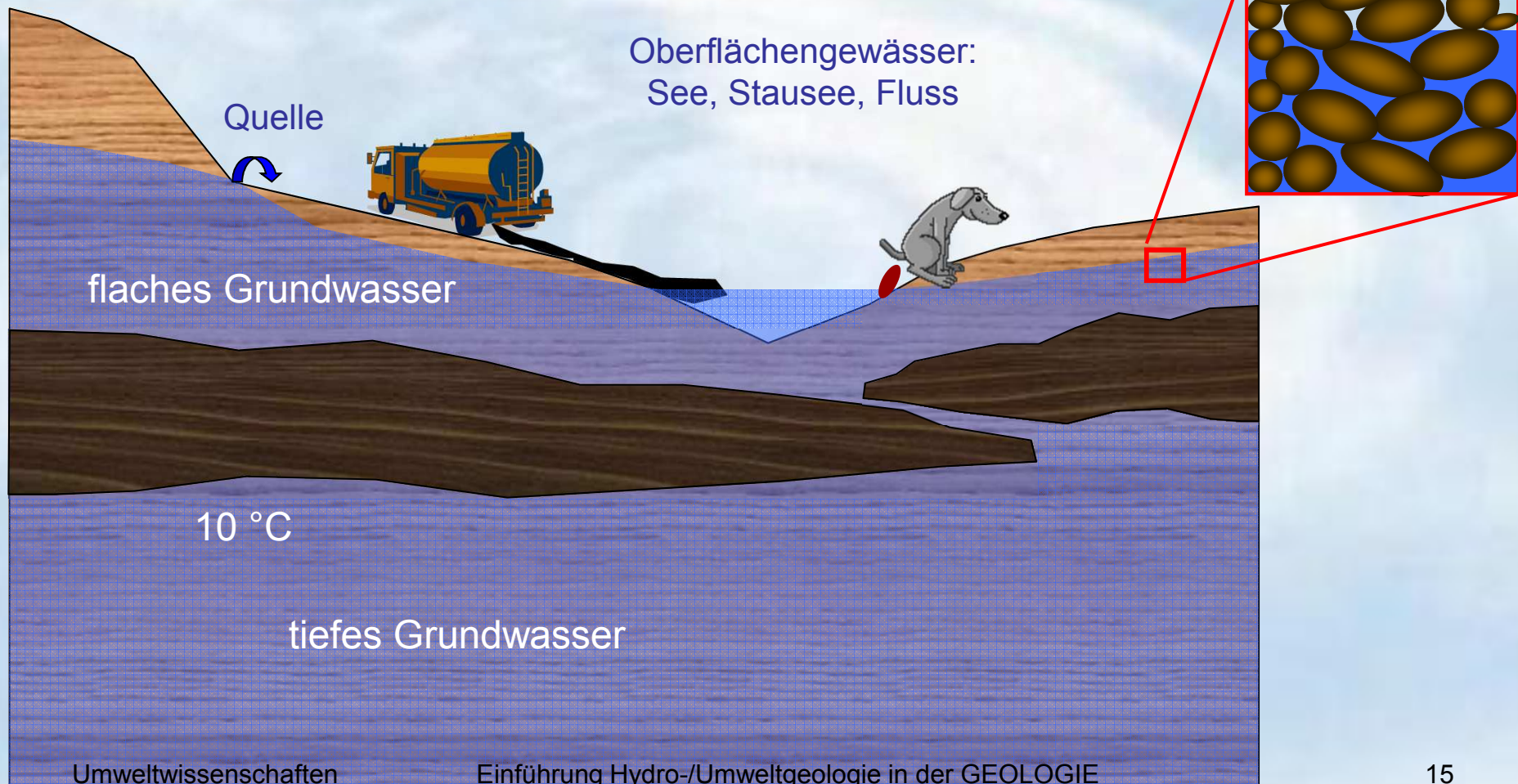
# Was ist Grundwasser?

## Vorteile der Grundwassernutzung

- flächenhafte Verbreitung
- gleichbleibende Temperatur
- relativ unempfindlich gegenüber Klimaschwankungen
- sauber, (kaum) Keime
- Gefährdung durch Verschmutzung gering

## Nachteile

- ausreichendes Hohlraumvolumen (Porosität)  
im Untergrund notwendig → *Grundwasserleiter*
- Erschließung aufwendiger: man muß Brunnen bohren
- Versalzungsgefahr durch Tiefenwasser möglich
- langes Gedächtnis



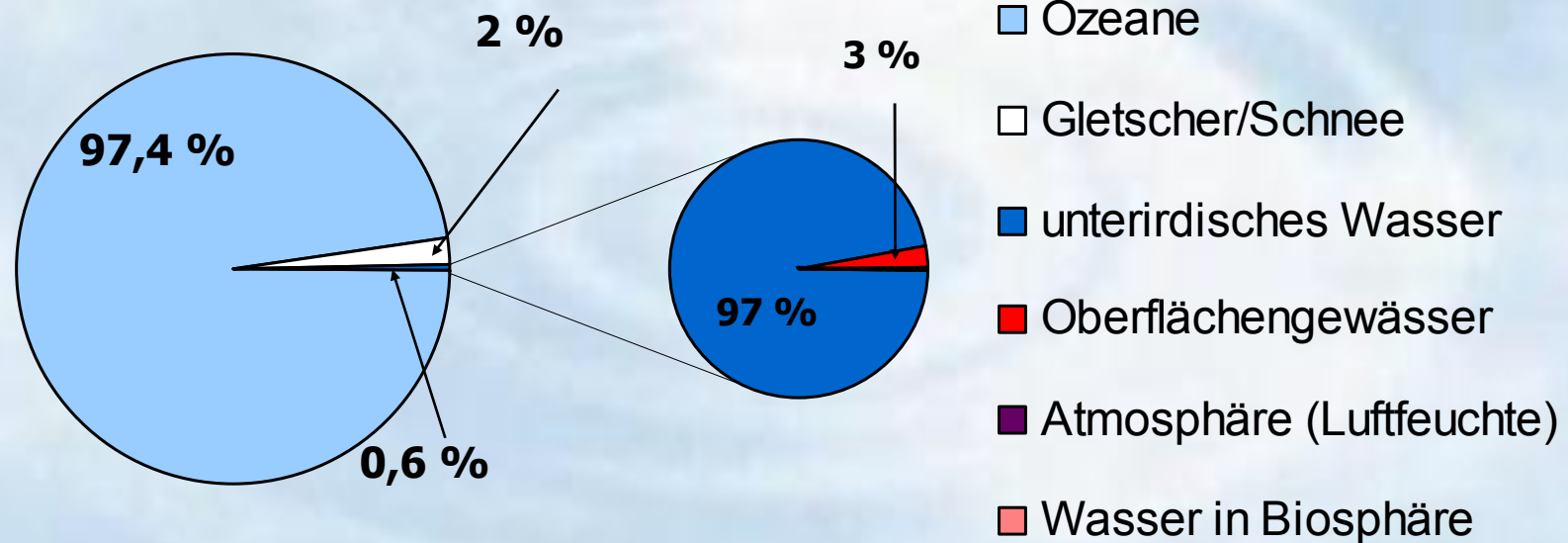
# Wassermengen

1,386 Mrd km<sup>3</sup> Wasser

Planet Erde: ~ 3000 m Wassersäule

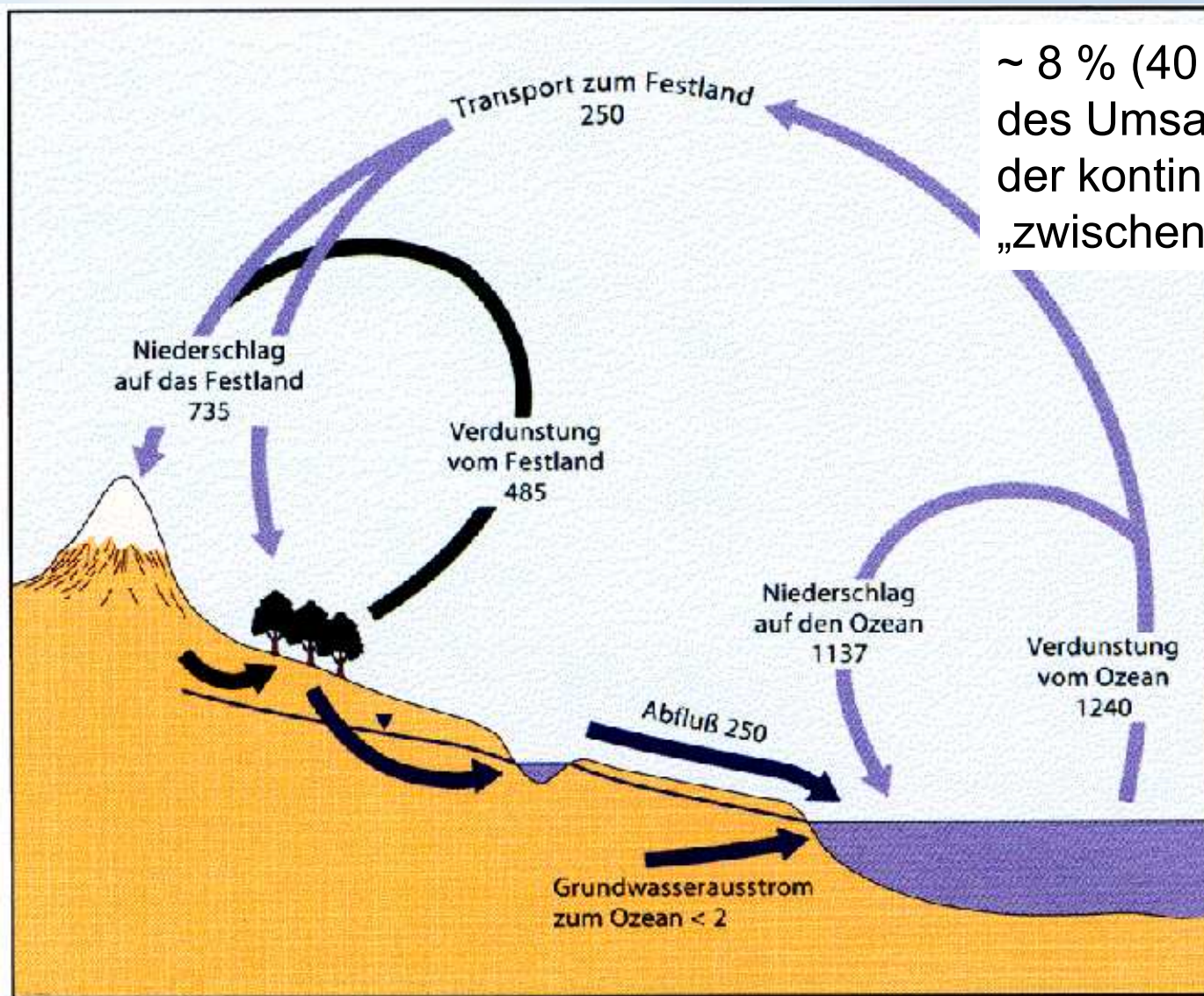
Venus: 300 m

Mars: 0,20 m



Umsatz:  $N = V = 496\,000 \text{ km}^3/\text{a}$

# Funktion der Erdkruste



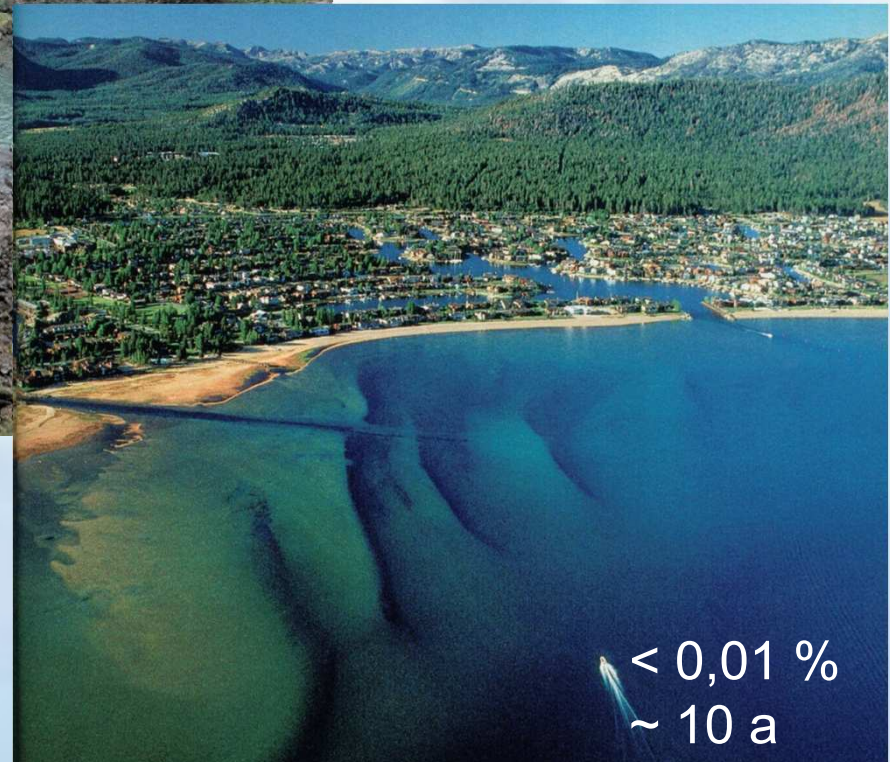
~ 8 % (40 000 km<sup>3</sup>/a)  
des Umsatzes werden in  
der kontinentalen Erdkruste  
„zwischengespeichert“

Wassermengenverteilung und Mengenflüsse im globalen Wasserkreislauf [mm/a]  
(nach WARD 1975); "blaues" und "grünes" Wasser nach FALKENMARK (1994)

# Flüsse und Seen



$1 \cdot 10^{-6} \%$   
~ 2 Wochen

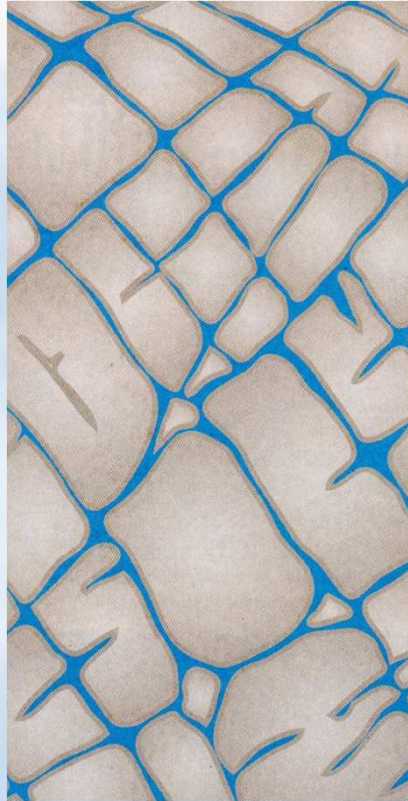


$< 0,01 \%$   
~ 10 a

# Unterirdisches Wasser: Grundwasserleitertypen

**0,59 %**

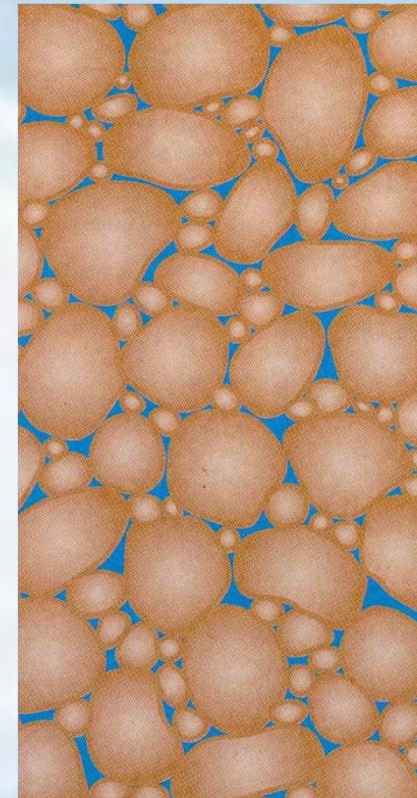
**2 Wochen - 10000 a**



Kluftgrundwasserleiter

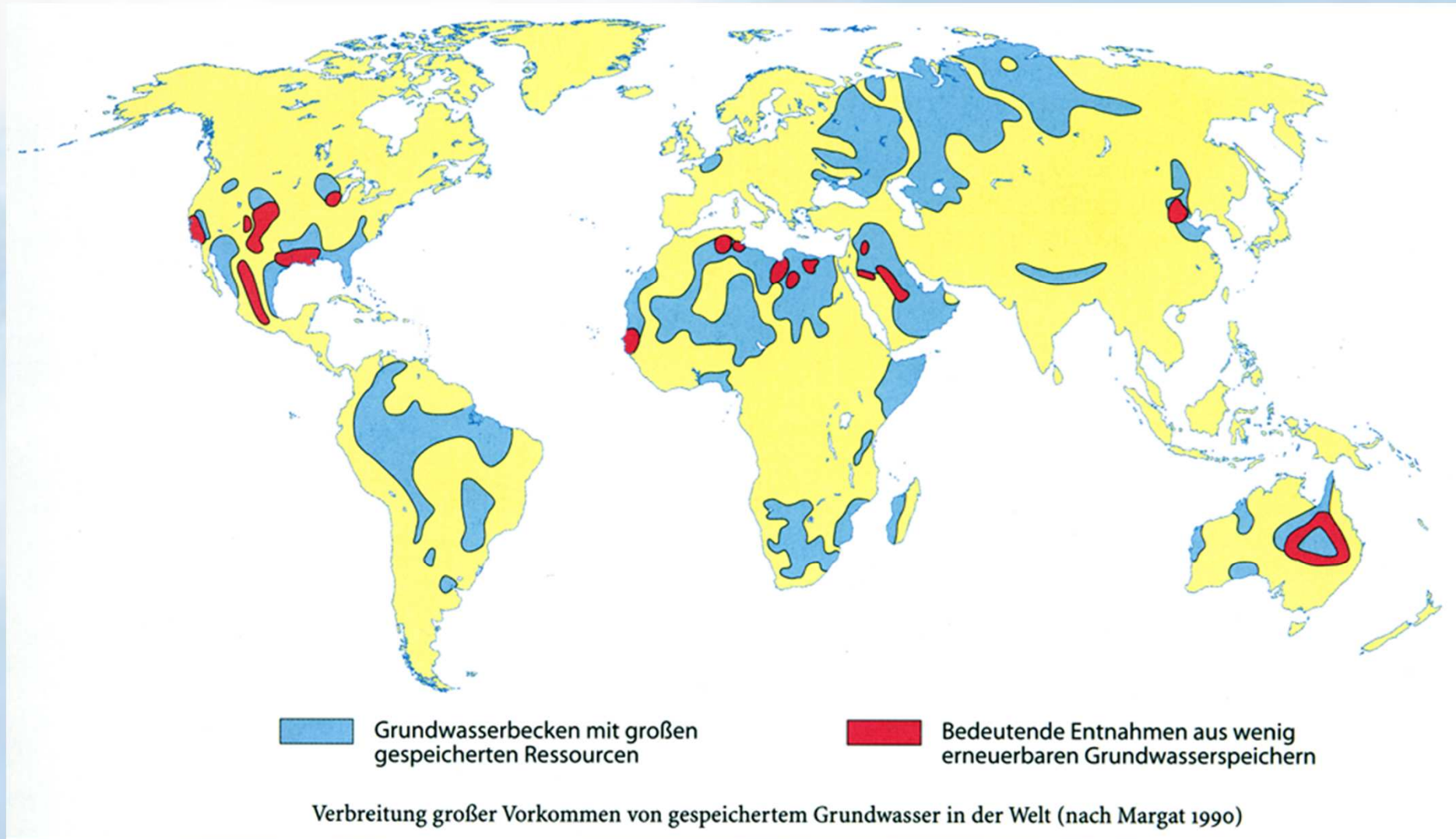


Karstgrundwasserleiter

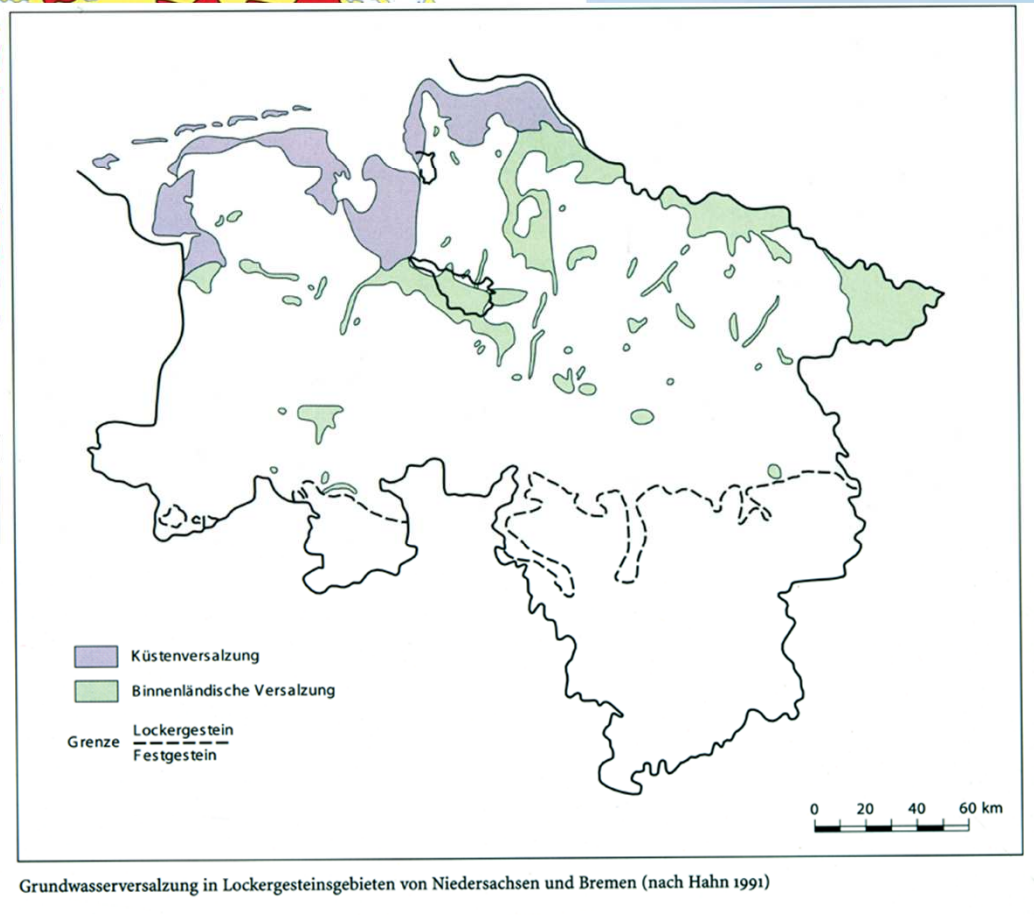
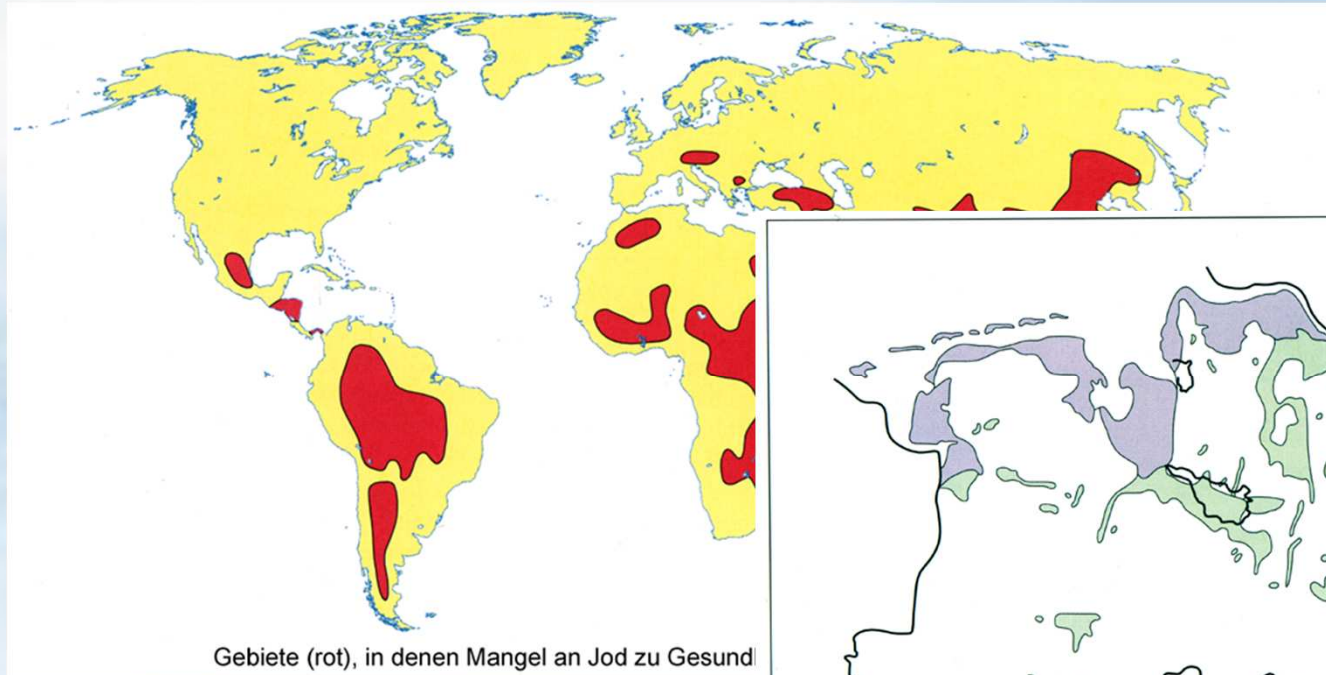


Porengrundwasserleiter

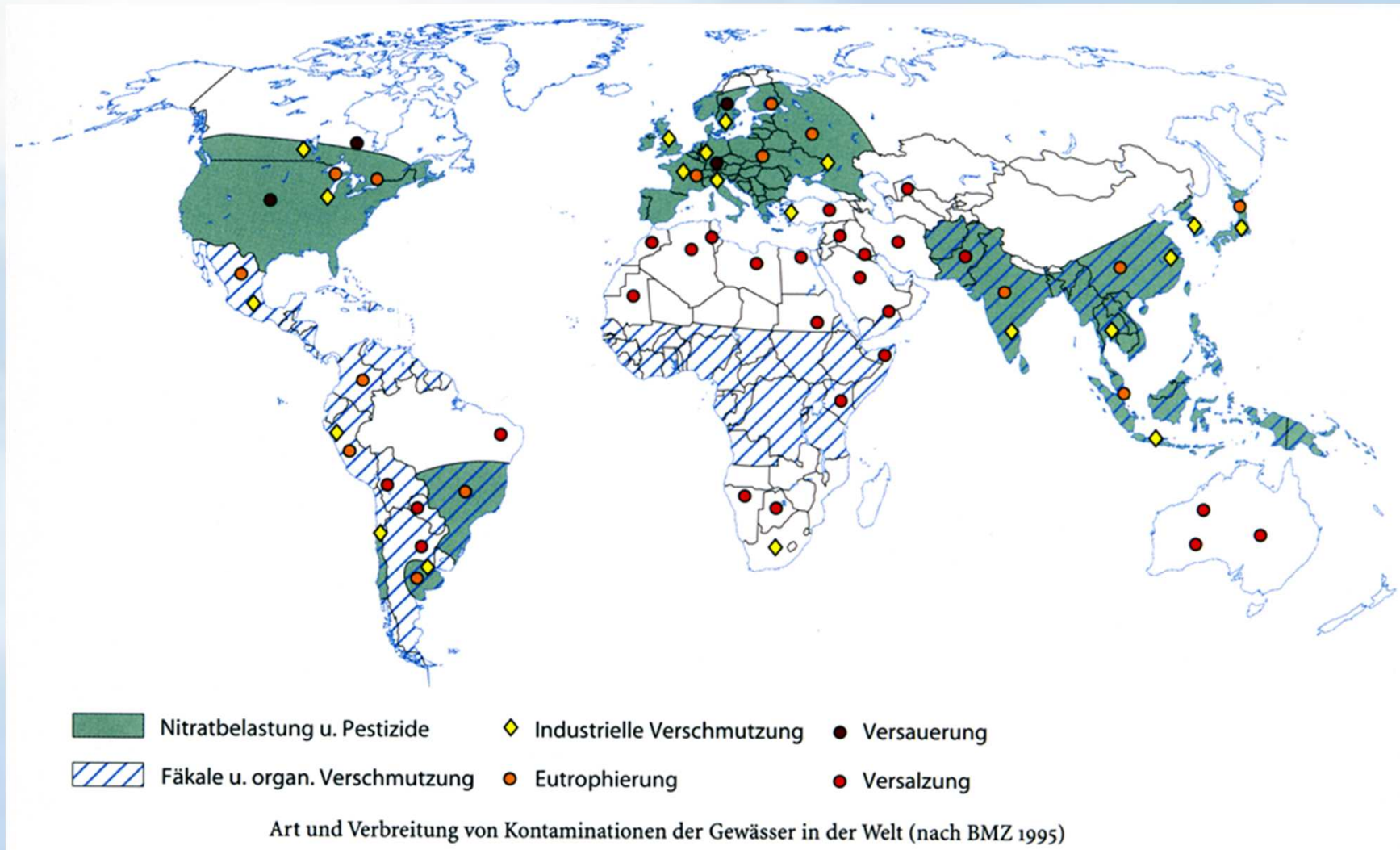
# Große Grundwasservorkommen nicht erneuerbar



# Wasserqualität - natürlich



# Wasserqualität - anthropogen



# Trinkwassergewinnung z.B. in HGW



Brunnen 22 der Wasserfassung Schönwalde

Photo: Augsburg Pumpen und Anlagen



Belüftungskaskaden: Gr. Schönwalde

Photo: Westphal 2004

# Trinkwasseraufbereitung: UNICEF Brunnen Provinz NamDinh/Vietnam



Photo: Schafmeister 2000



Photo: Schafmeister 2000

## Küche Frau Wirth, Letschin/Brandenburg



Photos: Ramona Niemann, Juni 2007

# Themen der Hydro- und Umweltgeologie

- *Was ist noch nicht oder unzureichend bekannt?*
  1. Nachhaltige Grundwassernutzung
  2. Nutzung geothermischer Energie
  3. Einlagerung von Fremdstoffen (radioaktive Abfälle, CO<sub>2</sub>)
  4. Änderung des Grundwasserdargebots als Konsequenz des Klimawandels
  5. Grundwassernutzung in Küsten- und Inselregionen (Versalzung)
  6. Kontamination von Küsten und Randmeeren durch belastetes Grundwasser
  7. Qualitätseinbußen durch Bewässerung (Boden-/Grundwasserversalzung)
  8. Kontamination durch anthropogene Einflüsse
    - Landwirtschaft: Überdüngung, Pflanzenschutzmittel
    - Urbanisierung: Altlasten, Xenobiotika (z.B. Arzneimittel, Pflegeprodukte, Kaffee)
  9. Wasserversorgung nach Umweltkatastrophen und Kriegen
  10. Nationale/regionale Grundwasservorkommen

# 1) Nachhaltige Grundwassernutzung

## Grundwasser

- ist grundsätzlich eine erneuerbare Georessource (Hydrologischer Kreislauf)
- muß nachhaltig bewirtschaftet werden.

“Sustainable Yield”

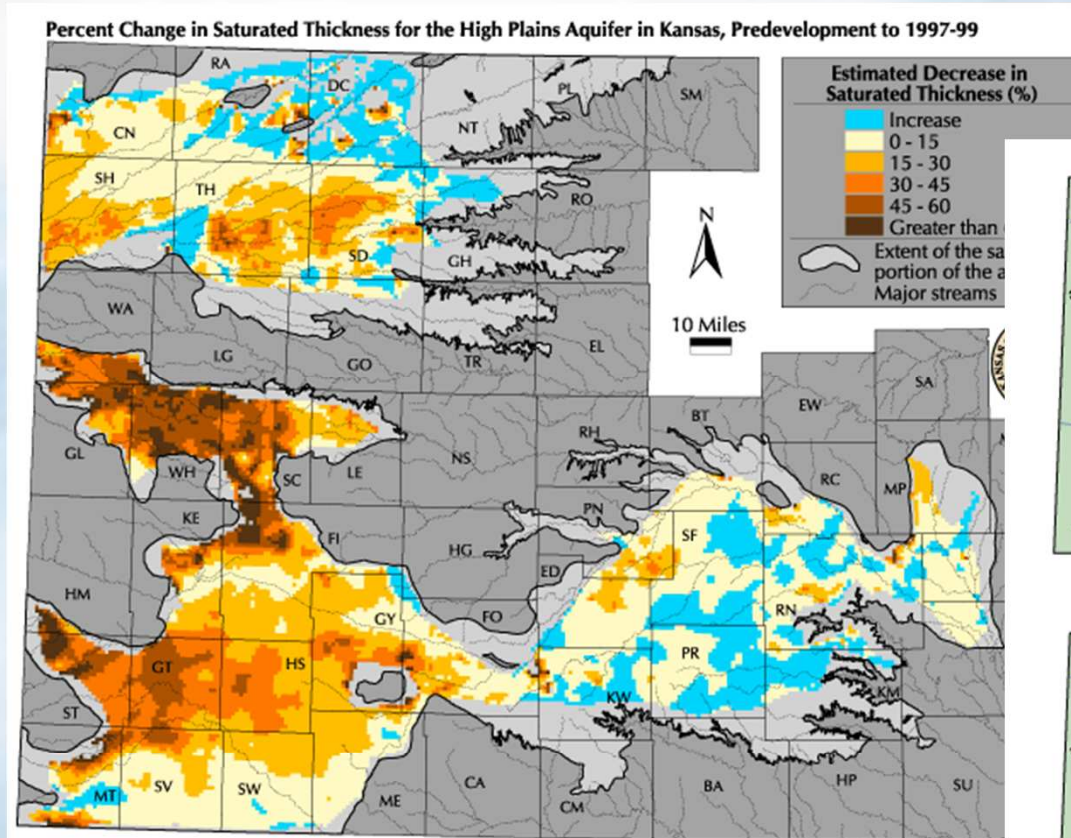
~~Sichere Reserve = Grundwasservolumen ?~~

~~Sichere Reserve = erneuerbarer Anteil (Grundwasserneubildung) ?~~

Sichere Reserve = Grundwasserneubildung –  
(Abfluß in Oberflächengewässer +  
Vegetationsbedarf + Bodenverdunstung) !

(Sophocleous 2000, Ponce 2007)

# Einfluß auf Ökosysteme



*Landwirtschaft: Bewässerung mit Grundwasser des High Plains Aquifers (Kansas) seit 40-, 50-er Jahren*

Quelle: Kansas Geological Survey, High Plains Aquifer Atlas, 2000

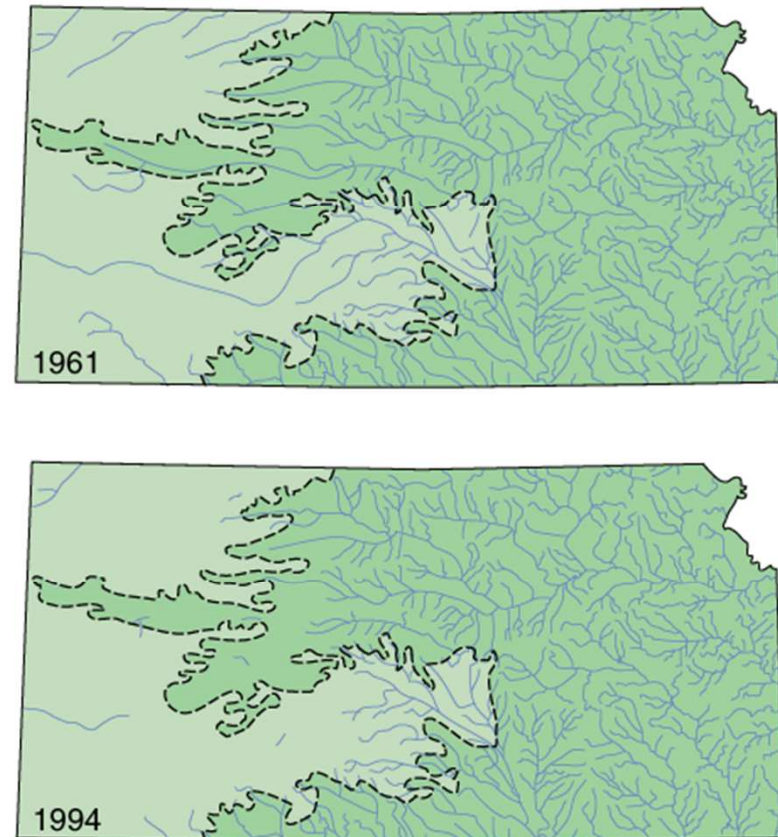
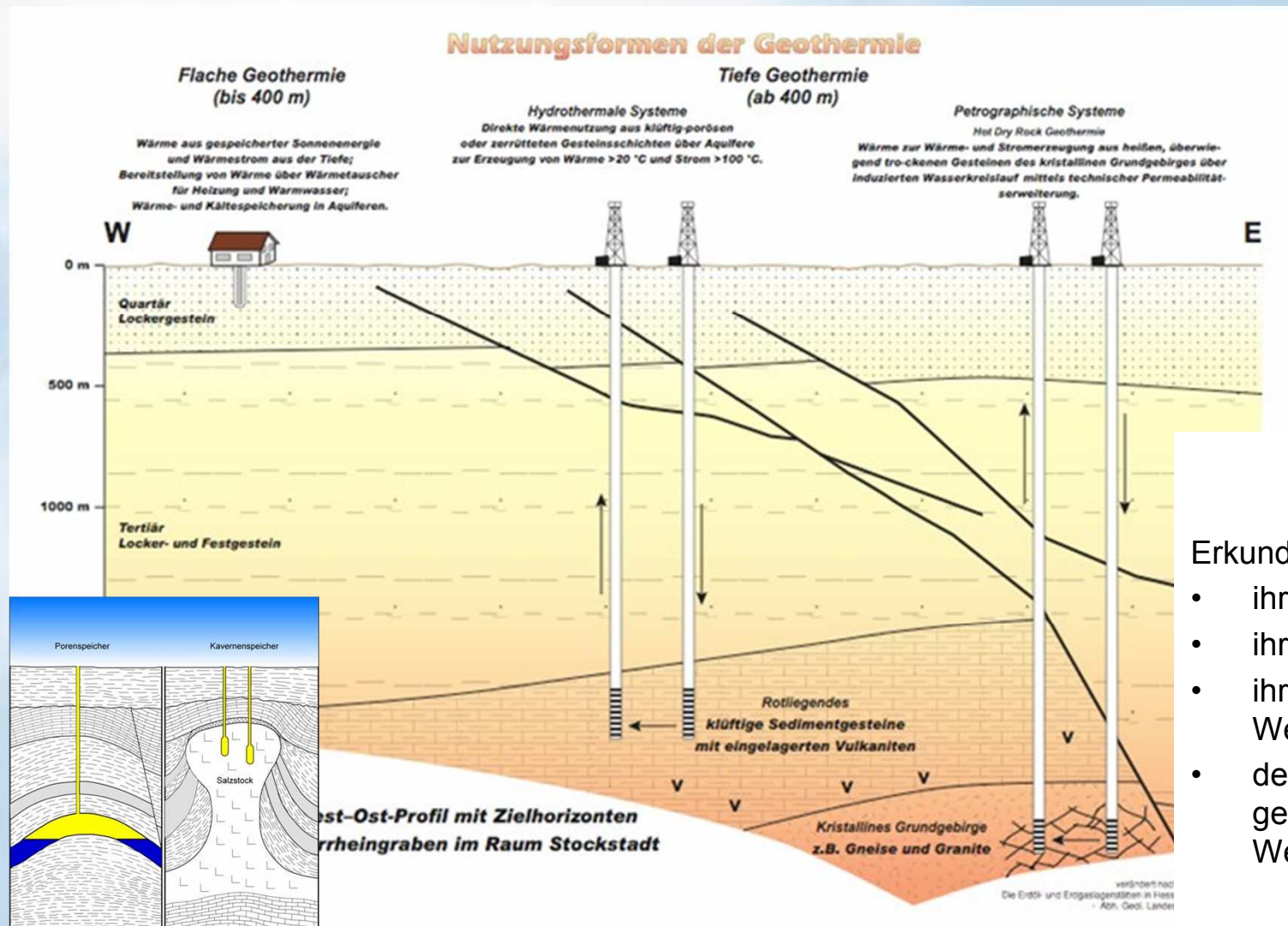


Figure 7. Major perennial streams in Kansas in 1961 and 1994. The area west of the dashed line shows the extent of the High Plains aquifer in Kansas (adapted from Angelo, 1994).

## 2) Geothermie, CO<sub>2</sub>-Speicherung



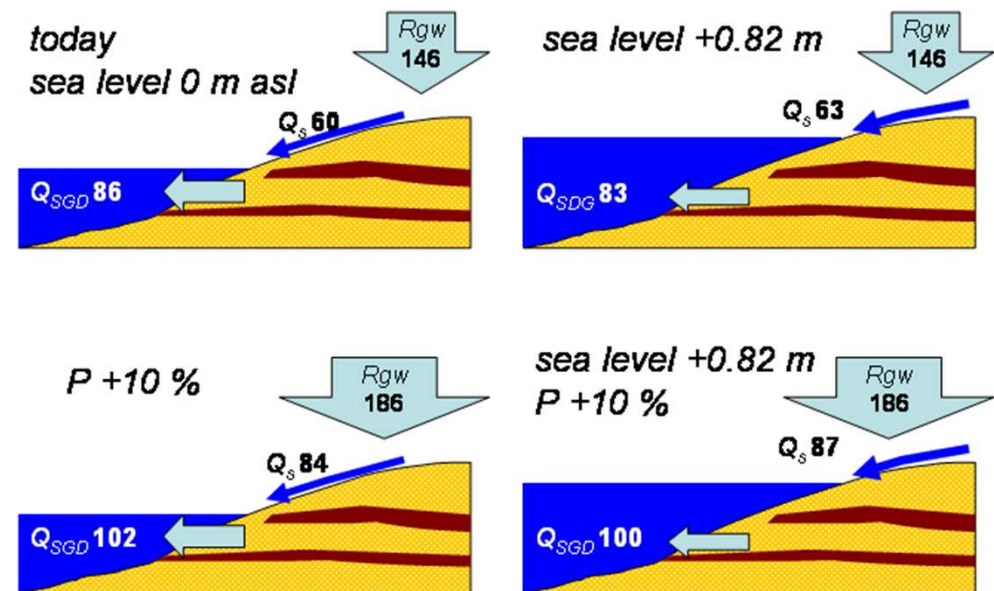
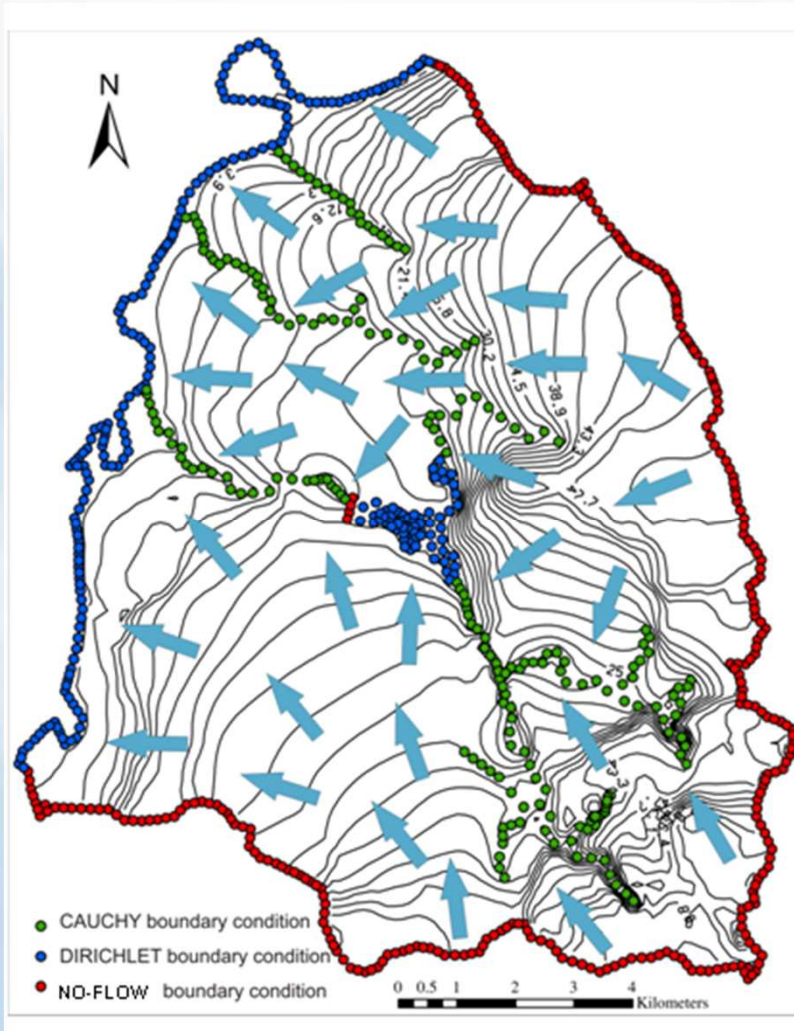
Erkundung der Aquifere

- ihrer Verbreitung
- ihres Potentials
- ihrer hydraulischen Wegsamkeiten
- der hydro-geochemischen Wechselwirkungen

Quelle: LBGR 2009

## 4) Klimawandel: Gw-dargebot

- Quantifizierung von Mengenflüssen bei veränderter Grundwasserneubildung und Meeresspiegelanstieg



Schafmeister, M.-Th & Darsow, A. 2010

## 9) Krisen und Umweltkatastrophen

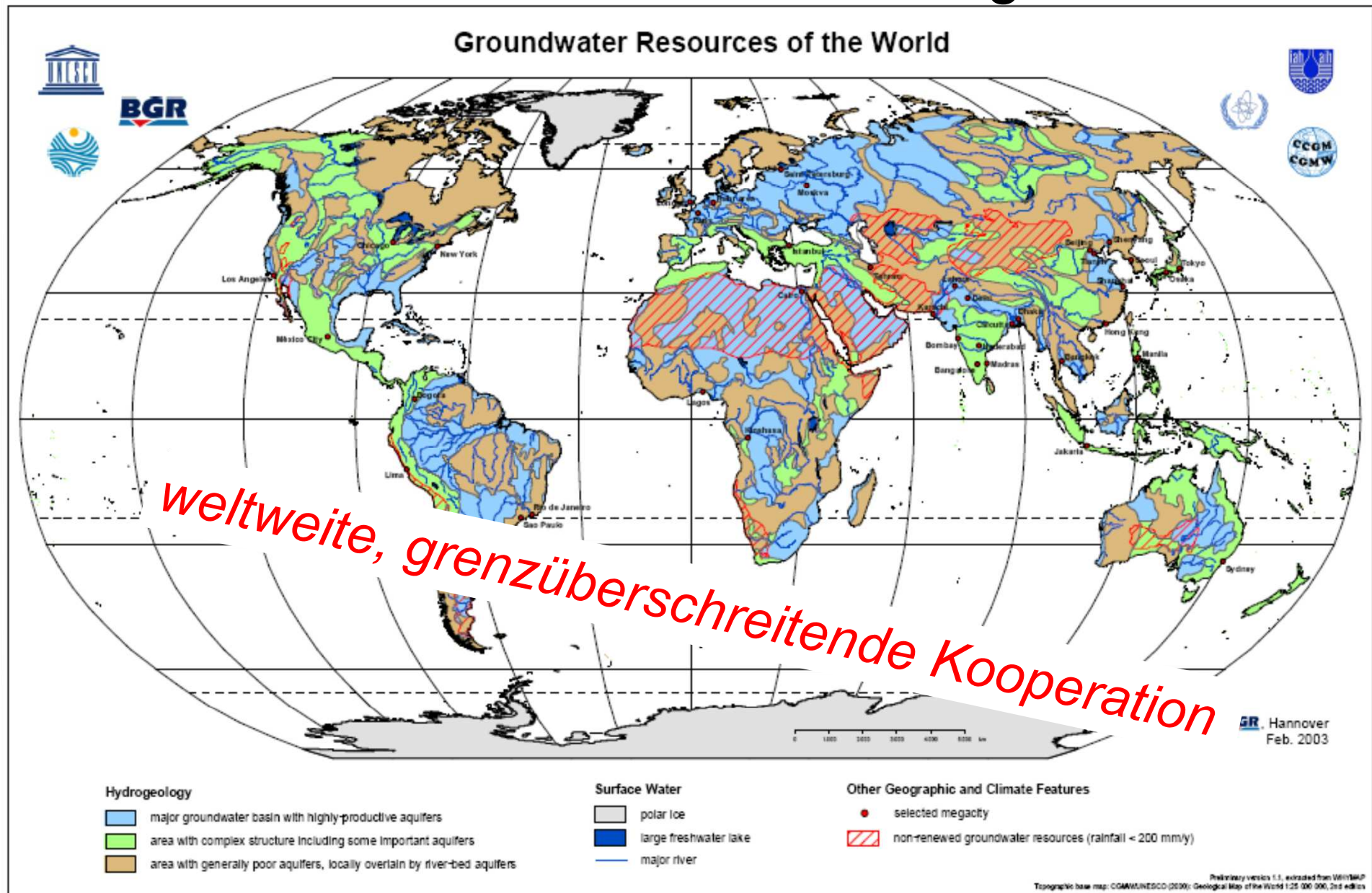


Afghanische Kinder an der Zapfstelle.  
Quelle: *BGR*



Untersuchungsgebiete an der West-, Nord- und Ostküste der Provinz Aceh (2005)  
Quelle: *BGR*

# Grundwassererkundung



# Methoden der Grundwasserforschung

- Geologische, hydrogeologische, geophysikalische Erkundung  
*“Direct-Push”*
- Hydrogeochemische und Isotopen Analytik  
*Massenspektrometrie, Gas-Chromatographie*
- Computergestützte Modellierung  
*Grundwasserströmungs-, Stofftransportmodellierung*  
*thermodynamische Modelle*  
*GIS*
- Stochastische Ansätze zur Risikoanalyse  
*Geostatistics*

# Numerisches Grundwassermodell: 3d-Finite Element (FE) in Feflow

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( k_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} - R^*$$

- 65075 elements  
and 40368 gridnodes

Boundary conditions:

Coastline - Baltic Sea:

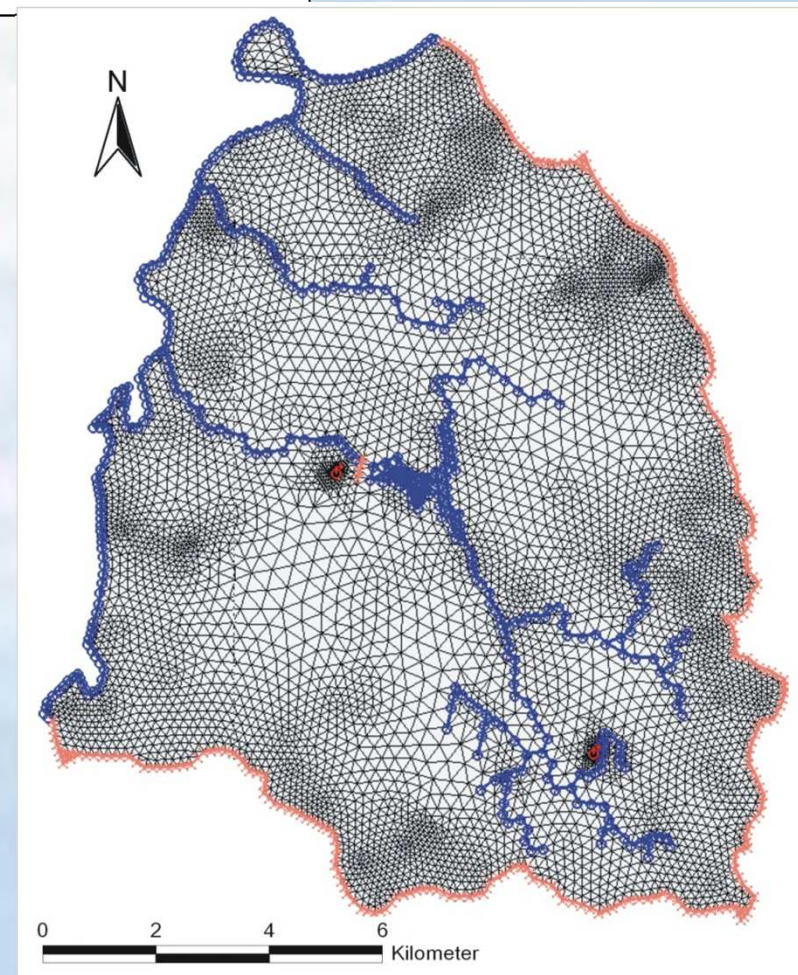
1. kind (prescribed head):  $h=0$  asl

Boundary of catchment area:

2. kind (constant flux):  $q = 0$  (no flow)

Rivers within the model area:

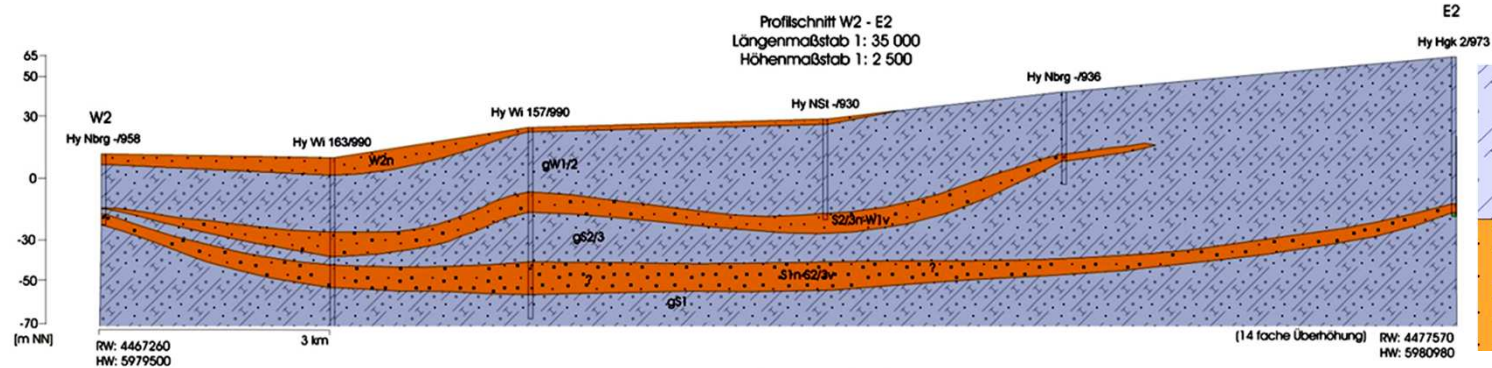
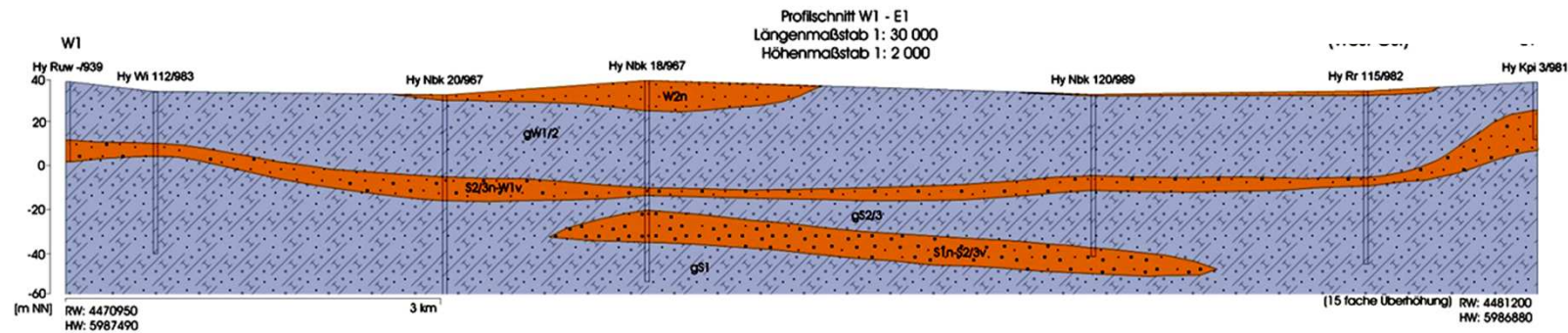
1. kind (prescribed head)  $\leftarrow$  DEM



# Geologische Erkundung: Profilschnitte

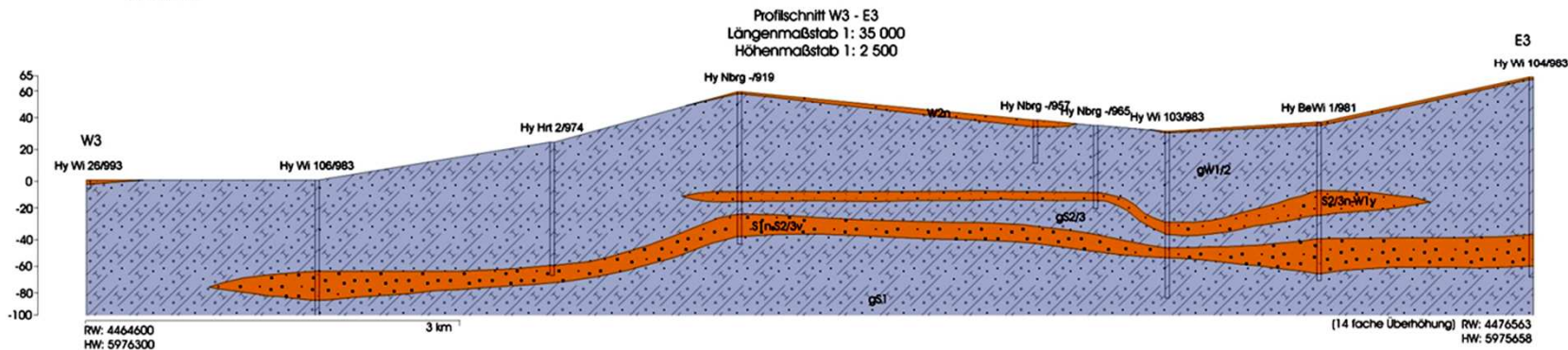
W

E

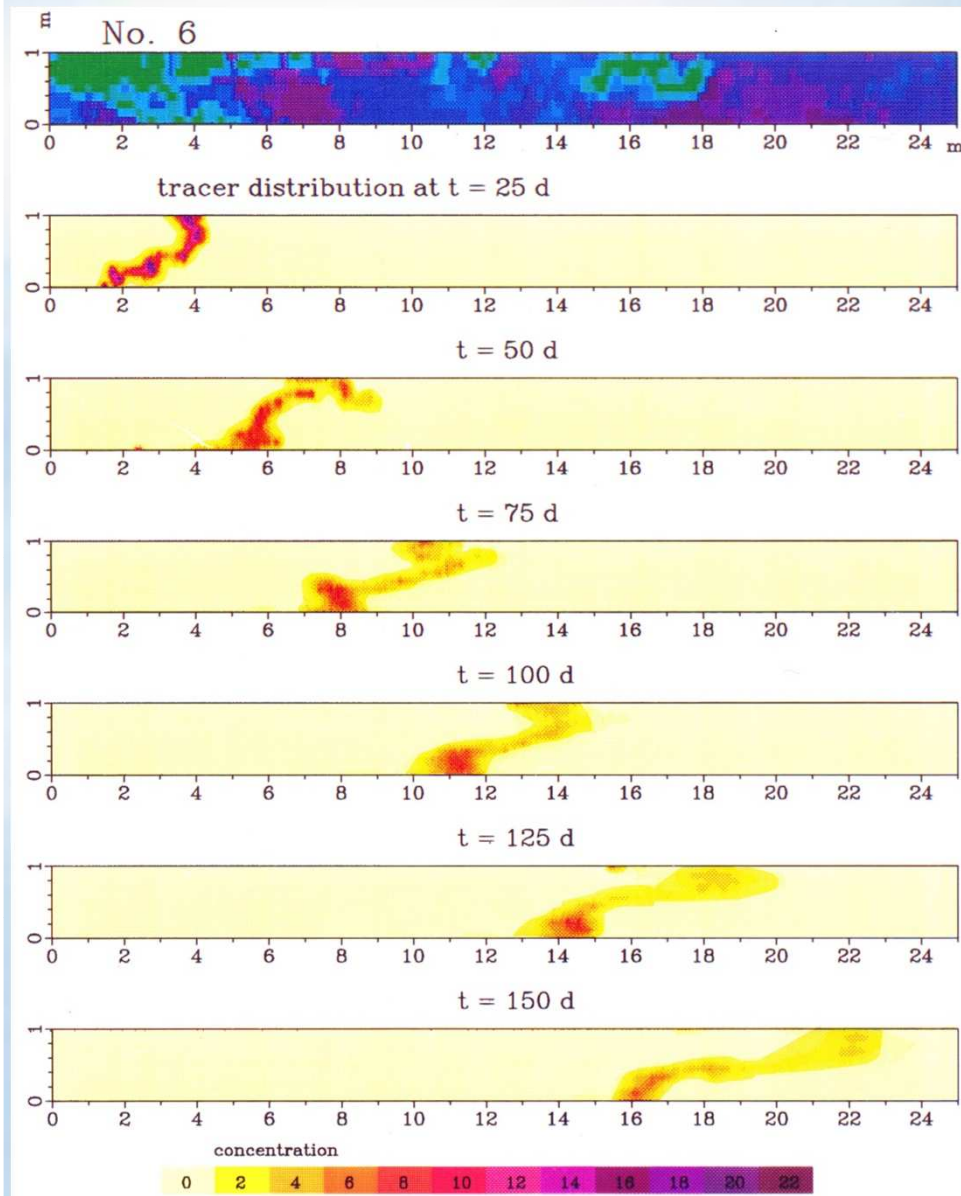


**Confining unit**  
Till, loam

**Aquifer**  
Sand



# Grundwasserleiter sind heterogen!



→ Stochastische Simulation der  
Untergrundverhältnisse  
(Durchlässigkeit)

Profilschnitt

In einem heterogenen Grundwasserleiter  
(Daten: glazifluviale Sande,  
Geschiebemergel, organogene Sedimente  
Kladow/Gatow Berlin  
 $10^{-8} < k_f < 10^{-2}$  m/s

Resultierende Tracerausbreitungsfahne  
(simuliert)

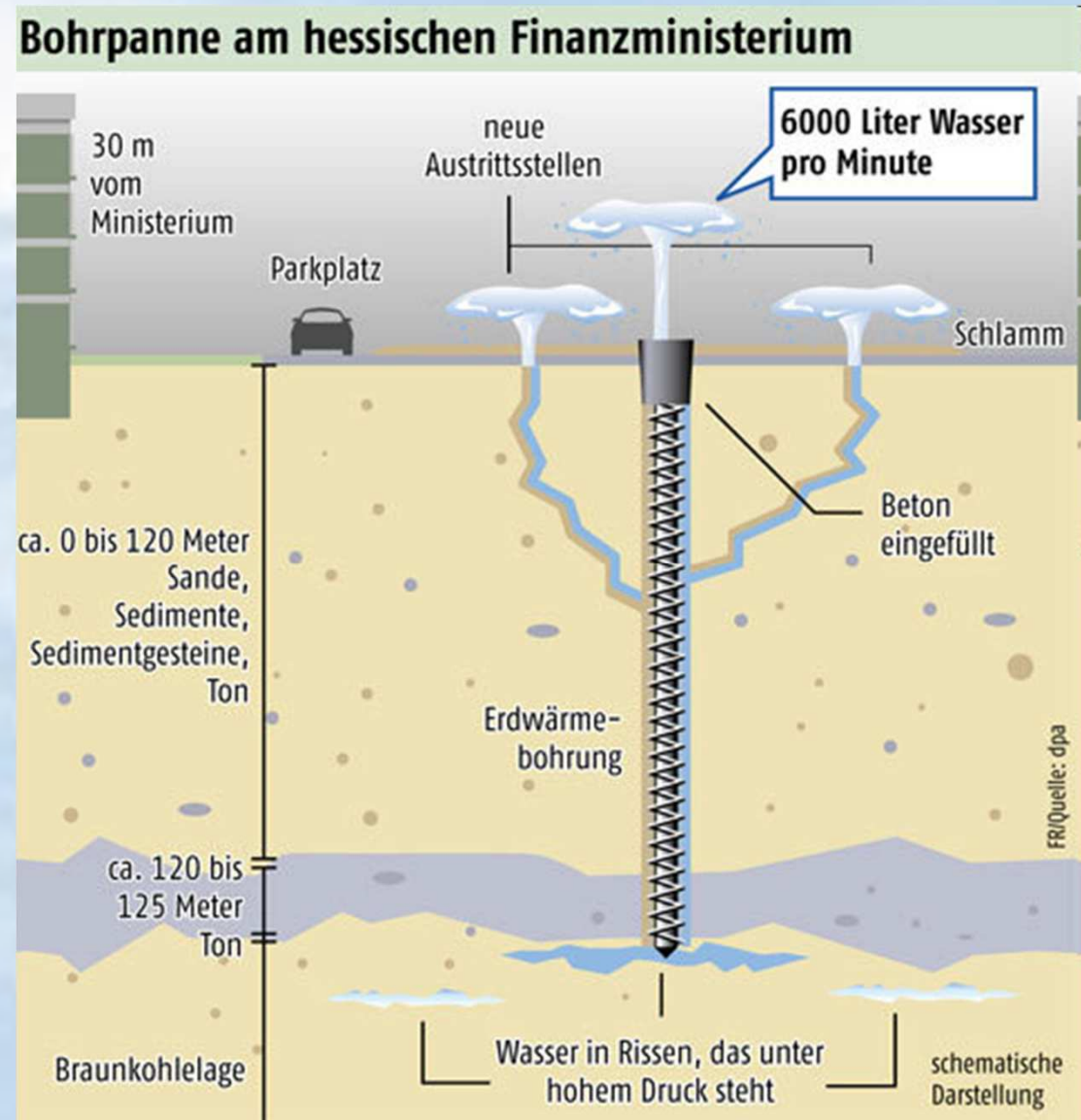
# Nutzung der Erdwärme

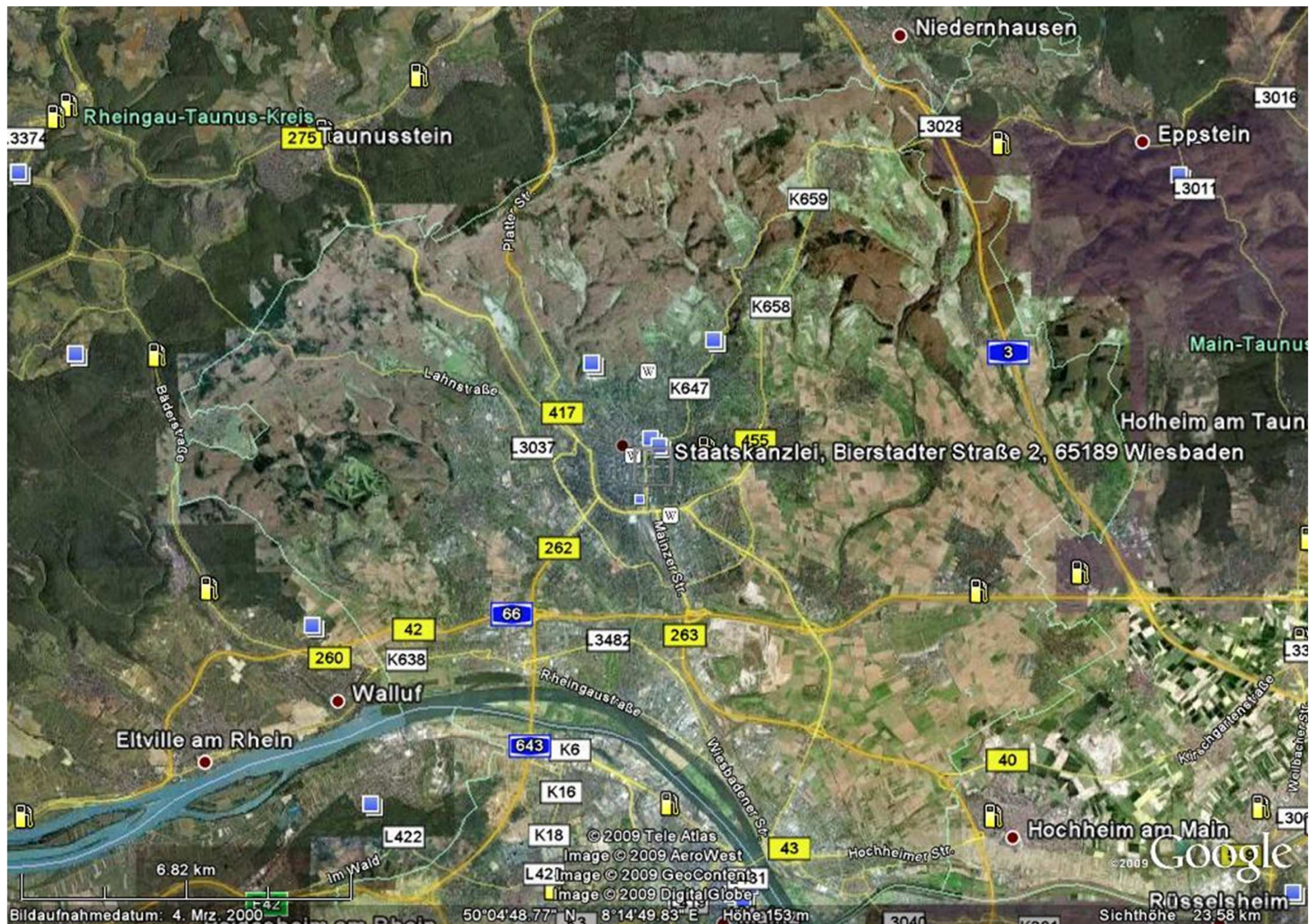


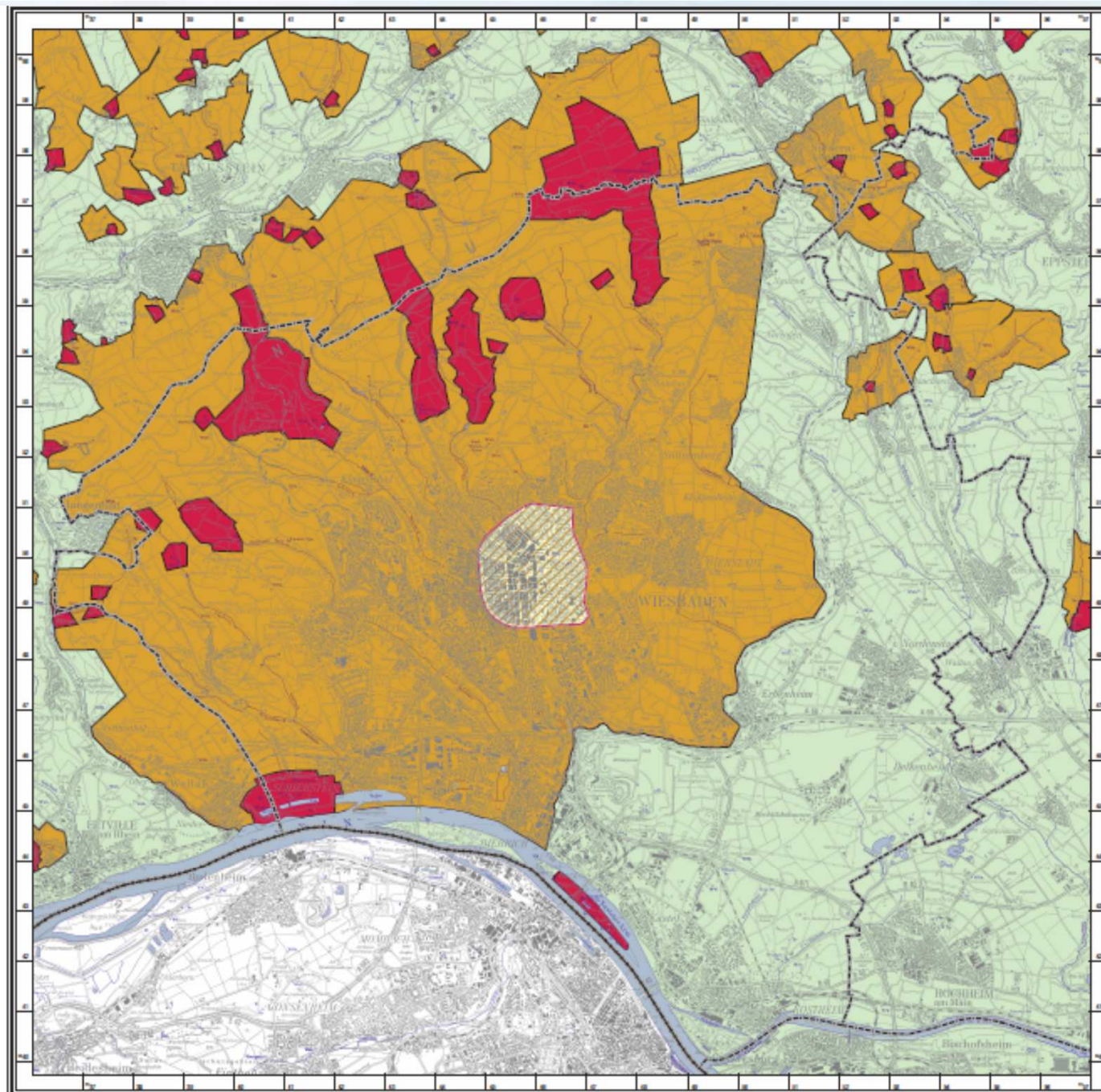
# 1) Finanzministerium Wiesbaden 6.11.09

## Anbau als Passiv-Haus: Nutzung flacher Geothermie

- Thermal Response Test zur Erkundung der Wärme- und hydraulische Leitfähigkeit







# **Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen**

(Bearbeitungsstand: 29. Februar 2008)

Bearbeitung: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)  
 Datum: 04.04.2008  
 Ansprechpartner für diesen Kreis: Dr. Georg Mittelbach

- wasserwirtschaftlich und hydrogeologisch günstig**  
 Gebiete mit mittlerer bis geringer Wasserschließigkeit, ohne eine wesentliche Südkontamination und ohne Vorkommen von höher mineralisierten Grundwasser bzw.  $\text{CO}_2$ -Ablagerungen bei gleichzeitiger Lage außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten oder in deren weiteren qualitativen Schutzzone WSG III und HQSG IV2.
- hydrogeologisch ungünstig**  
 Gebiete mit hoher Wasserschließigkeit, einer wesentlichen Südkontamination, mit Vorkommen von höher mineralisierten Grundwasser bzw.  $\text{CO}_2$ -Ablagerungen oder Ablagerungen NaCl-reicher Wasser (z. B. Salzwasser).
- wasserwirtschaftlich ungünstig**  
 Gebiete in den Zonen WSG II und III sowie HQSG II, III und IV1.
- wasserwirtschaftlich unzulässig**  
 Gebiete in den Zonen WSG I, IV und V sowie HQSG I, IV und V.

Die dargestellte Standortbeurteilung stellt die Einhaltung der im Leitfaden „Erdwärmesonden“ in Hessen aufgeführten technischen Anforderungen an Standortwahl und Betrieb voraus.

Gebiete innerhalb konzentrierter Bereiche von Altkernen, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasseranforderungen sind in der vorliegenden Karte nicht berücksichtigt.

Die dargestellten Trichterwasser- und Heilquellenschutzgebiete entsprechen einer für diese Fragestellung interpretierten Form und stellen den Bearbeitungsstand des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) dar. Es wird darauf hingewiesen, dass durch diese Interpretation einzelne Zonen nicht dargestellt werden. Somit stellen diese hier vorgelegten Abgrenzungen keine Übersicht der Trichterwasser- und Heilquellenschutzgebiete dar. Eine solche Übersicht kann im HLUG gesondert angefordert werden.

1:10000  
 © Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden  
 Kartographische Grundlage: 1:50000, Hessische Landesvermessungsanstalt, Wiesbaden, Stand: 01.01.2007

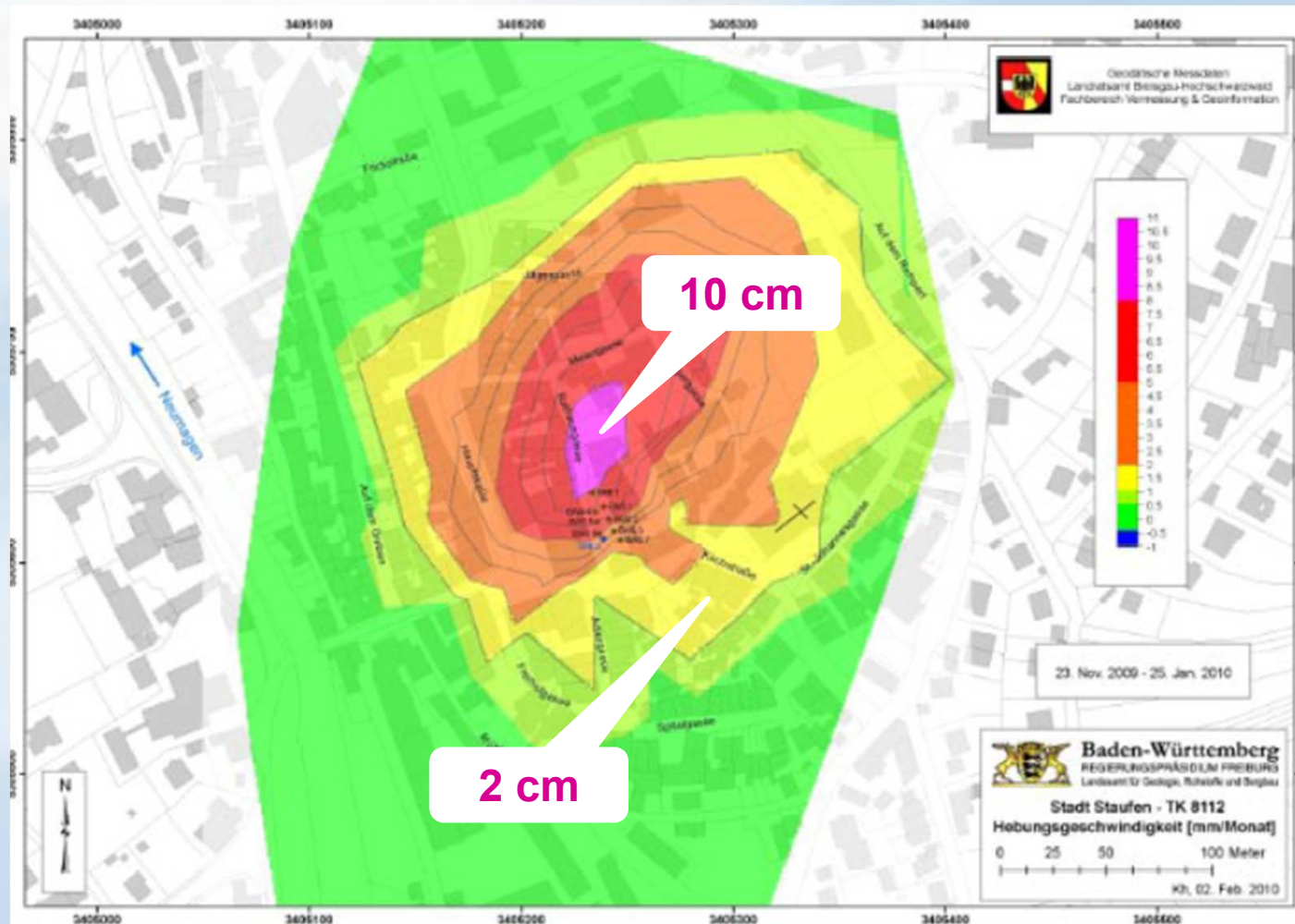
## 2) Staufen- Geothermiebohrung 2007



- 7 Bohrungen (oberflächennahe Geothermie für Rathaus) mit 140m Tiefe durch Gips- und Anhydrit-führende Keuperschicht (61m- 99m über GOK)
- 4 GW-Stockwerke:  
2 gespannte GWL, 2 artesisch gespannte GWL (Druckhöhe 2m über GOK)
- Hydraulischer Kontakt zwischen gespanntem GWL und Anhydrit (Verrohrung nur im oberen Teil der Bohrung)
- Anhydrit + Wasser → Gips , Volumenzunahme bis 61%, Druck 5-10 MPa
- Wenige Wochen später: Risse in den Bohrlöchern nahestehenden Gebäuden
- Bis Jan 2010: Hebungsraten von bis zu 1cm/Monat → 256 Gebäude beschädigt



# Hebung Staufen



Quelle: [www.stadt-staufen.de](http://www.stadt-staufen.de)

Nov. 2009 bis Jan. 2010

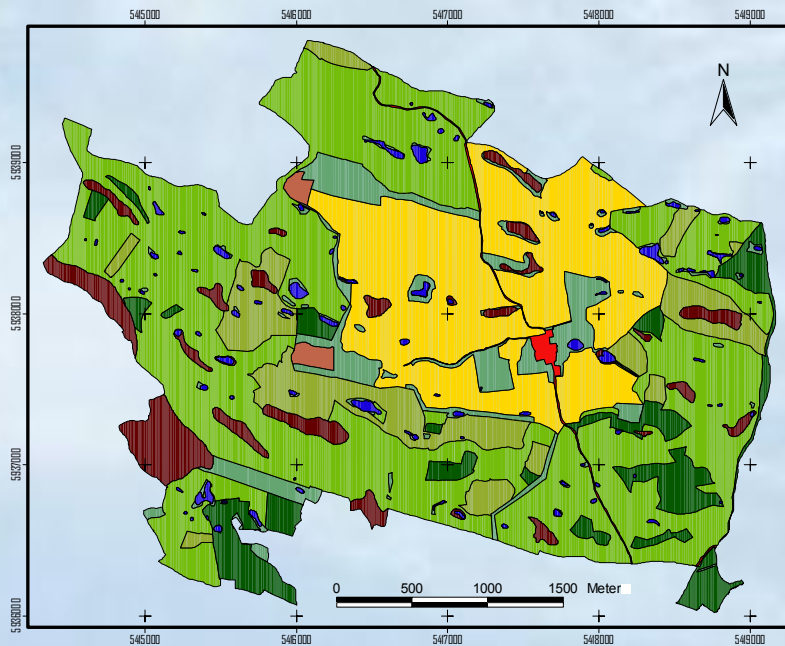
# Hydrogeologie an der südlichen Ostseeküste

- Wasserhaushaltsbetrachtungen:
  - Quantifizierung der Grundwasserneubildung (flächendifferenziert)
  - Renaturierung Moore, Deichrückbau
- Interaktion Ostsee und Küstenaquifere
- Modellieren der Heterogenität glazigener Grundwasserleiter (**Quartärgeologie**)
  - Gefährdungsabschätzung (Geostatistik)
  - Modellierung des Stofftransportes und -umsatzes im Grundwasser

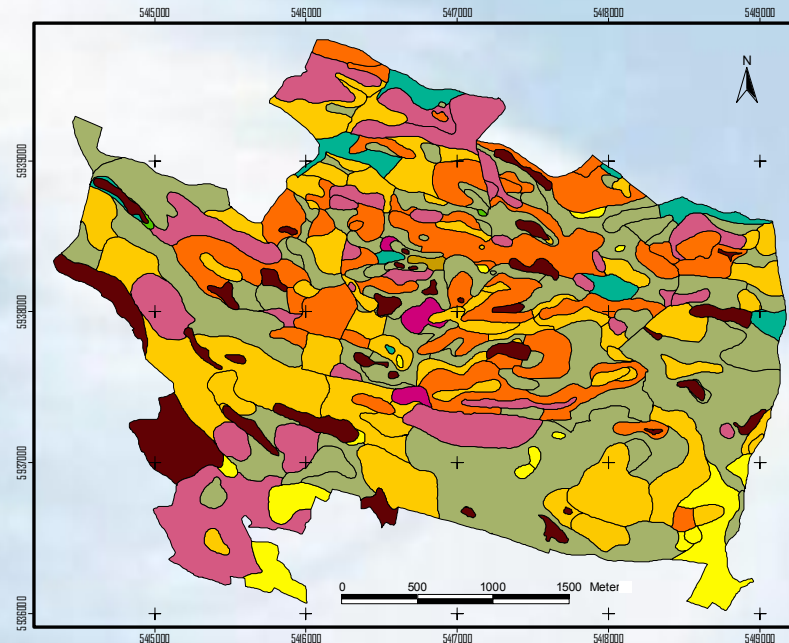


# 1) Abschätzung der Grundwasserneubildung

## Gut Klepelshagen/LK Uecker-Randow



Landnutzung

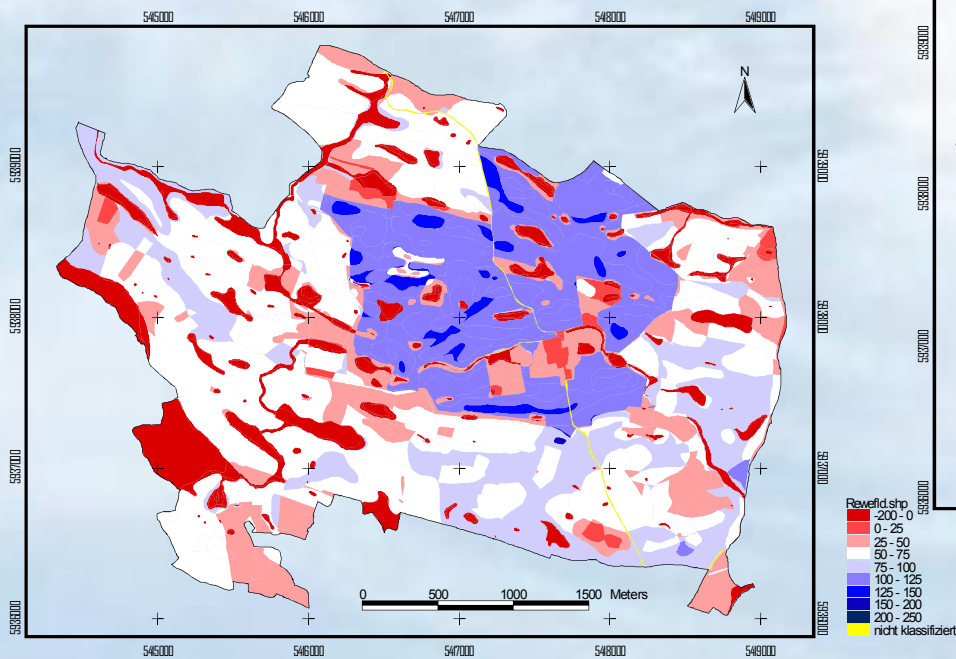


Bodenarten

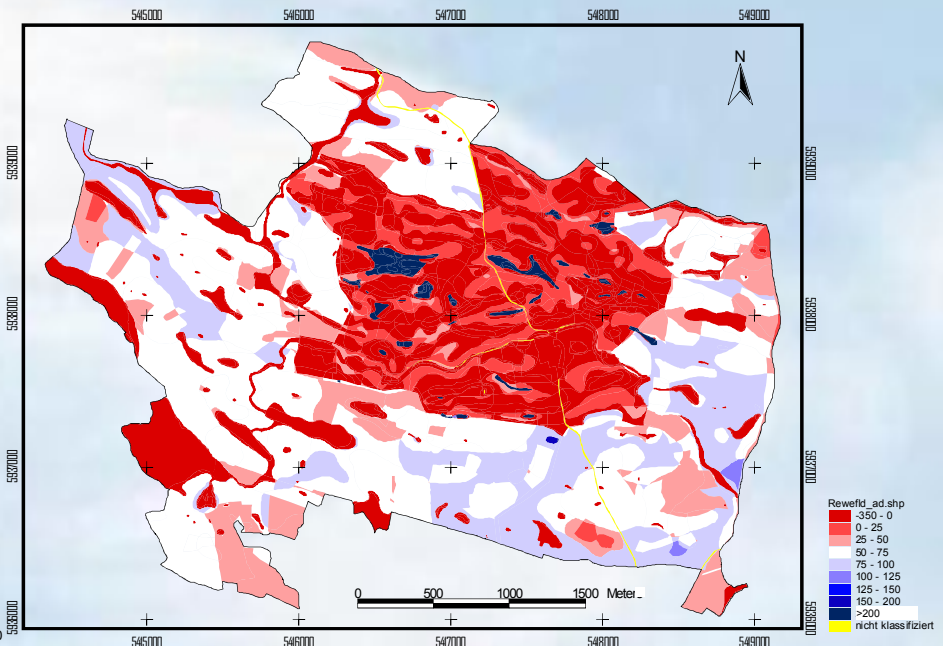
*nach Musolff 2001*

# Abschätzung der Grundwasserneubildung Ergebnisse

N = 586 mm/a



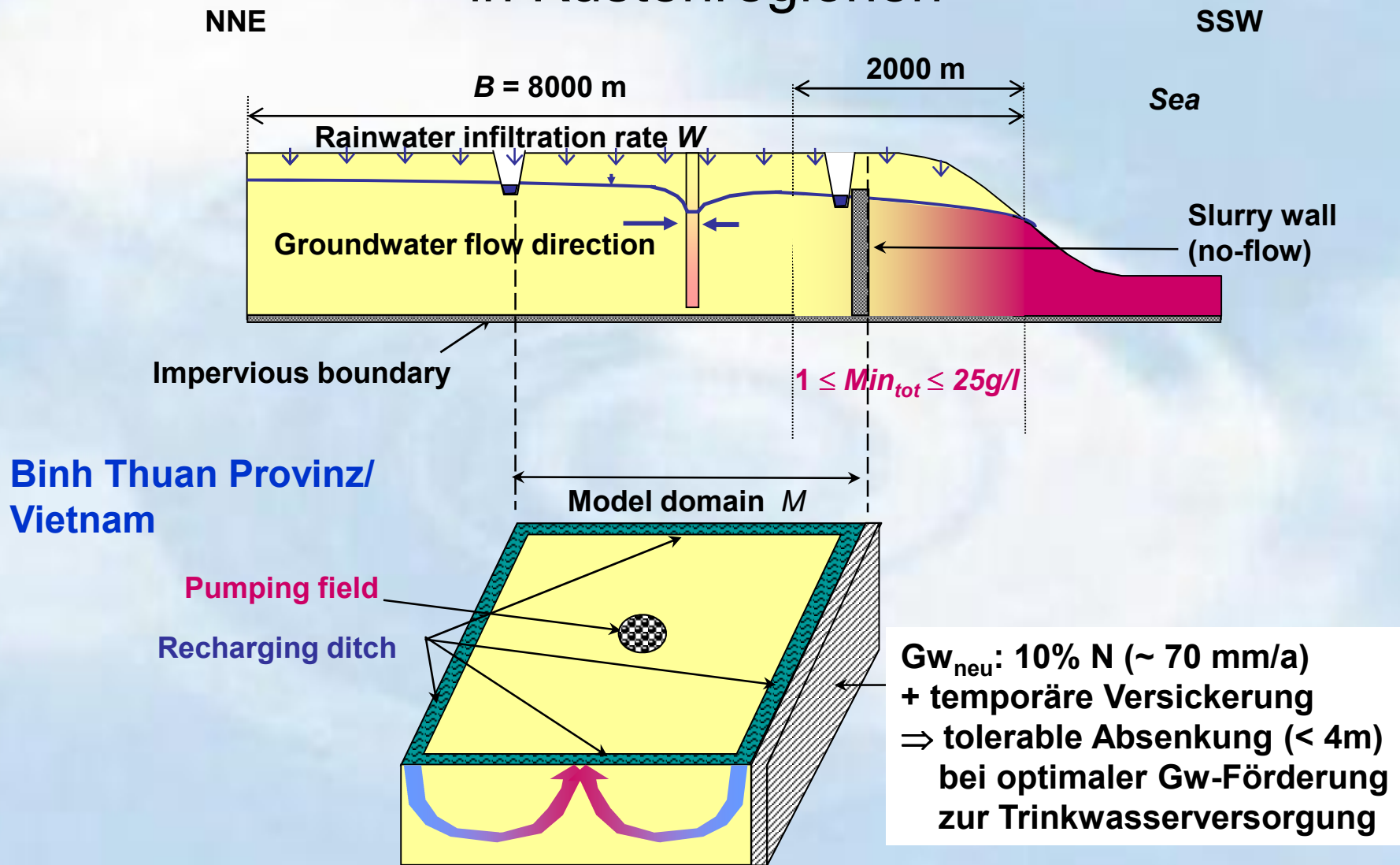
nach Renger & Wessolek  
Ø 58 mm/a (~ 10 % N)



nach Renger & Wessolek  
mit Berücksichtigung des Direktabflusses  
Ø 40 mm/a (~ 7,4 % N)

nach Musolff 2001

## 2) Alternative Grundwasseranreicherung in Küstenregionen



*Nguyen Van Hoang & Schafmeister, 2001*

# Einige Themen von UWIs bearbeitet

- **Stefan Lange** (2010) „Gw-Modellierung Preetzer Moorwiesen“
- **Stefan Zander** (2010) „Gw-Modellierung im Zus. mit Renaturierung eines Niedermoores bei Züssow“
- **Johanna Wiedling** (2010) „Biogeochemische Untersuchungen an Methanaustritten im Mittelmeer“
- **Anne Roepert** (2011) „Verteilung von Schwermetallen im Bereich von Grabstätten auf einem städtischen Friedhof unter Berücksichtigung bodenschutzrechtlicher Fragestellungen“

# Geologie im BSc Umweltwissenschaften

## Basismodul:

Geowissenschaften 1. Semester (Prof. Meschede)

- Allgem. Geologie V 3
- Geomorphologie V 2

## Fachmodule

Geowiss.1 (alternativ Geo2) 3. Semester (Prof. Schafmeister)

- Grundwasserdynamik V/Ü 3 (Prof. Schafmeister, Dr. Meyer)
- Geophysik V 2 (Dr. Büttner)

Geowiss.2 (alternativ Geo1) 4. Semester (Prof. Schafmeister)

- Geochemie V 2 (Prof. Böttcher)
- GW-beschaffenheit V 2 (Prof. Schafmeister)
- Marine Geochemie V 1 (Prof. Böttcher)

## Vertiefungsmodul: Umweltgeowissenschaft

wahlweise: im 6. Semester

- Hydro- und Umweltgeol. (Prof. Schafmeister)
- Angewandte Geophysik (Dr. Büttner)
- Georessourcennutzung (Prof. Warr)  
(Ökonom. Geologie der Lockergesteine)

# Der geologische Lehr-“Körper“

