

Prof. Dr. Christian Wolkersdorfer

## Abriss der Hydrogeologie

### Grundwasserschutz und -management

Veranstaltung im Wintersemester 2008/2009

Präsentation basiert auf  
„Einführung Hydrogeologie“  
Prof. Dr. habil Broder J. Merkel (Bergakademie Freiberg)



- Lebensmittel Nr. 1
  - Produktionsmittel Nr. 1 Lebensmittelherstellung, Bewässerung
- Übernutzung (overpumping)
- Gefährdung durch vielfältige Kontaminationen
- Lebenszeit von Grundwasserkontaminationen
  - Jahre, Dekade und Jahrhunderte



- Bevölkerung und Politiker sehen oberirdisches Gewässer und deshalb denken sie auch daran
- oberirdisches Wasser ist durch nichts vor Verunreinigung geschützt
- aber: oberirdische Gewässer stellen weniger als 1 % der natürlichen Frischwasservorräte der Erde dar
- oberirdische Gewässer können sich innerhalb von Wochen, Monaten und Jahren erholen





Veränderung der  
Grundwasser-  
neubildung  
(recharge)

- Oberflächenversiegelung
- Bodenverdichtung
- Klimaänderungen
- Landnutzungsänderungen

unkluger Nutzung

- Übernutzung
- zu starke thermale Nutzung
- Abwasserinfiltration



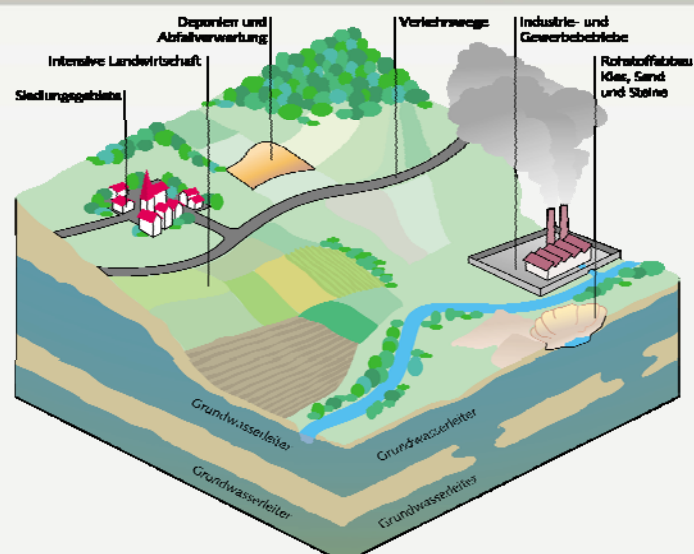
Kontaminationen

- Landwirtschaft  
(Düngemittel, Pestizide)
- menschliche Fäkalien
- Bergbau
- Verkehr
- Industrie

Beeinträchtigung  
von Aquiferen

- Tagebau
- tiefer Bergbau

- Anorganische Substanzen
  - z.B. Nitrat, Metalle, Halbmetalle
- organische Kontaminationen
- mineralische Kohlenwasserstoffe (MKW)
- Leichtflüchtige halogenisierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)
- endokrine Substanzen
- Mikroorganismen
  - z.B. Fäkalbakterien, Viren, Cryptosporidien





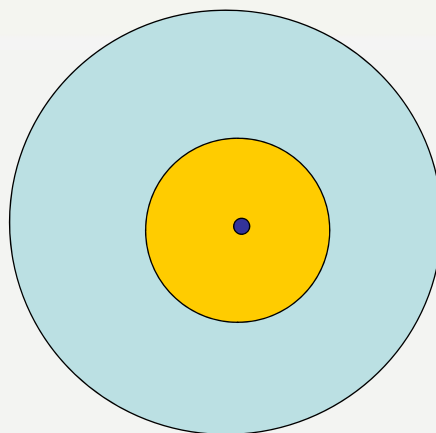
- **Landwirtschaft**
- **menschliche Fäkalien**
- Abwasser
- Deponien
- wilde Ablagerungen
- Friedhöfe
- Bergbau
- Industrie
- Verkehr
- Militärische Standorte
- Krankenhäuser



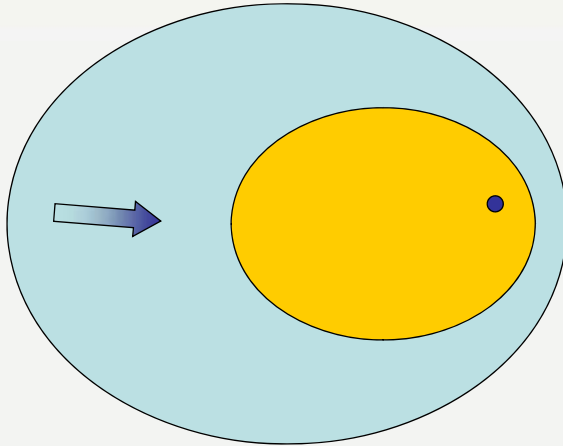
- Gülle und Dünger
- Massentierhaltung
- Ausbringung von Klärschlamm
- Pestizide
- Bewässerung und Entwässerung



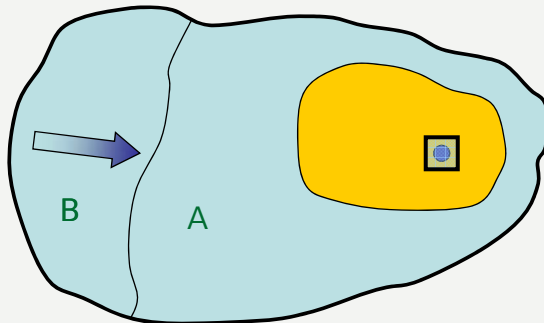
- Latrinen (open area defecation)
- Kleinkläranlagen
  - 2-, 3-Kammerklärgruben
- Abwasserkanalsystem
  - Dichtigkeit
- Kläranlagen und Klärschlamm



der einfachste Ansatz



Ellipsoid ist eine  
bessere  
Approximation



Fassungsbereich  
Schutzzone 1  
Schutzzone 2  
50-Tage-Linie  
Schutzzone 3  
Einzugsgebiet



- Ausweisung der Schutzzonen I, II und III mit konkreten Landnutzungsverboten
- Kann für jede öffentliche Wasserversorgung eingerichtet werden
- weltweit einer der striktesten Durchführungsverordnungen (Slowenien und Österreich ähnlich)



Linie um Brunnen mit kalkulierter Abstandsgeschwindigkeit  $v_a$  (m/Tag) · 50

$$v_a = \frac{k_f \frac{dh}{dl}}{n_e} = \frac{k_f \Delta i}{n_e}$$

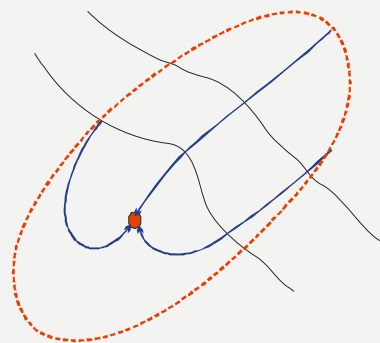
Beispiel:

$$k_f = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$$

$$\Delta i = 0,001, n_e = 0,2$$

$$v_a = 1,30 \text{ m/Tag}$$

$$65 \text{ m für 50 Tage}$$



- Überlebenszeiten von Bakterien und Viren im Grundwasser:
  - *Escherichia coli*: 230 Tage
  - *Salmonella typhi*: 230 Tage
  - *Salmonella typhimurium*: 474 Tage
  - *Salmonella sp*: 163 Tage
  - *Yersinia sp*: 466 Tage
  - Poliovirus: 583 Tage
- Abnahme der „bacterial counts“ um 7 Größenordnungen
- ungewohnte Umwelt
  - kein Futter, 8...10 °C statt 36 °C

- seit 100 Jahren wird 50 Tage-Linie Konzept erfolgreich angewendet
- Bakterien können deutlich länger im Grundwasser überleben
- Größe von Bakterien: 0,2 ... 10  $\mu\text{m}$
- Größe von Viren:  $< 0,2 \mu\text{m}$
- Größe von Molekülen  $\approx 0,001 \mu\text{m}$
- Filtration und Retardation
- Bakterien bewegen sich daher deutlich langsamer als Wassermoleküle (Faktor 1:10)

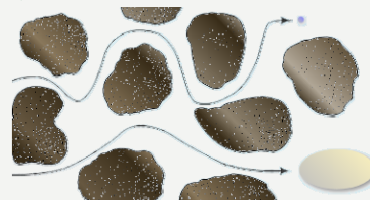




Foto: H. Tauchmann, GUT GmbH



- Industrie
- Kraftwerke (Ausnahme: Gas)
- Pipelines mit Wasser gefährdenden Stoffen
- Abwasserleitungen und -kanäle
- Abwasserbehandlungsanlagen
- Abfallbehandlung, Deponien
- Nicht Grundwasser schonende Landwirtschaft
- Flughäfen
- Bergbau, einschließlich Öl/Gas



- Geothermie ohne sekundären Wärmekreislauf
- Militärische Übungsplätze
- Bohren
- Verwendung bestimmter Pestizide
- Motorsport
- Tankstellen
- Neuanlage Golfplätze
- Neue Siedlungen
- Neue Friedhöfe



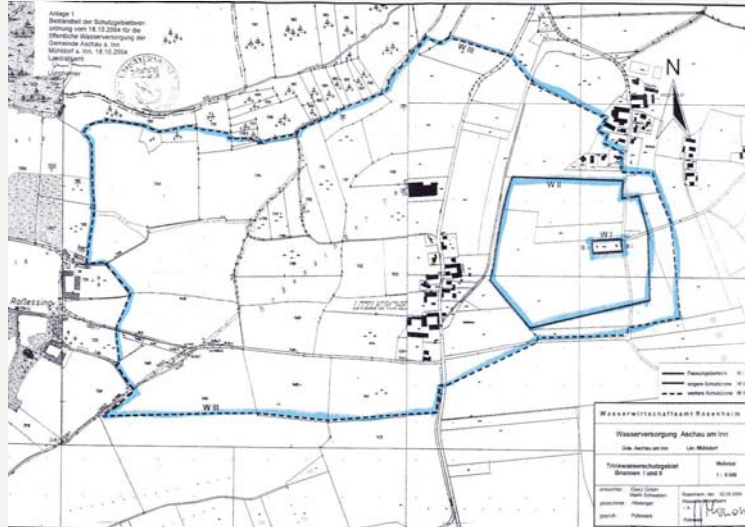
- alle Restriktionen von Zone III
- neue Gebäude, Erweiterung
- öffentliche Straßen, Eisenbahn
- Transport von Wasser gefährdenden Substanzen
- Lagerung von Brennstoffen (Ausnahme: Gas)
- Nutzung von Dünger
- Camping und Sport



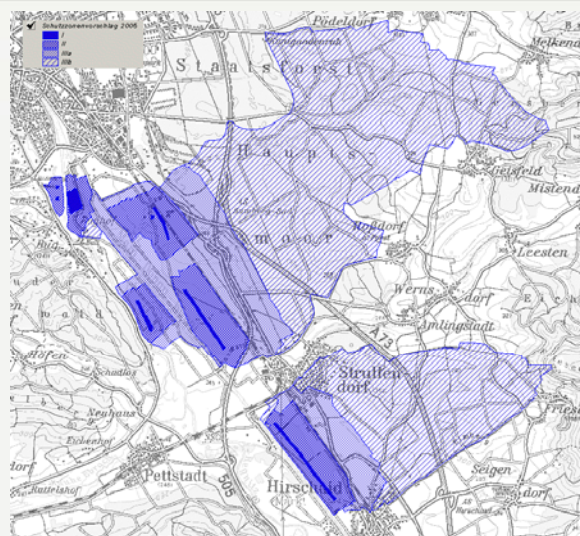
- alle Restriktionen der Zone III and II
- jeglicher Verkehr
- jegliche landwirtschaftliche, gärtnerische oder sonstige Nutzung
- jeglicher Gebrauch von Dünger und Pestiziden



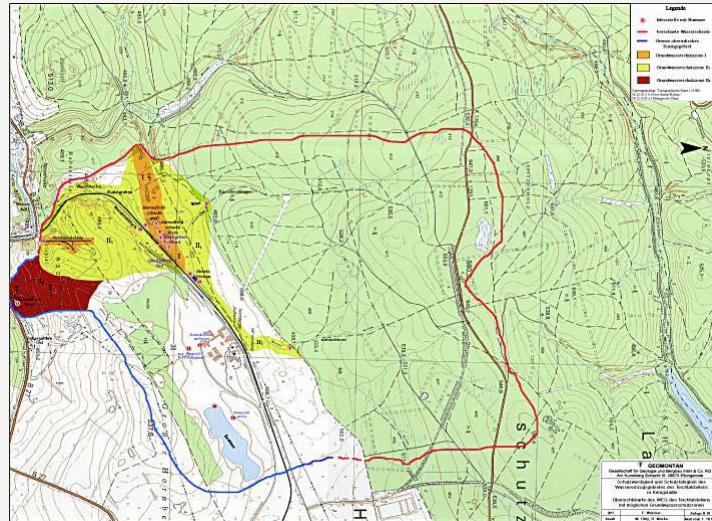
- Hydrogeologisches Gutachten durch Consulting auf Basis der gesetzlichen Grundlagen
- Bewertung durch Wasserbehörde
- öffentliche Anhörung
- Festsetzung durch Wasserbehörde
- Überwachung und Monitoring durch Wasserbehörde, Polizei und Wasserwerke



Trinkwasserschutzgebiet Aschau am Inn, 2004



Trinkwasserschutzgebiet Strullendorf



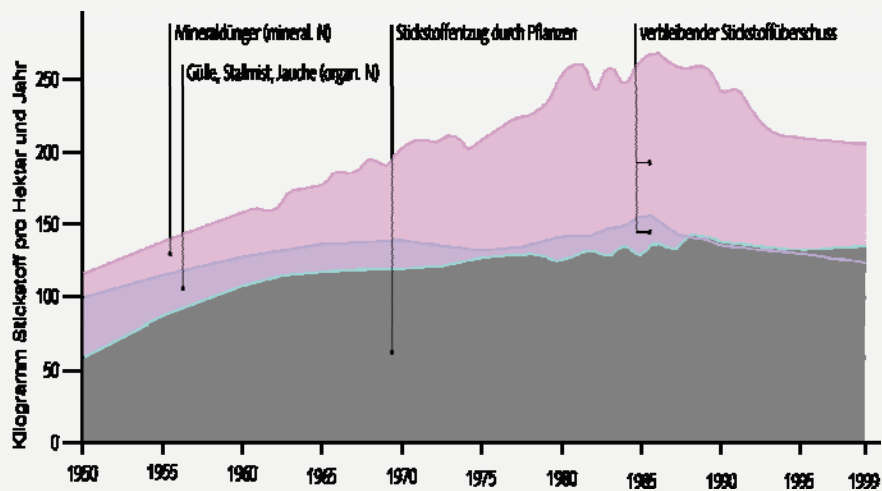
Trinkwasserschutzgebiet Königshütte/Harz; Ohly 2005



Trinkwasserschutzgebiet Königshütte/Harz



- Überwachung Gülleausbringungsverbot
- Pestizidüberwachung
- Zwischenfruchtausbringung, manuelle Unkrautbekämpfung
- $N_{\min}$  Untersuchungen zur Minimierung der N-Ausbringung
- Grundwassermonitoring (z.B. Pestizide, Nitrat)
- GIS basiertes Grundwassermanagement
- Beratung Landwirte





- Grundwasser im Karst
- Grundwasser in Festgesteinen
- Uferfiltration
- Flusswasser
- Seen und Trinkwassertalsperren



Trinkwassergrenzwerte basieren auf

- ADI (acceptable daily input)
- Orientiert an Vorsorgegrenzwert (z.B. As), Geschmack (z.B. Fe) oder Rohrleitungsnetz (z.B. Mn)
  - WHO
  - EU, Deutschland
  - EPA
- Grundwasserrichtlinien



- 2-stufig
  - Hintergrundwerte (background)
  - Handlungsbedarf (action values)
- wer will solche Listen?
  - Politiker / Juristen
- Was ist so problematisch?
  - geologischer Hintergrund
  - finanzielle Möglichkeiten



- ist wie jedes Management Konfliktlösung
- Konflikt entsteht aus unterschiedlichen Landnutzungswünschen
- Kenntnis der Ressourcen
  - Wasser, Rohstoffe, Nutzung
- Abwägung von Ressourcen und Nutzung
- Entscheidung
- Überwachung der Ressourcen



- CCP critical control point
  - Konzept aus Lebensmittelindustrie
  - z.B. Regeln bei der Produktion eines bestimmten Nahrungsmittels
- CCPs im Bereich Trinkwasser sind z.B. Schutzgebiete und ihre Überwachung
- HACCP Hazardous Analysis and Critical Control Point



- Grundwasserschutz betrifft Quantität und Qualität
- Die größten Probleme machen Landwirtschaft, Fäkalien vom Menschen, Deponien, Bergbau, Industrie und Verkehr
- Grundwasser- bzw. Trinkwasserschutzgebiet sind CCPs im Wassermanagement
- ohne Restriktionen in der Landnutzung kann Grundwasser nicht geschützt werden
- Restriktionen sind nur so gut wie ihre Überwachung