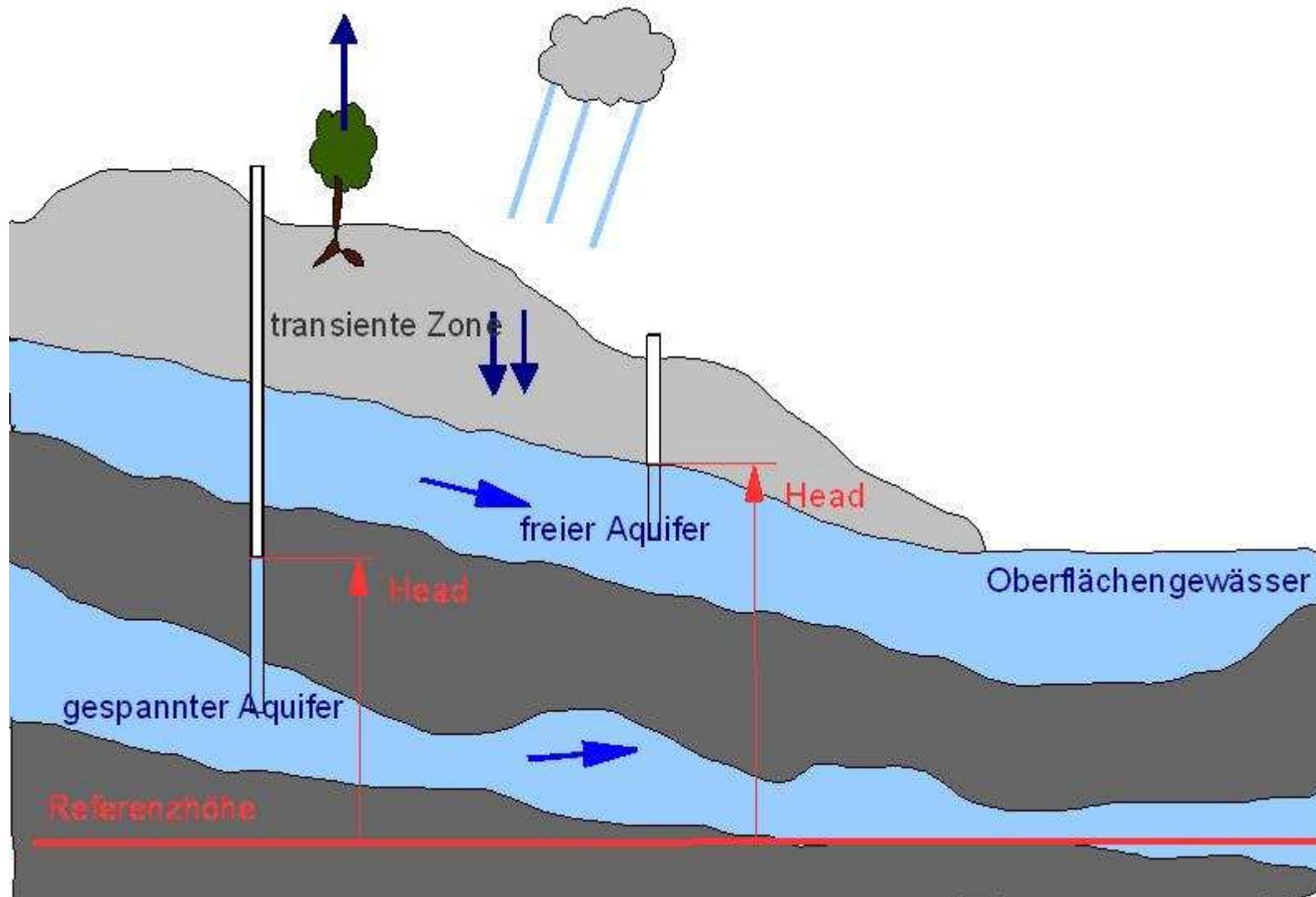


Grundwassерmodellierung

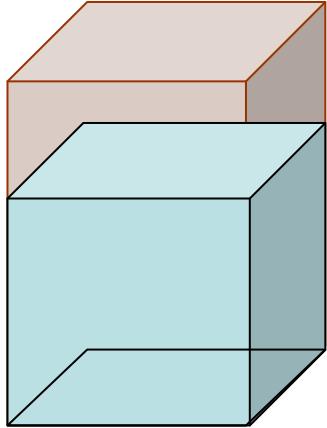
Workshop Modellierung
Seggauberg, 29.1.-31.1.2007

Grundwasserleiter



Head

- Head oder Piezometerhöhe: Die Höhe des Wasserstandes über Referenzhöhe in einer (gedachten) Probebohrung in den Grundwasserleiter.
- Bei freien Grundwasserleitern ist der Head zugleich der Grundwasserspiegel.



Welches Volumen ist im Boden-Wasser Gemisch gespeichert?

Speicherung

$$\Delta V = A S \Delta h$$

Änderung des gespeicherten Volumens

Grundfläche

Speicher-
kapazität

Änderung des Head

Freier Grundwasserleiter:

Erhöhung des Grundwasserspiegels.

S: Porosität

S = 0.05-0.30

Gespannter Grundwasserleiter:

Kompression der Luftvolumina in den Poren, evtl. Kompression des Bodenmaterials.

S: Kompressibilität des Materials.

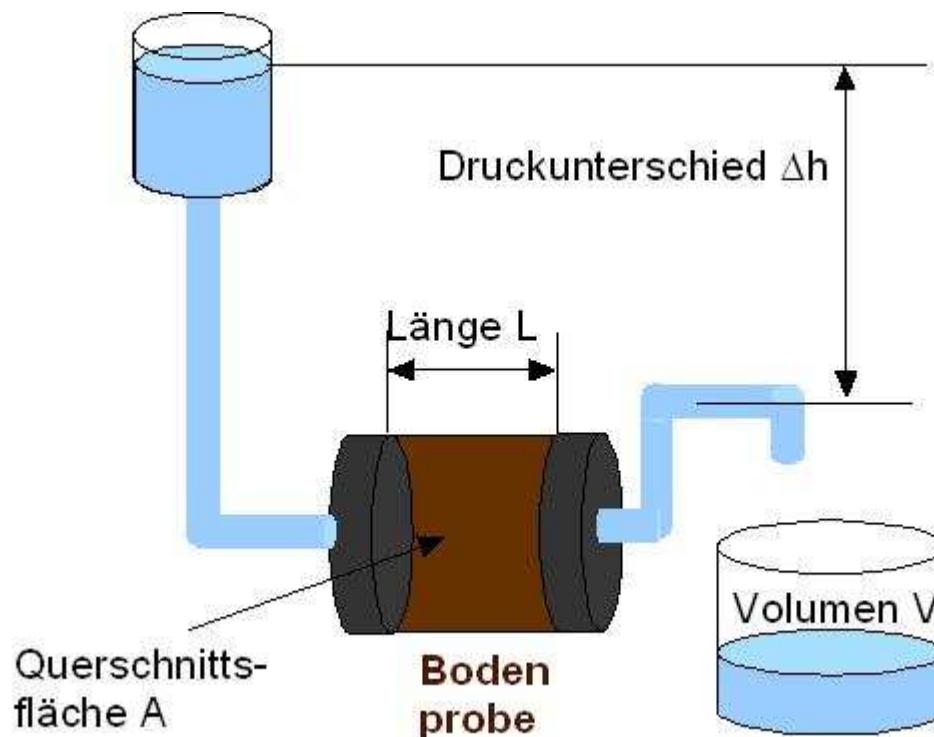
S = 10⁻⁶-10⁻²

Darcysches Gesetz

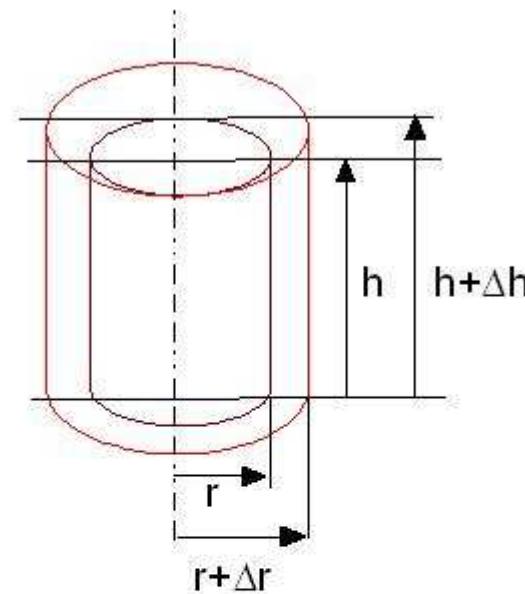
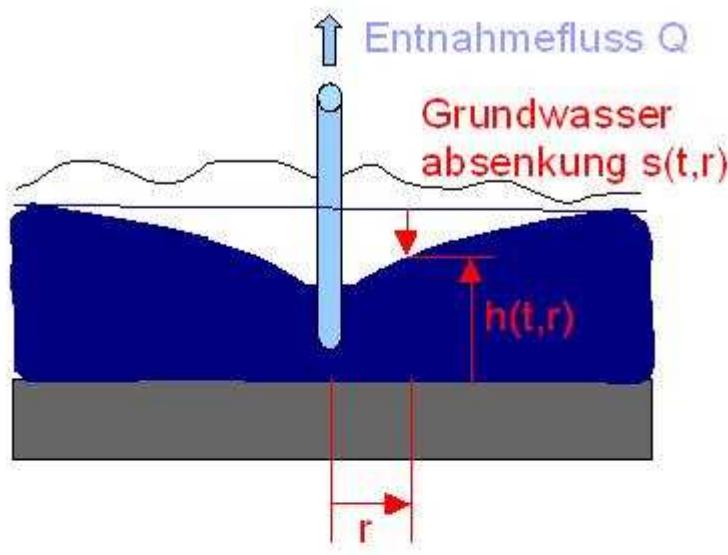
Wieviel Wasser sickert in der Zeit t durch die Versuchsanordnung?

$$V = k \frac{\Delta P \cdot A \cdot t}{L}$$

↑
hydraulische Leitfähigkeit



Brunnenmodell



Fluss einwärts durch inneren Zylinder: $k \cdot 2\pi r h \cdot \frac{\partial h}{\partial r}$

Mengenbilanz Volumen zwischen Zylindern:

$$\frac{\partial}{\partial t} [(2\pi r \Delta r) \cdot S \cdot h(r)] = k \cdot 2\pi \left[(r + \Delta r) h(r + \Delta r) \frac{\partial h(r + \Delta r)}{\partial r} - r h(r) \frac{\partial h(r)}{\partial r} \right]$$

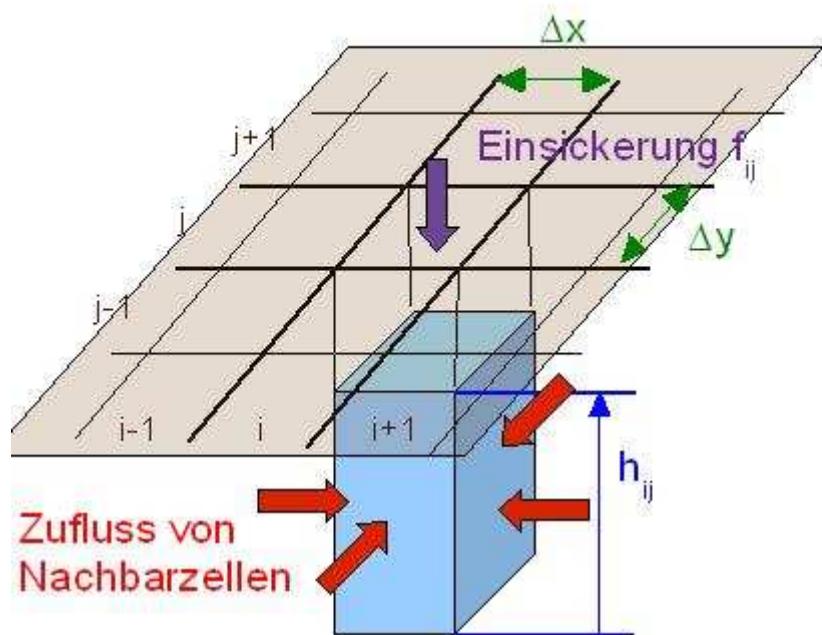
$$S \frac{\partial}{\partial t} [r h(t, r)] = k \frac{\partial}{\partial r} \left[r h(t, r) \frac{\partial}{\partial r} h(t, r) \right]$$

Randbedingung:
R: Brunnenrohr-Radius

$$Q = k \cdot 2\pi R h(t, R) \cdot \frac{\partial h}{\partial r}(t, R)$$

Zellenmodell

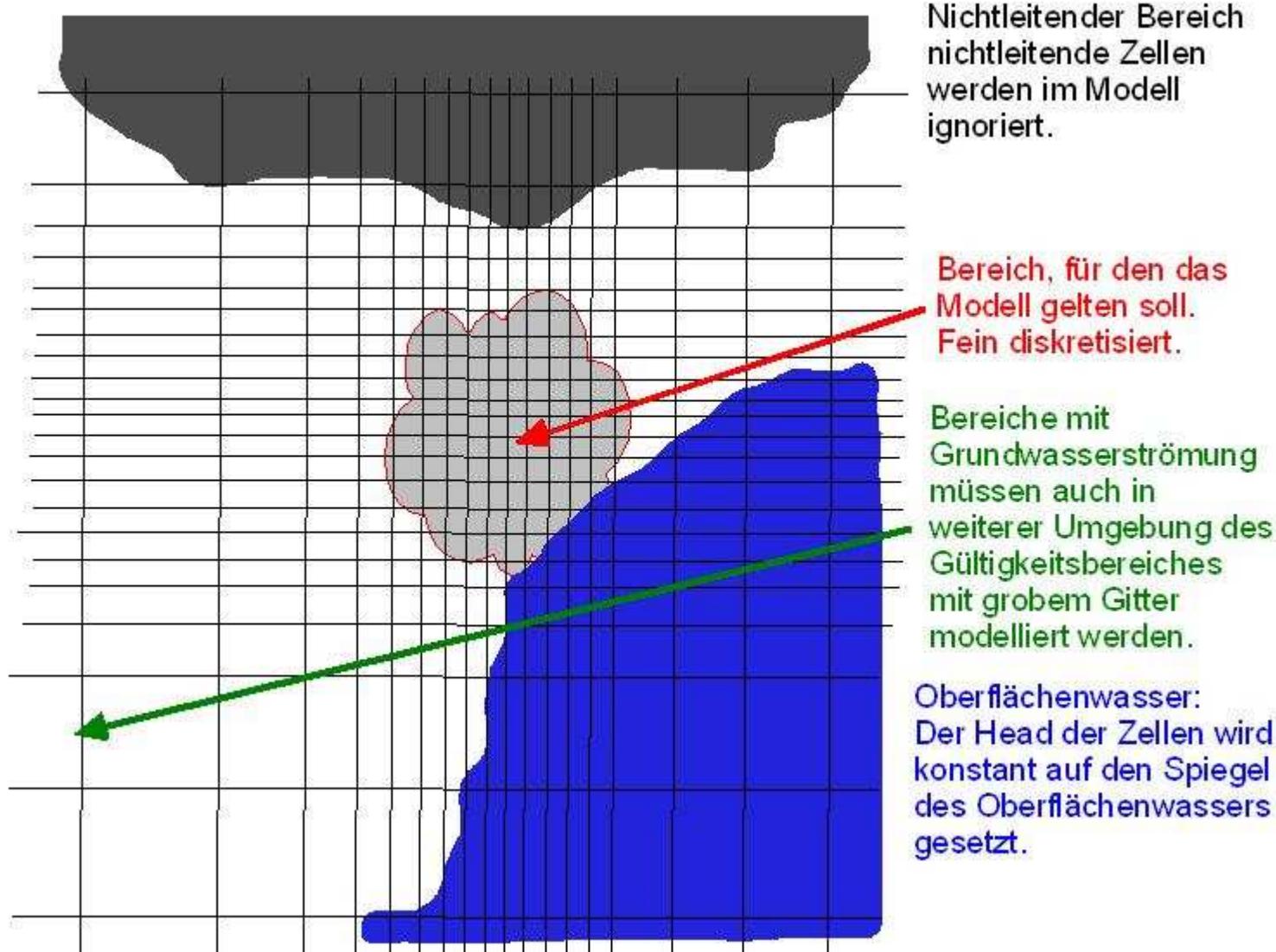
Mengenbilanz in Zelle i,j :



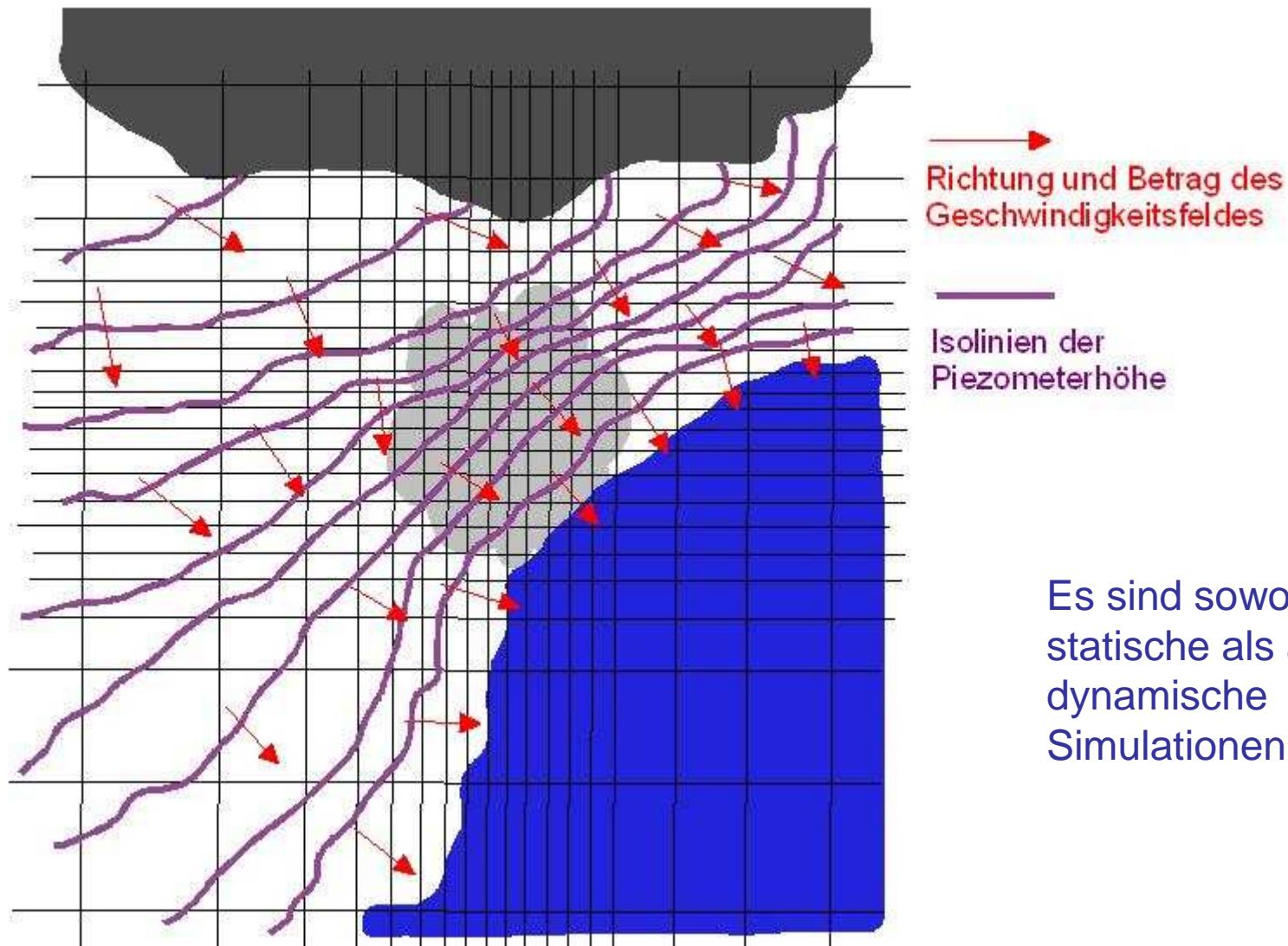
$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}[S.\Delta x \Delta y.h_{i,j}] = & \\ k.\Delta y. \frac{h_{i+1,j} + h_{i,j}}{2}. \frac{h_{i+1,j} - h_{i,j}}{\Delta x} + & \\ k.\Delta y. \frac{h_{i-1,j} + h_{i,j}}{2}. \frac{h_{i-1,j} - h_{i,j}}{\Delta x} + & \\ k.\Delta x. \frac{h_{i,j+1} + h_{i,j}}{2}. \frac{h_{i,j+1} - h_{i,j}}{\Delta y} + & \\ k.\Delta x. \frac{h_{i,j-1} + h_{i,j}}{2}. \frac{h_{i,j-1} - h_{i,j}}{\Delta y} + & \\ \Delta x \Delta y. f_{i,j} & \end{aligned}$$

Das ist eine Finite-Differenzen-Diskretisierung einer nichtlinearen partiellen Differentialgleichung (Boussinesq-Gleichung). Bei gespannten Grundwasserleitern ist die Gleichung linear.

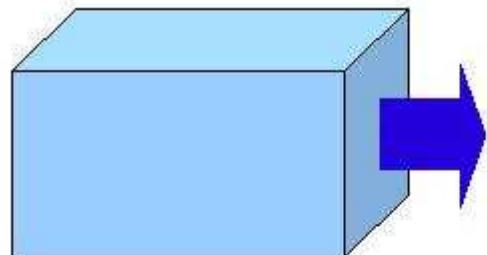
Anlegen des Gitters



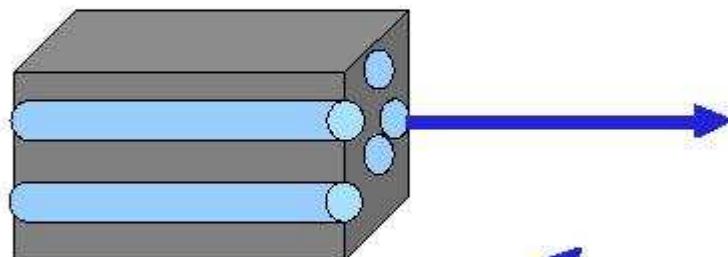
Output einer Grundwassersimulation



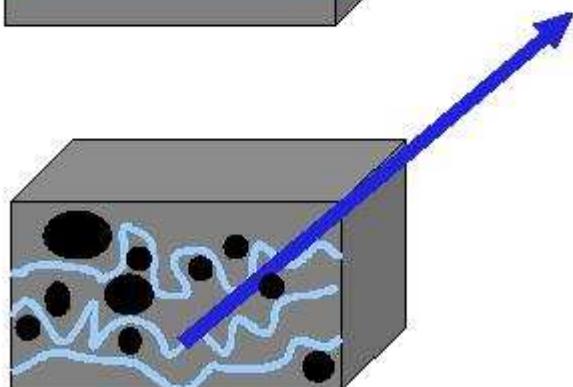
Geschwindigkeiten



Darcygeschwindigkeit:
Durchsatz bezogen auf
Gesamtquerschnitt



Tracergeschwindigkeit:
Nicht der gesamte
Querschnitt kann
durchflossen werden.
Tatsächlich ist die
Nettогeschwindigkeit in
Längsrichtung schneller.



Bahngeschwindigkeit:
Die einzelnen Teilchen
bewegen sich nicht in
Richtung des
Nettoflusses. Die
ungleichen Bahnlängen
bewirken Dispersion.