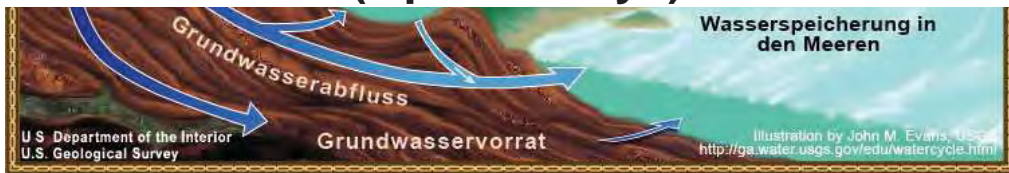




Vorlesung:

Geodatenmanagement (ArcGIS) + numerische Grundwasserströmungsmodellierung (OpenGeoSys)



Dresden, 22.05.2015

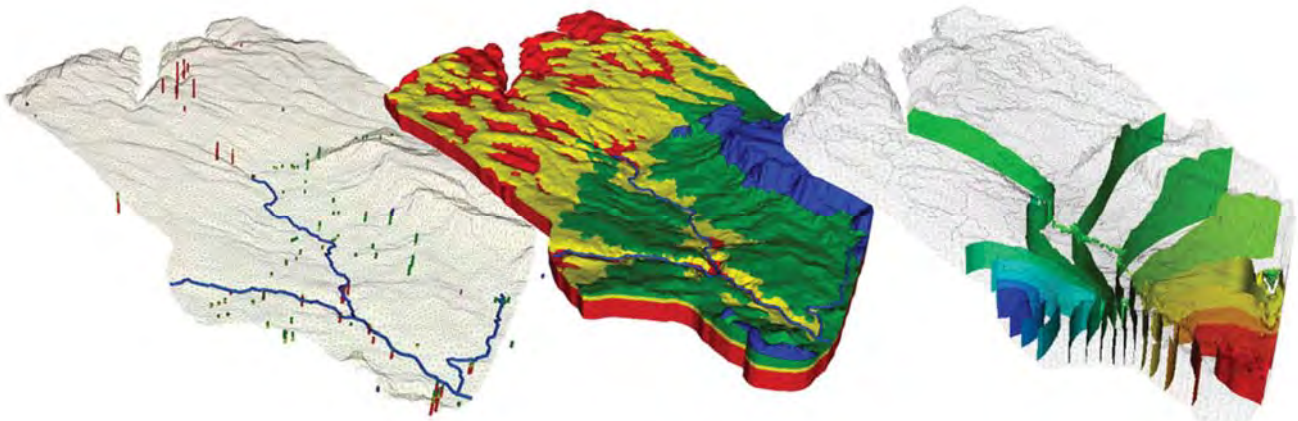
Agnes Sachse^{1, 2}

¹Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department of Environmental Informatics, Leipzig
² TU Dresden, Applied Environmental System Analysis, Dresden



Step by step Modellierung

- Preprocessing: Datenaufbereitung: z.B. im Geoinformationssystem (GIS)
→ kurze Einführung in ArcGis
- Modellkonzept OpenGeoSys



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



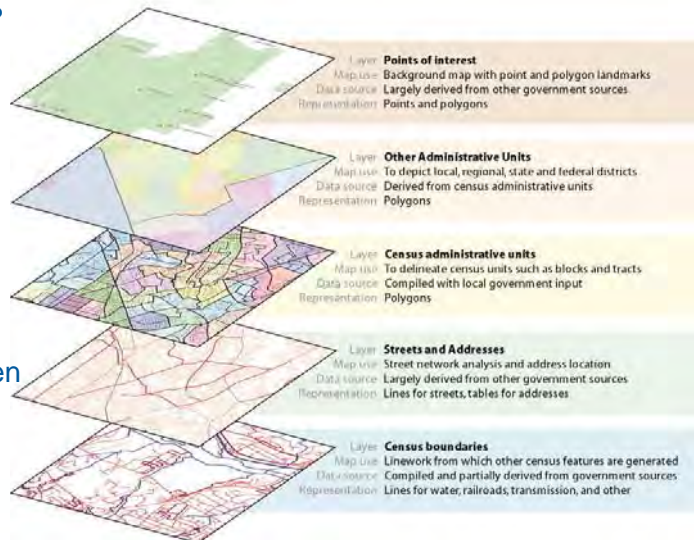
HELMHOLTZ
CENTRE FOR
ENVIRONMENTAL
RESEARCH – UFZ



Was ist ein

Geographisches Informations-System?

- Software zum, Editieren, Organisieren, Analysieren und räumlicher Daten und Informationen
- Unterschied zu CAD: räumliche Daten enthalten nicht nur Geometrieinformationen sondern auch



Source: esri.com

Typische “GIS”-Fragen

1. Wo ist? oder Was ist dort oder in der Nähe von.....?

-
-

2. Standortvoraussetzungen

-
-

3. Welche Muster gibt es?

- Wie ist ein Merkmal im Vergleich zum anderen angeordnet?

4. Welche Trends gibt es?

-

5. Netzwerkanalyse

- Was ist der kürzeste (schnellste/günstigste) Weg von Punkt A zu Punkt B?

6. Modellierung

- Szenarienanalyse (Klimawandel, Landnutzungswandel)

Hauptmerkmale eines GIS

- **Analyse:** statistische Analyse (Frequenz), Auswahl- Analyse, Überlagerung (löschen, identifizieren, schneiden) und Nähe (Puffer)
- **Daten-Management:** Unterstützung von 70 Daten-Formaten; Verwaltung, Import, Visualisierung von Metadaten bzw. Daten-Erstellung; Geo-Datenbanken erstellen und verwalten
-: Abbildungen erstellen für Präsentationen, Publikationen; Daten zusammenführen, führen Analysearbeiten und produzieren professionelle Karten

Vorteile eines GIS:

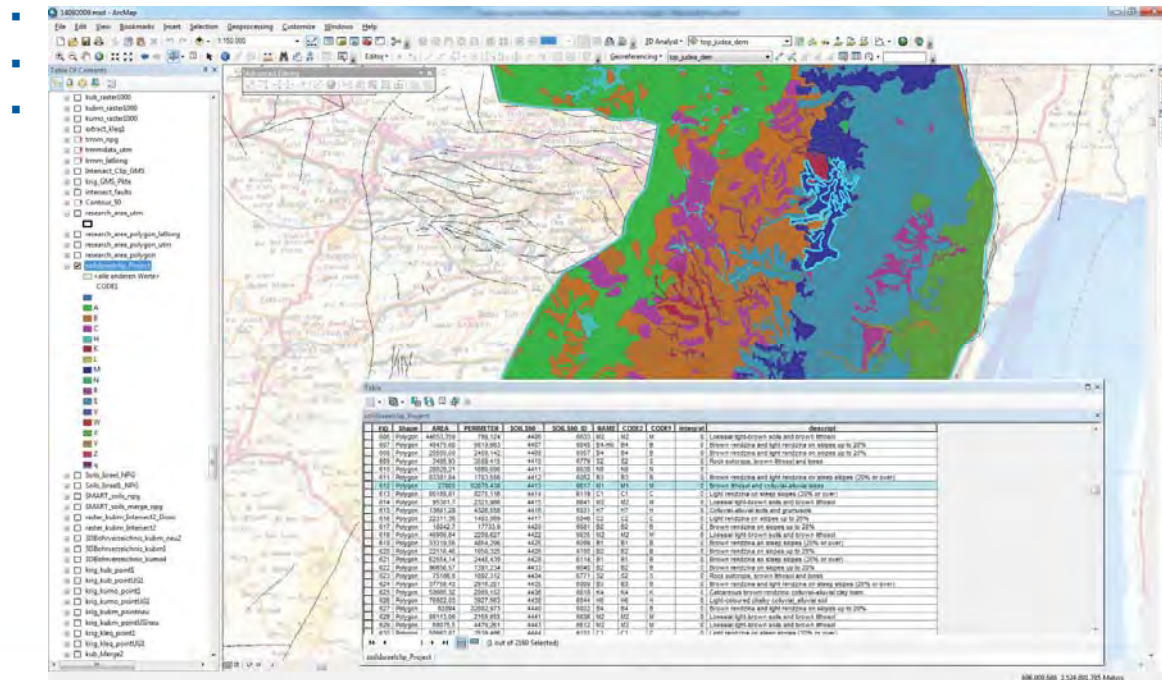
- Vorteil als Lang-Zeit-Speicher: keine Alterungseffekte (Papier, Stein, geringe Platzverbrauch)
-
- flexible Kopplung zu anderen Datenbanken
-

Sources of GIS data

- **ready-to-use-Daten:**
 - Daten von Behörden und Verwaltungen (.....)
 - GIS-Daten aus Internet
- **digitale Daten**
 - Satelliten: Fernerkundungs-Daten
 - Luftbilddaten (.....)
- **Digitalisierte Daten (z.B. aus**)
 - geo-referenzierte Daten

Feature- und Raster-Daten

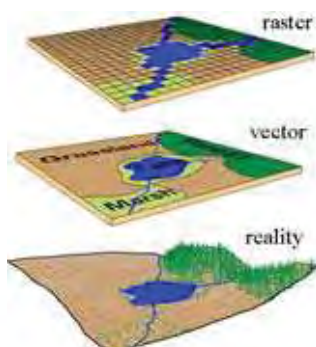
Feature-Daten (.....)



Feature- und Raster-Daten

Raster-Daten

- Daten werden in Zellen- bzw. dargestellt
- jede Zelle bzw. Pixel enthält:
 - reales Merkmal, oder ein Teil davon
 - oder eine räumlich verteilte Menge (z.B.)
- im Vergleich zu Vektordaten: Rasterdaten sind räumlich diskrete Merkmale darzustellen
- Verwendung von Rasterdaten
 - Oberflächengeländemodell (DEM)

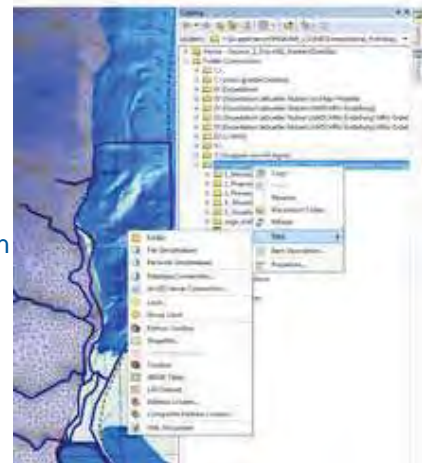


Verwendung von Raster- und Vektordaten zum Abbilden realer Objekte

Dateiformate

verschiedene Formate können gelesen/geschrieben werden::

- shapefile: Datei-Endung: .shp, .dbf, .shx; enthält Informationen zu Merkmalen (.....); Vektor-Daten-Format mit Angabe zu Ort, Form und Attributen des geographischen Objektes
- GeoTiff: typisches Rasterformat
- imagine file: Erdas Imagine Raster-Format



Source: forums.arcgis.com



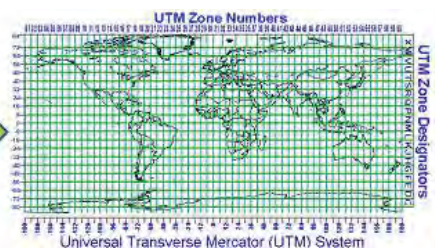
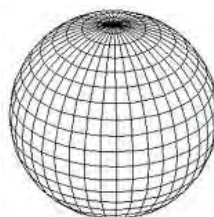
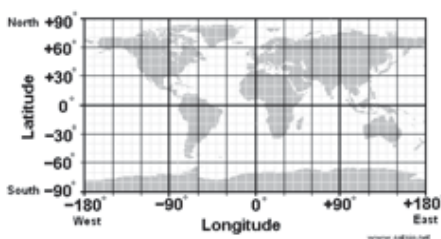
Source: geobusiness.cz

Projektionen und Koordinatensysteme

→ wichtig: korrekte Zuweisung von Koordinatensystemen und Projektionen für alle GIS-Daten

Koordinaten können dargestellt werden:

- Breiten- und Längengrade →
- projizierte Koordinaten → Projektionssystem
 - Referenz-Sphäroid
 - Projektionssystem (Transverse Mercator =



A picture on a flat surface of the geographic coordinates of features found on the surface of the Earth (Campbell 1991)

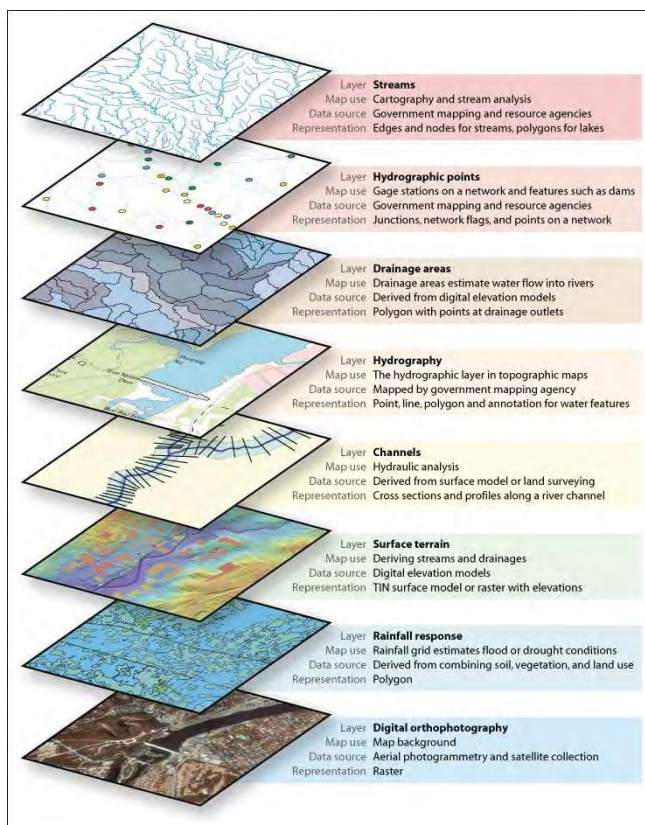
Open source GIS software

The following [open-source desktop GIS projects](#) are reviewed in Steiniger and Bocher (2008/9)

- **GRASS GIS** – Originally developed by the U.S. Army Corps of Engineers: a complete GIS.
- **JUMP GIS / OpenJUMP**
- **MapWindow GIS** – Free desktop application and programming component.
- **QGIS** (previously known as Quantum GIS) – Runs on Linux, Unix, Mac OS X and Windows.
- **SAGA GIS** (System for Automated Geoscientific Analysis) – A hybrid GIS software. Has a unique Application Programming Interface (API) and a fast growing set of geoscientific methods, bundled in exchangeable Module Libraries

Besides these, there are other open source GIS tools:

- **Capaware** – A C++ 3D GIS Framework with a multiple plugin architecture for geographic graphical analysis and visualization.
- **FalconView** – A mapping system created by the Georgia Tech Research Institute for the Windows family of operating systems. A free, open source version is available.
- **Kalypso** – Uses Java and GML3. Focuses mainly on numerical simulations in water management.
- **TerraView** – Handles vector and raster data stored in a relational or geo-relational database, i.e. a frontend for TerraLib.
- **Whitebox GAT** – Transparent GIS software.



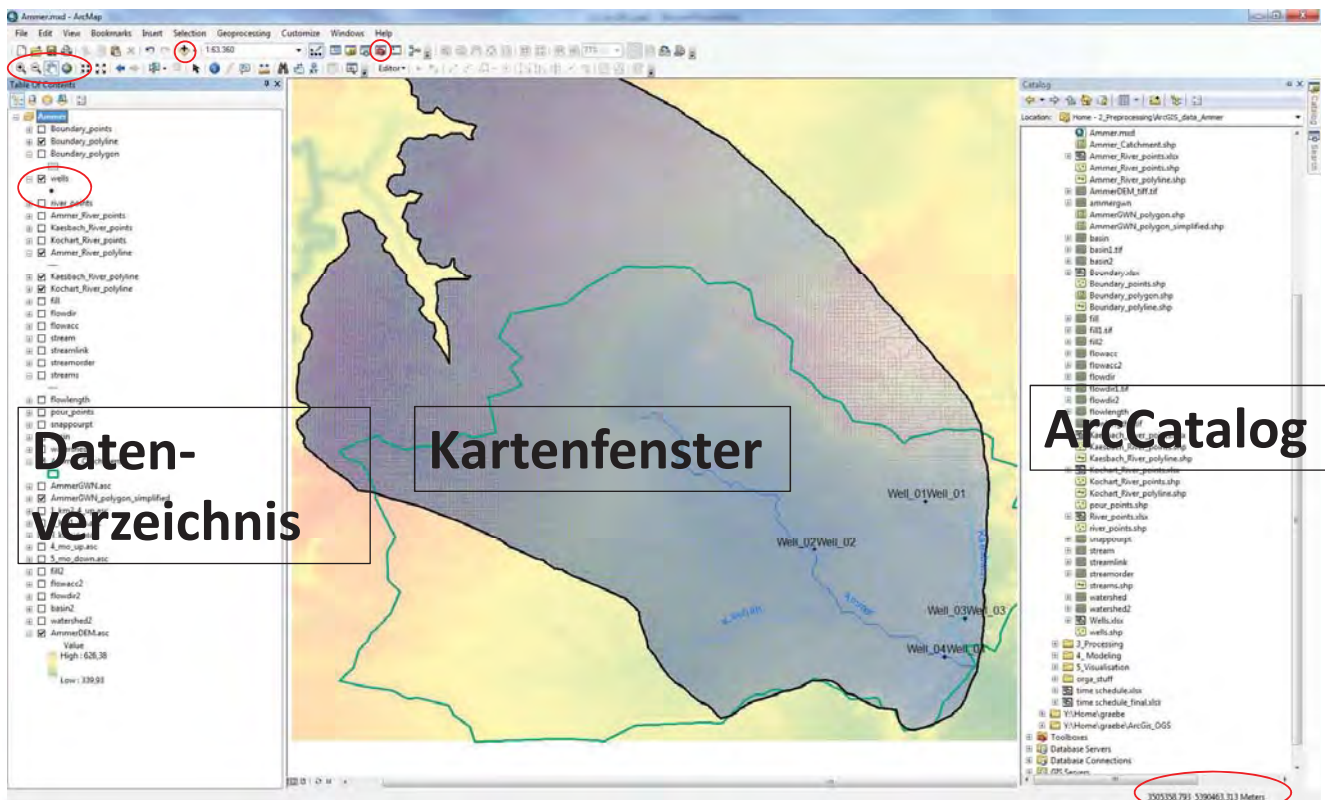
Lets start using ArcGIS

Daten-Management: ArcGis

- Datenbank (2D)
- Datenanalyse im ArcGIS
- Konzeptionelles Modell
- Strukturmodell (3D)
- Preprocessing für hydrologische Modellierung (Parameter, Startbedingungen, Randbedingungen,....)
 - Fallbeispiel Ammer-Einzugsgebiet (Vorlesung am 12. Juni 2015)

Materialen:
Dateien, Tabellen,.... → wird in Vorlesung bereit gestellt

Überblick von ArcGIS



Räumliche Analyse: Hydrology Tool



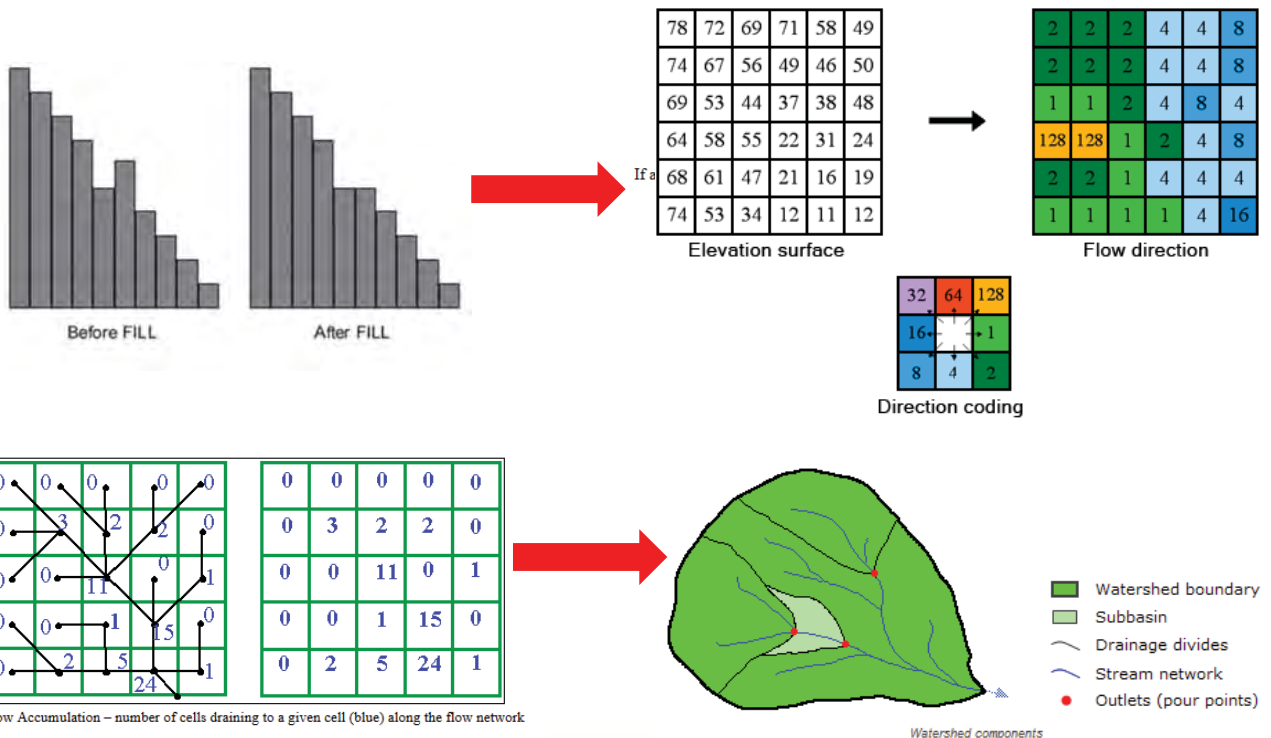
- Grenzen desberechnen: Grundlage:
- GIS-Software enthalten Routinen: z.B. Hydrology Tool

Workflow:

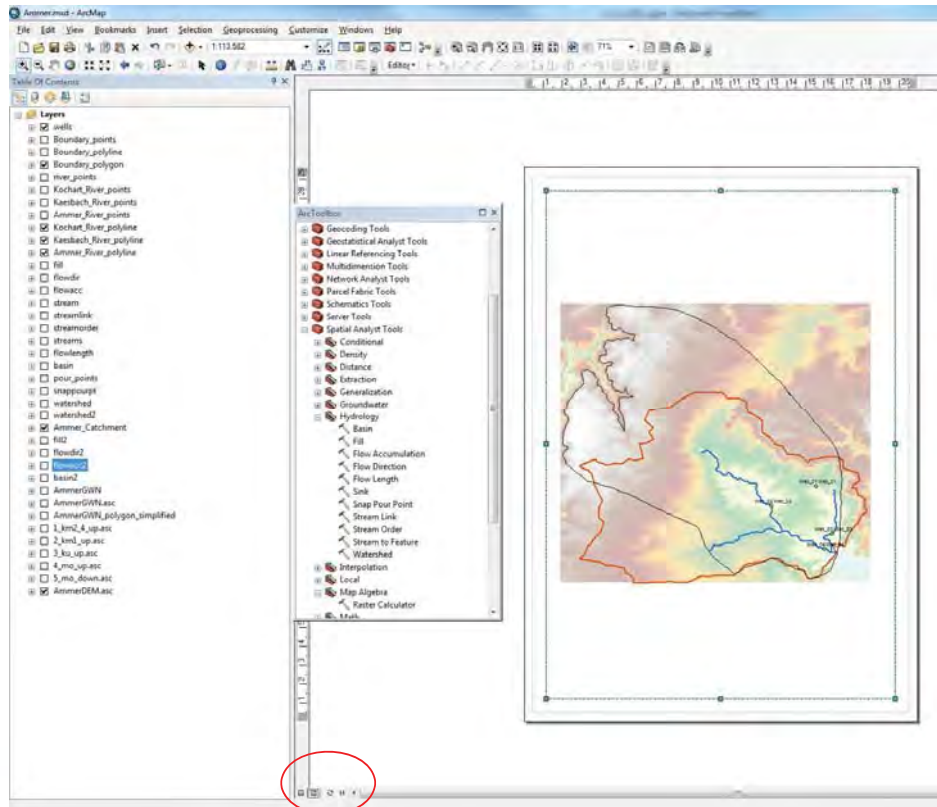
- Watershed Delineation
 - Creating a depressionless DEM
 - Flow direction
 - Flow accumulation
 - Watershed outlet points
 - Delineating watersheds
- Automatically delineating watersheds
- Calculating flow length



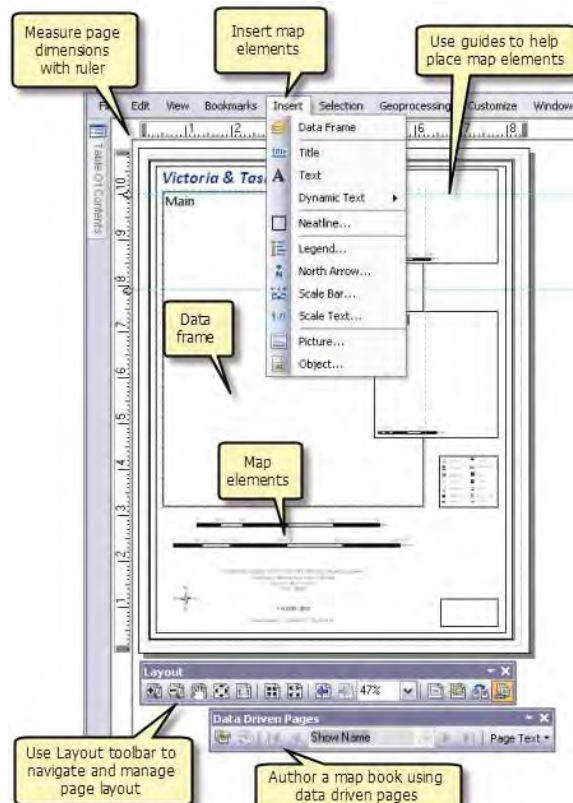
Räumliche Analyse: Hydrology Tool



Kartenlayout



Kartenlayout



Unbedingt beachten!

1. Originaldaten:!
2. Sicherung: Nach jedem "Arbeitstag" Sicherung der Daten durchführen!
3.!
4. Dokumente in einem Ordner ablegen!
5.!



Source: marsecureview.com

numerische Grundwassermodellierung mit OpenGeoSys

Software: OpenGeoSys (OGS)

OpenGeoSys (OGS)

- wiss.Software-Projekt zur Entwicklung numerischer Methoden für die Simulation von thermo-hydro-mechanisch-chemische (THMC) Prozesse in porösen Medien
- in
- objekt-orientiert, mit Fokus auf numerische Lösungen von gekoppelten multi-physikalischen Problemen
- Anwendungsgebiete:

Software-Engineering OpenSource Project

OGS Data Explorer

OGS^{THMC}

High-Performance-Computing

OGS Community

1986	RF1	FOR	FEFLOW2
1991	RF2	FOR	FEFLOW3
1997	RF3	C	dynamic data struct grid adaptation
2004	GS/RF	C++	coupled processes GUI support
2009	OGS	THM/C C++	platform-independent community platform 3D visualization
2013*	OGS ¹	THM/C C++	Peta-scale ready Workflows

Kolditz, 2013

OGS Data Explorer: Graphische Oberfläche

Input data

Geometries, meshes, observation sites, model conditions

3D View

Visualization properties

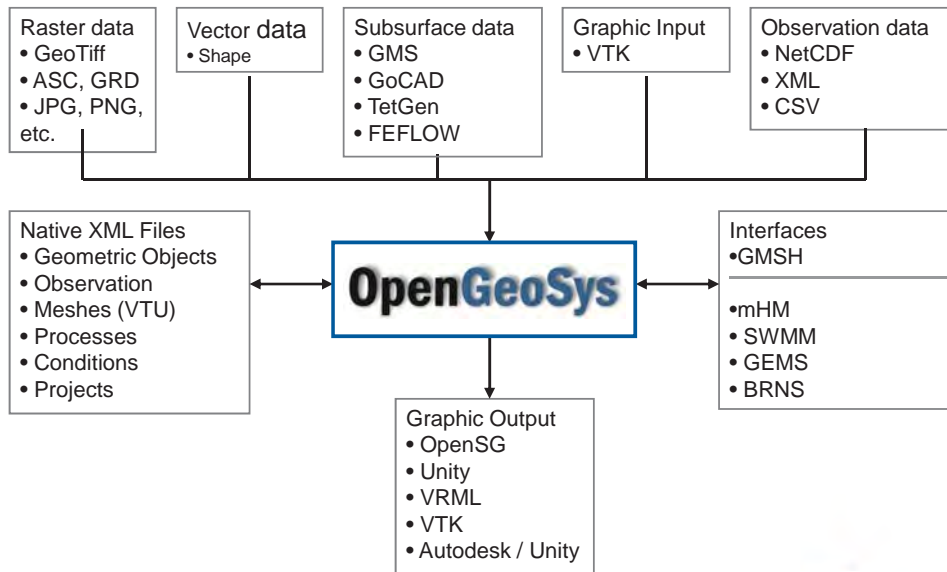
Visualization pipeline

Properties of currently selected object

Properties of currently selected filter

Quelle: K. Rink et al.

Unterstützte Datei-Formate



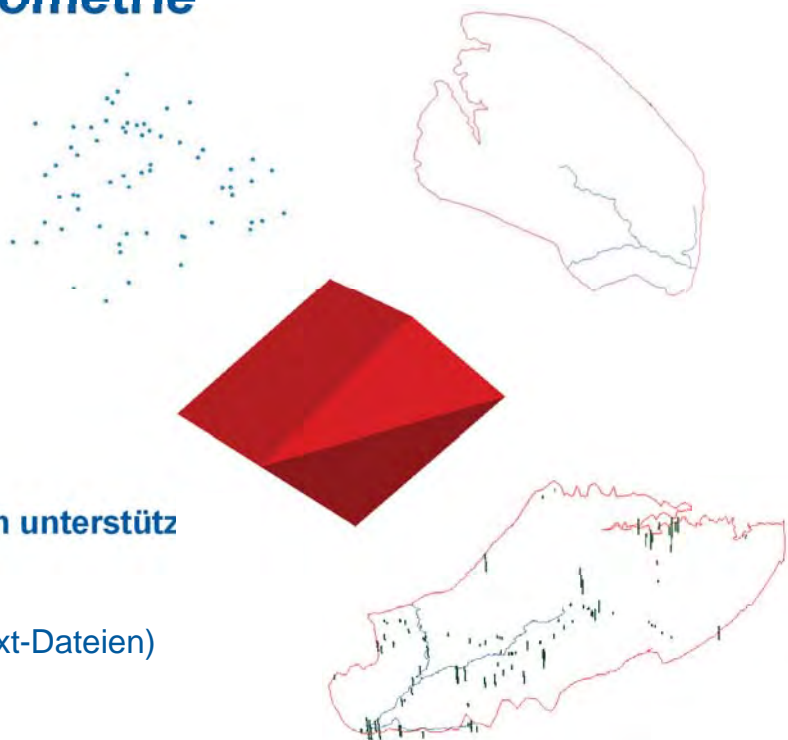
Vektordaten / Geometrie

▪ Datentypen:

- Punkte
- Polylinien
-

▪ folgende Formate werden unterstütz

- ESRI Shapefiles
- GMS Bohrlochdaten (txt-Dateien)
- Petrel Bohrlochdaten



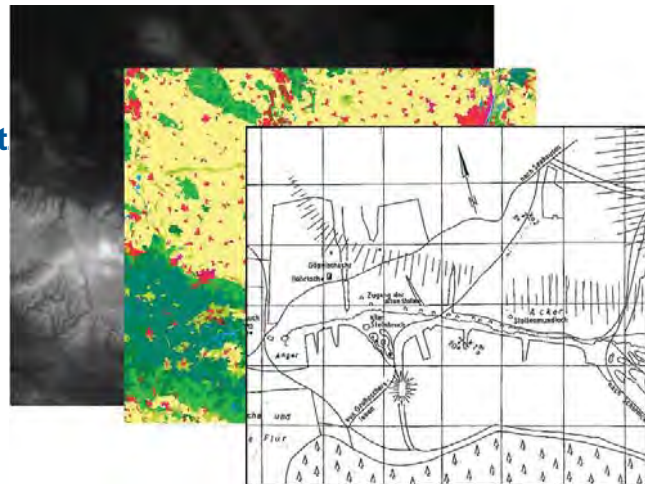
Rasterdaten

- **Datentypen:**

- Fernerkundungsdaten (z.B.)
- statistische Daten (z.B.)
- Karten

- **folgende Formate werden unterstützt:**

- ESRI ASCII, Surfer Grids
- GeoTIFF
- NetCDF
- BMP, JPEG, PNG, TIFF



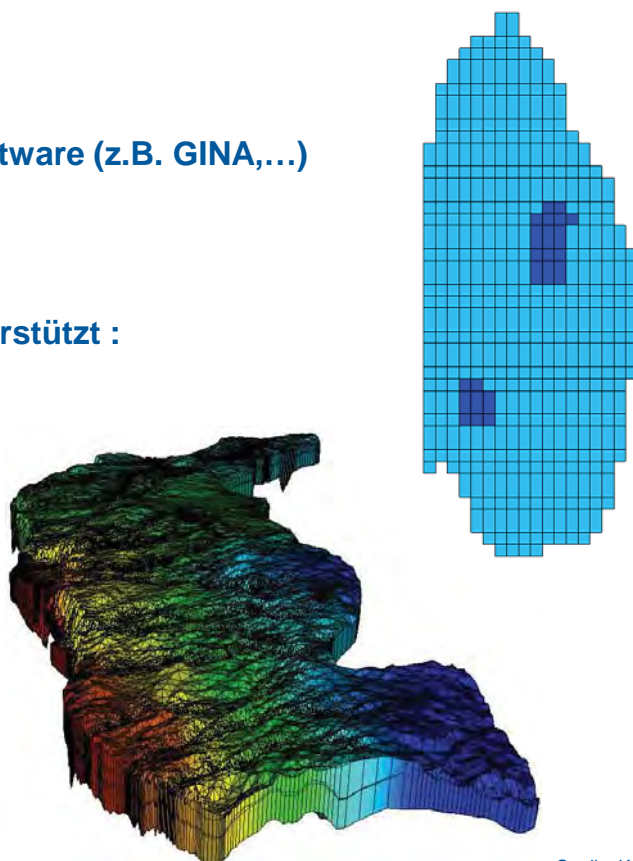
Quelle: K. Rink et al.

Mesh-Daten

- **Mesh-Import durch andere Software (z.B. GINA,...)**
- **Simulationsergebnisse**

- **folgende Formate werden unterstützt :**

- FEFLOW
- GMS
- GMSH
- TetGen
- VTK



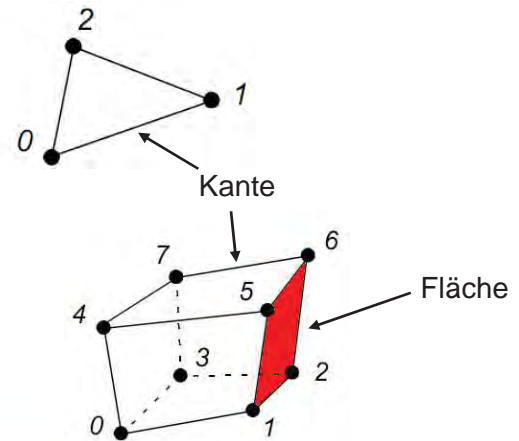
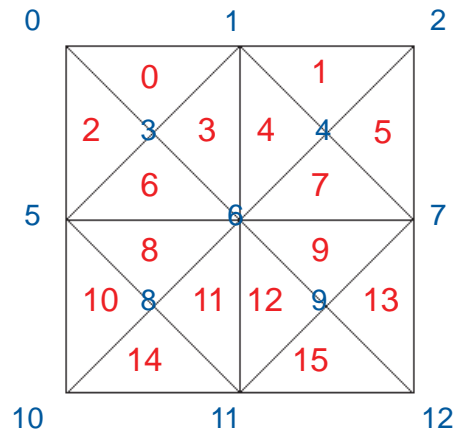
Quelle: K. Rink et al.

Mesh-Struktur im OGS

- **Knoten**
 - Knoten ID +
- **Elemente**
 - + Typ + Knoten IDs

ASCII File Content

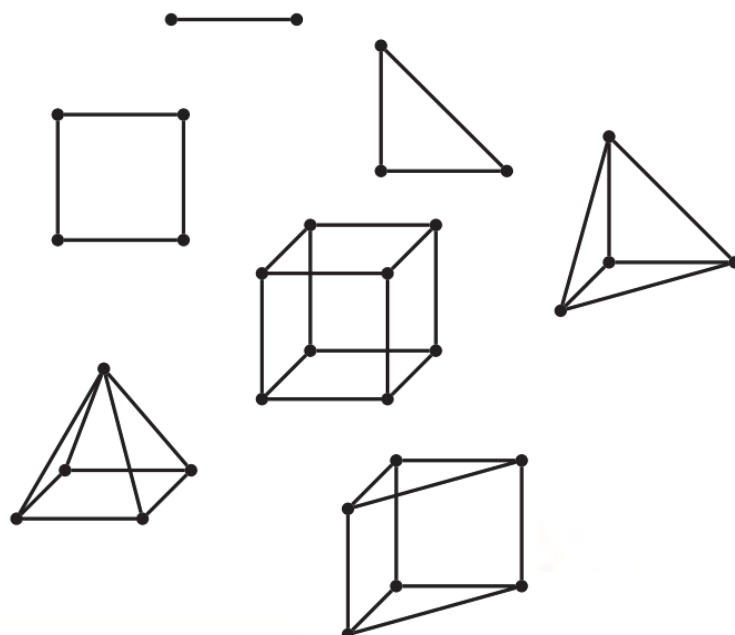
#Nodes				
0	0.0	0.0	0.0	
1	0.5	0.0	0.0	
2	1.0	0.0	0.0	
.				
.				
12	1.0	1.0	0.0	
#Elements				
0	tri	0	3	1
1	tri	1	4	2
.				
.				
15	tri	11	12	9



Quelle: K. Rink et al.

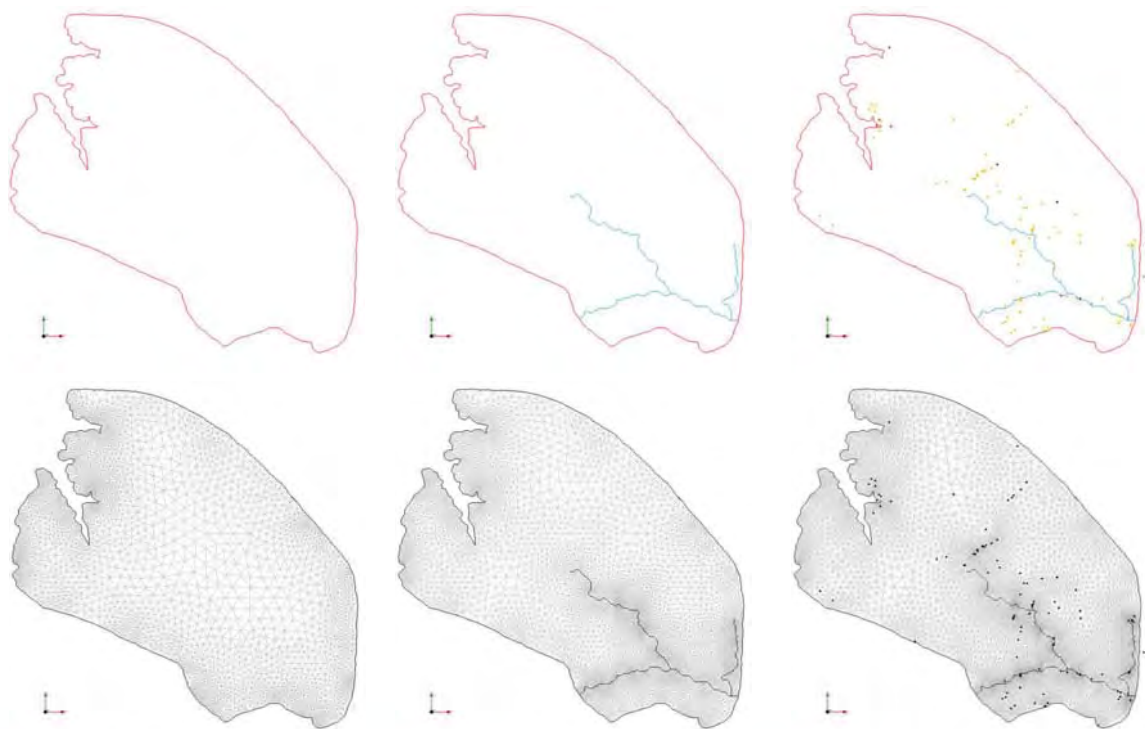
unterstützte Elementtypen in OGS

- Linie
- Dreieck
- Viereck
- Tetraeder
-
-
-



Quelle: K. Rink et al.

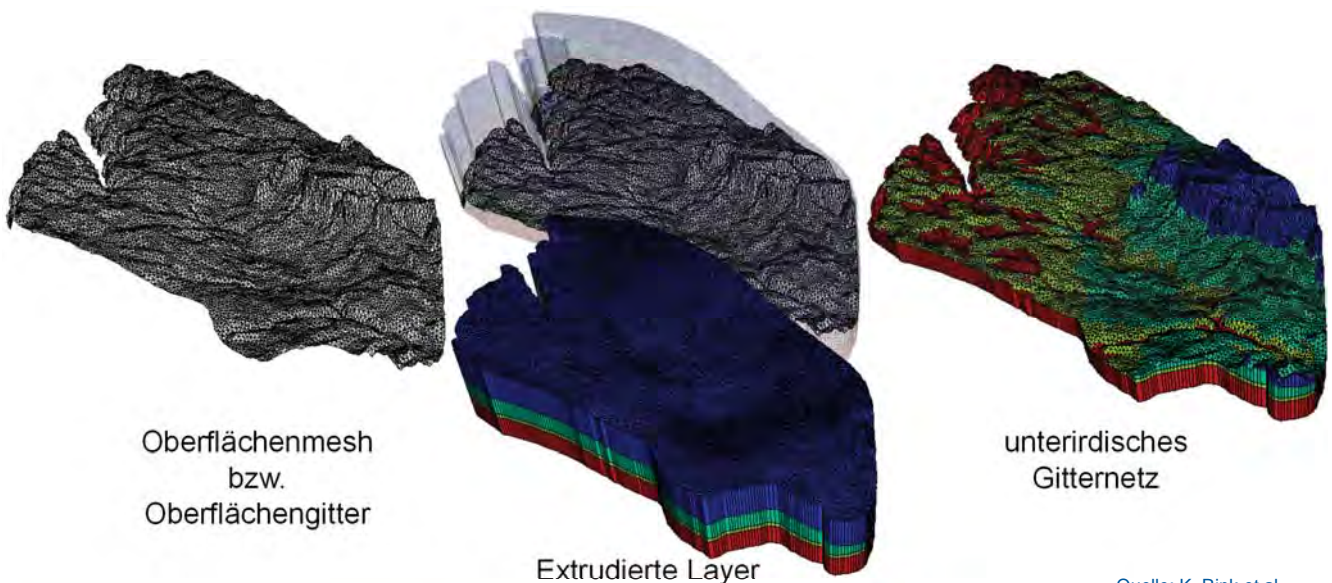
Hinzufügen von Vektordaten zur 2D-Mesh-Generierung



Quelle: K. Rink et al.

3D Mesh-Generierung

- 2D Mesh wird (erweitert), d.h. die gewünschte Anzahl von Schichten wird unter Verwendung von Hexaedern oder Prismenelementen hinzugefügt
- Schichtgrenzen werden auf Basis von zugeordnet



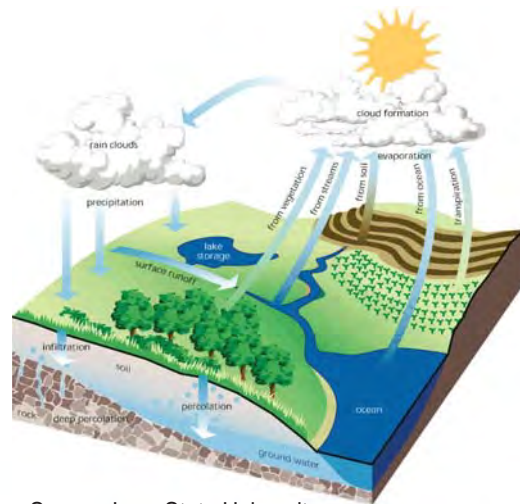
Quelle: K. Rink et al.

Randbedingungen / Initiale Randbedingungen

- Randbedingungen müssen festgelegt sein, um die PDE lösen zu können
- = Einflussfaktoren von außerhalb der Modellgrenze

-
-
-

- wird angewendet auf
 - Mesh-Knoten
 - geometrische Objekte



Source: Iowa State University

Randbedingungen

- **direkt auf Mesh-Knoten (Zugriff via Knoten-ID)**
 - + schnell während der Simulation
 -
 - muss angepasst werden, wenn sich das Mesh ändert

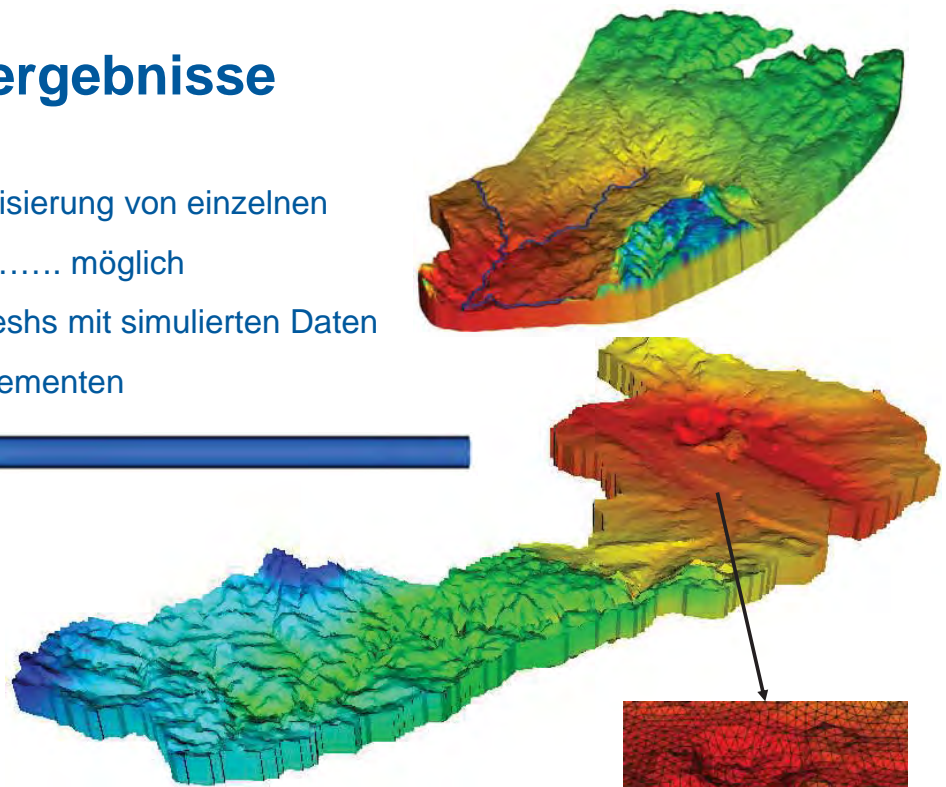
- **direkt auf Objekte (Zugriff via eindeutigen Namen)**
 -(verbundene Netzknoten müssen gefunden werden)
 - + einfach anzuwenden
 - + muss normalerweise nicht angepasst werden, wenn sich das Mesh ändert

Simulationsergebnisse

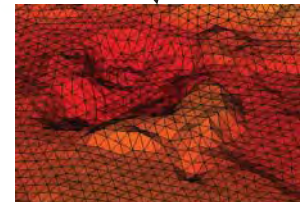
- (derzeit) nur Visualisierung von einzelnen
..... möglich
- Darstellung des Meshs mit simulierten Daten
auf Knoten oder Elementen



1D test example



3D groundwater model

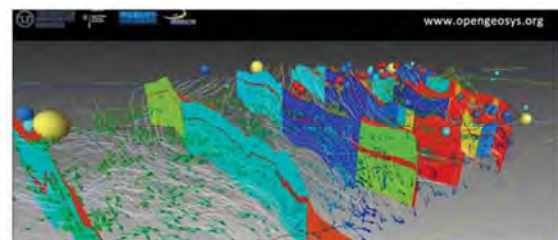
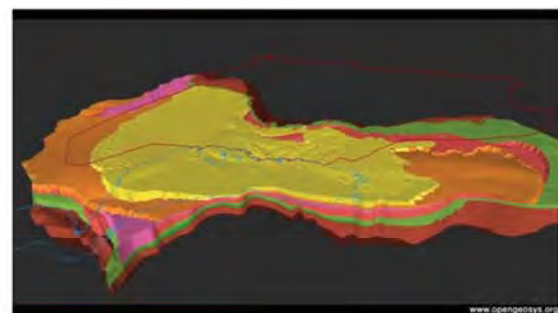


→ weiteres Tool zur Visualisierung: ParaView

Vorlesung mit Dr. Marc Walther

Quelle: K. Rink et al.

Mehr zu OpenGeoSys.....

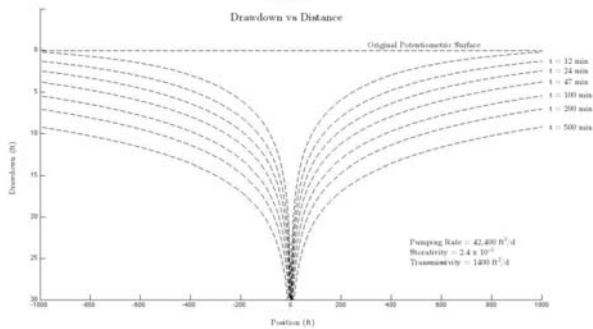


www.opengeosys.org and <https://svn.ufz.de/ogs>

bzw. im Vislab (UFZ Leipzig) zur Exkursion im Juli 2015

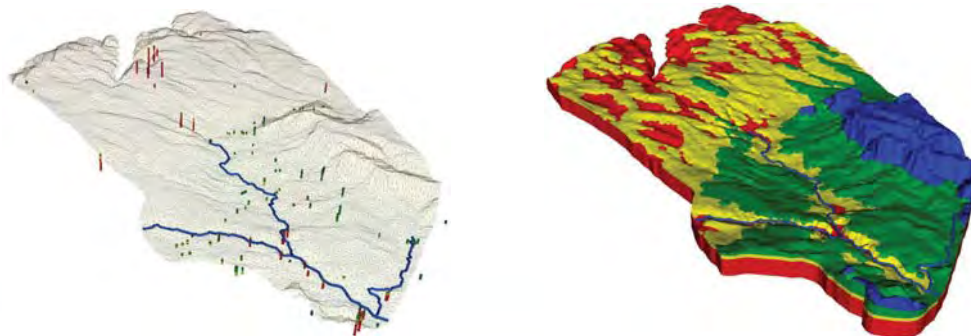
Vorlesung am **05.06.2015**

OpenGeoSys: **Theis-Benchmark** → **Computer mitbringen!**



Vorlesung am **12.06.2015**

OpenGeoSys: **Ammer Einzugsgebiet** → **Computer mitbringen!**



Page 35

Quelle: K. Rink et al.

verwendete Literatur

u.a.

- Nemeč, 1993: Groundwater modeling
- M. Walther + T. Reimann: Ü Grundwasserbewirtschaftung "Hydrogeologische Modellierung, TU Dresden
- "An Overview on Current Free and Open Source Desktop GIS Developments - Steiniger and Bocher". Retrieved 2011-Aug-05.
- Prof. Dr.-Ing. Manfred W. Ostrowski: V Ingenieurhydrologie I, TU Darmstadt
- K. Rink + L. Bilke: OGS Data Explorer

Page 36



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



HELMHOLTZ
CENTRE FOR
ENVIRONMENTAL
RESEARCH - UFZ