

3D-Geologie in Sachsen

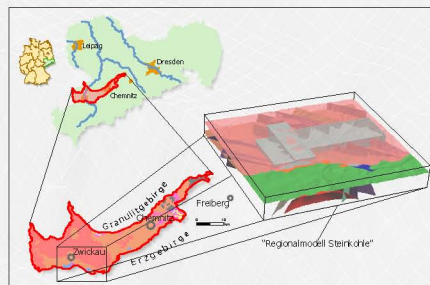


Methodische Fortschritte beim Einsatz der 3D-Modellierung mittels Gocad für angewandte geologische Fragestellungen im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie

Methodik

Im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) wird seit 2003 mit der 3D-Geomodellierungs-Software Gocad gearbeitet. Neben der Erstellung geologisch-tektonischer 3D-Modelle ist die Entwicklung methodischer Ansätze zur Integration der 3D-Modellierungswerkzeuge in den Arbeitsablauf im LfUG ein Schwerpunkt.

Es ist vorgesehen, über ein Export-Tool zukünftig Gocad-Daten aus einem 3D-GIS in Form von VR-Bildern, virtuellen Profilen und Schnitten sowie 3D-Flächendaten bereitzustellen. Damit soll die Nutzung von Gocad-Modellen auf einen breiteren Anwenderkreis ausgedehnt werden.



Lage der Modell-Gebiete in Sachsen

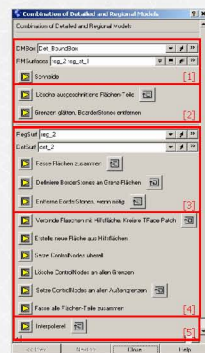
Regionalmodell Steinkohle

Aktuelle Modellierungsbereiche sind Teilgebiete der Vorezgebirgsenke in Südwestsachsen. Hier hat der Steinkohlebergbau im Raum Zwickau und Lugau/Oelsitz zu erheblichen Bergbaulagen geführt. Aufgrund der guten Datenlage in Form von Schacht- und Bohrprofilen, Flözissen und geologischen Schnitten bot sich die Erarbeitung dreidimensionaler geologisch-tektonischer Strukturmodelle in dieser Region. Ziel der aktuellen Arbeiten im LfUG ist die Erstellung eines Regionalmodells Steinkohle in diesem Gebiet, bei dem Teilmodelle mit unterschiedlicher Detailgenauigkeit miteinander verbunden werden.

Wizard zur Modellverschneidung

Zur Einbettung von Detailmodellen in Regionalmodelle wurde ein Arbeitsablauf erarbeitet und benutzerfreundlich in Form eines Gocad-Wizards in die Gocad-Umgebung implementiert. Die wesentlichen Arbeitsschritte bei der Modellverschneidung sind:

- (1) Ausschneiden des Detailmodellbereiches aus dem Regionalmodell,
- (2) Löschen der Flächenteile des Regionalmodells innerhalb des Detailmodells,
- (3) paarweises Aneinanderfügen geologisch zusammengehöriger Grenzflächen,
- (4) Verbindung der Teilflächen mit Hilfsflächen und Vereinigung zu einer neuen Fläche (Merge),
- (5) Re-Interpolation der neuen Fläche in den Grenzbereichen mit DSI (Discrete Smooth Interpolation).

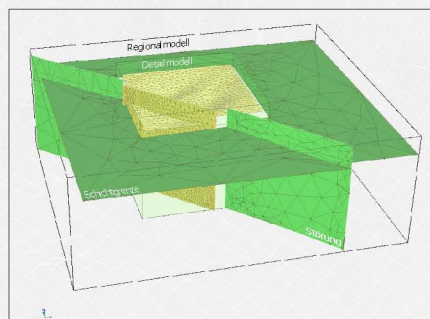


Gocad-Wizard

Synthetisches Modell

An einem synthetischen Modell mit je einer Störungs- und einer Horizontalfäche konnte der Wizard erfolgreich getestet werden.

Die Abbildung zeigt an einem einfachen idealisierten Modell einen Regional- und einen Detailmodellbereich mit jeweils einer geologischen Schichtgrenze und einer tektonischen Störungsfläche. Die durch den unterschiedlichen Bearbeitungsmaßstab entstandenen Differenzen sollen bei der Modellzusammenführung beseitigt werden, ohne entscheidende Informationen zu verlieren.

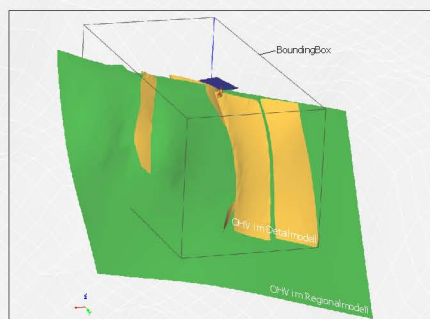


Synthetisches Modell

Reelle Daten

An realen Daten zeigt sich jedoch, dass eine Vereinheitlichung von Flächen mit unterschiedlicher Detailgenauigkeit nicht immer sinnvoll ist. Der komplizierte Verlauf einer tektonischen Störungszone (im Bild die Oberhändlercher Hauptverwerfung, OHV), der im Detailmodell recht genau modelliert werden kann, lässt sich nur mit unbefriedigendem Ergebnis mit dem generalisierten Modell im Regionalmaßstab verschmelzen.

In solchen Fällen wird daher angestrebt, die Modelle in unterschiedlichen Detail-Levels parallel vorzuhalten und die Abgrenzung des Detail- vom Regionalmodell durch die Mitführung der jeweiligen Bounding-Box kenntlich zu machen.

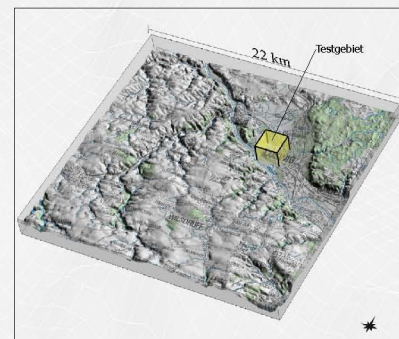


Darstellung der Modellverschneidung an realen Daten

Angewandte Modellierung

Die 3D-Geomodellierung wird im LfUG auch in der Angewandten Geologie eingesetzt. Im Rahmen der hydrogeologischen Landesaufnahme (HyKS04g) werden die Räumlagen der relevanten hydrogeologischen Einheiten erfasst. Die raumbasierten Daten (z.B. Ober- und Unterkarte von Grundwasserleitern) werden als 2,5D-SURFER-Grids (Golden Software) erzeugt und zur einheitlichen Ablagebeher als ESR-Grids mit einem Rastermaß von 50x50 m vorgehalten.

Da ein direkter Import von ESR-Grids in Gocad nicht vorgesehen ist, erfolgt die Generierung von Körpern über Zwischenschritte. Zunächst werden ESR-Grids in XYZ-ASCII-Dateien gewandelt und anschließend in Gocad als Pointsets importiert. Danach erfolgt in Gocad in weiteren Arbeitsschritten die Modellierung zu Surfaces bzw. Solids, einem Gocad-eigenen Format zur Modellierung von Volumenelementen. Es ist vorgesehen, diesen Workflow in einen Wizard zu integrieren und somit eine Schnittstelle zu ESR-Grids zu schaffen, die einen weiteren Schritt zur routinemäßigen Nutzung von Gocad im LfUG darstellt.



Testgebiet

In einem ersten Test wurden mehrere Einheiten der hydrogeologischen Grundlagenkarte Blatt L4946 Meißen (siehe nebenstehende Abbildung) importiert und in einem 2x2 km großen Testgebiet modelliert.

Exemplarisch wurden vier Modellkörper aus dem Gesamtdatenbestand von 16 hydrogeologischen Modellkörpern vom Blatt Meißen erfasst. Bei der Modellierung muss auf eine eindeutige Korrelation zwischen geologisch-stratigraphischen und hydrogeologischen Einheiten geachtet werden.

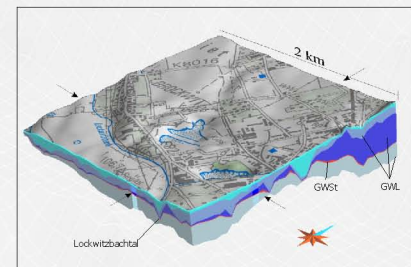
Lage des Testgebietes auf dem Blatt L4946

GWL-Modell

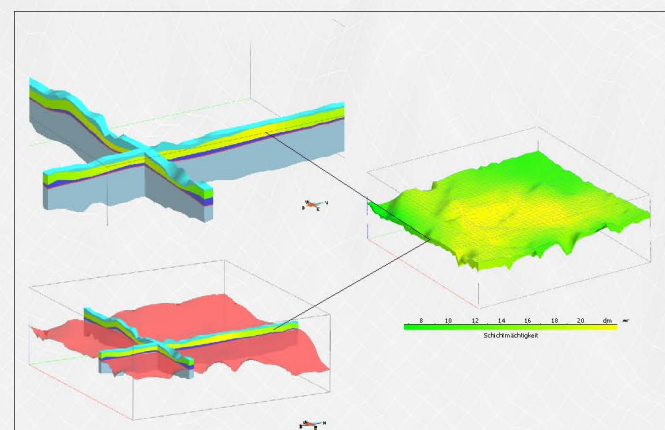
Das Modell weist eine im Vergleich zu geologisch-tektonischen Strukturmodellen datenbedingt hohe vertikale Auflösung (cm-Bereich) auf. Dabei werden die geologischen Einheiten entsprechend ihrer hydrogeologischen Eigenschaften attribuiert und zusammengefasst (GWL/GWSt).

Die für das Gocad-Modell verwendeten hydrogeologischen Modellkörper sind vom Hangenden zum Liegenden:

- Tiefere und Höhere Niederterrasse
- Tiefere Mittelterrasse der Elbeinflüsse
- Grundmoräne, Bänderschiff (-ton)
- Tiefere Mittelterrasse, Berliner Elbeauf



Hydrogeologisches Modell



Vertikalschnitte (oben), Schnitt mit Basisfläche des GWSt. (unten), extrahierter Modellkörper mit Mächtigkeitverteilung (rechts)

Schnitte durch die Modellkörper

Entlang der Modellachsen sind beliebige Schnitte durch das hydrogeologische Modell möglich. Neben den in der Abbildung gezeigten Vertikalschnitten sind zudem Horizontalschnitte möglich.

Die Extraktion eines beliebigen GW-Körpers aus dem Modell ist möglich. Das Datenformat Solid erlaubt zudem eine Belegung der einzelnen Zellen mit beliebigen Eigenschaften. Im Bild ist die Mächtigkeit des GWL als Gelb-Grün-Verlauf dargestellt.

Ausblick

Mittelfristig sind in Sachsen 3D-Modellierungen für strukturgeologische und hydrogeologische Modelle nur in sedimentären Bereichen vorgesehen. Ingenieurgeologische Modelle besitzen entsprechend ihren Anforderungen eher lokalen Charakter. Als Pilotprojekt hierzu läuft derzeit eine 3D-Baugrundmodellierung. Die Modelle werden in Abhängigkeit von den Datengrundlagen und von der Aufgabenstellung eine unterschiedliche Detailgenauigkeit aufweisen. Langfristiges Ziel ist der Aufbau eines sachsenweiten Gesamtmodells, das sich aus unterschiedlichen Detailmodellen entwickelt.