

Personenkreis 3D der BIS- Steuerungsgruppe	14 S.	4 Abb.	1 Anh.	Krefeld, 2004
---	-------	--------	--------	---------------

Wege zur 3D-Geologie

Personenkreis 3D der BIS Steuerungsgruppe

**(Heinz Elfers¹, Dr. Henning Bombien², Dr. Horst Frank³, Dr. Timo Spörlein³,
Dr. Ottmar Krentz⁴, Dr. Ivo Rappsilber⁵, Andreas Simon⁶, Dr. Rainer
Schweizer⁷)**

¹ Geologischer Dienst NRW, Krefeld

² Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover

³ Bayerisches Geologisches Landesamt, München

⁴ Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

⁵ Landesamt für Geologie und Bergwesen SA, Halle

⁶ Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow

⁷ Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden - Württemberg, Freiburg

Kurzfassung

Aufgabe der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) ist es, das bestmögliche Modell des geologischen Untergrundes zu erarbeiten und zum Nutzen der Allgemeinheit bereitzustellen. Dieses Modell wird bisher in Form von geologischen Karten, Profilschnitten, Isolinenplänen und sonstigen Spezialkarten geliefert. Alle diese Darstellungen geben den Untergrund auf einer zweidimensionalen Oberfläche wieder und stellen grundsätzlich nur ausgewählte Teilaspekte des Raums dar.

Das digitale geologische 3D-Modell als eine strukturierte Menge von Geokörpern erlaubt dagegen den Untergrund als Ganzes zu beschreiben. Über Verknüpfungen der Geokörper zu Fachdaten wird es die zentrale und einheitliche Datenbasis für alle Fachdisziplinen der Geologie.

Aus dem Modell heraus generierte 3D-Visualisierungen veranschaulichen auch dem Nichtfachmann die Komplexität des Untergrundes. Geologie wird „begreifbar“. Dieses eröffnet völlig neue Chancen der Vermarktung.

Die geologische 3D-Modellierung erfordert neue Arbeitsabläufe und besondere Ansprüche an die Geodateninfrastruktur. Der Bericht gibt einen Überblick.

Die bisherigen Arbeiten der SGD zum Aufbau von Informationssystemen bieten eine solide Grundlage zum Einstieg in die 3D-Modellierung. Von großem Vorteil sind hier die in fast allen Bundesländern bestehenden oder im Aufbau begriffenen Bohrungs- und Flächendatenbanken. Sie können unmittelbar für die Erstellung von 3D-Modellen genutzt werden. Dieses wird in mehreren SGD bereits in einzelnen Projekten umgesetzt.

Für den flächendeckenden und routinemäßigen Einsatz besteht jedoch noch weiterer Entwicklungsbedarf. Dies betrifft sowohl die Auswahl und Entwicklung von Programmmodulen zur Modellierung, Darstellung und Auswertung, die Entwicklung von Schnittstellen zur Integration bereits vorhandener Datenbestände als auch die Erarbeitung eines 3D-Datenmodells. Darüber hinaus müssen wesentliche Teile der Kartierkonzepte auf die Erfordernisse der 3D-Modellierung umgestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines	3
1.1 Veranlassung	3
1.2 Definitionen	3
1.3 Zielsetzung der 3D-Modellierung und Nutzer	3
1.4 Anforderung an ein dreidimensionales geologisches Basismodell (3D-Modell)	4
2 Vorgehensweise der Modellierung	6
3 3D-Infrastruktur	8
3.1 Vorschlag für ein Architekturmodell	8
3.2 Zusammenstellung, Beschreibung und grundsätzliche Bewertung von Software für die geologische 3D-Modellierung	11
4 Entwicklungsbedarf	12
Benutzte und weiterführende Literatur	14
Anhang: I	15

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung

Die Abhandlung "Wege zur 3D Geologie" wurde auf Vorschlag der BIS-Steuerungsgruppe vom Bund Länder Ausschuss Geologie (BLAGEO) und der Direktorenkonferenz (DK) der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) mit dem Ziel erstellt, die bereits in den SGD im Bereich der 3D-Modellierung gemachten Erfahrungen allgemein nutzbar zu machen und grundsätzlich die Bedeutung und den Wert von 3D-Modellen für Nutzer geowissenschaftlicher Informationen aufzuzeigen.

1.2 Definitionen

Was ist mit 3D-Geologie gemeint?

3D-Geologie ist die Modellierung und Dokumentation des geologischen Wissens über den Untergrund als Geokörper. Dabei werden geologische Kartiereinheiten als Homogenbereiche in Bezug auf Stratigraphie, Lithologie und Genese definiert und aufgenommen (Geologisches Basismodell).

Was sind Geokörper?

Geokörper sind dreidimensionale Abbilder des Untergrundes. Sie entstehen durch die geologische Modellierung, beschreiben begrenzte Körper mit gleichen Eigenschaften und sind durch Flächen (z.B. Top, Basis, Störungen) allseitig begrenzt. Die Gesamtheit der Geokörper bildet das geologische Basismodell.

1.3 Zielsetzung der 3D-Modellierung und Nutzer

Aufgabe der SGD ist es, geologische Modelle des Untergrundes zu erarbeiten und daraus Produkte zum Nutzen der Allgemeinheit bereitzustellen. Diese Modelle werden bisher in Form von geologischen Karten, mit ihr verbundenen Profilschnitten, Isolinienplänen und sonstigen Spezialkarten geliefert. Alle diese Darstellungen geben den Untergrund auf einer zweidimensionalen Oberfläche wieder und stellen grundsätzlich nur ausgewählte Teilaspekte des Raums dar. Das digitale geologische 3D-Modell als eine strukturierte Menge von Geokörpern erlaubt dagegen, den Untergrund als Ganzes zu beschreiben. **Über Verknüpfungen der Geokörper zu Fachdaten wird es die zentrale und einheitliche**

Datenbasis für alle Fachdisziplinen der Geologie. Auf dieser Grundlage können Lösungen für die meisten fachspezifischen Anfragen angeboten werden.

Aus dem Modell heraus generierte 3D-Visualisierungen veranschaulichen auch dem Nichtfachmann die Komplexität des Untergrundes. Geologie wird „begreifbar“. Dieses eröffnet völlig neue Möglichkeiten der Anwendung und Vermarktung.

1.4 Anforderung an ein dreidimensionales geologisches Basismodell (3D-Modell)

Das 3D-Modell wird durch die geologische Landesaufnahme erstellt und bildet die Grundlage für den Aufbau fachspezifischer Modelle der angewandten Geowissenschaften (Abb.1).

Daraus ergeben sich für das geologische Basismodell fachspezifische und systemspezifische Anforderungen:

- Lithologisch-strukturell definierte Homogenbereiche stehen in der Regel in einer stratigraphischen Abfolge
- zwischen den Geokörpern des Modells muss eine Topologie aufgebaut sein (benachbarte Körper müssen sich „kennen“)
- Geokörper müssen nach Bedarf veränderbar und untereinander kombinierbar sein
- Teilmodelle müssen zu einem Gesamtmodell verknüpfbar sein
- Veränderungen müssen nachvollziehbar sein
- die 3D-Modelle müssen auswertbar und räumlich visualisierbar sein
- modellbestimmende und abgeleitete Eigenschaften müssen recherchierbar und auswertbar sein

Das Ziel ist die landesweite Abbildung der geologischen Verhältnisse innerhalb eines 3D-Modells.

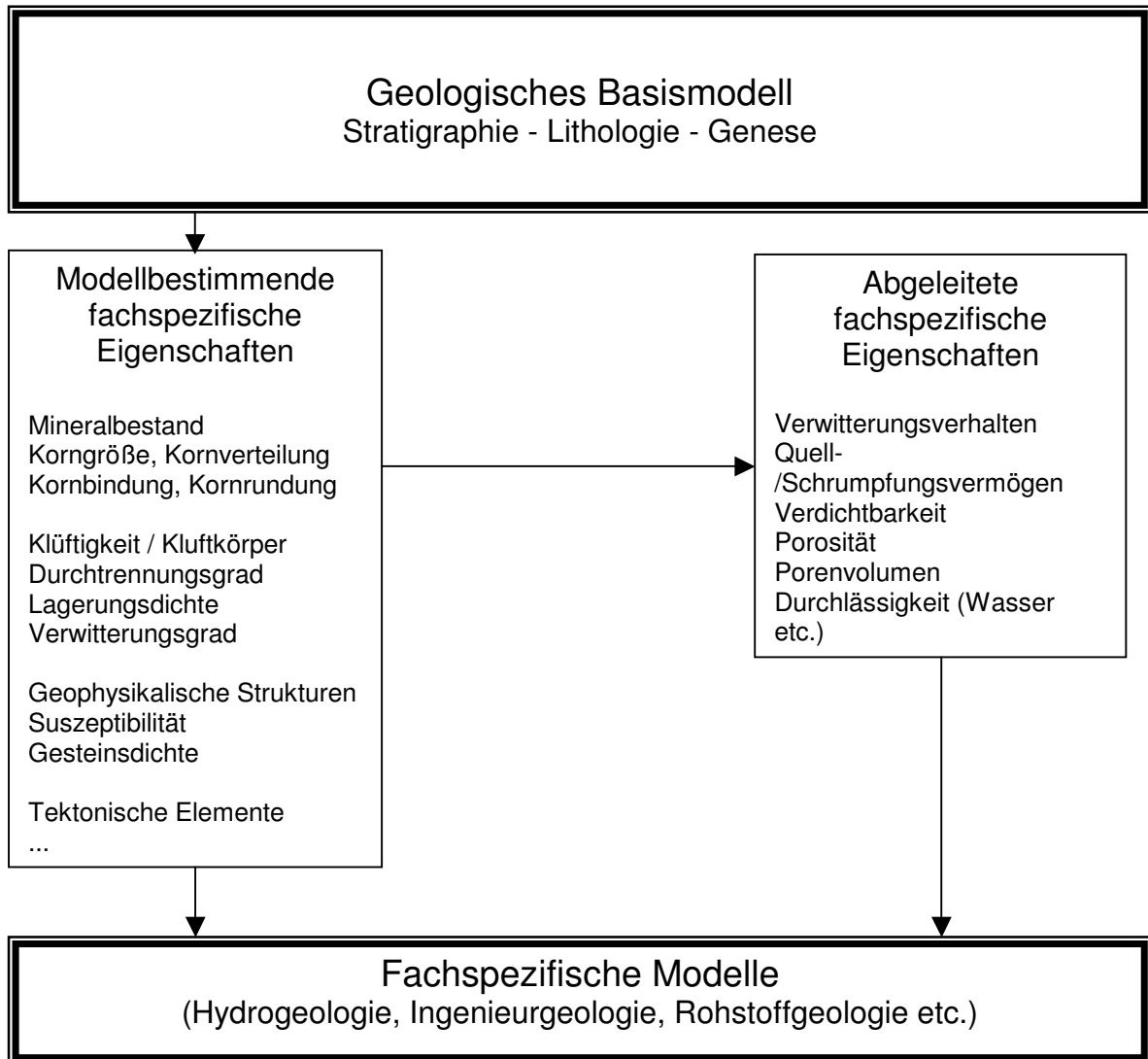


Abb.1 Ableitung fachspezifischer Modelle aus dem geologischen Basismodell

2 Vorgehensweise der Modellierung

Das Konzept der 3D-Modellierung setzt sowohl in der Struktur des Arbeitsplatzes als auch in der Verfügbarkeit der für das Modell zu verarbeitenden Daten wichtige Rahmenbedingungen voraus:

- Verfügbarkeit von Informationen bzw. Daten über den Untergrund (1)
- Verfügbarkeit von geeignetem Personal (2)
- Anpassung vorhandener Kartierkonzepte (3)
- Vorhandensein von 3D-Modellierwerkzeugen (vgl. Kap. 3.2) (4)

Informationen bzw. Daten über den Untergrund (1) sind eine unverzichtbare Voraussetzung für die Modellierung. Diese können aus verschiedensten Quellen stammen (s. Abb. 2) und müssen für die weitere Verarbeitung erschlossen, ausgewertet und datentechnisch bearbeitet werden. Dabei ist in der Regel eine Standardisierung und Homogenisierung der Informationen nach festgelegten Verfahren erforderlich. Ein amtliches digitales Geländemodell (DGM) ist für die Erstellung geologischer 3D-Modelle zwingend erforderlich, da es die verbindliche räumliche Bezugsebene des Modells bildet.

Geeignetes Personal (2) sind geologisch geschulte Fachkräfte, die über die entsprechenden detaillierten Kenntnisse der lokalen oder regionalen geologischen Verhältnisse verfügen und im Umgang mit den eingesetzten Softwaresystemen vertraut sind. Darüber hinaus ist nach bisheriger Erfahrung die Unterstützung durch DV-Fachkräfte (z.B. für spezielle Datenbankanwendungen) notwendig.

Die Erstellung geologischer Raummodelle erfordert die **Anpassung vorhandener Kartierkonzepte (3)**. Die Erhebung von Daten muss auf dieses Ziel ausgerichtet werden.

Schließlich ist die Verfügbarkeit geeigneter 3D-Modellierungswerkzeuge wichtig. Diese müssen sowohl die Konstruktion als auch die Visualisierung des Programms gewährleisten.

Der gesamte Arbeitsprozeß der 3D-Modellierung kann nach Abb.2 in vier aufeinander folgende Arbeitsphasen unterteilt werden :

- Arbeitsvorbereitung
- Datenaufbereitung

- Modellierung
- Ablage des Modells

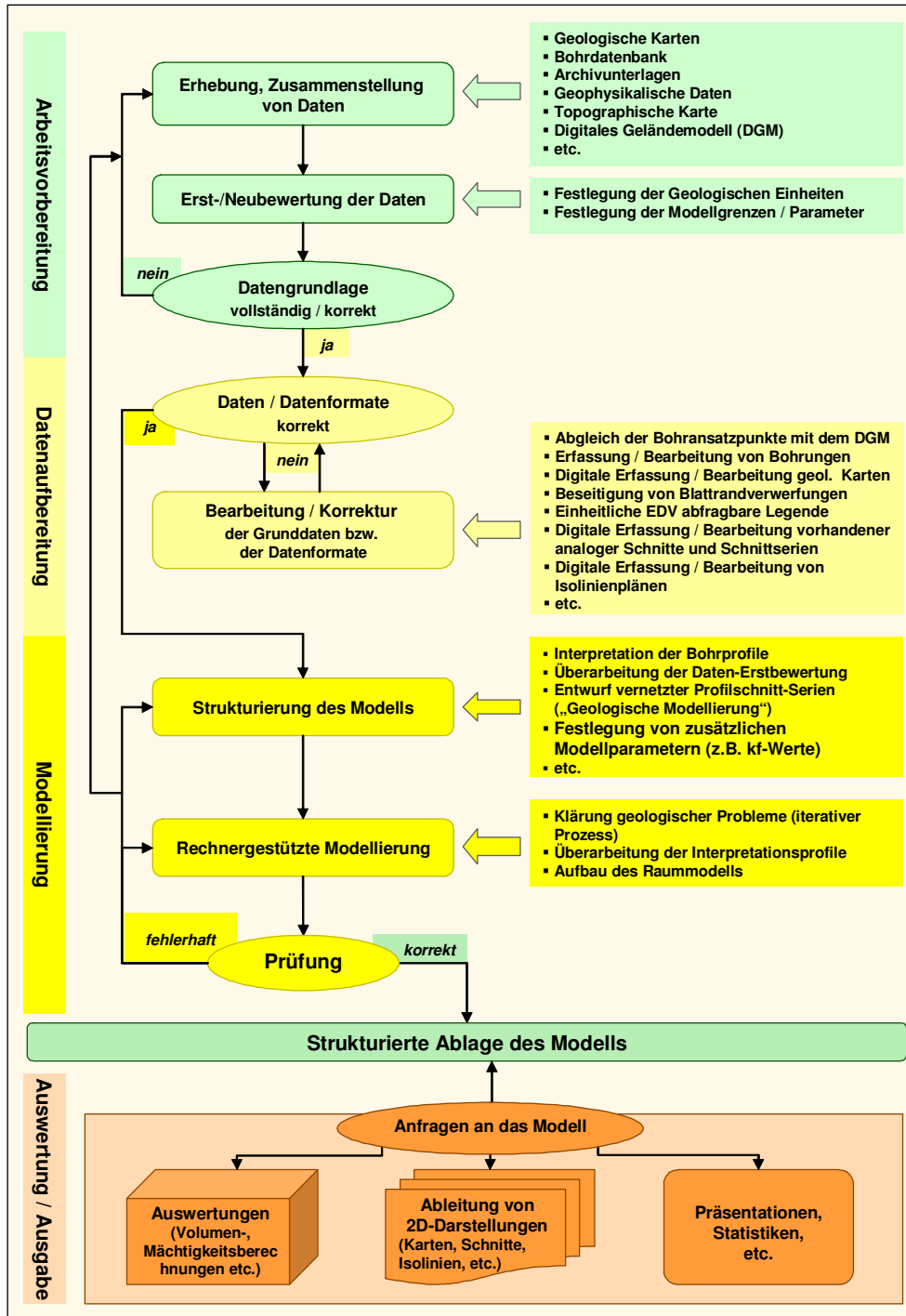


Abb. 2: Vorgehensweise bei der Erstellung von 3D-Modellen

3 3D-Infrastruktur

3.1 Vorschlag für ein Architekturmodell

Folgende Grundsätze sprechen für ein Architekturmodell (Abb. 3a und Abb. 3b) und gegen eine Softwareempfehlung:

- Die Aussagen zu Software sind aufgrund rascher Veränderungen in Entwicklung und Anbieterstruktur im allgemeinen kurzlebig – Architekturmodelle sind allgemeiner formuliert und dadurch langlebiger
- bisherige 3D-Softwarekonzepte sind auf unterschiedliche Schwerpunkte ausgerichtet, daher ist derzeit kein Programm vorhanden, das alle Kriterien erfüllt
- in Architekturmodellen können die unterschiedlichen Funktionen als Module dargestellt werden. Das erlaubt die bessere Austauschbarkeit von Komponenten bei Veränderung der Aufgabenstellung oder des Softwareangebots
- sowohl ein allgemeingültiges Architekturmodell als auch der Aufbau in Modulen kann individuelle Schwerpunkte der SGD besser berücksichtigen.

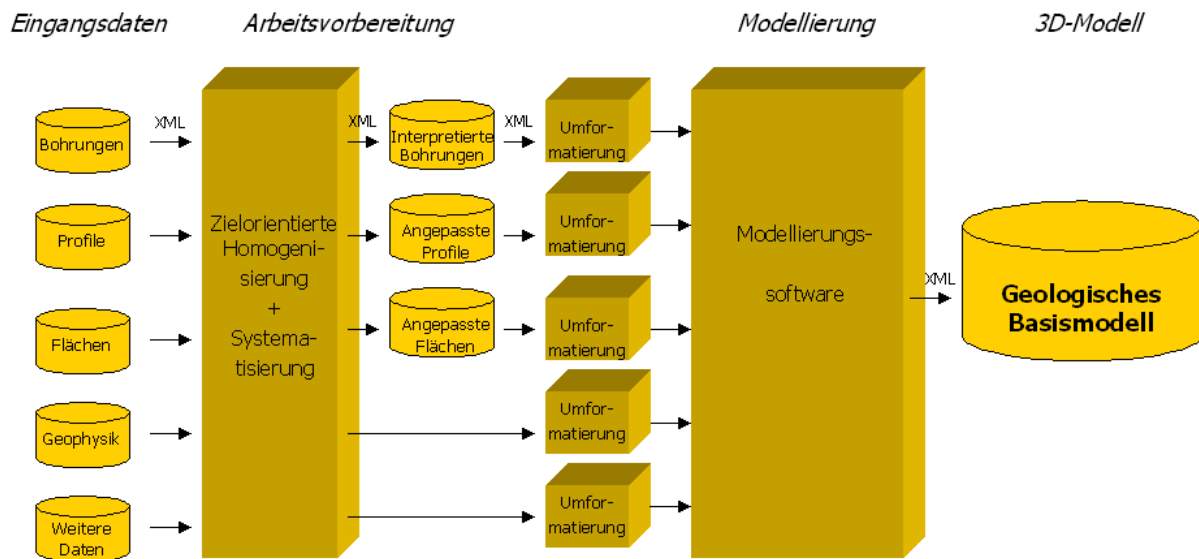


Abb. 3a: Architektur der 3D-Infrastruktur – Modellaufbau

Eingangsdaten

Ausgangspunkt für die Modellierung sind die vorliegenden Bohrungsdaten, Profilschnitte, Karten, geophysikalische und sonstige Daten. Sie haben keine einheitliche Qualität, sind nach verschiedenen fachlichen Konzepten aufgebaut und liegen in unterschiedlichen Formaten und Systemen vor.

Arbeitsvorbereitung

Wesentliches Element der Arbeitsvorbereitung ist die zielorientierte Homogenisierung und Systematisierung von Eingangsdaten (vgl. Abb. 3a). Dabei werden die Bezugshorizonte/Flächen und die Geokörper festgelegt sowie z.B. die angepassten Profile und interpretierten Bohrungen abgelegt. Für den Modellaufbau ist ggf. eine Umsetzung in die erforderlichen Formate/Datenstrukturen notwendig.

Modellierung

Die einzelnen Systeme beinhalten unterschiedliche Methoden des Modellaufbaus. Die Kernfunktion des Gesamtkonzepts besteht in der Modellierung der Geokörper als Bestandteile des geologischen Basismodells.

Geologisches Basismodell – Speicherung

Das geologische Basismodell ermöglicht die Vorstellung über den Untergrund im dreidimensionalen Raum. Es ist der Ausgangspunkt für sämtliche Auswertungen und gewährleistet damit auch die Konsistenz der daraus entwickelten Produkte. Deshalb sollte die Speicherung in langlebigen selbst dokumentierenden softwareunabhängigen Formaten möglichst auf XML-Basis (internationaler Standard) erfolgen..

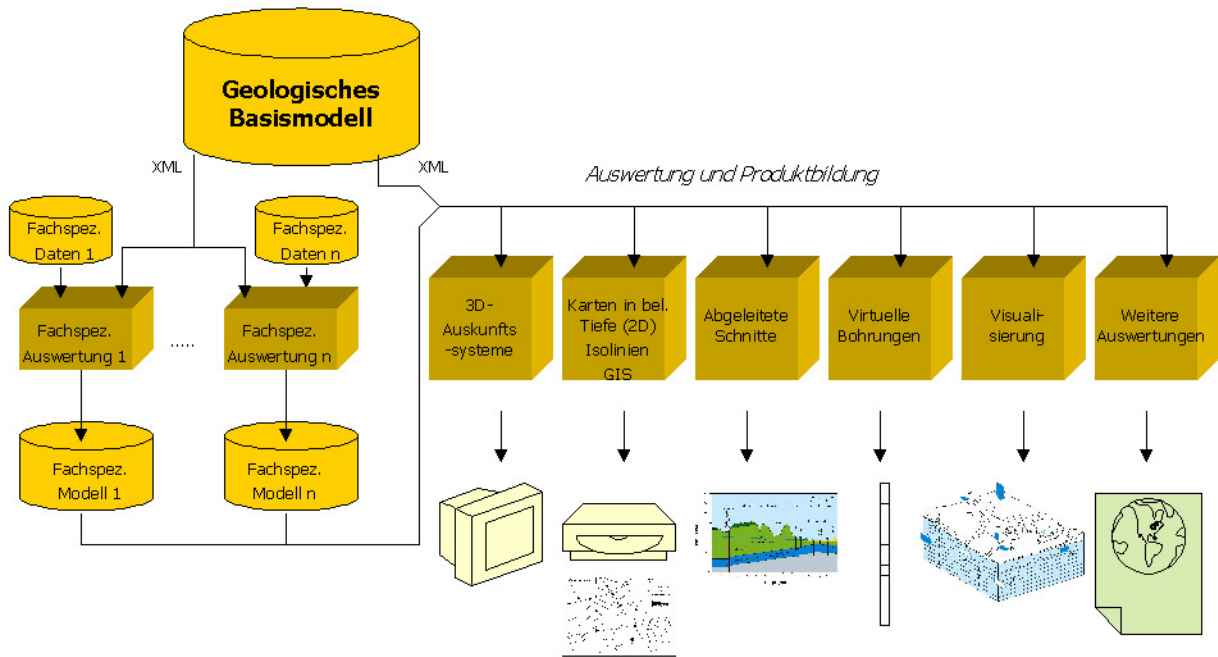


Abb. 3b : Architektur der 3D Infrastruktur: Auswertung – Weiterverarbeitung -Nutzung

Fachspezifische Modelle

Die Einbeziehung von fachspezifischen Datenquellen ermöglicht den Aufbau von fachspezifischen Modellen aus dem geologischen Basismodell. Dabei können bereits durch Umattributierung, z. B. Kf-Werte, Scherfestigkeit, usw. sowie durch Zusammenfassung von Geokörpern mit gleichen oder ähnlichen Fachparametern neue Modelle entstehen.

Auswertung und Produktbildung

Sowohl das geologische Basismodell als auch die fachspezifischen Modelle sind nach unterschiedlichen Kriterien vielfältig auswertbar. 3D-Modelle sind naturgemäß realitätsnäher und zeichnen sich durch eine höhere Flexibilität gegenüber 2D-Modellen aus, was eine

deutlich breitere Produktpalette, zum Beispiel virtuelle Bohrungen und Schnitte, ermöglicht. Beliebige Schnittlagen und abgedeckte Karten können die Verbreitung der geologischen Körper besser veranschaulichen. Geologische Verhältnisse werden dreidimensional anschaulich vermittelt.

XML (Extensible Markup Language) ist als Internetstandard von SGML (Standard Generalized Markup Language, ISO 8879) abgeleitet. Mit XML kann man Daten austauschen. Die Datenstruktur dokumentiert sich dabei selbst in Form eines Schemas (XSD-Datei). Die XML-Dateien sind ASCII-Code basierend und für die langfristige Speicherung geeignet. Für den Datenaustausch auf XML-Basis muss die Datenstruktur als Schema festgelegt werden.

3.2 Zusammenstellung, Beschreibung und grundsätzliche Bewertung von Software für die geologische 3D-Modellierung

Auf dem Markt sind unterschiedliche Systeme zur geologischen 3D-Modellierung verfügbar, die sich in Preis und Leistung deutlich unterscheiden. Die unten aufgeführten Programme sind eine umfassende Auswahl, die jedoch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Am umfangreichsten und leistungsfähigsten sind die Systeme aus der Kohlenwasserstoff- und Lagerstättenindustrie. Typische Vertreter dieser Softwaregruppe sind z.B. die Programme **EarthVision, Geoframe, GoCad, Petrel, Surpac oder Vulcan** etc. Die Programme sind modular aufgebaut, wobei sich die für die Konstruktion eines geologischen 3D-Modells notwendigen Funktionalitäten in der Regel auf mehrere Module verteilen. Ihre Stärke liegt naturgemäß in der Erstellung von Lagerstättenmodellen auf Grundlage geophysikalischer Daten. Einzig **GoCad** wurde ursprünglich für die geologische Strukturmodellierung entwickelt. In allen Systemen besteht die Möglichkeit Geokörpern fachspezifische Eigenschaften zuzuordnen. Über eine VRML-Schnittstelle ist eine Visualisierung der 3D-Modelle systemunabhängig gegeben.

GSI3D und **OpenGEO** sind Programme, die speziell auf die räumliche Modellierung in den Geologischen Landesdiensten zugeschnitten wurden. Sie greifen in der Erstellung räumlicher Modelle den in Abb.2 dargestellten Workflow auf und leiten über die Vernetzung von Schnitten zu einem räumlichen Modell über.

GSI3D ist dabei als relativ einfach zu bedienendes Werkzeug konzipiert. Das Programm eignet sich gut für die Darstellung der Untergrundsituation in ungestörten Lockergesteinsbereichen. Im gegenwärtig bekannten Ausbauzustand ist es nicht geeignet für

die Modellierung tektonisch beanspruchter Festgesteinsbereiche. Grund sind die in dem Programm zur Zeit noch fehlenden Möglichkeiten zur Modellierung tektonischer Elemente wie Störungen, Falten oder Intrusionskörper. Das Programm läuft systemunabhängig in einer JAVA 3D Umgebung.

OpenGEO wurde für die Projektbearbeitung bei komplexen Lagerungsverhältnissen in Lockergesteinsgebieten entwickelt und verwendet als Grafikkern die jeweils aktuelle AutoCad Version. Im Vergleich zu GSI3D besitzt es einen deutlich größeren Funktionsumfang.

Der Geologische Aufbau und Geologische Strukturen lassen sich auch mit 3D-Industrie-Design Programmen nachzeichnen. Zu dieser Gruppe gehört zum Beispiel das Programm **Rhino3D**. Da dieses Programm einem CAD - Programm sehr ähnlich ist, lassen sich mit ihm auch komplexe Strukturen nachzeichnen. Allerdings können nur Körperhüllende um das Strukturgerüst dargestellt werden. Die Belegung mit Flächen- oder sonstigen Attributen, die Auskunft über den einzelnen Geokörper geben können, sind nur bedingt möglich. Da diese Programme nicht auf Geologische oder Geophysikalische Fragestellungen ausgerichtet wurden, bedarf es im Umgang mit diesen Programmen vom Modellierer gezielte Geschicklichkeiten, welche Funktionen für welche Operationen geeignet sind. Bestimmte Funktionalitäten lassen sich dabei nur über die Erstellung von selbst zu programmierenden Scripten erzielen.

Welche Programme eingesetzt werden, ist letztlich von der zu bearbeitenden Fragestellung und den wirtschaftlichen Verhältnissen abhängig. Zur Vorbereitung einer Entscheidung kann der Einsatz eines Merkmalskataloges hilfreich sein, womit die Funktionalitäten der Programme abgefragt werden können. Anhang I gibt ein Beispiel.

4 Entwicklungsbedarf

Eine wirtschaftliche 3D-Modellierung erfordert einen funktionierenden Arbeitsablauf wie er im Prinzip in Abb. 2 und Abb. 3a, 3b dargestellt ist. Zur Zeit besteht aber bei den einzelnen Arbeitsschritten noch erheblicher Entwicklungsbedarf, um einen kontinuierlichen Ablauf zu erreichen.

Eine 3D-Geodateninfrastruktur kann nur dann funktionieren, wenn die Austauschfähigkeit (Interoperabilität) zwischen den Systemen gegeben ist.

Spezifische geologische Schemata (XML-Profile) müssen entwickelt werden, um heterogene Eingangsdaten für die Modellierung bereitzustellen. Für Bohrungsdaten wird bereits ein XML-

Austauschformat von der BIS-Steuerungsgruppe entwickelt. Dem gegenüber sind zum Beispiel für die große Anzahl von geologischen Schnitten, die in den SGD zum größten Teil analog vorliegen, noch erhebliche grundsätzliche Arbeiten zu leisten (Homogenisierung, Systematisierung, Datenmodell zur Speicherung, Georeferenzierung, XML-Schema). Ähnliches gilt für andere Informationsebenen.

Die meisten Programme importieren die benötigten Daten über ASCII-Strukturen und bauen intern ein 3D-Modell auf. Modell und Ausgangsdaten werden programmabhängig binär oder in ASCII-Strukturen abgelegt. Zur Weiterverarbeitung in anderen Systemen, zur Auswertung und Produktbildung oder auch zur Visualisierung müssen diese Daten konvertiert werden. Dieses geht oftmals nicht ohne Informationsverluste. Mit dem Open Spirit Konsortium (Open Spirit Cooperation, 2003) gibt es von Seiten der großen Softwarehersteller mit Unterstützung der Erdölindustrie Entwicklungen, dieses Problem zu lösen.

Um eine langfristige Speicherung und Nutzung zu erreichen, müssen auch für das geologische Basismodell und alle abgeleiteten fachspezifischen Modelle XML-Schemata entwickelt werden, um eine langfristige Speicherung und Nutzung zu erreichen. Grundsätzlich sollten 3D-Modelle in Datenbanken projekt- und systemunabhängig abgelegt werden können. Es besteht hierfür der Bedarf, die Objektart „Geokörper“ mit entsprechenden Funktionalitäten in DBMS (Datenbankmanagementsystemen) zu entwickeln. Dieses kann allerdings nur von Datenbankherstellern geleistet werden.

Die Auswertung von 3D-Modellen und die weitergehende Produktbildung erfordern die Entwicklung eines Auskunftssystems. Innerhalb dieses Systems müssen die Attribute zu den einzelnen Geokörpern abfragbar sein, komplexe Fremddaten wie Risse der Bergbauindustrie, Strecken, Kavernen, etc. müssen mit dem geologischen 3D-Modell kombiniert werden können.

Benutzte und weiterführende Literatur

- APEL, M. (2003): Vergleichende Studie von für das LfUG relevanten Parametern von 3D-Softwaresystemen.– Bericht TU Bergakademie Freiberg, 3 S., 1 Tab.; Freiberg (unveröff.).
- BARTL, ST. (2003): XML Schemas für geologische Daten und dreidimensionale Gocad-Modelldaten.– Dipl. Arbeit Technische Universität Bergakademie Freiberg: 61 S., 20 Abb., 1 Anh.; Freiberg (unveröff.).
- OBJECT MANAGEMENT GROUP (1998): The Common Object Request Broker, Architecture and Specification; Revision 2.2, Feb. 1998.– <http://www.omg.org/cgi-bin/apps/doc?formal/98-07-01.pdf>.
- OPEN SPIRIT COOPERATION (2003): OpenSpirit Version 2.5.0 User's guide; Revision 2.5.0.– http://www.openspirit.com/OpenSpirit_Tech_Docs/v2.5.0/OSPUUser.pdf.
- FRANK, T. (2003): Implementation of a 3d-XML Application Server.– Dipl. Arbeit Technische Universität Bergakademie Freiberg: 86 S., 20 Taf.; Freiberg.
- GRÖGER, G. & KOLBE, TH. H. (2003): Interaoperabilität in einer 3D-Geodateninfrastruktur.– IFGI prints, 18: S. 325-343, 9 Abb.; Münster.
- SMITH, I. F.; AKHURST, M. C.; GILES, J. R. A.; MCINNES, J. L. & SHAW, R.P. (1999): Digital Geoscience Spatial Model - Scoping Study Report.– British Geological Survey (BGS) Technical Report WK/99/14: 25 S., 2 Abb., 2 Anh.; Nottingham (unveröff.).
- SHUMILOV, S.; THOMSEN, A.; CREMERS, A. B. & KOOS, B. (2002): Management and Visualization of large, complex and time-dependent 3D Objects in Distributed GIS.– Bericht GIS'02, November 8-9: 6S., 8 Abb.; McLean, Virginia, USA.

Anhang: I

Fragen zu Merkmalen Geologischer Softwaresysteme für die 3D-Modellierung

Questions to functionalities of software packages for 3D Modelling

1. Erzeugt das Programm Raumgeometrien? Wie werden diese erzeugt?(Welche Eingangsdaten werden berücksichtigt, wie ist der Workflow)
How are objects in 3D space defined? (please list kinds of basic data and describe the workflow from data input to 3D object creation)
2. Wie werden die Raumgeometrien attribuiert?
Can attributes be assigned to 3D objects? (if yes, please describe the method)
3. Welche Manipulationsmöglichkeiten der Raumgeometrien sind vorhanden?
Which functions are available to manipulate/edit/modify 3D objects?
4. Wie werden quartärgeologische Strukturelemente (Linsen, Schuppen, Rinnen, etc.) modelliert?
Can structural geological objects of the Quaternary be modelled (e.g. lenses, gully fillings etc.)?
5. Wie werden tektonische Elemente (Auf-, Abschiebungen, Überschiebungen, Faltungen, Durchdringungen, etc.) modelliert?
Can tektonic elements be modelled (e.g. faults, folded structures, intersections, etc.)?
6. Wie werden Materialeigenschaften (kf-Wert, Steifemodul, Porosität, etc.) modelliert?
Can properties be added to 3D objects (e.g. ..., porosity, etc.) ?
7. Wie werden die 3D-Modelle aktualisiert?
How can 3D models be updated?
8. Wie erfolgt die Datenhaltung der Modelle?
How are the data of 3D models stored?
9. Existiert eine 3D-Topologie?
Can topological structures be handled?
10. Werden innerhalb des Programms Daten und Modell auf ihre Konsistenz hin überprüft?
Is the system able to check for data and model consistency? (please describe if derived 3D structures differ from basic data)
11. Wie werden Raumgeometrien unterschiedlichen Detaillierungsgrades kombiniert?

Can adjacent parts of a 3D model be combined if modelled separately and in different grades of detail?

12. Wie erfolgt die 3D-Visualisierung?

Which methods are available for visualizing the model?

13. Welche Auswertungsmethoden sind verfügbar?

Which methods are available for evaluation? (please list the kind of derived products)

14. Wie werden die Auswertungsergebnisse exportiert bzw. bereitgestellt?

In which format can derived products be exported?

15. Welche Schnittstellen für den Import von Daten und Modellen sind vorhanden?

Availability of import interfaces (please describe the interface for import of basic data and for import of models from foreign sources – if any)

16. Welche Schnittstellen für den Export von Daten und Modellen sind vorhanden?

Availability of export interfaces (please describe the interface for export of the 3D model to further processing systems and for export of interpreted basic data – if any)

17. Wie erfolgt die Versionenverwaltung?

Can different versions of a model be handled? (please describe the version management concept)

18. Welche Metadaten nach ISO 19115 können erfasst werden?

Is a meta data concept available (e.g. according to ISO 19115)?

19. Welche Möglichkeiten bestehen, die Softwareentwicklung zu beeinflussen?

Are there possibilities for user communities to gain influence on software development?

20. Welcher Support wird geboten?

Which kind of user support is offered?

21. Welche Schulungsmaßnahmen werden angeboten?

Which training and education measures are offered?

22. Wie hoch sind die Kosten für die Schulung

Costs of training courses

23. Wie hoch sind die laufenden Kosten (Pflege- und Wartung) pro Jahr?

Costs of maintenance per year

24. Wie hoch sind die Kosten pro Arbeitsplatzlizenz?

Costs per one seat license