

Hydrogeologische Landesaufnahme: Vom Kartenwerk zum Fachinformationssystem

H. Plum & V. Armbruster

Stichwörter

Hydrogeologische Landesaufnahme, Kartierstrategie, hydrogeologisches Fachinformationssystem

Zusammenfassung

Der zunehmende Bedarf an digitalen Daten und die mit den Einsparungen im Öffentlichen Dienst einhergehenden Ressourcenkürzungen zwingen zu einer Neukonzeption der Hydrogeologischen Landesaufnahme. Ziel ist es, Datenarchivierung, Auswertung und Präsentation der Ergebnisse möglichst effektiv unter Nutzung digitaler Werkzeuge durchzuführen. Zentraler Baustein für die hydrogeologische Landesaufnahme ist das Fachinformationssystem Hydrogeologie. Es beinhaltet in digitaler Form Nomenklatur, Basisdaten, Methoden, Themen und Produkte.

Die Veränderungen in der Ausrichtung der hydrogeologischen Landesaufnahme müssen einhergehen mit einer Neuorientierung der gesamten Landesaufnahme, mit der die hydrogeologische Kartierung vielfältig verknüpft ist und für die vergleichbare Randbedingungen gelten.

Bevor die Umstellung auf eine DV-gestützte Datenhaltung und Auswertung Erfolge zeigen kann, sind umfangreiche Investitionen erforderlich. Datenbankstrukturen müssen entwickelt, digitale Datenbestände aufgebaut, die Qualitätssicherung organisiert, Module zur Weiterverarbeitung installiert, GIS-Applikationen geprüft und Produkte definiert werden.

Anschrift der Verf.:

Dr. Hans Plum & Dr. V. Armbruster

Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Albertstraße 5, D-79104 Freiburg i. Br.

Hydrogeological Mapping: From Map Series to Geoinformation Systems

Key words

Hydrogeological mapping, strategy of mapping, hydrogeological-information system

Abstract

Because of increasing demand for digital information and decreasing resources for civil service a new concept for hydrogeological mapping is necessary. The aim is to organize the archiving and interpretation of data and the presentation of results most effectively by using digital tools. The central element of hydrogeological mapping is a hydrogeological-information system, including a list of terms, the base data as well as a pool of methods, thematic layers and products.

Because of manifold connexions, the changes in hydrogeological mapping must be accompanied by changes in geoscientific mapping in general.

However, before digital data base management and computer-aided mapping can be fruitful, extensive investments are necessary. Data structures have to be modelled, a data base has to be built up, a quality management has to be organized, computer-aided methods have to be installed, GIS-applications have to be proofed and products have to be defined.

1. Einleitung

Die hydrogeologische Landesaufnahme ist eine Schwerpunktaufgabe der hydrogeologischen Abteilungen der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD). Geologische und hydrogeologische Informationen, die im Zusammenhang mit der Beratungstätigkeit anfallen oder auch speziell für die Landesaufnahme erhoben werden, werden gesammelt, regional ausgewertet und die Ergebnisse in Form von Einzelkarten und Kartenwerken dargestellt.

In Baden-Württemberg wurde die erste Hydrogeologische Karte im Jahr 1975 für das Gebiet Dinkelberg-Hochrhein vom damaligen Geologischen Landesamt veröffentlicht (HYDROGEOLOGISCHE KARTE VON BADEN-WÜRTTEMBERG 1975). Zwischenzeitlich ist eine Vielzahl hydrogeologischer Karten mit unterschiedlicher Thematik erschienen. Daneben gibt es eine Reihe von hydrogeologischen Übersichtskarten für Deutschland und Europa (Ad-Hoc-AG Hydrogeologie 1997).

Um die Nomenklatur zu vereinheitlichen, die Vielfalt der Konzepte zu begrenzen und in Zukunft auch Ländergrenzen-überschreitende Auswertungen zu vereinfachen, erschien im Jahr 1997 eine erste Hydrogeologische Kartieranleitung (Ad-Hoc-AG Hydrogeologie 1997). Obwohl dort noch weitgehend die konventionellen Arbeitstechniken beschrieben sind, werden auch zukünftige Entwicklungen behandelt. Hingewiesen wird auf die zu erwartenden Fortschritte in der Informations- und Kommunikationstechnologie, die das

Gesicht der hydrogeologischen Landesaufnahme bereits nachhaltig verändert haben und in absehbarer Zeit noch weiter verändern werden. Datenbanken und Geographische Informationssysteme (GIS) mit ihren komplexen Auswerte- und Darstellungsmöglichkeiten gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Im Folgenden wird ein zukunftsorientiertes Konzept für die hydrogeologische Landesaufnahme skizziert, wie es sich aufgrund der neueren Entwicklungen abzeichnet und teilweise bereits Eingang in die tägliche Arbeit gefunden hat.

2. Das hydrogeologische Fachinformationssystem

Die hydrogeologische Landesaufnahme stellt für vielerlei Planungs-, Abwägungs- und Entscheidungsprozesse bis hin zur konkreten Projektabwicklung Informationen über den Untergrund und das darin gespeicherte Grundwasser zur Verfügung. Im Zuge der weitergehenden Bearbeitung werden diese Datensätze häufig mit anderen Daten überlagert, verknüpft und verschnitten und somit abgeleitete Daten erzeugt. Dazu werden zunehmend digitale Werkzeuge eingesetzt, woraus sich für die hydrogeologische Landesaufnahme weitreichende Konsequenzen ergeben. Ein weiterer Aspekt, aus dem zusätzliche Anforderungen erwachsen, sind die ständig geringer werdenden Ressourcen, die für die Arbeit der SGD zur Verfügung stehen.

Als Folge dieser Entwicklung ergibt sich die Notwendigkeit, die Arbeitsabläufe weitgehend zu digitalisieren, angefangen von der Datenerhebung im Gelände über die Datenarchivierung und die Auswertung bis zur Darstellung der Ergebnisse. Eine neue, zukunftsorientierte hydrogeologische Landesaufnahme wird in ein Fachinformationssystem Hydrogeologie eingebunden sein. Ein solches Fachinformationssystem ist ein auf IuK-Techniken gestütztes Werkzeug zur Datenarchivierung (Datenbereich) und Datenverarbeitung (Methodenbereich) für einen bestimmten Fachbereich (Ad-Hoc-AG Hydrogeologie 1997).

Im einzelnen setzt sich ein Fachinformationssystem Hydrogeologie aus folgenden Bausteinen zusammen (Abb. 1):

- Normierte Begriffslisten (Nomenklatur)
- Digital archivierte Basisdaten (Datenbank)
- Intelligente, GIS-gestützte Auswerterroutinen (Methodenbank)
- In Themen strukturierte Auswertergebnisse (Digitales Themenarchiv)
- Variable, problem- und nachfrageorientierte Produkte (Produktkatalog)

Das Fachinformationssystem Hydrogeologie wird in Zukunft anstelle der hydrogeologischen Karten oder Kartenwerke die Ergebnisse der hydrogeologischen Landesaufnahme aufnehmen. Die Präsentation der Kartierergebnisse in gedruckter Form wird dann nur noch eine Möglichkeit von vielen sein.

3. Hydrogeologische Nomenklatur

In der Hydrogeologie werden viele Eigenschaften numerisch erfasst. Hierbei ist lediglich eine Vereinbarung über die für die Archivierung verwendeten Maßeinheiten zu treffen. Daneben gibt es jedoch auch hydrogeologische Sachverhalte, wie z. B. der Grundwasser-

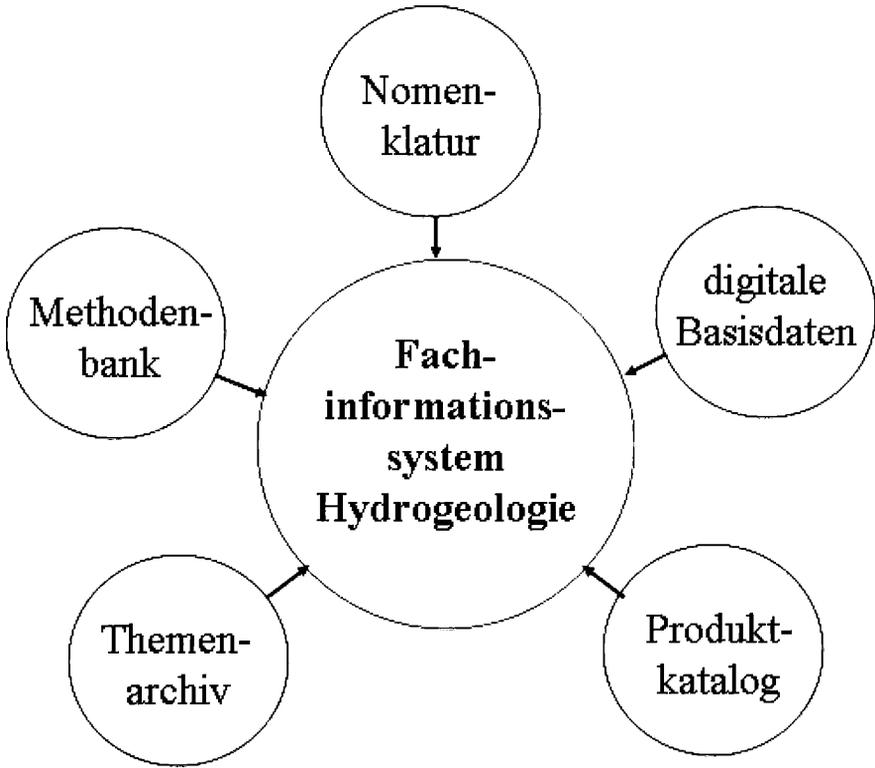


Abb. 1: Bausteine eines Fachinformationssystems Hydrogeologie.

leitertyp oder der Typ einer Quelle, die qualitativ beschrieben werden und für die eine einheitliche Nomenklatur erforderlich ist. Für die Verwendung in Datenbanken sind an die Nomenklatur zusätzliche Anforderungen zu stellen.

Die Begriffe, die zur Beschreibung hydrogeologischer Eigenschaften verwendet werden sollen, werden in Schlüssel- oder Begriffslisten im Fachinformationssystem Hydrogeologie hinterlegt. Sie müssen eindeutig definiert und widerspruchsfrei sein. Für Recherchen und Auswertungen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen werden in den Begriffslisten Hierarchien gebildet, je nach Problemstellung mehrere thematisch unterschiedliche Hierarchiestränge und Hierarchieebenen (AG FIS HYDROGEOLOGIE 1994, AD-HOC-AG HYDROGEOLOGIE 1997).

Eine besondere Bedeutung innerhalb der Nomenklatur kommt der Hydrogeologischen Einheit und dem Grundwasserkörper zu, deren Beschreibung und Darstellung im weiteren Sinn Gegenstand der hydrogeologischen Landesaufnahme ist.

Die hydrogeologische Einheit ist definiert als „Gesteinskörper, der aufgrund seiner Petrographie, Textur oder Struktur im Rahmen einer festgelegten Bandbreite einheitliche

hydrogeologische Eigenschaften aufweist und durch Schichtgrenzen, Faziesgrenzen, Erosionsränder oder Störungen begrenzt ist. Die Bandbreite, innerhalb der ein Gesteinskörper als homogen betrachtet wird, ist in starkem Maße vom Bearbeitungs- und Darstellungsmaßstab abhängig“ (AD-HOC-AG HYDROGEOLOGIE 1997).

Im Zusammenhang mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL 2000) wurde daneben der Begriff des Grundwasserkörpers aktuell, nach DIN 4049 ein „abgegrenztes Grundwasservorkommen oder abgrenzbarer Teil eines solchen“ innerhalb eines oder mehrerer hydrogeologischer Einheiten. Die Verbreitung eines Grundwasserkörpers kann mit der einer hydrogeologischen Einheit praktisch identisch sein (besonders bei kleineren Maßstäben), sie kann jedoch auch über mehrere hydrogeologische Einheiten reichen oder, durch Grundwasserscheiden begrenzt, nur Teile davon einnehmen.

Hydrogeologische Einheiten und Grundwasserkörper sind von ihrem Geometrietyp her Körper. Da bisher 3D-Modelle zur Verwaltung von 3D-Geometrien und Attributen von Körpern nicht in erforderlichem Umfang im Einsatz sind, werden behelfsweise die Attribute in Begriffslisten oder Basistabellen und die Geometrien als Verbreitungsflächen und Schichtlagerungskarten in einem GIS verwaltet.

Die Bearbeitung der Hydrogeologischen Übersichtskarte 1:200.000 (HÜK200), die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Zusammenarbeit mit den SGD derzeit betrieben wird (DÖRHÖFER et al. 2001), hat umfangreiche Bestrebungen initiiert, die Nomenklatur der hydrogeologischen Einheiten zumindest für den Zielmaßstab 1:200.000 länderübergreifend zu harmonisieren. Ein erster Erfolg ist die Gliederung, die für das Lockergestein in Norddeutschland entwickelt wurde (MANHENKE et al. 2001). Für Süddeutschland gibt es bisher nur länderspezifische Lösungen (Tab. 1), die noch zusammengeführt werden müssen.

Für einen Datenaustausch und eine Datenauswertung über Ländergrenzen hinweg ist die Verwendung einer einheitlichen Nomenklatur eine der wichtigsten Voraussetzungen. Dafür sollte ein Mindestumfang von Begriffen für die gemeinsame Auswertung definiert werden, der bei Bedarf länderspezifisch weiter differenziert werden kann, sich jedoch aufgrund der hierarchischen Beziehungen der Begriffe problemlos wieder auf den gemeinsamen Wortschatz reduzieren lässt. Eine Arbeitsgruppe der Staatlichen Geologischen Dienste trifft derzeit im Rahmen der Revision der Hydrogeologischen Kartieranleitung entsprechende Festlegungen.

Tab. 1 Hydrogeologische Einheiten für den Maßstab 1:500.000 in Baden-Württemberg, definiert auf der Basis der Legende der Geologischen Übersichtskarte 1:500.000; Einstufung in Grundwasserleiter (GWL) und Grundwassergeringleiter (GWG).

Nr. der hydrogeol. Einheit	Bezeichnung	Hydrogeologische Einstufung
Hy 1	Quartäre und jungtertiäre Deckschichten	GWG
Hy 2	Quartäre Becken- und Moränensedimente	GWG
Hy 3	Quartäre/Pliozäne Sande und Kiese (Oberrheingraben)	GWL
Hy 4	Fluvioglaziale Kiese und Sande (Alpenvorland)	GWL
Hy 5	Jungquartäre Flusskiese und -sande	GWL
Hy 6	Junge Magmatite	GWG
Hy 7	Tertiär im Oberrheingraben	GWG
Hy 8	Obere Meeresmolasse	GWL/GWG
Hy 9	Übrige Molasse	GWG
Hy 10	Oberjura, Schwäbische Fazies	GWL
Hy 11	Oberjura, Rauracische Fazies	GWL
Hy 12	Oberjura, Helvetische Fazies	GWG
Hy 13	Mittel- und Unterjura	GWG
Hy 14	Oberkeuper und oberer Mittelkeuper	GWL/GWG
Hy 15	Gipskeuper und Unterkeuper	GWL/GWG
Hy 16	Oberer Muschelkalk	GWL
Hy 17	Mittlerer Muschelkalk	GWG
Hy 18	Unterer Muschelkalk	GWL
Hy 19	Oberer Buntsandstein	GWL/GWG
Hy 20	Mittlerer und Unterer Buntsandstein	GWL
Hy 21	Paläozoikum, Kristallin	GWG
Hy 22	Trias, ungegliedert	GWL/GWG

4. Basisdaten

Informationen über hydrogeologische Einheiten und Grundwasserkörper erhält man als Ergebnis von Geländemessungen und –beobachtungen sowie durch Laboruntersuchungen an Gesteins- und Wasserproben. Des weiteren werden in der Hydrogeologie Feldversuche durchgeführt, um hydraulische Kennwerte (hydraulische Tests) sowie Fließverbindungen und Transportparameter (Markierungsversuche) in situ zu bestimmen. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Hydrogeologische Landesaufnahme.

Die Mess- und Beobachtungsdaten lassen sich mittels EDV auswerten, wenn sie nach einheitlichen Kriterien systematisch in Datenbanken digital archiviert werden. Um bereits bei der Geländearbeit Plausibilitätskontrollen durchführen zu können sowie Übertragungs-

fehler und Doppelerfassungen zu vermeiden, empfiehlt sich eine digitale Dokumentation bereits vor Ort (mittels Datenlogger bzw. Feld-PC).

Grundlage für die digitale Archivierung sind die so genannten Objekte. Als ein hydrogeologisches Objekt kann ein bestimmter Gesteins- oder Grundwasseraufschluss aufgefasst werden, wie z. B. Bohrung Marlen, GWM P1 Wasserwerk Käfertal, Brunnen Hardtwald, Gallusquelle oder ein Messpunkt an einem oberirdischen Gewässer, an denen Mess- oder Beobachtungsdaten gewonnen werden. Objekte besitzen einen Lagebezug, werden mit Stammdaten beschrieben und mit Mess- und Beobachtungsdaten verknüpft. Bei den Feldversuchen, bei denen eine Reihe von Einzelmessung nach einer bestimmten Konzeption durchgeführt werden, gibt es zusätzlich noch allgemeine organisatorische Daten, die den Versuchsablauf beschreiben.

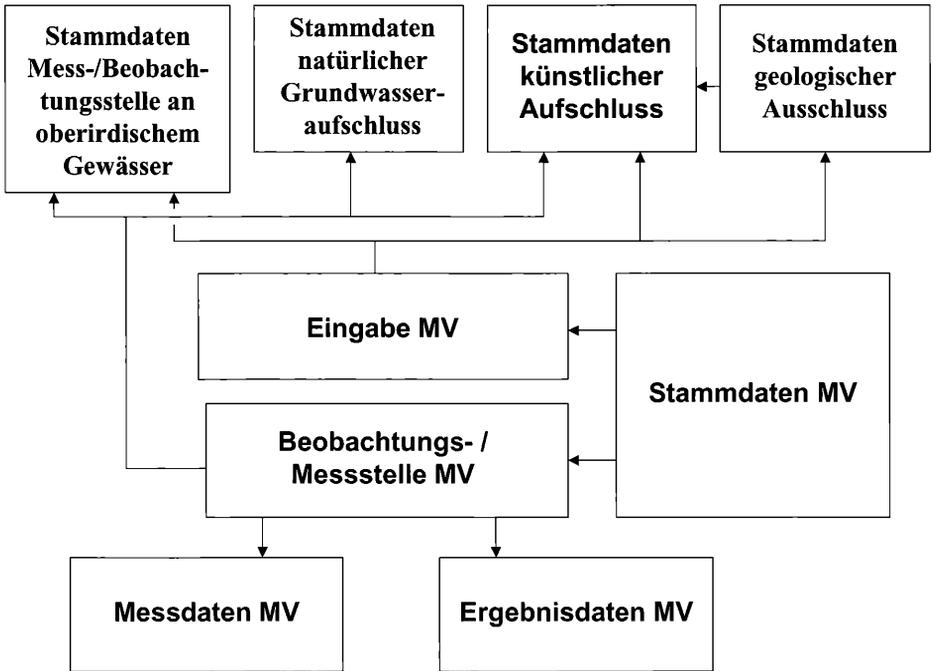


Abb. 2: Datenmodell für Markierungsversuche (MV); Stammdaten der Eingabestelle(n) und Mess- oder Beobachtungsstellen dunkelgrau, übrige Bausteine hellgrau.

Objekte, die in einer Datenbank mit den gleichen Datenfeldern beschrieben werden, können zu Objektarten, Versuche in gleicher Weise zu Versuchsarten zusammengefasst werden. Objektarten in diesem Sinne sind z. B. Bohrungen, natürliche Grundwasseraufschlüsse (Quellen, Blänken), künstliche Grundwasseraufschlüsse (Brunnen, Grundwassermessstellen). Beispiele für Versuchsarten sind hydraulische Tests (Pumpversuche, Einbohrlochtests)

und Markierungsversuche. Die Gruppierung der Daten zu Objekt- oder Versuchsarten ist dabei immer Ausdruck einer bestimmten fachlichen Sicht und damit z. T. subjektiv.

Die Informationen (Attribute), mit denen eine Objekt- oder Versuchsart in der Datenbank archiviert werden soll, werden in einem ersten Schritt einer (relationalen) Datenmodellierung unterzogen (vgl. z. B. VETTER 1995; Abb. 2). Die Bausteine des Datenmodells (Entitäten) setzen sich i. a. aus den Stammdaten (zur einmaligen Beschreibung eines Objekts), den meist zeit- und/oder teufenabhängigen Mess- und Beobachtungsdaten und den Auswertergebnissen zusammen. Aus fachlicher Sicht müssen für die einzelnen Datenfelder die Inhalte definiert und Formate vorgegeben werden.

Diese Festlegungen, die sich in den Erfassungsmasken wiederfinden, gehören zur hydrogeologischen Kartieranleitung und sind Bestandteil des Fachinformationssystems Hydrogeologie.

Die Konzeption und Programmierung von Datenbankstrukturen ist ein Aspekt der Archivierung, ein anderer der Aufbau von Datenbeständen. Um nutzbare Basisdaten digital zu erfassen, ist ein umfangreiches Qualitätsmanagement erforderlich. Nur wenn die digital archivierten Daten zuverlässig sind und nicht vor jeder Auswertung oder Weitergabe erneut geprüft werden müssen, ergibt sich mittelfristig eine Steigerung an Effektivität gegenüber einer analogen Datenhaltung. Die Qualitätssicherung umfasst verschiedene Bereiche, angefangen von organisatorischen Regelungen wie der eindeutigen Zuweisung von Zuständigkeiten für bestimmte Datenbankinhalte und der selektiven Vergabe von Schreibrechten, sowie einer möglichst genauen und wenig fehlerträchtigen Ermittlung von Koordinaten bis hin zu umfangreichen Plausibilitätsprüfungen bereits bei der Eingabe der Sachdaten.

5. Digitale Auswertemethoden

Die bei der hydrogeologischen Landesaufnahme beschriebenen hydrogeologischen Einheiten und Grundwasserkörper sind von ihrem Geometrietyp her Körper, die entsprechend dreidimensional betrachtet werden müssen. Eine zweidimensionale Sicht auf den Untergrund, die sich auf die Verhältnisse an der Erdoberfläche beschränkt, wird den Erfordernissen der Hydrogeologie letztlich nicht gerecht.

Da die Geometrien von Körpern derzeit nur mit erhöhtem Aufwand digital erfasst werden können, wird alternativ der Aufbau des Untergrunds in unterschiedlichen Projektionsebenen (im Grundriss, in Schnitten, an der Erdoberfläche, nach Abdeckung der Deckschichten oder in einem bestimmten Teufenniveau) dargestellt. Die räumlichen Lagerungsverhältnisse werden außerdem mittels Schichtlagerungsplänen der relevanten hydrogeologischen Grenzflächen (Basis und Deckfläche der jeweiligen hydrogeologischen Einheit) erfasst.

Informationstechnisch sind die Ergebnisse der Auswertung Themen, die die stetige oder diskrete räumliche Verbreitung einer Zielgröße zeigen. Solche Arbeiten, meist Regionalisierungen von punktförmigen Informationen, lassen sich besonders effektiv durchführen, wenn Geographische Informationssysteme (GIS) eingesetzt werden. Um eine Auswertung weitgehend automatisiert durchführen zu können, müssen intelligente Methoden entwickelt werden, in die Expertenwissen vielfältig eingebunden ist.

In einem Fachinformationssystem sind die Methoden in der s. g. Methodenbank hinterlegt. Während für die Bodenkunde bereits eine umfangreiche Methodensammlung vorliegt

(HENNING 1994), gibt es eine entsprechende Zusammenstellung für hydrogeologische Auswertemethoden bisher nicht.

Eine Methodendokumentation enthält Angaben zu Eingangsdaten, Verknüpfungsregeln, Zielgröße, Maßstabseignung und Einschränkungen (HENNING 1994). Der Ablauf einer Methode lässt sich in einem Ablaufdiagramm darstellen (Abb. 3).

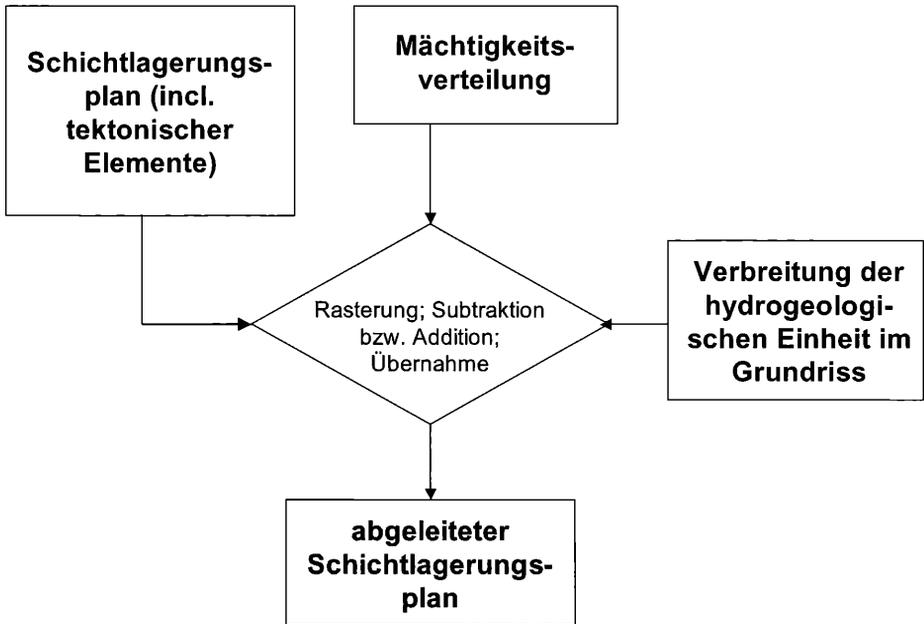


Abb. 3: Ablaufdiagramm für die Ermittlung der räumlichen Lage einer hydrogeologischen Grenzfläche auf der Basis eines bereits vorliegenden Schichtlagerungsplans und unter Nutzung einer vorhandenen Mächtigkeitsverteilung; Rechtecke hellgrau: Eingangsdaten, Raute: Verknüpfungsregel, Rechteck dunkelgrau: Ergebnis

Die Auswerteschritte der in Abb. 3 dargestellten Methode können weitgehend mittels GIS durchgeführt werden. Ausgangspunkt ist dabei die Umwandlung des bereits vorliegenden Isohypsenplans in ein Höhenraster (Abb. 4).

Für die weitere Auswertung wird die Mächtigkeit der Gesteinfolge zwischen der bereits modellierten und der gesuchten Schichtgrenze regionalisiert und gerastert. Die Mächtigkeiten werden von den Höhenniveaus der höheren Schichtgrenze subtrahiert (bzw. bei einer tiefergelegenen Schichtgrenze addiert; Abb. 5). Der resultierende Rasterplan lässt sich bei Bedarf wieder in einen Isolinenplan umwandeln. Zur Überprüfung auf Plausibilität ist abschließend ein Vergleich der Belegpunkte der gesuchten Schichtgrenze (Bohrungen, kartierte Ausbisshöhen) mit den Ergebnissen der Auswertung sowie ggf. eine manuelle Nachbearbeitung erforderlich.

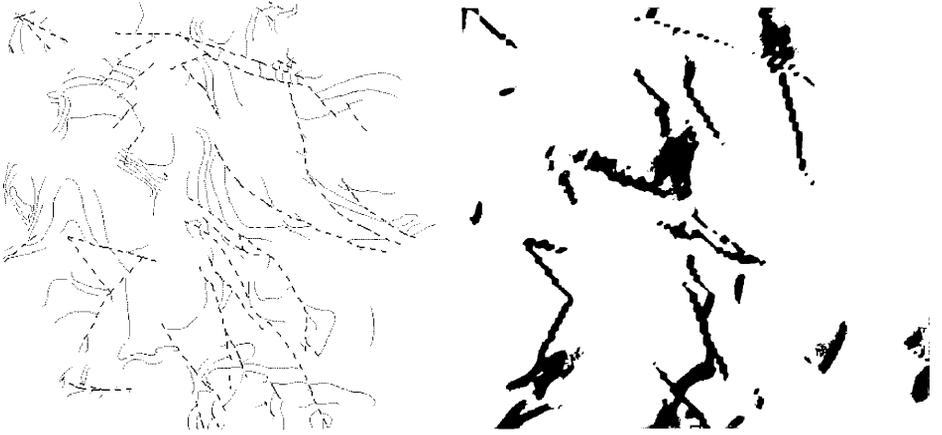


Abb. 4: Ausschnitt eines Isohypsenplans der Schichtgrenze Unterer Keuper/Oberer Muschelkalk (ku/mo) mit Isolinien und tektonischen Störungen sowie resultierendes Höhenraster, ermittelt mit Hilfe des Programms SURFER; Ergebnis der Hydrogeologischen Erkundung Taubertal (2003).

Zwei Aspekte, die bei der Auswertung stets zu berücksichtigen sind, sind Genauigkeit und Konsistenz des Ergebnisses. Während Fehler und Unsicherheiten möglichst quantifiziert werden sollten, können Inkonsistenzen weitgehend methodisch verhindert werden,

Bereits die Eingangsdaten der Methode enthalten Ungenauigkeiten, z. B. im o. g. Beispiel die Schichtgrenzen in den Bohrbeschreibungen oder der Ausgangsisohypsenplan. Entstehung und Fortpflanzung von Fehlern können jedoch auch im Zusammenhang mit der Anwendung der Auswertoperationen stehen (SBRESNY 1997).

Da eine Reihe von Themen wie Schichtlagerung, Ausbiss, Verbreitung im Grundriss und Schnitte nur unterschiedliche Sichten auf den räumlichen Untergrund sind, müssen sie untereinander und zu den Basisdaten widerspruchsfrei sein. Die Konsistenz zwischen Bohrinformationen, kartierten Ausbissgrenzen, Schichtlagerung und Mächtigkeit wird in dem hier beschriebenen Beispiel methodisch gewährleistet.

Für eine noch weitergehende Unterstützung der 3-dimensionalen Modellierung des hydrogeologischen Baus werden derzeit neue Programme entwickelt.

6. Themenkonzept

Die Informationen, die in einer hydrogeologischen Karte dargestellt sind, lassen sich in einzelne Themen separieren (Abb. 6, 7). Dabei enthält ein Thema die Größe oder Ausprägung der Zielgröße und direkt damit verknüpfte Sachverhalte. Zum Thema „Ausbiss hydrogeologischer Einheiten an der Erdoberfläche“ gehören z. B. sowohl die Verbreitungsflächen der einzelnen hydrogeologischen Einheiten, die Belegpunkte (Aufschlüsse) für die Konstruktion sowie die tektonischen Elemente. In Karten sind darüber hinaus weitere Themen enthalten, so. z. B. die Topographie.

Schichtgrenze ku/mo
Subtraktion der Mächtigkeit des mo
Schichtgrenze mo/mm

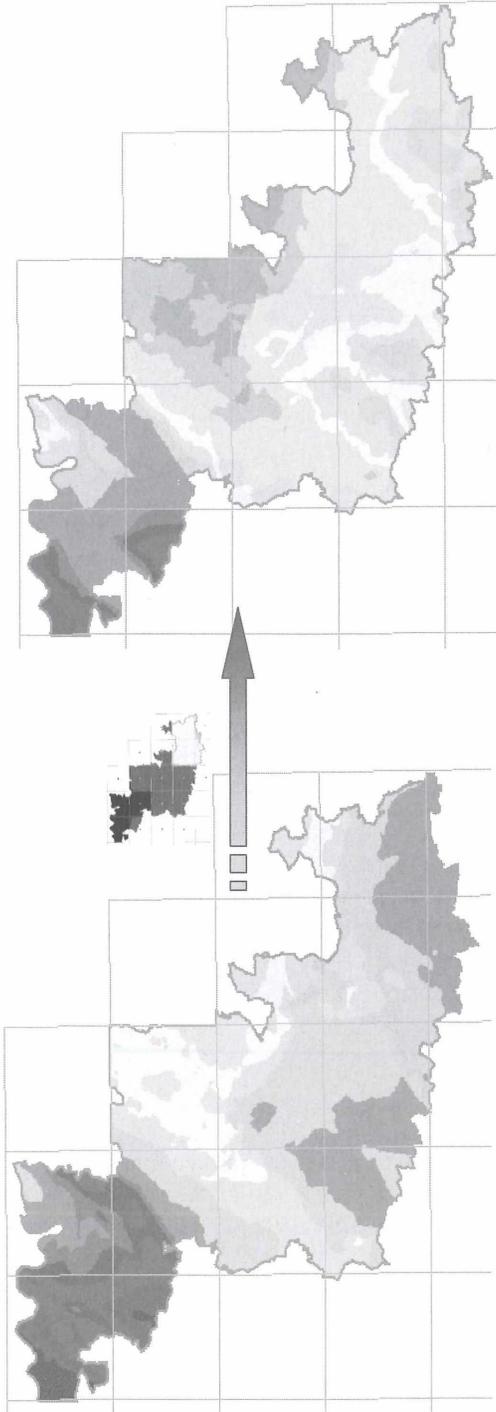


Abb. 5: Ermittlung der Schichtgrenze Oberer/Mittlerer Muschelkalk (mo/mm) durch Subtraktion der Mächtigkeit des Oberen Muschelkalks (mo) von dem vorliegenden Schichtlagerungsplan Unterkeuper/Oberer Muschelkalk (ku/mo); in Grautönen dargestellt: unterschiedliche Höhen- bzw. Mächtigkeitstufen. Ergebnis der Hydrogeologischen Erkundung Taubertal (2003).

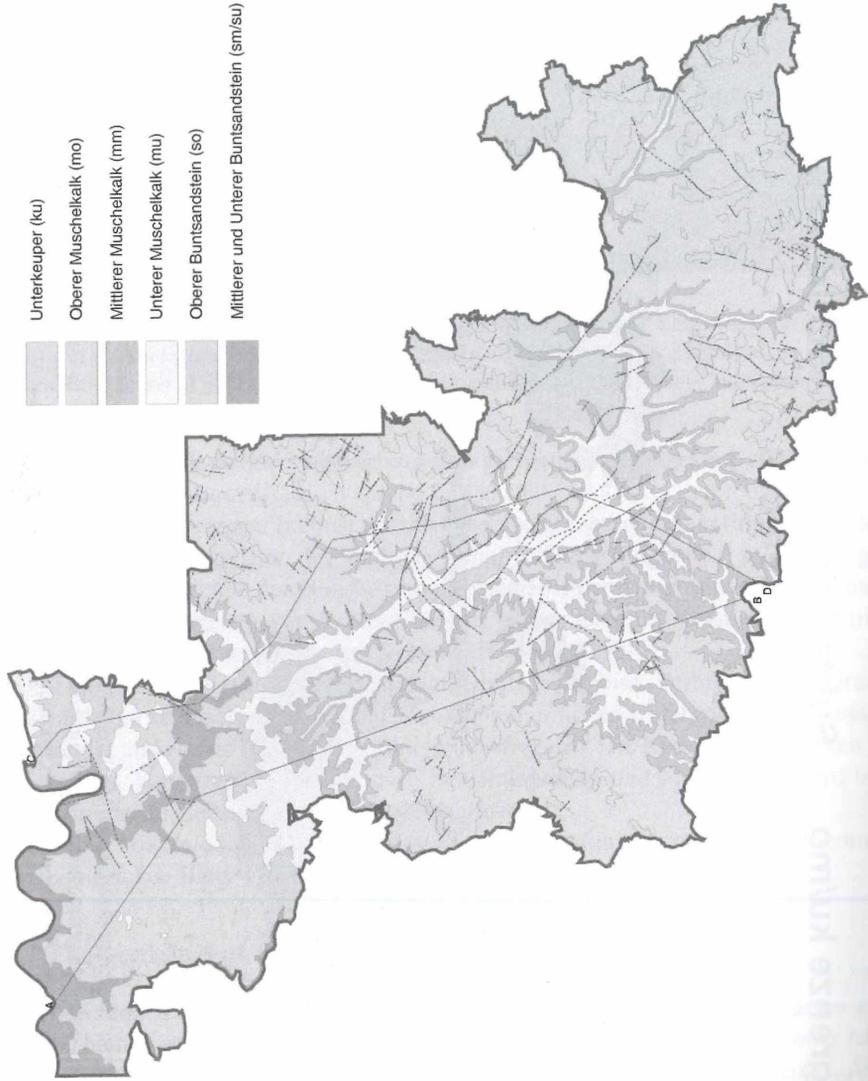


Abb. 6: Verbreitung der hydrogeologischen Festgesteins-Einheiten nach Abdeckung des Quartärs; Beispiel für ein Thema zum hydrogeologischen Bau (HYDROGEOLOGISCHE ERKUNDUNG TAUBERTAL 2003).



Abb. 7: Isohypsenplan der Grenzfläche Oberer/Mittlerer Muschelkalk; Beispiel für ein Thema zum hydrogeologischen Bau (HYDROGEOLOGISCHE ERKUNDUNG TAUBERTAL 2003).

Die einzelnen Themen werden nicht nur separat ermittelt, sondern auch archiviert. Damit stehen sie als Eingangsgrößen für weitergehende Auswertungen zur Verfügung.

Wie bei den Objekten und Versuchen können auch hier die Themen zu Themenarten zusammengefasst werden, wenn sie nach einer einheitlichen Vorschrift archiviert werden. Die Archivierung umfasst Metadaten sowie Angaben über Anzahl und Aufbau der zu einem Thema gehörenden Informationsebenen. So umfasst die Archivierung des Themas „Schichtlagerung“ Informationsebenen mit Isolinen, Belegpunkten und Störungen. Für die Elemente der Informationsebenen müssen wiederum die Attribute definiert werden, die zusätzlich zu den Geometrien archiviert werden sollen. Diese Konventionen sind u. a. im Hinblick auf eine spätere Aktualisierung der Themen und deren Verwendung in standardisierten Auswerterroutinen erforderlich.

Da bei einer Auswertung mittels GIS die Themen z. T. unmittelbar wieder für den nächsten Auswerteschritt als Eingangsdaten dienen, ergeben sich Themenhierarchien (Abb. 8), die bei der Bearbeitung im Hinblick auf eine effektive Kartierstrategie beachtet werden sollten.

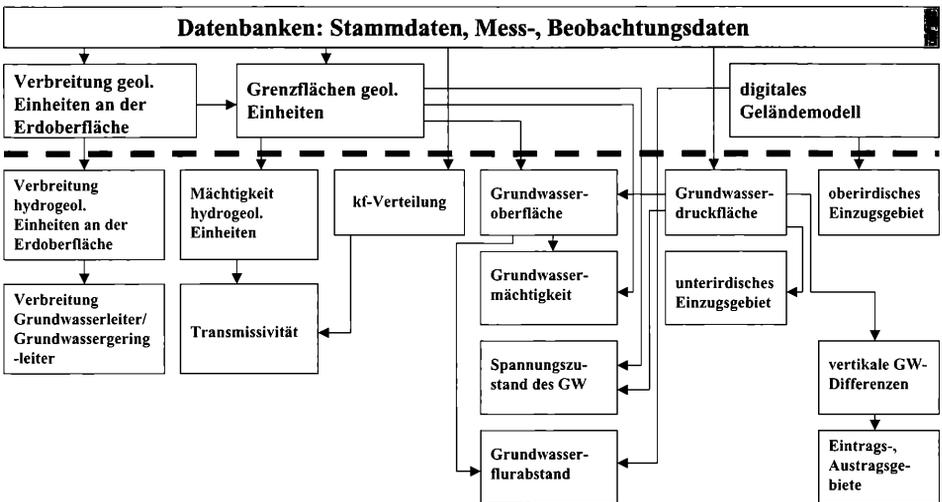


Abb. 8: Beispiel für Themenhierarchien in der hydrogeologischen Landesaufnahme. Dunkelgrau: Basisdaten, mittelgrau: Ausgangsthemen außerhalb des Fachbereichs, hellgrau: hydrogeologische Fachthemen; Reihenfolge der Bearbeitung durch Pfeile gekennzeichnet.

Die vielfältige Verknüpfung der Themen untereinander beschränkt sich nicht nur auf die Hydrogeologie, sondern umfasst alle Ergebnisse der geowissenschaftlichen Landesaufnahme. So gibt es geologische Themen, die Eingangsdaten für die Erstellung hydrogeologischer Themen sind (Abb. 8) und deshalb vor deren Bearbeitung vorliegen müssen, andererseits Themen, die von unterschiedlichen Fachrichtungen benötigt und erstellt werden (z. B.

Schichtlagerungskarten von Geologie, Hydrogeologie, Rohstoffgeologie und evtl. Ingenieurgeologie). Die Effizienz der Landesaufnahme kann deutlich gesteigert werden, wenn die einzelnen Themen von allen Fachbereichen nach einheitlichen Vorgaben bearbeitet werden und damit von allen verwendet werden können. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen, werden derzeit am Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg Strukturen für eine fachübergreifende Integrierte Geowissenschaftliche Landesaufnahme erarbeitet.

7. Produkte der Kartierung

Die Ausgabe der Kartiererergebnisse erfolgt traditionell in Kartenwerken, meist ergänzt durch Erläuterungshefte. Diese Form der Präsentation besitzt eine Reihe von Nachteilen: So ist der Informationsumfang, der in einer Karte dargestellt werden kann, vergleichsweise gering. Viele Erkenntnisse, die im Rahmen der Bearbeitung gewonnen werden, können deshalb nicht zur Verfügung gestellt werden. Ein weiterer Aspekt ist die geringe Flexibilität, da die Darstellung in Kartenform immer auf bestimmte Standardinhalte festgelegt ist. Schließlich sind Karten für eine digitale Weiterverarbeitung, z. B. in numerischen Grundwassermodellen, nicht geeignet.

Ein Fachinformationssystem bietet die Möglichkeit, Kartiererergebnisse flexibel und digital auszugeben.

So werden einerseits verschiedene Standardausgaben (Produktarten) definiert. Dafür können unterschiedliche Medien genutzt werden, so z. B. für die analoge Ausgabe gedruckte Karten oder Kartenwerke, für die Weitergabe digitaler Datensätze die CD-ROM/DVD oder das Internet (catalog server). Für die analogen und digitalen Produkte werden Standards definiert, u. a. Legenden, Karten-Layouts, Datenstrukturen digitaler Datensätze und die Benutzeroberfläche einer CD. Hinterlegt sind diese Informationen im Produktkatalog.

Andererseits bietet das Fachinformationssystem die Möglichkeit, Produkte problembezogen zu erzeugen:

Basisdaten können aus den Datenbanken nach unterschiedlichen Kriterien recherchiert und zusammengestellt werden.

Die Methoden der Methodenbank können genutzt und bei Bedarf modifiziert werden.

- Das Themenarchiv bietet die Möglichkeit, unterschiedliche Informationsebenen zu überlagern, zu verschneiden oder anders weiterzuverarbeiten.

Dem Produktkatalog lassen sich ggf. Standards für die Ausgabe entnehmen.

8. Schlussfolgerung

Die Umstellung der hydrogeologischen Landesaufnahme auf eine digitale Basis bietet eine Reihe von Vorteilen:

- Eine redundanzfreie Archivierung der Basisdaten in Datenbanken ist Voraussetzung für die Konsistenz der Kartiererergebnisse.

- Eine Dokumentation nach vorgegebenen Standards und mit genormter Nomenklatur gewährleistet vollständige und auswertbare Datensätze.

Eine digitale Datenhaltung ermöglicht eine schnelle und effiziente Recherche von Informationen.

- Die Verwendung von digitalen Methoden erlaubt die Quantifizierung von Ungenauigkeiten und hilft, Inkonsistenzen zu vermeiden.
- Die digitale Dokumentation der verwendeten Basisdaten und Methoden zusammen mit den Auswertergebnissen macht die Herleitung nachvollziehbar und ermöglicht eine Aktualisierung mit vergleichsweise geringem Aufwand.

Bei einer digitalen Weitergabe können viele der bei der Kartierung gewonnenen Informationen zugänglich gemacht werden.

- Die umfangreiche Dokumentation der Basisdaten und Auswertergebnisse ermöglicht flexibel problembezogene Auswertungen und Darstellungen.
- Die Automatisierung von sich ständig wiederholenden Auswerteschritten mittels digitaler Methoden erhöht die Effizienz der Bearbeitung.
- Nur digitale Kartiererergebnisse können für bestimmte Zwecke (z. B. als Eingangsparameter für numerische Grundwassermodelle) direkt weiterverarbeitet werden.

Den Vorteilen stehen auch einige Nachteile gegenüber:

- Der Aufwand zur Bereitstellung einer funktionierenden DV-Infrastruktur ist erheblich.

Aufbau und Pflege der digitalen Archive erfordert besonders zu Beginn große Investitionen.

- Der Aufbau der Datenbestände ist zeitaufwändig und nimmt einen wesentlich größeren Raum ein als bisher. Die Erfassung von Altdatenbeständen ist meist nur mit großen Anstrengungen möglich.

Trotz dieser Nachteile gibt es angesichts der vorgegebenen Rahmenbedingungen keine Alternative zu einer digitalen, fachübergreifend integrierten hydrogeologischen Landesaufnahme.

Eingang des Manuskripts: 23.06.2004

Angeführte Schriften

- AD-HOC-AG HYDROGEOLOGIE (1997): Hydrogeologische Kartieranleitung. Geol. Jb. G H. 2: 3 – 157, 15 Abb., 6. Tab., 10 Anl.; Hannover
- AG FIS HYDROGEOLOGIE (1994): Datenfeldkatalog für Punktdaten.- Ergebnisbericht der Fis-Arbeitsgruppe Hydrogeologie der Ad-Hoc-AG Hydrogeologie der Geologischen Landesämter: 11 S., 7 Anl.; Wiesbaden [unveröff.]
- DÖRHÖFER, V., HANNAPPEL, S. & VOIGT, H.-J. (2001): Die Hydrogeologische Übersichtskarte von Deutschland (HÜK 200). - Z. angew. Geol. 47: 153 – 159, 3 Abb.
- EU-WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik. – Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 327, 43. Jg.: 1 – 73, 10 Anl.;

- HENNINGS, V. (1994): Methodendokumentation Bodenkunde.- Geol. Jb. F 31: 5 – 242, 28 Abb., 123 Tab.,; Hannover
- HYDROGEOLOGISCHE ERKUNDUNG TAUBERTAL (2003): Hydrogeologische Erkundung Taubertal.- Mappe 2: 6 Karten, Erläuterungsheft; Freiburg i. Br [Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau]
- HYDROGEOLOGISCHE KARTE VON BADEN-WÜRTTEMBERG (1975): Dinkelberg-Hochrhein. – 7 Karten, Erläuterungen: 71 S., 1 Abb., 5 Tab.; Freiburg i. Br.
- MANHENKE, V., REUTTER, E., HÜBSCHMANN, M., LIMBERG, A., LÜCKSTÄDT, M., NOMMENSEN, B., PETERS, A., SCHLIMM, W., TAUGS, R. & VOIGT, H.-J. (2001): Hydrostratigrafische Gliederung des nord- und mitteldeutschen känozoischen Lockergesteinsgebietes. - Z. angew. Geol. 47: 146 – 152, 8 Abb., 1 Tab.
- SBRESNY, J. (1997): Fehlerquellen in Raumbezogenen Informationssystemen.- Geol. Jb. F 33: 3 – 132, 26 Abb., 7 Tab.; Hannover
- VETTER, M. (1995): Objektmodellierung.- Leitfäden der Informatik: 287 S.; Stuttgart [Teubner]

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [95](#)

Autor(en)/Author(s): Plum H., Armbruster V.

Artikel/Article: [Hydrogeologische Landesaufnahme: Vom Kartenwerk zum Fachinformationssystem 155-171](#)