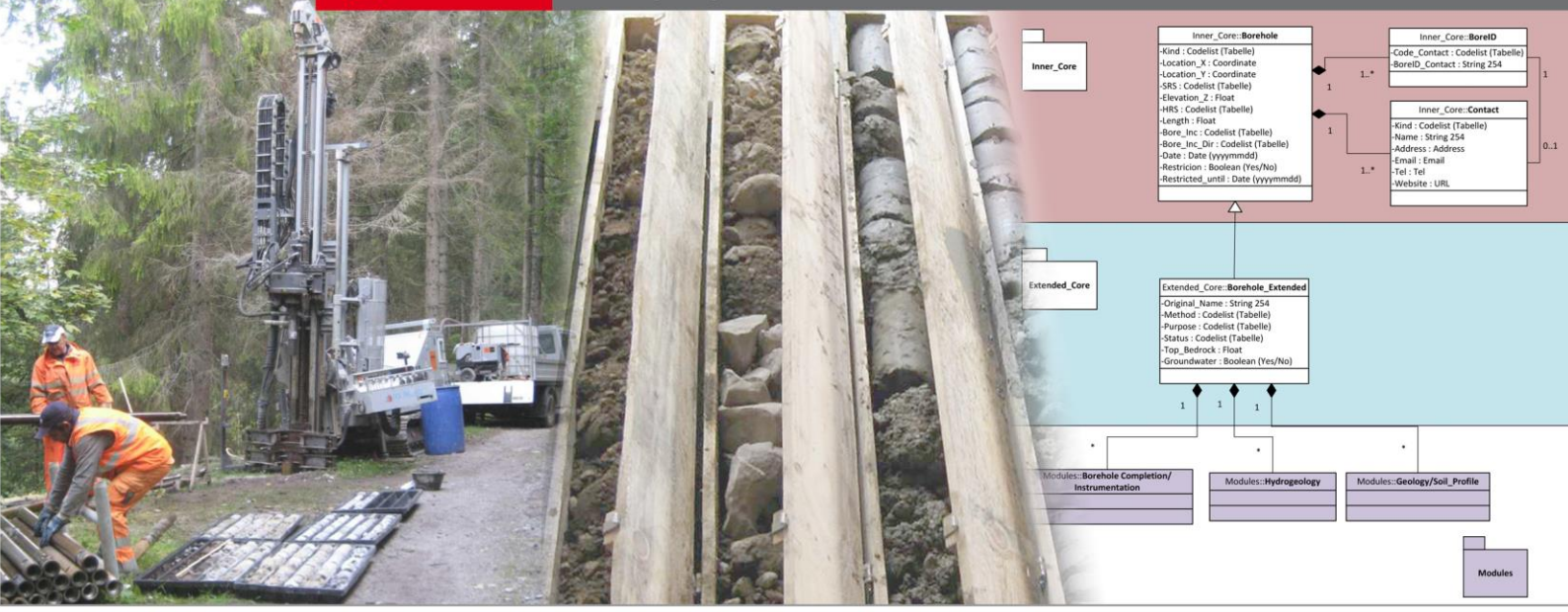


Datenmodell Bohrdaten

Beschreibung des Kernmodells mit Objektkatalog und UML-Modell Version 2.0

September 2014

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Seftigenstrasse 264, Postfach
CH-3084 Wabern
www.swisstopo.ch

Autoren

Sabine Brodhag	*Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Landesgeologie, Wabern*
Nils Oesterling	*Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Landesgeologie, Wabern*

Begleitgruppe extern

Hansruedi Aebli	*Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden, Chur*
Wilfried Albert	*NAGRA, Wettingen*
Werner Blüm	*Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich, Zürich*
Rafael Caduff	*Vertreter CHGEOL*
Silvio Giger	*NAGRA, Wettingen*
David Giorgis	*Etat de Vaud, Office de l'information sur le territoire, Lausanne*
Roger Heinz	*Amt für Umwelt und Energie des Kantons St.Gallen, St. Gallen*
Christian Isenschmid	*Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Bern*
Sabrina Serier	*Etat de Genève, Service de géologie, sols et déchets, Genève*
Michael Sinreich	*Bundesamt für Umwelt BAFU, Sektion Hydrogeologie, Ittigen*
Kurt Spälti	*IKGEO (Interkantonale Koordination in der Geoinformation), Luzern*
Stefan Wiesmeier	*Universität Basel, Abteilung Angewandte & Umweltgeologie / Kantonsgeologie Basel-Stadt, Basel*

Begleitgruppe intern

Daniel Gechter	*Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Landesgeologie, Wabern*
C. Salomè Michael	*Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Landesgeologie, Wabern*
Marcel Pfiffner	*Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Landesgeologie, Wabern*
Marianne Rohrbach-W.	*Bundesamt für Landestopografie swisstopo, KOGIS, Wabern*

Gutachter

Liste am Ende der Dokumentation

Vorbehalt

Dieses Dokument liegt auch in französischer, italienischer und englischer Sprache vor (2015). Bei Unstimmigkeiten in der Übersetzung ist im Zweifelsfall die deutsche Originalfassung massgebend.

Titelbild

Bohrgerät bei einer Bohrung und frische Bohrkerne (links), Bohrkern (Mitte) und Datenmodell Bohrdaten im UML-Format (rechts). Fotos: S. Brodhag

Zusammenfassung

Bohrdaten sind eine wichtige Informationsquelle zum Aufbau des Untergrundes. Sie entstehen durch Bohrungen und Sondierungen beispielsweise im Zusammenhang von Bauvorhaben, Prospektionen und Geothermie-Projekten. Für die analoge Aufnahme (Beschreibung des Bohrguts) und Darstellung (Erstellung eines Bohrprofils) bestehen bereits Normen (z. B. Schweizer Norm SN 640 034; Europäische Norm EN ISO 14688/14689), Vorgaben und Empfehlungen (z. B. durch kantonale Bewilligungsbehörden).

Im Zuge der effizienteren Verwaltung von Bohrdaten und der Bereitstellung für Projekte und Öffentlichkeit werden mehr und mehr Bohrdaten digitalisiert und in digitalen Datenbanken gespeichert. Für die *Strukturierung von digitalen Bohrdaten* bestehen jedoch bis jetzt keine schweizweit geltenden Standards oder Empfehlungen. Eine solche Empfehlung für die Strukturierung digitaler Bohrdaten ist das vorliegende «*Datenmodell Bohrdaten*».

Abgrenzung

Die vorliegende Dokumentation «Datenmodell Bohrdaten» beschreibt generell alle *Bohrungen, Sondierungen und Aufschlüsse*, die künstlich – also durch menschliche Tätigkeit – entstanden sind und eine eindimensionale (linienförmige) Darstellung des Untergrundes, die sich auf einen einzigen Punkt an der Oberfläche bezieht, wiedergeben. Natürlich entstandene Aufschlüsse und zweidimensionale Profile werden nicht beschrieben. Das Datenmodell bezieht sich auf Bohrdaten, die nach dem Erscheinen der vorliegenden Dokumentation digital entstehen. Die Nachbearbeitung (*Rückerfassung*) von älteren oder bereits digitalisierten Daten kann zu Sonderfällen führen, die nicht allen Voraussetzungen des Datenmodells entsprechen (z. B. unvollständige Angaben). Genaue Ausführungen und Erklärungen sind der nachfolgenden Dokumentation zu entnehmen.

Ein Datenmodell strukturiert, harmonisiert und generalisiert Daten und deren Eigenschaften. Ein *minimales Datenmodell* beschreibt das Minimum eines Datensatzes, der für einen bestimmten Zweck relevant ist und damit zwingend vorhanden sein muss. Das vorliegende Datenmodell beschreibt, welche Daten notwendig sind, um eine Bohrung im Minimum digital zu beschreiben, so dass ein sinnvoller und effektiver digitaler Austausch von Bohrdaten stattfinden kann. In diesem Sinne werden nur realisierte Bohrungen / Sondierungen behandelt – ursprünglich geplante, aber nicht realisierte Bohrungen liefern kaum austauschwürdige Datensätze; und geheime Bohrdaten gehen aufgrund ihres Status nicht in den Austausch. Das vorliegende Datenmodell ist zudem ein *konzeptuelles Datenmodell*, d. h. das Datenmodell beschreibt *keine Datenbank* – es ist aber eine wichtige Grundlage für den Aufbau einer Datenbank, die die im Datenmodell empfohlenen Informationen speichert.

Beispiele

Eine UML-Darstellung des Datenmodells ist in Anhang A zu finden. Konkrete Beispiele anhand einer fiktiven Beispielbohrung liefern die Anhänge B und C. In Anhang B sind die Daten nach ihrer «Zugehörigkeit» zum Inneren oder Erweiterten Kern oder zu den Module koloriert. In Anhang C sind die Attribut-Werte mit den konkreten Daten des Musterbohrprofils belegt.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung, Abgrenzung, Beispiele i

I DOKUMENTATION 1

1 Definitionen zu den Themenbereichen «Bohrungen» und «Datenmodellierung» 1
1.1 Themenbereich «Bohrungen» 1
1.2 Themenbereich «Datenmodellierung» 2
1.3 Begriffsverwendung in dieser Dokumentation 5

2 Die Nutzung von Bohrdaten 6
2.1 Entstehung von Bohrdaten 6
2.2 IST-Zustand 7

3 Gemeinsames Datenmodell Bohrdaten 9
3.1 Ziele 9
3.2 Nutzen und Vorteile eines Datenmodells Bohrdaten 10
3.3 Nicht-Ziele 11
3.4 Rechtliche Nutzungsbeschränkungen 11

4 Aufbau des Datenmodells Bohrdaten 12
4.1 Entwicklung durch Arbeitsgruppe 12
4.2 Datengruppen 12
4.3 Struktur des Datenmodells Bohrdaten 14

5 Lesehilfe für die thematische Beschreibung 15
6 Referenzen 16

II OBJEKTKATALOG 19

1 Thema Inner Core 19
1.1 Klasse Borehole 20
1.2 Klasse Contact 27
1.3 Klasse BoreID 30

2 Thema Extended Core 32
2.1 Klasse Borehole_Extended 32

3 Thema Modules 35
3.1 Prioritäre Modul-Klassen 35
3.2 Weitere Modul-Klassen 36

III ANHANG 37

Anhang A: Darstellung des Datenmodells Bohrdaten im UML-Format 37
Anhang B: Musterbohrprofil koloriert nach Datenmodell-Themen 38
Anhang C: Beispiel-Datenmodell anhand Bohrdaten 39
Anhang D: Auszug aus der Landesgeologieverordnung 41
Anhang E: Liste der externen Gutachter 42

I DOKUMENTATION

1 Definitionen zu den Themenbereichen «Bohrungen» und «Datenmodellierung»

1.1 Themenbereich «Bohrungen»

1.1.1 Definition Bohrung – Sondierung – Aufschluss

Grundsätzlich gibt es keinen zusammenfassenden Oberbegriff für die verschiedenen Untersuchungsmethoden und Informationsquellen des geologischen Untergrundes. Die Begriffe Bohrung und Sondierung oder auch Aufschluss gehen teilweise ineinander über, decken aber jeweils nur einen Teilbereich der Untersuchungsmethoden ab. Im Lexikon der Geowissenschaften [1] werden die drei Begriffe wie folgt definiert:

- ***Bohrung:*** *Herstellung eines Gesteinshohlraums mit rundem Querschnitt (Bohrloch) zur Erkundung oder Untersuchung der Untergrundverhältnisse (Aufschlussbohrung), von Lagerstätten nutzbarer Stoffe (Produktionsbohrung, Brunnenbohrung) oder zur Herstellung einer Wegsamkeit (Schachtbohrung, Tunnelbohrung). [...]*
- ***Sondierung:*** *1) Angewandte Geologie: Feldversuch zur Bestimmung der Festigkeits- und Verformungseigenschaften von Böden. [...] Man unterscheidet zwischen dynamischer Sondierung und statischer Sondierung. Zum ersten Typ gehört die Rammsondierung. [...] Zum zweiten Typ gehört die Drucksondierung. [...] 2) Geophysik: ermittelt physikalische Parameter oder geophysikalische Feldwerte als Funktion der Tiefe. Geophysikalische Messungen in einem Bohrloch, aber auch elektrische Widerstandssondierungen und Reflexionsmessungen müssen als Sondierung betrachtet werden.*
- ***Aufschluss:*** *Stelle im Gelände, an der ein Gestein unverhüllt zutage tritt. Aufschlüsse können durch natürliche geologische Prozesse wie beispielsweise Abtragung (Steilufer, Schichtstufen, etc.) oder menschliche Tätigkeit (Bau-, Sand- und Kiesgruben, Bergbau, Strasseneinschnitte, Schurfgräben, etc.) entstehen.*

1.1.2 Einschränkungen

Die Bezeichnung ***Bohrung*** und ihre Bedeutung wird in dieser Dokumentation so übernommen wie oben definiert wurde. Bohrungen können einfache, nicht weiter ausgebaute Bohrungen sein oder aber mit zusätzlichen Ausbauten verschiedener Art wie z.B. Vollrohre, Filterrohre, etc. versehen sein. Darüber hinaus können auch Instrumentierungen im Bohrloch vorhanden sein (z.B. diverse Messgeräte, Pumpen, etc.).

Der Begriff ***Sondierung*** wird auf Punkt 1) der obigen Definition beschränkt, und zwar auf alle Sondierungen die eine Art Hohlraum im Untergrund hinterlassen, wie z.B. Ramm-, Druck- oder Handsondierungen. Geophysikalische Sondiermethoden (Punkt 2) werden nicht mit dem Datenmodell Bohrdaten abgebildet. *Geophysikalische Messungen innerhalb eines Bohrlochs* werden jedoch in einem geplanten Modul des Datenmodells Bohrdaten strukturiert.

Das Wort ***Aufschluss*** wird für das «Datenmodell Bohrdaten» sehr eng eingegrenzt verwendet: Es beinhaltet hier nur künstliche, also durch menschliche Tätigkeit entstandene Aufschlüsse, die zudem nur eine eindimensionale Information (linienförmig analog zu einer Bohrung) über den Untergrund liefern. Dies ist z.B. bei Baggerschlitzen der Fall. Zweidimensionale Profile, wie sie entlang von Strassen, Steinbrüchen, Kiesgruben, etc. vorhanden sind, werden im Datenmodell Bohrdaten nicht berücksichtigt.

1.2 Themenbereich «Datenmodellierung»

1.2.1 Definition des Begriffs «Datenmodell»

Ein *Modell* beschreibt ein Abbild der meist sehr komplexen Realität [2]. Dieses Abbild ist – je nach Komplexität der Realität – generalisiert und idealisiert, um es überhaupt darstellen zu können. So ist z.B. ein aufgenommenes und auf Papier erstelltes Bohrprofil ein nach einem Modell (z. B. Normen, Standards, Richtlinien, aber auch die Vorlage des Büros) abgeleitetes Abbild der Informationen, die aus einer Bohrung gewonnenen wurden (vgl. Abb. 1).

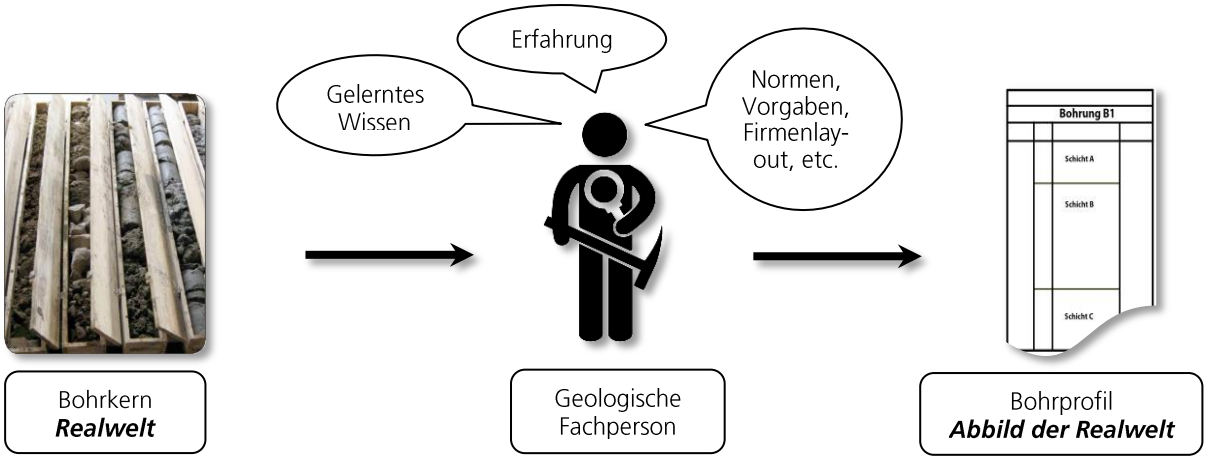


Abbildung 1: Die Realwelt (der Bohrkern) wird über die geologische Fachperson in ein Abbild der Realwelt (Bohrprofil) «übersetzt».

Diese Generalisierung und Idealisierung kann erreicht werden, indem die komplexen Informationen der realen Welt in einfachere Segmente zerlegt und / oder Segmente mit gleicher Information zusammengefasst werden. Ein *Datenmodell* ist die Definition der Struktur der Daten eines Anwendungsbereichs der realen Welt, so definiert beispielsweise ein Datenmodell für Bohrdaten diejenigen Daten, die von Bohrungen stammen (vgl. Abb. 2).

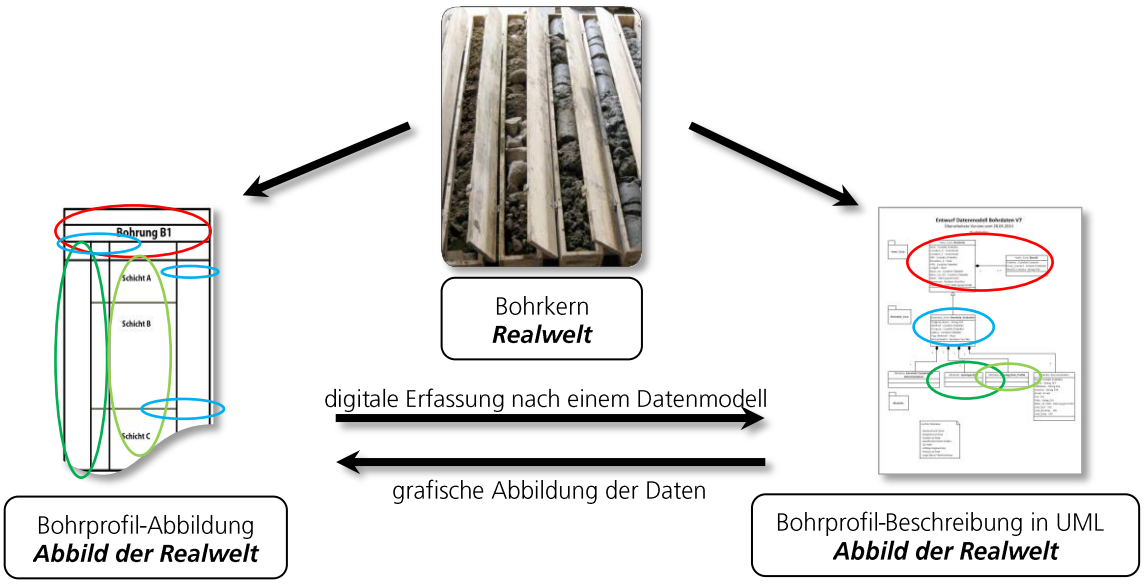


Abbildung 2: Der Bohrkern kann als Bohrprofil-Abbildung dargestellt werden (links; vgl. Anhang B) oder über ein Datenmodell als Bohrprofil-Beschreibung z.B. im UML-Format (rechts, vgl. Anhang A, siehe auch 1.2.2). Die Bohrprofil-Abbildung kann aber auch aus der Datenmodell-Beschreibung generiert werden oder umgekehrt.

Ein konzeptuelles Datenmodell [3] zeichnet sich dadurch aus, dass es *systemunabhängig* modelliert ist – physische Implementierungen, also die technische Umsetzung in einem Database Management System (DBMS), sind in diesem Stadium nicht vorhanden. Es geht zunächst nur darum, die Informationssegmente und ihre Abhängigkeiten untereinander zu identifizieren und verständlich zu formalisieren. Neben dem oben beschriebenen konzeptuellen Datenmodell gibt es noch weitere Modelle (logische, physische), auf die hier nicht weiter eingegangen wird. *Die vorliegende Dokumentation beinhaltet ein konzeptuelles Datenmodell.*

1.2.2 Verwendete Modellierungssprachen

Für eine Datenmodellierung kann eine formale oder eine informale Sprache verwendet werden (Abb. 3). Der *Objektkatalog* (Abb. 3b) ist die informale Beschreibung des Datenmodells in Textform [4]. In ihm sind die Informationssegmente in Klassen eingeteilt, die ebenso wie die Attribute und Datentypen tabellarisch in hierarchischer Reihenfolge aufgelistet sind. Die Definitionen und die Beziehungen der Klassen, Attribute und Datentypen zueinander sind ebenfalls im Objektkatalog in informaler Sprache beschrieben.

Ein konzeptuelles Datenmodell in formaler Sprache kann sowohl in grafischer als auch in Textform beschrieben werden. Die Struktur des Datenmodells und die Eigenschaften sowie die Abhängigkeiten der Klassen untereinander lassen sich visuell z.B. mit der Sprache *UML* (Unified Modeling Language, [5], Abb. 3d) darstellen. Eine formale Beschreibung eines Datenmodells in Textform ist mit der Beschreibungssprache *INTERLIS* [6] umsetzbar (Abb. 3c). Beide Formen sind systemunabhängig anwendbar.

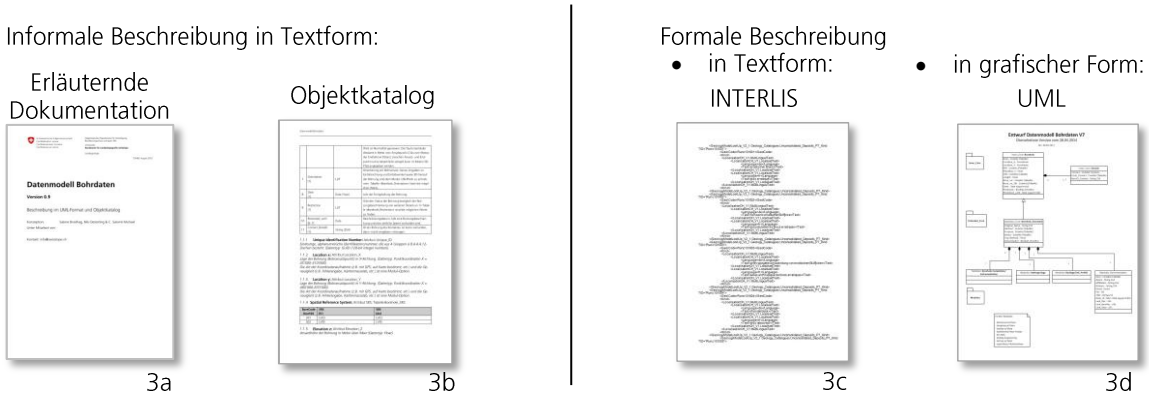


Abbildung 3a-d: Die vorliegende Dokumentation besteht aus einem erläuterndem Teil (3a), dem Objektkatalog (3b) und einer formalen Beschreibung in INTERLIS (3c; in Arbeit) und UML (3d).

Diese Dokumentation folgt den Empfehlungen des Bundes hinsichtlich der Entwicklung von «minimalen Geodatenmodellen» [4]. Es liegen daher neben der Dokumentation, ein Objektkatalog und ein UML -2-Klassendiagramm vor. Eine INTERLIS -2.3-Beschreibung ([7] und [8] ist zum jetzigen Zeitpunkt in Arbeit. Der Aufbau des Objektkatalogs ist in der «Anleitung und Empfehlung zur Erarbeitung der minimalen Geodatenmodelle» der IKGEO [9] beschrieben.

Der Objektkatalog, das UML-Klassendiagramm und die INTERLIS-Modellierung dieser Dokumentation beschreiben alle drei den gleichen Inhalt (Abb. 3), nur auf unterschiedliche Weise. Des Weiteren ist das Datenmodell gemäss dem Basismodell des Bundes aufgebaut [10].

1.2.3 Definition des Begriffs «Datenmodell Bohrdaten»

Bezogen auf die unter Teil I, Kap. 1.2.1 gegebene Definition, entsprechen alle Daten, die zu einer Bohrung gehören, dem abzubildenden Ausschnitt einer Bohrung in der Realität. Dieser Ausschnitt wird aus der Sicht der Anwender von Bohrdaten betrachtet. Das «Datenmodell Bohrdaten» beschreibt somit alle in der Realität vorkommenden und für den Nutzer von Bohrdaten relevanten Strukturen, Eigenschaften und Beziehungen einer Bohrung.

1.2.4 Definition des Begriffs «Thema»

Ein Thema gruppiert alle Klassen (siehe Teil I, Kap. 1.2.5), die einen bestimmten sachlichen Teil der Realwelt beschreiben. Im Datenmodell Bohrdaten sind folgende drei Themen vorhanden:

Inner Core, Extended Core und Modules.

1.2.5 Definition des Begriffs «Klasse»

Eine Klasse ist die Menge aller Objektarten, die dieselben Attribute, Eigenschaften und Beziehungen teilen [2].

Beispiel: Borehole_Extended_Data

1.2.6 Definition des Begriffs «Attribut»

Ein Attribut stellt eine bestimmte Eigenschaft einer Klasse dar. Meist sind mehrere Attribute in einer Klasse vorhanden.

Beispiel: Kind

1.2.7 Definition des Begriffs «Wertetabelle»

Eine Wertetabelle (Codelist) ist eine Aufzählung von allen zulässigen Werten, die ein Attribut annehmen kann [2].

Beispiel: Wertetabelle des Attributs Bore_Type:
- *Gekernt (z.B. Kernbohrung)*
- *Destruktiv gekernt(z.B. Spülbohrung)*
- *Gerammt (z.B. Rammsondierung), etc.*

1.2.8 Definition des Begriffs «Datentyp»

Der Datentyp eines Attributs definiert, welcher Art es angehört und welchen Wertebereich es umfasst.

Beispiele: Ganze Zahlen (Short / Long Integer); Gleitkommazahlen (Float), Zeichenketten (String (254)), Aufzählungstypen (Codelist, Boolean)

1.2.9 Definition des Begriffs «Kardinalität»

Die Kardinalität definiert die minimale und maximale Anzahl erlaubter Attributwerte, die vergeben werden können [Min..Max]. Besteht die Kardinalität nicht aus einem Bereich zulässiger Wertigkeit (z.B. [1] oder [5]), ist das Minimum gleich dem Maximum. Wird anstelle des Maximalwerts ein Stern gesetzt (z.B. [0..*]), gibt es keine obere Grenze für die erlaubte Anzahl Attributwerte.

Die Beziehungen zwischen Klassen weisen ebenfalls Kardinalitäten auf. So kann z.B. eine Bohrung (Objekt der Klasse Borehole) eine bis unendlich viele Identifikationsnummern (ID) aufweisen. Hingegen identifiziert eine ID nur eine ganz bestimmte Bohrung.

Beispiel: Attribut Purpose [1..] (d.h. eine Bohrung wurde zu mindestens einem Zweck erstellt, mehrere andere Zwecke sind aber auch möglich).*

1.3 Begriffsverwendung in dieser Dokumentation

Da einerseits die Aufzählung der drei Untersuchungsmethoden Bohrung, Sondierung und Aufschluss (siehe Definition Teil I, Kap. 1.1) zwar korrekt aber umständlich ist, wird für einen leichteren sprachlichen Umgang im vorliegenden Dokument die Benennung auf den Begriff ***Bohrung*** reduziert. Damit soll andererseits auch der *Fokus auf die Bohrungen* gelegt werden, da sie den Hauptbestandteil der real existierenden Daten ausmachen. Das Datenmodell und die Daten selbst werden mit dem Begriff ***Bohrdatenmodell*** und ***Bohrdaten*** bezeichnet – Aufschlussdaten und Sondierungsdaten sind jedoch mit einbegriffen. Die Reduzierung auf die Begriffe Bohrungen und Bohrdaten hat sich zudem im deutschsprachigen Gebrauch vielfach etabliert.

Im englischen Sprachgebrauch werden die Begriffe *borehole, wellbore* und *drill hole* synonym für Bohrung verwendet (vgl. [11] und [12]; siehe auch Tabelle 1). Der englische Begriff *sounding* bezieht sich – wie im Deutschen – sowohl auf Rammsondierungen, als auch auf geophysikalische Sondierungen gemäss Definition Lexikon der Geowissenschaften [1]. Das Wort Aufschluss kann direkt mit dem englischen Begriff *outcrop* übersetzt werden. Analog zur Verwendung der deutschsprachigen Begriffe Bohrung und Bohrdaten werden deshalb im Nachfolgenden die englischen Begriffe ***borehole*** und ***borehole data*** verwendet. Die möglichen Attributwerte (Teil I, Kap. 1.2.6) werden schliesslich zum einfacheren Verständnis für den Nutzer auf Deutsch und Französisch geführt.

Tabelle 1: Die verschiedenen Bezeichnungen und ihre Übersetzungen. In fetter Schriftart sind die Hauptbezeichnungen in den verschiedenen Übersetzungen des Datenmodells Bohrdaten hervorgehoben.

English	Deutsch	Français	Italiano
borehole wellbore drill hole	**Bohrung**	**forage**	perforazione
sounding	Sondierung	sondage	**sondaggio**
outcrop	Aufschluss	affleurement	affioramento
borehole data	Bohrdaten	données de forages	dati di sondaggio
borehole data model	Bohrdatenmodell	modèle de données de forages	modello di dati di sondaggio

Die Grundstruktur im Objektkatalog des Datenmodells Bohrdaten sowie das UML-Klassendiagramm werden zur einfachen Pflege in englischer Sprache geführt (Themen-, Klassen- und Attributnamen; siehe Teil I, Kap. 1.2 und Anhang C). Damit hält sich die vorliegende Dokumentation an die Empfehlungen des Bundes [4]. Die Mehrsprachigkeit des Dokumentationstextes und der Attribute (Deutsch und Französisch) folgt ebenfalls den genannten Empfehlungen des Bundes, darüber hinaus sind die selben Textinhalte auch in italienischer und englischer Sprache vorhanden.

Der Attributwert «Bohrung» wird demnach wie folgt verwendet:

Inner_Core (Thema)
- Borehole (Klasse)
  - Kind (Attributname); Datentyp: Codelist
    - Bohrung (Attributwert; dt. Version)
    - Forage (Attributwert; franz. Version)
    - Sondaggio (Attributwert; ital. Version)
    - Borehole (Attributwert, engl. Version)

2 Die Nutzung von Bohrdaten

2.1 Entstehung von Bohrdaten

Bohrdaten stellen eine der wichtigsten Informationsquellen zur Kenntnis des Aufbaus und der Charakteristik des geologischen Untergrundes dar. Kernbohrungen bieten sogar einen quasi-direkten und vergleichsweise unverfälschten Einblick in den durchbohrten Untergrund. Die Begriffe «geologischer Untergrund», «geologische Informationen» und «Nutzung des geologischen Untergrundes» sind in der Landesgeologieverordnung [13] definiert (siehe auch Anhang D).

Im Zusammenhang mit folgenden Themen werden Bohrdaten erzeugt:

- Geotechnik: Erstellung neuer Bauwerke, Sanierung von Bauwerken (z.B. Vorerkundungen / -abklärungen, Baugrund, Hangsicherung, Strassen-, Schienen- und Tunnelbauten, etc.)
- Altlasten: Abklärungen, Sanierungen. (z. B. Deponien, Schiessplätze, Unfallstandorte, etc.)
- Geothermie (z. B. Erdwärmesonden, Grundwasser-Wärmenutzungsanlagen zu Heiz- und Kühlzwecken, etc.)
- Hydrogeologie (z. B. Versickerungsanlagen, Grundwasserprospektion, Mineral- und Thermalwasser-Prospektion, Quell- und Grundwasserfassungen etc.)
- Rohstoffprospektion und -abbau (z. B. Steine und Erden, Erdöl, Erdgas, etc.)
- Forschung

Dabei werden von Bohrung zu Bohrung, aber auch innerhalb eines Bohrvorgangs, verschiedene Bohrverfahren (Kernbohrung, Meisselbohrung, Rammbohrung, etc.) angewandt, die sowohl durch die Bohrmethode (gekernt, destruktiv gekernt, gerammt, etc.) als auch durch die Bohrtiefe qualitativ sehr unterschiedliche Einblicke in den Untergrund bieten. Die Qualität der darauf basierenden Bohrdaten ist zudem von der Weiterverarbeitung der Daten (z. B. Interpretation, Ansprache der Daten aufgrund des Verwendungszwecks, etc.) stark abhängig.

Initiiert werden Bohrdaten aus oben genannten Gründen und Zwecken durch einen Auftraggeber (Privatpersonen, Firmen, öffentliche Träger). Die Bohrungen müssen vor Bohrbeginn durch eine Behörde bewilligt werden und werden dann – je nach Auflagen der Behörde – mehr (z.B. spezielle Grundwasser- oder Gasvorkommen) oder weniger eng von einer Fachperson (Geologe, Fachbüro, Institution, etc.) geologisch begleitet (z.B. Kantone Basel-Landschaft [14], Bern [15]). Die Ausführung einer Bohrung erfolgt durch eine Bohrfirma. Durch den ausführenden Bohrmeister wird in der Regel ein kurzes Bohrprotokoll (keine geologische Ansprache der angetroffenen Schichten) erstellt. Die Erstellung und Abgabe des Bohrprotokolls ist in einigen Kantonen Pflicht (z. B. Kanton Graubünden (für Wärmepumpen und Erdwärmesonden, [16]), Kanton Thurgau [17]) . Die geologische Aufnahme der angetroffenen Verhältnisse und deren Interpretation sowie die Erstellung des grafischen Bohrprofils erfolgt über eine Fachperson (Geologe).

Die aus einer Bohrung gewonnenen Daten und deren Interpretation werden durch die Fachperson in einem Bericht mit einer grafischen oder tabellarischen Repräsentation – dem Bohrprofil – dokumentiert und dem Auftraggeber abgegeben. Zusätzlich verlangen in der Zwischenzeit mehr und mehr Bewilligungsbehörden oder zuständige kantonale Fachstellen eine Dokumentation der Bohrung. Dies wird über Weisungen (z.B. Kantone Basel-Stadt [18], Graubünden [16]) oder gesetzlichen Verankerungen (z.B. Kanton Waadt [19] und [20]) geregelt. Die geforderte Dokumentation der Bohrung kann dabei aus dem Bohrprofil alleine oder dem ganzen Bericht inklusive Bohrprofil bestehen.

Das beteiligte geologische Fachbüro archiviert in der Regel seine Bohrdaten ebenfalls (als Bericht und / oder Bohrprofil) als Wissensgrundlage für zukünftige Aufträge und Abklärungen. Eine weitere Sammlung und Ablage findet teilweise bei der Geologischen Informationsstelle des Bundes statt (swisstopo / Landesgeologie, [21]). Meistens sammelt auch die beteiligte Bohrfirma die Daten zwecks Vorabklärungen und Planung des Bohrablaufs weiterer Bohrungen in nächster Umgebung (z.B. bei Erdwärmesonden).

2.2 IST-Zustand

Richtlinien für die geologische Aufnahme und Darstellung von Bohrungen in Berichten werden in der Schweiz durch Normen (z.B. SN 640034 [22], SN EN ISO 670004 [23], 670006-1 [24]) gegeben und minimale Angaben wie z.B. Lage, Ausführungsdatum, Bohrzweck, Bohrfirma, etc. teilweise von den Bewilligungsbehörden vorgeschrieben (Kantone Bern [15], Waadt [19], etc.) oder auch als beispielhafte Muster-Bohrprofile präsentiert (z.B. Kanton Basel-Landschaft [25]). Formale Aspekte wie die Gestaltung der Bohrprofile und die darin enthaltenen Informationen, die über den in den Normen definierten Rahmen hinausreichen, führen zu *unterschiedlichen Darstellungsansätzen*, die in Abbildung 4 durch unterschiedliche Farben symbolisiert sind.

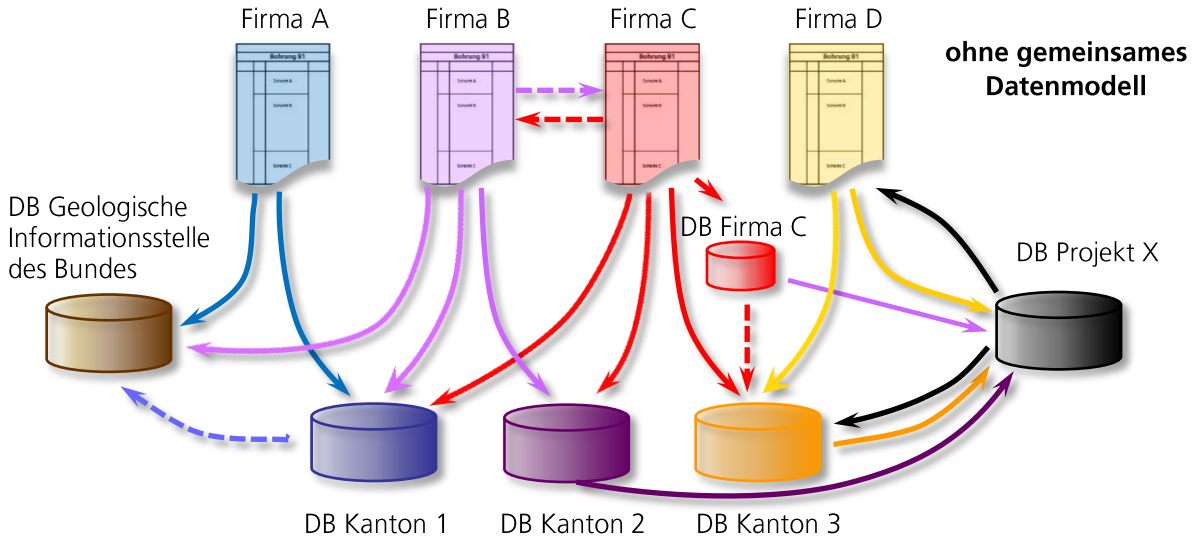


Abbildung 4: Aktueller Stand des Bohrdaten-Austausches ohne gemeinsames Datenmodell. Darstellung der Hauptdatenflüsse (durchgezogene Pfeile) und eine Auswahl weiterer möglicher Datenflüsse (gestrichelte Pfeile). Detaillierte Erläuterungen siehe Text.

In Abbildung 4 ist beispielhaft dargestellt, wie der momentane Austausch von Bohrdaten stattfindet: Die Firmen A bis D nehmen Bohrprofile im individuellen Stil ihrer Firma auf (Stil blau, violett, rot, gelb). Sie speichern die Daten entweder in einer eigenen Datenbank (DB Firma C) oder legen sie in Papierform ab (alle) und leiten sie an die kantonalen Bewilligungsbehörden (kurz: Kanton) 1 bis 3 weiter. Diese erfassen die Bohrprofile auf ihren Kantonsgebieten in ihren Datenbanken (DB Kanton) und/oder legen sie in Papierform ab. Gibt ein Kanton kein eigenes Datenmodell vor, so erhält er die Bohrdaten im jeweiligen Stil der Firma. Dadurch sind die erhaltenen Datensätze beim Kanton nicht immer einheitlich (Beispiel: Firma A gibt niemals die Ansatzhöhe der Bohrung an, Firma B gibt sie an).

Die Kantone können wiederum auf Basis der erhaltenen Daten den Firmen Auskunft geben (dieser Fluss ist aufgrund der Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet). Die Firmen tauschen eventuell auch untereinander Informationen aus (Firma B und C: gestrichelte Pfeile). Die Geologische In-

formationsstelle des Bundes (braun) sammelt ebenfalls Daten – hauptsächlich von Firmen, aber auch von Kantonen und Hochschulen. Ein unabhängiges Projekt X sammelt ebenfalls Daten von Kantonen und Firmen in Abhängigkeit des Projektauftrages (z.B. eine interkantonale Sammlung. Je nach Vereinbarung werden die verarbeiteten (und möglicherweise erweiterten) Daten dann wieder zurückgegeben (schwarze Pfeile).

Da die Form der digitalen Beschreibung der Bohrdaten bisher nicht standardisiert ist, führt dies bei der Speicherung von Bohrdaten zu *unterschiedlichen Lösungsansätzen*. Die Struktur der einzelnen bestehenden digitalen Bohrdatensammlungen ist daher weder auf Stufe der Erfasser noch auf Stufe der Behörden einheitlich

Des Weiteren werden die Daten in unterschiedlichen Systemen (z.B. Excel-Tabellen, Access-Datenbanken, spezialisierte Datenbanken) gehalten, denen unterschiedliche Datenmodelle zu Grunde liegen (Abb. 4: symbolisiert durch unterschiedliche Farbgebung). Dadurch ist z.B. eine gemeinsame Recherche der öffentlichen kantonalen Bohrdatenbanken über die Grenzen der Kantone hinaus nicht möglich und somit ein schweizweiter Überblick über vorhandene Bohrungen und Sondierungen aufwändig. Nichtöffentliche, private Bohrdatenbanken und -sammlungen sind in der Regel innerhalb der Interessens- und Aktionsradien der Ersteller angelegt, die von regionalem (z.B. Geologiebüro) bis überregionalem (z.B. Nagra) Massstab sein können.

Verschiedene Anwendungsziele und Nutzungsabsichten der Bohrdaten verstärken zudem die *Heterogenität der Systeme*. So liegt das Interesse einer Bohrfirma z.B. stärker bei der Grenze Lockergestein / Festgestein um den Bohrvorgang besser planen zu können, während sich die Grundwasserabteilung eines Amtes für Umwelt z.B. für den Grundwasserhorizont und dessen lokale Eigenschaften interessiert oder ihr Hauptaugenmerk auf das Bewilligungssystem der Grundwassernutzungen legt. Daten aus unterschiedlichen Quellen müssen also semantisch (die Bedeutung betreffend) transformiert und harmonisiert werden, wenn sie untereinander kombiniert oder ausgetauscht werden sollen Ohne einen gemeinsamen Nenner ist deshalb ein Austausch oder eine Zusammenführung von Bohrdaten meist nur mit einem hohen manuellen Aufwand möglich. Das vorliegende Datenmodell stellt eine solche harmonisierte Struktur für den Austausch von Bohrdaten dar.

3 Gemeinsames Datenmodell Bohrdaten

3.1 Ziele

Das Ziel des Datenmodells Bohrdaten ist die Bereitstellung einer einheitlichen, systemunabhängigen und in der Schweiz breit abgestützten Struktur für Bohr- und Sondierdaten. Es beschreibt die gegenseitigen Beziehungen und Abhängigkeiten der Daten unabhängig von einer Implementierung auf ein definiertes Datenbanksystem (siehe [4]). Durch die Vorgabe dieser standardisierten Struktur in Form eines minimalen Datenmodells soll ein schneller und effizienter Austausch von Bohrdaten ermöglicht werden und gleichzeitig kann sich eine Harmonisierung der Daten entwickeln.

Dieser Austausch mit einem gemeinsamen minimalen Datenmodell ist in Abbildung 5 dargestellt: Die Firmen A bis D und die Kantone 1 bis 3 verwenden ein gemeinsames minimales Datenmodell (grüner Stern). Es ist vorgegeben, welche Daten ausgetauscht werden und mit welchen standardisierten Bezeichnungen sie weitergegeben werden. Der Austausch der Bohrdaten ist somit standardisiert (grüne Pfeile) und die ausgetauschten Datensätze sind die minimalen Vorgaben betreffend einheitlich – der einfache und schnelle Austausch wird ermöglicht. Die Datenbanken der Kantone (DB Kanton) können somit standardisierte Datensätze (grün) enthalten, genauso wie auch weitere Informationen, die über das minimale Datenmodell hinaus gehen (blauviolett, rotviolett, orange).

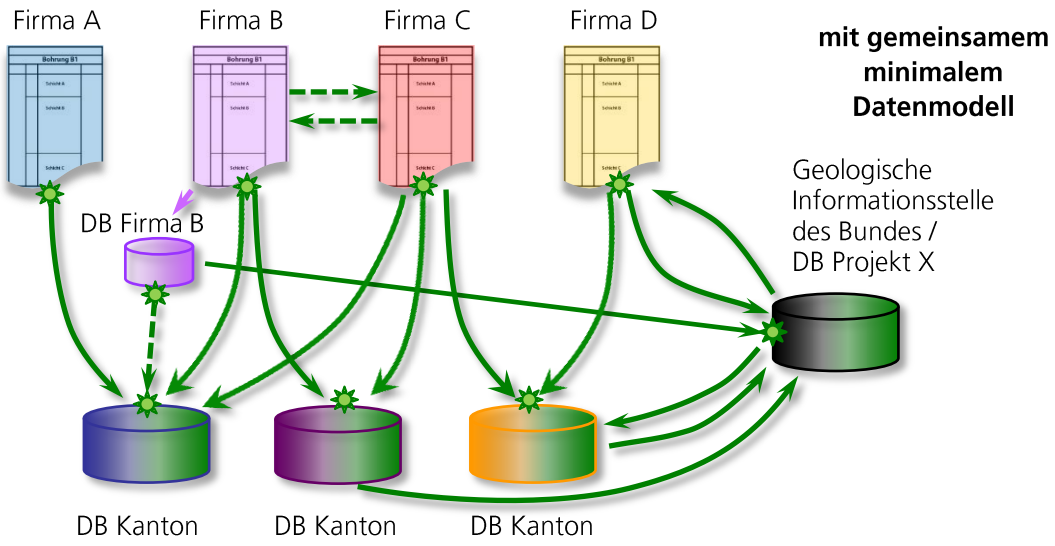


Abbildung 5: Bohrdaten-Austausch analog Abbildung 4 mit gemeinsamem minimalem Datenmodell (grüner Stern). Weitere Angaben sind dem Text zu entnehmen.

Gleiches gilt für die Geologische Informationsstelle der Landesgeologie oder ein Projekt X, die ebenfalls dasselbe Datenmodell verwenden. Sie erhalten einheitliche Daten von Firmen und Kantonen und können die bearbeiteten (und damit eventuell aufgewerteten) Daten je nach Vereinbarung wieder zurückgeben.

3.2 Nutzen und Vorteile eines Datenmodells Bohrdaten

Ein Datenmodell Bohrdaten hat nicht nur für den Austausch von Bohrdaten wie bereits in Kap. 3.1 erwähnt, Vorteile, sondern wirkt sich auch auf die Qualität der Datenangaben (Definitionen, Strukturierung), deren Harmonisierung und deren Verständlichkeit aus. Des Weiteren kann es einen Übersicht schaffenden Einfluss auf die Datenverwaltung haben und eine Strukturierung der gesamten Prozesskette / des Lifecycles der Daten bewirken. Im Folgenden sind die Nutzen und Vorteile aufgelistet:

- **Systemunabhängiger Austausch & Recherche:**
  Durch eine vorgegebene Strukturierung sind die Daten systemunabhängig (also unabhängig der bereits bestehenden Bohrdatenbanksysteme) und effizient austauschbar. Damit stehen neben der Datenhaltung auch der Austausch und die Nutzung der Daten im Vordergrund.
- **Geographisch unabhängiger Austausch & Recherche:**
  Grundlage für einen kantonsübergreifenden Austausch und Recherche nach Bohrdaten unabhängig der geografischen Lage.
- **Datenverwaltung:**
  Durch ein Datenmodell kann eine dezentrale Datenverwaltung unterstützt und eine übersichtliche Grundlage für Bewilligungs- und Verwaltungsvorgänge erstellt werden.
- **Zugriffsbeschränkungen:**
  Differenzierte Weitergabe der Bohrdaten durch Zugriffsbeschränkungen auf verschiedenen Stufen an die Nutzer.
- **Gemeinsame Sprache:**
  Ein gemeinsames Datenmodell ist eine «gemeinsame Sprache» aller beteiligter Akteure. Die Bohrdaten sind durch das Datenmodell einheitlich strukturiert. Die Daten werden somit leichter verständlich und der Nutzer kann somit schneller und effizienter Gesuchtes erkennen und interpretieren.
- **Strukturierung, Harmonisierung, Qualitätsstandard:**
  Der Strukturierungs- und Detaillierungsgrad des Dateninhalts ist festgelegt (im Sinne der Vollständigkeit, des Abgleichs, der Darstellung, der Standards, etc.). Damit werden präzise Definitionen verlangt und der Qualitätsstandard der Daten festgelegt.
- **Beziehung der Daten:**
  Die Beziehungen und Abhängigkeiten der Daten untereinander werden klar und eindeutig aufgezeigt.
- **Prozesskette/Lifecycle:**
  Eine Strukturierung der Daten hat Auswirkung auf den gesamten Datenprozess. D.h. die gesamte Prozesskette wird strukturiert: Erhebung der Daten – Erfassung – Haltung – Austausch / Verbreitung – Nutzung – Aufwertung.
- **Nachhaltigkeit:**
  Durch die standardisierte Strukturierung der Daten als Zeichen oder Zeichenketten sind sie auch zu einem späteren Zeitpunkt noch interpretierbar. Sie sind system- und formatunabhängig strukturiert und können somit technisch weder veralten noch müssen sie ständig aktualisiert werden.

Weitere Schritte: Ein Datenmodell Bohrdaten bietet des Weiteren eine Grundlage für weitere zukünftig mögliche Nutzungen wie z.B. die Zusammenführung von vorhandenen Bohrdaten über die Kantonsgrenzen hinaus.

3.3 Nicht-Ziele

Daten von *geplanten und «geheimen» Bohrungen* lassen sich im Prinzip ebenfalls mit dem Datenmodell strukturieren. Der Austausch von Daten geplanter Bohrungen spielt sich hauptsächlich zwischen Fachbüro und Bewilligungsbehörde im Vorfeld einer Bohr-Realisierung im Rahmen des Bewilligungsprozesses ab. Da nun diese Daten von geplanten Bohrungen (also z.B. geplanter Bohrstandort, geplante Tiefe, etc.) in der Regel nicht über dieses Szenario hinaus ausgetauscht werden, bleiben die Daten von geplanten Bohrungen im Folgenden unberücksichtigt. «Geheime» Bohrungen gehen auf Grund ihres Status nicht in den Austausch und werden deshalb nicht weiter berücksichtigt.

Bohrungen mit *fehlenden Koordinaten-Angaben* bieten im Kontext einer geologischen Betrachtung eines Gebietes keinerlei Mehrwert und stellen meist Sonderfälle dar. Kann ihre Lage geschätzt werden, so kann dies in einem geplanten Modul zur Genauigkeit der Daten abgebildet werden. Ist die Lage gänzlich unbekannt, so bieten die Daten auch keinen Nutzen für einen Austausch oder eine Weiterverwendung in anderen Projekten.

Die *Nachbearbeitung (Rückerfassung)* von älteren oder bereits digitalisierten Daten kann zu Sonderfällen führen, die nicht allen Voraussetzungen des Datenmodells entsprechen. So können sich aufgrund von geänderten Anforderungen die Angabe spezifischer Bohrdaten oder die Genauigkeit der Angaben in der Zwischenzeit verändert haben (z.B. geänderte Bezeichnung von geologischen Schichten).

3.4 Rechtliche Nutzungsbeschränkungen

Grundsätzlich kann ein Teil der Bohrdaten in der Schweiz nicht öffentlich einsehbar sondern aufgrund von Geschäftsgeheimnissen [26] (z.B. Rohstoffbohrungen, Erdölbohrungen) oder Persönlichkeits-, Urheberrechts- oder Datenschutzgründen durch die Datenherren gesperrt (z.B.[27]) sein. Aus diesem Grund können bestehende Bohrdaten nicht ohne Einwilligung der Datenherren eingesehen oder ausgetauscht werden. Alternativ zu den komplett freigegebenen oder gesperrten Daten bestehen momentan Regelungen auf Kantonsebene, die erst nach einer bestimmten Sperrfrist die Daten zur Nutzung freigeben (z.B. Kanton Aargau, [28]). Diese Lösung findet auch in anderen Ländern Anwendung (z.B. Niederlande: Sperrfrist von 5 Jahre [29]).

Der Berufsverband der Schweizer Geologen CHGEOL empfiehlt in seiner Broschüre «Bohrprofile im Internet» [30] die Freigabe von Bohrprofilen im Internet unter Berücksichtigung einiger Einschränkungen (z.B. Beschränkung auf Bohrprofile, Veröffentlichung auf Internet-Portalen Kantone / Bund) und Datenschutzaspekte (z.B. Anonymisierungsmöglichkeiten des Auftraggebers / Berichtsverfassers, Wahrung des Geschäftsgeheimnisses). Weiter wird vom CHGEOL– wenn vorhanden – die Nutzung eines einheitlichen minimalen Datenmodells empfohlen.

Der Innere Kern des Datenmodells (siehe Teil I, Kap. 4.3.2 im Nachfolgenden), dessen gesamte Attribute grundsätzlich frei verfügbar sind, beschreibt oben genannten Konsens Um diesem Konsens gerecht werden zu können, wurde der Innere Kern so «schlank» wie möglich gehalten, d.h. es sind nur die minimalen Informationen vorhanden, die nötig sind um eine Bohrung als Bohrung zu beschreiben und suchbar zu machen (wie z.B. Lage, Tiefe, generalisierter Bohrtyp).

4 Aufbau des Datenmodells Bohrdaten

4.1 Entwicklung durch Arbeitsgruppe

Im Rahmen einer interdisziplinären Arbeitsgruppe aus Vertretern von Bund, Kantonen, Forschung und Privatwirtschaft wurde der Aufbau des vorliegenden Datenmodells entwickelt (vgl. Impressum: Begleitgruppe extern und intern, Autorin). Es wurde eine Befragung der Arbeitsgruppenteilnehmer (als potentielle Nutzer) nach der Verwendung von Bohrdaten und den Vorstellungen bezüglich Darstellung und Struktur von Bohrdaten durchgeführt. In Sitzungen und Diskussionen der Arbeitsgruppe wurden alle Aspekte zu Inhalt und Umfang des Datenmodells, zu Nutzungsbeschränkungen und dem Datenkatalog erörtert und definiert.

Als Resultat der Arbeitsgruppensitzungen wurden eine einführende Textdokumentation (Teil I), ein erläuternder Objektkatalog (Teil II), ein konzeptionelles Datenmodell in UML (Anhang A) und eine INTERLIS-Modelldatei (in Arbeit) festgelegt. In einer internen Vernehmlassungsrunde wurde die vorliegende Dokumentation zunächst mehreren Gutachtern aus verschiedenen Bereichen der Landesgeologie und KOGIS vorgelegt. In der externen Vernehmlassung wurde die angepasste Dokumentation Experten aus der Privatwirtschaft, von Kantonen, Bund und Forschung zur Stellungnahme eingereicht. Die Liste der beteiligten Experten ist in Anhang E dieser Dokumentation zu finden.

4.2 Datengruppen

Mit dem Datenmodell Bohrdaten werden Bohrdaten unterschiedlichster Art, ihre verschiedenen Objektarten sowie deren charakteristische Eigenschaften und Beziehungen beschrieben. Deshalb müssen für den Aufbau eines Datenmodells die Daten zunächst kategorisiert werden. Dazu wird die fachliche Grundlage (z.B. Bohrprofil, Messdaten, Bericht) mit Hilfe des Objektkatalogs in Kombination mit einer formalen Sprache (z.B. UML, INTERLIS) abstrahiert und in das Datenmodell überführt (vgl. Teil I, 1.2.2). Der Objektkatalog gibt hierbei über die Attributlisten die Möglichkeiten der Erfassung vor, d.h. eine strukturierte Auflistung der Eigenschaften und zulässigen Werte (siehe Teil I, Kap. 1.2.6). Der Objektkatalog ist somit der zentrale Teil des gesamten Datenmodells.

Die Daten, die durch das Datenmodell strukturiert werden, lassen sich in folgende drei thematische Hauptgruppen einteilen (Abb. 6):

- Die **Stammdaten** beschreiben den Rahmen einer Bohrung, z. B. die Lage, den Bohrtyp, das Ausführungsdatum der Bohrung und (teilweise) den Zweck der Bohrung sowie die Bohrfirma, den ausführenden Bohrmeister und die Fachperson (Geologin/Geologe), die die Bohrung geologisch aufgenommen hat.
- Die **Primärdaten** bestehen z. B. aus der Beschreibung des Bohrguts in einer fachlichen Ansprache oder den direkten Resultaten von Messungen. Sie sind die nicht interpretierten Daten, die teilweise in einem eigenen, speziellen Datenformat vorliegen (z.B. bei Messgeräten).
- Die **Sekundärdaten** sind bereits interpretierte Daten. Ihre Genauigkeit hängt stark von der Qualität der Primärdaten und der Fachkenntnisse des Interpretierenden ab. Sie werden deshalb nur von Fachpersonen erstellt. Teilweise werden zur Erstellung von Sekundärdaten bereits vorhandene Sekundärdaten beigezogen, d.h. sie basieren selbst auf bereits interpretierten Daten.

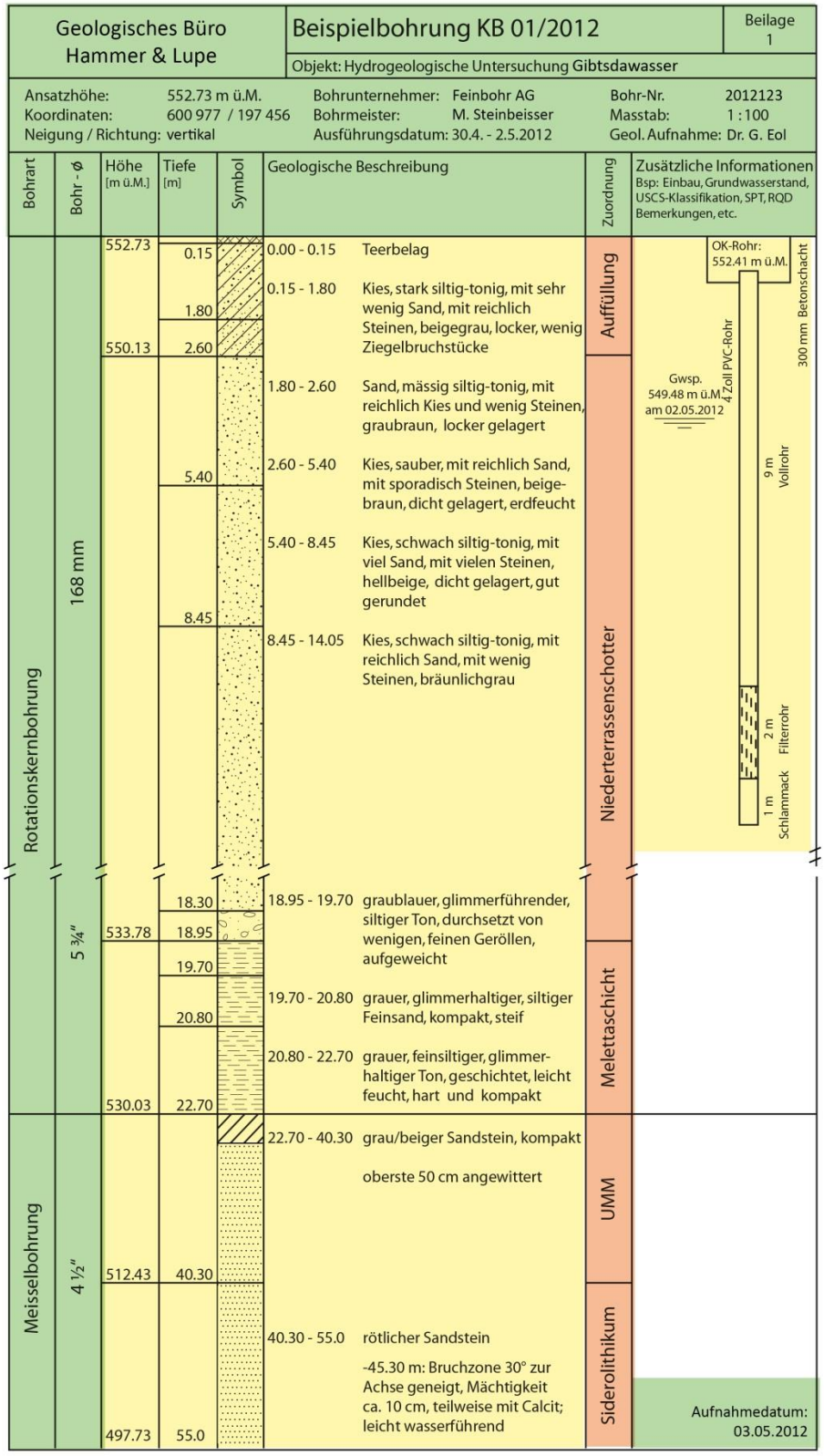


Abbildung 6: Beispiel eines Bohrprofils (verändert nach Kt. Basel-Landschaft) mit Stammdaten (grün), Primärdaten (gelb) und Sekundärdaten (orange). Die Erklärung der drei Datentypen ist in Teil I, Kap. 4.2 (oben) zu finden.

4.3 Struktur des Datenmodells Bohrdaten

4.3.1 Grundlagen

Das Datenmodell Bohrdaten wurde in Anlehnung an das bereits bestehende Datenmodell Geologie [31] erstellt, aus dessen Objektkatalog einige der Wertetabellen übernommen oder modifiziert übernommen wurden. Wie bereits im Datenmodell Geologie wurden auch hier die Empfehlungen und Basismodule des Bundes zur Methodik der Definition minimaler Geodatenmodelle [10] umgesetzt. Des Weiteren wurde die Empfehlung der IKGEO für eine nationale Geodateninfrastruktur [9] berücksichtigt (siehe auch Teil I, Kap. 1.2.2).

4.3.2 Gliederung

Grundsätzlich besteht das Datenmodell Bohrdaten aus drei Teilen, einem «Inneren Kern», einem «Erweiterten Kern» und einem Modul-Teil, die im Folgenden kurz beschrieben werden:

Der **Innere Kern** (Teil II, Kap. 1) beinhaltet einen Teil der Stammdaten und Informationen, die grundsätzlich keiner Nutzungsbeschränkung unterliegen, also immer frei ausgetauscht werden können (z.B. Lage). Diese Angaben sollen die Suche nach vorhandenen Bohrstandorten ermöglichen. Des Weiteren ist eine Recherche nach dem «Grundtyp» der Bohrung (Sondierschlitz, Bohrung, Rammsondierung, etc.), der Tiefe, etc. möglich. Um bei nicht frei zugänglichen Daten nach einer potentiellen Datenfreigabe nachfragen zu können, ist jeweils eine Kontaktadresse vorhanden. Der Kantons- bzw. Bundes-Code und die Bohr-Identifikationsnummer dienen dafür als eindeutiger Identifikator (siehe Teil II, Kap. 1.3.1 und 1.3.2).

Im **Erweiterten Kern** (Teil II, Kap. 2) sind die restlichen Stammdaten aufgeführt (z.B. Bohrzweck, Bohrart, etc.) sowie die für Recherchezwecke relevanten Daten zur Existenz von Grundwasser (ohne Tiefenangabe) und der konkreten Angabe zur Tiefe (in m unter OKT) der Felsoberfläche. Der Erweiterte Kern ermöglicht eine detailliertere Beschreibung der einzelnen Bohrungen. Angaben im Erweiterten Kern können bereits einer Nutzungsbeschränkung unterliegen und sind damit nicht grundsätzlich frei zugänglich. Die Entscheidung für eine Nutzungsbeschränkung liegt beim Datenherrn; das Datenmodell Bohrdaten liefert diese Entscheidung nicht. Wurden in einzelnen Modul-Themen Daten erfasst, so wird im Erweiterten Kern automatisch ein Vermerk dazu generiert.

Angaben, die über die oben genannten hinausgehen (z.B. erbohrte Schichten, Verrohrung, technische Einbauten, hydrogeologische Parameter etc.) werden in separaten thematischen **Modul-Klassen** (Teil II, Kap. 3) gruppiert. Hier werden vor allem die Primär- und Sekundärdaten abgebildet, aber auch Spezifizierungen der Stammdaten, die über eine allgemeine Information hinausgehen. Die Module können einzeln oder als gesamte Gruppe in der Nutzung eingeschränkt und damit gesperrt sein. Auch die Erstellung von Modul-Daten kann zeitlich unabhängig voneinander und bedarfsabhängig erfolgen. Die Module des minimalen Datenmodells Bohrdaten stehen in ihren Hauptthemen bereits fest, werden aber erst zu einem späteren Zeitpunkt ausformuliert werden.

Eine Darstellung des gesamten Datenmodells im UML-Format ist im Anhang A dieser Dokumentation abgebildet. Die oben genannten Themen sind im Objektkatalog (Teil II) dargestellt und definiert. Ein Beispielbohrprofil analog zu Abbildung 6 mit Kennzeichnung der Daten des Inneren und Erweiterten Kerns und der Moduldaten befindet sich in Anhang B. In Anhang C sind die vom Datenmodell definierten Daten des Beispielbohrprofils exemplarisch dargestellt.

5 Lesehilfe für die thematische Beschreibung

Anhand eines Auszugs der Klasse «Borehole» werden einzelne Punkte erläutert, welche das Lesen und die Handhabung des nachfolgenden Dokumentteils vereinfachen.

Klassennummer *Klassenname*

1.1 Klasse Borehole

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
1	Kind [1] *	Codelist Tabelle 1.1.1	Generalisierter **Bohrtyp** (z.B. Bohrung, Sondierschlitz, Rammsondierung, etc.) Die möglichen Werte sind in Tabelle 1.1.1 «Borehole_Kind» zu finden. Eine detaillierte Bohrtyp-Spezifikation wird in einem geplanten Modul strukturiert.
2	Location_E [1]	Point Co-ordinate	**E-Koordinate** (Rechtswert; E=Ost) des Bohrstandortes. Bohransatzpunkt. Die Genauigkeitsangabe ist eine geplante Modul-Option.
3	Location_N [1]	Point Co-ordinate	**N-Koordinate** (Hochwert; N=Nord) des Bohrstandortes. Bohransatzpunkt. Die Genauigkeitsangabe ist eine geplante Modul-Option.
4	SRS [1]	Codelist Tabelle 1.1.4	Angabe zum verwendeten **Koordinatenreferenzsystem** (LV03 oder LV95). In Tabelle 1.1.4 «Borehole_SRS» sind die möglichen Werte zu finden.

Tabellarische Übersicht der Klasse mit den Attributen inkl. Kardinalitäten, deren Datentypen und einer kurzen Beschreibung.

**Kardinalität:*
[1] / [1..] → m = mandatory (obligatorisch);*
[0..1] / [0..] → o = optional (fakultativ)*

1.1.1 Generalisierter Bohrtyp: Attribut Kind; Tabelle Borehole_Kind

Das Attribut Kind dient einer grundsätzlichen Zuordnung des Bohrtyps als Vorauswahl, um z.B. Bohrungen von Rammsondierungen und Sondierschlitzen (vgl. Definitionen Teil I, Kap. 1.1.1) unterscheiden zu können. Die Strukturierung detaillierter Angaben zum Bohrtyp (z.B. Hand-Rammsondierung, Dreh-Rammkernsondierung, etc.) sind in einem entsprechenden Modul geplant.

GeolCode Ibor101	Kind (fr)	Kind (de)	1.1.2 – 1.1.12
001	Forage	Bohrung	m
002	Sondage au pénétromètre	Rammsondierung	m
003	Fouille	Sondierschlitz	m
004	Autre*	Andere Sondierart*	m

Datentyp Codelist
Beispiel: Kind → Bohrung

Wertetabelle des Attributs Kind (Auflistung der Bohrtypen) in französischer und deutscher Sprache.
Der GeolCode ist die eindeutige Identifizierung eines Attributwerts und setzt sich aus dem 1. Buchstaben des Themas (hier I für Inner Core), den drei ersten Buchstaben des Klassennamens (hier bor für borehole), der Ziffer der Geometrie der Klasse (Punkt=1, keine Geometrie=4; vgl. [31]) und der des Attributs (hier Attribut Bohrtyp =01) sowie des Tabelleneintrags zusammen. ***Beispiel Sondierschlitz: Ibor101003****.*

Spalte bezieht sich auf das Attribut 1.1.1 (Kind) und zeigt an, für welche der in der Wertetabelle des Attributs Kind aufgeführten Objektarten dieses Attribut obligatorisch (m) oder fakultativ (o) ist, oder ob dieses Attribut nicht vergeben werden darf / kann (n/a).

1.1.2 E-Koordinate: Attribut Location_E

Lage der Bohrung (Bohransatzpunkt) in Ost-Richtung (Rechtswert). Der Rechtswert ist in der Schweiz immer grösser als der Hochwert. Koordinaten (E/N)…

Datentyp: Punktkoordinate
Beispiel: 599 355 (LV03); 2 599 355 (LV95)
….

1.1.4 Räumliches Bezugssystem: Attribut SRS, Tabelle Borehole_SRS

Durch den Wechsel vom bisherigen räumlichen Bezugssystem (LV03) auf den neuen Bezugsrahmen (LV95) ist die Angabe, welches Bezugssystem verwendet wurde, notwendig und verhindert Missverständnisse. Die verwendete Art des Bezugssystems ist zwar durch die Koordinaten ablesbar, wird aber durch das Attribut SRS nochmals abgesichert.

GeolCode Ibor104	SRS (fr)	SRS (de)
001	CH_LV03	CH_LV03
002	CH_LV95	CH_LV95

Datentyp: Codelist
Beispiel: LV03

Zusätzl. Attribut zur weiteren Charakterisierung der Objektarten dieser Klasse.

6 Referenzen

[1] SPEKTRUM.DE, *Lexikon der Geowissenschaften* http://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/ (abgerufen am 09.09.2014).

[2] ISO/TS 211, *Geographic information - Conceptual schema language*, ISO/TS 19103:2005 (2005), pp. 74.

[3] OGC, *OGC Reference Model*, Version 2.1 (2011), http://www.opengeospatial.org/standards/orm (abgerufen am 09.09.2014).

[4] KOGIS, *Allgemeine Empfehlungen zur Methodik der Definition «minimaler Geodatenmodelle»*, Version 2.0 (2011), pp. 48. http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/topics/geobasedata/models.html (abgerufen am 09.09.2014).

[5] Unified Modeling Language (UML),2.0, http://www.uml.org/ (abgerufen am 09.09.2014).

[6] INTERLIS,http://www.interlis.ch/index_d.htm (abgerufen am 09.09.2014).

[7] SNV, *Vermessung und Geoinformation - INTERLIS 2 Modellierungssprache und Datentransfer-methode*, SV 612031 (2006), pp. 199.

[8] E-GOVERNMENT STANDARDS, *INTERLIS 2 - Referenzhandbuch*, Version 1.0, eCH-0031 (2006), pp. 196, http://www.ech.ch/vechweb/page?p=dossier&documentNumber=eCH-0031&documentVersion=1.00 (abgerufen am 09.09.2014).

[9] IKGEO, *Anleitung und Empfehlung zur Erarbeitung der minimalen Geodatenmodelle*, Version 1.0 (2010), http://www.ikgeo.ch/dokumentation/harmonisierung-geobasisdaten.html (abgerufen am 09.09.2014).

[10] KOGIS, *Basismodule des Bundes für "minimale Geodatenmodelle"*, Version 1.0 (2011), pp. 81, http://www.geo.admin.ch/internet/geoportal/de/home/topics/geobasedata/models.html (abgerufen am 09.09.2014).

[11] J.A. JACKSON, *Glossary of Geology*, American Geological Institute, Alexandria, Virginia (1997).

[12] SCHLUMBERGER LTD., *The Schlumberger Oilfield Glossary: Where the Oil Field Meets the Dictionnary*, http://www.glossary.oilfield.slb.com/ (abgerufen am 09.09.2014).

[13] SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT, *Verordnung über die Landesgeologie (Landesgeologieverordnung, LGeolV)*, 510.624 (2008), http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20071091/index.html (abgerufen am 09.09.2014).

[14] KANTON BASEL-LANDSCHAFT, *Bewilligungsverfahren für Erdwärmesonden im Kanton BL*, Amt für Umweltschutz und Energie, Fachstelle Grundwasser http://www.baselland.ch/Erdwaermenutzung.315304.0.html (abgerufen am 09.09.2014).

[15] KANTON BERN, *Allgemeine Bedingungen für die Erstellung von Sondierbohrungen*, Amt für Wasser und Abfall, Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern (2009), http://www.bve.be.ch/bve/de/index/umwelt/umwelt/geologie/Bohrbewilligungen.html (abgerufen am 09.09.2014).

[16] KANTON GRAUBÜNDEN, *Bewilligungs- bzw. Meldepflicht von Wärmepumpen und Kälteanlagen - Weisung*, Amt für Natur und Umwelt (2010), http://map.geo.gr.ch/erdwaermenutzung/bw003.pdf (abgerufen am 09.09.2014).

[17] KANTON THURGAU, *Homepage,* Amt für Umwelt Kanton Thurgau, http://www.umwelt.tg.ch/xml_21/internet/de/application/d1044/f1046.cfm (abgerufen am 09.09.2014).

[18] KANTON BASEL-STADT, *Gesuchsformular für Bohrungen ins Grundwasser*, Formular-Nr. 120-402, Abteilung Gewässer & Altlasten Amt für Umwelt und Energie, http://www.aue.bs.ch/fachbereiche/wasser/grundwasser/bohrungen.htm (abgerufen am 09.09.2014).

[19] CANTON DE VAUD, *LOI sur le cadastre géologique (LCG)*, 211.65 (2007), Direction générale de l'environnement, http://www.vd.ch/themes/territoire/geologie/cadastre-geologique/bases-legales/ (abgerufen am 09.09.2014).

[20] CANTON DE VAUD, *Directives d'application de la Loi sur le cadastre géologique (LCG)*, (2009), Direction générale de l'environnement, http://www.vd.ch/themes/territoire/geologie/cadastre-geologique/bases-legales/ (abgerufen am 09.09.2014).

[21] BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO, *Geologische Informationsstelle*, http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/services/geology/GeolInfoCent.html (abgerufen am 09.09.2014).

[22] SN / VSS, *Darstellung der Projekte - Signaturen für die Geotechnik und die Geologie*, SN 640 034 (2011), pp. 20.

[23] SN / VSS, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Bennenung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1 und 2*, SN 670 004 (2005).

[24] SN / VSS, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1*, SN 670 006-1 (2004), pp. 26.

[25] KANTON BASEL-LANDSCHAFT, *Musterbohrprofil Sondierbohrung Kat-Nr. XXXX*, Amt für Umweltschutz und Energie, http://www.baselland.ch/Erdwaermenutzung.315304.0.html (abgerufen am 09.09.2014).

[26] *Bundesgesetz über das Öffentlichkeitsprinzip der Verwaltung*, 152.3 (2004; Stand 01.01.2009), http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20022540/index.html (abgerufen am 09.09.2014).

[27] *Bundesgesetz über den Datenschuzt*, 235.1 (1992; Stand 01.01.2014), http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19920153/index.html (abgerufen am 09.09.2014).

[28] KANTON AARGAU, *Gesetz über die Nutzung des tiefen Untergrunds und die Gewinnung von Bodenschätzen (GNB)*, 671.200 (2012; Stand 01.03.2013), https://gesetzessammlungen.ag.ch/frontend/versions/1770 (abgerufen am 09.09.2014).

[29] *Mining Act of the Netherlands (Mijnbouwwet)*, (2012), pp. 58.

[30] CHGEOL, *Bohrprofile im Internet - Empfehlungen des CHGEOL* (2011), http://www.geologieportal.ch/internet/geologieportal/de/home/topics/basics/drillholes/data.parsys.14926.DownloadFile.tmp/bohrprofileiminternet.pdf (abgerufen am 09.09.2014).

[31] BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO, LANDESGEOLOGIE, *Datenmodell Geologie, V 2.1* (2012), http://www.geologieportal.ch/internet/geologieportal/de/home/knowledge/lookup/datamodel.html (abgerufen am 09.09.2014).

[32] ISO, *Datenelemente und Austauschformate - Informationsaustausch - Darstellung von Datum und Uhrzeit*, ISO 8601:2006.

[33] BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO, *Neue Koordinaten für die Schweiz – Der Bezugsrahmen LV95*; (2006), pp. 20, http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/survey/lv95.parsysrelated1.37287.downloadList.85739.DownloadFile.tmp/neuekoordinatenfrdieschweizde.pdf (auch in Französich und Italienisch vorhanden; abgerufen am 09.09.2014).

II OBJEKTKATALOG

1 Thema Inner Core

Der Innere Kern des Datenmodells besteht aus drei Klassen: der Klasse Borehole, der Klasse BoreID und der Klasse Contact (Abb. 7 und Anhang A). Die Klasse Borehole beschreibt einen Teil der Stammdaten einer Bohrung (z.B. die Lage und die Länge) während die Klasse Contact die Angaben zu einer Kontaktstelle (z.B. Bewilligungsbehörde oder Geologische Informationsstelle des Bundes) enthält, die weitere Informationen zur Bohrung geben kann. Informationen zur Bohr-Identifikationsnummer zur eindeutigen Benennung der Bohrung sind in der Klasse BoreID enthalten. Der Innere Kern beinhaltet ausschliesslich frei nutzbare Angaben und unterliegt niemals einer Nutzungsbeschränkung. Alle Attribute sind zwingend anzugeben.

Die *Klasse Borehole* beschreibt eine Bohrung mit ihren Eigenschaften/Attributen (① in Abb. 7). Eine einzige Bohrung kann über mindestens einen bis unendlich viele Kontakte (Bewilligungsbehörde, Fachbüro, Bohrfirma, etc.) aufweisen. Ein Objekt der Klasse Borehole kann also mit mindestens einem bis unendlich vielen (Kardinalität [1..*]) Objekten der *Klasse Contact* in Beziehung stehen (② in Abb. 7). Ebenso weisst eine Bohrung mindestens eine bis mehrere Bohr-Identifikationsnummern auf (ID des Fachbüros, ID der Bewilligungsbehörde, etc.; [1..*]). Diese IDs werden in der *Klasse BoreID* beschrieben (③ in Abb. 7). Zu einer Kontaktstelle muss immer eine BoreID abgebildet werden (④ in Abb. 7), denn jede Kontaktstelle vergibt eine ID (Listennummerierung, bestimmter Code, etc.) zur Kennung der Bohrung. D.h. also, dass ein Objekt der Klasse Contact ohne ein Objekt der Klasse BoreID nicht existieren kann – die Beziehung hat die Kardinalität [1]. Umgekehrt kann aber im Falle einer Anonymisierung des Kontaktes (falls nicht Erst-Kontakt) aus Datenschutzgründen (siehe dazu Teil I, Kap. 3.4) eine BoreID auch ohne den Kontakt – also ohne die Klasse Contact – ausgetauscht werden (⑤ in Abb. 7). Diese Beziehung hat die Kardinalität [0..1]. Es wird jedoch empfohlen zu einer Bohrung immer wenigstens einen Kontakt und die dazugehörige Bohrungs-ID auszutauschen. Detailliertere Angaben zu den Klassen Contact und BoreID sind in diesem Teil II, Kap. 1.2 und Kap. 1.3 zu finden.

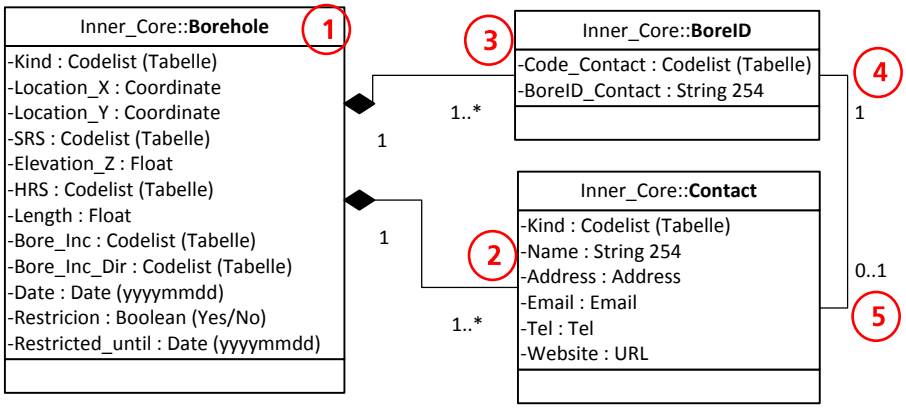


Abbildung 7: Darstellung des Themas Inner_Core mit den Klassen Borehole, BoreID und Contact im UML-Format. Die UML-Modellierung des gesamten Datenmodells Bohrdaten ist in Anhang A abgebildet. Nummern in rot: siehe Text.

1.1 Klasse Borehole

Die Klasse Borehole bildet alle Daten, die über den Standort, die Bohrtiefe (bzw. die Bohrlänge), den Bohrtyp, etc. einer Bohrung eine Aussage machen, ab. Die Angabe der E- und N-Koordinaten sowie der Höhenlage Z des Bohransatzes ermöglicht die Anzeige von vorhandenen Bohrungen, ohne dass eventuelle Nutzungsbeschränkungen oder Datenschutzbestimmungen verletzt werden. Weitere generell frei nutzbare Angaben wie das Erstellungsjahr der Bohrung, die Orientierung am Bohransatz und die verwendeten Koordinaten- bzw. Höhenreferenzsysteme werden hier ebenfalls abgebildet und sind vor allem nützliche Recherchehilfen.

Alle Attribute in dieser Klasse müssen zwingend vorhanden (Kardinalität [1]) und grundsätzlich frei nutzbar sein. Das Attribut zur Beschränkung der Details («Restriciton») in dieser Klasse zeigt, ob die weiteren Daten (Erweiterter Kern und Module) ebenfalls für den Nutzer freigegeben oder gesperrt, bzw. erst nach einem bestimmten Zeitraum nach Erstellung freigegeben sind.

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
1	Kind [1]	Codelist Tabelle 1.1.1	Generalisierter **Bohrtyp** (z.B. Bohrung, Sondierschlitz, Rammsondierung, etc.) Die möglichen Werte sind in Tabelle 1.1.1 «Borehole_Kind» zu finden. Eine detaillierte Bohrtyp-Spezifikation wird in einem geplanten Modul strukturiert.
2	Location_E [1]	Point Coordinate	**E-Koordinate** (Rechtswert; E=Ost) des Bohrstandortes. Bohransatzpunkt. Die Genauigkeitsangabe ist eine geplante Modul-Option. Details unter Punkt 1.1.2 unten.
3	Location_N [1]	Point Coordinate	**N-Koordinate** (Hochwert; N=Nord) des Bohrstandortes. Bohransatzpunkt. Die Genauigkeitsangabe ist eine geplante Modul-Option. Details unter 1.1.2
4	SRS [1]	Codelist Tabelle 1.1.4	Information zum verwendeten **Koordinatenreferenzsystem** (LV03 oder LV95). In Tabelle 1.1.4 «Borehole_SRS» sind die möglichen Werte zu finden.
5	Elevation_Z [1]	Float	**Ansatzhöhe** des Bohrstandortes in Meter über Meer. Ist die Ansatzhöhe nicht bekannt oder nicht mehr nachvollziehbar, so gilt -9999. Die Genauigkeitsangabe (aus Karte geschätzt, mit GPS eingemessen, geodätisch gemessen, etc.) ist eine geplante Modul-Option (Teil II, Kap. 3 Thema Module).
6	HRS [1]	Codelist Tabelle 1.1.6	Information zum **Höhenreferenzsystem** (LN02 oder LN95). Analog zum SRS. In Tabelle 1.1.6 «Borehole_HRS» sind die möglichen Werte zu finden.
7	Length [1]	Float	Gemessene **Länge** (Measured Depth) der Bohrung in Meter. Beinhaltet auch Verlängerung durch Krümmungen und Ablenkungen. Wird in den meisten Fällen gemessen. Die tatsächliche Tiefe (True Vertical Depth; siehe Abbildung 9) und der Bohrlandepunkt werden im geplanten Modul «3D-Pfad» abgebildet werden.

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
8	Bore_Inc [1]	Short Integer Tabelle 1.1.8	**Einfallen** der Bohrung am Bohransatz. Gemessene oder geschätzte Werte. Der Schlüssel ist in Tabelle 1.1.8 «Bore_Inc» angegeben. Weitere Angaben zum Einfallswinkel sowie 3D-Verlauf der Bohrung werden im geplante Modul «3D-Pfad» abgebildet.
9	Bore_Inc_Dir [1]	Short Integer Tabelle 1.1.9	**Einfallsrichtung** der Bohrung am Bohransatz. Gemessene oder geschätzte Werte. Der Schlüssel für die geschätzten Werte sind in Tabelle 1.1.9 «Bore_Inc_Dir» zu finden. Weitere Angaben zur Einfallsrichtung werden im geplante Modul «3D-Pfad» abgebildet.
10	Date [1]	Date (yyyymmdd)	**Datum** der Fertigstellung der Bohrung. Ist nur das Jahr bekannt, so gilt yyyy0101, ist kein Datum bekannt, so gilt 11110101.
11	Restriction [1]	Codelist Tabelle 1.1.11	Gibt den Status der Bohrung bezüglich der **Nutzungsbeschränkung** von weiteren Details an. In Tabelle 1.1.11 «Borehole_Restriction» sind die möglichen Werte zu finden.
12	Restricted_until [1]	Date (yyyymmdd)	**Beschränkungsdatum**. Liegt eine zeitliche Nutzungsbeschränkung vor, so ist das Datum des letzten Beschränkungstages anzugeben. Keine Beschränkung: 11110101; immer vertraulich: 99990909.

1.1.1 **Generalisierter Bohrtyp**: Attribut Kind; Tabelle Borehole_Kind

Das Attribut Kind dient einer grundsätzlichen Zuordnung des Bohrtyps als Vorauswahl, um z.B. Bohrungen von Rammsondierungen und Sondierschlitzen (vgl. Definitionen Teil I, Kap. 1.1.1) unterscheiden zu können. Die Strukturierung detaillierter Angaben zum Bohrtyp (z.B. Hand-Rammsondierung, Dreh-Rammkernsondierung, etc.) sind in einem entsprechenden Modul geplant.

GeolCode Ibor101	Kind (fr)	Kind (de)	1.1.2 – 1.1.12
001	Forage	Bohrung	m
002	Sondage au pénétromètre	Rammsondierung	m
003	Fouille	Sondierschlitz	m
004	Autre*	Andere Sondierart*	m

m = mandatory (obligatorisch).
*Nur anzuwenden, wenn es keiner der anderen Optionen entspricht oder der Bohrtyp unbekannt ist, da ansonsten die Recherche wieder erschwert wird.

Datentyp: Codelist
Beispiel: Kind → Bohrung

1.1.2 **E-Koordinate:** Attribut Location_E

Lage der Bohrung (Bohransatzpunkt) in Ost-Richtung (Rechtswert). Der Rechtswert ist in der Schweiz immer grösser als der Hochwert. Koordinaten (E/N).

Achtung: Im Gegensatz zum mathematischen Koordinatensystem mit der x-Achse (Abszisse) in der Horizontalen und der y-Achse (Ordinate) in der Vertikalen, werden in der Geodäsie die Achsen vertauscht, so dass die x-Achse den Hochwert angibt während die y-Achse den Rechtswert bezeichnet. Die Koordinaten werden folglich mit (y/x) angegeben. Mit der Einführung des neuen räumlichen Bezugssystems (LV95) wird der Rechtswert mit der Variablen E (für East/Ost) und der Hochwert mit N (North/Nord) bezeichnet um Verwechslungen zu vermeiden. Die Koordinaten werden somit mit (E/N) angegeben. Eine anschauliche Erklärungen ist unter [33] (Teil I, Kapitel 6 Referenzliste) vorhanden.

Die Art der Koordinatenaufnahme (z.B. aus Karte abgeschätzt, mit GPS eingemessen, geodätisch eingemessen, etc.) und die Genauigkeit (z.B. Fehlerangabe, Kartenmassstab, etc.) sind eine geplante Modul-Option.

Datentyp: Point Coordinate
Beispiel: 599 355 (LV03); 2 599 355 (LV95)

1.1.3 **N-Koordinate:** Attribut Location_N

Lage der Bohrung (Bohransatzpunkt) in Nord-Richtung (Hochwert). Für Details siehe oben, Punkt 1.1.2 E-Koordinate.

Die Art der Koordinatenaufnahme (z.B. aus Karte abgeschätzt, mit GPS eingemessen, geodätisch eingemessen, etc.) und die Genauigkeit (z.B. Fehlerangabe, Kartenmassstab, etc.) sind eine geplante Modul-Option.

Datentyp: Point Coordinate
Beispiel: 196 925 (LV03); 1 196 925 (LV95)

1.1.4 **Räumliches Bezugssystem (Spatial Reference System):** Attribut SRS, Tabelle Borehole_SRS

Durch den Wechsel vom bisher in der Schweiz verwendeten räumlichen Bezugssystem (LV03) auf den neuen Bezugsrahmen (LV95) ist die Angabe des verwendeten Bezugssystems notwendig und verhindert Missverständnisse. Das jeweilige Bezugssystem ist zwar durch die Koordinaten leicht identifizierbar, wird aber durch das Attribut SRS nochmals abgesichert. Die Codelist kann durch weitere Bezugssysteme (z.B. European Terrestrial Reference System ETRS89, World Geodetic System WGS84, Nationale Referenzsysteme (z.B. Deutschland: DHDN), etc.) ergänzt werden.

GeolCode Ibor104	SRS (fr)	SRS (de)
001	CH_LV03	CH_LV03
002	CH_LV95	CH_LV95

Datentyp: Codelist
Beispiel: CH_LV03

1.1.5 **Ansatzhöhe Z:** Attribut Elevation_Z

Ansatzhöhe der Bohrung in Meter über Meer; es wird die Geländeoberfläche OKT (Oberkante Terrain) als ein in der Schweiz allgemein gültiger Referenzpunkt empfohlen. Für Spezialfälle wie Tunnel- / Stollenbohrungen etc. gilt das lokale Referenzsystem.

Die Ansatzhöhe ist für eine gesamthafte Einordnung der Bohrung relevant. Wird die Geländeoberfläche nach Abschluss der Bohrarbeiten verändert (Baugrund, Abbau, etc., siehe Abb. 8), können dadurch folgende Fehlerquellen entstehen:

- Nachträgliches Verändern der Daten: Unvollständige oder fehlerhafte Anpassung der Daten, wenn im Original Schichtangaben und weitere Daten in Meter unter OKT angegeben sind.
- Entstehung von Doubletten: Fehlender Zusammenhang zwischen Originalprofil und abgeändertem Profil
- Rückverbesserungen von bereits korrekt verbesserten Daten aufgrund des vorliegenden – fehlerhaften - Originalprofils

Die Abänderung von Daten sollte aus den genannten Gründen nachvollziehbar dokumentiert werden. Ein Modul, das diese Angaben strukturiert, ist vorgesehen.

Neben dem oben definierten Referenzniveau OKT gibt es noch weitere gebräuchliche Referenzniveaus wie z.B. die Oberkante eines eingebauten Rohres (z.B. bei Piezometer), das Niveau eines Schachtes (z.B. Brunnen) oder Bezugspunkte einen Bohrturm betreffend (z.B. Bohrtisch: RB für Rotary Table, KB für Kelly Bushing, etc.). Diese detaillierten Ansatzhöhen-Informationen sind nicht für die Minimalangaben des Inneren Kerns vorgesehen, sondern werden in einem geplanten Modul (Teil II, Kap. 3) abgebildet. Die Abbildung der Genauigkeitsangabe (aus Karte geschätzt, mit GPS eingemessen, geodätisch gemessen, etc.) ist ebenfalls eine geplante Modul-Option (Teil II, Kap. 3 Thema Module).

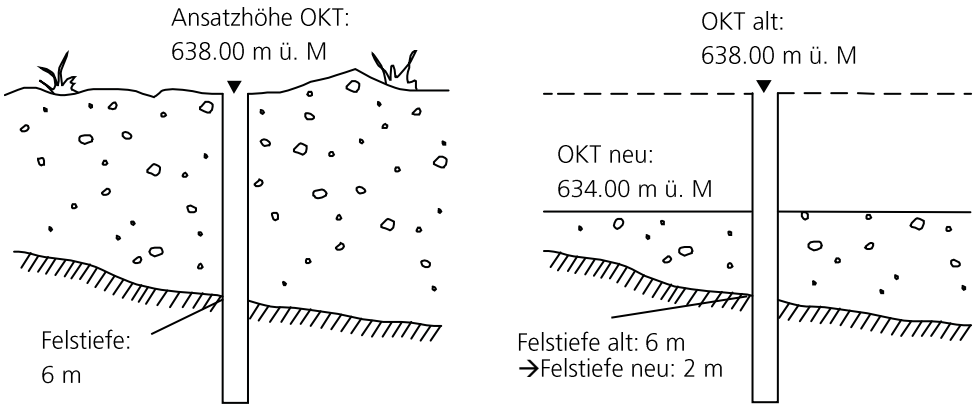


Abbildung 8: Schematische Darstellung zur Ansatzhöhe Z. Wird die Geländeoberfläche nachträglich verändert und Elevation_Z angepasst, müssen alle damit zusammenhängenden Daten ebenfalls angepasst werden.

Rückerfassungen: In alten Datenbeständen ist die Ansatzhöhe oft nicht mehr nachvollziehbar (Angaben beziehen sich z.B. auf Niveau Seespiegel, Niveau Baugrubensohle, etc.). Teilweise wurde sie nie angegeben. Ist die Ansatzhöhe nicht mehr nachvollziehbar, so gilt der Wert *-9999* als Platzhalter. Die damit zusammenhängenden Schichtangaben können dann ebenfalls nicht mehr höhenreferenziert werden.

Datentyp: Float
Beispiel: 638.00 m. ü. M

1.1.6 **Höhenreferenzsystem:** Attribut HRS; Tabelle Borehole_HRS

Analog zum Wechsel des räumlichen Bezugsrahmens (SRS, vgl. Teil II, Kap.1.1.4) wurde in der Schweiz ebenfalls ein neues Höhenreferenzsystem (HRS) eingeführt. Anders als beim SRS bleibt aber das bisherige Höhenreferenzsystem LN02 weiterhin das Gebrauchsreferenzsystem und ist deshalb die Standardangabe. Das Referenzsystem LN95 ist einzig für geodätisch eingemessene Werte relevant. Die Codelist kann durch weitere Höhenreferenzsysteme (z.B. European Vertical Reference System EVRS, Nationale Referenzsysteme (z.B. Deutschland: DHHN92), etc.) ergänzt werden.

GeolCode Ibor106	HRS (fr)	HRS (de)
001	CH_LN02	CH_LN02
002	CH_LN95	CH_LN95

Datentyp: Codelist
Beispiel: CH_LN02

1.1.7 **Länge der Bohrung:** Attribut Length

In den meisten Fällen wird für die Tiefe einer Bohrung die eigentliche Länge in Meter angegeben (MD für Measured Depth; siehe Abb. 9). Sie beinhaltet somit auch Verlängerungen durch Krümmungen und Ablenkungen. Die tatsächliche Tiefe einer Bohrung wird vom Ansatzpunkt der Bohrung an der OKT vertikal bis zum Niveau der Tiefe (Bohrung C) gemessen (TVD für True Vertical Depth) berechnet. Daneben existieren noch eine Anzahl weiter Bohrloch-Tiefendefinitionen wie die Driller's Depth, Logger's Depth, etc. Eine Unterscheidung der Tiefenangaben findet an dieser Stelle des Datenmodells nicht statt, sondern wird im geplanten Modul «3D-Pfad» vorgenommen.

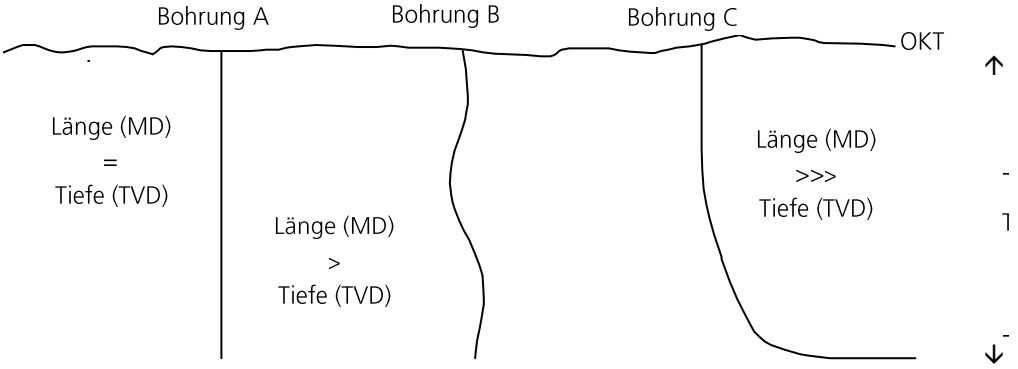


Abbildung 9: Schematische Darstellung zur Länge und Tiefe einer Bohrung. In den meisten Fällen wird die Länge einer Bohrung gemessen. Die Länge entspricht nur dann der Tiefe, wenn die Bohrung ohne Krümmungen und Ablenkungen abgeteuft werden konnte. MD = Measured Depth, TVD = True Vertical Depth, OKT = Oberkante Terrain.

Bemerkung: Der Bohrlandepunkt als wichtige, aber selten gemessene Information, wird im geplanten Modul «3D-Pfad» abgebildet

Datentyp: Float
Beispiel: 250.00 m

1.1.8 **Einfallen der Bohrung am Bohransatzpunkt:** Attribut Bore_Inc; Tabelle Bore_Inc

Das Attribut bildet das Einfallen der Bohrung einzig und allein am Bohransatzpunkt ab. Damit wird die Information geliefert, ob eine Bohrung z.B. vertikal nach unten (der Grossteil der Bohrungen), nach oben oder steigend (z.B. Tunneldecke, Felswand), etc. gebohrt wurde (siehe Tabelle und Abbildung 10 nächste Seite). Eine Einordnung des Profils im Gesamtsystem ist somit

möglich. Weitere Angaben zu Einfallsrichtung und Einfallswinkel sowie 3D-Verlauf der Bohrung sind im geplanten Modul «3D-Pfad» zu entnehmen (Teil II, Kap. 3 Thema Module).

Bemerkung: Der Einfallswinkel einer Bohrung kann auf zwei verschiedene Arten angegeben werden:

I Er kann analog dem Einfallen einer geologischen Schicht angegeben werden (Einfallen: englisch = dip). D.h. die Horizontale erhält den Wert 0° während ein vertikales Einfallen mit 90° bemessen wird.

II In der angewandten Geologie und Praxis wird für abgelenkte Bohrungen der Winkel der Abweichung (Abweichung: engl. = deviation, Winkel der Abweichung: engl. = inclination) von der Vertikalen angegeben. Damit erhält die Vertikale den Wert 0° und alle von ihr abweichenden Winkel sind > 0° (vgl. Tabelle Bore_Inc).

Das vorliegende Datenmodell richtet sich nach der in der Praxis hauptsächlich verwendeten *Methode II*, da die meisten Messprogramme die Werte in dieser Konvention angeben.

Erklärung			**Bore_Inc**
genauer Wert			0 – 180
Vertikal nach unten	Inclination = 0°	(A)*	-1111
Geneigt	0° < Inclination < 90°	(B)*	-0045
Horizontal	Inclination = 90°	(C)*	-0090
Steigend	90° < Inclination < 180°	(D)*	-0135
Vertikal nach oben	Inclination = 180°	(E)*	-0180
Unbekannt			-9999

*Die Buchstaben beziehen sich auf Abbildung 10.

Datentyp: Short Integer
Beispiel: -0045 (= Bohrung geneigt)

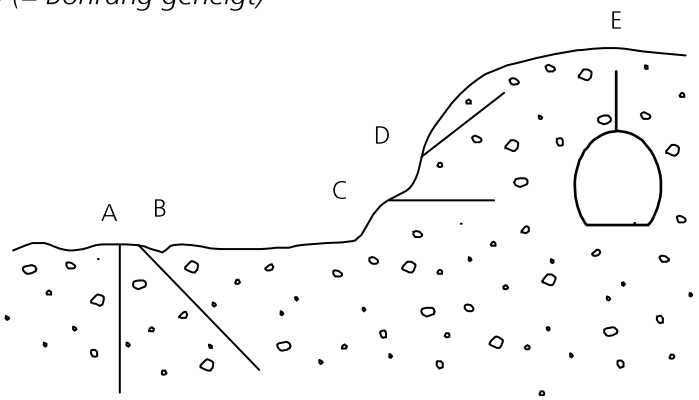


Abbildung 10: Skizze zum Einfallen am Bohransatzpunkt: A Vertikal nach unten, B Geneigt, C Horizontal, D Steigend, E Vertikal nach oben (vgl. auch Tabelle 1.1.8 Bore_Inc).

1.1.9 **Einfallsrichtung der Bohrung am Bohransatzpunkt:** Attribut Bore_Inc_Dir; Tabelle Bore_Inc_Dir

Bildet die Einfallsrichtung der Bohrung am Bohransatzpunkt in Abhängigkeit des Einfallens ab. Ist die Bohrung vertikal am Ansatzpunkt gebohrt, so ist keine Einfallsrichtung vorhanden. Genau gemessene wie auch geschätzte oder ungenaue Werte können beschrieben werden. Der Schlüssel für die Werte ist aus der folgenden Tabelle zu entnehmen. Weitere Angaben erfolgen im geplanten Modul «3D-Pfad».

Erklärung			Bore_Inc_Dir (de)
genauer Wert in °			0 - 359
keine Einfallsrichtung (vertikal gebohrt)			-1111
geschätzte oder ungenaue Einfalls-richtung	N	(0° / 360°)	-0360
	N - O	(zwischen 0° und 90°)	-0045
	O	(90°)	-0090
	O – S	(zwischen 90° und 180°)	-0135
	S	(180°)	-0180
	S – W	(zwischen 180° und 270°)	-0225
	W	(270°)	-0270
	W – N	(zwischen 270° und 360°)	-0315
Unbekannt			-9999

Datentyp: Short Integer
Beispiel: -0045 (= Einfallen in NO Richtung)

1.1.10 **Datum der Fertigstellung:** Attribut Date

Datum der Fertigstellung einer Bohrung in der Reihenfolge Jahr-Monat-Tag (yyyymmdd; nach Empfehlungen von [2] und [32]). Ist nur das Jahr bekannt, so gilt: *yyyy0101*.

Ist kein Datum bekannt, so gilt: *11110101*.

Nicht zu verwechseln mit dem Datum der Aufnahme der Bohrung (ist aber meist sehr zeitnah).

Datentyp: Date (yyyymmdd)
Beispiel: 20090110

1.1.11 **Nutzungsbeschränkung:** Attribut Restriction; Tabelle Borehole_Restriction

Gibt den Status der Bohrung bezüglich der Nutzungsbeschränkung von Erweitertem Kern und Modulen an. Bei der Option «Vertraulich» besteht trotzdem die Möglichkeit bei der angegebenen Kontaktstelle um Herausgabe weiterer Informationen anzufragen. Die Herausgabe der Daten beim Status «vertraulich» entscheidet die Kontaktstelle.

BoreCode Ibor111	Restriction (fr)	Restriction (de)
001	Public	Frei
002	Confidentiel (sur demande)	Vertraulich (auf Anfrage)

Datentyp: Codelist
Beispiel: Frei

1.1.12 **Beschränkungszeitraum:** Attribut Restricted_until

Liegt eine zeitliche Nutzungsbeschränkung für die Bohrung vor, so ist dessen Ablaufdatum anzugeben. Für freie Bohrungen ohne Beschränkung gilt die Angabe: *11110101*.

Für Bohrungen, die immer vertraulich bleiben: *99990909*. Eine Anfrage bei der Kontaktstelle für eine eventuelle Herausgabe weiterer Informationen ist trotzdem möglich.

Datentyp: Short Integer
Beispiel: 20120110

1.2 Klasse Contact

Die Klasse Contact umfasst alle Attribute, die einen Kontakt beschreiben, der bei einer beschränkten Nutzung der Bohrangaben *als Anfragestelle* für eine Freigabe oder einer teilweisen Freigabe dient. Deshalb wird empfohlen, an dieser Stelle als «Erst-Kontakt» die Bewilligungsbehörde zu führen und weitere Kontakte wie Fachbüro, Bohrfirma oder Drittbeteiligte als Zweit- und Dritt-Kontakt oder mehr zu führen. Im Datenaustausch lässt sich so der pflichtmässige und immer freie «Erst-Kontakt» weitergeben, während weitere Kontakte bei Bedarf *anonymisiert*, d.h. in diesem Fall «nicht ausgetauscht», werden können. Die Bewilligungsbehörde dient so bei nutzungsbeschränkten Daten als erste Anlaufstelle für einen öffentlichen Nutzer. Detailliertere Angaben zum begleitenden Fachbüro, der Bohrfirma, etc. sind für ein geplantes Modul vorgesehen.

Die Attribute dieser Klasse gehören zum Inneren Kern und sind somit freigegeben. Pflichtfelder sind hier die Mindestangaben Kind und Name sowie Locality und State (Kardinalität [1]). Es wird empfohlen, alle weiteren Attribute wie Adresse oder Email ebenfalls auszutauschen, sie sind aber optional [0..1].

Wie oben erwähnt, kann eine Bohrung mindestens einen bis unendlich viele Kontakte (Bewilligungsbehörde, Fachbüro, Bohrfirma, etc.) haben, d.h. die Beziehung Klasse Borehole zu Klasse Contact besitzt die Kardinalität [1..*] (vgl. UML-Diagramm Abb. 7). Gleichzeitig steht jedes Objekt der Klasse Contact mit einem ihr zugeordneten Objekt der Klasse BoreID in Verbindung – ohne ein Objekt der Klasse BoreID kann es kein Objekt der Klasse Contact geben (Kardinalität [1]). Dies bedeutet in der Praxis, dass die ID jeder Bohrung einer Kontaktstelle mitausgetauscht werden muss, denn jede Kontaktstelle vergibt eine ID für jede ihrer Bohrungen (z.B. Listennummer, individueller Code, etc.). Im Falle einer Anonymisierung des Zweit- / Dritt-Kontaktes kann aber die BoreID des anonymisierten Kontaktes losgelöst vom Kontakt ausgetauscht werden, während der Kontakt nicht ausgetauscht wird. Die Beziehung der Klasse BoreID zur Klasse Contact besitzt somit die Kardinalität [0..1].

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
1	Kind [1]	Codelist Tabelle 1.2.1	Information zur **Art des Kontaktes** (z.B. kantonale Bewilligungsbehörde, Bundesbehörde, Privatwirtschaft: begleitendes Fachbüro, etc.). Mindestkontakt ist nach Möglichkeit immer die Bewilligungsbehörde. Die Attribut-Werte sind in Tabelle 1.2.1 «Contact_Kind» zu finden.
2	Name [1]	String (254)	**Name** der Kontaktstelle (z.B. Amt für…). Pflichtfeld.
3	Street [0..1]	String (254)	**Strasse** in der Adresse der Kontaktstelle.
4	Street_No [0..1]	String (254)	**Strassennummer** in der Adresse der Kontaktstelle.
5	ZIP [0..1]	Short Integer	**Postleitzahl** in der Adresse der Kontaktstelle.
6	Locality [1]	String (254)	**Orstangabe/Gemeinde** in der Adresse der Kontaktstelle.
7	Country [1]	String (254)	**Land/Staat** in dem die Kontaktstelle liegt.

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
8	E-Mail [0..1]	String (254)	**E-Mail-Adresse** der Kontaktstelle.
9	Tel [0..1]	Long Integer	**Telefonnummer** der Kontaktstelle.
10	Website [0..1]	String (254)	**Webseite** der Kontaktstelle.

1.2.1 **Kind:** Attribut Kind; Tabelle Contact_Kind

Der Typ des Kontaktes ist ein Pflichtfeld. Es können mehrere Kontakte abgebildet und ausgetauscht werden. Es wird empfohlen als Kontakt immer die Bewilligungsbehörde (meistens kantonal, seltener Bund) oder beispielsweise die geologische Informationsstelle der Landesgeologie auszutauschen. Die Namen von Personen sind hier nicht auszutauschen, da diese Information schnell wechseln kann und einen hohen Nachführungsaufwand bedeutet.

GeolCode Icon 401	Kind (fr)	Kind (de)	1.2.2 Name	1.2.3 – 1.2.5 Street, Nr., ZIP	1.2.6 + 1.2.7 Locality, Country	1.2.8 – 1.2.10 E-Mail, Tel, Website
001	Autorité fédérale	Bundesbehörde	m	o	m	o
002	Centre d'informations géologiques swisstopo	Geologische Informationsstelle swisstopo	m	o	m	o
003	Autorités cantonales	Kantonale Bewilligungsbehörde				
004	Commune	Gemeinde	m	o	m	o
005	Secteur privé	Privatwirtschaft	m	o	m	o
005	Universités, hautes écoles spécialisées, etc.	Universitäten, Fachhochschulen, etc.	m	o	m	o
006	Autres auteurs du projet	Andere Projektverfasser	m	o	m	o

m = mandatory (obligatorisch); o = optional (fakultativ)

Datentyp: Codelist
Beispiel: Kantonale Bewilligungsbehörde

1.2.2 **Name:** Attribut Name

Name der Kontaktstelle, Pflichtfeld.

Datentyp: String (254)
Beispiel: Amt für Bohrdaten Kanton XY

1.2.3 **Strasse:** Attribut Street

Strasse in der Adresse der Kontaktstelle; es wird empfohlen die Adresse mit auszutauschen. Daten sind bei Aktualisierungen meist leicht automatisch nachzuführen.

Datentyp: String (254)
Beispiel: Profilstrasse

1.2.4 **Hausnummer:** Attribut Street_No

Hausnummer in der Adresse der Kontaktstelle; es wird empfohlen die Adresse mit auszutauschen. Daten sind bei Aktualisierungen meist leicht automatisch nachzuführen.

Datentyp: String (254)
Beispiel: 8a

1.2.5 **Postleitzahl:** Attribut ZIP

Postleitzahl in der Adresse der Kontaktstelle; es wird empfohlen die Adresse mit auszutauschen. Daten sind bei Aktualisierungen meist leicht automatisch nachzuführen.

Datentyp: Short Integer
Beispiel: 3000

1.2.6 **Gemeinde / Ortsangabe:** Attribut Locality

Gemeinde oder Ortsangabe in der Adresse der Kontaktstelle; der Gemeindename ist mit auszutauschen. Daten sind bei Aktualisierungen meist leicht automatisch nachzuführen.

Datentyp: String (254)
Beispiel: Datenwiler

1.2.7 **Land / Staat:** Attribut Country

Land oder Staat in der die Kontaktstelle liegt; die Landesangabe ist mit auszutauschen. Daten sind bei Aktualisierungen meist leicht automatisch nachzuführen.

Datentyp: String (254)
Beispiel: Bohrland

1.2.8 **E-Mail-Adresse:** Attribut Email

E-Mail-Adresse der Kontaktstelle; es wird empfohlen die E-Mail-Adresse mit auszutauschen. Daten sind bei Aktualisierungen meist leicht automatisch nachzuführen.

Datentyp: String (254)
Beispiel: info.bohrung@xy.ch

1.2.9 **Telefon:** Attribut Tel

Telefonnummer der Kontaktstelle; es wird empfohlen die Telefonnummer mit auszutauschen. Daten sind bei Aktualisierungen meist leicht automatisch nachzuführen.

Datentyp: Tel
Beispiel: 001 001 01 01

1.2.10 **Website:** Attribut Website

Website der Kontaktstelle; es wird empfohlen die Website mit auszutauschen.

Datentyp: URL
Beispiel: http://www.xy.ch/bohrdaten/Bohrbewilligungen.html

1.3 Klasse BoreID

Eine Kombination der beiden Attribute der Klasse BoreID ergibt eine schweizweit eindeutige Bohrungs-Identifikation. Es können mehrere Bohrungs-IDs abgebildet werden, wenn mehrere bekannt sind. Dies erhöht unter Umständen die Unverwechselbarkeit der Bohrung. Die Angabe der Attribute Code_Contact und BoreID_Contact ist zwingend (Kardinalität [1]). Es wird empfohlen als «Erst-» oder «Mindest-ID» die Bohrungs-ID des «Erst-» oder «Mindestkontaktes» – also z.B. der Bewilligungsbehörde oder der geologischen Informationsstelle der Landesgeologie – anzugeben. Es können zusätzlich auch die Bohrungs-IDs der Fachbüros, etc. angegeben werden (siehe Teil II, Kap. 1.2).

Auf die Einführung einer *globalen, eineindeutigen Bohrungs-ID* wird an dieser Stelle verzichtet, da dies mit einem hohen Nachführungsaufwand für alle Beteiligten verbunden ist. Die Kombination der beiden Attribute Code_Contact und BoreID_Contact in Bezug auf eine Bewilligungsbehörde ist eine für alle Seiten effiziente und anwendbare Lösung.

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
1	Code_Contact [1]	Codelist (Tabelle 1.3.1)	**Kürzel** des Kantons, in dem die Bewilligungsbehörde liegt (Alternativ auch Bundeskürzel, etc.). In Kombination mit dem Attribut BoreID_Contact (siehe Nr. 2, unten) ergibt sich damit eine eindeutige ID für eine Bohrung. Die Kürzel befinden sich in Tabelle 1.3.1 «Borehole_Code_Contact».
2	BoreID_Contact [1]	String (254)	**Bohrungs-ID** der Kontaktstelle. Ist durch die Kontaktstelle (i.d.R. kantonale Bewilligungsbehörde oder geologische Informationsstelle) zu vergeben. In Kombination mit dem Kantonskürzel (oder CH für Bund; siehe oben) eindeutig.

1.3.1 Code der Kontaktstelle: Attribut Code_Contact; Tabelle Borehole_Code_Contact

Nur in Kombination mit dem Attribut Code_Contact wird eine Bohrungs-ID einer kantonalen Bewilligungsbehörde über die Kantonsgrenzen hinaus eindeutig (siehe oben). Für Bewilligungen, die von einer Bundesstelle vergeben wurde, ist anstatt eines Kantonskürzels die Abkürzung CH zu verwenden. Der Geologischen Informationsstelle der Landesgeologie ist die Abkürzung LGI zugewiesen; liegt eine Bohrungs-ID eines Fachbüros vor, so ist das Kürzel SP (für Privatwirtschaft oder Privat-Sektor; secteur privé; settore privato) zu verwenden.

GeolCode Ibid101*	Code_Contact (fr)	Code_Contact (de)	Erklärung
001	ZH	ZH	Zürich
002	BE	BE	Bern
003	LU	LU	Luzern
004	UR	UR	Uri
005	SZ	SZ	Schwyz
006	OW	OW	Obwalden
007	NW	NW	Nidwalden
008	GL	GL	Glarus
009	ZG	ZG	Zug
010	FR	FR	Freiburg

GeolCode Ibid101*	Code_Contact (fr)	Code_Contact (de)	Erklärung
011	SO	SO	Solothurn
012	BS	BS	Basel-Stadt
013	BL	BL	Basel-Landschaft
014	SH	SH	Schaffhausen
015	AR	AR	Appenzell Ausserrhoden
016	AI	AI	Appenzell-Innerrhoden
017	SG	SG	St. Gallen
018	GR	GR	Graubünden
019	AG	AG	Aargau
020	TG	TG	Thurgau
021	TI	TI	Tessin
022	VD	VD	Waadt
023	VS	VS	Wallis
024	NE	NE	Neuenburg
025	GE	GE	Genf
026	JU	JU	Jura
027	FL	FL	Fürstentum Liechtenstein
030	CH	CH	Andere Bundesstelle
031	LGI	LGI	Geologische Informationsstelle Landesgeologie
032	SP	SP	Privatwirtschaft, privater Sektor

Um gleiche GeolCodes zu vermeiden wurde an dieser Stelle der GeolCode Ibid (für **Inner Core und «bid» für **B**ore**ID**) verwendet anstatt Ibor (**I**nner Core, **Bor**eID), da dies bereits für den GeolCode des **I**nner Core, Klasse **Bor**ehole verwendet wurde.*

Datentyp: Codelist
Beispiel: Code_Contact → BE

1.3.2 **Bohrungs-ID der Kontaktstelle:** Attribut BoreID_Contact

Die BoreID_Contact wird im Normalfall von der (kantonalen) Bewilligungsbehörde oder der geologischen Informationsstelle der Landesgeologie vergeben und setzt sich aus dem individuellen Schlüssel der Bewilligungsbehörde zusammen. Sie entspricht meist nicht der Bewilligungsnummer, sondern wird nach einem anderen System vergeben. Sondierschlitze und Rammsondierungen haben nur eine Bohrungs-ID, wenn sie von der Bewilligungsbehörde in ihre Liste aufgenommen wurden. Bohrungen ohne Bewilligung können auch eine BoreID erhalten – die Handhabung ist hier den Bewilligungsbehörden überlassen. Bohrungs-IDs von begleitenden Fachbüros oder anderen Firmen sollten hier nur an 2. Stelle angegeben werden.

Das Attribut BoreID_Contact dient zur Identifizierung einer Bohrung im Kontaktvorgang zwischen Nutzern und der Kontaktstelle. Im Zusammenhang mit dem Attribut Code_Contact (siehe vorherigen Punkt) wird das Attribut BoreID_Contact interkantonal eindeutig.

Datentyp: String (254)
Beispiel: BoreID_Contact → 599/196.16
Zusammengesetzt: Code_Contact + BoreID_Contact → BE599/196.16

2 Thema Extended Core

Der Erweiterte Kern besteht einzig aus der Klasse Borehole_Extended (Abbildung 11). In dieser Klasse werden weitere Stamm- bzw. Primärdaten der Bohrung beschrieben.

Die Trennung von Innerem und Erweitertem Kern ist eine «künstliche» Trennung und besteht nur aufgrund von datenschutzrelevanten Gründen. Die Informationen, die der Erweiterte Kern abbildet, sind für Recherche- und Austauschzwecke ebenso von Bedeutung wie die Informationen des Inneren Kernes, können jedoch z.B. Rückschlüsse auf Geschäftsgeheimnisse (z.B. Bohrzweck Rohstoffe, Öl, etc.) oder den Auftraggeber-Namen (Originalname der Bohrung/des Projekts) liefern. Der Erweiterte Kern kann deshalb sowohl frei für die öffentliche Nutzung als auch zugriffsbeschränkt sein. Allgemein wird jedoch empfohlen den Erweiterten Kern frei für die öffentliche Nutzung zu halten.

Die Attribute der Klasse Borehole_Extended sind alle Pflichtfelder und besitzen somit die Kardinalität [1] oder [1..*].

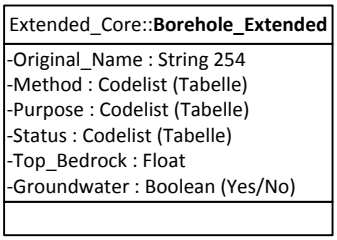


Abbildung 11: Darstellung des Themas Extended_Core mit der Klasse Borehole_Extended im UML-Format. Die UML-Modellierung für das gesamte Datenmodell Bohrdaten ist in Anhang A abgebildet.

2.1 Klasse Borehole_Extended

Die Klasse Borehole_Extended gehört zum Erweiterten Kern und gibt erweiterte Informationen zu der im Inneren Kern beschriebenen Bohrung (siehe oben).

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
1	Original_Name [1]	String (254)	**Originalname** der Bohrung wie in Bericht, Bohrprofil, Dokumentation etc. angegeben.
2	Bore_Method [1..*]	Codelist Tabelle 2.1.2	**Bohrmethode** (z.B. gekernt, destruktiv, etc.). Die Möglichkeiten sind in Tabelle 2.1.2 «Borehole_Extended_Bore_Method» aufgelistet. Angaben zum Bohrverfahren werden in einem geplanten Modul abgebildet.
3	Purpose [1..*]	Codelist Tabelle 2.1.3	**Bohrzweck / Bohranlass** (z.B. Rohstoffbohrung, Geotechnik, etc.). Es können mehrere Angaben abgebildet werden. Tabelle 2.1.3 «Borehole_Extended _Purpose» enthält alle möglichen Angaben.

No	Attributname [Kardinalität]	Datentyp (Wertebereich)	Beschreibung
4	Status [1..*]	Codelist Tabelle 2.1.4	**Status** der Bohrung (ausgebaut, verfüllt, in Betrieb, stillgelegt, etc.). Die möglichen Werte sind in Tabelle 2.1.4 «Borehole_Extended_Status» wiedergegeben. Es können mehrere Möglichkeiten angegeben werden.
5	Top_Bedrock [1]	Float	**Felsoberfläche** in m (falls angetroffen), gemessen ab Bohransatzpunkt (Attribut-Wert Elevation_Z).
6	Groundwater [1]	Boolean (Ja / Nein)	Angabe ob in der Bohrung **Grundwasser** angetroffen wurde.

2.1.1 **Ursprünglicher Name:** Attribut Original_Name

Ursprünglicher Name der Bohrung wie in Dokumentation, Bericht, Bohrprofil. Die Benennung ist dem Autor/Verfasser überlassen.

Datentyp: String (254)
Beispiel: ES 1/2014 Wabern

2.1.2 **Bohrmethode:** Attribut Bore_Type; Tabelle Borehole_Extended_Bore_Method

Art des Bohrvortriebs wie z.B. gekernt, destruktiv, etc. Damit wird eine erste Aussage über die Qualität des Bohrguts (ganze Kerne, Bohrklein, Schlagzahlen, etc.) und der darauf aufbauenden Bohrgutbeschreibung und –interpretation gemacht. Es können mehrfache Angaben dazu vorhanden sein.

GeolCode Ebor102	Bore_Type (fr)	Bore_Type (de)
001	Carotté (p.ex. forage carotté)	Gekernt (z.B. Kernbohrung)
002	Carotté destructif (p.ex. forage au rotary)	Destruktiv gekernt (z.B. Spülbohrung)
003	Battage (p.ex. sondage au pénétromètre)	Gerammt (z.B. Rammsondierung)
004	Non foré (p.ex. fouille)	Nicht gebohrt (z.B. Sondierschlitz)
005	Autre méthode	Andere Sondiermethode

Datentyp: Codelist
Beispiel: Destruktiv

2.1.3 **Zweck:** Attribut Purpose; Tabelle Borehole_Extended_Purpose

Zweck oder Anlass der Bohrung. Es können mehrere Angaben vorhanden sein.

GeolCode Ebor103	Purpose (fr)	Purpose (de)
001	Géotechnique	Geotechnik
002	Géothermie	Geothermie
003	Sites contaminés	Belastete Standorte
004	Hydrogéologie, eau souterraine	Hydrogeologie, Grundwasser
005	Eaux minérales, eaux thermales	Mineralwasser, Thermalwasser
006	Matières premières minérales	Mineralische Rohstoffe

GeolCode Ebor103	Purpose (fr)	Purpose (de)
007	Hydrocarbures	Kohlenwasserstoffe
008	Recherche	Forschung
009	Autre but du forage	Anderer Bohrzweck
010	Inconnue	Unbekannt

Datentyp: Codelist
Beispiel: Geothermie

2.1.4 **Nutzungs-Status:** Attribut Status; Tabelle Borehole_Extended_Status

Status einer Bohrung. Gibt an, ob eine Instrumentierung innerhalb eines Bohrlochs in Betrieb ist oder ob die Bohrung z.B. wieder verfüllt wurde.

GeolCode Ebor104	Status (fr)	Status (de)
001	ouvert	offen
002	comblé	verfüllt
003	détruit	verfallen
004	recouvert, inaccessible	überbaut, nicht zugänglich
005	tubé, mesures possibles	ausgebaut, Messungen möglich
006	tubé, en fonction	ausgebaut, in Nutzung
007	tubé, mesures impossibles	ausgebaut, nicht mehr messbar
008	Inconnu	Unbekannt

Datentyp: Codelist
Beispiel: ausgebaut, Messungen möglich

2.1.5 **Felsoberfläche:** Attribut Top_Bedrock

Felsoberfläche gemessen in Meter ab dem Bohransatzpunkt Elevation_Z. Ist die Felsoberfläche aufgeschlossen, so gilt: 0.00

Liegt die Felsoberfläche «tiefer» als die Endtiefe der Bohrung (also Fels nicht erreicht), so gilt:
-8888.
Ist die Felsoberfläche nicht bekannt, gilt:
-9999.

Datentyp: Float
Beispiel: 8.00

2.1.6 **Grundwasser angetroffen:** Attribut Groundwater

Gibt an, ob in der Bohrung Grundwasser angetroffen wurde. Detaillierte Angaben zu Grundwasser und Hydrogeologie sind für ein geplantes Modul vorgesehen.

Datentyp: Boolean
Beispiel: Nein

3 Thema Modules

Das vorliegende Datenmodell ist so konzipiert, dass modulare Erweiterungen möglich sind. Daten, die über die Angaben mit grundlegendem Informationscharakter des Inneren und Erweiterten Kerns hinausgehen und detailliertere sowie spezialisierte Informationen zu einer Bohrung geben, können über das Thema Module ausgetauscht werden. Dort werden thematisch zusammengehörende Dateninhalte in einzelne Modul-Klassen gruppiert (vgl. Anhang A, UML-Modellierung).

Die Module stehen in Beziehung zum Erweiterten Kern. Ist der Erweiterte Kern nicht frei zugänglich, ist auch das Thema Module gesperrt und die Kontaktstelle (Teil II, Kap1.2) muss für weitere Informationen angefragt werden. Sind die Daten des Erweiterten Kerns frei, dann bestehen bezüglich Nutzungsbeschränkungen für die Modulklassen drei Möglichkeiten:

- Das Thema Module und damit alle Klassen des Themas sind ebenfalls frei.
- Das Thema Module und damit alle Klassen des Themas sind gesperrt.
- Einzelne Klassen des Themas Module sind frei, andere sind gesperrt.

3.1 Prioritäre Modul-Klassen

Die thematischen Modul-Klassen erster Priorität wurden durch die Arbeitsgruppe des Datenmodells Bohrdaten festgelegt. Die Attribute der verschiedenen Klassen stehen zum Zeitpunkt der vorliegenden Dokumentation noch nicht im Einzelnen fest. Als prioritär wurden folgende Klassen definiert:

- **Dokumentation** (Documentation): Alle dokumentarischen Angaben zu vorhandenen Berichten, Bohrprofilen, Messdaten, etc., die die Bohrung betreffen. Dies beinhaltet z.B. Autoren, Berichttitel, Datum des Berichts, Links zum Bericht und Bohrprofil, etc.
- **Hydrogeologie** (Hydrogeology): Angaben zu Grundwasserspiegel und –stockwerke, Flurabstand, Fliessrichtungen, hydrogeologischen Kennwerten, Messreihen und Messdatum, Anlaysen und Proben, Versuche (Versickerung, Färbung, Pumpversuche, etc.), Modellierungen, etc.
- **Ausbau / Instrumentierung** (Completion / Instrumentation): Angaben zu Verrohrung- und Filtereinbauten, Ver- und Hinterfüllungen, Messinstrumente, Links zu Ausbauzeichnungen, etc.
- **Geologie und Schichtenverzeichnis** (Geology / Soil_Profile): Schichtenverzeichnis und Bohrgutbeschreibung, Lithostratigraphie, Chronostratigraphie, Tektonik (Brüche, Störungen, etc.)

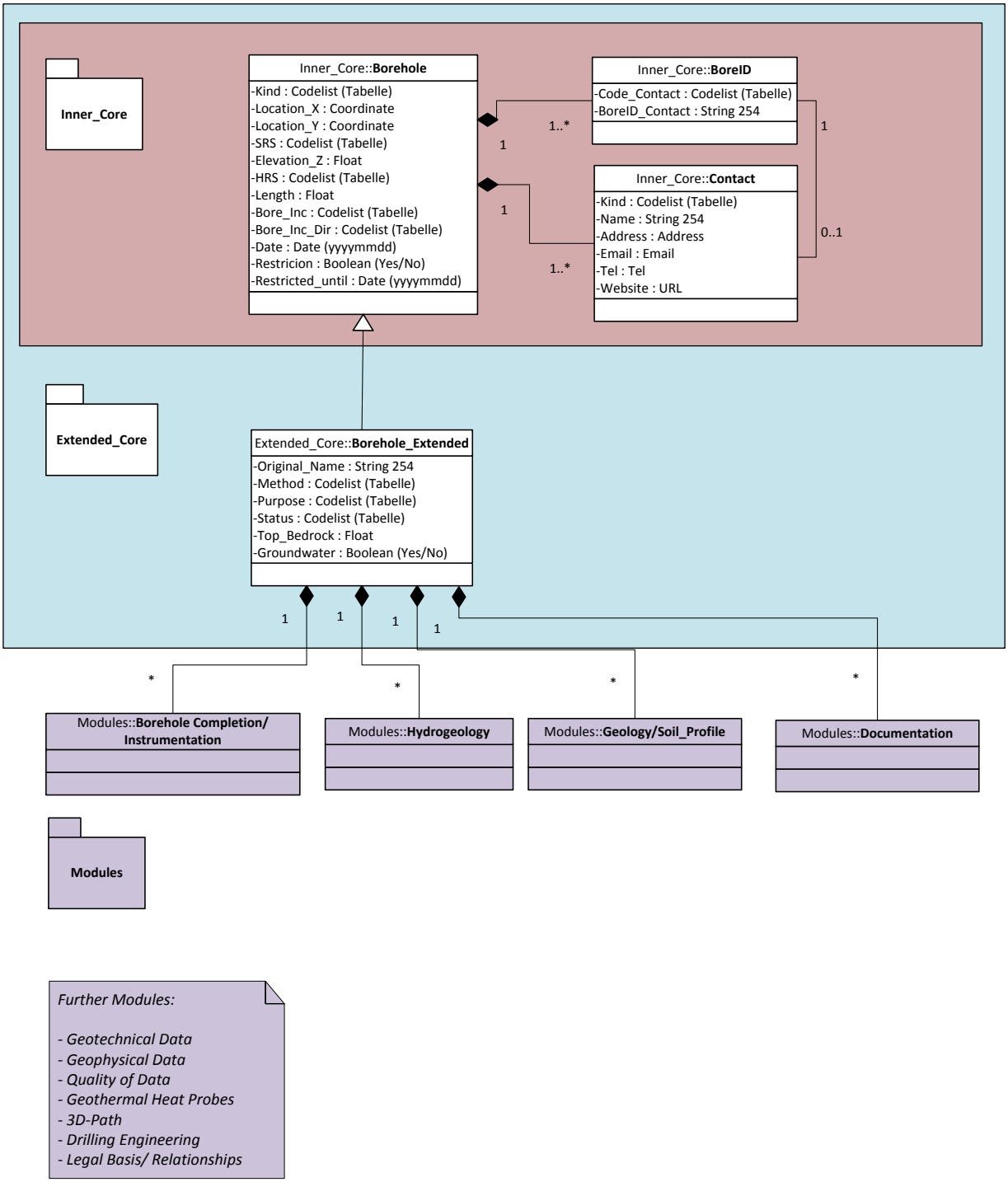
3.2 Weitere Modul-Klassen

Neben den oben genannten prioritären Modul-Klassen können weitere thematische Datensätze im Zusammenhang mit Bohrungen entstehen. Diese wurden zum Zeitpunkt der vorliegenden Dokumentation noch nicht weiter ausgearbeitet. Im Nachfolgenden sind weitere geplante Modul-Klassen aufgelistet, die in einem nachfolgenden Schritt bearbeitet werden,:

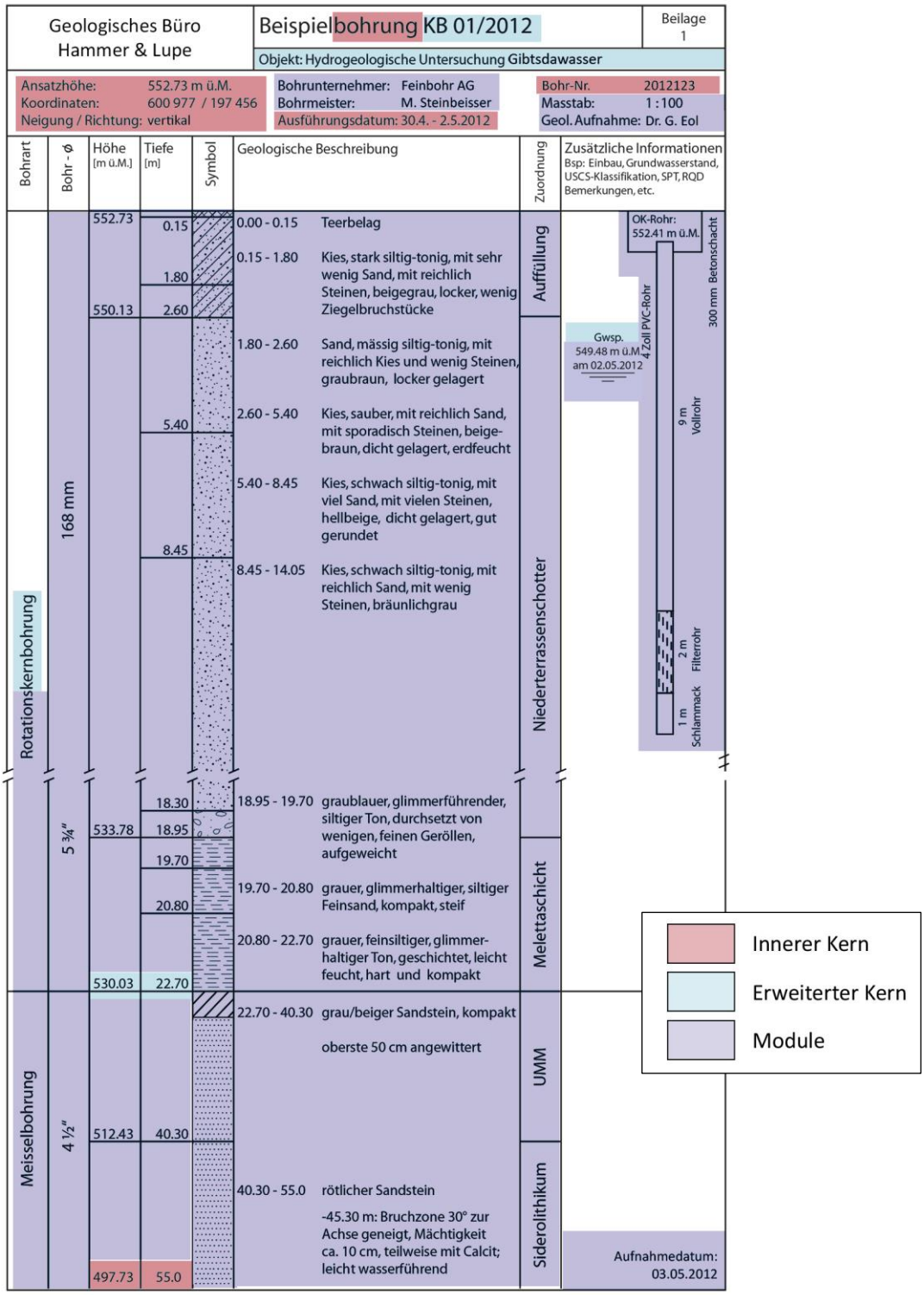
- Geotechnik: geotechnische Kennwerte, Boden- und Felsklassifikationen, etc.
- Bohrlochmessungen: Bohrlochmessresultate, Geophysik, etc.
- Datenqualität: Angabe zur Genauigkeit der Daten, Fehlerangaben, Qualität, etc.
- Erdwärmesonden: Wärmeentzug, Heizleistung, Betriebsbeginn, etc.
- 3D-Pfad der Bohrung: Bohrverlauf im Untergrund in Abschnitten, Bohrlandepunkt, etc.
- Bohrprozess: Bohrfirma, Bohrmeister, Bohrverfahren detailliert, etc.

Da die Struktur des Datenmodells Bohrdaten vorsieht, dass die einzelnen Modul-Klassen zeitlich unabhängig voneinander aufgebaut werden können, können weitere, bisher noch nicht besprochene thematische Datensätze als Klassen problemlos in das bestehende Datenmodell integriert werden. Auf diese Weise ist das Datenmodell Bohrdaten für weitere Datensätze, die im Zusammenhang mit einer Bohrung stehen, erweiterbar.

Anhang A: Darstellung des Datenmodells Bohrdaten im UML-Format



Anhang B: Musterbohrprofil koloriert nach Datenmodell-Themen



Beispielbohrprofil (vgl. auch Abbildung 6) mit den Daten des Inneren und Erweiterten Kerns und der Module.

Anhang C: Beispiel-Datenmodell anhand Bohrdaten

Thema	Klasse	Attributname	Datentyp	Attribut	Einheit
Inner_ Core	Borehole	Kind	Codelist	Bohrung	
		Location_X	Coordinate	600 977	
		Location_Y	Coordinate	197 456	
		SRS	Codelist (Tabelle)	LV03	
		Elevation_Z	Float	552.73	m.ü.M
		HRS	Codelist	LN02	
		Length	Float	55.00	m
		Orientation	Codelist (Tabelle)	Vertikal nach unten	
		Date	Date	20120502	
		Restriction	Boolean (Yes/No)	No (= frei)	
		Restricted_until	Date	11110101	
	Contact	Kind	Codelist	Kant. Bewilligungsbehörde	
		Name	String 254	Amt für Bohrdaten, Kanton XY	
		Address (zusammengefasst)	String 254	Profilstrasse 8, 3000 Datenwiler, Bohrland	
		Email	Email	Info.bohrung@xy.ch	
		Tel	Tel	001 001 01 01	
		Website	Website	http://www.xy.ch/bohrdaten/Bohrbewilligungen.html	
	BoreID	Code_Contact	Codelist	XY	
		BoreID_Contact	String 254	600/197.88	
	Contact	Kind	Codelist	Geologische Informationsstelle	
		Name	String 254	Geol. Infostelle der Landesgeologie	
		Address (zusammengefasst)	String 254	Seftigenstrasse 264, 3084 Wabern	
		Email	Email	Infogeol@swisstopo.ch	
		Tel	Tel	031 963 25 45	
		Website	Website	http://www.swisstopo.admin.ch/...html	
	BoreID	Code_Contact	Codelist	LGI	
		BoreID_Contact	String 254	88888	

Thema	Klasse	Attributname	Datentyp	Attribut	Einheit
Fortset-zung **Inner_ Core**	Contact	Kind	Codelist	Privatwirtschaft*	
		Name	String 254	Geologisches Büro Ham-mer&Lupe	
		Address	String 254	Molasseweg 8, 8888 Steinfelden	
		Email	Email	Info@H+L.ch	
		Tel	Tel	088 888 88 88	
		Website	Website	http://www.hammer+ lupe.ch	
	BoreID	Code_Contact	Codelist	PW	
		BoreID_Contact	String 254	2012123	

*Anmerkung: Für Kontakt des Privatbüros besteht die Anonymisierungsmöglichkeit, so dass die Daten nicht weitergegeben werden. Die Daten der BoreID des Privatbüros können aber unabhängig davon ausgetauscht werden (solange ein weiterer Kontakt mit BoreID vorhanden ist = «Mindestkontakt»).

Thema	Klasse	Attributname	Datentyp	Attribut	Einheit
Exten-ded_ Core	Borehole_ Exteded _Data	Original_Name	String 254	KB 01/2012 Hydrologi-sche Untersuchung Gibtsdawasser	
		Method	Codelist (Tabelle)	Gekernt	
		Purpose	Codelist (Tabelle)	Hydrogeologie, Grund-wasser, Mineralw.	
		Status	Codelist (Tabelle)	In Nutzung	
		Depth_Bedrock	Float	22.70	m
		Groundwater	Boolean (Yes/No)	Yes	
	Module_ MetaData	Documentation	Entry		
		Hydrogeology	Entry		
		Completion / Instrumentation	Entry		
		Geology / Soil Profile	Entry		

Thema	Klasse	Attributname	Datentyp	Attribut	Einheit
Module Docume tation	Report	Title	String 254	Hydrologische Untersu-chung Gibtsdawasser	
		Author	String 254	Dr. G. Eol	
		…	…	…	
	Borehole_ Record	Author	String 254	Dr. G. Eol	
		Date	Date	20120503	
		Link	Website	http://www....	
	…	…	…	…	

Anhang D: Auszug aus der Landesgeologieverordnung

LGeolV, 510.624

1. Abschnitt, Art. 2 Begriffe

In dieser Verordnung bedeuten:

a. geologische Informationen: Daten und Informationen über den geologischen Untergrund, insbesondere über den Aufbau, die Beschaffenheit und die Eigenschaften, die frühere und aktuelle Nutzung, den wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Wert sowie über frühere, aktuelle und potenzielle geologische Prozesse;

b. geologischer Untergrund: Teil der Erde und ihrer Inhaltsstoffe (insbesondere Steine und Erden, Erze, Mineralien, Erdöl, Erdgas, Grundwasser, Erdwärme), der sich durch die Erdoberfläche von der Atmosphäre und den Oberflächengewässern abgrenzt;

c. geologische Prozesse: Veränderungen des geologischen Untergrunds, ins-besondere Verwitterung, Erosion, Sedimentation, Massenbewegungen oder Erdbeben;

d. Nutzung des geologischen Untergrunds: Eingriffe in den geologischen Untergrund, insbesondere Bauten jeglicher Art, Untertagebauwerke, Sondierbohrungen, Abbau von mineralischen Rohstoffen, Umlagerungen, Lagerung von Stoffen, Veränderungen von Grundwasserspiegel, -fliessweg, -durchfluss und -temperatur sowie Beeinflussungen des Erdwärmefeldes.

Anhang E: Liste der externen Gutachter

Privatwirtschaft

Böhringer AG | P. Jordan
CSD Ingénieurs SA | E. di Gioia
Dr. Baumer SA | A. Colombi
Dr. Heinrich Jäckli AG | P. Gander
Dr. von Moos AG | K. Dubach
geo7 AG | P. Mani
GeoÁzimut Sárl | M. Bochud
Kellerhals + Häfeli AG | D. Böhi
Leoni Gysi Sartori SA | I. Sartori
Lombardi Engineering Ltd | M. Thüring

Kantone

Kanton AG | P. Baltzer, H. Burger
Kanton BL | D. Bänninger
Kanton FR | M. Schwab
Kanton GE | S. Serier
Kanton NE | I. Butty
Kanton SZ | D. Bollinger
Kanton TG | M. Baumann

Hochschulen

Universität Bern | F. Anselmetti, M. Büchi
Université de Fribourg | L. Braillard
Université de Genève | M. Sartori
SUPSI-IST | M. Hoffmann

Bund

BAFU | B. Meylan
BFE | G. Siddiqi