

ERSTELLUNG DER STRATEGIE FÜR GEODATEN DES UNTERGRUNDS

ABSCHLUSSBERICHT- REGENSDORF, 17.04.2026

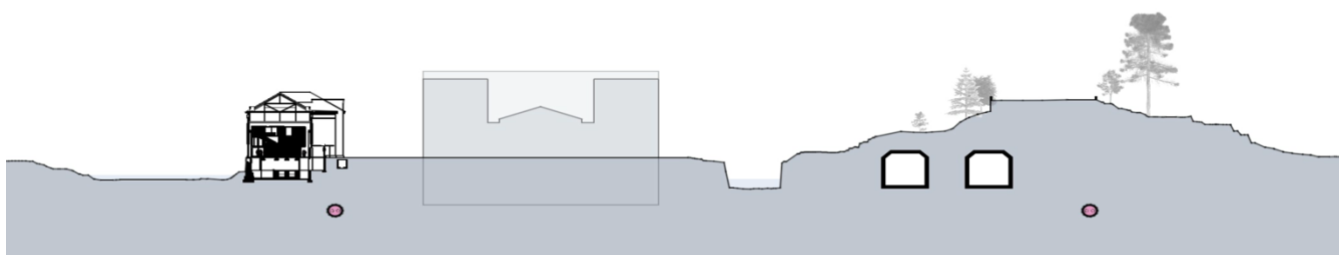


SIHL

SELNAUSTRASSE

SCHANZENGRABEN

ALTER BOTANISCHER GARTEN



Inhalt

Seite

<u>1. EINLEITUNG: INHALT UND ZIELE DER STUDIE</u>	<u>4</u>
<u>2. AP1: ANALYSE DES VORHANDENEN UND DES BEDARFS</u>	<u>6</u>
2.1. BESTEHENDE STUDIEN UND STRATEGIEN	6
2.2. KANTONALE PRAKTIKEN	8
2.3. RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN	8
2.3.1. AUSLEGEORDNUNG	8
2.3.2. HERAUSFORDERUNGEN	11
2.3.3. EMPFEHLUNGEN	13
2.3.4. BAU- UND ZONENORDNUNG UNTERGRUND (BZU)	14
<u>3. AP2: KONSULTATION DER INTERESSENGRUPPEN</u>	<u>15</u>
3.1. AUSWAHL DER KANTONE	15
3.2. BEFRAGTE FACHSTELLEN UND FIRMEN	16
3.3. INTERVIEWS MIT INTERESSENGRUPPEN - AUSWERTUNG DER RÜCKMELDUNGEN AUS DER UMFRAGE	16
3.3.1. VORHANDENE DATEN & INTERNE PRAKTIKEN	17
3.3.2. ZUKÜNFTIGE BEDÜRFNISSE & ERWARTUNGEN	18
3.3.3. RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN & GOVERNANCE	19
3.4. ABHALTEN, MODERATION UND AUSWERTUNG EINES INTERKANTONALEN WORKSHOPS	19
3.4.1. RECHTLICH	20
3.4.2. TECHNISCH	20
3.4.3. FINANZIELL	20
3.4.4. NICHT- /ÖFFENTLICH	20
3.4.5. NUTZERZENTRIERT	21
3.4.6. KOORDINIERT	21
3.4.7. QUALITATIV	21
3.4.8. GEMEINSAME ZIELVORSTELLUNGEN (GENERELLES FEEDBACK)	21
<u>4. AP3: KATEGORISIERUNG VON UNTERGRUNDSDATEN</u>	<u>21</u>
4.1. ÜBERGEORDNETE KATEGORISIERUNG DER UNTERGRUNDSDATEN	21
4.2. FESTLEGUNG VON HIERARCHIEN, BEZIEHUNGEN UND NUTZUNGSSZENARIEN	25
4.3. MINIMALE GEODATENMODELLE (MGDM)	27
<u>5. ERGÄNZUNG AP3: ÜBERBLICK BESTEHENDER MINIMALMODELLE</u>	<u>34</u>
5.1. ÜBERSICHT DER VERWENDETEN DATEN	34
5.1.1. PRIMÄRE DATEN WIE BOHRUNG UND BERICHTE FÜR GEOLOGIE UND GEOTECHNIK	37

5.1.2.	GEOPHYSIK UND GEOTECHNIK	38
5.1.3.	GEOLOGIE	39
5.1.4.	BODENKUNDE	39
5.1.5.	HYDROGEOLOGIE / GRUNDWASSER.....	40
5.1.6.	ANWENDUNG GEOTHERMIE.....	41
5.1.7.	ANDERE ANWENDUNGEN VON UNTERGRUNDDATEN.....	41
5.2.	ANTHROPOGENE UNTERGRUNDDATEN	41
5.3.	ANALYSE	42
5.4.	ZUSAMMENFASSUNG	43

6. AP4 – VISION, FESTLEGUNG STRATEGISCHER GRUNDSÄTZE, ZIELE UND UMSETZUNGSMECHANISMEN 44

6.1.	VISION 2035: DER TRANSPARENTE UNTERGRUND ALS GEMEINSAMES GUT.....	44
6.2.	ABLEITUNG VON LEITPRINZIPIEN ZUR STEUERUNG UND NUTZUNG VON UNTERGRUNDDATEN:	45
6.3.	STRATEGIE UND SCHRITTWEISE UMSETZUNG	46
6.4.	UMSETZUNGSPLAN IN 4 PHASEN	47
6.5.	KRITISCHE ERFOLGSFAKTOREN & RISIKEN	49
6.6.	IDENTIFIKATION RELEVANTER NORMEN, TECHNISCHER STANDARDS UND PROTOKOLLE.....	54
6.6.1.	INTERNATIONALE GIS-NORMEN (ISO-19100-REIHE)	54
6.6.2.	SCHWEIZER NORMEN UND STANDARDS MIT GIS-BEZUG.....	55
6.6.3.	SYSTEMATISCHE ZUSAMMENFASSUNG DER NORMEN UND STANDARDS.....	56
6.7.	RELEVANTE GIS-PROTOKOLLEN.....	56
6.8.	BERÜCKSICHTIGUNG BESTEHENDER NATIONALER UND INTERNATIONALER RAHMENWERKE.....	58

7. ANHANG..... 59

7.1.	KICK-OFF SITZUNG 14.10.2025.....	59
7.2.	SITZUNG MIT KGK UND SOUNDING BOARD 21.11.2025 (AP1)	59
7.3.	ERHEBUNG DER BESTEHENDEN STUDIEN (AP1)	59
7.4.	SITZUNG MIT KGK UND SOUNDING BOARD 13.01.2026 (AP2)	60
7.5.	INTERKANTONALER WORKSHOP 23.01.2026 (AP2&AP3)	60
7.6.	SITZUNG MIT KGK UND SOUNDING BOARD (AP3)	60
7.7.	DATENMODELLE: FIGUR 6-9.....	60
7.8.	ANHANG ZU NORMEN UND STANDARDS (AP4)	60

1. Einleitung: Inhalt und Ziele der Studie

Die Verwaltung des Untergrunds stellt eine zentrale strategische Herausforderung für die nachhaltige Raumentwicklung, das Infrastrukturmanagement sowie den Schutz natürlicher Ressourcen dar. Der Untergrund beherbergt eine Vielzahl von Elementen mit hoher gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Bedeutung. Dazu gehören einerseits wichtige Infrastrukturen wie Gas-, Strom- und Wasserleitungen sowie unterirdische Verkehrssysteme, andererseits natürliche Ressourcen wie mineralische Rohstoffe, Grundwasser und Erdwärme. Gleichzeitig unterliegen Teile des Untergrunds spezifischen rechtlichen Regelungen und Eigentumsverhältnissen, die bei ihrer Nutzung berücksichtigt werden müssen.

Neben der Nutzung des Untergrunds kommt auch dessen Schutz eine zentrale Bedeutung zu. Die systematische Erfassung und Verwaltung von Geodaten eröffnet wertvolle Möglichkeiten, Einflüsse auf den Untergrund – etwa durch chemische, biologische und anthropogene Stoffe, wie Mikroplastik – räumlich transparent darzustellen, fundiert zu analysieren und nachhaltig zu überwachen. Sie schafft damit eine wichtige Grundlage für ein besseres Verständnis und einen verantwortungsvollen Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen.

Vor diesem Hintergrund gewinnt eine koordinierte und effiziente Verwaltung von Geodaten des Untergrunds zunehmend an Bedeutung. Geodaten ermöglichen es, räumliche Informationen über die Beschaffenheit, Nutzung und rechtliche Situation des Untergrunds zu erfassen, zu analysieren und miteinander zu verknüpfen. Eine umfassende Strategie für Geodaten des Untergrunds ist daher erforderlich, um die Nutzung dieser Ressourcen zu koordinieren, rechtliche Anforderungen einzuhalten und die Zusammenarbeit zwischen den zahlreichen beteiligten Akteuren zu erleichtern.

Die vorliegende Studie zielt darauf ab, die Anforderungen für die Entwicklung einer solchen Strategie zu definieren. Ziel ist es, eine effiziente und kohärente Nutzung von Geodaten des Untergrunds zu ermöglichen, die Entscheidungsprozesse, Planungsinstrumente, Schutzmassnahmen sowie Simulationen im Zusammenhang mit dem Untergrund unterstützt. Damit soll eine Grundlage geschaffen werden, um die vielfältigen Informationen über den Untergrund systematisch zu erfassen, zu verwalten und zugänglich zu machen.

Das Ergebnis dieser Studie stellt einen ersten Schritt zur Entwicklung eines koordinierten Verwaltungsmodells für Geodaten des Untergrunds in der Schweiz dar. Die vorgeschlagene Strategie orientiert sich dabei an bestehenden nationalen Leitlinien und politischen Initiativen. Insbesondere berücksichtigt sie die strategischen Vorgaben der Schweizer Strategie für den Untergrund, insbesondere im Bereich der Informationsverfügbarkeit, sowie die Massnahme Nr. 22 des Aktionsplans der Kantonalen Konferenz für Geoinformation und Kataster. Ziel dieser Massnahme ist die Entwicklung eines integrierten Konzepts für ein multithematisches Untergrund-Informationssystem, das Datenmodelle, Datenmanagement und technologische Aspekte vereint. In Zusammenarbeit mit dem swisstopo und relevanten Fachgremien wird ein koordinierter Umsetzungsplan erarbeitet, der die Grundlage für ein interkantonales System bildet und zentrale Themen wie Untergrundkataster, Recht und Geologie zusammenführt.

Im Zentrum der Studie steht die Entwicklung einer gemeinsamen Vision für die Verwaltung von Geodaten des Untergrunds. Aufbauend auf dieser Vision sollen grundlegende Prinzipien für die

Erhebung, Verwaltung und Nutzung entsprechender Daten definiert werden. Darüber hinaus verfolgt die Studie mehrere konkrete Zielsetzungen:

- **Identifizierung relevanter Kategorien von Untergrunddaten**, um die Vielfalt der vorhandenen Informationen systematisch zu erfassen.
- **Vorschlag einer klaren und strukturierten Organisation dieser Daten**, welche deren Beziehungen und Nutzungsmöglichkeiten im Kontext öffentlicher Politiken sichtbar macht.
- **Entwicklung von Datenmodelle**, die als gemeinsame Grundlage für die Kantone dienen und gleichzeitig die Interoperabilität zwischen verschiedenen Verwaltungsebenen gewährleisten.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Identifikation technischer Standards und Protokolle für die Erfassung, Speicherung, Analyse und Verbreitung von Geodaten des Untergrunds. Ergänzend dazu sind konkrete Empfehlungen für die schrittweise Umsetzung einer interkantonalen Strategie entwickelt, die technische, organisatorische, rechtliche und finanzielle Aspekte berücksichtigt.

Durch die Einbindung verschiedener föderaler, kantonaler und spezialisierter Akteure trägt die Studie der komplexen Governance-Struktur der Schweiz Rechnung. Ziel ist es, eine koordinierte und zukunftsorientierte Nutzung von Geodaten des Untergrunds zu ermöglichen und damit einen Beitrag zu einer nachhaltigen und effizienten Nutzung des unterirdischen Raums zu leisten.

Für eine effiziente Auswertung der bereits vorhandenen Informationen und Daten sowie für die Erhebung und Entwicklung neuer Datengrundlagen ist die Studie in fünf aufeinanderfolgende Arbeitspakete gegliedert. Diese Struktur bildet zugleich die Grundlage für den Aufbau der Kapitel dieses Berichts. Die Arbeitspakete werden im Folgenden kurz vorgestellt:

AP1 – Analyse des Vorhandenen und des Bedarfs:

Im ersten Arbeitspaket wurden bestehende Studien zum Untergrund analysiert, die in direktem Zusammenhang mit den Zielen der vorliegenden Untersuchung stehen. Darüber hinaus wurden kantonale Praktiken erhoben, die verwendeten Datenkategorien identifiziert sowie die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen und prioritären Nutzungen des Untergrunds untersucht.

AP2 – Konsultation der Interessengruppen:

Im zweiten Arbeitspaket wurden gezielte Interviews mit ausgewählten Akteuren durchgeführt sowie ein interkantonaler technischer Workshop organisiert. Ziel war es, die identifizierten Bedürfnisse zu validieren, Erwartungen und Anforderungen der beteiligten Akteure zu sammeln und eine gemeinsame Grundlage für die weitere strategische Entwicklung zu schaffen.

AP3 – Strukturierung von Geodaten:

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wurde ein übergeordnetes Schema der Kategorien von Geodaten des Untergrunds erarbeitet. Dabei wurden die Beziehungen und Interaktionen zwischen den verschiedenen Datentypen analysiert, eine hierarchische Struktur definiert und minimale Datenmodelle vorgeschlagen, die von den Kantonen als gemeinsame Grundlage genutzt werden können.

AP4 – Festlegung strategischer Grundsätze:

In diesem Arbeitspaket wurden zentrale strategische Leitprinzipien definiert, insbesondere in Bezug auf Governance, Datenqualität und Interoperabilität. Zudem wurden relevante technische Normen und Protokolle identifiziert, die für eine kohärente Erfassung, Verwaltung und Nutzung von Geodaten des Untergrunds erforderlich sind.

AP5 – Verfassung und Lieferung:

Abschliessend wurde der vorliegende Abschlussbericht erstellt. Dieser umfasst das entwickelte Kategorienschema, Vorschläge für Datenmodelle, konkrete Empfehlungen für die Umsetzung der Strategie sowie eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Ergebnisse zur Unterstützung der Entscheidungsfindung.

2. AP1: Analyse des Vorhandenen und des Bedarfs

2.1. Bestehende Studien und Strategien

Zu Studienbeginn stellten das KGK und das Sounding Board dem Studienteam fünf bestehende Studien zur Verfügung, die eine wesentliche Referenzbasis für die Arbeiten im Bereich der Geodatenstrukturierung und für die Ausarbeitung einer übergreifenden Strategie bilden.

Das Studienteam hat die wichtigsten Ergebnisse im Hinblick auf eine Gesamtstrategie zusammengetragen und für die verschiedenen Studien gezielt aufbereitet. Eine kurze Zusammenfassung mit den wichtigsten Ergebnissen ist in Figur 1 dargestellt.

Studie / Jahr	Fokus	Hauptkenntnisse	Rechtlicher Rahmen	Empfehlungen / Relevanz	Bemerkung
ZHAW (2024)	Nutzung & Regulierung des Untergrunds	Fehlende Definitionen; Bedarf an kantonalen Gesetzen	Soft Law dominiert; wenig Bundeskompetenz	Kantonale Untergrundgesetze nötig	Uneinheitliche Praxis zwischen Kantonen, nur ZHAW hat Gesamtbild betrachtet
Aargau/EBP (2022)	Digitalisierung Bohrprofile (BIM)	Integration in Swisstopo-System sinnvoll	Datenschutz klar geregelt	Übertragbarkeit prüfen	Kanton Aargau als Vorreiter, geht aber nur um Bohrprofile
Swisstopo LKCH (2019)	Leitungskataster Schweiz	Daten meist 2D, fehlende 3D-Integration	Eigentumsrecht im Grund akzeptiert	Umsetzung gemäss Konzept empfohlen	Umsetzung schwierig (Vernehmlassung)
UREK-S (2024)	CO ₂ -Speicherung & Bundeskompetenz	Art. 74 BV bietet Regulierungsbasis	Bund darf CO ₂ -Regelungen erlassen	CO ₂ -Entsorgung = öffentliches Interesse	Diskussion: Abfall vs. Ressource
GSS+ (2023)	Erfassung, Verwaltung und Nutzung von Geodaten d.U.	Bedürfnisse an einer grösseren Vollständigkeit der Daten und mehr benutzerfreundlichen Plattformen/Tools.	Verschiedene Bundes- und kantonale Gesetze beeinflussen die rechtlichen Bedingungen für Geodaten.	Stärkung der Governance, Einrichtung einer digitalen Koordinationsplattform,	Frühzeitige Berücksichtigung des Untergrunds im Stadtentwicklungsprojekten.

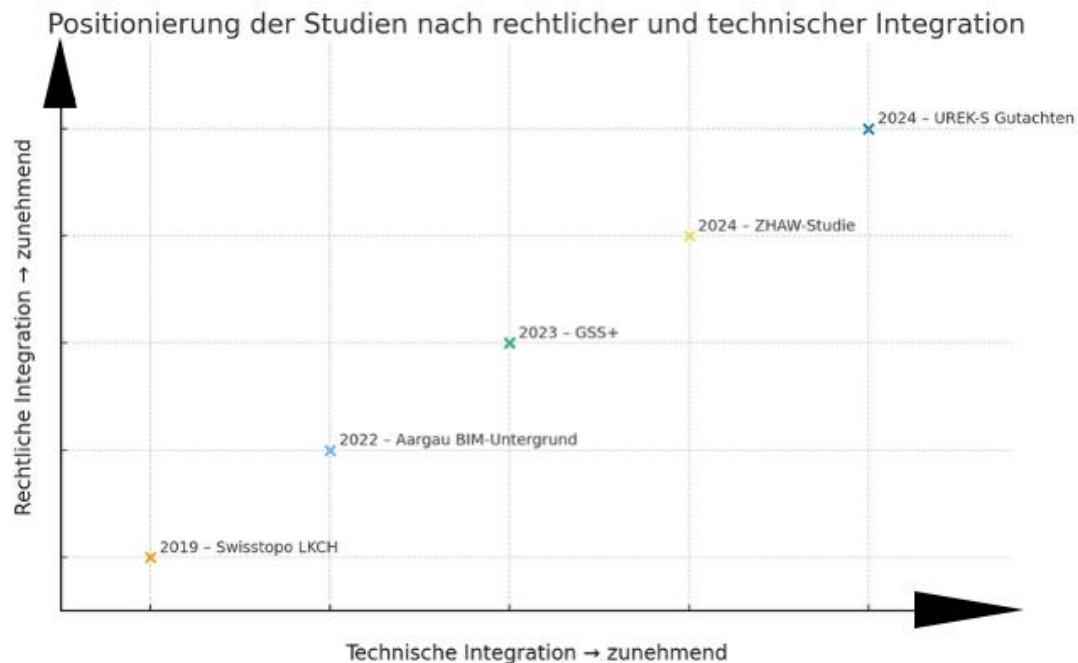
Figur 1: Überblick über die ausgewerteten Studien

Die vorliegenden Studien decken die gesamte Bandbreite des Themas ab und verfolgen einen ganzheitlichen Ansatz – von der Betrachtung auf hoher Flughöhe bis hin zu detaillierten technischen Fragestellungen. Dabei zeigt sich eine uneinheitliche Datenpraxis: Die Kantone sind unterschiedlich weit entwickelt, und nur wenige Kantone verfügen bereits über klar definierte Regelungen.

Zudem bestehen rechtliche Lücken. Während die Nutzung des Untergrunds überwiegend auf kantonaler Ebene geregelt ist, beschränkt sich der Bund weitgehend auf Soft Law, wodurch die konkrete Umsetzung den Kantonen überlassen bleibt. Auch im Bereich der technischen Standards ist das Bild fragmentiert: Swisstopo stellt mit Instrumenten wie LKCH zwar wichtige Grundlagen bereit, doch fehlen eine flächendeckende Umsetzung sowie eine überkantonale Harmonisierung.

Aus den Studien ergibt sich deshalb eine klare Empfehlung: Die Qualität und Erhebung der Daten sollten durch kantonale Untergrundgesetze vereinheitlicht und technisch über digitale Werkzeuge integriert werden. Nur so lässt sich eine konsistente und zukunftsfähige Datengrundlage schaffen.

Im zeitlichen Verlauf wird in den verschiedenen Studien eine zunehmende rechtliche und technische Integration sichtbar. Diese Entwicklung ist in Figur 2 dargestellt.



Figur 2: Positionierung der Studien nach rechtlicher und technischer Integration

2.2. Kantonale Praktiken

Die unterschiedlichen kantonalen Praktiken wurden im Zuge der Studie genau durchleuchtet und in einer Übersichtstabelle (Figur 3) dargestellt. Zusammen mit dem Auftraggeber und im Interkantonalen Workshop wurden sie diskutiert und ergänzt.

2.3. Rechtliche Rahmenbedingungen

2.3.1. Auslegeordnung

Die rechtlichen Grundlagen für die Erfassung und Verarbeitung von Geodaten in der Schweiz werden primär durch das Bundesgesetz über Geoinformation (GeoIG) und die zugehörige Geoinformationsverordnung (GeoIV) definiert. Diese Erlasse regeln die nationale Geodateninfrastruktur, die Zuständigkeiten der Behörden sowie Mindestanforderungen an Datenmodelle, Metadaten, Qualität und Zugänglichkeit amtlicher Geodaten. Ergänzend dazu konkretisiert die Landesgeologieverordnung (LGeoIV) die Erhebung, Dokumentation und Bereitstellung geologischer Daten auf Bundesebene und schafft damit eine spezifische Grundlage für geowissenschaftliche Informationen, insbesondere im Zusammenhang mit dem geologischen Untergrund.

Das geltende Recht ist jedoch überwiegend auf zweidimensionale, oberflächenbezogene Geodaten ausgerichtet. Der Untergrund als dreidimensionaler Raum mit spezifischen geologischen, hydrologischen und nutzungsbezogenen Eigenschaften wird weder im GeoIG noch in der LGeoIV explizit als eigenständiger, umfassend geregelter Planungs- und Datenraum

behandelt. Relevante Informationen über den Untergrund entstehen vielmehr in verschiedenen Fachrechtsbereichen wie dem Gewässerschutz-, Umwelt-, Energie- oder Rohstoffrecht. Dadurch existiert kein kohärenter, sektorenübergreifender Rechtsrahmen für Geodaten des Untergrunds.

Die Kompetenzordnung ist zusätzlich durch das kantonale Bergregal geprägt. Die Hoheit über viele Untergrundressourcen – etwa Geothermie, mineralische Rohstoffe oder unterirdische Speicher – liegt bei den Kantonen. Diese entscheiden über Konzessionen und Bewilligungen und bestimmen damit indirekt auch über Entstehung, Form und Verfügbarkeit entsprechender Geodaten.

Auf kantonaler Ebene zeigt sich bereits auf der formell-gesetzlichen Stufe ein stark divergierendes Bild. Während ein Teil der Kantone eigenständige kantonale Geoinformationsgesetze (KGeolG) erlassen hat und darin Zuständigkeiten, Datenherrschaften sowie Grundsätze zu Metadaten, Qualität und Zugang relativ umfassend regelt, verfügen andere Kantone über keine vergleichbare gesetzliche Grundlage. Dort stützt sich die Regulierung von Geodaten auf verstreute Bestimmungen in Verordnungen, auf organisationsrechtliche Erlasse oder auf sektorales Fachrecht wie Gewässer-, Umwelt- oder Bergregalgesetze. Entsprechend unterschiedlich ist die Regelungstiefe: In einigen Kantonen bestehen explizite Pflichten zur Ablieferung von Bohr- und Untersuchungsdaten, definierte Datenmodelle und institutionalisierte Geodatenstellen, während andernorts weder klare Zuständigkeiten noch verbindliche Standards festgelegt sind. Auch der rechtliche Status kantonalen Untergrunddaten – etwa hinsichtlich Öffentlichkeit, Gebühren oder Weiterverwendung – wird uneinheitlich gehandhabt. Diese Unterschiede führen dazu, dass die Erfassung und Verwaltung von Untergrundinformationen stark von kantonalen Traditionen, politischen Prioritäten und personellen Ressourcen abhängen. Ein schweizweit kohärentes System entsteht dadurch nicht; vielmehr koexistieren nebeneinander kantonale Einzellösungen mit unterschiedlicher Verbindlichkeit und Professionalisierung, was die Interoperabilität und die Umsetzung einer national koordinierten Untergrundstrategie erheblich erschwert.

In der Folge bestehen 26 unterschiedliche Regelungsansätze hinsichtlich Datenerhebung, Datenablieferung und Zugangsrechten. Der Bund verfügt zwar über Koordinationskompetenzen im Bereich der Geoinformation, kann jedoch ohne spezifische gesetzliche Grundlage keine einheitlichen Vorgaben für Untergrunddaten durchsetzen. Den jeweiligen Akteuren wird Methodenfreiheit zugestanden, solange Doppelspurigkeiten vermieden und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt ist. (vgl. Art. 8 GeolG, Abs 2ff). Die Strategien des Bundes und der Kantone, namentlich die Strategie Untergrund Schweiz und der Aktionsplan der KKGEO, besitzen überwiegend programmatischen Charakter und entfalten keine unmittelbare Rechtsverbindlichkeit.

Eine Übersicht der kantonalen Praktiken ist in Figur 3 ersichtlich.

KANTON	AG	AR	AI	BE	BL	BS	FR	GE	GL	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SH	SO	SZ	SG	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH	
GESETZE																											
Kantonales Geoinformationsgesetz (KGeoIG)	X	X	X*5	X		X	X		X*4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
Gesetz über die amtliche Vermessung (AVG)							X						X								X			X			
Amtliche Vermessung: Unterteilung des Kantonsgebietes in Nachführungskreise																	X										
Gesetz über das Rauminformationssystem in Genf (GRIS)								X																			
Gesetz ü. Nutzung d. tiefen Untergrunds und Gewinnung von Bodenschätzen (GNB)	X										X												X				
DEKRETE																											
Dekret über die Kostentragung der amtlichen Vermessung					X																						
Dekret über die amtliche Vermessung																X											
Dekret über die Gebühren im Geoinformationsbereich	X																										
VERTRÄGE																											
zwischen Bund/Kantonen betreffend Abgeltung/Modalitäten des Austauschs von Geobasisdaten unter Behörden					X						X																
VERORDNUNGEN																											
Kantonale Geoinformationsverordnung (KGeoIV)	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Kantonale Verordnung über amtliche Vermessung (KVAV)		X		X	X	X	X		X	X			X		X	X	X	X	X	X	X			X		X	
Kan. Verord. über den Kastaster der öff.-rechtl. Eigentumsbeschränkungen (KÖREBKV)				X*1	X	X		X*7										X			X					X	
Leitungskatatserverordnung (LKV)				X	X				X																X	X	
Gebührenverordnung für Geodaten (GebV GeoD)		X			X				X	X*6			X		X*3			X*2			X					X	
Verordnung über das Gebäude- und Wohnungsregister und die Datenlogistik											X															X	
Verordnung über die Nomenklaturkommission (NKV)				X																							
Verordnung über die Schreibweise der Ortsnamen												X															
Verordnung über geografische Namen und Gebäudeadressen (GeoNAV)					X																						
Verordnung über Gebühren für Nachführungsarbeiten in amtlichen Vermessung					X																						
Tarife Nachführungsarbeiten und Daten- / Planabgabe des Amtes für Geoinf.																X											
Standeskommissionsbeschluss über die Gebühren für Geodaten und Geodienste			X																								
Verordnung über die Entschädigung der Nachführungsgeometer	X																										
Gebühr für die tägliche Aufbewahrung der amtlichen Vermessung											X										X						
Verordn. über Erstellung beglaubigter Urkunden durch amtlichen Vermessungsing.								X																			
Verordn. über Gebührenordnung für Grundbuch und amtl. Vermessung (GebV-AVV)								X																			
REGLEMENTE																											
Reglement über Geoinformation																						X					
Reglement über Gebühren für laufende Nachführung der amtlichen Vermessung																						X					
Reglement über das Meldewesen der amtlichen Vermessung														X													
Gebührentarif für die Nutzung des Geoinformationssystems (GIS-Gebührentarif)							X							X													
Gebührentarif für die Nachführung der Vermessungswerke																	X										
Reglement über Bezeichnung des technischen Trägers des Rauminformationssystems Genf								X																			
AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN																											
Ausführungsbestimmungen zum Geoinformationsgesetz															X												
Ausführungsbest. über Festl. von Gebieten mit dauernden Bodenverschiebungen															X												
WEISUNGEN																											
Weisung des Regierungsrates betreffend Beschaffung und Abgabe von Geodaten sowie Nutzung des geografischen Informationssystems (Geoinformationsweisung)																				X							
*1) Einführungsverordnung zur eidgenössischen Verordnung über den Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (EV ÖREBKV) *2) Verordnung über die Gebühren und Nutzungsmodalitäten im Bereich der Geoinformation (GebGeoi) *3) Vollziehungsverordnung über die amtliche Vermessung *4) Einführungsgesetz zum Geoinformationsgesetz (EG GeoIG) *5) Geodatengesetz (GeoDG) *6) Gebührenverordnung (GKGeoIG) *7) Verordnung über die amtliche Vermessung und den Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen, des Untergrunds und 3D (Erfassung Untergrund und 3D!)																											

Figur 3: Übersicht der kantonalen Praktiken zu Erlassen von Gesetzen und Verordnungen

2.3.2. Herausforderungen

Aus dieser Ausgangslage ergeben sich mehrere Herausforderungen. Erstens fehlt eine klare rechtliche Definition dessen, was unter „Geodaten des Untergrunds“ zu verstehen ist. Dafür müsste in einem Schritt die Schnittstelle zwischen Ober- und Untergrund definiert werden und wie im Falle von Veränderungen, z.B. durch Geländeabgrabungen oder Aufschüttungen (Kiesgruben / Deponien) mit der Grenzverschiebung umgegangen werden soll (zeitliche Dimension der Daten). Unklar ist zudem, ob neben geologischen Modellen auch Bohrdaten, Leitungsinformationen oder Nutzungsräume erfasst sein sollten. Zweitens existieren keine verbindlichen minimalen Geodatenmodelle für 3D-Untergrundinformationen. Die heutigen Standards der GeoIV sind auf 2D-Objekte ausgerichtet und berücksichtigen weder räumliche Unsicherheiten noch die zeitliche Dynamik geologischer Prozesse. Drittens sind Zuständigkeiten und Datenherrschaften uneinheitlich geregelt. Daten liegen verteilt bei kantonalen Fachstellen, Gemeinden, Bundesämtern sowie privaten Unternehmen. Es fehlen klare Regeln zur Melde- und Ablieferungspflicht, zur Nachführung sowie zur Qualitätssicherung.

Weitere Herausforderungen betreffen den Ausgleich zwischen Transparenz und Schutzinteressen. Untergrunddaten können sicherheitsrelevant sein, Geschäftsgeheimnisse enthalten oder Rückschlüsse auf Grundeigentümer zulassen. Ohne spezifische Rechtsgrundlagen besteht Unsicherheit, in welchem Umfang solche Daten als Open Government Data veröffentlicht werden dürfen. Hinzu kommen Haftungsfragen bei der Nutzung von 3D-Modellen, deren Aussagekraft stets mit Unsicherheiten behaftet ist. Insgesamt entsteht ein fragmentiertes System, das eine koordinierte Raumplanung des Untergrunds erheblich erschwert.

Ein weiterer struktureller Spannungsfaktor ergibt sich aus der asymmetrischen Behandlung des Grundeigentums in vertikaler Richtung. Nach Art. 667 ZGB erstreckt sich das Eigentum an einem Grundstück grundsätzlich in die Höhe und in die Tiefe, soweit ein schutzwürdiges Interesse besteht. Für den oberirdischen Raum wird dieses private Herrschaftsrecht jedoch durch das öffentliche Baurecht und die Raumplanung umfassend konkretisiert und begrenzt: Bauzonen, Gebäudehöhen, Abstands- und Nutzungsbestimmungen definieren relativ präzise, in welchem Umfang der Luftraum über einer Parzelle privat genutzt werden darf. Für den Untergrund fehlt eine vergleichbare, allgemein anerkannte vertikale Ordnung weitgehend. Abgesehen von spezifischen Schranken – insbesondere dem Schutz des Grundwassers sowie den dem kantonalen Bergregal unterstehenden Nutzungen – bestehen keine einheitlichen Kriterien, ab welcher Tiefe öffentliche Interessen gegenüber dem privaten Eigentumsrecht überwiegen. Diese fehlende Systematik erschwert die rechtliche Einordnung vieler Untergrundaktivitäten und wirkt sich unmittelbar auf den Umgang mit Geodaten aus. Häufig bleibt unklar, ob Daten aus Baugrunduntersuchungen oder Bohrungen primär als private Informationen des Grundeigentümers, als Ergebnis eines konzessionsrechtlichen Verfahrens oder als Teil einer öffentlichen Infrastruktur zu qualifizieren sind.

Zusammenfassend ergeben sich folgende Herausforderungen aus den aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen:

Fehlende Abgrenzung zwischen Ober- und Untergrund

Die Grenze zwischen Ober- und Untergrund ist nicht statisch, sondern verändert sich durch natürliche Prozesse und menschliche Eingriffe entlang der Zeitachse kontinuierlich, was eine eindeutige Zuordnung und Standardisierung der Daten erschwert.

Fehlende Definition von Geodaten des Untergrunds

Es besteht Unklarheit, welche Daten (Bohrungen, geologische Modelle, Leitungen, Speicher, etc.) erfasst werden sollen.

Unzureichende gesetzliche Verankerung auf kantonaler Ebene

Nicht alle Kantone verfügen über ein KGeolG; Regelungstiefe und Standards sind stark heterogen.

Fragmentierte Zuständigkeiten und Datenherrschaften

Die Daten liegen verstreut bei Kantonen, Gemeinden, Bundesämtern und privaten Unternehmen und die Ablieferungspflichten sind uneinheitlich.

Vertikale Rechtsunsicherheit

Das Grundeigentum gilt nach ZGB unbegrenzt in die Tiefe und öffentliche Einschränkungen nur punktuell (Grundwasser, Bergregal).

Fehlende Standards für 3D/4D-Daten

Es fehlen Minimalstandards, Metadatenpflichten und Unsicherheitsdarstellung und heutige GeolV-Regelungen orientieren sich an 2D-Daten.

Unklare Publikations- und Nutzungsrechte

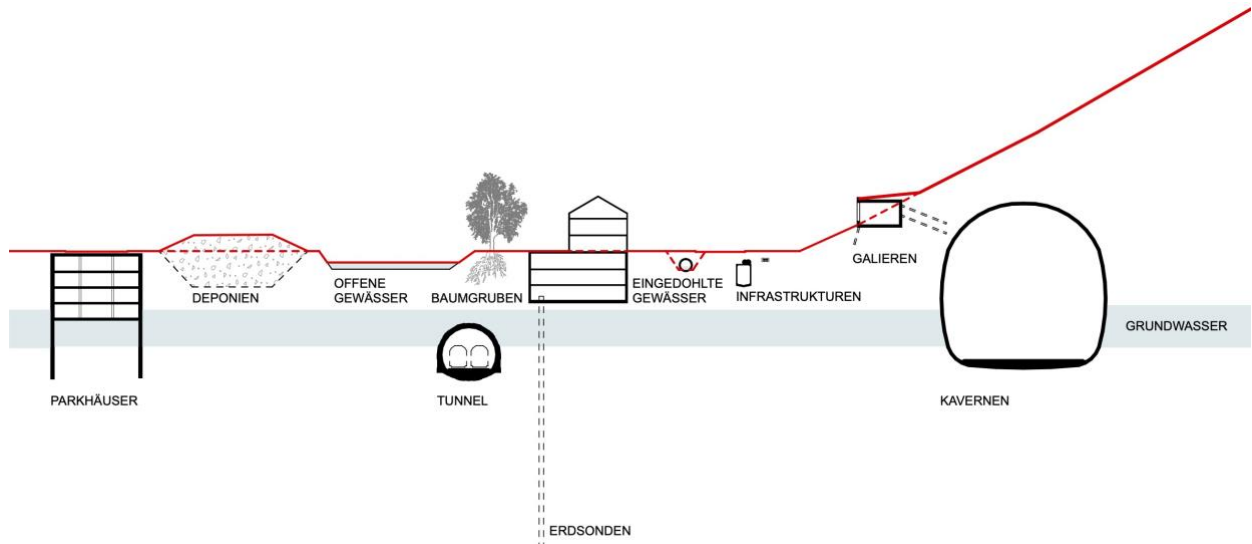
Datenschutz, Eigentumsrechte und Geschäftsgeheimnisse führen zu Unsicherheiten bei Offenlegung und Open-Data-Verfügbarkeit.

Rechtliche Konflikte bei übergreifender Nutzung

Die Schnittstellen aus Bergregal, Konzessionen, Infrastrukturrechten und privaten Rechten kollidieren teilweise und die Haftungsfragen bei Modellnutzung sind ungeklärt.

Mangelnde Koordination zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden

Es existiert kein einheitliches Verwaltungsmodell wodurch die Übertragbarkeit und Interoperabilität der Daten erschwert wird.



Figur 4: Schemaschnitt mit zu definierendem Grenzverlauf zwischen Ober- und Untergrund

2.3.3. Empfehlungen

Zur Verbesserung der Situation sind mehrere Massnahmen erforderlich. Auf gesetzgeberischer Ebene sollte das GeolG um einen expliziten Regelungsbereich „Geodaten des Untergrunds“ ergänzt werden. Darin wären ein verbindlicher Katalog entsprechender unterirdischer Geobasisdaten, Meldepflichten für Bohrungen, Aktualisierungspflichten und Untersuchungen sowie Grundsätze zur Datenabgabe festzulegen. Alternativ könnte ein spezialgesetzlicher Rahmen analog zum ÖREB-Kataster geschaffen werden, der dem Untergrund eine vergleichbare institutionelle Verankerung gibt. Auf Verordnungsebene sind minimale Geodatenmodelle für 3D-Daten, Standards zum Umgang mit Unsicherheiten, Bautoleranzen und Vorgaben zur zeitlichen Versionierung zu entwickeln.

Verschiedene Bemühungen von swisstopo, die o.g. Rahmenbedingungen in das GeolG zu integrieren sind bei unterschiedlichen Interessengruppen auf Widerstände gestossen, was dazu führte, dass das Geschäft an den Bundesrat zurückgewiesen wurde.

Organisatorisch bedarf es eines klaren Governance-Modells. Der Bund sollte über swisstopo die nationale Standardisierung und Aggregation sicherstellen, während die Kantone als primäre Datenherren für Erfassung und Nachführung verantwortlich bleiben. Konzessionen und Bewilligungen nach Bergregalrecht sind systematisch mit Datenablieferungspflichten zu verknüpfen. Ergänzend sollte einheitlich das Prinzip „open by default“ gelten, wobei Schutzinteressen über abgestufte Zugriffsrechte zu berücksichtigen sind. Durch Pilotprojekte, eCH-Standards und die Integration in die bestehende NGDI kann schrittweise ein schweizweit koordiniertes Verwaltungsmodell für Geodaten des Untergrunds aufgebaut werden.

Zur Verbesserung der Verständlichkeit und Vergleichbarkeit von Untergrunddaten ist eine konzeptionelle Vereinheitlichung der zugrunde liegenden Begriffe erforderlich. Es wird empfohlen, eine fachlich abgestützte Terminologie zu entwickeln, welche den Untergrund als dreidimensionalen und zeitlich veränderlichen Raum beschreibt und eine klare, jedoch flexible Abgrenzung zum oberflächennahen Bereich ermöglicht. Dabei sollte insbesondere

berücksichtigt werden, dass die Grenze zwischen Ober- und Untergrund nutzungs- und kontextabhängig ist und sich entlang der Zeitachse verändert.

Ergänzend dazu ist eine strukturierte Gliederung der Untergrunddaten in klar definierte Themenbereiche vorzusehen, beispielsweise in geologische, hydrogeologische, geotechnische und infrastrukturelle Daten. Diese thematische Systematisierung schafft eine gemeinsame fachliche Grundlage für alle beteiligten Akteure und erleichtert die Zuordnung, Interpretation und Verknüpfung von Daten. Eine solche einheitliche Begriffs- und Strukturdefinition bildet die Voraussetzung für konsistente Datenmodelle, verbessert die Verständlichkeit zwischen Fachdisziplinen und trägt wesentlich zur Harmonisierung der Untergrunddaten bei.

2.3.4. Bau- und Zonenordnung Untergrund (BZU)

Zur Überwindung der heutigen rechtlichen und organisatorischen Unschärfen bietet sich die Einführung einer Bau- und Zonenordnung für den Untergrund (BZU) an. Analog zur etablierten Nutzungsplanung an der Oberfläche würde der Untergrund als eigenständiger, dreidimensionaler Planungsraum anerkannt und in funktionale Zonen gegliedert. Während das Baurecht für den Luftraum über einer Parzelle detaillierte Vorgaben zu Nutzung, Dichte und Höhenentwicklung kennt, fehlt eine vergleichbare Systematik in der Tiefe. Eine BZU könnte diese Asymmetrie ausgleichen, indem sie festlegt, ab welcher Tiefe öffentliche Interessen gegenüber dem privatrechtlich geprägten Grundeigentum überwiegen und welche Nutzungen in den jeweiligen Tiefenbereichen zulässig sind. Zudem liesse sich je nach Tiefe des Untergrundes das Eigentum den übergeordneten Interessen zuordnen: Private, Gemeinde, Kantone, Bund.

Kern der BZU wäre eine vertikale Zonierung des Untergrunds. Ein oberflächennaher Bereich könnte primär der privaten Nutzung für Foundationen, Hausanschlüsse oder kleinräumige Baugrundmassnahmen vorbehalten bleiben. Darunter würde eine Koordinationszone definiert, in der konkurrierende Nutzungen wie Leitungsanlagen, Erdwärmesonden oder lokale Geothermie einer planerischen Abstimmung bedürfen. In grösseren Tiefen schliesslich wäre ein öffentlicher Tiefenraum auszuscheiden, der für strategische Nutzungen wie tiefe Geothermie, unterirdische Speicher oder übergeordnete Infrastrukturen vorgesehen ist und überwiegend der öffentlichen Hoheit untersteht. Eine solche Struktur würde die heute fehlende vertikale Ordnung des Untergrunds erstmals systematisch abbilden.

Mit der BZU könnten zugleich klare Rechtswirkungen für Geodaten geschaffen werden. Für jede Zone wären verbindliche Pflichten zur Erhebung, Ablieferung und Nachführung von Untergrunddaten festzulegen. Bohr- und Untersuchungsdaten, Nutzungssperimeter sowie 3D-Modelle würden nach einheitlichen minimalen Geodatenmodellen erfasst und in die nationale Geodateninfrastruktur integriert. Die Zonierung böte zudem eine Grundlage, um Transparenz- und Schutzinteressen differenziert zu gewichten: Während Daten im öffentlichen Tiefenraum grundsätzlich offen zugänglich sein könnten, wären im parzellennahen Bereich stärkere Schutzmechanismen gerechtfertigt. Damit liesse sich das Spannungsfeld zwischen Eigentumsrechten, Sicherheitsinteressen und dem Bedürfnis nach einer umfassenden Informationsbasis besser austarieren.

Institutionell könnte die BZU an bestehende Instrumente der Raumplanung anknüpfen. Sie wäre in die kantonalen Richtpläne und kommunalen Nutzungspläne integrierbar und liesse sich perspektivisch mit dem ÖREB-Kataster verbinden. Dadurch entstünde ein kohärentes

Steuerungsinstrument, das Bergregalrecht, Raumplanung und Geoinformationsrecht zusammenführt. Für Investoren und Behörden würde eine höhere Rechtssicherheit geschaffen, konkurrierende Untergrundnutzungen könnten frühzeitig koordiniert und Doppelspurigkeiten bei der Datenerhebung vermieden werden. Insgesamt böte die BZU einen geeigneten Rahmen, um den Untergrund als gleichwertige Dimension der Raumordnung zu etablieren und gleichzeitig ein schweizweit abgestimmtes Verwaltungsmodell für Geodaten des Untergrunds zu ermöglichen.

3. AP2: Konsultation der Interessengruppen

Im Rahmen von Arbeitspaket 2 wurden relevante Interessengruppen systematisch eingebunden. Dazu gehören gezielte Interviews mit Vertreter:innen aus Kantonen, Fachstellen und weiteren relevanten Organisationen.

Die Auswahl der Kantone erfolgt bewusst breit – von ursprünglich sechs bis acht Kantonen unterschiedlicher Grösse, Topografie und Digitalisierungsstände sowie drei bis fünf thematisch einschlägigen Fachstellen wurden im Endeffekt 16 Kantone und 7 Fachstellen/Firmen befragt. Ergänzend wurde ein interkantonaler technischer Workshop organisiert und moderiert, um Bedürfnisse zu validieren, Erwartungen zu sammeln und eine Grundlage für fachliche Konvergenz zu schaffen. Die Rückmeldungen aus Interviews und Workshops wurden sorgfältig ausgewertet, strukturiert und kategorisiert. Die Ergebnisse sind in diesem Kapitel erläutert und übersichtlich dargestellt.

3.1. Auswahl der Kantone

Die Auswahl der Kantone erfolgte anhand einer gezielten Selektion verschiedener Typologien und Grössenordnungen. Ziel war es, ein Abbild der vielfältigen Charakteristiken der Schweiz zu erhalten, insbesondere hinsichtlich:

- **Geografische Lage:** ländliche, bergige und flache Regionen sowie urbane Gebiete;
- **Bevölkerungsdichte:** stark besiedelte versus weniger dicht besiedelte Regionen;
- **Digitale Kompetenz:** hohe digitale Kompetenz versus geringer Grad an Digitalisierung;
- **Rechtliche Entwicklung:** Kantone mit fortgeschrittener Gesetzgebung zu Geodaten des Untergrunds versus solche mit weniger entwickelten Regelungen.

Darüber hinaus wurde bei der Auswahl der Kantone darauf geachtet, unterschiedliche Ausgangslagen hinsichtlich finanzieller Leistungsfähigkeit und rechtlicher Entwicklungsstufe abzubilden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Analyse die Bandbreite an Voraussetzungen angemessen berücksichtigt. Folgende Tabelle listet die Kantone, die an der Umfrage teilgenommen haben auf:

Übersicht der befragten Kantone

Kanton	Kürzel	Umfragekontakt
Basel-Stadt	BS	Stefan Scheidler
Bern	BE	Yvonne Balzer-Kaufmann
Genf	GE	Stephanie Favre
Graubünden	GR	Christoph Nänni, Stephane Kock

Kanton	Kürzel	Umfragekontakt
Jura	JU	Ivan Retti, Laurent Chaignat
Neuchâtel	NE	Giona Preisig
Nidwalden	NW	Mario Karrer
Schaffhausen	SH	Juerg Sturzenegger
Schwyz	SZ	Zlatko Mrnjec
Solothurn	SO	Markus Staehli
St. Gallen	SG	Anna Lemaire, Paul Pfenninger
Thurgau	TG	Dorothea Stumm
Uri	UR	Simon Walker
Waadt	VD	David Giorgis
Zug	ZG	Volkert Luetzenkirchen
Zürich	ZH	Antonella Toth

3.2. Befragte Fachstellen und Firmen

Fachstelle/Firma	Umfragekontakt
BAFU	Stefanie Wirth
CSD	Johannes Graf
Geotest	Michael Gatschet
SBB	Matthias Damo
SIA	Martin Riniker
SUPSI	Daniele Strigaro
Swisstopo	Michael Gysi

3.3. Interviews mit Interessengruppen - Auswertung der Rückmeldungen aus der Umfrage

Um eine Übersicht über die derzeitige Lage im Bereich Untergrunddaten sowie Erwartungen und Wünsche an eine zukünftige gemeinsame Plattform zu erhalten, wurden Umfragen an Vertreter aller Kantone sowie ausgewählter Fachstellen und Firmen gesendet. Die Kantone füllten eine ausführliche Umfrage mit 25 Fragen aus, die Fachstellen eine verkürzte Version mit 13 Fragen. Im Bericht werden die Ergebnisse im Gesamten diskutiert und in Perspektive gesetzt. Die exakten Antworten zu den Fragen sind als Beilage («Antworten Fragebogen(1-25)»; «Antworten Fragebogen - Kurzversion(1-13)») zu finden.

3.3.1. Vorhandene Daten & interne Praktiken

Der erste Abschnitt dreht sich um die derzeitige Situation bei den Kantonen.

Erhobene Untergrunddaten

Die Frage nach den erhobenen Untergrunddaten, zeigt dass in praktisch allen Kantonen Bohrprofile bzw. geologische Daten aufgenommen werden. Des weiteren sind verschiedenen Daten zum Thema Grundwasser ebenfalls fast durchweg vorhanden. In allen anderen Bereichen unterscheiden sich die Kantone sehr stark, sodass es schwer ist hier eine gemeinsame Datengrundlage zu finden. Es ist auffallend, dass einige Kantone, die über einen Leitungskataster verfügen diesen nicht erwähnen. Dies macht deutlich, wie wichtig es ist den Untergrund und die dazugehörigen Daten klar zu definieren.

Datenformate

Auch bei den Datenformaten sind die Ergebnisse sehr gemischt. PDF wird von allen Kantonen als Datenformat verwendet, hier stellt sich jedoch die Frage, inwiefern dies einfach auf alte Legacy Daten zurückzuführen ist und aufgrund der schlechten Einlesbarkeit zukunftssträchtig ist. Ebenfalls verwenden alle Kantone wie erwartbar Tabellen in verschiedenen Datenformaten. Diese Daten sollten gut harmonisierbar sein. Bei den restlichen Datenformaten zeigen sich klare Unterschiede zwischen den Kantonen. Zur Darstellung von GIS-Daten verwendet circa die Hälfte die ESRI-Datenformate, während die andere Hälfte andere Formate bevorzugt. Hier müsste wahrscheinlich im Austausch auf Geopackage-Files oder andere Austauschformate zurückgegriffen werden.

Nutzung der Daten

Bei der Nutzung der Untergrunddaten, zeigen sich die Kantone ähnlich. Generell liegt der Fokus klar auf der aktuellen Nutzung. Übliche Anwendungen sind Bewilligungen, Erstellung von Karten, Projektierung oder generell die Erhöhung der Untergrundkenntnis. In Zukunft wäre es möglich weiter in die Zukunft zu schauen und zu erwartende Chancen und Herausforderungen stärker zu berücksichtigen.

Digitale Verfügbarkeit

Bei der digitalen Verfügbarkeit gaben 75% der Antworten an, alle Datensätze in ihrer Datenbank seien digital verfügbar. Da ebenfalls eine Mehrheit (71%) angab, keine Bestrebungen zu haben, die übrigen nicht digitalen Datensätze in Zukunft zu digitalisieren, liegt die Vermutung nah, dass es sich hier primär um Legacy Daten handelt.

Öffentliche Zugänglichkeit

Die Frage zur öffentlichen Zugänglichkeit der Daten zeigte wie erwartet, dass weder alle Datensätze öffentlich zugänglich sind noch dies komplett angestrebt wird. Dies ist aufgrund der weiten Frage auch logisch, da es sich bei einem Teil der Daten hochsensibel ist.

Weiterverarbeitung der Daten

Bei der Frage zur Weiterverarbeitung der Daten im GIS zeigt sich deutlich, dass hier noch Potenzial besteht. Lediglich 13% der Antworten gaben an, dass die Daten weiterverarbeitet werden.

Verankerung im Richtplan

Ebenso werden die Erkenntnisse aus den erfassten Daten nur in einer Minderheit der Kantone direkt im Richtplan verankert.

Aktualität der Daten

Ein weiteres Problem zeigt sich bei der Frage nach der Aktualität der Daten. 88% der Antworten gaben an, dass ihre Daten zumindest teilweise nicht aktuell sind.

Verfügbare personelle Ressourcen

Ein möglicher Grund dafür zeigt sich in der Frage nach den zur Verfügung stehenden personellen Ressourcen. Die meisten Kantone meldeten hier geringe bis keine Ressourcen. Oft ist lediglich eine einzelne Person zuständig. Grössere Fachstellen wie Swisstopo haben dagegen mehrere Personen in spezialisierten Teams. In der Zukunft ist hier eine klare Ressourcenplanung unabdinglich.

3.3.2. Zukünftige Bedürfnisse & Erwartungen

Der zweite Teil der Umfrage bezog sich auf Wünsche und Anregungen zu einer potenziellen zukünftigen Harmonisierung zwischen den Kantonen.

Gewünschte Austauschformate und Plattform

Als gewünschte Austauschformate wurden Shape-Files, PDF sowie tabellarische Datenformate genannt. Speziell wurde oft bei den Bohrdaten auf die Plattform boreholes.swissgeol.ch verwiesen, die daher ein gutes Beispiel darstellt.

Anregungen, Wünsche und No-Gos an die gemeinsame Plattform

Generell wurden für eine gemeinsame Plattform Vielseitigkeit sowie leichte Bedienbarkeit in den Vordergrund gestellt. Speziell die leichte Bedienbarkeit ist essenziell, da kleinere Kantone die Daten oft direkt von Dienstleistern hochladen lassen. Mehrfach wurde die Frage nach dem Datenbesitz gestellt, dies muss je nachdem, ob es sich um eine gemeinsame kantonale Plattform oder eine Plattform des Bundes handelt, exakt geklärt werden.

Zukünftige Öffentlichkeit der Daten

Bei der Frage nach der Öffentlichkeit einer gemeinsamen Plattform ist der Konsens, alle nicht sensiblen Daten öffentlich zugänglich zu machen.

In Zukunft zu erhebende Daten

Auf die Frage welche Daten in Zukunft erhoben werden sollten, wurden vor allem Objekte im Untergrund mehrfach genannt. Weitere Möglichkeiten wären klima- sowie gesundheitsrelevante Daten (z.B. Temperatur, Pestizide, Mikroorganismen etc.) oder Bauzonen Untergrund.

3.3.3. Rechtliche Rahmenbedingungen & Governance

Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen sowie Verbesserungspotenzial

Die aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen wurden von den Antwortenden generell als eher lückenhaft und mit Verbesserungspotenzial beurteilt. Besonders oft wurde der Wunsch geäußert, dass alle von Privaten erfassten primären Untergrunddaten grundsätzlich als öffentlich gelten. Dies würde das Erhalten der Daten von Privaten stark vereinfachen.

Umsetzung als Gesetz oder Verordnung

Bei der Frage ob zusätzliche rechtliche Rahmenbedingungen besser als Gesetz oder als Verordnung eingeführt werden sollten, gingen die Meinungen auseinander. Ein Gesetz wird als stärker angesehen, eine Verordnung jedoch als praktischer.

Rechtliche Lage des Umweltschutzes im Untergrund

Auf die Frage nach der ausreichenden rechtlichen Erfassung des Umweltschutzes im Untergrund, kam meist der Verweis auf den Grundwasserschutz. Generell wird der Umweltschutz im Untergrund als grundsätzlich ausreichend angesehen, die Umsetzung jedoch oft als schwammig. In Zukunft könnte die extreme Vielfalt von Umweltthemen im Untergrund noch mehr in Betracht gezogen werden. Neben Grundwasser sind z.B. auch die Wurzelbereiche von Bäumen oder Mikroorganismen von grossem Interesse und weit weniger klar geregelt.

3.4. Abhalten, Moderation und Auswertung eines interkantonalen Workshops

Am 23.01.2026 wurde ein technisch-fachlicher Workshop abgehalten. Dazu eingeladen waren alle Befragten Kantone und Fachstellen, sowie weitere von KGK und Sounding Board vorgeschlagene Personen. Die Teilnehmenden sind hier aufgelistet:

Workshop Teilnehmenden	Fachstelle/ Kanton / Firma
Filipa Machado	Geschäftsstelle KGK
Laurent Niggeler	Vorstand KGK
Andreas Märki	Kanton Aargau
Pascal Blunier	Kanton Waadt
Michael Gysi	Swisstopo
Stefanie Wirth	BAFU
Dorothea Stumm	Kanton Thurgau
Nora Freitag	Kanton Luzern

Workshop Teilnehmenden	Fachstelle/ Kanton / Firma
Brentini Maud	Kanton Genf
Yvonne Balzer-Kaufmann	Kanton Bern
Natascha Torres	Kanton Zürich
Giona Preisig	Kanton Neuenburg
Johannes Graf	CSD Ingenieure
Jürg Sturzenegger	Kanton Schaffhausen
Maud Brentini	Kanton Genf

Während des Workshops konnten Rückmeldungen zu einer potenziellen gemeinsamen Plattform abgegeben werden. Die wichtigsten Ergebnisse werden im folgenden Kapitel zusammengefasst.

3.4.1. Rechtlich

Im rechtlichen Bereich lag der Fokus der Rückmeldungen klar auf der Abgabe von Untergrunddaten durch Private. Es liegt insofern ein Dilemma vor, dass Private Daten nur mit Einwilligung weitergegeben werden können, diese jedoch die Daten oft nicht herausgeben wollen. Die Kantone haben im Moment keine rechtliche Handhabe, um die Daten zu erhalten.

3.4.2. Technisch

Technisch wurde eine interkantonale Datenbank gewünscht. Als wichtig empfunden wurden hierbei eine offene Schnittstellenlandschaft sowie das Anbieten der Daten als Service. Ebenfalls gewünscht ist ein schweizweiter verbindlicher Standard. Hierzu wurde als Beispiel wieder boreholes.swissgeol.ch genannt.

3.4.3. Finanziell

Zum Thema Finanzielles äusserten sowohl die Kantone als auch swisstopo, die Last nicht allein schultern zu können bzw. wollen. Eine gemeinsame Finanzierung scheint hier sinnvoll.

3.4.4. Nicht- /öffentlich

Im Bereich Nicht-/öffentlich kam es zu ähnlichem Feedback wie bereits im Bereich Rechtlich. Das derzeitige Problem ist, dass Private ihre Daten nicht herausgeben wollen. Zusätzlich muss hier auch die finanzielle Entschädigung geregelt und vereinheitlicht werden. Dies speziell auch im Bezug auf Legacy-Daten. Die Kantone und swisstopo wünschen daher, dass alle primären Untergrunddaten grundsätzlich öffentlich sein sollten, und keinen Entschädigungen entrichtet werden.

3.4.5. Nutzerzentriert

Die Rückmeldungen im Bereich Nutzerzentrierung stellen die Nutzerfreundlichkeit in den Vordergrund. Es wird als wichtig betrachtet eine Plattform von und für Nutzende zu erstellen.

3.4.6. Koordiniert

Bei der Koordinierung wird eine einheitliche Datenstruktur und nationale Koordination gewünscht. Dies ist wichtig, um die Zuständigkeiten zu klären und zu vermeiden, dass Daten in unterschiedlichen Formaten erhoben werden.

3.4.7. Qualitativ

Qualitativ ist den Teilnehmenden besonders die Aktualität der Daten wichtig. Gleichzeitig wurde angemahnt im Moment die Umsetzung gegenüber der Qualität zu priorisieren. Generell ist es entscheidend die minimalen Geodatenmodelle konsequent auszufüllen und so die Qualität der Einträge sicherzustellen.

3.4.8. Gemeinsame Zielvorstellungen (Generelles Feedback)

Übergreifend wurde von den Teilnehmenden angemerkt, dass alle Bereiche der gemeinsamen Plattform gleich wichtig sind. Daher ist es nötig, alle Fragen zu klären, um eine erfolgreiche gemeinsame Plattform zu erreichen.

4. AP3: Kategorisierung von Untergrunddaten

4.1. Übergeordnete Kategorisierung der Untergrunddaten

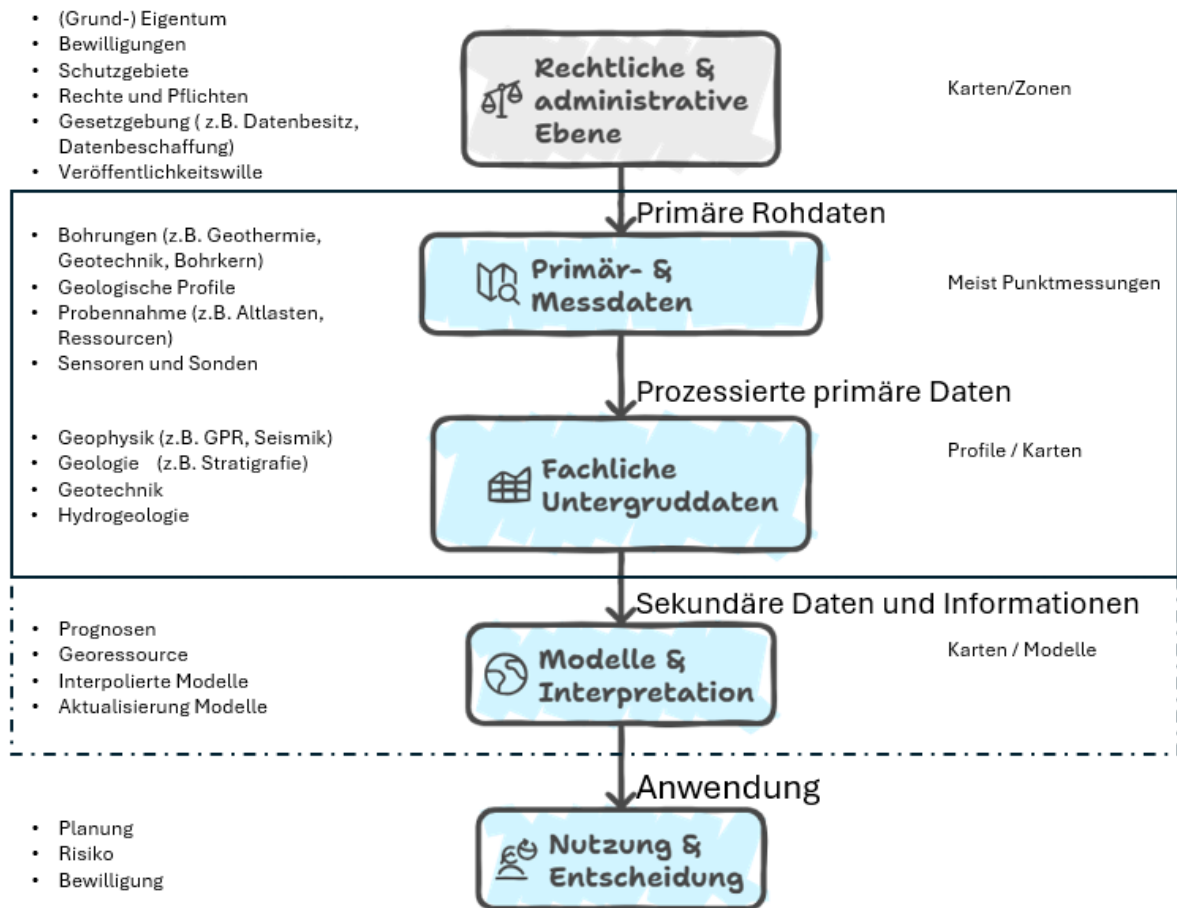
Untergrunddaten sind Geodaten, welche sich unter der Erdoberfläche befinden und beinhalten so einerseits alle natürlichen Daten wie zum Beispiel die Geologie, Grundwasser und Rohstoffe, aber auch alle anthropogenen Untergrundinfrastrukturen wie zum Beispiel Tunnels oder Leitungen. Diese Daten können nur mit Informationsverlust auf einer 2D-GIS-Plattform dargestellt werden, da die Höhenangaben und räumliche Ausbreitung der Untergrundinformationen eine essenzielle Rolle spielen. Daher sind für Untergrunddaten Plattformen geeignet, welche die Gegebenheit in 3D darstellen können. Je nach Anwendungsfall kann aber auch eine 2D Plattform ausreichend sein. 2D Plattformen sind in der Regel einfacher zu bedienen als 3D Plattformen. Daher ist eine Plattform für Geodaten als Ergänzung und nicht als Ersatz von den bestehenden kantonalen GIS-Plattformen zu sehen. Damit Daten auf einer GIS-Plattform oder 3D Plattformen verwendet werden können, müssen die Daten georeferenziert sein. Im Fall von einer 3D Plattform stellt sich die Frage wie man Ungenauigkeiten durch Interpolation darstellt und wie stark vereinfacht werden soll, zum Beispiel bei Bohrung soll mindestens Start- und Endpunkt angegeben werden. Wünschenswert ist jedoch, wenn der Bohrverlauf ermittelt und auf der Plattform integriert wird, da die Bohrung stark von der projizierten Achse abweichen kann.

Kategorisierung anhand von Verarbeitungsgrad

Untergrunddaten sind immer mit Unsicherheit verbunden und basieren auf lokalen Beobachtungen. Zwischen diesen Beobachtungspunkten ist eine Interpretation durch eine Fachperson nötig. Informationen zur Eingrenzung der Unsicherheit sowie der Interpretationsgrad der vorhandenen Daten sind ebenfalls wertvoll. Im Rahmen dieser Studie wird ein Schema zu diesem Verarbeitungsgrad vorgeschlagen (siehe Figur 5). Rohdaten sind sogenannte primäre Daten, welche direkt durch Versuche (z.B. Triaxialtest) respektive Beobachtungen gewonnen werden und so objektiv sind. Weiter gibt es Daten, welche weiter aufbereitet werden, bevor sie durch eine Drittperson genutzt werden können, sogenannte *prozessierte primäre Daten*. Beispielsweise werden mit den Resultaten von Seismik-Messungen Profile erstellt. Dabei werden oft Daten gefiltert und prozessiert und somit können sich die erhaltenen Profile auch dann wenig unterscheiden, wenn sie von unterschiedlichen Fachpersonen erstellt werden. Aus den primären Daten werden meist durch Interpretation und Interpolation sogenannte *sekundäre Daten und Informationen erstellt*. Je nach Auswertung können Prognosen und Interpolation zwischen mehreren Messpunkten stark voneinander unterscheiden. Auch wenn die Unterscheidung zwischen prozessierten und interpretierten Daten nicht immer eindeutig ist, wird hier von diesem Umstand ausgegangen. Für eine regionale und nationale Datenplattform ist die Speicherung von primären Rohdaten und leicht *prozessierten primären* Daten besonders wichtig. Damit wird verhindert, dass bei unterschiedlichen Projekten in unmittelbarer Nähe mehrmals ähnliche Daten erhoben werden. So werden Ressourcen geschont respektive weitere Erkundungen eher dort ausgeführt, wo grössere Unsicherheiten bestehen.

Eine Integration interpretierter Daten auf Datenplattformen ist ebenfalls interessant. Es stellt sich aber die Frage, wer die Aufgabe hat, die Modelle zu aktualisieren, falls weitere Datenpunkte hinzukommen. Auch stellen sich Fragen der Haftung. Geologiebüros haben in der Regel Versicherungen für ihre Projekte. Falls die Interpretationen dann aber fehlerhaft ist und für andere Projekte verwendet wird, gibt es vermutlich keinen Versicherungsschutz und somit müssen die Rohdaten mit Haftungsausschluss Disclaimer versehen werden. Weiter ist es schwieriger Geologiebüros rechtlich zu zwingen die Interpretationen und ihr geistiges Eigentum zu veröffentlichen und somit diese mit ihrer Konkurrenz zu teilen. Diese Problemstellungen müssten eine rechtliche Grundlage haben. Es ist daher sicher zielführender sich fürs Erste auf primäre Rohdaten und *prozessierte primäre* Daten zu konzentrieren.

Aus strukturierten erfassten primären Daten können die Kantone vereinfacht datenbasiert Planungskarten erstellen und aktualisieren, beispielsweise Sachpläne für die Gewinnung von Baustoffen, Karten der Grundwasserschutzgebiete und Grundwasserschutzzonen oder die für unterirdische Infrastrukturen reservierten Flächen.



Figur 5: Schema Datenverarbeitungsgrad

Rechtliche Grundlagen

Übergeordnet zu den Untergrunddaten gibt es rechtliche und administrative Aspekte, welche die Verfügbarkeit der Daten beeinflussen. Die meisten Kantone sowie der Bund haben das Öffentlichkeitsprinzip eingeführt. Dadurch sollen private Einsicht in die Unterlagen der Behörden erhalten. Bei Untergrunddaten sind die Behörden oftmals nicht alleiniger Besitzer der Daten. Daher ist die Veröffentlichung solcher Daten in einigen Kantonen umstritten, selbst wenn die Kantone die Freigabe wünschten. Private Datenbesitzer haben weniger Vorteile von der Veröffentlichung der Daten. Mehr eigene Daten können im Vergleich zu der Konkurrenz ein Wettbewerbsvorteil bedeuten, respektive führt für privaten Bauherren zu einem Mehraufwand. Von einer öffentlichen verfügbaren Datenbasis profitieren aber alle und wird von den Privaten auch rege angefordert. Sofern keine eindeutige Gesetzesgrundlage besteht, ist es bei Ausschreibungen wichtig festzuhalten, dass die bewilligende Behörde (Bund, Kanton, Gemeinde) der Besitzer der Daten ist und diese veröffentlichen darf. Dadurch muss der Auftragnehmer dies bei der Kalkulation seiner Angebote einrechnen. Das Kreieren von Datenmonopolen soll so verhindert werden. Komplizierter gestaltet sich die Ausgangslage bei bereits bestehenden Untergrunddaten, da die Bedingungen nach Vertragsabschluss geändert

wurden und die Daten nur mit einem Mehraufwand durch Recherche und Digitalisierung aus den Archiven veröffentlicht werden kann. Falls der politische Wille vorhanden ist, können Gesetze erlassen werden, welche die Veröffentlichung der Daten ermöglicht. Als Beispiel hat der Kanton Aargau ein Gesetz erlassen, dass sämtliche Bohrungen über 100 m vermessen und die Daten dem Kanton geliefert werden müssen (SAR 781.200 - Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässern - Kanton Aargau - Erlass-Sammlung). Ohne Gesetzesgrundlage sind den Behörden die Hände gebunden und sie können ihrem Auftrag von Transparenz nicht wie gewünscht nachkommen. Auf Bundesebene wurde das GeolG- Gesetz vom Parlament an den Bundesrat zurückgewiesen. Dies mit dem Auftrag die Definition von Daten von nationalem Interesse und die Abgeltung der Datenabgabe zu erarbeiten.

Zuständigkeit von Gemeinden, Kantonen und Bund

Je nach Projekt sind unterschiedliche Behörden zuständig für die Bewilligung. Der Bund bewilligt Projekte nationaler Bedeutung (z.B. nukleares Tiegelager), die Kantone grössere Infrastrukturprojekte wie Spitäler und Gemeinden sind zuständig für Bewilligungen auf Gemeindegebiet. Die Zuständigkeit und rechtlichen Regeln zum Sammeln der Geodaten hängt daher davon ab, wer für das Projekt zuständig ist. Die grösste Anzahl der Bewilligung von Projekten werden durch die Gemeinden erteilt, folgen aber kantonalen Auflagen wie zum Beispiel den Gewässer- und Umweltschutz und tiefere Bohrungen müssen meist von Kanton bewilligt werden. Während der Bewilligungsphase erhalten die Behörden die Pläne zu den Eingriffen in den Untergrund. In der Ausführung der Projekte gibt es oft aus diversen Gründen Abweichungen zum bewilligten Planungsstand. Teilweise werden diese Änderungen bei den Behörden eingereicht, es ist allerdings für die Behörden nicht möglich die Vollständigkeit und Richtigkeit flächendeckend zu prüfen. Daher ist es auch bei neuen Bauwerken oft der Fall, dass die Lage von Leitungen, Ankern, Bohrungen etc. von der bewilligten Lage abweichen, ohne dass die Behörden davon wissen. Selbst wenn den Behörden die Pläne mit allen Leitungen als PDF vorliegen, ist die Einarbeitung in ein GIS mit Aufwand verbunden. Diese Umstände zu ändern ist nicht trivial und es stellt sich die Frage, wie viel Ressourcen investiert werden sollen, um die Zuverlässigkeit der Daten zu erhöhen.

Priorisierung der Datenerhebung

Es ist wichtig Zielsetzungen zu definieren, was erreicht werden soll und erst dann welche Daten gesammelt werden sollen. Diese Zielsetzung wird sich im Lauf der Zeit verändern. Generell sollen die Daten in einer Untergrunddatenbank dazu beitragen die Planung von Projekten zu vereinfachen, indem eine bessere Datenbasis geschaffen wird und Konflikte früh erkannt werden. Dies hilft die Risiken in den Projekten zu reduzieren. Für Bewilligungen von Projekten sollten NO-GOs klarer ersichtlich werden. Im Prinzip sollen in der ersten Priorität Daten gesammelt werden, welche das Verständnis für die Verhältnisse im Untergrund etwas grossräumiger verbessern. Diese sind die Grundlage für diverse Nutzungsszenarien wie Ressourcennutzung, Bauprojekte und Grundwasserschutz (siehe Kapitel 4.2). Diese Daten (z.B. Bohrdaten) sollen möglichst einfach auf Datenplattformen erfasst werden können, um den Aufwand für alle Beteiligten klein zu halten. Dabei ist wichtig ein standardisiertes Datenformat zu bestimmen, denn nur so können aus primären Rohdaten einfach Information für Schutz und nachhaltige und koordinierter Nutzung des Untergrundes kantonsübergreifend abgeleitet werden. In diesem Zusammenhang sollen minimale Geodatenmodelle definiert werden, welche im Kapitel **Error! Reference source not found.** genauer erläutert werden. Oberflächennahe

Daten wie Leitungen sind wichtig für Konflikte zwischen verschiedenen ausgeführten und geplanten Projekten. Diese so gut wie möglich inkl. Höhenangaben (z.B. Schachteinlauf, Schachtauslauf) zu erfassen ist wichtig. Die oben genannten Unsicherheiten hinsichtlich der genauen Lage der verlegten Kabel lassen Zweifel daran aufkommen, ob es wirklich sinnvoll ist, alle Kabel in 3D zu modellieren und einzupflegen. Zumindest hat diese Modellierung nicht oberste Priorität.

4.2. Festlegung von Hierarchien, Beziehungen und Nutzungsszenarien

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, werden die Daten in dieser Studie in Abhängigkeit vom Verarbeitungsgrad unterteilt. In Figur 6 werden diese den verschiedenen Disziplinen gegenübergestellt. Diese Abbildung hat das Ziel Beispiele zur Zuordnung zu geben, ist aber nicht abschliessend. Ein Bohrloch liefert oft Erkenntnisse aus mehreren Disziplinen, wenn die Bohrung mit den entsprechenden Instrumenten ausgestattet ist. Zum einen können anhand von Bohrkernen Trennflächen und geologische Formationen erkannt werden. Zum anderen können mithilfe von Sensoren im Bohrloch bspw. Wassereintritte oder die Temperatur in verschiedenen Tiefen gemessen sowie Veränderungen im Untergrund (z.B. Setzungen und horizontale Verschiebungen) ermittelt werden. Weiter können mit geophysikalischen Messungen im Bohrloch die Lithologie, hydrogeologische, mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften und die Strukturgeologie ums Bohrloch abgeschätzt werden. Mit all diesen Informationen kann das Bohrlochprofil erstellt und die geologischen Einheiten abgeschätzt werden.

	Geophysikalisch	Geologisch	Geotechnisch	Hydrogeologisch	Bodenkunde	Anwendungen e.g. Rohstoff, Energie, Umwelt	Anthropogen
Primär Daten = Rohdaten	- Rohdaten	- Aufschlusskartierung - Laboranalysen	- Laborversuche e.g. Triaxial, Odometrie - Feldversuche e.g.: SPT, CPT	- unprozessierte Messwerte e.g. Pumpversuche, - Wasserchemie	- Textur - Dichte - Wassergehalt	- Bodenprobenanalysen - Radonmessungen - Altlasteninformation	- Leitungskataster - Tunnel und Schächte - Fundamente und Pfähle - Altbergbau-Daten - Unterirdische Gebäude und Anlagen - Unterirdischen Teil von Gebäude und Anlagen
Bohrloch*	- Roh Bohrloch Geophysik	- Bohrlochbeschreibung		- Grundwasser- pegel		- Temperatur	
	- Bohrloch Geophysik bearbeitet	- Bohrlochprofil Geologische Einheit	- Setzung - Neigung			- Temperaturgradient	
Prozessierte primäre Daten = Rohdaten aufbereitete aber nicht interpretiert	Prozessierte - Seismik - Geoelektrik - Elektromagnetik - Gravimetrie - Magnetik - Bodenradar (GPR)	Lokale - Geologische Einheiten - Stratigraphie, Lithologie	Bodenkennwerte (Korndichte, Porosität, Wassergehalt) - Verformungsparameter (E-Modul, Setzungsverhalten)	- Durchlässigkeiten - Strömungs- geschwindigkeit - Grundwasser- pegel (aus Geophysik) - Aquifertypen	- Bodentyp - Boden- schichtung		
Sekundäre Daten und Information	Interpretation von - Seismik - Geoelektrik - Elektromagnetik - Gravimetrie - Magnetik - Bodenradar (GPR)	Geologische Karten - Geologische Modelle	Spannungspfade		- Schweizer Bodenkarte	- Schadstoffkartierungen - Ressourcenmodelle - Reservoirmodelle	
Rechtlich						- Hydrogeologische Grundwasser- Schutzzonen - Kontaminationszonen (Altlasten) - Bewilligungsperimeter	- Sperrzonen 3D um Bauwerke auch temporäre - Rechtliche Unterteilung des Untergrunds (z.B. H<100m, 100<H<500m und H>500m)

Figur 6: Kategorisierung verschiedener Untergrunddaten. Das Schema ist im Anhang auf Seite 170 in Höheaufösung ersichtlich.

Geotechnische, geologische und geophysikalische Daten

Geophysikalische Messungen werden auch ausserhalb von Bohrlöchern ausgeführt, dort werden grundsätzlich die gleichen Eigenschaften ermittelt wie bei Messungen vom Bohrloch. Die geologischen Einheiten, Stratigraphie und Lithologie werden unter anderem mit Aufschlusskartierungen, Laboranalysen, Informationen von den Bohrlöchern sowie aus prozessierten geophysikalischen Daten ermittelt. Diese werden dann weiter verwendet um geologische Karten sowie geologische Modelle zu erstellen. Dabei werden auch, falls vorhanden, die Interpretation von geophysikalischen Daten verwendet. Diese geologischen Karten und Modelle bilden dann die Grundlage für Ressourcen- und Reservoirmodelle. Im Fall von Geothermieranwendungen werden insbesondere die aus den Bohrlöchern gewonnenen Temperaturdaten verwendet.

Einige geotechnische Parameter (Reibungswinkel, Kohäsion) werden direkt durch Laborversuche und Feldversuche bestimmt. Weitere Bodenkennwerte und Verformungsparameter können durch die Versuche abgeleitet werden. Aus den geotechnischen Daten sowie aus der Interpretation können weiter Spannungspfade abgeschätzt werden.

Hydrogeologische Daten:

Hydrogeologische Informationen werden aus Bohrungen und Feldversuche wie Pumpversuche gewonnen. Zudem werden anhand von Wasserproben diverse wasserchemische Parameter ermittelt (pH-Wert, Salzgehalt, gelöste Stoffe etc.). Aus diesen Rohdaten werden anschliessend unter anderem hydraulische Durchlässigkeiten und Strömungsgeschwindigkeiten abgeleitet und anhand der Art des Gesteines und der Hohlräume, Poren, Klüfte und Karstohlräume können die Aquifertypen bestimmt werden. Diese Daten bilden zusammen mit geologischen Karten und Modellen die Grundlage zur Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen, oder andere relevante sekundäre Daten.

Bodenkunde

In der Bodenkunde wird häufig anhand von Baggerschlitten die Textur, die Dichte und der Wassergehalt des Bodens bestimmt. Die Daten werden dann verwendet, um Bodentyp und Bodenschichtung zu bestimmen. Diese Daten können dann weiter prozessiert und interpoliert werden, um die Schweizer Bodenkarte zu aktualisieren. Bodenproben und auch Lockergesteinsproben können auch auf Verunreinigungen und Schadstoffe untersucht werden. Zusammen mit Altlasteninformationen wie Nutzungsgeschichte bilden diese Proben die Grundlage für Schadstoffkartierungen.

Anthropogene Untergrunddaten

Bei anthropogenen Untergrunddaten handelt es sich in der Regel um Primärdaten. Dabei sind nicht Attribute entscheidend, sondern die Lage und Geometrie. Für zukünftige Nutzungen sind die Bauwerke als mögliche Hindernisse zu sehen respektive ist es zu verhindern, dass Bauteile im Betrieb beschädigt werden. Heute gibt es Sperrzonen basierend auf 2D-Karten. Beispielsweise dürfen über einem Tunnel keine Erdwärmepumpen erstellt werden. In Zukunft könnte der Raum vermehrt 3D gedacht werden. Damit müssen nicht ganze Bereiche auf 2D gesperrt werden, sondern nur die Anwendungen, welche mit dem bestehenden Bauwerk inklusive eines definierten Sicherheitsabstands in Konflikt kommen.

Heute ist das Eigentum im Untergrund so geregelt, dass private Parzellenbesitzer den Untergrund bis zu einer unbestimmten Tiefe besitzt, sofern er glaubhaft einen Nutzen dafür ableiten kann, der mit dem öffentlichen Interesse nicht im Widerspruch steht. In Zukunft macht aber eine Unterteilung des Untergrunds je nach Tiefe Sinn. Analog der oberirdischen Planung werden in Zukunft auch im Untergrund die Interessen der verschiedenen Stakeholder wie Private, Gemeinden und Städte, Kantone und der Bund verstärkt Interessen entwickeln, die zu Konflikten führen können. In diesem Sinne ist wird eine vorausschauende Raumplanung an Dringlichkeit gewinnen.

4.3. Minimale Geodatenmodelle (MGDM)

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, sollen die Untergrunddaten möglichst einfach auf Datenplattformen erfasst werden können, um den Aufwand für alle Beteiligten klein zu halten. Grundsätzlich definiert ein Datenmodell die Grundstruktur der Daten, einschliesslich ihrer Formate, Inhalte, Klassen sowie der Beziehungen zwischen ihnen. Es bildet damit die Grundlage für die Erstellung und den Betrieb entsprechender Datenbanken. Gewisse Datenmodelle für Untergrunddaten sind beim Bund (swisstopo), und auf Kantonsebene definiert, jedoch sind die meist sehr unterschiedlich entwickelt, zu detailliert und erschweren somit eine einfache Integration aller Daten. Zur Vereinfachung wird ein Minimalmodell vorgeschlagen, das den kleinsten gemeinsamen Nenner zwischen Kantonen und Bund identifiziert und sich auf die zentralen, meist verfügbaren fachlichen Angaben beschränkt. Dazu werden bestehende Datenmodelle abgeglichen und bei Bedarf um notwendige Informationen ergänzt, sodass Untergrunddaten eindeutig verstanden, ausgetauscht und wiederverwendet werden können – ohne projektspezifische Details oder fachliche Interpretationen zu erzwingen.

Analyse existierender Modelle (im Detail in Kapitel 5)

Die Analyse zeigt, dass für einzelne Fachbereiche bereits Minimale Geodatenmodelle (MGDM) existieren (z. B. im Bereich Grundwasser), während in anderen Bereichen wie Bodenkunde oder Bohrungen bisher lediglich Vorschläge oder Modelle in Entwicklung vorliegen. Gleichzeitig haben einzelne Kantone eigene Modelle für spezifische Anwendungen entwickelt, beispielsweise im Bereich Tiefengeothermie.

Diese Entwicklung führt teilweise zu unterschiedlichen Detaillierungsgraden sowie Inkonsistenzen in Struktur und Namensgebung, was die Interoperabilität und Wiederverwendbarkeit der Daten erschwert.

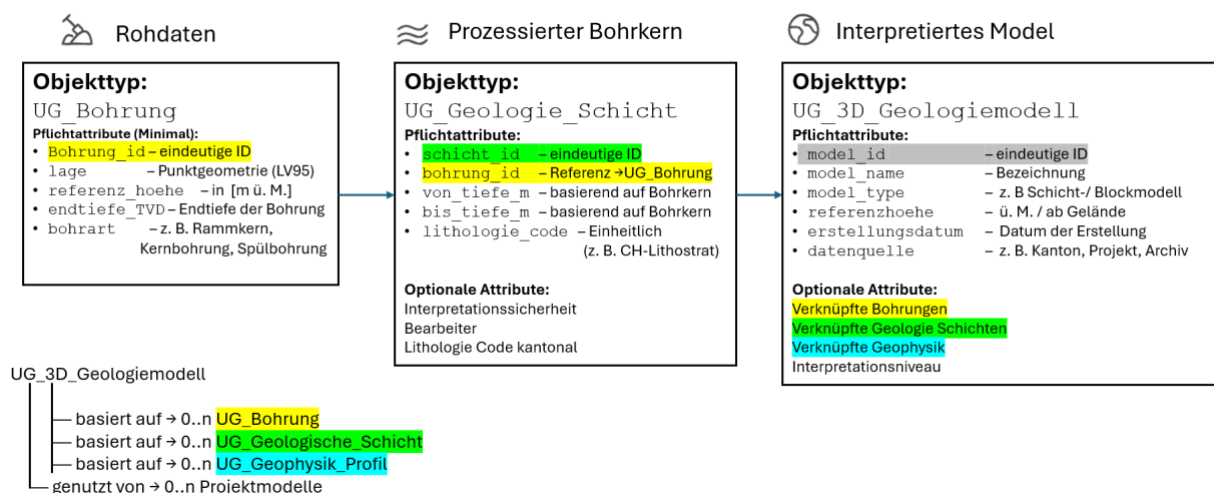
Es wird daher empfohlen, zukünftige Modellierungsarbeiten stärker zu koordinieren und fachbereichsübergreifende Grundstrukturen sowie konsistente Bezeichnungen zu definieren. Dadurch kann sichergestellt werden, dass Untergrunddaten effizient für verschiedene Anwendungen genutzt und zwischen Bund, Kantonen und Fachstellen einfacher ausgetauscht werden können.

Die endgültige formale Umsetzung der Modelle sollte mittels INTERLIS erfolgen wobei ermittelt werden muss ob nur der Metadaten Austausch über INTERLIS erfolgen soll und grössere primäre Rohdaten zu anderen Datenbanken verlinkt werden. Die vorgeschlagenen Modelle folgen dabei drei zentralen Leitprinzipien: Erstens der klaren Trennung von Metadaten,

Messung und Interpretation, wobei Primärdaten eindeutig von fachlichen Ableitungen unterschieden werden. Zweitens einer GIS-zentrierten Modellierung, bei der die Daten auf Punkt-, Linien- und Flächenobjekte ausgerichtet und mit gängigen kantonalen GIS-Infrastrukturen kompatibel sind. Drittens der Erweiterbarkeit, welche es den Kantonen erlaubt, zusätzliche Attribute oder Fachmodelle zu ergänzen, ohne den Kern des Minimalmodells zu verändern.

Verknüpfung von Rohdaten zu vollständigen Modellen

Da die meisten Untergrunddaten auf Bohrungen basieren, wird in Figur 7 anhand eines vereinfachten Ausschnitts eines Minimalmodells eines Bohrlochs dargestellt, wie gemessene primäre Rohdaten mit prozessierten primären und interpolierten Daten verknüpft werden können. Für jedes Bohrloch werden dabei zunächst die notwendigen Metadaten – wie Lage, Höhenkote und Bohrart – erfasst. Aus den gemessenen Rohdaten (siehe Details in Abbildung 4) kann beispielsweise eine geologische Schicht abgeleitet werden.



Figur 7: Beispiel vereinfachtes Minimalmodell um die Hierarchien zwischen Messungen, Prozessierten Daten und Modellierung zu zeigen. Das Minimalmodell ist im Anhang auf Seite 171 in Höheauflösung ersichtlich.

Da die Schichteinteilung in der Regel auf verschiedenen Messungen und Beobachtungen basiert, kann sie als prozessierter primärer Datensatz betrachtet werden. Durch die Verwendung einheitlicher Lithologie-Codes wird zudem sichergestellt, dass geologische Schichten kantonsübergreifend vergleichbar bleiben. Eine geologische Schicht kann Informationen aus mehreren Bohrungen beinhalten, muss dies jedoch nicht (0 bis n-Beziehung).

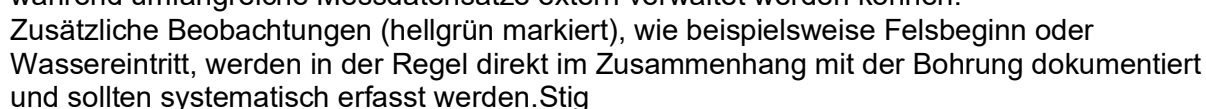
Ein 3D-Geologiemodell kann mit keiner, einer oder mehreren Bohrungen, geologischen Schichten oder geophysikalischen Profilen verknüpft sein. Da die Erstellung eines solchen Modells in der Regel eine fachliche Interpretation erfordert, ist das Modell selbst nicht Bestandteil des Minimalmodells, sondern stellt eine weiterführende Synthese dar. Es zeigt jedoch auf, wie die zugrunde liegenden Daten weiterverwendet und integriert werden können. Angaben zur Unsicherheit sowie zum Interpretationsgrad der vorhandenen Daten sind dabei besonders wertvoll.

Beispiel Minimalmodell für Bohrlochmessung

Für die Erstellung des Vorschlags eines detaillierten Minimalmodells in Figur 8 wurde das bestehende Datenmodell von *borehole.swissgeol.ch* als Referenz verwendet. Im Minimalmodell werden jedoch ausschliesslich jene Parameter berücksichtigt, die üblicherweise für jede Bohrung bestimmt werden. Zusätzliche Parameter können als optionale Attribute gespeichert oder über verknüpfte Datensätze ergänzt werden.

Zentrale Entität: Die Bohrung

Im Zentrum des Minimalmodells steht die Bohrung selbst (gelb umrahmt). Jede Bohrung muss über eine eindeutig zuweisbare ID verfügen. Als Pflichtattribute werden die minimal notwendigen Informationen erfasst, darunter Bohrdatum, Bohrart, Länge beziehungsweise Endtiefe der Bohrung sowie der Standort als verknüpfter Datensatz in Form von Koordinaten. Optionale Angaben wie Bohrzweck oder Projektbezug können ergänzt werden, um die Kompatibilität mit anderen Modellen zu erhöhen. Weitere Metadaten (grau markiert), etwa zur Geometrie, zum Ausbau oder zu unterteilten Sektionen, können – sofern vorhanden – ebenfalls gespeichert werden, zwingend ist nur der Standort. Entscheidend ist jedoch, nur absolut notwendige Merkmale als Pflichtattribute zu definieren und weiterführende Informationen optional zu halten. Die optionalen Attribute gehören nicht zum Minimalmodell und sich nicht abschliessend, werden aber in dieser Studie dargestellt, um eine Abgrenzung zu den Pflichtattributen aufzuzeigen.



Beobachtungen und abgeleitete Schichten

Auf Grundlage dieser Beobachtungen und Messungen kann eine stratigraphische Schicht (dunkelgrün) abgeleitet werden. Diese wird durch klar definierte Tiefengrenzen sowie einen einheitlichen Lithologie- oder Stratigraphie-Code beschrieben. Ergänzende Parameter wie Korngrössenanalysen oder Plastizitätskennwerte können hinzugefügt werden, sind jedoch nicht verpflichtend, da sie nicht bei jeder Bohrung erhoben werden.

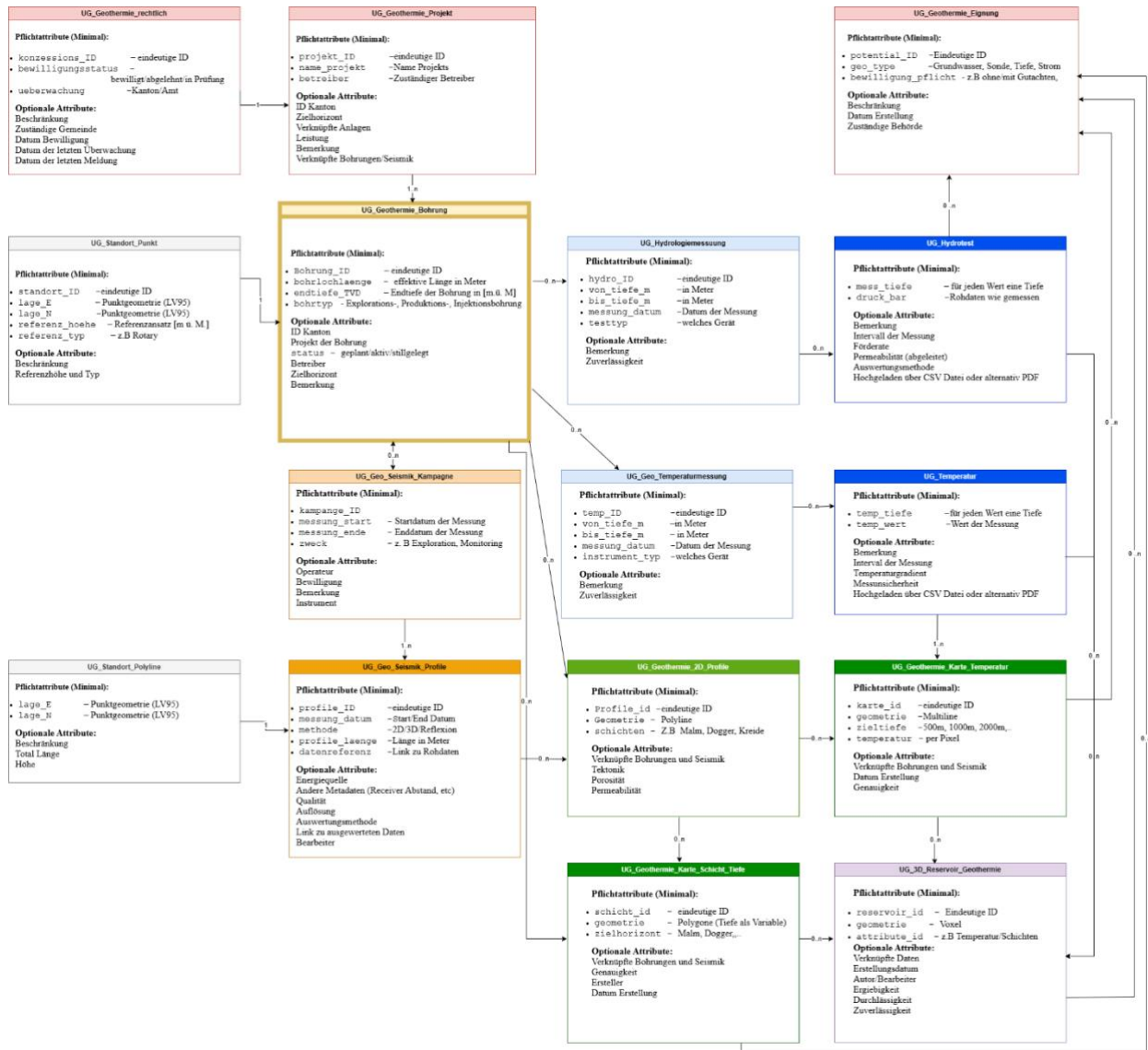
Die abgeleiteten Schichten können in einem weiteren Schritt für die Erstellung eines Geologie Modells (violett) verwendet werden.

Erweiterung für Anwendungsbereich Geothermie

Ein zweites Minimalmodell in Figur 9 wird anhand des Datenmodells für Tiefengeothermie des Kantons Waadt schematisch entwickelt. Dabei wird das bestehende Bohrloch-Minimalmodell gezielt erweitert, da Bohrungen in diesem Kontext nicht nur der geologischen Erkundung, sondern auch der energetischen Nutzung des Untergrunds dienen.

Neben den allgemeinen Metaattributen (wie zum Beispiel Lage, Bohrrart und Bohrdatum) sind zusätzliche Informationen zur thermischen Nutzung erforderlich. Dazu zählen insbesondere Temperaturmessungen entlang des Bohrprofils, hydraulische Tests sowie Angaben zum rechtlichen Status der Konzession (rot markiert). Ebenfalls berücksichtigt werden generelle Planungskarten, die auf interpolierten Temperaturdaten und Schichttiefen (dunkelgrün) basieren und somit der sekundären Daten Ebene zuzuordnen sind.

All diese neuen Parameter werden jedoch nicht direkt in das Kernmodell integriert, sondern über verknüpfte Entitäten ergänzt. Gleiches gilt für allfällige oberflächennahe Geophysik (hellorange für Metadaten, dunkelorange für Messdaten). Dadurch bleibt das Bohrloch als Primärdatenträger strukturell unverändert, während spezifische Mess- und Interpretationsdaten modular angebunden werden können. Grössere Rohdaten selbst sind nicht direkt im Minimalmodell abzulegen, sondern werden verlinkt auf anderen Datenbanken abgespeichert. Dieses Vorgehen stellt sicher, dass gleich aufgebaute Modelle sowohl für klassische Baugrunduntersuchungen als auch für Tiefengeothermie Projekte anwendbar bleibt. Gleichzeitig können regulatorische Anforderungen, wie etwa in Bezug auf Konzessionen, oder Monitoring, strukturiert abgebildet werden, ohne die Kernstruktur zu überladen.



Figur 9: Minimalmodell für den Anwendungsfall Geothermie basierend auf dem Modell des Kantons Waadt, zeigt eine mögliche Erweiterung des Datenmodells. Dabei ist wichtig zu beachten, dass nicht zwingend alle Entitäten vorhanden sein müssen. Das Minimalmodell ist im Anhang auf Seite 173 in Höheaufösung ersichtlich.

Nutzen der Reduktion

Die Erweiterung des Bohrloch-Minimalmodells im Kontext der Tiefengeothermie verdeutlicht exemplarisch, wie das Grundmodell flexibel auf spezifische Fachanforderungen angepasst werden kann, ohne seine strukturelle Integrität zu verlieren und somit bleiben Messdaten für verschiedene Anwendungsbereichen vergleichbar. Auch zeigt das Beispiel, dass zusätzliche technische, regulatorische und interpretative Informationen modular ergänzt werden können, während der Kern des Modells stabil und interoperabel bleibt.

Die entwickelten Minimalmodelle zeigen exemplarisch, wie Untergrunddaten strukturiert werden können, ohne fachliche Tiefe oder zukünftige Erweiterungen zu verhindern. Durch die

klare Trennung zwischen Bohrung als Primärdatenträger, verknüpften Messungen und Beobachtungen sowie daraus abgeleiteten geologischen Schichten wird eine transparente Datenhierarchie geschaffen. Diese ermöglicht es, Rohdaten nachvollziehbar zu speichern und gleichzeitig interpretative Ebenen sauber davon abzugrenzen.

Die bewusste Reduktion auf wenige, zwingend notwendige Pflichtattribute, die bei vergleichbaren Messungen und Interpretationen konsistent aufgebaut sind, senkt die Hürde für die Datenerfassung und erleichtert die Integration bestehender, heterogener Datensätze. Gleichzeitig bleibt das Modell offen für fachliche Erweiterungen, ohne die Kernstruktur zu verändern. Damit wird eine Balance zwischen Standardisierung und Flexibilität erreicht.

Implementierung

Insgesamt trägt das Minimalmodell dazu bei, Untergrunddaten langfristig nutzbar, nachvollziehbar und systemübergreifend austauschbar zu machen. Es definiert nicht die maximale fachliche Detailtiefe, sondern die strukturelle Mindestanforderung, die erforderlich ist, um aus einzelnen Messpunkten konsistente Informations- und Modellgrundlagen zu entwickeln. Für kantonale Systeme bedeutet dies eine robuste, interoperable Grundlage, die sowohl historische als auch zukünftige Daten integrieren kann. Auf nationaler Ebene schafft das Minimalmodell die Voraussetzung für Harmonisierung und Vergleichbarkeit, ohne die Autonomie der Kantone einzuschränken.

5. Ergänzung AP3: Überblick bestehender Minimalmodelle

5.1. Übersicht der verwendeten Daten

Als Ergänzung zu AP3 wurden bereits vorhandene Untergrunddatenmodelle mit der bestehenden E-Mail-Liste abgefragt, insgesamt kamen 15 Rückmeldungen von folgenden Kantonen und Fachstellen.

Tabelle 1: Übersicht der Rückmeldungen

Fackstelle/Kanton	Bereich	Name
Bafu	Grundwasser	Stefanie Wirth
Kanton Basel Stadt	Amt für Umwelt und Energie	Stefan Scheidler
Kanton Basel-Landschaft	Amt für Umweltschutz und Energie	Adrian Auckenthaler
Kanton Freiburg	Bau- und Raumplanungsamt BRPA	Anna Sommaruga
Kanton Genf	Département du territoire (DT)	Stéphanie Favre
Kanton Schaffhausen	Tiefbau Schaffhausen	Jürg Sturzenegger
Kanton Schwyz	Amt für Umwelt und Energie	Zlatko Mrnjec
Kanton St. Gallen	Amt für Wasser und Energie	Paul Pfenninger
Kanton Tessin	Dipartimento del Territorio	Simone Albertini
Kanton Thurgau	Departement für Bau und Umwelt	Dorthea Stumm
Kanton Waadt		Zuvor erhalten
Kanton Zürich AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft	Antonella Toth
SIA	zuvor	Martin Riniker
swisstopo	Zuvor erhalten	Michael Gysi
Kanton Luzern	Erhalt von Link	

Nebst der Auflistung spezifischer Datenmodelle verwies die Mehrheit der Kantone auf ihre bestehenden WebGIS-Plattformen sowie auf nationale Plattformen (z. B. geodienste.ch, geocat.ch). Die dort öffentlich verfügbaren Datenmodelle wurden punktuell in die Analyse einbezogen und sind in Figur 10 gelb gekennzeichnet. Eine vereinfachte Matrix, wo auch die verschiedenen Lücken und Überschneidungen aufgezeigt sind, ist in Figur 11 dargestellt. Es ist zu beachten, dass die erhaltenen Rückmeldungen stark von der jeweils kontaktierten Fachstelle sowie deren Definition des Untergrundbegriffs abhängen. Wie unter anderem der Kanton Zürich hervorhebt, verfügen auch Städte und Gemeinden über relevante Primärdaten und teilweise eigene Datenmodelle, insbesondere im Zusammenhang mit Bauvorhaben. Insgesamt zeigt sich ein heterogenes Bild der bestehenden Untergrund-Datenmodelle in der Schweiz. Die erhaltenen Rückmeldungen wurden nach Fachbereichen (Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie etc.) sowie Anwendungsbereichen strukturiert und in Figur 12 erfasst und schematisch in der Abbildung dargestellt. Insbesondere bei Bohrungen und Berichten ist eine klare Trennung schwierig, weshalb diese als eigene Kategorie geführt werden.

Wer	Primäre Daten Bohrung	Geophysikalisch & Geotechnisch	Geologisch	Bodenkunde	Hydrogeologisch	Anwendung: Grundwasser	Anwendung: Geothermie	Anwendung: Altlasten	Anthropogen
Bafu				-Ergebnisse Bodenbelastung -NaBoDat Modelle	-Hydrogeologische Karte der Schweiz -Nationales Messnetz zur Erhebung der Grundwasser-Quantität und -Qualität	-Inventar Trinkwasserversorgung -Grundwasseraustritte, -fassungen, -anreicherungsanlagen -Grundwasservorkommen -Planerischer Gewässerschutz		-Kataster der belasteten Standorte (alle Kantone)	
Kanto Freiburg	-Bohrungen von belasteten Standorten -Baubedingte Bohrungen -Geologische/Geotechnische Berichte	zum Teil in primär Daten	-3D-Modell der Geologie des Mittellands				-Bohrungen für Erdwärmesonden		
Kanton Basel Land	-Bohrkataster (nicht öffentlich)				- qualitative Daten zum Grundwasser		-Oberflächennahe Erwärmung Eignungskarte		-Werkataster Abwasser
Kanton Basel Stadt	-Bohrkataster					-Grundwasservorkommen -Ökomorphologischer Gewässerzustand			
Kanton Genf	-Bohrungen -geologische/hydrogeologischer Berichte	zum Teil in Berichten		-kein Modell aber im GIS	-hydrochimique (Grundwasser und Altlasten)				
Kanton Luzern	-Untergrundinformationen und Bohrkataster				-Messstellennetz: Wasser und Boden		-Erdwärmennutzung		
Kanton Schaffhausen			-Plan geologisches 3D- Untergrundmodell aus Erdsondenbohrdaten				-Grundwassermodell zur Beurteilung geplanter thermischer Nutzungen (GEMTool) (nicht öffentlich)		
Kanton Schwyz	-geologische Berichte -Bohrungen			-Hinweiskarte Bodenverwertung -Prüfperimeter Bodenverschiebung		-Grundwasservorkommen -Grundwasseraustritte (in Entwicklung) -Grundwassermessstellen -Gewässerschutz	Wärmennutzungskarte	-Abfall und Rohstoffe -Kataster Belasteter Standorte	
Kanton St Gallen	- Sondierbohrungen					-Grundwassermodelle (nicht öffentlich)			
Kanton Tessin	-nicht öffentlich und kein Interlis			-Prüfperimeter Bodenverschiebung		Grundwasserspiegel (nicht öffentlich)	-Geothermie Nutzung -Sonden		-Kommunale Sammelkanäle und Kanalisation -https://www.vsa.ch/models/
Kanton Thurgau	-Bohrdatenbank		-Geologie: Geologische Übersichtskarte	-Bodenbelastungen Hinweiskarte		-Grundwasservorkommen (Bafu) -Grundwassermodell	Eignungszonen Erdwärmesondenbohrungen	-Altlasten -Kataster belasteter Standorte	- Wasser Werkinformation
Kanton Waadt	-Cadastre géologique	im Geothermie Modell					Kadasterplan Tiefengeothermie		
Kanton Zürich	-Bohrprofile (nicht öffentlich)			-Bodenkarten		-Grundwasserinformation	thermische Nutzen	-Kataster der belasteten Standorte (KbS)	-Leitungskataster -Tunnel und Stollen
Landesgeologie/ Swisstopo	https://boreholes.swissgeol.ch/	-Profile Seismik https://assets.swissgeol.ch/	-Geologische Grundlagenkarten -3D Modelle in Aufbau						
SIA									SIA 405 Werkinformations- und Leitungskataster-Daten

Figur 10: Tabelle der erhaltenen Rückmeldungen nach Fachbereich sortiert, gelb markiert sind punktuell ergänzende Datenmodelle aus dem GIS-Webbrowser

	Primäre Daten		Sekundäre Daten & Informationen		Überschneidung	Zusammenfassung
	Bund	Kanton	Bund	Kanton		
Geophysik	⚠️ swissgeol kein MGDM	⚠️ teilweise Daten meist als pdf	❌	❌	Kann 3D Untergrund Modelle verbessern	❗ nicht harmonisiert, Daten nicht strukturiert erfasst
Geotechnik			❌	❌	Wichtig für neue Bauwerke	
Geologie			✅ Grundkarten	⚠️ teilweise eigene 3D Modelle	-Grundlage für die meisten Anwendung -detailliertes DM Bund vs kantonale «Kataster»	⚠️ vorhanden primär Daten nicht verknüpft ❗ nicht harmonisiert
Bodenkunde	✅ NABO/BAFU	⚠️ meist übernommen	⚠️ vereinzelt ohne MGDM	⚠️ Karten in GIS Browser	Primäre Daten z.T wichtig für Altlasten, Geotechnik	⚠️ zum Teil zu detaillierte MGDM
Hydrogeologisch	✅ BAFU	⚠️ meist übernommen + eigene Daten	✅ Grundkarten	⚠️ meist übernommen	-Nationale MGDM übernommen -teilweise eigene Datenbanken, Karten, 3D Modelle	logisches Datenmodell zu Grundwasserdaten in Bearbeitung
Grundwasser	✅ BAFU	⚠️ meist übernommen	✅ BAFU	⚠️ meist übernommen, teilweise eigene 3D Modelle		
Geothermie	❌	⚠️ meist nur Katasterplan	❌	⚠️ unterschiedlich, oft Eignungskarten	Grosse Überschneidung mit anderen Fachbereichen	❗ keine Harmonisierung
Altlasten	❌ nicht ersichtlich	❌ nicht ersichtlich	✅ Kataster	✅ übernommen	Momentan nicht mit anderen Untergrunddaten verknüpft	⚠️ isoliert nicht mit primären Daten verknüpft
Anthropogene Daten	⚠️ In Bearbeitung	⚠️ je nach Gemeinde/Werke				❗ nicht integriert

Figur 11: vereinfachte Matrix der verschiedenen Fachbereiche, zum Aufzeigen von Lücken und Überschneidungen

5.1.1. Primäre Daten wie Bohrung und Berichte für Geologie und Geotechnik

Die Mehrheit der Kantone bildet Standorte von Sondierungen, Bohrungen und zum Teil auch von geologischen Gutachten (z. B. FR, GE, VD, SZ, TG, ZH) in ihren GIS-Systemen ab. Diese Darstellungen dienen jedoch häufig primär der räumlichen Unterstützung des Bewilligungswesens sowie als interne Datenablage. Die zugehörigen Berichte sind in vielen Fällen nicht öffentlich zugänglich. Nicht bei allen Kantonen wurde zu den GIS-Daten ein entsprechendes Datenmodell hinterlegt (z. B. FR, LU, GE, TI). Meist werden die Bohrungen nach dem Zweck der Bohrung visualisiert.

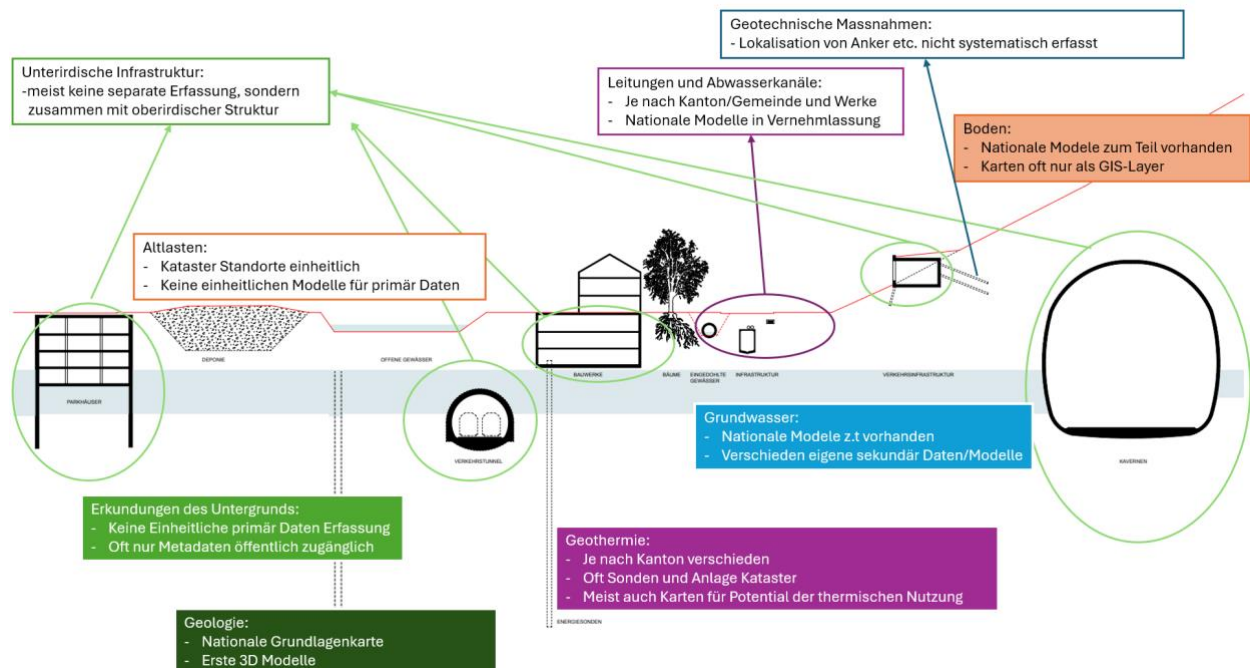
Die vorhandenen Datenmodelle (z. B. BS, SZ, TG, VD) beschränken sich meist auf die Erfassung grundlegender Metadaten, insbesondere:

- Standort (uneinheitlich bezeichnet, z. B. Standort, Messpunkt, Anlage; teilweise als eigene Klasse, teilweise in der Hauptklasse integriert)
- Erfasser (uneinheitlich bezeichnet)
- Zweck der Bohrung bzw. des Berichts
- Datum
- Link zur Dokumentation

Dabei ist festzustellen, dass sowohl die Struktur als auch die Namensgebung der Attribute nicht standardisiert sind, was die Vergleichbarkeit und Weiterverwendung der Daten erschwert. Nur in wenigen Kantonen werden die gemessenen primär Daten oder geologischen Schichten strukturiert in einer Datenstruktur abgelegt, sondern meist mit PDFs hinterlegt.

Auf nationaler Ebene stellt die Initiative von swisstopo mit der Plattform assets.swissgeol.ch eine georeferenzierte Datenablage für Bundesprojekte zur Verfügung. Zusätzlich existiert mit „Boreholes of Switzerland“ eine Plattform für Bohrungen. Insbesondere für Bohrdaten steht damit ein vergleichsweise detailliertes Datenmodell zur Verfügung, das als Grundlage für die Weiterentwicklung von MGDM dienen kann (vgl. Kapitel 4).

Die bestehenden Initiativen bilden eine wichtige Grundlage, zeigen jedoch gleichzeitig, dass der nächste Entwicklungsschritt in der Standardisierung und Integration von Primärdaten anders als nur als Hinterlegung des Berichtes liegt.



Figur 12: Entwurf einer schematischen Darstellung der vorhandenen Datenmodelle

5.1.2. Geophysik und Geotechnik

Für die Bereiche Geophysik und Geotechnik gingen insgesamt nur wenige Rückmeldungen zu spezifischen Datenmodellen für primäre oder prozessierte Daten ein. Rückmeldungen beschränken sich meist auf erweiterte Metadaten im Zusammenhang mit Bohrungen oder Berichten.

Geophysik, insbesondere bei seismischen Messungen, werden in kantonalen geologischen Katastern (z. B. in den Kantonen Waadt und Genf) als Kategorien geführt. Im Datenmodell zur Tiefengeothermie des Kantons Waadt sind Attribute für seismische Messungen teilweise detailliert ausgearbeitet. Zudem sind bei swisstopo Profile aus öffentlichen Reflexionsseismik-Kampagnen verfügbar.

Ein einheitliches Datenmodell für geophysikalische Daten fehlt jedoch. Insbesondere für andere Methoden wie Geoelektrik oder oberflächennahe Georadar bestehen keine standardisierten Strukturen. Zudem stellt sich die grundlegende Frage, welche Daten in welchem Prozessierungsgrad (Rohdaten, prozessierte Daten oder interpretierte Ergebnisse) in ein Minimalmodell integriert werden sollen.

Auch im Bereich der Geotechnik bestehen kaum standardisierte Datenmodelle für Messdaten. Dabei werden die eigentlichen geotechnischen Messwerte (z. B. Laborversuche, In-situ-Messungen) in der Regel nicht strukturiert erfasst. Dies ist insofern relevant, als insbesondere im Rahmen von Infrastrukturprojekten grosse Mengen an geotechnischen Primärdaten erhoben werden. Eine systematische und strukturierte Erfassung dieser Daten könnte einen erheblichen Mehrwert für zukünftige Anwendungen bieten, etwa für Planung, Modellierung oder Monitoring. Auch werden geotechnische Massnahmen wie Anker nicht systematisch erfasst.

Insgesamt zeigt sich, dass sowohl in der Geophysik als auch in der Geotechnik ein deutlicher Mangel an standardisierten Datenmodellen für Primärdaten besteht. Beide Bereiche sind jedoch stark datengetrieben und spielen eine zentrale Rolle für das Verständnis des Untergrunds, weshalb hier ein besonderes Potenzial für zukünftige Standardisierungs- und Harmonisierungsschritte besteht.

5.1.3. Geologie

Neben den primären Daten aus Bohrungen und Berichten wurden vereinzelt geologische Übersichtskarten des Bundes erwähnt. Zudem sind in vielen Kantonen sekundäre Karten wie Fels- oder Kiesüberdeckungen in den GIS-Browsern vorhanden.

Im Bereich der 2D- und 3D-Untergrundmodelle bestehen erste Entwicklungen:

- 2D-Untergrundmodell des Lockergesteins im Rheintal (SG, GR, FL, AT)
- 2D-Untergrundmodell der IRR am Alpenrhein vom Bodensee bis zur Illmündung (SG)
- geplantes flächendeckendes 3D-Untergrundmodell im Kanton Schaffhausen (basierend auf Bohrdaten)
- projektbasierte Modelle im Kanton Freiburg (in Zusammenarbeit mit der Universität Freiburg, teilweise an den Bund überführt)

Diese Modelle basieren meist auf bestehenden Bohrdaten und zeigen das Potenzial strukturierter Primärdaten für weitergehende sekundäre Information und Daten.

5.1.4. Bodenkunde

Das Kompetenzzentrum Boden, insbesondere das Bodeninformationssystem NABODAT, hat Datenmodelle zur Erfassung verschiedener Primärdaten entwickelt. Diese sind jedoch sehr detailliert. Insbesondere für die Messungen von belasteten Böden wurde ein gemeinsames (Bund und Kantone) MGDM entwickelt

- Ergebnisse Nationale Beobachtung Bodenbelastung (NABO) und Ergebnisse Kantonale Überwachung Bodenbelastung (ID 124, 125)

Ansonsten gab es nur wenige Rückmeldungen im Bereich der Bodenkunde, da dieser häufig ausserhalb der angesprochenen Fachbereiche liegt und nicht immer als klassische Untergrunddaten verstanden wird. Die Mehrheit der Kantone stellt jedoch Grundlagenkarten im Web-GIS bereit, die häufig als unabhängige GIS-Ebenen ohne Datenmodelle verwaltet werden. Wie auch bei geologischen Daten zeigt sich, dass eine einheitliche, strukturierte Primärdatenerfassung die Erstellung sekundärer Produkte (z. B. Karten zu Bodenversiegelung oder Erosionsgefährdung) erheblich erleichtern würde.

5.1.5. Hydrogeologie / Grundwasser

Da die meisten gemeldeten hydrologischen Daten im Zusammenhang mit Grundwasser stehen, werden diese zusammengefasst.

Im Bereich Grundwasser existieren mehrere etablierte Modelle, insbesondere auf Bundesebene (BAFU), darunter:

- Inventar Trinkwasserversorgung in Mangellagen (ID 66.1)
- Grundwasseraustritte, -fassungen, -anreicherungsanlagen (ID 141.1)
- Grundwasservorkommen (ID 139.1)
- Planerischer Gewässerschutz (130.1, 131.1, 132.1)
- Hydrogeologische Karte der Schweiz (ID 135.5)
- Nationales Messnetz Grundwasserquantität (ID 135.1)
- Messnetze Grundwasserqualität (ID 133.2, 133.5, 134.3)

Somit gibt es vom BAFU MGDM einerseits für primär Daten (Messnetze) sowie auch für 2D Karten mit sekundären Daten und Informationen. Diese Modelle werden von den Kantonen teilweise übernommen und an kantonale Bedürfnisse angepasst oder sind zum Teil noch in Entwicklung, wie zum Beispiel das Model des Grundwasseraustritt im Kanton Schwyz. Basel-Land hat dazu eine nicht öffentliche Datenbank für qualitative Daten zum Grundwasser und der Kanton Genf hat ein Datenmodell für hydrochemische Daten.

Folgende Kantone haben aus primären Daten modellierte Grundwassermodelle erwähnt:

- Thurgau
- Schaffhausen: Grundwassermodell zur Beurteilung geplanter thermischer Nutzungen (GEMTool). (nicht flächendeckend und nicht öffentlich zugänglich)
- St. Gallen mit Durchlässigkeitsmodell St.Galler Rheintal in 3D und Hydraulisches Untergrundmodell von Gossau, Thurtal, und Eschenbach-Jona

Parallel dazu befindet sich ein **logisches Datenmodell für Grundwasserdaten** (BAFU, in Zusammenarbeit mit Kantonen und Forschung) in Entwicklung, welches eine stärkere Verknüpfung von Primärdaten und Anwendungen vorsieht sowie auch ein MGDM für Resultate von Markierversuchen im Grundwasser und Oberflächenwasser.

Für die Markierversuche ist ein Datenmodell in Arbeit, ob und wann dies rechtlich bindend wird (also ein MGDM gemäss GeoIV) ist unklar. Das Gewässerschutzgesetz ist hier zu wenig spezifisch. Markierversuche sind eines von vielen Werkzeugen/Methoden, um das Gewässerschutzgesetz zu erfüllen. BAFU entwickelt das Datenmodell im Rahmen der Aktualisierung der Praxishilfe zu Markierversuchen. Das Modell wird – voraussichtlich bis auf Weiteres - eine Best-Practice-Empfehlung («Soft Law») bleiben.

5.1.6. Anwendung Geothermie

Der Anwendungsbereich Geothermie nimmt im Kontext der Untergrunddaten eine besondere Rolle ein, da hier Erkundung, Nutzung, bestehende Untergrundstrukturen und Regulierung des Untergrunds eng miteinander verknüpft sind.

In mehreren Kantonen bestehen bereits spezifische Datenmodelle oder Datensätze zur thermischen Nutzung des Untergrunds (z. B. Eignungskarten für Erdwärmesonden oder kantonale Geothermie-Kataster). Teilweise sind diese Modelle an bestehende MGDM angelehnt oder integrieren sie. Oft fehlt aber ein strukturiertes, zumindest öffentlich ersichtliches Datenmodell. Andere Datenmodelle sind sehr detailliert (z. B. SZ für Wärmenutzungsanlagen) und nur wenige Datenmodelle sind mit anderen Datensätzen verknüpft (z. B. LU, VD).

Der Kanton St. Gallen hat ein Hydrothermisches Untergrundmodell des St.Galler Rheintal, welches die Beeinflussung und Auswirkungen von thermischen Grundwassernutzungen im Untergrund auf die Temperatur des Grundwassers zeigt und auf primäre Daten basiert.

Ein gutes Beispiel ist das MGDM des Kantons Waadt, welches Primärdaten wie Bohrungen, seismische Profile mit Sekundärdaten sowie rechtliche Informationen (z. B. Konzessionen) in einem erweiterten Modell zusammenführt und wurde so als Grundlage des schematischen MGDM im Kapitel 4 verwendet.

Ein national harmonisiertes Datenmodell für Geothermie oder Wärmenutzung existiert derzeit nicht.

5.1.7. Andere Anwendungen von Untergrunddaten

Für andere Anwendungsbereiche (z. B. Altlasten, Archäologie, Rohstoffe) wurden nur vereinzelt Datenmodelle gemeldet, meist in Form von Katastern wie Rohstoffabbau (FR) oder thematischen Karten.

Einheitliche Datenmodelle existieren insbesondere für Altlasten wie

- Hinweiskarte Bodenbelastungen (HKB)
- Kataster der belasteten Standorte (ID 114,116,117,118,119)

5.2. Anthropogene Untergrunddaten

Anthropogene Untergrunddaten wurden nur vereinzelt erwähnt, da sie oft nicht als klassische Untergrund-Geodaten betrachtet werden und häufig in anderen Fachstellen verwaltet werden.

Dennoch sind sie für zukünftige integrierte 3D-Untergrundmodelle von Relevanz und es sollte frühzeitig eine Integration erfolgen, um spätere Parallelstrukturen zu vermeiden.

Werkleitungen und Leitungskataster

Mehrere Kantone verweisen auf die Norm SIA 405 für den Austausch von Werkleitungsdaten, sowie auch die Datenmodelle vom Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (sva).

Zusätzlich befinden sich weitere Modelle in Vernehmlassung z. B.:

- Datenmodell Wasser Werkinformation von SVGW
- geplante Einführung eines nationalen Leitungskatasters (LKCH)

Bauwerke und Infrastruktur

Für Bauwerke (z. B. Tunnels oder Parkhäusern) wurden keine spezifischen Datenmodelle gemeldet, da diese meist nicht separat von der normalen Infrastruktur erfasst werden.

Gleichzeitig wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass die meisten Primärdaten im Rahmen von Bauprojekten entstehen und häufig bei privaten Ingenieur- und Geologie Büros liegen.

5.3. Analyse

Die Daten sind in der Tabelle 2 als Matrix aufgelistet. Mehrheitlich zeigt, die Analyse, dass die viele der bestehenden Untergrunddaten auf sekundären Daten basiert (z. B. Karten, Modelle oder Planungsgrundlagen). Diese liegen häufig lediglich als GIS-Layer vor, ohne dass zugrunde liegende Datenmodelle ersichtlich sind. Dadurch sind die Daten oft nicht mit den entsprechenden Primärdaten verknüpft, was die Nachvollziehbarkeit sowie die Wiederverwendbarkeit erheblich einschränkt.

In den Bereichen Geologie, Geotechnik und teilweise Geophysik werden Primärdaten zwar meist kantonal erfasst, jedoch oft fachübergreifend ohne klare Beschreibung der Messmethodik und die eigentlichen Daten liegen oft lediglich in Form von Berichten oder PDF-Dokumenten vor und sind so nicht strukturiert auswertbar. Des Weiteren gibt es hier Überschneidung zu den von Swisstopo entwickelten Plattformen *assets.swissgeol.ch* und die strukturierte Datenerfassung für Bohrungen (<https://boreholes.swissgeol.ch/>).

Für einzelne Fachbereiche, insbesondere Grundwasser und Bodenkunde, existieren bereits nationale MGDM zur Erfassung von Primärdaten. Neue nationale Minimalmodelle sollten daher auf diesen bestehenden Ansätzen aufbauen, um Konsistenz und Interoperabilität sicherzustellen. Gleichzeitig ist es wichtig, dass auch anthropogene Untergrunddaten künftig nach vergleichbaren Prinzipien strukturiert erfasst werden.

Die MGDM des Bundes (BAFU) werden in der Regel von den Kantonen übernommen. Kantonale Erweiterungen und Anpassungen scheinen – soweit ersichtlich – die Interoperabilität grundsätzlich nicht wesentlich zu beeinträchtigen, führen jedoch teilweise zu unterschiedlichen Detaillierungsgraden.

Potenzielle Überschneidungen werden besonders deutlich bei anwendungsbezogenen Fragestellungen: Daten aus Bohrungen können gleichzeitig für geologische Erkundung, Grundwasserbewirtschaftung, geothermische Nutzung und geotechnische Planung verwendet werden. Momentan existieren jedoch kaum ganzheitliche Datenmodelle, die die Untergrunddaten von den Primärdaten über die Interpretation bis hin zu sekundären Daten und Informationen systematisch abbilden (wie schematisch für geologische Daten in Abbildung 3 dargestellt). Entsprechend bestehen derzeit nur begrenzt modellierte Überschneidungen.

Insgesamt zeigt sich, dass die bestehenden Überschneidungen weniger ein Problem als vielmehr ein erhebliches Potenzial darstellen. Sie machen deutlich, dass eine Harmonisierung

auf Ebene der Primärdaten möglich und sinnvoll ist. Voraussetzung dafür ist die Entwicklung einheitlicher, fachübergreifender Minimalmodelle, die als gemeinsame Grundlage für unterschiedliche Anwendungen dienen und Doppelstrukturen vermeiden.

Positive Beispiele zeigen jedoch mögliche Ansätze:

- das Tiefen Geothermie MGDM des Kantons Waadt (Verknüpfung von Messdaten, Interpretation und Nutzung)
- das in Entwicklung befindliche Grundwassermodell des BAFU (Integration verschiedener Datenebenen)
- die Borholes Datenbank von swissgeol, insbesondere mit den Daten von Kanton Thurgau

Auch zeigen vorhanden 2D/3D Modellierungen für Geologie und Grundwasser auf, was mit gut stückierten Primärdaten erreichbar ist.

Datensprache und Modellierung

Die meisten bestehenden Darstellungen von Untergrunddaten in GIS-Browsern sind entweder punktbasiert (Messdaten) oder als 2D-Flächen (Karten) umgesetzt. Häufig ist keine explizite Modelldokumentation ersichtlich; stattdessen liegen die Daten in Form von SHP- oder DXF-Dateien vor. Die vorhandenen Datenmodelle werden zudem häufig in INTERLIS definiert.

Da der Untergrund jedoch intrinsisch dreidimensional ist, führt die Abbildung in 2D zu Informationsverlusten. Daher stellt sich die Frage, ob INTERLIS allein ausreichend ist oder ob ergänzende Ansätze (z. B. BIM/IFC oder 3D-Datenmodelle) künftig berücksichtigt werden sollten.

5.4. Zusammenfassung

Auf Bundesebene bestehen insbesondere im Bereich Grundwasser etablierte MGDM, die eine wichtige Grundlage für die Harmonisierung bilden. Auf kantonaler Ebene existiert eine Vielzahl von Modellen, häufig als Erweiterungen oder eigenständige Fachmodelle.

Die Analyse zeigt, dass zwar viele Modelle vorhanden sind, diese jedoch meist nicht harmonisiert sind und Primärdaten häufig nicht standardisiert erfasst werden. Anwendungen wie Geothermie oder Baugrunduntersuchungen erfordern jedoch eine fachübergreifende Integration.

Daraus ergibt sich ein klarer Handlungsbedarf: Es braucht ein standardisiertes MGDM für Primärdaten als gemeinsame Basis, das flexibel erweitert werden kann.

Die bestehende Modelllandschaft enthält viele wertvolle Ansätze, jedoch fehlt eine übergeordnete Koordination. Insbesondere die fehlende Standardisierung von Primärdaten sowie die inkonsistente Strukturierung zwischen Fachbereichen und Verwaltungsebenen stellen zentrale Herausforderungen dar.

Für die weitere Entwicklung ist es entscheidend, minimale, interoperable Modelle zu definieren, die eine konsistente Nutzung von Untergrunddaten über institutionelle und fachliche Grenzen hinweg ermöglichen.

6. AP4 – Vision, Festlegung strategischer Grundsätze, Ziele und Umsetzungsmechanismen

6.1. Vision 2035: Der transparente Untergrund als gemeinsames Gut

Das Leitbild

Der Untergrund wird proaktiv und koordiniert gestaltet und ist nicht länger ein „schwarzer Kasten“, sondern ist als digitaler Zwilling der Erdkruste für alle sichtbar, verständlich und nutzbar. Unser Ziel ist eine schweizweite, nahtlose Geodateninfrastruktur, die durch verbindliche Zusammenarbeit von Bund und Kantonen entsteht und den Untergrund als kritische Ressource für eine nachhaltige Entwicklung sichert.

Die Säulen unserer Strategie:

Übergeordnete Rahmenbedingungen

Die Nutzung des Untergrunds hat sich am Schutz der Umwelt und der natürlichen Ressourcen zu orientieren. Grundlage bilden insbesondere das Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzip sowie der verfassungsrechtliche Auftrag zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen. Der Schutz von Boden, Grundwasser und geologischen Strukturen ist daher bei der Planung und Nutzung des Untergrunds prioritär zu berücksichtigen. Eine systematische Erfassung und Nutzung von Geodaten unterstützt dabei eine umweltverträgliche und langfristig nachhaltige Entscheidungsfindung.

Vollständigkeit durch Verbindlichkeit

Der Grundstein unserer Vision ist die lückenlose Datenerfassung. Wir etablieren eine Kultur der verpflichtenden Datenabgabe, bei der jedes Projekt, das den Untergrund erkundet, seine primären Daten als gesetzlichen Auftrag an eine zentrale Plattform liefert. Dies stellt sicher, dass kein wertvoller Erkenntnisgewinn mehr verloren geht und der Wissensschatz der Schweiz kontinuierlich wächst.

Einheitlichkeit durch Standards

Damit Daten aus verschiedenen Quellen und Kantonen zusammenwachsen können, setzen wir auf ein einheitliches, kantonübergreifendes Minimaldatenmodell. Durch standardisierte Austauschformate brechen wir Datensilos auf und garantieren, dass geologische und geotechnische Informationen technisch interoperabel und langfristig wiederverwendbar sind. Der Untergrund wird so zu einer einzigen, konsistenten Datenquelle.

Zugänglichkeit als Dienstleistung Unser Motto lautet:

„Öffentlich so weit wie möglich, geschützt so weit wie nötig“. Primäre Untergrunddaten werden als öffentliches Gut frei zugänglich gemacht, wobei Datenschutz und Sicherheitsinteressen selbstverständlich gewahrt bleiben. Wir transformieren rohe Geodaten in stabile Daten-Services (Data as a Service), die Planer:innen, Ingenieur:innen, Forschenden und der Bevölkerung mit klaren Nutzungsbedingungen hochwertig zur Verfügung stehen.

Gemeinsame Verantwortung:

Diese Vision trägt sich nicht von selbst. Sie basiert auf einer neuen Partnerschaft zwischen Bund und Kantonen. Die Kantone übernehmen finanzielle Mitverantwortung für den Betrieb und die Weiterentwicklung der Infrastruktur, während der Bund die politische Koordination und Skalierung sicherstellt. Diese geteilte Last ermöglicht eine harmonisierte Lösung, die grösser ist als die Summe ihrer Teile.

Harmonisierung:

Die verschiedenen im Untergrund tätigen Disziplinen wie Bodenkunde, Geologie, Hydrologie und Raumplanung, aber auch die für antropogene unterirdische Infrastrukturen verantwortlichen Stellen einigen sich auf klare Begriffe sowie deren gegenseitige Abgrenzung und Zuständigkeit. Der Rechtsbegriff «soweit das Interesse reicht» wird mindestens so konkretisiert, dass sich eine gemeinsame Basis für entsprechende Datenmodelle finden lässt.

Mit dieser Strategie wird der Untergrund planbar. Es werden Risiken bei Bauprojekten reduziert, die effiziente Nutzung von Ressourcen (z. B. Geothermie oder Speicherräumen) gefördert und eine transparente Grundlage für Entscheidungen geschaffen, die Generationen betreffen. Der Untergrund wird vom unbekannten Hindernis zum gestaltbaren Fundament unserer Zukunft.

6.2. Ableitung von Leitprinzipien zur Steuerung und Nutzung von Untergrunddaten:

1. Definition vom Untergrund

Der Gesamtheit der Schichten der Erdkruste, die sich unter der Erdoberfläche befinden.
(Dieser Themenpunkt verdient eine weitere Bearbeitung in einer nächsten Studie.)

2. Verpflichtende Datenabgabe

Alle Projekte, die Untergrunddaten erheben, sind verpflichtet, diese primären Daten an eine zentrale Plattform abzugeben – gesetzlich verankert und durchsetzbar.

3. Öffentlicher Zugang

Primäre Untergrunddaten sind grundsätzlich öffentlich und für alle Nutzerinnen und Nutzer frei zugänglich – unter Berücksichtigung datenschutz- und sicherheitsrechtlicher Ausnahmen.

4. Standardisierte Austauschformate

Verbindliche technische Standards und Austauschformate werden festgelegt, um Interoperabilität und Wiederverwendbarkeit sicherzustellen.

5. **Daten als Service**

Geodaten werden als Service mit klaren Nutzungsbedingungen und technischer Stabilität angeboten.

6. **Einheitliches minimales Geo-Datenmodell / Minimalmodell (MGDM)**

Ein mindestens gemeinsames, kantonübergreifendes Datenmodell für geologische und geotechnische Daten wird definiert und verbindlich umgesetzt.

7. **Gemeinsame finanzielle Verantwortung von Bund und Kantone**

Bund und Kantone einigen sich auf ein gemeinsames Finanzierungsmodell für die Entwicklung und den Betrieb einer gemeinsamen, interoperablen Geodateninfrastruktur.

8. **Bundesunterstützung & Koordination**

Der Bund unterstützt und überwacht die Koordination zur Harmonisierung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie einheitlichen Begriffe und Skalierung der Infrastruktur.

Bemerkung: Bisher hat der Bund auch einen gewissen Koordinationsauftrag und damit auch -Kompetenz, wobei eine umfassende Durchsetzungskompetenz zur Datenablieferung mehrstufig auf verschiedenen Rechtsgrundlagen umgesetzt werden müsste, allem voran das GeolG. Ein vertiefter Vorgehensvorschlag sprengt den Rahmen dieser Studie und müsste gesondert betrachtet werden, was aufbauend auf dieser Studie denkbar wäre. Hierzu müsste aber erst das MGDM klar definiert sein.

6.3. **Strategie und schrittweise Umsetzung**

Vorschlag einer Strategie und eines schrittweisen Umsetzungsplans zur Realisierung der Vision „Transparenter Untergrund“. Der Plan integriert die vier Dimensionen Technik, Recht, Organisation und Finanzen.

Strategie: „SwissSubsurface One“ – Die integrierte Untergrund-Plattform

Strategisches Ziel: Aufbau einer nationalen, interoperablen Geodateninfrastruktur bis 2030 (?), die den Untergrund als digitalen Zwilling abbildet, rechtlich abgesichert ist und durch eine Public-Private-Partnership zwischen Bund und Kantonen finanziert wird.

Kernprinzipien:

1. **Zentralisierung der Datenbereitstellung, Dezentralisierung der Verantwortung:** Eine technische Plattform für alle, aber Datenhoheit und Pflege bei den Erzeugern/Kantonen.
2. **„Once-Only“-Prinzip:** Daten werden einmal erhoben und vielfach genutzt.
3. **Open-by-Default:** Maximale Transparenz als Standard, Restriktion nur bei definierter Notwendigkeit.

6.4. Umsetzungsplan in 4 Phasen

Phase 1: Fundament & Rechtsrahmen (Jahr 1–2)

Fokus: Rechtliche Verbindlichkeit schaffen und organisatorische Strukturen etablieren.

Dimension	Massnahmen
Rechtlich	• Gesetzesrevision: Verankerung der pflichtigen Datenabgabe (6.2. Leitsatz 2) im Raumplanungs- und Geologiegesezt, sowie im Geoinformationsgesetz (Abgabe von neuen Bohrungen). Definition von Sanktionen bei Nichtabgabe. Die Koordinationskompetenz muss allenfalls durch eine Verfassungsänderung erreicht werden. • Datenschutz-Konzept: Juristische Definition der Ausnahmen für öffentlichen Zugang (Leitsatz 3), insbesondere bei sensibler Infrastruktur oder privaten Bohrungen. • Nutzungsbedingungen: Erstellung standardisierter Lizenzverträge (Open Data Lizenzen) für den „Daten als Service“-Ansatz.
Organisatorisch	• Lenkungsausschuss: Gründung eines Gremiums aus Bund (BAFU/BLW/Swisstopo) und Kantonen zur strategischen Steuerung. • Finanzierungsmodell: Unterzeichnung der Konkordate zur finanziellen Mitverantwortung der Kantone (Leitsatz 7) und Sicherung der Bundesunterstützung (Leitsatz 8). • Definition des Minimalmodells: Einsetzung einer technischen Arbeitsgruppe zur Erarbeitung des einheitlichen Datenmodells (Leitsatz 6).
Technisch	• Architektur-Design: Auswahl der Plattform-Architektur unter Berücksichtigung bestehende Plattformen, z.B. SWISSGEO. (Cloud-basiert, Swiss-Hosted). • Standardisierung: Festlegung der Austauschformate (z.B. IFC für Geologie, CityGML, OGC-Standards) gemäss Leitsatz 4.
Finanziell	• Startfinanzierung durch den Bund und die Kantone für die Aufbauphase. • Festlegung des Verteilschlüssels für die Kantonsbeiträge (z.B. nach Bevölkerungszahl oder Untergrund-Nutzungsintensität).

Phase 2: Technische Entwicklung & Pilotierung (Jahr 2–3)

Fokus: Bau der Plattform und Test im Realbetrieb.

Dimension	Massnahmen
Technisch	• Plattform-Entwicklung: Aufbau der zentralen Datenbank und der APIs für den Daten-Service unter Berücksichtigung bestehender Plattformen, z.B. SWISSGEO. (Leitsatz 5). Implementierung von Validierungs-Tools für die Eingabeformate. • Interoperabilitäts-Tests: Sicherstellung, dass das einheitliche Datenmodell (Leitsatz 6) in bestehenden kantonalen Systemen abbildbar ist. (zu definieren wie das umgesetzt werden kann) • Sicherheit: Implementierung von Zugriffskontrollen (Role-Based Access Control) für sensible Datenbereiche.
Organisatorisch	• Pilot-Kantone: Auswahl von 2–3 Pilotkantonen mit unterschiedlicher geologischer Komplexität. • Schulung: Ausbildung von „Daten-Stewards“ in den kantonalen Ämtern und bei privaten Ingenieurbüros zur korrekten Datenaufbereitung. (basierend auf personeller Verfügbarkeit der Kantone)
Rechtlich	• Test der Durchsetzbarkeit: Anwendung des neuen Meldeverfahrens im Pilotbetrieb; Nachschärfen der Verordnungen bei praktischen Hürden.
Finanziell	• Investitionskosten für Softwareentwicklung und Hardware-Infrastruktur. • Erste reguläre Beiträge der Pilot-Kantone.

Phase 3: Roll-out & Migration (Jahr 3–5)

Fokus: Flächendeckende Einführung und Überführung historischer Daten.

Dimension	Massnahmen
Organisatorisch	• Nationales Roll-out: Schrittweise Inbetriebnahme in allen Kantonen. • Altlasten-Migration: Grossprojekt zur Digitalisierung und Harmonisierung historischer Papierarchive und alter digitaler Bestände nach dem neuen Minimalmodell. (zu prüfen ob von den Kantonen gewünscht und durchführbar)
Technisch	• Skalierung: Ausweitung der Serverkapazitäten und Bandbreiten für den öffentlichen Zugang (Leitsatz 3). • Optionale Service-Erweiterung: Bereitstellung von Analyse-Tools und 3D-Visualisierungen direkt auf der Plattform (Value-Added Services). (Swisstopo)

Dimension	Massnahmen
	hat mit viewer.swissgeol.ch enormen Aufwand gehabt und hat bisher nur begrenzten Nutzen)
Rechtlich	• Vollzug: Konsequente Anwendung der Abgabepflicht bei allen neuen Bewilligungsverfahren. Keine Baubewilligung ohne Datenabgleich und -zusicherung.
Finanziell	• Umstellung auf den regulären Betriebsetat (Bund + Kantone). • Ggf. Einführung von Gebühren für kommerzielle Premium-Services (während Basisdaten kostenlos bleiben).

Phase 4: Betrieb & Ökosystem (Ab Jahr 5)

Fokus: Nachhaltigkeit und Innovation.

Dimension	Massnahmen
Technisch	• KI & Automatisierung: Einsatz von KI zur automatischen Qualitätsprüfung eingehender Daten und zur Generierung von 3D-Modellen aus 2D-Daten. • Echtzeit-Daten: Anbindung von Sensornetzen (Grundwasser, Seismizität) als Live-Stream.
Organisatorisch	• Community Management: Aufbau eines Nutzer-Beirats aus Industrie, Wissenschaft und Behörden zur Weiterentwicklung der Services. • Internationaler Austausch: Harmonisierung mit Nachbarländern (DE, FR, IT, AT) für grenzüberschreitende Untergrundprojekte.
Finanziell	• Langfristige Sicherung der Betriebskosten durch den etablierten Finanzausgleich. • Kosten-Nutzen-Analyse zur Optimierung der Beiträge.

6.5. Kritische Erfolgsfaktoren & Risiken

1. Technische Hürde (Das „Altdaten-Problem“):

- *Risiko:* Historische Daten liegen in inkompatiblen Formaten vor.

- *Lösung:* Dediziertes Budget für Digitalisierungsdienstleister und Entwicklung von KI-Tools zur automatischen Konvertierung.

2. Rechtlicher Widerstand (Datenhoheit):

- *Risiko:* Kantone oder Private wehren sich gegen die zentrale Abgabepflicht. Zudem besitzt der Bund momentan nicht die rechtlichen Rahmenbedingungen, um einen Koordinationsauftrag zu übernehmen.
- *Lösung:* Klare Kommunikation des Mehrwerts („Daten als Service“ entlastet die Kantone von eigener Infrastruktur) und rechtliche Verknüpfung mit bestehenden Bewilligungsverfahren (Hebelwirkung). (Anmerkung Swisstopo: Das dürfte beim CHGEOL, beim Hauseigentümerverband und bei Bauen Schweiz voraussichtlich nicht ausreichen, da diese Organisationen das Anliegen weiterhin aufmerksam verfolgen und über eine gute politische Vernetzung verfügen.)

3. Finanzielle Nachhaltigkeit:

- *Risiko:* Kantone kürzen Beiträge nach der Aufbauphase.
- *Lösung:* Vertraglich fixierte, langfristige Finanzierungsvereinbarungen (Konkordat) mit Austrittsklauseln, die hohe Kosten verursachen würden. (Anmerkung Swisstopo: Werden die Kantone hier mitmachen, obwohl der Untergrund nicht zu ihren Hauptthemen gehört?)

4. Organisatorische Akzeptanz:

- *Risiko:* Nutzer nehmen die Plattform nicht an, weil sie zu komplex ist.
- *Lösung:* Strikte Orientierung am „User Journey“-Prinzip. Die Plattform muss einfacher zu bedienen sein als das eigene lokale Ablagesystem.

Diese Strategie transformiert die Leitsätze von theoretischen Forderungen in einen operativen Fahrplan, der die Schweiz zum Vorreiter im digitalen Untergrundmanagement macht.

Für die **Umsetzung der Strategie** „SwissSubsurface One“ sind erhebliche **Ressourcen** in den vier Dimensionen **Personell**, **Finanziell**, **Technisch** und **Rechtlich** / **Organisatorisch** notwendig. Hier ist eine detaillierte Aufschlüsselung:

1. Personelle Ressourcen (Human Capital)

Der Erfolg hängt von interdisziplinären Teams ab, die sowohl die Domäne (Geologie) als auch die Technologie und das Recht verstehen.

• Projektmanagement & Governance:

- **Projektleitung (PL):** 1–2 Senior PMs mit Erfahrung in grossen E-Government-Projekten.

- **Lenkungsausschuss:** Vertreter von Bund (BAFU, swisstopo), Kantonen (Geologie/IT), Verbänden (SGI, SIA) und Wirtschaft.
- **Change Manager:** Spezialisten für die Einführung neuer Prozesse bei Behörden und Ingenieurbüros.
- **Fachdomäne (Geologie/Geotechnik):**
 - **Daten-Architekten (Geologie):** Experten, die das **einheitliche Datenmodell** (Leitsatz 6) definieren und pflegen.
 - **Geologen-Datenkuratoren:** Zur Qualitätsprüfung der eingehenden Daten und Definition von Metadaten-Standards.
- **Technologie & Entwicklung:**
 - **System-Architekten:** Design der Cloud-Infrastruktur (High Performance Computing für 3D-Modelle).
 - **Backend-Entwickler:** Aufbau der APIs, Validierungs-Tools und ETL-Pipelines (Extract, Transform, Load).
 - **Frontend/UX-Designer:** Entwicklung einer benutzerfreundlichen Plattform für den **öffentlichen Zugang** (Leitsatz 3).
 - **Data Scientists/KI-Experten:** Für die Automatisierung der Datenharmonisierung (insb. bei Altdaten) und 3D-Interpolation.
 - **DevOps/SysAdmins:** Betrieb der Infrastruktur (z.B. auf einer souveränen Cloud wie Infomaniak Public Cloud oder einer staatlichen Lösung).
- **Recht & Compliance:**
 - **Juristen (Öffentliches Recht):** Ausarbeitung der Gesetzesgrundlagen für die **Datenabgabepflicht**.
 - **Datenschutzbeauftragte:** Sicherstellung der Compliance bei sensiblen Daten (DSG).

2. Finanzielle Ressourcen

Die Kosten verteilen sich auf Aufbau (CAPEX) und Betrieb (OPEX). Gemäss Leitsatz 7 und 8 tragen Bund und Kantone die Hauptlast.

- **Aufbaukosten (Jahr 1–3):**
 - **Softwareentwicklung:** Schätzung CHF 5–10 Mio. (Plattform, APIs, Validierungstools).
 - **Rechtssetzung & Konsultation:** CHF 0.5–1 Mio. (Vernehmlassungen, Expertenkommissionen).

- **Digitalisierung von Altdaten:** Der grösste Kostenblock. Schätzung CHF 10–20 Mio. (abhängig vom Volumen der historischen Bohrdaten in Archiven).
- **Hardware/Infrastruktur:** Initiale Investition in Server/Storage oder Cloud-Setup.
- **Betriebskosten (jährlich ab Jahr 4):**
 - **Infrastruktur-Betrieb:** Cloud-Kosten (Storage, Compute, Bandbreite), Wartung, Sicherheitsaudits.
 - **Personal:** Dauerstellen für Betrieb, Support und Weiterentwicklung (ca. 10–15 FTE).
 - **Marketing & Schulung:** Laufende Ausbildung der Nutzer und Datenlieferanten.
- **Finanzierungsquellen:**
 - Bundesbeiträge (Fördergelder für digitale Infrastruktur).
 - Kantonale Beiträge (fixer Prozentsatz oder nach Nutzungsschlüssel).
 - Ggf. Gebühren für kommerzielle Premium-Dienste (z.B. hochauflösende 3D-Modelle für Grossprojekte), während Basisdaten kostenlos bleiben.

3. Technische Ressourcen

Die Infrastruktur muss massiv skalierbar, sicher und interoperabel sein.

- **Rechenleistung & Speicher (Cloud/On-Premise):**
 - **Massenspeicher:** Petabyte-Scale Object Storage (S3-kompatibel) für Rohdaten (Bohrprofile, Geophysik, Scans).
 - **High-Performance Computing (HPC):** GPU-Cluster für die Berechnung von 3D-Untergrundmodellen in Echtzeit.
 - **Datenbank-Systeme:** Spezialisierte Geodatenbanken (z.B. PostGIS) und NoSQL-Datenbanken für Metadaten.
 - **Hosting:** Eine souveräne Infrastruktur in der Schweiz (z.B. Infomaniak Public Cloud oder eine staatliche Cloud), um die Datenhoheit zu garantieren.
- **Software & Standards:**
 - **ETL-Tools:** Automatisierte Pipelines zur Konvertierung verschiedener Formate (DXF, PDF, Excel, GML) in das **einheitliche Minimalmodell**.
 - **Validierungs-Engine:** Software, die beim Upload prüft, ob Daten den technischen Standards (Leitsatz 4) entsprechen.

- **API-Gateway:** Sichere Schnittstellen für den maschinellen Datenabruf (Data as a Service).
- **Visualisierungs-Engine:** Web-basierte 3D-Viewer (z.B. basierend auf CesiumJS oder ähnlichem) für den Browser-Zugang.
- **Sicherheit:**
 - Identity & Access Management (IAM) für differenzierte Zugriffsrechte (Öffentlich vs. Behörde vs. Privat).
 - Verschlüsselung (in Transit und at Rest).
 - Backup- und Disaster-Recovery-Strategie (georedundant).

4. Rechtliche & Organisatorische Ressourcen

Ohne die rechtliche Basis und die organisatorische Einbettung bleibt die Plattform eine leere Hülle.

- **Rechtliche Instrumente:**
 - **Harmonisierung:** Alle neu zu erfassenden Daten werden anhand einheitlicher Begriffe kantonsweit harmonisiert. Es wird eine klare Grenze zwischen unterirdischen und oberirdischen Daten definiert.
 - **Gesetzesrevision:** Anpassung kantonaler Baugesetze oder eines neuen Geologiegesetzes auf Bundesebene.
 - **Verordnungen:** Konkrete Definition der abgabepflichtigen Daten, Fristen und Formate.
 - **Verträge:** Datenlieferverträge für Private und Konzessionäre; Interkantonale Leistungsvereinbarungen (Konkordat).
 - **Lizenzmodelle:** Creative Commons oder Open Data Licenses für den öffentlichen Teil; individuelle Lizenzen für geschützte Bereiche.
- **Organisatorische Strukturen:**
 - **Betriebsorganisation:** Eine klare Trägerschaft (z.B. ein Verein Bund-Kantone oder eine bestehende Stelle wie swisstopo).
 - **Support-Struktur:** Helpdesk für Datenlieferanten (Ingenieurbüros) und Datenkonsumenten.
 - **Qualitätssicherungsgremium:** Instanz zur Entscheidung bei Datenkonflikten oder Qualitätsmängeln.
 - **Netzwerk der „Daten-Stewards“:** Ansprechpartner in jedem Kanton und bei grossen Ingenieurbüros.

Zusammenfassung der kritischsten Ressourcen

Die grösste Hürde ist oft nicht die Technologie, sondern die **Koordination und die Altdaten-Migration**.

1. **Politische Energie:** Um die gesetzliche Pflicht zur Datenabgabe gegen Widerstände durchzusetzen.
2. **Finanzierung der Altdaten:** Die Digitalisierung von 50+ Jahren Papierarchiven ist arbeitsintensiv und teuer.
3. **Vertrauen:** Die Bereitschaft der Kantone, die Datenhoheit an eine zentrale Plattform abzugeben, erfordert starke Governance-Strukturen.

Ein **schrittweiser Aufbau** (wie im Umsetzungsplan skizziert) mit Pilotkantonen hilft, diese Ressourcen gebündelt und effizient einzusetzen, bevor die nationale Skalierung erfolgt.

6.6. Identifikation relevanter Normen, technischer Standards und Protokolle.

Für GIS-Daten sind international vor allem die Normen der **ISO-19100-Reihe** (Geographic Information / Geomatics) relevant. Sie werden vom Technischen Komitee International Organization for Standardization (**ISO/TC 211**) erarbeitet und bilden die zentrale Standardfamilie für Geodatenmodelle, Metadaten, Dienste, Qualität und Interoperabilität.

Die wichtigsten Normen werden nachstehend kurz zusammengefasst. Im Anhang sind alle relevanten Normen aufgelistet und kurz erläutert.

6.6.1. Internationale GIS-Normen (ISO-19100-Reihe)

Für Geodaten sind international vor allem die Normen der **ISO-19100-Reihe** relevant. Diese definieren grundlegende Modelle und technische Anforderungen für Geoinformation. Inhaltlich lassen sie sich in wenige zentrale Themenbereiche gliedern. Eine ausführliche Liste ist im Anhang enthalten:

Geodatenmodellierung und Objektstrukturen (z. B. ISO 19101, 19103, 19109)
> Regeln die konzeptionelle Modellierung von Geodaten und deren Struktur.

Geometrie und Referenzsysteme (z. B. ISO 19107, 19111)
> Definieren geometrische Modelle sowie Koordinaten- und Referenzsysteme.

Zeitliche Dimension von Geodaten (z. B. ISO 19108)
> Beschreibung zeitlicher Aspekte und Versionierungen.

Metadaten und Datenqualität (z. B. ISO 19115, 19157)
> Standards für Dokumentation, Herkunft, Genauigkeit und Qualität von Geodaten.

Geodienste und Datenaustausch (z. B. ISO 19119, 19136)

> Regeln Interoperabilität, Web-Dienste und Austauschformate.

Übersicht relevante ISO-Normen

Die ISO-19100-Reihe deckt folgende Kernbereiche ab:

Bereich	Relevante Normen
Modellierung	19101, 19103, 19109
Geometrie & CRS	19107, 19111
Zeit	19108
Metadaten	19115, 19139
Qualität	19157
Dienste	19119, 19128
Austausch	19118, 19136
Kataster	19152

Für Geodaten des Untergrunds sind besonders wichtig:

- **ISO 19107** (3D-Geometrie),
- **ISO 19108** (zeitliche Dimension),
- **ISO 19111** (Tiefenreferenzsysteme),
- **ISO 19115 / 19157** (Metadaten & Qualität),
- **ISO 19152** (Rechte im Untergrund).

6.6.2. Schweizer Normen und Standards mit GIS-Bezug

Die GIS-Normierung in der Schweiz basiert auf mehreren Ebenen:

Rechtsgrundlagen des Bundes

GeoIG (Bundesgesetz über Geoinformation)

GeoIV (Geoinformationsverordnung)

> rechtlicher Rahmen für Erfassung, Nachführung und Bereitstellung amtlicher Geodaten.

E-Government-Standards (eCH)

> eCH-0018 – Modellierungsregeln für Geodaten

> eCH-0056 – Austauschformat für Geodaten

> eCH-0166 – Metadatenkataloge

Technische Vorgaben von swisstopo

> Referenzsysteme (LV95, CH1903+), Minimalmodelle für Geobasisdaten und 3D-Geodaten.

Amtliche Vermessung (AV)

> Datenmodell DM01-AV und Qualitätsanforderungen für Grundstücks- und Referenzdaten.

SIA-Normen mit indirekter GIS-Relevanz (z. B. SIA 118, SIA 267, SIA 405)

> betreffen Baugrund, Geotechnik und Leitungskataster.

Insgesamt setzt sich die schweizerische GIS-Standardisierung damit aus Rechtsnormen, E-Government-Standards, technischen Bundesrichtlinien und internationalen ISO-Normen zusammen.

6.6.3. Systematische Zusammenfassung der Normen und Standards

Schweizer GIS-Normierung besteht aus:

1. Rechtsnormen (GeoIG/GeoIV)
2. eCH-Standards (Modellierung & Austausch)
3. swisstopo-Weisungen (technische Umsetzung)
4. AV-Vorgaben (Referenz & Eigentum)
5. ISO als SN EN ISO übernommen

Für Untergrund-Strategie besonders relevant:

- eCH-Modellierungsstandards
- 3D-Referenzsysteme (LV95, Höhenmodelle)
- AV-Datenmodell (Eigentumsbezug)
- GeoIV-Minimalmodelle
- Qualitätsanforderungen analog ISO 19157

Für Untergrunddaten sind insbesondere **3D-Geometrie, Referenzsysteme, Metadaten und Qualitätsstandards** von besonderer Bedeutung.

6.7. Relevante GIS-Protokollen

Im GIS-Bereich spielen technische Protokolle eine zentrale Rolle. Sie regeln, wie Geodaten über Netzwerke bereitgestellt, abgefragt, übertragen und verarbeitet werden. Während ISO-Normen eher konzeptionelle Modelle definieren, betreffen technische Protokolle die praktische Kommunikation zwischen Systemen (Interoperabilität).

International werden diese Standards vor allem vom Open Geospatial Consortium (OGC) entwickelt.

Nachfolgend die wichtigsten GIS-relevanten Protokolle:

Darstellungs- und Kartendienste

WMS – Web Map Service

Liefert gerenderte Kartenbilder (PNG, JPEG).
Client fragt Layer an → Server liefert Bild.
Keine Rohdaten, nur Visualisierung.
Standard in geoportalen (z. B. kantonale GIS-Portale).

Vektordaten-Dienste

WFS – Web Feature Service

Überträgt Vektorobjekte (Punkte, Linien, Flächen).
Ermöglicht Abfragen, Filtern und teilweise Editieren.
Liefert strukturierte Geodaten (meist GML oder GeoJSON).

Raster- und Coveragedienste

WCS – Web Coverage Service

Überträgt Rasterdaten mit Messwerten (z. B. Höhenmodelle, Temperaturfelder).
Anders als WMS liefert er Rohdaten.

Katalogdienste

CSW – Catalogue Service for the Web
Dient zur Suche von Metadaten.
Grundlage für Geodatenkataloge.

Moderne API-Standards (OGC API)

Die neuere Generation ersetzt klassische XML-Webdienste durch REST-basierte APIs:

OGC API – Features
Nachfolger von WFS
JSON/REST-basiert
Cloud- und Web-freundlich

OGC API – Tiles
Für gekachelte Kartendienste (Web-Mapping)

OGC API – Coverages
Moderne Variante von WCS

Austauschformate (protokollnah)

GML (Geography Markup Language)
XML-basiertes Austauschformat
Stark ISO- und OGC-nah

GeoJSON
JSON-basiertes Format
Sehr verbreitet im Web

Infrastrukturprotokolle (technische Basis)

GIS-Dienste basieren auf:
HTTP / HTTPS
REST
SOAP (ältere Dienste)
XML / JSON

Schweiz-spezifische Einbettung

In der Schweiz:
GeoIV verlangt Bereitstellung über standardisierte Geodienste.
swisstopo betreibt Dienste gemäss OGC-Standards.
eCH-Standards definieren Austauschformate.

Relevanz für die Untergrundstrategie

Technische Protokolle sind entscheidend für:
Interoperabilität zwischen Kantonen
Integration in die nationale Geodateninfrastruktur
Echtzeit-Zugriff auf 3D-Modelle
Harmonisierung von Untergrunddaten

Gerade bei 3D- und Tiefendaten stellt sich die Frage, ob klassische WMS/WFS-Strukturen ausreichen oder modernere OGC-APIs erforderlich sind.

6.8. Berücksichtigung bestehender nationaler und internationaler Rahmenwerke

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Erfassung, Verwaltung und Bereitstellung von Geodaten in der Schweiz werden primär durch das Bundesgesetz über Geoinformation (GeoIG) sowie die dazugehörige Geoinformationsverordnung (GeoIV) definiert. Diese bilden die Grundlage für den Aufbau und Betrieb der Nationalen Geodateninfrastruktur (NGDI) und regeln die Zusammenarbeit zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden im Bereich der Geoinformation. Sie legen fest, welche Geobasisdaten von nationalem Interesse sind, welche Behörden für deren Erhebung und Nachführung verantwortlich sind und welche Anforderungen an Datenmodelle, Metadaten, Datenqualität und Datenzugang gestellt werden. Ziel dieser Regelungen ist es, Geodaten aktuell, zuverlässig und möglichst einfach für Verwaltung, Wirtschaft und Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Die gesetzlichen Vorgaben werden durch technische Standards und Richtlinien ergänzt. Dabei spielen sowohl nationale Standards – etwa aus dem eCH-Standardisierungssystem – als auch internationale Normen eine wichtige Rolle. Insbesondere die Normenreihe ISO 19100 im Bereich

der Geoinformation sowie technische Spezifikationen des Open Geospatial Consortium (OGC) definieren grundlegende Anforderungen an Datenmodelle, Metadaten und Geodienste und tragen wesentlich zur Interoperabilität von Geodaten bei.

Auch internationale Entwicklungen beeinflussen die Gestaltung der schweizerischen Geodateninfrastruktur. Obwohl die Schweiz kein Mitglied der Europäischen Union ist, orientieren sich zahlreiche technische Spezifikationen und Datenmodelle an der europäischen INSPIRE-Richtlinie, welche den Aufbau einer europaweit interoperablen Geodateninfrastruktur zum Ziel hat. Diese Orientierung erleichtert insbesondere die grenzüberschreitende Nutzung von Geodaten.

Trotz der bundesrechtlichen Grundlagen ist das System der Geodatenerfassung stark föderal geprägt. Die konkrete Erhebung und Nachführung vieler Geodaten liegt in der Verantwortung der Kantone und teilweise auch der Gemeinden. Entsprechend bestehen auf kantonaler Ebene unterschiedliche rechtliche und organisatorische Regelungen. Während einige Kantone eigene Geoinformationsgesetze verabschiedet haben, stützt sich die Regulierung in anderen Kantonen auf einzelne Verordnungen oder sektorale Fachgesetzgebungen. Dies führt zu einer teilweise heterogenen Regulierungstiefe und organisatorischen Umsetzung der Geodatenerfassung.

Diese Fragmentierung zeigt sich insbesondere im Bereich von Untergrunddaten, da entsprechende Informationen häufig im Rahmen verschiedener Fachgesetze entstehen, etwa im Zusammenhang mit Gewässerschutz, Rohstoffgewinnung oder Energiegewinnung. Zusätzlich liegt die Hoheit über viele Untergrundressourcen aufgrund des kantonalen Bergregals bei den Kantonen. Insgesamt ergibt sich dadurch ein rechtlicher Rahmen, der zwar grundlegende Prinzipien für die Geodateninfrastruktur festlegt, dessen praktische Umsetzung jedoch durch föderale Zuständigkeiten und sektorale Regelungen geprägt ist.

7. Anhang

Weiterführende Tabellen und ergänzende Materialien befinden sich im Anhang. Dort sind alle Foliensets der Koordinationssitzungen mit dem Soundingboard sowie das Folienset des interkantonalen Workshops beigelegt. Ebenfalls enthalten sind die zwischenzeitlichen Bearbeitungen der Arbeitspakete, wie sie in den Sitzungen präsentiert wurden.

7.1. Kick-off Sitzung 14.10.2025

Seite 1-9

7.2. Sitzung mit KGK und Sounding Board 21.11.2025 (AP1)

Seite 10-28

7.3. Erhebung der bestehenden Studien (AP1)

Seite 29

7.4. Sitzung mit KGK und Sounding Board 13.01.2026 (AP2)

Seite 30-70

7.5. Interkantonaler Workshop 23.01.2026 (AP2&AP3)

Seite 71-131

7.6. Sitzung mit KGK und Sounding Board (AP3)

Seite 132-169

7.7. Datenmodelle: Figur 6-9

Seite 170-173

7.8. Anhang zu Normen und Standards (AP4)

Seite 174-180

7.9. Abschlusssitzung mit KGK und Sounding Board

Seite 181-221