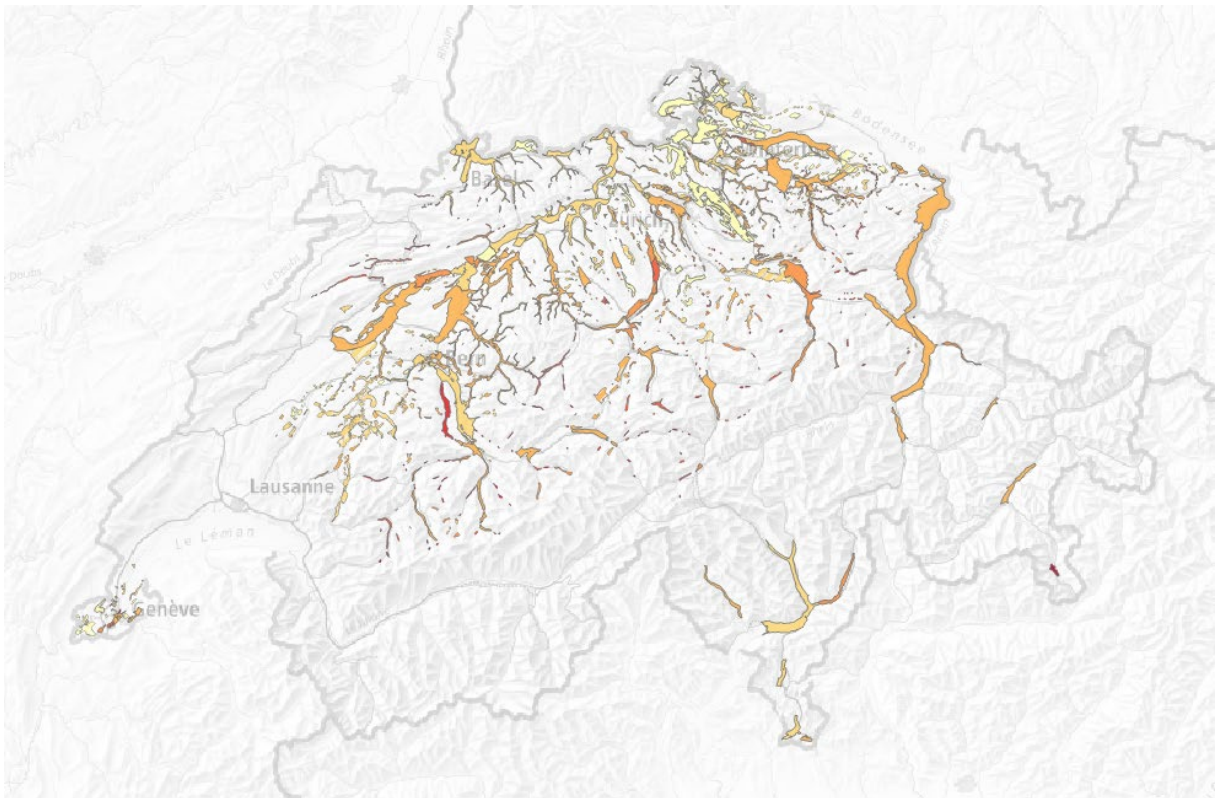




Bericht vom 26. April 2024

Geodatenatz zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins- Grundwasserleitern der Schweiz

Schlussbericht



Quelle: GEOTEST AG 2024

GEOTEST

Nachhaltig mehr Sicherheit.

Datum: 26. April 2024

Ort: Zollikofen

Auftraggeberin:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:

Geotest AG
Bernstrasse 165, CH-3052 Zollikofen
www.geotest.ch

Autor/in:

Dr. Vincent Badoux, Geotest AG, vincent.badoux@geotest.ch
Dr. Emanuel Huber, Geotest AG, emanuel.huber@geotest.ch
Flavia Hänsli, Geotest AG, flavia.haensli@geotest.ch (Kap. 3)

BFE-Programmleitung: Laura Antonini, Laura.Antonini@bfe.admin.ch

BFE-Vertragsnummer: SH/8100380-01-01-31

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Pulverstrasse 13, CH-3063 Ittigen; Postadresse: Bundesamt für Energie BFE, CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Ausganglage und Fragestellung	6
1.2 Zielsetzung und Aufgabenstellung	6
1.3 Definition und Gültigkeitsbereich	6
2 Vorgehensweise	9
3 Datenakquisition	10
3.1 Vorgehen bei der Datenakquisition	10
3.2 Screening von Internetseiten und Geoportalen	10
3.3 Online-Umfrage	10
3.4 Datenverfügbarkeit	10
3.5 Grundwassermodelle	11
3.6 Kantonale Vorschriften zum Kühlen mit Grundwasser	11
4 Realisierung der Geodatenätze zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz	14
4.1 Verfahren	14
4.2 Volumen-Ansatz	14
4.3 Wärmebilanz-Ansatz	15
5 Validierung	18
5.1 Vergleich mit einem thermischen Grundwassermodell	18
5.2 Vergleich mit Potenzialstudien (Kanton St. Gallen)	19
5.3 Gesamtpotenzial für die Schweiz	20
6 Geodatenmodell und Darstellungsmodell	21
7 Empfehlungen für Geodatenätze zum Thema Grundwasser	21
8 Schlussfolgerung	22
Literaturverzeichnis	23
Anhang 1 Details zur Berechnung des Wärmenutzungspotenzials in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz	24
Anhang 2 Relevanzmatrix	28
Anhang 3 Datenverfügbarkeit pro Kanton	29
Anhang 4 Grundwassermodelle	30

Anhang 5	Kantonale Vorschriften bezüglich Kühlen mit Grundwasser	33
Anhang 6	Daten und Darstellungsmodell	36
Anhang 7	Metadaten.....	37

Abkürzungsverzeichnis

A_o	Oberflächenabfluss (m^3/s)
a	Grundwassermächtigkeit (m)
c_w	Spezifische Wärmekapazität des Wassers ($J/(kg \cdot K)$)
ΔT	Temperaturdifferenz (K)
E	Wärmeenergie (J)
EP	Evapotranspiration (mm/a)
F_{EG}	Fläche der Einzugsgebiete (m^2)
F_{GW}	Fläche des betrachteten Grundwasserleiters (m^2)
f_N	Infiltrationskoeffizient
q_{Geo}	Wärmestromdichte (W/m^2)
J	Konvektiver Wärmestrom (W)
J_A	Konduktiver Wärmestrom aus der Atmosphäre (W)
J_{Geo}	Konduktiver Wärmestrom aus der Erdkruste (geothermischer Wärmestrom) (W)
J_Z	Konvektiver Wärmestrom aus unterirdischen Zuflüssen (W)
L	Mächtigkeit (m)
λ	Wärmeleitfähigkeit ($W/(m \cdot K)$)
λ_u	Wärmeleitfähigkeit der ungesättigten Zone ($W/(m \cdot K)$)
N	Niederschlag
n	Porosität des Grundwasserleiters (-)
ρ_w	Wasserdichte (kg/m^3)
V	Volumen des gesättigten Grundwasserleiters (m^3)
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service

1 Einleitung

1.1 Ausganglage und Fragestellung

Grundwasser in Lockergesteinen spielt in der Schweiz nicht nur eine wichtige Rolle als natürliche Trinkwasserressource, sondern auch für verschiedene weitere Nutzungen, unter anderem die Wärmegegewinnung. Lockergesteins-Grundwasserleiter bilden mit mehr als 10 km³ Grundwasservolumen wichtige Grundwasserreservoirs (Sinreich, et al., 2012). Das Grundwasser enthält eine beträchtliche Menge an Wärmeenergie, die als potenzielle Quelle für nachhaltige Heiz- und Speichersysteme genutzt werden kann. Die Nutzung dieser Wärmeenergie aus dem Grundwasser bietet ein vielversprechendes Potenzial, um herkömmliche, auf fossilen Brennstoffen basierende Heizsysteme zu ersetzen und damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende zu leisten.

Die GEOTEST AG wurde vom Bundesamt für Energie (BFE) beauftragt, das Potenzial der Wärmenutzung in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz zu ermitteln und dazu einen Geodatenatz zu bearbeiten.

1.2 Zielsetzung und Aufgabenstellung

- Zusammenstellung der Verfügbarkeit von hydrogeologischen Daten pro Kanton – ermittelt aus einer diesbezüglichen Umfrage bei den Kantonen;
- Erhebung der kantonalen Geodaten, inkl. bereits vorhandenen hydrogeologischen Daten;
- Kommentar zum Stand der Verfügbarkeit der hydrogeologischen Datensätze zu den Lockergesteinsgrundwasserleitern in der Schweiz (Umsetzung der MGDM ID 139.2-141.1, ID 139.1 und ID 130.1, 131.1, 132.1);
- Weiterentwicklung einer bestehenden Methodik zur Berechnung des Wärmenutzungspotenzials (Stauffer, 2013);
- Ermittlung des Wärmenutzungspotenzials in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz;
- Erstellung eines spezifischen Geodatenprodukts zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz, welches ein Geodatenmodell sowie modellkonforme Geodaten enthält;
- Dokumentation und Empfehlung für die weitere Arbeiten.

1.3 Definition und Gültigkeitsbereich

Potenziale von Energieträgern und Technologien geben wichtige Grenzen für das Energiesystem vor. Da mehrere Potenzialbegriffe existieren, sind diese bei jeder Anwendung im Voraus zu klären. In der vorliegenden Studie wird das Wärmenutzungspotenzial im Sinne der Leistung (in kW) oder des Energiedargebots (in kWh, Ressourcen) definiert. Dabei bezeichnet das ökologische Potenzial die mit

verfügbarer Technologie nachhaltig nutzbaren Ressourcen. Bei Grundwasser kommen diesbezüglich quantitative und qualitative Aspekte in Frage.

In der vorliegenden Studie wird einzig das Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz (kurz das Potenzial) abgeschätzt (Abbildung 1), d.h. die Kluft-Grundwasserleiter und die Karst-Grundwasserleiter werden für das Potenzial nicht berücksichtigt, wobei diese wichtige und thermisch günstige Reservoirs bilden. Aus Mangel an verfügbaren Daten werden die Mitteltiefen- und Tiefenaquifere (ab ca. 100 m Tiefe) für das Potenzial nicht berücksichtigt.

In einer ersten Annäherung wird gemäss Auftrag nur die Wärmegewinnung aus dem Grundwasser zur Bestimmung des Potenzials berücksichtigt, d.h. ohne allfällige Nutzungen zu Kühlzwecken oder saisonaler Wärmespeicherung. Die Ermittlung des Wärmenutzungspotenzials unter Berücksichtigung von Kühlnutzungen und saisonaler Wärmespeicherung erfordert aufwendige, lokale thermische Simulationen, die den Rahmen dieser Studie sprengen würden.

Schlussendlich werden bestehende Nutzungsanlagen sowie planerische Nutzungseinschränkungen (z.B. Grundwasserschutzszonen) für das Potenzial nicht berücksichtigt.

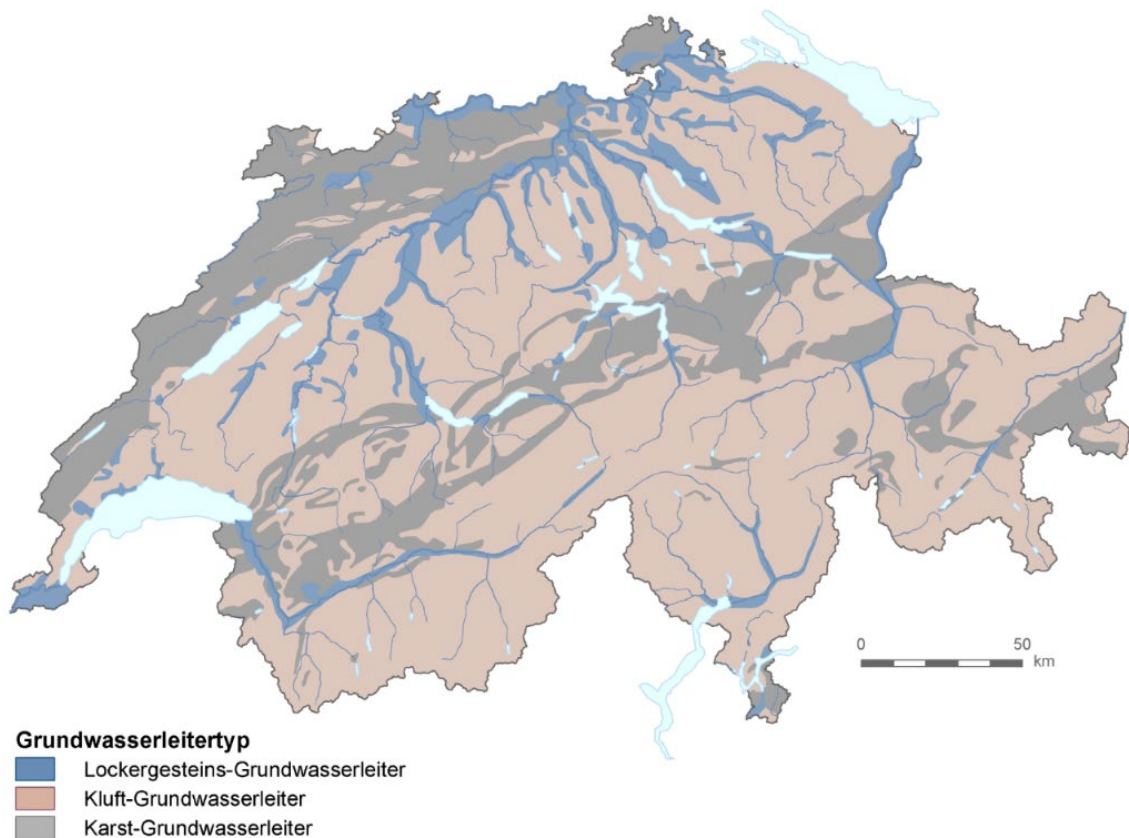


Abbildung 1: Grundwasserleitertypen in der Schweiz.

Für die Berechnung des Potenzials bestehen grundsätzlich zwei Ansätze zur Verfügung: der Volumen-Ansatz und der Wärmebilanz-Ansatz.

Beim **Volumen-Ansatz** wird die im Grundwasser gespeicherte Wärme ermittelt. Das Grundwasser wird dabei als geschlossenes und statisches System mit einer endlichen, «erschöpfbaren» Wärmemenge betrachtet.

Beim **Wärmebilanz-Ansatz** wird die nutzbare Wärme bestimmt, die aus einer vereinfachten Wärmebilanz unter Betrachtung langfristiger Veränderungen ermittelt wird. Das Grundwasser wird dabei als offenes System betrachtet, d.h. es findet ein dynamischer Wärmeaustausch mit der Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre statt.

Das mittels Wärmebilanz-Ansatz ermittelte Potenzial wird als «nachhaltig nutzbare Wärme» betrachtet, die einem Gleichgewichtszustand entspricht, wo nur die Regeneration genutzt wird.

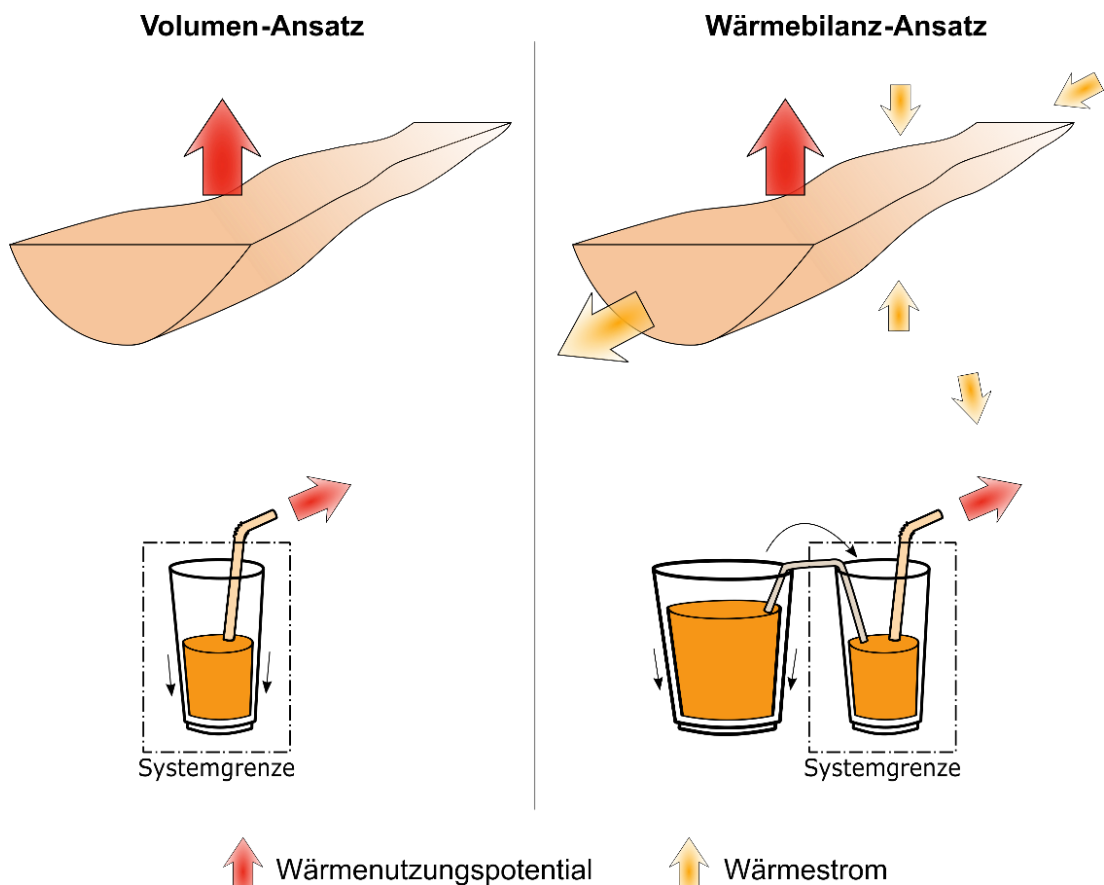


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Volumen- und Wärmebilanz-Ansatzes.

2 Vorgehensweise

Da keine einheitliche Definition des Wärmenutzungspotenzials in den Lockergesteins-Grundwasserleitern und keine einheitliche Methodik in der Schweiz für die Berechnung des Potenzials vorliegen, wurde als erster Schritt eine Methodik entwickelt, sowohl für den Volumen-Ansatz als auch für den Wärmebilanz-Ansatz.

Anhand der Methodik wurde als nächster Schritt definiert, welche Grundlegendaten (primäre und primär prozessierte Daten) im Rahmen der Datenakquisition zusammengefasst werden müssen.

Es wurde auch definiert, wie diese für die Berechnung des Potenzials als Endprodukt bearbeitet werden müssen (z.B. mittels Interpolation) und welche Zwischenprodukte entstehen können (Abbildung 3).

Eine vollständige Beschreibung der Methodik inklusive Validierung kann dem Anhang 1 entnommen werden.

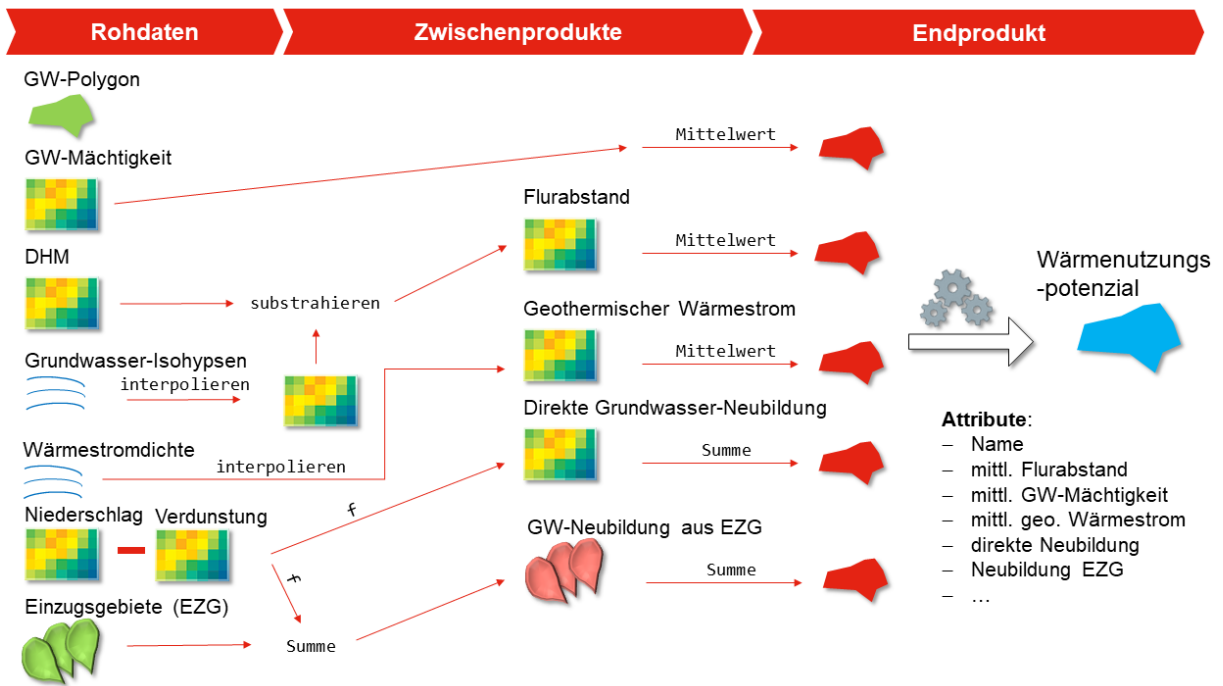


Abbildung 3: Allgemeiner Workflow für die Bestimmung des Wärmenutzungspotenzials in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz.

3 Datenakquisition

3.1 Vorgehen bei der Datenakquisition

Die Datenakquisition bei den kantonalen Behörden, bei den Bundesämtern sowie allenfalls weiteren Stellen (z.B. private Büros, Hochschulen) ist ein zentraler Bestandteil des Projekts. Es wurde abgeklärt, welche Grundlagendaten für welche Regionen und in welcher Qualität verfügbar sind, und wie diese für die Bearbeitung des Projektes zielführend sind. Die Beurteilung wurde anhand einer Relevanzmatrix dokumentiert (Anhang 2).

3.2 Screening von Internetseiten und Geoportalen

Für die Datenverfügbarkeit bei den kantonalen Behörden wurde als Erstes ein Screening der Internetseiten und der sogenannten Geoportale der kantonalen Ämter durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass jeder Kanton seine Daten unterschiedlich verwaltet und der öffentliche Zugang zu den kantonalen Geodaten unterschiedlich handhabt. Während einige Kantone über breit aufgestellte Geodaten verfügen, ist die Lage bei anderen Kantonen wesentlich dürftiger.

3.3 Online-Umfrage

Da nicht zwingend alle Daten auf den Geoportalen vorhanden sind, wurde als nächster Schritt eine Online-Umfrage mit der Web-Applikation *findmind* durchgeführt und bilaterale Besprechungen mit den kantonalen Behörden bezüglich der Datenverfügbarkeit abgehalten.

Anhand der Umfrage konnten zusätzlich die kantonalen Umwelt- und Geodatenämter über das Projekt informiert und darüber aufgeklärt werden, dass ihre Daten für das vorliegende Projekt verwendet werden.

3.4 Datenverfügbarkeit

In dieser Studie bezieht sich der Begriff «Verfügbarkeit» auf die Möglichkeit, die Geodaten zu beziehen. «Nicht verfügbare Geodaten» heisst nicht zwingend, dass die Daten nicht existieren, sondern, dass sie zur Zeit der Datenaquisition nicht bezogen werden konnten. Hydrogeologischen Daten in PDF, Bild oder Excel-Format wurden als «nicht verfügbar» bezeichnet, da der Fokus der Studie auf Geodaten liegt.

Für den Zweck des vorliegenden Projektes sind neben der Qualität auch die Verfügbarkeit höchst relevant. Z.B., wenn Daten in Form von *Web Feature Service* (WFS) vorhanden sind, können diese jederzeit und automatisch mit aktuellstem Stand für die Bestimmung des Potenzials berücksichtigt werden. Die meisten Daten waren jedoch nicht als WFS verfügbar, sondern als Shapefiles bzw. Geodatabases. Bei diesem Datenformat ist die Weiterverwendung der Daten für Berechnungen weiterhin möglich, für eine Aktualisierung des Datensatzes müsste das Produkt jedoch erneut heruntergeladen werden. Weiters können Daten als WMS-Layer vorhanden sein. Dieses Datenformat kann lediglich Werte anzeigen, die Werte sind aber nicht für eine weitere Benutzung verfügbar.

In Abbildung 4 (A bis D) sind die Datenverfügbarkeit für die vier wichtigsten Kenngrössen (Grundwasservorkommen, Grundwassermächtigkeit, Flurabstand und Grundwasserisohypsen) für alle 26 Kantone dargestellt (Stand Sommer 2023).

Darüber hinaus wurden Geodatensätze zu zusätzlichen Grundwasserparametern bei den Kantonen angefragt. Diese Kenngrössen sind für die Bestimmung des Wärmenutzungspotentials nicht benötigt. Die Tabelle 1 zeigt die Datenverfügbarkeit der kantonalen Geodatensätze dieser «sekundären» Parameter.

Weitere Informationen zu der Datenverfügbarkeit sind aus den kantonalen Rückmeldungen in Anhang 3 « Datenverfügbarkeit pro Kanton » zu finden.

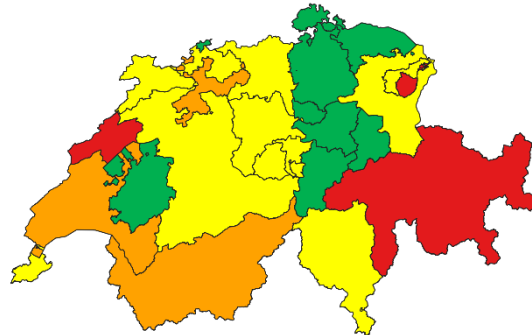
3.5 Grundwassermodelle

Bei den meisten Kantonen liegen für einzelne Grundwasserkörper bereits dreidimensionale numerische Modelle (Grundwassermodelle oder geologische 3D-Modelle) vor. Für den Zweck der vorliegenden Studie wurde mit den kantonalen Fachstellen abgeklärt, für welche Gebiete und mit welcher Methodik diese vorliegen und ob diese verwendet werden können. Eine Zusammenfassung der Stellungnahme bzw. des Feedbacks der kantonalen Fachstellen kann dem Anhang 3 entnommen werden.

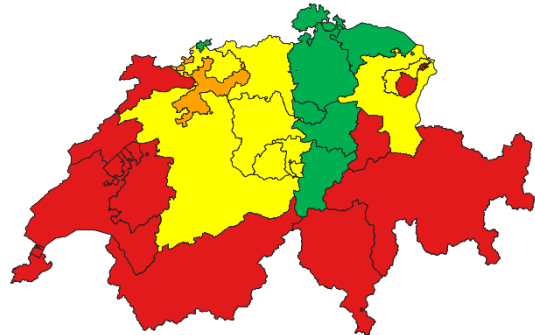
Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass bei vielen Grundwasserleitern der Schweiz Modelle vorhanden sind. Mit einigen Ausnahmen sind diese nicht öffentlich und gehören privaten Unternehmungen, wie z.B. geologischen Büros. Die Modelle sind sehr heterogen und eine Zusammenstellung der relevanten Daten wurde als sehr komplex und aufwendig geschätzt. Zudem wurde festgestellt, dass diese in einer ersten Phase nur wenige zusätzliche Informationen zur Abschätzung des Potenzials liefern würden. Es wurde daher entschieden, diese für die Abschätzung des Wärmenutzungspotenzials aus den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz nicht zu verwenden. Auf der Basis von harmonisierten Grundwassermodellen könnte aber wichtige Informationen zur Nutzbarkeit des Wärmepotenzials der schweizerischen Hauptlockergesteinsgrundwasserleiter gewonnen werden,

3.6 Kantonale Vorschriften zum Kühlen mit Grundwasser

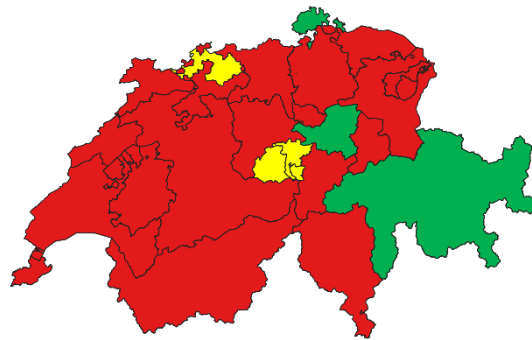
Im Rahmen der Datenakquisition für die vorliegende Studie wurden Angaben zu den kantonalen Vorschriften zum Kühlen mit Grundwasser erhoben und ausgewertet. Die Ergebnisse und Feedbacks der kantonalen Fachstellen können dem Anhang 5 entnommen werden. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass bei den meisten Kantonen spezielle Vorschriften vorhanden sind.



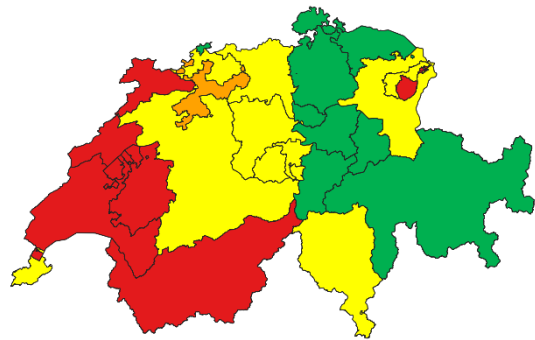
A. Grundwasservorkommen



B. Grundwassermächtigkeit



C. Flurabstand



D. Grundwasserisohypsen

Legende

- Produkt als WFS Daten vorhanden
- Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
- Produkt als WMS verfügbar
- a) Keine Daten vorhanden b) Daten nicht frei verfügbar

Abbildung 4: Visuelle Übersicht über die kantonale Datenverfügbarkeit gemäss Umfrage der vier wichtigsten Kenngrössen zur Bestimmung des Wärmenutzungspotentials. Die Kategorien «Keine Daten vorhanden» und «Daten nicht frei verfügbar» wurden aufgrund der gegenwärtig anspruchsvollen interkantonalen Datenerhebungsmöglichkeiten zusammengetragen. Der Geodatensatz zum Wärmenutzungspotenzial gilt somit als eine erste Produktversion, die zukünftig unter Berücksichtigung nicht publizierten kantonalen Daten weiterzuentwickeln ist.

Tabelle 1: Übersicht über die Datenverfügbarkeit der kantonalen Geodatensätze und Kenngrössen mit untergeordneter Rolle für die Bestimmung des Wärmenutzungspotentials.

Geodatensatz	WFS	Download	WMS	nicht vorhanden oder nicht verfügbar
Fliessrichtung	5	3	-	18
Fliessgeschwindigkeit	-	1	-	25
Hydraulische Leitfähigkeit	-	1	-	25
Porosität	-	-	-	26
k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	-	-	-	26
2D/3D Grundwassermodelle (Perimeter)	-	-	-	26
Geologisches 3D-Modell der Lockergesteins-Grundwasserleiter (Perimeter)	-	-	-	26
Grundwasserschutzzonen	12	10	2	2

4 Realisierung der Geodatensätze zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz

4.1 Verfahren

Die publizierten kantonalen Geodatensätze bieten die bestmögliche Grundlage für die Berechnung des Wärmenutzungspotenzials in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz. Zudem ist ein Mapping oder eine Übertragung zwischen kantonalen und nationalen Datensätze sehr schwierig und aufwändig. Daher wurde für die vorliegende Studie das Potenzial so weit wie möglich auf Basis der kantonalen Geodatensätze ermittelt. Der Geodatensatz zum Wärmenutzungspotenzial wurde pro Kanton innerhalb der Kantonsgrenzen berechnet, um Inkonsistenzen bei interkantonalen Grundwasservorkommen zu vermeiden (wenn die kantonalen Geodaten sich nicht eins zu eins überdecken) und die Berechnung zu vereinfachen. Aufgrund von verbleibenden Schwierigkeiten für eine möglichst vollständige interkantonale Datenerhebung gilt der Geodatensatz zum Wärmenutzungspotenzial als eine erste Produktversion, die idealer Weise mit einer direkten Einbindung der zuständigen kantonalen Fachstellen zukünftig zu konsolidieren sein wird.

4.2 Volumen-Ansatz

Beim Volumen-Ansatz wird die im Grundwasser gespeicherte Wärmeenergie ermittelt. Das Grundwasser wird dabei als geschlossenes System mit einer endlichen, «erschöpfbaren» Wärmemenge betrachtet. Es wird angenommen, dass Wärmeenergie aus dem Grundwasser flächendeckend entnommen wird, bis eine Abkühlung des Grundwassers um ΔT erreicht wird. Die zu Verfügung stehende Energie beträgt:

$$E = c_w \cdot \rho_w \cdot n \cdot V \cdot \Delta T$$

mit der Wärmeenergie E (J), der spezifischen Wärmekapazität des Wassers c_w (J/(kg·K)), der Wasserdichte ρ_w (kg/m³), der Porosität n des Grundwasserleiters, dem Volumen V des gesättigten Grundwasserleiters (m³) und der Temperaturdifferenz ΔT (K).

Das Volumen V (m³), wird aus der mittleren Grundwassermächtigkeit a (m), multipliziert mit der Fläche F_{GW} (m²) des betrachteten Grundwasserleiters berechnet:

$$V = a \cdot F_{GW}$$

Die Berechnung kann für einen beliebigen Teil des Grundwasserleiters erfolgen.

Die entnommene Wärmeenergie steht einmalig zur Verfügung (eine Neubildung der Wärmeenergie wird nicht berücksichtigt). Allerdings kann diese Wärmeenergie über eine unbestimmte Zeit entnommen werden.

4.3 Wärmebilanz-Ansatz

Beim Wärmebilanz-Ansatz (AF-Colenco AG, 2011) wird die nutzbare Wärme aus einer vereinfachten Wärmebilanz unter Betrachtung langfristiger Veränderungen ermittelt. Das Grundwasser wird dabei als offenes System betrachtet: Es findet ein Wärmeaustausch mit der Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre statt. Das mittels Wärmebilanz-Ansatz ermittelte Wärmenutzungspotenzial wird als **nachhaltig nutzbare Wärme** betrachtet.

Es wird angenommen, dass die Grundwassertemperatur im perfekten Gleichgewicht mit der Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre steht und dass die Temperatur T_0 überall gleich ist. Das Grundwasser wird anschliessend um ΔT abgekühlt (analog zum Volumen-Ansatz). Durch diese Abkühlung des Grundwassers entsteht ein Ungleichgewicht (d.h. ein Temperaturgradient) zwischen dem Grundwasser und seinem Umfeld. Der Temperaturgradient verursacht einen Wärmestrom Richtung Grundwasser, der schlussendlich für eine Wärmenutzung zur Verfügung steht.

Es gibt zwei Hauptarten von Wärmetransport: konvektiver und konduktiver Wärmestrom.

Beim konvektiven oder advektiven Wärmestrom erfolgt der Wärmetransport durch die Grundwasserneubildung, die wärmeres Wasser als das Grundwasser in das System bringt (Infiltration von Niederschlag oder seitlichen Wasserzuflüssen aus den Einzugsgebieten). Der konvektive Wärmestrom ist wie folgt definiert:

$$J = q \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta T$$

mit dem konvektiven Wärmestrom J (W), dem Wasserstrom q (m³/s), der spezifischen Wärmekapazität des Wassers c_w (J/(kg·K)), der Dichte des Wassers ρ_w (kg/m³) und der Temperaturdifferenz ΔT (K).

Beim konduktiven Wärmestrom erfolgt die Übertragung von Wärmeenergie durch direkten Kontakt zwischen dem Grundwasser, der Atmosphäre und der Lithosphäre. Der konduktive Wärmestrom ist wie folgt definiert (Fourier Gesetz):

$$J = \lambda \cdot F \cdot \frac{\Delta T}{a}$$

mit dem konvektiven Wärmestrom J (W), der Wärmeleitfähigkeit λ des Mediums (W/(m·K)), der Kontaktfläche F des Mediums (m²), der Mächtigkeit L (m) des Mediums und der Temperaturdifferenz ΔT (K). $\frac{\Delta T}{L}$ ist der Temperaturgradient (K/m).

Folgende Wärmeströme hin zum Grundwasser wurden definiert:

Konvektive Wärmeströme:

- Infiltration von Oberflächengewässer ins Grundwasser¹
- Infiltration von Niederschlägen ins Grundwasser
- Unterirdische Zuflüsse aus den angrenzenden Gebieten

¹ Aufgrund von fehlenden Daten (keine flächendeckende Information) wurde der Wärmestrom durch Infiltration von Oberflächengewässern ins Grundwasser für die vorliegende Studie nicht berücksichtigt. Das Wärmenutzungspotenzial wird unterschätzt, weil die Wärme aufgrund der Infiltration von Oberflächengewässern nicht berücksichtigt wird.

Konduktive Wärmeströme:

- Geothermischer Wärmestrom (Wärmestromdichte)
- Seitlicher Wärmestrom aus den angrenzenden Gebieten²
- Wärmestrom aus der Atmosphäre durch die ungesättigte Zone bis zum Grundwasserspiegel

Beim Wärmebilanz-Ansatz ist die Exfiltration von Grundwasser nicht relevant, da das Grundwasser gemäss Ansatz mit einer Temperatur von $T_0 - \Delta T$ das Bilanzierungsvolumen verlässt. Die Wärme des exfiltrierenden Grundwasser wurde bereits entnommen.

Das Bilanzierungsvolumen entspricht dem gesättigten Grundwasserleiter.

Die Wärmeströme durch die Oberfläche des Bilanzierungsvolumens wurden für die Berechnung des Potenzials wie folgt ermittelt:

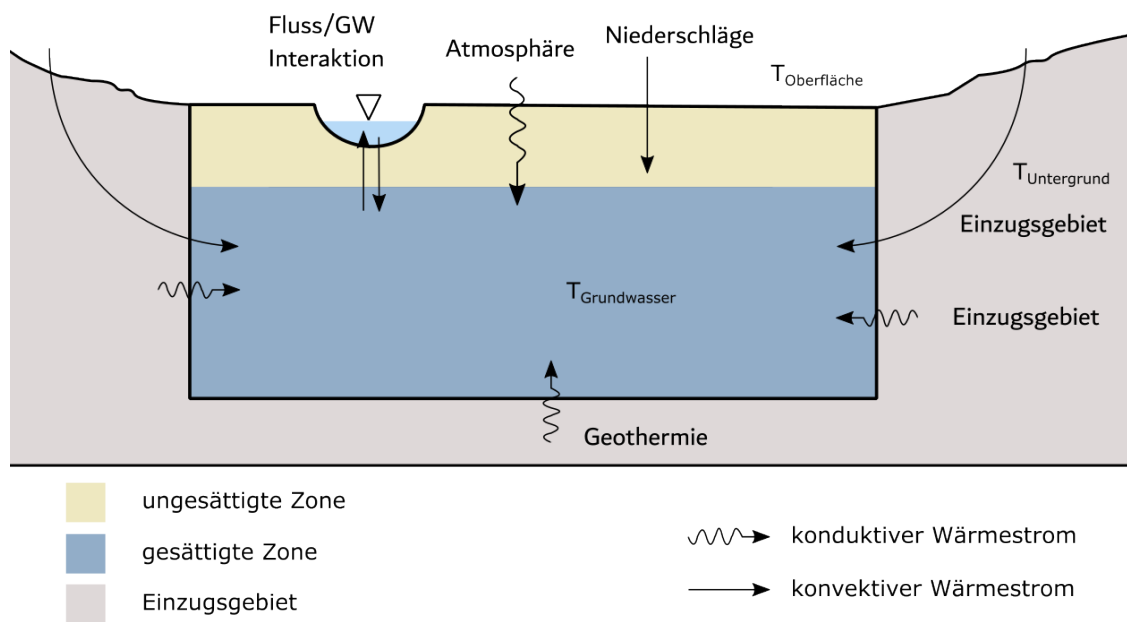


Abbildung 5: Darstellung der verschiedenen Wärmeströme auf einem vertikalen Schnitt senkrecht zur Grundwasserflussrichtung.

2 Aufgrund der Geometrie der Lockergesteins-Grundwasserleiter ist anzunehmen, dass der seitliche Wärmestrom geringer ist als der geothermische Wärmestrom. Eine Abschätzung des seitlichen Wärmestroms ist anspruchsvoll, weil die seitliche Fläche des Grundwasserleiters schwer definierbar ist und der Temperaturgradient unbekannt ist (eine thermische numerische Modellierung wäre dafür notwendig). Aus diesen Gründen wurde der seitliche Wärmestrom aus den angrenzenden Gebieten nicht berücksichtigt.

Konvektiver Wärmestrom aus der Infiltration von Niederschlägen ins Grundwasser J_N (J):

$$J_N = (N - EP) \cdot f_N \cdot F_{GW} \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta T$$

Mit dem Niederschlag N (m/s), der Evapotranspiration EP (m/s), dem Infiltrationskoeffizient f_N (Funktion der Versiegelung, Geologie, ...), der Fläche F_{GW} zum Grundwasserleiter (m²).

Konvektiver Wärmestrom aus unterirdischen Zuflüssen aus den angrenzenden Gebieten (Einzugsgebiete) J_Z (J):

$$J_Z = q_N \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta T$$

Mit dem Oberflächenabfluss A_o (m³/s) F_{EG}

$$q_N = (N - EP) \cdot f_{EG} \cdot F_{EG} - A_o$$

Konduktiver Wärmestrom aus der Atmosphäre J_A (J):

$$J_A = \lambda_u \cdot F_{GW} \cdot \frac{\Delta T}{a}$$

Mit dem Flurabstand a (m) und der Wärmeleitfähigkeit λ_u der ungesättigten Zone.

Konduktiver Wärmestrom aus der Erdkruste (geothermischer Wärmestrom) J_{Geo} (J):

$$J_{Geo} = q_{Geo} \cdot F_{GW}$$

Mit der Wärmestromdichte q_{Geo} (W/m²).

Das Potenzial entspricht der Summe aller Wärmeströme.

Alle Wärmeströme ausser der geothermische Wärmestrom, der konstant ist, sind proportional zu ΔT . Das Potenzial kann wie folgt geschrieben werden:

$$J_{Pot} = J_N + J_Z + J_A + J_{Geo} = \alpha \cdot \Delta T + \beta$$

Weil der seitliche Wärmestrom nicht berücksichtigt wird, fliesst die Mächtigkeit der gesättigten Zone nicht in die Berechnung ein. Für eine zukünftige Erweiterung des Wärmebilanz-Ansatzes ist zu prüfen, wie die seitlichen Wärmeströme integriert werden könnten.

In der Berechnung des Potenzials spielt die Mächtigkeit der Grundwasserleiter keine Rolle. Die spezifischen Wärmeströme (kW/m²) aus Niederschlag und Geothermie schwanken wenig im Vergleich zu den Wärmeströmen aus der Atmosphäre und aus den Einzugsgebieten. Ist der Flurabstand gering, dominiert der Wärmestrom aus der Atmosphäre. Ist das Einzugsgebiet im Vergleich zum Grundwasserleiter sehr gross, dominiert der Wärmestrom aus dem Einzugsgebiet.

5 Validierung

5.1 Vergleich mit einem thermischen Grundwassermodell

Um den Wärmebilanz-Ansatz zu prüfen, wurde ein dreidimensional thermisches Grundwasserströmungsmodell mit FEFLOW erstellt. Dieses Modell wurde erstellt, um das Konzept des Wärmebilanz-Ansatzes abzubilden. Im Modell ist ein Grundwasserleiter in seinem Einzugsgebiet eingebettet. Der Grundwasserleiter liegt direkt auf dem Stauer, um sicherstellen, dass das Wasser aus dem Einzugsgebiet durch die Seiten des Grundwasserleiters fließt.

Das Grundwasser wird durch die obere Modellschicht gespiesen (Grundwasserneubildung) und fließt aus dem Grundwasserleiter. Der Grundwasserabfluss aus dem Modell wird mit einem Festpotenzial im Grundwasserleiter definiert. Die Modellparameter können im Anhang 1 entnommen werden.

Die relative Temperatur am Modellrand ist gleich 0 K ausser bei der unteren Modellseite, wo ein Wärmestrom definiert ist. Die Grundwasserneubildung hat eine relative Temperatur von 0 K.

Eine stationäre Simulation wurde durchgeführt, um die Temperaturverteilung beim «Gleichgewicht» zu erhalten. Anschliessend wurde so viel Wärme aus dem Grundwasser (gesättigten Bereich) entnommen, dass die Grundwassertemperatur um $\Delta T = 3 \text{ K}$ kühler wird (Abbildung 7). Dabei wird eine homogene Abkühlung über das gesamte Grundwasservorkommen angenommen.

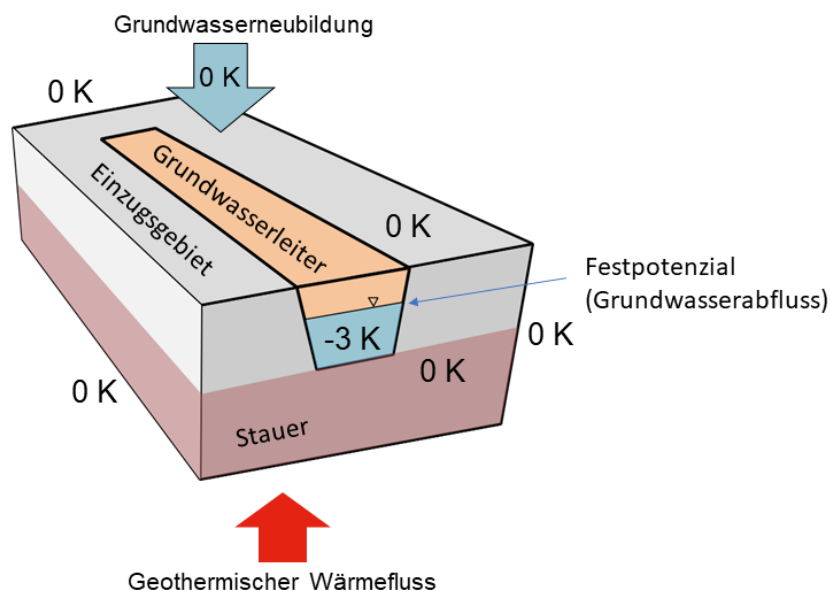


Abbildung 6: Schematische Darstellung des thermischen Grundwassermodells.

Tabelle 2: Ergebnisse aus dem Vergleich zwischen dem thermischen Grundwasserströmungsmodell und dem Wärmebilanz-Ansatz.

Wärmestrom durch	Thermisches Grundwasserströmungsmodell		Wärmebilanz-Ansatz	
	kW	Anteil	kW	Anteil
Oberer Rand (Atmosphäre und Niederschlag)	287	60%	255	61%
Seitliche Ränder (Einzugsgebiet)	125	26%	145	35%
Unterer Rand (Geothermischer Gradient)	64	13%	19.5	5%
Wärmenutzungspotenzial im Grundwasserleiter	476		420	

Die Wärmeströme aus den Seiten des gesättigten Bereiches wurden berechnet und mit dem Wärmebilanz-Ansatz verglichen (Tabelle 2). Die Ergebnisse der Analyse weisen darauf hin, dass die Grössenordnung der Wärmeströme gut übereinstimmen. Somit wurde der Wärmebilanz-Ansatz für die Berechnung des Potenzials als geeignet erachtet.

Die grösste Abweichung (69 %) betrifft den «geothermischen Wärmestrom», der im Wärmebilanz-Ansatz vertikal unter dem Grundwasserleiter fliesst. Im thermischen Grundwassermodell konvergiert der Wärmestrom aus einer grösseren Fläche zur Modellunterkante. Dazu fliesst auch Wärme aus dem Stauer und dem Einzugsgebiet. Ein Teil der Wärme aus dem Einzugsgebiet fliesst nicht durch die seitlichen Ränder des Grundwasserleiters, was die tiefere Wärmeströmung als beim Wärmebilanz-Ansatz erklären kann. Die Abweichung zwischen den berechneten Potenzialen beträgt 12 %.

5.2 Vergleich mit Potenzialstudien (Kanton St. Gallen)

Zur weiteren Validierung der Studie wurde das berechnete Potenzial mit bestehenden Potenzialstudien verglichen. Dabei wurde der Rheintaler Grundwasserleiter ausgewählt. Im Rahmen der Studie «Grundwasserbewirtschaftung im Kanton St. Gallen» wurde eine Potenzialbewertung des Rheintaler Grundwasserleiters durchgeführt (Stauffer, 2013; AF-Colenco AG, 2011). Hier wurde eine spezifische Entzugsleistung von 2 W/m² abgeschätzt, die nachhaltig genutzt werden kann. Bei der vorliegenden Studie ergibt sich für das Rheintalaquifer eine berechnete Entzugsleistung (oder spezifisches Wärmenutzungspotenzial) mit dem Wärmebilanz-Ansatz vom 1.4 bis 1.9 W/m².

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen daher sehr gut mit der Studie in St. Gallen überein.

5.3 Gesamtpotenzial für die Schweiz

Als weiteren Vergleich wurden die Wärmeenergie (in kWh) aus dem Grundwasser sowie das Wärmenutzungspotenzial (in kW) für die gesamte Schweiz berechnet (Tabelle 3), ausser für die Kantone Jura, Wallis, Waadt, Neuenburg und Appenzell Innerrhoden. Aus der Berechnung resultiert eine Wärmeenergie aus dem Grundwasser von ca. 17 TWh (Volumen-Ansatz). Mit dem Wärmebilanz-Ansatz beträgt das nachhaltige Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz ca. 4.2 GW. Beide Potenziale wurden mit einem ΔT von 3 K ermittelt.

Es ergibt sich ein durchschnittliches spezifisches Wärmenutzungspotenzial von 1.36 W/m².

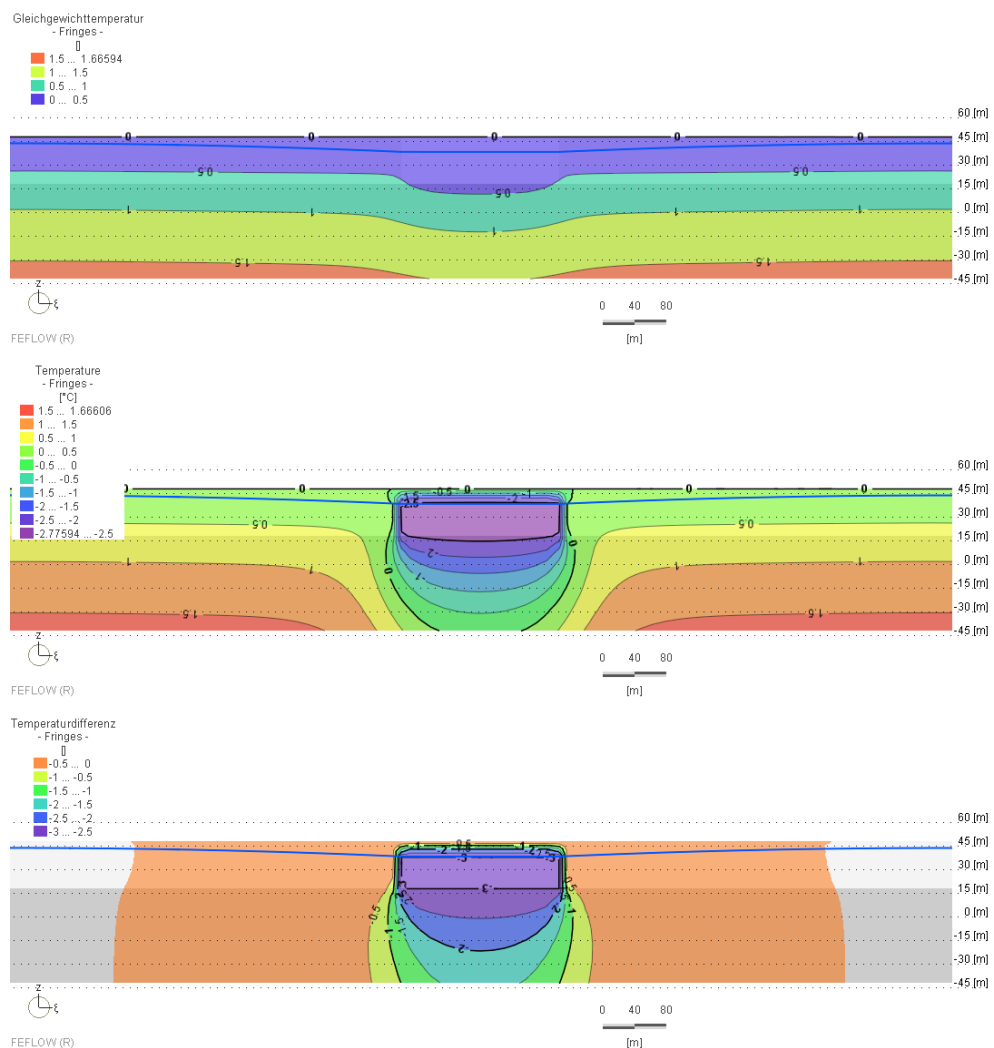


Abbildung 7: Oben: Grundwassertemperatur im Gleichgewicht (ohne Grundwasserwärmenutzung); Mitte: Grundwassertemperatur bei einer Abkühlung der Grundwassertemperatur beim Grundwasserleiter um 3 K; Unten: Differenz zwischen oben und Mitte.

Tabelle 3: Wärmeenergie und Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz

Wärmeenergie in GWh (TWh) (Volumen-Ansatz)	Wärmenutzungspotenzial in MW (GW) (Wärmebilanz-Ansatz)	Spezifische Wärmenutzungs- potenzial in W/m ²
17'367 GWh (17 TWh)	4'182 MW (4.2 GW)	1.36 W/m ²

6 Geodatenmodell und Darstellungsmodell

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde ein nationaler Datensatz zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz erstellt. Dieser flächendeckende nationale Datensatz liegt für die Mehrheit der Kantone vor und wird auf dem GIS-Portal des Bundes (<https://map.geo.admin.ch>) veröffentlicht.

Der Geodatenatz ist im Geodaten- und Darstellungsmodell dokumentiert (Anhang 6). Auf dem GIS-Portal des Bundes wird der Geodatenatz in einer Infobox kurz beschrieben (Anhang 7).

7 Empfehlungen für Geodatenätze zum Thema Grundwasser

Für das Erstellen von kantonalen Grundwasserdatensätzen (Geodatenmodelle) wird Folgendes aus dem Projekt empfohlen:

- Grundwasservorkommen sind in hydrogeologisch konsistente Bilanzierungseinheiten einzuteilen, die für Modelle oder Berechnungen praktisch sind. Eine geographische Bezeichnung der Bilanzierungseinheiten ermöglicht eine klarere Bezugnahme auf die betreffenden Bilanzierungseinheiten.
- Grundwasservorkommen, die sich über mehrere Kantone erstrecken, sind konsistent zu beschreiben.
- Da die Informationen zu den tieferen Grundwasservorkommen an dieser Stelle nicht verfügbar sind, bleibt der Geodatenatz noch unvollständig und muss dementsprechend künftig noch konsolidiert werden.
- Bei den Grundwasserisohypsen soll explizit vermerkt werden, ob es sich um Grundwasserdruck- oder Grundwasserspiegel (Grundwasserstand) handelt. Das ist bei gespannten Grundwasservorkommen relevant. Die Art des Grundwasserspiegels soll auch vermerkt werden (tiefster Grundwasserstand, mittlerer Grundwasserstand, hoher Grundwasserstand).
- Im MGDM ID 139.1 (Revision in Dezember 2023 abgeschlossen) sollten die entsprechenden Attribute mitzuberücksichtigt werden, damit eine zielführende Typologie der Grundwasservorkommen in Hinsicht des thermischen Nutzungspotenzials entsteht.

8 Schlussfolgerung

Das Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz wurde im Rahmen der vorliegenden Studie sowohl anhand eines Volumen-Ansatzes als auch mit einem Wärmebilanz-Ansatz abgeschätzt. Beim Volumen-Ansatz wird die im Grundwasser gespeicherte Wärmeenergie ermittelt. Das Grundwasser wird dabei als geschlossenes System mit einer endlichen, «erschöpfbaren» Wärmemenge betrachtet. Beim Wärmebilanz-Ansatz wird die nutzbare Wärme aus einer vereinfachten Wärmebilanz unter Betrachtung langfristiger Veränderungen ermittelt. Das Grundwasser wird als offenes System betrachtet, d.h. es findet ein Wärmeaustausch mit Atmosphäre, Hydrosphäre und Geosphäre statt. Beide Ansätze liefern komplementäre Informationen zum Wärmenutzungspotenzial. Der Wärmebilanz-Ansatz könnte verbessert werden, indem zusätzlich die Infiltration von Oberflächengewässern sowie der seitliche konduktive Wärmestrom mitberücksichtigt wird.

Das mit dem Wärmebilanz-Ansatz ermittelte Potenzial wird als mittelfristig nachhaltig nutzbare Wärme betrachtet. Es ist zu beachten, dass nur das Potenzial für die Wärmegewinnung aus dem Grundwasser berücksichtigt wurde, d.h. allfällige Nutzungen zu Kühlzwecken oder zur saisonalen Wärmespeicherung wurden nicht berücksichtigt. Bestehende Nutzungsanlagen wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Grundlagen für die Berechnung wurden von den Kantonen und vom Bund gestellt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass das Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz ca. 17'360 GWh (17 TWh) beträgt (Volumen-Ansatz). Gemäss Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz (TK Consult AG, 2023), beträgt die durch oberflächennahe Grundwasseranlagen (Wasser-Wasser-Wärmepumpen) produzierte geothermische (erneuerbare) Energie im Jahr 2021 ca. 421.5 GWh. Unter der Annahme, dass keine Regeneration stattfinden würde, bedeutet dies, dass mit der heutigen installierten Kapazität das Wärmenutzungspotenzial aus den Lockergesteins-Grundwasserleitern in der gesamten Schweiz nach 40 Jahren ausgeschöpft wäre. Diese Aussage ist mit Vorbehalt zu interpretieren, da mit diesem Ansatz keine natürliche Regeneration des Systems durch Austausch mit der Atmosphäre oder Lithosphäre berücksichtigt wird.

Mit dem Wärmebilanz-Ansatz wurde das gesamte Wärmenutzungspotenzial auf ca. 4.2 GW abgeschätzt. Gemäss (EnergieSchweiz, 2021) beträgt die installierte Heizleistung kombiniert mit der Grundwasserwärmenutzung im Jahr 2021 ca. 349.7 MW, was einer Entzugsleistung von ca. 252.6 MW entspricht (Annahme JAZ³ 3.6). Die heutige installierte Kapazität entspricht daher nur ca. 6 % des in dieser Studie berechneten Wärmenutzungspotenzials aus den Lockergesteinsaquiferen der Schweiz.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass das Grundwasser aus den Lockergesteins-Grundwasserleitern schweizweit nicht ausgeschöpft ist und einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Ziele der Energiestrategie 2050+ liefern kann. Die Sicherstellung einer nachhaltigen Wärmenutzung aus den Lockergesteins-Grundwasserleitern benötigt eine thermische Grundwasserbewirtschaftung pro Grundwasservorkommen über die Kantongrenzen hinweg.

3 Die Jahresarbeitszahl, kurz JAZ, beschreibt die Effizienz eines gesamten Heizsystems über ein Jahr.

Literaturverzeichnis

- AF-Colenco AG, 2011. *Potenzialbewertung und Ressourcenmanagement von Grundwasser zur thermischen Nutzung (Postulat „Förderung der Grundwassernutzung“)*., s.l.: s.n.
- Bundesamt für Energie, 2017. *Ergebnisbericht zu Etappe 2: Festlegung und Objektblätter; Entwurf vom 22. November 2017*, Bern: s.n.
- Bundesamt für Energie, 2017. *Umgang mit den Stellungnahmen der Regionalkonferenzen zu Etappe 2*, Bern: Bundesamt für Energie.
- EnergieSchweiz, B. f. E. B., 2021. *Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz*, s.l.: Schlussbericht.
- Kantonsrat St.Gallen, 2012. *Grundwasserbewirtschaftung im Kanton St. Gallen (40.12.03)*., s.l.: Technischer Bericht.
- Menzel, L., Lang, H. & Rohmann, M., 1999. Mittlere jährliche aktuelle Verdunstungshöhen 1973 - 1992. In: *Hydrologischer Atlas der Schweiz*. s.l.:s.n.
- Nagra, 2016. *Entsorgungsprogramm 2016 (NAB 16-01)*, Wettingen: Nagra.
- Sinreich, M., Lützenkirchen, V., Jeannin, P.-Y. & Simon, L., 2012. Grundwasserressourcen der Schweiz - Abschätzung von Kennwerten. *Aqua & Gas*, September, pp. 16-28.
- Stauffer, F. e. a., 2013. *Thermal use of shallow groundwater*. CRC Press Hrsg. s.l.:s.n.
- TK Consult AG, 2023. *Thermische Grundwassernutzung des Lockergesteins-Grundwasserleiters im St.Galler Rheintal*, s.l.: Technischer Bericht.

Anhang 1 Details zur Berechnung des Wärmenutzungspotenzials in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz

Tabelle 4. Konstante Werte

Symbol	Beschreibung	Wert
λ	Wärmeleitfähigkeit	2.6 W/(m·K)
c_w	spezifische Wärmekapazität des Wassers	4'182 J/(kg·K)
f_N	Infiltrationskoeffizient	0.3
f_{EG}	Infiltrationskoeffizient im Einzugsgebiet	0.3
ρ_w	Wasserdichte	999.96 kg/m ³
n	Porosität des Grundwasserleiters	0.2

Bilanzierungspolygone

Die Wärmeströme aus Atmosphäre (Niederschlag), Hydrosphäre (oberirdische und unterirdische Gewässer) und Lithosphäre (Erdkruste) beziehen sich auf die Fläche des Grundwasserleiters. Diese Flächen werden aus den Polygonen der kantonalen «Grundwasservorkommen in Lockergestein»-Geodaten gebildet. Zusammenhängende Polygone wurden aggregiert. Wenn eine geographische Bezeichnung vorhanden war, wurden sie nach ihrer kantonalen Bezeichnung aggregiert. Anschliessend wurden die Polygone mit der Kantonsgrenze verschnitten. Die Fläche dieser Polygone entspricht F_{GW} . Die Berechnung des Potenzials bezieht sich auf diese sogenannten «Bilanzierungspolygone».

Der Wärmestrom aus den seitlichen Zuflüssen bezieht sich einfachheitshalber auf die Fläche der topographischen Einzugsgebiete, die an das Bilanzierungspolygon (Grundwasserleiter) angrenzen, obwohl die topographischen Einzugsgebiete nicht eins zu eins den unterirdischen Einzugsgebieten entsprechen. Für die Einzugsgebiete wurde der Datensatz von Swisstopo «Teileinzugsgebiete 2 km²» benutzt. Die Einzugsgebiete, die einen Auslass («Gebietsauslass»-Punkte) in dem betrachteten Bilanzierungspolygon haben, wurden dem betrachteten Bilanzierungspolygon zugewiesen. Bei der Berechnung des Wärmestroms aus den seitlichen Zuflüssen wurde nur die Fläche F_{EG} der Einzugsgebiete betrachtet, die mit dem Bilanzierungspolygon nicht überlappen. Wenn keine Einzugsgebiete in ein Bilanzierungspolygon entwässern, ist der Wärmestrom aus den seitlichen Zuflüssen gleich 0 kW.

Berechnungen der Wärmeströme und der gespeicherten Wärmenergie

Konvektiver Wärmestrom aus der Infiltration von Niederschlägen ins Grundwasser

Das HADES-Raster «mittlere jährliche Verdunstungshöhen (1973 –1992)» (Menzel, et al., 1999) wurde vom HADES-Raster «mittlere Niederschlagshöhen (1981-2010)» (Menzel, et al., 1999) subtrahiert. Die Zellenwerte (1 km²) der resultierenden Raster wurden über dem Bilanzierungspolygon summiert und anschliessend mit der Rasterzellenfläche und mit $c_w \cdot \Delta T$ multipliziert.

Konvektiver Wärmestrom aus unterirdischen Zuflüssen aus den angrenzenden Gebieten (Einzugsgebiete)

Die gleiche Berechnung wie beim Wärmestrom wurde für den Niederschlag durchgeführt. Die Berechnung bezieht sich aber auf die Einzugsgebiete der Bilanzierungspolygone.

Konduktiver Wärmestrom aus der Atmosphäre

Die Berechnung des Wärmestroms aus der Atmosphäre basiert u.a. auf dem Flurabstand. Pro Bilanzierungspolygon wurde der mittlere Flurabstand berechnet. Für die Kantone, die keine Flurabstand-Datensätze haben, wurde der Flurabstand aus den mittleren Grundwasserisohypsen abgeleitet. Pro Bilanzierungspolygon wurden die Grundwasserisohypsen interpoliert und dem digitalen Höhenmodell (Swisstopo DHM25) subtrahiert. Um Interpolationsfehler zu minimieren, wurde die Interpolation 1 km um die Isohypsen eingeschränkt. Wenn diese Interpolationsfläche nur einen kleinen Teil des Bilanzierungspolygons abgedeckt, wird der ermittelte mittlere Flurabstand mit Unsicherheit behaftet. Die Verlässlichkeit des ermittelten mittleren Flurabstand und des abgeleiteten Wärmestroms aus der Atmosphäre wurde durch die prozentuale Abdeckung des Bilanzierungspolygons durch die Interpolationsfläche abgebildet. Bei der Bestimmung des Flurabstandes können aufgrund der Datenqualität negative Werte oder Nullwerte auftreten. Diese werden überall mit 0.2 m definiert, um den Wärmestrom aus der Atmosphäre nicht zu überschätzen. Wo weder Flurabstand-Daten noch Grundwasserisohypsen zur Verfügung stehen, wurde angenommen, dass der mittlere Flurabstand 15 m beträgt. Dies, damit eine Abschätzung des Wärmestroms aus der Atmosphäre im Geodatenatz möglich ist. In solchen Fällen wurde die Verlässlichkeit der Berechnung gleich Null gesetzt.

Konduktiver Wärmestrom aus der Erdkruste (geothermischer Wärmestrom)

Die Isolinien der «Wärmestromdichte 500» von Swisstopo wurden auf die Schweiz als Raster interpoliert. Die Zellenwerte (in mW/m²) des resultierenden Rasters wurden über dem Bilanzierungspolygon summiert und anschliessend mit den Rasterzellflächen multipliziert.

Die im Grundwasser gespeicherte Wärmeenergie

Die Berechnung des Wärmestroms aus der Atmosphäre basiert u.a. auf der Grundwassermächtigkeit. In vielen Kantonen wird die Grundwassermächtigkeit mit Multipolygons dargestellt, die das Grundwasserleiter nach Mächtigkeitssklassen unterteilen (z.B. Mächtigkeit von 2 m bis 10 m). Das Volumen jedes einzelnen Polygons wurde in der Regel anhand der Untergrenze der Mächtigkeitssklasse berechnet und über dem Bilanzierungspolygon aufsummiert. Wo keine kantonalen Daten vorhanden waren, wurde die Mächtigkeit aus dem HADES-Datenatz «Grundwasservorkommen» abgeleitet (analog zu den kantonalen Datensätzen).

Mehrstöckiger und gespannter Grundwasserleiter

Die kantonalen Attribute über mehrstöckige und gespannte Grundwasserleiter wurden übernommen. Bei mehrstöckigen Grundwasserleitern wurde der Einfachheit halber nur das obere Grundwasserstockwerk für die Berechnung berücksichtigt.

Tabelle 5: Benutzte Daten

Symbol	Beschreibung	Topologie	Quelle
F_{GW}	Fläche Grundwasserleiter (m ²)	Polygon	Kantonale Datensätze
F_{EG}	Fläche Einzugsgebiet (m ²)	Polygon	Swisstopo: «Teileinzugsgebiete 2 km ² »
N	Niederschlag (m/s)	Raster	HADES: «mittlere Niederschlagshöhen (1981-2010)»
EP	Evapotranspiration (m/s)	Raster	HADES: «mittlere jährliche Verdunstungshöhen (1973 –1992)»
q_{Geo}	Wärmestromdichte	Raster	Swisstopo: «Wärmestromdichte 500»
a	Flurabstand (m)	Raster Polylinie (Grundwasser Isohypsen)	Kantonale Datensätze

Tabelle 6: Validierung Wärmebilanz-Ansatz (die Parameterwerte sind Standardwerte für die angenommenen Sedimente).

Grundwasserleiter (Schotter)	
Breite	200 m
Länge	1'200 m
Mächtigkeit	25 m
Grundwassermächtigkeit	20 m
Flurabstand	5 m
Volumetrische Wärmekapazität	2.0 MJ/(m ³ ·K)
Wärmeleitfähigkeit	2.0 W/(m·K)
Hydraulische Leitfähigkeit	1·10 ⁻³ m/s
Einzugsgebiet (Moräne)	
Breite	1'200 m
Länge	2'000 m
Mächtigkeit	25 m
Volumetrische Wärmekapazität	2.1 MJ/(m ³ ·K)
Wärmeleitfähigkeit	2.6 W/(m·K)
Hydraulische Leitfähigkeit	1·10 ⁻⁵ m/s

Stauer (Molasse)	
Breite	1'200 m
Länge	2'000 m
Mächtigkeit	60 m
Volumetrische Wärmekapazität	2.1 MJ/(m ³ ·K)
Wärmeleitfähigkeit	2.6 W/(m·K)
Hydraulische Leitfähigkeit	1·10 ⁻¹⁵ m/s
Allgemeine Parameter	
Porosität	0.2
Longitudinale Dispersion	5.0 m
Laterale Dispersion	0.5 m
Grundwasserneubildung durch Niederschlag	174 mm/a
Flurabstand beim Abfluss (Festpotenzial)	2 m
Geothermischer Wärmestrom	0.065 W/m ²

Anhang 2 Relevanzmatrix

Geodaten	Datenverfügbarkeit		Qualität		Akquisition bei den Kantonen	Relevant für die Berechnung
	Kanton	Bund	Kanton	Bund		
Grundwasservorkommen	✓	✓	✓	x	✓	✓
Grundwassermächtigkeit	✓	✓	✓	x	✓	
Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	✓	✓	✓	x	✓	✓
Flurabstand (Mittelwasserstand)	x	x	x	x	✓	✓
Hydraulische Leitfähigkeit	x	x	x	x	✓	
Porosität	x	x	x	x	✓	
Fliessrichtung	✓	✓	✓	x	✓	
Grundwassermodelle (2D/3D)	x	x	✓	x	✓	
Geologisches 3D-Modell der Lockergesteins-Grundwasserleiter	x	x	✓	x	✓	
Schutzzonen	✓	✓	✓	x	✓	
Vorschriften zum Kühlen	✓	✓	✓	x	✓	
Niederschlag	x	✓	x	✓	x	✓
Evapotranspiration	x	✓	x	✓	x	✓
Einzugsgebiete	x	✓	x	✓	x	✓
Wärmestromdichte	x	✓	x	✓	x	✓

Anhang 3 Datenverfügbarkeit pro Kanton

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		afu_gruw_20221212.shp		abgelegt als PDF			Gemäss Wissensstand. Die Grundwasserkarte wird jährlich aktualisiert.
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw		afu_gws2_20201203.shp afu_gws3_20191118.shp		abgelegt als PDF			Für die tieferen Grundwasserstockwerke ist die Datenlage bescheiden.
3	Grundwassermächtigkeit	03_M		afu_gruw_20221212.shp		abgelegt als PDF		gleiche Grundlage wie 01_V	
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		afu_gwisoh_20221212.shp		abgelegt als PDF			
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		2013 wurden die Grundwasserisohypsen für die Hochwasserstände ermittelt. Diese Daten sind nicht aktuell und auch nicht öffentlich. Für allfälligen internen Gebrauch
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr		afu_gwfluss_20191118.shp		abgelegt als PDF			
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		In einer Datenbank (georeferenziert) haben wir k-Werte erfasst - unvollständig
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		geoquat
15	Schutzzonen	15_Schz		afu_gwszone_20230427.shp afu_gsbereich_20221208.shp afu_gwsareal_20210419.shp		abgelegt als PDF			Daten sind aktuell. Im ÖREB-Kataster sind auch die Schutzzonelemente öffentlich einsehbar.

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Ampelsystem früher

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	a) Zugriff auf anderes Datenformat (WMS, SHP, GDB) möglich oder
orange	3	a) auf Anfrage verfügbar, Datenformat unklar
rot	4	keine Daten vorhanden (bzw. nicht klar, ob auf Anfrage verfügbar) -> weitere Abklärung nötig

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		Grundwasser_Flaechen; Grundwasser_Detail					
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M		Grundwasser_Flaechen					
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		Hydrologische_Anlagen_Isophysen					
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr					keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz		Gewaesserschutzbereich_Ao; Gewaesserschutzbereich_Au; Grundwasserschutzareal; Grundwasserschutzzonen; Grundwasserschutzzonen_prov					

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V					keine Daten vorhanden		
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M					keine Daten vorhanden		
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW					keine Daten vorhanden		
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr					keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfließ- geschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz							

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		GW25_GWVO.shp GW25_GWVU.shp		abgelegt als PDF			
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw		GW25_GWVO.shp GW25_GWVU.shp		abgelegt als PDF		gleicher Datensatz wie 01_V	
3	Grundwassermächtigkeit	03_M		GW25_GWVO.shp GW25_GWVU.shp		abgelegt als PDF		gleicher Datensatz wie 01_V	
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		GW25_GWSP.shp		abgelegt als PDF			
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW		GW25_GWSP.shp		abgelegt als PDF		gleicher Datensatz wie 04_I_NW	Meist nur GW-Mittelstand, in einzelnen Aquiferen und bei Grundwassermodellen auch Hoch- und Tiefstand nur bei GW-Modellen
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserflussrichtung	08_Fr		GW25_GWFL.shp		abgelegt als PDF			
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw		TRALIN_TRALIN.shp		abgelegt als PDF			Datensatz Markierversuche
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		Datensatz Markierversuche
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Daten komplett vorhanden, nicht frei verfügbar		Perimeter kann exportiert werden
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					nicht frei verfügbar		Voxel-Modell Swisstopo
15	Schutzzonen	15_Schz		GSK25_GSK.shp GSK25_GSKUL.shp		abgelegt als PDF			

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	D1_V		v_gw_bereich	Grundwasserkarte Lockergestein	abgelegt als PDF			Vorbehalte zur Grundwasserisohypsenkarte (Grundwasserkarte für Lockergesteine in den Talgrundwasserleitern): Aufgrund der gewählten Methodik, der weitestgehend automatisierten Erstellung der Karte sowie der heterogenen Datenqualität und Verteilung sind die Ergebnisse der Grundwasserisohypsenkarte und deren Layer (Grundwasserstand, Flurabstand und Mehr Informationen bezüglich der gewählten Methodik finden Sie rechts vom Layer "Grundwasserisohypsen", wenn Sie auf das Symbol Grundwassermächtigkeit) mit Unsicherheiten behaftet. Eine Aktualisierung des Datenbestandes erfolgt im Fall von neuen Erkenntnissen in Teilgebieten und genauerer Datenlage. https://www.geo.bl.ch/geoview_dokumente/Grundwasser/mehr_info.png drücken.
2	Grundwasserstockwerke	D2_Stw		v_gw_stockwerk		abgelegt als PDF	keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	D3_M		v_gw_maechtigkeit	Grundwasserkarte Grundwassermächtigkeit Hochwasser Grundwasserkarte Grundwassermächtigkeit Niedrigwasser Grundwasserkarte Grundwassermächtigkeit Mittelwasser	abgelegt als PDF			
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	D4_I_MW		v_gw_mq_contour_bl	Grundwasserkarte Niedrigwasser Grundwasserkarte Mittelwasser	abgelegt als PDF			
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	D5_I_HW		v_gw_hq_contour_birs_rhein	Grundwasserkarte Ho chwasser	abgelegt als PDF			
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	D6_F_MW		v_gw_mq_flurabstand	Grundwasserkarte Flurabstand Niedrigwasser Grundwasserkarte Flurabstand Mittelwasser	abgelegt als PDF			
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	D7_F_HW		v_gw_hq_flurabstand	Grundwasserkarte Flurabstand Hochwasser	abgelegt als PDF			
8	Grundwasserfließrichtung	D8_Fr					keine Daten vorhanden		Liesse sich aus der Isohypsenkarte ableiten. Die Isohypsenkarte ist vollständig und frei verfügbar
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	D9_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	D10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	D11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	D12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	D13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	D14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		Es gibt für Teilgebiete numerische Modelle, allerdings liegen diese dem Kanton nicht vor. Nutzungsvereinbarungen mit den Erstellern der Modell (Geologiebüros) gibt es keine.
15	Schutzonen	D15_Schz		GWS_AREAL_RG.shp GWS_BEREICH.shp GWS_ZONEN_AUSSERHALB_BG.shp GWS_ZONEN_RG.shp					In Bearbeitung, liegt in ca. 3 Jahren vollständig vor

WMS Link <https://geowms.bl.ch/>

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	GN_GrundwasserleiterLockerstein					verfügbar als WFS, Shapefile, WMS	Grundbuch- und Vermessungsamt Fachstelle für Geoinformation Kundenzentrum Grundbuch- und Vermessungsamt Dufourstrasse 40 4001 Basel Telefon+41 61 267 92 85 gva@bs.ch
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M	GN_GrundwasserleiterLockerstein						
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	GN_IsohypseMittelwasser					verfügbar als WFS, Shapefile, WMS	Grundbuch- und Vermessungsamt Fachstelle für Geoinformation Kundenzentrum Grundbuch- und Vermessungsamt Dufourstrasse 40 4001 Basel Telefon+41 61 267 92 85 gva@bs.ch
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW	GN_IsohypseHochsthochwasser					verfügbar als WFS, Shapefile, WMS	Grundbuch- und Vermessungsamt Fachstelle für Geoinformation Kundenzentrum Grundbuch- und Vermessungsamt Dufourstrasse 40 4001 Basel Telefon+41 61 267 92 85 gva@bs.ch
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr					keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_KLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Porc					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					nicht frei verfügbar		nicht öffentlich
14	Geologisches 3D Modell des Lockerstein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					nicht frei verfügbar		
15	Schutzzone	15_Schz	GN_Gewässerschutzbereiche GN_Grundwasserschutzzone					verfügbar als WFS, Shapefile, WMS	SPRING (finité Elemente) : Basel-Stadt: Nicht öffentlich Grundbuch- und Vermessungsamt Fachstelle für Geoinformation Kundenzentrum Grundbuch- und Vermessungsamt Dufourstrasse 40 4001 Basel Telefon+41 61 267 92 85 gva@bs.ch

WFS Link Grundwasser <https://wfs.geo.bs.ch/?SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=GetCapabilities>
WFS Link Gewässerschutz <https://wfs.geo.bs.ch/?SERVICE=WFS&VERSION=2.0.0&REQUEST=GetCapabilities>

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometradaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	sri/Aquiferes_de_1_inventaire_des_eaux_souterraines				Daten komplett vorhanden und nicht frei verfügbar		Géodonnée inventaire des aquifères publics
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw	sri/Horizons_sourciers_de_1_inventaire_des_eaux_souterraines				Daten teilweise vorhanden		Géodonnée aquifère karstiques + admissibilité des sondes géothermiques ; information indirecte (pas de géodonnée spécifique)
3	Grundwassermächtigkeit	03_M					Daten teilweise vorhanden		Champ dans géodonnée inventaire des aquifères publics (pas de géodonnée spécifique)
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW					Keine Daten vorhanden		Pas de donnée disponible
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					Keine Daten vorhanden		Pas de donnée disponible
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					Keine Daten vorhanden		Pas de donnée disponible
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					Keine Daten vorhanden		Pas de donnée disponible
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr					Keine Daten vorhanden		Pas de donnée disponible
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		Pas de donnée disponible
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_Kleit					Keine Daten vorhanden		Champ dans géodonnée inventaire des aquifères publics (pas de géodonnée spécifique ; pas quantifiée)
11	Porosität	11_Poro					Keine Daten vorhanden		Champ dans géodonnée inventaire des aquifères publics (pas de géodonnée spécifique ; pas quantifiée)
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Daten teilweise vorhanden		Information indirecte obtenue par certains relevés de sondes géothermiques (pas de géodonnée spécifique ; pas numérisée)
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Keine Daten vorhanden		Pas de donnée disponible
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Keine Daten vorhanden		Quelques données internes au Service de l'environnement (pas de géodonnée spécifique ; pas de modèle numérique) Non, pas actuellement. Planifiée d'ici quelques années
15	Schutzonen	15_Schz	sri/Zones_de_protection_des_eaux_souterraines_RDPPP				Daten komplett vorhanden und frei verfügbar		Géodonnée Carte de protection des eaux

WFS Link Grundwasser https://geo.fr.ch/ags/services/OpenData/Aquiferes_de_1_inventaire_des_eaux_souterraines/MapServer/WFSServer
https://geo.fr.ch/ags/services/OpenData/Horizons_sourciers_de_1_inventaire_des_eaux_souterraines/MapServer/WFSServer
WFS Link Gewässerschutz https://geo.fr.ch/ags/services/OpenData/Zones_de_protection_des_eaux_souterraines_RDPPP/MapServer/WFSServer?

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		GOL_HYDRO_NAPPE.shp		abgelegt als PDF			
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw		GOL_HYDRO_NAPPE.shp		abgelegt als PDF			
3	Grundwassermächtigkeit	03_M					Daten teilweise vorhanden		
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		GOL_ISOPIEZE.shp		abgelegt als PDF	keine Daten vorhanden	In Umfrage als nicht vorhanden, SHP kann aber heruntergeladen werden	
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserflussrichtung	08_Fr					keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserflussgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz		GOL_SECTEURS_PROTECT_EAUX.shp		abgelegt als PDF			

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	ch.gl.inlandwaters.grundwasservorkommen			https://www.geo.lu.ch/meta?metauid=GRWASXXX_COL	Keine Daten vorhanden		
2	Grundwassersockwerke	02_Stw					Keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M					Keine Daten vorhanden		
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	ch.gl.inlandwaters.grundwasser-isohypsen				Keine Daten vorhanden		
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					Keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					Keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					Keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr					Keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					Keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					Keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz	ch.gl.inlandwaters.gxareal ; ch.gl.inlandwaters.gxzonen						

WFS Link Grundwasser <https://wfs.geo.gl.ch>
WFS Link Gewässerschutz <https://wfs.geo.gl.ch>

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V				https://www.geo.lu.ch/metadata	Keine Daten vorhanden		
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					Keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M					Keine Daten vorhanden		
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	ms:Grundwasser_Normalstand						
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW	ms:Grundwasser_Hochstand						
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW	ms:Flurabstand						
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					Keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr					Keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					Keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					Keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz		GWSZonen-Areal.shp GS Bereiche.shp GWSZonen-Zone.shp					

WFS Link Grundwasser <https://wfs.geo.gr.ch/grundwasser>
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		envw_mw_06_30_inventaire_nappes_eau_souterraine.shp					
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M					keine Daten vorhanden		
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW					keine Daten vorhanden		
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr					keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz		gwzone.shp gwasareal.shp gwbereich.shp					

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		GRWASBRN_V3_LI; GRWASLIG_V1_PY		https://www.geo.lu.ch/meta?metauid=GRWASXXX_COL			
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw		GRWASLIG_V1_PY					
3	Grundwassermächtigkeit	03_M		GRWASLIG_V1_PY					
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		GRWASISO_V2_LI					
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					Keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					Keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					Keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr		GRWASFPF_V3_LI					
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					Keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					Keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz		GRWSAREA_V2_PY; GRWSZONE_V3_PY; GWSBAUAO_V1_PY; GWSZZUZO_V2_PY					

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V					Keine Daten vorhanden		
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					Keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M					Keine Daten vorhanden		
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW					Keine Daten vorhanden		
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					Keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					Keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					Keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr					Keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfließ- geschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					Keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					Keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz							

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometradaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aktualität	Bemerkung bzgl. Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		gewun_gwvh_gwleiter_grundwassergebiet			Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	MGDM Bund in Umsetzung
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw		gewun_gwvh_gwleiter_unteres_grundwasserstockwerk			Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	Gebiet mit Stockwerkbau als Fläche ausgeschieden (Ennetbürgen, Buochs); MGDM Bund in Umsetzung
3	Grundwassermächtigkeit	03_M		gewun_gwvh_gwleiter_grundwassergebiet			Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	Attribut mit <10 m, 10-20 m, >20 m; MGDM Bund in Umsetzung
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		gewun_gwvh_grundwasserspiegel_mittel; gewun_gwvh_grundwasserspiegel_mittel_st			Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	MGDM Bund in Umsetzung
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW		gewun_gwvh_grundwasserspiegel_maximal			Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	kein statistischer Hochwasserstand, sondern ereignisorientiert (Hochwasser 2005, 1999)
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW		gewun_gwvh_flurabstand_bei_mittelstand_fla; gewun_gwvh_flurabstand_bei_mittelstand_pkt			Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW		gewun_gwvh_flurabstand_bei_hochstand_fla; gewun_gwvh_flurabstand_bei_maximalstand_pkt			Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr					Daten komplett vorhanden und frei verfügbar		ersichtlich aus Isohypsen
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLet					Daten teilweise vorhanden		Bestandteil GW-Modell (Modell deckt nur Teil des GW-Gebiets ab)
11	Porosität	11_Poro					Daten teilweise vorhanden		Bestandteil GW-Modell (Modell deckt nur Teil des GW-Gebiets ab)
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Daten teilweise vorhanden		Bestandteil GW-Modell (Modell deckt nur Teil des GW-Gebiets ab)
13	2D/3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Daten komplett vorhanden und nicht frei verfügbar		Modell deckt nur Teil des GW-Gebiets ab (Dallenwil, Oberdorf, Stans, Stansstad, Ennetbürgen, Buochs)
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Daten teilweise vorhanden		Modell soweit wie für GW-Modell nötig vorhanden 3D-Grundwasserströmungsmodell (FEFLOW) für GW-Gebiet Dallenwil, Oberdorf, Stans, Stansstad, Ennetbürgen, Buochs
15	Schutzzonen	15_Schz	https://wfs.geodienste.ch/planerischer_gewaesserschutz_v1.1/deu/				Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	Datenbezug bei GIS Daten AG (https://www.gis-daten.ch/) https://www.gis-daten.ch/map/nw_grundwasserthemen	sind im OREB Konzessionspflicht (Art. 100 Gewässergesetz) - https://gesetze.nw.ch/app/de/texts_of_law/631.1

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz https://wfs.geodienste.ch/planerischer_gewaesserschutz_v1.1/deu/

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar
rot	4	

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		gewun_gwvh_gwleiter_grundwassergebiet; gewun_gwvh_gwleiter_profil			Daten teilweise vorhanden	GIS DATEN AG SARNEN, sarnen@gis-daten.ch	Für die Gemeinden Sarnen und Engelberg gibt es detaillierte Informationen, die jedoch nicht als Geodaten vorliegen.
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					Keine Daten vorhanden		
3	Grundwassermächtigkeit	03_M		gewun_gwvh_gwleiter_grundwassergebiet.shp			Keine Daten vorhanden		aus Datensatz Niedwalden
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		gewun_gwvh_isohypse_mittel			Keine Daten vorhanden		
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW		gewun_gwvh_isohypse_hoch			Keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW		gewun_gwvh_flurabstand_bei_mittelstand_fla			Keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW		gewun_gwvh_flurabstand_bei_hochstand_fla			Keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr					Keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					Keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					Keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Keine Daten vorhanden		Nein
15	Schutzzonen	15_Schz	https://wfs.geodienste.ch/planerischer_gewaesserschutz_v1_1_1/deu?				Daten komplett vorhanden und frei verfügbar	GIS DATEN AG SARNEN, sarnen@gis-daten.ch	

WFS Link Grundwasser

WFS Link Gewässerschutz https://wfs.geodienste.ch/planerischer_gewaesserschutz_v1_1_1/deu?

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS, REST, ...)	Geometradaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Akquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		GWVK_LEITER.shp				weitere Informationen zum GW Inventar in den Layern: GWINV_GEBIET.shp GWINV_VORKOMMEN.shp GWP_PROFIL_L.shp (Profillinien GW)	Im Geoportal vorhanden, Daten können bezogen werden
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw		GWVK_STOCKWERK.shp					Im Geoportal vorhanden, Daten können bezogen werden
3	Grundwassermächtigkeit	03_M		GWVK_LEITER.shp					Im Geoportal vorhanden, Daten können bezogen werden
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		GWVK_ISOHYPSEMITTL.shp					Im Geoportal vorhanden, Daten können bezogen werden
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		Im Geoportal vorhanden, Daten können bezogen werden
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		nicht vorhanden
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		muss gerechnet wrden
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr					keine Daten vorhanden		nicht vorhanden
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		mit Pfeilen in Karte dargestellt; Grundwassermodell teilweise vorhanden, sehr aufwändiges thermisches Modell von Rheintal vorhanden
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		Gefälle kann gerechnet werden, k-Werte bei einigen Bohrungen bekannt, bei Grundwassermodellen in diesen integriert. 3D Geologie mit Angaben zu einzelnen Lithostrat. Schichten in Arbeit.
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		Lokal bei externen Partnern
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		lokal bei externen Partnern. Im Rheintal gibt es zwei Modelle, westlich von St.Gallen ein kleines, Bohrdaten werden in den nächsten Daten lithostratigrafisch erfasst, inkl. vielen hydrogeologischen Angaben. Weitere Grundwassermodelle sind in Planung. Die Umsetzung wird noch einige Jahre dauern.
15	Schutzonen	15_Schz		GWSAriael.shp GWSZone_S1.shp GWSZone_S2.shp GWSZone_S3.shp					

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometradaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	sh.umwelt.grundwasser.grundwasserleiter; sh.umwelt.grundwasser.deckschicht						
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw	sh.umwelt.grundwasser.grundwasserleiter						
3	Grundwassermächtigkeit	03_M	sh.umwelt.grundwasser.grundwasserleiter						
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	sh.umwelt.grundwasser.isohypsen; sh.umwelt.grundwasser.quellhorizonte						
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					Keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW	sh.umwelt.grundwasser.flurabstand						
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					Keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr	sh.umwelt.grundwasser.wasserscheide						
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					Keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kleit					Keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					Keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					Daten teilweise vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					Keine Daten vorhanden	ein 2-D-Modell ist in Arbeit und dürfte anfangs 2024 für einen Teil des Kantons fertig sein	
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					Keine Daten vorhanden	Nein, wir haben den Auftrag für ein Grundwassermodell kürzliche vergeben und erwarten Ende Jahr eine 1. Version. Ich gehe davon aus, dass es anfangs 2024 fertig ist (Teilgebiete Schaffhausen-Neuhausen sowie Klettgau). Die weiteren Teillebiete folgen später.	
15	Schutzzonen	15_Schz	ch.Datenmodell_geodienste.ch	https://geodienste.ch/downloads/planerischer_gewaesserschutz/data	format=pkg&cantons=SH				

WFS Link Grundwasser <https://wfs.geo.sh.ch/wfs?SERVICE=WFS&REQUEST=GetCapabilities>
WFS Link Gewässerschutz https://geodienste.ch/db/planerischer_gewaesserschutz_v1_1_1/deu?SERVICE=WFS&REQUEST=GetCapabilities

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V			Grundwassergeometrie			gemäss Umfrage verfügbar --> anfordern	wird nachgeliefert
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					Daten teilweise vorhanden		wird nachgeliefert
3	Grundwassermächtigkeit	03_M			Grundwassergeometrie			gemäss Umfrage verfügbar --> anfordern	wird nachgeliefert
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW			Grundwassergeometrie			gemäss Umfrage verfügbar --> anfordern	wird nachgeliefert
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW			Grundwassergeometrie			gemäss Umfrage verfügbar --> anfordern	wird nachgeliefert
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr						gemäss Umfrage verfügbar --> anfordern	Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw							Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					Daten teilweise vorhanden		Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
11	Porosität	11_Poro							Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert							Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW							Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig)
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA							Daten nur in den drei GW-Vorkommen mit vorhandenen GW-Modellen (Wasseramt, Gäu, Niederamt) vorliegend & nicht frei verfügbar (Aufarbeitung notwendig). Wasseramt (Recherswil bis Solothurn); Felflow - Niederamt (Oten bis Aarau); Felflow - Gäu (Oensingen bis Otten); Spring (veraltet, in Überarbeitung)
15	Schutzzonen	15_Schz		schutzzone.shp schutzareal.shp gewaesserschutzbereich.shp				Download aus Geoportal erfolgreich	wird nachgeliefert

WMS Link Grundwasser <https://geo.so.ch/api/wms>
WFS Link Gewässerschutz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
grün	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
gelb	3	Produkt als WMS verfügbar
orange	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	ch.sz.a027.gebiet_geringer_durchlaessigkeit ch.sz.a027.vorfluter_infiltrant ch.sz.a027.grundwasservorkommen_undurchlaessige_deckschicht						Sämtliche bekannte Grundwasservorkommen sind erfasst und frei verfügbar
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw	ch.sz.a027.grundwasservorkommen_grundwasserleiter_lockergestein_stockwerk_tief						Für sämtliche bekannte Grundwasserleiter Fest- und Lockergestein sowie für Gebiete geringer Durchlässigkeit, soweit bekannt, erfasst
3	Grundwassermächtigkeit	03_M	ch.sz.a027.grundwasservorkommen_grundwasserleiter_lockergestein_maechtigkeit						Unterteilung in sehr mächtig (>20m), mächtig (10-20m), mittel (2-10m), gering (<2m), unbekannt
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	ch.sz.a027.grundwasservorkommen_isohypse_mittelwasserstand						
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW	ch.sz.a027.fliessrichtung_vermutet_hochwasserstand						
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr	ch.sz.a027.fliessrichtung_nachgewiesen_mittelwasserstand ch.sz.a027.fliessrichtung_nachgewiesen_hochwasserstand						Grundwasserfließrichtung nachgewiesen und vermutet sind vorhanden
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		Ist erfasst, dort wo die Vorkommen bekannt sind
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		Ist modelliert (jedoch nicht im Zusammenhang mit Grundwasser) und sollte in nächster Zeit auch publiziert werden (für internen Gebrauch zunächst gedacht). Die Erfassung selbst könnte sich jedoch ziemlich in die Länge ziehen
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		Ist modelliert (jedoch nicht im Zusammenhang mit Grundwasser) und sollte in nächster Zeit auch publiziert werden (für internen Gebrauch zunächst gedacht). Die Erfassung selbst könnte sich jedoch ziemlich in die Länge ziehen
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		
15	Schutz zonen	15_Schz	ch.sz.a013a.planerischergwaesserschutz_gwszonen.status.gwszone ch.sz.a013a.planerischergwaesserschutz_gwszonen.gwszone ch.sz.a013a.planerischergwaesserschutz_gwszonen.gwsareal						

WFS Link https://map.geo.sz.ch/mapserv_proxy?SERVICE=WFS&REQUEST=GetCapabilities

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	ms:ugwgwassl; ms:ugwgwassU; ms_ugwgwassB						
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw	ms:stockwerkbau						
3	Grundwassermächtigkeit	03_M	ms:ugwgwassl; ms:ugwgwassU; ms_ugwgwassB; ms:gleiche_maechtigkeit						
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	ms:Isohypsen_Mittelwasserstand						
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr	ms:ugwflies; ms:ugwflies_old						
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		
15	Schutzzonen	15_Schz	ms:uebergangszonen; ms:ugszonen3; ms:ugszonen2_Uebersicht; ms:ugsareal; ms:bereiche; ms:ugszonen1; ms:ugszonen2						

WFS Link Grundwasser

https://ows.geo.tg.ch/geofy_access_proxy/grundwasserkarte?Service=WFS&Version=2.0.0&Request=GetCapabilities

WFS Link Gewässerschutz

https://ows.geo.tg.ch/geofy_access_proxy/gewaesserschutzkarte?Service=WFS&Version=2.0.0&Request=GetCapabilities

Ampelsystem neu

Farbe Nummer

grün 1

gelb 2

orange 3

rot 4

Bedeutung

Produkt als WFS Daten vorhanden

Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)

Produkt als WMS verfügbar

a) es existieren keine Daten

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS, REST, ...)	Geometradaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V		Monitored_acquifers.shp					zugestellt durch das Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw						nicht frei verfügbar, teilweise vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
3	Grundwassermächtigkeit	03_M							Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW		contour_yyyy.shp				nicht frei verfügbar, teilweise vorhanden	zugestellt durch das Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch) - Jährliche Grundwasserspiegel für die Jahre 2013 bis 2022 als Shapefiles und Rasterdaten - Per gli acquiferi più importanti elaboriamo livelli medi anno per anno dal 2013. La copertura non è uniforme. Inoltre abbiamo uno shapefile derivato dalle carte degli anni '70-79 con qualche errore da verificare
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW						nicht frei verfügbar, teilweise vorhanden	
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW						nicht frei verfügbar, komplett vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW						nicht frei verfügbar, komplett vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr						nicht frei verfügbar, komplett vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw						nicht frei verfügbar, komplett vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kl.et		Prove_di_pompaggio_Ticino.shp					Dati da monitoraggio acque sotterranee zugestellt dur das Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch) Dati da prove recenti di pompaggio e di infiltrazione Nello shape "Prove di pompaggio Ticino.shp": - la colonna "PERMEABIL" contiene il valore di conducibilità idraulica espressa in m/s (=colonna "Permeabili" beinhaltet die hydraulische Konduktivität in m/s) - la colonna "DURATA PRO" contiene la durata della prova di pompaggio in ore (dove disponibile); (= die Kolonne "Durata Pro" beinhaltet die Dauer des Pumpversuchs in Stunden, dort wo verfügbar) - la colonna LOG_K contiene il logaritmo in base 10 della cond. Idraulica. - la colonna "log_K" beinhaltet den Logarithmus zur Basis 10 der hydraulischen Leitfähigkeit
11	Porosità	11_Poro						nicht frei verfügbar, teilweise vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert						nicht frei verfügbar, teilweise vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW						nicht frei verfügbar, teilweise vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch) Alcuni modelli idrogeologici disponibili in formato FEFLOW presso l'Istituto scienze della Terra della SUPSI.
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA						keine Daten vorhanden	Istituto scienze della Terra-SUPSI (ist@supsi.ch)
15	Schutzzonen	15_Schu		ch_132_1_v1_1_ree_protezione_acque_sotterranee_validite ch_132_1_v1_1_ree_protezione_acque_sotterranee_indicative ch_130_1_v1_1_settori_protezione_acque					Ufficio protezione acque e approvvigionamento idrico (dt-upsai@ti.ch)

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz http://wfs.geo.ti.ch/7MAPs/project/wfs_ch.ogz

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
rot	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometradaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	umwelt_grundwasserleiter_bearndung						
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw	umwelt_grundwasserleiter_durchlaessigkeiten			als PDF abgelegt		keines Umfrage und Geoportal via WFS verfügbar, nicht gefunden	
3	Grundwassermächtigkeit	03_M	umwelt_grundwasserleiter_maechtigkeit			als PDF abgelegt		keines Umfrage und Geoportal via WFS verfügbar, nicht gefunden	
4	Grundwassersohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	umwelt_isohypsen			als PDF abgelegt		keines Umfrage und Geoportal via WFS verfügbar, nicht gefunden	
5	Grundwassersohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW	umwelt_isohypsen			als PDF abgelegt			
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW			keine Daten vorhanden				
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW			keine Daten vorhanden				
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr			keine Daten vorhanden				
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw			keine Daten vorhanden				
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kleit			keine Daten vorhanden				
11	Porosität	11_Poro			keine Daten vorhanden				
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert			keine Daten vorhanden				
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW			keine Daten vorhanden				
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA			keine Daten vorhanden				
15	Schutzzone	15_Schz	raumplanung:ch131_dif_grundwasserschutzzone raumplanung:ch131_prj_grundwasserschutzzone_inkraft raumplanung:ch131_prj_grundwasserschutzzone_provisorisch raumplanung:ch131_rkr_grundwasserschutzzone_inkraft raumplanung:ch131_rkr_grundwasserschutzzone_provisorisch raumplanung:ch132_prj_grundwasserschutzzone raumplanung:ch132_rkr_grundwasserschutzzone			als PDF abgelegt			

WFS Link Grundwasser <https://geo.ur.ch/wfs?request=getCapabilities>
WFS Link Gewässerschutz <https://geo.ur.ch/wfs?request=getCapabilities>

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V			vd.extension_nappe_sup_pot_exploitable		Daten teilweise vorhanden, nicht frei verfügbar	Daten können kostenpflichtig bezogen werden: - Grundwasservorkommen: https://viageo.ch/catalogue/donnee/201086	
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw			vd.extension_nappe_sup_pot_exploitable		Daten teilweise vorhanden, nicht frei verfügbar	Daten können kostenpflichtig bezogen werden: - Grundwasservorkommen: https://viageo.ch/catalogue/donnee/201086	
3	Grundwassermächtigkeit	03_M							
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW							
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW							
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW							
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW							
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr							
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw							
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit							
11	Porosität	11_Poro							
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert							
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW							
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA							
15	Schutzzonen	15_Schz			Gewässerschutzgebiete: vd.secteur_protection_eau Gewässerschutzzonen: vd.zone_protection_eau		Daten sind nicht frei verfügbar	Daten können kostenpflichtig bezogen werden: - Gewässerschutzgebiete: https://viageo.ch/catalogue/donnee/9476 - Gewässerschutzzonen: https://viageo.ch/catalogue/donnee/9687	

WMS Link Grundwasser <https://www.ogc.vd.ch/public/services/OGC/wmsVD/Mapserver/WMSserver?>
WMS Link Gewässerschutz <https://www.ogc.vd.ch/public/services/DGC/wmsVD/Mapserver/WMSserver?>

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometradaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Akquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V			https://services1.arcgis.com/MiW8szDzrpCa/arcgis/rest/services/nappe_phreatique/FeatureServer		Daten teilweise vorhanden	Datenafrage per Formular notwendig + Vereinbarung Datennutzung	
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw					keine Daten vorhanden		
3	Grundwasserneubildigkeit	03_M					keine Daten vorhanden		
4	Grundwasserisohypsen (Mittewasserstand)	04_I_MW						Datenafrage per Formular notwendig + Vereinbarung Datennutzung	
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW						Datenafrage per Formular notwendig + Vereinbarung Datennutzung	
6	Flurabstand (Mittewasserstand)	06_F_MW			https://services1.arcgis.com/MiW8szDzrpCa/arcgis/rest/services/nappe_phreatique/FeatureServer			minimaler Flurabstand Datenafrage per Formular notwendig + Vereinbarung Datennutzung	
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW						Datenafrage per Formular notwendig + Vereinbarung Datennutzung	
8	Grundwasserfließrichtung	08_Fr					keine Daten vorhanden		
9	Grundwasserfließgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kleit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzürträge aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden	Pour les besoins des projets de construction, beaucoup de modèles EFFLOW notamment existent, mais sont liés à des projets en particulier et ne sont pas archivés de manière systématique au niveau du canton et ne sont pas disponibles au public. Un effort considérable devrait être investi pour recueillir, harmoniser et compiler tous ces modèles. Toutefois, cette tâche permettrait de capitaliser sur les travaux effectués et ajouter une plus-value intéressante sur la connaissance hydrogéologique et géologique cantonale. Pour les besoins des tâches de coordination, des modèles géologiques régionaux ont récemment été développés dans le cadre de démarches cantonales qui ont bénéficiées de l'appui du Service géologique national et de différents instituts de recherche. Les outils consolidés sont destinés à la planification du sous-sol, l'utilisation de ses ressources et l'évaluation des impacts environnementaux. A l'heure actuelle, un modèle régional d'écoulement souterrain de la nappe du Rhône, basé sur une valorisation des données du cadastre cantonal des forages et les données de la surveillance cantonale des eaux souterraines, est disponible pour la région de Vélge. A titre informatif, pour le territoire karstique du canton (Nord des Alpes et Chablais), 8 modèles géologiques régionaux 3D ont de plus été développés dans le cadre de la documentation des systèmes hydrogéologiques associés.	
15	Schutzzonen	15_Schz			https://services1.arcgis.com/MiW8szDzrpCa/arcgis/rest/services/eaux_souterrainesSPE/FeatureServer	https://www.geocat.ch/geonetwork/srv/app/record/ba/4535-0454-4abb-b422-992588e44d5?format=pdf_full_fr&language=fr		En Valais, il existe un ancien Arrêté concernant les conditions d'utilisation des eaux souterraines, des lacs et des cours d'eau à des fins thermo-énergétiques (730.102 : https://lexvs.ch/app/f/texts_of_law/730.102). Celui-ci est notamment basé sur les prescriptions de la législation sur la protection des eaux et limite les modifications de température induites ($\Delta T \leq 3^\circ C$). La gestion thermique des nappes est actuellement débattue dans le cadre de la consultation du projet de nouvelle loi cantonale sur l'énergie. Des modifications de la loi cantonale sur la protection des eaux sont également à l'étude dans ce contexte. Celles-ci concernent la précision des tâches cantonales et communales à même d'assurer l'évaluation des potentiels géothermiques et la gestion coordonnée des nappes phréatiques. Eu égard aux besoins identifiés (N.B. en Valais, propriété communale des eaux souterraines), un modèle de règlement sur la géothermie de faible et moyenne profondeur serait utile dans ce contexte pour assurer une pratique cohérente à l'échelle de la plaine du Rhône.	

WFS Link Grundwasser
WFS Link Gewässerschutz
ArcGIS Link Grundwasser https://services1.arcgis.com/MiW8szDzrpCa/arcgis/rest/services/nappe_phreatique/FeatureServer
ArcGIS Link Gewässerschutz https://services1.arcgis.com/MiW8szDzrpCa/arcgis/rest/services/eaux_souterrainesSPE/FeatureServer

Amoelvsstem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS_REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	zg_grundwasservorkommen_grundwasserleiter_lockergestein zg_grundwasservorkommen_deckschichtbegrenzung						
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw	zg_grundwasservorkommen_grundwasserleiter_lockergestein						
3	Grundwassermächtigkeit	03_M	zg_grundwasservorkommen_maechtigkeit						
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	zg_grundwasservorkommen_isohypse						
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW					keine Daten vorhanden		
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr	zg_grundwasservorkommen_fliessrichtung						
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kleit					keine Daten vorhanden		
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		
13	2D/3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					nicht frei verfügbar		Es bestanden ein Grundwassermodell für das Baarerbecken; weitere Messgeschwindigkeiten sind abgeschätzt worden. Es wird von der Jäckli Geologie AG extern im Auftrag des AFU betrieben. Wir haben bereits u.a. für Getotest Zürich abklären lassen, ob dieses Modell anderen zur Verfügung gestellt werden kann; dies scheint aber technisch recht aufwändig zu sein. Das Modell selbst (Geometrie, randbedingungen etc.) zu exportieren ist wenig problematisch, aber alle Details und Feineinstellungen zu übertragen, so dass das Modell identisch in einer anderen Umgebung funktioniert, ist angeblich schwierig. Prinzipiell wäre eine Weitergabe des kantonalen GW-Modells "Baarerbecken" aber möglich. Der Aufwand der Jäckli Geologie müsste berücksichtigt werden.
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					nicht frei verfügbar		
15	Schutzzonen	15_Schz	grundwasserschutzzone_sm_in_kraft grundwasserschutzzone_sh_in_kraft grundwasserschutzzone_s1_in_kraft grundwasserschutzzone_s2_in_kraft grundwasserschutzzone_s3_in_kraft						

WFS Link Grundwasser <https://services.geo.zg.ch/ows/grundwasservorkommen>
WFS Link Gewässerschutz https://geodienste.ch/db/planerischer_gewaesserschutz/deu

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
grün	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Nr.	Parameter	Abkürzung	WFS-Link	Download (Shapefile, Geodatabase, Raster, ...)	andere Links (WMS, ArcGIS REST, ...)	Geometadaten	Verfügbarkeit	Bemerkung zur Aquisition	Bemerkung in Umfrage
1	Grundwasservorkommen	01_V	schotter-grundwasserleiter	GISZHPUB.GS_GW_LEITER_F					
2	Grundwasserstockwerke	02_Stw	Stockwerkbau	GISZHPUB.GS_GW_STOCKWERKBAU_L					die Grundwasserstockwerke sind nur teilweise dargestellt, im Rahmen der Überarbeitung der Grundwasserkarte soll das zunehmend ergänzt werden
3	Grundwassermächtigkeit	03_M	grundwassermaechtigkeiten	GS_GW_MAECHTIGKEIT_L.shp			keine Daten vorhanden	haf: gemäss Umfrage gibt es keine Daten. Dennoch habe ich ein Layer gefunden. Evtl. ist es aber nicht nützlich.	die Grundwasserstockwerke sind nur teilweise dargestellt, im Rahmen der Überarbeitung der Grundwasserkarte soll das zunehmend ergänzt werden
4	Grundwasserisohypsen (Mittelwasserstand)	04_I_MW	isohypsen-mittelwasserstand halbe-isohypsen-mittelwasserstand	GISZHPUB.GS_GW_ISOHPSE_MW_L.shp GS_GW_ISOHPSE_MW_HALB_L.shp					sind als Linien dargestellt, sie sind nicht höhenreferenziert
5	Grundwasserisohypsen (Hochwasserstand)	05_I_HW		GISZHPUB.GS_GW_ISOHPSE_HW_L				haf: Gemäss Umfrage sollte auch eine WFS-Version des Datensatzes	sind als Linien dargestellt, sie sind nicht höhenreferenziert
6	Flurabstand (Mittelwasserstand)	06_F_MW					keine Daten vorhanden		es gibt keine Geodatensätze zum Flurabstand, er muss aus der Differenz Terrainhöhe/Isohypsen bestimmt werden
7	Flurabstand (Hochwasserstand)	07_F_HW					keine Daten vorhanden		es gibt keine Geodatensätze zum Flurabstand, er muss aus der Differenz Terrainhöhe/Isohypsen bestimmt werden
8	Grundwasserfliessrichtung	08_Fr	fliessrichtungen	GISZHPUB.GS_GW_FLISSRICHTUNG_HW_L, GISZHPUB.GS_GW_FLISSRICHTUNG_MW_L					ist teilweise auf der Grundwasserkarte angegeben (Pfeile)
9	Grundwasserfliessgeschwindigkeit	09_Geschw					keine Daten vorhanden		nicht als Geodatensatz vorhanden, Angaben z.T. in Bohrprofilen und hydrogeologischen Berichten vorhanden
10	Hydraulische Leitfähigkeit	10_kLeit					keine Daten vorhanden		nicht als Geodatensatz vorhanden, abschätzbar anhand von Bohrprofilen
11	Porosität	11_Poro					keine Daten vorhanden		nicht als Geodatensatz vorhanden, Angaben z.T. in Bohrprofilen und hydrogeologischen Berichten vorhanden
12	k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen	12_kWert					keine Daten vorhanden		nicht als Geodatensatz vorhanden, Angaben z.T. in Bohrprofilen und hydrogeologischen Berichten vorhanden
13	2D/ 3D Grundwassermodelle (Perimeter)	13_Mod_GW					keine Daten vorhanden		vorhanden, was genau zur Verfügung gestellt werden könnte, muss abgeklärt werden, vermutlich nur sehr begrenzt
14	Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)	14_Mod_LGA					keine Daten vorhanden		kein flächendeckendes Modell vorhanden. Grundwassermodelle (FEFLOW) Limmatal, Eulach und unteres Tössstal vorhanden, diese können aber voraussichtlich nicht zur Verfügung gestellt werden, Information zu K-werten, Flurabstand, Mächtigkeiten aus Bohrdaten lokal vorhanden, aber nicht georeferenziert erfasst
15	Schutzzonen	15_Schz	gwsa-proj grundwasserschutzzonen	GEWAESSERSCHUTZBEREICH_AU_F.shp				als WFS verfügbar: Gewässerschutzzonen S als SHP verfügbar: Gewässerschutzbereich Au	

WFS Link Grundwasser <http://maps.zh.ch/wfs/AwelGrundWaMWZHWFS>
WFS Link Gewässerschutz <http://maps.zh.ch/wfs/OerebKatasterZHWF5>

Ampelsystem neu

Farbe	Nummer	Bedeutung
blau	1	Produkt als WFS Daten vorhanden
gelb	2	Produkt als Download vorhanden (Shapefile, Geodatabase, ...)
orange	3	Produkt als WMS verfügbar
rot	4	a) es existieren keine Daten b) Daten sind nicht frei verfügbar

Geodatensatz	WFS	Download	WMS	nicht vorhanden, nicht verfügbar	
Fließrichtung	5	3		18	26
Fließgeschwindigkeit		1		25	26
Hydraulische Leitfähigkeit		1		25	26
Porosität				26	26
k-Werte oder Wasserzutritte aus Bohrungen				26	26
2D/3D Grundwasser-modelle (Perimeter)				26	26
Geologisches 3D Modell des Lockergestein-Aquifers (Perimeter)				26	26
Schutzzonen	12	10	2	2	26

Anhang 4 Grundwassermodelle

* Bei der folgenden Stellungnahme bzw. Feedbacks wurden z.T. leichte formelle Veränderungen vorgenommen.

Kanton	Stellungnahme bzw. Feedback der kantonalen Fachstellen	Modell vorhanden (Ja, Nein)
Zug (ZG)	Es besteht ein Grundwassermodell für das Baarerbecken (FEFLOW). Es wird von der Firma Jäckli Geologie AG extern im Auftrag des AFU betrieben. Wir haben bereits u.a. für die Firma GEOTEST AG in Zürich abklären lassen, ob dieses Modell anderen zur Verfügung gestellt werden kann. Dies scheint aber technisch recht aufwändig zu sein: Das Modell selbst (Geometrie, Randbedingungen etc.) zu exportieren ist wenig problematisch, aber alle Details und Feineinstellungen zu übertragen, so dass das Modell identisch in einer anderen Umgebung funktioniert, ist angeblich schwierig. Prinzipiell wäre eine Weitergabe des kantonalen GW-Modells "Baarerbecken" aber möglich. Der Aufwand der Firma Jäckli Geologie AG müsste berücksichtigt werden.	Ja
Basel-Landschaft (BL)	Es gibt bei verschiedenen Büros für Teilgebiete numerische Modelle, welche im Rahmen von verschiedenen Projekten erarbeitet wurden (umfasst meist eine oder ein paar wenige Gemeinden). Es gibt aber keine Nutzungsvereinbarungen zwischen dem Kanton und den Büros resp. Auftraggeber dazu. Dies müsste alles zuerst noch geregelt werden.	Ja
St. Gallen (SG)	Im Rheintal gibt es zwei Modelle. Westlich von St.Gallen gibt es ein kleines. Bohrdaten werden in den nächsten Daten lithostratigrafisch erfasst, inkl. vielen hydrogeologischen Angaben. Weitere Grundwassermodelle sind in Planung. Die Umsetzung wird noch einige Jahre dauern.	Ja
Jura (JU)	Non	Nein

Basel-Stadt (BS)	SPRING (finite Elemente); Basel-Stadt; Nicht öffentlich.	Ja
Tessin (TI)	Alcuni modelli idrogeologici disponibili in formato FEFLOW presso l'Istituto scienze della Terra della SUPSI.	Ja
Valais (VS)	<p>Pour les besoins des projets de construction, beaucoup de modèles (FEFLOW notamment) existent, mais sont liés à des projets en particulier et ne sont pas archivés de manière systématique au niveau du canton et ne sont pas disponibles au public. Un effort considérable devrait être investi pour récolter, harmoniser et compiler tous ces modèles. Toutefois, cette tâche permettrait de capitaliser sur les travaux effectués et ajouter une plus-value intéressante sur la connaissance hydrogéologique et géologique cantonale. Pour les besoins des tâches de coordination, des modèles géologiques régionaux ont récemment été développés dans le cadre de démarches cantonales qui ont bénéficiées de l'appui du Service géologique national et de différents instituts de recherche. Les outils consolidés sont destinés à la planification du sous-sol, l'utilisation de ses ressources et l'évaluation des impacts environnementaux. A l'heure actuelle, un modèle régional d'écoulement souterrain de la nappe du Rhône, basé sur une valorisation des données du cadastre cantonal des forages et les données de la surveillance cantonale des eaux souterraines, est disponible pour la région de Viège. A titre informatif, pour le territoire karstique du canton (Nord des Alpes et Chablais), 8 modèles géologiques régionaux 3D ont de plus été développés dans le cadre de la documentation des systèmes hydrogéologiques associés.</p>	Ja
Schwyz (SZ)	Nein	Nein
Nidwalden (NW)	3D-Grundwasserströmungsmodell (FEFLOW) für GW-Gebiet Dallenwil, Oberdorf, Stans, Stansstad, Ennetbürgen und Buochs.	Ja

Fribourg (FR)	Non, pas actuellement. Planifié d'ici quelques années.	Nein
Bern (BE)	Grundwassermodell Emmental, 2D, stationär + instationär, FEFLOW Grundwassermodell Seeland, 2D, stationär + instationär, FEFLOW Die Modelle sind nicht öffentlich verfügbar und werden, wenn überhaupt, nur mit einer vertraglichen Regelung weitergegeben. Die Dokumentationen zu den Modellen sind jedoch auf der AWA-Website aufgeschaltet.	Ja
Schaffhausen (SH)	Nein, wir haben den Auftrag für ein Grundwassermodell kürzlich vergeben und erwarten Ende Jahr eine 1. Version. Ich gehe davon aus, dass es anfangs 2024 fertig ist (Teilgebiete Schaffhausen-Neuhausen sowie Klettgau). Die weiteren Teilgebiete folgen später.	Nein
Aargau (AG)	Es gibt "private" Grundwassermodelle. Die Daten liegen in der Regel bei den Geologiebüros (Firma CSD Ingenieure AG, Jäckli Geologie AG, ...). Die Regionen mit grösseren Modellen sind bekannt.	Ja
Solothurn (SO)	Wasseramt (Rechterswil bis Solothurn); FEFLOW - Niederamt (Olten bis Aarau); FEFLOW - Gäu (Oensingen bis Olten); SPRING (veraltet, in Überarbeitung)	Ja
Obwalden (OW)	Nein	Nein

Anhang 5 Kantonale Vorschriften bezüglich Kühlen mit Grundwasser

Kanton	Stellungnahme bzw. Feedback der kantonalen Fachstellen
Aargau (AG)	Kühlen mit Grundwasser wird grundsätzlich, wie eine Grundwassernutzung behandelt, bewilligt (keine min. oder max. Anlagegrössen). Einhaltung der 3K - 100m Regel bezüglich Abstromfahne und bestehende Nutzungen dürfen nicht negativ beeinträchtigt werden. Je nach Anlagegrösse sind Messungen (auch im Abstrom) erforderlich.
Bern (BE)	Das Wasser ist nach Gebrauch vollständig und unverschmutzt in das Grundwasser, aus welchem es entnommen wurde, zu versickern -Bei einem Grundwasserstockwerkbau muss das entnommene erwärmte Grundwasser wieder in das Entnahme-Stockwerk zurückgegeben werden. Die Temperatur des Grundwassers darf durch Wärmeeintrag gegenüber dem natürlichen Zustand um höchstens 3 °C verändert werden. Im unmittelbaren Umkreis von maximal 100 Metern darf diese Veränderung mehr als 3 °C betragen. Bestehende, konzessionierte Wassernutzung dürfen durch neue Anlagen nicht beeinträchtigt werden.
Basel-Landschaft (BL)	Es darf maximal so viel gekühlt wie erwärmt werden (die Jahresbilanz muss ausgeglichen sein oder aber mehr Wärme- als Kältenutzung).
Basel-Stadt (BS)	Eine reine Kältenutzung ist nicht zulässig und muss mit einer Wärmenutzung kombiniert werden; wobei das Verhältnis der Wärmeeintragsmenge [kWh/a] ins Grundwasser beim Kühlprozess gegenüber der Wärmeentzugsmenge [kWh/a] aus dem Grundwasser über das Jahr hinweg 40:60 betragen muss. die Temperatur des rückversickerten Wassers darf max. 17 °C und die Temperaturdifferenz bei Kältenutzungen max. +3 °C betragen. Weitere Anforderungen können auf der Wegleitung über die Grundwassernutzung im Kanton Basel-Stadt entnommen werden (S. 5/18).
Fribourg (FR)	Non. Seulement les prescriptions légales fédérales sont appliquées.
Genève (GE)	-
Jura (JU)	-

Nidwalden (NW)	Konzessionspflicht nach Art. 100 Gewässergesetz (GewG) vom 12. Februar 2020 des Kantons Nidwalden.
Obwalden (OW)	Nein
St. Gallen (SG)	Nach GSchG/GSchV. Keine zusätzlichen kantonalen Einschränkungen
Schaffhausen (SH)	Reine Kühlnutzungen sind nicht zulässig, wenn das Grundwasser wieder versickert werden muss. Die jährliche Energie zur Kühlung muss kleiner sein als jene zur Beheizung/Warmwasser.
Solothurn (SO)	Kühlen allein wird im Kt. SO nicht mehr bewilligt, nur Kühlen in Kombination mit Heizen. Der Wärmeentzug durch Heizen muss dabei gleich gross oder grösser sein als der Wärmeeintrag durch Kühlen (vorbeugende Massnahme gegen schleichende Erwärmung der GW-Vorkommen).
Schwyz (SZ)	Nicht zusätzlich zu den Bundesvorgaben
Thurgau (TG)	-
Tessin (TI)	Legge sulle acque sotterranee del 12 settembre 1978 (procedura amministrativa per utilizzo dell'acqua sotterranea) Linee guida per il rilascio di un permesso per lo sfruttamento dell'energia geotermica e della captazione di acqua sotterranea ad uso termico (Agosto 2014)
Uri (UR)	<p>Die grundsätzlichen bewilligungstechnischen Rahmenbedingungen von GW-Wärmepumpenanlagen sind im kantonalen Wärmenutzungskonzept (inkl. Zulässigkeitskarten) enthalten. Das Konzept ist unter https://www.ur.ch/themen/1531 einsehbar, die Zulässigkeitskarten finden sich auf dem kantonalen Geoportal (www.geo.ur.ch).</p> <p>Kantonale Praxis: Bei der Planung einer GW-Wärmepumpenanlage muss jeweils aufgezeigt werden (Heiz- und Kühlzweck), dass durch diese keine bereits bestehende Grundwasserwärmepumpe eine signifikante Einbusse in der Effizienz erleidet. Der entsprechende Nachweis kann erbracht werden, indem rechnerisch aufgezeigt wird, dass sich bei maximaler Entnahmemenge die Grundwassertemperatur bei bestehenden Anlagen um nicht mehr als 1.0 °C ändert.</p>

Vaud (VD)	-
Valais (VS)	<p>En Valais, il existe un ancien Arrêté concernant les conditions d'utilisation des eaux souterraines, des lacs et des cours d'eau à des fins thermo-énergétiques (730.102). Celui-ci est notamment basé sur les prescriptions de la législation sur la protection des eaux et limite les modifications de température induites ($\Delta T \pm 3^{\circ}\text{C}$). La gestion thermique des nappes est actuellement débattue dans le cadre de la consultation du projet de nouvelle loi cantonale sur l'énergie. Des modifications de la loi cantonale sur la protection des eaux sont également à l'étude dans ce contexte. Celles-ci concernent la précision des tâches cantonales et communales à même d'assurer l'évaluation des potentiels géothermiques et la gestion coordonnée des nappes phréatiques. Eu égard aux besoins identifiés (N.B. en Valais, propriété communale des eaux souterraines), un modèle de règlement sur la géothermie de faible et moyenne profondeur serait utile dans ce contexte pour assurer une pratique cohérente à l'échelle de la plaine du Rhône.</p>
Zug (ZG)	<p>Es bestehen für das Kühlen keine speziellen Bedingungen. Die Nutzungsgebühren bei einer Konzession (ab 300 l/min) ist für das Kühlen mit Grundwasser doppelt so hoch wie für das Heizen.</p>
Zürich (ZH)	<p>gemäss Planungshilfe Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser (Juni 2010, S.16): https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/planen-bauen/bauvorschriften/energienutzung-aus-untergrund-und-wasser/energie-aus-grundwasser/planungshilfe_waermenutzung.pdf</p>

Anhang 6 Daten und Darstellungsmodell

Bericht Nr. 1322119.1b

Bundesamt für Energie BFE, Ittigen

**Geodatenatz zum
Wärmenutzungspotenzial in den
Lockergesteins-Grundwasserleitern der
Schweiz**

Daten- und Darstellungsmodell

Autor(en)	Bearbeitete Themen
Lukas Zurbuchen	Alle Kapitel, ausser Semantische Beschreibung
Emanuel Huber	Semantische Beschreibung

Zollikofen, 26. April 2024

GEOTEST AG
BERNSTRASSE 165
CH-3052 ZOLLIKOFEN
T +41 (0)31 910 01 01
F +41 (0)31 910 01 00
zollikofen@geotest.ch
www.geotest.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	3
2.	Semantische Beschreibung	5
3.	Modellstruktur: konzeptionelles Datenmodell	7
3.1	UML-Klassendiagramm	8
3.2	Objektkatalog	9
4.	Darstellungsmodell.....	12
5.	Infoabfrage	13

1. Einführung

Zur Erreichung des Netto-Null-Ziels 2050 leistet das energetische Potenzial im Untergrund einen wesentlichen Beitrag und unterstützt dabei die Umstellung auf eine rein erneuerbare Energieversorgung der Schweiz. Die Grundwasserressource stellt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Da Trinkwasser in der Schweiz über 80% aus Grundwasser gewonnen wird, werden jedoch bei einer erhöhten thermischen Nutzung des Untergrunds hohe Anforderungen gestellt.

Die im Grundwasser vorhandene Wärmeenergie kann in Kombination mit einer Wärmepumpe direkt zum Heizen oder Kühlen verwendet werden. Damit können mit fossilen Energieträgern befeuerte Heizungssysteme ersetzt werden. Ins Grundwasser können auch grosse Energiemengen über Zeiträume von Stunden bis Monate verschoben werden und damit die Integration von Abwärme (z.B. aus Industrie oder Kehrlichtverbrennung) oder variablen erneuerbaren Energiequellen wie Solarenergie zu stärken. Insbesondere hilft die saisonale Wärmespeicherung Produktionsüberschüsse vom Sommer in den Winter zu verschieben, was der Winterstrombedarf von Wärmepumpen reduziert und somit die Versorgungssicherheit stärkt.

Durch die Erarbeitung eines Geodatensatzes zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz und dessen Publikation auf map.geo.admin.ch sowie opendata.swiss möchte EnergieSchweiz vereinfacht auf dieses Potenzial in der Schweiz hinweisen. Nämlich erfordert die Dekarbonisierung des Energiesektors einen vermehrten Einsatz von Geothermie für die Bereitstellung von Wärme und Strom sowie von thermischen Speichern. Die noch grossen Kenntnislücken über die Ausdehnung und Eigenschaften der schweizerischen Grundwasserleiter stellt dabei eine Herausforderung. Das realisierte Produkt und dem hier beschriebenen Daten- und Darstellungsmodell stellen eine erste Etappe, die dank dem koordinierten Einsatz zwischen den zuständigen Bundes- und Kantonsstellen zukünftig konsolidiert werden kann. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, um die Verbesserung der Kenntnisse über die nutzbaren und genutzten Grundwasserressourcen in der Schweiz zu fördern. Dabei können die legitimen Schutz- und Nutzungsinteressen besser wahrgenommen und ausgewogen werden.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde das Ziel verfolgt, einen nationalen Datensatz zum Wärmenutzungspotenzial in Lockergesteins-Grundwasserleitern in der Schweiz zu erstellen (kurz das Potenzial). Das Ergebnis dieses Vorhabens soll in Form eines flächendeckenden Datensatzes für die gesamte Schweiz vorliegen

und anschliessend auf dem GIS-Portal des Bundes (<https://map.geo.admin.ch>) veröffentlicht werden.

Das vorliegende Dokument dient der Dokumentation des Geodatensatzes. Die detaillierte Beschreibung des Projekts sowie der einzelnen Arbeitsschritte und der angewandten Methodik findet sich im Schlussbericht «Geodatensatz zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz» vom 26.04.2024.

Die Entwicklung des Datensatzes wurde durch eine Fachgruppe mit Vertretern seitens Kantone und Bund begleitet.

Begleitgruppe

Leitung	Rita Kobler, Bundesamt für Energie (BFE)
Mitwirkung	Dr. Claude Müller, Kanton Solothurn Dr. Dominik Bänninger, Kanton Basel-Landschaft Dr. Volker Lützenkirchen, Kanton Zug Andreas Märki, Kanton Aargau Dr. Marc Schürch, Bundesamt für Umwelt (BAFU) Stefan Volken, Bundesamt für Landestopografie (swisstopo)
Datenmodell und Erstellung nationaler Datensatz	Dr. Vincent Badoux, Projektleiter, GEOTEST AG Dr. Emanuel Huber, Datenersteller, GEOTEST AG Lukas Zurbuchen, Datendokumentation, GEOTEST AG

2. Semantische Beschreibung

Grundwasserleiter oder Grundwasservorkommen

Zusammenhängendes Grundwasser, das geographisch abgrenzbar ist. Für die vorliegende Studie wurden die Begriffe Grundwasserleiter und Grundwasservorkommen als Synonym verwendet.

Mehrstöckige Grundwasserleiter

Mehrstöckige Grundwasserleiter sind Grundwasservorkommen, die übereinander liegen und durch undurchlässige oder sehr schlecht durchlässige Gesteinsschichten abgetrennt sind.

Gespannte und artesische Grundwasserleiter

Liegt die Grundwasserdruckfläche höher als die Oberfläche eines Grundwasserleiters, d. h. innerhalb einer nur gering durchlässigen Überdeckung, so spricht man von gespanntem Grundwasser. Wenn die Grundwasserdruckfläche über der Geländeoberfläche verläuft, ist das Grundwasser artesisch gespannt (Quelle: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Baden-Württemberg).

Lockergesteinsgrundwasserleiter

Grundwasserleiter, der im Lockergestein liegt. **Lockergestein** ist «ein Gemenge von Gesteinskörnern, welche nicht oder nur wenig zusammengehalten werden. Lockergesteine bestehen aus Festsubstanz (mineralisch oder organisch) und aus Porenraum, die mit Luft, Gas oder Wasser gefüllt sind¹.»

Wärmeenergie aus dem Grundwasser

Die Wärmeenergie aus dem Grundwasser (Einheit: Wh) entspricht der im Grundwasser gespeicherten Wärme. Das Grundwasser wird dabei als geschlossenes System mit einer endlichen, «erschöpfbaren» Wärmemenge betrachtet.

Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern

Das Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern ist die theoretische thermische Leistung (Einheit: W), welche aus einem Lockergesteins-Grundwasserleiter gewonnen werden kann, unter Berücksichtigung der maximal

¹ https://www.fobatec.ch/de-wAssets/docs/Geotechnik/de/Baugrundwissen_21_11_11-komprimiert.pdf

tolerierbaren Grundwassertemperaturänderung gemäss den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung (analog zum Geodatensatz des Bundes «Potenzial der Seen und Flüsse für Wärmeentzug und Wärmeeinleitung»).

Das Potenzial wird gleich dem Wärmestrom gesetzt, der aus einer gesamthaften und permanenten Abkühlung des Grundwasserleiters um $\Delta T = 3K$ bzw. $\Delta T = 6K$ resultiert. Es wird angenommen, dass der Grundwasserleiter in thermischem Gleichgewicht mit seiner direkten Umwelt (Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre) steht. Durch die Abkühlung wird ein thermisches Ungleichgewicht verursacht, das aus dem Temperaturunterschied zwischen Grundwasserleiter und Umwelt einen Wärmestrom erzeugt. Das Grundwasser wird deshalb als offenes System betrachtet.

Der *Wärmestrom aus der Atmosphäre* ist ein konduktiver Wärmetransport, der u.a. umgekehrt proportional zum Flurabstand ist.

Der *geothermische Wärmestrom* ist ein konduktiver Wärmetransport aus der Energie des tiefen Untergrundes.

Der *Wärmestrom aus Niederschlag* ist ein konvektiver Wärmetransport aus dem Teil der Niederschläge, die im Perimeter des Grundwasserleiters fallen und in den Grundwasserleiter infiltrieren (vertikale Infiltration).

Der *Wärmestrom aus den seitlichen Zuflüssen* ist ein konvektiver Wärmetransport aus dem Teil der Niederschläge, die in den Perimeter des Einzugsgebietes des Grundwasserleiters fallen und in den Grundwasserleiter durch die Ränder infiltrieren (laterale Infiltration).

Spezifisches Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern

Das spezifische Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz entspricht dem Wärmenutzungspotenzial in Bezug auf die Fläche der Grundwasserleiter (Einheit: W/m^2).

3. Modellstruktur: konzeptionelles Datenmodell

Das hier beschriebene und dargestellte Datenmodell beschreibt das Abgabe- und Publikationsmodell.

Das Produktionsmodell wird hier kurz schematisch auf konzeptioneller Stufe dargestellt.

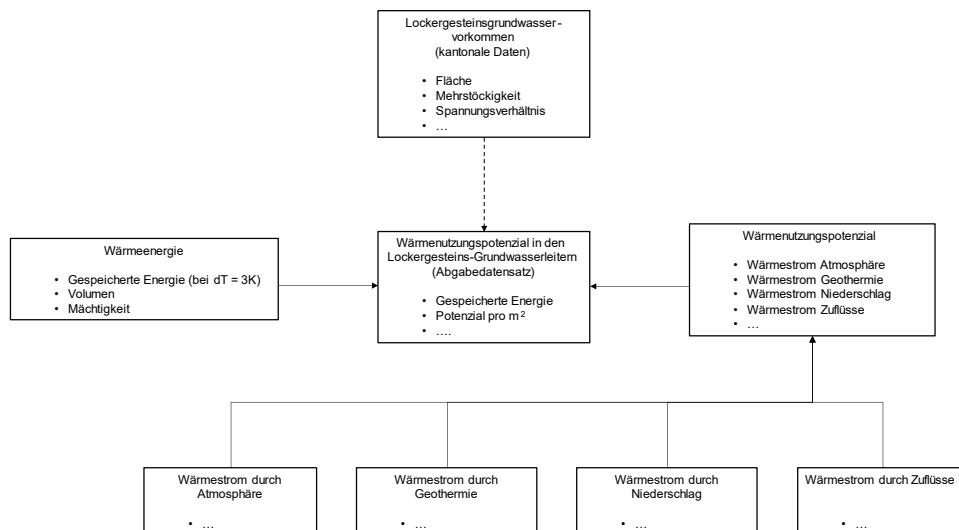


Abbildung 1: Konzeptionelles Datenmodell

Der Geodatensatz zum Potenzial der Grundwasserwärmenutzung in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz wird mit den Flächen der Grundwasservorkommen-Polygone der Kantone gerechnet. Zusätzlich werden allenfalls vorhandene Informationen über Mehrstöckigkeit und ob es sich um gespannte Grundwasserleiter handelt von den Flächen übernommen.

Für die Bestimmung der Wärmeenergie wird noch das Volumen und die Mächtigkeit des Grundwasserleiters benötigt.

Für die Bestimmung des Wärmenutzungspotenzials sind Wärmeeinträge durch Niederschlag, durch Atmosphäre, durch Geothermie sowie durch Zuflüsse und deren Einzugsgebiete berücksichtigt. Die benötigten Informationen hierzu sind in diversen weiteren Geodatensätzen zu finden. Wichtige Inputdaten sind Isohypsen, Flurabstand, Geländemodell, Niederschlag, sowie Wärmestromdichte.

3.1 UML-Klassendiagramm



Abbildung 2: UML-Klassendiagramm mit Kardinalitäten und Datentypen

3.2 Objektkatalog

Tabelle 1: Klasse Wärmenutzungspotenzial (GwHeatPotential_flux)²

Klasse "GwHeatPotential_flux"			
Attributname	Kardinalität	Datentyp	Beschreibung
Geometry	1	Einzelfläche	Einzelfläche teilweise an Kantonsgrenzen bearbeitet. Ansonsten Singlepartgeometrien aus den Kantonalen Datensätzen.
Name	0..1	Zeichenkette	Bezeichnung der Fläche oder Original-ID falls in den kantonalen Daten vorhanden. (nicht eindeutig)
UUID	1	UUIDOID	Technischer Identifikator (eindeutig)
Area_m2	1	Numerisch	Fläche in Quadratmeter
Volume_m3	0..1	Numerisch	Volumen des Grundwasserleiters in Kubikmeter. Kann leer sein, wenn keine Information zur Grundwassermächtigkeit vorhanden ist.
Comment	0..1	Zeichenkette	Kommentare, weitere Infos
Heat_potential_kW	1	Numerisch	Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern in kW.
Heat_potential_W_per_m2	1	Numerisch	Spezifisches Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern in W/m ² . Attribut für die Einfärbung.
Reliability	1	Aufzählung	Einschätzung der Verlässlichkeit. Wertebereich siehe Tabelle 2.
Quality_heat_atmosphere	1	Numerisch	Numerisches Attribut zur Qualität der Berechnung des Wärmestroms.

² 1 = obligatorisch, 0..1 = fakultativ

Attributname	Kardinalität	Datentyp	Beschreibung
Heat_atmosphere_percent	1	Numerisch	Anteil Wärmestrom aus der Atmosphäre in % zum Gesamtpotenzial.
Heat_atmosphere_kW	1	Numerisch	Wärmestrom aus der Atmosphäre in kW.
Heat_precipitation_percent	1	Numerisch	Anteil Wärmestrom aus Bilanz Niederschlag/Verdunstung in % zum Gesamtpotenzial.
Heat_precipitation_kW	1	Numerisch	Wärmestrom aus Bilanz Niederschlag/Verdunstung in kW.
Heat_catchment_percent	0..1	Numerisch	Anteil Wärmestrom aus den Zuflüssen in % zum Gesamtpotenzial. Kann leer sein, wenn kein Einzugsgebiet und somit kein Zufluss definiert werden konnte.
Heat_catchment_kW	0..1	Numerisch	Wärmestrom aus den Zuflüssen in kW. Kann leer sein, wenn kein Einzugsgebiet und somit kein Zufluss definiert werden konnte.
Heat_geothermal_percent	1	Numerisch	Anteil Wärmestrom aus dem Untergrund durch geothermischen Einfluss in % zum Gesamtpotenzial.
Heat_geothermal_kW	1	Numerisch	Wärmestrom aus dem Untergrund durch geothermischen Einfluss in kW.
Groundwater_depth_m	1	Numerisch	Mittlerer Flurabstand in m.
Catchment_area_m2	0..1	Numerisch	Für den Wärmestrom aus den Zuflüssen relevante Einzugsgebietsgrösse in Quadratmeter. Kann leer sein, wenn kein Einzugsgebiet definiert werden konnte.
Groundwater_thickness_m	0..1	Numerisch	Grundwassermächtigkeit in m. Kann leer sein, wenn keine Information in den kantonalen Daten vorhanden ist und kein Mapping mit Flächen aus HADES gemacht werden kann.

Attributname	Kardinalität	Datentyp	Beschreibung
Energy_potential_kWh	0..1	Numerisch	Wärmeenergie in kWh, die im Grundwasser gespeichert ist (bei einer Nutzung $dT = 3K$). Kann leer sein, wenn Grundwassermächtigkeit nicht bestimmt werden kann.
Multi_layer_aquifer	1	Aufzählung	Information über Mehrstöckigkeit. Wertebereich siehe Tabelle 3.
Confined	1	Aufzählung	Information über gespannte Grundwasserleiter. Wertebereich siehe Tabelle 4.

Tabelle 2: Wertebereich Reliability (Verlässlichkeit)

Wert	Definition	Deutscher Alias	Französischer Alias	Italienischer Alias
good	gute Verlässlichkeit, Quality_flux_atmosphere > 0.7	gut	bonne	buona
medium	mittlere Verlässlichkeit, Quality_flux_atmosphere zwischen 0.3 und 0.7	mittel	moyenne	media
low	tiefe Verlässlichkeit, Quality_flux_atmosphere < 0.3	niedrig	faible	bassa
estimated	geschätzt	geschätzt	estimé	stimata

Tabelle 3: Wertebereich Multi_layer_aquifer (Mehrstöckigkeit)

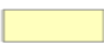

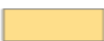











Wert	Definition	Deutscher Alias	Französischer Alias	Italienischer Alias
unknown	nicht bekannt, ob ein- oder mehrstöckig	unbekannt	inconnu	sconosciuto
multi-layer	mehrstöckiger Aquifer (teilweise (lokal) oder ganz)	mehrstöckig	multicouche	Falde sovrapposte
single-layer	einstöckiger Aquifer	einstöckig	monocouche	monostrato

Tabelle 4: Wertebereich Confined (Spannungsverhältnis)

Wert	Definition	Deutscher Alias	Französischer Alias	Italienischer Alias
unknown	unbekannt, ob Grundwasserspiegel gespannt oder nicht	unbekannt	inconnu	sconosciuto
confined	gespannter Grundwasserspiegel (teilweise lokal oder ganz)	gespannt	confiné	confinato
unconfined	freier Grundwasserspiegel	frei	libre	libero

4. Darstellungsmodell

Tabelle 5: Symbolisierung des spezifischen Wärmenutzungspotenzials pro Quadratmeter

Wertebereich des Attributs <i>Heat_potential W_per_m2</i>	RGB-Werte (Fläche)	RGB-Werte (Umrandung)	Dicke Umrandung	Symbolisierung alle, ausser Qualität "geschätzt"	Symbolisierung für "geschätzt"
< 0.5	254/250/118	107/107/107	Haarlinie		
0.5 - 1	254/217/118	107/107/107	Haarlinie		
1 - 2	254/178/76	107/107/107	Haarlinie		
2 - 3	253/141/60	107/107/107	Haarlinie		
3 - 4	252/78/42	107/107/107	Haarlinie		
4 - 5	227/26/28	107/107/107	Haarlinie		
> 5	177/0/38	107/107/107	Haarlinie		

Die Symbolisierung für "geschätzte" Werte wird mit einer leicht transparenten Fläche in der jeweiligen Farbe hinterlegt.

5. Infoabfrage

Auf dem Portal <https://map.geo.admin.ch> wird die Infoabfrage zweistufig definiert.

Tabelle 6: Infoabfrage / Objektinformation

Originalattributname	Deutscher Alias	Französischer Alias	Italienischer Alias	Englischer Alias
Name	Bezeichnung	Nom	Nome	Name
Heat_potential_W_per_m2	Wärmenutzungspotenzial (W/m ²)	Potentiel d'utilisation thermique (W/m ²)	Potenziale die utilizzo termico (W/m ²)	Heat use potential (W/m ²)
Reliability	Verlässlichkeit der Berechnung	Fiabilité	Affidabilità	Reliability
Heat_atmosphere_percent	Anteil Wärmestrom aus Atmosphäre (%)	Pourcentage de l'apport thermique provenant de l'atmosphère (%)	Percentuale del calore immesso dall'atmosfera (%)	Percentage of heat input from atmosphere (%)
Heat_precipitation_percent	Anteil Wärmestrom aus Niederschlag (%)	Pourcentage de l'apport thermique provenant des précipitations (%)	Percentuale del calore immesso dalle precipitazioni (%)	Percentage of heat input from precipitation (%)
Heat_catchment_percent	Anteil Wärmestrom aus Zuflüssen (%)	Pourcentage de l'apport thermique provenant des flux latéraux (%)	Percentuale del calore immesso dagli afflussi (%)	Percentage of heat input from inflows (%)
Heat_geothermal_percent	Anteil geothermischer Wärmestrom (%)	Pourcentage de l'apport thermique provenant du flux géothermique (%)	Percentuale del calore immesso dalla geotermia (%)	Percentage of heat input from geothermal (%)
Comment	Weitere Infos	Plus d'informations	Maggiori informazioni	Further information

Tabelle 7: Erweiterte Infoabfrage / Objektinformation

Originalattributname	Deutscher Alias	Französischer Alias	Italienischer Alias	Englischer Alias
Name	Bezeichnung	Nom	Nome	Name
Area_m2	Fläche (m ²)	Surface (m ²)	Area (m ²)	Area (m ²)
Groundwater_thickness_m	Grundwassermächtigkeit (m)	Epaisseur de la nappe (m)	Spessore della falda (m)	Groundwater thickness (m)
Volume_m3	Grundwasservolumen (m ³)	Volume de la nappe (m ³)	Volume della falda (m ³)	Groudwater volume (m ³)
Groundwater_depth_m	Flurabstand (m)	Profondeur de la nappe (m)	Profondità della falda (m)	Depth groundwater table (m)
Multi_layer_aquifer	Mehrstöckigkeit	Aquifère multicouche	Acquifero multistrato	Multi-layer aquifer
Confined	Spannungsverhältnis	Eaux souterraines captives	Acque sotterranee confinate	Confined groundwater
Energy_potetial_kWh	Gespeicherte Energie bei delta 3 K	Energie stockée pour delta 3 K	Energia stoccata a delta 3 K	Stored energy at delta 3 K
Heat_potential_kW	Wärmenutzungspotenzial (kW)	Potentiel d'utilisation thermique (kW)	Potenziale di recupero termico (kW)	Potential heat use (kW)
Heat_potential_W_per_m2	Spezifisches Wärmenutzungspotenzial (W/m ²)	Potentiel d'utilisation thermique spécifique (W/m ²)	Potenziale di recupero termico specifico (W/m ²)	Specific potential heat use (W/m ²)
Reliability	Verlässlichkeit	Fiabilité	Affidabilità	Reliability
Quality_heat_atmosphere	Verlässlichkeit der Berechnung für den atmosphärischen Wärmestrom	Fiabilité du calcul du flux thermique provenant de l'atmosphère	Affidabilità del calcolo del flusso di calore atmosferico	Reliability of the calculation for atmospheric heat flow

Originalattributname	Deutscher Alias	Französischer Alias	Italienischer Alias	Englischer Alias
Heat_atmosphere_percent	Anteil Wärmestrom aus Atmosphäre (%)	Pourcentage du flux thermique provenant de l'atmosphère (%)	Percentuale del calore immesso dall'atmosfera (%)	Percentage of heat flow from atmosphere (%)
Heat_atmosphere_kW	Wärmestrom aus Atmosphäre (kW)	Flux thermique provenant de l'atmosphère (kW)	Flusso di calore dall'atmosfera (kW)	Heat flow from the atmosphere (kW)
Heat_precipitation_percent	Anteil Wärmestrom aus Niederschlag (%)	Pourcentage du flux thermique provenant des précipitations (%)	Percentuale del calore immesso dalle precipitazioni (%)	Percentage of heat flow from precipitation (%)
Heat_precipitation_kW	Wärmestrom aus Niederschlag (kW)	Flux thermique provenant des précipitations (kW)	Flusso di calore dalle precipitazioni (kW)	Heat flow from precipitation (kW)
Heat_catchment_percent	Anteil Wärmestrom aus Zuflüssen (%)	Pourcentage du flux thermique provenant des apports latéraux (%)	Percentuale del calore immesso dagli afflussi (%)	Percentage of heat flow from lateral inflows (%)
Heat_catchment_kW	Wärmestrom aus Zuflüssen (kW)	Flux thermique provenant des apports latéraux (kW)	Flusso di calore dagli afflussi (kW)	Heat flow from lateral inflows (kW)
Catchment_area_m2	Einzugsgebietsfläche (m ²)	Surface du bassin versant (m ²)	Superficie del bacino imbrifero (m ²)	Area of recruitment zone (m ²)
Heat_geothermal_percent	Anteil geothermischer Wärmestrom (%)	Pourcentage du flux géothermique (%)	Percentuale di flusso geotermico (%)	Percentage of geothermal heat flow (%)
Heat_geothermal_kW	Geothermischer Wärmestrom (kW)	Flux géothermique (kW)	Flusso geotermico (kW)	Geothermal heat flow (kW)
Comment	Weitere Infos	Plus d'informations	Maggiori informazioni	Further information

1322119.1b

Geodatenatz zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz

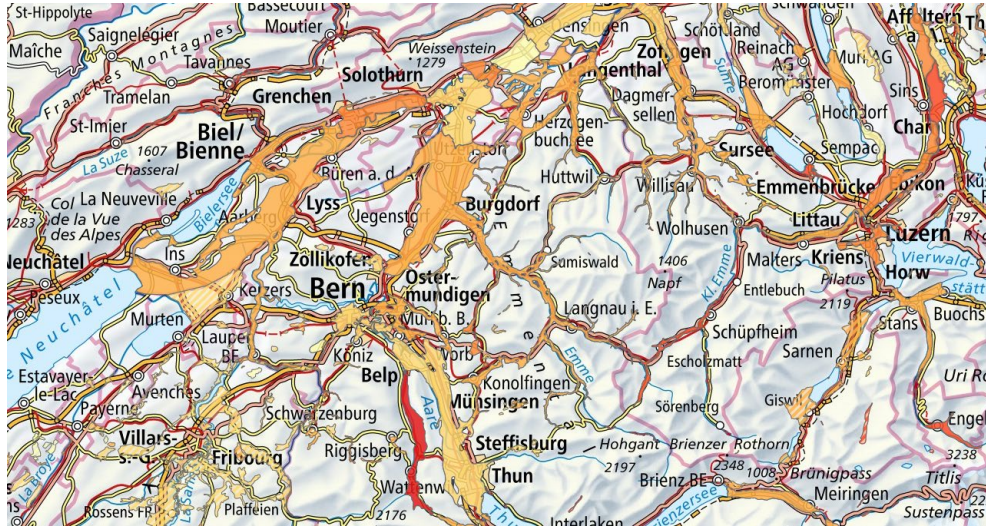


Abbildung 3: Beispielhafte Darstellung

Bezeichnung	104
Spezifische Wärmenutzungspotenzial (W/m ²)	1.8
Verlässlichkeit	good
Anteil Wärmestrom aus Atmosphäre (%)	60.12
Wärmestrom aus Niederschlag (kW)	829.73
Anteil Wärmestrom aus Zuflüssen (%)	30.17
Anteil geothermischer Wärmestrom (%)	5.31
Weitere Infos	

Abbildung 4: Beispiel der einfachen Infoabfrage

1322119.1b

Geodatensatz zum Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz

GEOTEST

GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE

Bezeichnung	104
Fläche (m2)	10742303
Grundwassermächtigkeit (m)	4.47
Grundwasservolumen (m3)	48026691
Flurabstand (m)	5.7
Mehrstöckigkeit	single-layer
Spannungsverhältnis	unconfined
Gespeicherte Energie bei delta 3 K	33473264
Wärmenutzungspotenzial (kW)	18891.7
Spezifische Wärmenutzungspotenzial (W/m2)	1.8
Verlässlichkeit	good
Verlässlichkeit der Berechnung für den atmosphärischen Wärmestrom	0.89
Anteil Wärmestrom aus Atmosphäre (%)	60.12
Wärmestrom aus Atmosphäre (kW)	11358.4
Anteil Wärmestrom aus Niederschlag (%)	4.39
Wärmestrom aus Niederschlag (kW)	829.73
Anteil Wärmestrom aus Zuflüssen (%)	30.17
Wärmestrom aus Zuflüssen (kW)	5700
Einzugsgebietsfläche (m2)	66105910
Anteil geothermischer Wärmestrom (%)	5.31
Geothermischer Wärmestrom (kW)	1003.29
Weitere Infos	

Abbildung 5: Beispiel der erweiterten Infoabfrage

Anhang 7 Metadaten



Metadaten von:

DE

Kurztitel (max. 35 Zeichen):
Der Kurztitel erscheint in der Navigation des Kartenviewers.
Potenzial Wärmenutzung Grundwasser

Titel: Offizielle Bezeichnung des Datensatzes. Der Titel erscheint in der Infobox im Kartenviewer.
Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz

Beschreibung	
Kurze Zusammenfassung/Beschreibung des Datensatzes. Die Beschreibung erscheint in der Infobox im Kartenviewer.	
Lockergesteins-Grundwasserleiter bilden mit mehr als 10 km ³ Grundwasservolumen wichtige Grundwasserreservoirs. Das Grundwasser enthält eine beträchtliche Menge an Wärmeenergie, die als potenzielle Quelle für nachhaltige Heizsysteme mittels Wärmepumpe oder als Medium für die Wärmespeicherung in den Untergrund genutzt werden kann.	1-3 Sätze Einleitung: Begriffsklärung
Das Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz kann einerseits als gespeicherte Wärmeenergie oder als nachhaltig nutzbare Wärme ermittelt werden. Die nachhaltig nutzbare Wärme wird aus einer vereinfachten Wärmebilanz unter Betrachtung langfristiger Veränderungen berechnet. Das Grundwasser wird als offenes System betrachtet, d.h., es findet ein Wärmeaustausch mit Atmosphäre, Hydrosphäre und Lithosphäre statt. Es ist zu beachten, dass nur das Potenzial für die Wärmegewinnung aus dem Grundwasser berücksichtigt wurde, allfällige Nutzungen zu Kühlzwecken oder zur saisonalen Wärmespeicherung wurden an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Bestehende Nutzungsanlagen, welche einen Einfluss auf dem Wärmebilanz haben, wurden auch nicht berücksichtigt. Grundlagen für die Berechnung wurden von den Kantonen und vom Bund gestellt. Die Potenziale sind als Richtwerte zu verstehen und sollten daher nicht als definitive Planungsgrundlage verwendet werden.	2-6 Sätze Beschreibung: Informationen zum Thema
Der Geodatensatz «Wärmenutzungspotenzial in den Lockergesteins-Grundwasserleitern der Schweiz» zeigt die maximale mittelfristig nachhaltig nutzbare Wärme, die man aus dem Grundwasser entnehmen kann. Er gilt als eine erste Produktversion, die zukünftig unter Berücksichtigung nicht publizierten kantonalen Daten verbessert werden kann und dementsprechend weiterzuentwickeln sein wird.	1-3 Sätze Schluss: Karteninhalt