



Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Géothermie dans le canton de Bâle-Campagne

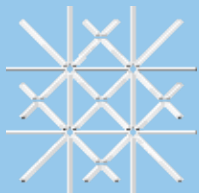
Strassburg, 21. Oktober

Adrian Auckenthaler, Dominik Bänninger

Amt für Umweltschutz und Energie, Bau- und Umweltschutzdirektion

Christoph Butscher, Peter Huggenberger

Universität Basel



**UNI
BASEL**

Departement Umweltwissenschaften

Universität Basel

Angewandte und Umweltgeologie



Erdwärmekonzept Basel-Landschaft

- **Einleitung**
 - Motivation
 - Gültigkeit
 - Rechtliche Grundlagen
 - Bewilligungsverfahren
- **Erdwärmesonden**
 - Beschreibung, Risiken
 - Kriterien und Auflagen für die Bewilligung
- **Erdregister, Wärmekörbe, Energiepfähle**
- **Grundwasserwärmepumpen**

Einleitung



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Motivation

- Bisherige Bewilligungspraxis basierend auf A_U ist restriktiv → Viele Interessenten konnten keine Erdwärmesonde installieren
- Risiken für Umwelt/Grundwasser auch ausserhalb A_U möglich.

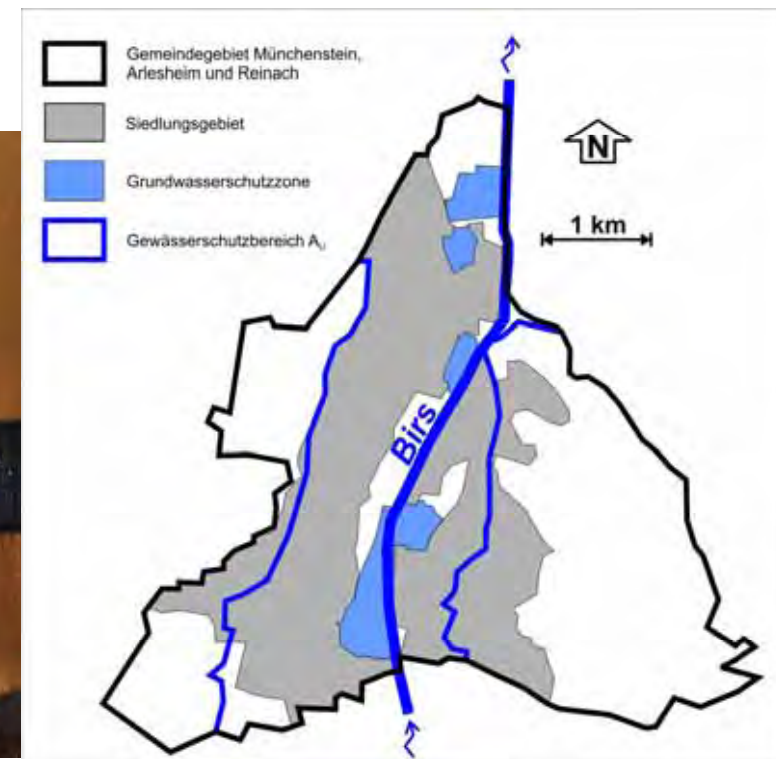


Ziel des Erdwärmenutzungskonzepts BL:

Differenzierte Betrachtung



Foto: dpa



Einleitung

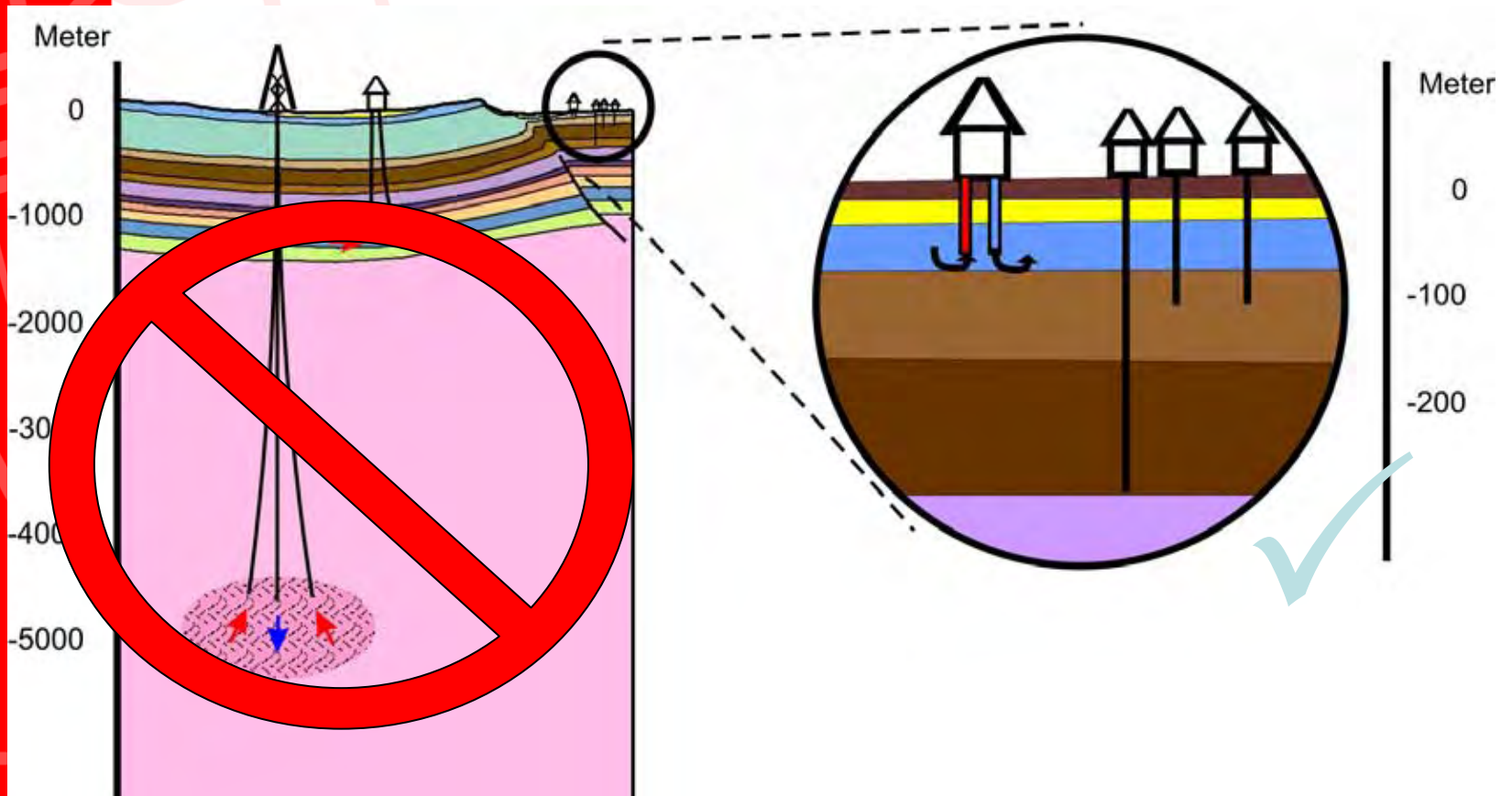


Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Gültigkeit

- Oberflächennahe Geothermie (bis ca. 400 m Tiefe)
 - Geschlossene Systeme: Erdwärmesonden, Erdregister, Wärmekörbe, Energiepfähle
 - Offene Systeme: Grundwasserwärmepumpen





Wärmenutzungskonzept BL:

- **Konkrete und verbindliche Regeln für Erdwärmenutzung in BL**
- **Berücksichtigung regionale und lokale geologische Verhältnisse**



Rechtliche Grundlagen

Bundesebene

- Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999 (BV, SR 101)
- Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991 (GSchG, SR 814.20)
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201)
- Wegleitung Grundwasserschutz (BUWAL, 2004)
- Vollzugshilfe Wärmenutzung aus Boden und Untergrund (BAFU, 2009)
- Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung vom 18. Mai 2005 (ChemRRV, SR 814.81)

Kantonale Ebene

- Gesetz über die Nutzung und den Schutz des Grundwassers vom 3. April 1967 (Grundwassergesetz, SGS 454)
 - Verordnung über die Wasserversorgung sowie die Nutzung und den Schutz des Grundwassers vom 13. Januar 1998 (SGS 455.11)
- Wärmenutzung aus Boden und Untergrund benötigt Bewilligung (§19, §20)

Einleitung

Bewilligungsverfahren



Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Erdwärmennutzungskarte BL

- Pilotprojekt des Kantons
- Schnelle Vorabklärung
- Reduktion der Gutachten

Vorabklärung
Auskunft Geologiebüro:
Wärmennutzung potenziell möglich,
unwahrscheinlich, unmöglich

Gesuchstellung
- Bohrgesuchformular
- Beiblatt Erdwärmennutzung
- Situationsplan
- Geologisches Gutachten

Geologisches Gutachten

- **Einleitung** (Auftraggeber, Gebäude, Lage, Zahl+Tiefe Bohrungen,...)
- **Geologie** (Prognoseprofil, Kurzbeschreibung Situation und betroffene Schichten,...)
- **Hydrogeologie** (Gewässerschutzbereich, Grundwassernutzungen, hydraulische Eigenschaften, Arteser, Grundwasserstockwerkbau,...)
- **Empfehlung** (Risiken, alternativen)

Fall A):
Keine
Bewilligung

Fall B):
Bewilligung
mit speziellen
Auflagen

Fall C):
Bewilligung
mit Standard-
auflagen

**Bewilligung entsprechend
Erdwärmennutzungskonzept BL**



Erdwärmekonzept Basel-Landschaft

- **Einleitung**

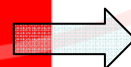
- Motivation
- Gültigkeit
- Rechtliche Grundlagen
- Bewilligungsverfahren



- **Erdwärmesonden**

- Beschreibung, Risiken
- Kriterien und Auflagen für die Bewilligung

- **Erdregister, Wärmekörbe, Energiepfähle**



- **Grundwasserwärmepumpen**

Erdwärmesonden



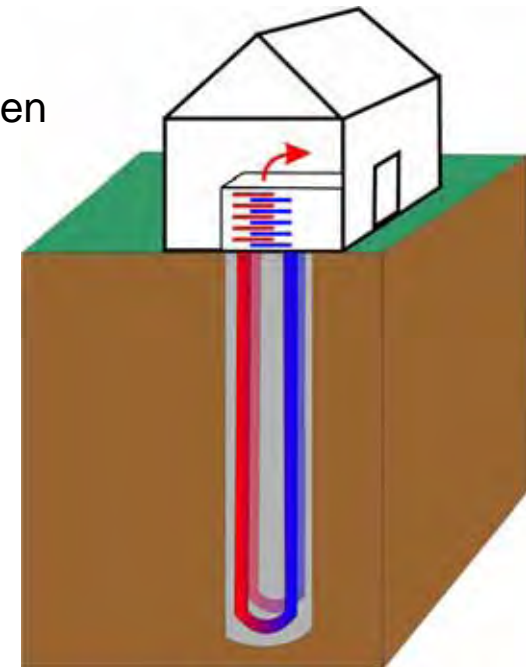
Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Risiken für Umwelt und Grundwasser

- “Direkt”: Austritt Bohr-, Füllmittel, Wärmeträgerflüssigkeit, Temperaturänderung
- “Indirekt”: Durch Schaffung/Plombierung von Wasserwegsamkeiten
 - Kontamination des Grundwassers
 - Änderung Grundwasserhydraulik
 - Verbindung von Grundwasserstockwerken
 - Gebirgsquellen
 - Auslaugung/Subrosion
 - Arteser
 - Erdgasaustritt



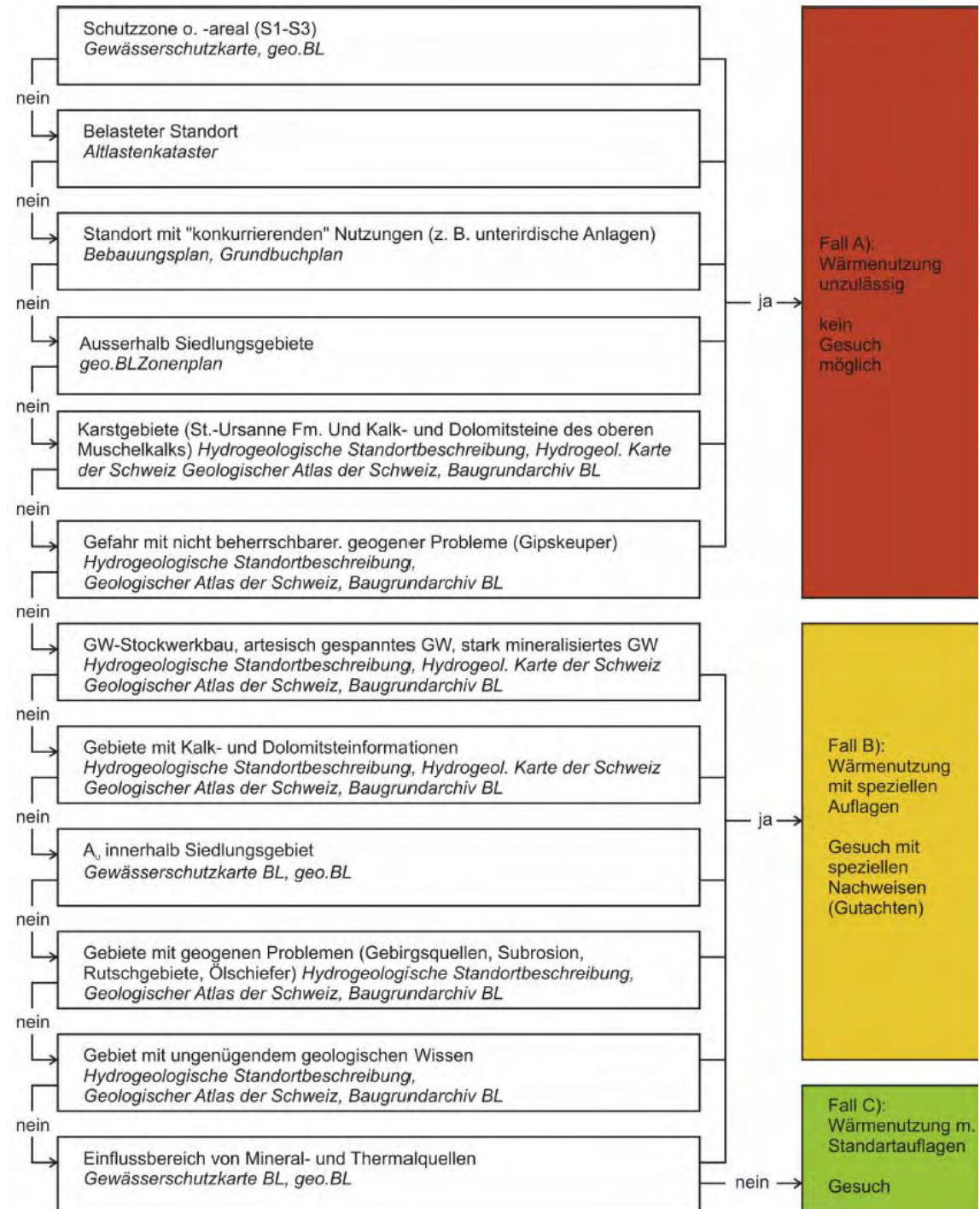
„Workflow“ Standortbeurteilung

Beurteilungsgrundlage:

Raumplanerische
Flächeninformationen

+

Geologisch-
hydrogeologische
Tiefeninformationen





Geologisch-hydrogeologische Tiefeninformationen

→ Geologie Region Basel

Beilage 1

Stratigraphische Tabelle der Region Basel mit Hinweisen zur Wärmenutzung aus dem Untergrund. Stratigraphie und Mächtigkeitsangaben nach Hermann Fischer 1969, Regio Basiliensis, HeftX/2, mit Erläuterungen auf S. 234-238.

In geologischer Einheit ist EWS

- A) nicht
- B) mit speziellen Auflagen
- C) mit Standardauflagen

zulässig

*) nur sandige Fazies bei grosser Mächtigkeit

System o. Serie	Stufe oder Formation	typische Mächtigkeit (m)	Fall	(regionaler) Grundwasser-Leiter	Weitere Eigenschaften	Bemerkungen
Quartär		variabel	B)	nur Schotter		
Tertiär	Pliozän	bis 60	B)	nur Schotter		
	Miozän	Obere Süswassermolasse	bis 180	B)	nur Anmagerhin	
		Obere Meeresmolasse	bis 25	C)		
	Oligozän	Untere Süswassermolasse (Tülinger-Sch., Elässer Molasse, Cyrenenmergel)	bis 510	B)	keine Elässler Molasse*	Grundges.-Sch. der Tülinger-Sch. ev. Elässler Molasse potenziell stark mineralisiertes GW
		Untere Meeresmolasse (Mevetta-Sch., Meeresasselt)	bis 380	B)	Meeresasselt keine Meveta-Schotter*	
		Bunte Mergel (Haustein)	bis 100	C)		
	Streifige Mergel	bis 200	C)			
Eozän u. Paläozän		bis 50	C)			
Malm	Kalksteine des Malm (Coespener- u. Vöhrler- u. St. Julianer-Fm.)	bis 290-350	A) B)		Potenziell verkarstet	Keine Bohrung wenn die Schichten deutlich wasserführend sind. Abbruch der Bohrung, wenn beim Bohrvorgang deutliche Spaltverläufe resp. Druckabfälle festgestellt werden.
	Oxford-Mergel (Liesberg-Sch./Terran a Ch./Henggen-Terr. bzw. Eltingen-Sch./Birmensdorf-Sch.)	bis 60-160	C)			
	*Oberer Dogger (Anceps-Athalia-Sch. bis Ferrugineus-Golth)	20-70	C)			
Dogger	Hauptrogenstein-Fm.	75-180	A) B)		Potenziell verkarstet	Keine Bohrung wenn die Schichten deutlich wasserführend sind. Abbruch der Bohrung, wenn beim Bohrvorgang deutliche Spaltverläufe resp. Druckabfälle festgestellt werden.
	*Unterer Dogger (Blauden-Sch. bis Mutholzsee-Sch.)	25-105	C)			
	Opalinuston-Fm.	70-150	C)			
Lias		15-80	B)		Östlicher führende Bereiche im Posidonienschiefer möglich	
Kreide	Rhät	0-5	C)			
	Obere Bunte Mergel	10-40	C)			
	Gansinger Dolomit	5-15	C)			
	Untere Bunte Mergel	0-15	C)			
	Schilfsandstein-Gruppe	0-20	B)			
	Gipskeuper	60-150	A)		Anhydrit führend und lösliche Bestandteile (Satz. Gips)	Im A., keine Bohrung, im ÜB Hinweis auf die geologischen Risiken und Gefahrgutausweise.
	Lettenkohle	0-10	C)			
Muschelkalk	Trigonodus-Dolomit (Oberer Muschelkalk)	20-25	A)		Potenziell verkarstet. Potenziell stark mineralisiertes GW	
	Hauptmuschelkalk (Oberer Muschelkalk)	35-55	A)		Potenziell verkarstet. Potenziell stark mineralisiertes GW	
	Anhydritgruppe (Mittlere Muschelkalk)	45-130	A)	nur Dolomitzone	Anhydrit führend und lösliche Bestandteile (Satz. Gips). Nur in Dolomitzone potenziell verkarstet und potenziell stark mineralisiertes GW	Im A., keine Bohrung, im ÜB Hinweis auf die geologischen Risiken und Gefahrgutausweise.
	Wellengebirs (Unterer Muschelkalk)	35-45	C)			
Bunt-sandstein		25-100	B)	nicht fest		
Grundgebirge (inkl. Permokarbon)			C)			

Erdwärmesonden



Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

In Gebieten, in denen Erdwärmesonden mit Standardauflagen zulässig sind gilt (Auswahl):

- Bestimmungen Sondierbohrung
- Max. 200 m
- Nur geschlossene Systeme
- 3 m Abstand zur Grundstücksgrenze
- Ausrüstung „entsprechend Stand der Technik“ und qualifizierte Ausbildung Personal (→ FWS Gütesiegel, Ausführung nach Normen, z.B. SIA 384/6)
- Liste Wärmeträgerflüssigkeit (BAFU 2009, 1999)
- Leckageüberwachung

Erdwärmesonden



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Erdwärmesonden mit speziellen Auflagen zulässig (Auswahl)

- Gewässerschutzbereich A_U
- Karstgebiete
- Grundwasserstockwerkbau
- Artesisch gespanntes Grundwasser
- Gebirgsquellen und Subrosion

Erdwärmesonden in A_U



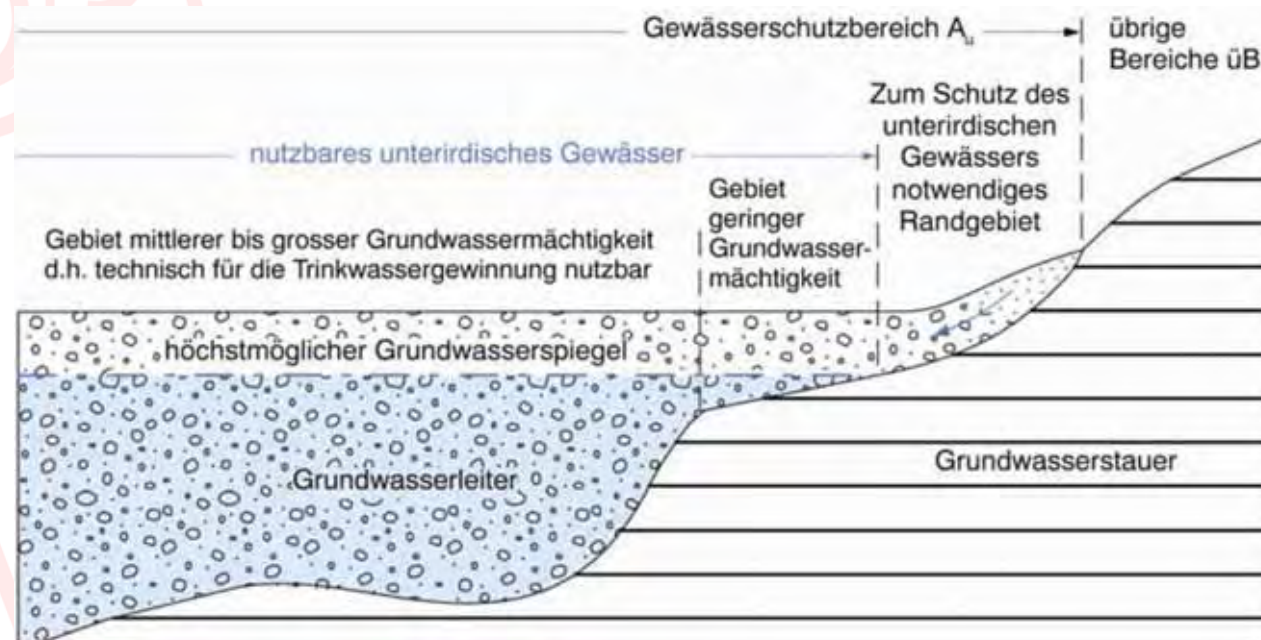
Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Erdwärmesonden in A_U mit speziellen Auflagen zulässig

Definition A_U:



Verbreitung in BL:

→ Gewässerschutzkarte

→ Geoportal BL: www.geoBL.ch

Erdwärmesonden in A_U



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Spezielle Auflagen in A_U:

- Keine Wärmeträgerflüssigkeiten der Klassierung 1 entsprechend Liste der klassierten Flüssigkeiten, BUWAL (1999)
 - z. B. Propylenglykol, Ethylalkohol (Klassierung 2) zulässig, aber Ethylenglykol (Klassierung 1) unzulässig
- Meldepflicht einer Leckage.
- Permanente Verrohrung von Teilstrecken oder Einbringen von textilen Packern im Bereich der Lockergesteinsstrecke oder des ganzen Bohrloches bis in den Grundwasserstauer.

Erdwärmesonden in A_U

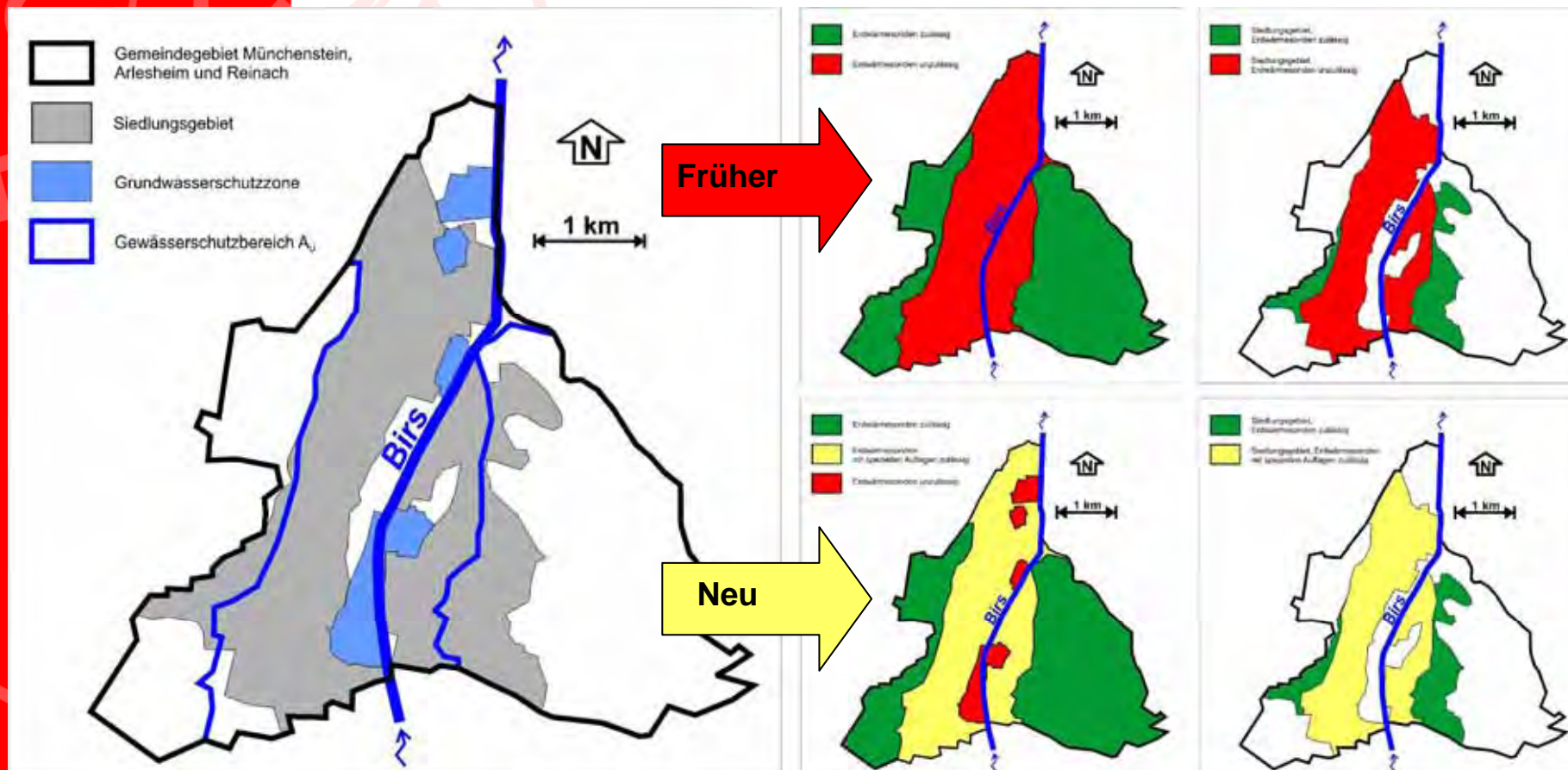


Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Auswirkung Bewilligung in A_U mit speziellen Auflagen:

(Bsp. Unteres Birstal, Gemeinden Münchenstein, Arlesheim, Reinach, Darstellung Kriterien A_U und Schutzzonen)



Erdwärmesonden in Karstgebieten



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

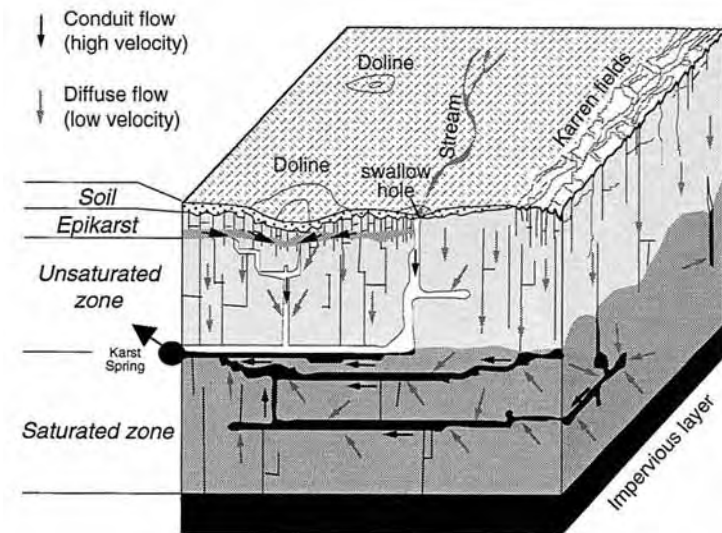
Amt für Umweltschutz und Energie

Problematik:

- Unkontrollierbare Spülverluste beim Bohren
- Standfestigkeit Bohrloch
- Probleme mit Bohrlochhinterfüllung
- Hohlräumeinstürze

Gefährdungen:

- Weitreichende Verschmutzung/Eintrübung des Grundwassers
- Schaffen von Wasserwegsamkeiten
- Plombieren von Wasserwegsamkeiten
→ Änderung Fließsysteme



Doerfliger and Zwahlen (1995)

Erdwärmesonden in Karstgebieten



Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

EWS sind in Karstgebieten unzulässig

- Rauracien Korallenkalk (St. Ursanne Formation)
- Kalksteine des Oberen Muschelkalks

In anderen Kalksteinformationen sind EWS mit speziellen Auflagen zulässig.

Aufsummierte Anzahl der Höhleneingänge und Ganglängen in der Region Basel-Laufen für verschiedene Kalksteinformationen (Quelle: Bitterli 1996):

Formation	Höhlenzahl absolut	Höhlenzahl pro km ²
Sequankalk	132	2.5
Rauracien-Korallenkalk	459	15.8
Hauptrogenstein	9	0.4



Oberer Muschelkalk
Tschamberhöhle bei
Rheinfelden

Erdwärmesonden in Karstgebieten



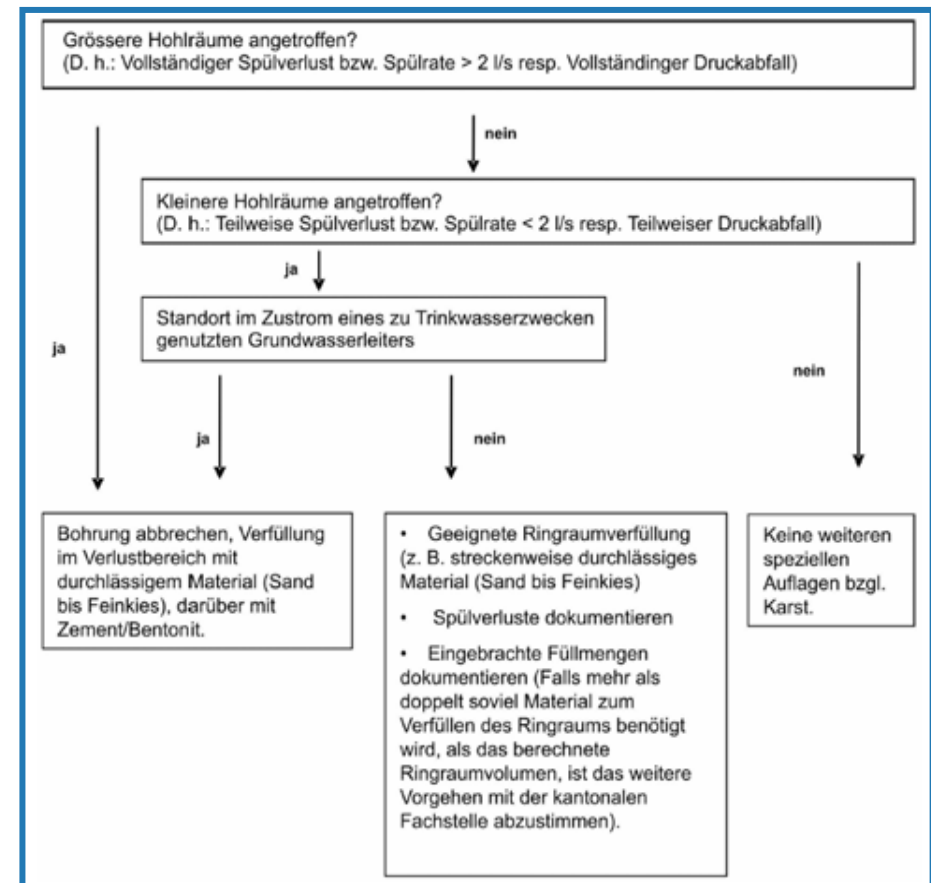
Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Spezielle Auflagen in Karstgebieten:

- Besonderes Vorgehen bei der Erstellung des Bohrlochs abhängig von angetroffenen Hohlräumen.
- Kriterien: Spülverluste/Druckverluste & Situation Trinkwassernutzung



Erdwärmesonden in Gebieten mit Grundwasserstockwerkbau



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

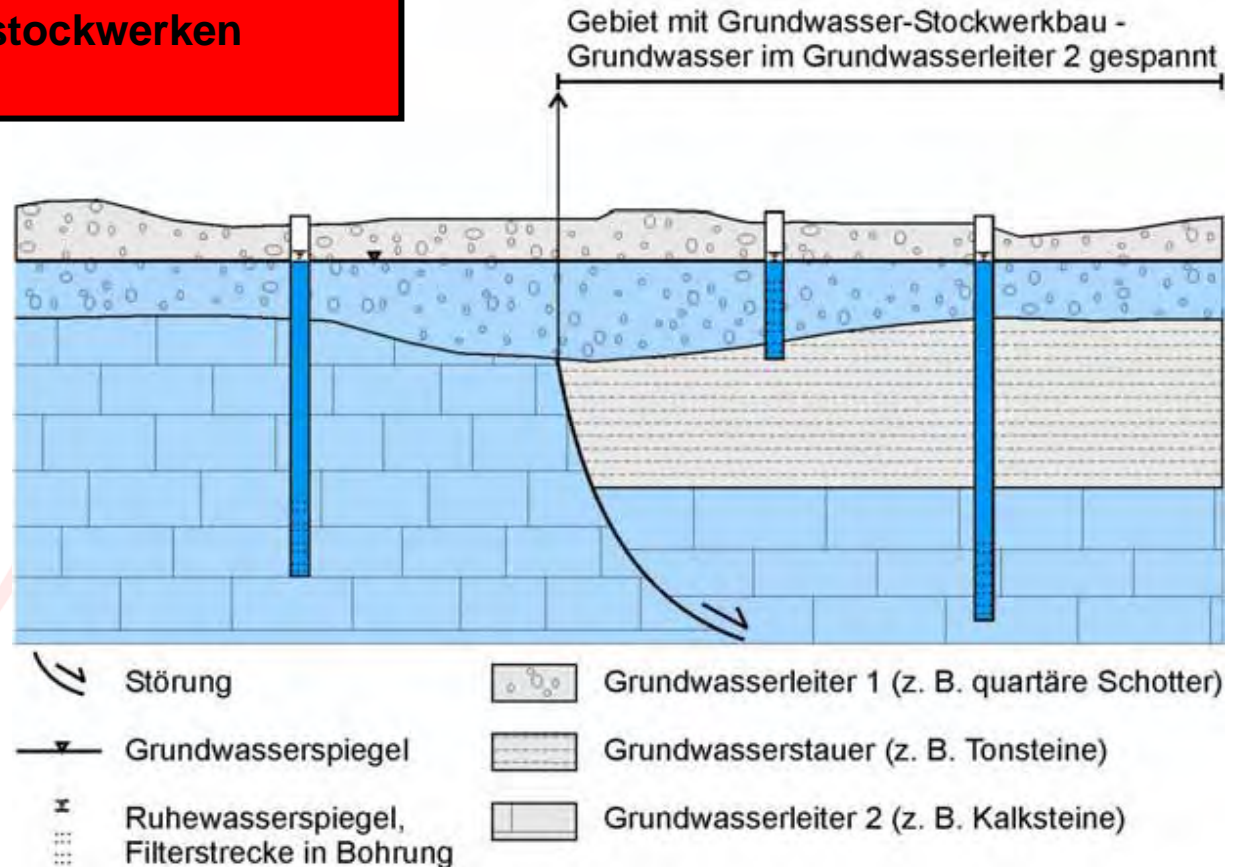
Amt für Umweltschutz und Energie

Verbindung von Grundwasserstockwerken

- kann zu verminderter Grundwasserqualität des oberen Stockwerks führen (Wasserqualität von tieferen Grundwasserstockwerken häufig unbekannt, grössere Wahrscheinlichkeit für erhöhte Mineralisation).
- ändert hydraulische Verhältnisse mit schwer abschätzbaren Folgen.

Verbindung von Grundwasserstockwerken unzulässig

→ **Spezielle Auflage:**
Begrenzung der Bohrtiefe
(Abstand zu unterem Stockwerk: 10% der Bohrtiefe, mind. 10 m), angepasste geologische Begleitung der Bohrung.



Erdwärmesonden in Gebieten mit artesisch gespanntem Grundwasser



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

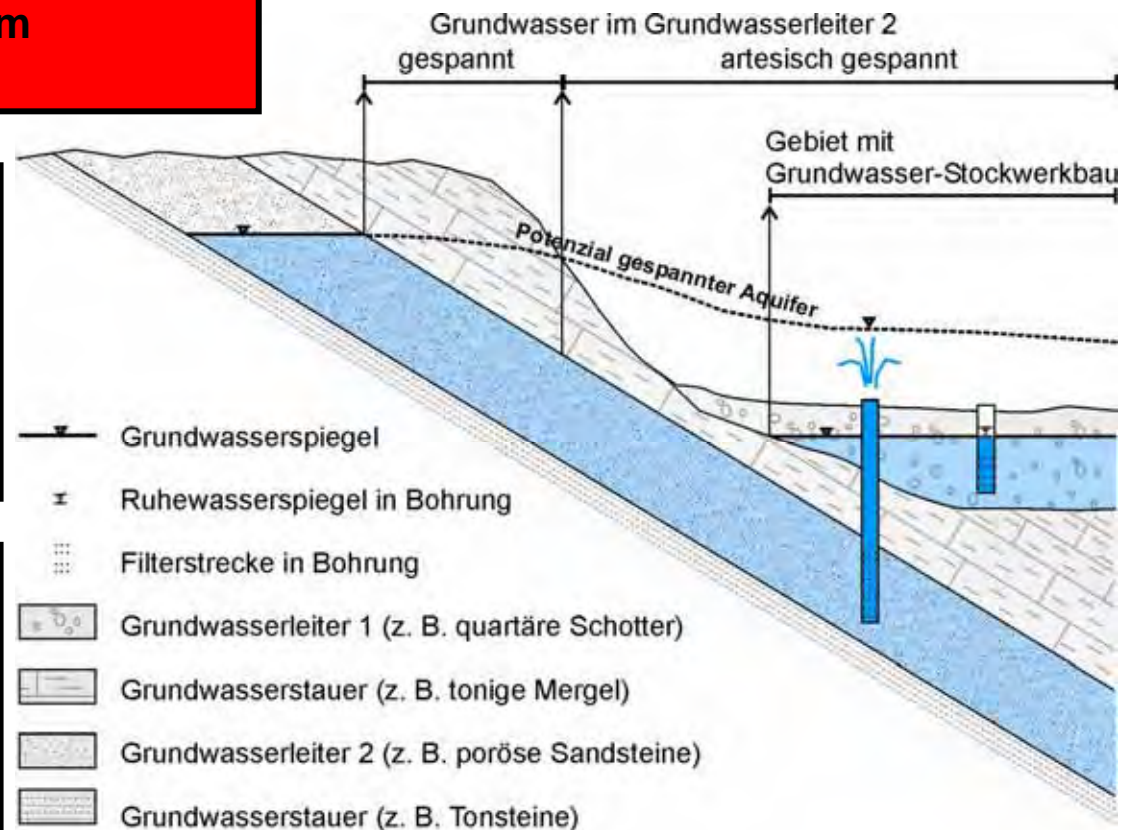
Artesisch gespanntes Grundwasser: Gefahr durch

- Verschmutzungen (mit Wasser tritt auch Spülflüssigkeit und Dichtmaterial aus)
- Schäden

Anbohren von artesisch gespanntem Grundwasser unzulässig

→ **Spezielle Auflage:** Begrenzung der Bohrtiefe (Abstand zu gespanntem Aquifer: 10% der Bohrtiefe, mind. 10 m), angepasste geologische Begleitung der Bohrung.

→ **Standard Auflage:** Bohrstelle muss für unerwartetes Antreffen artesisch gespannten Grundwassers ausgerüstet und Personal entsprechend ausgebildet sein



Erdwärmesonden in Gebieten mit Gebirgsquellen, Subrosion



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Zutritt von Wasser zu quellfähigen oder leicht löslichen Gesteinen
(Sulfathaltige Tonsteine, Salz) aufgrund von neu geschaffenen
Wasserwegsamkeiten durch Bohrung

- Gefahr durch Subrosion oder Gebirgsquellen
- Senkungen oder Hebungen an Erdoberfläche

**EWS in Schichten mit Gefahr des Gebirgsquellens
und der Subrosion unzulässig (Gipskeuper,
Anhydritgruppe)**

→ **Spezielle Auflage:** Begrenzung der Bohrtiefe
(Abstand zu Schichten mit quellfähigen oder löslichen
Gesteinen : 10% der Bohrtiefe, mind. 10 m),
angepasste geologische Begleitung der Bohrung.

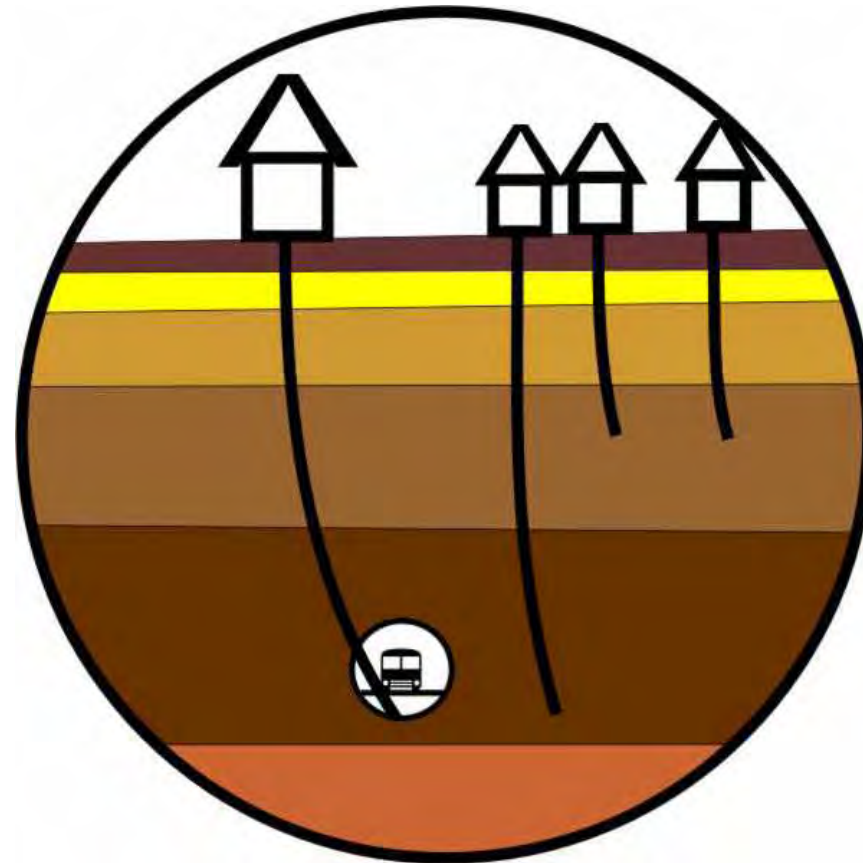
Erdwärmesonden bei bestehenden Nutzungen



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

**Standorte mit „konkurrierender“ Nutzung (z. B. unterirdische Anlagen)
→ Erdwärmesonden unzulässig**

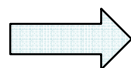




Erdwärmekonzept Basel-Landschaft

- **Einleitung**

- Motivation
- Gültigkeit
- Rechtliche Grundlagen
- Bewilligungsverfahren



- **Erdwärmesonden**

- Beschreibung, Risiken
- Kriterien und Auflagen für die Bewilligung

- **Erdregister, Wärmekörbe, Energiepfähle**



- **Grundwasserwärmepumpen**

Grundwasserwärmepumpen



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Beschreibung

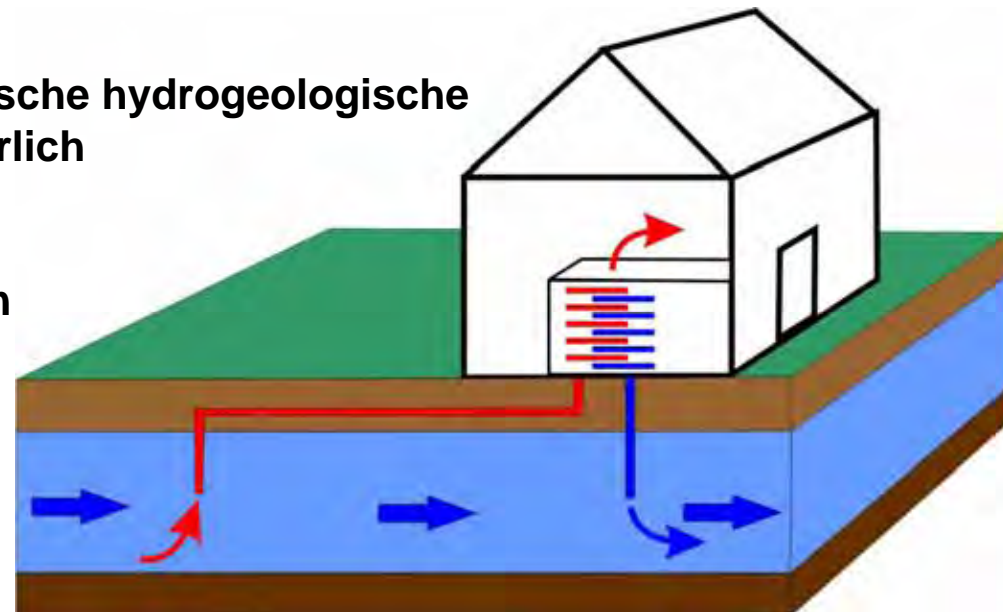
- Grundwasserentnahme und -rückgabe über Brunnen
- Offener Kreislauf
- Wärmeträgerflüssigkeit = Grundwasser
- Konzession für Grundwasserentnahme erforderlich (erfordert Sondierbohrungen, Pumpversuche ...)
- Erheblicher Eingriff ins Grundwasserfließsystem!

→ **genaue, ortsspezifische hydrogeologische Kenntnisse erforderlich**

→ **Einzelfallprüfung**

→ **Nur grosse Anlagen**

→ **Betreuung durch Fachpersonal**



Grundwasserwärmepumpen



Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Risiken für Umwelt und Grundwasser

- Wassergefährdende Stoffe können unbemerkt ins Grundwasser gelangen
- Verschmutztes Grundwasser kann verteilt werden
- Änderung der Grundwasserhydraulik → Einfluss auf Grundwasserqualität und -quantität
- Eingriff in Wärmehaushalt des Grundwassers
- Bei Entwässerung feinkörniger Sedimente → Setzungen an Oberfläche
- Bei Brunnen grösserer Tiefe: Zusätzlich Risiken wie bei Erdwärmesonden

Grundwasserwärmepumpen



Bau- und Umweltschutzdirektion

Kanton Basel-Landschaft

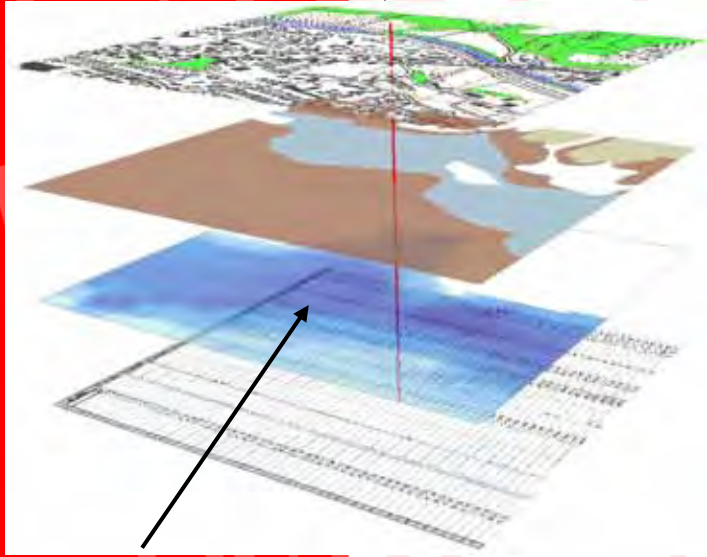
Amt für Umweltschutz und Energie

Auflagen

- Rückgabe des genutzten Wassers in gleichen Aquifer wie Entnahme
- Konzession für Grundwasserentnahme erforderlich (→ Pumpversuche...)
- Grundwassermodellierung (Hydraulik und Wärmehaushalt) (in 100 m < 3°C)
- Hydrogeologischer Bericht
 - Geologische Schichtlagerung
 - Ausdehnung, Mächtigkeit, Durchlässigkeit, Ergiebigkeit des Grundwasserleiters
 - Temperaturganglinie, Fliessrichtung, Fliessgeschwindigkeit, Chemismus des Grundwassers
 - Ergebnisse Grundwassermodellierung
 - Ergebnisse Sondierbohrung, Pumpversuche (evtl. Markierversuche)

Ausblick

„Symbolbilder“
Standortspezifische
Abfrage



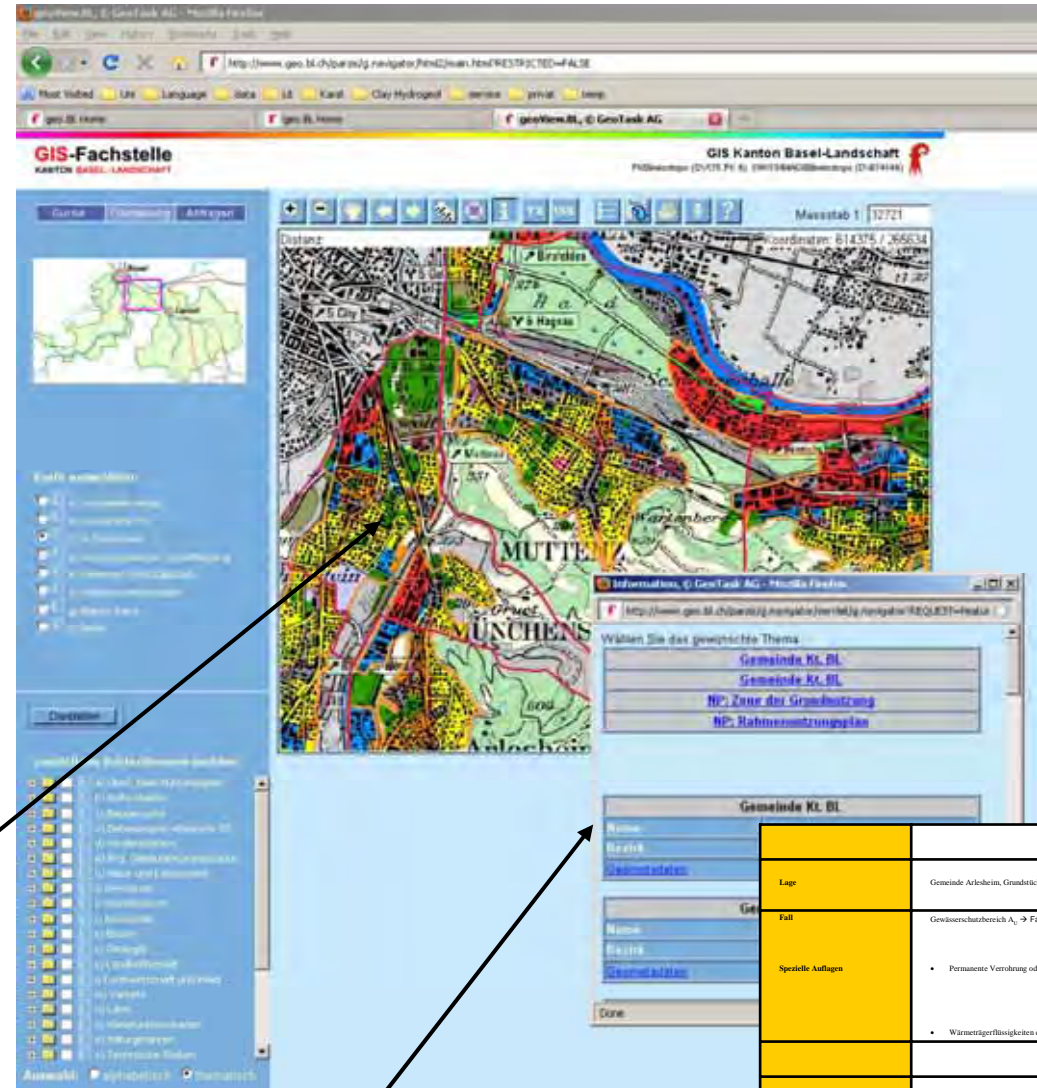
Verschnitt von
Datenebenen

Flächenhaft
farbliche
Darstellung der
Fälle A) , B) , C)



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie



Tabellarische Standortinformation
zu Bewilligungskriterien

Gemeinde Kl. Bl.	
Bezirk	
Dezernat	
Lage	Gemeinde Arlesheim, Grundstück-Nr. abcd.X.xxx
Fall	Gewässerschutzbereich A, → Fall A) Erdwärmen
Spezielle Auflagen	• Permanente Verringerung oder geeignete Puffer
	• Wärmerägerflughöhe der Kläranlage 2
Max. mit Bohrtiefe	1,5 m
Begrenzung	Wasserführende, stark verkarstete Kalksteine (St. Urs)
Güte Bohrtiefe	• Bei Bohrung in Kalksteinen: Vorgehen nach
	Kategorie 1 (3D Modell, Geol. Atlas Schweiz Bl. 10



Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

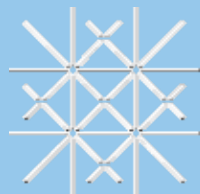


Bau- und Umweltschutzdirektion
Kanton Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Erdwärmekonzept Basel-Landschaft

DANKE!



**UNI
BASEL**

Departement Umweltwissenschaften

Universität Basel

Angewandte und Umweltgeologie