

# Tiefengeothermiepotenzial für den Großraum Graz - Ergebnisse einer Vor-Machbarkeitsstudie



Berichte:

- Machbarkeitsstudie über eine Nutzung von Wärmeenergie aus Tiefer Geothermie im Großraum Graz (Pre-Feasibility Geothermie Graz)
- sowie
- Vor-Machbarkeitsstudie über eine Nutzung von Wärmeenergie aus tiefer Geothermie in der Marktgemeinde Gnas

Marcellus Schreilechner, Geschäftsführer Geo5 GmbH

## April 2014, Workshop über Geothermie Graz

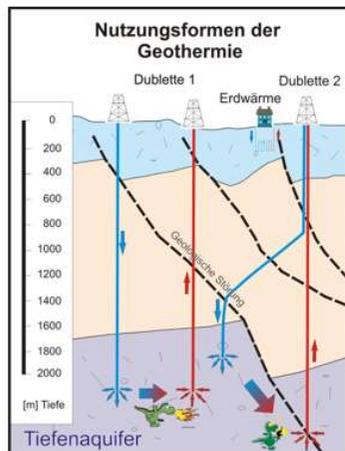
17.05.2022

## Vor-Machbarkeitsstudie Geothermie Graz

03.11.2022

## Vor-Machbarkeitsstudie Geothermie Gnas

## Allgemeine Bedingungen für die Nutzung von hydrothermaler Geothermie



- Welche Aquifer kommen in die nähere Auswahl?
- Ist das Grazer Paläozoikum in Stadtnähe ausgebildet?
  - In welcher Tiefenlage und wie Mächtig liegt es vor?
- Gibt es andere Aquifersysteme die geothermisch genutzt werden können?
- Welche Daten gibt es bereits?

THE INNOVATION COMPANY

Bericht 01/2022

**Machbarkeitsstudie über eine Nutzung von Wärmeenergie aus Tiefer Geothermie im Großraum Graz (Pre-Feasibility Geothermie Graz)**

Proj. Nr.: IG21-P015

**Verfasser**  
Geo5:  
DI Florian Dax  
DI Dr. mont. Marcellus G. Schreilechner  
Geoteam:  
Mag. Marlies Gold  
Univ.-Prof. Dr. Johann Goldbrunner  
David Muhr, MSc  
Mag. Hans Peter Heiss  
**sowie Zuarbeiten von**  
Em. O.Univ.-Prof. Dr.phil. Manfred F. Buchtrathner, Em. O.Univ.-Prof. Dr. Fritz Ebner,  
Ao.Univ.-Prof. i.R. Dr.phil. Harald Fritz, Ao.Univ.-Prof. Dr.phil. Bernhard Hubmann,  
Priv.-Doz. Mag. Dr. rer. nat. Kurt Krenn

**Geoteam**  
Technisches Büro für Hydrogeologie, Geothermie und Umwelt Ges.m.b.H.

Ausfertigung: 17.05.2022

**Geophysical Services Research & Development Ge5**

**Auftraggeber:** Stadt Graz, Umweltamt  
Amt der Steiermärkischen Landesregierung  
Abteilung 15 Energie, Wohnbau, Technik  
Energie Graz GmbH & Co KG  
Netze, Fernwärme - HF  
Energie Steiermark Wärme GmbH  
Holding Graz - Kommunale Dienstleistungen GmbH  
(Grazer Energieagentur GmbH) aie Graz

**Wissen das in die Tiefe geht**

Geo5 Umweltsingenburs, 8700 Leoben, Roseggerstraße 17  
FN 435764 f Landesgericht Leoben, UID-Nummer: ATU9906625

office@geo5.at  
www.geo5.at

ENDBERICHT 001/2022

**VOR-MACHBARKEITSSTUDIE ÜBER EINE NUTZUNG VON WÄRMEENERGIE AUS TIEFER GEOTHERMIE IN DER MARKTGEMEINDE GNAS**

PROJ. NR.: IG22-P010

**Verfasser:**  
DI Florian Dax  
DI Dr. mont. Marcellus G. Schreilechner

Ausfertigung: November 2022

**Geophysical Services Research & Development Ge5**

**Auftraggeber:** Referat Wasserwirtschaftliche Planung  
Wartingergasse 43, 8010 Graz

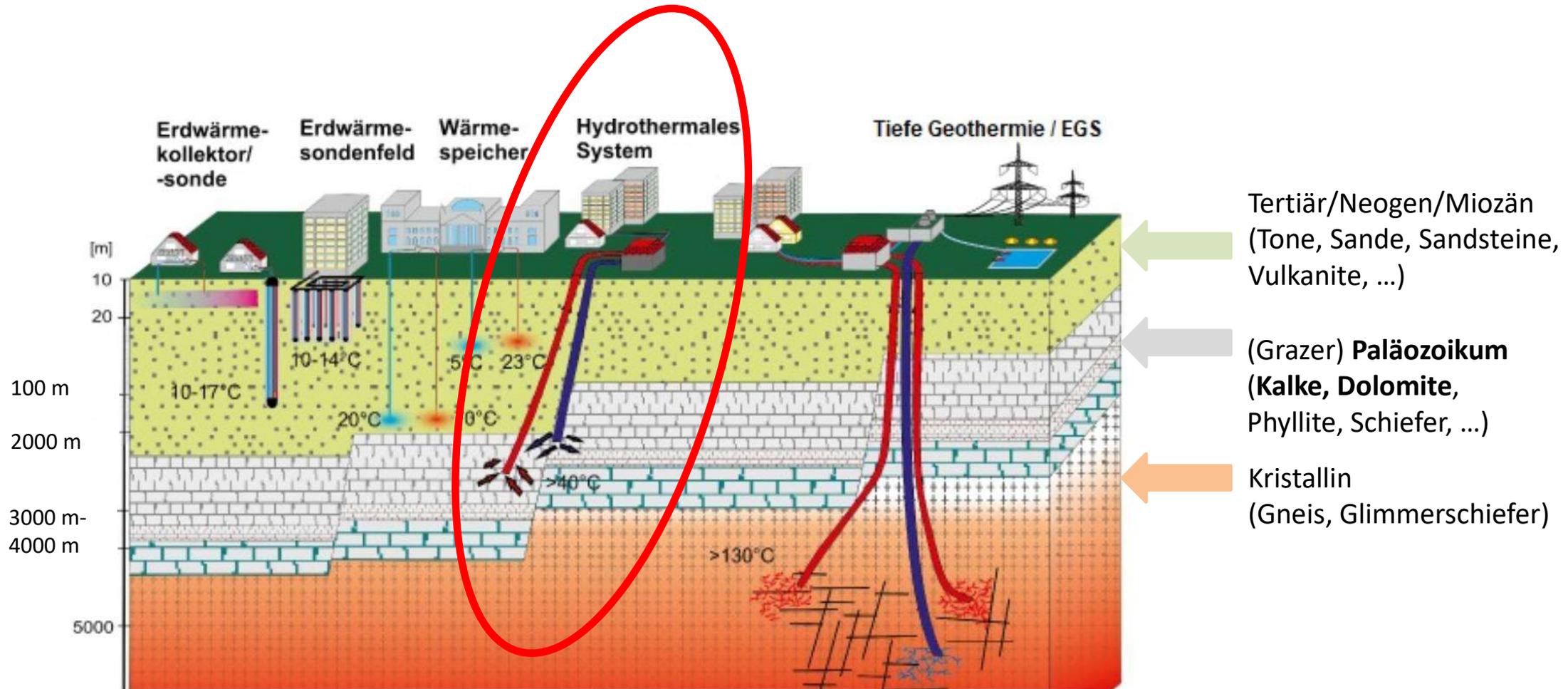
**Das Land Steiermark**

**Wissen das in die Tiefe geht**

Geo5 GmbH Ingenieurbüro, 8700 Leoben, Roseggerstraße 17  
FN 435764 f Landesgericht Leoben, UID-Nummer: ATU9906625

office@geo5.at  
www.geo5.at

# Hydrothermale Geothermie



## Projektteam:

Machbarkeitsstudie über eine Nutzung von Wärmeenergie aus Tiefer Geothermie  
im Großraum Graz (Pre-Feasibility Geothermie Graz)

Projektbearbeitung:

**Geo5 GmbH, Leoben:**

*DI Florian Dax*

*DI Dr. Marcellus G. Schreilechner*

**Geoteam GmbH, Graz (TERRA):**

*Mag.<sup>a</sup> Marlies Gold*

*Univ.-Prof. Dr. Johann Goldbrunner*

*David Muhr, MSc*

*Mag. Hans Peter Heiss*

Tatkräftige wissenschaftliche Unterstützung:

*Em.O.Univ.-Prof. Dr. Manfred F. Buchroithner*

*Em.O.Univ.-Prof. Dr. Fritz Ebner*

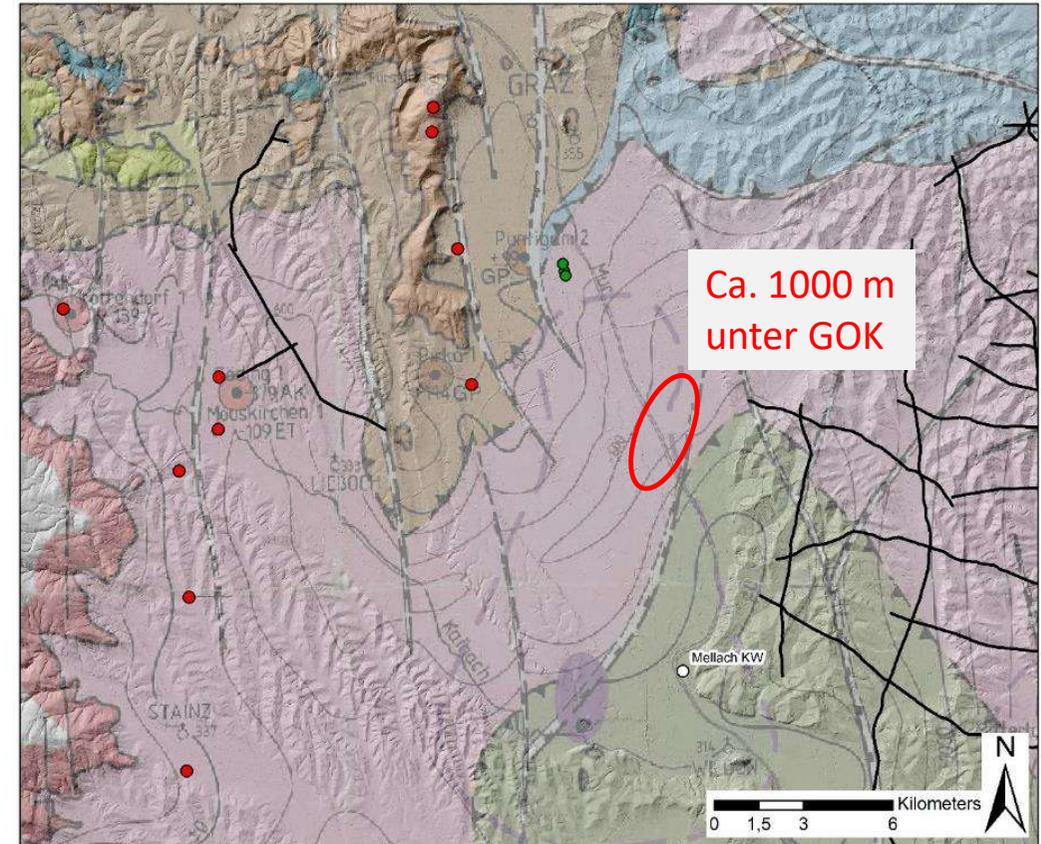
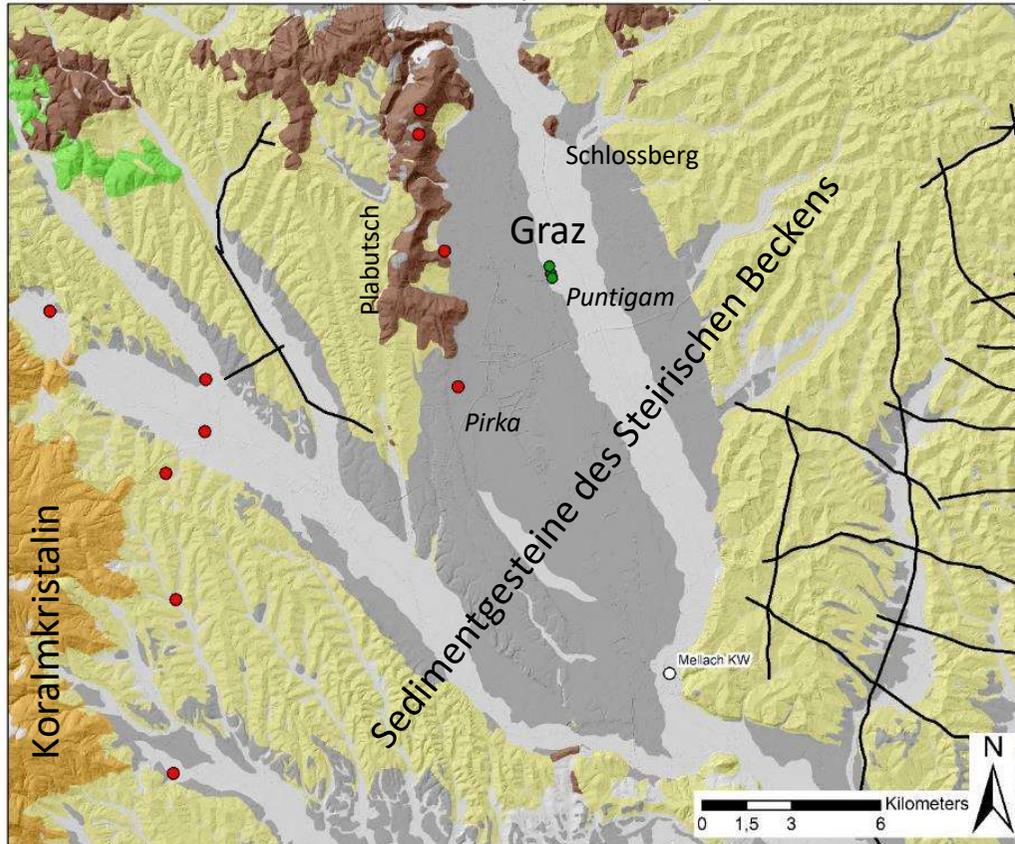
*Ao.Univ.-Prof.i.R. Dr. Harald Fritz*

*Ao.Univ.-Prof. Dr. Bernhard Hubmann,*

*Priv.-Doz. Mag. Dr. Kurt Krenn*

# Oberflächengeologie – Geologie Untergrund

Grazer Paläozoikum (Karbonate)



KARTEN ÜBER DEN PRÄTERTIÄREN UNTERGRUND DES STEIRISCHEN BECKENS UND DER SÜDBURGENLÄNDISCHEN SCHWELLE; Kröll et al., 1988, GBA

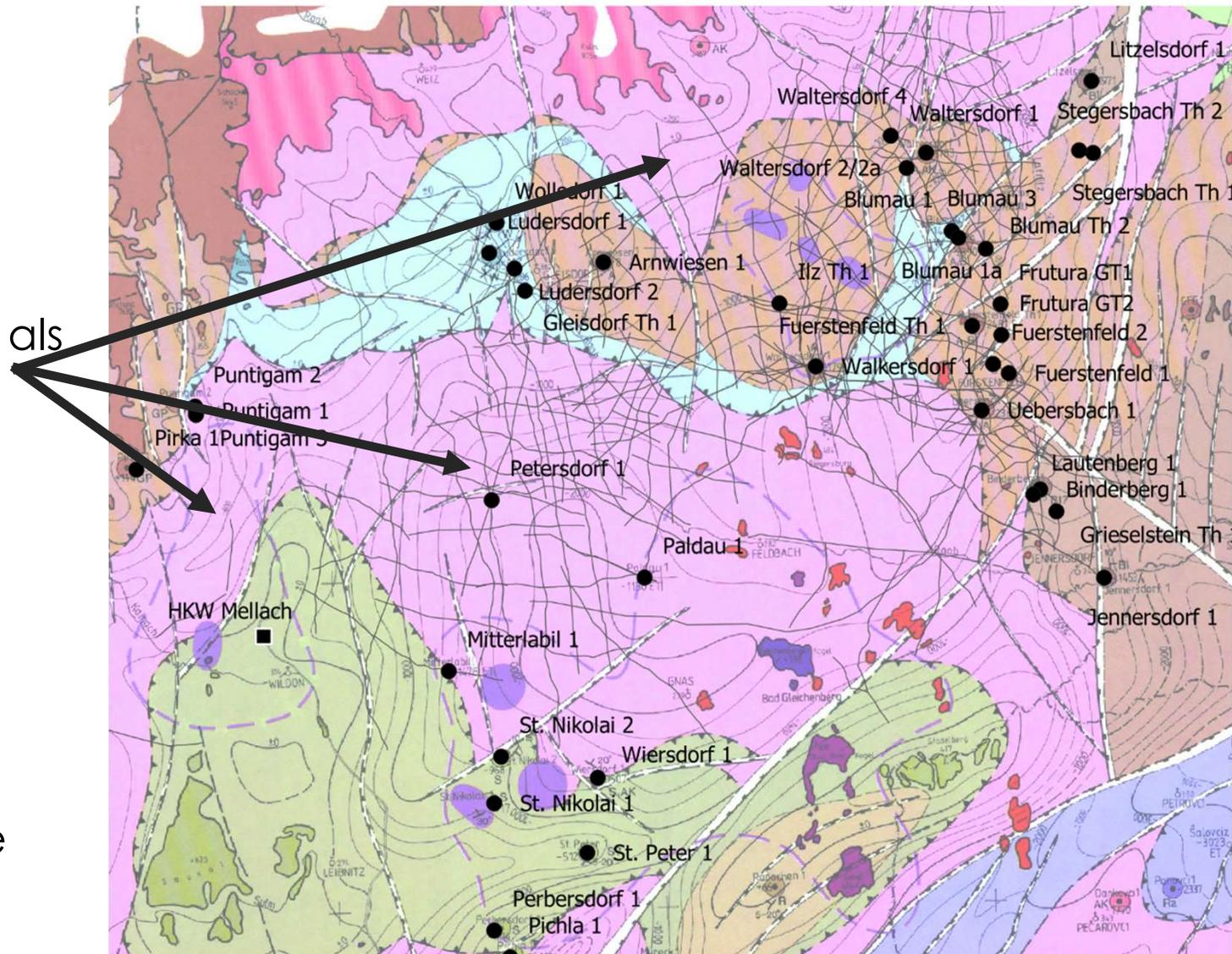


- Gibt es im tieferen Untergrund (präneogenes Basement) von Graz einen porösen-permeablen Thermalwasserleiter bzw. Karbonate des Grazer/Sausal Paläozoikum?
- Wie weit nach Süden/Südosten der Stadt Graz reicht das Grazer Paläozoikum (Karbonate) im Untergrund?
- In welcher Tiefenlage liegen diese Karbonatgesteine?
- Wie mächtig sind diese Karbonatgesteine ausgebildet?
- Welche Untergrund-Temperaturen (Temperaturgradienten) sind südlich von Graz anzunehmen?
- Fördern die Bohrungen Pirka und Puntigam aus den Karbonaten des Untergrunds?
- **Welche Anteile des Grazer Paläozoikums sind am wahrscheinlichsten im Süden der Stadt Graz zu erwarten und welche Eigenschaften haben diese Gesteine?** (Auf welcher Basis erfolgte die Grenzziehung des GP nach Süden?)

## Bohrungen

- Kein Nachweis in Tiefbohrungen für Kristallin als unmittelbarer Beckenuntergrund!
- Sämtliche Tiefbohrungen erbohrten Paläozoikum

→ Damit erscheint es wahrscheinlich, dass südlich/südöstlich von Graz auch paläozoische Gesteine liegen ...

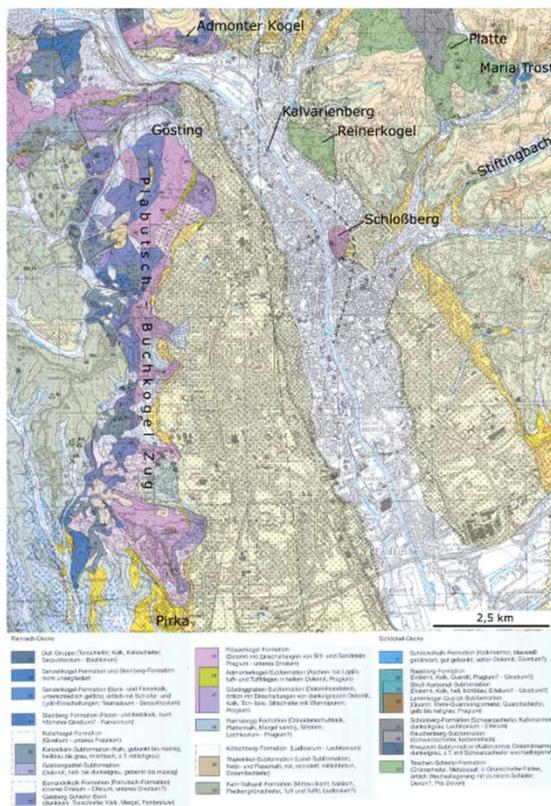


Flügel, 1988

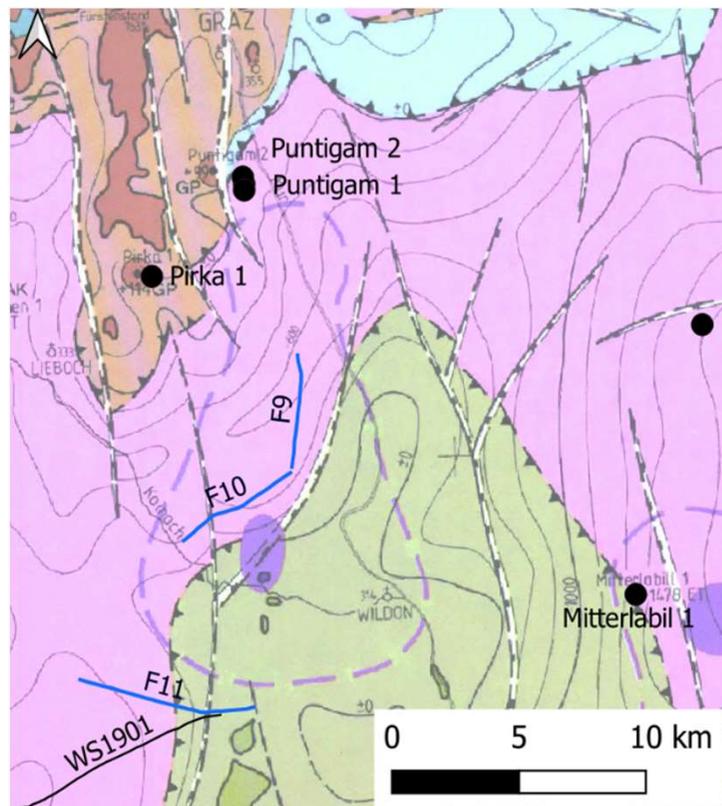
# Projekt

Geologie Oberfläche → Präneogenes Basement

41 Bohrungen



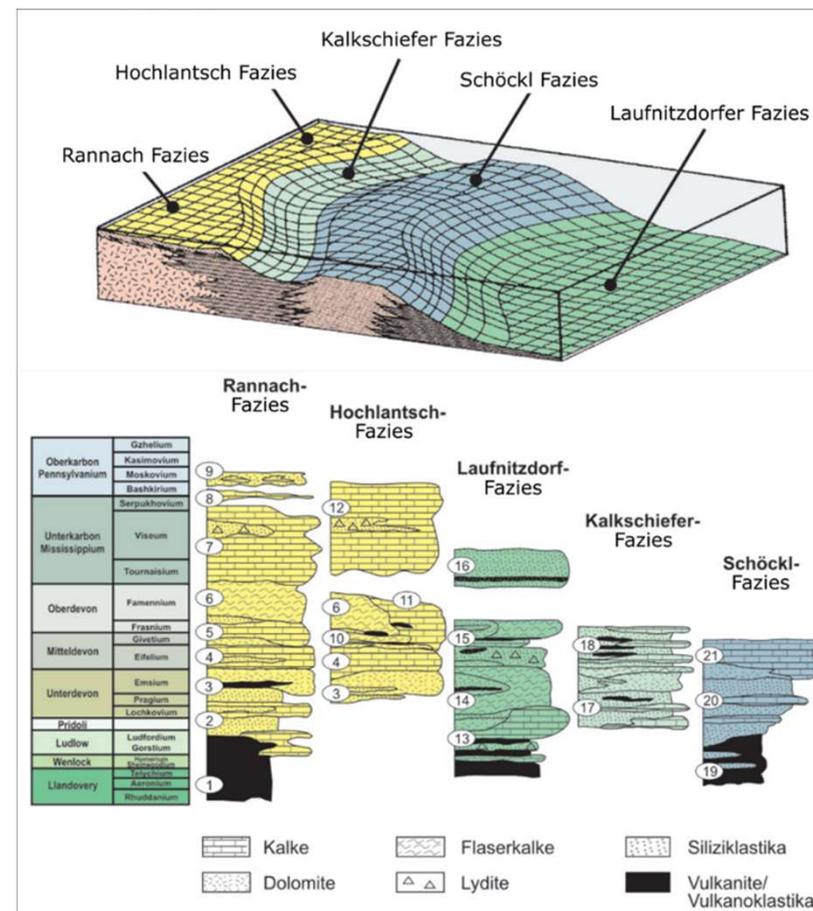
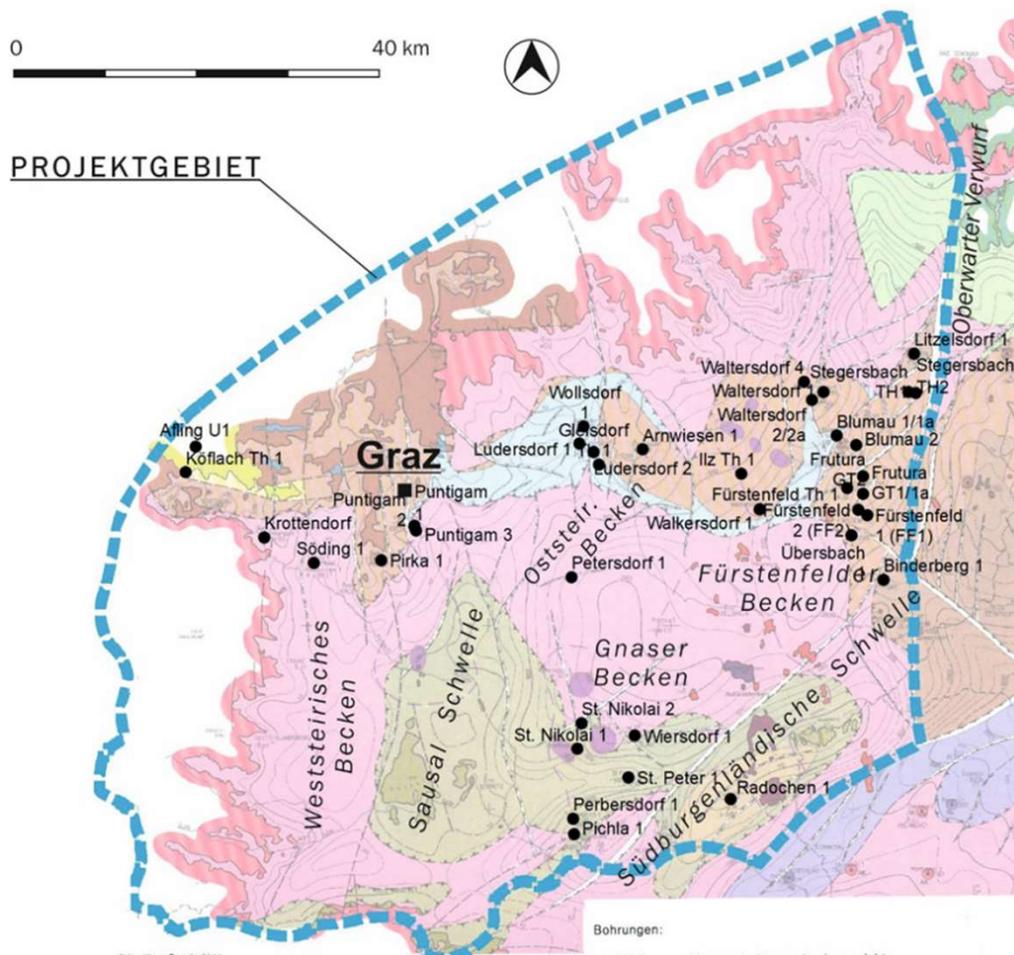
Geologische Karte, Blatt 164 Graz



Flügel, 1988

Bohrloch	Geol. Profil	Bohrloch-Logs	Temperatur-Daten	Chem. Analyse	Isotopen-Analyse	Ausbau-Plan	Pump-Daten	Grundg. erreicht
Afing U1	✓	✓	✓					✓
Arnwiesen 1	✓	✓	✓					✓
Binderberg 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Blumau 1/1a	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Blumau 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Frutera GT1/1a	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Frutera GT2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fürstenfeld 1 (FF1)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Fürstenfeld 2 (FF2)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Fürstenfeld Th 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gleisdorf Th 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Graz - STEBA Förder	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Graz - STEBA Reinjekt.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ilz Th 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Köflach Th 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Krottendorf	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Litzelsdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ludersdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ludersdorf 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Ottendorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Perbersdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Petersdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pichla 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pirka 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	?
Puntigam 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Puntigam 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Puntigam 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Radochen 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
St. Nikolai 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
St. Nikolai 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
St. Peter 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Söding 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Stegersbach Th1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Stegersbach Th2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Übersbach 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Walkersdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Waltersdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Waltersdorf 2/2a	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Waltersdorf 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Wiersdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Wollsdorf 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

# Übersicht → Details



Hubmann und Messner, 2007

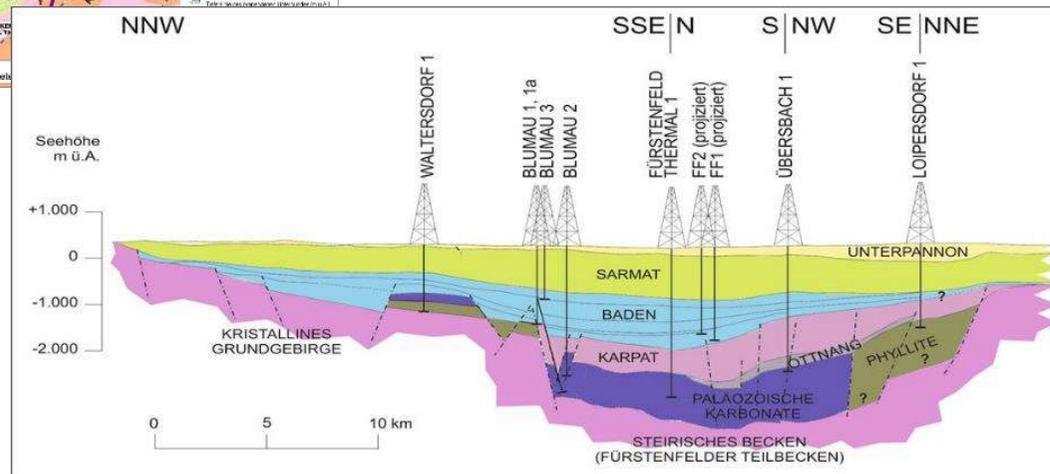
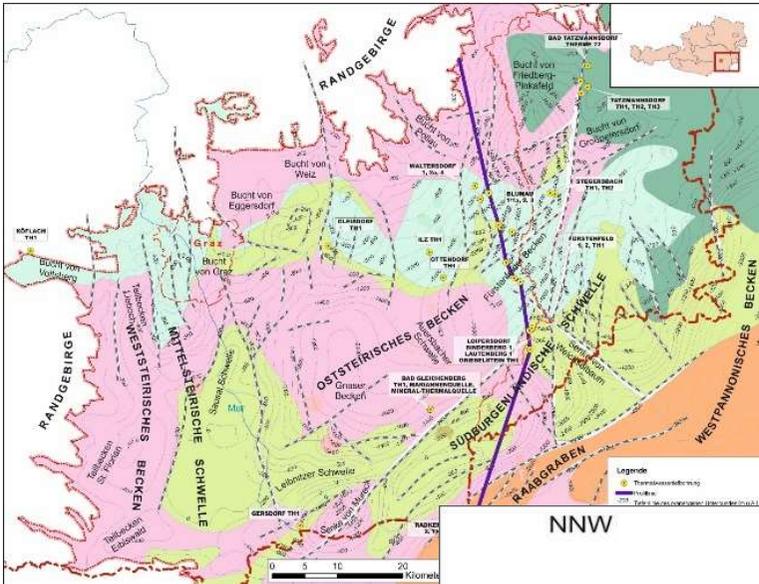
# Situation Fürstenfelder (Teil-)Becken

Paläozoikumsbohrungen (karbonatisch)

Bohrloch	Jahr	ET [m]
Waltersdorf 1	1975	1.553
Waltersdorf 2/2a	1991	1.420
Blumau 1/1a	1979	3.045
Blumau 2	1996	2.843
Fürstenfeld Th 1	1985/86	3.145
Ilz Th 1	1998	1.906
Frutura GT 1/1a	2014	3.279
Frutura GT 2		3.300

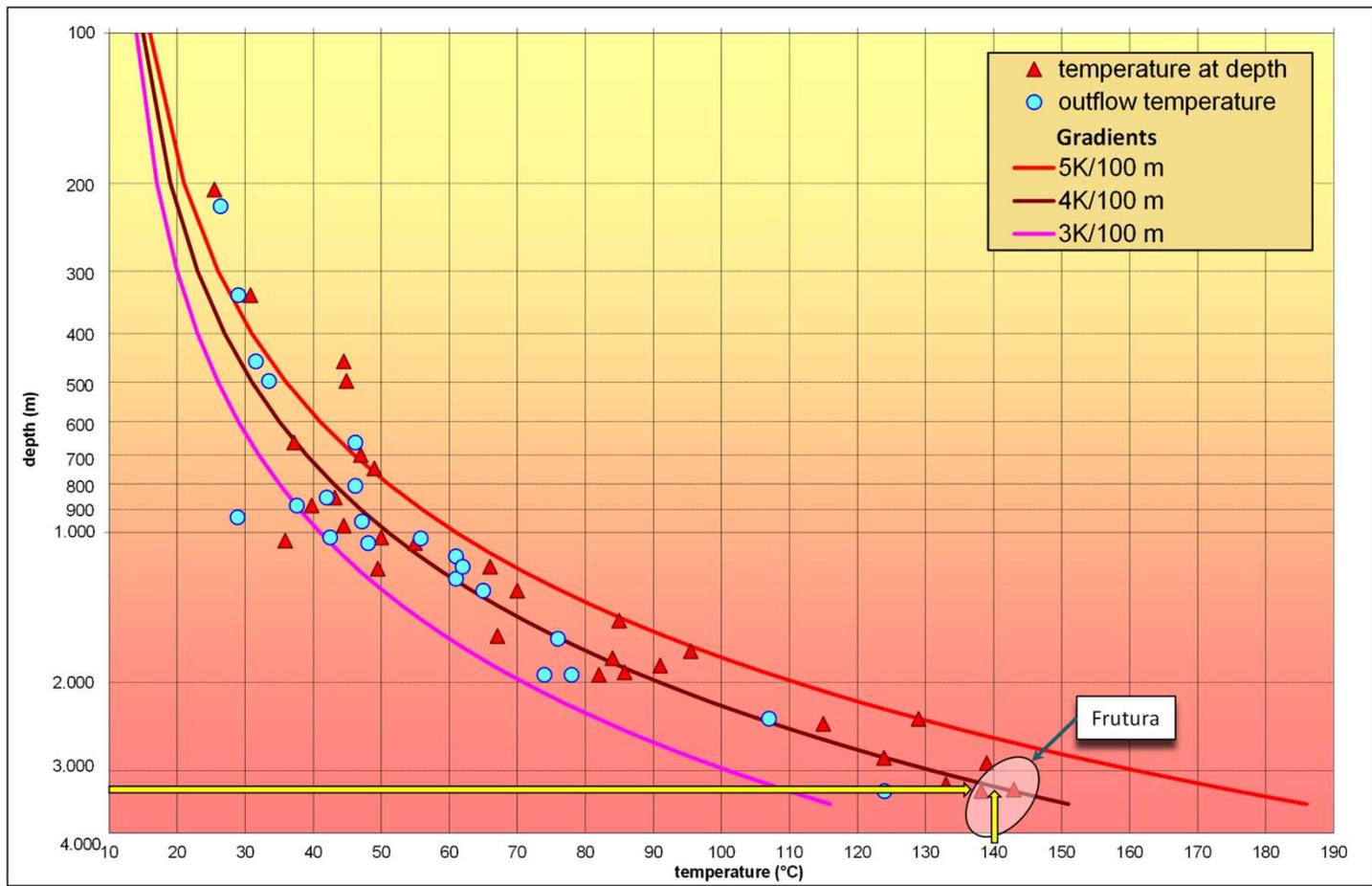
Angaben als Bohrlöchlänge (MD)  
blau = in Nutzung

Goldbrunner, 2007



# Temperatur Gradient

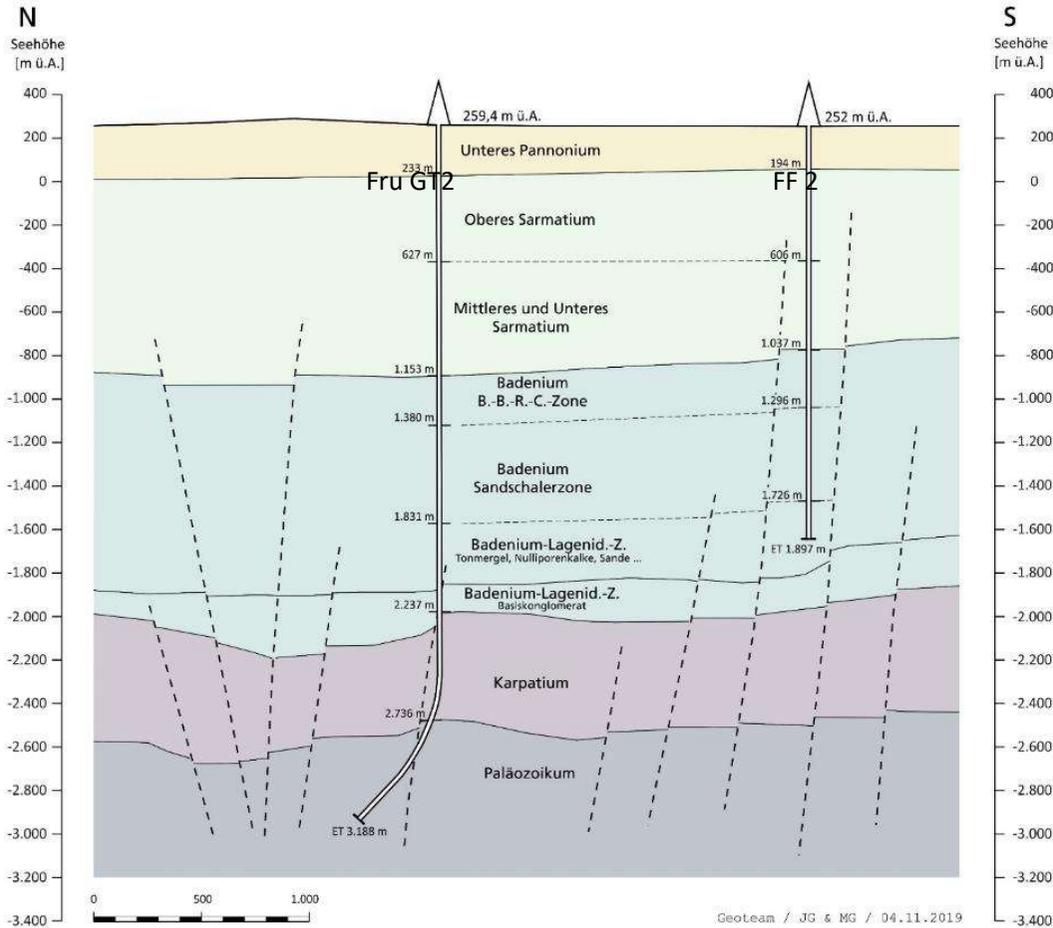
Thermische Verhältnisse im Steirischen Becken (hauptsächlich Oststeiermark)



Ursachen des hohen Technischen Gradienten:  
**Konduktion** (Geringe Krustendicke)  
**Konvektion** (Waltersdorf; Südburgenländische Schwelle)



## FRUTURA Bohrungen



Geoteam / JG & MG / 04.11.2019

### Frutur GT 1

Grazer Paläozoikum  
 von 2.800 bis 3.278,5 m  
 davon: bis 3.098,5 m Arnwiesener Gruppe (M = 298 m)  
 bis ET: Blumauer Phyllit-Karbonat Formation

### Frutur GT 2:

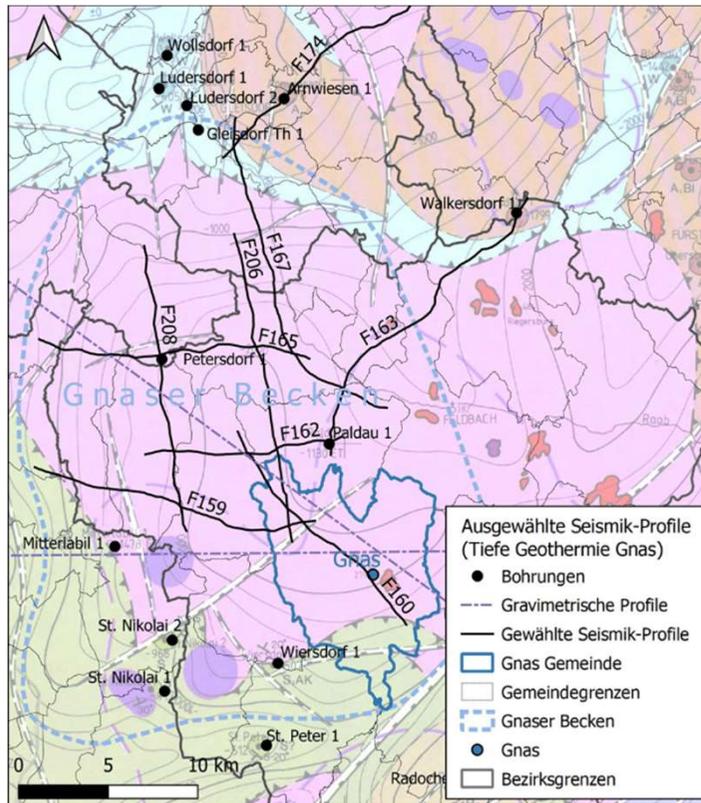
Grazer Paläozoikum  
 von 2.736 bis 3.188 m TVD Arnwiesener Gruppe (TVD),  
 M = 452 m  
 Transmissivität:  $5,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$   
 Temperatur: 124,5 °C an der Oberfläche

Der Erfolg des Projektes Frutura zeigt die Bedeutung der **Tektonik** (Störungen) für die Wasserführung in den karbonatisch entwickelten Gesteinen des Grazer Paläozoikums.

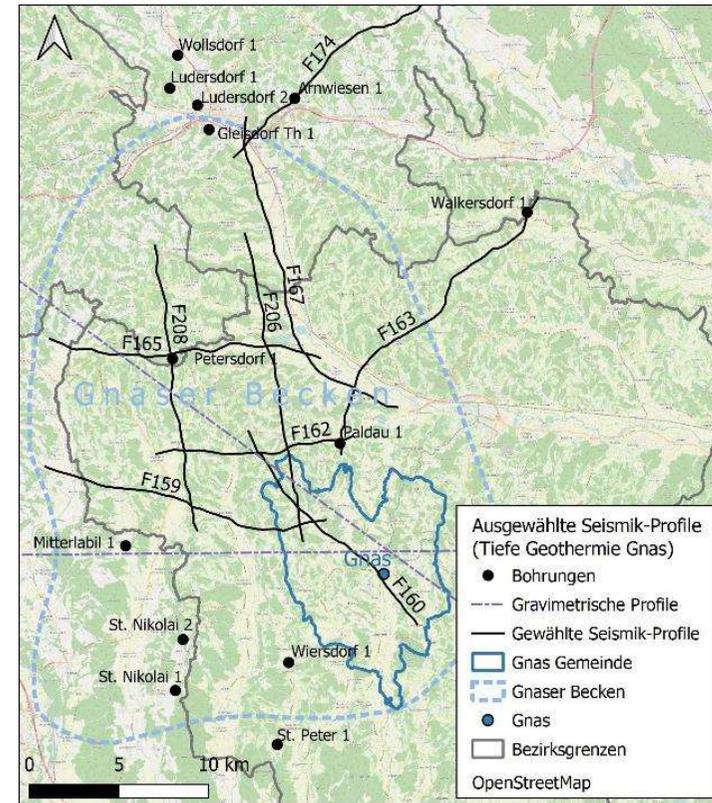
Für die Lokalisierung der Störungen ist die **Reflexionsseismik** das **wichtigste Instrumentarium**

# Gnaser Becken

## Untergrundkarte



## Geographische Situation (Bezirke/Gemeinde)



Bohrung:  
Petersdorf 1  
geplant ca. 2.100 m  
gebohrt 3.084 m

16.2.2022

Unterstützt durch

- Ao. Univ.-Prof. Dr. phil.  
Bernhard Hubmann
- em.O.Univ.-Prof. Dr.phil.  
Fritz Ebner
- Em.Ao.Univ.-Prof. Dr.phil.  
Harald Fritz
- Priv.-Doz. Mag. Dr.rer.nat.  
Kurt Krenn
- Em. Univ.-Prof. Dr. phil.  
Manfred Buchroithner



Lithologische Vergleiche  
Zuordnung zu Formation des Grazer/  
Sausal Paläozoikums

Untersuchte Bohrungen

- Arnwiesen 1
- Binderberg 1
- Blumau 1/1A
- Mitterlabil 1
- Petersdorf 1
- Übersbach 1
- Walkersdorf 1
- Waltersdorf 1



16.2.2022; Fotos: [www.haralddaederer.com](http://www.haralddaederer.com)

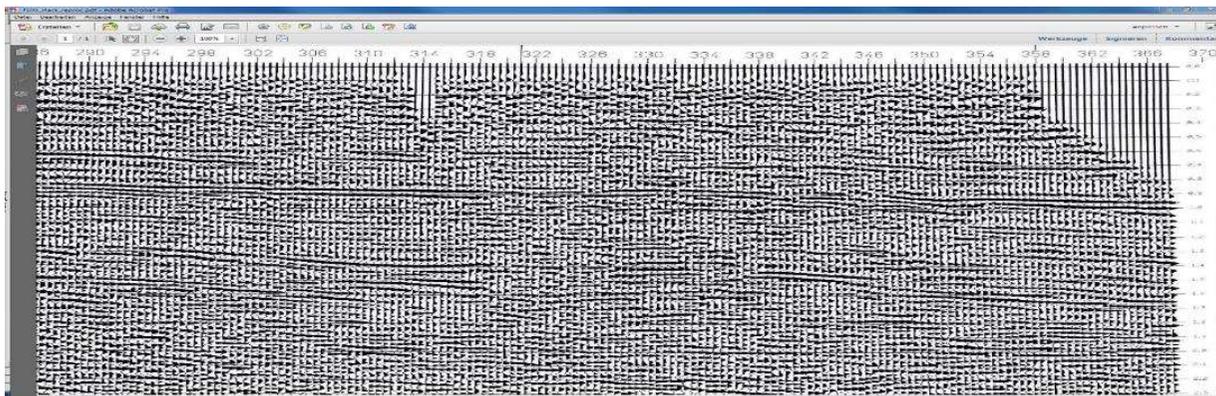
- geplant nach Karte Kröll (1988)  
ca. 2.100 m
- gebohrt 3.084 m
- Publiziert wurden: 2.930 m  
Glimmerschiefer (Hohenegger, 2009)
- Kernaufnahme 2022: Miozäner  
Vulkanit (Tuffite) 3028 – 3031 m

Hier sind noch Detailuntersuchungen  
(Bohrkleinuntersuchungen) möglich und  
nötig.



Kern 2: (3028 – 3031 m) Miozäner Tuffit

# Datenbesichtigung



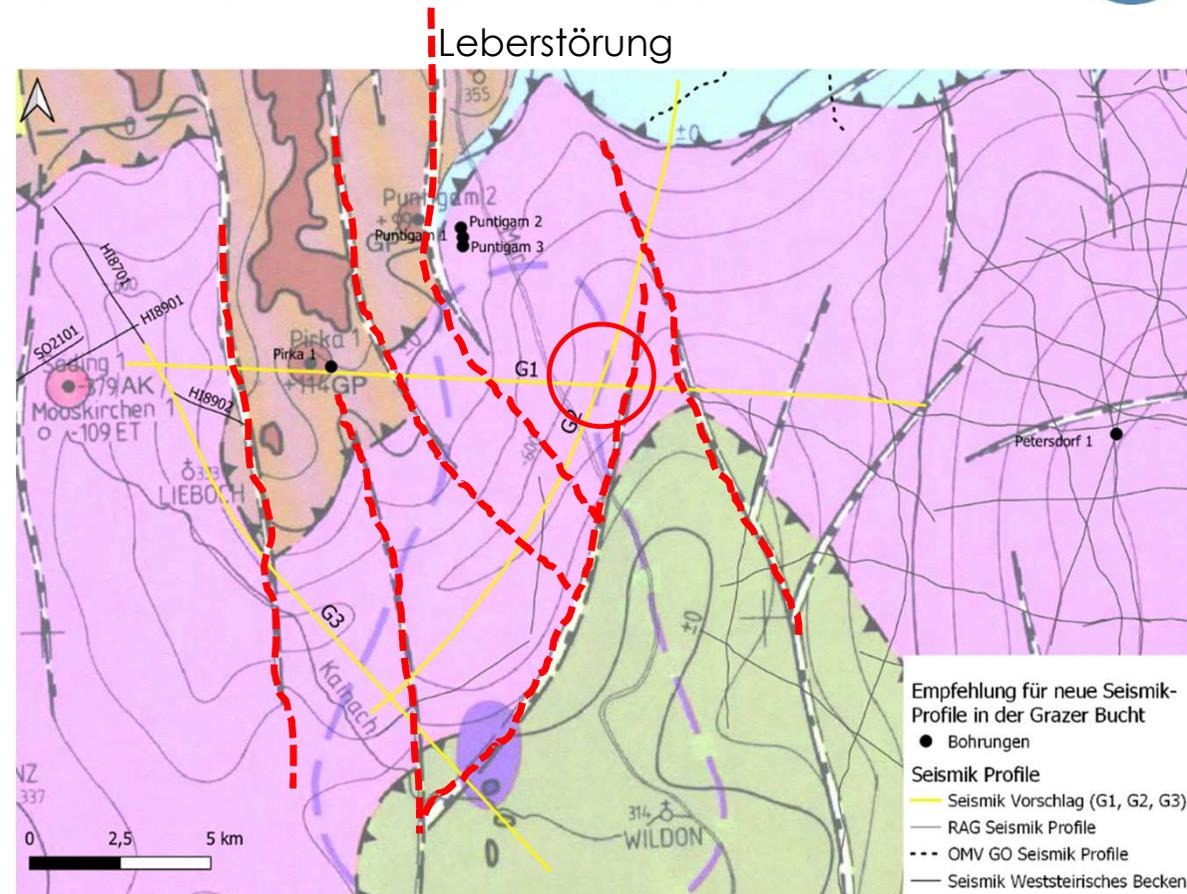
Danke an die RAG Austria für die Möglichkeit der Datenbesichtigung (Seismik und Bohrkern)!

# Neuaufnahme von reflexionsseismischen 2D Profilen

Drei Profile mit je ca. 20 km Länge

## Ziele:

- Bestimmung der Beckentiefe
- „Senke von Kalsdorf“
- Aussage über den Beckenuntergrund
- Identifizierung von Störungen
- Informationen von Oberflächen-Geologie ins Becken übertragen
- Informationen aus dem Oststeirischen Becken in die Grazer Bucht übertragen

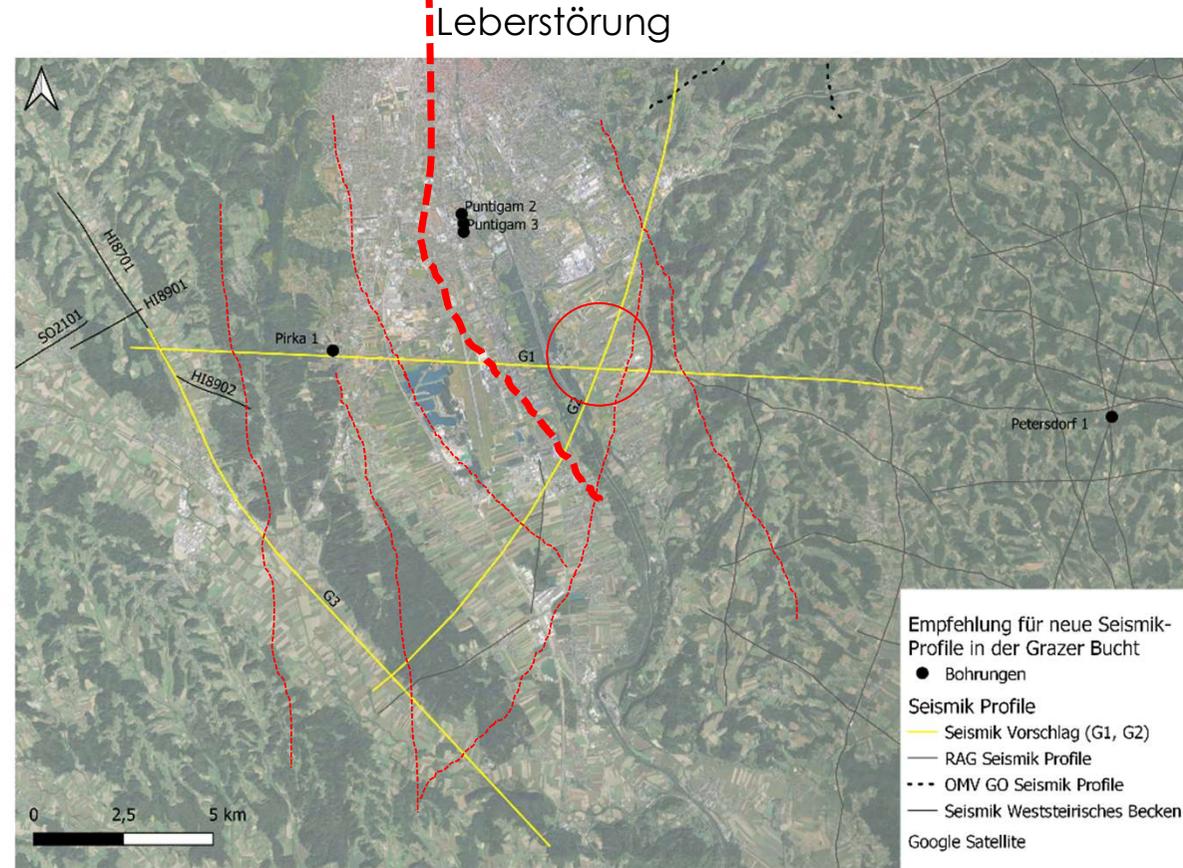


# Neuaufnahme von reflexionsseismischen 2D Profilen

Drei Profile mit je ca. 20 km Länge

## Ziele:

- Bestimmung der Beckentiefe
- „Senke von Kalsdorf“
- Aussage über den Beckenuntergrund
- Identifizierung von Störungen
- Informationen von Oberflächen-Geologie ins Becken übertragen
- Informationen aus dem Oststeirischen Becken in die Grazer Bucht übertragen





- Systematische Neuaufnahme von Bohrkernen im Steirischen Becken
- Kinematik der Störungen am Rand des Steirischen Beckens mit besonderem Augenmerk auf die Leberstörung
- Auswertung und Interpretation von Luft- und Satellitenbildern sowie hoch aufgelösten Geländemodellen
- Neubearbeitung von vorhandenen Seismikdaten
- Neuaufnahme von reflexionsseismischen 2D Profilen und ev. 3D Seismik
- Geologisch-hydrogeologisches Konzeptmodell als Basis für die Bohrplanung
- Erkundungsbohrung

**Effizienz und Wirtschaftlichkeit** einer Geothermieanlage abhängig von **hydraulischen, thermischen sowie stofflichen Eigenschaften des Thermalwasserleiters** – bestimmen die thermische Leistung P

$$(P_{th} = Q \cdot r \cdot c_F \cdot (T_i - T_o) \text{ [kJ/s bzw. kW}_{th}\text{]}).$$

**Das Geothermische Potenzial wird** wesentlich **gesteuert** von den Faktoren:

- Gesteinsart
- Durchlässigkeit Volumenstrom  
(Förderrate)
- Mächtigkeit
- Tiefe Temperatur
- Geothermischer Gradient
- Informationsdichte Risikominimierung

**Entscheidend sind die Förderrate Q** und die dafür notwendigen Potentialdifferenzen bei der Förderung und Reinjektion (Absenkung bzw. Druckerhöhung) und die Temperatur

- » **Bohrungen Puntigam 1 und 2** fördern gespanntes Grundwasser mit Temperaturen von ca. **27 °C** aus Tiefen von nur **204 m** (P1) bzw. 246 – 258 m (P2) (Zötl & Goldbrunner 1993).
- » Die **Thermalquellen von Tobelbad** liegen ebenfalls in diesem Temperaturbereich. Temperaturen von **27,2 °C** / Ludwigsquelle und 24,1 °C / Ferdinandsquelle (Zetinigg 1993).
- » Möglichkeit einer **Verbindung zu einer Störungszone** im Grundgebirge (z.B. Leberstörung) als Ursache für die Anomalie.  
Fortsetzung Leberstörung im Untergrund im Süden von Graz ist denkbar:  
Nachweis von Mantelheliumkomponenten in beiden Thermalwässern (Zötl & Goldbrunner 1993).
- » **Abgesehen von aufsteigenden Wässern in Puntigam und Tobelbad** bislang **keine Hinweise auf weitere positive geothermische Anomalien** im südlichen Raum von Graz.
- » **beim derzeitigen Kenntnisstand wird ein geothermischer Gradient von 3,5 K/100 m angenommen**

Im **Süden von Graz können derzeit Beckentiefen von rund 1.000 m** erwartet werden. Wie die Neuinterpretation der Bohrung Petersdorf 1 gezeigt hat, sind aber auch deutlich **größere Tiefen denkbar**.

Im **Beckenuntergrund südlich von Graz** lassen sich bei Erschließungstiefen zwischen 1.000 und 1.500 m (best case: 2.000 m) **Temperaturen zwischen 40 und 70 °C (best case: 90 °C) ableiten**.

**Die reflexionsseismische Erkundung ist aus folgenden Gründen unabdingbar:**

- **Aussagen über die Tiefenlage und Mächtigkeit der potenziell thermalwasserführenden Gesteine**
- **Lokalisierung von Störungszonen**

Als geeignete Erschließungsziele wurden paläozoische **Karbonate des Grazer Paläozoikum (insbesondere Dolomite der Flösserkogel-Fm.)** - wie sie im Raum Graz und nördlich davon an der Oberfläche auftreten - definiert. (**Kluftgrundwasserleiter**).

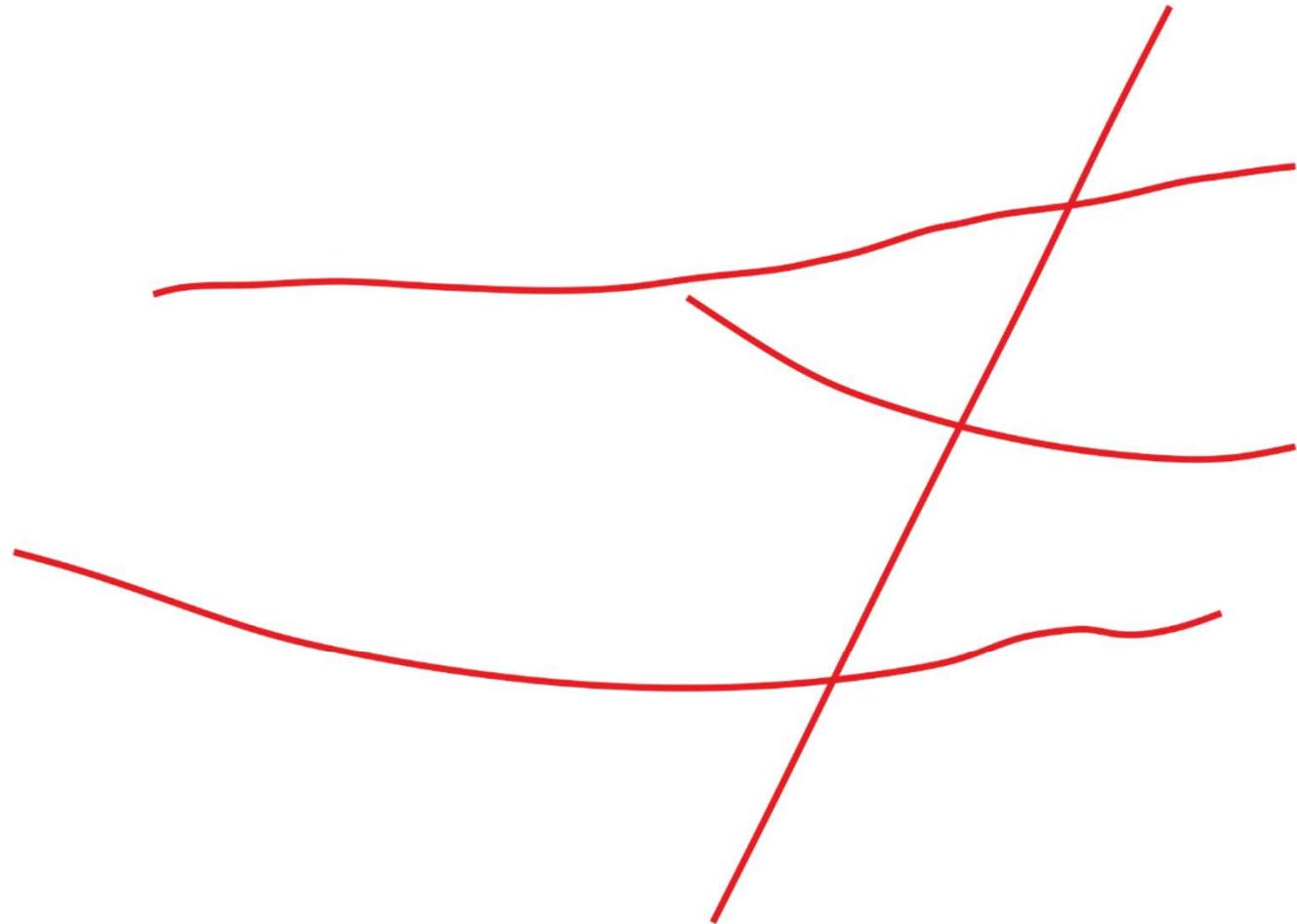
**Paläozoische Abfolgen** wurden **in Tiefbohrungen** überwiegend mit Mächtigkeiten von **mehreren hundert Metern** (bis hin zu fast 1.000 m in den Bohrungen Köflach Th1 und Afling 1, 600 m in Arnwiesen) **angetroffen**.

Erkundungen (Seismik und Bohrungen) sind auch im **Gnaser Becken** anzustreben. Hier besteht die Frage der Entfernung der Wärmeinfrastruktur (bestehende und neue Fernwärmeleitungen) von Graz zu möglichen hydrothermalen Energiequellen.

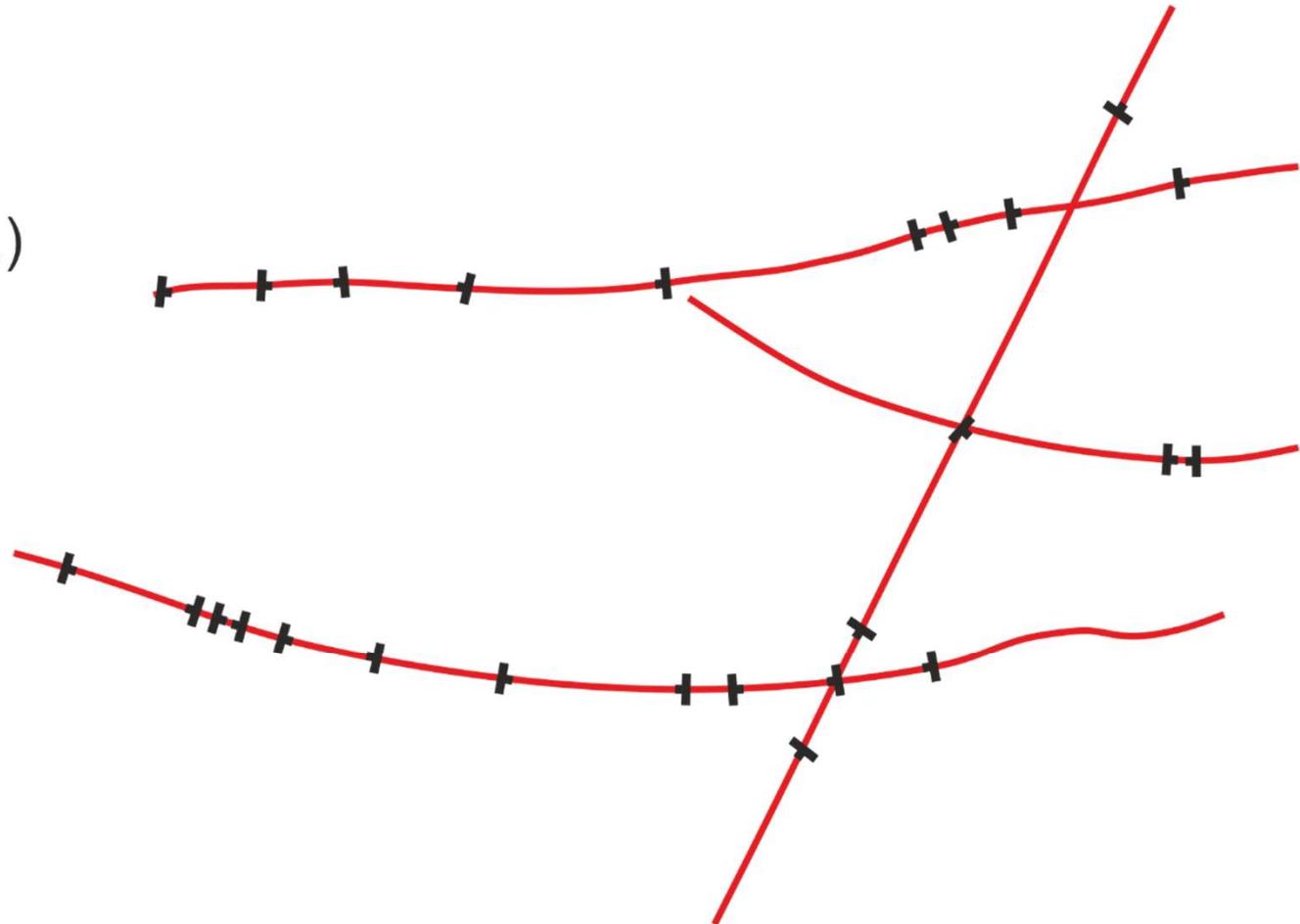
Besten Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Reserve

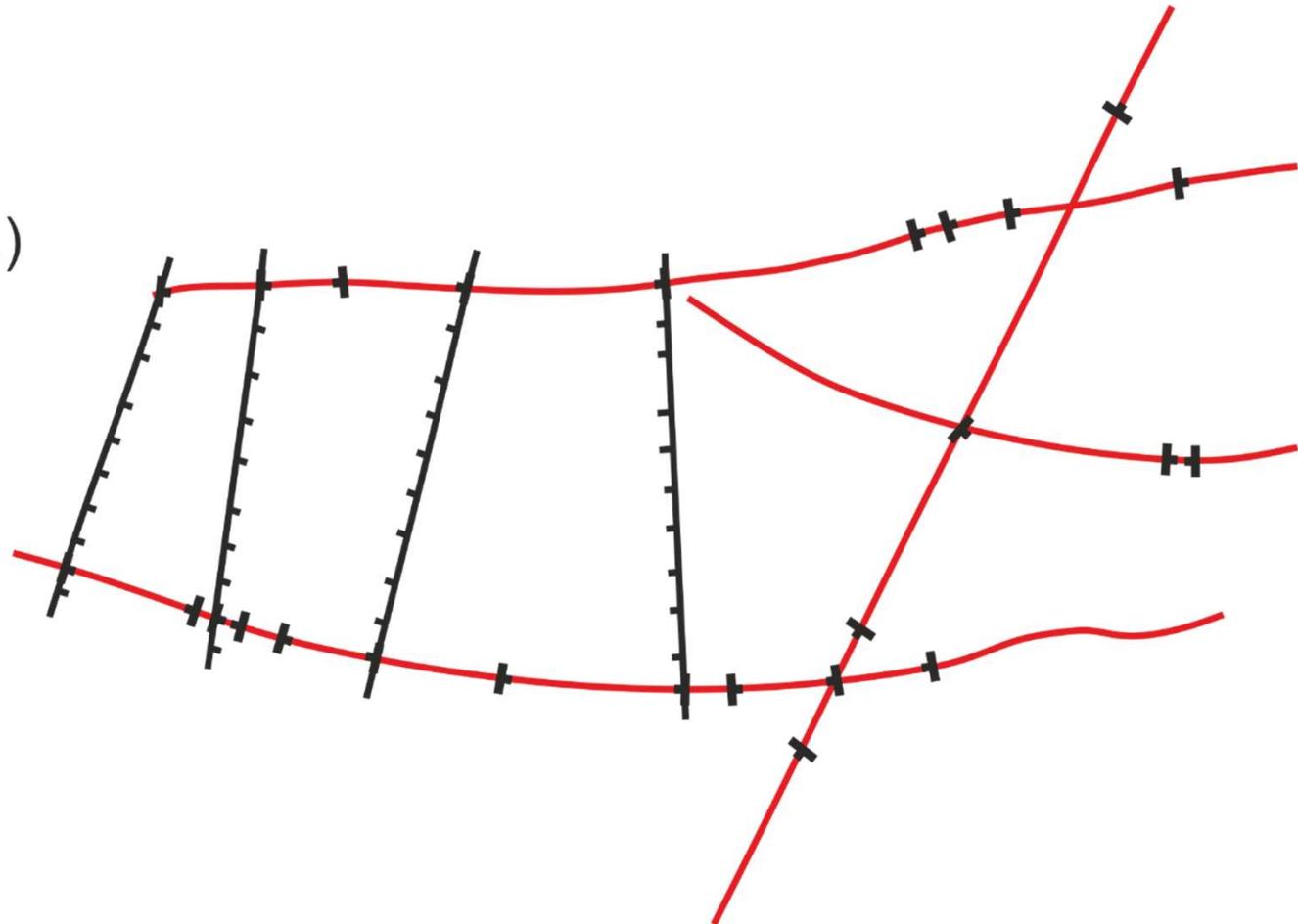
## - 2D Seismik



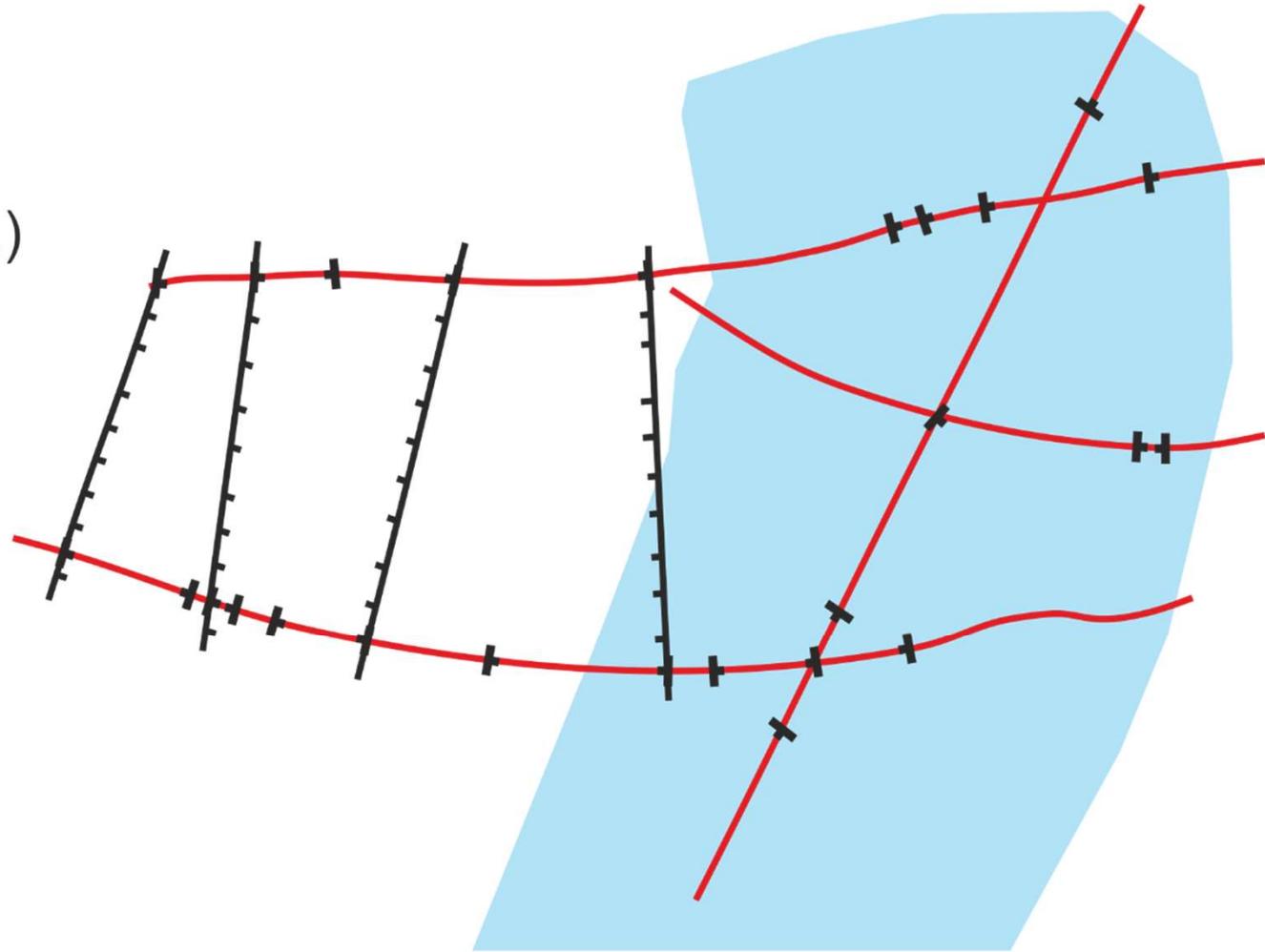
- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)



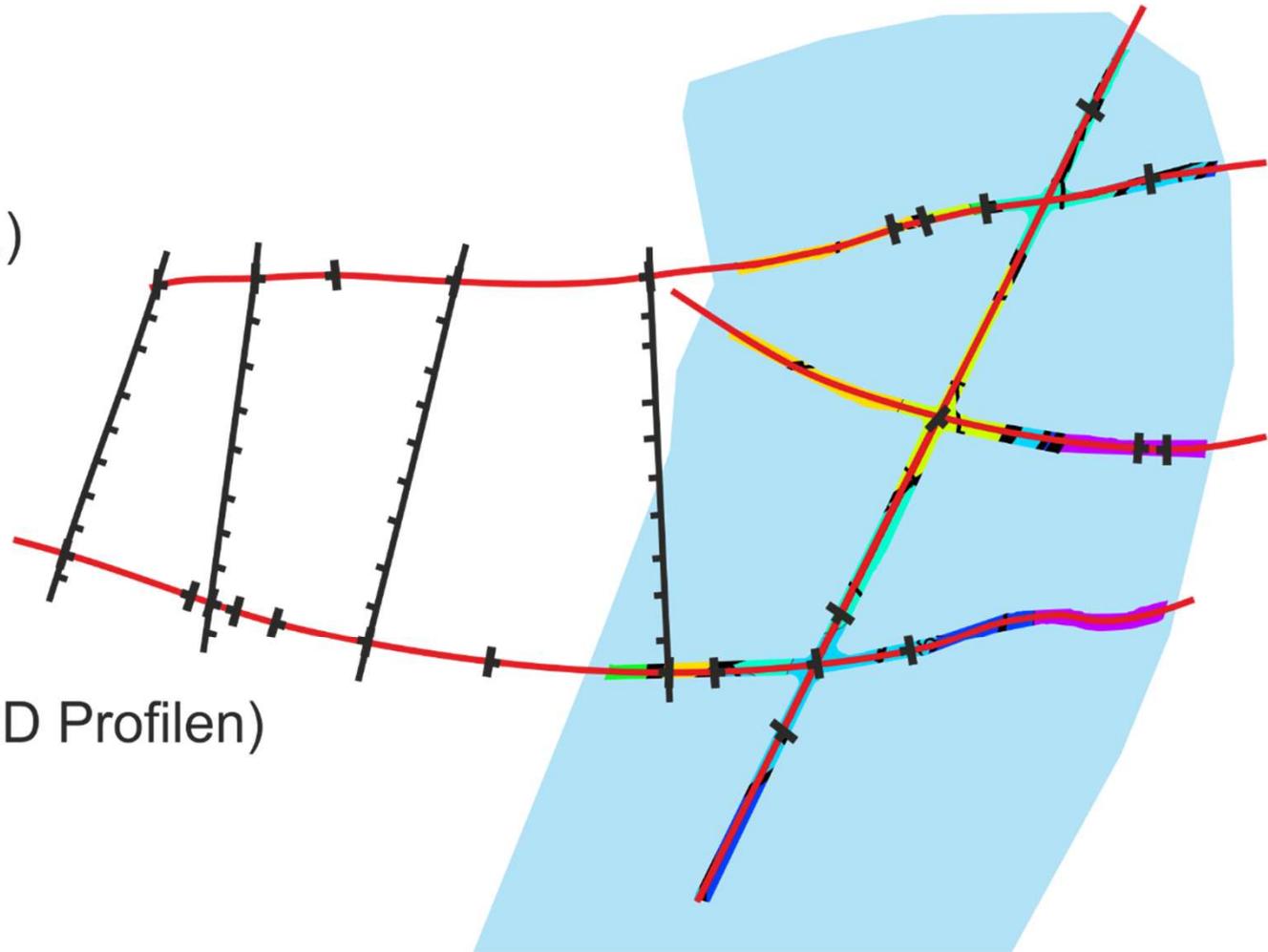
- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)
- 2D Kombination



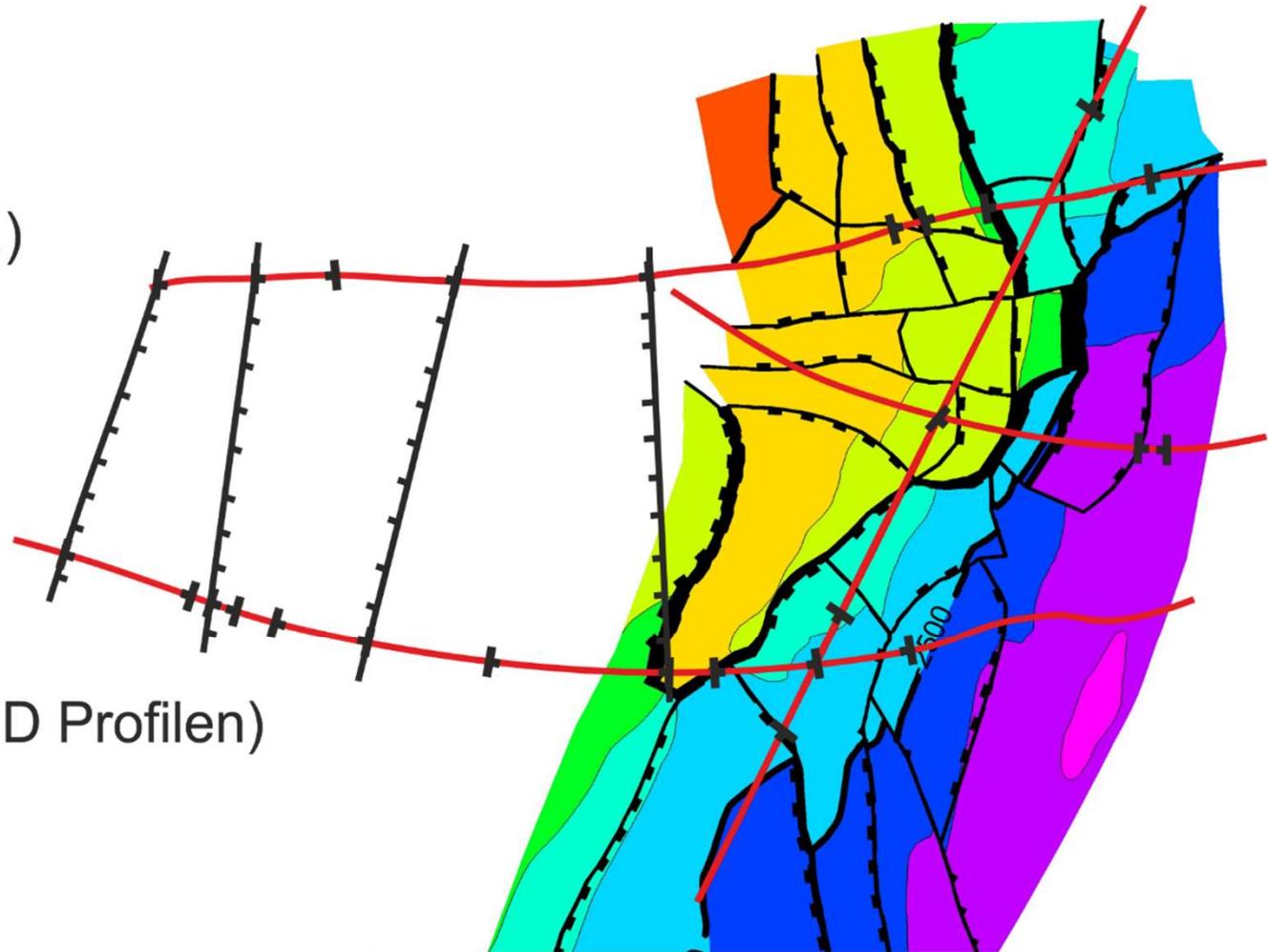
- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)
- 2D Kombination
- 3D Seismik



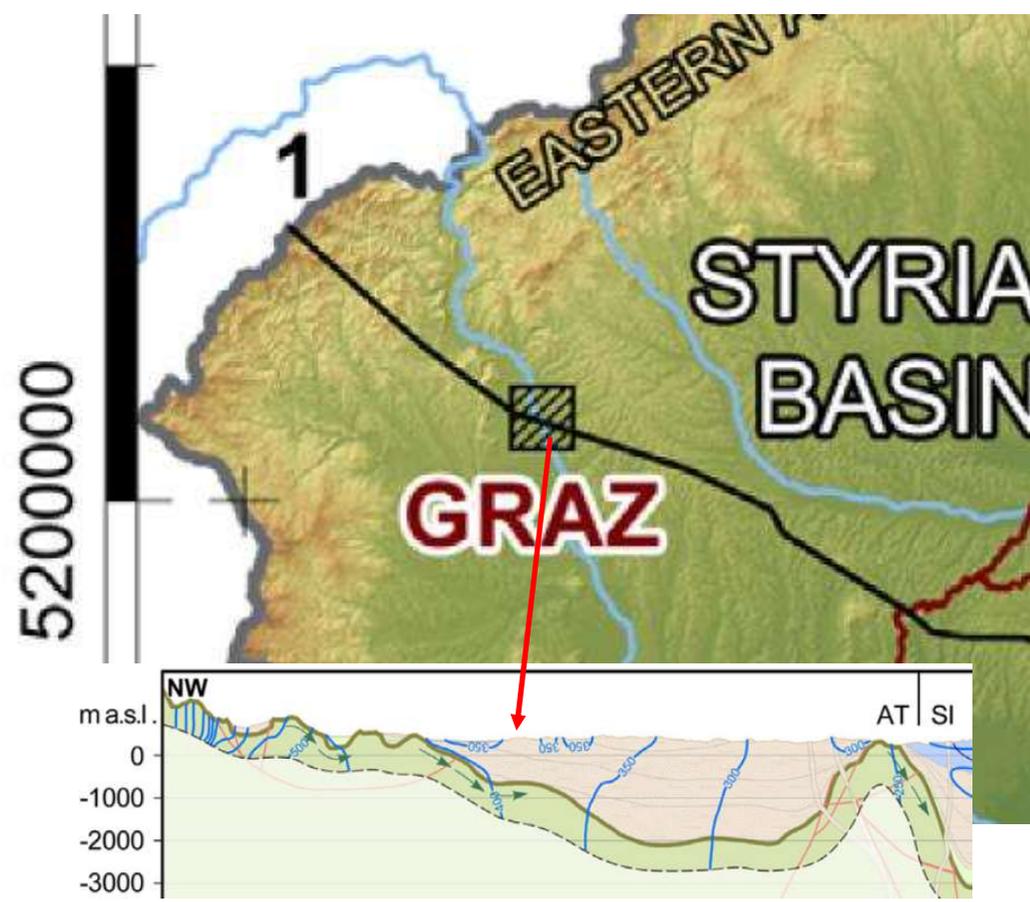
- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)
- 2D Kombination
- 3D Seismik
- 3D Interpretation (auf 2D Profilen)



- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)
- 2D Kombination
- 3D Seismik
- 3D Interpretation (auf 2D Profilen)
- 3D Interpretation



# Geologischer Schnitt



Renewable and Sustainable  
 Energy Reviews 57 (2016)  
 439–454

Transboundary fresh and  
 thermalgroundwater flows in the  
 westpart of the Pannonian