

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

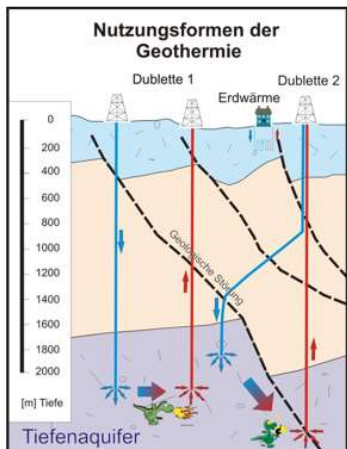
17.05.2022

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

Ge5
GEOPHYSICAL SERVICES
RESEARCH & DEVELOPMENT

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)
alle Graz

Wissen das in die Tiefe geht

Geo5 Umwelts Ingenieurbüro, 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

Ge5
GEOPHYSICAL SERVICES
RESEARCH & DEVELOPMENT

Auftraggeber: Referat Wasserwirtschaftliche Planung
Wartingergasse 43, 8010 Graz

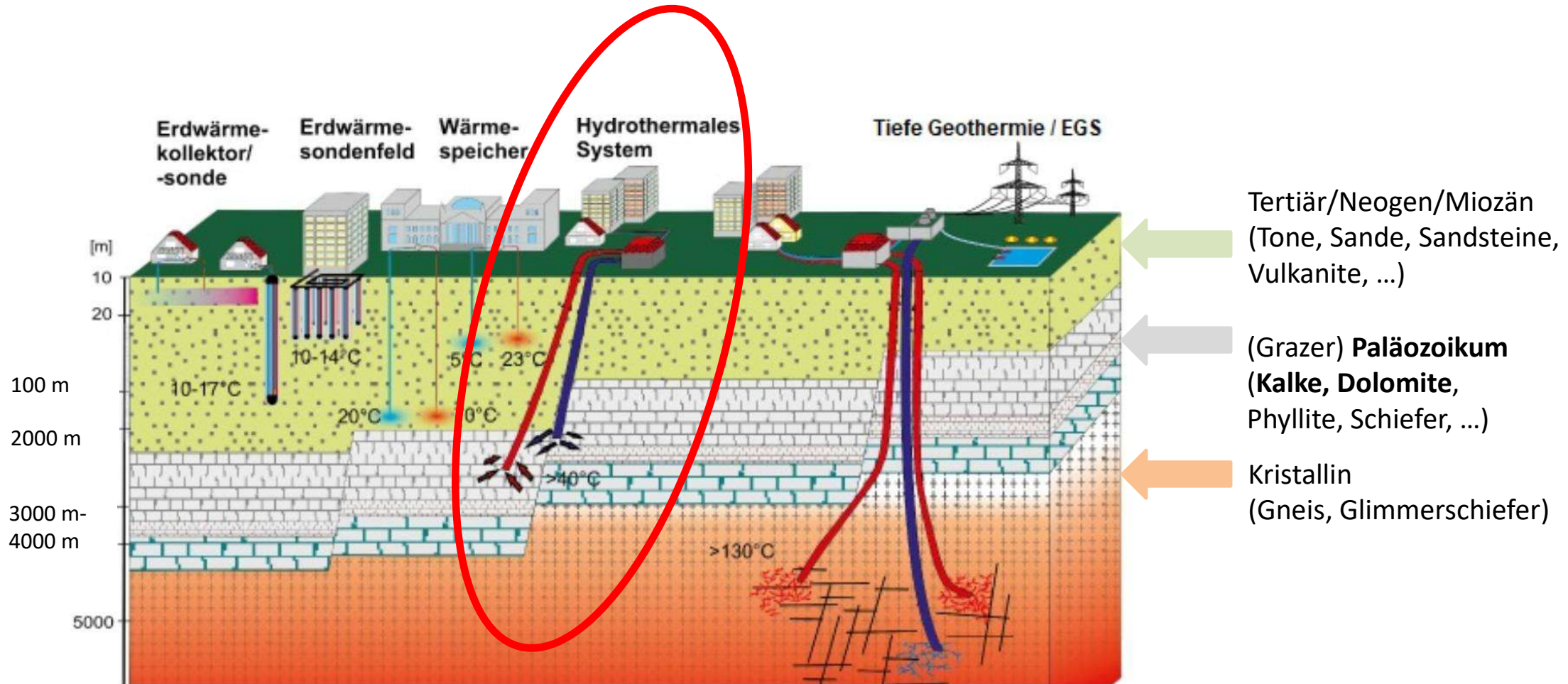
Das Land Steiermark

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.^a 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

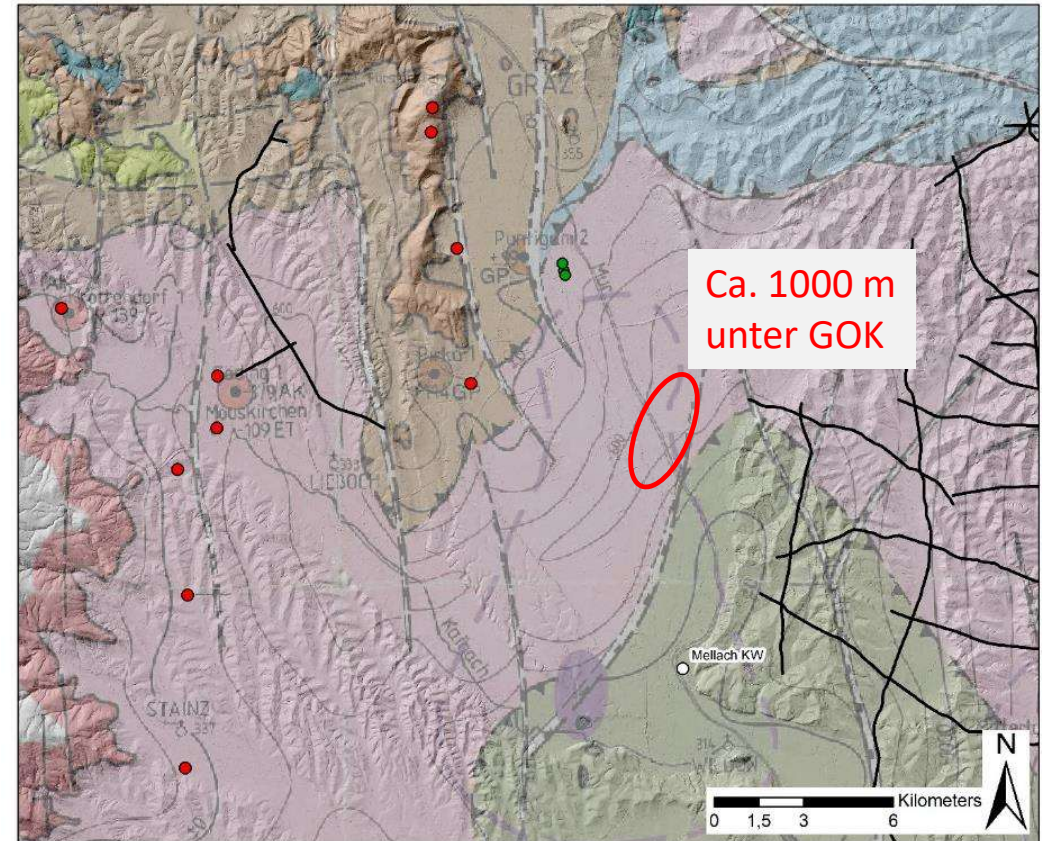
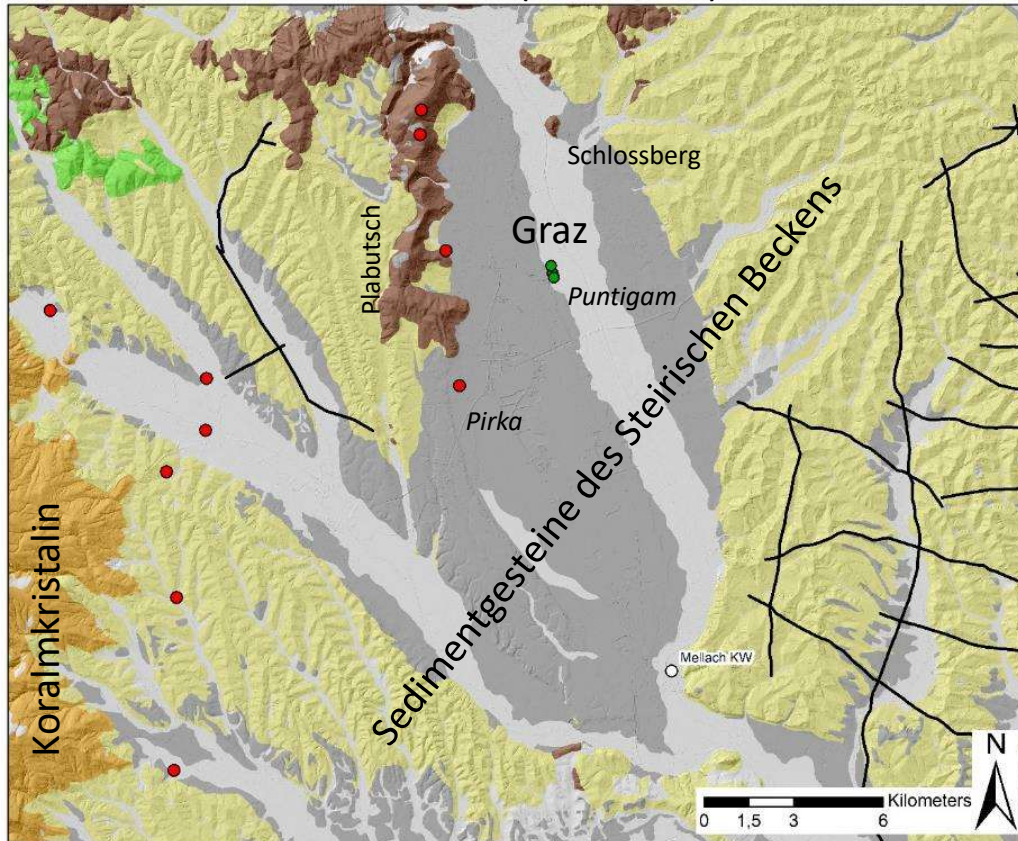
Em.O.Univ.-Prof. Dr. Fritz Ebner

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

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

Priv.-Doz. Mag. Dr. Kurt Krenn

Grazer Paläozoikum (Karbonate)



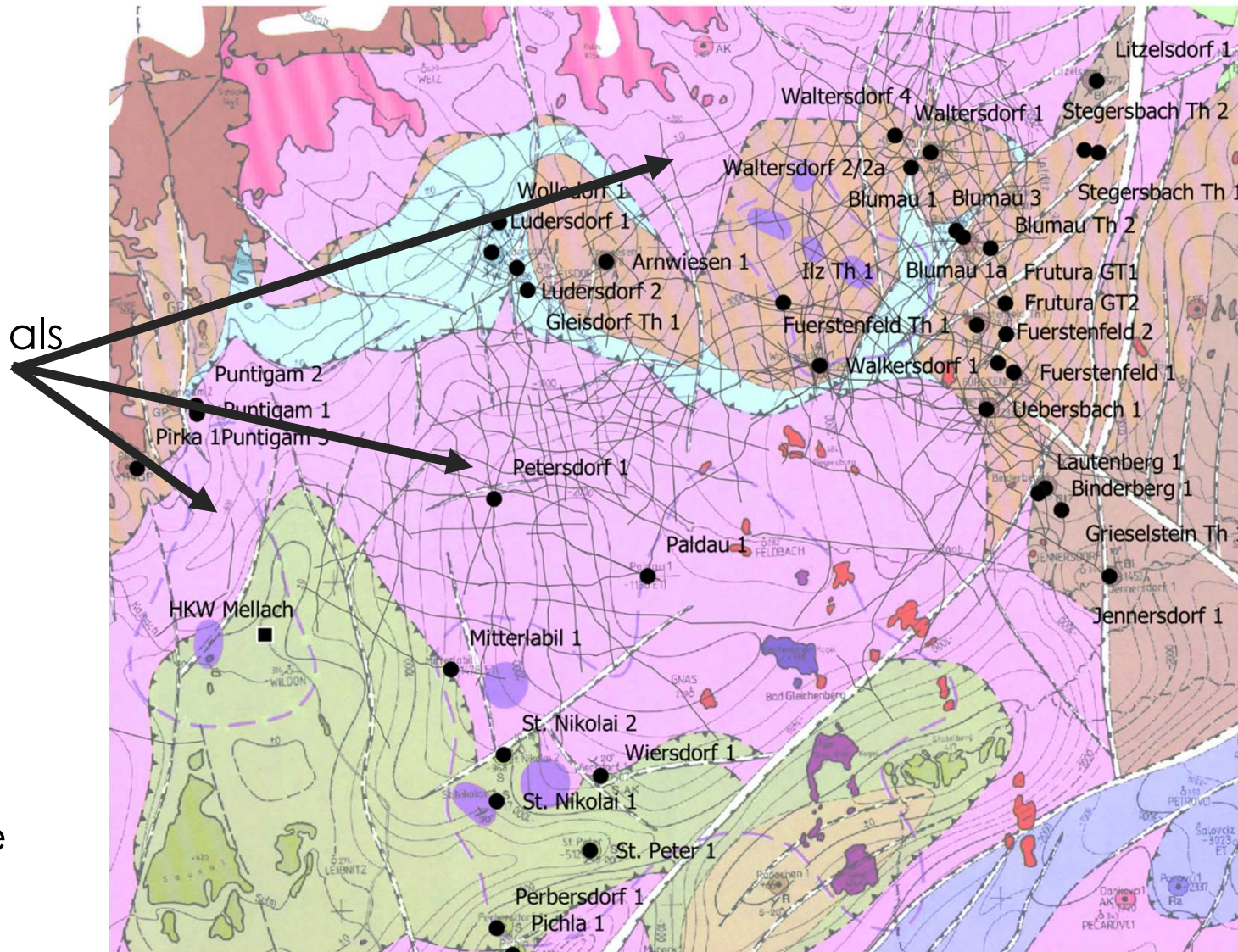
KARTEN ÜBER DEN PRÄTERTIÄREN UNTERGRUND DES STEIRISCHEN BECKENS UND DER SÜDBURGENLÄNDISCHEN SCHWELLE; Kröll et al., 1988, GBA

- 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 ...

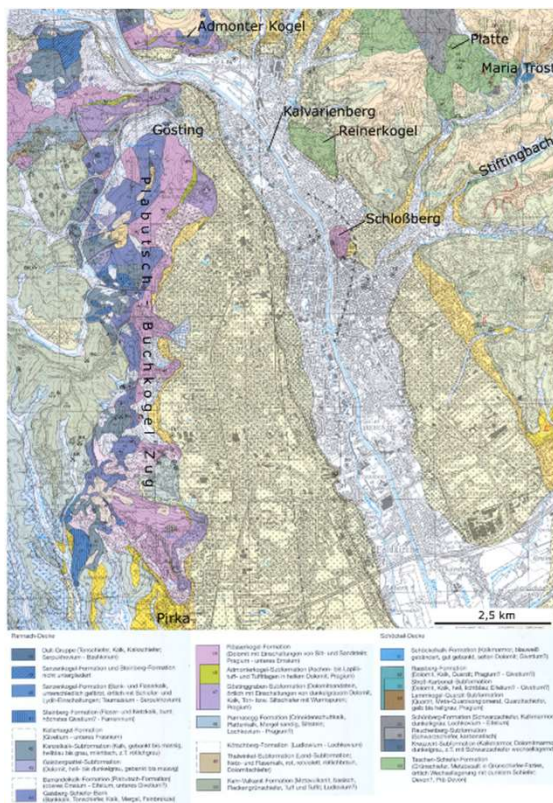


Flügel, 1988

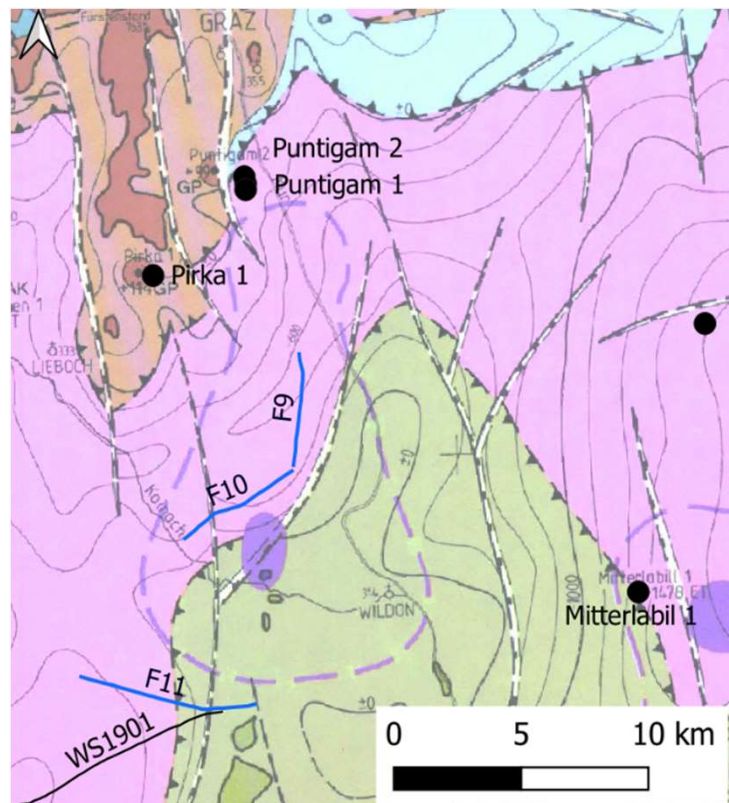
Projekt

Geologie Oberfläche → Präneogenes Basement

41 Bohrungen



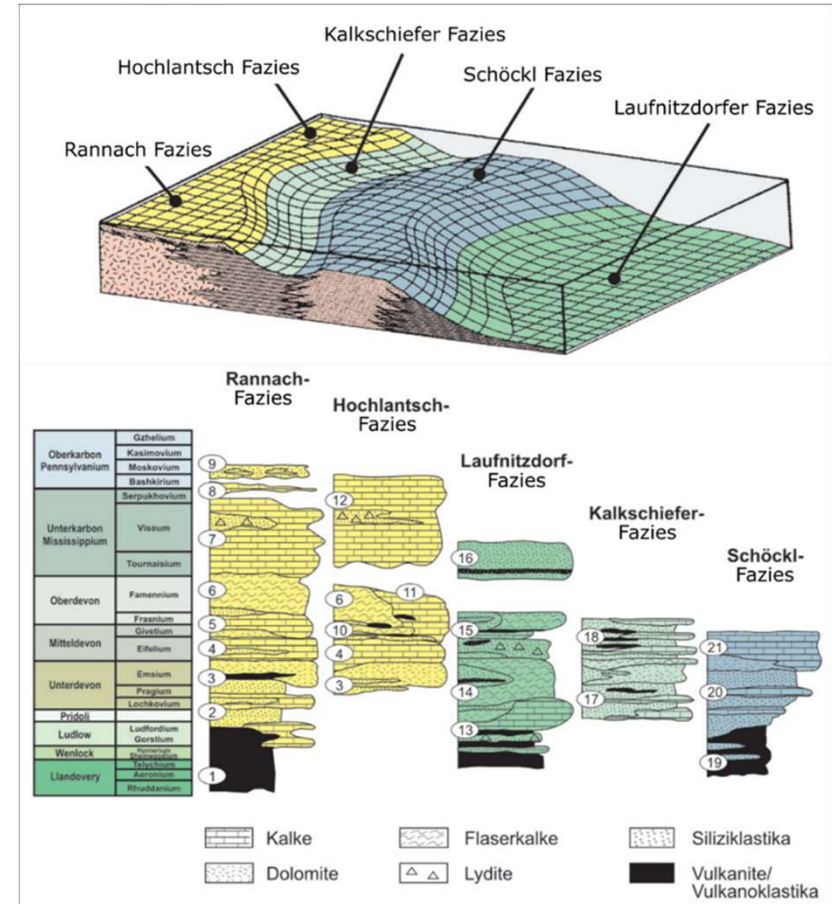
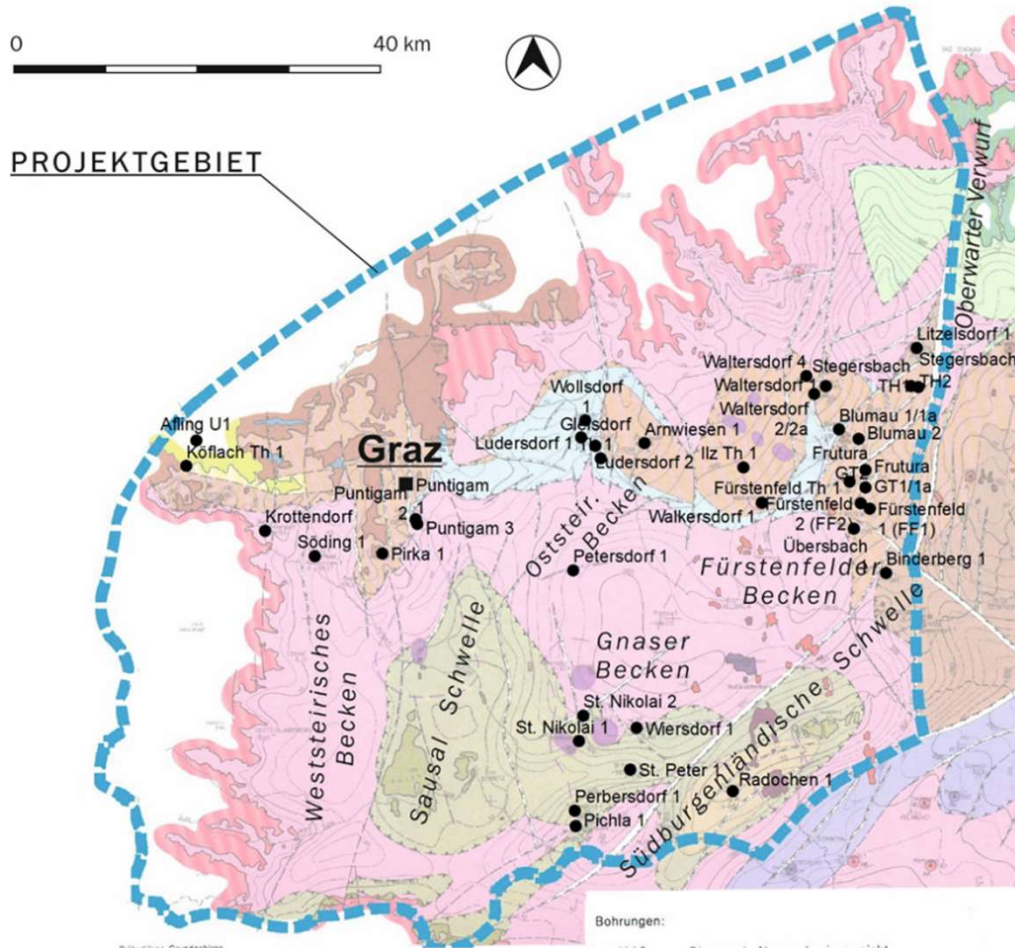
Geologische Karte, Blatt 164 Graz



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

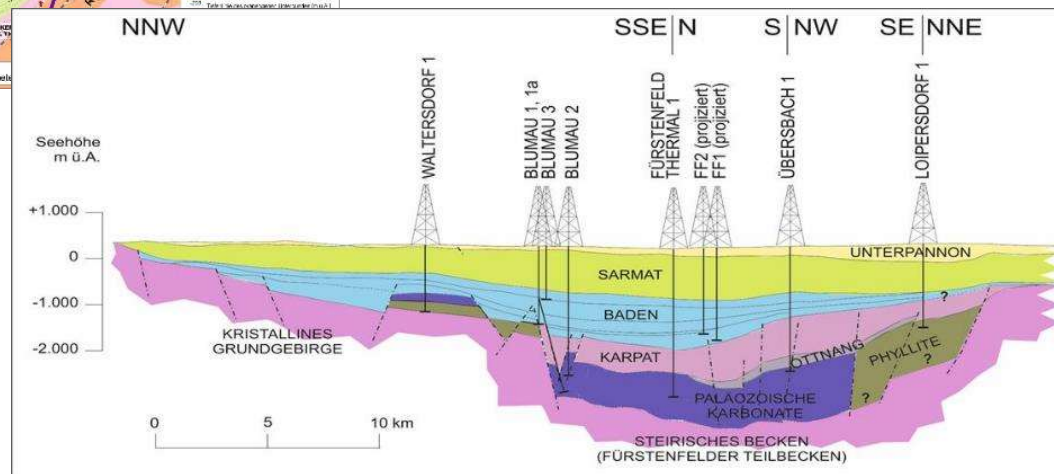
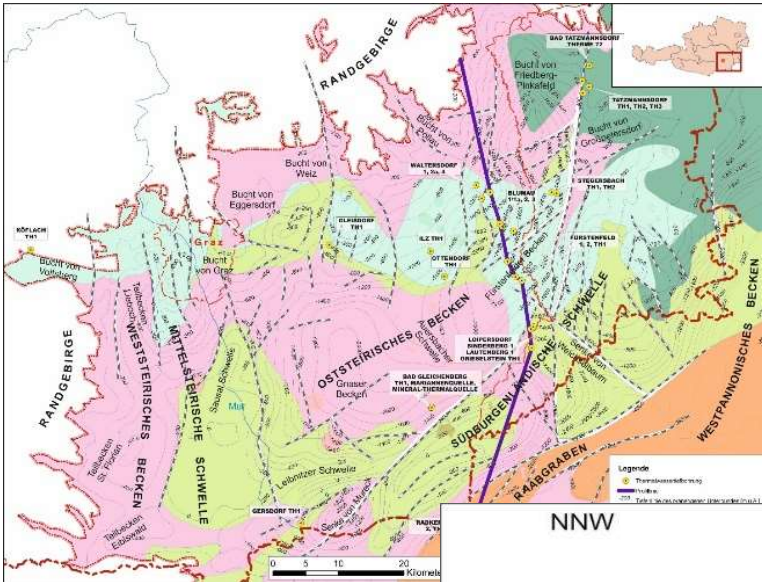
Situation Fürstenfelder (Teil-)Becken

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

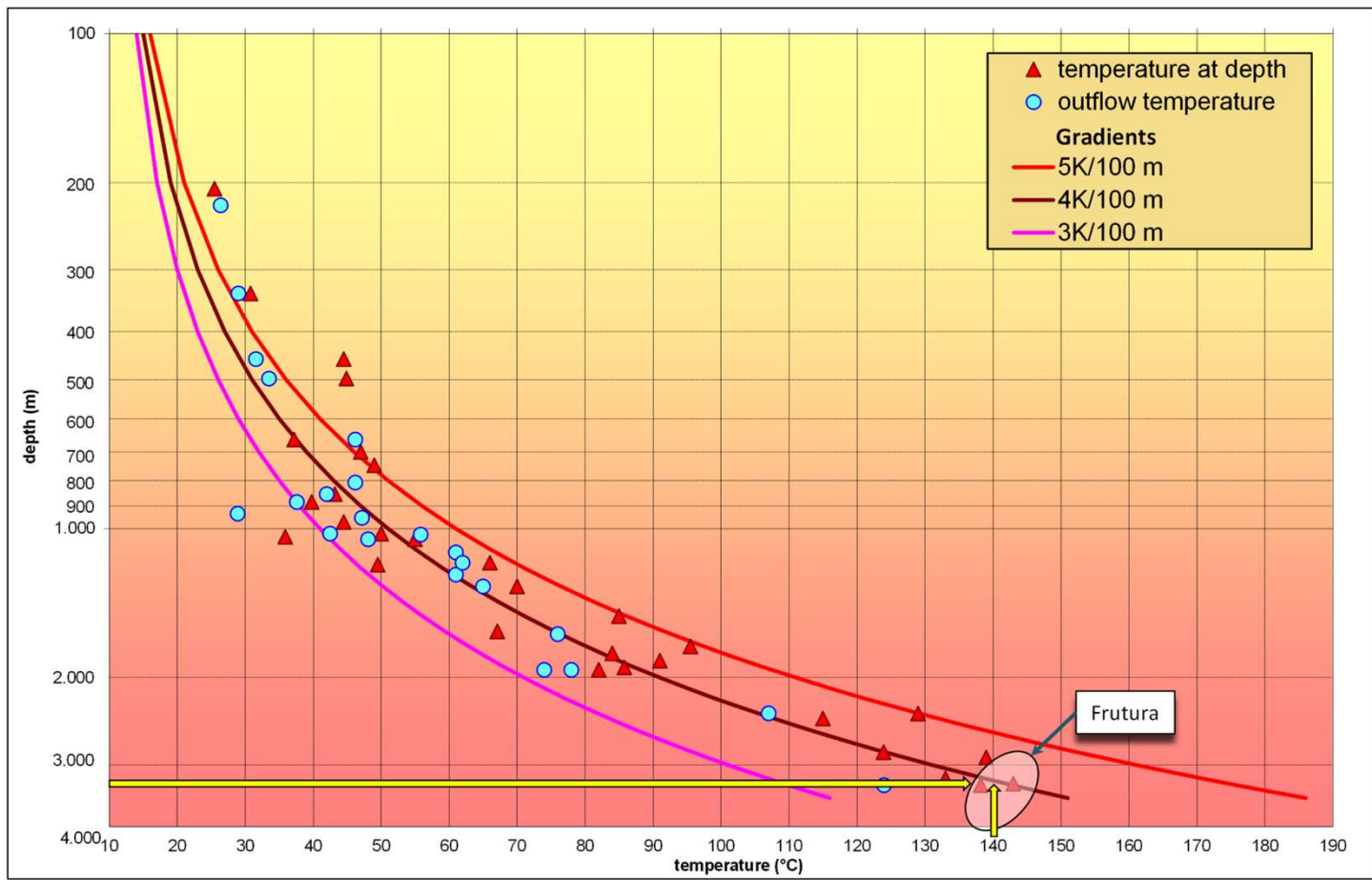
Angaben als Bohrlöchlänge (MD)
blau = in Nutzung

Goldbrunner, 2007



Temperatur Gradient

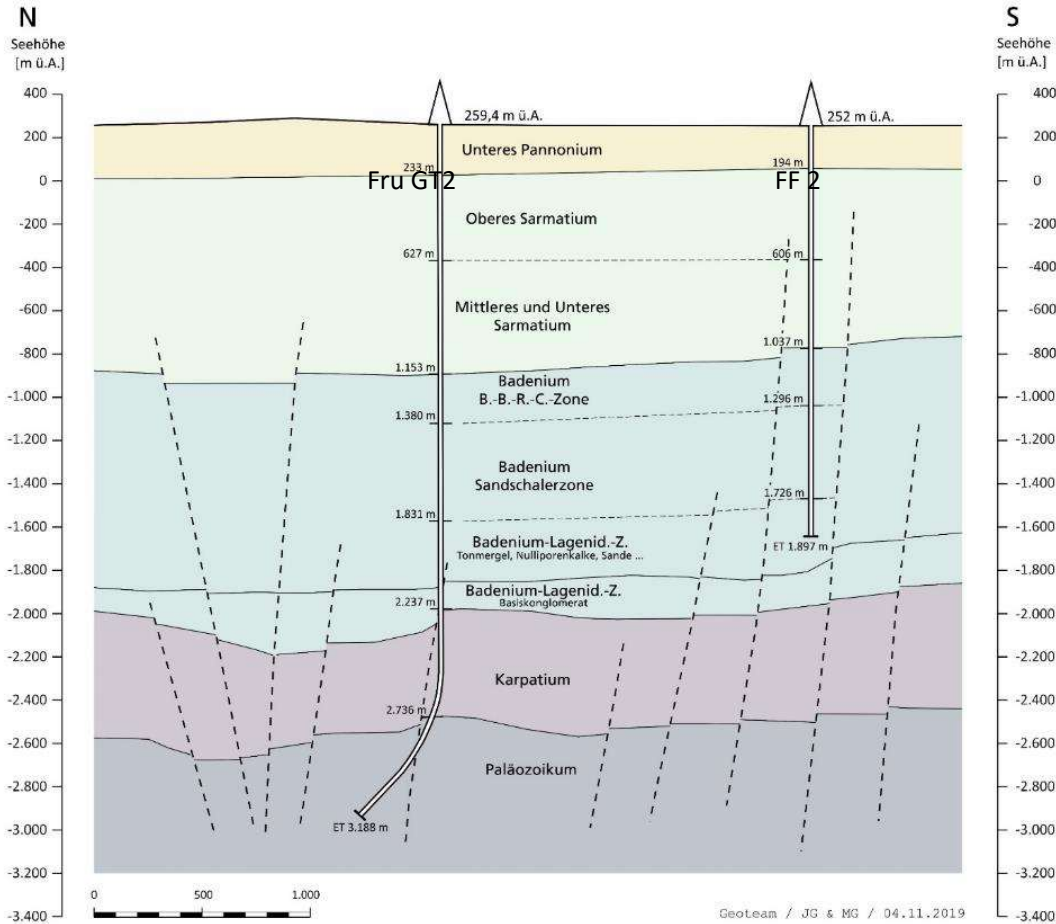
Thermische Verhältnisse im Steirischen Becken (hauptsächlich Oststeiermark)



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



FRUTURA Bohrungen



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:

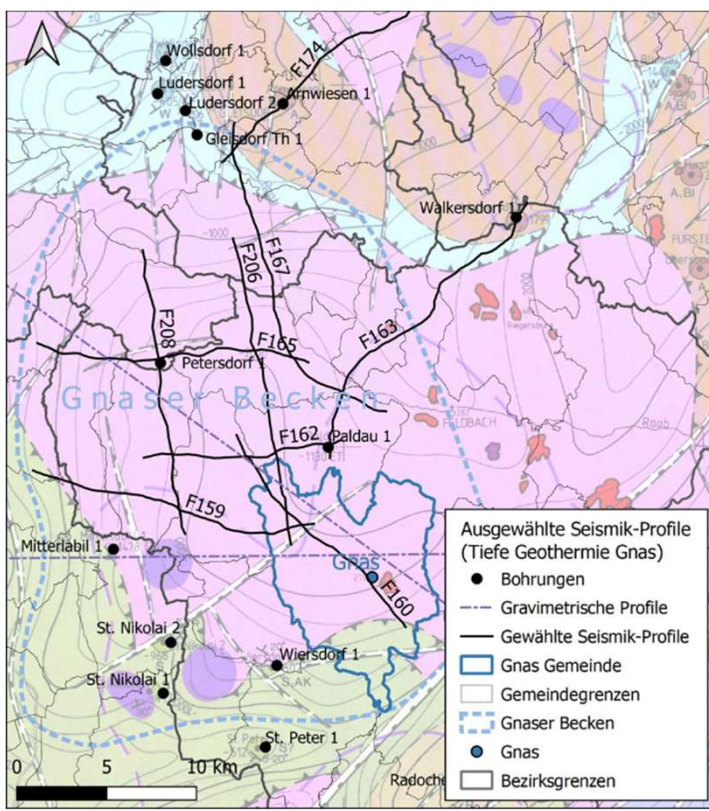
Grazer Paläozoikum
 von 2.736 bis 3.188 m TVD Arnwiesener Gruppe (TVD),
 M = 452 m
 Transmissivität: $5,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
 Temperatur: 124,5 °C an der Oberfläche

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

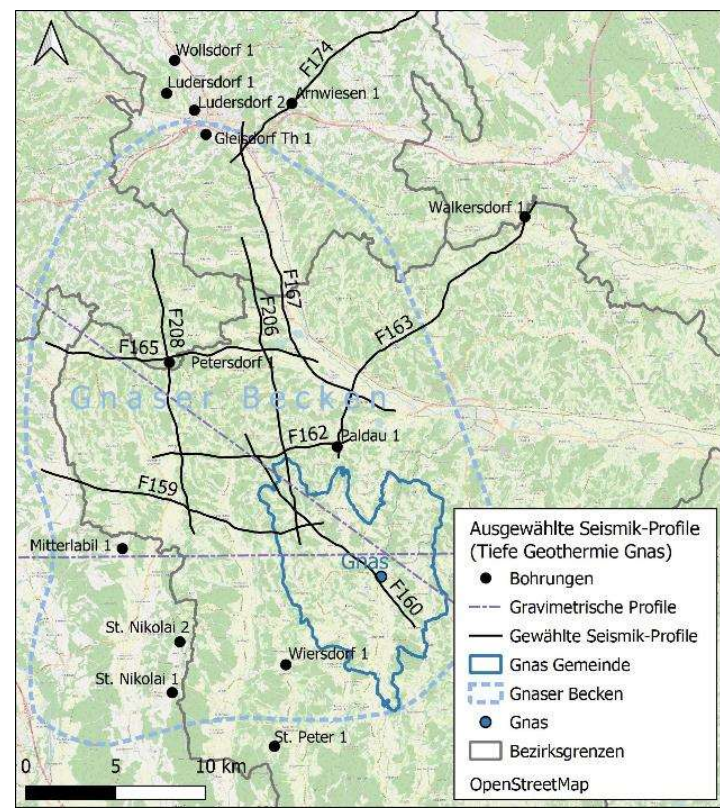
Für die Lokalisierung der Störungen ist die **Reflexionsseismik** das **wichtigste Instrumentarium**

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.haralddauderer.com

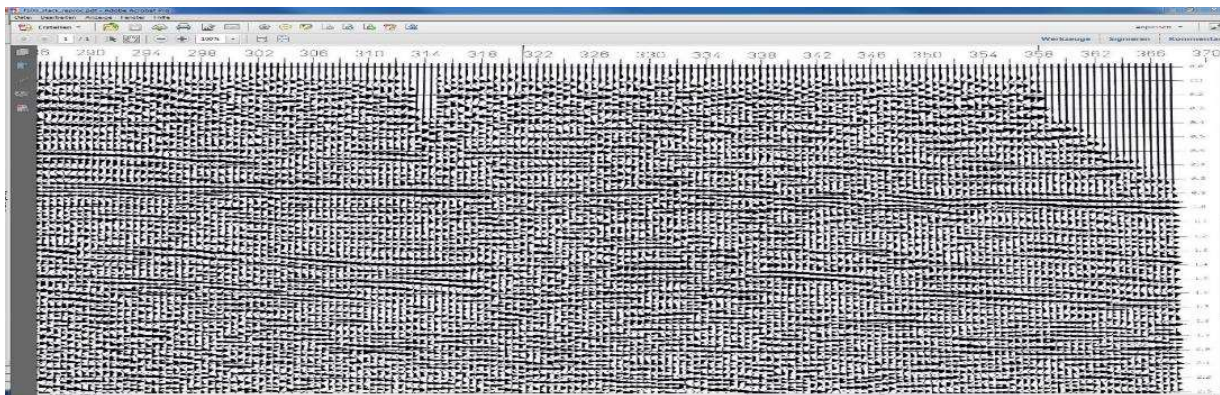
- geplant nach Karte Kröll (1988)
ca. 2.100 m
- gebohrt 3.084 m
- Publiziert wurden: 2.930 m
Glimmerschiefer (Hohenegger, 2009)
- Kernaufnahme 2022: Miozäner
Vulkanit (Tuffite) 3028 – 3031 m



Hier sind noch Detailuntersuchungen (Bohrkleinuntersuchungen) möglich und nötig.



Kern 2: (3028 – 3031 m) Miozäner Tuffit



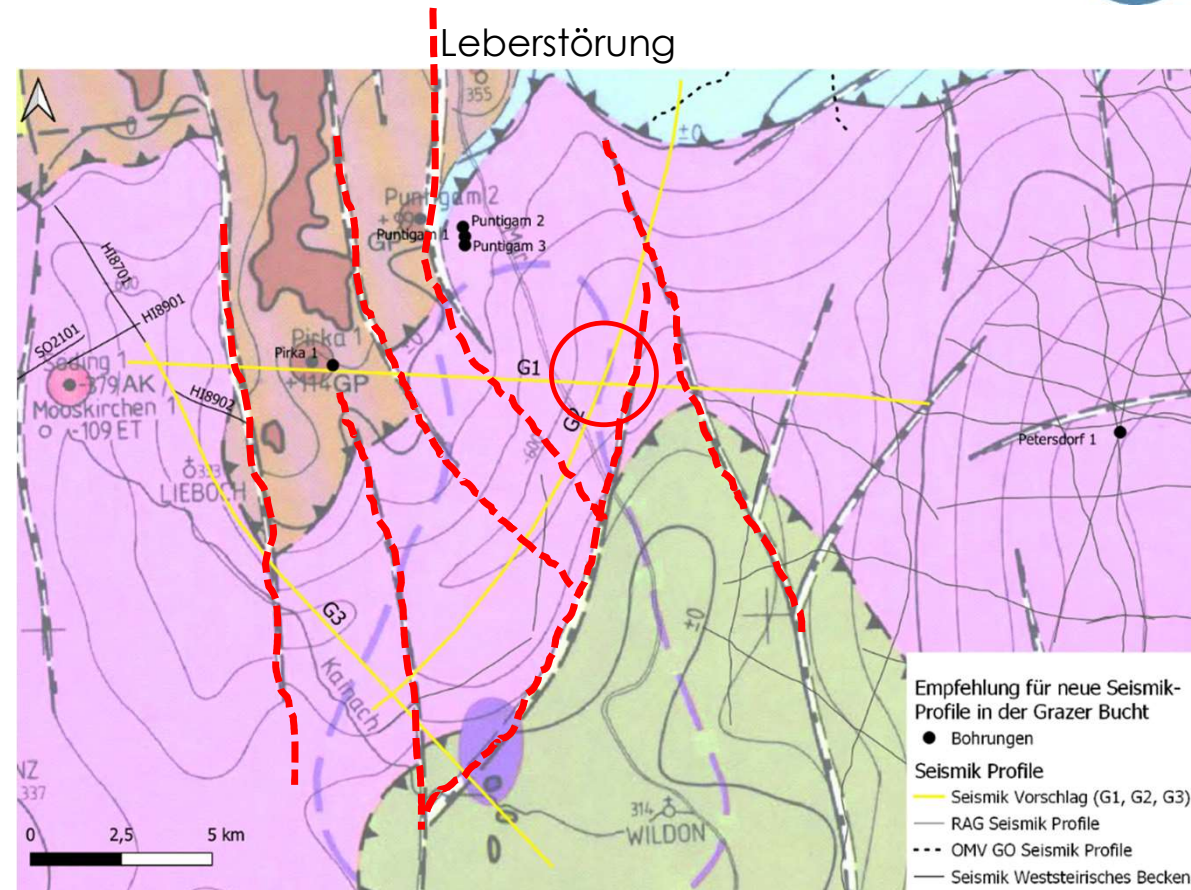
Danke an die RAG Austria für die Möglichkeit der Datenbesichtigung (Seismik und Bohrkern)!

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

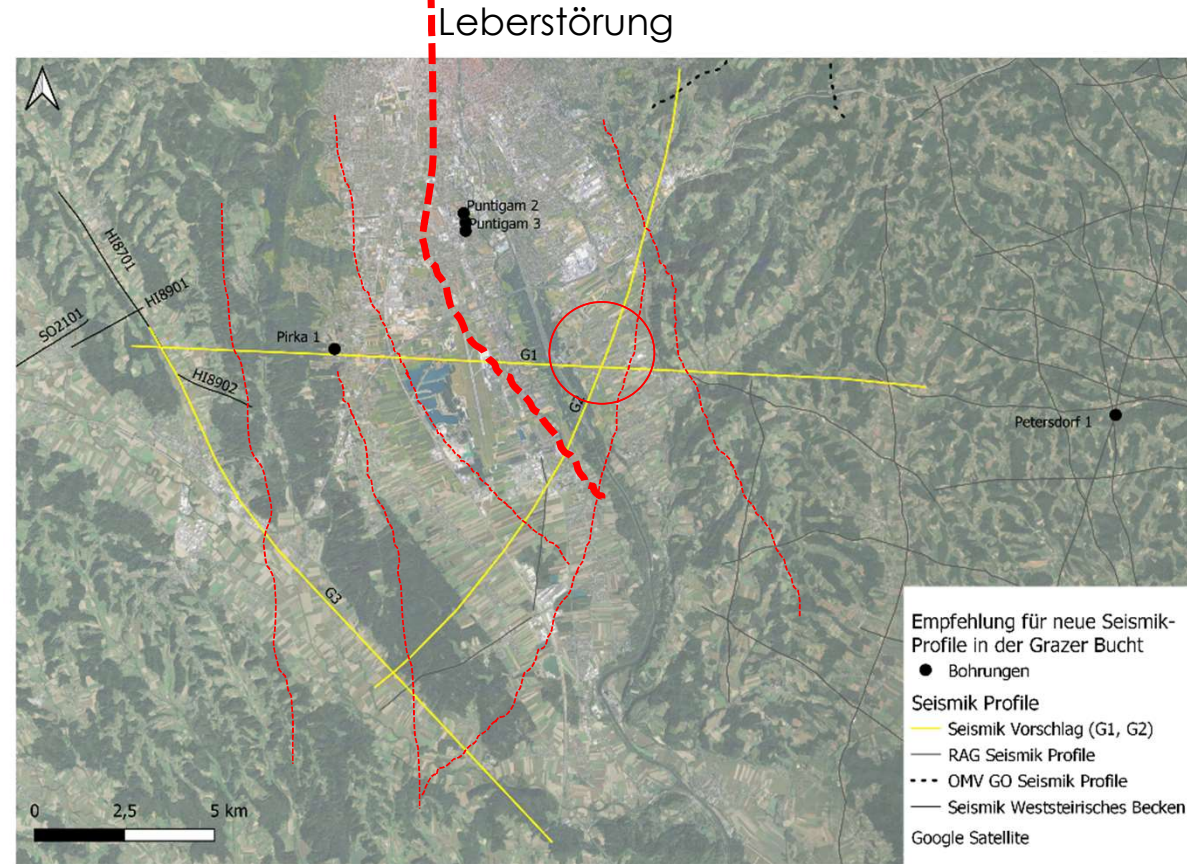


Neuaufnahme von reflexionsseismischen 2D Profilen

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

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

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**).

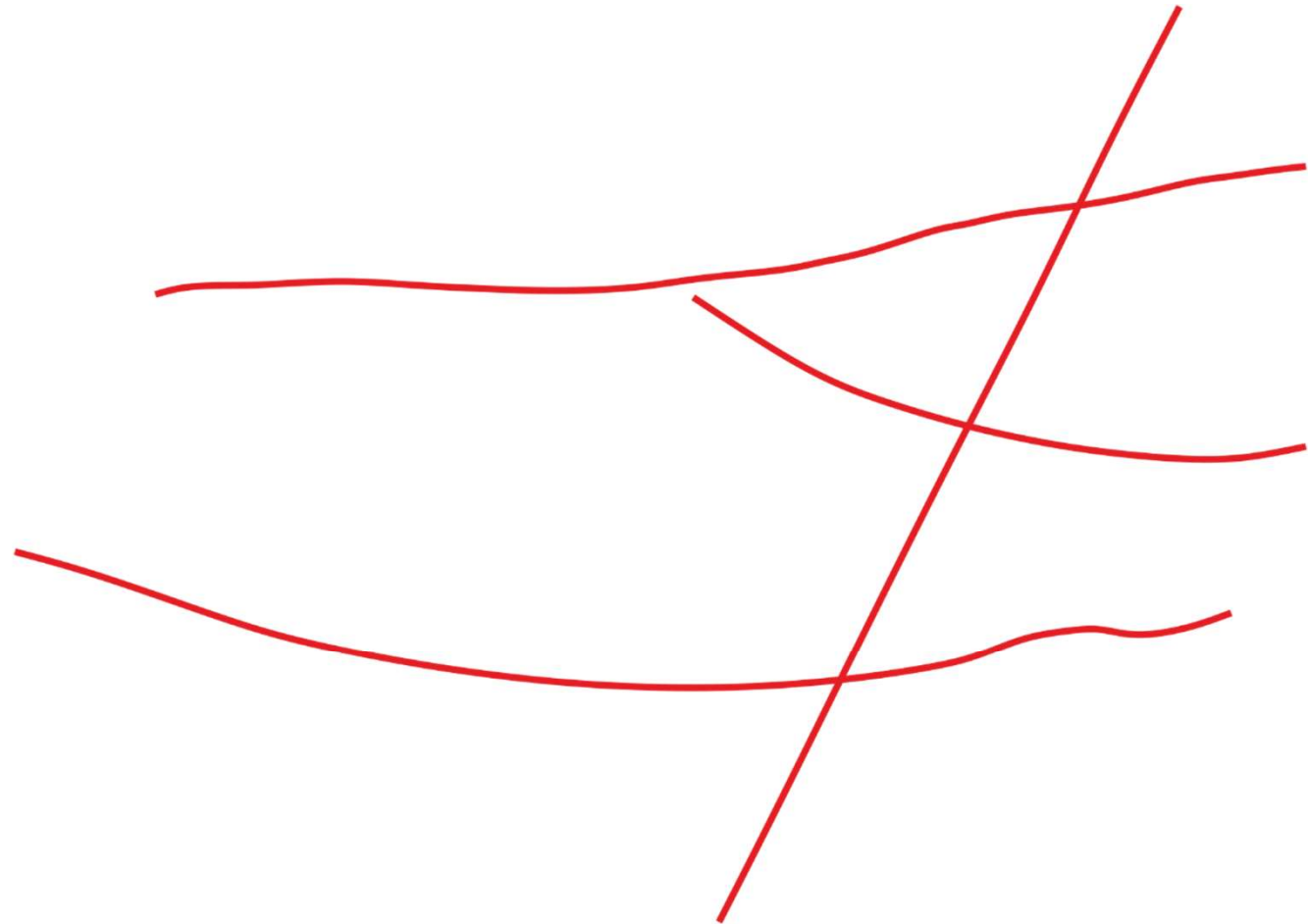
Paläozoische Abfolgen wurden **in Tiefbohrungen** überwiegend mit Mächtigkeiten von **mehreren hundert Metern** (bis hin zu fast 1.000 m in den Bohrungen Köflach Th1 und Afling 1, 600 m in Arnwiesen) **angetroffen**.

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.

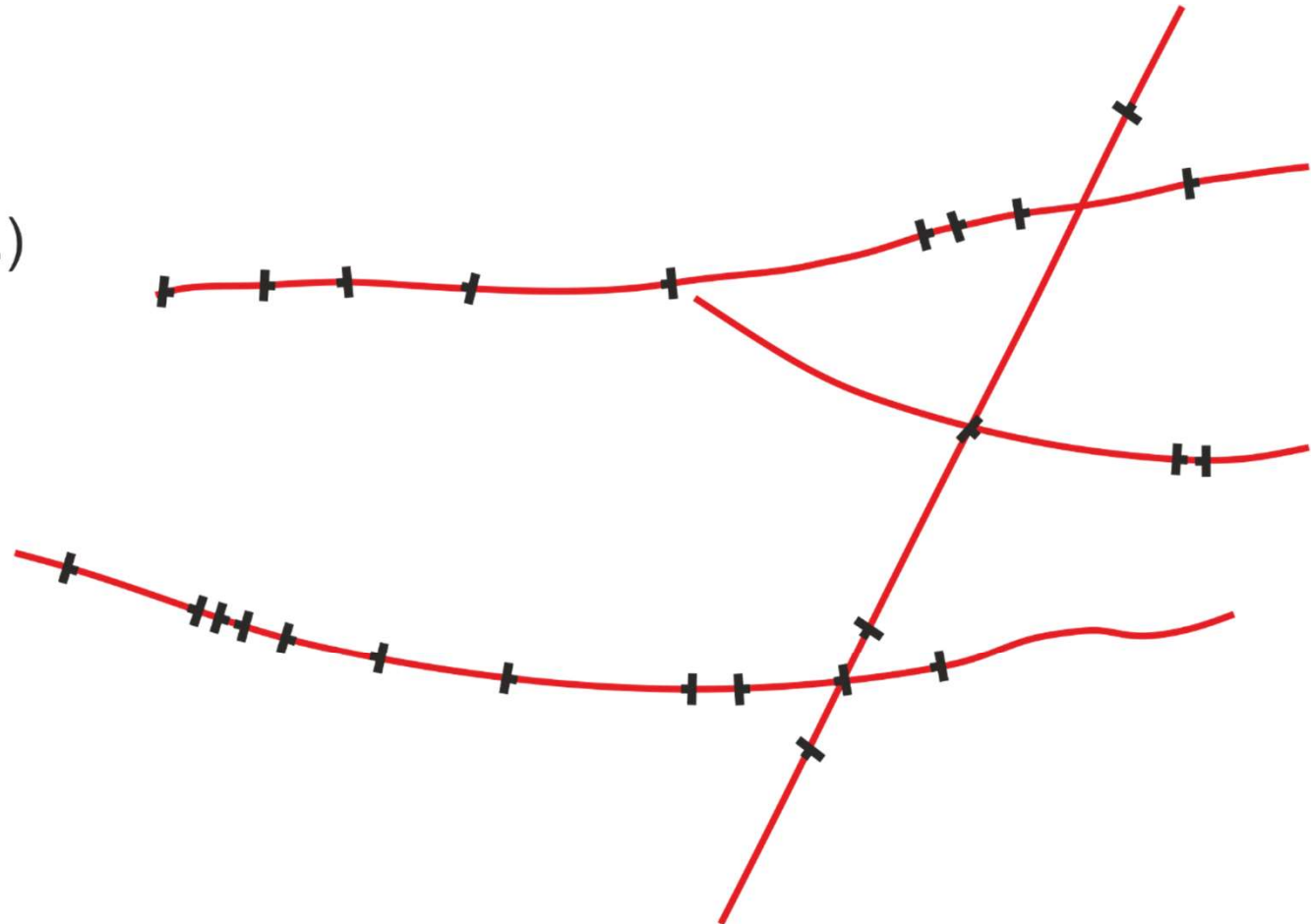
Besten Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Reserve

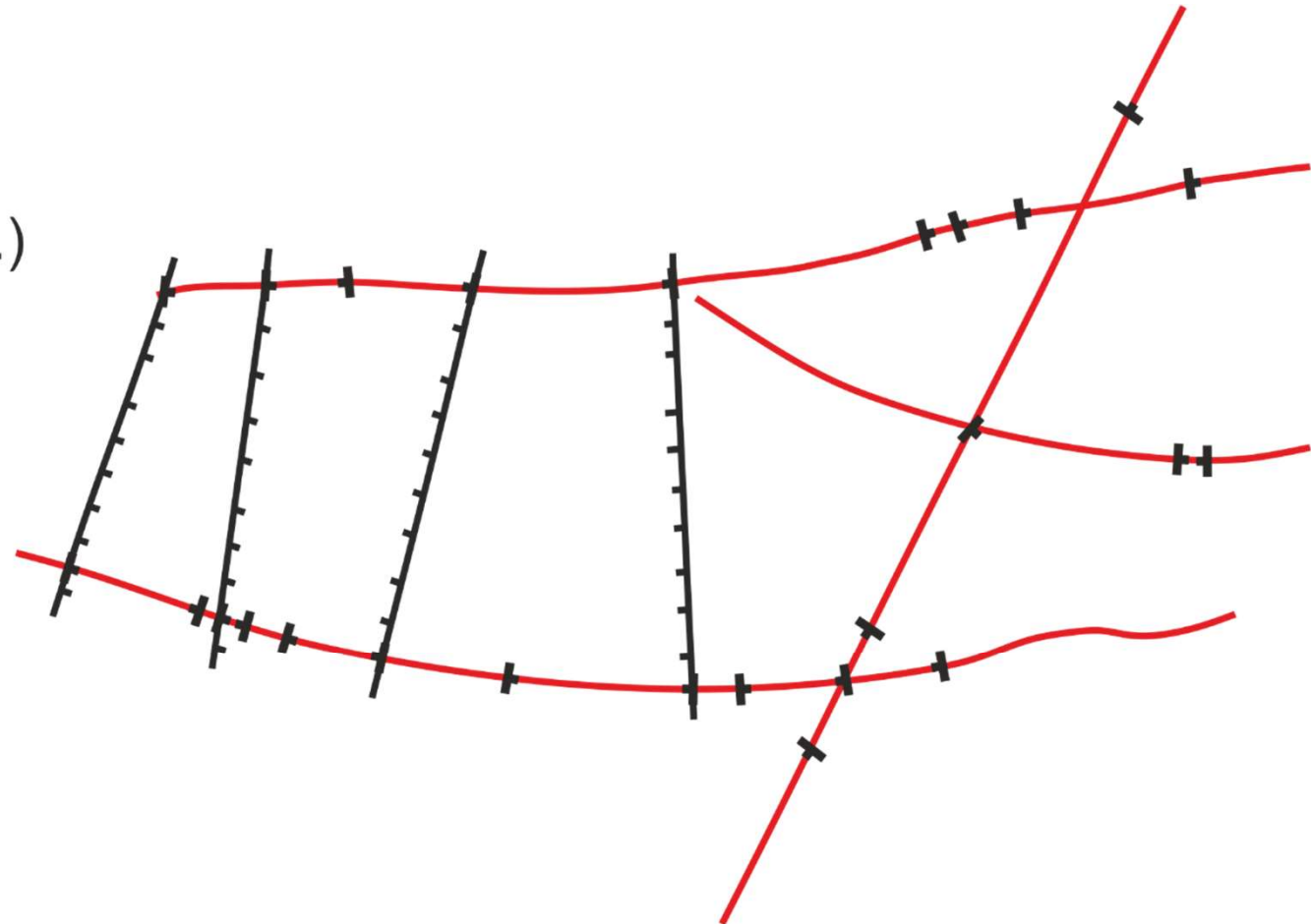
- 2D Seismik



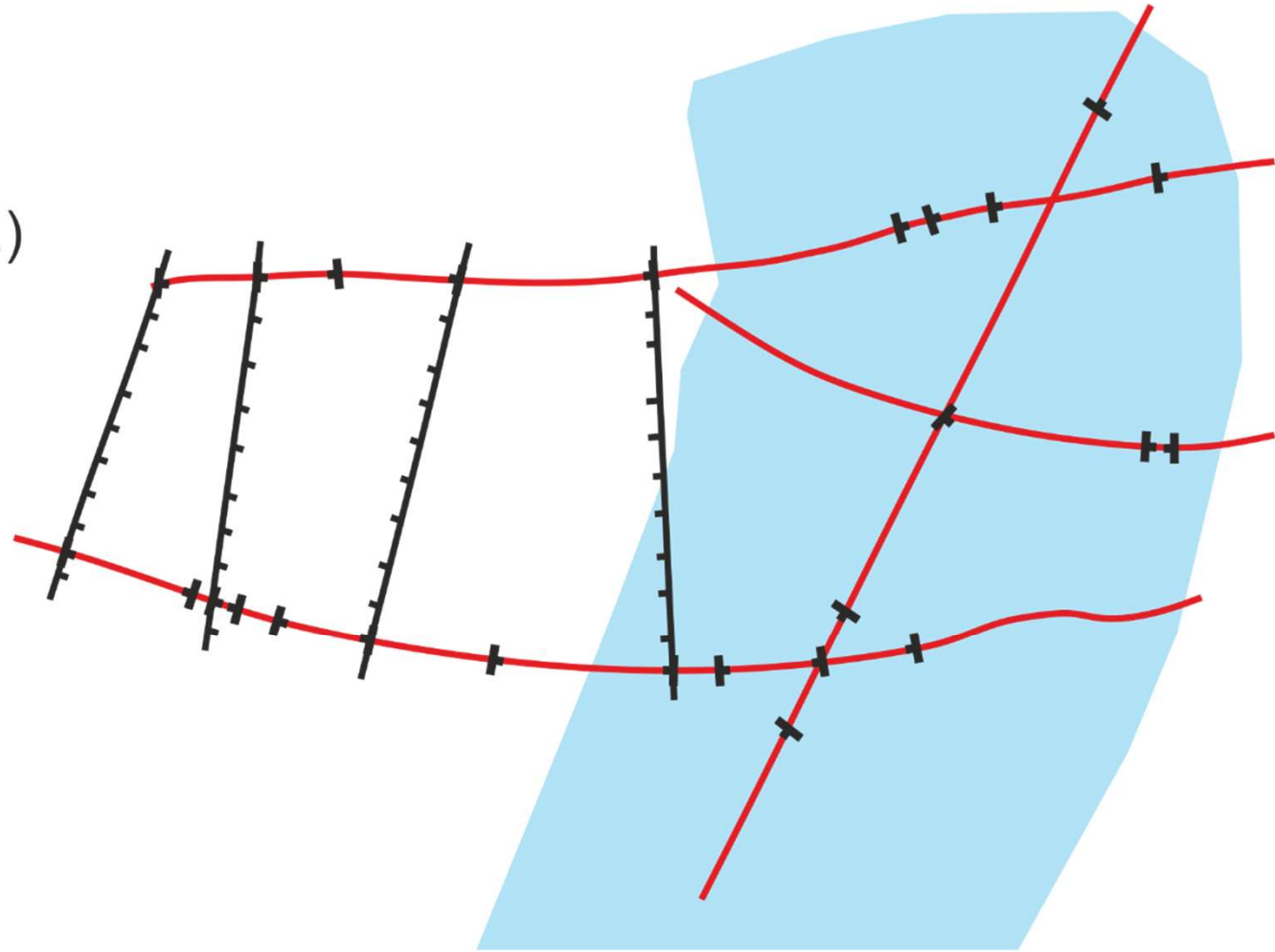
- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)



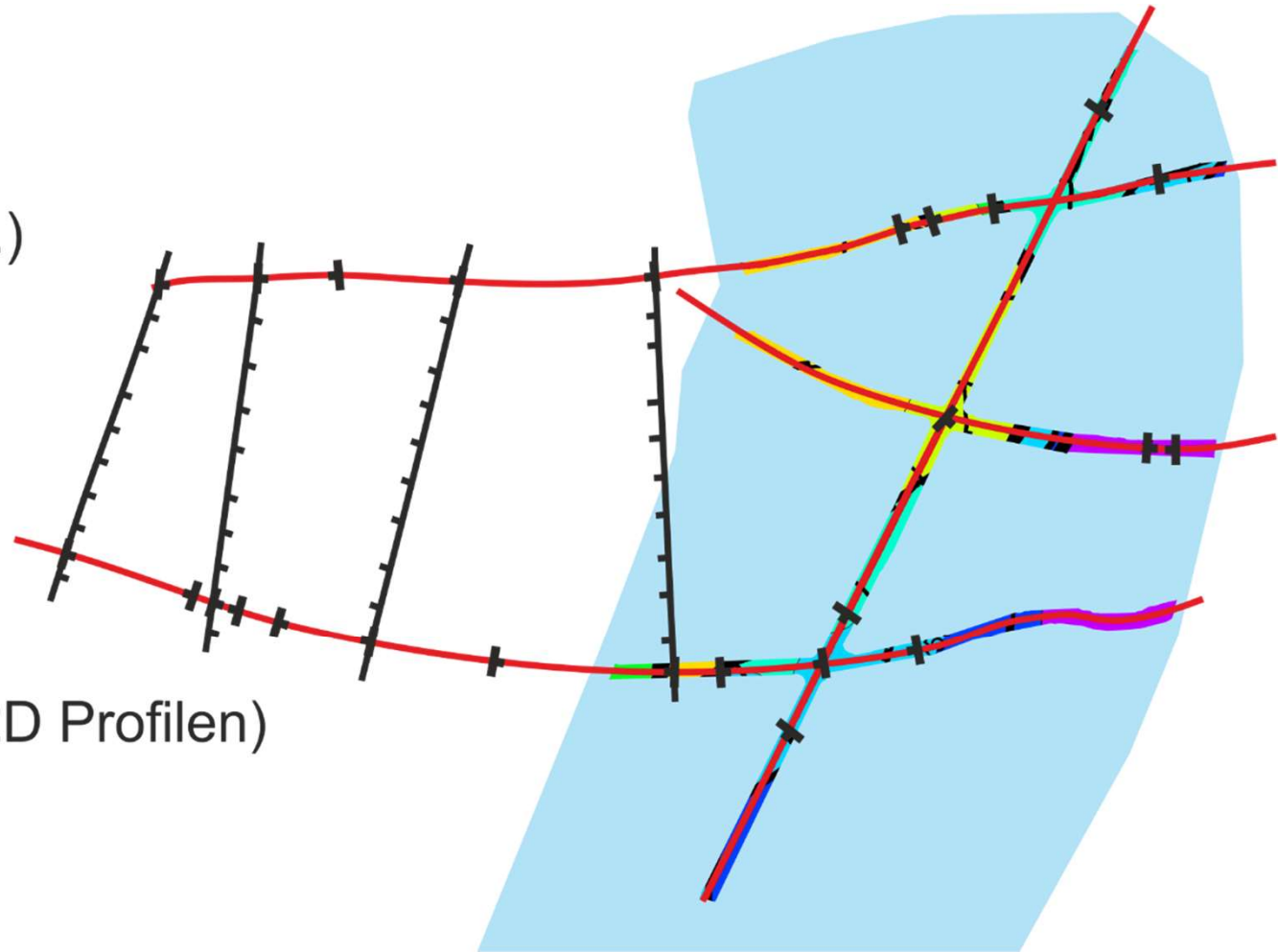
- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)
- 2D Kombination



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

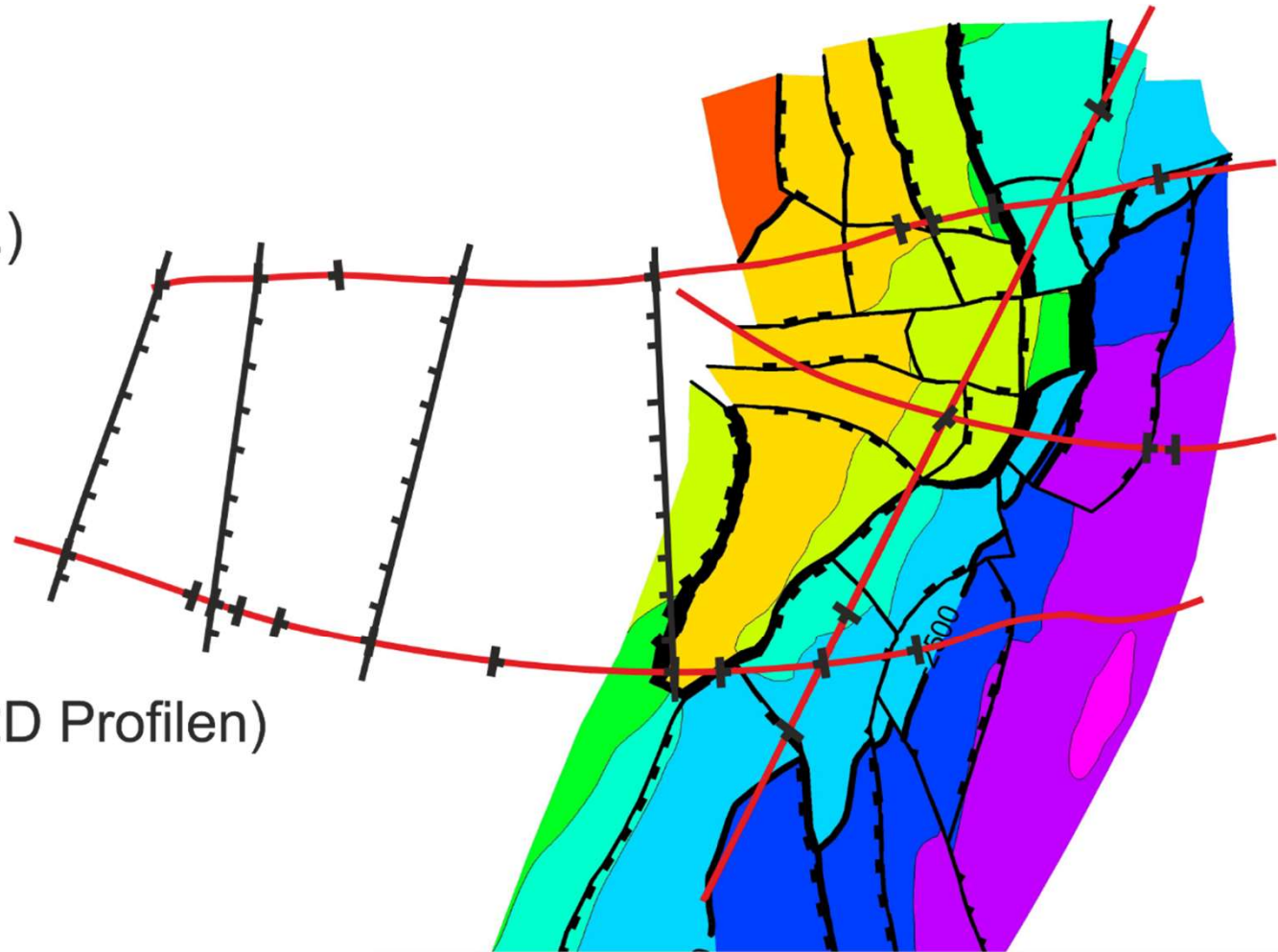


- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)
- 2D Kombination
- 3D Seismik
- 3D Interpretation (auf 2D Profilen)

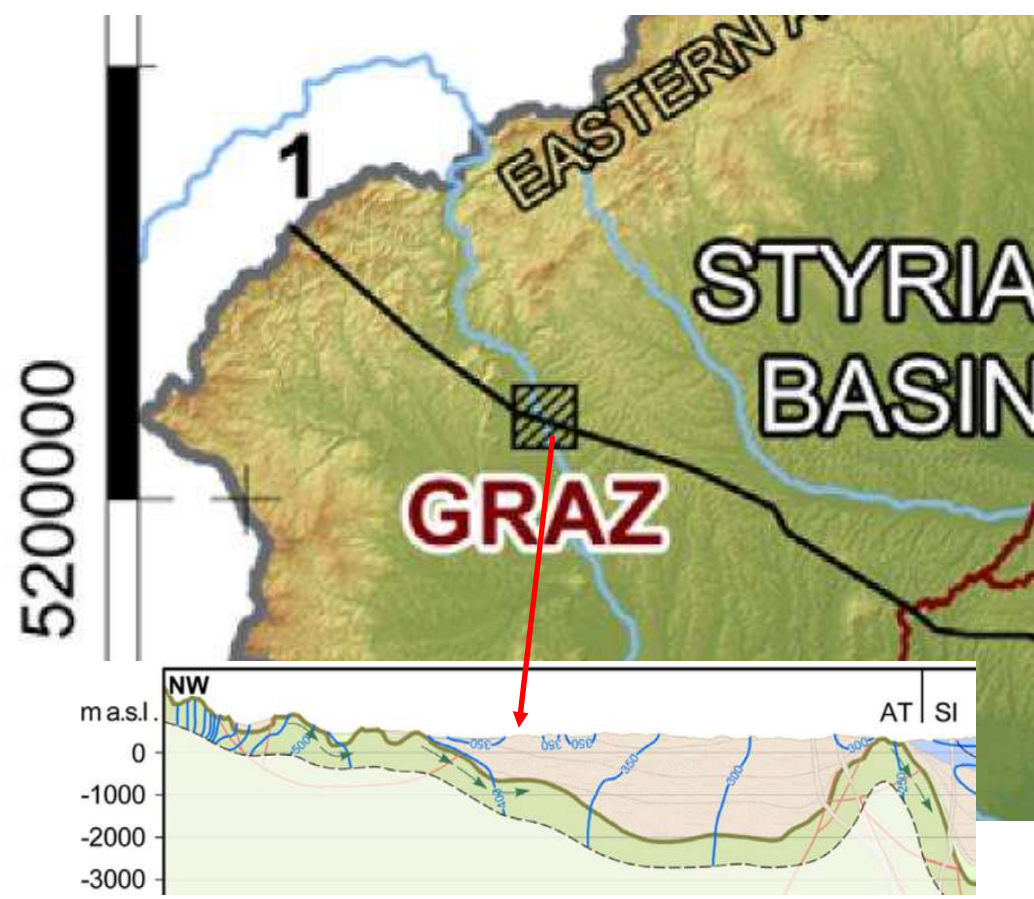


- 2D Seismik
- 2D Interpretation (indiv.)
- 2D Kombination

- 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