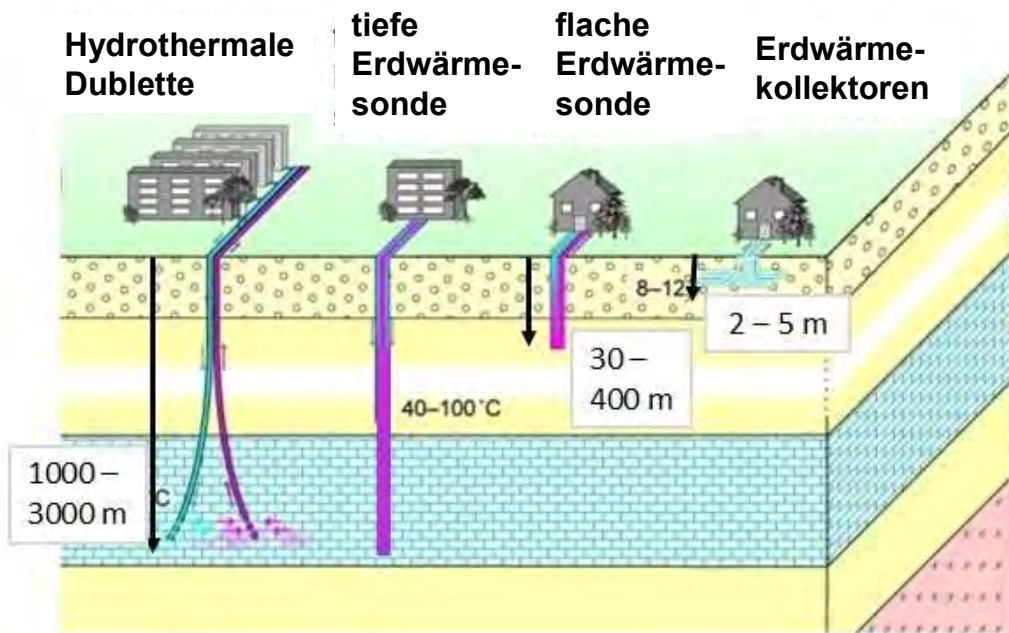




Erdwärme für  
ein Wärmenetz  
in Altenholz  
Reinhard Kirsch  
GeoImpuls

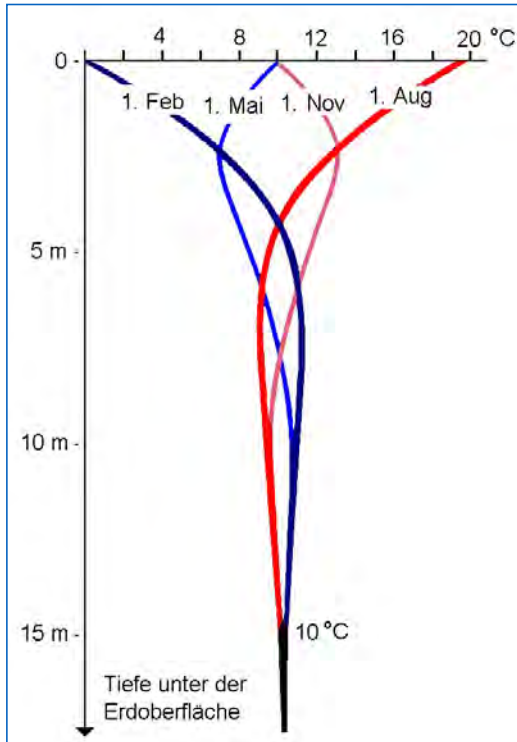
Die Erdwärme kann auf viele Arten und aus unterschiedlichen Tiefen genutzt werden – auch hier in Altenholz



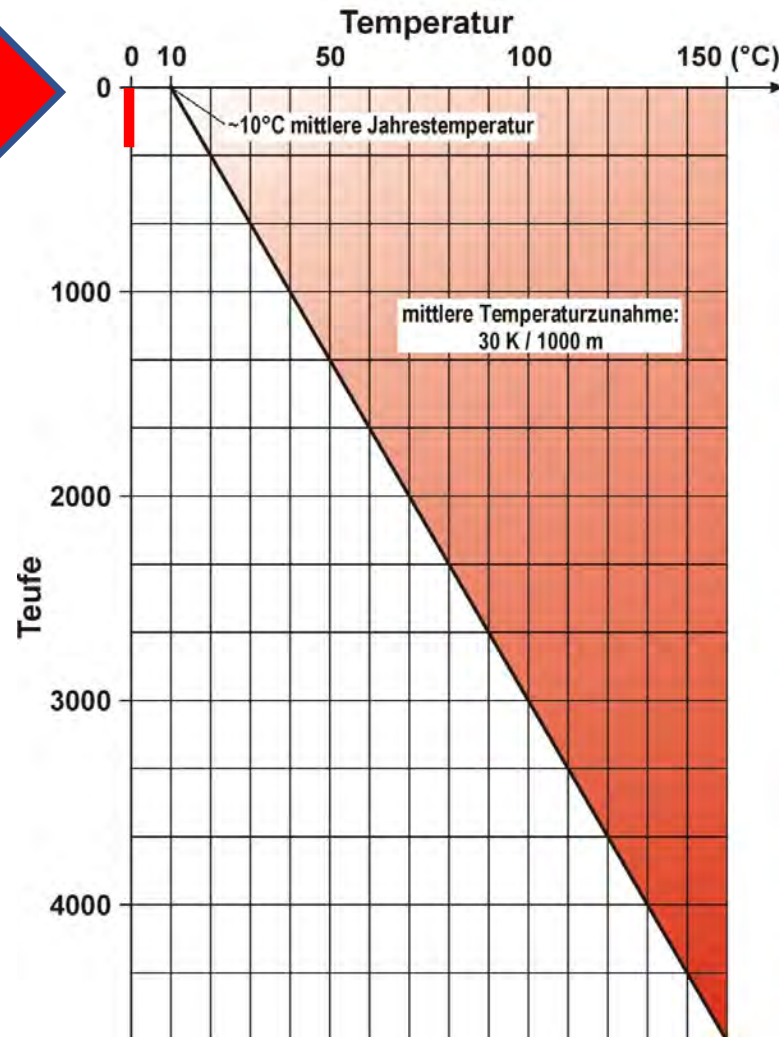
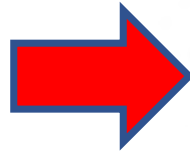
- Allgemeines zur Erdwärmenutzung
- Option Tiefengeothermie
- Option oberflächennahe Geothermie



es ist warm im Untergrund .....



im oberflächennahen Bereich  
ist die Untergrundtemperatur  
ab ca. 15 m Tiefe  
unabhängig von den  
Jahreszeiten



und in größeren Tiefen steigt  
die Temperatur kräftig an:  
ca. 30°C pro 1000 m,  
in 2000 m Tiefe haben wir  
dann etwa 70°C, das reicht  
eigentlich für ein Wärmenetz.

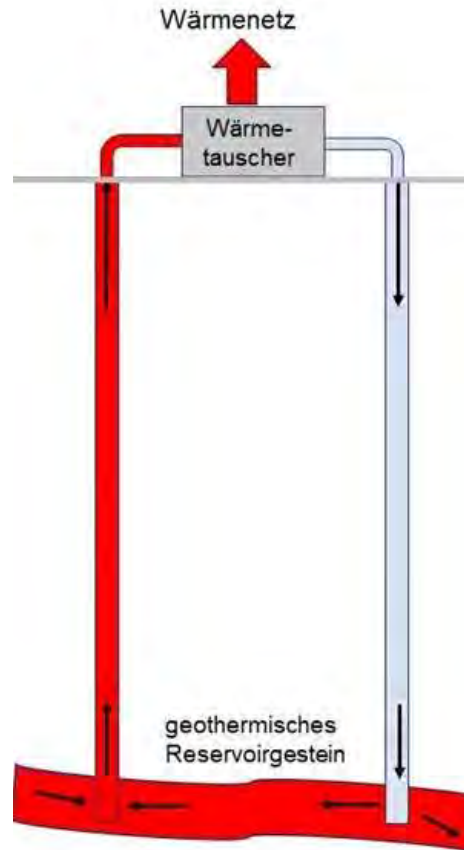
aber wie bekommen wir die Wärme nach oben?

## 2 gängige Systeme: offen

heißes Thermalwasser wird aus einem porösem oder geklüftetem Reservoirgestein im Untergrund gefördert und nach Energieabgabe in einem Wärmetauscher (Salzwasser!!) wieder in den gleichen Horizont zurückgepumpt.

Hohe geologische Anforderungen an das Reservoirgestein.

Standardlösung bei Tiefengeothermie.

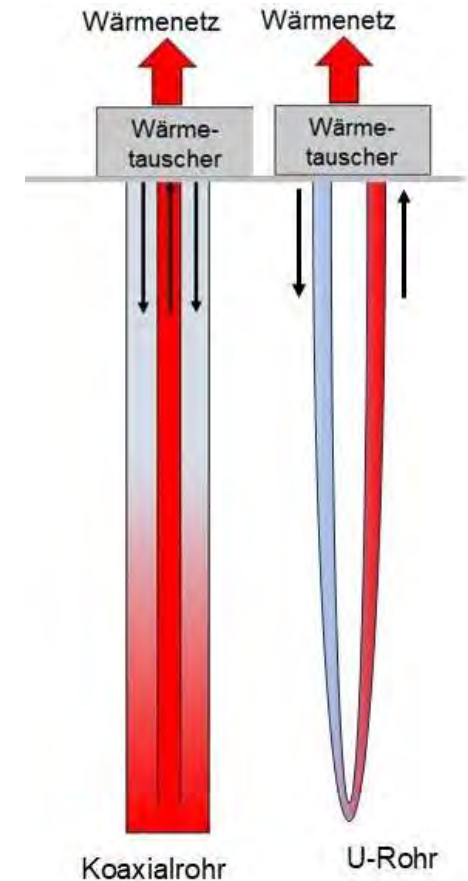


## geschlossen

Wärmetauscherrohr in einer Bohrung mit zirkulierender Wärmeträgerflüssigkeit, kein direkter Kontakt mit dem Gestein, Wärmeübertragung durch Wärmeleitung.

Nur geringe Anforderungen an den Untergrund.

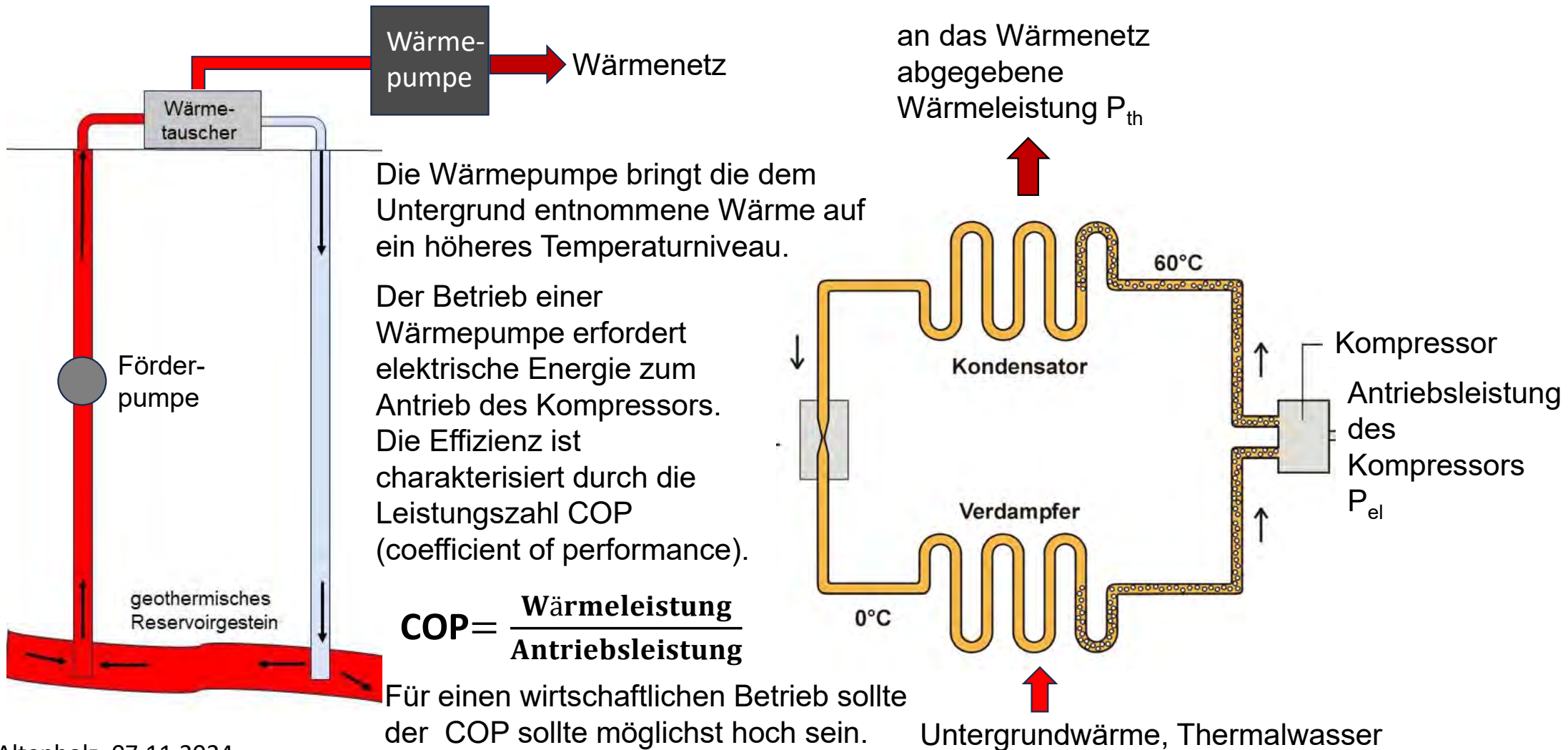
Standardlösung bei oberflächennaher Geothermie.



Offenen Systeme liefern i.A. eine erheblich höhere Wärmeleistung als vergleichbare geschlossenen Systeme, aber die technische Entwicklung schreitet voran.

Reicht die Temperatur der gewonnenen Thermalwärme zum Betrieb des Wärmenetzes?

Oftmals leider nein → wir brauchen eine **Wärmepumpe**.



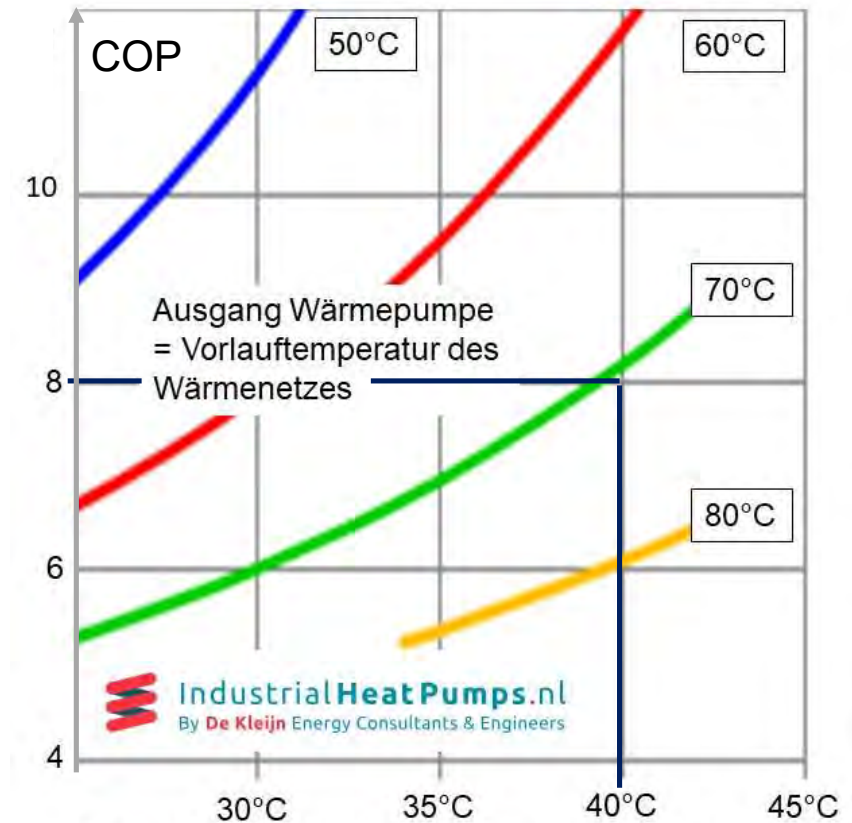


Wärmepumpen gibt es für fast jeden Leistungsbereich und für Temperaturen bis über 100°C

Wärmepumpe für zuhause  
5 – 20 kW, COP mindestens 4



Großwärmepumpe,  
100 kW – mehrere MW



Eingang Wärmepumpe = Thermalwassertemperatur

Untergrundwärme bei 40°C (1200 m Bohrtiefe)

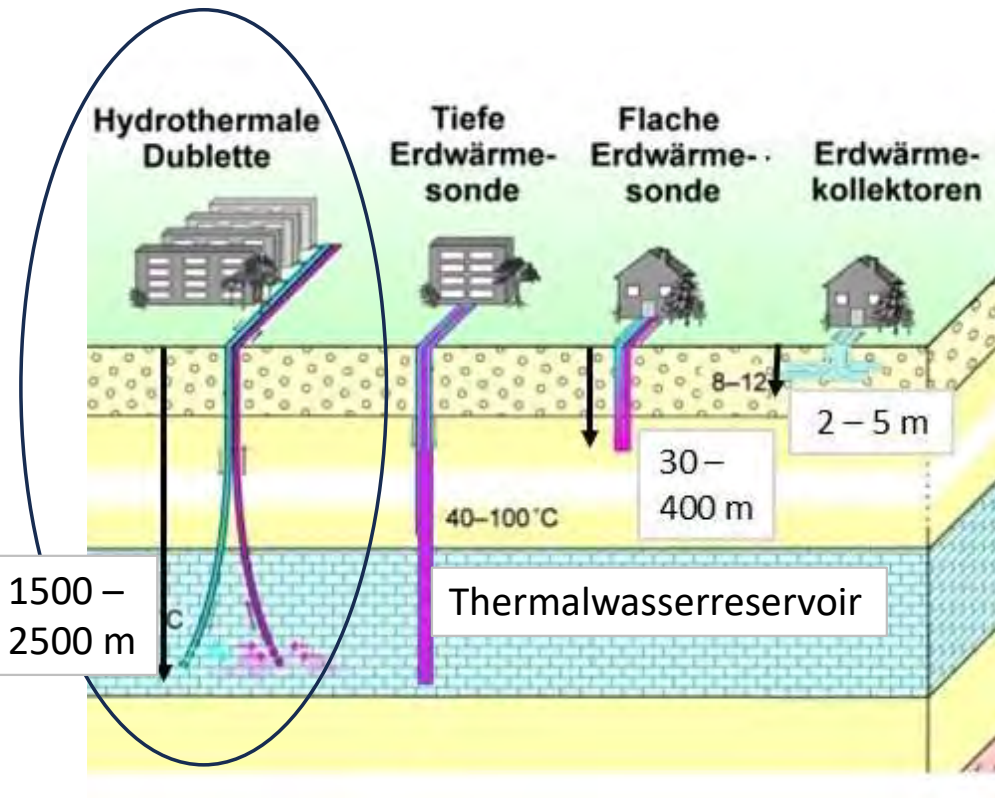
Vorlauf des Wärmenetzes 70°C

→ COP ca. 8

**Großwärmepumpen sind sehr energieeffizient**

## Technische Möglichkeiten zur Nutzung der Erdwärme – erstmal in die Tiefe

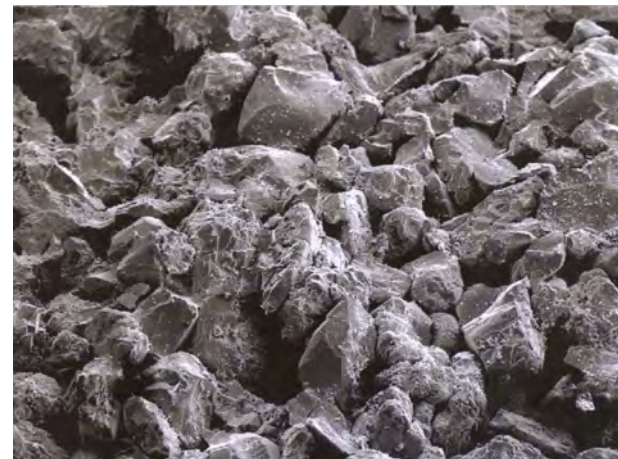
wir beginnen mit dem offenen System, der hydrothermalen Dublette mit Förder- und Injektionsbohrung



hierfür brauchen wir ein Thermalwasserreservoir, z.B. Sandstein



Sandstein sieht kompakt und dicht aus



ist aber ein verkitteter Sand und hat wie Sand bis zu 30% Porenvolumen, das mit Wasser gefüllt ist

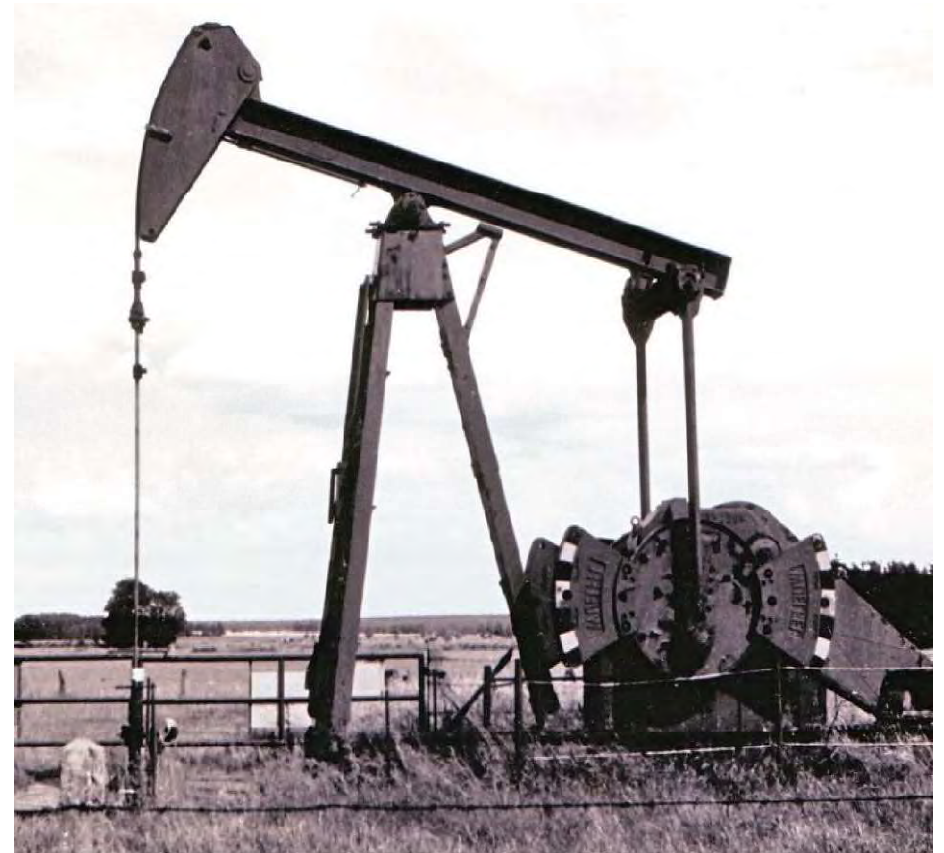
Sandstein – hier bei uns???



Die landschaftsprägenden Sande, Tone und Mergel gibt es auf den obersten 500 - 1000 m, darunter folgen Kreide, Tonstein und auch Sandstein.

Altenholz, 07.11.2024

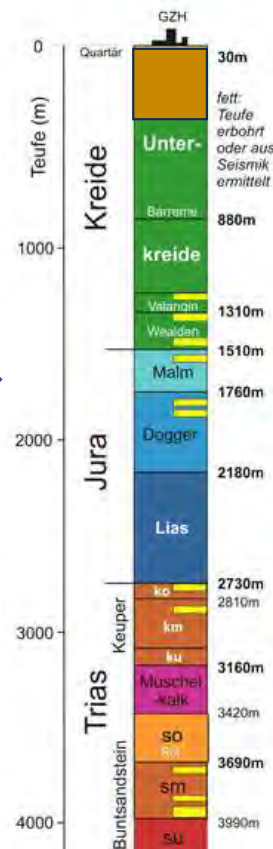
aus Sandsteinen wurde früher Erdöl gefördert .....



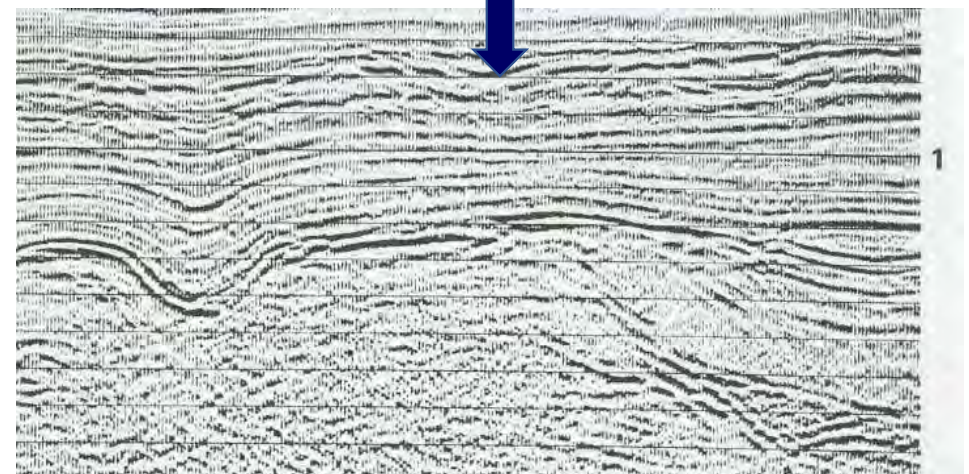
auch in der Nähe von Altenholz.

Wieso wissen wir über den Untergrund einigermaßen Bescheid?

Durch die intensive Erdölexploration in Schleswig – Holstein bis etwa 1985 (und noch einmal im Raum Preetz 2010) haben wir Informationen über die Verteilung der Sandsteinvorkommen im Untergrund.

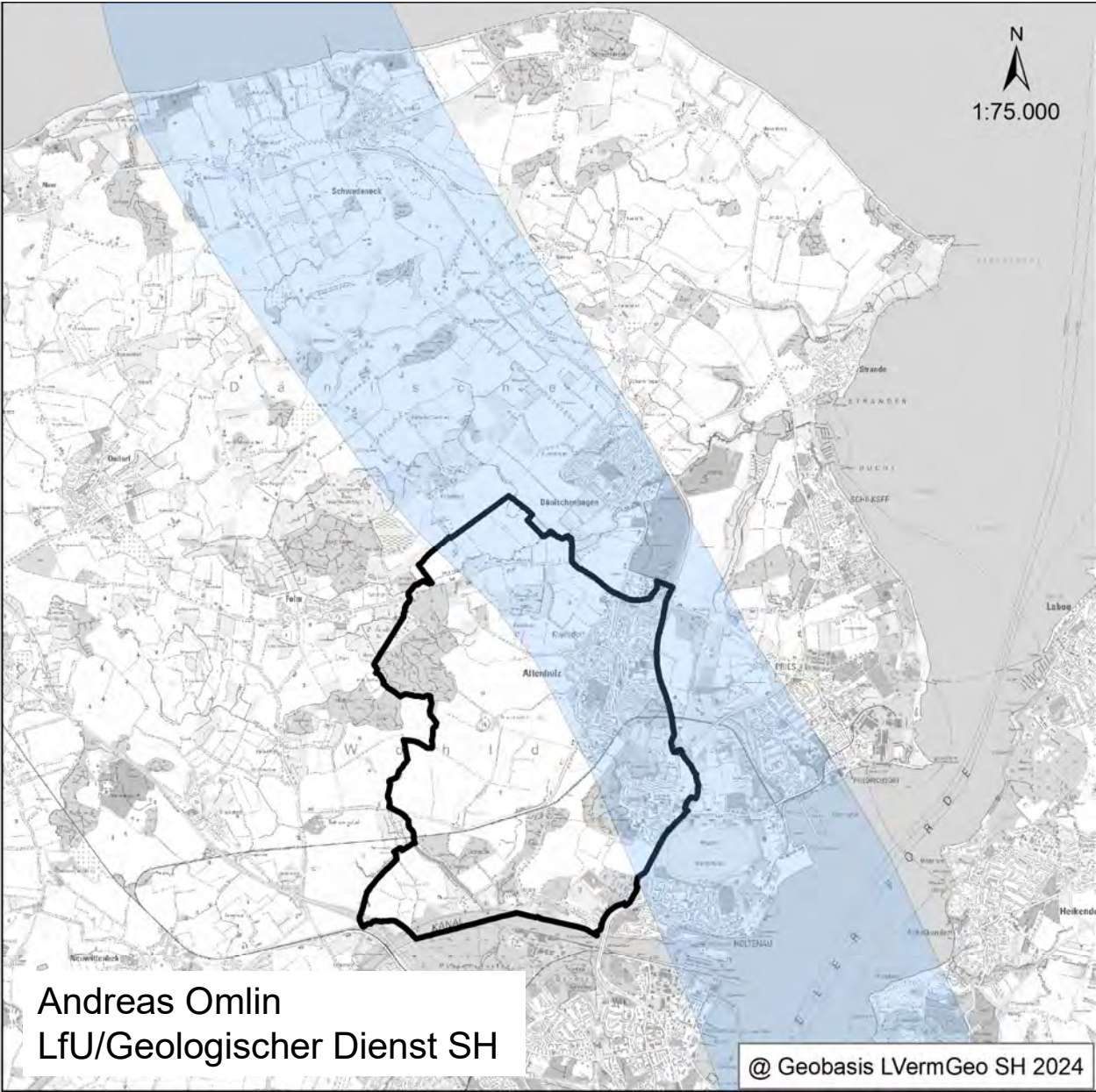


Sandstein



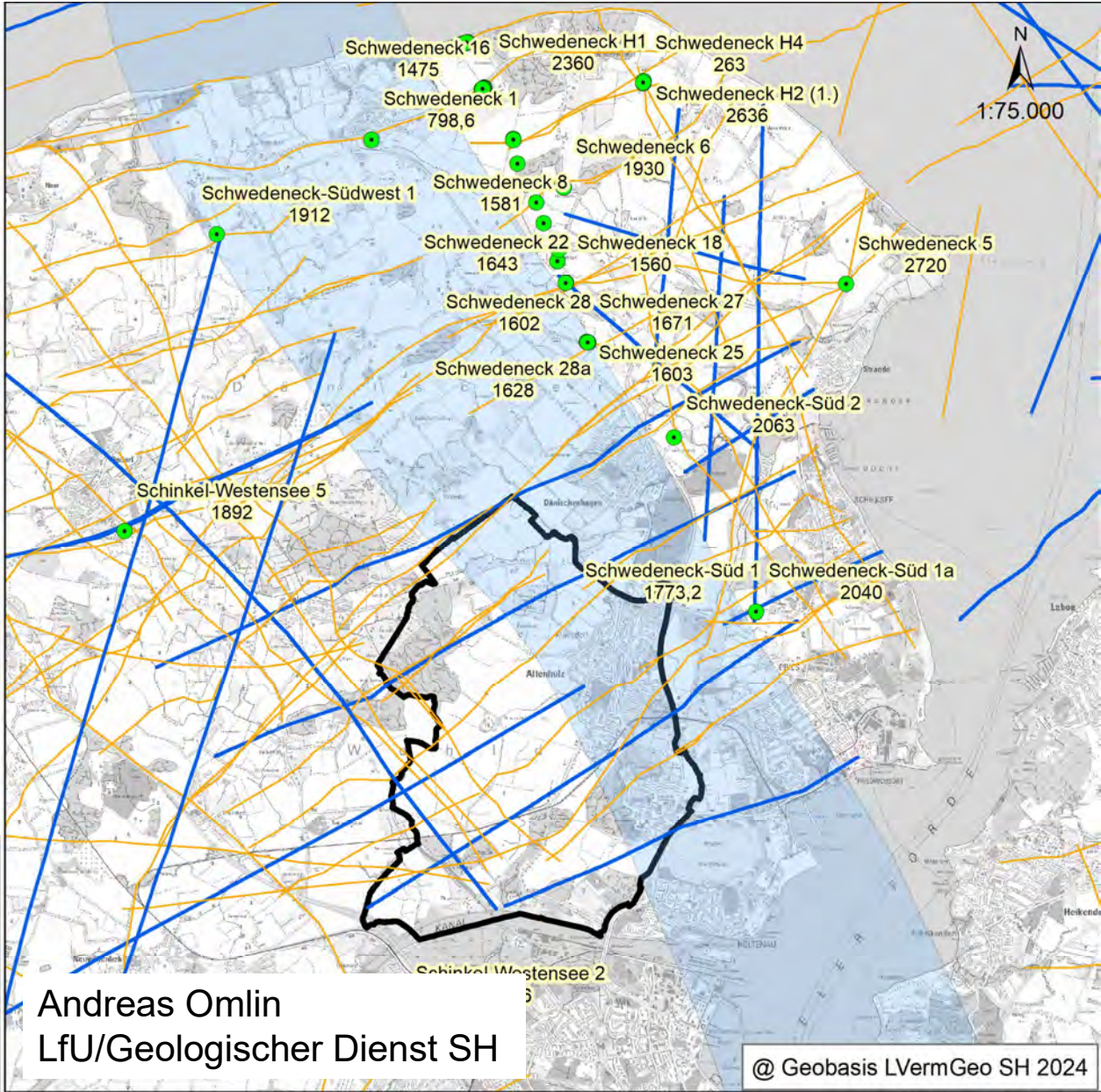
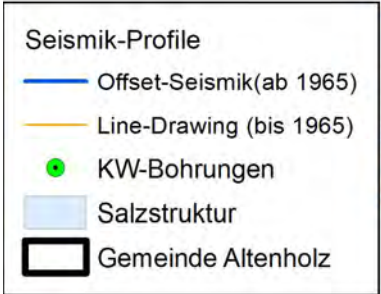
Und wie sieht es hier im Untergrund von Altenholz aus?

Die Landschaft Dänischer Wohld wird durchzogen von einer Salzstruktur, die Wohngebiete in Klausdorf und Stift liegt mitten drauf.



Untergrundinformationen haben wir von einer Vielzahl von seismischen Messprofilen und Bohrungen.

Diese Daten wurden vom Geologischen Dienst Schleswig-Holstein ausgewertet und in ein digitales 3D-Modell des Untergrundes umgesetzt, die erstellten Produkte werden im Geologieportal des LfU dargestellt.



Untergrundinformationen haben wir von einer Vielzahl von seismischen Messprofilen und Bohrungen.

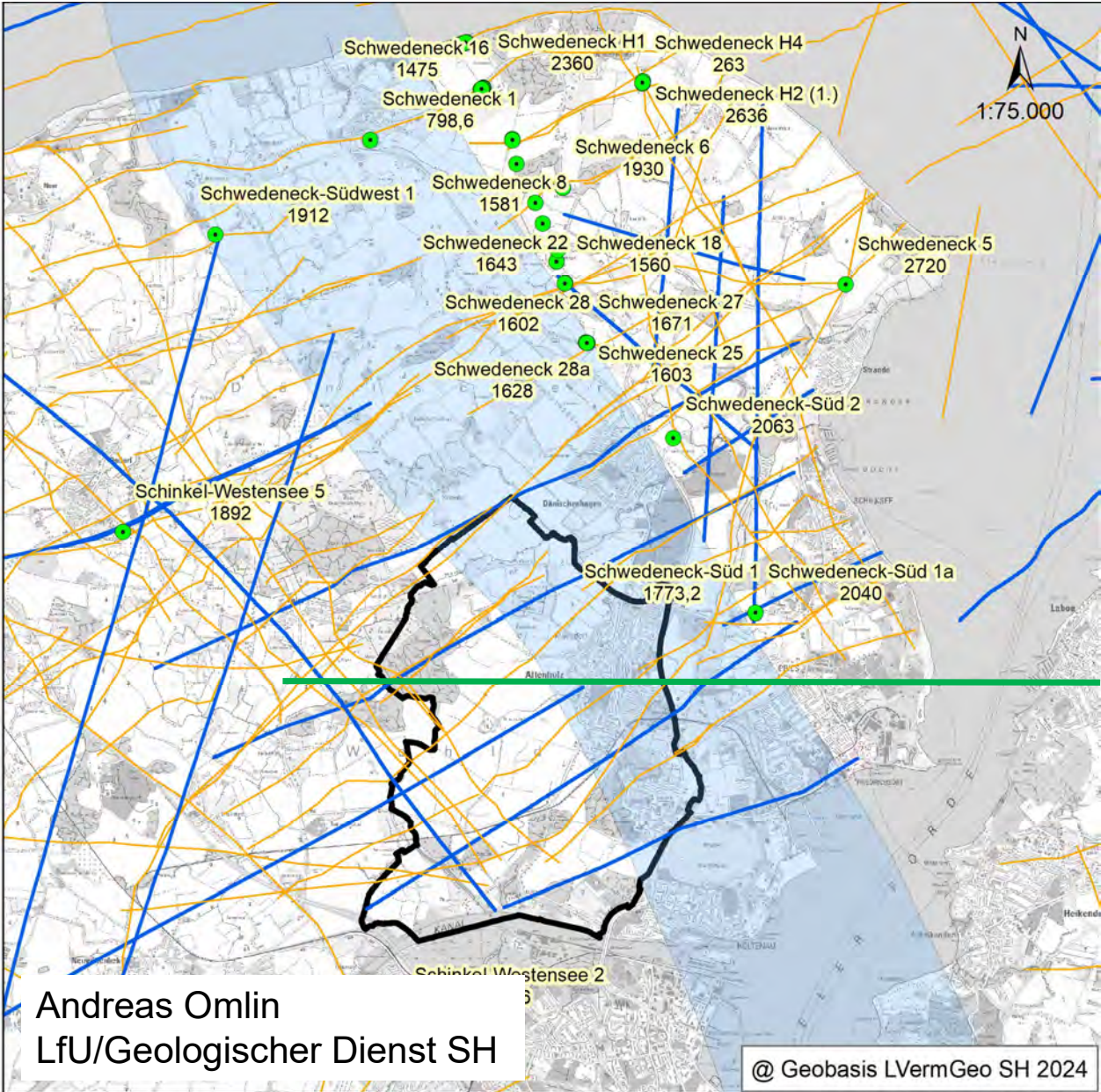
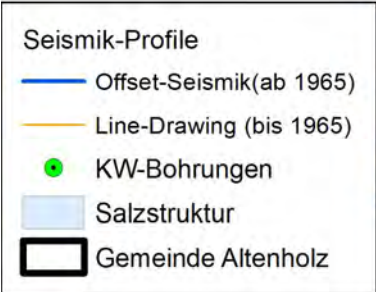
Diese Daten wurden vom Geologischen Dienst Schleswig-Holstein ausgewertet und in ein digitales 3D-Modell des Untergrundes umgesetzt, die erstellten Produkte werden im Geologieportal des LfU dargestellt.

Darauf aufbauend ist der Tiefenverlauf der wichtigsten potenziell nutzbaren Formationen im Geothermischen Informationssystem GeotIS des LIAG dargestellt.



GeotIS-Schnitt

Altenholz, 07.11.2024



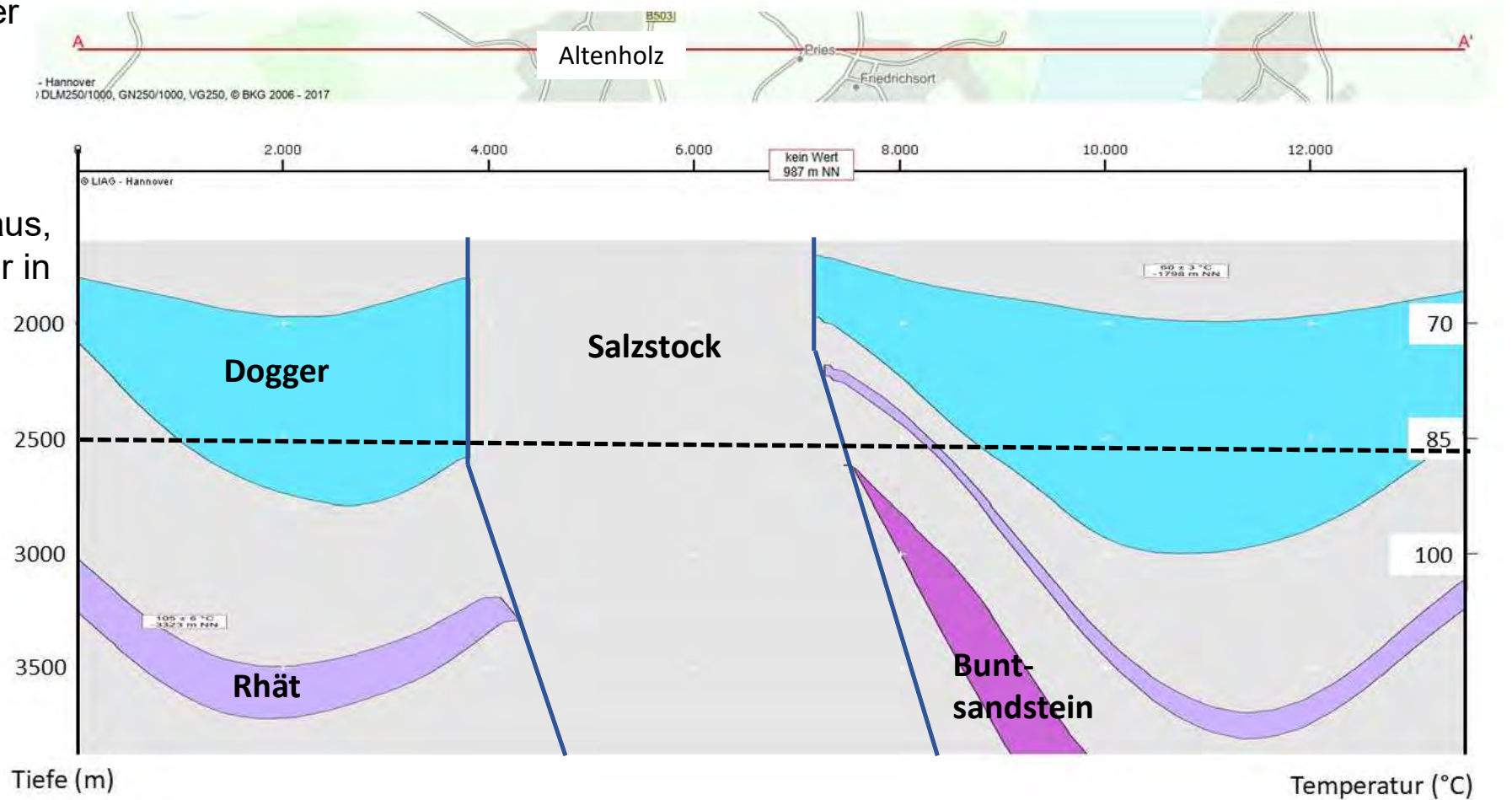
Andreas Omlin  
LfU/Geologischer Dienst SH

@ Geobasis LVermGeo SH 2024

Die Sandstein-  
formationen wurden  
durch den Aufstieg der  
Salzstruktur  
aufgeschoben und  
erodiert,  
aber ca. 1,5 km nach  
Westen sieht es gut aus,  
hier haben wir Dogger in  
einer Trogstruktur in  
nutzbarer Tiefe und  
ausreichender  
Mächtigkeit.

Es sollte nicht tiefer  
als 2500 m gebohrt  
werden, darunter  
könnte das  
Porenvolumen durch  
die Auflast zu stark  
reduziert sein  
(Thomsen LLUR  
2011).

Altenholz, 07.11.2024



Allerdings: der Dogger enthält nicht nur Sandstein, sondern auch Lagen von  
z.B. nicht nutzbarem Tonstein. Hier hilft ein näherer Blick auf die Seismik .....



Dogger gamma ist ein guter Reservoirhorizont in ca. 2200 m Tiefe mit etwa 50 m Mächtigkeit.

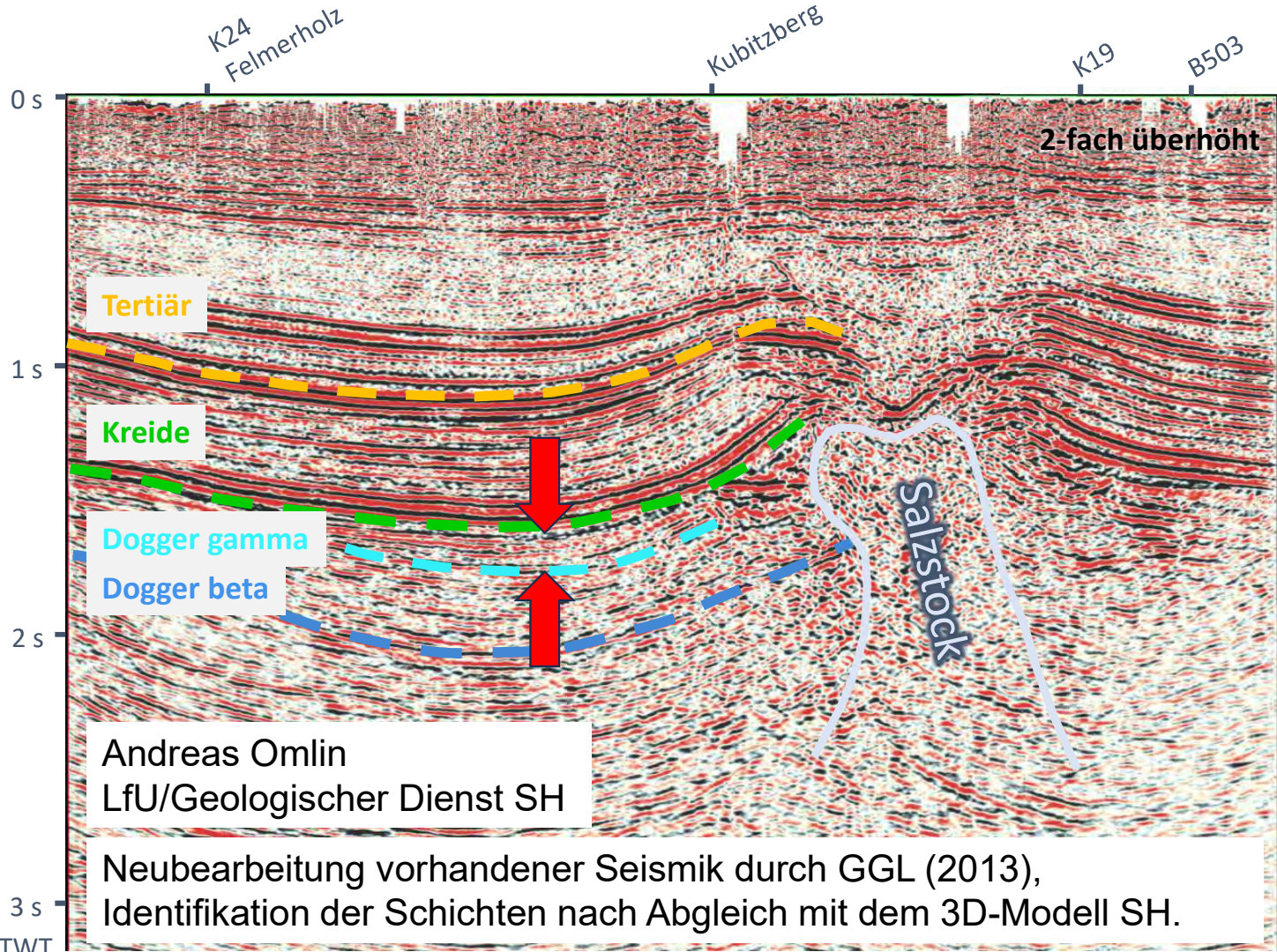
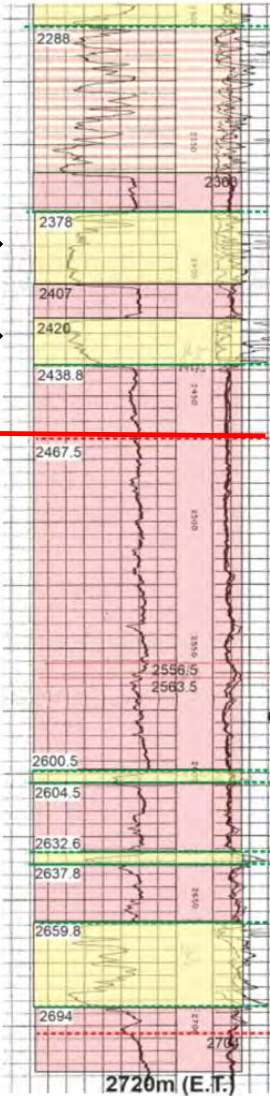
Das Reservoir Dogger gamma ist auch auf den Nachbarprofilen nachgewiesen.

Ausschnitt aus Bohrung  
Schwedeneck 5 (Strande)  
Endteufe: 2720 m



Dogger gamma  
Dogger beta

- Sandstein
- Tonstein



Nach der vorliegenden Datenlage könnte etwa 1,5 km westlich der Wohngebiete ein Dogger Reservoir in ca. 2200 m Tiefe bei etwa 75°C erwartet werden.

Vor einer Nutzung müsste dieses gründlich erkundet werden.



Wie könnte ein Projekt zur Nutzung hydrothermaler Geothermie ablaufen?

**Bergrecht:**

Antrag auf Aufsuchungserlaubnis  
Landesbergamt Clausthal-  
Zellerfeld (LBEG).

Während der Laufzeit gibt die  
Aufsuchungserlaubnis das  
alleinige Recht zur Erkundung des  
Untergrundes auf Erdwärme.

Laufende Aufsuchungserlaubnisse  
in SH: Husum, Norderstedt,  
Neumünster.

**fachliche Arbeiten während der Laufzeit der Aufsuchungserlaubnis:**

- Durchführung einer Machbarkeitsstudie:  
eingehende Betrachtung vorliegender Untergrunduntersuchungen  
wie seismische Messungen und Bohrungen,  
z.B. auch Neubearbeitung der seismischen Messergebnisse  
(z.T. bereits erfolgt), aber auch Bohrlochlogs und  
Schichtenverzeichnisse.

Bei positivem Ergebnis:

- Durchführung neuer seismischer Messungen (u.a. zur Festlegung  
des Bohrpunktes)
- Abteufung einer ersten Bohrung, bei positivem Ergebnis:
- Abteufung der zweiten Bohrung
- Bau der oberirdischen Installationen

Wie könnte ein Projekt zur Nutzung hydrothormaler Geothermie ablaufen?

Durchführung neuer seismischer Messungen, auch im städtischen Bereich möglich (aktuell in Münster):



Ziel: Bestimmung von Tiefenlage und Mächtigkeit des Reservoirgesteins

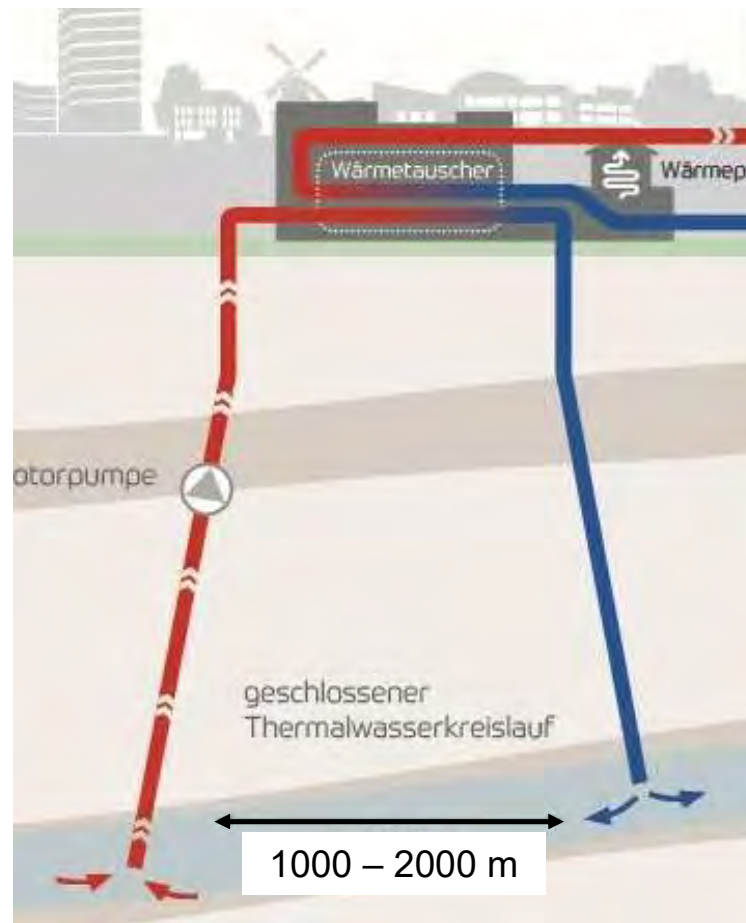
→ Auswahl des Bohrplatzes  
(ca. 3000 m<sup>2</sup> = halbes Fußballfeld),  
muss mit schwerem Gerät befahrbar sein.

Wie könnte ein Projekt zur Nutzung hydrothermaler Geothermie ablaufen?

Abteufen der Bohrungen



Altenholz, 07.11.2024



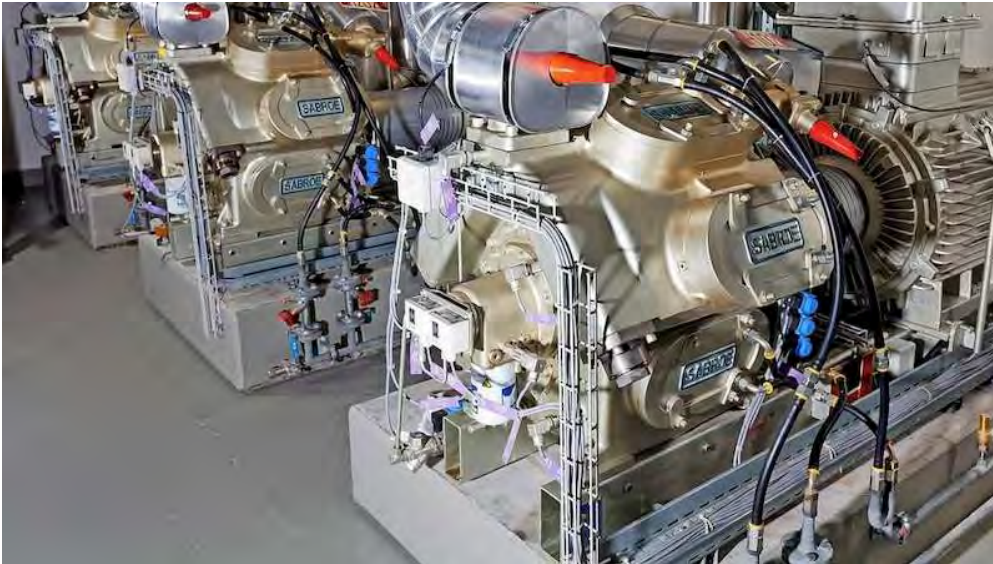
2 abgelenkte Bohrungen (Doublette) von einem Bohrplatz, Abstand der Endpunkte 1000 – 2000 m.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten kann der Bohrplatz normal weitergenutzt werden, die Technik passt in ein kleineres Gebäude, der Platz muss aber für Wartungsarbeiten zugänglich sein.

## hydrothermal - Leistung

Eine Bohrungsdoulette liefert ca. 5 MW Wärmeleistung, das reicht zur Versorgung von 1000 Wohnungen oder Einzelhäusern.

Ist die Thermalwassertemperatur nicht ausreichend für das Wärmenetzes kann zusätzlich eine Hochtemperaturwärmepumpe eingesetzt werden. Gesamtkosten ca. 10 - 20 Mio EUR, also etwa 2 km Autobahnbau.



## hydrothermal - Risiken

### Explorationsrisiko:

Der erwartete Reservoirhorizont hat keine ausreichende Ergiebigkeit.  
Beispiel: Hamburg-Wilhelmsburg (zu geringe Porosität).

### Risiken beim Betrieb:

Ausfällungen im Bereich der Injektionsbohrung, das abgekühlte Thermalwasser kann nicht mehr ins Reservoir zurückgeführt werden.  
Beispiel: Sønderborg nach mehreren Betriebsjahren.



### Risiken beim Betrieb:

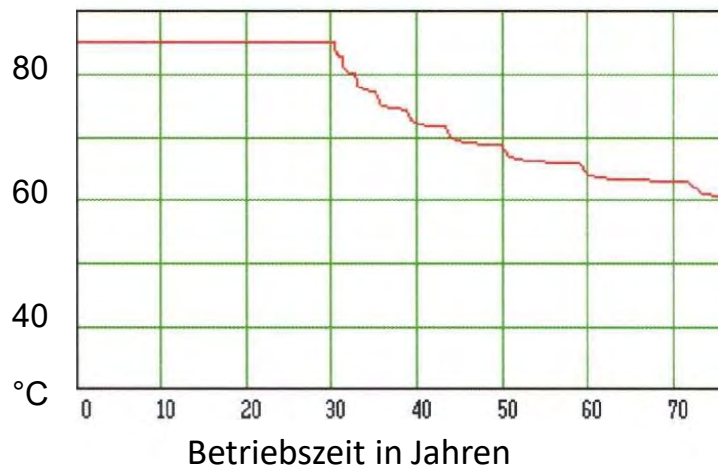
Der hohe Salzgehalt des Thermalwassers führt zu Korrosion bei Förderpumpe und Ausfällungen beim Wärmetauscher

→ Reparaturarbeiten, dadurch Erhöhung der Betriebskosten.



## hydrothermal - Nachhaltigkeit

Der Abstand von Förder- und Injektionsbohrung ist so gewählt, dass die Anlage 30 Jahre betrieben werden kann, ohne dass die Thermalwassertemperatur absinkt.



Modellstudie zur Temperaturentwicklung des geförderten Thermalwassers



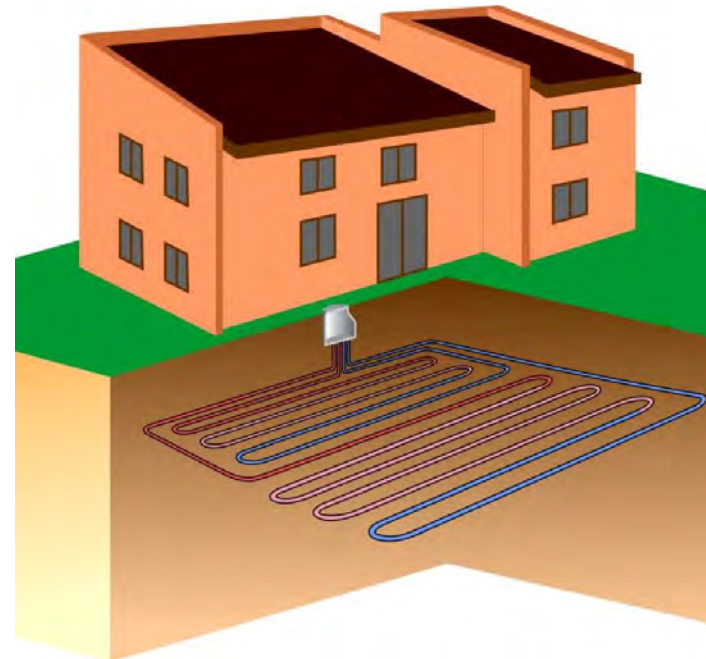
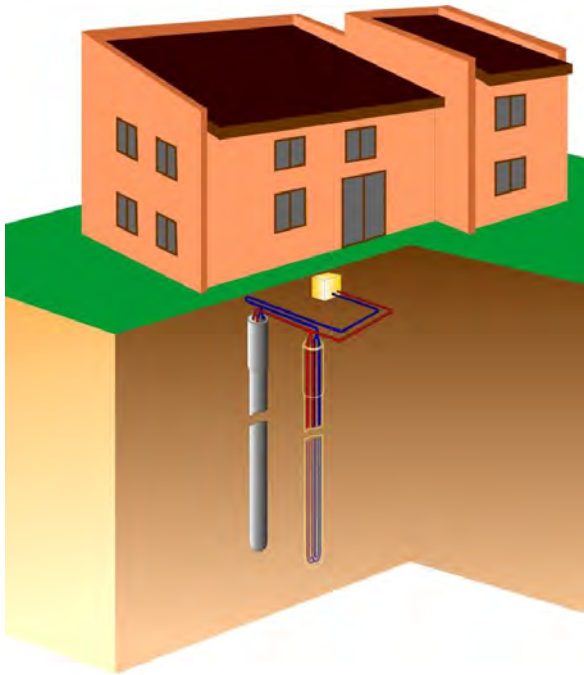
Für den Thermalwasserkreislauf ist eine Förderpumpe erforderlich. Deren elektrische Leistung beträgt ca. 10% der gewonnenen Wärmeleistung, dies entspricht einer Leistungszahl (COP) von 10.

Dazu kommt eventuell der Stromverbrauch der Wärmepumpe, aber auch hier ist die Leistungszahl hoch. Die Wärmepumpe führt auch zu einer Erhöhung der thermischen Leistung der Anlage.

**Insgesamt gesehen ist die hydrothermale Wärmeversorgung energetisch sehr günstig.**

Noch kurz zu oberflächennahen Lösungen zu Wärmenetzen:

Im Prinzip werden wie bei der Einzelhausversorgung Erdwärmesonden und –Kollektoren verwendet,



Allerdings jetzt größere Sonden und Kollektorfelder (z.B. 50 – 100 Bohrungen a 100 m Tiefe) sowie eine oder mehrere Großwärmepumpen

## Quartiersversorgung / Einbindung oberflächennaher Geothermie ins Wärmenetz

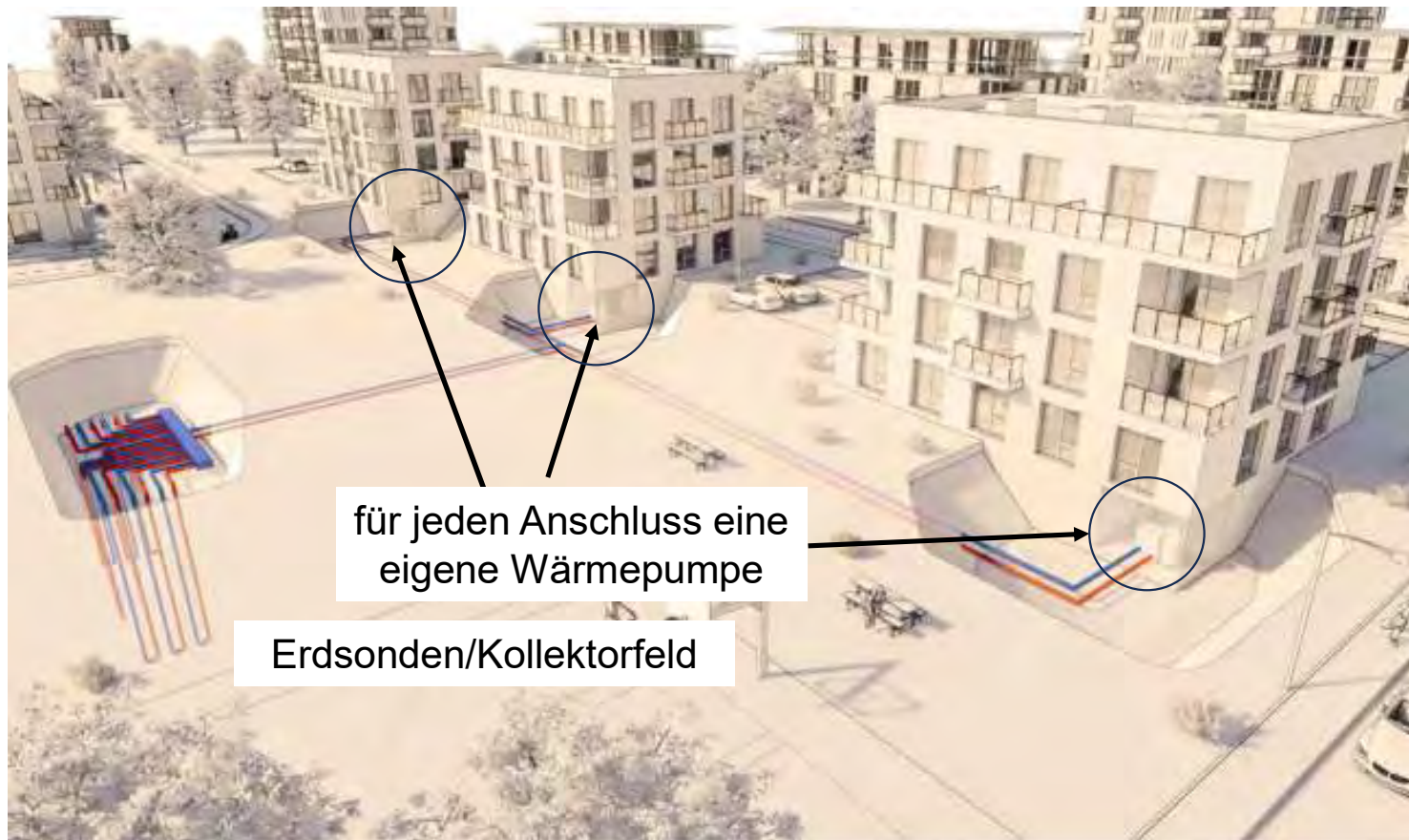


- Erdsonden/Kollektorfeld zur Wärmeregeneration
- zentrale (Groß-) Wärmepumpe
- isolierte Wärmeleitungen, bei größerer Netzlänge allerdings mit Wärmeverlusten
- bei jedem Anschluss die gleiche Vorlauftemperatur → ältere Bestandsbauten, bei denen eine höhere Vorlauftemperatur erforderlich ist, können nicht so ohne Weiteres angeschlossen werden.

Wärmeversorgung mit oberflächennaher Geothermie  
– Bundesverband Geothermie

Quelle: geoENERGIE  
Konzept GmbH

## Quartiersversorgung / kalte Nahwärme



- Erdsonden/Kollektorfeld zur Wärmeregeneration
- Geringe Leitungsverluste, da Wärmeträgerflüssigkeit auch im Vorlauf ziemlich kalt
- Wärmeleitungen für den Rücklauf sind nicht isoliert, daher auch Wärmeregeneration durch die Rücklaufleitung
- dezentrale Wärmepumpen, Vorlauftemperatur für jedes Gebäude regelbar

Wärmeversorgung mit oberflächennaher Geothermie  
– Bundesverband Geothermie

Quelle: geoENERGIE  
Konzept GmbH

kalte Nahwärme, Beispiel Schleswig



Neubaugebiet Auf der Freiheit,  
ca. 1200 Wohneinheiten

Wärmeregeneration des kalten Netzes auf der Freiheit durch mehrlagige Erdwärme-kollektoren. Während der Heizperiode sinkt die Temperatur im Rücklauf ab, bis unter  $0^{\circ}\text{C}$ .



Wenn dadurch der Untergrund (bzw. das Grundwasser) im Umfeld der Kollektoren einfriert, haben wir einen Erdeisspeicher.

Kurz zusammengefasst:

### **Tiefengeothermie:**

Eine hydrothermale Reservoirformation (Dogger) ist in ca. 2200 m Tiefe (ca. 75°C) vorhanden und durch Bohrerergebnisse in der Nähe und Ergebnisse seismischer Messungen auch abgesichert, allerdings ca. 1500 m westlich Altenholz.

### **oberflächennahe Geothermie:**

In „klassischer“ Form mit Erdwärmesonden oder –kollektoren und Großwärmepumpe machbar. Alternativ dazu kalte Nahwärme mit individuellen Wärmepumpen für jeden Wärmekunden, die entnommene Wärme wird über das Verteilnetz sowie Flächenkollektoren oder Erdsondenfelder regeneriert.

Energetisch günstig ist die Einbindung zusätzlicher Wärmequellen wie gewerbliche Abwärme oder saisonale Speicher für Solarwärme.