

# Integritätsprüfung an Erdwärmesonden



Klüftigkeit oder große Porenräume der erbohrten Geologie:

- Ausspülen der Hinterfüllung durch horizontalen Grundwasserfluss, bevor der Baustoff aushärten konnte.
- Abfließen von Hinterfüllmasse in Klüfte oder Zwickel  
Hohlraumbildung in Teilbereichen der Bohrung.

Artesische Verhältnisse oder große Druckpotenzialunterschiede der durchörterten Grundwasserstockwerke:

- Vertikalumläufigkeiten des Übertragers durch Grundwasserdruck. Ausspülungen und Kurzschlüsse durch das Bestreben des Grundwasser-Potenzialausgleichs vor Aushärten der Hinterfüllmasse

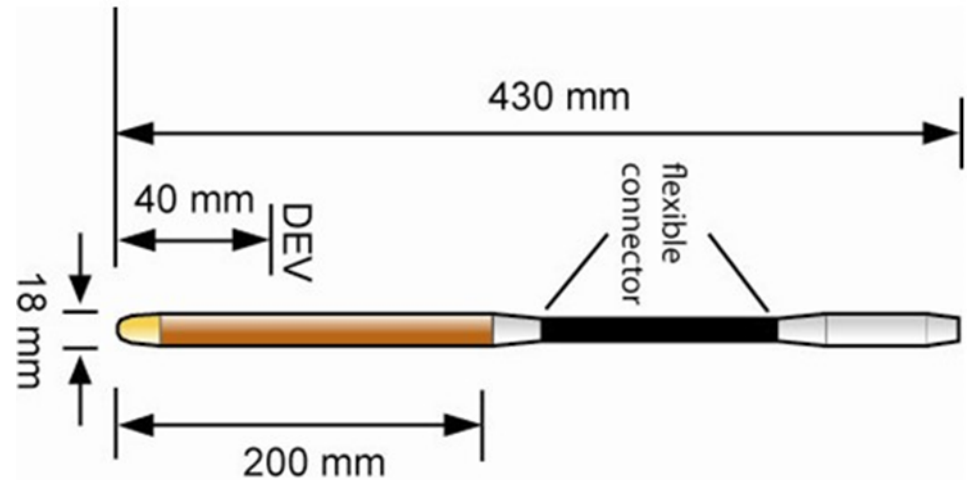
## Eingeschränkter Durchfluss oder Flüssigkeitsverlust des Übertragers

- Schädigung der Sonde durch mechanische Einwirkung während des Einbaus.
- Schädigung des Übertragers durch Havarie mit einer benachbarten Bohrung.
- Schädigung der Sonde durch Deformation beim Hinterfüllen (Druckverformung).
- Schädigung der Sonde durch geologische Gegebenheiten (z.B. Deformation durch einen durchörterten Horizont quellfähiger Tone)

## Messverfahren

### Wireline – Stand Alone

- Gamma – Log
- Gamma-Gamma-Dichte-Log
- Magnetik-Log
- Kamera-Befahrung
- Verlaufsmessung



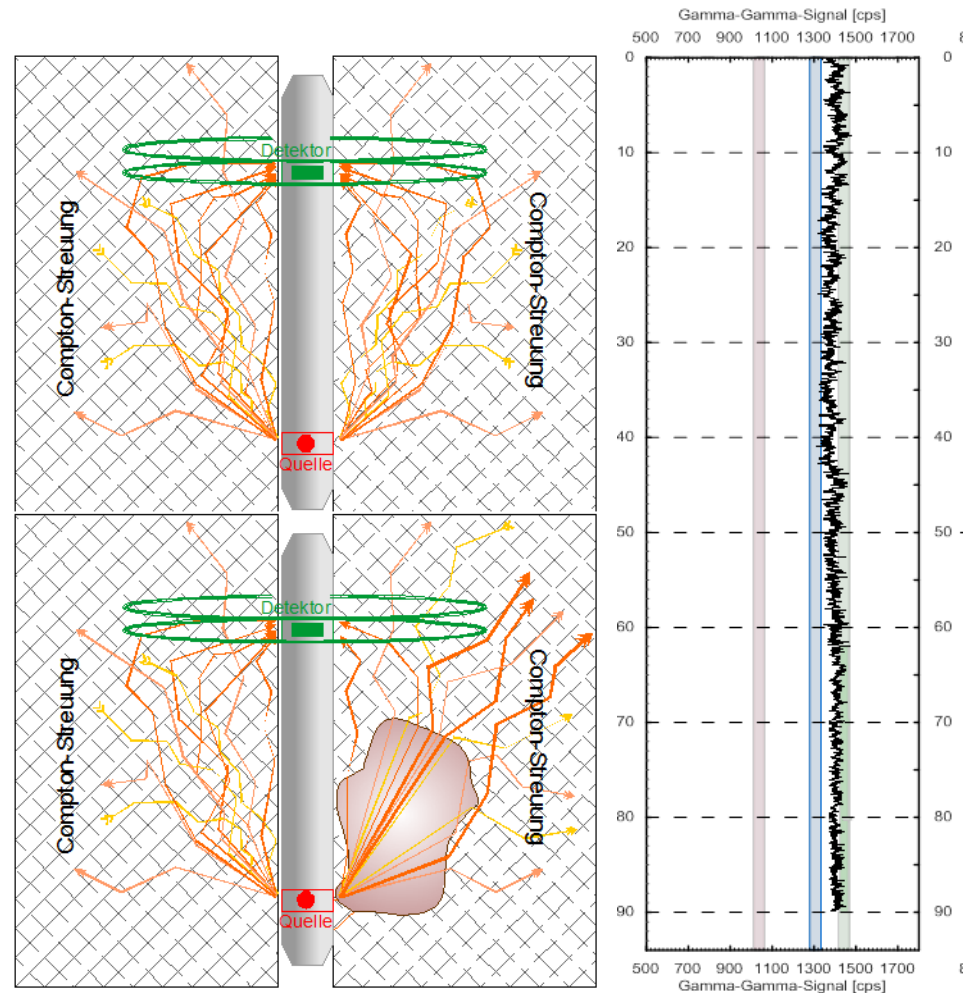
Quelle: Terratec GmbH, Heitersheim

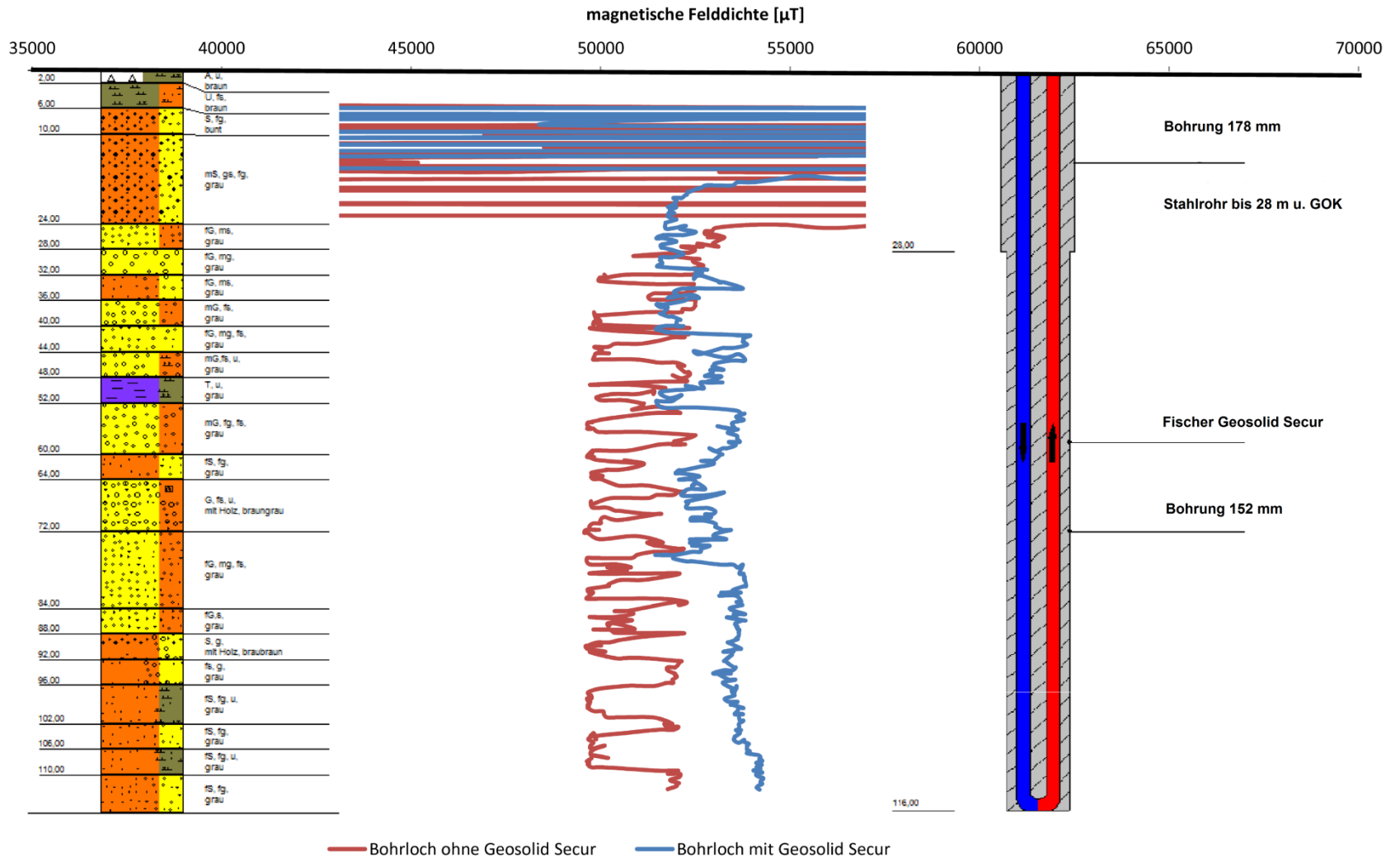
## Gamma-Gamma-Dichtemessung mit aktiver Strahlenquelle

Compton-Streuung - Interaktion zwischen Hüllelektronen und Gamma-Photonen

*Havariegefahr?*

Quelle: A. Voutta

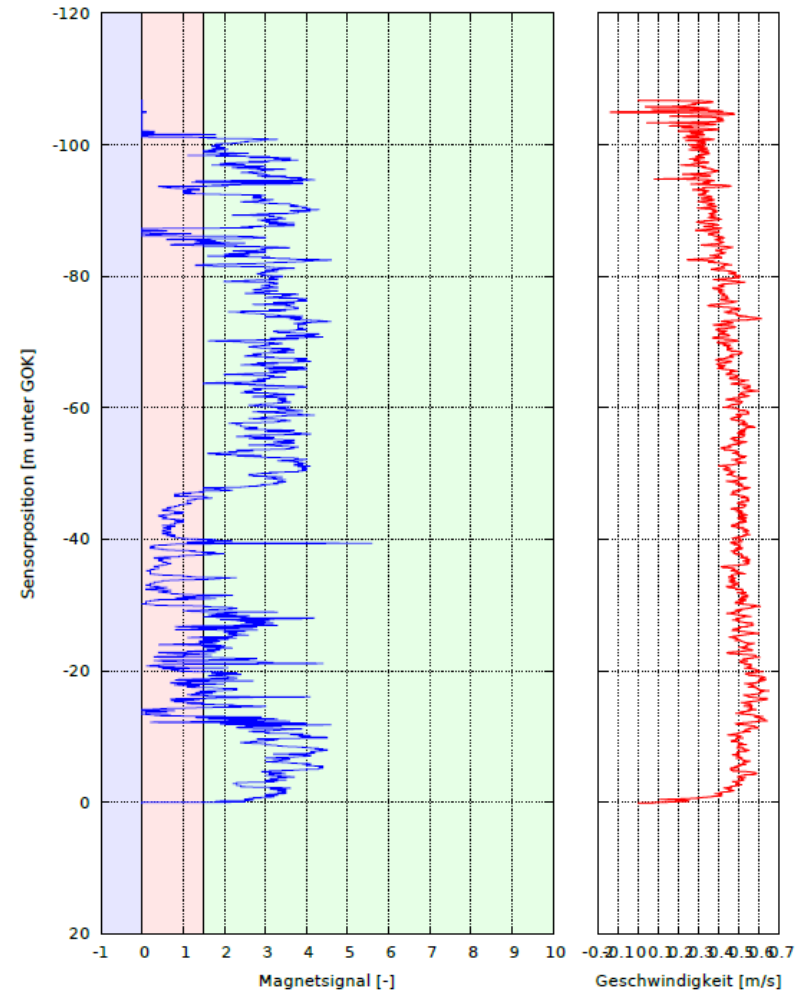




Die Messungen zeigen lediglich,  
dass der Baustoff vorhanden ist.

Sie zeigen nicht, ob  
- der Baustoff kraftschlüssig ist  
- vertikalabdichtend wirkt

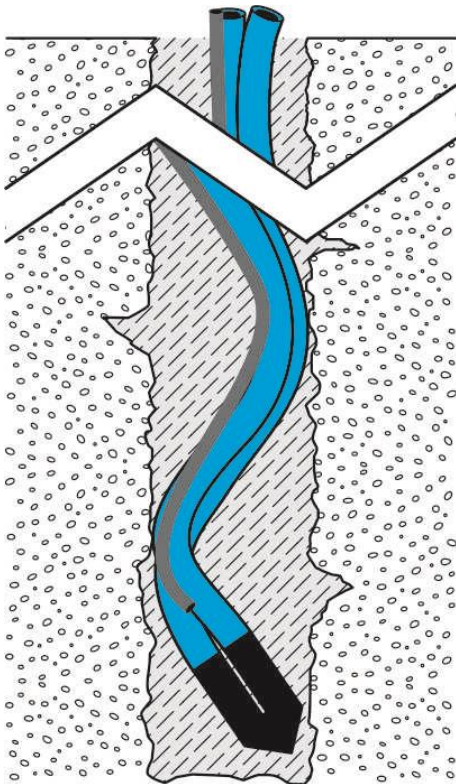
Die Messung dient der  
Kontrolle der Bohrfirmen?!



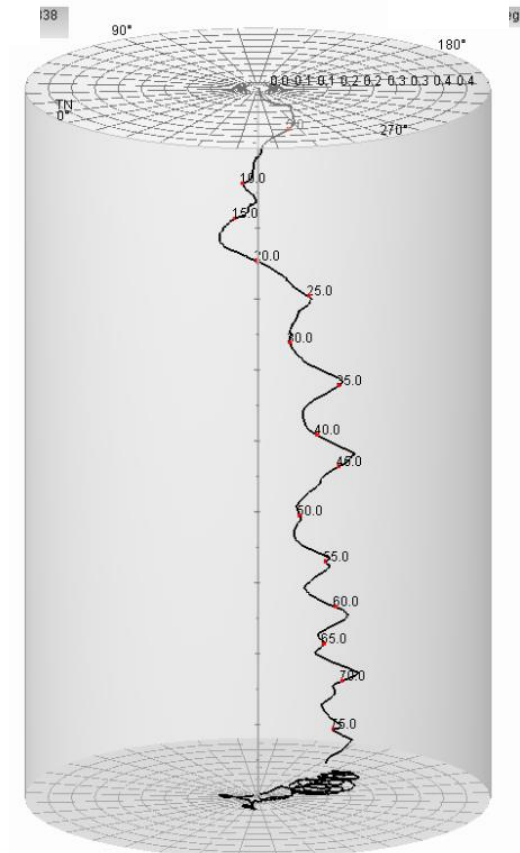
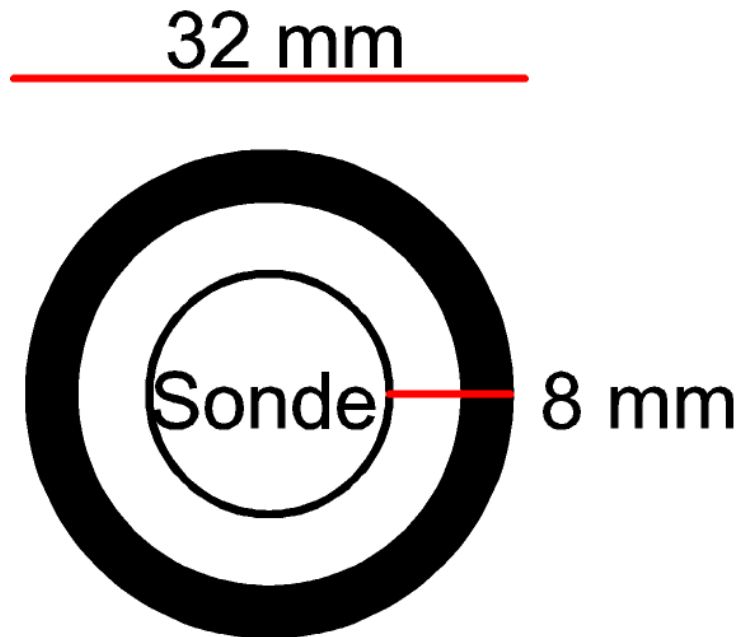


Reichweite für axiales Eindringen (induktives Verfahren)

50%/6mm, 10%/16mm, 1%/25mm



Quelle: EA Geothermie



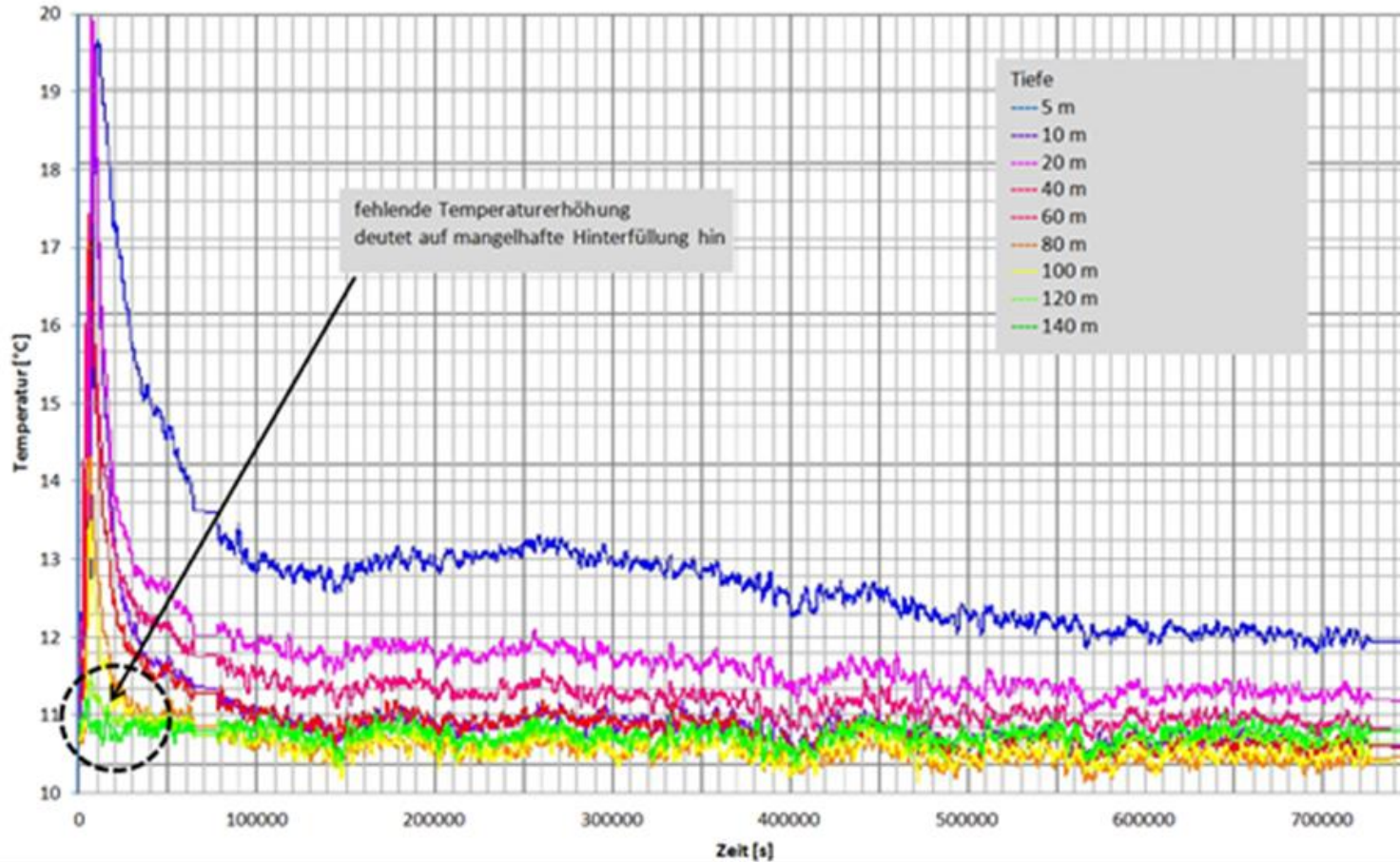
## Thermische Messverfahren

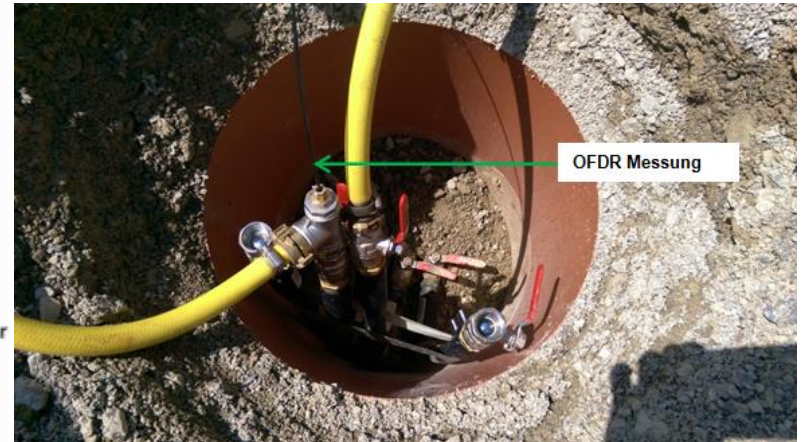
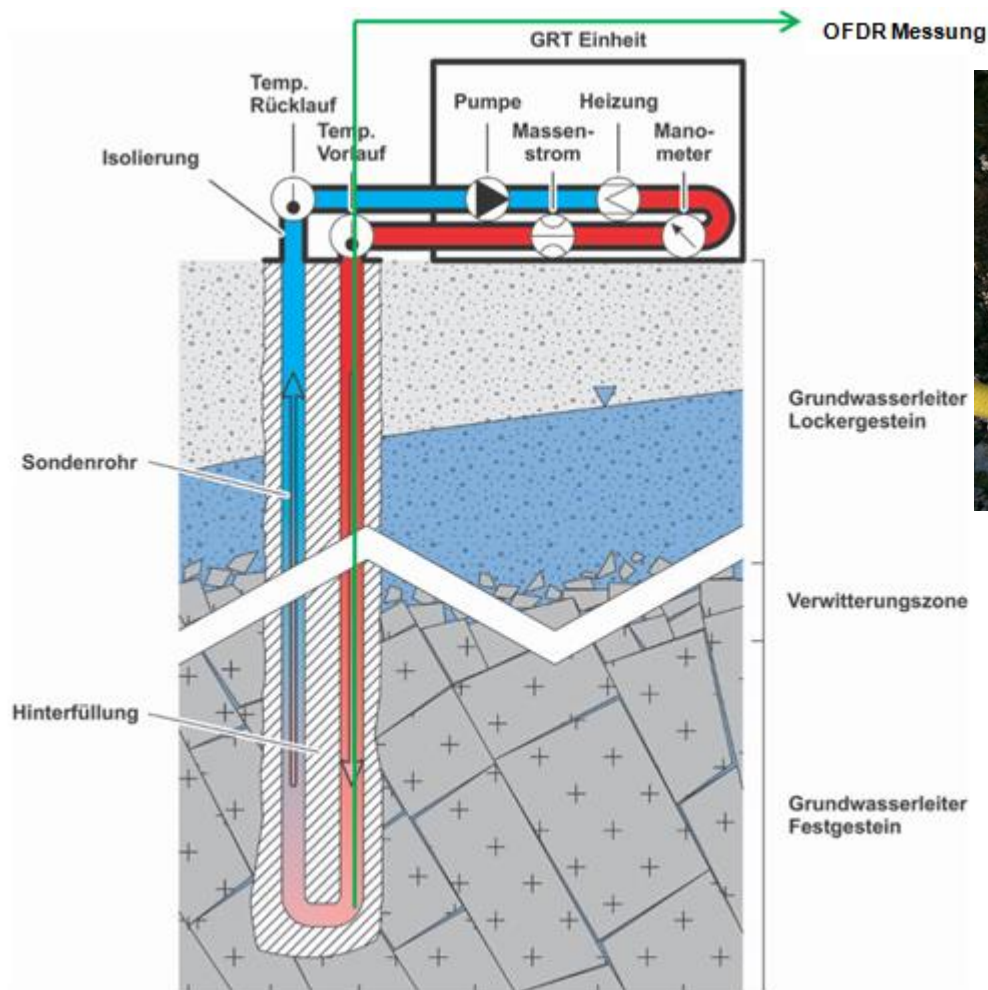
Temperatur-Tiefen-Log

Glasfasermessung (Optical-Frequency-Domain- Reflectometry-Messung OFDR)

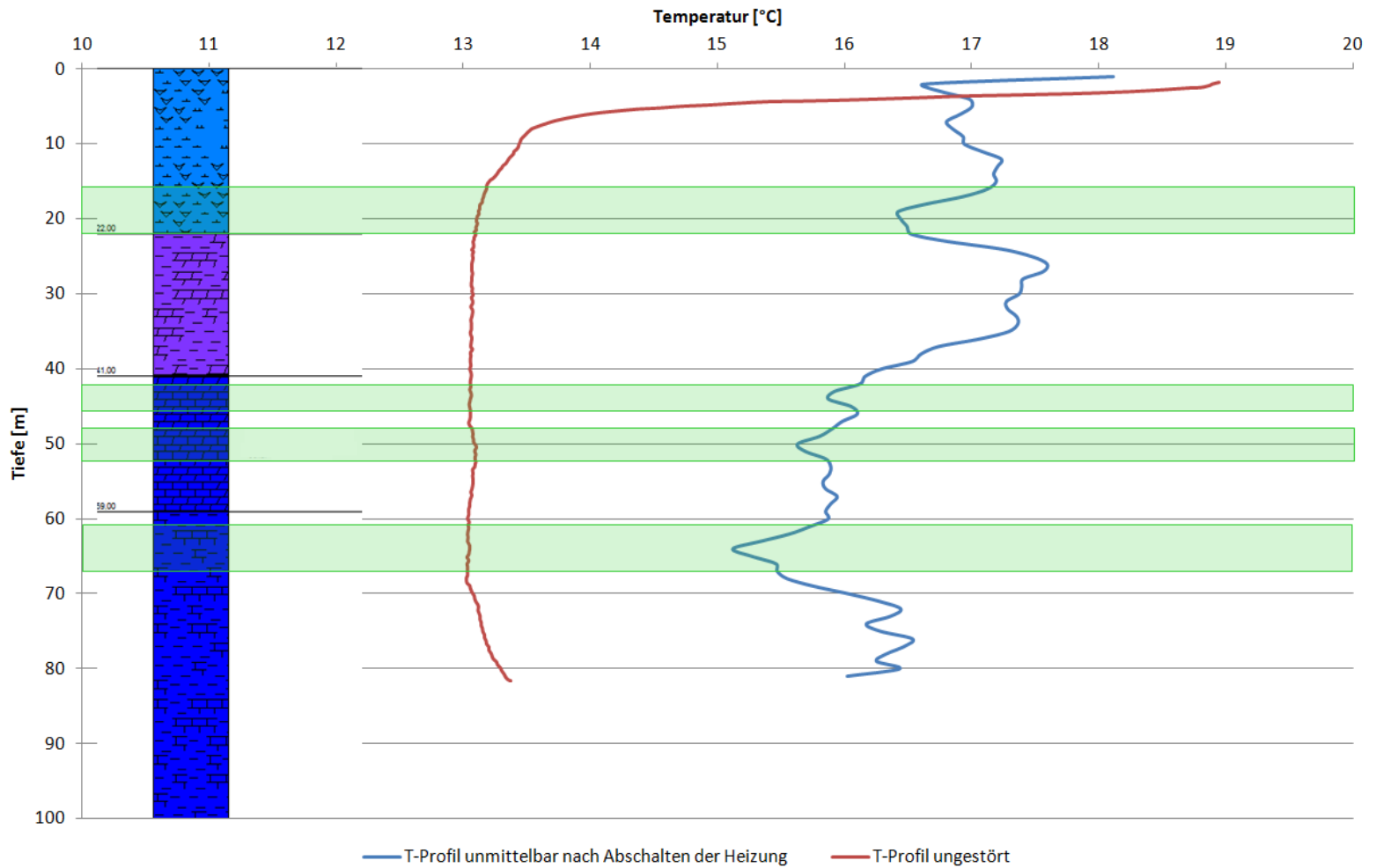
Kurzzeit GRT/ Heat-Pulse-Methode

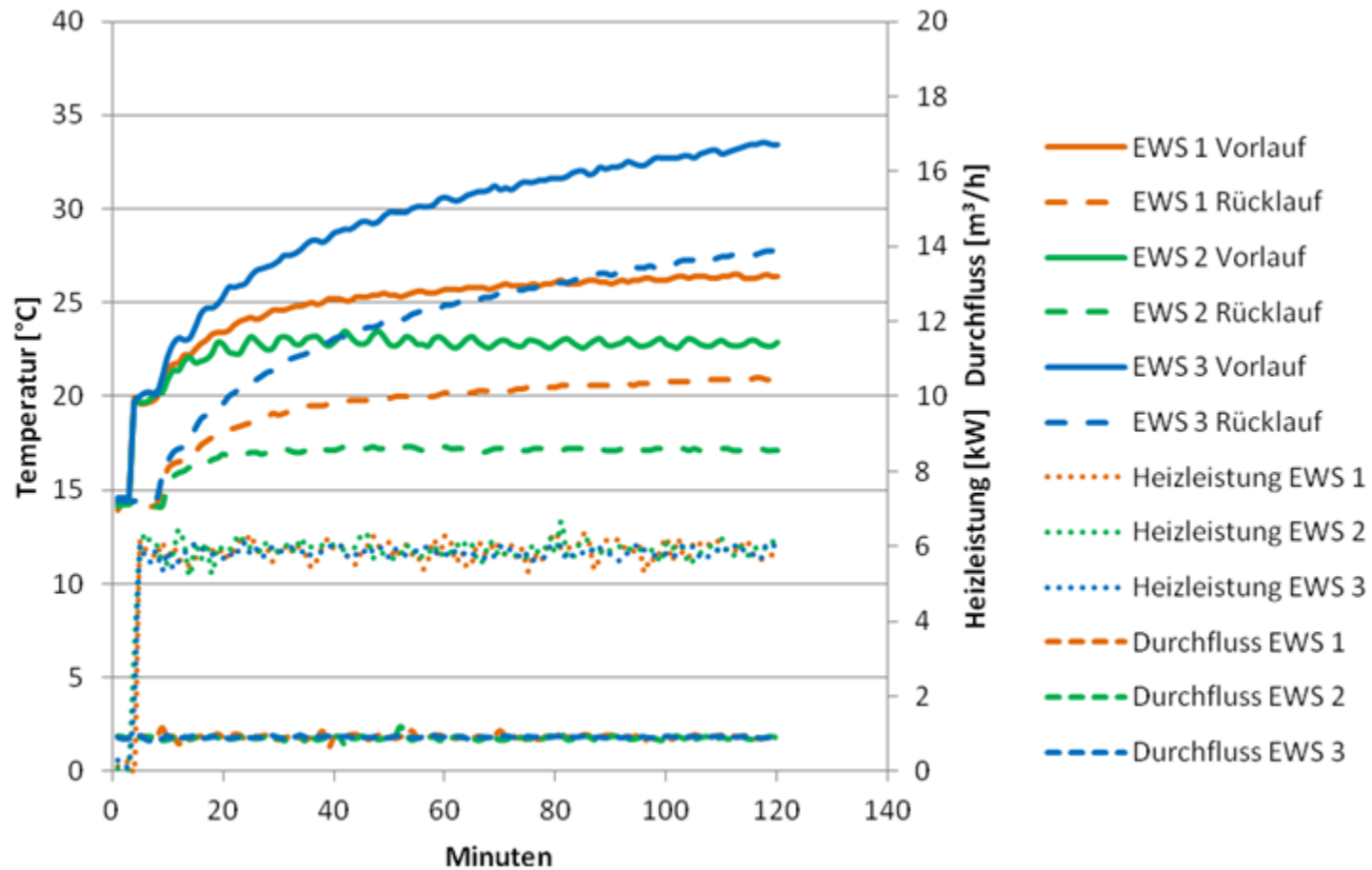
### Hydratationswärmeentwicklung nach Hinterfüllvorgang

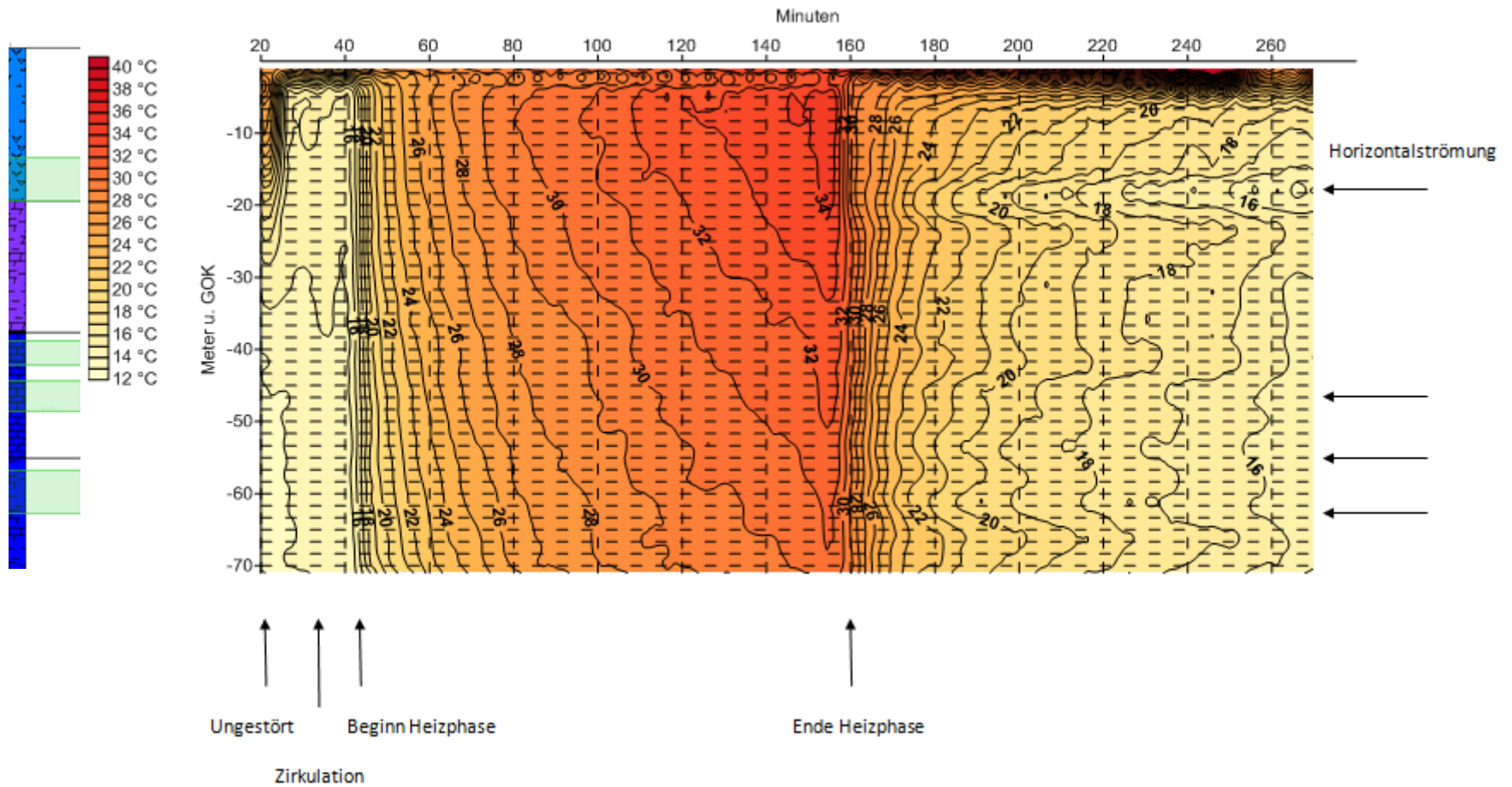


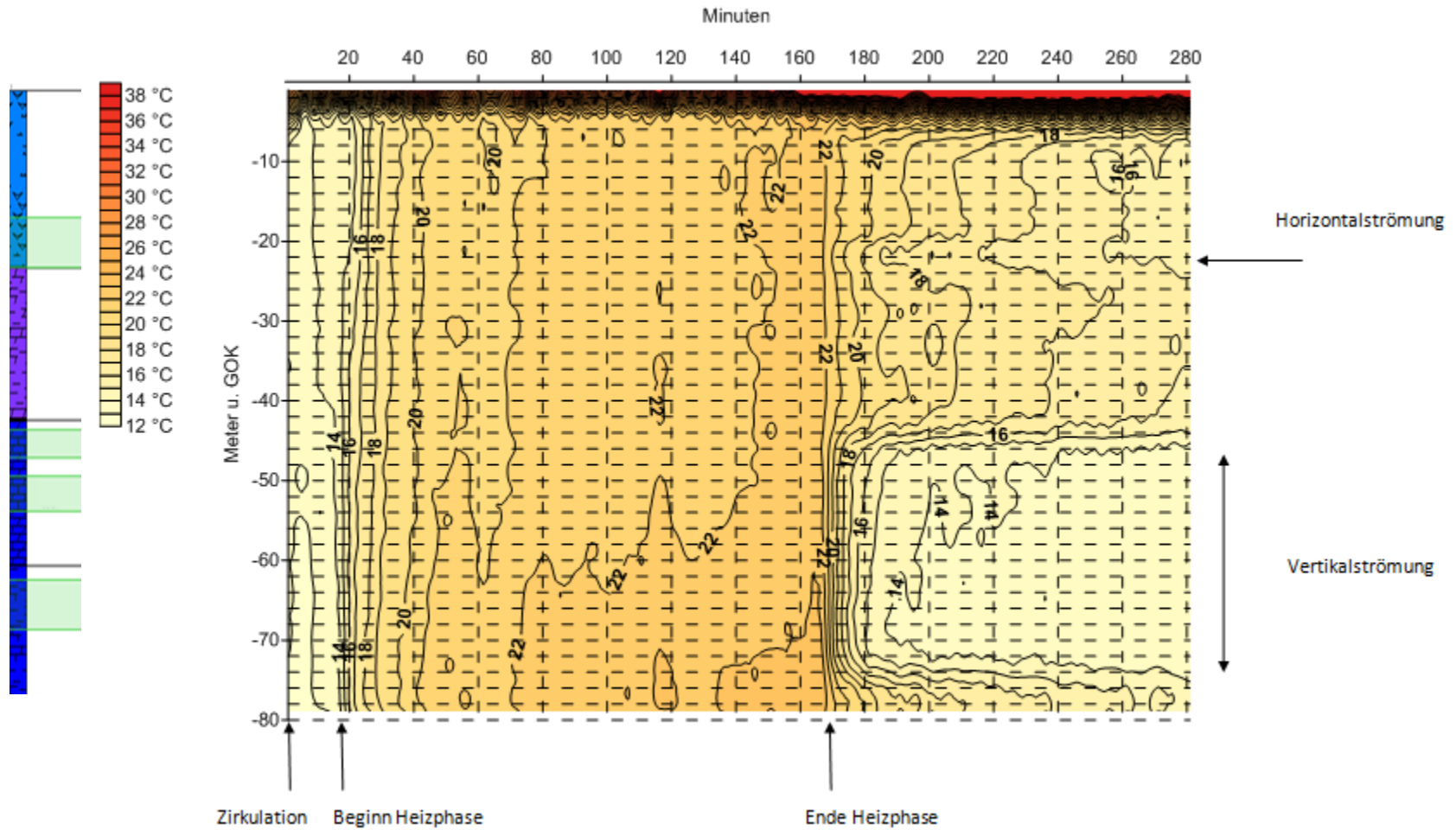


## OFDR-Chrono-Thermografie

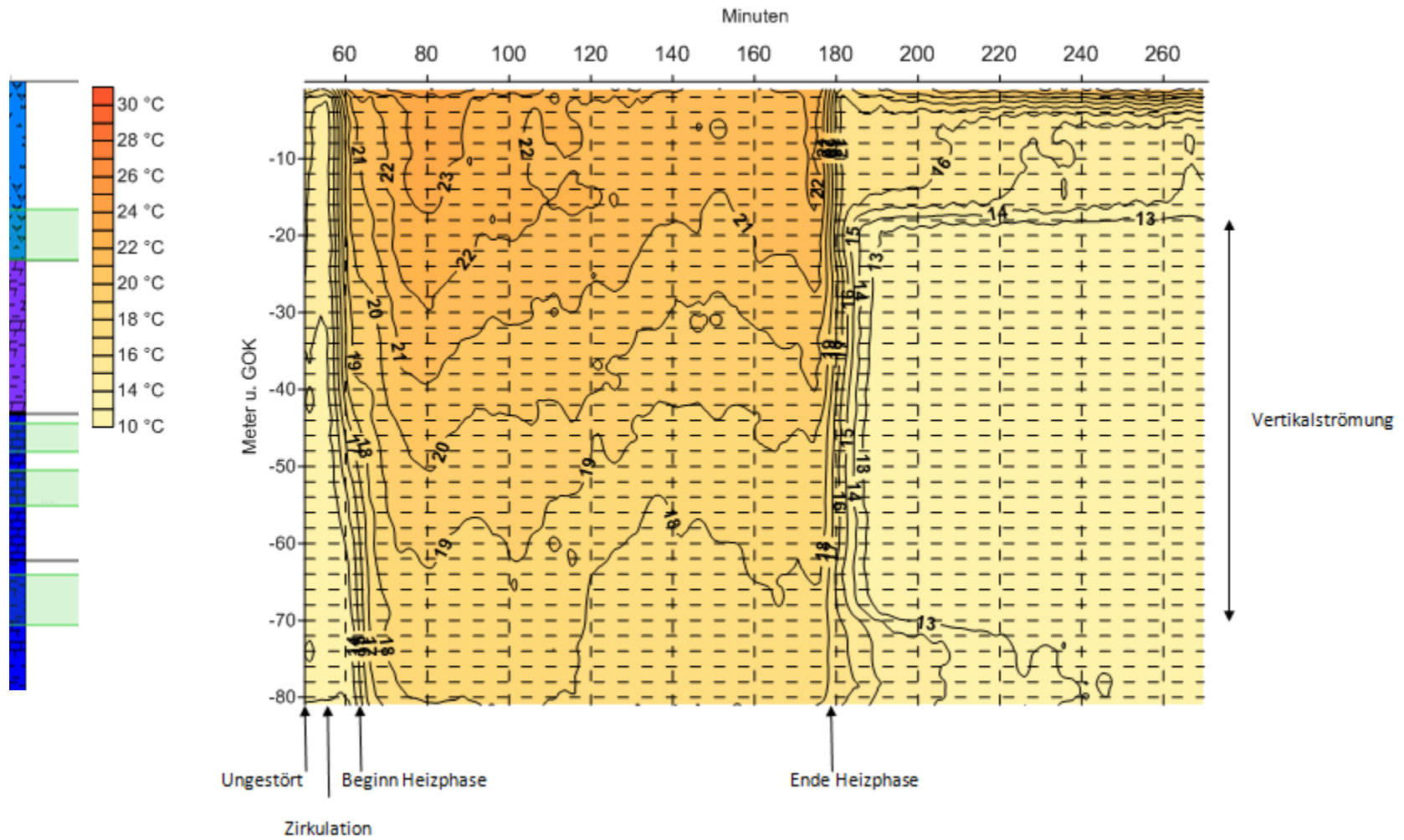












## **Regelwerke für die Kontraktions-Druckprüfung an Horizontalleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen mit elastischem Verhalten**

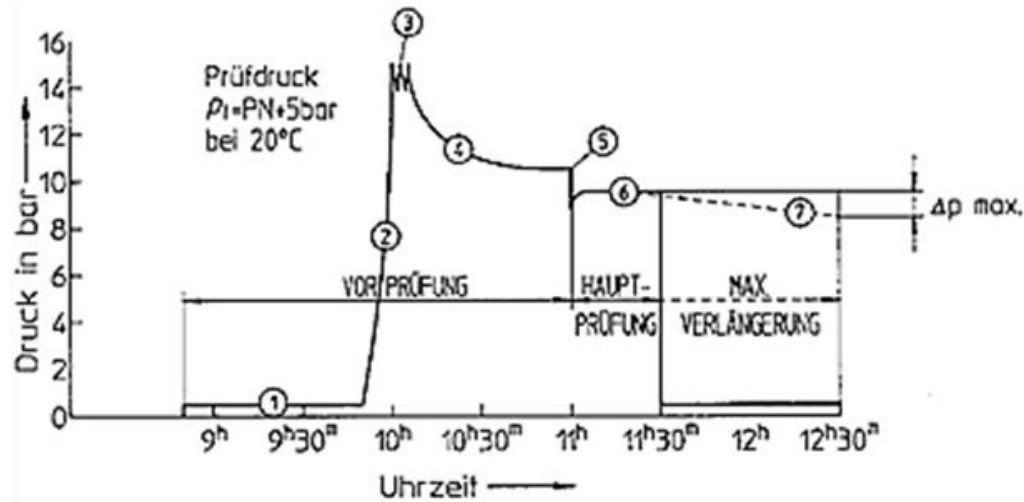
Vornorm DIN V 4279-7 (zurückgezogen)

durch die DIN EN 805 ersetzt.

DVGW W 400-2, 2004 (Beiblatt W 4, 2007)

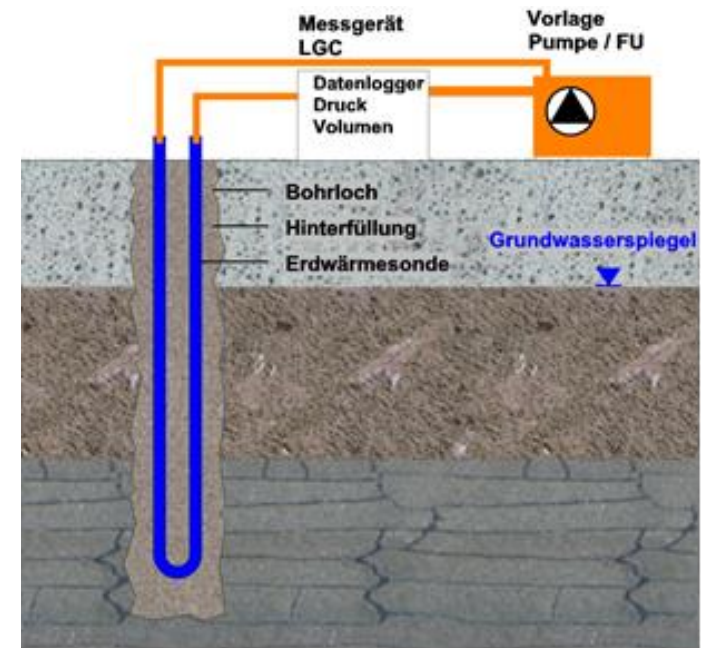


Anpassung der Prüfvorschriften an die Randbedingungen von Vertikalleitungen z.B. Rohner, 2005; SIA 384/6, 2010



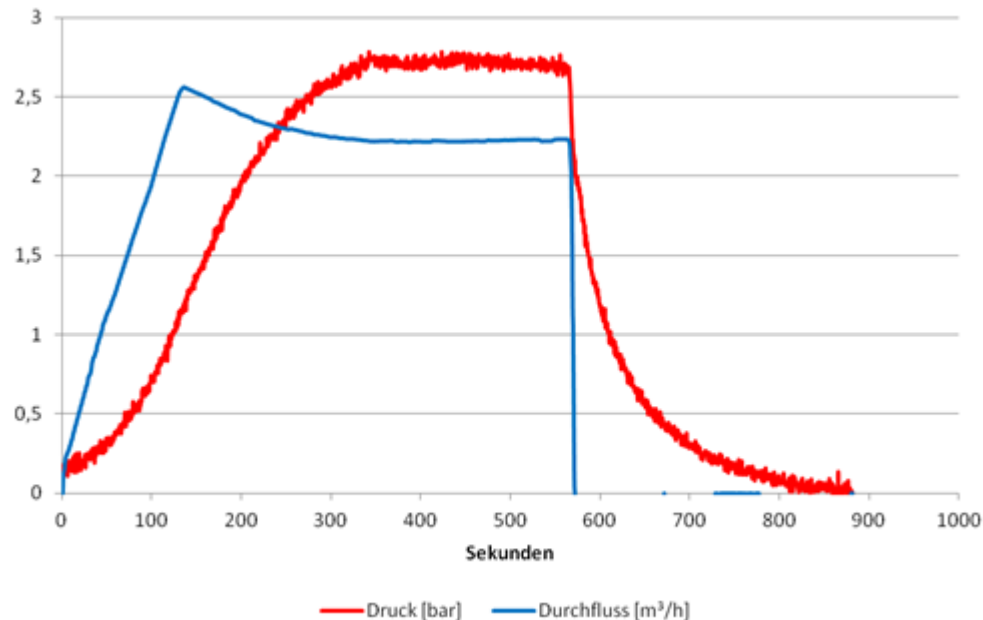
- |   |        |
|---|--------|
| 1 Entspannungsphase (drucklos)  | 1 h    |
| 2 Aufbau des Prüfdrucks (abhängig von Bohrungstiefe und Dichte der Hinterfüllung)<br>(nach DVGW W 400-2 30 min) | 10 min |
| 3 Druckhaltung  | 10 min |
| 4 Expansionsphase   | 1 h    |
| 5 Druckabsenkung (10% des Prüfdrucks, abgelassene Wassermenge ist zu messen)                                    | rasch  |
| 6 Kontraktionsphase   | 30 min |
| 7 Verlängerung der Kontraktionsphase (nicht bei SIA 384/6)  | 60 min |

Führt man die Durchflussprüfung mittels einer frequenzgesteuerten Pumpe und automatisierter Datenaufzeichnung durch (Druck, Volumenstrom), kann anhand der Messkurven eine belastbare Aussage zum Zustand der Erdwärmesonden gemacht werden.

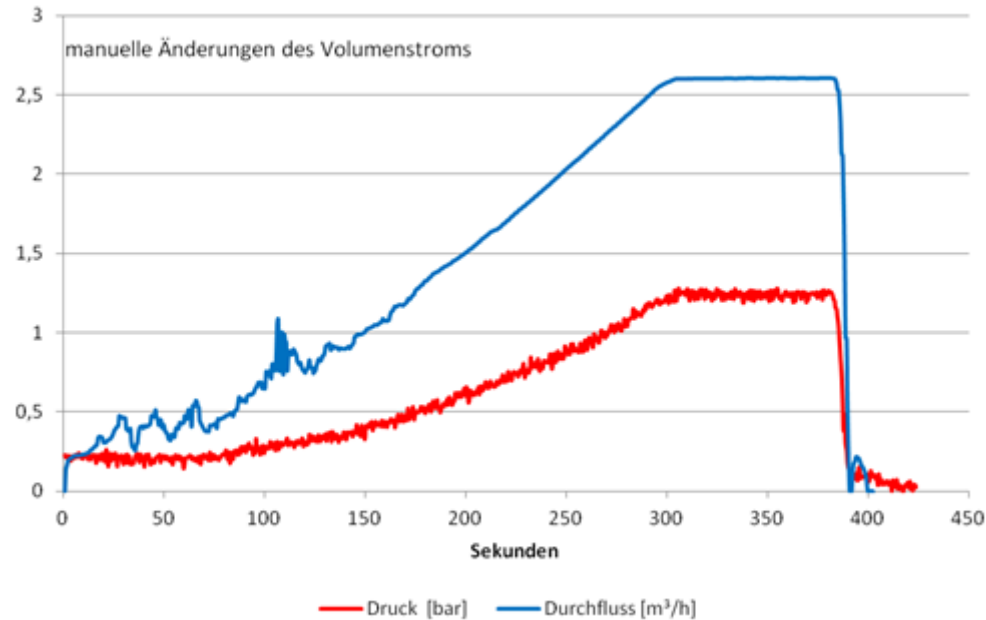


Die folgend vorgestellten Messungen, erfolgten mit einer Vorlage im offenen Kreislauf, um eine Verfälschung der Messwerte durch die Pumpencharakteristik (Saugen, Drücken) zu verhindern.

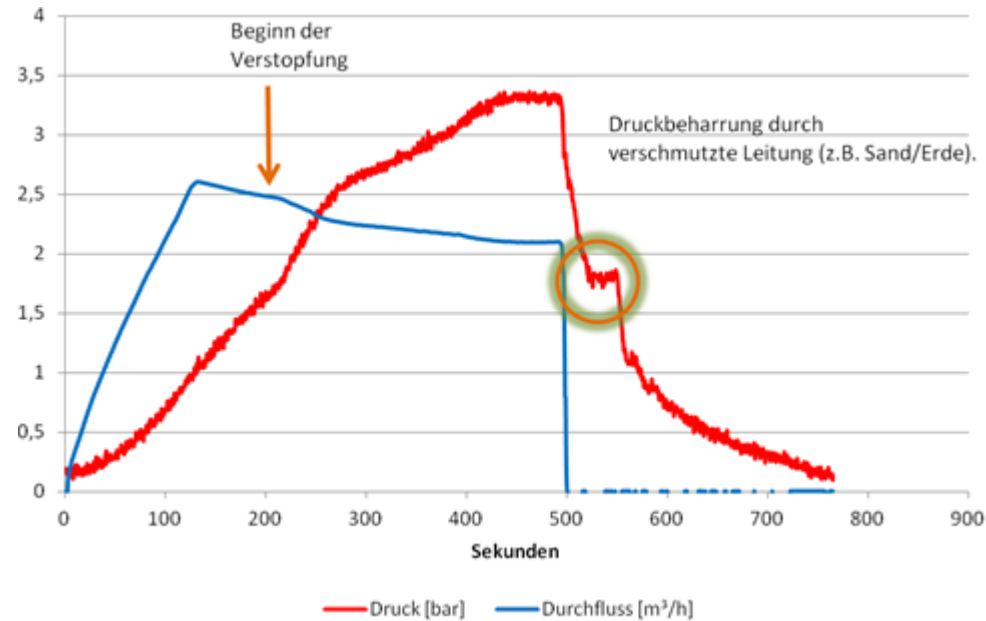
Zur Durchflussmessung wird der Volumenstrom kontinuierlich gesteigert und dabei der Volumenstrom und der Vordruck mit einer zeitlichen Auflösung von 0,5 s aufgezeichnet. Nach Abschalten der Pumpe wird die Druckentlastungsphase beobachtet.



Messkurve einer Leitung mit Lufteinschlüssen



Frei durchgängige Sonde ohne Lufteinschlüsse.



Die Messkurve zeigt eine durch Schmutz blockierte Erdwärmesonde. Nach Abschalten der Pumpe kann der Druck durch die Blockierung der Sondenschenkel nicht entlasten.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**