

7. Willicher Praxistage Geothermie

Druckprüfung an der PE-Erdwärmesonde

Protokollierte Qualitätssicherung

Bernd Bremerich-Ranft



EnergieAgentur.NRW 

The logo for EnergieAgentur.NRW features the text 'EnergieAgentur.NRW' in a black, sans-serif font. To the right of the text is a stylized orange graphic composed of three curved, overlapping shapes that resemble flames or a modern building facade.

Druckprüfung – wo ist das Problem?

- Standardmaterial für Erdwärmesonden: Polyethylen
- PE „kriecht“ unter Belastung
- In einer dichten Sonde sinkt der Fülldruck nach der Installation (langsam) ab
- In einer geringfügig undichten Sonde sinkt der Druck ebenfalls (langsam) ab



Druckprüfung in der Wasserrechtlichen Erlaubnis

Druckprüfung in der Wasserrechtlichen Erlaubnis

- Was fordert die Genehmigungsbehörde?

8. Die Erdwärmesonden sind gemäß der VDI-Richtlinie 4640 (Blatt 2) am Herstellungsort sowie an der Baustelle vor und nach dem Einbau auf Dichtigkeit zu prüfen. Die Ergebnisse sind in einem Prüfzeugnis zu dokumentieren und nach Fertigstellung der Anlage der Unteren Wasserbehörde zu übersenden.

15. Vor Inbetriebnahme und vor dem endgültigen Befüllen mit der Wärmeträgerflüssigkeit sind die Erdsonden und die gesamte Anlage entsprechend der VDI 4640 auf Dichtigkeit zu überprüfen.

22. Vor Inbetriebnahme der Sonden sind diese auf Dichtigkeit nach der Richtlinie VDI 4640, Blatt 2 durch den Hersteller oder eine geeignete Fachfirma zu überprüfen. Die Ergebnisse sind in einem Prüfzeugnis (siehe Anlage dieses Bescheides) zu dokumentieren, bei der Bauzustandsbesichtigung oder alternativ der Erlaubnisbehörde unverzüglich vorzulegen.

Druckprüfung an der PE-Erdwärmesonde

Baustelle



Druckprüfung in der Bohrdokumentation

Druckprüfung in der Bohrdokumentation

- Was liefert die Praxis?

Heizleistung der Wärmepumpen-Anlage (bei B0 / W35):	28 kW
Anzahl der Erdwärmesonden:	6 Stück
Einbautiefe der einzelnen Erdwärmesonden (vgl. Ausbaupläne):	25-35 Meter
Gesamt-Erdwärmesondenlänge:	180 Meter
Erdwärmesondentyp:	HD-PE - U-Sonde (Duplex – Sonde)
Hersteller der Erdwärmesonden:	Jansen Plastic Solution
DIN Bezeichnung der Erdwärmesonden-Rohre:	PE-RC, PE 100, PN 16, 32 x 2,9 mm
Werkseitiger Prüfdruck der Erdsonde bei Produktion (mind. 15,00 bar):	24,00 bar
Prüfdruck nach Einbau der Erdsonde (mind. 4,50 bar):	6,00 bar
Prüfdruck nach Fertigstellung der Anlage (mind. 2,50 bar):	5,00 bar
Dimension der Anbindeleitung / horizontale Verbindungsleitung:	
<p>Die Erdwärmesonde(-n) wurde(-n) auf Dichtheit erfolgreich geprüft und die Rohrenden wurden gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Schmutz sicher geschützt.</p>	

Druckprüfung im LANUV Arbeitsblatt 39

5.2.1.5 Abschlussdokumentation und Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme ist eine Druck- und Durchfluss-Endprüfung der Erdwärmeanlage durch einen qualifizierten Fachbetrieb (Installateur und Heizungsbauer oder Kälteanlagenbauer, entsprechend Kap. 5.1.1.1) oder den Hersteller der Anlage im Auftrag des Betreibers durchzuführen. Die Prüfbescheinigung hat der Betreiber bei sich aufzubewahren und auf Verlangen vorzulegen.

Die Befüllung und Inbetriebnahme der Erdwärmeanlage ist durch einen qualifizierten Fachbetrieb wie oben angegeben vorzunehmen (VDI 4640 Blatt 2).

Druckprüfung in der VDI 4640

7.3.9 Druck- und Durchflussprüfung

Druckprüfungen für geschlossene Wärmeübertrager im Untergrund (Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden usw. sowie unterirdisch verlegte Anschlussleitungen) aus polymeren Materialien erfolgen immer in Anlehnung an DIN EN 805 oder vergleichbare Normen, z.B. SN 565384/6*SIA 384-6.

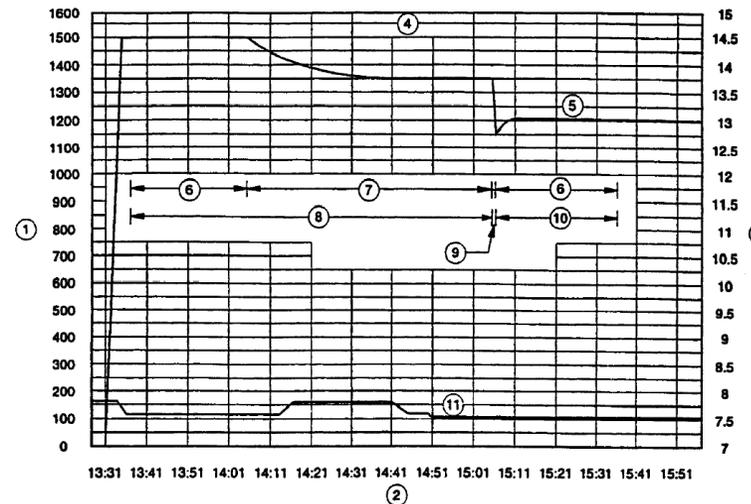
Nach der Anlieferung der Erdwärmesonden auf der Baustelle müssen die Schutzverpackung und die Erdwärmesonde auf Beschädigung hin kontrolliert werden.

Eine Druck- und Durchflussprüfung muss nach der Ringraumverfüllung erfolgen. Dabei muss die Druckprüfung vor dem Abbinden des Verfüllbaustoffs (Abbindezeit gemäß Herstellerangaben) abgeschlossen sein (siehe Abschnitt 7.3.4.1). Der aufzubringende Prüfdruck ist so zu wählen, dass der Innendruck in den Sondenrohren über die gesamte Erdwärmesondenlänge an jeder Stelle größer ist als der hydrostatische Druck der Verfüllsuspension an der Sondenaußenwand. Der Überdruck im wassergefüllten Rohr sollte am Sondenfuß mindestens 0,5 bar gegenüber dem Druck in der Verfüllsuspension aufweisen. Dabei ist darauf zu achten, dass der für die jeweiligen Rohrmaterialien und Rohrdimensionen zulässige innere Überdruck nicht überschritten wird, z.B. maximal 20 bar für PE 100 SDR 11.

Verweis auf DIN EN 805 oder vergleichbare Normen wie die Schweizer SIA 384-6

DIN EN 805:2000-03

Wasserversorgung - Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung
EN 805:2000



DIN EN 805 gilt für horizontale Kunststoffrohrleitungen

Druckprüfung in der SIA 3846

B.2 Dichtheitsprüfung in Anlehnung an SN EN 805

B.2.1 Für die Prüfung einzuhaltende Bedingungen

B.2.1.1 Horizontale Verbindungsleitungen:

- Gleich bleibende Temperatur der Rohrwand über die Prüfdauer.
- Keine direkte Sonneneinstrahlung auf die Rohre.
- Prüfdruck mindestens 7,5 bar.

B.2.1.2 Erdwärmesonden:

- Lückenlose Hinterfüllung mit einer plastischen oder fließfähigen Suspension, die für die Prüfung noch nicht abgebunden sein darf.
- In Klufzonen und in permeablen Bereichen, wo in Absprache mit den zuständigen Behörden die Hinterfüllung nicht komplett ausgeführt wurde, muss die Dichtheitsprüfung den Gegebenheiten angepasst werden, um eine Schädigung der Erdwärmesondenrohre zu verhindern. Dies gilt auch bei speziellen Typen von Erdwärmesonden (z.B. Kurzerdwärmesonden aus PE-100 SDR 17 oder 22, nach Herstellerangaben prüfen) oder bei Hinterfüllungen mit anderer Dichte (siehe Tabelle 4) als die der Standardhinterfüllung nach F.3.
- Keine direkte Sonneneinstrahlung auf die Rohre.
- Der Prüfdruck ist so gewählt, dass der Überdruck in den Rohren am Erdwärmesondenfuss während der ganzen Prüfung mindestens 0,5 bar ist und der Kopfdruck den Mindestdruck von 7,5 bar aufweist und auf der ganzen Länge der Druck von 21 bar nicht überschritten wird.

Figur 4 Dichtheitsprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an SN EN 805, Beispiel Prüfdruck 12 bar, Druckabfall während der Ruhephase 27%

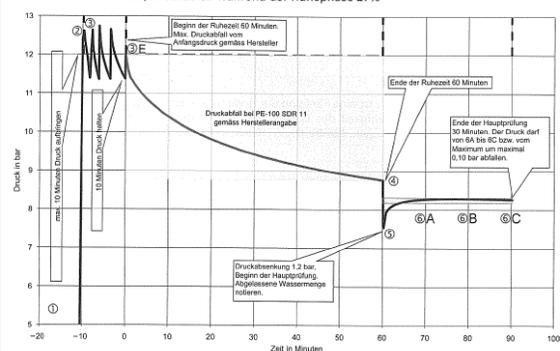


Tabelle 4 Minimal notwendiger Prüfdruck für Erdwärmesonden in Abhängigkeit der Hinterfüllung und Erdwärmesondenlänge

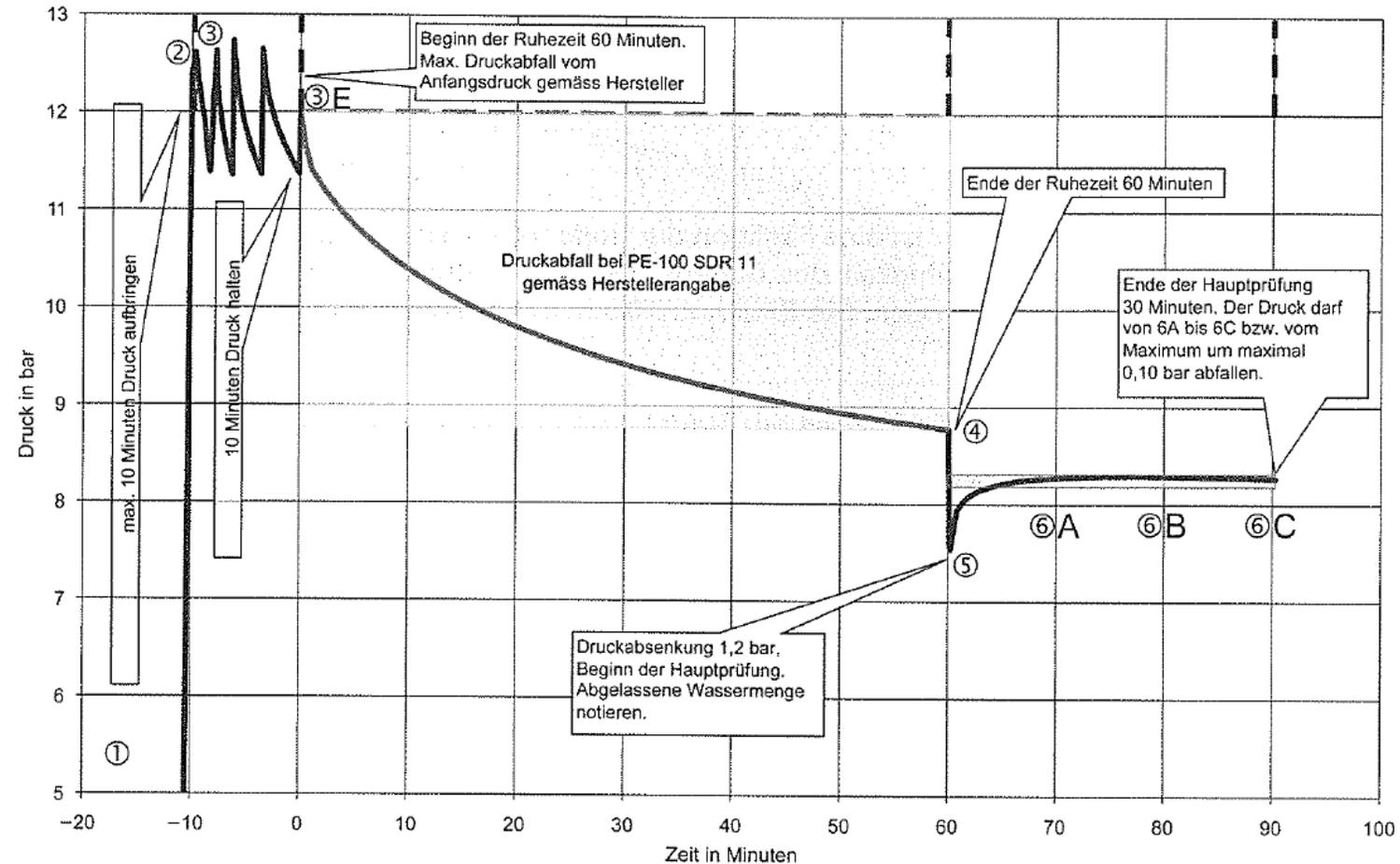
EWS-Länge	Dichte der Hinterfüllung				
	1200 kg/m ³	1400 kg/m ³	1600 kg/m ³	1800 kg/m ³	2000 kg/m ³
40 m	8 bar	8 bar	8 bar	9 bar	10 bar
60 m	8 bar	8 bar	10 bar	11 bar	12 bar
80 m	8 bar	9 bar	11 bar	13 bar	16 bar
100 m	8 bar	10 bar	12 bar	16 bar	16 bar
120 m	8 bar	11 bar	14 bar	16 bar	16 bar
140 m	9 bar	11 bar	16 bar	16 bar	16 bar
160 m	9 bar	13 bar	16 bar	16 bar	16 bar
180 m	10 bar	14 bar	16 bar	16 bar	16 bar
200 m	10 bar	16 bar	16 bar	16 bar	16 bar
220 m	10 bar	16 bar	16 bar	16 bar	keine EWS
240 m	11 bar	16 bar	16 bar	16 bar	keine EWS
260 m	11 bar	16 bar	16 bar	16 bar	keine EWS
280 m	11 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
300 m	12 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
320 m	13 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
340 m	14 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
360 m	14 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS	keine EWS
380 m	15 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS	keine EWS
400 m	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS	keine EWS

Der maximal zulässige Prüfdruck für PE-100 SDR 11 beträgt 21 bar.

- Dichtheitsprüfung ohne Vorbehalt zugelassen.
- Erdwärmesonden können nur eingebaut werden, wenn der Kopf dicht verschlossen ist. Die Dichtheitsprüfung kann erst gemacht werden, wenn der Kopfdruck unter 8 bar gefallen ist. Die angegebenen Werte gehen von einem Kopfdruck von 8 bar aus.
- Es können keine Erdwärmesonden mehr eingebaut werden.

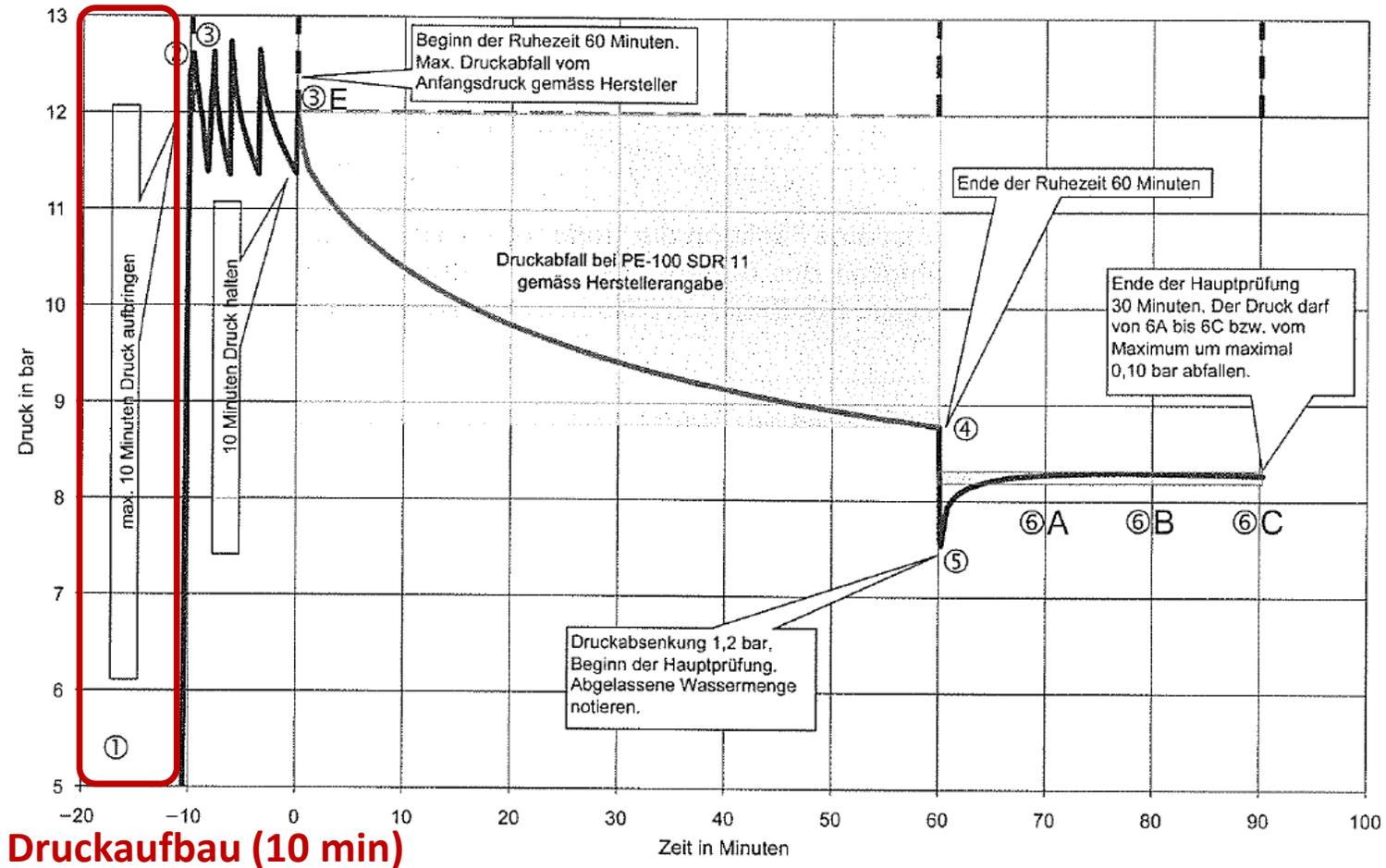
Druckprüfung in der SIA 3846

Figur 4 Dichtheitsprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an SN EN 805, Beispiel Prüfdruck 12 bar, Druckabfall während der Ruhephase 27%



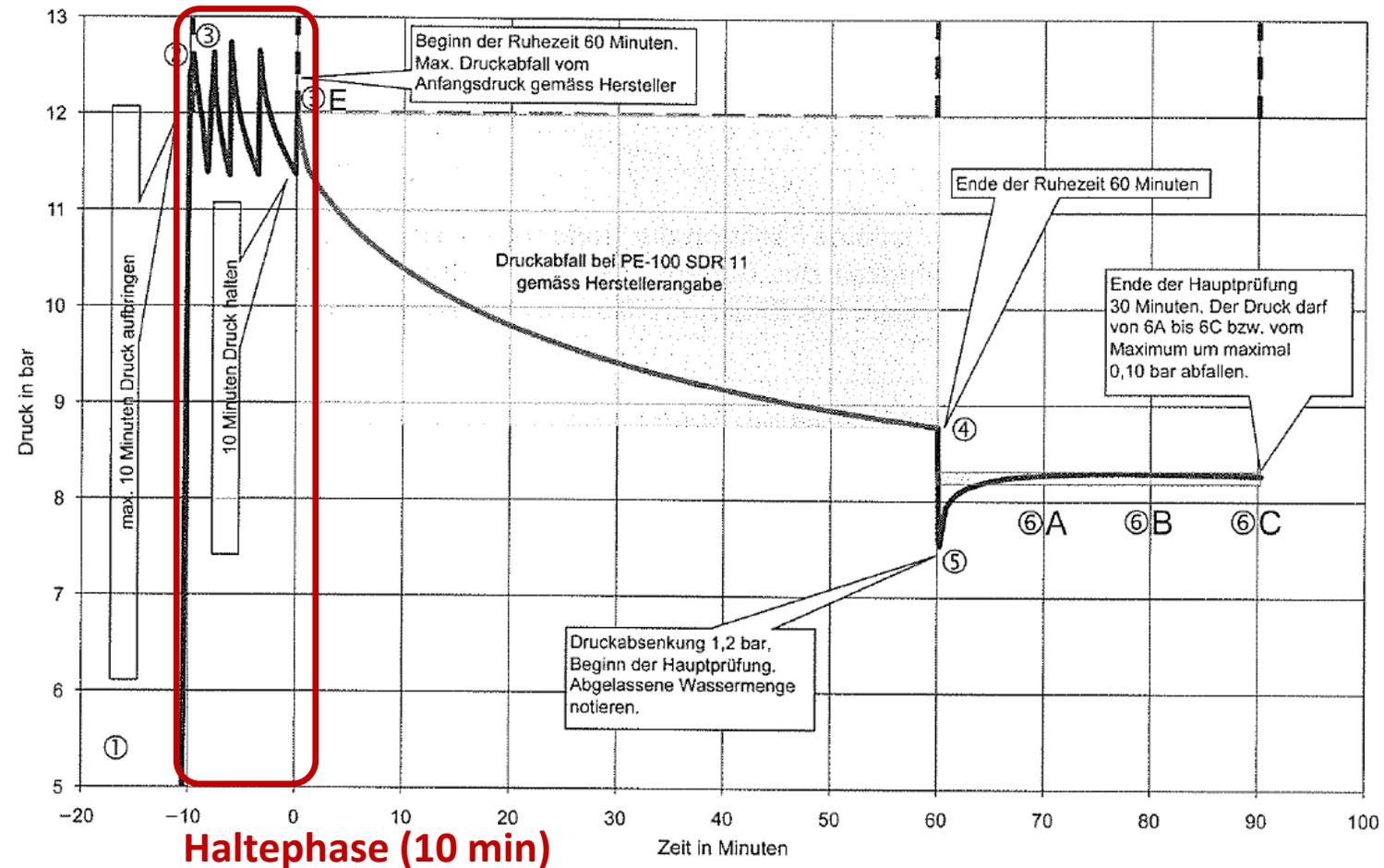
Druckprüfung in der SIA 3846

Figur 4 Dichtheitsprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an SN EN 805, Beispiel Prüfdruck 12 bar, Druckabfall während der Ruhephase 27%



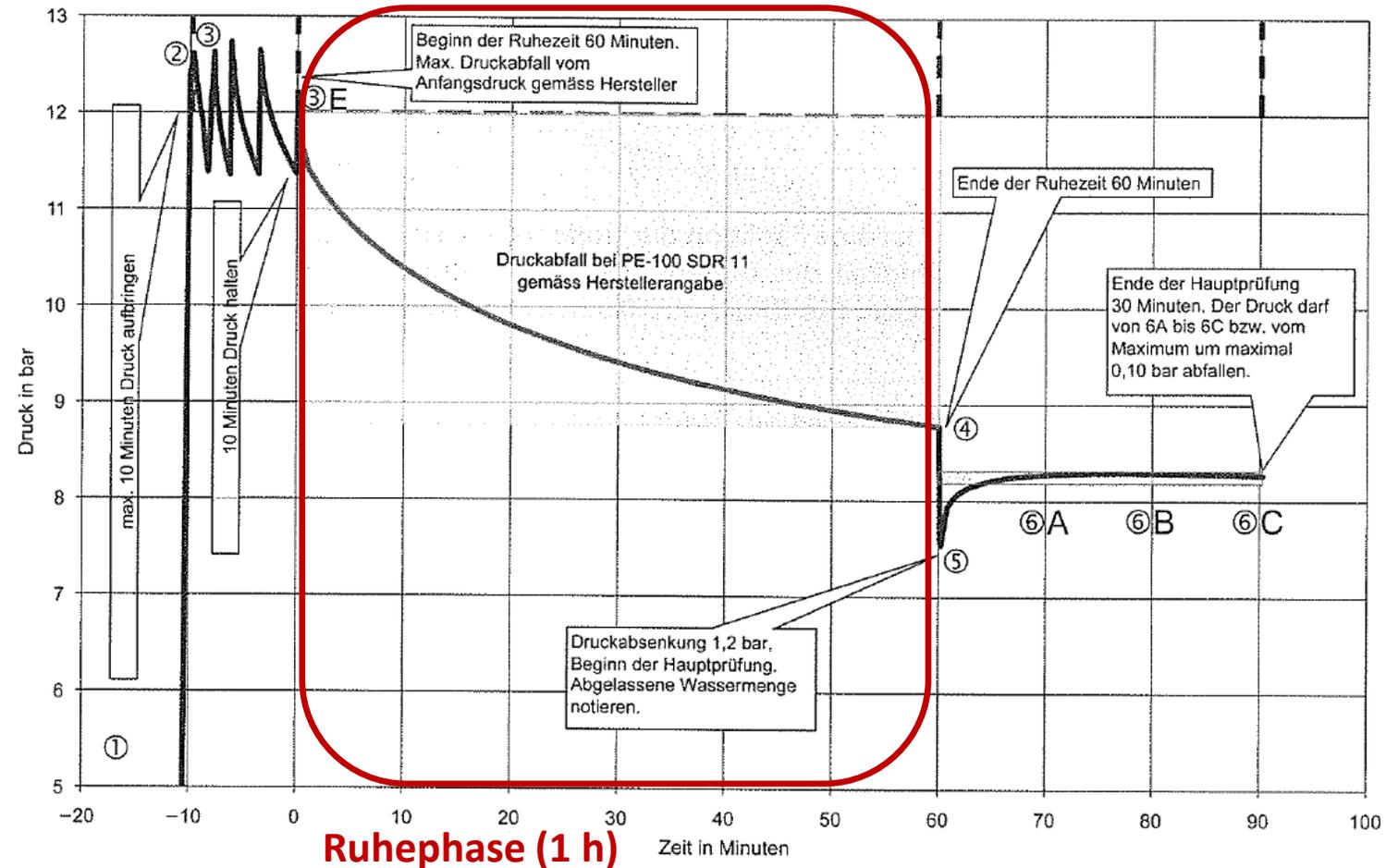
Druckprüfung in der SIA 3846

Figur 4 Dichtheitsprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an SN EN 805, Beispiel Prüfdruck 12 bar, Druckabfall während der Ruhephase 27%



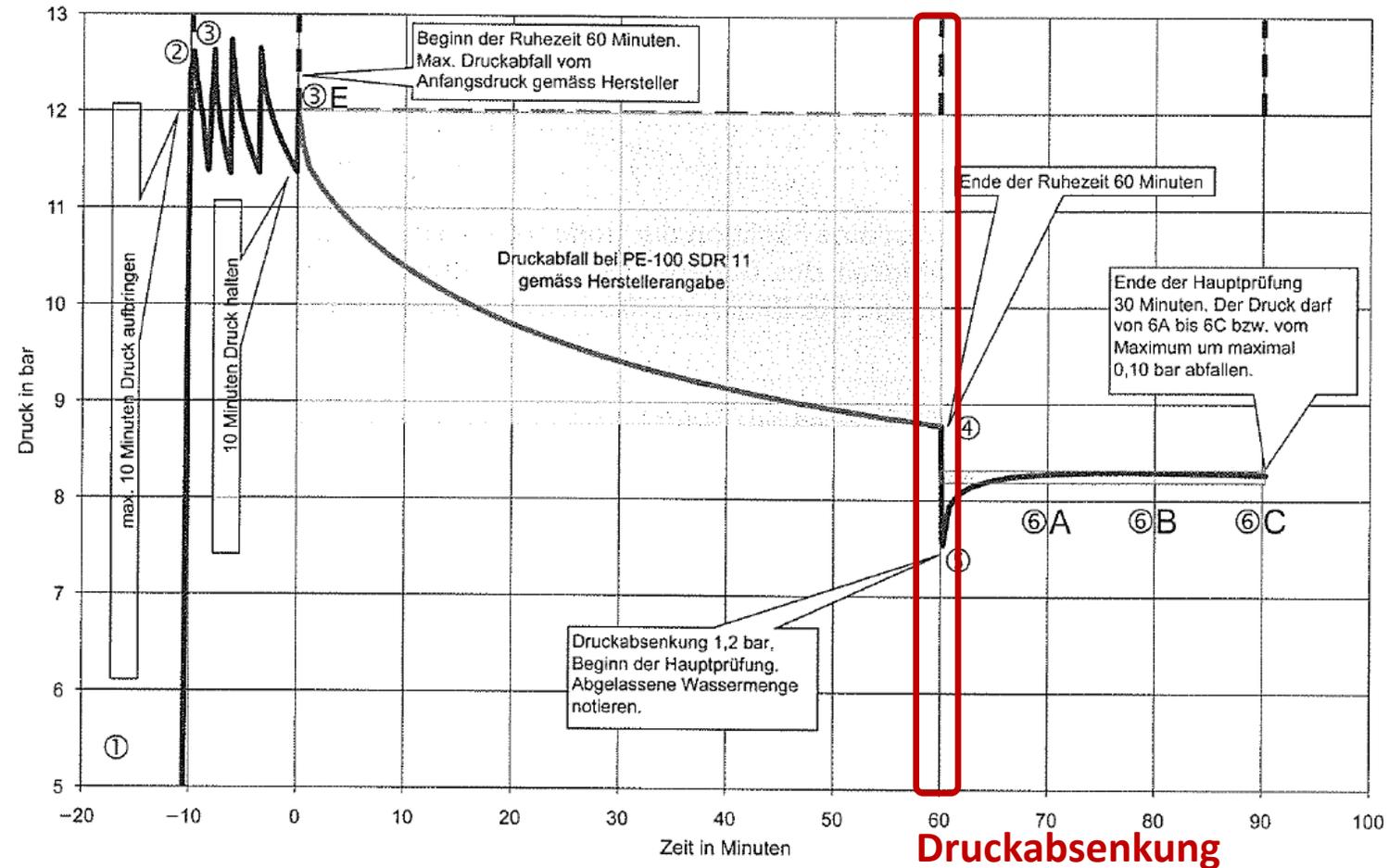
Druckprüfung in der SIA 3846

Figur 4 Dichtheitsprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an SN EN 805, Beispiel Prüfdruck 12 bar, Druckabfall während der Ruhephase 27%



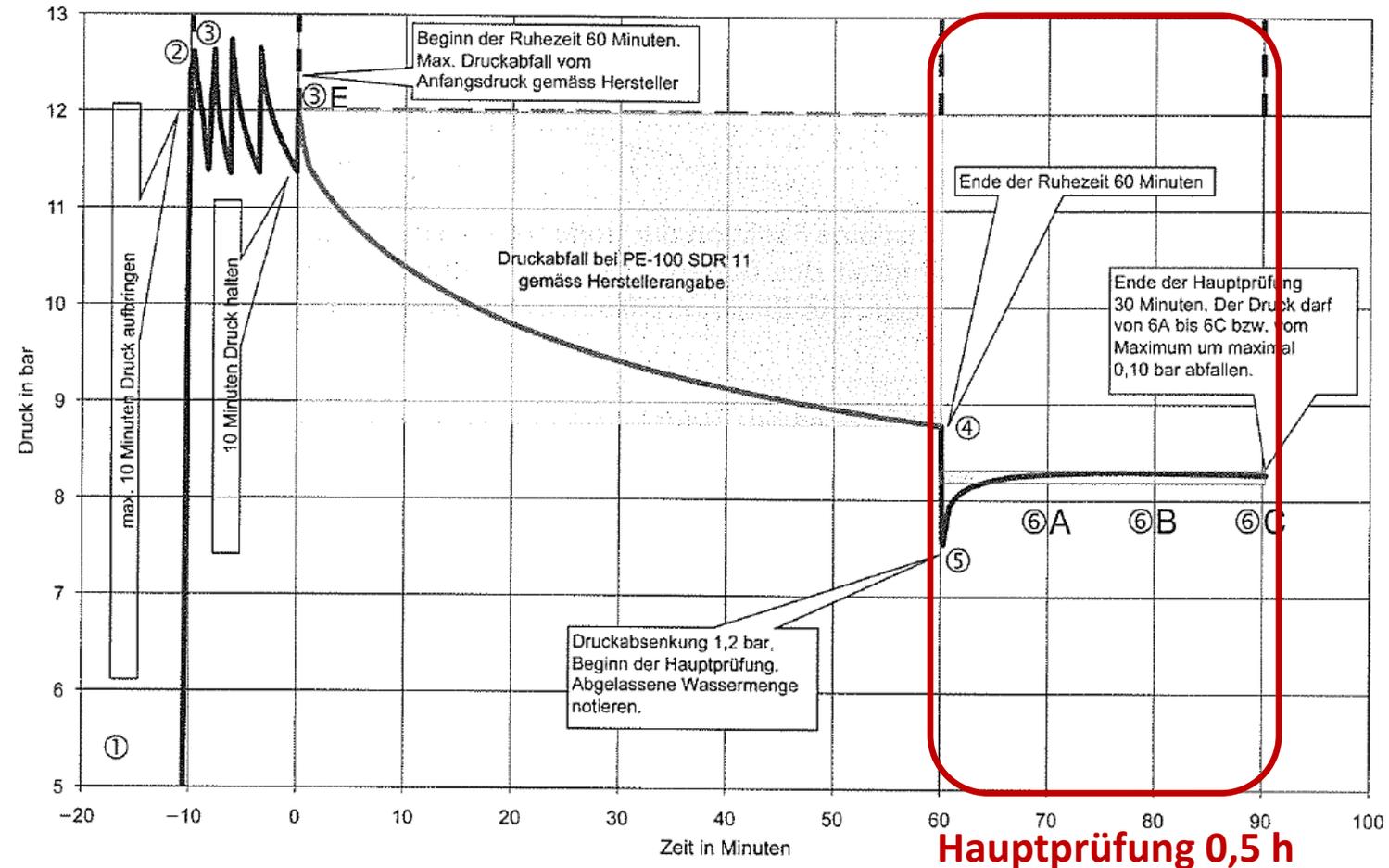
Druckprüfung in der SIA 3846

Figur 4 Dichtheitsprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an SN EN 805, Beispiel Prüfdruck 12 bar, Druckabfall während der Ruhephase 27%



Druckprüfung in der SIA 3846

Figur 4 Dichtheitsprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an SN EN 805, Beispiel Prüfdruck 12 bar, Druckabfall während der Ruhephase 27%



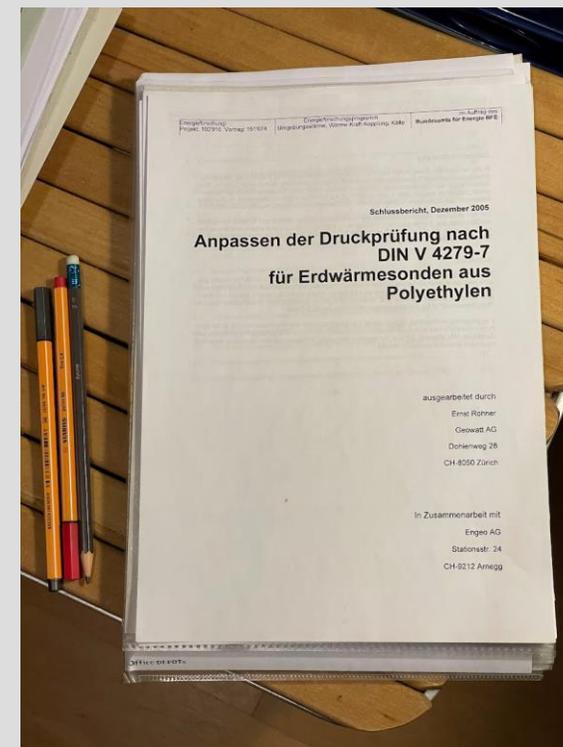
Druckprüfung in der SIA 3846 – praktische Umsetzung

Material: Manometer mit einer Auflösung besser 0,01 bar; Druckbereich entsprechend der Prüfung; 2 Schieber; Entlüftung; Druckpumpe; Messbecher 1 l; alle Anschlüsse sind auf 21 bar auszulegen.

Druckprüfung in der Schweiz

- Anpassen der Druckprüfung nach DIN V 4279-7 für Erdwärmesonden aus Polyethylen

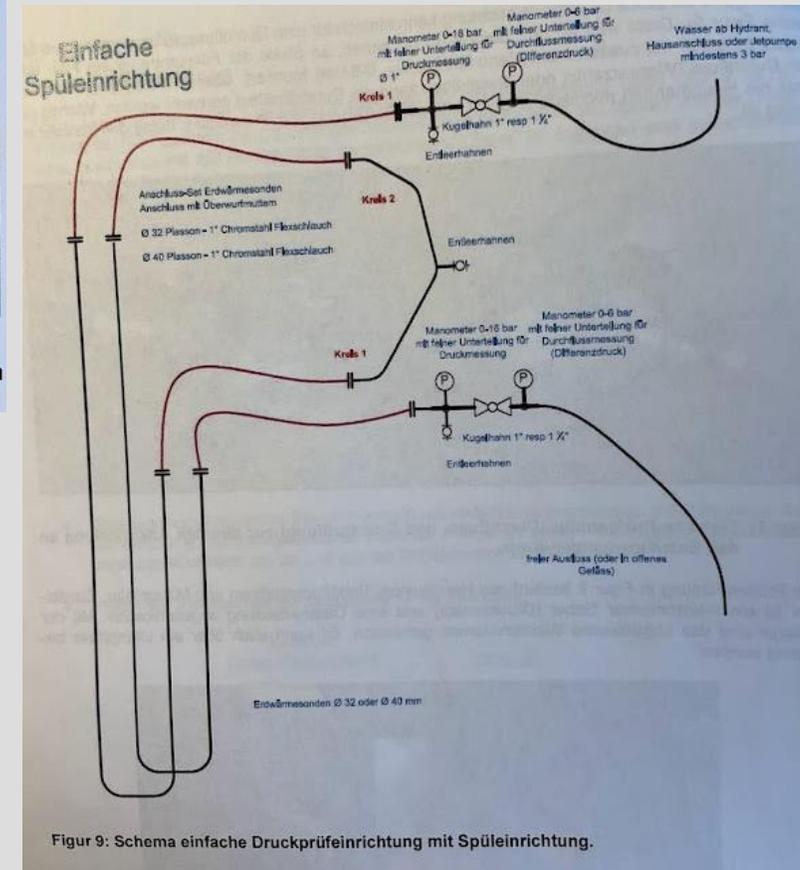
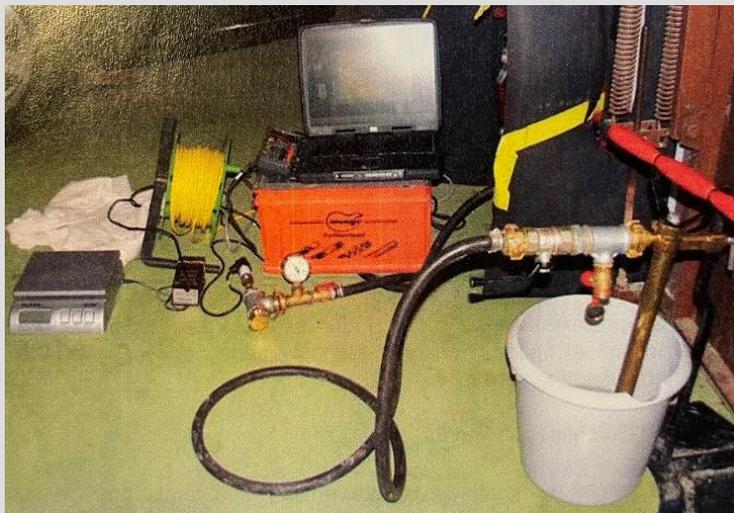
DIN V 4279-7 war ein Norm-Entwurf und galt wie die DIN EN 805 für horizontale Kunststoffrohrleitungen



Quelle: Ernst Rohner, GEOWATT AG im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, Schlussbericht, Dezember 2005



Figur 7: Einfache Prüfgarnitur (Durchfluss- und Druckprüfung) zur direkten Ankoppelung an den Erdwärmesonden-Kreis.



Figur 9: Schema einfache Druckprüfeinrichtung mit Spüleinrichtung.

Ausrüstung Drucktest

Messapparaturen

Anschluss Prüfpumpe →



Ausrüstung Drucktest

Messapparaturen



Anschluss Sonde Vorlauf ↓

Ausrüstung Drucktest

Messapparaturen



↑ Anschluss Sonde Rücklauf

Ausrüstung Drucktest

Messapparaturen



Ausrüstung Drucktest

Messapparaturen



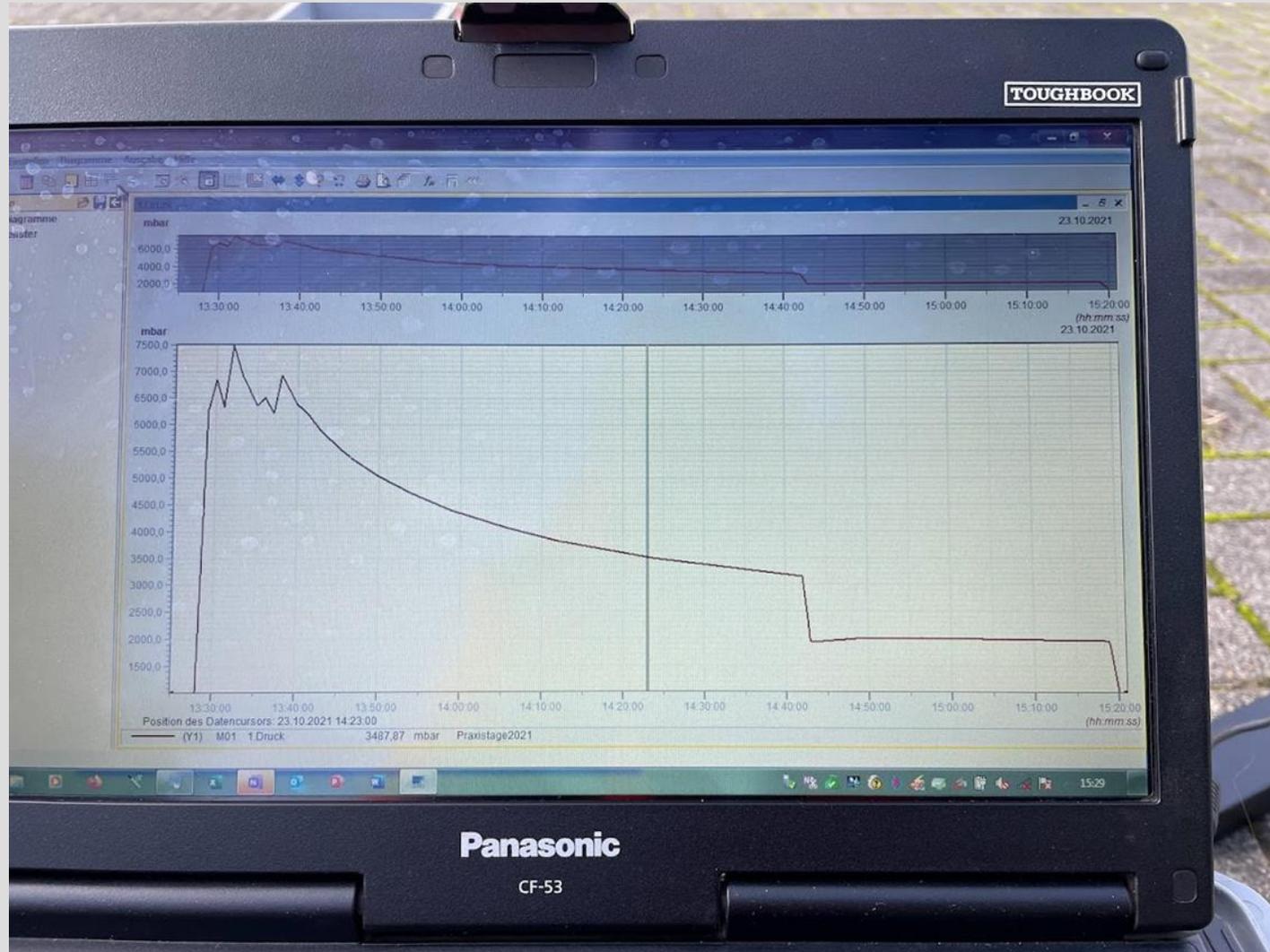
Ausrüstung Drucktest

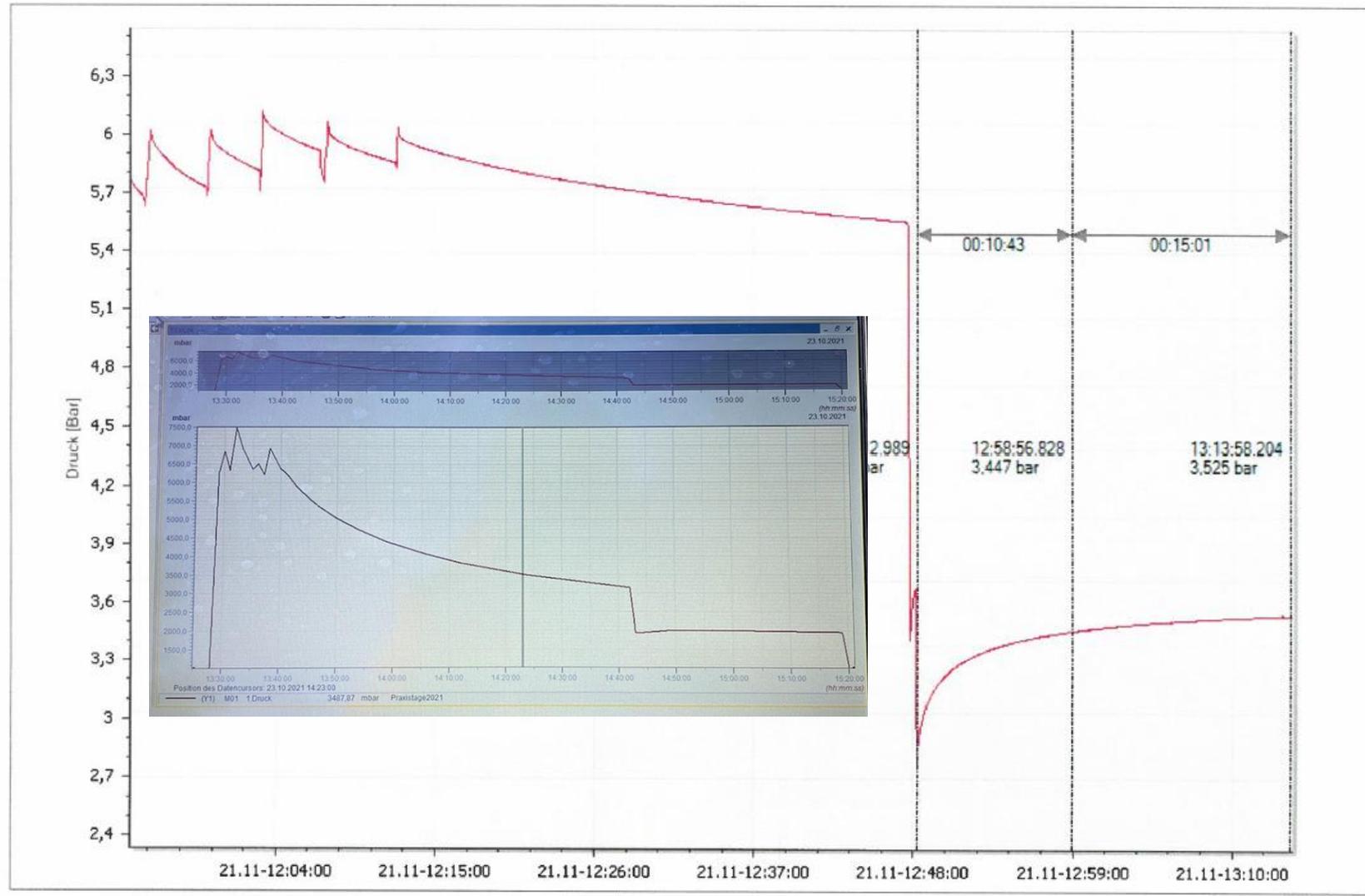


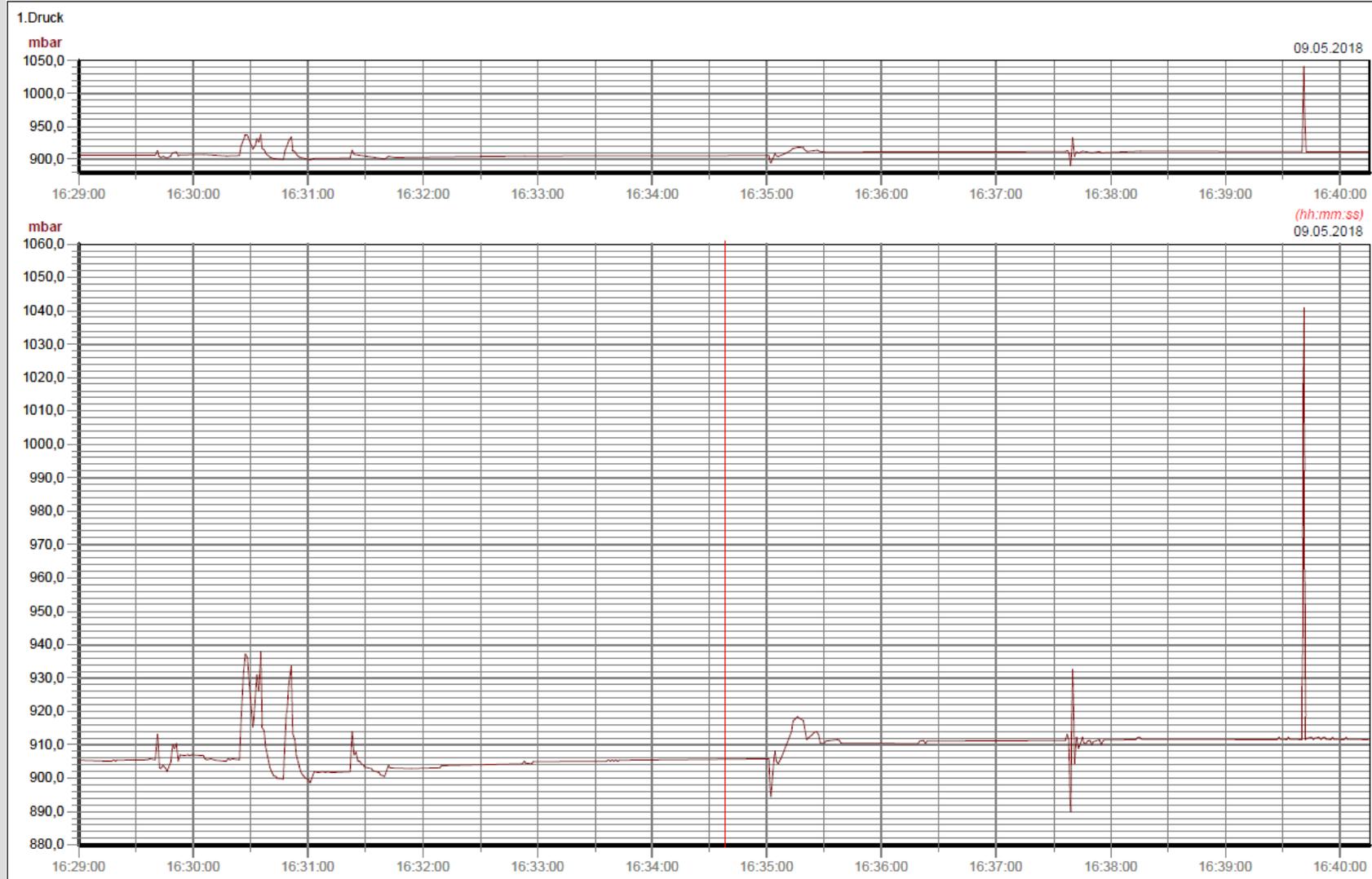


Praxis



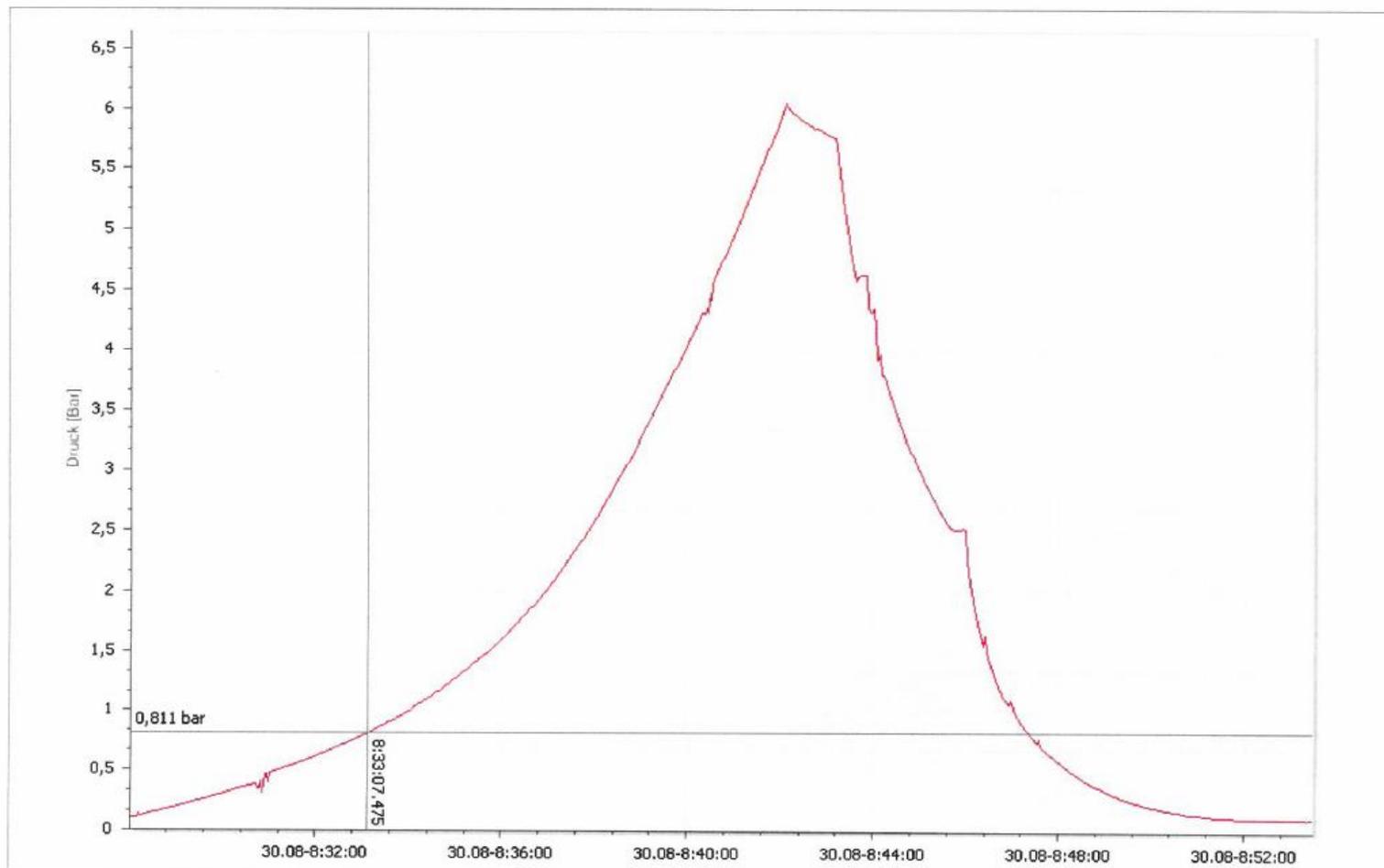




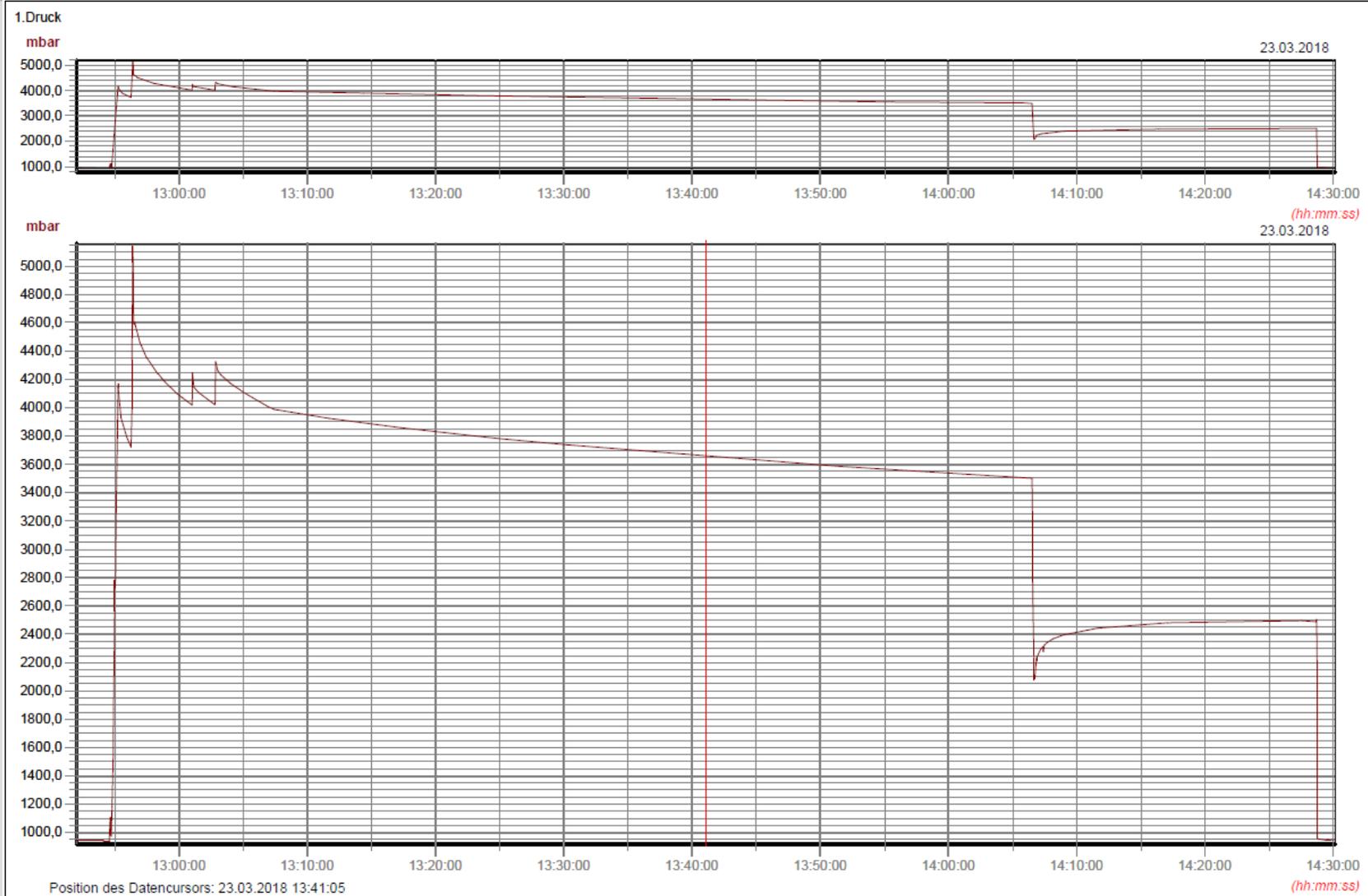


Messung: GE-187 WW 6

Seriennummer des Messgerätes: S/N 150113



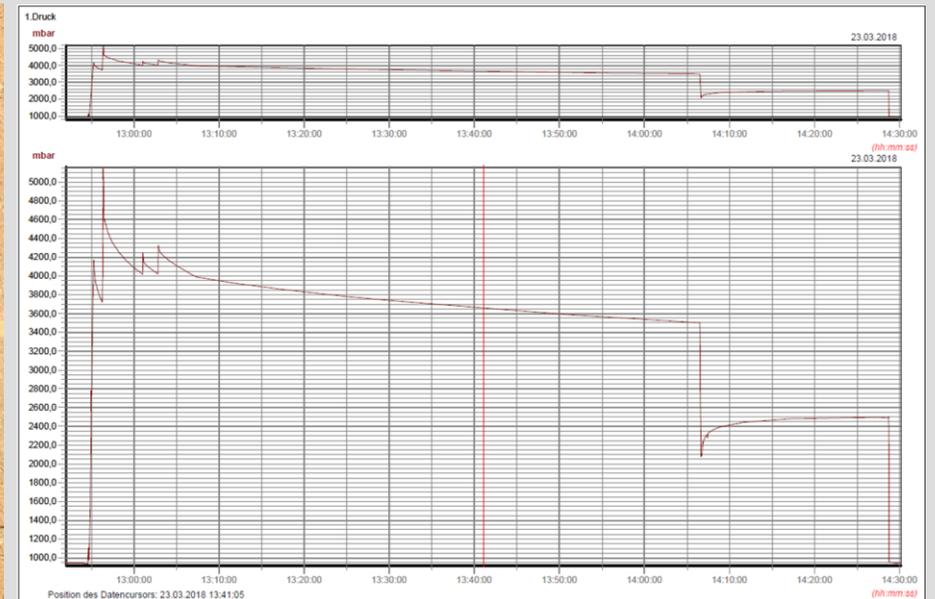
Seite 2 von 2



Druckprüfung an der PE-Erdwärmesonde

Fazit

- Druckprüfungen an PE-EWS erfordern ein angepasstes Vorgehen
- Kontraktionsprüfung nach SIA angelehnt an die DIN
- Aufwand ca. 2 Stunden
- Protokollierte Qualitätssicherung durch digitalen Datenlogger



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Bernd Bremerich-Ranft

b.bremerich@geobit-energie.de

beratung@energiezentrum-willich.de