

**H-EP PN40 - DER „ALL IN ONE“ AUTOMAT FÜR
HINTERFÜLLUNG PROTOKOLLIERUNG UND
ERDWÄRMESONDEN PRÜFUNGEN NACH SIA 384/6:2021**



**FÜR HINTERFÜLLUNG PROTOKOLLIERUNG UND ERDWÄRMESONDEN
PRÜFUNGEN NACH SIA 384/6:2021**

**Hubacher Engineering
Peter Hubacher, dipl. Ing. HTL
St. Gallerstrasse 1
9032 Engelburg
Tel. 071 260 27 27
info@he-energie.ch**

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemein und Aufbau	3
2. Vorbereitung und Eingaben	3
3. Hinterfüllung	4
4. Ziehen der Stützverrohrung und Umstellen des Bohrgeräts	7
5. Prüfungen	8
6. Spülung	9
7. Durchfluss- und Differenzdruckprüfung	10
8. Dichtigkeitsprüfung	11
9. Protokolle	12
10. Beurteilung aus der Sicht der Fachbauleitung Planer	13

1. Allgemein und Aufbau

Das Gerät H-EP wurde bei einem unserer Projekte, auf der Baustelle in Abtwil SG mit drei Erdwärmesondenbohrungen mit 3x240m Länge eingesetzt und vorgeführt.

Das H-EP ist auf einem Sackkarren montiert. Der Schwerpunkt des H-EP ist tief, so dass das Gerät auch bei unebenem Untergrund entsprechend stabil steht. Der Aufbau des H-EP ist so, dass es auch in bis zu 30cm tiefem Schlamm einsetzbar ist. Die Hochdruckpumpe und Anschlussschläuche sind fix am Gerät verbaut. Das Mitführen einer zusätzlichen Zubehörkiste und der Zusammenbau an der Bohrstelle entfällt somit. Das Gerät ist in zwei Bereiche aufgeteilt: Oben befindet sich in einer regenwasserdichten und klimatisierten Box die Steuerung. Auf Brusthöhe sind ein wetterfester Touchscreen und eine Tastatur eingebaut. Dieser wird von einer schlagfesten Aluminiumabdeckung geschützt. Die Bedienung ist ergonomisch im Stehen durchführbar. Das Gerät kann zusätzlich mit einem Internetfähigen Gerät über ein App gesteuert und betrachtet werden. Das H-EP hat bei Mobilfunk Empfang eine permanente Internetverbindung. Die Verbindungssuche über WIFI oder Bluetooth entfällt. Ausserdem ist dadurch ein Fernzugriff möglich oder die einfache Hilfe bei Supportanfragen direkt durch die Engeo AG.

Die Hydraulik befindet sich getrennt im unteren Teil. Die Verrohrung ist aus hochwertigem Edelstahl und für Prüfungen bis zu 40bar ausgelegt. So können alle gängigen und zukünftigen Sonden gemessen werden. Alle Stecker und Sensoren sind wasserdicht und erfüllen hochwertige Industriestandards. Der Hydraulikteil ist unten offen und mit wenigen Griffen erreichbar. Bei Undichtheit kann ein Leck auf der Baustelle selbstständig rasch lokalisiert und behoben werden. Austretendes Wasser führt somit nicht zu Beschädigung der Elektronik. Mit der getrennten Anordnung von Elektronik und Hydraulik wird ein zuverlässiger Betrieb sowie Langlebigkeit des Gerätes erreicht.

Im Batterie Modus kann mit dem H-EP inkl. Hochdruckpumpe autonom ca. 12h gemessen werden. Ist die Temperatur nahe dem Gefrierpunkt, sollte das H-EP an die Stromversorgung angeschlossen werden. Die eingebaute Heizung schützt dann die Komponenten vor Frostschäden.

Das Gerät wird laufend mit «Over the Air» Updates aktualisiert, die Schnittstelle mit dem Geowatt Core Planungstool wird in Kooperation mit Geowatt AG gepflegt.

2. Vorbereitung und Eingaben

Das H-EP erzeugt ein vollständiges SIA 384/6:2021 Protokoll das, am Ende der Messung, als PDF-Datei direkt per E-Mail versendet werden kann. Es ist keine weitere Auswertung oder Nachbearbeitung erforderlich.

Vor der Messung müssen alle Eingaben zum Auftrag und der Erdwärmesonden getätigt sein. Die Angaben zur Sonde und Auftrag kann auf verschiedene Weise geschehen:

- Über die Remote Verbindung kann ein Auftrag vorgängig im Büro konfiguriert und gespeichert werden. Auf der Baustelle wird der Auftrag und die Sonde angewählt und bei Bedarf die Werte angepasst z.B. Einbaulänge.
- Der Techniker füllt die Eingabe auf der Baustelle über die Remote Verbindung aus, z.B. mit einem Internet fähigen Tablet in der Baubaracke (Abb. 1)
- Die Eingaben werden direkt auf dem H-EP über den Touchscreen und Tastatur eingegeben. (Abb. 2).



Abb. 1: Bedienung des H-EP über ein iPad in der Baubaracke. Die Sondendaten und der Auftrag werden eingegeben



Abb. 2: Bedienung des H-EP über das eingebaute Touchdisplay und die wasserfeste Tastatur. Kontrolle der Messung. Display und Tastatur sind wasserfest und werden von einem schlagfesten Aluminium- Deckel geschützt

3. Hinterfüllung

Das H-EP misst nicht nur die Hinterfüllung, sondern unterstützt das Bohr-Team, indem es die Aussendruckfestigkeit am Sondenfuß und den maximalen Sondenkopfdruck berechnet und vor Beschädigungen warnt. Abhängig von der Soll-Hinterfüllungsdichte und dem Sonden-Typ wird der notwendige Vordruck auf die Sonde angezeigt.

Das Mitführen von Tabellen ist nicht nötig, zudem wird ein Schaden an der Sonde durch Fehlinterpretation vermieden. Zusätzlich können die Druckschläuche des H-EP, während der Hinterfüllung an die Sonde angeschlossen werden (Abb. 5). Das Gerät baut dann

selbstständig den notwendigen Vordruck auf, dies in Abhängigkeit von der gemessenen Hinterfüllungsdichte und dem Sonden Typ. Dies ist besonders bei tiefen Sonden mit schwerer Hinterfüllung oder bei Unsicherheiten bezüglich der Dichte der Hinterfüllung sehr hilfreich.

Die aktuelle Hinterfüllung wird auf dem Display dargestellt (Abb. 4), so kann der Füllfortschritt, sowie die Dichte, Einpressdruck, Durchfluss und das Füllvolumen auf dem Display kontrolliert werden. Damit kann die Anmachmenge bei Chargenmischer besser eingeschätzt und Fehlmischungen (falsche Dichte) sofort erkannt werden. Die gemessene Dichte der Hinterfüllung wird zur Bestimmung des Prüfdrucks für die Druckprüfung übernommen.



Abb. 3: Bei der Hinterfüllung Anzeige von: zeitlichem Verlauf der Soll- Dichte, Ist-Dichte, des Durchflusses und Einpressdrucks. Zusätzlich wird das eingebrachte Füll-Volumen sowie grafisch der Füllfortschritt angezeigt.



Abb. 4: Begutachtung durch P. Hubacher, FWS Experte Qualitätssicherung.

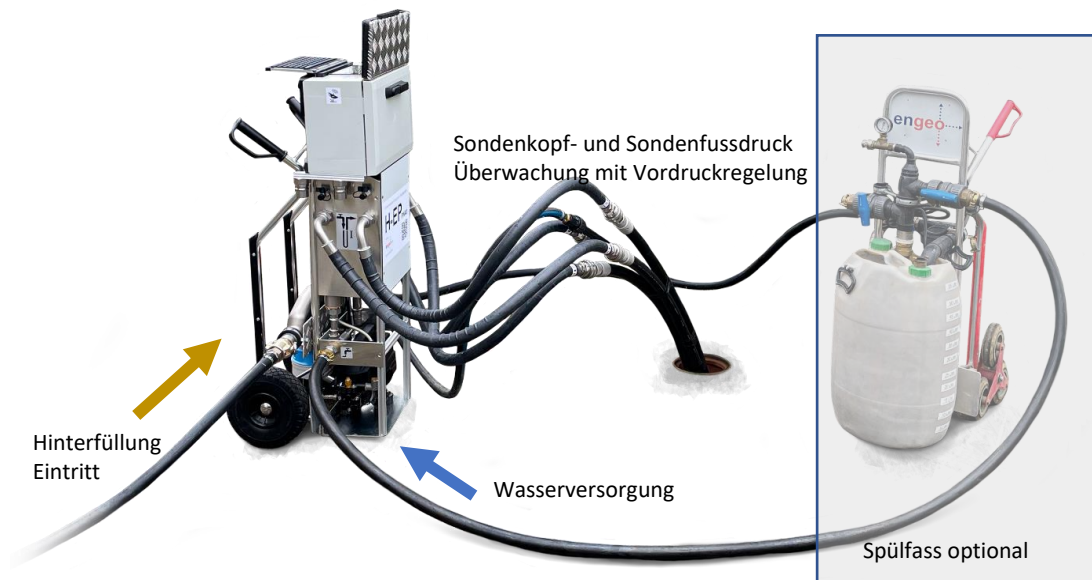


Abb. 5: Autonome Vordruckregulierung während der Hinterfüllungsmessung



Abb. 6: Als externe Anzeige z.B. beim Mischer kann ein internetfähiges Gerät verwendet werden, wie z.B. ein wasserdichtes Smartphone. Das H-EP kann direkt beim Mischer oder bei der Sonde aufgestellt werden. Mit den passenden Verbindungsstücken lassen sich alle gängigen Schläuche an das Hinterfüllungsmessgerät anschliessen.

4. Ziehen der Stützverrohrung und Umstellen des Bohrgeräts

Das H-EP ist mobil und so unabhängig vom Bohrgerät. Nach Beendigung der Hinterfüllung kann das Bohrgerät auf die nächste Bohrung um platziert und das H-EP parallel dazu für die EWS Prüfung eingesetzt werden. (Abb. 7).

Dies funktioniert für mehrere Prüfungen auch ohne Stromversorgung dank der eingebauten robusten Batterie (Kapazität ca.12h).



Abb. 7: Messung nach Umstellung des Bohrgeräts

5. Prüfungen

Die gewünschten Prüfungen werden ausgewählt. (Abb. 8).

In der SIA 384/6:2021 sind neu auch Spülprüfungen enthalten. Die notwendigen Parameter werden vom H-EP in Abhängigkeit vom Sondentyp, Länge und dem vorhandenen Wasserdruck (Durchflussgeschwindigkeit) während der Prüfung laufend berechnet. Je höher der Durchfluss ist, desto kürzer fällt die Prüfzeit aus. Bei den Prüfungen «Sand und Kies» und «Worst Case» ist ein genügend hoher Durchfluss, respektive Wasserdruck, notwendig. Dazu empfehlen wir ein Spülfass mit Filter (Abb. 10).

Der nötige Prüfdruck für die Druckprüfung muss nicht eingegeben werden. Er wird automatisch gemäss Sonden Eingaben (Typ, Tiefe) und (gemessener) Hinterfüllungsdichte nach SIA 384/6 errechnet. Das HEP überprüft den Prüfdruck entsprechend dem eingebauten Sondentyp auf Zulässigkeit und senkt ihn bei Bedarf automatisch, um Schäden an der EWS zu verhindern.

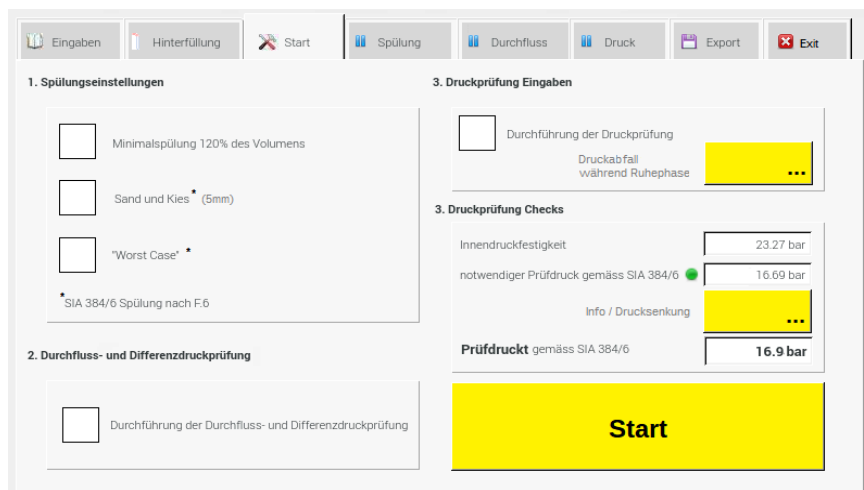


Abb. 8: Auswahl der Messung

Nach Betätigung der «Start»-Taste laufen die gewählten Prüfungen vollautomatisch ab. Der aktuelle Stand wird auf dem Display angezeigt, so dass der Benutzer jederzeit über die Güte der Prüfung informiert ist.

Das Gerät erstellt bei Messende das PDF-Protokoll und stellt es zusätzlich auf dem Display dar (Abb. 9).

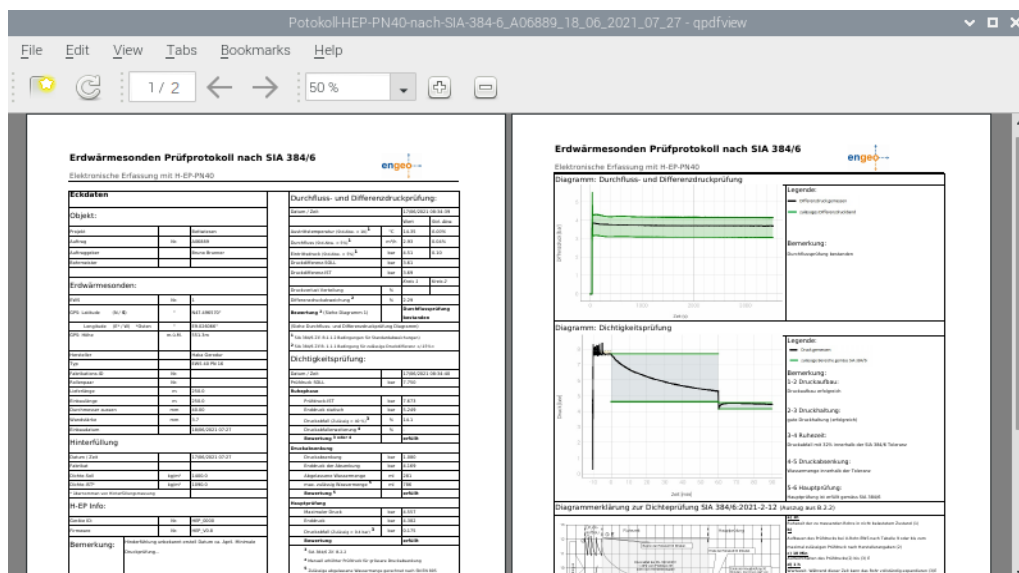


Abb. 9: Protokoll Anzeige bei Beendigung der Messung

6. Spülung

Während dem Spülvorgang wird der Spülfortschritt, die Restdauer sowie die Messparameter auf dem Display dargestellt (Abb. 10).

Die Spülprüfung «Sand und Kies» und «Worst Case» benötigen je nach Sonden Typ relativ hohen Durchfluss. Damit an Orten mit geringem Wasserdruck -/menge die Prüfung durchführen zu können empfehlen wir das als Zubehör erhältliche Spülfass. Dieses ist auch mit verbautem Akku erhältlich (Kapazität für ca. 4h Dauerspülung). Die Spülpumpe wird über eine dazu vorgesehene Steckdose am H-EP gesteuert.

Bei der dargestellten Prüfung (Abb. 10, A06905 (1055480) Sonnenhofstrasse 3 in 9030 Abtwil SG) war die Wasserversorgung über den Gartenanschluss des Wohnhauses nicht ausreichend, um die 250m lange Vario Sonde für die Spülprüfung «Sand und Kies» und «Worst Case» ausreichend zu spülen. Mit dem externen Spülfass konnten die Spülungen und Prüfungen in nützlicher Frist durchgeführt werden. In vielen Fällen ist die Versorgung über einen Hydranten meist ausreichend.

Wird während dem Spülen festgestellt, dass die Wasserversorgung ungenügend ist, kann nach Beendigung der Minimum Anforderung «120% Spülmenge» die anderen Spülprüfungen manuell übersprungen werden. Ist der Durchfluss zu gering, um Steine sicher auszuspülen, bricht nach einer Frist das H-EP automatisch ab, um mit der Dichtigkeitsprüfung starten zu können.

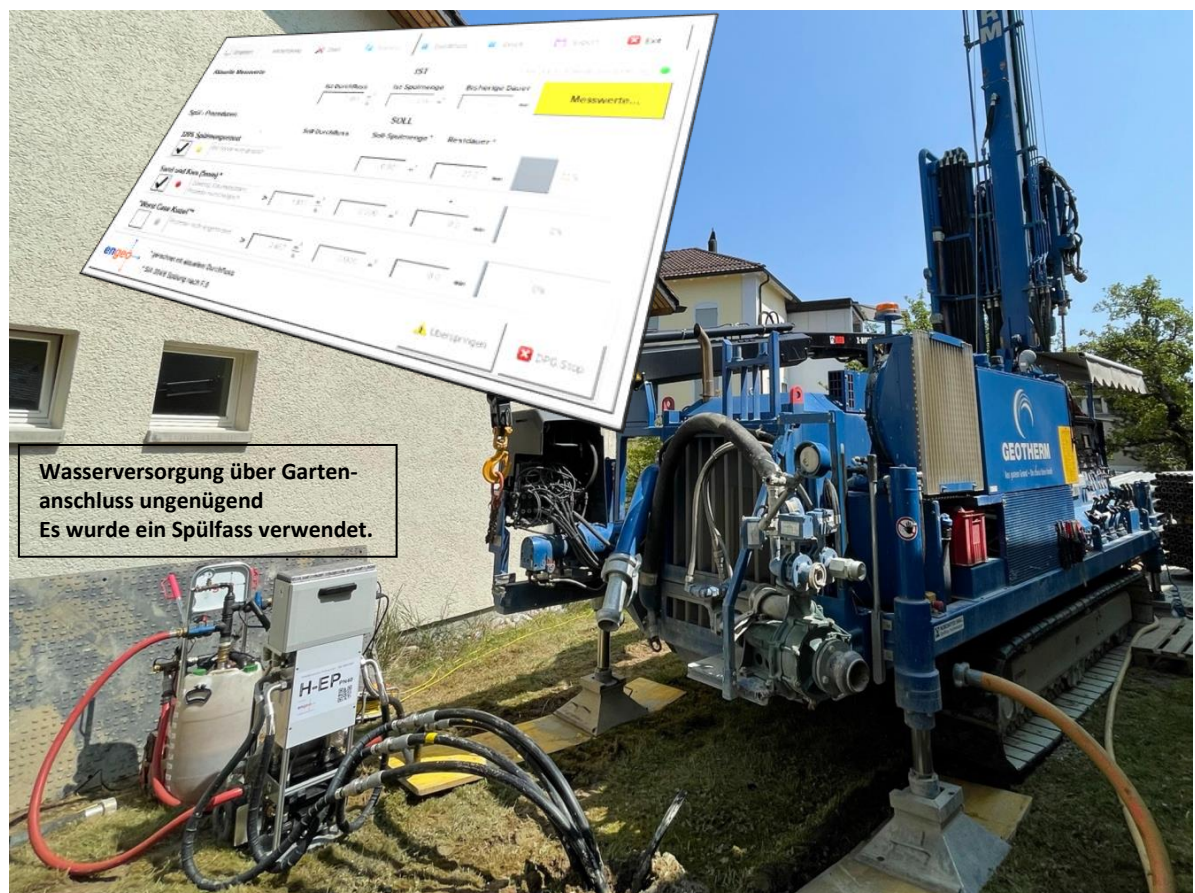


Abb. 10: Spülung mit Spülfass. Anzeige mit Parameter, Status und Spülfortschritt Darstellung

7. Durchfluss- und Differenzdruckprüfung

Bei der Durchflussprüfung wird das nach SIA 384/6:2021 zulässige Differenzdruckband (Abb. 11 grünes Band im Diagramm) in Echtzeit gerechnet und dargestellt. Dies je nach EWS Typ und Einbautiefe in Abhängigkeit vom aktuellen Durchfluss. Innert wenigen Sekunden Messzeit ist für den Benutzer ersichtlich, ob die Messung gut verläuft, dies hat den Vorteil, dass Fehleingaben oder Verstopfungen sofort ersichtlich sind und ohne Zeitverzögerung nachgebessert werden können. Zeitaufwändige Nachmessungen können so zum grossen Teil vermieden werden.



Abb. 11: Durchfluss- und Differenzdruckprüfung mit Echtzeitbewertung

8. Dichtigkeitsprüfung

Alle Messungen laufen ohne Eingriff vollautomatisch ab. Über das Display oder über ein Internet fähiges Gerät besteht die Möglichkeit den Messfortschritt zu kontrollieren (Abb. 12). Die Messkurve und der zulässige Druckabfall werden in Echtzeit dargestellt und bewertet. Leichte Undichtigkeiten z.B. zu wenig angezogene EWS-Anschlüsse können während der Messung festgestellt und ohne Messabbruch korrigiert werden. Ist dennoch eine Wiederholung der Dichtigkeitsprüfung erforderlich, wird dies vor Abbau des Geräts festgestellt, da die Messung in Echtzeit bewertet und bei Messende das Protokoll angezeigt wird. Dies erhöht die Protokollqualität und reduziert die Kosten durch unvollständige Protokollabgaben oder spätere Nachmessungen.

Das H-EP und die mitgelieferten Anschlüsse sind für Prüfungen bis 40 bar ausgelegt. Damit lassen sich alle gängigen Sonden Typen nach Sia 384/6: 2021 prüfen. Die im H-EP hinterlegte Erdwärmesonden Bibliothek wird durch «Over the Air Updates» laufend aktualisiert.

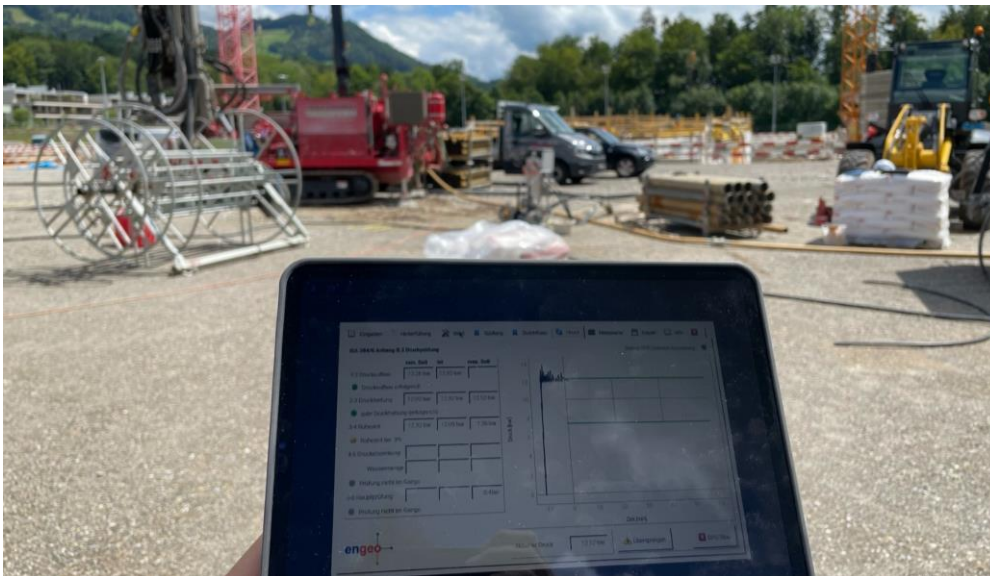


Abb. 12: Dichtigkeitsprüfung, Fernanzeige über ein iPad

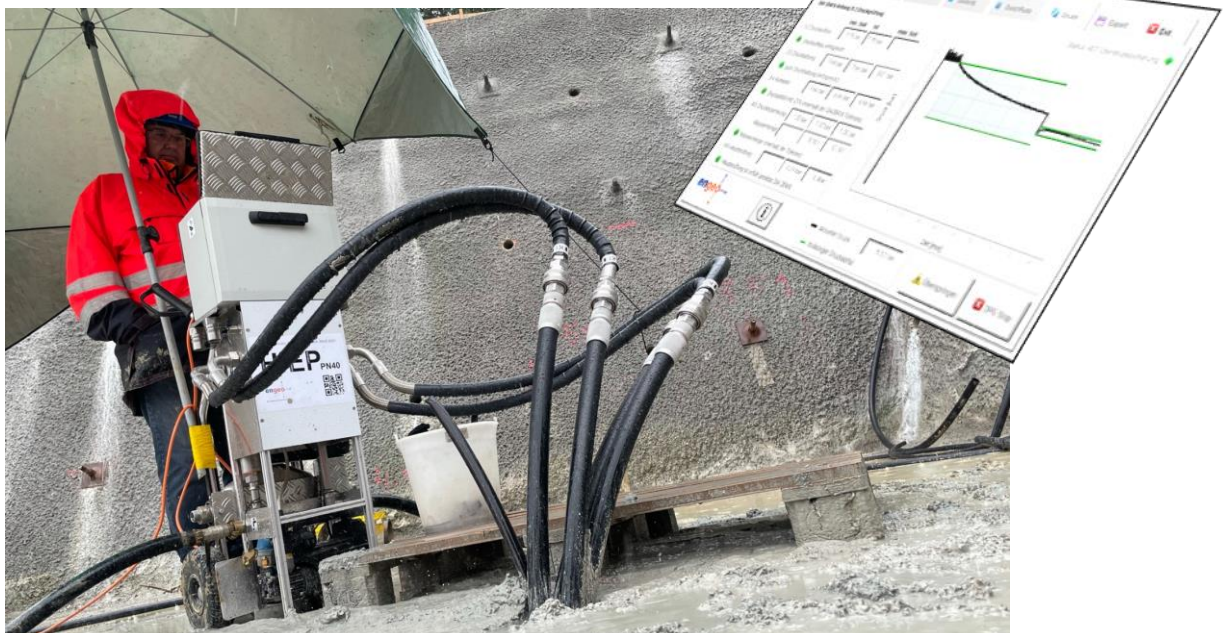


Abb. 13: Dichtigkeitsprüfung Live Kontrolle (Gütesiegelkommission, Ressort QS)

9. Protokolle

Die fertig erstellten Protokolle können auf dem Gerät verwaltet (Abb. 14) und angezeigt (Abb. 15) werden. Das PDF-Protokoll, sowie die Messdaten als Excel Datei, lassen sich per E-Mail versenden oder auf einen USB-Stick exportieren.

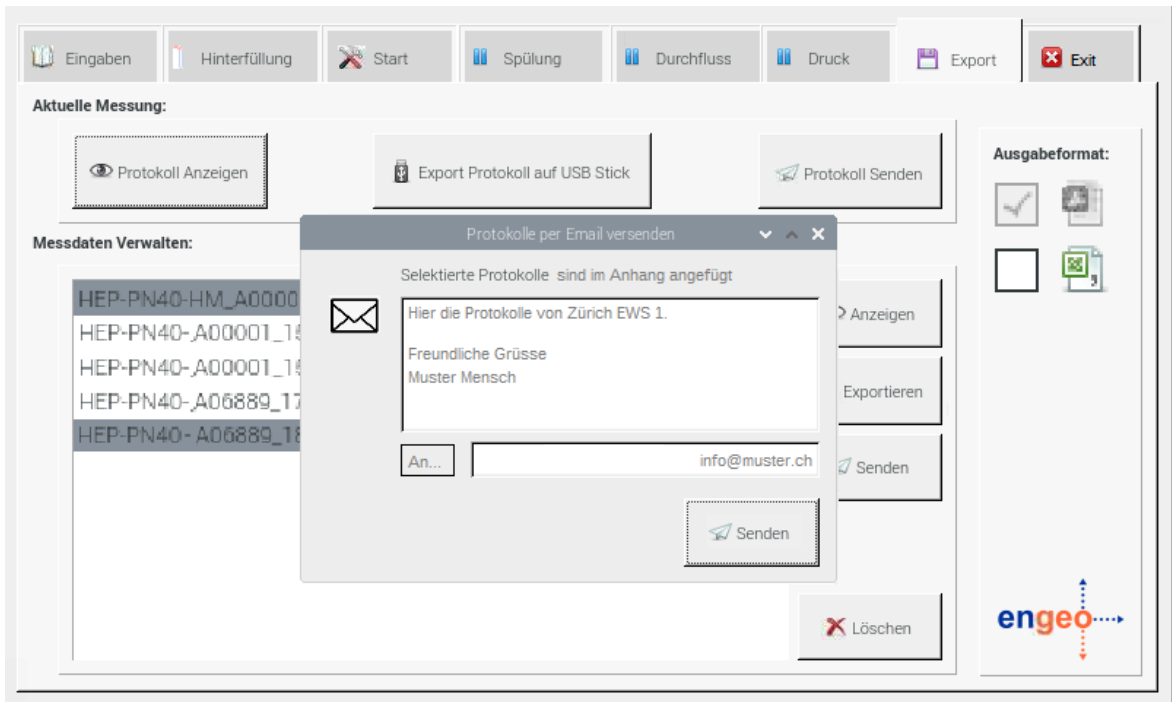


Abb. 14: Protokoll Verwaltung, Versendung per E-Mail

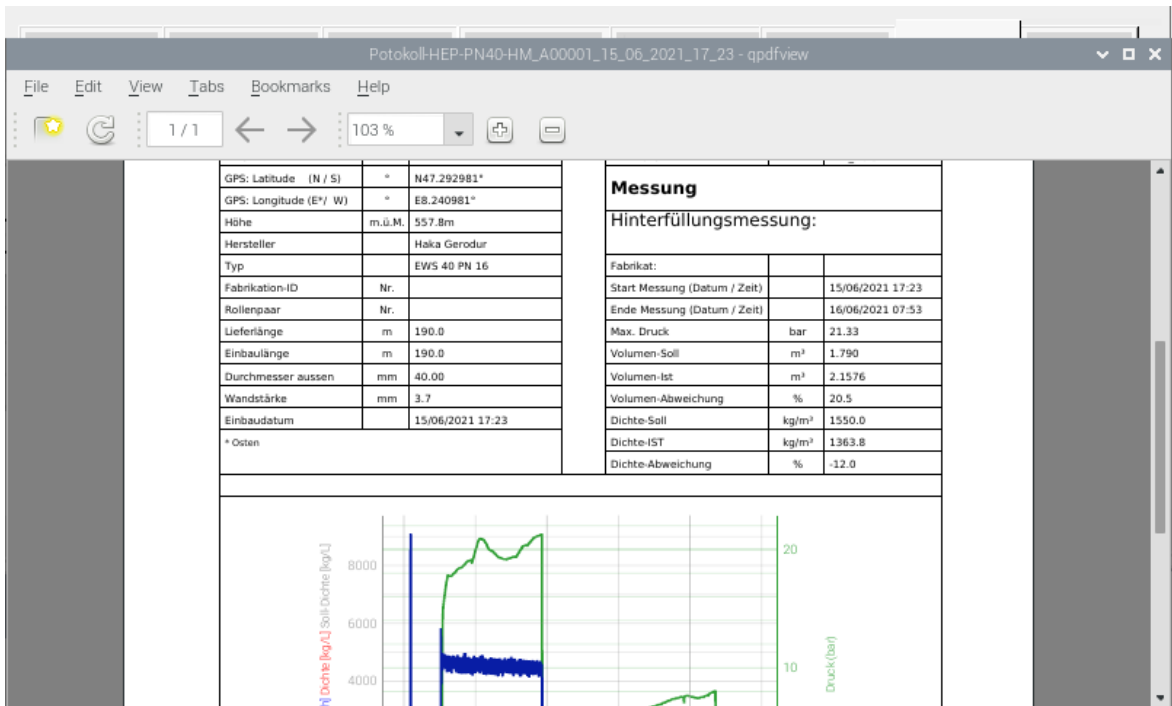


Abb. 15: Protokoll Darstellung

Auf den Protokollen befindet sich ein verschlüsselter Prüfcode, mit dem die Korrektheit der Protokolle verifiziert werden kann.

10. Beurteilung aus der Sicht der Fachbauleitung Planer

Das H-EP-Gerät ist eine geniale Entwicklung. Sämtliche nach der SIA-Norm 384/6:2021 notwendigen und vorgegebenen Vorgänge im Zusammenhang mit der Hinterfüllung, Protokollierung und Prüfung von abgeteufte Erdwärmesonden sind mit dem H-EP Gerät mit hoher Qualität kontrollierbar und die Protokollierung verläuft automatisch.

Das Gerät ist einfach zu bedienen und steigert die Einbauqualität von Erdwärmesonden mit Sicherheit, denn alle Vorgänge im Zusammenhang mit der Hinterfüllung, Spülung und Prüfung laufen vollautomatisch ab und zeigen mittels grafischer Darstellung auch den Verlauf auf. Das Gerät gibt bei richtiger Eingabe der Auftragsdaten die notwendigen Werte, wie bspw. den Prüfdruck automatisch vor.

Wir konnten uns auf einer Baustelle selber von der Funktion und der Bedienbarkeit des H-EP Geräts überzeugen. Gemäss den erhaltenen Informationen auf der Baustelle können nebst der Qualitätssicherung, resp. deren eindeutigen Steigerung, auch in zeitlicher Hinsicht die Abläufe und Kontrollen optimaler durchgeführt werden.

Engelburg, 09. Oktober 2021

Hubacher Engineering



Peter Hubacher, dipl. Ing. HTL/HLK