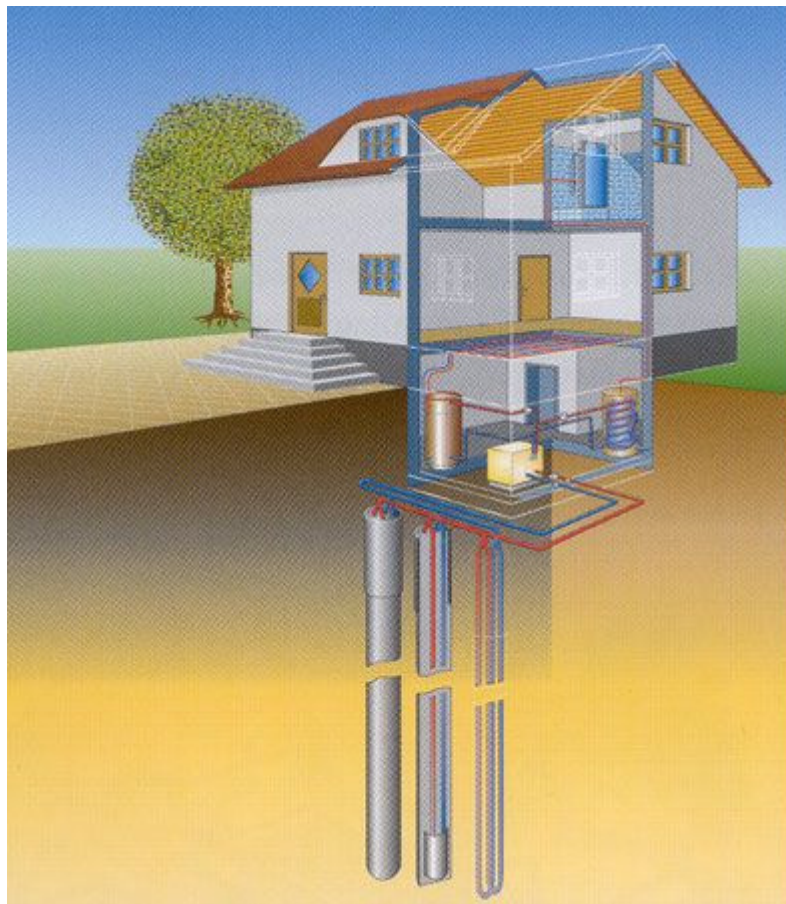


PE-ROHRLEITUNGSSYSTEME

WIROPLAST MAUDERLI



Erdwärmerohre aus PE 100 RC Technische Dokumentation

WIROPLAST MAUDERLI

Erdwärmerohre aus PE 100 RC

Technische Dokumentation

INHALT

1	Generelles.....	3
1.1	Hinweise für die Bauherrschaft.....	3
1.2	Referenzdokumente.....	4
1.3	Lieferprogramm.....	5
1.4	Lieferformen.....	5
1.5	Wirtschaftliche Vorteile.....	6
1.6	Garantie.....	6
2	Materialeigenschaften.....	7
2.1	Homogenität der Struktur.....	7
2.2	Korrosionswiderstand.....	7
2.3	Innendruckstandfestigkeit.....	7
2.4	Physikalische Eigenschaften.....	8
3	Handling und Verlegung.....	9
3.1	Handling.....	9
3.1.1	Transport.....	9
3.1.2	Lagerung.....	9
3.2	Verlegung.....	9
3.3	Schweißverbindungen.....	10
4	Prüfungen.....	11
4.1	Visuelle Prüfungen.....	11
4.2	Druckprüfungen.....	11
4.2.1	Druckprüfung für horizontale Erdwärmekollektoren.....	12
4.2.2	Druckprüfung für vertikale Erdwärmesonden.....	13
4.2.3	Protokolle der Druckprüfungen.....	14
5	Literatur- und Normenverzeichnis.....	15
6	Anhang: Prüfprotokolle.....	17

1 Generelles

1.1 Hinweise für die Bauherrschaft

Steigende Energiekosten, umweltverantwortliches Denken sowie der Wunsch, ein Stück unabhängiger von den energiepolitischen Entwicklungen zu sein, veranlassen immer mehr Menschen, die oberflächennahe Geothermie (Erdwärmekollektoren und –sonden) für Heiz- und Kühlzwecke zu nutzen. Die am häufigsten verwendete Technik ist hierbei die Kombination von Erdwärmerohren mit einer Wärmepumpe. Das Funktionsprinzip des Systems ist einfach. Bei der Erstellung der Anlage sind jedoch viele Faktoren zu beachten. Nur eine ordnungsgemäße Ausführung gewährleistet eine gute Effizienz der Anlage sowie eine langfristige Betriebssicherheit und führt zu keiner Grundwassergefährdung. Damit keine Überraschungen auftauchen, sollte ein Bauwilliger nachfolgende Punkte beachten:

- **Zulassung Erdwärmerohre**

Bevor Sie einen Planungsauftrag vergeben, erkundigen Sie sich bei der zuständigen Behörde ob sich Ihr Grundstück in einem Gebiet befindet, in dem in der Regel keine Erdwärmerohre zugelassen werden. Beantragen Sie rechtzeitig die erforderlichen Genehmigungen und zeigen Sie die Bohrung an!

- **Plan Bohrdurchführung**

Vor dem Bohrbeginn ist ein Plan zur Durchführung der Bohrung zu erstellen. Dieser sollte alle Einzelheiten enthalten, die zur technischen und organisatorischen Vorbereitung erforderlich sind. Studieren Sie ihn genau und sprechen Sie ihn mit dem Bauleiter bzw. Architekten durch.

- **Anordnung der Sonden**

Achten Sie auf die korrekte Anordnung der Sonden. Die Mindestabstände sollten von Sonde zu Sonde mind. 6 m (besser 10 m), zum Nachbargrundstück mind. 3 m und zum nächsten Gebäude mind. 2 m betragen. Darüber hinaus sollten kalte Anlagenteile im Untergrund in einem Abstand von mind. 70 cm zu Ver- und Entsorgungsleitungen installiert werden

- **Produktqualität**

„Billige“ Systeme kommen bei Fehlern in der Ausführung teuer zu stehen. Aus diesem Grund sollten Sie nur zugelassene qualifizierte Unternehmen mit einem Vorhaben Geothermienutzung beauftragen. Lassen Sie sich auf alle Fälle schriftlich zusichern, dass die Auslegung und Ausführung der Erdwärmerohrenanlage gemäß der VDI-Richtlinie 4640 erfolgt.

Das komplette Erdwärmerohr inklusiv Sondenfuß muss den Qualitätskriterien gemäß der VDI-Richtlinie 4640 entsprechen. Als Sondenrohrmaterial ist PE 100 RC zu wählen. PE 100 RC hat aufgrund seiner Molekularstruktur den Vorteil, weniger anfällig für eine Beschädigung, langsame Rissfortpflanzung und somit deutlich langlebiger zu sein. Nichtsdestotrotz sollten bei der Lagerung, Prüfung und Verlegung der Rohre die unter XXX Anleitungen befolgt werden.

Beschädigungen von Sondenrohren verkürzen die Lebensdauer. Zuerst visuell überprüfen.

- **Hinterfüllung**

Nur eine ordnungsgemäße Hinterfüllung der Sonde gewährt optimalen Wärmetransport zur Sonde und sorgt für eine ordnungsgemäße Abdichtung des Ringraums. Die Hinterfüllung hat grundsätzlich von unten nach oben zu erfolgen. Sie ist so lange durchzuführen, bis die Suspension an der Oberfläche austritt.

- **Hinterfüllmaterial**

An das Hinterfüllmaterial werden besondere Anforderungen gestellt. Äußerst wichtig ist die Einstellung einer Dichte von mehr als $1,5 \text{ g/cm}^3$ sowie einer vollständigen Durchmischung der Komponenten. Als Hinterfüllmaterial sollte generell eine Bentonit-Zement-Suspension mit möglichst wärmeleitenden Zusätzen verwendet werden. Die Verwendung von Sand zur Hinterfüllung ist nur in durchlässigem Lockergestein mit oberflächennahem Grundwasserspiegel sinnvoll und nicht überall erlaubt. Bestehen Sie darauf, dass nur Fertigmischungen anstelle von Baustellenmischungen verwendet werden. Nehmen Sie eine Rückstellprobe der Hinterfüllmasse und bewahren Sie diese in einem luftdichten Behälter auf.

- **Abstandshalter**

Abstandshalter verhindern, dass sich die einzelnen Sondenrohre untereinander berühren und das warme Rohr durch das kalte abgekühlt wird. Achten Sie darauf, dass die Abstände zwischen den einzelnen Abstandshaltern maximal 3 m betragen.

- **Sichern der Sonde**

Bis zum Anschluss der Sonden an die übrigen Komponenten sollten Sie darauf achten, dass die Sonden durch Verschlusskappen geschützt werden. In Monaten mit Frostgefahr müssen die Sonden bis zum Anschluss und der endgültigen Befüllung teilweise mit Druckluft entleert werden.

- **Prüfungsprotokoll**

Jede Sonde muss insgesamt drei Druckproben im Herstellerwerk und auf der Baustelle unterzogen werden. Die Druckprüfungen gemäß DIN V4279-7 sind im Abs. YYY beschrieben. Lassen Sie sich die Prüfdokumente (teilweise direkt an der Sonde angebracht) unbedingt aushändigen und nehmen Sie diese zu Ihren Akten.

- **Trennung der Verantwortlichkeit**

Eine klare Trennung der Verantwortlichkeit sollte zwischen dem Bohrunternehmer und dem Installateur gegeben sein.

1.2 Referenzdokumente

WIROPLAST ist ein Zukunftsprodukt, das in Europa bereits geschätzt und breit angewendet wird. Seine Herstellung und seine mechanischen und geometrischen Eigenschaften entsprechen den Normen EN, Ö-Normen, SN, DIN, ISO, HR 3:26 2009 und PAS 1075 sowie weitere zitierte Normen unter Abs. 6 Literatur- und Normenverzeichnis.

1.3 Lieferprogramm

Die WIROPLAST-Sondenrohre sind bequem in der Handhabung, einfach im Gebrauch und rationell im Einsatz. Sie eignen sich sowohl für Erdwärmekollektoren als auch für Erdwärmesonden. Es werden hauptsächlich Druckstufen PN 16 geliefert.

Sondenrohr					
schwarz, Rollenlänge auf Wunsch			Lieferung auf Anfrage		
Dimension	Druckstufe	Lagerartikel	Ringbund	Gewicht pro	Gewicht pro
DA x WSt.			in m	Meter / kg	Bund / kg
32 x 3,0	PN 16	X	100 m	0,28	28
40 x 3,7	PN 16	X	100 m	0,43	43
50 x 4,6	PN 16	X	100 m	0,67	67

1.4 Lieferformen

Die WIROPLAST-Sondenrohre werden auf Rollen in verschiedenen Baulängen, gemäß Kundenwunsch geliefert (siehe Preisliste Nr. 1).



Gerollte Rohre auf Haspel



Gerollte Rohre gebündelt

1.5 Wirtschaftliche Vorteile

Die WIROPLAST-Sondenrohre tragen zur wirtschaftlichen Verlegung bei. Dank Ihrem Werkstoff PE 100 RC, durch ihren hervorragenden mechanischen Widerstand gegen langsame Rissfortpflanzung vereinfacht und rationalisiert. Sie stellen die ideale wettbewerbsfähige Wahl dar.

1.6 Garantie

Für die WIROPLAST-Sondenrohre gilt die übliche Garantie.

2 Materialeigenschaften

PE 100-Werkstoffe wurden weiterentwickelt mit dem Ziel, neue Anwendungsgebiete zu erschließen. Diese Entwicklung führte zu Eigenschaften wie der Widerstand gegenüber langsamer Rissfortpflanzung oder "Spannungsrißbeständigkeit" bezeichnet. Mittels multimodaler Polyethylen Werkstoffe oder Copolymerisation mit geeigneten Alpha-Olefinen wurden PE-100-Rohstoffe mit sehr guter Spannungsrißbeständigkeit entwickelt. Diese PE 100-Rohstoffe werden mit "PE 100-RC" bezeichnet und sind in der PAS 1075 beschrieben.

2.1 Homogenität der Struktur

Die Pigment- bzw. Rußdispersion in den *WIROPLAST-Sondenrohren* wird nach den Vorgaben der ÖNORM EN 12201-1 am Granulat geprüft. Zusätzlich weisen die Rohre ein homogenes Gefüge auf. Die Werkstoffe weisen keine Inhomogenitäten $>0,02 \text{ mm}^2$ auf. Als Inhomogenität gelten z.B.: Blasen und Lunker.

2.2 Korrosionswiderstand

Das Verhalten des PE gegenüber der Korrosion ist ausgezeichnet und bewährt. Es bietet unter anderem eine sehr gute Beständigkeit gegenüber der Aggressivität von Frostschutzmittel sowie Kriechströmen.

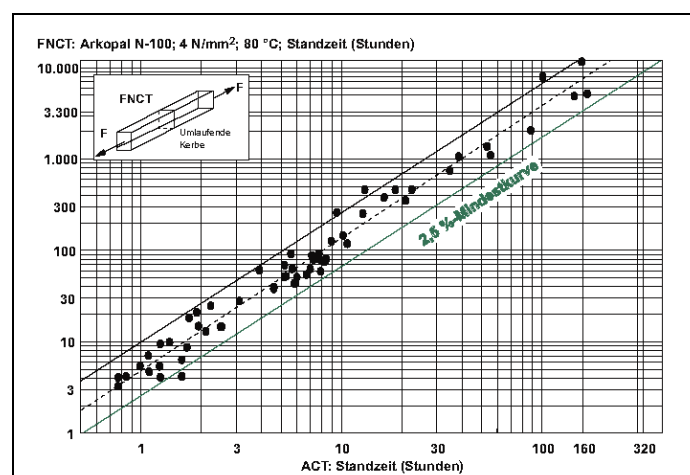
2.3 Innendruckstandfestigkeit

WIROPLAST-Sondenrohre weisen dank ihrer Werkstoffe PE 100 RC eine ausgezeichnete Innendruckstandfestigkeit. Sie entsprechen den Anforderungen der SKZ Richtlinie HR 3.26-2009

Bedingung	Prüftemperatur [°C]	Prüfdauer [h]	Prüfspannung [Mpa]
A	80	≥ 165	5.4
B	80	≥ 1000	5.0

und der Richtlinie PAS 1075 PA ACT 2.1-9 (2005-09): Accelerated Creep Test (ACT)

Die dem ACT-Verfahren zugrunde liegende Korrelation ist unten dargestellt. Die statistische Auswertung der Prüfpunkte und Berechnung der Mindestkurve (Versagenswahrscheinlichkeit 2,5 %) ergibt eine Mindestanforderung im ACT von 160 Stunden zur Absicherung der DVGW-Anforderung von 3300 Stunden bzw. 320 Stunden im ACT zur Absicherung von 8760 Stunden.



2.4 Physikalische Eigenschaften

Die Eigenschaften der PE 100 RC *WIROPLAST-Sondenrohre* sind folgende:

Typische Eigenschaften	Methode	Wert	Einheit
Dichte	ISO 1183	0.958	g / cm ³
Schmelzindex (MFR)	ISO 1133		
(190 °C/21.6kg)		6.4	g/10 min
(190 °C/5.0kg)		0.23	g/10 min
Zugmodul (23 °C, v = 1 mm / min, Secant)	ISO 527-1, -2	900	MPa
Streckspannung (23 °C, v = 50 mm / min)	ISO 527-1, -2	23	MPa
Streckdehnung (23 °C, v = 50 mm / min)	ISO 527-1, -2	9	%
Zug-Kriechmodul 1h	ISO 899-1	850 [2.0]	MPa
Zug-Kriechmodul 1000h	ISO 899-1	360 [2.0]	MPa
Maximale Dehnung TD	EN 638	> 350	%
MRS Klassifikation	ISO / TR 9080	10	MPa
Biegespannung bei 3,5% Stauchung	ISO 178	21	MPa
FNCT (4,0 MPa, 2% Arkopal N 100, 80 °C)	ISO 16770	> 8760	h
Biege-Kriechmodul	DIN 19537-2		
(4-Punkt-Methode geladen, 1 min-Wert)		1100	MPa
(4-Punkt-Methode geladen, 24 h-Wert)		560	MPa
(4-Punkt-Methode geladen, 2000 h-Wert)		330	MPa
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	ISO 179		
23 °C (-30 °C)		26 (13)	kJ / m ²
Shore-Härte (Shore D (3 Sek.))	ISO 868	63	
Vicat-Erweichungstemperatur (VST/B/50 K / h (50 N))	ISO 306	74	°C
Oxidationsinduktionszeit (FAV) (210 °C)	EN 728	30	min
Rußgehalt	ISO 6964	2.25	%

3 Handling und Verlegung

3.1 Handling

3.1.1 Transport

PE-Rohre sind beim Transport und besonders beim Auf- und Abladen vor Beschädigungen zu schützen. Vor dem Abladen sind die Rohre auf Transportschäden und Übereinstimmung mit dem Lieferschein zu überprüfen. Beim Einsatz von Hebeegeräten sind breite Gurte und bei größeren Rohrlängen Traversen empfehlenswert.

Ringbunde sind während des Transportes so zu lagern, dass sie nicht beschädigt werden. Nicht palletierte Rohre sollen möglichst auf ihrer ganzen Länge aufliegen, und gegen Auseinanderrollen gesichert sein. Die Ladefläche muss frei von scharfkantigen Gegenständen sein. Palettierte Rohre bieten Schutz gegen Beschädigungen.

3.1.2 Lagerung

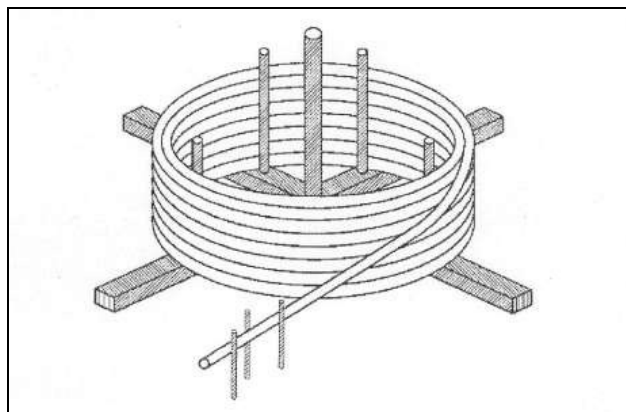
Sämtliche Rohre sollen gelagert werden dass sie innen nicht verunreinigt werden können. Der Lagerort soll eben und frei von Steinen oder scharfkantigen Gegenständen sein. Nicht palletierte Rohre sollen nicht höher als 1 m gestapelt werden. Die Rohre dürfen nicht mit Treibstoffen, Lösungsmitteln, Ölen, Fetten, Wärmequellen oder Farben in Berührung kommen.

Die Flexibilität der Rohre wird von der Umgebungstemperatur beeinflusst. Es wird empfohlen aufgewickelte Rohre in temperierten Räumen bis zur Verlegung zwischenzulagern.

Das Schleifen der Rohre und Ringbunde über den Boden ist nichtzulässig.

3.2 Verlegung

Diese Verlegeanleitung gilt für erdverlegte Wasserleitungen aus PE-HD (Polyethylen hoher Dichte) nach ÖNORM EN 12201, wobei Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile dem jeweiligen Betriebsüberdruck entsprechen müssen. Für die Verlegearbeiten gilt die ÖNORM EN 805 „Wasserversorgung, Anforderung an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden“, sowie die ÖNORM B2538 „Transport-, Versorgungs- und Anschlussleitungen von Wasserversorgungsanlagen - Ergänzende Bestimmungen zu ÖNORM EN 805“. Das Abwickeln von Rohren vom Ringbund kann auf mehrere Arten erfolgen. Bei Rohrdurchmesser (bis 63 mm) wird im Allgemeinen der Ringbund in Senkrechstellung abgerollt, wobei der Rohranfang festzuhalten ist. Bei größeren Rohrdurchmessern wird empfohlen eine Abwickelvorrichtung zu verwenden (siehe Bild).



Die Rohre müssen gerade abgewickelt und dürfen nicht Geknickt werden. Das Abziehen in einer Spirale ist nicht zulässig.

3.3 Schweißverbindungen

Schweißarbeiten dürfen nur von ausgebildeten Kunststoffrohrschweißer ausgeführt werden. Diese müssen einen gültigen Qualifikationsnachweis führen. Die Durchführung der Schweißung muss nach DVS 2207-1 « Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen, Maschinen und Geräte für das Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln » entsprechen. Die zum Schweißen verwendeten Maschinen und Vorrichtungen müssen den Anforderungen nach DVS 2208 Teil 1 entsprechen. Zusätzlich sind die Hinweise der Formstücke- und Schweißgerätehersteller zu beachten. Die Verbindungsflächen der zu schweißenden Teile dürfen nicht beschädigt und müssen frei von Verunreinigungen (zum Beispiel: Schmutz, Fett, Späne, Feuchtigkeit) sein. Der Schweißbereich ist vor ungünstigen Witterungseinflüssen (zum Beispiel Feuchtigkeitseinwirkung und Temperaturen unter 5°C) zu schützen.

Von jeder Schweißverbindung ist ein Protokoll gemäß DVS 2207-1 zu erstellen.

Falls das Halbzeug infolge der Sonneneinstrahlung ungleichmäßig erwärmt wird, ist durch rechtzeitiges Abdecken im Bereich der Schweißstelle ein Temperatenausgleich zu schaffen. Eine Abkühlung während des Schweißvorganges durch Luftzug ist zu vermeiden. Beim Schweißen von Rohren sind zusätzlich die Rohrenden zu verschließen.

Auf der Baustelle dürfen auf Grund der Sauberkeitsanforderungen keine Schweißarbeiten durchgeführt werden.

4 Prüfungen

4.1 Visuelle Prüfungen

Beschädigungen von Sondenrohren verkürzen die Lebensdauer. Beim Empfang der Rohre zuerst visuell überprüfen. Es dürfen keine sichtbaren Beschädigungen an den Rohren feststellbar sein

Begutachten Sie die Sonde vor deren Einbau auf eventuelle Schäden. Reklamieren Sie sichtbaren Verschleiß, etwaige Riefen oder Kontaktflächen mit Treibstoffen und Lösungsmitteln. Machen Sie Fotos bei unklaren Gegebenheiten. Beschädigungen können zu Undichtigkeit und damit zu einer Verringerung der Lebensdauer führen.

Da eingebaute Erdwärmesonden nicht visuell überprüft werden können, ist es im Sinne der Qualitätssicherung notwendig, die eingebaute Erdwärmesonde auf Dichtheit zu überprüfen, bevor sie dem Bauherrn übergeben wird (siehe Abs. 4.1 unten).

4.2 Druckprüfungen

Jede Rohrleitung ist vor und nach der Verlegung einer Innendruckprüfung 3-mal zu unterziehen um die Dichtheit bzw. ordnungsgemäße Verlegung der Rohre, Formstücke, Verbindungen und weiterer Rohrleitungsteile sowie Hausanschlussleitungen sicherzustellen. Es empfiehlt sich daher auf folgende Punkte zu achten:

- Kontrolle des Druckprüfungszertifikates vom Lieferwerk
- Genaue und schnelle Messung der Dichtheit von Erdwärmesonden vor dem Einbau
- Innendruckprüfung des Systems nach dem Einbau

Vor dem Einbau einer vertikalen Erdwärmesonde muss diese in horizontaler Lage oder vor der Abwicklung auf Dichtheit so wie die Erdwärmekollektoren (Abs. 4.2.1) geprüft werden

Polyethylen (PE)-Kunststoffrohre, wie sie für Erdwärmesonden verwendet werden, kriechen unter Belastung. Das heißt, auch in einer dichten Erdwärmesonde erniedrigt sich der Druck in der Sonde nach der Installation. Der Fülldruck fällt langsam ab. Dies macht eine Unterscheidung zu geringfügig lecken Erdwärmesonden sehr schwierig.

Kunststoffrohre werden häufig im Wasserleitungsbau eingesetzt und standardmäßig gemäß DIN V4279-7 auf Leckagen geprüft. Diese Druckprüfung ist für horizontale Rohrleitungen (z.B. Erdwärmekollektoren) ausgelegt und berücksichtigt das Kriechverhalten von Kunststoffrohren unter Druckbelastung, indem es die Kontraktion von PE Rohren bei einer plötzlichen Druckentlastung miteinbezieht. Bei den vertikal eingebauten Erdwärmesonden ist dieser Verfahren nur bedingt anwendbar. Daher muss die DIN V4279-7 für Vertikal eingebaute Erdwärmesonden ergänzt werden.

4.2.1 Druckprüfung für horizontale Erdwärmekollektoren

Die Druckprüfung besteht kurz beschrieben aus folgenden 3 Phasen:

- **Vorprüfung**

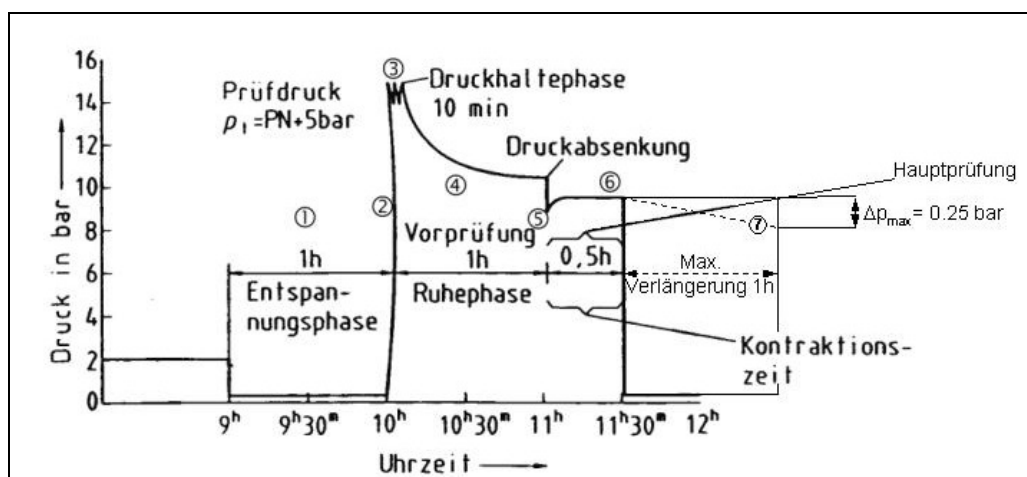
Bevor die Dichtheit einer horizontalen Leitung mittels des Kontraktionsverfahrens geprüft wird, ist eine Vorprüfung nötig. Die Vorprüfung spannt das Kunststoffmaterial entsprechend vor, damit bei der Hauptprüfung mit ihrer plötzlichen Druckentlastung die Kontraktion stattfinden kann.

- **Hauptprüfung**

An die Vorprüfung schließt die Hauptprüfung an. Die durch den Vorprüfdruck entstandene Ausdehnung des Rohres lässt sich durch eine Druckabsenkung unterbrechen. Für diese Druckabsenkung wird Wasser abgelassen. Dieses abgelassene Wasser darf ein gewisses Wasservolumen nicht überschreiten, sonst muss angenommen werden, dass Luftblasen im System vorhanden sind, die das Resultat verfälschen würden. Darauf folgt eine halbe Stunde Wartezeit (Kontraktion).

- **Dichtheitsprüfung**

Das Verhalten des Rohres wird eine halbe Stunde beobachtet. Durch den reduzierten Druck zieht sich das Rohr zusammen (Kontraktionsphase). Das Volumen im Rohr wird kleiner, daher steigt der Innendruck an. Der Druck steigt zuerst schnell an und stabilisiert sich. Während 30 Minuten darf der erreichte Höchstwert nicht mehr unterschritten werden. Damit ist die Prüfung erfüllt. Bei kleiner werdendem Druck liegt hingegen eine Leckage vor und die Prüfung ist nicht erfüllt.



Schematische Darstellung der Druckprüfung bei Erdwärmekollektoren

Für Details siehe die DIN V4279-7 sowie den Schlussberichtes des Schweizerischen Bundesamts für Energie vom Dezember 2005 „Anpassung der DIN V 4279-7 für die Druckprüfung von Erdwärmesonden“.

4.2.2 Druckprüfung für vertikale Erdwärmesonden

Die Druckprüfung besteht kurz beschrieben aus folgenden Phasen:

- **Entspannungsphase**

Beim Einbau der Erdwärmesonde und beim Durchflusstest wird nur ein geringer Differenzdruck auf das Rohr aufgebracht. Auf die Entspannungsphase kann darum verzichtet werden, außer wenn nach einer Druckprüfung eine Nachprüfung gemacht werden muss.

- **Druckaufbauphase**

Druck aufbringen. Die Erdwärmesonde muss so schnell wie möglich auf 12 bar gebracht werden, d.h. diese Testphase darf 10 Minuten nicht überschreiten

- **Druckhaltephase**

Eventuell nachpumpen. Während 10 Minuten ist der Druck auf 12 bar zu halten. Mindestdruck während dieser Zeit 10 bar. Der Druck wird protokolliert.

- **Ruhezeit**

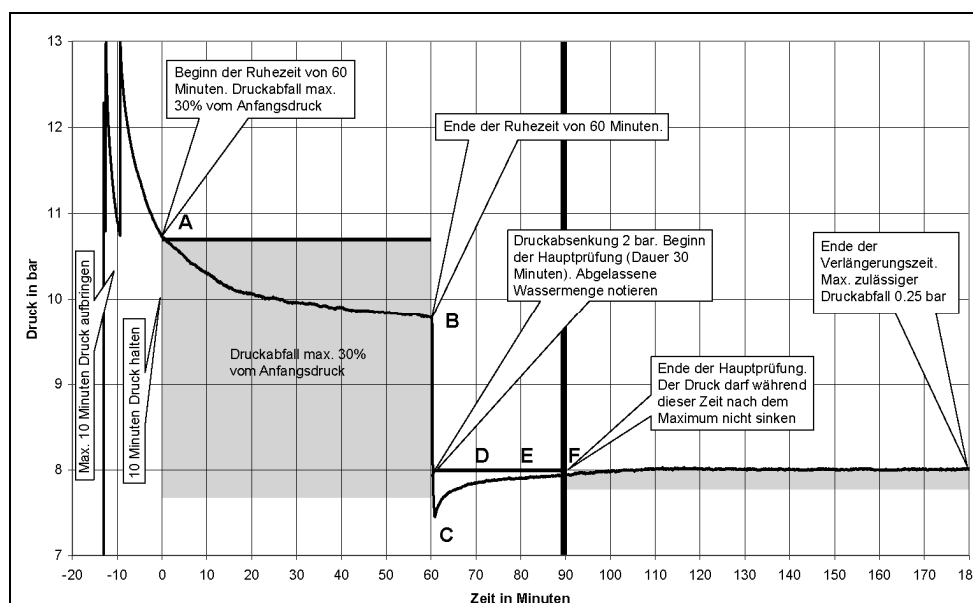
Je nach Messapparatur werden die Hähne zu den Erdwärmesonden geschlossen. Der Druck wird protokolliert. Der Druckabfall darf maximal 30% betragen.

- **Druckabsenkphase**

Für eine Druckabsenkung von 2 bar, Wasser ablassen. Die Menge und der Druck werden protokolliert. Die Menge darf nicht mehr sein, als in Tabelle 3 aufgeführt. Falls die Wassermenge größer ist, ist Luft im Kreislauf. Der Test muss inkl. Entspannungsphase wiederholt werden.

- **Kontraktionsphase**

Die Erdwärmesonde zieht sich zusammen. Der Druck steigt wieder an. Der Druck wird im 10 Minuten Rhythmus protokolliert. Der Druck darf in dieser Phase nicht abfallen, d.h. er sollte leicht ansteigen oder gleich bleiben. **Fällt er hingegen messbar ab, ist das System undicht.** In diesem Falle sind Prüfgerät und Verbindungen zuerst zu überprüfen.



Darstellung der Druckprüfung in Anlehnung an DIN V4279-7 für Erdwärmesonden

Für Details siehe die DIN V4279-7 sowie den Schlussberichtes des Schweizerischen Bundesamt für Energie vom Dezember 2005 „Anpassung der DIN V 4279-7 für die Druckprüfung von Erdwärmesonden“.

4.2.3 Protokolle der Druckprüfungen

Nach den Druck bzw. Dichtigkeitsprüfungen sind die Ergebnisse zu protokollieren gemäß Formular im Anhang.

5 Literatur- und Normenverzeichnis

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 1994. Wassergefährdende Flüssigkeiten: Wegleitung für die Wärmenutzung mit geschlossenen Erdwärmesonden.

Bundesamts für Energie BFE Anpassen der Druckprüfung nach DIN V 4279-7 für Erdwärmesonden aus Polyethylen Schlussbericht, Dezember 2005, Projekt: 100'916

DIN 4279. Teil 1 - Innendruckprüfung von Rohrleitungen für Wasser, Allgemeine Angaben.

DIN V 4279-7. Innendruckprüfung von Rohrleitungen für Wasser - Druckrohre aus Polyethylen geringer Dichte PE-LD, Druckrohre aus Polyethylen hoher Dichte PE-HD (PE 80 und PE 100), Druckrohre aus vernetztem Polyethylen PE-X, Druckrohre aus weichmacherfreien Polyvinylchlorid PVC-U..

DVS 2207-1 « Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen, Maschinen und Geräte für das Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln »

DVS 2208-1 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Maschinen und Geräte für das Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln

ISO 11357-6 Plastics - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 6: Determination of oxidation induction time (isothermal OIT) and oxidation induction temperature (dynamic OIT)

ISO 16770 Plastics - Determination of environmental stress cracking (ESC) of polyethylene - Full-notch creep test (FNCT)

ISO 6259-3 Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Part 3: Poly-olefin pipes

ÖNORM B 2538 Transport-, Versorgungs- und Anschlussleitungen von Wasserversorgungsanlagen - Ergänzende Bestimmungen zu ÖNORM EN 805

ÖNORM EN 12201 –Serie Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung - Polyethylen (PE)

ÖNORM EN 13244 –Serie Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erd- und oberirdisch verlegte Druckrohrleitungen für Brauchwasser, Entwässerung und Abwasser -Polyethylen (PE)

ÖNORM EN 805 Wasserversorgung - Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden

ÖNORM EN 806 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen ÖNORM B 2533 Koordination unterirdischer Einbauten - Planungsrichtlinien

ÖNORM EN ISO 6259-1 Rohre aus Thermoplasten - Bestimmung der Eigenschaften im Zugversuch - Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren

ÖNORM ENV 1046 Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohr-Systeme - Systeme außerhalb der Gebäudestruktur zum Transport von Wasser oder Abwasser - Verfahren zur ober- und unterirdischen Verlegung

ÖNORM ENV 12108 Kunststoff-Rohrleitungssysteme - Empfehlungen zum Einbau von Druckrohrleitungssystemen für die Versorgung innerhalb von Gebäuden mit Warm- und Kaltwasser, das für den menschlichen Gebrauch bestimmt ist.

ÖNORMEN ISO 1167-2 Rohre, Formstücke und Bauteilkombinationen aus thermoplastischen Kunststoffen für den Transport von Flüssigkeiten - Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen inneren Überdruck - Teil 2: Vorbereitung der Rohr-Probekörper

ÖNORMEN ISO 13477 Rohre aus Thermoplasten für den Transport von Flüssigkeiten - Bestimmung des Widerstandes gegen schnelle Rissfortpflanzung (RCP) - Laborprüfung (S4 Test)

ÖNORMEN ISO 13479 Rohre aus Polyolefinen für den Transport von Fluiden - Bestimmung des Widerstandes gegen Rissfortpflanzung - Prüfverfahren für langsames Risswachstum an gekerbten Rohren (Kerbprüfung)

ÖVGW/GRIS PW 406/1 Rohrleitungssysteme für Trinkwasser aus Polyethylen (PE 40, PE 80 und PE 100) für die Trinkwasserversorgung Teil 1: Rohre aus Polyethylen

ÖVGW/GRIS PW 406/3 Rohrleitungssysteme für Trinkwasser aus Polyethylen (PE 40, PE 80 und PE 100), Teil 3: Gebrauchstauglichkeit der Verbindungen von Rohrleitungen aus Polyethylen

PAS 1075 Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken: Abmessungen, Technische Anforderungen und Prüfung

Rohner, E., Rybach, L., Salton, M., 2000. Lebensdauer von Erdwärmesonden in Bezug auf Druckverhältnisse und Hinterfüllung. BFE Schlussbericht.

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), 1975. W4d - Richtlinien für die Planung, Projektierung sowie Bau, Betrieb und Unterhalt von Trinkwasserversorgungssystemen außerhalb von Gebäuden.

Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), SVGW-Zirkular 98-24d

SKZ HR 3:26 2009 Prüf- und Überwachungsbestimmungen. ErdwärmefüÙe, Rohre und Rohrleitungsteile aus Polyethylen PE 100 für Erdwärmeprodukte,

VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1 (Dez. 2000) und 2 (Sept. 2001) Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden

VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2 (Sept. 2001) Thermische Nutzung des Untergrundes Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

WIROPLAST MAUDERLI

Erdwärmerohre aus PE 100 RC

Technische Dokumentation

6 Anhang: Prüfprotokolle

Prüfzeugnis für eine geothermische Anlage

Anlage 3

Bauvorhaben:

Name, Vorname: _____

Straße: _____

PLZ, Ort: _____

Anzahl der Erdwärmesonden: _____

1. Prüftermin

Prüfort:

Herstellungsort

Prüfgegenstand:

Überprüfung der U-Rohr Schweißverbindungen nach DVS 2208, Teil 1 und VDI 4640, Blatt 2.

Datum

Prüfleiter

2. Prüftermin

Prüfort:

Baustelle

Prüfgegenstand:

Überprüfung der Schweißnahtverbindung zwischen Erdwärmesondenfuß und PE-HD Rohrleitung sowie eine zweite Überprüfung der U-Rohr Verbindung nach DVS 2208, Teil 1 und VDI 4640, Blatt 2.

Datum

Prüfleiter

3. Prüftermin

Prüfort:

Baustelle

Prüfgegenstand:

Überprüfung der kompletten, fertig installierten und mit Sole gefüllten Anlage nach DVS 2208, Teil 1 und VDI 4640, Blatt 2

Datum

Prüfleiter

VKR

 Verband Kunststoff-Rohre
und Rohrleitungsteile

 Druckprüfungsprotokoll für Wasserleitungen
aus PE nach W4 Ergänzung
(Ausgabe März 2007)

 Details sind der
W4 "Ergänzung"
zu entnehmen

Kontraktionsverfahren für Wasserleitungen aus PE bis dn 400 mm

 Objekt: _____
 Planer: _____
 Rohrverleger: _____
 Prüfstrecke von/bis: _____

Werkstoffwahl 1 - 4 Leitungsabschnitt	Werkstoffwahl? dn	di	Druckabsenkung PN	Länge	Druckabsenkung bar	Wasservol. ΔV_{zul} Liter
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Leitungsinhalt (gerundet)	0 Liter	gesamte Länge der Prüfstrecke:			_____	_____

Bestimmung des massgebenden Systembetriebsdruckes MDP:

 Systembetriebsdruck DP (ohne Druckstoss) _____ DP max. PN -2 bar = _____ bar
 Druckstoss berechnet Ja Nein, angenommen

 höchster Systembetriebsdruck $MDP_{a \text{ oder } c}$ (inkl. Druckstoss) _____ $MDP_a =$ _____ bar

für MDP mindestens 10 bar eingeben!

 massgebender Systembetriebsdruck $MDP_{a \text{ oder } c}$ (inkl. Druckstoss) _____ min. DP +2 bar _____ bar
 (zur Bestimmung des Systemprüfdruck STP)

 theoretischer Systemprüfdruck STP ($MDP_c + 1$, bzw. $MDP_a + 5$) _____ bar

theoretischer Systemprüfdruck STP (min. 1.1 x massgeb. MDP) _____ bar

massgebender Systemprüfdruck STP _____ bar

Vorprüfung max. zul. Druckabfall $\Delta p = 0.2 \cdot$ Prüfdruck STP = _____ = _____ bar

Hauptprüfung mit Entlüftungskontrolle $\Delta V_{ab} \leq \Delta V_{zul}$

 gemessene Wassermenge $\Delta V_{ab} =$ _____ Liter $\Delta V_{zul} =$ _____ Liter

Druckabfallprüfung (Entlüftungskontrolle) $\Delta V_{ab} \leq \Delta V_{zul}$ erfüllt nicht erfüllt

Prüfbeginn / Befüllung	Zeit	Druck	0	bar	10' nach Druckabsenkung	Zeit	Druck	bar
vor Druckaufbau	Zeit	Druck		bar	20' nach Druckabsenkung	Zeit	Druck	bar
nach Druckaufbau	Zeit	Druck		bar	30' nach Druckabsenkung	Zeit	Druck	bar
nach Druckhaltephase	Zeit	Druck		bar	60' (nur bei Verlängerung)	Zeit	Druck	bar
vor Druckabsenkung	Zeit	Druck		bar	90' (nur bei Verlängerung)	Zeit	Druck	bar
nach Druckabsenkung	Zeit	Druck		bar	Prüfungsende	Zeit	Druck	bar

Druckprüfung erfüllt nicht erfüllt

anwesende Personen/Funktion

 Copyright by VKR, Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile des Prüfers: _____ Tel.: 062/ 834 00 60
 Geschäftsstelle VKR _____ Fax: 062/ 834 00 61
 Schachenallee 29C, 5000 Aarau _____ www.vkr.ch

VKR

 Verband Kunststoff-Rohre
und Rohrleitungsteile

 Druckprüfungsprotokoll für Wasserleitungen
aus PE nach W4 Ergänzung
(Ausgabe März 2007)

Berechnung des zulässigen max. Wasservolumen ΔV_{zul}

$$\Delta V_g < \Delta V_{zul} \quad \Delta V_{zul} = 0.1 * f * \pi * ID^2 * L / 4 * \Delta p_g * (1 / K_w + ID / E_R / e)$$

- ΔV_{zul} maximal zulässiges Wasservolumen in ml
 f Ausgleichsfaktor für unvermeidliche Luftreste (f=1.05)
 ID Rohriinnendurchmesser in mm
 L Länge des Prüfabschnittes in m
 Δp_g gemessene Druckabsenkung in bar
 K_w Kompressionsmodul von Wasser = 2027 N/mm²
 E_R Elastizitätsmodul PE 80 = 800 N/mm² / PE 100 = 1200 N/mm²
 e Rohr-Wandstärke in mm (inkl. Korrekturfaktor für Toleranzwerte der Wanddicken)

zulässiges max. Wasservolumen ΔV_{zul} in ml pro Meter Leitungslänge

dn mm	PE 80 S-5, SDR 11	PE 80 S-3.2, SDR 7.4	PE 100 S-8, SDR 17	PE 100 S-5, SDR 11
32	1,29	0,98		1,28
40	1,96	1,54		1,95
50	3,12	2,41		3,10
63	4,98	3,94		4,95
75	7,28	5,53	8,30	7,22
90	10,43	8,07	12,01	10,35
110	15,70	11,98	18,02	15,57
125	20,20	15,61	23,76	20,04
140	25,60	19,50	29,81	25,39
160	33,17	25,61	38,93	32,90
180	42,13	32,55	49,26	41,79
200	52,17	40,01	60,81	51,74
225	65,96	50,77	76,96	65,41
250	81,95	62,80	95,90	81,27
280	103,04	78,85	120,17	102,17
315	130,31	99,79	151,94	129,22
355	165,88	127,21	192,81	164,48
400	210,54	161,25	246,02	208,76

Copyright by VKR, Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile

 Geschäftsstelle VKR
Schachenallee 29C
5000 Aarau

 Tel.: 062/ 834 00 60
Fax: 062/ 834 00 61
www.vkr.ch

Bohrunternehmen		Prüf- und Abnahmeprotokoll					
		Durchflusstest und Druckprüfung von Erdwärmesonden in Anlehnung an DIN V 4279-7					
Objekt							
Bauleitung		Seite Nr.					
Umfang der Arbeiten							
Erdwärmesonde Nr.							
Fabrikationsnummer							
Länge [m]							
Durchmesser aussen/ Wandstärke [mm]							
Zuleitung ja/nein Y-Formstück ja/nein		Y:		Y:			
ø [mm], einfache Länge [m] Zuleitung (Grabenlänge)		L=		L=			
Durchflussprüfung							
Prüfdatum, Zeit							
		Kreis 1	Kreis 2	Zuleitung mit Y	Kreis 1	Kreis 2	Zuleitung mit Y
Wasserdurchflussmenge [l/Min]							
Druck EWS Eintritt [bar]							
Druck EWS Austritt [bar]							
Differenzdruck [bar]							
Bedingung erfüllt ja/nein							
EWS gespült ja/nein							
Temperatur EWS am EWS Anfang ¹⁾							
Temperatur EWS max. [°C] (nach halber Spüldauer) ¹⁾							
Druckprüfung nach DIN V 4279-7 (siehe Grafik)							
Prüfdatum / Zeit / mit Y-Formstück ja/nein							
		Dauer	Zeit	EWS	Dauer	Zeit	EWS
1	Nachprüfung (ja/nein) Ruhezeit 60 Minuten	60 Min			60 Min		
2	Prüfdruck aufbringen (12 bar ± 1 bar)	<10 Min	-10 Min		<10 Min	-10 Min	
3	Druckhaltephase (Min. 10 bar) (A)	10 Min	0 Min		10 Min	0 Min	
4	Ruhezeit Druckabfall max. 30% ab Anfang Ruhezeit (B)	60 Min	60 Min		60 Min	60 Min	
5	Druck um 2 bar reduzieren (C)						
	Menge des abgelassenen Wassers in Liter						
6	Hauptprüfung (Dauer 30 Minuten) (D)	10 Min	70 Min		10 Min	70 Min	
	(E)	10 Min	80 Min		10 Min	80 Min	
	(F)	10 Min	90 Min		10 Min	90 Min	
Bedingung erfüllt (ja/nein)							
Injektion (Standard 100kg Bentonit 200 kg Zement, 900 kg Wasser)		Bent.	Zement	Wasser	Bent.	Zement	Wasser
Bentonit / Zement / Wasser in Liter resp. Kg oder Fertigmischung, Fabrikat, Wasser pro 100 kg							
Bis UKT verfüllt ja/nein bei nein Meter UKT			Meter UKT			Meter UKT	
Abnahme		Bauherr oder Vertreter			Geräteführer		
Ort und Datum							

¹⁾ optional, gehört nicht zum Test

