

Ordnungsgemäßes Befüllen einer Erdwärmesondenanlage

Das Füllen mit Frostschutz von EWS-Anlagen ist ein oft unterschätzter Faktor, der bei fehlerhafter Beimischung zu einer Minderleistung der Anlage und im Extremfall sogar zu einem Totalausfall bzw. zu einem Schaden an der Wärmepumpe führen kann.

Auftretende Problematiken sind:

- **Ungenügend durchmischte Soleflüssigkeit**

Auch bei richtiger Berechnung der erforderlichen Frostschutzmenge besteht die Gefahr, dass bei einer Beimischung ohne geeignete Mischvorrichtung, also durch direkte Einbringung einzelne Sonden durch die vorhandene Zähflüssigkeit des Konzentrats regelrecht verstopfen und somit nicht mehr durchströmt werden. Dies bedeutet, dass in den restlichen Sonden des Systems mehr oder wenig nur Wasser zirkuliert. Dies kann deshalb bereits bei der Inbetriebnahme der Wärmepumpe gefrieren und unter Umständen sogar den Verdampfer der Wärmepumpe zerstören.

- **Zu hohe bzw. zu geringe Solekonzentration**

Wird keine geeignete Mischvorrichtung verwendet, mit der das erforderliche Gemisch in der richtigen, erforderlichen Konzentration hergestellt werden kann, kann es zu einer zu hohen, aber auch zu einer zu geringen Solekonzentration kommen.

Bei einer zu hohen Konzentration bringt die Wärmepumpe eine Minderleistung und einen schlechteren Wirkungsgrad. Es kann unter Umständen auch die Umwälzpumpe überhitzen.

Eine zu tiefe Konzentration (< 20%) kann Korrosions- und Frostschäden hervorrufen.

- **Verunreinigungen im Solekreislauf**

Beim dem Befüllen der Sonden ist darauf zu achten, dass nur sauberes Wasser eingefüllt wird. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass beim Einbau der Sonden durch Unachtsamkeit auch Schmutz und / bzw. Sand in die Sonden gelangen können. Diese Fremdkörper können sowohl bei der Umwälzpumpe, als auch bei dem Verdampfer der Wärmepumpe zu Schäden führen. Deshalb ist es unerlässlich, die Sonden zunächst vor der Inbetriebnahme mit ausreichendem Volumenstrom durchzuspülen!

Ein ½" KFE-Hahn am Verteiler bringt hier in der Regel nicht den erforderlichen Volumenstrom, um z.B. Schmutz- und Sandpartikel sicher aus dem System zu spülen.

- **Restluft im System**

Befindet sich noch Restluft im System, dann wirkt sich dies auf den Wirkungsgrad der Anlage aus.

Insbesondere ist hier die Vorlaufleitung zu betrachten, dass hier die Luft nicht mittels der Strömung in Richtung Verteiler transportiert wird.

Beim Füllen bzw. Beimischen des erforderlichen Frostschutzes sind generell folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Das Gemisch muss sauber und frei von Fremdpartikeln sein
- Das Gemisch muss richtige Konzentration besitzen
- Das Gemisch muss als homogene Mischung im System zirkulieren
- Das System muss „luftfrei“ gespült werden.

Dies kann nur gewährleistet werden, wenn folgende Randparameter erfüllt sind:

- a) Die Beimischungsmenge richtig berechnet wurde.
- b) Das Beimischen mittels geeigneter Füll- und Mischvorrichtung durchgeführt wird
- c) Das Beimischen über einen ausreichend dimensionierten Anschluss erfolgt (Idealerweise am Soleverteiler, der den Hochpunkt der Außenanlage darstellt.)
- d) Die Anlage vor Inbetriebnahme in beide Richtungen durchströmt wurde, um die „Restluft“ auszuspülen.

Um diese Gefahren zu vermeiden, empfiehlt es sich, wie in der VDI gefordert, fertige Solemischungen einzusetzen. Hier ist bei der Bestellung unbedingt auf die Angabe der gewünschten bzw. erforderlichen Sole-Konzentration zu achten.

Wird, wie empfohlen eine fertige Solemischung eingesetzt, dann sollte diese, nach dem Anschluss der Außenanlage (z.B. Sonden, Zuleitung und Verteiler) an die Wärmepumpe, über den Verteiler, der den Hochpunkt der Anlage darstellt, eingefüllt werden.

Hierzu sind folgende Dinge erforderlich:

- Ausreichend dimensionierter Befüll-Anschluss am Verteiler, um sicher den Schmutz zu 100% aus dem System ausspülen zu können.
- Geeignete Vorrichtung zum Spülen und Befüllen der Anlage, welche die Aufgabe des ordnungsgemäßen Spülens und der sicheren Befüllung erfüllt.

Arbeitsschritte beim Befüllen von EWS Anlagen:

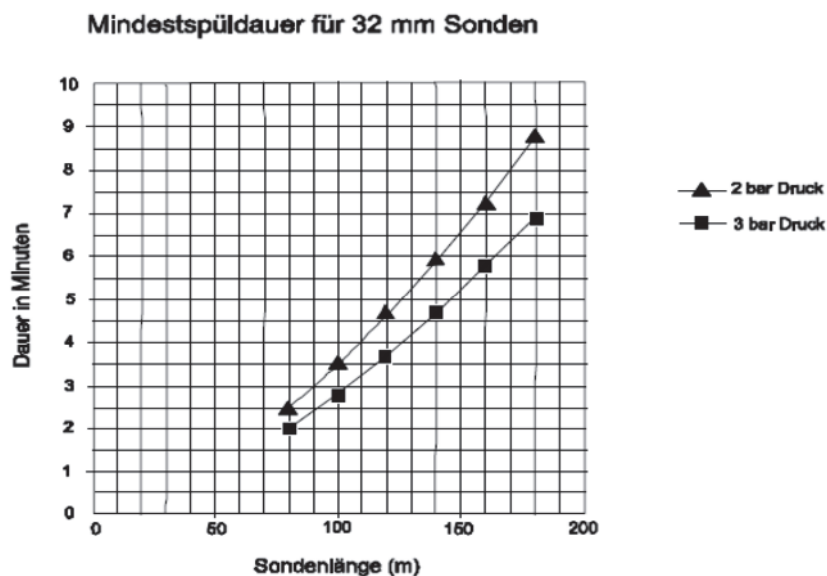
1) Spülen der Leitungen und Sonden

Bevor die Umwälzpumpe der Wärmepumpe aktiviert wird, müssen die Sonden, die Zuleitungen, die Umwälzpumpe des Erdwärmesondenkreises und der Verdampfer gespült werden. Nur so kann gewährleistet werden, dass das System frei von Verunreinigungen (Schweißperlen, Sand, Steinchen und sonstigem Schmutz) ist.

Hierbei sollte man wie folgt vorgehen:

- Mit sauberem, gefiltertem Leitungswasser wird mit Druck zuerst die Umwälzpumpe des Erdwärmesondenkreises gespült. Hier sind zunächst alle Sondenvor- und Rückläufe zu schließen, damit dass in den Zuleitungen befindliche Wasser mit seinen Verunreinigungen komplett ausgespült werden kann.
- Anschließend wird jeder Kreis der Erdwärmesonden, beim Einsatz von Rohrzusammenführungen jede Sonde, einzeln gespült. Mit 2 bar Druck muss z.B. eine 140 Meter lange $\varnothing$ 32 mm Sonde mindestens 6 Minuten gespült werden.
- Das folgende Diagramm zeigt, wie lange, abhängig von den Sondenrohrdurchmesser und dessen Länge gespült ungefähr werden muss.

Diagramm



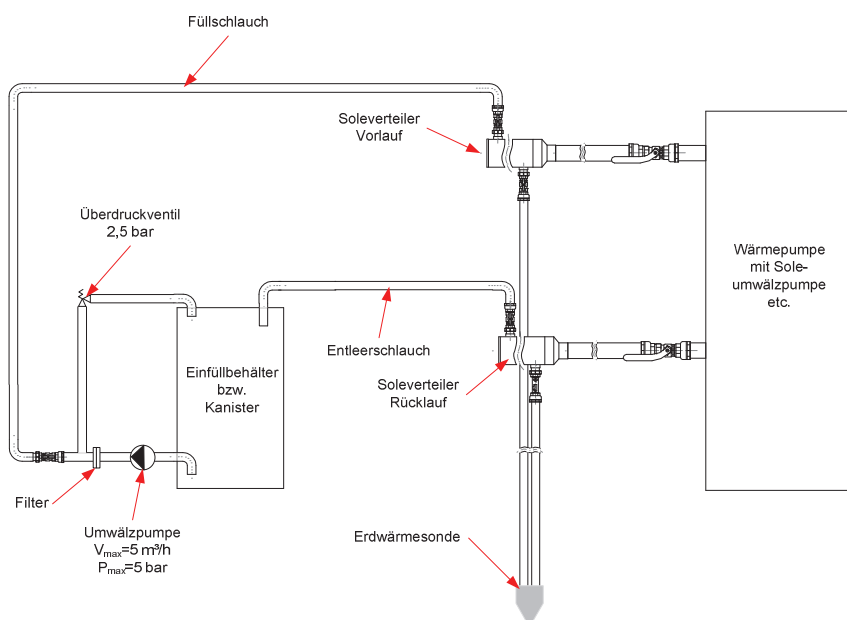
Quelle: Technische Merkblätter AWP – T5 Füllen von Erdwärmesondenanlagen (2007).

2) Einbringung des erforderlichen Sole-/Wassergemisches

Nachdem die einzelnen Leitungsabschnitte und Sonden gespült sind, ist die ganze Anlage mit sauberem Leitungswasser gefüllt. Nun gilt es, das System und sein Sole/Wasser Gemisch auf die erforderliche Konzentration zu bringen.

Mittels Fertigmischung

Schema einer geeigneten Spül-, Füll- bzw. Beimisch-Vorrichtung für Fertigmischungen



Beispiel einer Mischvorrichtung für Fertigmischungen (Bildquelle ZUWA-Zumpe GmbH)

Vorgehensweise:

- 1) Als erster Schritt ist die benötigte Fertiggemischmenge zu ermitteln. Hierzu ist der Inhalt der Leitungen (Sonde, Anbindung und Verteiler zu ermitteln. Nach der nebenstehenden Tabelle und der jeweiligen Leitungslänge ist dies einfach zu ermitteln.

Beispiel für die Berechnung der erforderlichen Gemischmenge:

Duplex-EWS D_A32 mit der Länge von 100 m.

Gemäß der nebenstehenden Tabelle hat ein Strang (Kreis) einer Duplex-EWS 2 x 100 m x 0,531 l/m = 106,7 Liter Inhalt

Eine Duplex-EWS D_A32 hat somit insgesamt 2 x 106,7 = 213,4 Liter Inhalt.

Rohrdurchmesser [mm]	Volumen [l / m]
D _A 25 (DI=20,4)	0,327
D _A 32 (DI=26,2)	0,541
D _A 40 (DI=32,6)	0,836
D _A 50 (DI=44,0)	1,522
D _A 63 (DI=55,4)	2,413
D _A 75 (DI=66,0)	3,425
D _A 90 (DI=79,2)	4,932
D _A 110 (DI=96,8)	7,367
D _A 160 (DI=141)	15,631

Quelle: Technische Merkblätter AWP – T5 Füllen von Erdwärmesondenanlagen (2007).

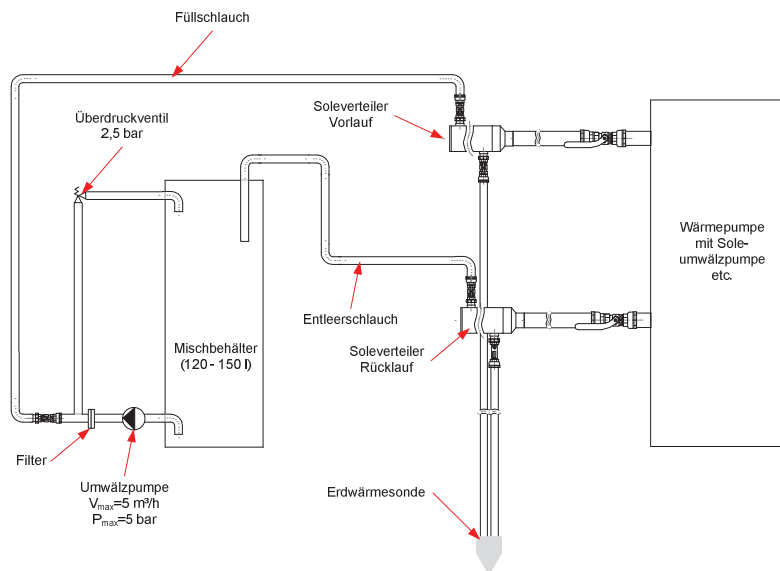
Entsprechend sind auch die Volumen der Zuleitungen und des Verteilers zu ermitteln.

- 2) Nachdem die ausreichende Menge an Gemisch vorhanden ist, werden die einzelnen Schläuche der Füll- und Spülvorrichtung an den Verteiler angeschlossen.
- 3) Absperrarmatur zur Wärmepumpe (Verdampfer) und zu den einzelnen Sondenanschlüssen schließen.
Achtung: Bei der ersten Sonde muss das Volumen des Verteilers zusätzlich berücksichtigt werden. Man sollte mit der Sonde beginnen, die am weitesten vom Einfüllstutzen entfernt ist.
- 4) Einfüllbehälter füllen bzw. Fertiggemisch-Kanister anschließen.
- 5) Die Absperrorgane eines Stranges öffnen. (Beim Einsatz von RZF werden hiermit beide Stränge der Sonde frei geschaltet)
- 6) Einfüllpumpe anschalten.
- 7) Aus dem Entleerungsschlauch ist nun das überflüssige Leitungswasser in den Abfluss abzuleiten. Hier empfiehlt es sich, über einen Zwischenbehälter das Wasser abzulassen, um einen ungewünschten Austritt der Sole in den Abwasserkanal sicher zu verhindern (Umweltschutz).
- 8) Sobald das eingefüllte Gemisch aus dem Entleerungsschlauch austritt, ist der befüllte Anlagenteil mit der richtigen Gemischkonzentration befüllt. Nun den Entleerungsschlauch in den Einfüllbehälter führen und das Gemisch noch mal 1-2 Minuten zirkulieren lassen.
- 9) Die vorangegangenen Schritte für jeden Kreis wiederholen.
- 10) Wenn alle Sonden gefüllt sind, muss die Anbindung zur Wärmepumpe (Verdampfer und die EWS-Umwälzpumpe) gefüllt werden. Dazu werden alle Sondenabsperrungen geschlossen und die Armaturen in Richtung Wärmepumpe (Vor- und Rücklauf) geöffnet. Nun ist das benötigte Volumen an Gemisch, wie oben beschrieben einzubringen.

Mittels Mischung vor Ort

Eine Mischung des Sole / Wasser Gemisches vor Ort erfordert besondere Sorgfalt, da die Solekonzentration einen erheblichen Einfluss auf die Effizienz der Anlage haben kann.

Schema einer geeigneten Spül-, Füll- bzw. Beimischvorrichtung bei Selbstmischung



Beispiel einer Mischvorrichtung für Mischen und Einstellen der Glykol Konzentration auf der Baustelle (Bildquelle ZUWA-Zumpe GmbH)

Vorgehensweise:

Ausgehen davon, dass ein Frostschutzmittel als 100% Konzentrat beigemischt wird und eine 25% Beimischung gefordert ist, muss wie folgt vorgegangen werden.

1) Berechnung des in der Sonde vorhandenen Volumens

Beispiel:

Duplex-EWS D_A32 mit der Länge von 100 m.

Gemäß der nebenstehenden Tabelle hat ein **Strang (Kreis)** einer Duplex-EWS

$2 \times 100 \text{ m} \times 0,531 \text{ l/m} = 106,7 \text{ Liter Inhalt}$

-> dadurch ergibt sich ein Anteil der erforderlichen beizumischenden 100%igen Soleflüssigkeit:

$25\% \text{ von } 106,7 \text{ l} = 26,55 \text{ Liter}$

Rohrdurchmesser [mm]	Volumen [l / m]
D _A 25 (DI=20,4)	0,327
D _A 32 (DI=26,2)	0,541
D _A 40 (DI=32,6)	0,836
D _A 50 (DI=44,0)	1,522
D _A 63 (DI=55,4)	2,413
D _A 75 (DI=66,0)	3,425
D _A 90 (DI=79,2)	4,932
D _A 110 (DI=96,8)	7,367
D _A 160 (DI=141)	15,631

Quelle: Technische Merkblätter AWP – T5
Füllen von Erdwärmesondenanlagen (2007).

Achtung: Bei einer mittels einer Rohrzusammenführung zusammengeführten Duplex-Sonde verdoppelt sich der Wert und das Volumen der Zuleitung muss in seiner ausgeführten Dimension berücksichtigt werden. Handelt es sich um größere Anlagen, dann ist das Sammlerrohr des Verteilers bezüglich des Gesamtvolumens bei der ersten Sonde mitzurechnen!

2) Beimischen des Frostschutzes um gewünschte Konzentration zu erreichen

- Damit sich das Konzentrat im Mischbehälter vermischen kann, muss 40 Liter Gemisch zusätzlich ins Fass geleert werden (10 Liter Konzentrat und 30 Liter Wasser). Am Mischbehälter sind als Hilfe eine Volumenmarkierungen anzubringen.
- Nun die oben errechneten 26,55 Liter Konzentrat in den Mischbehälter zugeben (Volumenmarkierungen am Behälter anbringen!)
- Nun die Absperrarmatur zur Wärmepumpe (Verdampfer) und zu den einzelnen Sondenanschlüssen schließen.
- Die Absperrorgane eines Stranges öffnen. (Beim Einsatz von RZF werden hiermit beide Stränge der Sonde frei geschaltet)
- Den Entleerungsschlauch aus dem Mischbehälter nehmen und in einen Abfluss legen
- Nachdem die Vorbereitungen abgeschlossen sind kann die Füllpumpe einschaltet werden. Wenn nur noch die zusätzlich angemischten 40 Liter im Mischbehälter sind (Hierfür wurde die Markierung angebracht) ist die Pumpe abzuschalten. Aus dem Entleerungsschlauch ist nun das überflüssige Leitungswasser in den Abfluss abgeleitet worden.

- g) Nun ist der Entleerungsschlauch wieder in den Mischbehälter zu führen und danach wird die Füllpumpe erneut einschaltet, um die Sole optimal zu vermischen.

Die Mischzeit sollte ca. die 5-6-fache der Spülzeit betragen.

- h) Nachdem das Gemisch wunschgemäß hergestellt wurde wird die Absperrarmatur im Entleerungsschlauch und anschließend der Strang am Erdwärmesondenverteiler geschlossen.

Das Überdruckventil (2.5 bar) sorgt nun dafür, dass das überflüssige Gemisch zurück in den Mischbehälter fließt. Anschließend wird die Füllpumpe abgeschaltet. Im Mischbehälter sind nun noch annähernd 40 Liter, da ein Teil des zusätzlichen Gemisches durch die Expansion der Sonden aufgenommen wurde.

Liegen relativ langen Sonden und eine schlechter Mischung vor, dann spricht das Überdruckventil beim Mischbehälter an und intensiviert damit das Mischen.

Um die Beimischung für den nächsten Kreis vorzubereiten muss nun die Mischung im Behälter wieder auf exakt 40 Liter (Markierung am Mischbehälter!) ergänzt werden.

Für den zweiten und die weiteren Kreise der EWS-Sonden (Einzelanbindung bzw. Sonden bei Verwendung einer RZF beachten!) wird die Mischung analog Punkt 2 vorbereiten und die Punkte 2-8 durchführen.

Wenn alle Sonden gefüllt sind, muss die Anbindung zur Wärmepumpe (Verdampfer und die EWS-Umwälzpumpe) gefüllt werden. Dazu werden alle Sondenabsperungen geschlossen und die Armaturen in Richtung Wärmepumpe (Vor- und Rücklauf) geöffnet.

Hierbei ist zu überprüfen, ob die verbliebenen 40 Liter im Mischfass ausreichen, um die Anbindeleitung und die Komponenten der Wärmepumpe (Expansionsgefäß) zu füllen.

Gegebenenfalls ist die Gemischmenge anzupassen.

Sorgfältig ist nun über den die Absperrarmatur am Füllschlauch der Rest des Gemisches in das System einzubringen.

Der Entleerungsschlauch wird wieder aus dem Mischbehälter entnommen und das in der Anbindung verbliebene Wasser wird abgeleitet. Sobald am Entleerungsschlauch Glykol Gemisch austritt (Farbänderung) schließt man die Absperrarmatur und führt den Füllschlauch wieder in den Mischbehälter und lässt das Gemisch 1-2 Minuten zirkulieren.

3) Ausspülen der Restluft in der Vorlaufleitung

Durch die Spülung und Befüllung in „Arbeitsrichtung“ ist sichergestellt, dass die Luft weitestgehend aus den Rücklaufleitungen entfernt ist. Die Vorlaufleitung kann aber, insbesondere, wenn leicht Hochpunkte in der Leitung vorhanden sind, noch Luft enthalten. Um diese auch auszuspülen, empfiehlt es sich die Spül- und Befüllanlage nochmals in entgegen gesetzte Richtung anzuschließen. (Durchströmungsrichtung: Rücklauf nach Vorlauf).

Vorgehensweise:

- 1) Pumpe abschalten.
- 2) Den Füllschlauch auf den Rücklaufanschluss und den Entleerungsschlauch am Vorlaufanschluss anbringen.
- 3) Die Sondenkreisläufe nacheinander einzeln 2-3 Minuten zirkulieren lassen.

Anschließend lässt man über den Pumpendruck das Expansionsgefäß auffüllen (2,5 bar).

Damit ist die Anlage nun luftfrei, schmutzfrei, mit der korrekten Solekonzentration und auf korrekten Betriebsdruck gefüllt und kann somit ordnungsgemäß betrieben werden.

Quellennachweis: Erstellt in Anlehnung an Technische Merkblätter AWP – T5 Füllen von Erdwärmesondenanlagen (2007).
NRTEC GmbH – Hubert Graf (2016)