

Betrachtungen
zur
Alterung und
Lebensdauer
von
PE-Rohren
für
Erdsonden und
Erdkollektoren

von

Dipl.-Ing. Jürgen Bonin

Umwelt & Technik

Peldenhofweg 4, 46509 Xanten

☎ 02801 / 70 65 - 60

☎ 02801 / 70 65 - 61

www.umweltundtechnik.de

Inhalt

	Seite
Vorabbemerkungen	1
Betrachtungen zur Alterung von PE-Rohren	2
Einflüsse von UV-Bestrahlung auf PE-Rohre	2
Mechanische Beschädigungen	3
Alterung / Schädigung durch unerwartete Temperaturänderungen im Untergrund	6
Schlussbetrachtungen	7
Quellenhinweise	8

Vorabbemerkungen

Vorab möchte ich betonen, dass mein Herz für Wärmepumpen schlägt. Ich selber beheize unser Lehmhaus nur mit Wasser (Hydrothermie) und Sonne und bin ein begeisterter Befürworter von Wärmepumpen. Weil ich mich viel mit Wärmepumpen beschäftige erfand ich 2009 den verbesserten Grundwasserschutz den ich **Geo-Protector®** nenne.



Anlässlich der kontroversen Diskussionen zum Nutzen oder nicht Nutzen des **Geo-Protectors®**, verfasse ich eine weitere Betrachtung zur Lebensdauer von PE-Rohren für Erdsonden oder Erdkollektoren. Damit verbinde ich den Wunsch die Notwendigkeit zur Verbesserung des Grundwasserschutzes bei Wärmepumpen zu erkennen.

Aus der Sicht der Geologen erfahre ich immer wieder gute Resonanzen. Von ihnen wird der verbesserte Grundwasserschutz stets begrüßt. Ich zitiere Prof. Dr. Stefan Wohnlich von der RUB (Ruhr Universität Bochum): „Wir suchen schon seit langem nach einer Lösung für dieses Problem und Sie präsentieren uns dies auf ein Silbertablett...“. Hätte er dies gesagt, wenn es keine Probleme gäbe? Im Anschluss daran machten wir zusammen ein Forschungsprojekt mit exzellenten Ergebnissen.

Ganz anders ist das Verhalten der meisten Hersteller sowie Vertreter der Wärmepumpenindustrie. Hier werden die Probleme vehement heruntergespielt, ja sogar geleugnet, dass es überhaupt solche Fälle gibt. Weiterhin verweise ich auf die Publikation von J.-M. Rogg „Wasserschutz adieu.“ Darin sieht er die Gefahr der Altlasten von morgen bei Wärmepumpenanlagen mit Erdsonden, bzw. Erdkollektoren. Da stellt sich die Frage: „Ist das wirklich so oder wird übertrieben?“

Nachfolgende Betrachtungen sollen Antworten auf dies Frage geben.

Weiterhin steht dann die Frage im Raum: „Wie gehen Betreiber damit um?“

Der Verfasser, Jürgen Bonin

Betrachtungen zur Alterung von PE-Rohren

Die vorherrschende Meinung ist, dass PE-Rohre extrem langlebig sind. Ist das wirklich so?

Diese Frage kann mit „Ja“ beantwortet werden, woran aber folgende Bedingungen geknüpft sind:

1. Die PE-Rohre sind so zu lagern, dass sie keine mechanischen Beschädigungen erfahren.
2. Die PE-Rohre sind so zu lagern, dass sie keine UV-Bestrahlung ausgesetzt werden.
3. Die PE-Rohre sind so einzubauen, dass sie nicht mechanisch beschädigt werden.
4. Die Erdsonden / Erdkollektoren (oder andere) sind so zu dimensionieren, dass das umgebende Material nicht gefrieren kann.

An dieser Stelle sind folgende Fragen berechtigt:

- Sind diese Voraussetzungen immer erfüllt?
- Gibt es eine Möglichkeit dies zu überprüfen?

An dieser Stelle wird bereits deutlich, dass die Lagerung und der Umgang bei Einbau der PE-Rohre bereits im Vorfeld erhebliche Einflüsse auf die Lebensdauer haben können.

Weiterhin können unerwartete Temperaturänderungen die Lebensdauer von PE-Rohren beeinflussen.

Einflüsse von UV-Bestrahlung auf PE-Rohre

Eine UV-Bestrahlung während der Lagerung und die damit verbundenen Einwirkung von Wärme kann zur Alterung des Materials führen. Dazu ist die Bestrahlungsdauer und Intensität von Bedeutung. Weil die Energiegewinnung mittels Erdwärmesonden eine relativ junge Technologie ist gibt es hinsichtlich Beständigkeit, Materialschäden und Rückbau bzw. Außerbetriebnahme noch wenig Erfahrungswerte. Die Betriebsdauer ist in der Regel auf mindestens 20 bis 30 Jahre ausgelegt. – Quelle: Informationen aus den Bund- / Länder-Arbeitsgruppen der staatlichen geologischen Dienste – Wiesbaden 2011.

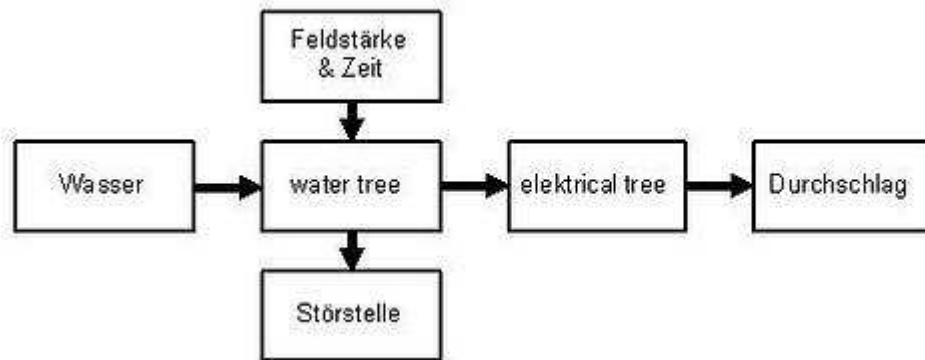
Dieser Einfluss unterliegt allein dem menschlichen Einfluss durch das Handling des Materials.

Mechanische Beschädigungen

PE-Rohre können bei der Lagerung, beim Transport sowie auch bei der Verarbeitung und beim Einbau mechanisch mehr oder weniger beschädigt werden. Mechanischen Beschädigungen, insbesondere Einkerbungen oder oberflächennahe Riefen können zu Rissbildungen führen. Mechanische Beschädigungen sind beim Handling sowie beim Einbau nie ganz auszuschließen. Damit ist immer zu rechnen. Wie sind daraus resultierende Leckagen durch Alterung erklärbar?

Aus der Elektrotechnik ist bekannt, dass dies bei Kabel mit Isolierung aus PE / VPE nicht der Fall ist. Warum sollte dies also bei Erdsonden / Erdkollektoren anders sein?

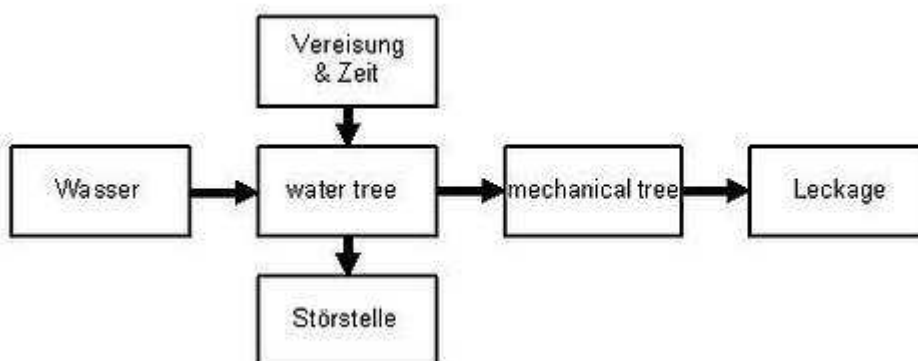
Bei Elektrokabel entstehen sogenannte „water trees“. Beim Einbau von Erdkabeln (gleiches gilt für Erdsonden / Erdkollektoren) kommt es zwangsläufig zu mechanischen Beschädigungen an der Oberfläche in Form von Kratzern. Das scheint zunächst harmlos, ist es aber überhaupt nicht. Aus der Elektrotechnik ist seit vielen Jahren der Alterungsprozess von PE/VPE-Ummantelungen von Erdkabeln bekannt – vergl. FH Regensburg: „Praktikum Hochspannungstechnik“.



water tree bei Erdkabel

Als „Water trees“ werden diese, durch Störstellen verursachte, Beschädigung bezeichnet, weil sie sich verästeln und quasi wachsen – wie ein Baum. Eindringendes Wasser vergrößert, bedingt durch das elektrische Feld, die Störstelle allmählich immer mehr. Die sich ausbreitende Störstelle wird dann auch als „electrical tree“ bezeichnet. Erreicht der Wasserbaum = Elektrobaum eine gewisse Größe, kommt es zum Durchbruch und somit zum elektrischen Durchschlag = Erdschluss. Das Kabel ist zerstört.

Dieser Vorgang kann auf Erdsonden / Erdkollektoren aus PE wie folgt übertragen werden:



water tree PE-Rohr

In die beim Einbau der PE-Rohre entstandene Störstellen (Riefen) kann Wasser eindringen. Gefriert in der Heizperiode das die PE-Rohre umschließende oder befindliche Wasser, dehnt sich das gefrierende Wasser (Eis) aus. Dadurch kann das sich ausdehnende Eis die Störstelle vergrößern (mechanical tree). Durch die immer wiederkehrende Wiederholung dieses Vorganges kann sich die Störstelle im Laufe der Zeit soweit ausdehnen, dass es letztendlich nach vielen Jahren zu einer Leckage führt. Dazu kommt die statische Druckdifferenz innerhalb der Erdsonden zum Außendruck (in Abhängigkeit vom Grundwasserspiegel). Dieser kann die Bildung der Leckage begünstigen.

Dazu kennt der Verfasser aus seiner Praxis ein Beispiel:

2012 erhielt er per Mail folgende Anfrage:

BETREFF Erdkollector Wärmepumpe

Sehr geehrte Damen und Herren, unsere Wärmepumpe ist 30 Jahre alt. In den letzten Jahre gehen so nach und nach meine Außenkreise kaputt, sie werden undicht. Es ist ein PE-Rohr und ich dachte dies hält "ewig". Wir haben vor 2. Jahren eine neue Pumpe gekauft eine Vaillant geotherm 171/2. Gibt es eine Möglichkeit den Erdkollector wieder zu ertüchtigen oder was mach ich nun mit meiner Wärmepumpe. Hier ist guter Rat teuer. Über eine Antwort wäre ich sehr erfreut.

ANFRAGE Mit freundlichem Gruß

... auf die er wie folgt antwortete:

Page 1 of 2

Jürgen Bonin

Von: Jürgen Bonin [bonin@umweltundtechnik.de]

Gesendet: Samstag, 4. August 2012 14:58

An: [REDACTED]

Betreff: Erdkollector Wärmepumpe

Anlagen: image001.png

Guten Tag Herr [REDACTED],

vielen Dank für Ihre e-mail, die ich Ihnen gerne beantworte.

Zunächst kann ich bestätigen, dass gerne behauptet wird, dass PE-Rohre „ewig“ halten.
Doch Fakt ist, dass nichts, was von Menschenhand geschaffen wurde / wird „ewig“ hält – auch keine PE-Rohre.
PE-Rohre sind zwar sehr langlebig, doch wie Ihr Fall wieder zeigt, nicht für Ewigkeit geschaffen.

Nun, was könnten die Ursachen sein?
Ich denke dabei an folgende Möglichkeiten:

...

Und was kann man dagegen tun?

Ja, hier ist guter Rat in der Tat teuer. Ich teile Ihnen dies ungern mit, aber die einzige Möglichkeit, die ich hier sehe ist ein neuer, ordnungsgemäß dimensionierter Erdkollector.

Nun habe ich ein kleines Anliegen an Sie:

Ich habe 2009 eine Erfindung gemacht und diese zum Patent angemeldet, die genau dieses Problem betrifft.

D.h. dass das Grundwasser durch austretendes Glykol mehr geschützt wird – siehe

<http://www.umweltundtechnik.de/index.php?id=246>.

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, die dies verhindern sollen.

04.08.2012

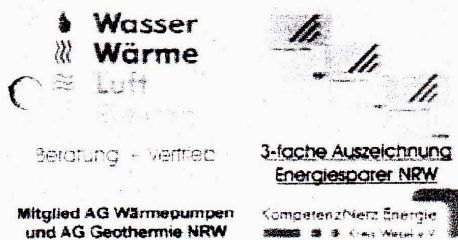
Das ist bisher in VDI 4640, sowie in DIN 8902 und einigen anderen Richtlinien und kommunalen Vorgaben geregelt. Hier ist bisher vorgegeben, dass eine Wärmepumpe bei Unterschreiten eines Mindestdruckes abschaltet. Diese Vorkehrungen müssten auch bei Ihnen vorhanden sein. Meine Erfindung (Geo-Protector) ist jedoch weitreichender. Sie verhindert, dass im Falle einer Leckage größeren Mengen Glykol ins Erdreich gelangen, was bisher nicht der Fall ist. Hier habe ich derzeit große Schwierigkeiten, für meine Erfindung die entsprechende Akzeptanz zu bekommen. Dabei könnte es sehr hilfreich sein, wenn ich Ihren Fall publik machen dürfte. D.h. beim VDI- sowie beim DIN-Ausschuss sowie bei meinem Professor RUB Ruhr-Uni Bochum, der mein Forschungsprojekt begleitete. Das bedarf jedoch Ihrer Zustimmung.

Über eine gegenseitige Kooperation wäre ich Ihnen sehr dankbar.

Es grüßt Sie freundlich

Dipl.-Ing. J. Bonin

Umwelt & Technik



Reidenhofweg 4, 46509 Xanten

☎ 0 28 01 / 70 65 60. ☎ 0 28 01 / 70 65 61

Homepage: www.umweltundtechnik.de

Herzlich willkommen auf www.umweltundtechnik.de

Auf diese Mail antwortete der Kunde das, was eigentlich zu erwarten war:

E-Mail Software 6.0

Page 1 of 3

Jürgen Bonin

Von: [REDACTED]
Gesendet: Dienstag, 21. August 2012 10:52
An: "Jürgen Bonin"
Betreff: Re: Erdkollektor Wärmepumpe

Hallo Herr Bonin,
entschuldigen Sie bitte mein langes Schweigen. Ich habe Sie schlicht und ergreifend vergessen. Ich muss Ihnen aber leider eine Absage erteilen. Ich möchte nicht in irgendwelche Grabenkämpfe mit hineingezogen werden. Auch möchte ich nicht das irgendwann hier bei mir irgendwelche Schlauberger eintreffen und mir Vorhaltungen machen weil ein wenig Kühlflüssigkeit ins Erdreich gelangt ist. Tut mir Leid für Sie aber so ist es nun mal.

Mit freundlichem Gruß

Dies ist aus Sicht des Verfassers ein eindeutiger Fall von Alterung von PE-Rohren, die für Erdsonden sowie Erdkollektoren verwendet werden.

Es wird eindeutig in Normen und Richtlinien gefordert, dass Erdsonden sowie auch Erdkollektoren so zu dimensionieren sind, dass das umliegende Erdreich nicht gefrieren kann. Deswegen darf die Soletemperatur am Wärmepumpenausstritt -3°C nicht unterschreiten. Die Praxis zeigt aber, dass dies

oftmals nicht der Fall ist. Es sind immer wieder deutlich zu klein dimensionierte Erdwärmequellen (Erdsonden oder Erdkollektoren) anzutreffen. Insbesondere wird dies bei Erdkollektoren durch Veränderungen des Geländes deutlich. Im Winter kommt es zu deutlich sichtbaren Anhebungen und im Sommer kann es dazu führen, dass das Gelände sogar in sich entsprechend zusammenfällt. Das wiederum kann zu Schäden z. B. an Zäunen, Terrassen, Einfahrten, Stellplätzen etc. führen. Bei Erdsonden ist das nicht so auffällig, kann sich aber ebenso fatal auswirken, wie nachfolgend diskutiert wird.

Alterung / Schädigung durch unerwartete Temperaturänderungen im Untergrund

Unerwartete Temperaturänderung können verschiedene Ursachen haben:

1. Unterdimensionierte Wärmequelle
2. Spätere Erweiterung der Heizleistung

In beiden Fällen ist die Wärmequelle (Erdsonde oder Erdkollektor) für die Anwendung zu klein. In der Regel sollte gem. VDI 4650 die Laufzeit einer Wärmepumpe pro Jahr nicht mehr als 1.900h/a, bzw. 2.400h/a haben. Nur so ist gewährleistet, dass sich die Wärmequelle durch äußere Wärmezufuhr ausreichend regenerieren kann. Ist die Wärmepumpe zu klein dimensioniert, verlängert sich damit die jährliche Betriebsdauer. Das führt zu einer zeitlichen Überschreitung der Nutzungsdauer der Wärmequelle. Ist die Wärmequelle an sich zu klein dimensioniert, kann das zu einer zu starken lokalen Auskühlung des Erdreiches kommen. Bei größeren Wärmepumpenanlagen kann auch eine falsche Anordnung der Erdsonden zu lokalen Temperaturunterschreitungen führen. Es gibt aber auch Fälle, bei denen die Wärmepumpenanlage vollständig korrekt dimensioniert und ausgeführt wurde, aber eine spätere bauliche Erweiterung und / oder Erweiterung der Wärmepumpennutzung dazu führt, dass die Wärmepumpenanlage für die Nutzungsänderung nicht mehr ausreichend ist.

Was passiert dann?

Von einer zu starken Auskühlung spricht man dann, wenn das umgebende Erdreich vereist. Das ist daran erkennbar, dass die Soleaustrittstemperatur aus der Wärmepumpe deutlich unter -3°C ist. Bei stärkeren Unterschreitungen der Mindesttemperatur kann das Erdreich erheblich vereisen. Wie oben geschildert kann das bei Erdkollektoren zu Veränderungen des Geländes führen. Zu starke Temperaturabsenkungen, insbesondere bei Vereisungen, führen bei Erdwärmesonden zu häufigen Frost-Tau-Wechseln. Die Folge ist eine Beschädigung des Verpressmaterials. Das Verpressmaterial ist ein wichtiger Bestandteil beim Einbau und Betrieb von Erdsonden. Unterdimensionierungen von Einzelsonden oder Sondenfeldern können Vereisungen verursachen, die bis in das Gebirge reichen. Durch Schäden des Verpressmaterials kann die schützende Ummantelung um die Sondenrohre zerstört werden, was letztendlich Schäden an den Sonden zu Folge haben. Dasselbe gilt für Verpressmaterial, welches nicht dauerhaft beständig ist oder welches auf der Baustelle falsch ungemischt oder nicht fachgerecht eingebracht wurde.

Hierzu warnte Johann-Martin Rogg bereits 2008 in „Wasserschutz Adieu?“ vor Altlasten und Kontaminationen durch Wärmepumpen – siehe: „Wasserschutz adieu“ – siehe <http://www.bund-rvso.de/waermepumpen-grundwasser-wasserschutz.html>.

Schlussbetrachtungen

Voraus gezeigte Fälle zeigen, dass der bisher vorgeschriebene Grundwasserschutz gem. VDI 4640, bzw. DIN 8901 quasi unwirksam ist. Diese wenigen Fälle zeigen, dass Boden und damit das Grundwasser oftmals erheblich mit Glykol belastet werden. Es wäre fahrlässig, wenn man den neuen Erkenntnissen gegenüber die Augen verschließt und untätig bleibt. Wirtschaftliche Betrachtungen zeigen, dass die Mehrkosten im Vergleich zu den Gesamtkosten quasi vernachlässigbar sind.

Bei Berücksichtigung des verbesserten Grundwasserschutzes würden die Wärmepumpen noch umweltfreundlicher! Weiterhin bestünde die Möglichkeit, dass dann auch Wärmepumpen dort genehmigt würden, wo sie bisher aus Gründen des Grundwasserschutzes untersagt werden.

Der Verfasser appelliert an alle Wärmepumpenfreunde die Möglichkeit des verbesserten Grundwasserschutzes zu nutzen.

Weitere aktuelle Hinweise finden Sie auf der Homepage des Verfassers: www.umweltundtechnik.de.

Quellenverweise

Praktikum Hochspannungstechnik - Fachhochschule Regensburg

Informationen aus den Bund- / Länder-Arbeitsgruppen der staatlichen geologischen Dienste – Wiesbaden 2011

Dokumentation von Schadensfällen bei Erdwärmesonden – EnergieSchweiz 2006

Handbuch Wärmepumpen – BEUTH-Verlag, Erstaufgabe 2010

Wärmepumpen, Fehler vermeiden bei Planung Installation und Betrieb – BEUTH-Verlag / IRB-Verlag – Erstaufgabe 2015