

Ethanol als Frostschutzmittel in Erdwärmesonden

Schweizer Markt für Wärmepumpen mit Erdwärmesonden



In der Schweiz (wie auch in weiteren europäischen Ländern) erfährt die Wärmepumpe mit Erdwärmesonden momentan einen Boom. Aufgrund der Preisprognosen und der mittel- und langfristig unsicheren Versorgungslage mit Erdöl und auch Erdgas, sowie infolge der Forderungen zur Verminderung der CO₂-Emissionen, ist damit zu rechnen, dass dieser Boom anhält.

Das BFE geht davon aus, dass bis im Jahr 2020 400'000 Wärmepumpenanlagen in der Schweiz in Betrieb sein werden. Heute gibt es etwa 130'000 Anlagen, so dass in den nächsten 10 Jahren noch etwa 270'000 solche Anlagen gebaut werden müssen. Aufgrund der heutigen Marktentwicklung ist diese Prognose plausibel. Davon werden, bei gleich bleibenden Verhältnissen, ca. 40 % Anlagen mit Erdwärmesonden sein.

Im Moment (2010) werden aufgrund der Zahlen von 2008 geschätzt etwa 2'300'000 Laufmeter Erdwärmesonden pro Jahr erstellt, mit ca. 10 % Wachstum pro Jahr. Dies entspricht ca. 10'000 Wärmepumpen-Anlagen mit durchschnittlich je 230 m Erdwärmesonde. Damit würden in 10 Jahren auch bei abflachendem Wachstum mind. 100'000 Wärmepumpenanlagen mit Erdwärmesonden erstellt, und somit mind. 250'000 WP-Anlagen total, womit das Ziel von 400'000 WP-Anlagen bis 2020 etwa erreicht würde.

Diese Wärmepumpen werden einen Mehrstrombedarf zur Folge haben, der zwar nur wenige Prozent des Gesamtstromverbrauches der Schweiz ausmacht, aber doch gedeckt werden muss und überwiegend im Winter anfällt. Deswegen ist es wichtig, dass möglichst viele dieser Wärmepumpenanlagen mit den effizienteren Erdwärmesonden (anstatt Luft) erstellt werden, und dass die Anlagen so effizient und, um konkurrenzfähig zu sein, so günstig wie möglich erstellt werden können.

Forschungsprojekt Optimierung von Erdwärmesonden

Das Institut für Facility Management der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) bearbeitet momentan ein Forschungsprojekt, wie Erdwärmesonden optimiert werden können, um den Strombedarf solcher Wärmepumpenanlagen zu reduzieren (siehe www.erdsondenoptimierung.ch). Eine Möglichkeit ist die Verwendung eines technisch besseren Frostschutzmittels im Fluid, welches in der Erdwärmesonde zirkuliert. Hier steht Ethanol als Ersatz des heute in der Schweiz üblichen Ethylen-Glykols im Vordergrund. Ethanol/Wassergemische haben eine deutlich bessere Wärmekapazität und in tiefen Konzentrationen eine geringere Zähigkeit. Damit kann der Strombedarf der Fluid-Umwälzpumpe reduziert werden.

Bedarfpotential an Ethanol

Die durchschnittlich eingesetzten Erdwärmesonden haben einen Fluidbedarf von durchschnittlich ca. 3 Liter pro Laufmeter. Total werden somit heute ca. 7'000'000 Liter Fluid benötigt. Würden alle Sonden mit einer Mischung von 18 % Ethanol / 82 % Wasser gefüllt, so würden also mind. 1'260'000 Liter Ethanol pro Jahr benötigt. Pro Anlage werden durchschnittlich ca. 120 Liter Ethanol benötigt. In Wirklichkeit kann wohl nur ein Teil dieses Potentials ausgeschöpft werden.

Das Ethanol befindet sich in einem geschlossenen Kreislauf

Dieses Ethanol verbleibt dauernd in den Sonden. Es handelt sich dabei um einen dichten Kreislauf. Erdwärmesonden werden gem. SIA-Empfehlung 384/6 (2010) auf eine Betriebsdauer von mind. 50 Jahren ausgelegt. Das Rohrmaterial sollte gemäss Herstellerangaben aber eine Lebensdauer von über 100 Jahren haben. Dabei ist heute offen, ob und wann eine Erdwärmesonde ihr Lebensende erreicht. Nach ca. 20 bis 25 Jahren müssen die Wärmepumpe und die Umwälzpumpe ausgewechselt werden. Dabei wird das Fluid in der Sonde ausgewechselt. Im Falle von Wasser/Ethanol kann dieses einfach über die Kanalisation entsorgt werden. Das Ethanol wird anschliessend biologisch abgebaut.

Auch bei einem allfälligen Leck in der Erdwärmesonde ist Ethanol für die Umwelt weniger problematisch als Ethylen-Glykol, insbesondere auch da beim Ethanol keine Inhibitoren notwendig sind.

VOC-Abgabe als Hindernis der Anwendung

Eine Befragung von Vertretern der Branche ergab, dass das Haupthindernis der Anwendung von Ethanol heute der hohe Preis darstellt, der sich infolge der VOC-Abgabe ergibt. Heute wird deswegen hauptsächlich Ethylen-Glykol (z. B. Antifrogen N) angewendet. Daneben wird das Ethylen-Glykol von den Herstellern beworben und ist weit herum bekannt, was auf Ethanol nicht zutrifft.

In mehreren Sitzungen mit dem BAFU (Bundesamt für Umwelt) und dem BFE (Bundesamt für Energie) sowie der Eidg. Oberzolldirektion wurde nach Lösungen zur Befreiung von der VOC-Abgabe gesucht. Diese Lösung wurde schlussendlich von Alcosuisse gefunden. Es kann eine fertig gemischte, eingefärbte Sole aus Wasser und denaturiertem Ethanol angeboten werden, welche nur für den Zweck der Erdwärmesonden geliefert wird und damit von der VOC-Abgabe befreit werden kann.

Stromeinsparung dank Ethanol

Das heutige Ethylen-Glykol muss auf mind. 20 % Konzentration gemischt werden, nach Herstellerangabe und in der Praxis wird oft auf 25 % gemischt. Nur so erreicht die Menge der beigemischten Inhibitoren zum Korrosionsschutz die nötige Menge. Der Gefrierpunkt wird tiefer als er sein müsste. Verbunden mit dieser Konzentration sind eine erhöhte Zähigkeit der Sole sowie eine verringerte Wärmekapazität.

Ethanol dagegen kann auf beliebige Werte gemischt werden. Nach der Empfehlung SIA 384/6 Erdwärmesonden wird eine Erdwärmesonde so ausgelegt, dass nach 50 Jahren Betriebsdauer die Temperatur im Fluid nicht unter $-3\text{ °C} / 0\text{ °C}$ sinkt. Damit reichen 18 % Ethanol sicher aus, um einen genügenden Gefrierschutz zu erreichen (ergibt einen Gefrierpunkt von ca. -7 °C). Bei 18 % Ethanol-Gehalt wird auch keine Essigbildung erfolgen, womit das Fluid eine lange Lebensdauer aufweist und nicht korrosiv ist.

Dank der höheren spezifischen Wärmekapazität von Ethanol als Ethylen-Glykol kann der Sole-Volumenstrom um bis 12 % gesenkt werden. Da bei gleichem Rohrquerschnitt die Förderenergie mit der dritten Potenz des Volumenstroms sinkt, können so ca. 40 % Energie für die Umwälzpumpe gespart werden.

Die Hilfsenergie macht bei heutigen, korrekt geplanten Anlagen und mit neuen A-Klasse-Pumpen ca. 5 % des total benötigten Stroms für die Wärmepumpe aus. Damit kann mit Ethanol/Wasser etwa 2 % Strom pro Wärmepumpenanlage gespart werden. Wenn neue Anlagen durchschnittlich ca. 10 kW Wärmeleistung abgeben und ca. 2.5 kW elektrische Antriebsleistung benötigen, ergibt dies pro Anlage und Jahr einen Strombedarf von 5'500 kWh. Davon können also ca. 250 kWh gespart werden.

Neues Produkt

Als neues Produkt soll nun eine Mischung aus wenig hartem, reinem Wasser und ca. 18 % Ethanol (denaturiert) am Markt angeboten werden, als Öko-Sole resp. als Öko-Erdsondenfluid. Eine Befreiung dieses eingefärbten Produktes von der VOC-Abgabe kann zu einem preislichen Anreiz führen, dieses auch zu verwenden. Das Produkt würde fertig gemischt auf die Baustelle geliefert werden. Damit kann es den Aufwand auf dem Bau verringern und wird zur Qualitätssicherung beitragen, da die Mischung und die Wasserqualität kontrolliert und konstant sind.

Wir danken dem Bundesamt für Energie sowie dem AXPO Naturstromfonds, den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich (EKZ) und der Firma Störi Wärmepumpen AG in Au (ZH) für die Unterstützung und Ermöglichung des Projektes Erdwärmeoptimierung.

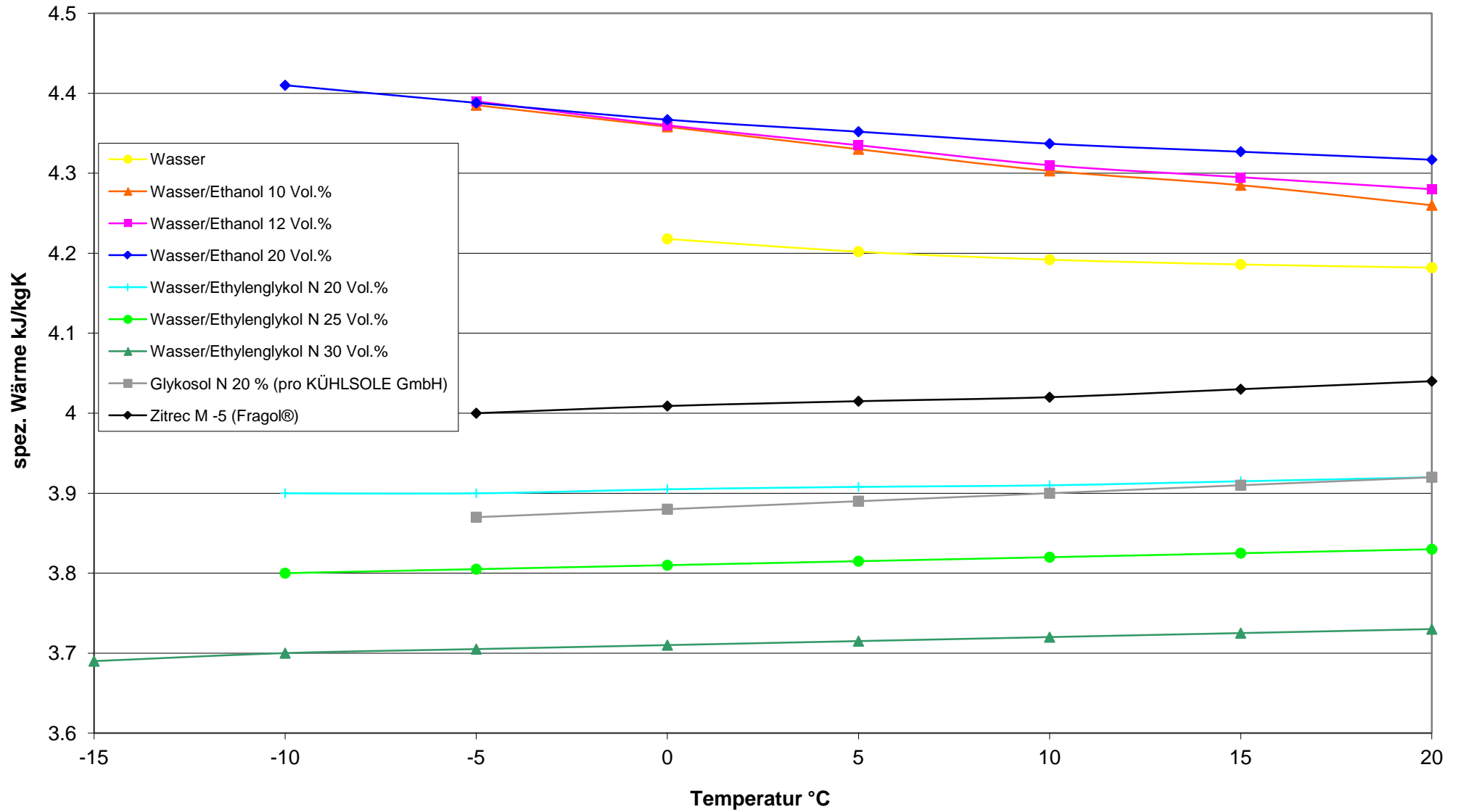
*Prof. Markus Hubbuch, Dipl. Ing. ETH/SIA
Projektleiter Optimierung Erdsonden an der ZHAW*

*Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW
Institut für Facility Management
Grüental
CH-8820 Wädenswil
Tel. +41 (0)58 934 58 32 / E-Mail markus.hubbuch@zhaw.ch*

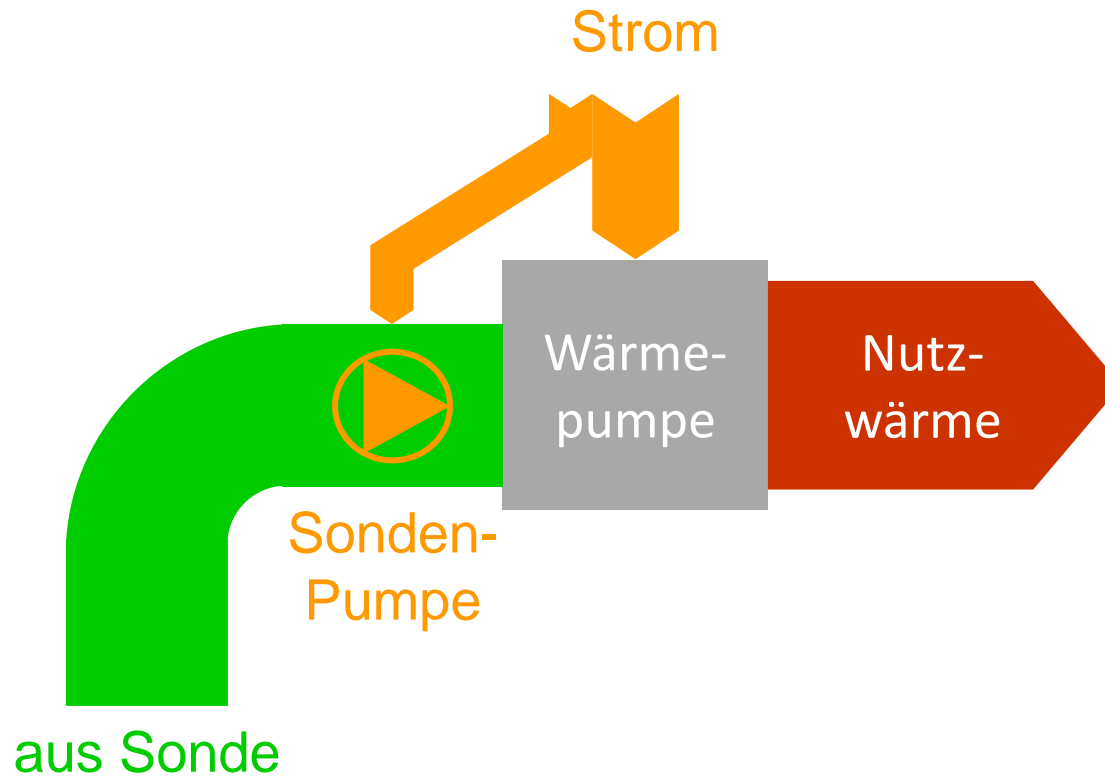
Abbildung 1: Spezifische Wärmekapazität möglicher Fluide für Erdwärmesonden

Abbildung 2: Die Jahresarbeitszahl gibt die Effizienz einer Wärmepumpenanlage an und sollte so hoch wie möglich sein

Spezifische Wärmekapazität c



Jahresarbeitszahl (JAZ)



$$\text{Jahresarbeitszahl (JAZ)} = \frac{\text{Nutzwärme pro Jahr}}{\text{Strom pro Jahr}}$$