

Wärmeträgerflüssigkeiten für oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie (Erdwärme) hat speziell in den letzten Jahren einen deutlichen Aufschwung erfahren.

Obwohl in der Gesamtinvestition nur von absolut untergeordneter Bedeutung, ist die Wahl der richtigen Wärmeträgerflüssigkeit für einen langjährigen, reibungslosen und wartungsarmen Betrieb von enormer Bedeutung. Für einen effi-

zienten und sicheren Gebrauch einer oberflächennahen Geothermie-Anlage sollte ein Wärmeträgerfluid eingesetzt werden, das sowohl Frostschutz als auch einen zuverlässigen Korrosionsschutz bietet.

Im Folgenden werden die Anforderungen an eine moderne Geothermie-Wärmeträgerflüssigkeit beschrieben.

Mit einer spezifischen Wärmekapazität von $4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \times \text{K})$ ist Wasser die effektivste Wärmeträgerflüssigkeit. Wasser hat jedoch für die Anwendung in der oberflächennahen Geothermie drei entscheidende Nachteile:

- ▶ Wasser gefriert bekanntlich bei 0°C
- ▶ Wasser entwickelt beim Gefrieren eine enorme Sprengwirkung
- ▶ Wasser ist sehr korrosiv

Diesen Nachteilen kann man durch den Zusatz geeigneter Additive (gefrierpunkt-senkende Substanzen und Korrosionsschutzmittel) entgegenwirken. Bei der Auswahl dieser Additive muss allerdings den Auswirkungen dieser Mittel auf das Erdreich/Grundwasser im Fall einer Leckage besonders Rechnung getragen werden.

AUSWAHL DER FROSTSCHUTZKOMPONENTE:

Hauptbestandteil der Wärmeträgerfluide ist die frostschtzende Komponente. Hier kommen hauptsächlich Monoethylen- und Monopropylenglykol in Frage. Die Glykole sind die gängigsten eingesetzten Frostschutzmittel. Monopropylenglykol (MPG) ist toxikologisch und physiologisch weitgehend unbedenklich, weist jedoch gegenüber Monoethylenglykol (MEG) (gesundheitsschädlich gekennzeichnet) Nachteile bei den physikalischen Eigenschaften auf (s. Tab. 1).



Abb. 1: Statische Korrosion gemäß ASTM D 1384

D.h., für die gleiche Frostsicherheit muss mehr MPG eingesetzt werden als MEG, was zu einem Nachteil hinsichtlich der Viskosität und der Wärmeleitfähigkeit führt.

Der Abbau der Glykole in den verschiedenen Bodenschichten ist gegeben und die Abbauprodukte toxikologisch unbedenklich^[1]. Beide Glykole sind in der geringstmöglichen Wassergefährdungsklasse 1 (schwach wassergefährdend) eingestuft. Betaine können alternativ zu glykolischen Wärmeträgern eingesetzt werden. Die physikalischen Kennwerte gegenüber Glykolen sind eher schlechter einzuschätzen, und Langzeiterfahrungen betreffend den Korrosionsschutz sind

nicht bekannt. Entscheidend ist jedoch, dass unter den Abbauprodukten toxikologisch bedenkliche Stoffe wie Trimethylamin gefunden wurden. Eine aufschlussreiche Studie zu diesem Thema wurde von^[1] Kappler et al., *Geothermics* 36 (2007) 348-361, veröffentlicht.

Salze wie z.B. Calciumchlorid oder auch Kaliumcarbonat liefern ebenfalls entsprechende Frostsicherheiten. Beide genannten Solen können jedoch nach heutigem Stand der Technik nicht gut vor Korrosion schützen.

Kaliumcarbonat wird diesbezüglich als problematisch bezeichnet^[1] und würde im Leckagefall auch zu einer alkalischen pH-Verschiebung der betroffenen Bodenschichten führen. Calciumchlorid kommt heute nur noch sehr selten zum Einsatz, da es als stark korrosiv eingestuft wird und häufig zu Lochfraß auf Edelstahl führt^[2].

Aufgrund der guten biologischen Abbaubarkeit von Glykolen und des problematischen Verhaltens von Salzsolen und Betain hat sich Clariant entschlossen, seine Wärmeträger für die Geothermie auf den bewährten Glykolen MEG und MPG aufzubauen.

Bei der Verwendung von Glykolen ist ebenfalls wegen der guten biologischen Abbaubarkeit dieser Stoffe auf eine Mindesteinsatz-Konzentration zu achten, um eine mikrobiologisch induzierte Korrosion zu unterbinden.

AUSWAHL DER KORROSIONSSCHUTZMITTEL

Die den Frostschutz gebende Komponente erhöht meist das korrosive Verhalten der Wasserabmischungen im Vergleich zum reinen Wasser. Sollten im System keine Korrosionsinhibitoren eingesetzt werden, steigt die Leckagewahrscheinlichkeit aufgrund von Korrosion erheblich. Ebenso sind Ablagerungen möglich, und Metallionen (Schwermetalle!) reichern sich in der Flüssigkeit an. Dies kann zu kostenintensiven Wartungen, die meist mit einem Komponentenaustausch verbunden sind, und ggf. zu einem Ausfall der Anlage führen. Derzeit wird für die Entwicklung und den Leistungsnachweis glykolyser Wärmeträger als Hauptqualitätskriterium die Statische Korrosion gem. ASTM D 1384 herangezogen (Abb. 1).

Hierbei werden verschiedene Testmetalle (Kupfer, Messing, Weichlot, Stahl, Grauguss und Aluminiumguss) für 336 Stunden unter Luftfeinleitung (6l pro Stunde) bei 88°C einer wässrigen Verdünnung des Wärmeträgers ausgesetzt. Nach dem Test wird die Gewichtsveränderung der Prüfkörper ermittelt, die als Qualitätskriterium für die Stabilität und als Maß für den Korrosionsschutz des Wärmeträgers dient.

tenden Korrosionsschutz – wie die folgenden Daten belegen – gewährleistet. Die Aufnahmen im Anschluss zeigen eine Wasser-MEG-Mischung mit und ohne Korrosionsschutz. Hierbei ist unter den

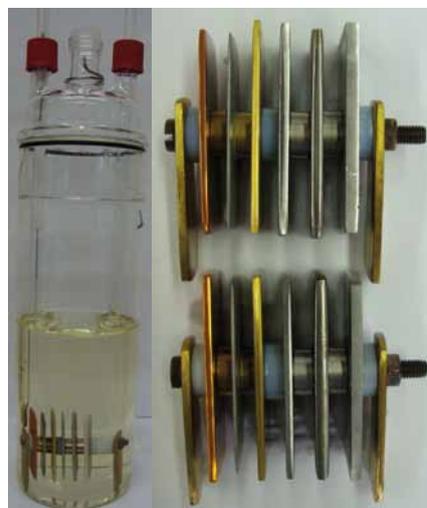


Abb.2a: Protectogen® N-Wassergemisch nach ASTM D 1384



Abb.2b: MEG-Wassergemisch ohne Korrosionsschutz nach ASTM D 1384

Bedingungen der Statischen Korrosion nach ASTM D 1384 schon nach 2 Wochen eine erhebliche Korrosion zu beobachten (Abb.2 a+b). Zur Beurteilung des im Antifrogen® und Protectogen® enthaltenen Korrosionsschutzes wurden die Rezepturen dem Bayerischen Landesamt für Umwelt offengelegt.

Nach Gutbefund sind die Produkte Antifrogen® N und L sowie Protectogen® N

erfüllen die speziellen Anforderungen, die an einen Wärmeträger für die oberflächennahe Geothermie gestellt werden.

Diese bieten:

- ▶ eine hervorragende biologische Abbaubarkeit des Frostschutzmittels (MEG und MPG, WGK 1)
- ▶ einen effizienten, lang anhaltenden Korrosionsschutz
- ▶ den gewohnt schnellen und kompetenten Antifrogen®-Probenservice^[3]

	Kennzeichnung	Konzentration in Vol.-% und entsprechende Frostsicherheit		Entsprechende Wärmeleitfähigkeit in W/m×K bei +20°C	Kinematische Viskosität in mm ² /s bei entsprechender Temperatur
MEG	Xn, gesundheitsschädlich	20 Vol.-%	-10 °C	0,512	5,22 (-10°C)
		34 Vol.-%	-20 °C	0,461	14,46 (-20°C)
MPG	Keine	25 Vol.-%	-10 °C	0,483	10,23 (-10°C)
		38 Vol.-%	-20 °C	0,427	39,39 (-20°C)

Tab.1: Physikalische Eigenschaften von MEG- und MPG-Wasserabmischungen

Nach einer Vielzahl von Reihenversuchen in unseren Laboratorien wurde ein abgestimmtes Additivpaket auf Basis dieser Anforderungen entwickelt, das einen hervorragenden und langanhaltenden

und L auf der Empfehlungsliste der LAWA (LAWA Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) für wasserwirtschaftliche Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren als zugelassene

Autor:

Dr. Achim Stankowiak
 Leiter Anwendungstechnik
 Clariant Deutschland, Burgkirchen
 Fotos/Grafiken: Clariant
www.antifrogen.com

[1] Kappler et al., Geothermics 36 (2007) 348-361.

[2] G. Reinhard, Aktiver Korrosionsschutz in wässrigen Medien, expert-Verl., 1995 (Kontakt & Studium; Bd. 487)

[3] für Antifrogen® ist dieser Service kostenlos