



Westfalen

Infos für Praktiker 8

Antifrogen[®]- Wärmeträger.

Ein Überblick über physikalische
und chemische Zusammenhänge.



Qualitätsmanagementsystem
DIN EN ISO 9001 Reg.Nr. 1709 für Deutschland und die Schweiz

Antifrogen®-Wärmeträger – zuverlässiger Frostschutz für Sie.

Worauf Sie sich verlassen können – Antifrogen®-Produkte von Westfalen

Sowohl beim Bau moderner Gebäude als auch in der Altbausanierung werden die Anforderungen an die technische Gebäudeausrüstung stets komplexer.

Einen immer größeren Stellenwert nimmt dabei die Verteilung von Wärme und Kälte in den stetig dichter werdenden Gebäuden ein.

Auch für viele Produktionsprozesse ist die Bereitstellung von Wärme oder Kälte zur Aufrechterhaltung einer kontinuierlichen Produktivität unabdingbar.

Die Antifrogen®-Produkte von Westfalen bieten für diese Zwecke eine hohe Qualität und dauerhafte Sicherheit für Ihre Systeme.



Qualität im Quartett: die Antifrogen®-Familie.

Wasser als Wärme- und Kälte­träger

Wasser ist ein hervorragender Wärme- und Kälte­träger. Allerdings mit „Nebenwirkungen“: In Verbindung mit Sauerstoff und anderen Luftbestandteilen wirkt Wasser korrosiv. Bei Minus-Temperaturen büßt es seine Fließfähigkeit ein. Auf beides reagieren moderne Systeme zur Kälte- oder Wärmeerzeugung sehr sensibel.

Doppelte Wirkung von Antifrogen®

Im Gemisch mit geeigneten Zusätzen lassen sich die positiven Eigenschaften des Wassers nutzen und trotzdem die Risiken zuverlässig ausschließen. Entscheidende Vorteile bieten hier die vier Produkte der Antifrogen®-Markenfamilie: Sie kombinieren perfekten Frostschutz mit herausragenden Antikorrosions-Merkmalen. Denn im Gegensatz zu konventionellen Lösungen sind Antifrogen®-Produkte mit sogenannten Korrosionsschutzinhibitoren angereichert.

Diese schirmen die metallischen Werkstoffe im Kälte- oder Wärmekreislauf gegen aggressive Einflüsse ab. Zugleich bleiben die je nach Anwendung erforderlichen Fließeigenschaften auch bei sehr niedrigen Temperaturen gewährleistet.

Produkt	Einsatzbereiche
Antifrogen® N Gelb eingefärbte klare Flüssigkeit	Wärmepumpen, Warmwasserheizungen, Wärmerückgewinnungsanlagen, Rasenheizungen, Schienenfahrzeuge, Windkraftanlagen
Antifrogen® L Blau eingefärbte klare Flüssigkeit	Kühl- und Gefriertheken im Lebensmittelbereich, Wärmepumpenanlagen, Löschmedium in Sprinkleranlagen
Antifrogen® KF Farblose klare Flüssigkeit	Tiefemperatur-Anwendungen, auch im Lebensmittelbereich
Antifrogen® SOL^{HT} Leicht gelbliche klare Flüssigkeit	Solaranlagen, insbesondere bei hoher thermischer Belastung

Vierfach gut – die Antifrogen®-Familie

Jedes Einsatzgebiet hat seine spezifischen Anforderungen. Um dem gerecht zu werden und so für jede Anwendung die ideale Lösung zu bieten, gibt es Antifrogen® gleich vierfach: Antifrogen® N, Antifrogen® L, Antifrogen® KF und Antifrogen® SOL^{HT}. Alle diese gebrauchsfertigen Antifrogen®-Mischungen sind nicht brennbar, nur schwach wassergefährdend sowie biologisch leicht abbaubar.

Zusammensetzung von Antifrogen®

Reine Glykole bilden in Verbindung mit Sauerstoff sehr aggressive Substanzen gegenüber Metallen. Antifrogen® ist nicht einfach nur ein Glykol. Ihm werden Korrosionsschutzinhibitoren zugesetzt, welche auf der Grundlage langjähriger Erfahrungen und umfangreicher Tests entwickelt worden sind.

Zusätzlich besteht aufgrund der hohen Pumpen-Drehzahl die Gefahr der Schaumbildung, was zum Abreißen des Fördervolumenstromes führen kann. Dagegen werden dem Antifrogen® schaumhemmende Zusätze beigegeben.

Mindestkonzentrationen sind wichtig

Damit die Inhibitoren und Zusätze ihrer Aufgabe gerecht werden können, müssen Mindestkonzentrationen eingehalten werden. Diese betragen bei Antifrogen® N-Wassermischungen 20 Vol.-% und bei Antifrogen® L-Wassermischungen 25 Vol.-%.

Wird dies nicht berücksichtigt, ist die langfristige korrosionshemmende Wirkung nicht mehr sichergestellt. Zudem besteht die Gefahr der Bildung von Mikroorganismen im System. Deren Abbauprodukte produzieren Säuren, welche Metalle angreifen und zu Verstopfungen an Filtern und schlechteren Wärmeübergangszahlen im System führen können.



Antifrogen® N und L werden als Konzentrat geliefert und sind in dieser Form nicht anwendbar. Es wird empfohlen, die Einsatzbedingungen im Vorfeld zu prüfen und die notwendige Frostsicherheit festzulegen. Dabei dürfen Mindestkonzentrationen nicht unterschritten werden, auch wenn die benötigte Temperatur für den Frostschutz höher liegen sollte.

Physikalische Zusammenhänge kurz erklärt.

Erläuterung anhand eines Beispiels

Angenommen es wird ein Frostschutz von -10 °C benötigt, aber man wählt doch „lieber“ -29 °C . Bei einer Medientemperatur von 0 °C wächst die kinematische Viskosität ν von $3,49\text{ mm}^2/\text{s}$ auf $7,47\text{ mm}^2/\text{s}$. Die relativen Druckverluste im Vergleich zu Wasser ($10\text{ °C} = 1$) steigen von dem 1,311- auf den 1,723-fachen Wert. Diese Verluste muss die Pumpe mit einer größeren Förderhöhe h ausgleichen, was unter Umständen die Anschaffung einer größeren Pumpe notwendig machen kann. Die Dichte ρ der Mischung steigt von $1,031$ auf $1,069\text{ kg}/\text{dm}^3$. Die höhere Dichte macht sich bei der erforderlichen Motorantriebsleistung P bemerkbar – was einem höheren Energieverbrauch entspricht. Auch die spezifische Wärmekapazität (Wärmeaufnahme-fähigkeit) fällt von $3,90$ auf $3,39\text{ kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$.



Es wird davon abgeraten, bei der Höhe der Mindestkonzentration übertrieben auf „Nummer sicher“ zugehen. Diese Vorgehensweise hat, wie an diesem Beispiel beschrieben, nicht nur Auswirkungen auf den Produktpreis.



Korrosion im Kühlwasser.



Nach drei Stunden.



Nach drei Tagen.



Nach drei Monaten.

Rechenbeispiel:

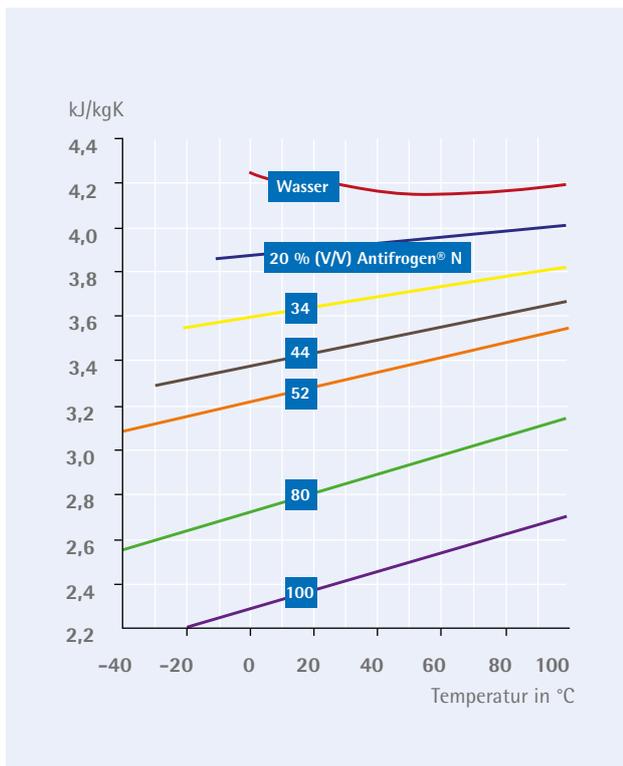
An einer Wärmepumpenanlage soll eine Wärmeleistung \dot{Q} von 56 kW abgefahren werden, bei einer Temperaturerhöhung ΔT von 5 Kelvin. Der Druckverlust Δp in Rohrleitungen und Einbauteilen wurde auf 10 mWS errechnet. Bei 20 % Antifrogen® N in Wasser gemischt ergibt sich Folgendes:

Benötigter Volumenstrom \dot{V} :

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot c \cdot \Delta T} = \frac{56 \cdot 3.600}{1.031 \cdot 3,90 \cdot 5} = 10,03 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Die Pumpenleistung errechnet sich aus:

$$P = \frac{\dot{V} \cdot \rho \cdot g \cdot h}{\eta} = \frac{10,03 \cdot 1.031 \cdot 9,81 \cdot 10}{0,6 \cdot 3.600} = 470 \text{ W}$$



Spezielle Wärmekapazität c bei Antifrogen® N-Wassermischungen.

Die Anlage wird mit diesen Werten geplant und die Bauteile entsprechend bestellt. Nach erfolgter Installation wird allerdings aus „Sicherheitsgründen“ auf einen Frostschutz von -29°C gesetzt und eine 44-prozentige Antifrogen® N-Wassermischung eingefüllt.

Bei gleichem Volumenstrom bekommt die Anlage eine Leistung von:

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T = \frac{10,03 \cdot 1.069 \cdot 3,39 \cdot 5}{3.600} = 50,5 \text{ kW}$$

Durch die niedrigere spezifische Wärmekapazität leistet die Anlage jetzt statt 56 kW nur noch 50,5 kW, was einer Minderung um knapp 10 % entspricht.

Die Druckabfälle in den Einbauteilen verändern sich überschlägig nach der Beziehung:

$$\Delta p_2 = \Delta p \cdot \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right) = 10 \text{ mWS} \cdot \left(\frac{1.069}{1.031} \right)^2 = 10,75 \text{ mWS}$$

Selbst wenn die Pumpe diesen Druckabfall noch ausgleichen kann, erhöht sich die Antriebsleistung P auf:

$$P = \frac{10,03 \cdot 1.069 \cdot 9,81 \cdot 10,75}{0,6 \cdot 3.600} = 523 \text{ W}$$

Dies entspricht einem Mehrverbrauch von über 11,5 %.

Umgekehrt hätte eine Pumpe, welche die benötigten 56 kW leistet, einen Volumenstrom von $11 \text{ m}^3/\text{h}$ und eine Antriebsleistung von 581 W gebraucht. Dies entspricht einem energetischen Mehrverbrauch von 24 %. Dabei ist zu beachten, dass die schlechteren Wärmeübergangszahlen und die höhere Viskosität ggf. auch größere Wärmeübertrager beanspruchen hätten.

Es sollte also der Grundsatz gelten:

So viel wie nötig und so wenig wie möglich!

Inbetriebnahme neuer Systeme.

Was ist zu beachten?

Vor Inbetriebnahme neuer Systeme muss der Bedarf an Antifrogen® ermittelt werden. Dafür sind zwei Angaben notwendig:

1. Festlegen der erforderlichen Frostsicherheit und somit des prozentualen Anteils von Antifrogen®. Dies ist abhängig von den klimatischen Verhältnissen und den Aufstellungsbedingungen vor Ort sowie von den benötigten minimalen Temperaturen der Anwendung.
2. Ermitteln des Anlagenvolumens entweder durch Berechnung oder durch „Auslitern“. Einzelvolumina von Rohrleitungen, Aggregaten und Wärmeübertragern sind zu addieren oder die Anlage ist mit Wasser zu füllen, um die benötigte Menge zu erfassen.

Da die Bestellungen immer in Kilogramm angegeben werden müssen, wird die so ermittelte Literzahl in Kilogramm-Konzentrat oder Kilogramm-Gemisch umgerechnet.

Bestellt man ein fertiges Gemisch, sollte man beachten, dass durch die nicht unerheblichen Wasseranteile die Transportkosten steigen.

Ein Beispiel:

Der benötigte Frostschutz ist mit -20 °C vorgegeben, das Anlagenvolumen beträgt 5.000 Liter und das beizufügende Produkt soll Antifrogen® N sein. Aus dem Diagramm geht hervor, dass bei -20 °C die Konzentration von Antifrogen® N 34 Vol.-% (entspricht 36,81 Gew.-%) betragen muss und die Dichte des Gemisches bei $1,053\text{ kg/Liter}$ liegt. Man berechnet zunächst die Gesamtmasse des Gemisches

$$5.000\text{ Liter} \cdot 1,047 = \frac{\text{kg}}{\text{Liter}} = 5.235\text{ kg}$$

und ermittelt dann den Anteil an Antifrogen® N über das Gewichtsprozent.

$$5.235\text{ kg} \cdot 0,3650 = 1.911\text{ kg}$$

Vor der ersten Verfüllung sollten auch bereits bestehende Systeme auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Stark korrodierte Bauteile sollten nicht verwendet werden. Die Druckfestigkeits- und Dichtheitsprobe kann mit reinem Wasser oder mit einem Antifrogen®-Wassergemisch erfolgen.

Wird das Antifrogen® als Fertiggemisch geliefert, ist das System nach der Verfüllung sofort einsetzbar. Im Falle der Anlieferung als Konzentrat empfiehlt es sich, das Gemisch vor der Verfüllung herzustellen. Sollte dies nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich sein, können bei einer Anlage mit Umwälzpumpe etwa zwei Drittel der erforderlichen Wassermenge, anschließend das Antifrogen®-Konzentrat und schließlich der Rest Wasser eingefüllt werden. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die Dauer der vollständigen Vermischung innerhalb des Kreislaufs von Strömungsgeschwindigkeit und Anlagenkonzept abhängig ist und unter Umständen mehrere Tage in Anspruch nehmen kann. Ein sofortiger Einsatz bei Temperaturen unter 0 °C darf nicht stattfinden.

Wird zur Verdünnung der Antifrogen® N oder L-Produkte statt destilliertem Wasser Leitungswasser verwendet, sollte der Härtegrad zwischen 0 und 25 °dH und der Chlorid-Anteil nicht über 100 mg/kg (ppm) liegen. Das Antifrogen® KF darf nur mit VE-Wasser (vollentsalztem Wasser) gemischt werden.



Frostschutzprüfer für Antifrogen® N-Wärmeträger.

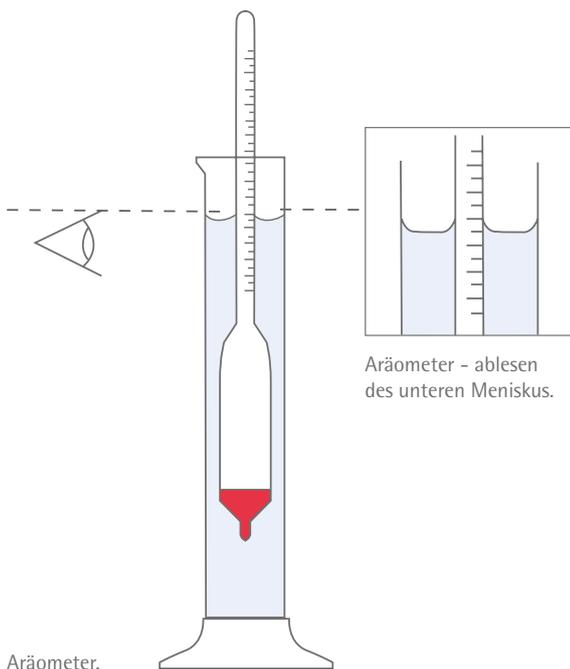
Praktische Tipps zum Feststellen der Antifrogen[®]-Konzentration.

Regelmäßige Überprüfung der Antifrogen[®]-Konzentration

Die Antifrogen[®]-Konzentration sollte regelmäßig geprüft werden. In welchen zeitlichen Abständen dies durchgeführt werden soll, ist von der jeweiligen Anlagenstruktur abhängig. Offene Systeme – also Systeme, bei denen atmosphärische Luft mit der Mischung in Kontakt treten kann – sollten in kürzeren Intervallen kontrolliert werden als geschlossene Systeme. Der Hersteller Clariant empfiehlt, die Kontrolle mindestens einmal pro Jahr durchzuführen.

Die vorhandene Mischungskonzentration kann mit speziellen Dichtepfefern festgestellt werden.

Eine Testmethode ist die Dichtebestimmung mittels Aräometer. Dabei wird eine mit Bleikugeln beschwerte Senkspindel in die Flüssigkeit „eingedreht“, um eine Haftung an der Glaskörperwand zu vermeiden. Über die auf der Skala abgelesene Dichte kann die Antifrogen[®]-Konzentration im Wasser über Tabelle oder Diagramm ermittelt werden.



Um die Genauigkeit von $0,001 \text{ g/cm}^3$ der Dichtebestimmung zu sichern, ist es notwendig, die Flüssigkeit auf die Referenztemperatur (in der Regel $20 \text{ }^\circ\text{C}$) zu bringen und den unteren „Meniskus“, d. h. den unteren Punkt der Flüssigkeit, abzulesen.

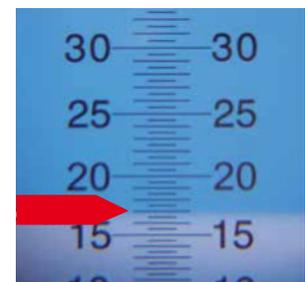
Eine weitere Testmethode ist das sogenannte Refraktometer. Bei diesem Gerät wird die unbekannte Brechzahl des Mediums durch die unterschiedliche Lichtablenkung gemessen. Es werden ein bis zwei Tropfen der zu messenden Antifrogen[®]-Wassermischung auf die Prismenoberfläche gegeben und anschließend die Beleuchtungsplatte aufgedrückt. Hält man das spitze Ende gegen das Licht, erkennt man eine deutliche Grenzlinie und kann den Messwert in Brix% ablesen.



Einfache Probenentnahme mit Pipette, schnelle Bestimmung der Frostschutzkonzentration: das Refraktometer.



Refraktometer.



Gemessen: 17-Brix%.

Der in dem Beispiel abgelesene Wert von 17-Brix% entspricht laut Tabelle einem Volumenanteil von 24 % Antifrogen[®] N in Wasser oder einem gesicherten Frostschutz von etwa $-12 \text{ }^\circ\text{C}$.

Antifrogen® N		
% Brix	Anteil % v/v	ca. FS* (°C)
Unterkonzentration		
14	20	-9
15	21	-10
16	23	-11
17	24	-12
18	26	-13
19	27	-14
20	29	-15
21	30	-16
22	32	-17
23	34	-19
24	35	-20
25	37	-22
26	39	-24
27	40	-25
28	42	-27
29	44	-29
30	45	-31
31	47	-34
32	49	-36
33	51	-38
34	53	-41
35	54	-44
36	56	-47
37	58	-50
38	60	-53

* Frostsicherheit

Wiederherstellung der erforderlichen Frostsicherheit ohne Gesamtaustausch der Füllung

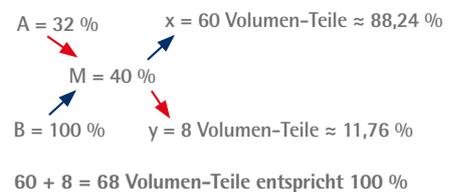
Sollte bei der Prüfung der erforderlichen Frostsicherheit ein abweichendes Ergebnis festgestellt werden, kann man mithilfe des „Mischungskreuzes“ die notwendige Korrektur errechnen:

Beispiel: Das Volumen eines Systems mit Antifrogen® N-Wassermischung soll 4.000 Liter betragen. Die geforderte Frostsicherheit liegt bei -25 °C. Nach einer routinemäßigen Kontrolle hat man allerdings eine Frostsicherheit von nur -17 °C festgestellt.

1. Schritt:

Die gemessene Frostsicherheit wird aus der Antifrogen® N-Frostschutzkurve der dazugehörigen Volumenkonzentration in Volumen-% zugeordnet. Bei -17 °C ergibt das 32 %. Dieser Wert wird dem Punkt A des Mischungskreuzes zugeordnet:

2. Schritt:



3. Schritt:

Da die Mischung unterkonzentriert ist, wird Konzentrat, also 100 % Antifrogen® N, als Wert für den Punkt B gewählt. Sollte eine Überkonzentration bestehen, muss Wasser nachgefüllt werden. Dann wird an Punkt B 0 % geschrieben.

4. Schritt:

Die gewünschte Konzentration wird in der Mitte dem Punkt M zugeordnet. Bei -25 °C sind die 40 % aus der Frostschutzkurve abzulesen.

5. Schritt:

Die Differenzen aus M – A und B – M ergeben x Volumen-Anteile der Lösung A und y Volumen-Anteile der Lösung B.

Es sind demnach 8 Volumen-Anteile (entsprechend 11,76 %) Konzentrat erforderlich, die dem System vorher an Unterkonzentration entnommen werden müssen. 11,76 % von 4.000 Liter sind 470,4 Liter.

Diese 470,4 Liter werden der Anlage entnommen und durch die gleiche Menge Konzentrat Antifrogen® N ersetzt.

Chemische Zusammenhänge kurz erklärt.

Bestandteile von Antifrogen®

Hauptbestandteil der Antifrogen®-Produkte N und L ist zu 90 bis 95 % Glykol. Bei Antifrogen® N ist es Monoethylglykol und bei Antifrogen® L Propandiol, auch als Propylenglykol bezeichnet. Weitere Zusätze sind Entschäumer, Hartwasserstabilisatoren etc. und das Inhibitoren-Paket. Letzteres sorgt vor allem dafür, dass die eingesetzten Glykole ihre Aggressivität gegenüber Metallen verlieren.

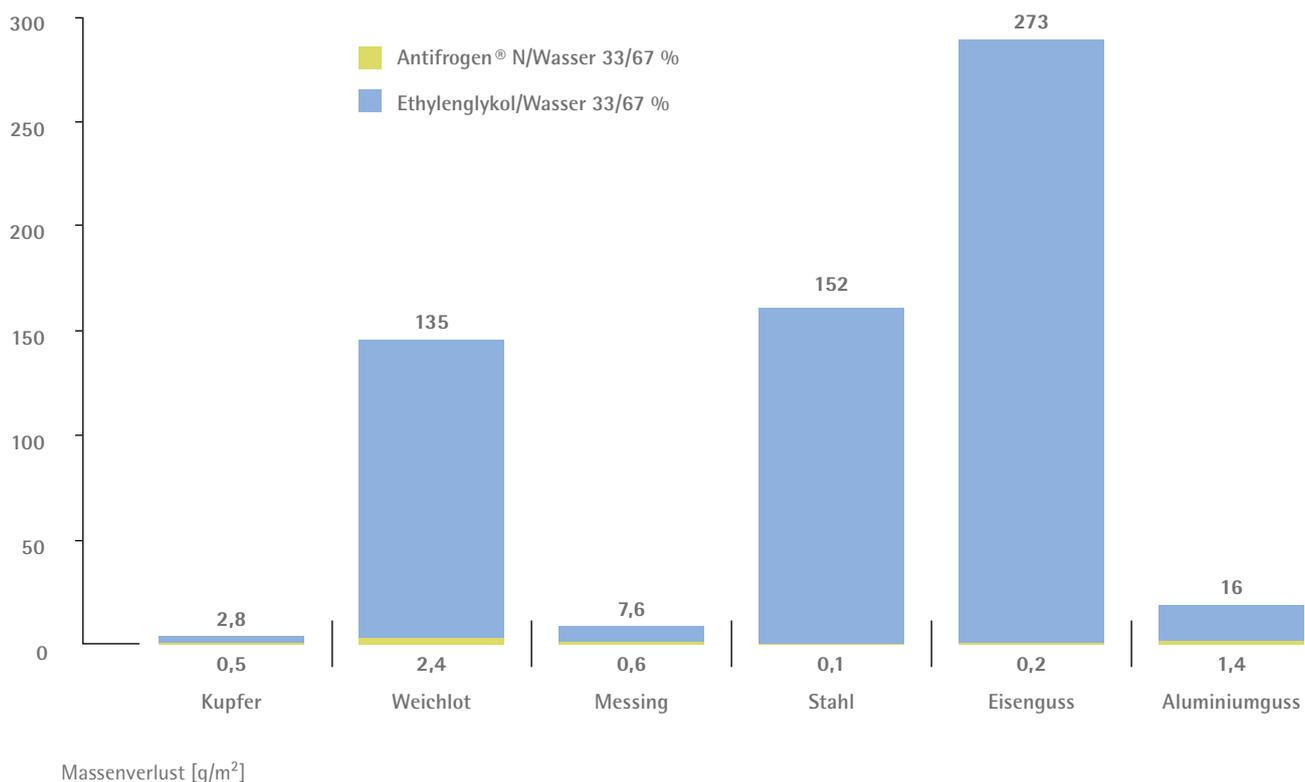
Die im Diagramm dargestellten Materialabtragungen werden in den Labors der Firma Clariant nach standardisierter Methode, dem sogenannten ASTM-D-1384-Test, untersucht. Das Diagramm zeigt, dass erst die chemischen Zusätze den qualitativ hohen technischen Anspruch, der an einen guten Wärmeträger gestellt wird, erfüllen. Selbst reines Leitungswasser besitzt eine deutlich erhöhte Aggressivität gegenüber bestimmten Metallen als Antifrogen®. Bei einem herkömmlichen Ethylglykol-Wassergemisch ist vor allem der vorrangig

eingesetzte Pumpenwerkstoff Grauguss besonders gefährdet.

Verträglichkeit von eingesetztem Material mit Antifrogen®

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass Antifrogen® mit allen in der Pumpen- und Anlagentechnik üblich eingesetzten Materialien gut verträglich ist. Nicht beständig sind Polyurethan-Elastomere, Weich-PVC sowie Phenol-Formaldehydharze. Verzinkte Rohrleitungen oder Aggregate sollten ebenfalls nicht verwendet werden. Dies hätte eine Qualitätsminderung zur Folge.

Müssen spezielle Kunststoffe eingesetzt werden oder herrschen extreme Einsatzbedingungen vor, können vor Anwendung die Materialien auf Verträglichkeit mit Antifrogen® geprüft werden. Einen entsprechenden Service bietet die Firma Clariant an.



Was Sie nur von uns bekommen.

Rundum-Schutz im Wärme- und Kühlkreislauf

Wasser ist ein hervorragender Wärme- und Kälte­träger. Allerdings gilt es, seine negativen Eigenschaften mittels Antifrogen®-Zugabe zu vermeiden.

Die Produkte der Antifrogen®-Marken­familie bieten für jedes Einsatzgebiet perfekten Frostschutz und herausragende Antikorrosionseigenschaften.

Frostfreie Zeiten: Antifrogen®-Wärmeträger

Im Gegensatz zu konventionellen Lösungen sind Antifrogen®-Wärmeträger mit Korrosions-Inhibitoren angereichert. So sind sie ideal für den Einsatz als Gefrier- und Korrosionsschutzmittel in Kälte- und Klimaanlage­anlagen sowie Wärmepumpen geeignet. Speziell für Solaranlagen bieten wir darüber hinaus Antifrogen® SOL^{HT} an.

Antifrogen® wird nie als Konzentrat, sondern ausschließlich mit Wasser vermischt eingesetzt. Das Mischungsverhältnis ist abhängig von den zu erwartenden Temperaturen und dem Verwendungszweck. Es gilt der Grundsatz: So viel wie nötig, so wenig wie möglich. Bei uns erhalten Sie verschiedene Konzentrationen gebrauchsfertig gemischt. Gerne stellen wir auf Anfrage auch andere Mischungen bereit.



Stimmt die Mischung noch? Analyse kostenlos!

In regelmäßigen Abständen – etwa alle ein bis zwei Jahre – sollte die Antifrogen®-Wassermischung überprüft werden. Das geht ganz einfach und ist zudem für Sie kostenlos: Senden Sie uns einfach eine 250 ml-Probe. Sie erhalten einen detaillierten Analysebericht mit einer Empfehlung zur weiteren Verwendbarkeit der getesteten Mischung.

Nutzen Sie unsere Beratung!

Sie haben weitere Fragen zur Anwendung von Antifrogen® oder zu anderen Produkten und deren Anwendungsgebieten? Sprechen Sie uns einfach an. Unsere Experten für Kältemittel beraten Sie gern!



Weitere
Informationen unter
westfalen.com



Westfalen

Gase | Energieversorgung | Tankstellen

Westfalen Austria GmbH

Betriebsstraße 6
2440 Gramatneusiedl
Österreich
Tel. +43 2234 73441
www.westfalen.at
info@westfalen.at

Westfalen BV-SRL

Watermolenstraat 11
9320 Aalst/Alost
Belgien
Tel. +32 53 641070
www.westfalen.be
info@westfalen.be

Westfalen France S.A.R.L.

Parc d'Activités Belle Fontaine
57780 Rosselange
Frankreich
Tel. +33 387 50-1040
www.westfalen-france.fr
info@westfalen-france.fr

Westfalen Gas Schweiz GmbH

Sisslerstr. 11
5074 Eiken AG
Schweiz
Tel. +41 61 855 25 25
www.westfalen.ch
info@westfalen.ch

Westfalen Medical BV

Rigastraat 14
7418 EW Deventer
Niederlande
Tel. +31 570 858-450
www.westfalenmedical.nl
info@westfalenmedical.nl

Westfalen Gassen Nederland BV

Postbus 779
7400 AT Deventer
Niederlande
Tel. +31 570 636-745
www.westfalengassen.nl
info@westfalengassen.nl

Westfalen AG

Industrieweg 43
48155 Münster
Deutschland
Tel. +49 251 695-0
www.westfalen.com
info@westfalen.com

Westfalen Medical GmbH

Einheitsstraße 3
57076 Siegen
Deutschland
Tel. +49 271 405 76-0
www.westfalenmedical.de
info@westfalenmedical.de