

# Sicher durch den Winter



Einmal im Jahr sollte der Installateur bei der Wartung der Solaranlage den Zustand der Wärmeträgerflüssigkeit überprüfen.

FOTOS (2): SENTINEL

Wärmeträgerflüssigkeiten mit Frostschutz sind eine wichtige Komponente in Solaranlagen und Erdwärmepumpensystemen. Für Solaranlagen spielt die Temperaturbeständigkeit eine große Rolle, für Wärmepumpen die potenzielle Wassergefährdung bei Leckagen.

Solaranlagen und Wärmepumpen ergänzen sich nicht nur gegenseitig sehr gut, beide Technologien benötigen auch eine vor dem Durchfrieren geschützte Wärmeträgerflüssigkeit. Bei Solaranlagen kommt die Herausforderung hinzu, dass die Wärmeträgerflüssigkeit hohe Temperaturen überstehen muss. In den meisten Produkten setzen die Hersteller in den wässrigen Lösungen Monopropylenglykol (MPG) als Komponente für den Frostschutz ein (siehe Tab. 1). Der Stoff, der bei knapp 190 °C siedet, gilt bei einer Dauerbelastung von 170 °C als stabil und kann kurzzeitig auch höher belastet werden. Höher siedende Glykole sind eine Alternative für Solaranlagen, die wie Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren besonders hohen Stagnationstemperaturen ausgesetzt sind. Einige Hersteller verwenden den Stoff Di-Propylenglykol, der bei etwa 230 °C siedet, andere das 1,3-Propandiol, das bei 213 °C seinen Siedepunkt hat. Mit diesen Frost-

schutzlösungen sollen Solaranlagen kurzzeitig Temperaturen bis 260 °C aushalten, wie es der Hersteller Aqua-Concept zum Beispiel für sein Coracon Sol 5 HF angibt. Alle diese Glykole sind gesundheitlich unbedenklich und in der Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 eingruppiert. Di-Propylenglykol wird auch Kosmetikprodukten beigefügt.

Auch wenn die modernen Produkte für hohe Temperaturen ausgelegt sind, sollten Wärmeträgerflüssigkeiten generell möglichst kurz thermisch belastet werden, um eine lange Lebensdauer zu erreichen. Denn nur so ist das sogenannte Cracken des Glykols zu verhindern, das im Extremfall zu klumpigen Rückständen führen kann, die die Anlage verstopfen. Daher sollten Solaranlagen so aufgebaut sein, dass sie gut entleeren (siehe SW&W 10/2015, Seite 46). Das Verdampfen der Wärmeträgerflüssigkeit bei einsetzender Stagnation führt bei solchen Anlagen dazu, dass das Fluid schnell aus den Kollektoren

gedrückt wird und dann geschützt ist. Nicht nur die Temperaturbeständigkeit des Glykols ist wichtig. Auch die Zusätze, die der Wärmeträgerflüssigkeit beigefügt werden, um Korrosion an den Rohrleitungen zu verhindern und die sauren Abbauprodukte des Glykol zu neutralisieren, spielen eine Rolle. Denn wenn diese Zusätze beim Verdampfen als feste Rückstände in den Kollektoren bleiben, sind sie der vollen Wucht der Sonnenenergie ausgesetzt. Besser geschützt sind Zusätze, die mit den übrigen Bestandteilen zusammen verdampfen. Unabhängige Tests, wie sie das Schweizer Solarforschungsinstitut SPF durchführt, belegen am besten die Eigenschaften der Produkte. Clariant hat zum Beispiel sein neues Produkt Antifrogen Solar intensiv auf die Anforderungen an Solaranlagen durch das SPF testen lassen. Antifrogen Solar ist eine Wärmeträgerflüssigkeit auf der Basis von Monopropylenglykol und ist als Fertigmischung oder als Konzentrat erhältlich.

Heiße Wärmeträgerflüssigkeiten wirken auch anders auf die Dichtungen im Solar- kreis ein als heißes Wasser. Der Hersteller Tyfop Chemie gibt zum Beispiel im Daten- blatt von Tyfocor LS an, dass die häufig in Solaranlagen verwendeten Dichtungen aus EPDM 281, AFM 34 oder Centellen 3820 beständig sind. Die Eignung der Membran eines Druckausgleichsgefäßes sollte immer überprüft werden, weil die Eigenschaften der Membran nicht nur vom Ausgangskaut- schuk, sondern auch von den jeweiligen Herstellungsbedingungen abhängen.

## Alternativen zum Glykol

Die Temperaturbeständigkeit spielt bei Wär- meträgerflüssigkeiten für Erdwärmepum- pen keine Rolle, denn der Erdkollektorkreis wird nicht wärmer als 30 °C. Höher siedende Glykole sind daher für diese Anwendung nicht nötig. Auch bei Wärmepumpen setzen die Hersteller oft Monopropylenglykol ein. Monoethylenglykol (MEG) ist hier die Alter- native. MEG ist zwar für Menschen schädlich, in der Wassergefährdung besteht aber kein Unterschied zum MPG, denn es liegt auch in der Klasse 1. Neben glykolhaltigen Fluids bieten die Hersteller auch Wärmeträgerflüs- sigkeiten auf der Basis von Ethanol, Alkalicar- bonaten und Alkaliformiaten an. Die Bund/ Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat Empfehlungen für die wasserwirtschaft- lichen Anforderungen an Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren formuliert und veröffentlicht eine Tabelle mit Produkten der Wassergefährdungsklasse 1, die in Erd- wärmekreisen eingesetzt werden können. Kaliumcarbonat listet die LAWA nicht, weil es »sehr leicht wasserlöslich ist und stark alkalisch reagiert«. Außerdem sei der natür- liche Kaliumgehalt des Bodens eher gering. Ethanol entspricht ebenfalls nicht den Krite- rien der LAWA-Empfehlungen. Es sei jedoch hinsichtlich des Gewässergefährdungs- potenzials vergleichbar mit den LAWA- Empfehlungen. Daher sind auch zwei Fluids auf Ethanolbasis in der LAWA-Liste zu finden.

Ronald Klukas, Prokurist bei Aqua- Concept, sieht durchaus Vorteile von Ethanol und den Salzlösungen: »Diese Flüssigkeiten haben gute Wärmeübergangswerte und geringe Viskositäten.« Markus Hafner, Nie- derlassungsleiter von der GHC Gerling, Holz & Co. Handels GmbH sieht Ethanol hinge- gen kritisch: »Die Verwendung von Ethanol-

basierten Wärmeträgerflüssigkeiten macht oft keinen Sinn, weil in der Regel hohe Inves- titionen für den Explosionsschutz anfallen. Zurzeit setzen einige Brauereien diese Fluide ein. Andere Anwendungen sind eher selten.« Auch wässrige Salzlösungen sind für Erd- wärmesonden oder Erdwärmekollektoren nicht das Mittel der Wahl. Sie werden meist eingesetzt, wenn Temperaturen unter -30 °C gefordert sind. Ein weiterer Vorteil der Salz- lösungen ist, dass diese nicht brennbar sind. »Jedoch muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die Installation keinen konti-

nuierlichen Sauerstoffzutritt erfährt und dass das Fluid über gute Korrosionsinhibitoren verfügt«, sagt Hafner.

## Neues Fluid gefährdet Grundwasser nicht

Klukas sieht beim Ethanol noch einen ande- ren Aspekt: Man könne Bio-Ethanole aus nachwachsenden Rohstoffen einsetzen, »die sich aufgrund der niedrigen CO<sub>2</sub>-Emis- sionen schon beim Herstellungsprozess sehr

# Schützt Ihre Anlage, schont unsere Umwelt.



**Nachhaltige Glykole:** Schützen Sie Ihre Solar- und Wärme- pumpanlagen mit **TYFOCOR® L-eco®** vor Korrosion, Frost und Verschleiß und schonen dabei die Umwelt. Die Inhalts- stoffe werden aus nachwachsenden Ressourcen gewonnen. [www.tyfo.de](http://www.tyfo.de) – Wärmeträger und Kühltölen vom Marktführer.



[www.tyfo.de](http://www.tyfo.de)

## Wärmeträgerflüssigkeiten für Solarthermieranlagen

Hersteller	Produktbezeichnung	Frostschutzbasis	Lieferform	Kollektortypen	Absorbermaterial	Frostschutz bis [°C]	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ] <sup>1</sup>	Brechungsindex
Aqua-Concept	Coracon Sol 5	MPG	konz	FK, VRK (HP)	Al/Cu/VA	-	1,045	k.A.
	Coracon Sol 5F	MPG	gf	FK, VRK, (HP)	Al/Cu/VA	-28 <sup>5</sup>	1,036	k.A.
	Coracon Sol 5 HF	Di-Propylenglykol	gf	FK, VRK, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-24 <sup>5</sup>	1,03	k.A.
	Coracon Sol EKO	MPG (NaWaRo)	konz	FK, VRK, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-	1,055	k.A.
	Coracon Sol EKO F	MPG (NaWaRo)	gf	FK, VRK, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-23 <sup>5</sup>	1,05	k.A.
Clariant	Antifrogen Sol HT	höher siedende Glykole	gf	FK, VRK, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-23	ca. 1,082	ca. 1,401
	Antifrogen Sol HT Conc.	höher siedende Glykole	konz	FK, VRK, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-	ca. 1,13	ca. 1,46
	Antifrogen Solar Conc.	MPG	konz	FK, (HP)	k.A.	-	1,043	1,432
	Antifrogen Solar	MPG	gf	FK, (HP)	k.A.	-28	1,038	1,386
Climalife	Solufluid Solar -25 °C	MPG	gf	FPC, ETC, (HP)	Al/Cu/VA	-25	k.A.	1,382
	Greenway Neo Solar -30 °C	1,3-Propandiol (NaWaRo)	gf	FPC, ETC, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-30	k.A.	1,389
	Greenway Neo Solar -25 °C	1,3-Propandiol (NaWaRo)	gf	FPC, ETC, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-25	k.A.	k.A.
	Greenway Neo	1,3-Propandiol (NaWaRo)	konz	FPC, ETC, (HP, DF)	Al/Cu/VA	-	1,06	k.A.
Fragol	Zitrec LC	MPG	konz	FK	Al/Cu/VA	-50	1,05	1,389
	Zitrec L-25	MPG	gf	FK	Al/Cu/VA	-25	1,036	1,378
	Fragoltherm W-PGA	MPG	konz	FK	Al/Cu/VA	-50	1,05	1,378
	Fragoltherm W-VR	MPG	gf	VRK	Cu/VA	-28	1,034	1,382
GHC Gerling, Holz & Co.	Coolex L	MPG	konz/gf <sup>7</sup>	FK, VRK	Al/Cu/VA	-28	1,038	1,388
Pro Kühlsole	Pekasolar 100	MPG	konz	FK, VRK	Al/Cu/VA	-50	1,046	1,431
	Pekasolar 50	MPG	gf	FK, VRK	Al/Cu/VA	-28	1,04	1,384
Sentinel	R100	MPG	gf	FK, VRK	Al/Cu/VA	-25	1,04	1,380 bis 1,384
Staub & Co. – Silbermann	Solarliquid L Konzentrat	MPG	konz	FK, VRK	Al/Cu/VA	-	ca. 1,045	ca. 1,435
	Solarliquid L gebrauchsfertig -28 °C	MPG	gf	FK, VRK	Al/Cu/VA	-28	ca. 1,04	ca. 1,445
	Solarliquid L gebrauchsfertig -22 °C	MPG	gf	FK, VRK	Al/Cu/VA	-22	ca. 1,037	ca. 1,383
	Solarliquid HT gebrauchsfertig	höhere Glykole	gf	FK, VRK	Cu/VA	-24	ca. 1,03	ca. 1,400
Thermochema	Powercool DC924-PXL	MPG	konz	FK, VRK (HP)	Al/Cu/VA	-50	1,05	1,378 <sup>8</sup>
	Hochtemperatur-Solarflüssigkeit DC923-H	MPG	gf	VRK, FK	Cu/VA	-28	1,034	1,38
Tyforop	Tyforop L	MPG	konz (40) <sup>2</sup>	FK	Al/Cu/VA	-50	1,039 <sup>8</sup>	1,3792 <sup>8</sup>
	Tyforop L-eco	MPG (NaWaRo)	konz (40) <sup>2</sup>	FK	Al/Cu/VA	-50	1,039 <sup>8</sup>	1,3792 <sup>8</sup>
	Tyforop HTL	MPG, höhere Glykole	gf	VRK, (FK) <sup>4</sup>	Al/Cu/VA	-35	1,054	1,394
	Tyforop LS	MPG	gf	VRK, (FK) <sup>4</sup>	Cu/VA	-28	1,034	1,382
	Tyforop LS Arctic	MPG	gf	VRK, (FK) <sup>4</sup>	Cu/VA	-47	1,039	1,393
	Tyforop LS Mediterraneo	MPG	gf	VRK, (FK) <sup>4</sup>	Cu/VA	-12	1,02	1,361
	Tyforop G-LS	MPG	gf	VRK, (FK) <sup>4</sup>	Cu/VA	-28	1,034	1,382
Wittig Umweltchemie	Glysofor Solar	MPG, höhere Glykole	konz (20) <sup>2</sup>	FK, VRK	Al/Cu/VA	-50	1,04	1,433
	Glysofor Solar AF	MPG, höhere Glykole	gf	FK, VRK	Al/Cu/VA	-28	1,02	1,389
	Glysofor Solar HT	MPG, höhere Glykole	gf	FK, VRK	Al/Cu/VA	-28	1,02	1,386

**Abkürzungen:** FK = Flachkollektor; VRK = Vakuumröhrenkollektor; HP = Heat Pipe; DF = direkt durchströmt; Al = Aluminium; Cu = Kupfer; VA = Edelstahl; MPG = Monopropylenglykol; gf = gebrauchsfertig; konz = Konzentrat; n.e. = nicht empfohlen; NaWaRo = aus nachwachsenden Rohstoffen; IBC = Intermediate Bulk Container; TWK = Tankkraftwagen

**Fußnoten:** 1) bei 20 °C; 2) in Klammern Mindesteinsatzkonzentration; 3) bei 50 % Wasseranteil; 4) für VRK entwickelt; 5) Angabe für Eisflockenpunkt; 6) erster Wert Eisflockenpunkt, zweiter Eisstockpunkt, 7) Fertigmischung mit 47 %; 8) bei Einsatzkonzentration von 40 %; 9) bei Einsatzkonzentration von 50 %

QUELLE: HERSTELLERANGABEN

pH-Wert <sup>1</sup>	Reserve-Alkalität [ml 0,1 N HCl]	Mischbar mit
ca. 8	ca. 9 <sup>7</sup>	MPG/n.e.
ca. 8	ca. 9	MPG/n.e.
ca. 8	ca. 9	n.e.
ca. 8	ca. 9 <sup>7</sup>	k.A.
ca. 8	ca. 9	k.A.
ca. 9	mind. 4	k.A.
ca. 9	mind. 8,5	k.A.
8 bis 9,5	mind. 4	k.A.
8 bis 9,5	mind. 2,1	k.A.
7,5 bis 9	≥ 3	nein
8 bis 8,4	≥ 4	nein
8 bis 8,4	≥ 4	nein
8,3 bis 8,8	≥ 4	ja
7,5 bis 8,5	k.A.	MPG/n.e.
ca. 8	k.A.	MPG/n.e.
7,5 bis 9,5	k.A.	n.e.
9	> 20	n.e.
ca. 8	ca. 2,2	MPG
9	4	ja
9	2	ja
8,35	7,7	ja
7,5 bis 8,5	ca. 19	MPG
ca. 8	ca. 9,5	MPG
ca. 8	ca. 9,5	MPG
7,5 bis 8,5	ca. 9,5	k.A.
8,6	> 6	Gelbin DC924-L
ca. 9	> 20	Powercool DC924-PXL
7,5 bis 8,5 <sup>8</sup>	> 5 <sup>8</sup>	Tyfocor L-eco, andere n.e.
7,5 bis 8,5 <sup>8</sup>	> 4 <sup>8</sup>	Tyfocor L, andere n.e.
7,5 bis 8,5	> 9	nein
9 bis 10,5	> 20	LS Arctic, LS Mediterraneo, Tyfocor G-LS
9 bis 10,5	> 25	TyfocorLS, LS Mediterraneo, Tyfocor G-LS
9 bis 10,5	> 12	Tyfocor LS, LS Arctic, Tyfocor G-LS
9 bis 10,5	> 20	Tyfocor LS, LS Arctic, LS Mediterraneo
7 bis 8	3	MPG
7 bis 8	3	MPG
7 bis 8	3	nein

günstig bei einer CO<sub>2</sub>-Gesamtbetrachtung darstellen.« Das gilt genauso für Bio-Glykole, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden können. Aqua-Concept arbeitet derzeit daran, Produkte und Produktion CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten. Das Unternehmen hat dieses Jahr mit dem Coracon Geko W auch ein neues Produkt auf den Markt gebracht, das nicht wassergefährdend (nwg) ist. »Coracon Geko W findet vor allem dann seinen Einsatz, wenn die Behörden Produkte mit einer WGK 1 und höher grundsätzlich untersagen«, berichtet Klukas. Dass es »häufigere Anfragen nach Fluiden für den Einsatz in Wasserschutzgebieten« gibt, bestätigt Gernot Krakat, zuständig für den Vertrieb von Wärmeträgerflüssigkeiten bei Fragol.

Da Coracon Geko W keinen Frostschutz enthält, muss aber sichergestellt sein, dass der gesamte Erdkreis und die Zuleitungen der Anlage nicht einfrieren können. Bei gut ausgelegten Sonden und Zuleitungen, die tief im Boden liegen, sollte das auch kein Problem sein. Auch Solaranlagen können ohne Frostschutz betrieben werden, wie es das Aqua-System von Paradigma zeigt. Hier muss aber in kalten Nächten aktiv Wärme durch den Solarkreis gepumpt werden, um ein Durchfrieren verhindern zu können.

Viele Wärmeträgerflüssigkeiten enthalten nur Zusätze, die als WGK 1 eingestuft sind. Einige haben aber auch Anteile, die in WGK 2 oder WGK 3 eingestuft sind. Ronald Klukas beobachtet, dass die Wassergefährdungsklasse jedoch beim Verkauf keine Rolle spielt, denn gekauft wird nur nach dem Preis. Dennoch sieht er einen Trend hin zu



R100 ist eine Wärmeträgerflüssigkeit für Solaranlagen auf der Basis von Monopropylenglykol.

Produkten mit einer sehr guten biologischen Abbaubarkeit und hin zum Einsatz umweltfreundlicher Glykole. Außerdem hätten die meisten Produkte heute nur noch eine Frostschutzabsicherung von -8 °C bis -10 °C. Das sei ein großer Vorteil für die Umwelt, da das Gefährdungspotenzial durch den niedrigen Glykolanteil deutlich geringer ist. Da die Viskosität im Vergleich zu höheren Frostabsicherungen sinkt, kann je nach Anlagenauslegung auch eine kleinere Umwälzpumpe verwendet werden, wodurch Strom eingespart wird.

Der Preisdruck hat mittlerweile die ganze Branche erfasst. Die Einschätzung: Billiganbieter ziehen mit qualitativ schlechten Produkten die Preise nach unten. »Qualität scheint keine Bedeutung mehr zu haben. Das billigste Fluid erhält leider den Zuschlag«, sagt Markus Hafner von GHC Gerling, Holz & Co.

Jens-Peter Meyer

44 2015

**CLARIANT**

Verrostet? Sorgen Sie vor!  
**MIT ANTIFROGEN® -  
 WÄRMETRÄGERFLÜSSIGKEITEN.**



WWW.ANTIFROGEN.COM

what is precious to you?



## Wärmeträgerflüssigkeiten für die Geothermie

Hersteller	Produktbezeichnung	Frostschutz-Basis	Lieferform	Mindestkonzentration [Vol %]	LAWA-Listung	T <sub>min</sub> [°C] *
Aqua-Concept	Coracon KS 6	MEG	konz	25	ja	-13
	Coracon KS 6 F-13	MEG	gf	-	nein	-13
	Coracon WT 6N	MEG	konz	25	ja	-11
	Coracon WT 6N F-20	MEG	gf	-	ja	-20
	Coracon WT 6P	MPG	konz	25	ja	-13
	Coracon WT 6P F-20	MPG	gf	-	ja	-20
	Coracon GEKO N	MEG	konz	10	ja	-5
	Coracon GEKO EF-10	MPG (NaWaRo)	gf	-	ja	-10
	Coracon GEKO AF-8	Ethanol	gf	-	ja	-8
	Coracon Geko W	keine	gf	-	ja	0
Carl Dicke	CD-Geotherm N	MEG	konz	25	ja	k.A.
Clariant	Antifrogen N	MEG	konz/ gf	20	ja	-10
	Antifrogen L	MPG	konz/ gf	25	ja	-10
	Protectogen N ECO	MEG	konz/ gf	20	k.A.	-8
	Protectogen L ECO	MPG	konz/ gf	25	k.A.	-9
	Antifrogen GEO Blue	MEG	konz/ gf	25	k.A.	-10
Climalife	Solufluid Heat Pump -25 °C	MPG	gf	-	nein	-25
	Greenway Neo Heat pump -30 °C	1,3-Propanediol (NaWaRo)	gf	-	nein	-30
	Greenway Neo Heat pump -25 °C	1,3-Propanediol (NaWaRo)	gf	-	nein	-25
	Greenway Neo	1,3-Propanediol (NaWaRo)	konz	k.A.	nein	k.A.
Fragol	Zitrec MC	MEG	konz	k.A.	nein	-
	Zitrec M-05	MEG	gf	-	nein	-5
	Zitrec M-10	MEG	gf	-	nein	-10
	Zitrec M-15	MEG	gf	-	nein	-15
	Zitrec M-20	MEG	gf	-	nein	-20
	Zitrec M-25	MEG	gf	-	nein	-25
	Zitrec M-35	MEG	gf	-	nein	-35
	Fragoltherm W-ECO	MEG	konz	-	nein	-15
	Fragoltherm W-ECO-20	MEG	gf	-	nein	-20
	Zitrec LC	MPG	konz	-	nein	-15
	Zitrec L-20	MPG	gf	-	nein	-20
	GHC Gerling, Holz & Co.	Coolex N	MEG	konz/gf	20	ja
Coolex L		MPG	konz/gf	25	ja	-10
Pro Kühlsole	Glykosol N	MEG	konz/gf	-	ja	-8
	Pekasol L	MPG	konz/gf	-	ja	-6
	Pekasol 2000	wässrige organische Salzlösung	konz/gf	32	nein	-10
Staub & Co. – Silbermann	Kühlsolekonzentrat N	MEG	konz	20	ja	-9
	Kühlsolekonzentrat Spezial VA	MPG	konz	20	ja	-6
	Kühlsolekonzentrat N-GEO	MEG	konz	20	ja	-8
	Kühlsolekonzentrat Spezial-GEO	MPG	konz	20	ja	-7
	Staubcosol BE gebrauchsfertig -10 °C	Ethanol	gf	-	nein	-10
	Staubcosol BE gebrauchsfertig -8 °C	Ethanol	gf	-	ja	-8
Tyforop	Tyfocor	MEG	konz	20	ja	-9
	Tyfocor GE	MEG	konz	20	nein	-8
	Tyfo Spezial	Kaliumcarbonat	gf	100	nein	-13
Wittig Umweltchemie	Glysofor N	MEG	konz	20	ja	-10
	Glysofor L	MPG	konz	25	ja	-10
	Glysofor TERRA	MEG	konz	20	ja	-10
	Glysofor EVO N	MEG	konz	20	nein	-10
	Glysofor EVO L	MPG	konz	25	nein	-10
	Glysofor CARBO	Alkalicarbonat	gf	-	nein	-12

**Abkürzungen:** MPG = Monopropylenglykol; MEG = Monoethylenglykol; GHS = weltweit einheitliches System zur Einstufung von Chemikalien; GHS 08 = Gesundheitsgefahr; GHS 07 = akute Toxizität; GHS 05 = ätzend; NaWaRo = aus nachwachsenden Rohstoffen; gf = gebrauchsfertig; konz = Konzentrat

	Einstufung nach GHS <sup>1</sup>	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ] A, B	Brechungsindex <sup>2</sup>	pH-Wert <sup>3,4</sup>	Spez. Wärmekapazität [kJ/kgK] <sup>3,4</sup>	Reserve-Alkalität [ml 0,1 N HCl]	Mischbar mit	Dynamische Viskosität [mPa*s] <sup>2</sup>
	GHS08	1,045	k.A.	8 bis 8,5	3,73	k.A.	k.A.	k.A.
	GHS07, GHS08	1,055	k.A.	8 bis 8,5	3,62	k.A.	k.A.	k.A.
	GHS07, GHS08	1,044	k.A.	8 bis 8,5	3,74	k.A.	k.A.	k.A.
	GHS07, GHS08	1,068	k.A.	8 bis 8,5	3,48	k.A.	k.A.	k.A.
	keine	1,026	k.A.	8 bis 8,5	3,92	k.A.	k.A.	k.A.
	keine	1,038	k.A.	8 bis 8,5	3,75	k.A.	k.A.	k.A.
	GHS07, GHS08	1,018	k.A.	8 bis 8,5	4,03	k.A.	k.A.	k.A.
	keine	1,037	k.A.	8 bis 8,5	3,87	k.A.	k.A.	k.A.
	keine	0,98	k.A.	8 bis 8,5	3,83	k.A.	k.A.	k.A.
	keine	1	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	GHS07, GHS08	1,11	k.A.	8	k.A.	k.A.	Wasser	k.A.
	k.A.	1,033	1,357	7,4 bis 8	3,9	min. 4	k.A.	3,59
	keine	1,028	1,362	8 bis 9	3,9	min. 4	k.A.	5,95
	k.A.	1,024	1,352	7 bis 8,5	3,9	min. 1,6	k.A.	k.A.
	keine	1,018	1,359	7,5 bis 9,5	3,9	min. 2,3	k.A.	k.A.
	k.A.	1,029	1,356	7 bis 8,5	3,9	min. 1,5	k.A.	k.A.
	keine	1,04	1,382	7,5 bis 9	3,59	≥ 3	k.A.	15,7
	keine	1,05	1,389	8 bis 8,4	3,16	≥ 4	k.A.	14,175
	k.A.	1,047	k.A.	8 bis 8,4	3,23	≥ 4	k.A.	12,18
	k.A.	k.A.	k.A.	8,3 bis 8,8 <sup>6</sup>	k.A.	≥ 4	ja	k.A.
	GHS07, GHS08	k.A.	k.A.	8,8 bis 9	k.A.	k.A.	MEG (bedingt)	
	GHS07, GHS08	1,017	1,347	8,3 bis 8,6	4,01	k.A.	MEG (bedingt)	2,77
	GHS07, GHS08	1,027	1,368	8,3 bis 8,6	3,98	k.A.	MEG (bedingt)	3,51
	GHS07, GHS08	1,04	1,361	8,3 bis 8,6	3,87	k.A.	MEG (bedingt)	4,41
	GHS07, GHS08	1,049	1,368	8,3 bis 8,6	3,74	k.A.	MEG (bedingt)	5,72
	GHS07, GHS08	1,054	1,373	8,3 bis 8,6	3,6	k.A.	MEG (bedingt)	7,04
	GHS07, GHS08	1,066	1,382	8,3 bis 8,6	3,36	k.A.	MEG (bedingt)	9,66
	GHS07, GHS08	1,04	1,361	8,7 bis 8,8	3,85	k.A.	MEG (bedingt)	k.A.
	GHS07, GHS08	1,049	1,368	8,3 bis 8,6	3,72	k.A.	MEG (bedingt)	5,79
	keine	1,028	1,349	8,8 bis 9	4,05	k.A.	MPG (bedingt)	k.A.
	keine	1,034	1,378	8,4 bis 8,6	3,73	k.A.	MPG (bedingt)	12,84
	GHS07, GHS08	1,033	1,354	7,5 bis 8,5	3,8	ca. 4,5	k.A.	3,5
	keine	1,028	1,363	7,5 bis 8,5	3,7	ca. 4,5	k.A.	6,0
	GHS07	1,036	1,433 bis 1,435	8 bis 10	3,88	> 20	k.A.	k.A.
	keine	1,017 <sup>4</sup>	1,435 bis 1,436	8 bis 10	3,39 <sup>5</sup>	k.A.	k.A.	k.A.
	keine	1,111	-	8 bis 9	3,41	-	Pekasol 50 (bedingt)	k.A.
	GHS07, GHS08	ca. 1,037	k.A.	7,5 bis 8,5	ca. 3,88	k.A.	MEG	k.A.
	keine	ca. 1,022	k.A.	7,5 bis 8,5	ca. 4,00	k.A.	MPG	k.A.
	GHS07, GHS08	ca. 1,109	k.A.	7,5 bis 8,5	k.A.	k.A.	MEG	k.A.
	keine	ca. 1,042	k.A.	7,5 bis 8,5	k.A.	k.A.	MPG	k.A.
	keine	ca. 0,970	1,342 bis 1,350	7,5 bis 8,5	k.A.	ca. 0,4	nein	k.A.
	keine	ca. 0,975	1,340 bis 1,348	7,5 bis 8,5	k.A.	ca. 0,4	nein	k.A.
	GHS07, GHS08	1,035	1,355	> 8	3,91	> 10	Tyfocor GE	3,47
	GHS07, GHS08	1,034	1,355	> 8	3,92	> 5,5	Tyfocor	3,4
	GHS07	1,274	k.A.	> 10	3,02	k.A.	nein	3,69
	GHS08	1,037	k.A.	7 bis 8	3,85	> 3	MEG	k.A.
	keine	1,035	k.A.	7 bis 8	3,95	> 3	MPG	k.A.
	GHS08	1,037	k.A.	7 bis 8	3,85	> 3	MEG	k.A.
	GHS08	1,037	k.A.	7 bis 8	3,85	> 3	MEG	k.A.
	keine	1,035	k.A.	7 bis 8	3,95	> 3	MPG	k.A.
	GHS05, GHS07	1,25	-	11	k.A.	k.A.	ggf. Wasser	k.A.