



Technisches Merkblatt

Freeze Protection HARAPOL®

Beschreibung

Freeze Protection HARAPOL® ist als umweltfreundliches, eingefärbtes Wärmeübertragungs- und Frostschutzmittel- Konzentrat auf Monoethylenglykolbasis entwickelt worden. Es wird eingesetzt als Leckanzeigeflüssigkeit für Kältsolleanwendungen, für Geothermie Erdsondensysteme sowie für Kühl- und Heizanlagen in geschlossenen Kreisläufen.

Eigenschaften

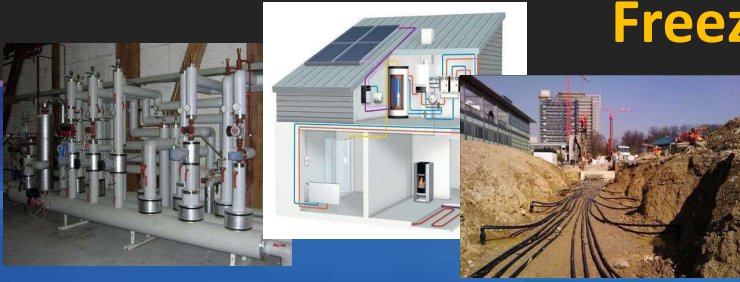
Freeze Protection HARAPOL® ist nitrit-, phosphat- und aminfrei. Dichtungsmaterialien werden weder vom Konzentrat noch von dessen Verdünnungen angegriffen. Es ist mit Leitungswasser in jedem Verhältnis mischbar. Die Mindestkonzentration sollte größer 20% sein. Freeze Protection HARAPOL® ist weder Gefahrstoff noch Gefahrgut Ökologie: biologisch abbaubar. Verträglich mit anderen Frostschutzmittel-Konzentraten.

Technische Daten

Dichte bei 20°C	(DIN 51757)	g/ml ³	ca. 1,11
Brechzahl nD bei 20°C	(DIN 51423, Teil 2)		ca. 1,436
pH-Wert	(ASTM-D 1287)		ca. 7.5 -8.5
Reservealkalität	(ASTM D 1121)	ml c(HCl) 0,1 M	ca. 23
Siedepunkt bei 1013 mbar	(ASTM D 1120)	°C	ca. 150
Stockpunkt	DIN (51583)	°C	- 70
Kinematische Viskosität bei 20°C	(DIN 51562)	mm ² /s	ca. 27
Spezifische elektrische Leitfähigkeit bei 20°C		µS/cm	4840
Spezifische Wärme bei 40°C		kJ/kgK	-
Wärmeleitfähigkeit bei 20°C		W/mK	ca. 0,27
Frostsicherheit	(ASTM D 1177)	°C	-

Transport nach ADR/SDR: kein Gefahrgut, Abfallcode VeVA 13 02 08

Es handelt sich um Mittelwerte, die im handelsüblichen Rahmen schwanken können. Unsere Merkblätter sollen aufgrund unserer Erfahrungen und nach bestem Wissen informieren. Die Prüfung der Produkteignung für den vorgesehenen Verwendungszweck liegt in der Verantwortung des Käufers. Die Anwendung der Produkte ist immer auf die jeweiligen Betriebsbedingungen abzustimmen. Insbesondere kann eine Haftung für Schäden durch Materialunverträglichkeiten nicht übernommen werden, es sei denn, eine Materialverträglichkeit wird vorher ausdrücklich zugesichert. Chemikalien (namentlich solche mit Anteilen organischer Stoffe) sind in der Regel nur begrenzt lagerfähig. Produktveränderungen (z.B. Farbänderung, geringe Ausfällungen oder u. U. geringe Wirkstoffverluste) je nach Lagerzeit und Lagerbedingung stellen daher keinen Mangel dar. Bitte beachten Sie jeweils die zusätzlichen Lagerhinweise. Darüber hinaus sind Schwankungen in den Produkteigenschaften bei Chemikalien und den daraus hergestellten Zubereitungen grundsätzlich unvermeidlich. Für die Beantwortung Ihrer Fragen zur Wasserkonditionierung steht Ihnen unsere anwendungstechnische Beratung zur Verfügung.



Gebrauchshinweise / Anwendungsrichtlinien

Freeze Protection HARAPOL®

Leitungssystem

Die Anlagen müssen als geschlossene Systeme ausgeführt sein, da durch Zutritt von Luftsauerstoff die Inhibitoren sich schneller verbrauchen würden. Membran-Druckausgleichsgefäße müssen DIN 4807 entsprechen. Lötverbindungen sind vorzugsweise mit Ag- oder Cu-Hartlot auszuführen. Werden beim Weichlöten chloridhaltige Flussmittel verwendet, so müssen deren Rückstände im Kreislaufsystem durch gründliches Spülen entfernt werden, da erhöhte Chloridgehalte im Wärmeträger Korrosionsschäden verursachen können. Als flexible Verbindungselemente sind nur sauerstoffdiffusionsarme Schläuche oder vorzugsweise Metallschläuche zu verwenden.

Die Anlagen dürfen nicht mit primärseitig verzinkten Wärmeaustauschern, Behältern oder Rohren versehen werden, da Zink von Glykol/ Wassergemischen abgelöst werden kann.

Bei der Montage und vor dem Befüllen müssen die Anlage und ihre Komponenten gegen den Zutritt von Schmutz und Wasser geschützt sein. Nach Erstellung der Anlage und Beendigung der Lötarbeiten sollte eine Innenreinigung (Spülung) erfolgen, um Feststoffe (Metallspäne, Flussmittel, Verpackungsreste, Holzmehl usw.) und Montagehilfsmittel zu entfernen. Das System muss frei von Verunreinigungen sein (ggf. Spülung mit Wasser). Es sollten sich auf den Metalloberflächen keine Ablagerungen befinden.

Umwelt und Sicherheit

Im Umgang mit Freeze Protection HARAPOL® sind die allgemein gültigen Schutzmassnahmen für Chemikalien zu beachten. Weitere Angaben und Hinweise sind im Sicherheitsdatenblatt aufgeführt.

Anwendungsempfehlung

Die Anlagen müssen der DIN-Norm 4757, Teil 1, entsprechen und als geschlossene Systeme ausgeführt sein, da sich kein Luftsauerstoff im System befinden sollte.

Die optimale Einsatztemperatur liegt zwischen -37 °C und 150 °C. Wir empfehlen Einsatzkonzentrationen von 100% Freeze Protection HARAPOL®. Es wird empfohlen bei Solaranlagen mit Dauertemperaturen von mehr als 170°C ausreichend große Ausgleichsbehälter zu installieren, damit die Wärmeträgerflüssigkeit in den dampfförmigen Zustand übergehen und aus den Kollektoren abfließen kann. Bei Flüssigkeitsverlusten darf nur Freeze Protection HARAPOL® aufgefüllt werden. KEIN WASSER nachfüllen!

Überprüfung

Die Korrosionsschutzeigenschaften der Solarflüssigkeit kann festgestellt werden, indem der pH-Wert gemessen wird. Der pH-Wert sollte > 7,5 sein und kann mit entsprechenden Diagnose-Teststreifen ermittelt werden. Bei zu niedrigem pH-Wert muss die komplette Flüssigkeit ersetzt werden.



Übliche Korrosions- und Abtragungsdaten (Angaben in g/m²) Korrosion von Metallen in g/m², geprüft nach ASTM D 1384

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Korrosionsschutzwirkung einer Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischung:

	Freeze Protection HARAPOL® 35 Vol. % Wassergemisch	Ethylenglykol 34 Vol.% Wassergemisch ohne Inhibitoren	Leitungswasser (14° dH) ohne Zusätze	Kalziumchlorid 21 % (m/m)
Stahl (CK 22)	< -0,1	-152	-76	-95
Gusseisen (GG 25)	< -0,5	-273	-192	-310
Kupfer	< -0,5	-2,8	-1	-11
Messing (MS 63)	-0,6	-7,6	-1	-36
Edelstahl (1.4541)	< -0,5	nicht geprüft	-0,5	nicht einsetzbar (Lochfrass)
Aluminium guss (AlSi6Cu3)	<-1,4	-16	-32	-135
Aluminium (99,5)	<-2,0	nicht geprüft	-5	-660
Weichlot (WL 30)	<-2,4	-135	-11	-443

Auch bei Heisstemperatur-Korrosionstests mit den Werkstoffen GG 25 u. G-AlSi10Mg unter Strömungs- und Wärmedurchgangsbedingungen bei Wärmestromdichten bis zu 40 W/cm² zeigen sich die ausgezeichneten antikorrosiven Eigenschaften von Freeze Protection HARAPOL® / Wassergemischen. Aus Gründen der Korrosionssicherheit sollte die Anwendungskonzentration von 20 Vol.-% Freeze Protection HARAPOL® nicht unterschritten werden. Bei Konzentrationen von weniger als 20 Vol.-% Freeze Protection HARAPOL® besteht infolge Unterinhibierung Korrosionsgefahr.

Wird Freeze Protection HARAPOL® in Altanlagen eingefüllt, die bislang nur mit Wasser betrieben wurden, sind nachstehende Hinweise zu beachten: der in Altanlagen vorhandene Rost vergrößert sehr stark die Oberfläche, mit der die Wärmeträgerflüssigkeit in Kontakt steht und bindet dadurch zusätzlich die im Freeze Protection HARAPOL® enthaltenen Inhibitoren. Hierdurch kann besonders bei niedrigen Anwendungskonzentrationen der Korrosionsschutz beeinträchtigt werden. Daher sollten derartige Anlagen vor dem Befüllen möglichst rostfrei gespült werden. In besonders gelagerten Fällen ist eine Säurebeizung mit anschließender Neutralisierung empfehlenswert. Anlagen, die nur vorübergehend mit Freeze Protection HARAPOL® betrieben werden, müssen nach dem Entleeren mit Wasser mehrfach gut gespült werden, um Produktreste sicher zu entfernen. Etwaige Produktrückstände können ggf. zu verstärkter Korrosion führen.



Verträglichkeit mit Dichtungswerkstoffen

Freeze Protection HARAPOL® greift die im Heizungsbau üblichen verwendeten Dichtungen nicht an.

Elastomerbeständigkeit

Freeze Protection HARAPOL® greift die im Heizungsbau üblichen Dichtungswerkstoffe nicht an. Nach eigenen Versuchen und Erfahrungen sowie nach Literaturangaben sind die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Dichtungsmassen, Elastomere und Kunststoffe gegenüber Freeze Protection HARAPOL® beständig:

Dichtungsmassen z.B. der Handelsbezeichnungen Fermit®, Fermitol® (eingetr. Warenzeichen der Nissen & Volk GmbH, Hamburg), Hanf

- Butylkautschuk IR
- Polychlorbutadien-
- Kautschuk CR
- Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
- EPDM Fluorkarbon-Elastomere
- FPM Nitrilkautschuk NBR
- Polyamid bis 115 °C PA
- Polyethylen, weich, hart LDPE,
- HDPE Polyethylen, vernetzt
- VPE Polypropylen PP
- Polytetrafluorethylen PTFE
- Polyvinylchlorid PVC h
- Styrolbutadien-Kautschuk bis 100 °C SBR
- ungesättigte Polyesterharze UP

Phenol-, Harnstoff-Formaldehydharze, Weich-PVC und PolyurethanElastomere sind nicht beständig.



Vor der Verwendung von Elastomeren ist zu beachten, dass die Gebrauchseigenschaften dieser Werkstoffe nicht nur durch die Eigenschaften des Ausgangskautschuks (z.B. EPDM), sondern auch durch Art und Menge der Zuschlagstoffe sowie von den Herstellbedingungen beim Vulkanisieren bestimmt werden. Eine Eignungsprüfung mit dem Freeze Protection HARAPOL® vor dem ersten Einsatz wird daher empfohlen. Dies gilt insbesondere für Elastomere, die als Werkstoff für Membranen von Druckausgleichsgefäßen nach DIN 4807 vorgesehen sind. Als beständig gegenüber heißem Freeze Protection HARAPOL® haben sich erwiesen: Flachdichtungen auf Basis Aramid/Spezial NBR wie z.B. Centellen3820*. Elastomerdichtungen bis 180°C: 70 EPDM 281**.

Bei Verwendung von Elastomeren ist zu beachten, dass die Gebrauchseigenschaften dieser Werkstoffe nicht nur durch die Eigenschaften des Ausgangskautschuks (z. B. EPDM), sondern auch durch Art und Menge der Zuschlagstoffe sowie von den Herstellbedingungen beim Vulkanisieren bestimmt werden. Eine Eignungsprüfung mit dem Freeze Protection HARAPOL® / Wassergemisch vor dem ersten Einsatz wird daher empfohlen. Das gilt insbesondere für Elastomere, die als Werkstoff für Membranen von Druckausgleichsgefäßen nach DIN 4807 vorgesehen sind. Als beständig gegenüber heißen Freeze Protection HARAPOL® / Wassergemischen haben sich erwiesen: bis 160 °C Dichtungen auf Basis 70 EPDM 281* u. bis 200 °C: Flachdichtungen wie z. B. REINZ- AFM 34** oder Centellen 3820*** auf Basis Aramid / Spezial-NBR. Infolge der geringen Oberflächenspannung von Freeze Protection HARAPOL® / Wassergemischen kann es bei der Verwendung von Dichtungsbändern aus Polytetrafluorethylen (PTFE) fallweise zu Undichtigkeiten kommen. Ebenso können nach der Zugabe von Freeze Protection HARAPOL® in Heizungsanlagen vorhandene geringe Undichtigkeiten aufgrund des besseren Benetzungsvermögens von Freeze Protection HARAPOL® / Wassergemischen sichtbar werden. Wenn das Nachziehen der Dichtungen bei einer Undichtigkeit keine Abhilfe bringt, so muss das Kreissystem entleert werden. Die Dichtungen sind zu erneuern, und die einwandfreie Ausführung der Rohrverbindung ist zu überprüfen. Es ist wichtig, dass nach der Wiederinbetriebnahme und dem Aufheizen auf die höchste Betriebstemperatur des Kreissystems alle erneuerten Dichtungen nachgezogen werden. Zum Befüllen von Anlagen mit Zwangsumwälzung werden zuerst etwa 2/3 der erforderlichen Wassermenge vorgelegt und dann Freeze Protection HARAPOL® hinzugegeben. Danach wird das Restvolumen mit Wasser aufgefüllt. Durch Einschalten der Umwälzpumpe wird nach mehreren Stunden eine vollständige Durchmischung erreicht. Bei Schwerkraftanlagen ohne Umwälzpumpe ist Freeze Protection HARAPOL® vor dem Einfüllen mit Wasser vollständig zu mischen. Es ist zweckmäßig, nach Befüllen der Anlage den Gehalt an Freeze Protection HARAPOL® zu überprüfen. Dies kann durch Spindeln der Dichte mittels eines Aräometers erfolgen (Werte siehe Diagramme). Zylinder und Spindel müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass sich die Spindel frei bewegen kann. Der Gehalt Freeze Protection HARAPOL® kann auch mit Hilfe eines Refraktometers durch Messung des Brechungsindex bestimmt werden. Dichte und Brechungsindex von Freeze Protection HARAPOL® / Wassergemischen:

Frost- und Korrosionsschutz für Heizungs-, Klima- und Kühlanlagen sowie Wärmepumpen

Freeze Protection HARAPOL®



Dichte von Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischungen [kg/m³]

in Abhängigkeit von Temperatur und Konzentration

T [°C]	20 Vol.-%	25 Vol.-%	30 Vol.-%	34 Vol.-%	40 Vol.-%	44 Vol.-%	50 Vol.-%	55 Vol.-%
120	970	975	982	991	999	1002	1003	1008
110	978	983	990	998	1006	1010	1012	1017
100	985	990	997	1005	1013	1017	1020	1025
90	992	998	1004	1012	1019	1024	1027	1033
80	998	1004	1011	1018	1025	1030	1035	1040
70	1005	1011	1017	1024	1031	1037	1042	1047
60	1010	1017	1024	1030	1037	1043	1048	1054
50	1016	1022	1029	1036	1043	1049	1055	1060
40	1021	1028	1035	1042	1049	1055	1061	1067
30	1025	1032	1040	1047	1054	1060	1067	1073
20	1029	1037	1044	1052	1059	1066	1072	1079
10	1032	1040	1049	1056	1064	1071	1078	1085
0	1035	1044	1052	1061	1068	1076	1083	1090
-10	-	1046	1056	1064	1073	1081	1088	1096
-20	-	-	-	1068	1077	1085	1094	1101
-30	-	-	-	-	-	1090	1099	1107
-40	-	-	-	-	-	-	-	1112

Spezifische Wärmekapazität von Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischungen [kJ/kg·K]

in Abhängigkeit von Temperatur und Konzentration

T [°C]	20 Vol.-%	25 Vol.-%	30 Vol.-%	34 Vol.-%	40 Vol.-%	44 Vol.-%	50 Vol.-%	55 Vol.-%
120	4,05	4,01	3,96	3,89	3,81	3,76	3,68	3,61
110	4,06	4,03	3,97	3,89	3,81	3,75	3,67	3,59
100	4,07	4,03	3,97	3,90	3,80	3,73	3,65	3,57
90	4,08	4,03	3,97	3,89	3,79	3,71	3,62	3,54
80	4,07	4,03	3,97	3,88	3,78	3,69	3,59	3,51
70	4,07	4,03	3,96	3,87	3,76	3,66	3,56	3,48
60	4,06	4,01	3,95	3,85	3,73	3,63	3,52	3,44
50	4,05	4,00	3,93	3,83	3,70	3,59	3,47	3,39
40	4,03	3,98	3,91	3,80	3,66	3,54	3,42	3,34
30	4,01	3,95	3,88	3,75	3,62	3,49	3,37	3,29
20	3,98	3,92	3,85	3,72	3,57	3,44	3,31	3,23
10	3,95	3,89	3,81	3,68	3,52	3,38	3,25	3,17
0	3,91	3,85	3,77	3,63	3,46	3,31	3,18	3,10
-10	-	3,81	3,72	3,57	3,40	3,24	3,11	3,03
-20	-	-	-	3,51	3,33	3,17	3,03	2,95
-30	-	-	-	-	-	3,08	2,95	2,87
-40	-	-	-	-	-	-	-	2,79

Freeze Protection HARAPOL®



in Abhängigkeit von Temperatur und Konzentration

[illegible]

Kinematische Viskosität von Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischungen [mm²/s]

in Abhängigkeit von Temperatur und Konzentration

[illegible]

Frost- und Korrosionsschutz für Heizungs-, Klima- und Kühlanlagen sowie Wärmepumpen

Freeze Protection HARAPOL®



Prandtl-Zahlen von Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischungen

in Abhängigkeit von Temperatur und Konzentration

T [°C]	20 Vol.-%	25 Vol.-%	30 Vol.-%	34 Vol.-%	40 Vol.-%	44 Vol.-%	50 Vol.-%	55 Vol.-%
120	2,65	2,98	3,35	3,72	4,30	4,81	5,01	5,63
110	2,91	3,30	3,75	4,20	4,84	5,39	5,63	6,30
100	3,20	3,63	4,12	4,62	5,27	5,96	6,40	7,07
90	3,57	4,04	4,57	5,10	5,77	6,68	7,41	8,04
80	4,05	4,59	5,18	5,97	6,49	7,64	8,73	9,37
70	4,71	5,35	6,05	6,73	7,56	9,00	10,5	11,2
60	5,61	6,41	7,27	8,13	9,14	10,9	12,9	13,9
50	6,86	7,88	8,99	10,2	11,5	13,7	16,1	17,8
40	8,61	10,0	11,4	13,1	15,0	17,6	20,7	23,5
30	11,1	12,9	14,9	17,4	20,2	23,5	27,3	32,3
20	14,7	17,2	20,1	23,8	28,1	32,3	37,3	45,9
10	19,4	23,6	27,8	33,6	40,7	46,4	53,2	68,3
0	27,8	33,2	39,6	49,0	61,2	69,8	80,4	106,9
-10	-	48,1	57,9	73,9	95,3	111,1	131,2	177,6
-20	-	-	-	114,0	153,4	189,6	236,7	317,7
-30	-	-	-	-	-	349,8	487,7	620,9
-40	-	-	-	-	-	-	-	1352

Dampfdruck von Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischungen [bar]

in Abhängigkeit von Temperatur und Konzentration

T [°C]	20 Vol.-%	25 Vol.-%	30 Vol.-%	34 Vol.-%	40 Vol.-%	44 Vol.-%	50 Vol.-%	55 Vol.-%
180	9,25	8,99	8,70	8,39	8,06	7,65	7,19	6,73
170	7,32	7,11	6,88	6,65	6,40	6,07	5,71	5,34
160	5,71	5,55	5,38	5,20	5,01	4,76	4,48	4,19
150	4,40	4,28	4,15	4,01	3,87	3,68	3,47	3,24
140	3,34	3,25	3,15	3,05	2,94	2,80	2,64	2,47
130	2,50	2,43	2,36	2,28	2,20	2,10	1,98	1,85
120	1,83	1,78	1,77	1,67	1,62	1,54	1,46	1,37
110	1,32	1,28	1,25	1,29	1,17	1,11	1,05	0,99
100	0,93	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,74	0,70
90	0,64	0,62	0,61	0,59	0,57	0,54	0,51	0,48
80	0,43	0,42	0,41	0,39	0,38	0,36	0,34	0,32
70	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21
60	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13
50	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
40	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
30	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Frost- und Korrosionsschutz für Heizungs-, Klima- und Kühlanlagen sowie Wärmepumpen

Freeze Protection HARAPOL®



Kubischer Ausdehnungskoeffizient von Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischungen [$\cdot 10^{-5}/K$]
in Abhängigkeit von Temperatur und Konzentration

T [°C]	20 Vol.-%	25 Vol.-%	30 Vol.-%	34 Vol.-%	40 Vol.-%	44 Vol.-%	50 Vol.-%	55 Vol.-%
120	79	80	79	73	67	75	86	85
110	76	77	76	71	66	72	81	81
100	72	73	72	68	64	69	77	79
90	68	70	69	66	62	66	73	73
80	64	66	65	63	60	64	69	70
70	60	62	62	60	58	61	65	67
60	56	57	58	57	56	59	62	64
50	51	53	54	54	54	56	59	61
40	46	48	50	51	52	54	57	59
30	40	44	46	48	49	51	54	56
20	35	39	42	45	47	49	52	55
10	29	34	38	42	45	47	50	53
0	22	28	34	38	42	45	49	51
-10	-	23	29	35	39	44	47	50
-20	-	-	-	31	37	42	46	49
-30	-	-	-	-	-	40	46	49
-40	-	-	-	-	-	-	-	48

Beispiel zur Berechnung der Volumenausdehnung:

Um wie viele Liter dehnen sich $V_0 = 80$ Liter einer 30 vol.-%igen Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischung bei Erwärmung von $t_0 = -10^\circ\text{C}$ auf $t_1 = +90^\circ\text{C}$ aus?

$$\Delta t = t_1 - t_0 = +90 - (-10) = 100^\circ\text{C}, \quad t_{\text{mittel}} = t_0 + \Delta t/2 = -10 + 100/2 = +40^\circ\text{C}$$

$$\beta_{\text{mittel}} (\text{aus Tabelle für 30 Vol.-%}) = 50 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta V = \beta_{\text{mittel}} \Delta t V_0 = 50 \cdot 10^{-5} \cdot 100 \cdot 80 = 4,0 \text{ Liter Volumenzunahme}$$

Frost- und Korrosionsschutz für Heizungs-, Klima- und Kühlanlagen sowie Wärmepumpen

Freeze Protection HARAPOL®



Relativer Druckverlustfaktor von **Freeze Protection HARAPOL®** / Wassermischungen
im Vergleich zu Wasser bei 10°C, bei turbulenter Rohrströmung (Näherungswerte)

T [°C]	20 Vol.-%	25 Vol.-%	30 Vol.-%	34 Vol.-%	40 Vol.-%	44 Vol.-%	50 Vol.-%	55 Vol.-%
100	0,77	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88
90	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,89	0,91	0,93
80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97
70	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,97	1,00	1,02
60	0,88	0,91	0,94	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08
50	0,91	0,95	0,99	1,01	1,04	1,07	1,10	1,14
40	0,96	1,01	1,05	1,07	1,10	1,14	1,17	1,22
30	1,01	1,06	1,11	1,14	1,18	1,22	1,26	1,32
20	1,08	1,14	1,19	1,23	1,28	1,32	1,35	1,42
10	1,17	1,23	1,29	1,33	1,38	1,42	1,46	1,55
0	1,29	1,35	1,40	1,45	1,50	1,56	1,61	1,71
-10	-	1,50	1,59	1,63	1,68	1,74	1,80	1,93
-20	-	-	-	1,85	1,92	1,99	2,06	2,21

Frostschutz von Freeze Protection HARAPOL® / Wassermischungen

Der umgangssprachlich meist als „Frostschutz“ bezeichnete **Eisflockenpunkt** ist ein Mass für die Frostschutzwirkung von Gefrierschutzmitteln. Der Eisflockenpunkt ist die Temperatur, bei der sich beim Abkühlen einer **Freeze Protection HARAPOL®**/Wassermischung die ersten Eiskristalle bilden. Es entsteht so ein Eisbrei, der jedoch keine Sprengwirkung besitzt. Weitere Temperaturabsenkung führt dazu, dass der Eisbrei immer dicker wird, bis er am **Stockpunkt** erstarrt. Erst unterhalb dieser Temperatur besteht Berstgefahr für die Anlage. Der arithmetische Mittelwert aus Eisflockenpunkt und Stockpunkt wird **Kälteschutz** genannt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Eisflockenpunkte, der Kälteschutz sowie die Stockpunkte von **Freeze Protection HARAPOL®** / Wassermischungen in Abhängigkeit von der Konzentration zusammengefasst:

Freeze Protection HARAPOL®	Eisflockenpunkt (nach ASTM D 1177)	Kälteschutz (berechnet)	Stockpunkt (nach DIN 51583)
20 Vol.-%	-9,0 °C	-11,0 °C	-13,0 °C
25 Vol.-%	-12,3 °C	-14,8 °C	-17,3 °C
30 Vol.-%	-16,1 °C	-19,1 °C	-22,0 °C
34 Vol.-%	-20,4 °C	-23,7 °C	-26,9 °C
40 Vol.-%	-25,2 °C	-28,6 °C	-32,0 °C
44 Vol.-%	-30,8 °C	-33,4 °C	-37,2 °C
50 Vol.-%	-37,6 °C	-40,7 °C	-45,2 °C