

Bedrijfstofvoorschrift

Gasmotoren en gasgeneratoraggregaten

Gasmotor BR4000 – marinetoepassing

Gasmotor BR4000 – generatortoepassing en generatoraggregaat

Gasmotor BR400 – generatoraggregaat

A001072/01NL

© 2018 MTU Onsite Energy GmbH, Augsburg

De originele publicatie is in het Duits opgesteld.

Deze publicatie inclusief al haar delen is auteursrechtelijk beschermd. Voor elk gebruik is voorafgaande schriftelijke toestemming van MTU Onsite Energy GmbH. Dit geldt in het bijzonder voor vermenigvuldiging, verspreiding, bewerking, vertaling, microverfilmingen en de opslag en/of verwerking in elektronische systemen, inclusief databanken en online diensten.

Alle informatie van deze publicatie is volgens de nieuwste stand ten tijde van het verschijnen. MTU Onsite Energy GmbH behoudt zich het recht voor, zo nodig wijzigingen, verwijderingen of aanvullingen van de versterkte informatie of gegevens uit te voeren.

Inhoudsopgave

1	Voorwoord			
1.1	Algemeen	5		
2	Smeermiddelen			
2.1	Algemeen	7		
2.1.1	Motorolie	7		
2.1.2	Motorolieversningsintervallen	8		
2.1.3	Siliciumverbindingen in het stookgas	10		
2.1.4	Fluorescerende kleurstoffen voor de detectie van lekkages in het smeeroliesysteem	11		
2.1.5	Smeervetten	12		
2.1.6	Smeervetten voor algemene toepassingen	13		
2.2	Gasmotor BR4000 – generatortoepassing en generatoraggregaat - marinetoepassing	14		
2.2.1	Goedgekeurde motoroliën	14		
2.2.2	Smeervetten voor generatoren	16		
2.2.3	Transmissie-oliën	17		
2.3	Gasmotor BR400 – generatoraggregaat	18		
2.3.1	Goedgekeurde motoroliën	18		
2.3.2	Motorolieversningsintervallen	21		
2.3.3	Smeervetten voor generatoren	23		
3	Koelvloeistof			
3.1	Algemeen	24		
3.1.1	Definitie koelvloeistof	24		
3.1.2	Bedrijfsbewaking / koelvloeistofbehandeling	26		
3.1.3	Opslagstabiliteit van de koelvloeistofconcentraten	30		
3.1.4	Kleurstofadditieven voor de detectie van lekkages in het koelvloeistofsysteem	31		
3.1.5	Vermijden van schade in het koelsysteem	32		
3.1.6	Ongeschikte materialen in het koelcircuit	33		
3.1.7	Eisen aan vers water BR4000	34		
3.1.8	Eisen aan vers water BR400	35		
3.2	Gasmotor BR4000 – marinetoepassing	36		
3.2.1	Koelvloeistoffen - algemeen	36		
3.2.2	Koelvloeistoffen zonder antivries - concentraten voor lichtmetaalvrije koelsystemen	37		
3.2.3	Koelvloeistoffen zonder antivries - kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalvrije koelsystemen	39		
3.2.4	Antivriesmiddelen - concentraten voor lichtmetaalvrije koelsystemen	40		
3.2.5	Antivriesmiddelen - concentraten voor speciale toepassingen	42		
3.2.6	Antivriesmiddelen - kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalvrije koelsystemen	43		
3.3	Gasmotor BR4000 – generatortoepassing en generatoraggregaat	45		
3.3.1	Koelvloeistoffen - algemeen	45		
3.3.2	Koelvloeistoffen zonder antivries - concentraten voor lichtmetaalhoudende koelsystemen	46		
3.3.3	Koelvloeistoffen zonder antivries - kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalhoudende koelsystemen	47		
3.3.4	Antivriesmiddelen - concentraten voor lichtmetaalhoudende koelsystemen	48		
3.3.5	Antivriesmiddelen - concentraten voor speciale toepassingen	51		
3.3.6	Antivriesmiddelen - kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalhoudende koelsystemen	52		
3.4	Gasmotor BR400 – generatoraggregaat	54		
3.4.1	Goedgekeurde koelvloeistof	54		
4	Brandstoffen			
4.1	Algemeen	55		
4.1.1	Gebruik van brandstoffen	55		
4.1.2	Hoofdbestanddelen van aardgas en stookgassen van biogene oorsprong	56		
4.1.3	Liquid Natural Gas (LNG)	57		
4.1.4	Silicium- en zwavelverbindingen in stookgas	58		
4.2	Gasmotor BR4000 – marinetoepassing	59		
4.2.1	Algemeen	59		
4.2.2	Eisen aan het stookgas	60		
4.2.3	Voorschrift voor het medium in de omhullingsruimte van de gasleiding in de marinetoepassing	63		
4.3	Gasmotor BR4000 – generatortoepassing en generatoraggregaat	65		
4.3.1	Algemeen	65		
4.3.2	Aardgas – eisen aan het stookgas	66		
4.3.3	Biogas – eisen aan het stookgas	69		
4.4	Gasmotor BR400 – generatoraggregaat	73		
4.4.1	Aardgas – brandstofwaarden	73		
4.4.2	Biogas – brandstofwaarden	74		
4.4.3	Storende verontreinigingen	75		
5	Uitlaatgas-nabehandelingssysteem			
5.1	Algemeen	77		
5.2	NOx-reductiemiddel AUS 32 voor SCR-uitlaatgas-nabehandelingssystemen	78		
5.3	Uitlaatgascondensaat	80		

6 Spoel- en reinigingsvoorschrift voor motorkoelcircuits		8.2 Eisen aan het verwarmingswater	89
6.1 Algemeen	81	9 Bevestiging bedrijfsstoffen	
6.2 Goedgekeurde reinigingsmiddelen	82	9.1 Bevestiging door de exploitant van generatoraggregaten	91
6.3 Motorkoelvloeistofcircuits spoelen	83	10 Bijlage A	
6.4 Motorkoelvloeistofcircuits reinigen	84	10.1 Lijst van afkortingen	92
6.5 Bouwgroepen reinigen	85	10.2 Omrekeningstabel van SI-eenheden	93
6.6 Koelcircuits met bacterie-, gistzwamaantasting, schimmelvorming	86	10.3 MTU Onsite Energy - contactpersoon/ servicepartner	94
7 Toevoer- en verbrandingslucht		11 Bijlage B	
7.1 Algemeen	87	11.1 Index	95
8 Heet water			
8.1 Algemeen	88		

1 Voorwoord

1.1 Algemeen

Gebruikte symbolen en afbeeldingen

De volgende in de tekst geaccentueerde aanwijzingen dienen te worden nageleefd:

Belangrijk

Dit veld bevat belangrijke of nuttige informatie over het apparaat voor de gebruiker. Het wijst op aanwezigheid, werkzaamheden en activiteiten die dienen te worden nageleefd om gevaar voor personen, beschadiging en vernieling van het materiaal te voorkomen.

Opmerking:

Een aanwijzing geeft aan, als bij het uitvoeren van een werkzaamheid ergens op moet worden gelet.

Bedrijfsstoffen

De levensduur, de bedrijfsveiligheid en de werking van de aandrijfsystemen zijn in belangrijke mate afhankelijk van de toegepaste bedrijfsstoffen. De juiste keuze en de juiste verzorging van bedrijfsstoffen is daarom buitengewoon belangrijk. Deze zijn in de voorschriften inzake bedrijfsstoffen vastgelegd.

Keuringsnorm	Aanduiding
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europese norm
ISO	Internationale norm
ASTM	American Society for Testing and Materials
IP	Institute of Petroleum
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

Tabel 1: Testnormen voor bedrijfsstoffen

Belangrijk

Goedgekeurde bedrijfsstoffen mogen niet worden gemengd.

Belangrijk

De klant moet de veiligheidsgegevensbladen van de betreffende fabrikant in acht nemen.

Actualiteit van het onderhavige document

De bedrijfsstoffenvoorschriften worden desgewenst gewijzigd of aangevuld. Voor gebruik controleren dat de actuele versie beschikbaar is. De meest actuele versie vindt u ook onder:

- <http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>
- <http://www.mtuonsiteenergy.com/technische-infos/tools-und-downloads/index.de.htm>

Bij vragen helpt de contactpersoon van MTU Onsite Energy u graag verder.

Garantie

Het gebruik van goedgekeurde bedrijfsstoffen, ofwel overeenkomstig de aanduiding of de vermelde specificatie, maakt deel uit van de garantievoorwaarden.

De leverancier van de bedrijfsstoffen is verantwoordelijk voor de wereldwijd gelijkblijvende kwaliteit van de genoemde producten.

Belangrijk

Bedrijfsstoffen voor aandrijfsystemen kunnen gevaarlijke stoffen zijn. Bij de omgang met deze stoffen alsmede bij de opslag en verwijdering moeten bepaalde regels in acht worden genomen.

Deze regels vindt u in de gegevens van de fabrikant, de wettelijke bepalingen en technische beschrijvingen die in het betreffende land van toepassing zijn. Aangezien van land tot land grote verschillen kunnen bestaan, is een algemeen geldende uitlating over de na te leven regels in het kader van deze bedrijfsstoffenvoorschriften niet mogelijk.

De gebruiker van de hier genoemde producten is daarom verplicht zichzelf te informeren over de van toepassing zijnde bepalingen. MTU Onsite Energy kan op generlei wijze aansprakelijk worden gesteld voor ondeskundig of onwettig gebruik van de door haar goedgekeurde bedrijfsstoffen.

In de omgang met bedrijfsstoffen moeten de „regels voor milieubescherming (zie bedieningshandleiding, hoofdstuk Veiligheidsvoorschriften, demontage en verwijdering)“ in acht genomen worden omdat deze gevaarlijk voor de gezondheid zijn en brandgevaarlijk.

Ondeskundig gebruik van de bedrijfsstoffen leidt tot belasting van het milieu:

- Bedrijfsstoffen mogen niet in de bodem of in de riolering terechtkomen.
- Gebruikte bedrijfsstoffen moeten voor de recycling van afgewerkte olie worden aangeboden of als speciale afvalstoffen worden verwerkt.
- Gebruikte filterinzetten moeten als speciale afvalstoffen worden verwerkt.

Belangrijk

De besteller/exploitant draagt de verantwoordelijkheid voor de naleving van de brandstofwaarden.

Conservering

Alle informatie over conservering, na- en deconservering inclusief de toegelaten conserveringsstoffen is te vinden in de MTU-conserverings- en naconserveringsvoorschriften. De meest actuele versie vindt u ook onder:

<http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>

2 Smeermiddelen

2.1 Algemeen

2.1.1 Motorolie

Bij de keuze van een motorolie voor gasmotoren is het soort gas waarop de motor loopt van doorslaggevend belang. De gasmotor mag alleen met goedgekeurde motorolie worden gebruikt.

Goedgekeurde motoroliën zijn in volgende hoofdstukken aangegeven:

- Voor BR4000 (→ Pagina 14)
- Voor BR400 (→ Pagina 18)

Een belangrijke factor is het aandeel storende verontreinigingen in het stookgas. Dit betekent dat de exploitant het gas regelmatig moet controleren. De te gebruiken gasmotoroliën worden gekenmerkt door een zo laag mogelijk asgehalte. Hierdoor worden verhoogde asafzettingen voorkomen, die tot vermogensreductie van de katalysator kunnen leiden of tot een kloppende verbranding.

Bij gebruik met biogas wordt de motorolie onder omstandigheden door corrosieve verontreinigingen belast die bij de verbranding van de daarin aanwezige schadelijke stoffen (chloor-, fluor- en zwavelverbindingen) ontstaan. Deze corrosieve bestanddelen kunnen ook door speciale additieven in de motorolie slechts ten dele worden geneutraliseerd.

Corrosieschade aan de oliegesmeerde componenten van de motor kan alleen door een frequentere olieverversing worden voorkomen. Om concentratiepieken bij de belasting door corrosieve verontreinigingen beter te kunnen bufferen, wordt een groter motorolievolume aanbevolen.

Belangrijk

Verbruikte bedrijfsstoffen overeenkomstig de op de plaats van toepassing geldende voorschriften afvoeren.

Belangrijk

Voor gasmotoren is de viscositeitsklasse SAE 40 voorgeschreven.
Multigrade-olie is niet toegestaan.

Belangrijk

Het mengen van motoroliën is principieel niet toegestaan.

Belangrijk

In het kader van een motorolieverversing kan worden overgeschakeld op een andere motorolieproduct.
Hiertoe MTU-serviceafdeling contacteren.

Belangrijk

Bij toepassingen met biogas, zuiveringsgas of stortgas is de oliehoeveelheid in het motorcarter onvoldoende. Er is een groter olievolume noodzakelijk.

2.1.2 Motorolieverversingsintervallen

Oliebedrijfstijd voor gasmotoren

De gebruiksduur van de motorolie wordt beïnvloed door de kwaliteit van de motorolie, het onderhoud van de motorolie, de bedrijfsomstandigheden en de gebruikte brandstof.

Om die reden moet, afhankelijk van het motorolievolume, de gassoort en serie, regelmatig een oliemonster genomen en de olieanalyse met de grenswaarden uit tabel (→ Tabel 2) worden vergeleken. De oliemonsters moeten altijd onder dezelfde omstandigheden (bedrijfswarme motor) en op de hiervoor bedoelde plaats genomen worden (aftappunt op de oliefilterbehuizing).

Als de grenswaarden volgens de tabel (→ Tabel 2) bereikt of overschreden worden, moet de olie meteen worden vervangen.

Bij gebruik van een vergroot olievolume moeten de grenswaarden voor slijtage-elementen omgekeerd proportioneel tot de volumevergroting worden gereduceerd. De maximaal toegestane reductie van de grenswaarden voor de slijtage-elementen bedraagt 50% van de grenswaarde uit tabel (→ Tabel 2).

Vaste verversingsintervallen zonder olieanalyses zijn na overleg met MTU Onsite Energy toegestaan.

Grenswaarden voor afgewerkte gasmotoroliën SAE 40

	Keuringsmethode	Grenswaarden BR4000	Grenswaarden BR400
Viscositeit bij 100 °C (mm ² /s)	ASTM D445 DIN 51562	max. 17,5 min. 11,5	Waarde nieuwe olie +30 %**
Totaal basegetal TBN (mgKOH/g)	ASTM D2896 ISO 3771	min. 2,5 en TBN > TAN	Waarde nieuwe olie -60 %**
Zuurgetal, TAN (mg KOH/g)	ASTM D664	Waarde nieuwe olie +2,5	Na aanvraag bij fabriek
iph-waarde	ASTM D7946	min. 4	min. 4
Water (vol.-%)	ASTM D6304 EN 12937 ISO 6296	max. 0,2	max. 0,2
Glycol (mg/kg)	ASTM D2982	max. 100	Na aanvraag bij fabriek
Oxidatie (A/cm)	DIN 51453	max. 20	max. 30
Nitratie (A/cm)	IR-procedure	max. 20	max. 30
Slijtage-elementen (mg/kg):	DIN 51399-1/-2		
Ijzer (Fe)		max. 30	max. 50
Lood (Pb)		max. 20	max. 30
Aluminium (Al)		max. 10	max. 20
Koper (Cu)		max. 20 ***	max. 50
Tin (Sn)		max. 5	max. 15
Silicium (Si)		max. 15 *	max. 10 *

* De grenswaarde voor het slijtage-element Si heeft alleen betrekking op het aardgasgebruik.

** Waarde nieuwe olie op aanvraag bij fabriek

*** Tijdens de 1e olieversing (max. 3000 Bh) ligt de grenswaarde bij 50 ppm.

Tabel 2: Grenswaarden voor afgewerkte gasmotoroliën SAE 40

Analyse van afgewerkte olie

De resultaten van de olieanalyses moeten gearchiveerd worden.

Uit de aangegeven testmethoden en grenswaarden (→ Tabel 2) is op te maken wanneer het resultaat van een afzonderlijke oliemonsteranalyse als abnormaal beschouwd moet worden. Een abnormaal resultaat (bijv. verhoogde olieslijtage) vereist een onmiddellijk onderzoek en oplossing van de vastgestelde incorrecte bedrijfs-toestand (bijv. controle van de gasbehandeling of gasmonsters analyseren).

De grenswaarden hebben betrekking op afzonderlijke oliemonsters. Als de grenswaarden bereikt of overschreden worden, moet de olie meteen worden vervangen. De resultaten van de olie-analyse geven niet altijd uitsluitel over de slijtage van bepaalde onderdelen en componenten.

Behalve de analytische grenswaarden zijn ook de toestand, bedrijfstoestand en eventuele bedrijfsstoringen van de motor en installatieperiferie van doorslaggevend belang voor een olieerversing.

2.1.3 Siliciumverbindingen in het stookgas

Siliciumverbindingen in het gas leiden tot afzettingen en bevorderen de slijtage. Ook katalysatoren worden hierdoor gedeactiveerd. Er wordt geen aansprakelijkheid voor schade aanvaard die door siliciumverbindingen werden veroorzaakt.

Siliciumgebruikswaarde Si_B

Bij gebruik met siliciumhoudende gasen moet expliciet op de stijging van het siliciumgehalte in de olie worden gelet. Hiervoor moet de siliciumgebruikswaarde Si_B met behulp van onderstaande formule worden berekend.

$$Si_B = \text{delta Si olieanalyse B - A [ppm]} \times \frac{(\text{olievulhoeveelheid} + \text{bijvulhoeveelheid [liter]})}{\text{Gegenereerde elektrische arbeid [kWh]}}$$

De naleving van de Si_B moet door de exploitant met behulp van olieanalyses volledig worden aangetoond.

Siliciumgebruiksgrenswaarde Si_{GG}

Bij de siliciumgrenswaarden Si_{GG} wordt onderscheid gemaakt tussen gebruik met of zonder katalytische uitlaatgasreiniging.

Gebruik	Si_{BG}
Met katalytische uitlaatgasreiniging	0
Zonder katalytische uitlaatgasreiniging	< 0,01 (BR4000)
Zonder katalytische uitlaatgasreiniging	< 0,02 (BR400)

De ervaring heeft geleerd dat voor de vereiste toepassing van oxidatiekatalysatoren de niethaalbaarheid moet worden geëist ($Si_B = 0$).

Toch kan door de hoge gevoeligheid van de katalysator een voortijdig activiteitsverlies vooral bij formaldehydeomzet ontstaan.

Belangrijk
MTU Onsite Energy sluit door silicium veroorzaakte schade aan motor en katalysator uit van garantie.

Voorbeeld voor de berekening van de siliciumbedrijfswaarde Si_B

Voorbeeldgegevens voor de berekening van de siliciumbedrijfswaarde Si_B		
Delta Si tussen olieanalyse A en B	20	ppm (mg/kg)
Olievulhoeveelheid in omloop	800	dm ³
Bijgevoerde oliehoeveelheid	200	dm ³
Opgewekte elektrische arbeid tussen olieanalyse A en B	2000000	kWh

$$Si_B = 20 \text{ [ppm]} \times \frac{(800 + 200) \text{ [dm}^3\text{]}}{2000000 \text{ [kWh]}} = 0,01$$

2.1.4 Fluorescerende kleurstoffen voor de detectie van lekkages in het smeeroliesysteem

De hierna vermelde fluorescerende kleurstoffen zijn goedgekeurd voor de detectie van lekkages in het smeeroliesysteem.

Fabrikant	Productaanduiding	Toepassingsconcentratie	materiaalnummer	Verpakkingsgrootte	Opslagstabiliteit ¹⁾
Chromatech Europe B.V.	D51000A Chromatint Fluorescent Yellow 175	0,04 % - 0,07 %	X00067084	16 kg	2 jaar
Cimcool, Cincinnati	Producto YFD-100	0,5% - 1,0 %		5 gallon (jerry-can) 55 gallon (vat)	6 maanden

Tabel 3:

¹⁾ = af fabriek, met betrekking tot originele en luchtdicht afgesloten verpakkingen bij een vorstvrije opslag (> 5°C).

De fluorescentie (helgele kleur) van beide kleurstoffen wordt met een UV-lamp (365 nm) zichtbaar.

2.1.5 Smeervetten

De MTU-voorwaarden voor de goedkeuring van smeervetten zijn vastgelegd in de MTU-norm MTL 5050 en onder dit nummer verkrijgbaar.

De goedkeuring van een smeervet wordt schriftelijk bevestigd aan de producent.

Smeervetten voor algemene toepassingen

Voor alle vetsmeerpunten dienen vetten op lithiumbasis te worden gebruikt.

Uitzonderingen zijn:

- Compressorbypass, ingebouwd tussen uitlaatgasturbo en intercooler
- Binnencentreringen van koppelingen

Smeervetten voor toepassingen bij hogere temperaturen

Voor compressorbypass die tussen de uitlaatgasturbo en intercooler ingebouwd zijn, moet een vet worden gebruikt dat bestand is tegen hoge temperaturen (tot 250 °C):

- Aero Shell Grease 15
- Optimol Inertox Medium

Voor compressorbypass die vóór de uitlaatgasturbo of achter de intercooler geplaatst zijn, volstaan de smeervetten voor algemene toepassingen.

Smeervetten voor binnencentreringen van koppelingen

Smeervetten voor de binnencentreringen:

- Esso Unirex N 3 (bestand tegen een temperatuur tot ca. 160 °C)

Smeermiddelen voor speciale toepassingen (alleen BR4000)

Oliën voor uitlaatgasturbo's

Over het algemeen zijn uitlaatgasturbo's met geïntegreerde olietoevoer aangesloten op het smeeroliecircuit van de motor.

Voor ABB-uitlaatgasturbo's die niet op het smeeroliecircuit van de motor zijn aangesloten, dienen turbine-oliën op basis van minerale olie uit de viscositeitsklasse ISO-VG 68 te worden gebruikt.

Smeermiddelen voor koppelingen met gebogen tanden

Voor koppelingen met gebogen tanden zijn voor de smering afhankelijk van de toepassing de volgende smeermiddelen goedgekeurd:

- Fa. Klüber: Structovis BHD MF (structuurviscose smeerolie)
- Fa. Klüber: Klüberplex GE11-680 (versnellingsbak-kleefsmearmiddel)

De toepassing van het betreffende smeermiddel of diens gebruiksduur is vastgelegd in de bijbehorende handleidingen of onderhoudsschema's.

2.1.6 Smeervetten voor algemene toepassingen

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk "Smeervetten" (→ Pagina 7)

Fabrikant	Merknaam	Opmerkingen
Aral AG	Mehrzweckfett Arallub HL2	
BP p.l.c.	Energerease LS2	
Castrol Ltd.	Spheerol AP2	
Chevron	Multifak EP2	
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Wiolub LFK2	
Shell Deutschland GmbH	Shell Gadus S2 V220 2	
Total	Total Multis EP2	
Veedol International	Multipurpose	

Tabel 4:

2.2 Gasmotor BR4000 – generatortoepassing en generatoraggregaat - marinetoepassing

2.2.1 Goedgekeurde motoroliën

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk "Algemene informatie" (→ Pagina 7).

MTU-motoroliën voor gasmotoren BR4000

Fabrikant	Merknaam	SAE viscositeitsklasse	Ontwerptypen						Opmerking / materiaalnummer
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32 / L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO BG Power B2L	40				X	X		20 l verpakking: X00072870 205 l verpakking: X00072871 IBC: X00072872
	GEO NG Power X2L	40	X						20 l verpakking: X00072874 205 l verpakking: X00072875 IBC: X00072876
	GEO NG Power X3L	40	X	X	X			X	20 l verpakking: X00072877 205 l verpakking: X00072878 IBC: X00072879
X = goedkeuring voor ontwerptypen									

Tabel 5: MTU-motoroliën voor gasmotoren BR4000

Belangrijk
Voor de bepaling van de motorolie-verversingsintervallen moeten alle 250 Bh oliemonsters genomen en geanalyseerd worden. De grenswaarden moeten nageleefd worden (→ Pagina 8).

TIM-ID: 000007948 - 002

Alternatieve motoroliën voor gasmotoren BR4000

Fabrikant	Merknaam	SAE viscositeitsklasse	Ontwerptypen					
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32/L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN
Addinol	MG 40 Extra LA	40				X	X	
	MG 40 Extra Plus	40						X
BayWa AG	Tectrol MethaFlexx HC Premium	40				X	X	
Castrol Ltd.	Castrol Duratec L	40	X		X *			
Chevron (Texaco)	Geotex LA 40	40	X		X *			
	HDAX 7200	40	X	X	X			
Exxon Mobil Corporation	Mobil Pegasus 705	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 805 (55 gallon: 23538056)	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 1005	40	X	X				X
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet Ultra	40				X	X	
	Titan Ganymet LA	40	X					
NILS S.p.A.	Burian	40					X	
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S3 N 40	40	X		X *			
	Shell Mysella S5 N 40	40	X	X	X			
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Mihagrün LA 40	40	X		X *			
Total	Nateria MH 40	40	X		X *			
	Nateria MJ 40	40						X
	Nateria MP 40	40	X	X	X	X	X	X
Pedro-Canada	Sentron CG 40	40				X	X	
	Sentron LD 5000	40	X					
	Sentron LD 8000	40	X	X	X			X

X = goedkeuring voor ontwerptypen
 * Bij het gebruik van deze motoroliën wordt de standtijd verminderd.

Tabel 6: Alternatieve motoroliën voor gasmotoren BR4000

Belangrijk

Voor de bepaling van de motorolie-verversingsintervallen moeten alle 250 Bh oliemonsters genomen en geanalyseerd worden. De grenswaarden moeten nageleefd worden (→ Pagina 8).

2.2.2 Smeervetten voor generatoren

De lagers worden in de fabriek bij de fabrikanten van de generatoren voorgesmeerd.

Bij de inbedrijfstelling moet nog een smeermiddel aangebracht worden.

Belangrijk

De specificatie direct op de generator is altijd bepalend.
Specificaties van fabrikant op het generatortypeplaatje in acht nemen.

Volgende informatie wordt door de fabrikant op de generatoren aangebracht:

- Te gebruiken smeervet
- Smeervethoeveelheid
- Smeerinterval

Het geldige onderhoudsplan moet in acht genomen worden.

Meer informatie staat in de documentatie van de fabrikant.

Belangrijk

Tijdens de eerste bedrijfsuren van de generator moet de temperatuur van de lagers worden bewaakt.

Belangrijk

Een onvoldoende smering kan tot een te hoge temperatuur en beschadiging van de lagers leiden.

Smeervetten voor generatoren bij BR4000 gas

Fabrikant van de generator	Smeervet (MTU- materiaalnummer)
Leroy-Somer	Shell Gadus S3 V220C2 (X00067217) *
	Mobil Polyrex™ EM: grade NLGI 2 (X00071899) *
Cummins	KLUEBER ASONIC GHY72 (09110145007)
Hitzinger	LUKOIL SIGNUM EPX2 (X00071900)

* Een gemengd gebruik van beide smeervetten is volgens de fabrikant niet mogelijk en daarom niet toegestaan. Specificaties van fabrikant op het generatortypeplaatje in acht nemen.

2.2.3 Transmissie-oliën

Goedgekeurde smeeroliën

Geldt alleen bij 60 Hz-toepassingen.

Fabrikant / leverancier	Aanduiding	SAEviscositeitsklasse	Opmerking
Mobil	Mobilgear SHC XMP320	40	S
Mobil	SHC 632	40	S
Klüber	GEM4-320N	40	S
Total	Carter SH320	40	S

S = synthetische smeerolie

Tabel 7: Goedgekeurde smeeroliën

Belangrijk
Er zijn alleen synthetische transmissie-oliesoorten toegestaan.

Vulhoeveelheden

Transmissietype	Motor	Liter
GU 320	8V4000Lx 12V4000Lx	65
GU 395	16V4000Lx 20V4000Lx	92

Tabel 8: Vulhoeveelheden

De testloop gebeurt bij MTU-Onsite Energy met Mobil SHC 632.

MTU-materiaalnummer:

- 09110149525 – transmissie-olie MOBIL SHC 632 (vat)
- 09110149555 – transmissie-olie MOBIL SHC 632(jerrycan)

Olieerversingsintervallen:

- Zie ook onderhoudsschema MTU-Onsite Energy en bedieningshandleiding van de transmissiefabrikant
- Eerste olieerversing: 300 ... 5000 bedrijfsuren
- Volgende olieerversing na 4000 bedrijfsuren of na 24 maanden
- Olie-analyse (oliemonster > 1 liter) om de 2000 bedrijfsuren

De transmissie-olie in koude toestand precies tot aan het midden van het kijkglas bijvullen. Tijdens het gebruik daalt het oliepeil in het kijkglas eerst, maar kan dan door temperatuuruitzetting weer hierboven stijgen. De ontluchting gebeurt via de labyrintdichting op de assen.

2.3 Gasmotor BR400 – generatoraggregaat

2.3.1 Goedgekeurde motoroliën

MTU-motoroliën voor motoren met natuurlijke aanzuiging BR400

Fabrikant / leverancier	Merknaam	SAE viscositeitsklasse	Opmerking	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	M	E, P

Tabel 9: MTU-motoroliën voor motoren met natuurlijke aanzuiging BR400

- 1) Goedkeuring begrensd tot motoromgevingstemperatuur > +10 °C
 2) 20 l verpakking: X00072874 / 205 l verpakking: X00072875 / IBC: X00072876
 M Minerale motorolie
 E Aardgas
 P Propaangas

Alternatieve motoroliën voor motoren met natuurlijke aanzuiging BR400

Fabrikant / leverancier	Merknaam	SAE viscositeitsklasse	Opmerking	
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 ¹⁾	M	E, P
	MG 40 Extra LA	40 ¹⁾	M	E, P
AUTOL	ELA 40	40 ¹⁾	M	E, P
AVIA Mineralöl AG	LA 40	40 ¹⁾	M	E, P
	LA Plus 40	40 ¹⁾	M	E, P
Castrol	Duratec HPL 40	40 ¹⁾	M	E, P
	Duratec XPL	40 ¹⁾	S	E, P
Chevron Texaco	HDAX 7200	40 ¹⁾	M	E, P
BayWa AG	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 ¹⁾	M	E, P
	TECTROL Methaflexx NG	40 ¹⁾	M	E, P
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	S	E, P
	Pegasus 605	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 705	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 805	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 1005	40 ¹⁾	M	E, P
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet LA	40 ¹⁾	M	E, P
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	E, P
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler MA	40 ¹⁾	M	E, P
Petro Canada Europe	Sentron LD 5000	40 ¹⁾	M	E, P
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 ¹⁾	M	E, P
Total Deutschland	Nateria MP40	40 ¹⁾	M	E, P
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 ¹⁾	S	E, P

Tabel 10: Alternatieve motoroliën voor motoren met natuurlijke aanzuiging BR400

- 1) Goedkeuring begrensd tot motoromgevingstemperatuur > +10 °C
 S Synthetische motorolie
 M Minerale motorolie
 E Aardgas
 P Propaangas

MTU-motoroliën voor turbomotoren BR400

Fabrikant / leverancier	Merknaam	SAE viscositeitsklasse	Opmerking		
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	M	E, P	K
	GEO BG POWER B2L ³⁾	40 ¹⁾	M	B	K

Tabel 11: MTU-motoroliën voor turbomotoren BR400

- 1) Goedkeuring begrensd tot motoromgevingstemperatuur > +10 °C
 2) 20 l verpakking: X00072874 / 205 l verpakking: X00072876 / IBC: X00072875
 3) 20 l verpakking: X00072870 / 205 l verpakking: X00072872 / IBC: X00072871
 M Minerale motorolie
 E Aardgas
 P Propaangas
 B Biogas
 K voor katalysator geschikt

Alternatieve motoroliën voor turbomotoren BR400

Fabrikant / leverancier	Merknaam	SAE viscositeitsklasse	Opmerking		
AUTOL	BGJ 40	40 ¹⁾	M	B	K
	ELA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
AVIA Mineralöl AG	HA 40	40 ¹⁾	M	B	K
	LA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
	LA Plus 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 ¹⁾	M	E, P	K
	MG 40 Extra Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	MG 40 Extra LA	40 ¹⁾	M	E, P	K
NILS	Burian	40 ¹⁾	M	B	K
BayWA AG	TECTROL Methaflexx D	40 ¹⁾	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 ¹⁾	M	E, P	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40	M	B	SRK
	TECTROL Methaflexx NG	40 ¹⁾	M	E, P	K
Castrol	Duratec HPL	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Duratec XPL	40 ¹⁾	S	E, P	K
Chevron Texaco	Geotex LA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Geotex LF 40	40 ¹⁾	M	B	K
	HDAX 7200	40 ¹⁾	M	E, P	K

Fabrikant / leverancier	Merknaam	SAE viscositeitsklasse	Opmerking		
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	S	E, P	K
	Pegasus 605	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 610	40 ¹⁾	M	B	K
	Pegasus 705	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 710	40 ¹⁾	M	B	K
	Pegasus 805	40 ¹⁾	M	E, P	K
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet	40 ¹⁾	M	B	K
	Titan Ganymet LA	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Titan Ganymet Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	B	SRK
Hessol Lubrication GmbH	Hessol Gasmotorenöl	40 ¹⁾	M	B	K
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler HA	40 ¹⁾	M	B	K
	Q8 Mahler MA	40 ¹⁾	M	E, P	K
Petro Canada Europe	Sentron CG 40	40 ¹⁾	M	B	K
	Sentron LD 5000	40 ¹⁾	M	E, P	K
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
Total Deutschland	Nateria MP 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 ¹⁾	S	E, P	K

Tabel 12: Alternatieve motoroliën voor turbomotoren BR400

- 1) Goedkeuring begrensd tot motoromgevingstemperatuur > +10 °C
- S Synthetische motorolie
- M Minerale motorolie
- E Aardgas
- P Propaangas
- B Biogas
- K voor katalysator geschikt
- SRK Zwavelresistente katalysator

2.3.2 Motorolieverversingsintervallen

Minerale olie – motoroliesysteem met olieverstuivingsmering en extra volume

Als het extra volume zoals 800 l voor E3066Dx wordt vergroot, wordt ook het olieversingsinterval verhoogd tot het 4-voudige van de specificatie voor het extra volume van 200 l.

Ook in deze gevallen zijn regelmatige olie-analyses noodzakelijk.

Aanduiding Modules / aggregaten met motortype	Motoroliesysteem met olieverstuivingsmering en extra volume	
	Olieverversing na bedrijfsuren	Min. grootte van het extra volume
E3066D1-D3	2500	200 l
E3066D4	3000	200 l
E3066Lx/Zx	1000	120 l
E3042D1-D3	1250	200 l
E3042D4	1500	200 l
E3042Lx/Zx	1000	200 l
E3042Lx/Zx	5000 (of olie-analyse)	1000 l
B3066Lx/Zx	1000	200 l
B3042Lx/Zx	1000	300 l

Tabel 13: Minerale olie – motoroliesysteem met olieverstuivingsmering en extra volume

Minerale olie – motoroliesysteem alleen met bijvulling van verse olie (zonder olieverstuivingsmering)

Aanduiding Modules / aggregaten met motortype	Motoroliesysteem alleen met bijvulling van verse olie (zonder olieverstuivingsmering)	
	Olieverversing na bedrijfsuren	Aanbevolen grootte van reservoir voor verse olie
E3066D1-D3	600	60 l
E3066Lx/Zx	300	60 l
E3042D1-D3	600	60 l
E3042Lx/Zx	300	60 l

Tabel 14: Minerale olie – motoroliesysteem alleen met bijvulling van verse olie (zonder olieverstuivingsmering)

Synthetische olie – motoroliesysteem met olieverstuivingsmering en extra volume

Als het extra volume zoals 800 l voor E3066Dx wordt vergroot, wordt ook het olieversingsinterval verhoogd tot het 4-voudige van de specificatie voor het extra volume van 200 l.

Ook in deze gevallen zijn regelmatige olie-analyses noodzakelijk.

Aanduiding Modules / aggregaten met mo- tortype	Motoroliesysteem met olieverstuivingsmering en extra volume	
	Olieverversing na bedrijfsuren	Min. grootte van het extra volume
E3066Lx/Zx	2000	200 l
E3042Lx/Zx	1000	160 l
E3042Lx/Zx	8000 (of olie-analyse)	1000 l

Tabel 15: Synthetische olie – motoroliesysteem met olieverstuivingsmering en extra volume

Synthetische olie – motoroliesysteem alleen met bijvulling van verse olie (zonder olieverstuivingsmering)

Aanduiding Modules / aggregaten met mo- tortype	Motoroliesysteem alleen met bijvulling van verse olie (zonder olie- verstuivingsmering)	
	Olieverversing na bedrijfsuren	Aanbevolen grootte van reser- voir voor verse olie
E3066D1-D3	1250	50 l
E3066D4	1500	50 l
E3066Lx/Zx	600	50 l
E3042D1-D3	1250	100 l
E3042D4	1500	100 l
E3042Lx/Zx	600	100 l

Tabel 16: Synthetische olie – motoroliesysteem alleen met bijvulling van verse olie (zonder olieverstuivingsmering)

2.3.3 Smeervetten voor generatoren

Smeervetten voor generatoren BR400

Fabrikant van de generator	Smeervet
Leroy-Somer	Levenslang gesmeerd

Belangrijk

Specificaties van fabrikant op het generatortypeplaatje in acht nemen.

3 Koelvloeistof

3.1 Algemeen

3.1.1 Definitie koelvloeistof

Belangrijk

Ervoor zorgen dat bedrijfsstoffen in passend grote opvangbakken opgevangen worden. Veiligheidsgegevensbladen in acht nemen en bedrijfsstoffen volgens de wettelijke voorschriften afvoeren.

Koelvloeistof =

Koelvloeistofadditief (concentraat) + vers water in aangegeven mengverhouding

- Klaar voor gebruik in de motor

Antivriesmiddel =

Corrosieremmer + glycol + additieven + water

- In de voorgangerversies van de MTU-bedrijfsstoffenvoorschriften werd het begrip "anticorrosie-/antivriesmiddel" gebruikt. Voor een beter begrip wordt het begrip "antivriesmiddel" gebruikt.

Antivries is noodzakelijk bij motoren in toepassingsgebieden waarin temperaturen onder het vriespunt kunnen voorkomen.

Het betreffende toe te passen concentratiebereik is in de paragraaf Bedrijfsbewaking aangegeven.

Koelvloeistof zonder antivries =

Corrosieremmer + additieven + water

- In de voorgangerversies van de MTU-bedrijfsstoffenvoorschriften werd het begrip "in water oplosbare anticorrosiemiddelen" gebruikt. Deze aanduiding wordt met onmiddellijke ingang door de aanduiding "koelvloeistoffen zonder antivries" vervangen.

Door MTU goedgekeurde koelvloeistoffen hebben een goede corrosiebeschermende werking, mits ze in voldoende concentratie worden toegepast. Het betreffende toe te passen concentratiebereik is in de paragraaf Bedrijfsbewaking aangegeven.

Goedgekeurde koelvloeistofadditieven zijn in volgende hoofdstukken aangegeven:

- Voor BR4000 gasmotor – marinetoepassing (→ Pagina 37)
- Voor BR4000 gasmotor – generatoroepassing en generatoraggregaat (→ Pagina 46)
- Voor BR400 gasmotor – generatoraggregaat (→ Pagina 54)

Bestaande afspraken blijven geldig.

Belangrijk

In combinatie met messinghoudende koelers mogen geen nitraathoudende koelvloeistofadditieven worden gebruikt.

Belangrijk

Bij elke koelvloeistofvervanging door een ander product moet met water worden gespoeld. Voor spoel- en reinigingsvoorschriften voor motorkoelcircuits, zie (→ Pagina 81).

Belangrijk

In sommige toepassingsgebieden is het gebruik van antivriesmiddelen op basis van propyleenglycol voorgeschreven. Deze producten beschikken over een lager warmtegeleidingsvermogen dan de gebruikelijke ethyleenglycolproducten. Hierdoor ontstaat een hogere temperatuur in de motor.

Voor het gebruik bij zeer lage temperaturen (< -40°C) is het product BASF G206 beschikbaar.

Een anticorrosieve werking van de koelvloeistof wordt alleen gewaarborgd door een volledig gevuld koelcircuit.

Alleen de goedgekeurde anticorrosiemiddelen voor inwendige conservering van het koelcircuit bieden ook bij een afgetapt medium voldoende corrosiebescherming. Dat wil zeggen dat na het aftappen van de koelvloeistof een conservering van het koelcircuit moet plaatsvinden wanneer er geen nieuwe vulling van koelvloeistof volgt. De werkwijze staat in het MTU-conserveringsvoorschrift A001070/.. beschreven.

De koelvloeistofvulling dient te worden samengesteld uit geschikt vers water en een door MTU goedgekeurd koelvloeistofadditief. De samenstelling van het koelmiddel moeten buiten de motor worden uitgevoerd.

Belangrijk

Het mengen van verschillende koelvloeistofoevingen en additieven (ook in koelwaterfilters en filters na installatiecomponenten) is niet toegestaan.

Belangrijk

Bij kant-en-klare mengsels wordt het aandeel aan koelvloeistofadditief (concentraat) altijd eerst genoemd. Voorbeeld: Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix = 40 vol% koelvloeistofadditief / 60 vol% vers water

3.1.2 Bedrijfsbewaking / koelvloeistofbehandeling

De voorafcontrole van het verse water en de bewaking van de koelvloeistof zijn zeer belangrijk voor een storingsvrije werking van de motor. De controle van de koelvloeistof moet minimaal eenmaal per jaar of bij iedere vulling plaatsvinden en kan met behulp van de MTU-testkoffer uitgevoerd worden. De testkoffer bevat alle hiervoor benodigde apparatuur, chemicaliën en een gebruiksaanwijzing.

De volgende onderzoeken kunnen met behulp van de MTU-testkoffer worden uitgevoerd:

- Bepaling van de totale hardheid (°d)
- Bepaling van de pH-waarde
- Bepaling van het chloridegehalte bij vers water
- Bepaling van de antivriesconcentratie
- Bepaling van de concentratie van de koelvloeistof zonder antivries

U kunt het verse water en de koelvloeistof ook bij MTU laten onderzoeken. Er moet ten minste 0,25 l worden aangeleverd.

Toegestane concentraties van antivriesmiddelen

	Minimum			Maximum
Antivriesmiddelen op ethyleenglycolbasis met bescherming tegen bevriezing tot*	35 vol.-% -20 °C	40 vol.-% -25 °C	45 vol.-% -31 °C	50 vol.-% -37 °C
BASF G206	65 vol.-% voor gebruik bij buitentemperaturen tot -65 °C in arctische regio's			
* = antivriesgegevens conform ASTM D 1177				

Tabel 17: Toegestane concentraties van antivriesmiddelen

Belangrijk
Na spoeling van het motorkoelwatercircuit mag de concentratie van het antivriesmiddel 35 vol.-% niet overschrijden.

Antivriesmiddel moet in vers water in een concentratie van minstens 35 vol.-% worden bijgemengd als een vriesbescherming tot minus - 20 °C voldoende is. Als er lagere omgevingstemperaturen worden verwacht, moet de concentratie overeenkomstig worden verhoogd. Er mag geen concentratie van meer dan 50 vol.-% ontstaan.

Mengsels waarin het aandeel antivriesmiddel onder 35 vol.-% ligt, bieden geen garantie voor voldoende corrosiebescherming.

Het behandelde water moet bij zomer- en wintergebruik worden toegepast. Koelvloeistofverliezen moeten zo worden gecompenseerd dat de antivriesmiddelconcentratie behouden blijft.

Toegestane concentraties – koelvloeistof zonder antivries voor alle toepassingen

Toegestaan concentratiebereik	Fabrikant	Merksnaam	Aflaeswaarde op de handrefractometer ¹⁾ bij 20 °C (= brixwaarde) Vol.-%					
			7	8	9	10	11	12
9 tot 11 vol.-%	MTU Friedrichshafen	Coolant CS 100 Corrosion Inhibitor Concentrate	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
		Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	MTU America	Power Cool® Plus 6000	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Arteco	Freecor NBI	Gebruik de testkit van de producent					
	BASF SE	Glyscorr G93 green	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Chevron	Texcool A -200	Gebruik de testkit van de producent					
	Detroit Diesel Corporation	Power Cool Plus 6000	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Drew Marine	Drewgard XTA	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Ginouves	York 719	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Valvoline	Zerex G-93	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

¹⁾ = Concentratiebepaling door middel van een geschikte handrefractometer

Tabel 18: Toegestane concentraties – koelvloeistof zonder antivries voor alle toepassingen

De handrefractometer dient met helder water bij koelvloeistoftemperatuur te worden geijkt. De koelvloeistoftemperatuur moet 20°C bedragen. De gegevens van de producent moeten in acht worden genomen.

Belangrijk

Na spoeling van het motorkoelwatercircuit mag de concentratie van het antivriesmiddel 9 vol.-% niet overschrijden.

Toegestane concentraties – extra koelvloeistof zonder antivries uitsluitend voor marine (vrij van lichte metalen)

Toege- staan concen- tratiebe- reik	Fabrikant	Merknaam	Afleeswaarde op de handrefractometer ¹⁾ bij 20 °C (= brixwaarde) Vol.-%					
			7	8	9	10	11	12
7 tot 11 vol. l.-%	Arteco	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 32765]	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
	Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
		Alfloc (Maxitreat) 3477	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
	PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
	Total	WT Supra	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
5 tot 6 vol. -%	Fleetguard	DCA-4L	Gebruik de testkit van de producent					
3 tot 4 vol. -%	Detroit Diesel Corporation	Power Cool 2000	Gebruik de testkit van de producent					
	Nalco	Alfloc 2000						
		Nalco 2000						
		Nalcool 2000						
		Trac 102						
Penray	Pencool 2000							

¹⁾ = Concentratiebepaling door middel van een geschikte handrefractometer

Tabel 19: Toegestane concentraties – extra koelvloeistof zonder antivries uitsluitend voor marine (vrij van lichte metalen)

De handrefractometer dient met helder water bij koelvloeistoftemperatuur te worden geijkt. De koelvloeistof-temperatuur moet 20°C bedragen. De gegevens van de producent moeten in acht worden genomen.

Toegestane concentraties – antivriesmiddel op ethyleenglycolbasis

De concentratiebepaling gebeurt met een geschikte glycolrefractometer en rechtstreekse aflezing van de schaalwaarde in vol.-%.

Ijktabel voor antivriesmiddelen voor bijzondere toepassingen

Afleeswaarde op de handrefractometer bij 20 °C (= brixwaarde)		Komt overeen met een concentratie van
I. Propyleenglycol antivriesmiddel	II. BASF G206	
26,3	24,8	35 vol.-%
26,9	25,5	36 vol.-%
27,5	26,1	37 vol.-%
28,2	26,7	38 vol.-%
28,8	27,4	39 vol.-%
29,5	28,0	40 vol.-%
30,1	28,6	41 vol.-%

Aflaeswaarde op de handrefractometer bij 20 °C (= brixwaarde)		Komt overeen met een concentratie van
I. Propyleenglycol antivriesmiddel	II. BASF G206	
30,8	29,2	42 vol.-%
31,3	29,8	43 vol.-%
31,9	30,4	44 vol.-%
32,5	30,9	45 vol.-%
33,1	31,5	46 vol.-%
33,7	32,1	47 vol.-%
34,2	32,6	48 vol.-%
34,8	33,2	49 vol.-%
35,3	33,8	50 vol.-%
	34,4	51 vol.-%
	34,9	52 vol.-%
	35,5	53 vol.-%
	36,1	54 vol.-%
	36,7	55 vol.-%
	37,2	56 vol.-%
	37,8	57 vol.-%
	38,3	58 vol.-%
	38,9	59 vol.-%
	39,4	60 vol.-%
	39,9	61 vol.-%
	40,5	62 vol.-%
	41,0	63 vol.-%
	41,5	64 vol.-%
	42,0	65 vol.-%

Tabel 20: Ijktabel voor antivriesmiddelen voor bijzondere toepassingen

Grenswaarden voor koelvloeistoffen

pH-waarde bij gebruik van		
- Antivriesmiddelen	min. 7,5	max. 9,0
- Koelvloeistoffen zonder antivries voor motoren met aandelen lichtmetaal	min. 7,5	max. 9,0
- Koelvloeistoffen zonder antivries voor motoren zonder aandelen lichtmetaal	min. 7,5	max. 11,0
Silicium (geldig voor Si-houdende koelvloeistoffen)	min. 25 mg/l	

Belangrijk

Voor een algehele beoordeling van een koelvloeistoffunctionaliteit moet naast de boven genoemde grenswaarden ook steeds rekening worden gehouden met de koelvloeistofspecifieke karakteristieken en de gebruikte kwaliteit van het verse water.

3.1.3 Opslagstabiliteit van de koelvloeistofconcentraten

De opgave van de opslagstabiliteit geldt voor origineel afgesloten en luchtdichte verpakkingen bij een opslagtemperatuur van max. 30 °C.

Gegevens van de fabrikant in acht nemen.

Koelvloeistofconcentraat	Grenswaarde	Merknaam / opmerkingen
Antivriesmiddelen	ca. 3 jaar	Gegevens van de fabrikant in acht nemen
Propyleenglycolhoudende producten	3 jaar	BASF G206
Koelvloeistoffen zonder antivries	6 maanden	Nalco Trac 102
	2 jaar	Arteco Freecor NBI Chevron Texcool A-200 Detroit Diesel Corp. Power Cool 2000 Nalco Alfloc 2000 Nalco Nalcool 2000 Nalco Nalco 2000 Penray Pencool 2000 PrixMax RCP
	3 jaar	BASF Glyscorr G93 green Drew Marine Drewgard XTA Ginouves York 719 MTU Friedrichshafen Coolant CS100 MTU America Power Cool® Plus 6000 Nalco Alfloc (Maxitreat) 3477 Valvoline ZEREX G-93
	5 jaar	Arteco Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 032765] BP Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor CCI Corporation A216 CCI Manufacturing IL A216 Chevron Texaco Extended Life Corrosion Inhibitor Nitrite Free [US 236514] Detroit Diesel Corp. Power Cool Plus 6000 ExxonMobil Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor Fleetguard DCA-4L Old World Industries Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A216) Total WT Supra

Tabel 21: Opslagstabiliteit van de koelvloeistofconcentraten

Belangrijk
<ul style="list-style-type: none"> • Om anticorrosieredenen mag niet in verzinkte tanks worden opgeslagen. Daarmee dient bij het overgieten rekening te worden gehouden. • De verpakkingen moeten goed afgesloten op een koele en droge plaats worden bewaard. In de winter moet op bescherming tegen bevriezing worden gelet. • Meer informatie is te vinden in de product- en veiligheidsinformatiebladen van de betreffende koelvloeistof.

3.1.4 Kleurstofadditieven voor de detectie van lekkages in het koelvloeistofsysteem

De hierna vermelde fluorescerende kleurstof is goedgekeurd als additief voor koelvloeistoffen zonder antivries en antivriesmiddelen voor de detectie van lekkages.

Fabrikant	Productaanduiding	materiaalnummer	Verpakkingsgrootte	Opslagstabiliteit ¹⁾
Chromatech Inc. Chromatech Europe B.V.	D11014 Chromatint Uranine Conc	X00066947	20 kg	2 jaar

Tabel 22: Goedgekeurde kleurstofadditieven

¹⁾ = met betrekking tot originele en luchtdicht afgesloten verpakkingen bij een vorstvrije opslag (> 5°C)

Toepassing:

Er moet ca. 40 g kleurstof op 180 l koelvloeistof worden toegevoegd.

Deze kleurstofhoeveelheid is ruim genomen en mag niet worden overschreden.

De fluorescentie (gele kleur) is bij daglicht goed herkenbaar. In donkere ruimtes kan UV-licht met een golflengte van 365 nm worden gebruikt.

3.1.5 Vermijden van schade in het koelsysteem

- Bij het bijvullen (na koelvloeistofverlies) dient erop te worden gelet dat niet alleen met water, maar ook met concentraat wordt bijgevuld. De voorgeschreven antivries- resp. anticorrosiebescherming moet bereikt zijn.
- Niet meer dan 50 vol.-% Antivriesmiddel gebruiken. De antivrieswerking neemt anders af en de warmteafvoer verslechtert. Enige uitzondering: BASF G206 (speciale toepassing)
- De koelvloeistof mag geen olie- of koperresten (in vaste of opgeloste vorm) bevatten.
- Thans goedgekeurde anticorrosiemiddelen voor inwendige conservering van het koelcircuit zijn voornamelijk op waterige basis en bieden geen bescherming tegen bevrozing. Aangezien na het aftappen van het medium nog een resthoeveelheid in de motor blijft, dient erop te worden gelet dat geconserveerde motoren vorstvrij worden opgeslagen.
- Een koelcircuit kan meestal niet volledig worden leeggemaakt, d.w.z. er blijven resthoeveelheden gebruikte koelvloeistof of vers water van een spoeling in de motor achter. Deze resthoeveelheden kunnen bij een te vullen koelvloeistof (vermengd uit een concentraat of bij gebruik van een kant-en-klaar mengsel) een verdunningseffect veroorzaken. Dit verdunningseffect zal des te groter zijn naarmate zich meer aanbouwonderdelen op de motor bevinden. Er moet op een controle en eventuele aanpassing van de koelvloeistofconcentratie in het koelcircuit worden gelet.

Belangrijk

Alle in dit bedrijfsstoffenvoorschrift goedgekeurde koelvloeistoffen zijn bedoeld voor het koelcircuit van MTU-motoren/-systemen. Bij complete aandrijfsystemen moet tevens rekening worden gehouden met de bedrijfsstoffengoedkeuring van de onderdelenfabrikant.

Belangrijk

Om anticorrosieredenen is het niet toegestaan om een motor met puur water zonder toevoeging van een goedgekeurd anticorrosiemiddel in bedrijf te nemen.

3.1.6 Ongeschikte materialen in het koelcircuit

Onderdelen uit koperen, zinken en messingmaterialen

Onderdelen uit koperen, zinken en messingmaterialen of met verzinkte oppervlakken in het koelvloeistofcircuit (incl. toevoer- en afvoerleidingen) kunnen indien diverse voorwaarden niet in acht worden genomen, in combinatie met onedele metalen (bijv. aluminium), een elektrochemische reactie veroorzaken. Als gevolg worden componenten uit onedelere metalen door corrosie of zelfs putcorrosie aangetast. Het koelcircuit wordt op deze plaatsen on dicht.

Niet-metaalhoudende materialen

- Geen EPDM- en geen siliconen elastomeren gebruiken bij toepassing van emulgeerbare corrosiewerende oliën of overige oliën in het koelcircuit.

Koelwaterfilters / filters na installatiecomponenten

- Als dergelijke filters gebruikt mogen worden, mogen alleen producten worden gebruikt die geen additieven bevatten.
Additieven zoals silicaten, nitraten etc. kunnen de beschermende werking of de levensduur van een koelvloeistof verminderen en eventueel tot een aantasting van de stoffen in het koelvloeistofcircuit leiden.

Informatie:

Bij onduidelijkheden over materiaalgebruik voor de motor en aanbouwcomponenten/onderdelen in koelcircuits moet overleg worden gepleegd met de gespecialiseerde afdeling van MTU.

3.1.7 Eisen aan vers water BR4000

Voor de bereiding van de koelvloeistof met en zonder antivries mag alleen schoon en helder water met waarden uit onderstaande tabellen worden gebruikt. Wanneer de grenswaarden voor het water worden overschreden, kan door het bijmengen van ontzilt water de hardheid of het zoutgehalte verminderd worden.

Parameter	Minimum	Maximum
Totaal van de aardalkaliën *) (waterhardheid)	0 mmol/l 0°d	2,7 mmol/l 15°d
pH-waarde bij 20 °C	5,5	8,0
Chloride-ionen		100 mg/l
Sulfaat-ionen		100 mg/l
Som anionen		200 mg/l
Bacteriën		10 ³ KBE (kolonievormende eenheid)/ml
Schimmels, gistcellen	zijn niet toegestaan	

Tabel 23: Eisen aan vers water BR4000

*) Gebruikelijke aanduidingen voor de waterhardheid in verschillende landen:

1 mmol/l = 5,6°d = 100 mg/kg CaCO₃

- 1°d = 17,9 mg/kg CaCO₃, VS-hardheid
- 1°d = 1,79° Franse hardheid
- 1°d = 1,25° Engelse hardheid

3.1.8 Eisen aan vers water BR400

Voor de bereiding van de koelvloeistof mag alleen schoon en helder water met waarden uit onderstaande tabellen worden gebruikt. Wanneer de grenswaarden voor het water worden overschreden, kan door het bijmengen van ontzilt water de hardheid of het zoutgehalte verminderd worden.

Algemene eisen	Helder, kleurloos en vrij van onopgeloste stoffen	
pH-waarde (25 °C)	7,4 tot 8,5	
Elektrisch geleidingsvermogen (25 °C)	< 300	µS/cm
Totaal aardalkaliën	0,9 tot 1,3 5 tot 7	mmol/l °dH
Chloride	< 80	mg/l
Sulfaten	< 70	mg/l
Ijzer	< 0,2	mg/l
Bacteriën	< 10 ³	KBE (kolonievormende eenheid)/ml
Schimmels, gistcellen	zijn niet toegestaan	

Tabel 24: Eisen aan vers water BR400

3.2 Gasmotor BR4000 – marinetoepassing

3.2.1 Koelvloeistoffen - algemeen

Belangrijk

De koelvloeistofvervanging hangt af van de bedrijfstijd (uren/jaar) van de motor. Afhankelijk van welke bedrijfstijd het eerst wordt bereikt.

Bedrijfsuren = voorverwarmtijd + bedrijfstijd motor

Belangrijk

Alle gegevens hebben betrekking op het koelvloeistofcircuit aan de motorzijde, externe aanbouwcomponenten blijven buiten beschouwing.

Belangrijk

Bij een lichtmetaalvrij motorkoelvloeistofcircuit, maar met lichtmetaalhoudende aanbouwcomponenten (bijv. externe koelinstallatie) worden de koelvloeistofgoedkeuringen voor lichtmetaalhoudende koelsystemen aanbevolen. Bij onduidelijkheden ten aanzien van het koelvloeistofgebruik moet met MTU worden overlegd.

Belangrijk

Bij gebruik van afwijkende producten vervalt de garantie.

Details en bijzonderheden, zie hoofdstuk "Algemene informatie" (→ Pagina 24) en "ongeschikte materialen in de koelvloeistofcircuit" (→ Pagina 33).

Eventueel afwijkende speciale afspraken tussen de klant en MTU-Friedrichshafen GmbH blijven intact.

3.2.2 Koelvloeistoffen zonder antivries – concentraten voor lichtmetaalvrije koelsystemen

Details en bijzonderheden, zie hoofdstuk “Koelvloeistoffen” (→ Pagina 24)

Koelvloeistoffen zonder antivries – concentraten

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) ook verkrijgbaar via MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool®Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	groen gekleurd 23533526 (1 gallon) 23533527 (5 gallon) verkrijgbaar via MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6000 / 2	
	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor [EU Code 32765] (XLI)	X					6000 / 2	
BASF SE	Glysacorr G93 green		X				6000 / 2	X00054105 (vat) X00058062 (jerrycan)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	X00051509 (208 l)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 2000		X	X			6000 / 2	
	Power Cool Plus 6000	X				X	6000 / 2	rood gekleurd
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
Fleetguard	DCA-4L		X	X	X		2000 / 1	
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3477	X					6000 / 2	
	Alfloc 2000		X	X			6000 / 2	
	Nalco 2000		X	X			6000 / 2	
	Nalcool 2000		X	X			6000 / 2	
	Trac 102		X	X			6000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6000 / 2	
Penray	Pencool 2000		X	X			6000 / 2	

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	X					6000 / 2	
Total	Total WT Supra	X					6000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6000 / 2	

Tabel 25:

3.2.3 Koelvloeistoffen zonder antivries – kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalvrije koelsystemen

Details en bijzonderheden, zie hoofdstuk “Koelvloeistoffen” (→ Pagina 24)

Koelvloeistoffen zonder antivries – kant-en-klare mengsels

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Verkoopgebied: Italië)
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443 (7 %)	X					6000 / 2	

Tabel 26:

3.2.4 Antivriesmiddelen – concentraten voor lichtmetaalvrije koelsystemen

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk “Koelmiddelen”(→ Pagina 24).

Belangrijk
 Bij scheepsmotoren is het gebruik van antivriesmiddelen alleen toegestaan bij zeewatertemperaturen van maximaal 25 °C. Dit geldt voor alle motoren die met zeewater worden gekoeld.

Antivriesmiddelen – concentraten

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) ook verkrijgbaar via MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9000 / 3	
BASF SE	Glysantin G48 bue green	X	X				9000 / 5	X00058054 (25 l) X00058053 (210 l)
	Glysantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (jerrycan) X00058071 (vat)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9000 / 5	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Coolant	X				X	9000 / 3	

TIM-ID: 0000080984 - 001

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48	X	X				9000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9000 / 3	X00058074 (jerrycan) X00058073 (vat)
Gaszpromneft Lubricants Ltd.	BELAZ G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	X00058075 (vat)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9000 / 5	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9000 / 5	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9000 / 5	
Valvoline	Zerex G-48	X	X				9000 / 3	
	Zerex G-30	X					9000 / 5	
YORK SAS	York 7 16	X	X				9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9000 / 3	

Tabel 27:

3.2.5 Antivriesmiddelen – concentraten voor speciale toepassingen

Details en bijzonderheden, zie hoofdstuk “Koelvloeistoffen” (→ Pagina 24)

Concentraten voor speciale toepassingen

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Voor gebruik in zeer koude gebieden (< -40 °C)

Tabel 28:

3.2.6 Antivriesmiddelen – kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalvrije koelsystemen

Antivriesmiddelen – kant-en-klare mengsels

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk “Koelmiddelen”(→ Pagina 24).

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Verkoopgebied: Italië)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Verkoopgebied: Engeland, Spanje)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Verkoopgebied: Engeland)
	Coolant RM 30 (40 %)	X					9000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 gallon) 800086 (55 gallon)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 gallon) 800084 (55 gallon)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Antivries tot -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9000 / 3	
Cepsa Comercial Petróleo S.A.U	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50 %	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9000 / 5	
Tosol-Sinzez	Glystantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9000 / 3	
	Glystantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9000 / 3	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9000 / 3	

Tabel 29:

3.3 Gasmotor BR4000 – generatortoepassing en generatoraggregaat

3.3.1 Koelvloeistoffen - algemeen

Belangrijk

De koelvloeistofvervanging hangt af van de bedrijfstijd (uren/jaar) van de motor. Afhankelijk van welke bedrijfstijd het eerst wordt bereikt.

Bedrijfsuren = voorverwarmtijd + bedrijfstijd motor

Belangrijk

Alle gegevens hebben betrekking op het koelvloeistofcircuit aan de motorzijde, externe aanbouwcomponenten blijven buiten beschouwing.

Belangrijk

Bij een lichtmetaalvrij motorkoelvloeistofcircuit, maar met lichtmetaalhoudende aanbouwcomponenten (bijv. externe koelinstallatie) worden de koelvloeistofgoedkeuringen voor lichtmetaalhoudende koelsystemen aanbevolen. Bij onduidelijkheden ten aanzien van het koelvloeistofgebruik moet met MTU worden overlegd.

Belangrijk

Bij gebruik van afwijkende producten vervalt de garantie.

Details en bijzonderheden, zie hoofdstuk "Algemene informatie" (→ Pagina 24) en "ongeschikte materialen in de koelvloeistofcircuit" (→ Pagina 33).

Eventueel afwijkende speciale afspraken tussen de klant en MTU-Friedrichshafen GmbH blijven intact.

3.3.2 Koelvloeistoffen zonder antivries – concentraten voor lichtmetaalhoudende koelsystemen

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk “Koelmiddelen”(→ Pagina 24).

Koelvloeistoffen zonder antivries – concentraten

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) ook verkrijgbaar via MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool® Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	groen gekleurd 23533526 (1 gallon) 23533527 (5 gallon) verkrijgbaar via MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6000 / 2	
BASF SE	Glysacorr G93 green		X				6000 / 2	X00054105 (vat) X00058062 (jerrycan)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	X00051509 (208 l)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 6000	X				X	6000 / 2	rood gekleurd
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6000 / 2	

Tabel 30:

3.3.3 Koelvloeistoffen zonder antivries – kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalhoudende koelsystemen

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk “Koelmiddelen”(→ Pagina 24).

Koelvloeistoffen zonder antivries – kant-en-klare mengsels

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Verkoopgebied: Italië)

Tabel 31:

3.3.4 Antivriesmiddelen – concentraten voor lichtmetaalhoudende koelsystemen

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk “Koelmiddelen”(→ Pagina 24).

Antivriesmiddelen – concentraten

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) ook verkrijgbaar via MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9000 / 3	
BASF SE	Glystantin G05		X	X			9000 / 5	
	Glystantin G48 bue green	X	X				9000 / 5	X00058054 (25 l) X00058053 (210 l)
	Glystantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (jerrycan) X00058071 (vat)
	Glystantin G40 pink (Koncentrat)	X	X				9000 / 3	X00066724 (20 l) X00066725 (210 l) Toepassingsconcentratie 40 tot 50 vol%
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 Concentrate	X	X				9000 / 3	Toepassingsconcentratie 40 tot 50 vol%
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9000 / 3	
Clariant	Genantin Super		X	X			9000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9000 / 5	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9000 / 5	

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Antifreeze		X	X			9000 / 3	
	Power Cool Plus Coolant	X				X	9000 / 3	
	Power Cool Diesel Engine Coolant		X	X			9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Mobil Antifreeze Special		X	X			9000 / 5	
	Mobil Heavy Duty Coolant		X	X			9000 / 3	
	Mobil Mining Coolant		X	X			9000 / 3	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
Finke Mineralölwerke GmbH	AVIATICON Fincofreeze F30	X					9000 / 3	
	AVIATICON Fincofreeze F48	X	X				9000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9000 / 3	X00058074 (jerrycan) X00058073 (vat)
Gazpromneft Lubricants Ltd.	Belaz G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	
Krafft S.L.U	Refrigerante ACU 2300		X	X			9000 / 3	X00058075 (vat)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9000 / 5	
Nalco	Nalcool 5990	X	X				9000 / 3	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Fleetcharge SCA Precharged Coolant/ Antifreeze		X	X			9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9000 / 5	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Coolant Concentrate	X	X				9000 / 3	

TIM-ID: 0000080987 - 001

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9000 / 3	
Recochem Inc.	R542	X	X				9000 / 3	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9000 / 5	
Valvoline	Zerex G-05		X	X			9000 / 5	
	Zerex G-48	X	X				9000 / 3	
	Zerex G-30	X					9000 / 5	
	Zerex G-40	X	X				9000 / 3	Toepassingsconcentratie 40 tot 50 vol% Artikelnummer: 800 180
YORK SAS	York 716	X	X				9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9000 / 3	

Tabel 32:

3.3.5 Antivriesmiddelen – concentraten voor speciale toepassingen

Details en bijzonderheden, zie hoofdstuk “Koelvloeistoffen” (→ Pagina 24)

Concentraten voor speciale toepassingen

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Voor gebruik in zeer koude gebieden (< -40 °C)

Tabel 33:

3.3.6 Antivriesmiddelen – kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalhoudende koelsystemen

Details en bijzonderheden zie hoofdstuk "Koelvloeistoffen" (→ Pagina 24).

Antivriesmiddelen – kant-en-klare mengsels

Fabrikant	Merknaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Verkoopgebied: Italië)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Verkoopgebied: Engeland, Spanje)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Verkoopgebied: Engeland)
	Coolant RM30 (40%)	X					9000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 gallon) 800086 (55 gallon)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 gallon) 800084 (55 gallon)
	Power Cool® Off-Highway Coolant 50/50 Premix		X	X			9000 / 5	23533531 (5 gallon) 23533532 (55 gallon)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Antivries tot -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 ready to use	X	X				9000 / 3	Antivries tot -38 °C
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9000 / 3	
Cespa Comercial Petróleo S.A.U.	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50%	X	X				9000 / 5	

TIM-ID: 0000078607 - 002

Fabrikant	Merksnaam	Inhibitoren					Bedrijfstijd Uur / jaar	Opmerkingen / Materiaalnummer
		Organisch	Silicium	Nitriet	Fosfaat	Molybdaat		
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Power Cool Prediluted (50/50) Diesel Engine Coolant		X	X			9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Fleet Charge SCA Precharged 50/50 Prediluted Coolant		X	X			9000 / 3	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Premix 50/50	X	X				9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9000 / 5	
Tosol-Sintez	Glysantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9000 / 3	
	Glysantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9000 / 3	
Valvoline	Zerex G-05 50/50 Mix		X	X			9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9000 / 3	

Tabel 34:

3.4 Gasmotor BR400 – generatoraggregaat

3.4.1 Goedgekeurde koelvloeistof

Belangrijk
Bij gebruik van afwijkende producten vervalt de garantie.

Antivriesmiddelen – kant-en-klare mengsels (silicaatvrij)

Fabrikant / leverancier	Aanduiding
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant RM 30*
BayWa AG	Tectrol Coolprotect MIX3000*
Montana	Kühlerfrostschutz BHKW -25°*
Valentin Energie GmbH	Coolant Plus -25° Ready*
* Verlengde standtijd mogelijk	

Tabel 35:

Antivriesmiddelen – concentraten

Fabrikant / leverancier	Aanduiding
BASF	Glysantin G30
Aral	Antifreeze Silikatfrei

Tabel 36:

Aanwijzing voor de garantie

Er wordt dringend aangeraden om kant-en-klare mengsels antivriesmiddelen voor het motorkoelcircuit te gebruiken.

Als dergelijke kant-en-klare mengsels worden gebruikt, is het volgende gegarandeerd:

- De verhouding water tot antivriesmiddel is correct ingesteld
- Het gebruikte (verse) water ligt binnen de specificaties van de "eisen aan het motorkoelwater".

Alleen als water volgens specificatie wordt gebruikt, kunnen de onderdeelstandtijden in acht worden genomen. Anders bestaat bij veel componenten het gevaar van afzettingen die tot een verminderde warmteoverdracht en zodoende tot een geringere functionaliteit (warmtewisselaar) of tot oververhitting van componenten kunnen leiden.

Bij "zelf uitgevoerde menging" van de koelvloeistof in acht nemen:

- Alleen de toegelaten, silicaatvrije antivriesmiddelen in de aangegeven verhouding tot water gebruiken
- Een bevestigingsformulier moet ondertekend worden, dat het gebruikte water aan de eisen conform de bedrijfsstoffenvoorschriften voldoet.

De concentratie moet conform het onderhoudsschema op regelmatige afstanden worden gecontroleerd. De controle van de koelvloeistof moet minimaal eenmaal per jaar of bij iedere vulling plaatsvinden. De koelvloeistofvulling moet vanwege veroudering na 25.000 bedrijfsuren of uiterlijk na 3 jaar worden vervangen.

4 Brandstoffen

4.1 Algemeen

4.1.1 Gebruik van brandstoffen

Belangrijk

De aangegeven grenswaarden voor vocht in brandstof moeten nageleefd worden anders vervalt de garantie.

Belangrijk

Er moet voor gezorgd worden dat er geen corrosieve verbindingen (bijv. siloxanen, fosfor-, arseen-, zwaarmetaal-, zwavel-, ammoniak-, chloor-, fluor-, broom-, jodiumverbindingen) in de brandstofleiding terechtkomen.

De aangegeven grenswaarden moeten nageleefd worden anders vervalt de garantie.

Gasmotoren mogen uitsluitend met de voor het betreffende gasmotortype vrijgegeven gassen worden gebruikt.

Bij aardgasgebruik uit het gasnet moet uiterlijk vóór inbedrijfstelling van de motor het volgende door de gasleverancier worden bevestigd:

- Of aan het in het gegevensblad vermelde minimale methaangetal en het energetische-waardebereik wordt voldaan.
- Of butaan- of propaanluchtmengsel van tijd tot tijd wordt bijgemengd
- Of ook biogastoevoer aan het aardgasnet mogelijk is (afstemming via navraag bij fabriek). Gasanalyse moet aanwezig zijn.

De gebruiksmogelijkheid van de goedgekeurde gassoorten moet minstens elk half jaar door middel van gasanalyses gecontroleerd worden. Volgende wijzigingen kunnen daardoor herkend worden en er kunnen maatregelen genomen worden:

- Gassamenstelling
- Schadelijke bestanddelen in het gas

Voor het gehele toepassings- en gebruiksgebied van de motor is alleen het gebruik van zuiver gasvormige brandstoffen toegestaan. Vloeibare brandstoffen zijn niet toegestaan.

De brandstof moet technisch vrij zijn van nevel, stof en vloeistof. Condensatie in het gassysteem moet door passende maatregelen worden voorkomen (ontvochtiging, bescherming tegen afkoeling, opwarmen, etc.). Corrosieve bestanddelen mogen alleen in de volgende genoemde concentraties aanwezig zijn (→ Pagina 56).

Bij een ruwgaskwaliteit boven de aangegeven zwavelgrenswaarden moet een op de gaskwaliteit van de installatie ontworpen gasontzwaveling worden geïnstalleerd.

4.1.2 Hoofdbestanddelen van aardgas en stookgassen van biogene oorsprong

Algemeen geldige grenzen voor de hoofdbestanddelen van aardgas en stookgassen van biogene oorsprong

De voor gasmotoren betreffende componenten worden in de volgende tabellen genoemd:

- Algemeen geldige grenzen voor de hoofdbestanddelen van aardgas (→ Tabel 37)
- Algemeen geldige grenzen voor de hoofdbestanddelen van stookgassen van biogene oorsprong (→ Tabel 38)

Hoofdbestanddelen van aardgas

Component	Eenheid	Waardebereik (maximale waarde)
CH ₄	Vol.-%	80 tot 100
C ₂ H ₆ (of totaal C ₂ H _x)	Vol.-%	<12
C ₃ H ₈ (of totaal C ₃ H _x)	Vol.-%	<9
C ₄ H ₁₀ (of totaal C ₄ H _x)	Vol.-%	<2
C ₅ H ₁₂	Vol.-%	<0,3
Koolwaterstoffen C5+	Vol.-%	< 0,1
CO ₂	Vol.-%	<10
N ₂	Vol.-%	<15
Totaal CO ₂ + N ₂	Vol.-%	<15
O ₂	Vol.-%	<3
H ₂	Vol.-%	<2
CO	Vol.-%	< 0,2

Tabel 37:

De bovenvermelde componenten gelden voor aardgassamenstellingen. Andere componenten dan de bovenvermelde componenten zijn (naast sporenstoffen) voor aardgassamenstellingen niet gebruikelijk.

Als de componenten van het aardgas de vermelde maximale waarden overschrijden, moet vóór het gebruik van dit aardgas navraag worden gedaan bij MTU Onsite Energy.

Hoofdbestanddelen van stookgassen van biogene oorsprong, voornamelijk uit fermentatieprocessen (waarden zijn zonder lucht aangegeven)

Component	Eenheid	Waardebereik (maximale waarde)
CH ₄	Vol.-%	40 tot 85
CO ₂	Vol.-%	20 tot 55
N ₂	Vol.-%	<10
O ₂	Vol.-%	<3
H ₂	Vol.-%	<2
CO	Vol.-%	< 0,2

Tabel 38:

De bovenvermelde componenten gelden voor stookgassen van biogene oorsprong. Andere componenten dan de bovenvermelde componenten zijn (naast sporenstoffen) voor dergelijke stookgassen niet gebruikelijk.

Als de componenten van het stookgas de vermelde maximale waarden overschrijden, moet vóór het gebruik van dit aardgas navraag worden gedaan bij MTU Onsite Energy.

4.1.3 Liquid Natural Gas (LNG)

Opmerkingen over Liquid Natural Gas (LNG)

Er moet op gelet worden dat de LNG-Bunker-Delivery-Note in de IGF-code de componentaandelen in massa-procent aangeeft. Deze weergave wijkt aanzienlijk van de gebruikelijke weergave in mol of volumeprocent af.

LNG-tankreservoirs mogen maar tot 90% van het tankvolume met LNG worden gevuld. Elke warmtetoevoer in het tankreservoir leidt tot verdamping van kleine hoeveelheden vloeibaar LNG dat zich dan als gas in de "boil off" fase verzamelt. De samenstelling van het boil-off-gas hangt van de samenstelling van de vloeibare fase af. Het N₂-aandeel van de boil-off-fase kan 20 keer groter zijn dan het stikstofgehalte in de vloeibare fase. In het algemeen kan boil-off-gas 20 vol.-% stikstof en 80 vol.-% methaan alsmede sporen van ethaan bevatten.

LNG volgens EN1160 is tot een onderste methaanlimiet van 75% massa-aandeel en tot een bovenste stikstofaandeel van 5% massa-aandeel begrensd.

Ter vermijding van rollover-effecten wordt het gebruik van LNG met stikstofgehaltes <1 ma.-% aanbevolen.

Rollover duidt de stoomontwikkeling en de hierdoor ontstane drukstijging als gevolg van snelle vermenging van vloeistoflagen aan, als vloeistof van onderste lagen in de tank m.b.t. de druk in de bovenste gasruimte van de tank wordt oververhit.

In LNG bevinden zich geen of alleen sporen van CO₂, omdat CO₂ bij temperaturen onder -56 °C en bij voor tanks gewone drukken van 5,2 bar in vaste vorm aanwezig is. Onder normale drukomstandigheden sublimiert CO₂ bij -78,5 °C.

4.1.4 Silicium- en zwavelverbindingen in stookgas

Siliciumverbindingen in het gas leiden tot afzettingen en bevorderen de slijtage. Ook katalysatoren worden hierdoor gedeactiveerd. Er wordt geen aansprakelijkheid voor schade aanvaard die door silicium-zwavelverbindingen werden veroorzaakt.

Voor de bepaling van de Si-concentratie in smeerolie en de grenswaarde daarvan, zie hoofdstuk Smeermiddelen (→ Pagina 10).

Bepaling van het siliciumaandeel en het zwavelgehalte in stookgas uit de gasanalyse

De gemeten concentraties of het zwavelgehalte van de afzonderlijke verbindingen worden met de Si-, S-massa-aandelen vermenigvuldigd en het siliciumgehalte of zwavelgehalte wordt bepaald.

Het resultaat wordt gerelateerd aan de energetische waarde van het stookgas en op 10 kWh energiegehalte (komt overeen met 1 m³ in normtoest. CH₄) genormeerd.

Gemeten siliciumaandeel uit de gasanalyse (of zwavelconcentratie)

Concentratie silicium in het zuiveringsgas	K Si	5,1 mg/m ³ in normtoest.
CH ₄ gehalte van het zuiveringsgas	K CH ₄	65 vol.-%
Energetische waarde zuiveringsgas	Hi _n	6,5 kWh/m ³ in normtoest.

Voorbeeld: Berekende concentratie van het silicium begrensd op Hi_n = 10 kWh/m³ in normtoest.

$$K_{Si} \text{ 10 (kWh/m}^3\text{ in normtoest.)} = \frac{K_{Si} \text{ gemeten}}{10 \text{ (kWh/m}^3\text{ in normtoest.)}} \times H_{i_n} \text{ gemeten} =$$

$$5,1 \text{ (mg Si/m}^3\text{ in normtoest.)} \times \frac{6,5}{10} = 3,3 \text{ (mg Si/m}^3\text{ in normtoest.)}$$

4.2 Gasmotor BR4000 – marinetoepassing

4.2.1 Algemeen

Belangrijk

Bij beschadigingen (corrosie, verontreinigingen etc.) die zijn ontstaan door gassen of stoffen waarvan de aanwezigheid bij het afsluiten van het contract niet bekend en overeengekomen was, wordt geen garantie verleend.

4.2.2 Eisen aan het stookgas

Eisen en randvoorwaarden voor MTU-gasmotoren in marinetoepassing

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Gassoort		Aardgas	Geldig voor aardgas H, andere gassen zijn momenteel nog niet goedgekeurd.
Methaangetal MZ	–	≥ 70	Afhankelijk van het ontwerptype, prestaties en brandstofverbruik kunnen aanpassingen noodzakelijk worden. De bedrijfshandleiding (technische gegevens) in acht nemen. Voor lagere waarden is overleg met de fabrikant en een gasanalyse noodzakelijk. Reducering van het motorvermogen door pingelbewaking. Methaangetal volgens DIN EN 16726 berekend.
Energetische waarde $H_{i,n}$	kWh/m ³ n	9,2 < $H_{i,n}$ < 11,5	Bij lagere en hogere grenswaarden is overleg met de fabrikant noodzakelijk.
Wobbe-index $W_{i,n}^{1), 2)}$	kWh/m ³ n	11,77 < $W_{i,n}$ < 14,18	De wobbe-index houdt verband met de energetische waarde. De wobbe-index mag niet onder- of overschreden worden.
Toegestane wijzigingssnelheid van de energetische waarde ¹	kWh/m ³ _n /min	0,067	Lineaire continue wijziging vereist met een maximale wijzigingsfrequentie van 1/h
Gasdichtheid ²⁾	kg/m ³ n	0,73 tot 0,84	De dichtheid van het gas kan afhankelijk van de samenstelling variëren, voor een bepaalde gassoort is deze constant. Bij gebruik van gassen uit verschillende gasgebieden kan de dichtheid variëren.
Minimale waarde voor gasdruk voor gasregelleiding	bar(g)	0,5	Relevant voor stationair en zwakke belasting. Specificatie van de gasregelleiding van het betreffende project / motortype in acht nemen.
Toegestaan bereik voor gasdruk vóór de gasregelleiding voor volledig motor- en versnellingsvermogen.	bar(g)	6,0...10,0	Specificatie van de gasregelleiding van het betreffende project / motortype in acht nemen.
Gasdrukafwijking van de instelwaarde	bar	±0,5	De instelwaarde voor de gasdruk vóór de gasregelleiding mag niet overschreden worden.

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Toegestane wijzigingssnelheid van de gasdruk vóór de gasregelleiding	bar/s	0,3	Continue wijziging noodzakelijk, geldt voor dynamische en inerte toestand van de motor.
Gastemperatuur	°C	10...40	Condensatie van waterdamp bij temperatuur < 10 °C, thermische veroudering van NBR-materiaal (afdichtingen, membranen) en beïnvloeding van de elasticiteit bij hogere temperaturen. Voor het starten gelden de minimumtemperaturen eveneens. Specificatie van de gasregelleiding van het betreffende project / motortype in acht nemen. Voor lagere en hogere temperaturen is overleg met de fabrikant noodzakelijk.
Toegestane wijzigingssnelheid van de gastemperatuur	K/min	10	
Water: Dauwpunttemperatuur	°C	0	Bij bedrijfsdruk. Geen waterdampcondensatie in het druk- en temperatuurgebied. Bij hogere waarden moet een gasdroging worden geregeld. Geldig voor het gehele gastemperatuurbereik.
Oliedampen (HC met koolstofgetal >5)	mg/m ³ n	<10	Geen condensatie in stookgas- en stookgas-luchtmengsel-transporterende leidingen. Geen vorming van condenserende olienevels.
HC-oplosmiddel-dampen	mg/m ³ n	0	Overleg met fabrikant en analyse noodzakelijk
Organisch gebonden silicium (bijv. silanen, siloxanen, siliconen)	mg/m ³ n CH ₄	<1,0	Overleg met fabrikant en analyse noodzakelijk
Anorganisch gebonden silicium	mg/m ³ n	<5	Bij Si >5 mg/m ³ N m.b.t. 100% CH ₄ stookgasgehalte dienen slijtageproducten in de olieanalyse in acht te worden genomen.
Stof 3-10 µm	mg/m ³ n	<5	DVGW werkblad G260
Stof <3 µm	mg/m ³ n	Analyse	Analyse noodzakelijk
Zwavelwaterstof	mg/kg	7	DIN 51624
Totaal zwavel	mg/kg	10	DIN 51624
Chloor	mg/m ³ n	10 ³)	Bij hogere waarden is overleg met fabrikant en analyse noodzakelijk
Fluor	mg/m ³ n	5 ³)	Bij hogere waarden is overleg met fabrikant en analyse noodzakelijk

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Chloor + fluor	mg/m ³ n	10 ³)	Bij hogere waarden is overleg met fabrikant en analyse noodzakelijk
NH ₃	ppm	70 ³)	Bij hogere waarden is overleg met fabrikant en analyse noodzakelijk

Tabel 39:

- 1) = Energetische waarde
De hoeveelheid warmte die bij volledige verbranding van een gegeven gashoeveelheid in de lucht zou vrijkomen, waarbij de druk p waarbij de reactie afloopt constant blijft en alle verbrandingsproducten op dezelfde temperatuur t als die van de reactiepartners teruggeleid worden. Daarbij zijn al deze verbrandingsproducten gasvormig.
De standaardenthalpie van energetische waarde en wobbe-index heeft betrekking op een temperatuur van 25 °C. Houd er rekening mee dat in de Amerikaanse literatuur gerelateerd wordt aan referentietemperaturen van 15 °C.
Omrekeningen naar andere referentietemperaturen kunnen met EN ISO 6976 of met EN ISO 14912 uitgevoerd worden.
- 2) = Volumetrische grootheden zijn gerelateerd aan normtoestand conform DIN 1343. Normtoestand is die referentietoestand die door de normtemperatuur $T_n = 273,15$ K of $t_n = 0$ °C en de normdruk $p_n = 101325$ of Pa = 1,01325 bar is vastgelegd.
Houd er rekening mee dat in de Amerikaanse literatuur en nieuwere normen zoals DIN EN16726 de standaardenthalpierelatie voor verwarmings- en energetische waarden, wobbe-index aan 15 °C gerelateerd is en volumetrische grootheden door de normtemperatuur $T_0 = 288,15$ K of $t_0 = 15$ °C en de normdruk $p_n = 101325$ of Pa = 1,01325 bar vastgelegd zijn.
- 3) = Een niet-bindende richtwaarde bij gebruik van oxidatiekatalysatoren. Overleg en analyse met MTU noodzakelijk.
De grenswaarden hebben betrekking op een energetische waarde van 10 kWh/m³ n. Dit komt overeen met een brandstof bestaande uit 100 vol.-% methaan, resp. bij aanwezigheid van andere brandbare bestanddelen in de brandstof een gelijkwaardig energie-equivalent en daarmee een gelijkwaardige normering voor de schadelijke stoffen.

4.2.3 Voorschrift voor het medium in de omhullingsruimte van de gasleiding in de marinetoepassing

Algemeen

Overeenkomstig IGF 5.5.2 moeten alle brandstofleidende leidingen die in een "safe machinery concept"-conforme machineruimte geleid worden dubbelwandig uitgevoerd worden. Deze omhullingsruimte om de brandstofleiding moet met behulp van een medium en passende meettechniek de detectie van een brandstoflek mogelijk maken. De IGF-code biedt in principe hiervoor twee mogelijkheden:

1. Spoeling/ventilatie van de omhullingsruimte met lucht
2. Realisering van een hoger drukk niveau dan dat van het stookgas in de omhulling om de brandstofleiding met een inert gas.

Het gassysteem van de MTU-marinemotor is geconstrueerd om in beide varianten gebruikt te worden. De gasregleiding kan alleen met het luchtspoelconcept worden gebruikt. Daarbij zijn de media in de omhullingsruimte om de gasleiding als volgt gespecificeerd:

1. Luchtspoelconcept

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Mediumtype		Lucht	Aanzuiging via aparte luchtgeleiding van buiten het schip
Mediumtemperatuur inlaat motor	°C	0-50	
Luchtvochtigheid (abs)	$g_{water}/kg_{droge\ lucht}$	37,7	
Zoutgehalte van de aangezogen lucht	ppm	50	
Volumestroom	m ³ /h	11,5 - 30	Onderste grenswaarde oriënteert zich aan het max. volume inclusief gasregleiding en toevoerleidingen. Onderste grenswaarde realiseert de minimale luchtvervangings/uur. Bovenste grenswaarde mag niet overschreden worden om hoge drukverliezen te vermijden.

Tabel 40:

2. Overdrukconcept van inert gas

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Mediumtype		Stikstof	Stikstof uit een generator of uit flessen
Mediumtemperatuur inlaat motor	°C	0-80	
Watergehalte	Vol.-%	≤ 50	Waarde voor stikstof 2,8
Zuiverheid van het stikstof	Vol.-%	≥99,8	Waarde voor stikstof 2,8
Zuurstofgehalte	Vol.-%	≤ 100	Waarde voor stikstof 2,8
Drukgebied van het medium	bar (abs)	<11	

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Volume van de omhulling aan de motor (zonder gasregleiding) (dubbele wanden)	m ³ _N	0,079 - 0,095	
Lekkage	g _{stikstof} /h	1 - 1,5	Dient voor de uitvoering van de navulhoeveelheid/intervallen

Tabel 41:

Details voor de koppeling aan het gassysteem en uitvoeringsvoorstellen voor bewaking en positie van de afzonderlijke componenten zijn in safety-concept, -schematekeningen en inbouwvoorschriften gedocumenteerd.

4.3 Gasmotor BR4000 – generatortoepassing en generatoraggregaat

4.3.1 Algemeen

Belangrijk

Bij beschadigingen (corrosie, verontreinigingen etc.) die zijn ontstaan door gassen of stoffen waarvan de aanwezigheid bij het afsluiten van het contract niet bekend en overeengekomen was, wordt geen garantie verleend.

4.3.2 Aardgas – eisen aan het stookgas

Eisen aan het stookgas

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Gassoort		Aardgas	Geldt voor aardgas H, L en steenkoolgas uit niet-ontsloten vindplaatsen (pre mining Coal Bed Methane). Andere gassen zijn momenteel niet goedgekeurd.
Methaangetalwijziging	-/min.	5	Lineaire continue wijziging met een frequentie van maximaal 1/h
Energetische waarde $H_{i,n}$	kWh/m ³ in normtoest.	$8,0 < H_{i,n} < 11,0$	Voor lagere en hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek noodzakelijk
Variatie van de energetische waarde bij instelwaarde	%	± 5	Voor hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek noodzakelijk
Toegestane wijzigingssnelheid van de energetische waarde bij instelwaarde	%/min.	1,0	Lineaire continue wijziging vereist met een maximale frequentie van 1/h
Dichtheid van het gas	kg/m ³ in normtoest.	0,73 tot 0,84	De dichtheid van het gas kan afhankelijk van de samenstelling variëren, voor een bepaalde gassoort is deze constant. Bij gebruik van gassen uit verschillende gasgebieden kan de dichtheid variëren. Bij een vervanging van de gasleverancier is een gasanalyse en zo nodig een aanpassing van de mengselregeling noodzakelijk.
Gasdrukvariaties bij instelwaarde	%	± 5	
Toegestane wijzigingssnelheid van de gasdruk	mbar/min.	1	Permanente wijziging noodzakelijk
* = Voor motoren met uitlaatgasnabehandeling en/of uitlaatgaswarmtebenutting kunnen lagere grenswaarden gelden. Bij gebruik van oxidatiekatalysatoren is analyse en overleg met MTU noodzakelijk.			

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Gastemperatuur Aardgas uit openbare gasnetvoorziening	°C	5 < T < 45	Bij gevaar van dauwpuntoverschrijding moet de gastemperatuur worden verhoogd. Bij afwijkende temperaturen bestaat het gevaar van thermische veroudering van NBR-materiaal (afdichtingen, membranen) en beïnvloeding van de elasticiteit.
Aardgas uit plaatselijke LNG-verdampingsinstallaties		15 < T < 45	Gegeven druk- en energetische-waardecombinaties kunnen het T-bereik beperken. Dit kan door een drukaanpassing worden gecompenseerd zodat een gebruik onder nominale belasting voor het gehele T-bereik is gegarandeerd. Bij installaties met LNG-gebruik moet het toegestane temperatuurbereik projectspecifiek worden afgestemd. De uitvoering van de gasverdamping moet hiervoor door MTU worden beoordeeld.
Gastemperatuurvariatie bij instelwaarde	°C	± 9	
Toegestane wijzigingssnelheid van de gastemperatuur	K/min.	0,3	
Relatieve gasvochtigheid in het gas in het toegestane temperatuur- en drukbereik	%	< 80	Geen bedauwing in het gehele gas- en mengselsysteem toegestaan. Geen waterdampcondensatie in het druk- en temperatuurgebied.
Max. gasvochtigheid, absoluut	g/kg	<20	Geen condensatie in stookgas en stookgas-luchtmengsel transporterende leidingen en tanks toegestaan.
Oliën/oliedampen (HC met koolstofgetal >8)	mg/m ³ in normtoest.	<0,4	Geen condensatie in stookgas- en stookgas-luchtmengsel-transporterende leidingen en vorming van condenserende olieniveaus
Lange-ketenkoolwaterstoffen (C ₆ - C _n)	mol %	K.A.	Contact opnemen met MTU noodzakelijk
HC-oplosmiddel-dampen	mg/m ³ in normtoest.	0	Aanvraag aan fabriek en analyse noodzakelijk
Organisch gebonden silicium	mg/m ³ in normtoest.	<1,0	
Anorganisch gebonden silicium	mg/m ³ in normtoest.	< 6	Bij Si >5 mg/m ³ in normtoest. m.b.t. 100% CH ₄ stookgasgehalte dienen slijtageproducten in de olieanalyse in acht te worden genomen

* = Voor motoren met uitlaatgasnabehandeling en/of uitlaatgaswarmtebenutting kunnen lagere grenswaarden gelden. Bij gebruik van oxidatiekatalysatoren is analyse en overleg met MTU noodzakelijk.

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Stof 3 tot 10 µm	mg/m ³ in normtoest.	5	DVGW werkblad G260 Stof moet zodanig worden verwijderd dat het gebruik van gasapparaten en gastechnische voorzieningen met een genormeerde of gebruikelijke constructie storingsvrij gegarandeerd is.
Stof <3 µm	mg/m ³ in normtoest.	technisch vrij	Stof <3 µm moet door middel van een technische analyse worden beoordeeld. Eventueel moet een speciaal filter worden toegepast.
Totaal zwavel	mg/m ³ in normtoest.	30	DVGW werkblad G260
Mercapto-zwavel	mg/m ³ in normtoest.	6	DVGW werkblad G260
Waterstofsulfide H ₂ S	mg/m ³ in normtoest.	5	DVGW werkblad G260
Chloor	mg/m ³ in normtoest.	10*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk
Fluor	mg/m ³ in normtoest.	5*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk
Chloor + fluor	mg/m ³ in normtoest.	10*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk
NH ₃	ppm	70*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk
* = Voor motoren met uitlaatgasnabehandeling en/of uitlaatgaswarmtebenutting kunnen lagere grenswaarden gelden. Bij gebruik van oxidatiekatalysatoren is analyse en overleg met MTU noodzakelijk.			

Tabel 42: Eisen en randvoorwaarden voor de brandstof aardgas en de betreffende brandstofvoorziening

Alle vermelde grenswaarden van schadelijke stoffen (in ppm en mg/m³) zijn gerelateerd aan een energetische waarde van 10 kWh/m³ in normtoestand. Dit komt overeen met een brandstof bestaande uit 100 vol.-% methaan, resp. bij aanwezigheid van andere brandbare bestanddelen in de brandstof een gelijkwaardig energie-equivalent en daarmee een gelijkwaardige normering voor de schadelijke stoffen.

Voorbeeld:

- Er wordt Russisch aardgas met een energetische waarde van 10 kWh/mm³ in normtoest. gebruikt. Hiermee komt de toelaatbare waarde voor het totale zwavelgehalte in het gas exact overeen met de in de tabel aangegeven grenswaarde.
- Bij gebruik van een gas (bijv. Osthannover) met $H_{i,n} = 8,15 \text{ kWh/m}^3$ in normtoest. wordt de toelaatbare maximumwaarde voor het totale zwavelgehalte als volgt berekend:
Toegestaan totaal zwavelgehalte = 30 mg/m^3 in normtoest. $\cdot (8,15 \text{ kWh/m}^3 \text{ in normtoest.} : 10,0 \text{ kWh/m}^3 \text{ in normtoest.}) = 24,5 \text{ mg/m}^3$ in normtoest.

4.3.3 Biogas – eisen aan het stookgas

Eisen aan de brandstof biogas

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Gassoort		Biogene gassen uit fermentatieprocessen	
Methaangetal MZ	–	≥ 115	Bij overschrijding bestaat gevaar van kloppe verbranding. Gasanalyse en aanvraag bij de fabriek vereist
Energetische waarde Hi,n	kWh/m ³ in normtoest.	4,5 < Hi,n < 8,0	Voor lagere en hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek noodzakelijk
Variatie van de energetische waarde bij instelwaarde	%	± 20	Voor hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek noodzakelijk
Maximale wijzigingsnelheid van de energetische waarde bij instelwaarde tijdens gebruik	%/min.	1	<1/ h toegestaan in normaal bedrijf
Snelle verandering van de energetische waarde bij starts en wegrijden	%/min.	< 10,0	Met een frequentie van <1/ h toegestaan
Dichtheid van het gas	kg/m ³ in normtoest.	0,93 tot 1,40	De dichtheid van het gas kan variëren, afhankelijk van de samenstelling. Bij verandering van het hoofdsubstraat en/of een significante verandering van de mengverhouding van de substraten is een gasanalyse, zo nodig een aanpassing van de mengselregeling, vereist.
Gasdrukschommelingen bij de instelwaarde	%	± 10	Geldt voor de gastoevoer van de gasdoseerklep aan motorzijde
Toegestane wijzigingsnelheid van de gasdruk	mbar/min.	1	Geldt voor de gastoevoer van de gasdoseerklep aan motorzijde
Gastemperatuur	°C	5 < t < 45	Faseovergangen in het stookgas-luchtmengsel tijdens het draaien van de motor zijn niet toegestaan. Bij gevaar van dauwpuntoverschrijding moet de gastemperatuur worden verhoogd. Bij afwijkende temperaturen bestaat het gevaar van thermische veroudering van NBR-materiaal (afdichtingen, membranen) en beïnvloeding van de elasticiteit bij hogere temperaturen. Grenswaarden gelden voor de gastoevoer van de gasdoseerklep aan motorzijde
* = Bij deze waarden gaat het om vrijblijvende richtwaarden voor motoren van de serie 4000. Voor aggregaten met uitlaatgasnabehandeling kunnen lagere grenswaarden gelden.			
** = bij de motor 20V4000L32FB zijn geringere waarden geldig. Aanvraag bij de fabriek is vereist.			

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Gastemperatuurvariatie bij instelwaarde	°C	± 15	Geldt voor de gastoevoer van de gasdoseerklep aan motorzijde
Toegestane wijzigingssnelheid van de Gastemperatuur	K/min.	0,3	Geldt voor de gastoevoer van de gasdoseerklep aan motorzijde
Relatieve gasvochtigheid in het gas in het toegestane temperatuur- en drukbereik	%	< 80	Geen bedauwing in het gehele gas- en mengselsysteem toegestaan Geen waterdampcondensatie in het druk- en temperatuurgebied.
Max. gasvochtigheid, absoluut	g/kg	< 28	Geen condensatie in stookgas en stookgasluchtmengsel transporterende leidingen en tanks toegestaan. Bij hogere waarden of gevaar van condensatie in het gebruiksgebied van druk en temperatuur moet een gasdroger worden gebruikt. Geen fase-overgangen in het stookgasluchtmengsel tijdens het draaien van de motor in het druk- en temperatuurgebied; bij hogere waarden moet een gasdroger worden gebruikt.
Oliën/oliedampen	mg/m ³ in normtoest.	<0,4	Geen condensatie in stookgas en stookgasluchtmengsel transporterende leidingen, en vorming van condenserende olienevels.
HC-oplosmiddeldampen	mg/m ³ in normtoest.	0	
Silicium uit organische verbindingen	mg/m ³ in normtoest.	< 4*	Bij Si > 2 mg/m ³ in normtoest. m.b.t. 100% CH ₄ stookgasgehalte dienen slijtageproducten in de olieanalyse in acht te worden genomen.
Anorganisch gebonden silicium	mg/m ³ in normtoest.	< 2*	
Stof 3 tot 10 µm	mg/m ³ in normtoest.	5	DVGW werkblad G260
Stof <3 µm	mg/m ³ in normtoest.	Technisch vrij	Stof moet zodanig worden verwijderd dat het gebruik van gasapparaten en gastechnische voorzieningen met een genormeerde of gebruikelijke constructie storingsvrij gegarandeerd is. Stof <3 µm moet door middel van een technische analyse worden beoordeeld. Eventueel moet een speciaal filter worden toegepast.
Silicium uit organische en anorganische verbindingen	mg/m ³ in normtoest.	6*	
Totaal zwavel	mg/m ³ in normtoest.	800* / **	
Mercapto-zwavel	mg/m ³ in normtoest.	4*	

* = Bij deze waarden gaat het om vrijblijvende richtwaarden voor motoren van de serie 4000. Voor aggregaten met uitlaatgasnabehandeling kunnen lagere grenswaarden gelden.

** = bij de motor 20V4000L32FB zijn geringere waarden geldig. Aanvraag bij de fabriek is vereist.

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Waterstofsulfide H ₂ S	mg/m ³ in normtoest.	850*	
Totaal van alle chloor- en fluorverbindingen	mg/m ³ in normtoest.	≤ 40*	
Chloor	mg/m ³ in normtoest.	≤ 40*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk
Fluor		≤ 20*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk
NH ₃	ppm	70*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk

* = Bij deze waarden gaat het om vrijblijvende richtwaarden voor motoren van de serie 4000. Voor aggregaten met uitlaatgasnabehandeling kunnen lagere grenswaarden gelden.
 ** = bij de motor 20V4000L32FB zijn geringere waarden geldig. Aanvraag bij de fabriek is vereist.

Tabel 43: Eisen en randvoorwaarden voor de brandstof biogas en de betreffende brandstofvoorziening

Bij gebruik van de serie 4000 in aggregaten, met en zonder uitlaatgaswarmtekoppeling en/of uitlaatgasnabehandelingssystemen, moeten de gegevens van de aggregaatfabrikant worden geraadpleegd.

Eisen aan de brandstof "biogas met geringe belasting"

De volgende grenswaarden definiëren "biogas met geringe belasting". Alle overige grenswaarden voor biogas met geringe belasting voldoen aan de algemene grenswaarden voor biogas (→ Tabel 43).

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Silicium uit organische verbindingen	mg/m ³ in normtoest.	< 1*	Bij Si > 2 mg/m ³ in normtoest. m.b.t. 100% CH ₄ stookgasgehalte dienen slijtageproducten in de olieanalyse in acht te worden genomen.
Anorganisch gebonden silicium	mg/m ³ in normtoest.	< 0,5*	
Silicium uit organische en anorganische verbindingen	mg/m ³ in normtoest.	1,5*	
Totaal zwavel	mg/m ³ in normtoest.	140*	
Mercapto-zwavel	mg/m ³ in normtoest.	1*	
Waterstofsulfide H ₂ S	mg/m ³ in normtoest.	150*	
Totaal van alle chloor- en fluorverbindingen	mg/m ³ in normtoest.	≤ 8*	
Chloor	mg/m ³ in normtoest.	≤ 8*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk

* = Bij deze waarden gaat het om vrijblijvende richtwaarden voor motoren van de serie 4000. Voor aggregaten met uitlaatgasnabehandeling kunnen lagere grenswaarden gelden (→ Tabel 45).

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde	Opmerking
Fluor		≤ 4*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk
NH ₃	ppm	14*	Bij hogere waarden is een aanvraag bij de fabriek en analyse noodzakelijk

* = Bij deze waarden gaat het om vrijblijvende richtwaarden voor motoren van de serie 4000. Voor aggregaten met uitlaatgasnabehandeling kunnen lagere grenswaarden gelden (→ Tabel 45).

Tabel 44: Eisen en randvoorwaarden voor de brandstof "biogas met geringe belasting" en de betreffende brandstofvoorziening

Alle vermelde grenswaarden van schadelijke stoffen (in ppm en mg/m³) zijn gerelateerd aan een energetische waarde van 10 kWh/m³ in normtoestand. Dit komt overeen met een brandstof bestaande uit 100 vol.-% methaan, resp. bij aanwezigheid van andere brandbare bestanddelen in de brandstof een gelijkwaardig energie-equivalent en daarmee een gelijkwaardige normering voor de schadelijke stoffen.

Voorbeeld:

- Er wordt Russisch aardgas met een energetische waarde van 10 kWh/mm³ in normtoest. gebruikt. Hiermee komt de toelaatbare waarde voor het totale zwavelgehalte in het gas exact overeen met de in de tabel aangegeven grenswaarde.
- Bij gebruik van een gas (bijv. Osthannover) met $H_{i,n} = 8,15 \text{ kWh/m}^3$ in normtoest. wordt de toelaatbare maximumwaarde voor het totale zwavelgehalte als volgt berekend:
Toegestaan totaal zwavelgehalte = 30 mg/m³ in normtoest. · (8,15 kWh/m³ in normtoest. : 10,0 kWh/m³ in normtoest.) = 24,5 mg/m³ in normtoest.

Concentraties schadelijke stoffen in de brandstof (bij uitlaatgasnabehandeling / uitlaatgaswarmtebenutting)

Afhankelijk van de toepassing zijn volgende maximaal toegestane concentraties schadelijke stoffen in de brandstof toegestaan:

Aanduiding	Eenheid	Oxidatiekatalysator / uitlaatgaswarmtebenutting		
		Zonder* / 180 °C / zonder	Met / 120 °C / 180 °C	Met / zonder
Totaal van alle zwavelverbindingen (gerekend als S)	mg/m ³ in normtoest.	800	20	200
Zwavelwaterstof (H ₂ S)	ppm	550	7	70
Totaal van alle chloorverbindingen (gerekend als Cl)	mg/m ³ in normtoest.	40	0,5	0,5
Totaal van alle fluorverbindingen (gerekend als F)	mg/m ³ in normtoest.	40	0,5	0,5
Totaal van alle siliciumverbindingen (gerekend als Si)	mg/m ³ in normtoest.	5	0	0
Ammoniak (NH ₃)	ppm	30	30	30
Zware metalen (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m ³ in normtoest.	Op aanvraag	10	10

* = voor "biogas met geringe belasting" gelden overeenkomstig geringere waarden (→ Tabel 44).

Tabel 45: Concentraties schadelijke stoffen in de brandstof

4.4 Gasmotor BR400 – generatoraggregaat

4.4.1 Aardgas – brandstofwaarden

In acht te nemen brandstofwaarden

Volgende brandstofwaarden moeten bij de inlaat in de gasregelleiding (leveringsomvang MTU Onsite Energy) in acht worden genomen:

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde
Minimale methaangetal		
Minimale energetische waarde	Zie technische beschrijving	
Wijzigingssnelheid energetische waarde	% per min	<1
Wijzigingssnelheid methaangetal	MG per min	<5
Minimale gasstroomdruk (overdruk)	mbar	<20
Maximale gasstroomdruk (overdruk)	mbar	< 50
Max. gasdrukschommelingen (kortstondige regelschommeling)	mbar	±5
Max. wijzigingssnelheid van de gasdruk	mbar/s	<1
Gastemperatuur	°C	5 tot 45
Max. waterdampaandeel	Vol.-%	<0,5
Stofdeeltjes > 3 µm	mg/m ³ in normtoest.	<5
Olieachtige bestanddelen	mg/m ³ in normtoest.	<0,4

Tabel 46: In acht te nemen brandstofwaarden

Corrosieve bestanddelen, met uitzondering van een max. totaal zwavelgehalte van 30 mg/m³ in normtoest., kortstondig 150 mg/m³ in normtoest. mogen hier niet inzitten (analoog aan DVGW blad G 260).

Attentie: Het geleverde gasfilter (50 µm) bij de inlaat van de gasregelleiding kan de bovenvermelde stofgrenswaarde niet realiseren en dient alleen voor de bescherming van de gasarmaturen.

4.4.2 Biogas – brandstofwaarden

Schommelingen in de gaskwaliteit zijn bij bio-, zuiverings- en stortgas niet te vermijden, net als de aanwezigheid van storende verontreinigingen.

Om een storingsvrij gebruik mogelijk te maken en schade te vermijden, moeten echter grenswaarden nageleefd worden.

Als bij de inbedrijfstelling blijkt dat de vereiste brandstofkwaliteit niet aanwezig is, behoudt MTU Onsite Energy GmbH zich het recht voor om de afgebroken inbedrijfstelling in rekening te brengen.

De naleving van de genoemde emissie- en verbruiksgegevens in het gegevensblad gelden alleen voor de aangegeven referentiegassamenstellingen voor bio-, zuiverings- en stortgas. Hierbij is de volumeverhouding $\text{CO}_2 / \text{CH}_4$ van betekenis.

Belangrijk

De vermelde componenten / grenswaarden zijn relevant voor biogasmotoren. Andere componenten / grenswaarden zijn niet toegestaan.

In acht te nemen brandstofwaarden

Volgende brandstofwaarden moeten bij de inlaat in de gasregelleiding (leveringsomvang MTU Onsite Energy) in acht worden genomen:

Aanduiding	Eenheid	Grenswaarde
Minimale methaangetal	Zie technische beschrijving	
Minimale energetische waarde	Zie technische beschrijving	
Wijzigingssnelheid energetische waarde	% per min	1
Wijzigingssnelheid methaangetal	MG per min	5
$\text{CO}_2 / \text{CH}_4$ volumeverhouding	-	$\leq 0,65$
Methaangehalte, vochtig	Vol.-%	Zie techn. gegevens
Minimale gasstroomdruk (overdruk)	mbar	30
Maximale gasstroomdruk (overdruk)	mbar	50
Max. gasdrukschommelingen (kortstondige regelschommeling)	mbar	± 5
Max. wijzigingssnelheid van de gasdruk	mbar/s	1
Max. gastemperatuur (zonder derating)	$^{\circ}\text{C}$	35
Max. zuurstofgehalte	Vol.-%	2
Max. waterdampaandeel	Vol.-%	3,1
Gasafkoeling tot minstens	$^{\circ}\text{C}$	< 25
Stofdeeltjes $> 3 \mu\text{m}$	mg/m^3 in normtoest.	5
Olieachtige bestanddelen	mg/m^3 in normtoest.	0,4

Tabel 47: In acht te nemen brandstofwaarden

ATTENTIE: Het geleverde gasfilter ($50 \mu\text{m}$) bij de inlaat van de gasregelleiding kan de bovenvermelde stofgrenswaarde niet realiseren en dient alleen voor de bescherming van de gasarmaturen.

4.4.3 Storende verontreinigingen

Afhankelijk van de toepassing moeten volgende maximaal toegestane verontreinigingen in acht worden genomen:

Aanduiding	Eenheid	Oxidatiekatalysator / uitlaatgaswarmtebenutting					
		Zonder / 180 °C / Zonder		Met EMK* / 120 °C / 180 °C	Met EMK* / Zonder	Met SRK** / 180 °C	Met SRK** / Zonder
		Biogas	Biogas met geringe belasting	20 mg/m ³ in normtoest. HCHO		30 mg/m ³ in normtoest. HCHO	
Totaal van alle zwavelverbindingen (S)	mg/m ³ in normtoest.	1200	140	20	200	70	140
Komt overeen met zwavelwaterstof (H ₂ S)	ppm	840	50	14	140	50	100
Totaal van alle chloorverbindingen (C)	mg/m ³ in normtoest.	100	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Totaal van alle fluorverbindingen (F)	mg/m ³ in normtoest.	50	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Totaal van alle siliciumverbindingen (Si)	mg/m ³ in normtoest.	5	4	0	0	0	0
Ammoniak (NH ₃)	ppm	60	14	60	60	60	60
Zware metalen (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m ³ in normtoest.	Op aanvraag	Op aanvraag	10	10	10	10

* EMK = edelmetalkatalysator
 ** SRK = zwavelresistente katalysator

Tabel 48: Concentraties schadelijke stoffen in de brandstof

Alle vermelde grenswaarden van schadelijke stoffen (in ppm en mg/m³) zijn gerelateerd aan een energetische waarde van 10 kWh/m³ in normtoestand. Dit komt overeen met een brandstof bestaande uit 100 vol.-% methaan, resp. bij aanwezigheid van andere brandbare bestanddelen in de brandstof een gelijkwaardig energie-equivalent en daarmee een gelijkwaardige normering voor de schadelijke stoffen.

Voorbeeld:

- Er wordt Russisch aardgas met een energetische waarde van 10 kWh/mm³ in normtoest. gebruikt. Hiermee komt de toelaatbare waarde voor het totale zwavelgehalte in het gas exact overeen met de in de tabel aangegeven grenswaarde.
- Bij gebruik van een gas (bijv. Osthannover) met Hi,n = 8,15 kWh/m³ in normtoest. wordt de toelaatbare maximumwaarde voor het totale zwavelgehalte als volgt berekend:
 Toegestaan totaal zwavelgehalte = 30 mg/m³ in normtoest. · (8,15 kWh/m³ in normtoest. : 10,0 kWh/m³ in normtoest.) = 24,5 mg/m³ in normtoest.

Bij een ruwgaskwaliteit boven de zwavelgrenswaarden moet een op de gaskwaliteit van de installatie ontworpen gasontzwaveling worden geïnstalleerd.

Met de zwavelresistente MTU speciale oxidatiekatalysator is met inachtneming van de aangegeven zwavelgrenswaarden in de brandstof een gebruik zonder fijnontzwaveling toegestaan.

Als deze grenswaarden tijdens bedrijf worden overschreden, ontstaan bij benutting van uitlaatgaswarmte versterkt corrosieve afzettingen. Door deze afzettingen kan schade ontstaan die tot een totale uitval van componenten leidt. Hierdoor is een voortijdige reiniging van de uitlaatgaswarmtewisselaar nodig.

Vanwege de mogelijke variatiebreedte van het zwavelgehalte in de praktijk kan MTU geen garantie geven met betrekking tot de reinigingsintervallen.

Bij gebruik met oxidatiekatalysator zonder benutting van uitlaatgaswarmte moet de uitlaatgastemperatuur bij de opening van de schoorsteen boven 300 °C liggen. Eventueel moet de uitlaatgasleiding worden geïsoleerd.

5 Uitlaatgas-nabehandelingssysteem

5.1 Algemeen

Ter vermindering van uitlaatgasemissies bij stöchiometrisch aangedreven motoren ($\lambda = 1$, zonder luchtoverschot) worden 3-wegkatalysatoren gebruikt.

Ter vermindering van de uitlaatgasemissies ten aanzien van onvolledig verbrande verbrandingsproducten worden bij motoren met een arm mengsel (bedrijf met luchtoverschot) oxidatiekatalysatoren toegepast.

Voor extra vermindering van de NO_x-emissies bij motoren met arm mengsel kunnen SCR-katalysatoren (Selective Catalytic Reduction) worden toegepast. Deze reduceren met behulp van een reductiemiddel (ureumoplossing met 32,5% ureumaandeel) de stikstofoxide-emissie.

Om de werking van de katalysatoren gedurende een bepaalde tijd te kunnen garanderen, moeten alle specificaties van het bedrijfsstoffenvoorschrift (m.b.t. brandstoffen, aanzuiglucht, smeeroliën) opgevolgd worden.

5.2 NO_x-reductiemiddel AUS 32 voor SCR-uitlaatgas-nabehandelingssystemen

Om de effectiviteit van het uitlaatgasnabehandelingssysteem te waarborgen, is het absoluut noodzakelijk dat het reductiemiddel voldoet aan de kwaliteitseisen conform DIN 70070 / ISO 222 41-1.

In Europa wordt dit reductiemiddel vaak met de merknaam "AdBlue" aangeduid.

De testprocedure om de kwaliteit en de karakteristieken van het reductiemiddel te bepalen worden in de normen DIN 70071 / ISO 222 41-2 beschreven. De volgende tabel (→ Tabel 49)vermeldt de kwaliteitskarakteristieken en de bijbehorende testprocedures van het reductiemiddel (uittreksel uit de norm ISO 222 41-1).

Belangrijk
SCR-systemen van MTU zijn doorgaans geschikt voor een concentratie van 32,5% ureum. Voor het gebruik van NO _x -reductiemiddelen met andere concentraties ureum (AUS 40, AUS 48) moeten de doseersystemen anders worden uitgevoerd. Systemen die anders zijn uitgevoerd, moeten met de overeenkomstig aangepaste concentratie worden gebruikt. De zuiverheidseisen aan het reductiemiddel voldoen dan aan de normen voor AUS 32
Belangrijk
Het gebruik van antivriesadditieven voor AUS 32 of zogenaamde winterureum is niet goedgekeurd.

Kwaliteitskenmerken en testprocedures van het reductiemiddel

	Eenheid	Testprocedure ISO	Grenswaarden
Ureumgehalte	Gew.-%	22241-2 bijlage B	31,8 tot 33,2
Dichtheid bij 20 °C	kg/m ³	3675 12185	1087,0 tot 1092,0
Brekingsindex bij 20 °C		22241-2 bijlage C	1,3817 tot 1,3840
Alkaliteit als NH ₃	Gew.-%	22241-2 bijlage D	max. 0,2
Biureetgehalte	Gew.-%	22241-2 bijlage E	max. 0,3
Aldehydegehalte	mg/kg	22241-2 bijlage F	max. 5
Niet-oplosbare bestanddelen	mg/kg	22241-2 bijlage G	max. 20
Fosfaatgehalte als PO ₄	mg/kg	22241-2 bijlage B	max. 0,5
Metaalgehalte		22241-2 bijlage I	
Calcium	mg/kg		max. 0,5
Ijzer	mg/kg		max. 0,5
Koper	mg/kg		max. 0,2
Zink	mg/kg		max. 0,2
Chroom	mg/kg		max. 0,2
Nikkel	mg/kg		max. 0,2
Aluminium	mg/kg		max. 0,5
Magnesium	mg/kg		max. 0,5
Natrium	mg/kg		max. 0,5
Kalium	mg/kg		max. 0,5
Identiteit			identiek met vergelijkbaar monster

Tabel 49: Kwaliteitskenmerken en testprocedures van het reductiemiddel

Opslag van reductiemiddelen

Aanwijzingen voor de opslag/verpakking/het transport alsook geschikte/ongeschikte stoffen in het reductiemiddelcircuit vindt u in de norm ISO 222 41-3. De specificaties van de fabrikant moeten ook in acht worden genomen.

Direct invallende zonnestralen dienen te worden vermeden, omdat daardoor het ontstaan van micro-organismen en de ontbinding van het reductiemiddel wordt begunstigd.

Het reductiemiddel AUS 32 zoveel mogelijk tussen -5 en +25 °C opslaan en transporteren om een verminderde kwaliteit te vermijden. Langere opslag bij temperaturen boven 25 °C kan tot ontbinding van het reductiemiddel leiden.

Max. constante opslagtemperatuur [°C]	Min. houdbaarheid [maand]
≤ 10	36
≤ 25	18
≤ 30	12
≤ 35	6
> 35	Elke charge voor gebruik controleren

Tabel 50: Opslagtemperatuur van reductiemiddel

Belangrijk
Bij -11 °C kristalliseert het reductiemiddel.

5.3 Uitlaatgascondensaat

Belangrijk

Ervoor zorgen dat bedrijfsstoffen in passend grote opvangbakken opgevangen worden. Bedrijfsstoffen volgens de wettelijke voorschriften afvoeren. Afgewerkte olie niet verbranden of in de brandstoftank afvoeren.

Bij de verbranding van de brandstof in de motor ontstaat behalve kooldioxide en waterdamp ook stikstofoxide NO_x. Deze zetten zich in de nageschakelde componenten in aanwezigheid van gecondenseerd water in salpeterachtig zuur om. Andere anorganische en organische zuren, bijv. zwavelzuur of zwavelachtige zuren, kunnen afhankelijk van de brandstofsamenstelling eveneens ontstaan. Condensaatmonsters vertonen als gevolg hiervan een licht penetrante geur en losgeraakt ijzer als corrosieproduct. De waterstofconcentratie, d.w.z. de pH-waarde van dergelijke condensaatmonsters ligt meestal in het sterk tot zwak zure bereik bij pH = ca. 0,5 tot 4.

Het waterdauwpunt van het uitlaatgas hangt van de samenstelling van het gebruikte stookgas af, alsook van de luchtverhouding waarmee de motor wordt gebruikt. Het waterdauwpunt ligt op ca. 50 °C (motoren met arm mengsel) tot 80 °C (lambda = 1). De condensaatvorming begint afhankelijk van de zuurvormende component echter bij uitlaatgastemperaturen onder ca. 170 °C (zuurdauwpunt).

Theoretisch kan uit 1 m³ in normtoest. aardgas 1,5 kg condensaat ontstaan. Bij afkoeling van het uitlaatgas tot temperaturen van ca. 100 °C vormen zich alleen bij het wegrijden noemenswaardige hoeveelheden condensaat. Bij verdere afkoeling van de uitlaatgastemperaturen (onder T = ca. 80 °C) komt continu condensaat vrij.

Om de condensaatvorming (in de uitlaatgaswarmtewisselaar of in de nageschakelde uitlaatgasgeluidsdemper) zoveel mogelijk te beperken, moet bij aggregaten met uitlaatgaskoeling het volgende worden gegarandeerd:

- In de uitlaatgaswarmtewisselaar mogen de uitlaatgastemperaturen niet onder 110 °C worden gekoeld
- De uitlaatgasleidingen moeten correct geïsoleerd zijn.
- De verhouding van het aantal machinestarts tot de bedrijfsuren moet zo gering mogelijk zijn (aanbevolen worden waarden die gemiddeld kleiner zijn dan "één start" per vier bedrijfsuren).

Condensaatleidingen uit verschillende componenten voor de sifon (of "watervoorraad") indien mogelijk niet samenvoegen, omdat anders tijdens het bedrijf door circulatie in de condensaatleiding continu condensaat wordt vrijkomt.

Voor het condensaat moet een vrije afvoer via sifon (of "watervoorraad") met een hoogte van minstens 400 mm aangebracht zijn. In elk geval moet de afvoer zich echter meer dan 100 mm waterkolom boven de maximaal toegestane uitlaatgastegendruk van de machine bevinden. Daarmee wordt verhinderd dat uitlaatgas uit de condensaatleiding vrijkomt. Het uitlaatgascondensaat moet in een neutraliseringsinstallatie worden gneutraliseerd voordat het in de riolering stroomt. Bovendien is een olieafscheider vereist.

De condensatafvoer moet regelmatig in bedrijf gecontroleerd en tegen bevriezing in de winter worden beschermd.

Uitlaatgascondensaat mag alleen na overleg met de gemeentelijke rioolwaterinstantie zonder behandeling in de riolering, maar in geen geval in de natuur, worden afgevoerd. De gemeenten in Duitsland, resp. de door hen aangestelde instanties zijn verplicht om afvalwater waartoe ook condensaat behoort, af te nemen. Een plaatsing in de categorie "speciaal afval" is mogelijk.

6 Spoel- en reinigingsvoorschrift voor motorkoelcircuits

6.1 Algemeen

In de koelcircuits kunnen na verloop van tijd door veroudering van het koelvloeistofadditief slibafzettingen ontstaan. De gevolgen daarvan kunnen een gereduceerd koelvermogen, verstopte ontluchtungsleidingen en wateraftappunten alsmede vervuilde vloeistofpeilinspectieglazen zijn.

Wanneer de kwaliteit van de koelvloeistof of de conditionering onvoldoende is, kan het koelcircuit eveneens sterk verontreinigd zijn.

Indien zulke storingen optreden, moet het koelvloeistofcircuit eventueel meerdere keren met vers water worden gespoeld.

Wanneer deze spoelingen te weinig resultaat opleveren of het koelcircuit te sterk verontreinigd is, moeten het koelcircuit en de betreffende componenten worden gereinigd.

Voor het spoelen mag uitsluitend schoon en vers water gebruikt worden (geen rivier- of zeewater).

Voor het reinigen mogen alleen de door MTU goedgekeurde of geschikte producten in de voorgeschreven toepassingsconcentratie worden gebruikt, zie (→ Pagina 82). De voorgeschreven handelwijze dient in acht te worden genomen.

Koelvloeistofcircuits moeten altijd direct na het spoelen resp. reinigen met geconditioneerde motorkoelvloeistof overeenkomstig actuele MTU-bedrijfsstoffenvoorschriften worden gevuld. Anders bestaat er gevaar voor corrosie!

Belangrijk

Bedrijfsstoffen (geconditioneerde motorkoelvloeistof), gebruikt spoelwater, reinigingsmiddelen en reinigingsoplossingen kunnen gevaarlijk zijn. Bij de omgang met deze stoffen alsmede bij de opslag en verwijdering moeten bepaalde regels in acht worden genomen.

Deze regels vloeien voort uit informatie van de fabrikant, wettelijke bepalingen en technische reglementen die in het land van kracht zijn. Aangezien er per land grote verschillen kunnen bestaan, kan er geen algemene uitspraak worden gedaan over de op te volgen regels in het kader van deze spoel- en reinigingsvoorschriften.

De gebruiker van de hier genoemde producten is daarom verplicht zichzelf te informeren over de van toepassing zijnde bepalingen. MTU kan op generlei wijze aansprakelijk worden gesteld voor ondeskundig of onwettig gebruik van de door haar goedgekeurde bedrijfsstoffen en reinigingsmiddelen.

Belangrijk

Oliewarmtewisselaars van motoren met vastlopende lagers, vretende zuigers of zuigers die dreigen vast te lopen, moeten tot schroot verwerkt worden.

Testapparatuur, hulpmiddelen en bedrijfsstoffen

MTU-testkoffer of elektrische pH-waarde-meter

Benodigde hulpmiddelen:

- perslucht
- oververhitte stoom

Benodigde bedrijfsstoffen:

- vers water
- Geconditioneerde motorkoelvloeistof

6.2 Goedgekeurde reinigingsmiddelen

Fabrikant	Productaanduiding	Toepassingsconcentratie		Bestelnummer
Voor koelvloeistofcircuits:				
Kluthe	Hakutex 111 ^{1, 5)}	2 vol.-%	vloeistof	X00065751
	Hakupur 50-706-3 ¹⁰⁾	2 vol.-%	vloeistof	X00055629
Voor componenten:				
Henkel	Bonderite C-AK FD ²⁾	1 tot 10 gew.-%	poeder	⁷⁾
	Bonderite C-MC 11120 ³⁾	2 tot 10 Gew.-%	poeder	⁷⁾
Kluthe	Hakutex 60 MTU	100 vol.-%	vloeistof	X00070585 (25 kg)
Voor koelcircuits met bacterie-, gistzwam-, schimmelvorming (zogenaamde systeemreinigers):				
Schülke & Mayr GmbH	Grotan WS Plus ⁵⁾	0,15 vol.-%	vloeistof	X00065326 (10 kg)
	Grotanol SR2 ⁶⁾	0,5 vol.-%	vloeistof	X00069827 (10 kg)
Voor de luchtzijde van externe koelers:				
Kluthe	Hakupur 50 K ⁹⁾	0,5 tot 5 vol.-%	vloeistof	X00070940 ⁷⁾
Voor gelakt, vervuilde oppervlakken:				
Kluthe	Hakupur 449 ⁹⁾	1 vol.-%	vloeistof	X00071179 ⁷⁾

Tabel 51:

¹⁾ bij lichte kalkaanslag, lichte corrosie

²⁾ bij vette kalkaanslag

³⁾ bij sterke kalkaanslag, bij voorkeur

⁴⁾ bij sterke kalkaanslag

⁵⁾ bacterievorming tot 10⁴

⁶⁾ bacterievorming > 10⁴, schimmel- en gistzwamvorming

⁷⁾ is bij MTU niet op voorraad

⁸⁾ bij sterke corrosie; niet goedgekeurd voor aluminiummaterialen

⁹⁾ reinigingsmiddel voor drukstraalapparaat (parameter: druk: 15 bar, zachte sproeistraal, reinigingsmiddeltemperatuur: 80 °C)

¹⁰⁾ niet geschikt voor verzinkte oppervlakken

Belangrijk

De technische gegevensbladen en de veiligheidsgegevensbladen van de producten moeten in acht genomen worden!

6.3 Motorkoelvloeistofcircuits spoelen

1. Motorkoelvloeistof aftappen.
2. pH-waarde van het verse water meten met behulp van de MTU-testkoffer of de elektrische pH-waarde-meter.
3. Vers water in het koelvloeistofcircuit gieten.

Belangrijk

Nooit koud water in een hete motor gieten!

4. Motor voorverwarmen, starten en laten warmdraaien.
5. Motor ca. 30 minuten met verhoogd toerental laten draaien.
6. Monster van spoelwater nemen bij de plaats voor het nemen van een motorkoelvloeistofmonster.
7. Motor afzetten.
8. Spoelwater aftappen.
9. pH-waarde van het spoelwatermonster met behulp van een MTU-testkoffer of een elektrische pH-waardemeter meten en vergelijken met de pH-waarde van het verse water.
 - a) pH-waardeverschil < 1 : geconditioneerde motorkoelvloeistof ingieten en motor in bedrijf stellen.
 - b) pH-waardeverschil > 1 : vers spoelwater ingieten en nogmaals spoelen.
 - c) Is het pH-waarde-verschil ook na 4 tot 5 keer spoelen nog steeds > 1 : moet het koelvloeistofcircuit gereinigd worden, zie (→ Pagina 84). De componenten moet eventueel ook gereinigd worden, zie (→ Pagina 85).

Belangrijk

Voor aanvullende aanwijzingen zie handleiding van motor.

6.4 Motorkoelvloeistofcircuits reinigen

1. Als geconcentreerde vooroplossing in warm vers water worden reinigingsmiddelen voor koelvloeistofcircuits gemengd, zie (→ Pagina 82).
2. Bij poederproducten net zolang roeren totdat het reinigingsmiddel volledig is opgelost en er geen bezinksel meer aanwezig is.
3. Vooroplossing samen met vers water in het koelvloeistofcircuit gieten.
4. Motor starten en laten warmdraaien.
5. Temperatuur en duur van de inwerktijd volgens specificaties van de technische gegevensbladen van de fabrikant kiezen.
6. Motor afzetten.
7. Reinigingsmiddel aftappen en motorkoelvloeistofcircuit met vers water spoelen.
8. Monster van spoelwater nemen bij de plaats voor het nemen van een motorkoelvloeistofmonster.
9. pH-waarde van het spoelwatermonster met behulp van een MTU-testkoffer of een elektrische pH-waardemeter meten en vergelijken met de pH-waarde van het verse water.
 - a) pH-waardeverschil < 1: geconditioneerde motorkoelvloeistof ingieten en motor in bedrijf stellen.
 - b) pH-waardeverschil > 1: Componenten reinigen, zie (→ Pagina 85).

Belangrijk

Voor aanvullende aanwijzingen zie handleiding van motor.

6.5 Bouwgroepen reinigen

1. Componenten die aan sterkere aanslag zijn blootgesteld, bijv. expansiereservoirs, voorverwarmingsaggregaten, warmtewisselaars (koeltoren, oliewarmtewisselaar, intercooler, inlaatluchtvoorverwarmer, brandstofvoorverwarmer, enz.) en diepliggende pijpleidingen, demonteren en reinigen.
2. Vóór het reinigen onderzoeken of de waterzijdes verontreinigd zijn.
3. Bij vette kalkaanslag eerst de waterzijde ontvetten.
4. Vastzittende, door olienevel veroorzaakte afzettingen in inlaatluchtkoelers kunnen met Kluthe Hakutex 60 verwijderd worden.
5. Harde kalkaanslag met een kalkoplosmiddel verwijderen. Bij hardnekkige kalkaanslag moet eventueel een geïnhibeerde zoutzuuroplossing van 10% worden gebruikt.
6. Aanslag op en in radiatorelementen oplossen in een opgewarmd reinigingsbad. Informatie van de fabrikant in acht nemen en uitsluitend goedgekeurde reinigingsmiddelen in de juiste concentratie gebruiken, zie (→ Pagina 82)

Belangrijk

Aanslag aan de oliezijde kan ook in een petroleumbad worden opgelost.
De verblijfsduur in het reinigingsbad is afhankelijk van soort en mate van verontreiniging alsmede temperatuur en werking van het bad.

7. Losse onderdelen zoals behuizingen, deksels, leidingen, kijkglazen en warmtewisselaarelementen reinigen met oververhitte stoom, een nylonborstel (zachte borstel) en een krachtige waterstraal.

Belangrijk

Om beschadigen te voorkomen:
Geen harde en scherpe gereedschappen (staalborstel, schraper en dergelijke) gebruiken (beschermende oxidelaag).
Druk van de waterstraal niet te hoog instellen (beschadiging, bijv. van de lamellen van de radiator).

8. Warmtewisselaarelementen na het reinigen tegen de stromingsrichting in met lagedrukstoom doorblazen, met helder water spoelen (tot verschil pH-waarde < 1) en met perslucht uitblazen of drogen met warme lucht.
9. Alle onderdelen op onberispelijke staat controleren, eventueel repareren of vervangen.
10. Warmtewisselaar aan de olie- en koelvloeistofzijde spoelen met corrosiewerende olie. Deze stap kan komen te vervallen als de radiator direct na het reinigen gemonteerd en in bedrijf gesteld wordt.
11. Na inbouw van alle componenten het motorkoelvloeistofcircuit eenmaal spoelen, zie (→ Pagina 83).
12. Het koelvloeistofcircuit bij de inbedrijfstelling van de motor controleren op lekkages.

Belangrijk

Voor aanvullende informatie zie het handboek voor onderhoud en instandhouding van de motor.

6.6 Koelcircuits met bacterie-, gistzwamaantasting, schimmelvorming

Systeemreiniging

Uitgangspunt voor een effectieve reiniging en desinfectie van het koelvloeistofsysteem is dat het complete koelsysteem voldoende lang wordt doorstroomd door de systeemreiniger.

Voor het aftappen wordt aan de verontreinigde koelvloeistof de voorgeschreven hoeveelheid goedgekeurde systeemreiniger toegevoegd, zie (→ Pagina 82). Er dient voor te worden gezorgd dat het mengsel minstens 24 uur, max. 48 uur wordt overgepompt.

Spoeling

Als de koelvloeistof en de systeemreiniger afgetapt zijn, moet het koelcircuit met vers water worden gespoeld. Er moet zo lang met vers water worden gespoeld tot geen zichtbare verontreinigingen meer aanwezig zijn en het spoelwater overeenkomt met de pH-waarde van het gebruikte vers water (max. pH-waarde-verschil < 1).

Opnieuw vullen

Voor het opnieuw vullen dient ervoor te worden gezorgd dat het koelsysteem vrij is van verontreinigingen.

Direct na het spoelen moet er opnieuw worden gevuld, omdat er anders gevaar voor corrosie bestaat!

7 Toevoer- en verbrandingslucht

7.1 Algemeen

Belangrijk

Er mogen geen corrosieve verbindingen in de aanzuiglucht terechtkomen.
De aangegeven grenswaarden moeten nageleefd worden anders vervalt de garantie.

Bij gebruik in zwembaden of nabij koudemachines moet er rekening mee worden gehouden dat al geringe sporen van halogeenvbindingen in de toevoerlucht (aanzuiglucht) tot corrosie aan volgende componenten kan leiden.

- In de motor
- Aan perifere componenten, bijv. elektromotoren

Ook reinigingsmiddelen kunnen agressieve, corrosiebevorderende stoffen bevatten.

In geval van twijfel moet met MTU Onsite Energy overlegd worden.

Aan de aanzuiglucht mag geen desorptielucht of off-gassen uit thermochemische processen worden toegevoerd zonder voorafgaand overleg met MTU Onsite Energy.

Het toegestane temperatuurbereik met opgave van de minimale en maximale temperatuur staat vermeld in het technische gegevensblad van de motor / het aggregaat.

Alle gasmotoren van MTU Onsite Energy kunnen met een aanzuiglucht onder een dauwpunt van 20 °C worden gebruikt. Daarbij moet het gebruik met een aanzuiglucht boven een dauwpunt van 17,5 °C beperkt blijven tot < 200 bedrijfsuren per jaar. Een dauwpunttemperatuur van de aanzuiglucht boven 21 °C is niet toegestaan. Bij afwijkende waarden of hogere dauwpunttemperaturen van de aanzuiglucht is een fabrieksaanvraag bij MTU Onsite Energy noodzakelijk.

Grenswaarden in het gasmengsel

Het gasmengsel bestaat uit lucht en brandstof. De voor de brandstof aangegeven grenswaarden mogen in het gasmengsel niet overschreden worden (→ Pagina 55).

De grenswaarden in het gasmengsel zijn (in ppm) duidelijk geringer dan de waarden die voor brandstof aangegeven worden (meestal met een ca. factor 20 geringer).

8 Heet water

8.1 Algemeen

Belangrijk

De specificaties van MTU Onsite Energy voor de behandeling / ontluchting van de watercircuits moeten in acht worden genomen.
De aangegeven grenswaarden moeten nageleefd worden anders vervalt de garantie.

Belangrijk

Eisen aan de kwaliteit van verwarmingswater boven 100 °C gelden als uitlaatgaswarmtewisselaars in het motorkoelcircuit of verwarmingscircuit zijn ingebouwd.

Belangrijk

Sulfietdosering is verboden.
Alternatief wordt WBcon 2347 voor het verwarmingswatercircuit aanbevolen.
Er moet op gelet worden dat het product boraat en natriumhydroxide bevat dat materiaal zoals aluminium of messing aantast.

Aanvullende instructies

Voorzichtigheidshalve wordt erop gewezen dat in het algemeen ook machineschadeverzekeringen geen kosten voor voorzienbare schade, bijv. door ongeschikte waterkwaliteit, overnemen.

Onder het begrip „totaal aardalkaliën“ wordt het gehalte aan hardheidvormende calcium- en magnesiumzouten verstaan. Voor de omrekening naar de vroeger gebruikelijke maateenheid van de "totale hardheid" geldt:

- $1 \text{ mol/m}^3 = 5,6 \text{ dH}$
- De pH-waarde is een maat voor de zuurgraad of de alkaliteit van een oplossing.
- pH = 7 neutraal, < 7 zuur, > 7 alkalisch.

Belangrijk

Max. toegestane afwijking van de instroomtemperatuur van verwarmingswater: max. 3 K / min.

8.2 Eisen aan het verwarmingswater

Belangrijk

Doe toevoeging van natriumsulfiet als bindmiddel voor zuurstof is niet toegestaan.

Belangrijk

De basisopschaling moet met trinatriumfosfaat gebeuren.

Eisen aan verwarmingswater tot 100 °C

Doorslaggevend is de VDI-richtlijn 2035 blad 1 (december 2005) en blad 2 (september 1998). „Preventie van schade door corrosie en steenvorming in verwarmingsinstallaties voor warm water“ met volgende richtwaarden (zie ook de bijbehorende toelichting in het origineel):

Algemene eisen	Helder, kleurloos en vrij van onopgeloste stoffen	
pH-waarde (25 °C)	8,0 tot 9,0	
Elektrisch geleidingsvermogen (25 °C)	< 250	µS/cm
Totaal aardalkaliën	Tot 1,5 Tot 8,4	mmol/l °dH
Chloride	< 50	mg/l
Sulfaten	< 50	mg/l
Fosfaten	<10	
Zuurstofgehalte bij gebruik van zuurstofbindmiddelen	< 0,1	mg/l
Ijzer	< 0,2	mg/l

Tabel 52: Eisen aan verwarmingswater tot 100 °C

Als niet aan bovenstaande grenswaarden wordt voldaan, zijn volgende maatregelen vereist:

- Tegen steenvorming: waterbehandeling (ontharding, volledige ontzilting, omgekeerde osmose) of hardheidsstabilisatie (ST-DOS-H-producten)
- Tegen corrosieprocessen: door inhibitie of zuurstofbinding (ST-DOS-H-producten)

Eisen aan het verwarmingswater boven 100 °C

Maatgevend is de VdTÜV-richtlijn TCh 1466 voor de kwaliteit van het water in verwarmingsinstallaties die met een voorlooptemperatuur van meer dan 100 °C worden gebruikt. Hier gelden voor zoutarme werkingswijze de volgende richtwaarden:

Algemene eisen	Helder, kleurloos en vrij van onopgeloste stoffen	
pH-waarde (25 °C)	8,0 tot 9,0 *	
Elektrisch geleidingsvermogen (25 °C)	10 tot < 250	µS/cm
Totaal aardalkaliën	< 0,02 < 0,10	mmol/l °dH
Chloride	<20	mg/l
Sulfaten	< 5 tot 10	mg/l
Zuurstofgehalte	< 0,05	mg/l
* Afwijking tegenover TCh 1466 (TÜV)		

Algemene eisen	Helder, kleurloos en vrij van opgeloste stoffen	
Fosfaat	5 tot 10	mg/l
Ijzer	< 0,2	mg/l
* Afwijking tegenover TCh 1466 (TÜV)		

Tabel 53: Eisen aan het verwarmingswater boven 100 °C

Maatregelen tegen steenvorming en corrosieprocessen:

- Tegen steenvorming: waterbehandeling (ontharding, volledige ontzilting, omgekeerde osmose) of hardheidsstabilisatie (ST-DOS-H-producten)
- Tegen corrosieprocessen: door inhibitie of zuurstofbinding (ST-DOS-H-producten)

9 Bevestiging bedrijfsstoffen

9.1 Bevestiging door de exploitant van generatoraggregaten

Belangrijk

Zonder deze bevestiging mag de installatie niet in bedrijf genomen worden.

Beschrijving van de installatie:

De installatie bestaat uit:

Fabriek / SAP-nr.:

Besteller:

Exploitant:

MTU-projectleider:

Hiermee bevestigen wij dat de kwaliteit van de bedrijfsstoffen (koelwater, gas, smeerolie, verwarmingswater, etc. voor zover van toepassing) voldoet aan de bedrijfsstoffenspecificatie van MTU Onsite Energy.

Voor schade die door afwijkende bedrijfsstoffenkwaliteit ontstaat, aanvaardt MTU Onsite Energy geen aansprakelijkheid.

Plaats, datum

Bindende ondertekening (opdrachtgever)

10 Bijlage A

10.1 Lijst van afkortingen

Afkorting	Betekenis	Toelichting
ASTM	American Society for Testing and Materials	
Bh	Bedrijfsuren	
SR	Serie	
BV	Bedrijfsstoffenvoorschriften	
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.	Tevens aanduiding voor normen (Deutsche Industrie Norm)
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.	
EN	Europäische Norm	Europäische Norm
IP	Institute of Petroleum	
ISO	International Organization for Standardization	Internationale overkoepelende organisatie van alle nationale normeringsinstituten
MG	Methaangel	
OEG	Onsite Energy	MTU Onsite Energy
SAE	Society of Automotive Engineers	US-amerikanisches Normungsgremium
ST-DOS-H		Producten
VDI	Richtlijn	
VdTÜV	Richtlijn	
Vol.	Volume	

10.2 Omrekeningstabel van SI-eenheden

SI-eenheid	VS-eenheid	Omrekening
°C	°F	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} * 1,8 + 32$
kWh	BTU	1 BTU = 0,0002930711 kWh
kWh/m ³ in normtoest.	BTU/ft ³	1 BTU/ft ³ = 00,010349707 kWh/m ³
kW	kBTU/hr	1 kBTU/hr = 0,2928104 kW
kW	bhp	1 bhp = 0,7457 kW
l	gal	1 gal = 3,785412 liter
mm	inch	1 inch = 25,4 mm
m	ft	1 ft = 0,3048 m
m/s	ft/s	1 ft/s = 0,3048 m/s
m ³ i.N	ft ³ i.N	ft ³ = 0,02831685 m ³ in normtoest.
bar	psi	1 psi = 0,06894757 bar
kg	lb	1 lb = 0,4535924 kg

Tabel 54: Omrekeningstabel

10.3 MTU Onsite Energy - contactpersoon/servicepartner

Service

Door het wereldwijde netwerk van de verkooporganisatie met dochtermaatschappijen, verkoopkantoren, agentschappen en servicepunten is snelle en directe hulp ter plaatse en een ruime beschikbaarheid van onze producten gewaarborgd.

Hulp ter plaatse

Ervaren en competente specialisten zijn u graag van dienst met hun kennis en ervaring.

Onze hulp ter plaatse kunt u vinden op de MTU-website onder:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.html>

24h-hotline

Via onze 24h-hotline en door onze flexibiliteit kunnen we u te allen tijde van dienst zijn: tijdens de bedrijfsfase, bij het preventieve onderhoud, bij herstelwerkzaamheden na een storing, bij veranderde gebruiksomstandigheden en bij de onderdelenvoorziening.

Onze hulp ter plaatse kunt u vinden op de MTU-website onder:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.html>

Uw contactpersoon in de centrale:

- info@cac-mtuonsiteenergy.com

Onderdelenservice

Het onderdeel voor uw installatie wordt snel, eenvoudig en correct bepaald. Het juiste onderdeel op de juiste tijd op de juiste plaats.

Om dit te bereiken maken we gebruik van een wereldwijd vertakt logistiek onderdelensysteem.

Uw contactpersoon in de centrale:

Duitsland:

- Tel.: +49 821 74800
- Fax: +49 821 74802289
- E-mail: spareparts-oeg@mtu-online.com

Wereldwijd:

- Tel.: +49 7541 908555
- Fax: +49 7541 908121
- E-mail: spare.parts@mtu-online.com

11 Bijlage B

11.1 Index

A

Aanwijzingen voor het gebruik 5

Aardgas

- Eisen
 - BR400 73
 - BR4000 66
 - Marinetoepassing 60
- Hoofdbestanddelen 56

Actualiteit van het document 5

Analyse van afgewerkte olie 8

Antivriesmiddel

- BR400 54
- Voor lichtmetaalhoudende koelsystemen
 - Concentraten 48
- Voor lichtmetaalvrije koelsystemen
 - Concentraten 40, 43

Antivriesmiddelen

- Voor lichtmetaalhoudende koelsystemen
 - Kant-en-klare mengsels 52

B

Bedrijfsbewaking

- Koelvloeistoffen 26

Bevestiging

- Exploitant 91

Biogas

- Eisen
 - BR400 74
 - BR4000 69
- Hoofdbestanddelen 56

Brandstof

- Gebruik 55
- Siliciumgehalte 10

Brandstoffen 59, 65

- Aardgas
 - BR400 73
 - BR4000 66
 - Marinetoepassing 60
- Biogas
 - BR400 74
 - BR4000 69
- BR400
 - Verontreinigingen 75

C

Conservering

- Motor 5

Contactpersoon

- MTU Onsite Energy 94

E

Eisen

- Koelvloeistofcircuit 33
- Verwarmingswater 89

Exploitant

- Bevestiging 91

G

Gasmengsel

- Grenswaarden 87

Goedgekeurde bedrijfsstoffen

- Motoroliën voor BR400 18
- Motoroliën voor BR4000 14

Grenswaarden

- Gebruikte gasmotoroliën 8

K

Kleurstofadditief

- Koelvloeistofcircuit 31
- Smeeroliecircuit 11

Koelsysteem

- Vermijding van schade 32

Koelvloeistof

- Behandeling
 - BR400 35
 - BR4000 34
- BR400 54
- BR4000
 - Antivriesmiddelen voor lichtmetaalhoudende koelsystemen 48, 52
 - Antivriesmiddelen voor lichtmetaalvrije koelsystemen 40, 43
 - Koelvloeistof zonder antivries voor lichtmetaalhoudende koelsystemen 46, 47

- Definitie 24

- Eisen aan vers water

- BR400 35
- BR4000 34

- Generatoraggregaat

- BR400 54
- BR4000 36, 45

- Generatorgebruik 36, 45

- Toegestane concentraties 26

Koelvloeistof zonder antivries

- Voor lichtmetaalhoudende koelsystemen

- Concentraten 46
- Kant-en-klare mengsels 47

- Koelvloeistofcircuit
 - Bouwgroepen reinigen 85
 - Lekkage 31
 - Materialen 33
 - Reinigen 84
 - Reinigingsmiddelen 82
 - Spoelen 83
 - Verontreiniging 81
- Koelvloeistoffen
 - Testkoffer 81
 - Antivriesmiddelen
 - Concentraten voor speciale toepassingen 42, 51
 - Bedrijfsbewaking 26
 - Grenswaarden 26
 - Koelvloeistoffen zonder antivries
 - Concentraten voor lichtmetaalvrije koelsystemen 37
 - Kant-en-klare mengsels voor lichtmetaalvrije koelsystemen 39
 - Opslagstabiliteit 30
 - Testkoffer 26

L

- Lekkage
 - Koelvloeistofcircuit 31
 - Smeeroliecircuit 11
- Liquid Natural Gas (LNG) 57
- Lijst van afkortingen 92

M

- Materialen
 - Koelvloeistofcircuit 33
- Medium in de omhullingsruimte van de gasleiding in de marinetoepassing
 - Brandstoffen voor gasmotoren 63
- Motor
 - Conservering 5
- Motorkoelvloeistofcircuit
 - Bouwgroepen reinigen 85
 - Reinigen 84
 - Reinigingsmiddelen 82
 - Spoelen 83
 - Verontreiniging 81
- Motorolie 7
 - BR400 18
 - BR4000 14
- Motorolieerversingsintervallen
 - Generatoraggregaat BR400 21
 - Grenswaarden 8
 - Olieverstuivingsmetering 21
- MTU Onsite Energy
 - Contactpersoon 94
 - Servicepartner 94

N

- NOx-reductiemiddel
 - Algemene informatie 78

O

- Olieverstuivingsmetering 21
- Opslag
 - Koelvloeistoffen 30

R

- Reinigingsmiddelen 82
 - Systeemreinigers 86
- Reinigingsvoorschrift
 - Bouwgroepen 85
 - Motorkoelvloeistofcircuit 81, 84
 - Systeemreinigers 86

S

- Servicepartner
 - MTU Onsite Energy 94
 - Siliciumgebruiksgrenswaarde 10
 - Siliciumgebruikswaarde 10
 - Siliciumgehalte
 - Brandstof 10
 - Stookgas 10
 - Siliciumverbindingen
 - Stookgas 58
 - Smeermiddel
 - Speciale toepassing 12
 - Smeerolie
 - BR4000 14
 - Smeeroliecircuit
 - Lekkage 11
 - Smeervet 12
 - Algemene toepassing 13
 - Generatoraggregaat BR400 23
 - Generatoraggregaat BR4000 16
 - Voor generatoren 16, 23
 - Spoelvoorschrift
 - Bouwgroepen 85
 - Koelcircuits met bacterie-, gistzwamaantasting, schimmelvorming 86
 - Motorkoelvloeistofcircuit 81, 83
 - Stookgas
 - Generatorgebruik en generatoraggregaat
 - BR400 73, 74
 - BR4000 66, 69
 - Marinetoepassing 60
 - Siliciumgehalte 10
 - Siliciumverbindingen 58
- ## T
- Testkoffer
 - Koelvloeistoffen 81
 - Toevoerlucht 87
 - Transmissie-olie 17

U

- Uitlaatgascondensaat 80
- Uitlaatgas-nabehandelingssysteem
 - NOx-reductiemiddel 78
 - Uitlaatgascondensaat 80

- Uitlaatgas-nabehandelingssysteem
 - Algemene informatie 77

V

Verbrandingslucht 87

Verontreinigingen

- Brandstoffen
 - BR400 75

Vers water

- Grenswaarden
 - BR4000 34
 - BR400 35

Verwarmingswater

- Algemeen 88
- Eisen 89