

Strana 1 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

## Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

### ODDIEL 1: Identifikácia látky/zmesi a spoločnosti/podniku

#### 1.1 Identifikátor produktu

##### **R1234yf**

2,3,3,3-tetrafluórpropén

Registračné číslo (ECHA): --

Index: ---

EINECS, ELINCS, NLP, REACH-IT List-No.: 468-710-7

CAS: 754-12-1

#### 1.2 Relevantné identifikované použitia látky alebo zmesi a použitia, ktoré sa neodporúčajú

##### **Relevantné identifikované použitia látky alebo zmesi:**

Chladiaci prostriedok

##### **Použitia, ktoré sa neodporúčajú:**

Momentálne nie sú k dispozícii žiadne informácie.

#### 1.3 Údaje o dodávateľovi karty bezpečnostných údajov

WAECO Germany WSE GmbH,

Hollefeldstr. 63, 48282 Emsdetten,

Germany

Tel +49 2572 879-0

info@waeco.com

waeco.com

E-mailová adresa povereného odborníka: info@chemical-check.de, k.schnurbusch@chemical-check.de - NEPOUŽÍVAJTE na vyžiadanie kariet bezpečnostných údajov.

#### 1.4 Núdzové telefónne číslo

##### **Núdzové informačné služby / oficiálny poradný orgán:**

SK

Národné Toxikologické Informačné Centrum (NTIC), Limbová 5, 833 05 Bratislava, Tel.: +421 2 5477 4166, +421 911 166 066 (24-hodinová konzultačná služba pri akútnych intoxikáciách)

##### **Núdzové telefónne číslo spoločnosti:**

+49 (0) 700 / 24 112 112 (CCWA)

+1 872 5888271 (CCWA)

### ODDIEL 2: Identifikácia nebezpečnosti

#### 2.1 Klasifikácia látky alebo zmesi

##### **Klasifikácia podľa nariadenia (ES) č. 1272/2008 (CLP)**

| <b>Trieda<br/>nebezpečnosti</b> | <b>Kategória<br/>nebezpečnosti</b> | <b>výstražné upozornenie</b>                                |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Press. Gas                      | (Liq.)                             | H280-Obsahuje plyn pod tlakom, pri zahriatí môže vybuchnúť. |
| Flam. Gas                       | 1B                                 | H221-Horľavý plyn.                                          |

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

## 2.2 Prvky označovania

### Označenie podľa nariadenia (ES) č. 1272/2008 (CLP)



2,3,3,3-tetrafluórpropén

CAS: 754-12-1, Index:---

### Nebezpečenstvo

H280-Obsahuje plyn pod tlakom, pri zahriatí môže vybuchnúť. H221-Horľavý plyn.

P210-Uchovávajte mimo dosahu tepla, horúcich povrchov, iskier, otvoreného ohňa a iných zdrojov zapálenia. Nefajčite.

P377-Požiar unikajúceho plynu: Nehaste, pokiaľ únik nemožno bezpečne zastaviť. P381-V prípade úniku odstráňte všetky zdroje zapálenia.

P410+P403-Chráňte pred slnečným žiarením. Uchovávajte na dobre vetranom mieste.

Obsahuje fluórované skleníkové plyny.

### 2.3 Iná nebezpečnosť

Bez obsahu vPvB

Bez obsahu PBT

Žiadna látka s vlastnosťami škodlivými pre endokrinnú sústavu.

## ODDIEL 3: Zloženie/informácie o zložkách

### 3.1 Látky

|                                                                         |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>2,3,3,3-tetrafluórpropén</b>                                         |                                               |
| <b>Registračné číslo (REACH)</b>                                        | 01-0000019665-61-XXXX                         |
| <b>Index</b>                                                            | ---                                           |
| <b>EINECS, ELINCS, NLP, REACH-IT List-No.</b>                           | 468-710-7                                     |
| <b>CAS</b>                                                              | 754-12-1                                      |
| <b>% Rozsah</b>                                                         |                                               |
| <b>Klasifikácia podľa nariadenia (ES) č. 1272/2008 (CLP), M-faktory</b> | Flam. Gas 1B, H221<br>Press. Gas (Liq.), H280 |

### 3.2 Zmesi

nerel.

Text fráz H a skratiek klasifikácie (GHS/CLP) vid' oddiel 16.

Látky sú v tomto oddiele uvedené so svojou skutočnou, platnou klasifikáciou!

To znamená, že pri látkach, ktoré sú uvedené v prílohe č. VI tabuľky 3.1 nariadenia (ES) č. 1272/2008 (CLP), boli za účelom klasifikácie uvedenej v tejto časti zohľadnené všetky poznámky, ktoré sú v ňom prípadne uvedené.

Pridanie najvyšších tu uvedených koncentrácií môže viesť ku klasifikácii. Uplatňuje sa iba vtedy, ak je táto klasifikácia uvedená v oddiele 2. Vo všetkých ostatných prípadoch je celková koncentrácia pod klasifikáciou.

## ODDIEL 4: Opatrenia prvej pomoci

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

#### 4.1 Opis opatrení prvej pomoci

Osoba poskytujúca prvú pomoc by mala dbať na svoju ochranu!

Osobe v bezvedomí nikdy nepodávajte žiadne prostriedky ústami!

##### Vdýchnutie

Osobu dopravte mimo oblasť nebezpečenstva.

Osobu dopravte na čerstvý vzduch, okamžite vyhľadajte lekára.

Pri bezvedomí uložte do stabilizovanej polohy a privolajte lekársku pomoc.

Zástava dýchania - je nutný prístroj na umelé dýchanie.

##### Kontakt s pokožkou

Dôkladne umyte veľkým množstvom vody, znečistené a nasiaknuté kusy odevu bezodkladne odstráňte, pri podráždení pokožky (sčervenanie atď.) sa poraďte s lekárom.

Omrzliny sterilne prikryte.

##### Kontakt s očami

Vyberte si kontaktné šošovky.

Dôkladne omývajte niekoľko minút veľkým množstvom vody, okamžite privolajte lekára, pripravte bezpečnostný list.

##### Prehltnutie

Obyčajne žiadny spôsob preniknutia do organizmu.

#### 4.2 Najdôležitejšie príznaky a účinky, akútne aj oneskorené

Podľa okolností sú oneskorené príznaky a účinky uvedené v oddiele 11, resp. v časti o spôsoboch užitia v oddiele 4.1.

V niektorých prípadoch sa môže stať, že sa príznaky otravy prejavia až po dlhšom čase/po niekoľkých hodinách.

omámenie

Bolesti hlavy

omámenie

Pri vysokých koncentráciách:

Dusivý účinok.

Obeť dusivé účinky nespozoruje.

#### 4.3 Údaj o akejkoľvek potrebe okamžitej lekárskej starostlivosti a osobitného ošetrovania

Symptomatická liečba.

Žiadna dávka adrenalinových efedrinových preparátov.

### ODDIEL 5: Protipožiarne opatrenia

#### 5.1 Hasiace prostriedky

##### Vhodné hasiace prostriedky

Prúd vody/pena odolná proti alkoholu /CO<sub>2</sub>/suchý hasiaci prostriedok.

##### Nevhodné hasiace prostriedky

Plný prúd vody

#### 5.2 Osobitné druhy nebezpečnosti vyplývajúce z látky alebo zo zmesi

V prípade požiaru sa môžu vytvárať:

Zlúčeniny fluóru

Halogenované zlúčeniny

Halogénovodíky

Oxidy uhlíka

Nebezpečenstvo prasknutia pri ohreve

#### 5.3 Pokyny pre požiarnikov

Osobná ochranná výbava pozri oddiel 8.

V prípade požiaru alebo výbuchu nevdychujte výpary.

Dýchací prístroj nezávislý od okolitého vzduchu.

Kompletná ochrana

Ohrozené nádoby chladte vodou.

Kontaminovanú vodu na hasenie zlikvidovať v súlade s úradnými predpismi.

### ODDIEL 6: Opatrenia pri náhodnom uvoľnení

#### 6.1 Osobné bezpečnostné opatrenia, ochranné vybavenie a núdzové postupy

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

### 6.1.1 Pre iný ako pohotovostný personál

Pri rozsypaní alebo neúmyselnom úniku noste osobné ochranné prostriedky podľa odseku 8, aby ste predišli kontaminácii.

Zabezpečte dostatočnú ventiláciu, odstráňte zápalné zdroje.

Pri pevných alebo práškových výrobkoch zabráňte vzniku prachu.

Pokiaľ možno, opustite nebezpečné zóny alebo použite existujúce plány núdzového úniku.

Zabráňte prítomnosti nepotrebného personálu.

Odstráňte zápalné zdroje, nefajčite.

Zabezpečte dostatočné vetranie.

Zabráňte kontaktu s očami, pokožkou a inhalácii.

### 6.1.2 Pre pohotovostný personál

Vhodné ochranné vybavenia a údaje o materiáli nájdete v odseku 8.

### 6.2 Bezpečnostné opatrenia pre životné prostredie

Zabráňte vniknutiu do povrchových a podzemných vôd, ako aj do pôdy.

Zabráňte vniknutiu do kanalizácie, pívnic, pracovných jám alebo do iných miest, na ktorých by mohlo byť nahromadenie nebezpečné.

V prípade nehody s únikom do kanalizácie informujte príslušné úrady.

### 6.3 Metódy a materiál na zabránenie šíreniu a vyčistenie

Pri úniku aerosolu/plynu zabezpečte dostatočný prívod čerstvého vzduchu.

Nechajte vypariť.

### 6.4 Odkaz na iné oddiely

Osobná ochranná výbava pozri oddiel 8, rovnako ako aj pokyny k likvidácii pozri oddiel 13.

## ODDIEL 7: Zaobchádzanie a skladovanie

Okrem informácií uvedených v tomto oddiele možno nájsť relevantné informácie aj v oddiele 8 a 6.1.

### 7.1 Bezpečnostné opatrenia na bezpečné zaobchádzanie

#### 7.1.1 Všeobecné odporúčania

Zabezpečte dobré vetranie miestnosti.

Vetranie miestnosti je potrebné zabezpečiť aj v blízkosti podlahy.

Zabráňte vdychovaniu výparov.

Zabráňte kontaktu s očami a s pokožkou.

Nepribližujte sa k zápalným zdrojom - nefajčite.

Urobte opatrenia proti vzniku elektrostatického náboja.

Používajte zariadenia chránené proti výbuchu.

Nepoužívajte na horúce povrchy.

Jesť, piť, fajčiť a uskladňovať potraviny v pracovnej miestnosti je zakázané.

Riadte sa upozoreniami na etikete a návodom na použitie.

Dodržiavajte pracovný postup podľa návodu na použitie.

#### 7.1.2 Pokyny k všeobecným hygienickým opatreniam na pracovisku

Pri zaobchádzaní s chemikáliami je potrebné dodržiavať všeobecné hygienické zásady.

Pred prestávkami a po ukončení práce si umyte ruky.

Uchovávajte mimo dosahu potravín, nápojov a krmív pre zvieratá.

Pred vstupom do oblastí, v ktorých sa je, odložte kontaminované šatstvo a ochrannú výbavu.

### 7.2 Podmienky na bezpečné skladovanie vrátane akejkoľvek nekompatibility

Nepovolaným osobám znepriístupniť.

Produkt skladujte len v pôvodných obaloch a uzavreté.

Produkt neskladujte v priechodoch a na schodištiach.

Neskladujte spolu s horenie podporujúcimi alebo samozápalnými látkami.

Chráňte pred slnečným žiarením a teplotami nad 50°C.

Dodržiavajte špeciálne podmienky pre skladovanie.

Skladujte v chlade.

Skladujte na dobre vetranom mieste.

Dodržiavajte osobitné predpisy pre plyny.

### 7.3 Špecifické konečné použitie, resp. použitia

Momentálne nie sú k dispozícii žiadne informácie.

Dodržiavajte pokyny pre správnu pracovnú prax a odporúčania pre hodnotenie rizík.

Nahliadnite do informačných systémov o nebezpečných látkach, napr. do systémov združení pre poistenie zodpovednosti zamestnávateľov, chemického priemyslu

Strana 5 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

alebo rôznych priemyselných odvetví v závislosti od používania (stavebné materiály, drevo, chemikálie, laboratória, koža, kovy).

## ODDIEL 8: Kontroly expozície/osobná ochrana

### 8.1 Kontrolné parametre

| 2,3,3,3-tetrafluórpropén |                                               |                                 |            |         |          |          |
|--------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|------------|---------|----------|----------|
| Oblasť použitia          | Spôsob expozície / sféra životného prostredia | Vplyv na zdravie                | Deskriptor | Hodnota | Jednotka | Poznámka |
|                          | Životné prostredie – sladká voda              |                                 | PNEC       | 0,1     | mg/l     |          |
|                          | Životné prostredie – slaná voda               |                                 | PNEC       | 0,01    | mg/l     |          |
|                          | Životné prostredie – sediment, sladká voda    |                                 | PNEC       | 1,77    | mg/kg    |          |
|                          | Životné prostredie – sediment, slaná voda     |                                 | PNEC       | 0,178   | mg/kg    |          |
|                          | Životné prostredie – pôda                     |                                 | PNEC       | 1,54    | mg/kg    |          |
| Spotrebiteľ              | Človek – vdýchnutie                           | Dlhodobé, systematické vplyvy   | DNEL       | 113,1   | mg/m3    |          |
| Spotrebiteľ              | Človek – vdýchnutie                           | Krátkodobé, systematické vplyvy | DNEL       | 186400  | mg/m3    |          |
| Pracovník / zamestnanec  | Človek – vdýchnutie                           | Dlhodobé, systematické vplyvy   | DNEL       | 950     | mg/m3    |          |

### 8.2 Kontroly expozície

#### 8.2.1 Primerané technické kontrolné opatrenia

Zabezpečte dobré vetranie. To je možné dosiahnuť lokálnym odsávaním alebo celkovým odvodu vzduchu.

V prípade, že toto nestačí, aby sa koncentrácia udržala pod hodnotami NPEL / AGW, je potrebné nosiť vhodnú ochranu pre dýchanie.

Platí len vtedy, ak sú uvedené hraničné expozičné hodnoty.

#### 8.2.2 Individuálne ochranné opatrenia, ako napríklad osobné ochranné prostriedky

Pri zaobchádzaní s chemikáliami je potrebné dodržiavať všeobecné hygienické zásady.

Pred prestávkami a po ukončení práce si umyte ruky.

Uchovávajte mimo dosahu potravín, nápojov a krmív pre zvieratá.

Pred vstupom do oblastí, v ktorých sa je, odložte kontaminované šatstvo a ochrannú výbavu.

Ochrana očí/tváre:

Ochranné okuliare tesne priliehajúce s bočnými štítkami (EN ISO 16321-1).

Ochrana kože - Ochrana rúk:

Kožené rukavice

Prípadne

Izolačné rukavice EN 511 (chlad)

Ochrana kože - Iné:

Ochranný pracovný odev (napr. bezpečnostná obuv EN ISO 20345, pracovný odev s dlhými rukávami).

Ochrana dýchacích ciest:

Pri nedostatočnom vetraní použite dýchací prístroj.

Dýchací prístroj nezávislý od okolitého vzduchu.

Dodržiavajte životnosť ochranných dýchacích prístrojov.

Tepelnej nebezpečnosti:

Ak je vhodné, sú tieto uvedené medzi opatreniami osobnej ochrany (ochrana očí/tváre, ochrana pokožky, ochrana dýchania).

Strana 6 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

Dodatočná informácia k ochrane rúk - neboli vykonané žiadne testy.

Výber bol pri zmesiach zvolený podľa najlepšieho vedomia o informáciách o obsahových látkach.

Výber látok sa vykoná na základe údajov výrobcu rukavíc.

Konečný výber materiálu pre rukavice sa musí vykonať pri zohľadnení časov prieniku, rýchlostí prieniku a degradácie.

Výber vhodnej rukavice závisí nielen od materiálu, ale aj od ďalších kvalitatívnych aspektov a líši sa od výrobcu k výrobcovi.

Pri zmesiach sa nedá dopredu vypočítať trvalosť materiálov rukavíc a preto musí byť pred nasadením skontrolovaná.

Presnú dobu prieniku materiálu rukavíc je potrebné zistiť a dodržať u výrobcu ochranných rukavíc.

### 8.2.3 Kontroly environmentálnej expozície

Momentálne nie sú k dispozícii žiadne informácie.

## ODDIEL 9: Fyzikálne a chemické vlastnosti

### 9.1 Informácie o základných fyzikálnych a chemických vlastnostiach

|                                                                      |                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Skupenstvo:                                                          | Skvapalnený plyn                                                    |
| Farba:                                                               | Bezfarebný                                                          |
| Zápach:                                                              | Slabý                                                               |
| Teplota topenia/tuhnutia:                                            | Neuplatňuje sa na plyny.                                            |
| Teplota varu alebo počiatočná teplota varu a rozmedzie teploty varu: | -29,4 °C                                                            |
| Horľavosť:                                                           | Mimoriadne horľavý                                                  |
| Dolná medza výbušnosti:                                              | 6,2 Vol-% (ASTM E 681)                                              |
| Horná medza výbušnosti:                                              | 12,3 Vol-% (ASTM E 681)                                             |
| Teplota vzplanutia:                                                  | Neuplatňuje sa na plyny.                                            |
| Teplota samovznietenia:                                              | 405 °C                                                              |
| Teplota rozkladu:                                                    | K tomuto parametru neexistujú žiadne informácie.                    |
| Hodnota pH:                                                          | Látka je plyn.                                                      |
| Kinematická viskozita:                                               | Neuplatňuje sa na plyny.                                            |
| Rozpustnosť:                                                         | 198,2 mg/l (24°C, Regulation (EC) 440/2008 A.6. (WATER SOLUBILITY)) |
| Rozdeľovacia konštanta (hodnota log):                                | 2,15 (Regulation (EC) 440/2008 A.8. (PARTITION COEFFICIENT))        |
| Tlak pár:                                                            | 6067 hPa (21°C)                                                     |
| Tlak pár:                                                            | 14203 hPa (54°C)                                                    |
| Hustota a/alebo relatívna hustota:                                   | 1,1 g/cm <sup>3</sup> (25°C)                                        |
| Relatívna hustota pár:                                               | 4                                                                   |
| Vlastnosti častíc:                                                   | Neuplatňuje sa na plyny.                                            |

### 9.2 Iné informácie

|                   |                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Výbušniny:        | Produkt nie je výbušný. Použitie: Možná tvorba výbušných zmesí pár so vzduchom. |
| Oxidujúce plyny:  | Nie                                                                             |
| Molárna hmotnosť: | 114 g/mol                                                                       |

## ODDIEL 10: Stabilita a reaktivita

### 10.1 Reaktivita

Výrobok nie je testovaný.

### 10.2 Chemická stabilita

Pri odbornom skladovaní a manipulácii stabilné.

### 10.3 Možnosť nebezpečných reakcií

Polymerizácia možná s:

Epoxidy

Možná tvorba kyseliny fluorovodíkovej.

### 10.4 Podmienky, ktorým sa treba vyhnúť

Ohrev, otvorený plameň, zápalné zdroje

### 10.5 Nekompatibilné materiály

Alkalické kovy

Strana 7 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

Horčík

Zinok

Ľahké kovy

## 10.6 Nebezpečné produkty rozkladu

Pri použití na stanovený účel nedochádza k rozkladu.

## ODDIEL 11: Toxikologické informácie

### 11.1. Informácie o triedach nebezpečnosti vymedzených v nariadení (ES) č. 1272/2008

Prípadné ďalšie informácie o vplyvoch na zdravie sú uvedené v oddiele 2.1 (klasifikácia).

#### 2,3,3,3-tetrafluórpropén

| Toxicita / Účinok                                                                   | Koncový bod | Hodnota | Jednotka | Organizmus | Skúšobná metóda                                                                    | Poznámka  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Akútna toxicita, orálna:                                                            |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Akútna toxicita, dermálna:                                                          |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Akútna toxicita, inhalatívne:                                                       | LD50        | >400000 | ppm      | Potkan     | OECD 403 (Acute Inhalation Toxicity)                                               |           |
| Poleptanie kože/podráždenie kože:                                                   |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Vážne poškodenie očí/podráždenie očí:                                               |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Respiračná alebo kožná senzibilizácia:                                              |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Mutagenita pre zárodočné bunky:                                                     |             |         |          |            | OECD 473 (In Vitro Mammalian Chromosome Aberration Test)                           | Negatívny |
| Mutagenita pre zárodočné bunky:                                                     |             |         |          |            | OECD 474 (Mammalian Erythrocyte Micronucleus Test)                                 | Negatívny |
| Mutagenita pre zárodočné bunky:                                                     |             |         |          |            | OECD 486 (Unscheduled DNA Synthesis (UDS) Test with Mammalian Liver Cells In Vivo) | Negatívny |
| Karcinogenita:                                                                      |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Reprodukčná toxicita:                                                               |             |         |          | Potkan     | OECD 416 (Two-generation Reproduction Toxicity Study)                              | Negatívny |
| Reprodukčná toxicita:                                                               |             |         |          | Potkan     | OECD 414 (Prenatal Developmental Toxicity Study)                                   | Negatívny |
| Toxicita pre špecifický cieľový orgán - jednorazová expozícia (STOT-SE):            |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Toxicita pre špecifický cieľový orgán - opakovaná expozícia (STOT-RE):              |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Toxicita pre špecifický cieľový orgán - opakovaná expozícia (STOT-RE), inhalatívne: | NOAEL       | 50000   | ppm      | Potkan     | OECD 412 (Subacute Inhalation Toxicity - 28-Day Study)                             | (28 d)    |
| Toxicita pre špecifický cieľový orgán - opakovaná expozícia (STOT-RE), inhalatívne: | NOAEL       | 50000   | ppm      | Potkan     | OECD 413 (Subchronic Inhalation Toxicity - 90-Day Study)                           |           |
| Aspiračná nebezpečnosť:                                                             |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |
| Symptómy:                                                                           |             |         |          |            |                                                                                    | ú.n.s.d.  |

Strana 8 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

## 11.2. Informácie o inej nebezpečnosti

### 2,3,3,3-tetrafluórpropén

| Toxicita / Účinok                                  | Koncový bod | Hodnota | Jednotka | Organizmus | Skúšobná metóda | Poznámka                                                                     |
|----------------------------------------------------|-------------|---------|----------|------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Vlastnosti endokrinných disruptorov (rozvracačov): |             |         |          |            |                 | ú.n.s.d.                                                                     |
| Iné informácie:                                    |             |         |          |            |                 | Nie sú dostupné žiadne iné príslušné údaje o škodlivých účinkoch na zdravie. |

## ODDIEL 12: Ekologické informácie

Prípadné ďalšie informácie o vplyvoch na životné prostredie sú uvedené v oddiele 2.1 (klasifikácia).

### 2,3,3,3-tetrafluórpropén

| Toxicita / Účinok                                        | Koncový bod | Čas | Hodnota | Jednotka | Organizmus                | Skúšobná metóda                                                    | Poznámka                        |
|----------------------------------------------------------|-------------|-----|---------|----------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 12.1. Toxicita pre ryby:                                 | LC50        | 96h | >197    | mg/l     | Cyprinus carpio           | OECD 203 (Fish, Acute Toxicity Test)                               |                                 |
| 12.1. Toxicita pre dafnie:                               | EC50        | 48h | >83     | mg/l     | Daphnia magna             | OECD 202 (Daphnia sp. Acute Immobilisation Test)                   |                                 |
| 12.1. Toxicita pre riasy:                                | EC50        | 72h | >100    | mg/l     | Selenastrum capricornutum | OECD 201 (Alga, Growth Inhibition Test)                            |                                 |
| 12.2. Perzistencia a degradovateľnosť:                   |             |     |         |          |                           | OECD 301 F (Ready Biodegradability - Manometric Respirometry Test) | Biologicky neľahko odbúrateľný  |
| 12.3. Bioakumulačný potenciál:                           | Log Pow     |     | 2,15    |          |                           |                                                                    | Neočakáva sa                    |
| 12.4. Mobilita v pôde:                                   |             |     |         |          |                           |                                                                    | ú.n.s.d.                        |
| 12.5. Výsledky posúdenia PBT a vPvB:                     |             |     |         |          |                           |                                                                    | Bez obsahu PBT, Bez obsahu vPvB |
| 12.6. Vlastnosti endokrinných disruptorov (rozvracačov): |             |     |         |          |                           |                                                                    | ú.n.s.d.                        |
| 12.7. Iné nepriaznivé účinky:                            |             |     |         |          |                           |                                                                    | ú.n.s.d.                        |

## ODDIEL 13: Opatrenia pri zneškodňovaní

### 13.1 Metódy spracovania odpadu

#### Pre látku / zmes / zbytkové množstvá

Číslo odpadového kľúča (ES):

Uvedené odpadové kľúče sú odporúčaniami na základe predpokladaného použitia tohto produktu.

Strana 9 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

Na základe špeciálneho použitia a okolností likvidácie u používateľa možno za určitých okolností priradiť aj iné odpadové kľúče. (2014/955/EÚ)

14 06 01 chlórfluórované uhľovodíky, HCFC, HFC

Odporúčanie:

Odrádza sa od zneškodňovania odpadových vôd.

Sledovať miestne príslušné predpisy.

Napríklad vhodná spaľovňa.

### Pre nerecyklovaný baliaci materiál

Sledovať miestne príslušné predpisy.

Odporúčanie:

So zvyškovým tlakom vrátiť výrobcovi.

15 01 04 obaly z kovu

## ODDIEL 14: Informácie o doprave

### Všeobecné údaje

#### Cestná preprava / železničná preprava (ADR/RID)

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 14.1. Číslo OSN alebo identifikačné číslo:            | 3161       |
| 14.2. Správne expedičné označenie OSN:                |            |
| UN 3161 LIQUEFIED GAS, FLAMMABLE, N.O.S. (R-1234YF)   |            |
| 14.3. Trieda, resp. triedy nebezpečnosti pre dopravu: | 2.1        |
| 14.4. Obalová skupina:                                | -          |
| 14.5. Nebezpečnosť pre životné prostredie:            | Nevzťahuje |
| Tunnel restriction code:                              | B/D        |
| Klasifikačný kód:                                     | 2F         |
| LQ:                                                   | 0          |
| Dopravná kategória:                                   | 2          |



#### Námorná doprava (Kód IMDG)

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 14.1. Číslo OSN alebo identifikačné číslo:            | 3161       |
| 14.2. Správne expedičné označenie OSN:                |            |
| UN 3161 LIQUEFIED GAS, FLAMMABLE, N.O.S. (R-1234YF)   |            |
| 14.3. Trieda, resp. triedy nebezpečnosti pre dopravu: | 2.1        |
| 14.4. Obalová skupina:                                | -          |
| 14.5. Nebezpečnosť pre životné prostredie:            | Nevzťahuje |
| Látka znečisťujúca moria (Marine Pollutant):          | Nevzťahuje |
| EmS:                                                  | F-D, S-U   |



#### Letecká doprava (IATA)

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 14.1. Číslo OSN alebo identifikačné číslo:            | 3161       |
| 14.2. Správne expedičné označenie OSN:                |            |
| UN 3161 Liquefied gas, flammable, n.o.s. (R-1234YF)   |            |
| 14.3. Trieda, resp. triedy nebezpečnosti pre dopravu: | 2.1        |
| 14.4. Obalová skupina:                                | -          |
| 14.5. Nebezpečnosť pre životné prostredie:            | Nevzťahuje |



#### 14.6. Osobitné bezpečnostné opatrenia pre užívateľa

Osoby poverené prepravou nebezpečných materiálov musia byť vyškolené.

Všetky osoby, ktoré sa zúčastňujú prepravy, musia dodržiavať bezpečnostné predpisy.

Je potrebné vykonať opatrenia, aby sa zabránilo poškodeniam.

#### 14.7. Námorná preprava hromadného nákladu podľa nástrojov IMO

Náklad sa uskutoční ako kusový náklad a nie hromadný, preto nie je vhodné.

Tu sa neprihliada na predpisy pre menšie množstvá.

Rizikové číslo a kódovanie balenia na požiadanie.

Dodržiavajte zvláštne predpisy (special provisions).

## ODDIEL 15: Regulačné informácie

### 15.1 Nariadenia/právne predpisy špecifické pre látku alebo zmes v oblasti bezpečnosti, zdravia a životného prostredia

Strana 10 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

Sledovať obmedzenia:

Pri výrobkoch a zariadeniach, ktoré obsahujú fluórované skleníkové plyny, dodržiavajte, prosím, Nariadenie (EÚ) 2024/573 a

Vykonávacie nariadenie (EÚ) 2024/2174

Dodržiavajte národné ustanovenia/zákony o ochrane a bezpečnosti pri práci mladistvých (najmä národné implementovanie smernice 94/33/ES)!

Dodržiavať predpisy profesijného združenia/pracovného lekárstva.

Smernica 2012/18/EÚ ("Seveso-III"), príloha I, časť 2 - Výrobok obsahuje nasledujúce látky uvedené v zozname:

| Položka č. | Nebezpečné látky                                                           | Poznámky k prílohe I | Kvalifikačné množstvo (v tonách) na uplatnenie - požiadaviek nižšej úrovne | Kvalifikačné množstvo (v tonách) na uplatnenie - požiadaviek vyššej úrovne |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 18         | Liquefied flammable gases, Category 1 or 2 (including LPG) and natural gas | 19                   | 50                                                                         | 200                                                                        |

Pri priradovaní kategórií a množstvových limitov sa musia vždy brať na zreteľ poznámky v prílohe I Smernice 2012/18/EÚ, najmä tu uvedené v tabuľkách a pozn. 1 - 6.

Smernica 2010/75/EÚ (VOC):

100 %

Musia sa uplatňovať vnútroštátne predpisy/nariadenia o bezpečnosti a ochrane zdravia pri používaní pracovných prostriedkov.

## 15.2 Hodnotenie chemickej bezpečnosti

Bolo vykonané posúdenie bezpečnosti látky.

## ODDIEL 16: Iné informácie

Prepracované oddiely:

8

Vyžaduje sa školenie zamestnancov v oblasti zaobchádzania s nebezpečným tovarom.

Tieto údaje sa vzťahujú na výrobok v stave pri expedovaní.

Vyžaduje sa inštruktáž/školenie zamestnancov v oblasti zaobchádzania s nebezpečnými látkami.

Nasledujúce vety popisujú vypísané vety H, kódy rizikových tried (GHS/CLP) ingrediencií.

H280 Obsahuje plyn pod tlakom, pri zahriatí môže vybuchnúť.

H221 Horľavý plyn.

Press. Gas (Liq.) — Plyny pod tlakom-Skvapalnený plyn

Flam. Gas — Horľavé plyny - Horľavý plyn

## Hlavné odkazy na literatúru a zdroje údajov:

Nariadenie (ES) č. 1907/2006 (REACH) a nariadenie (ES) č. 1272/2008 (CLP) v platnom znení.

Usmernenia pre vytváranie kariet bezpečnostných údajov v platnom znení (ECHA).

Usmernenia pre označovanie a balenie podľa nariadenia (ES) č. 1272/2008 (CLP) v platnom znení (ECHA).

Karty bezpečnostných údajov látok.

Domovská stránka ECHA - informácie o chemikáliách.

Databáza látok GESTIS (Nemecko).

Spolkový úrad pre životné prostredie "Rigoletto" informačná stránka látok nebezpečných pre vodné prostredie (Nemecko).

Smernica EÚ o limitných hodnotách expozície pri práci 91/322/EHS, 2000/39/ES, 2006/15/ES, 2009/161/EÚ, (EÚ) 2017/164, (EÚ) 2019/1831 v platnom znení.

Národné zoznamy limitných hodnôt expozície pri práci v konkrétnych krajinách v platnom znení.

Predpisy pre dopravu nebezpečných tovarov v cestnej, vlakovej, lodnej a leteckej doprave (ADR, RID, IMDG, IATA) v platnom znení.

## V tomto dokumente nájdete prípadné použité skratky a akronymy:

ADR Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route

AOX Adsorbovatelné organické halogénové zlúčeniny

Strana 11 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

ASTM ASTM International (American Society for Testing and Materials)

ATE Acute Toxicity Estimate (= Odhad akútnej toxicity)

atď., pod. a tak ďalej, podobné

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (Spolkovým úradom pre výskum a testovanie materiálov, Nemecko)

BAuA Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (= Spolkový úrad pre ochranu zdravia pri práci a pracovné lekárstvo, Nemecko)

BSEF The International Bromine Council

bw body weight

CAS Chemical Abstracts Service

cca. sirka / asi

CLP Classification, Labelling and Packaging (NARIADENIE (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí)

CMR carcinogenic, mutagenic, reproductive toxic (látku karcinogénnu, mutagénnu alebo toxickú pre reprodukciu)

DMEL Derived Minimum Effect Level

DNEL Derived No Effect Level (= odvodené hladiny, pri ktorých nedochádza k žiadnym účinkom)

dw dry weight

ECHA European Chemicals Agency (= Európska chemická agentúra)

EHS Európske hospodárske spoločenstvo

EINECS European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances

ELINCS European List of Notified Chemical Substances

EN Európska norma

EPA United States Environmental Protection Agency (United States of America)

ES Európske spoločenstvo

EÚ Európska únia

EVAL Kopolymér etylénu a vinylalkoholu

Fax. Faxové číslo

GHS Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (= Globálny harmonizovaný systém klasifikácie a označovania chemikálií)

GWP Global warming potential (= Potenciál skleníkového efektu)

IARC International Agency for Research on Cancer (= Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny)

IATA International Air Transport Association (= Medzinárodné združenie leteckých prepravcov)

IBC (Code) International Bulk Chemical (Code)

IUCLID International Uniform Chemical Information Database

IUPAC International Union for Pure Applied Chemistry (= Medzinárodná únia čistej a aplikovanej chémie)

Kód IMDG International Maritime Code for Dangerous Goods (IMDG-code)

LC50 Lethal Concentration to 50 % of a test population (= Smrteľná koncentrácia pre 50 % testovanej populácie)

LD50 Lethal Dose to 50% of a test population (Median Lethal Dose) (= Smrteľná dávka pre 50% testovanej populácie (stredná smrteľná dávka))

LQ Limited Quantities

napr. napríklad

neods. neodskúšané

nerel. nerelevantné

OECD Organisation for Economic Co-operation and Development

org. organický

PBT persistent, bioaccumulative and toxic (= perzistentné, bioakumulatívne, toxické)

PE Polyetylén

PNEC Predicted No Effect Concentration (= predpokladané koncentrácie, pri ktorých nedochádza k žiadnym účinkom)

pozn. poznámka

PVC Polyvinylchlorid

REACH Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (NARIADENIE (ES) č. 1907/2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií)

REACH-IT List-No. 9xx-xxx-x No. is automatically assigned, e.g. to pre-registrations without a CAS No. or other numerical identifier. List Numbers do not have any legal significance, rather they are purely technical identifiers for processing a submission via REACH-IT.

resp. respektíve

RID Règlement concernant le transport International ferroviaire de marchandises Dangereuses

SVHC Substances of Very High Concern (= látka veľmi nebezpečná)

Tel. Telefón

u. n. s. k d. údaje nie sú k dispozícii

UN RTDG United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (sú odporúčania OSN na prepravu nebezpečného tovaru)

VOC Volatile organic compounds (= prchavých organických zlúčenín (POZ))

SK

Strana 12 z 12

Karta bezpečnostných údajov podľa nariadenia (ES) č. 1907/2006, príloha II (naposledy zmenené a doplnené nariadením (EÚ) 2020/878)

Revízia / verzia: 23.03.2026 / 0015

Nahrádza verziu z dňa / verzia: 18.06.2024 / 0014

Platné od: 23.03.2026

Dátum tlače PDF: 24.03.2026

R1234yf

vPvB very persistent and very bioaccumulative (= do veľkej miery neodstrániteľná, do veľkej miery bioakumulatívna)  
wwt wet weight

Tu uvedené údaje slúžia na popis výrobku z hľadiska požadovaných bezpečnostných opatrení, neslúžia na potvrdenie určitých vlastností a sú založené na súčasnom stave našich poznatkov.

Ručenie vylúčené.

Vyhotovené z:

**Chemical Check GmbH, Chemical Check Platz 1-7, D-32839 Steinheim, Tel.: +49 5233 94 17 0**

© Chemical Check GmbH Gefahrstoffberatung. Zmena alebo rozširovanie tohto dokumentu podlieha výslovnému súhlasu spoločnosti Chemical Check GmbH Gefahrstoffberatung.

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

**Anhang zum Sicherheitsdatenblatt**

| <b>Identifizierte Verwendungen<br/>ES und Kurztitel der<br/>Expositionsszenarien</b>   | <b>Verwendungs-<br/>sektor-kategorie<br/>(Sector of Use)<br/>(SU)</b> | <b>Chemische<br/>Produktkategorie<br/>(Product Category)<br/>(PC)<br/>Erzeugnis-kategorie<br/>(Article Category)<br/>(AC)</b> | <b>Verfahrens-<br/>kategorie<br/>(Process<br/>category)<br/>(PROC)</b> | <b>Umweltfreisetzungskategorie<br/>(Environmental Release<br/>Category) (ERC)</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ES 1 : Industrielle Verwendung, Wärmeträgerflüssigkeit – Kühlmittel, Kühlflüssigkeiten | SU 3, 10, 17                                                          | PC 16<br>AC 1, 2                                                                                                              | PROC 8b, 9                                                             | ERC 7                                                                             |
| ES 2 : Gewerbliche Verwendung, Wärmeträgerflüssigkeit – Kühlmittel, Kühlflüssigkeiten  | SU 22                                                                 | PC 16<br>AC 1, 2                                                                                                              | PROC 8a                                                                | ERC 9b                                                                            |
| ES 3 : Formulierung von Zubereitungen                                                  | SU 3, 10, 17                                                          | PC 16<br>AC 1, 2                                                                                                              | PROC 3                                                                 | ERC 2                                                                             |
| ES 4 : Verwendung, Nutzungsdauer und Exposition der Umwelt bei der Entsorgung          | SU 3, 10, 17, 21, 22                                                  | Nur Freisetzung in die Umwelt betrachtet                                                                                      | Nur Freisetzung in die Umwelt betrachtet                               | ERC 2, 7, 9a, and 9b                                                              |

**Überblick zu Verwendungen und Expositionsszenarien**

HFO-1234yf wird als Wärmeträgerflüssigkeit in mobilen Klimaanlage, in stationären Klimaanlage sowie in Kühlgeräten eingesetzt. Es wird in die Europäische Union (EU) importiert und von Arbeitnehmern der Originalausrüster (OEMs) verwendet, um mobile sowie stationäre Klimaanlage zu befüllen. Arbeitnehmer handhaben HFO-1234yf auch während der gesamten Betriebsdauer der Anlagen und bei der Demontage nach Beendigung des Betriebes. Zusätzlich handhaben Arbeitnehmer die Substanz, um diese zu mischen oder neu zu verpacken. Arbeitnehmer können während dieser Tätigkeiten potentiell exponiert werden, jedoch tritt die Exposition insbesondere dann auf, wenn Verbindungen oder Kupplungen bei Übertragungsoperationen gelöst oder neu verknüpft werden. Daher ist das Expositionspotential zeitlich beschränkt sowie hinsichtlich der Menge durch den Einsatz der verwendeten Kupplungssysteme minimiert. Umweltexpositionen sind während dieser Kupplungstätigkeiten ebenfalls möglich. Kleine Freisetzungen in die Umgebungsluft sind potentiell möglich beim Mischen der Substanz und beim Verpacken, Auffüllen, Warten und dem Ausbau von Geräten oder im Falle das Geräte während der Nutzungsphase Leckagen aufweisen. Freisetzungen der Substanz in andere Umweltkompartimente als die Umgebungsluft sind nicht möglich, da es sich bei HFO-1234yf um ein verflüssigtes Gas handelt. Die potentielle Verbraucherexposition ist beschränkt auf die Situation, dass die mobile Klimaanlage undicht wird und die Substanz in die ansonsten geschlossene Fahrerkabine eindringt und sich dort Passagiere befinden.

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

**1.1 Expositionsszenariums ES1**

Industrielle Verwendung, Wärmeträgerflüssigkeit – Kühlmittel, Kühlflüssigkeiten

Industrielle Verwendung: Verwendung der Substanz als solche oder in Mischungen in der Industrie (SU3); Formulierung [Mischen] von Zubereitungen und/oder Umverpackung (außer Legierungen) (SU 10); Generelle Herstellung, Bsp. Maschinen, Ausrüstung, Fahrzeuge, andere Transportmittel (SU 17) ausgenommen Busse

Beitragendes Umweltszenario CS1: Industrielle Verwendung von Substanzen in geschlossenen Systemen (ERC7)  
Dargestellt in ES4

Beitragende Szenarien zur Beherrschung der Arbeitnehmerexposition:

CS2: Transfer der Substanz oder Mischung in kleine Container (festgelegte Fülllinie, einschließlich Wiegen) (PROC9)

CS3: Transfer der Substanz oder Mischung (Laden/Entladen) von/in Behälter/ große Container in festgelegten Einrichtungen (PROC8b)

Expositionsszenario 1 (ES 1) beschreibt die Aktivitäten und Verfahren, die abgedeckt werden, wenn Arbeitnehmer verschiedene Arten von Verpackungen, Klimaanlage und Kühlanlagen in einer Industrieumgebung befüllen. Dazu gehören:

- ☐ Arbeitnehmer bei der Verpackung von Kühlmitteln
- ☐ Arbeitnehmer in der Montage bei Originalausrüstungsherstellern (OEM) in der Automobilbranche
- ☐ Arbeitnehmer in der Montage für stationäre Ausrüstung bei Originalausrüstungsherstellern (OEM)

**1.2.1 Beitragendes Expositionsszenarium CS1: Beherrschung der Umweltexposition für ERC 7**

Industrielle Verwendung von Substanzen in geschlossenen Systemen

Bewertet und quantifiziert in ES4

Eigenschaften des Products

Verflüssigtes Gas mit einer Konzentration von 100% mit niedrigem Erderwärmungspotenzial (GWP); nicht biologisch abbaubar

Verwendete Mengen

9000 Tonnen pro Jahr (TpJ) – EU

Häufigkeit und Dauer der Verwendung

Ständige Nutzung/ 8-Stunden-Schicht, 200 Betriebstage/ Jahr; periodische Freisetzung

Umweltfaktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement

Keine

Sonstige vorausgesetzte Betriebsbedingungen, die sich auf Umweltexposition auswirken

Unter normalen Anwendungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer die Verbindungselemente trennen. Nach konservativer Schätzung würden 1% (5 Gramm/mobile Klimaanlage) in die Luft freigesetzt (Henne et al., 2012; Reimann & Shallcross et al., 2011) (Freisetzungsbruchteil von 0,01).

Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzungen

Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Abwasser; Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Erdreich: Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in geschlossenen Systemen zu verwenden. Das Kühlmittel ist über dauerhaft technisch dichte (Rohr-/Schlauch) Leitungen zu übertragen. Die Leitungen sind vor dem Trennen von Verbindungen zu leeren.

Technische Standortinterne Bedingungen und Maßnahmen zur Verringerung der Freisetzungen, Abluftexposition und Freisetzungen in den Boden

Keine

Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/Begrenzung der Freisetzung am Arbeitsort

Anwendung der Richtlinien ATEX 137 und ATEX 95 (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung)

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

in explosionsgefährdeten Bereichen) und Richtlinie 98/24/EC (Schutz vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit.) Regelmäßige Inspektionen und die Wartung von Ausrüstung und Maschinen sind sicherzustellen. Das Bedienpersonal ist in der Expositionsbegrenzung zu schulen.

Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit der kommunalen Abwasserkläranlage

Keine

Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit externen Abfallbehandlung für Entsorgung

Nicht zutreffend

Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit externen Abfallreclamation

Nicht zutreffend

### 1.2.2 Beitragendes Expositionsszenarium CS2 zur Beherrschung der Arbeitnehmerexposition für PROC 9

Transfer der Substanz oder Mischung in kleine Behälter (festgelegte Fülllinie, einschließlich Wiegen)

Eigenschaften des Products

Verflüssigtes Gas; deckt im Produkt bis zu 100 % ab (sofern nicht anders angegeben); unter der Annahme, dass Aktivitäten bei Zimmertemperatur erfolgen

Verwendete Mengen

120 kg/ 8-Stundenschicht – Arbeitnehmer, ca. 50.000 kg/Jahr bei eine Jahresproduktion von 100.000 Autos

Häufigkeit und Dauer der Verwendung/Exposition

Dauer der Verwendung/Exposition: Periodisch; 20 Min./8-Stundenschicht (bei normalem Betrieb erfolgt Exposition nur bei Beendigung des Füllprozesses (Trennung), geschätzt auf 0,083 Minuten (5 Sekunden) pro Trennungsprozess x 1 Prozesse/Füllung x 30 Füllungen/Stunde x 8 Stunden/Schicht)

Häufigkeit: 200 Tage/Jahr

Menschliche Faktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement

Leichte Arbeit, Atmungsvolumen = 10 m<sup>3</sup>/ 8-Stundenschicht

Sonstige gegebene Betriebsbedingungen, die sich auf die Exposition von Arbeitnehmern auswirken

Nutzung in Innenräumen. Unter normalen Benutzungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer die Verbindungen trennen.

Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzen

Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Abwasser; Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Erdreich: Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in geschlossenen Systemen zu verwenden. Das Kühlmittel ist über dauerhaft technisch dichte (Rohr-/Schlauch) Leitungen zu übertragen. Die Leitungen sind vor dem Trennen von Verbindungen zu leeren.

Technische Bedingungen und Maßnahmen zur Kontrolle der Verbreitung von der Quelle zu den Arbeitnehmern

Mechanische Lüftung, die mindestens 3 Luftwechselraten pro Stunde hat; Raumvolumen: >50 m<sup>3</sup>; Objektabsaugung (Wirkungsgrad: < 10 ppm)

Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/ Begrenzung von Freisetzungen, Verbreitung und Exposition

Anwendung der Richtlinien ATEX 137 und ATEX 95 (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) und Richtlinie 98/24/EC (Schutz vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit); Verwendung von ISO 13043 (15. April 2011) (Straßenfahrzeuge – Kühlsysteme, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden – Sicherheitsvorschriften) und SAE J639 (Sicherheitsstandards für Kühlempfdrucksysteme in Kraftfahrzeugen) und SAE J2845 (Technische Zertifizierung für Service und Einschluss von Kühlmitteln, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden). Regelmäßige Inspektionen und die Wartung von Ausrüstung und Maschinen sind sicher zu stellen. Das Bedienpersonal ist in der Expositionsbegrenzung zu schulen.

Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit persönlicher Schutzausrüstung und gesundheitlichem

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

**Arbeitsschutz**

Es ist geeigneter Augenschutz gemäß EN 166 oder ANSI Z87.1 (Schutz vor Flüssigkeitsspritzern) zu verwenden. Es sind geeignete Handschuhe, die gemäß EN374 getestet sind oder die U.S. OSHA-Richtlinien erfüllen, zu verwenden.

**1.2.3 Beitragendes Expositionsszenarium CS3 zur Beherrschung der Arbeitnehmerexposition für PROC 8b.**

Transfer der Substanz oder Mischung (Laden/Entladen) von/in Behälter/ große Container in festgelegten Einrichtungen (PROC8b)

**Eigenschaften des Products**

Verflüssigtes Gas; deckt im Produkt bis zu 100 % ab (sofern nicht anders angegeben); unter der Annahme, dass Aktivitäten bei Zimmertemperatur erfolgen

**Verwendete Mengen**

Nicht anwendbar

**Häufigkeit und Dauer der Verwendung/Exposition**

Dauer der Nutzung/ Exposition: Periodisch; nach konservativer Schätzungen weniger als 15 Minuten/Tag

Häufigkeit: 200 Tage/Jahr

**Menschliche Faktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement**

Leichte Arbeit, Atmungsvolumen = 10 m<sup>3</sup>/ 8-Stundenschicht

**Sonstige gegebene Betriebsbedingungen, die sich auf die Exposition von Arbeitnehmern auswirken**

Benutzung im Freien; unter normalen Benutzungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer Leitungsverbindungen herstellen oder trennen

**Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzen**

Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Abwasser. Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Erdreich: Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in einem geschlossenen System zu verwenden. Übertragung der Substanz über dauerhaft technisch dichte Leitungen. Die Übertragungsleitungen sind vor dem Tennen bzw. Verbinden zu entleeren.

**Technische Bedingungen und Maßnahmen zur Kontrolle der Verbreitung von der Quelle zu den Arbeitnehmern**

Keine

**Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/ Begrenzung von Freisetzungen, Verbreitung und Exposition**

Anwendung der Richtlinien ATEX 137 und ATEX 95 (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) und Richtlinie 98/24/EC (Schutz vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit); Verwendung von ISO 13043 (15. April 2011) (Straßenfahrzeuge – Kühlsysteme, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden – Sicherheitsvorschriften) und SAE J639 (Sicherheitsstandards für Kühltampfdrucksysteme in Kraftfahrzeugen) und SAE J2845 (Technische Zertifizierung für Service und Einschluss von Kühlmitteln, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden). Regelmäßige Inspektionen und die Wartung von Ausrüstung und Maschinen sind sicher zu stellen. Das Bedienpersonal ist in der Expositionsbegrenzung zu schulen.

**Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit persönlicher Schutzausrüstung und gesundheitlichem Arbeitsschutz**

Es ist geeigneter Augenschutz gemäß EN 166 oder ANSI Z87.1 (Schutz vor Flüssigkeitsspritzern) zu verwenden. Es sind geeignete Handschuhe, die gemäß EN374 getestet sind oder die U.S. OSHA-Richtlinien erfüllen, zu verwenden.

**1.3. Expositionsabschätzung und Verweis auf deren Quelle**

Expositionsmodell: CS1: ECETOC TRA v.3. ; CS2 and CS3: Verfügbare gemessene Daten für HFC-134a wurden zur Beurteilung der Exposition von Fachpersonal gegenüber HFO-1234yf verwendet. Weiterhin wurde ECETOC TRA Version 3.0 zu Vergleichszwecken angewendet, um die Exposition der Arbeitnehmer durch Einatmen zu schätzen.

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

Information für CS1:

| Umweltkompartiment | Expositionsabschätzungsmethode und Verweis auf deren Quelle | Erläuterung/ Begründung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wasser             | Kenntnisse über die Substanz und den Prozess                | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC7 angenommen 5%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: 0%<br>Lokale Freisetzungsrage: 0 kg/ Tag<br>Erläuterung/ Begründung: Substanz ist ein verflüssigtes Gas                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Luft               | Henne et al., 2012; Reimann & Shallcross et al., 2011       | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC7 angenommen 5%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: ca. 1%<br>Lokale Freisetzungsrage: ca. 350 kg/ Tag verteilt in allen EU Ländern einschließlich Kroatien, Norwegen, Schweiz und Türkei (EU-27+) nachdem 90% des Marktes abgedeckt sind und es konstant bleibt<br>Erläuterung/ Begründung: 5g/ Wechsel, was ca. 1% des Gesamtvolumens der Klimaanlage beträgt (500+oder-Gramm); Henne et al, 2012; Reimann & Shallcross et al., 2011. |
| Boden              | Kenntnisse über die Substanz und den Prozess                | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC7 angenommen 5%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: 0%<br>Lokale Freisetzungsrage: 0 kg/ Tag<br>Erläuterung/ Begründung: Substanz ist ein verflüssigtes Gas                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Die Expositionshöhe und RCRs für HFO-1234yf und des möglichen Abbauproduktes TFA sind in ES4 beschrieben.

Information für CS2:

| Expositionsweg und Expositionsart    | Expositions-<br>höhe | Quelle für die<br>Expositions-bewertung                                     | Einheit der<br>Expositions-<br>höhe und<br>DNEL (oder<br>DMEL) | DNEL<br>(oder<br>DMEL) | Risikocharakte-<br>risierung |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Einatmen,<br>systemisch,<br>Langzeit | 37                   | Bureau Veritas North America, 2008;<br>Datenerhebung basiert auf HFC-134a   | mg/m <sup>3</sup>                                              | 950                    | 0.039                        |
|                                      | 190                  | TRA v.3 tool zur Abschätzung und zum Vergleich der Expositionskonzentration |                                                                |                        | 0.2                          |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

|                                                |                    |                    |  |  |                    |
|------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|--------------------|
| Einatmen, systemisch, akut                     | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Einatmen, local, Langzeit                      | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Einatmen, local, akut                          | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, systemisch, Langzeit                   | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, systemisch, akut                       | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, lokal, Langzeit                        | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, lokal, akut                            | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, Langzeit |                    |                    |  |  | 0.039              |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, akut     |                    |                    |  |  | nicht erforderlich |

Zusammenfassung der Risikocharakterisierung:

Der RCR für die Exposition durch Einatmen war <1. Das bedeutet, dass keine nachteiligen Auswirkungen auf den Arbeitnehmer zu erwarten sind.

Information für CS3:

| Expositionsweg und Expositionsart | Expositionshöhe    | Quelle für die Expositions-bewertung                                          | Einheit der Expositionshöhe und DNEL (oder DMEL) | DNEL (oder DMEL) | Risikocharakterisierung |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Einatmen, systemisch, Langzeit    | 37                 | Bureau Veritas North America, 2008; Datenerhebung basiert auf HFC-134a        | mg/m <sup>3</sup>                                | 950              | 0.039                   |
|                                   | 50                 | TRA v.3 tool zur Abschätzung und zum Vergleich der Expositionskonzentrationen |                                                  |                  | 0.05                    |
| Einatmen, systemisch, akut        | nicht erforderlich | nicht erforderlich                                                            |                                                  |                  | nicht erforderlich      |
| Einatmen, lokal, Langzeit         | nicht erforderlich | nicht erforderlich                                                            |                                                  |                  | nicht erforderlich      |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

|                                                |                    |                    |  |  |                    |
|------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|--------------------|
| Einatmen, lokal, akute                         | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, systemisch, Langzeit                   | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, systemisch, akut                       | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, lokal, Langzeit                        | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, lokal, akut                            | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, Langzeit |                    |                    |  |  | 0.039              |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, akut     |                    |                    |  |  | nicht erforderlich |

Der RCR für die Exposition durch Einatmen war <1. Das bedeutet, dass keine nachteiligen Auswirkungen auf den Arbeitnehmer zu erwarten sind.

**2.1. Expositionsszenarium ES2**

Gewerbliche Verwendung, Wärmeträgerflüssigkeit – Kühlmittel, Kühlflüssigkeiten

Berufliche Verwendungen Verwendung: Öffentlicher Bereich (Verwaltung, Bildung, Unterhaltung, Dienstleistungen, Handwerk) (SU22)

Beitragendes Umweltszenario CS1: Weit verbreitete Nutzung im Freien von Substanzen in geschlossenen Systemen (ERC9b). Quantifiziert in ES4.

Beitragendes Szenario zur Beherrschung der Arbeitnehmer Exposition CS2: Transfer der Substanz oder Mischung (Befüllen/Entleeren) von/in Behälter/ große Container in nicht zweckbestimmten Einrichtungen (PROC8a)

Expositionsszenario 2 (ES 2) beschreibt die Aktivitäten und Verfahren, die abgedeckt werden, wenn Fachpersonal mobile oder stationäre Klimaanlage oder Kälteanlagen wartet. Obwohl jeder dieser Arbeitnehmer möglicherweise verschiedene Lademengen von HFO-1234yf in unterschiedlicher Häufigkeit und in unterschiedlichen gewerblichen Umgebungen verwendet, verwenden sie alle eine Ausrüstung während des Wartungsvorgangs, die der Ausrüstung ähnelt, die bei der industriellen Befüllung oder Nachfüllen von Kühlmitteln verwendet wird. Deshalb haben gewerbliche Arbeitnehmer ein ähnliches Expositionspotenzial wie Arbeitnehmer in der Industrie, abgesehen davon, dass gewerbliche Anwender weniger Einheiten während der Arbeitsschicht verarbeiten. Außerdem ist es wahrscheinlicher, dass sie ihre Arbeit im Freien ausführen. Bei Arbeiten in Innenräumen ist jedoch ihr Arbeitsbereich mit hoher Wahrscheinlichkeit kleiner als der bei industriellen Benutzern. Deshalb wurde ein getrenntes Expositionsszenario als gerechtfertigt erachtet. Im Allgemeinen ist die potenzielle Freisetzung in die Umwelt auch bei unterschiedlich tätigen Wartungsmitarbeitern (mobil oder stationär) und Industriemitarbeitern gleich, äußerst geringe Freisetzung nur in die Luft, wie im Detail in ES 1 beschrieben.

**2.2.1. Beitragendes Expositionsszenarium CS1: Beherrschung der Umweltexposition für ERC9b**

Herkömmliche Nutzung im Freien von Substanzen in geschlossenen Systemen (ERC9b)

Ermittelt und quantifiziert in ES4

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eigenschaften des Produktes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Verflüssigtes Gas mit einer Konzentration von 100% mit niedrigem Erderwärmungspotenzial (GWP); nicht biologisch abbaubar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Verwendete Mengen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4000 Tonnen pro Jahr (tpa) – EU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Häufigkeit und Dauer der Verwendung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kontinuierliche Nutzung/ Freisetzung, 365 Betriebstage/ Jahr; Freisetzung in Intervallen;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Umweltfaktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Sonstige vorausgesetzte Betriebsbedingungen, die sich auf Umweltexposition auswirken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Unter normalen Benutzungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer die Leitungen verbinden oder trennen. Konservativ geschätzte Standardfreisetzungen ergeben 6,4% pro Wechsel durch ausgebildete Arbeitnehmer und 64% pro Wechsel durch ungelernte Arbeitnehmer (Henne et al, 2012). Hierbei muss davon ausgegangen werden, dass der Service nur durch qualifizierte Werkstätten und qualifiziertes Personal durchgeführt wird. |
| Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Abwasser. Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Erdreich: Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in einem geschlossenen System zu verwenden. Übertragung der Substanz über dauerhaft technisch dichte Leitungen. Die Übertragungsleitungen sind vor dem Tennen bzw. Verbinden zu entleeren.                                 |
| Technische Standortinterne Bedingungen und Maßnahmen zur Verringerung der Freisetzungen, Abluftexposition und Freisetzungen in den Boden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/Begrenzung der Freisetzung am Arbeitsort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit der kommunalen Abwasserkläranlage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Keine ARA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit externen Abfallbehandlung für Entsorgung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nicht anwendbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit externen Abfallreclamation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nicht anwendbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>2.2.2 Beitragendes Expositionsszenarium CS2 zur Beherrschung der Arbeitnehmerexposition für PROC 8a</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Transfer der Substanz oder Mischung (Befüllen/Leeren) von/in Behälter/ große Container in nicht zweckbestimmten Einrichtungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Eigenschaften des Products                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Verflüssigtes Gas; deckt die Anteilssubstanz im Produkt bis zu 100 % ab (sofern nicht anders angegeben); unter der Annahme, dass Arbeiten bei Zimmertemperatur erfolgen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Verwendete Mengen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Mobile Klimageräte: 0,5kg/ Wartung; stationäre Anlagen: 0,05-300 kg/ Wartung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Häufigkeit und Dauer der Verwendung/Exposition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dauer der Nutzung/ Exposition: periodisch;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

Mobile Klimaanlage: ca. 1 Minute/ 8-Stundenschicht (0,083 Minuten (5 Sekunden) pro Verbindungsprozess x 2 Verbindungsprozesse pro Absaugungs-/Neuladevorgang x 1 Wartungsvorgang pro Stunde x 8 Stunden pro Schicht)

Stationäre Ausrüstung: ca. < 1 Minute/ 8-Stundenschicht (0,083 Minuten (5 Sekunden) pro Verbindungsprozess x 2 Verbindungsprozesse pro Absaugungs-/ Neuladevorgang x bis zu 4 Wartungsvorgänge pro 8-Stundenschicht)

Häufigkeit: 200 Tage/Jahr

Menschliche Faktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement

Leichte Arbeit, Atmungsvolumen = 10 m<sup>3</sup>/ 8-Stundenschicht

Sonstige gegebene Betriebsbedingungen, die sich auf die Exposition von Arbeitnehmern auswirken

Nutzung im Innenraum. Unter normalen Benutzungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer Leitungen verbinden oder trennen.

Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzen

Verfahren zur Minimierung von Freisetzen ins Abwasser. Verfahren zur Minimierung von Freisetzen ins Erdreich: Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in einem geschlossenen System zu verwenden. Übertragung der Substanz über dauerhaft technisch dichte Leitungen. Die Übertragungsleitungen sind vor dem Tennen bzw. Verbinden zu entleeren.

Technische Bedingungen und Maßnahmen zur Kontrolle der Verbreitung von der Quelle zu den Mitarbeitern

keine

Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/ Begrenzung von Freisetzen, Verbreitung und Exposition

Anwendung der Richtlinien ATEX 137 und ATEX 95 (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) und Richtlinie 98/24/EC (Schutz vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit); Verwendung von ISO 13043 (15. April 2011) (Straßenfahrzeuge – Kühlsysteme, die in mobilen Klimaanlage-Systemen verwendet werden – Sicherheitsvorschriften) und SAE J639 (Sicherheitsstandards für Kühleampfdrucksysteme in Kraftfahrzeugen) und SAE J2845 (Technische Zertifizierung für Service und Einschluss von Kühlmitteln, die in mobilen Klimaanlage-Systemen verwendet werden); EN 378 (Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen). Regelmäßige Inspektionen und die Wartung von Ausrüstung und Maschinen sind sicher zu stellen. Das Bedienpersonal ist in der Expositionsbegrenzung zu schulen.

Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit persönlicher Schutzausrüstung und gesundheitlichem Arbeitsschutz

Es ist Augenschutz gemäß EN 166 oder ANSI Z87.1 zu verwenden, um die Augen vor Flüssigkeitsspritzern zu schützen. Es sind geeignete Handschuhe, die gemäß EN374 getestet sind oder die, die U.S. OSHA-Richtlinien erfüllen, zu verwenden.

### 2.3. Expositionsabschätzung und Verweis auf deren Quelle

**Expositionsmodell: CS1:** TRA v.3. **CS2:** Verfügbare gemessene Daten an HFC-134a wurden verwendet, um die Exposition von gewerblichen Arbeitnehmern mit HFO-1234yf abzuschätzen.

TRA v.3 wurde ebenfalls verwendet, um die Exposition der Arbeitnehmer durch Einatmen abzuschätzen und zu vergleichen.

Information zu CS1:

| Umweltkompartiment | Expositionsabschätzungsmethode und Verweis auf deren Quelle | Erläuterung/ Begründung                                                                                                           |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Wasser</b>      | Kenntnis über die Substanz und den Prozess                  | <b>Freisetzungsrate:</b> ERC9b vermutlich 5%<br><b>Finaler Freisetzungsfaktor:</b> 0%<br><b>Lokale Freisetzungsrate:</b> 0 kg/Tag |

## Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

|              |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                            | <b>Erklärung/Begründung:</b> Substanz ist ein verflüssigtes Gas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Luft</b>  | Henne et al., 2012                         | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC9b vermutlich 5%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: ~6.4% bei Erstbefüllung durch ausgebildete Arbeitnehmer; ~64% bei Erstbefüllung durch angelernte Arbeitnehmer.<br>Lokale Freisetzungsrate: 4 580 kg/Tag über die gesamte EU-27+.<br>Erklärung/Begründung: Freisetzungsabschätzung angefertigt von Henne et al., 2012 unter der Annahme, dass 90% des gesamten EU-27+ Fahrzeugbestandes abgedeckt und konstant sind. |
| <b>Boden</b> | Kenntnis über die Substanz und den Prozess | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC9b vermutlich 5%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: 0%<br>Lokale Freisetzungsrate: 0 kg/Tag<br>Erklärung/Begründung: Substanz ist ein verflüssigtes Gas.                                                                                                                                                                                                                                                                |

Die Expositionskonzentrationen und RCRs für HFO-1234yf und sein potentiell Abbauprodukt TFA sind in ES4 angegeben.

## Information zu CS2:

| Expositionsweg und Expositionsart | Expositionshöhe    | Quelle für die Expositionsbewertung                                                      | Einheit der Expositionshöhe und DNEL (oder DMEL) | DNEL (oder DMEL) | Risikocharakterisierung |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Inhalation, systemisch, Langzeit  | 85.6               | Gjølstad et al., 2003; refrigeration repair workers' data generated on HFC-134a          | mg/m <sup>3</sup>                                | 950              | 0.09                    |
|                                   | 5.1                | Bureau Veritas North America, 2007; mobile A/C workers; data generated on HFC-134a       |                                                  |                  | 0.005                   |
|                                   | 240                | TRA v.3 tool verwendet zur Abschätzung der Expositionskonzentration zu Vergleichszwecken |                                                  |                  | 0.25                    |
| Einatmen, systemisch, akut        | nicht erforderlich | nicht erforderlich                                                                       |                                                  |                  | nicht erforderlich      |
| Einatmen, lokal, Langzeit         | nicht erforderlich | nicht erforderlich                                                                       |                                                  |                  | nicht erforderlich      |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

|                                                |                    |                    |  |  |                    |
|------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--|--|--------------------|
| Einatmen, lokal, akute                         | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, systemisch, Langzeit                   | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, systemisch, akut                       | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, lokal, Langzeit                        | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Dermal, lokal, akut                            | nicht erforderlich | nicht erforderlich |  |  | nicht erforderlich |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, Langzeit |                    |                    |  |  | 0.09               |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, akut     |                    |                    |  |  | nicht erforderlich |

Der RCR für die Exposition durch Einatmen war <1. Das bedeutet, dass keine nachteiligen Auswirkungen auf den Arbeitnehmer zu erwarten sind.

**3.1. Expositionsszenarium ES3****Formulierung von Zubereitungen**

Industrielle Verwendung : Anwendung der Substanz als solche oder in Zubereitungen innerhalb industriellen Anlagen (SU3) ; Formulierung [Mischen] von Zubereitungen und/oder Umverpackung (außer Legierungen) (SU10) : Allgemeine Herstellung, z. B. Maschinen, Ausrüstungen, Fahrzeuge, sonstige Transportausrüstung (SU17) ausschließlich Busse.

Beitragendes Expositionsszenarium zur Beherrschung der Umweltexposition CS1: Formulierung von Zubereitungen (ERC2) (Abgedeckt durch ES4)

Beitragendes Expositionsszenarium zur Beherrschung der Arbeitnehmerexposition CS2: Verwendung in geschlossenem Chargenverfahren (Synthese oder Formulierung) (PROC3)

Expositionsszenario 3 (ES 3) beschreibt die Aktivitäten und Prozesse beim Mischen von verschiedenen Kühlmitteln und dem Abfüllen in Container und Tanks. Die Mischungen enthalten bis zu 100% HFO-1234yf. Die Aktivitäten erfolgen im Freien, wobei die gleichen Ausrüstungen verwendet werden, wie bei der Befüllung und dem Nachfüllen in ES 1 beschrieben. Die Genauigkeit in diesem Bereich liegt bei 99,75%. Daher ist zu erwarten, dass die Möglichkeit der Freisetzung in die Umwelt bei < 0,25% liegt und die Freisetzung ins Abwasser bzw. in den Boden bei 0% liegt. Die Anlage, die beim Mischen von Kühlmitteln verwendet wird, ist mit Sicherheitsventilen ausgerüstet, somit ist eine Freisetzung nicht möglich. Darüber hinaus werden die Ventile erst geöffnet, wenn die Schläuche mit dem Container verbunden sind. Nachdem der Mischungsvorgang beendet ist oder der Container befüllt ist, werden die Ventile geschlossen, bevor die Schläuche getrennt werden.

**3.2.1 Beitragendes Expositionsszenarium CS1 zur Beherrschung der Umweltexposition für ERC2****Formulierung von Zubereitungen**

Bestimmt und quantifiziert in ES4

**Eigenschaften des Products**

Verflüssigtes Gas mit einer Konzentration von 100% mit niedrigem Erderwärmungspotenzial (GWP); nicht biologisch abbaubar

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verwendete Mengen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5000 Tonnen pro Jahr (tpa) – EU, tägliche Menge: 25000 kg/ Tag - EU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Häufigkeit und Dauer der Verwendung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kontinuierliche Nutzung/ 8-Stunden Schicht, 200 Betriebstage/Jahr; periodische Freisetzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Umweltfaktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sonstige vorausgesetzte Betriebsbedingungen, die sich auf Umweltexposition auswirken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Unter normalen Benutzungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer die Verbindungselemente verbinden oder trennen. Vermutlich 0,25% Freisetzung in die Luft (2,5 tpa), 0% Freisetzung ins Abwasser und 0% Freisetzung in den Boden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Abwasser. Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Erdreich: Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in einem geschlossenen System zu verwenden. Übertragung der Substanz über dauerhaft technisch dichte Leitungen. Die Übertragungsleitungen sind vor dem Tennen bzw. Verbinden zu entleeren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Technische Standortinterne Bedingungen und Maßnahmen zur Verringerung der Freisetzungen, Abluftexposition und Freisetzungen in den Boden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/Begrenzung der Freisetzung am Arbeitsort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Anwendung der Richtlinien ATEX 137 und ATEX 95 (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) und Richtlinie 98/24/EC (Schutz vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit); Verwendung von ISO 13043 (15. April 2011) (Straßenfahrzeuge – Kühlsysteme, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden – Sicherheitsvorschriften) und SAE J639 (Sicherheitsstandards für Kühlelemente in Kraftfahrzeugen) und SAE J2845 (Technische Zertifizierung für Service und Einschluss von Kühlmitteln, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden); EN 378 (Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen). Regelmäßige Inspektionen und die Wartung von Ausrüstung und Maschinen sind sicher zu stellen. Das Bedienpersonal ist in der Expositionsbegrenzung zu schulen. |
| Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit der kommunalen Abwasserkläranlage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Keine ARA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit externen Abfallbehandlung für Entsorgung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Nicht anwendbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit externen Abfallreclamation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nicht anwendbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>3.2.2 Beitragendes Expositionsszenarium CS2 zur Beherrschung der Arbeitnehmerexposition für PROC 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Verwendung in geschlossenen Chargenverfahren (Synthese oder Formulierung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Eigenschaften des Products                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Verflüssigtes Gas; deckt die Substanz im Produkt bis zu 100 % ab (sofern nicht anders angegeben); unter der Annahme, dass Aktivitäten bei Zimmertemperatur erfolgen (sofern nicht anders angegeben).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Verwendete Mengen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Bis zu 2500 kg/ Schicht – Arbeitnehmer– basierend auf einer konservativen Jahresschätzung für 2 Schichten/ Tag mit 5 Arbeitern pro Schicht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Häufigkeit und Dauer der Verwendung/Exposition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

Zeitweise: 8- Stunden Schicht; 200 Tage /Jahr, konservativ vermutlich weniger als 15 min Expositionsdauer pro Arbeiternehmer, basierend auf 70 bis 100 Verbindungsvorgänge pro Tag mit zwei 8 h Schichten, 5 Arbeiternehmer pro Schicht und einer Exposition von 30 Sek. pro Verbindungsdauer

Menschliche Faktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement

Leichte Arbeit, Atmungsvolumen = 10 m<sup>3</sup>/ 8-Stundenschicht

Sonstige gegebene Betriebsbedingungen, die sich auf die Exposition von Arbeitnehmern auswirken

Verwendung im Freien. Unter normalen Benutzungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer Verbindungen herstellen oder trennen.

Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzungen

Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Abwasser. Verfahren zur Minimierung von Freisetzungen ins Erdreich: Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in einem geschlossenen System zu verwenden. Übertragung der Substanz über dauerhaft technisch dichte Leitungen. Die Übertragungsleitungen sind vor dem Tennen bzw. Verbinden zu entleeren.

Technische Bedingungen und Maßnahmen zur Kontrolle der Verbreitung von der Quelle zu den Arbeitnehmern

keine

Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/ Begrenzung von Freisetzungen, Verbreitung und Exposition

Anwendung der Richtlinien ATEX 137 und ATEX 95 (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) und Richtlinie 98/24/EC (Schutz vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit); Verwendung von ISO 13043 (15. April 2011) (Straßenfahrzeuge – Kühlsysteme, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden – Sicherheitsvorschriften) und SAE J639 (Sicherheitsstandards für Kühltampfdrucksysteme in Kraftfahrzeugen) und SAE J2845 (Technische Zertifizierung für Service und Einschluss von Kühlmitteln, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden). Regelmäßige Inspektionen und die Wartung von Ausrüstung und Maschinen sind sicher zu stellen. Das Bedienpersonal ist in der Expositionsbegrenzung zu schulen.

Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit persönlicher Schutzausrüstung und gesundheitlichem Arbeitsschutz

Es ist Augenschutz gemäß EN 166 oder ANSI Z87.1 zu verwenden, um die Augen vor Flüssigkeitsspritzern zu schützen. Es sind geeignete Handschuhe, die gemäß EN374 getestet sind oder die, die U.S. OSHA-Richtlinien erfüllen, zu verwenden.

### 3.3. Expositionsabschätzung und Verweis auf deren Quelle

Expositionsmodell: CS1 and CS2: ECETOC TRA v.3

Information zu CS1:

| Umweltkompartiment | Expositionsabschätzungs-<br>methode und Verweis auf<br>deren Quelle | Erläuterung/ Begründung                                                                                                                                                                                             |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wasser             | Kenntnis über die Substanz und<br>den Prozess                       | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC2 vermutlich 2%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: 0%<br>Lokale Freisetzungsrate: 0 kg/Tag<br>Erklärung / Begründung: Substanz ist ein verflüssigtes Gas.                           |
| Luft               | Kenntnis über die Substanz und<br>den Prozess                       | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC2 vermutlich 2.5%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: ~0.25%<br>Lokale Freisetzungsrate: 62.5 kg/Tag gesamt EU-27+.<br>Erklärung / Begründung: Basierend auf Kenntnis des Prozesses. |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

|       |                                            |                                                                                                                                                                                              |  |
|-------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Boden | Kenntnis über die Substanz und den Prozess | Anfänglicher Freisetzungsfaktor: ERC2 vermutlich 0.01%<br>Finaler Freisetzungsfaktor: 0%<br>Lokale Freisetzungsrate: 0 kg/Tag<br>Erklärung / Begründung: Substanz ist ein verflüssigtes Gas. |  |
|-------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Die Expositionskonzentrationen und RCRs für HFO-1234yf und sein potentiell Abbauprodukt TFA sind in ES4 angegeben.

## Information zu CS2:

| Expositionsweg und Expositionsart              | Expositionshöhe    | Quelle für die Expositionsbewertung                                   | Einheit der Expositionshöhe und DNEL (oder DMEL) | DNEL (oder DMEL) | Risikocharakterisierung |
|------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Inhalation, systemisch, Langzeit               | 17                 | TRA v.3 tool eingesetzt, um die Expositionskonzentration abzuschätzen | mg/m <sup>3</sup>                                | 950              | 0.018                   |
| Einatmen, systemisch, akut                     | Nicht erforderlich | Nicht erforderlich                                                    |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |
| Einatmen, lokal, Langzeit                      | Nicht erforderlich | Nicht erforderlich                                                    |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |
| Einatmen, lokal, akute                         | Nicht erforderlich | Nicht erforderlich                                                    |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |
| Dermal, systemisch, Langzeit                   | Nicht erforderlich | Nicht erforderlich                                                    |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |
| Dermal, systemisch, akut                       | Nicht erforderlich | Nicht erforderlich                                                    |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |
| Dermal, lokal, Langzeit                        | Nicht erforderlich | Nicht erforderlich                                                    |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |
| Dermal, lokal, akut                            | Nicht erforderlich | Nicht erforderlich                                                    |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, Langzeit |                    |                                                                       |                                                  |                  | 0.018                   |
| Kombinierte Aufnahmewege, systemisch, akut     |                    |                                                                       |                                                  |                  | Nicht erforderlich      |

Der RCR für die Exposition durch Einatmen war <1. Das bedeutet, dass keine nachteiligen Auswirkungen auf den Arbeitnehmer zu erwarten sind.

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

**4.1 Expositionsszenarium ES4**

Exposition der Umwelt bei der Nutzung und Entsorgung

Industrielle Verwendungen: Verwendungen von Stoffen als solche oder in Zubereitungen an Industriestandorten (SU 3); Formulierung [Mischen] von Zubereitungen und/oder Umverpackung (außer Legierungen) (SU 10); Generelle Herstellung, Bsp. Maschinen, Ausrüstung, Fahrzeuge, andere Transportmittel (SU 17), ausgenommen Busse; Verbraucherverwendungen: Private Haushalte (= Allgemeinheit = Verbraucher) (SU 21); Gewerbliche Verwendungen: Öffentlicher Bereich (Verwaltung, Bildung, Unterhaltung, Dienstleistungen, Handwerk) (SU 22)

HFO-1234yf: Herkömmliche Nutzung im Freien von Substanzen in geschlossenen Systemen (ERC9b). TFA: Breite disperse Außenanwendung von langlebigen Erzeugnissen und Materialien mit hoher oder beabsichtigter Freisetzung (ERC10b).

Beitragende Szenarien zur Arbeitnehmerexposition: CS2: HFO-1234yf: Verwendung, Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Eigenschaften (PROC 8a, 9)

Gemäß Henne et al., 2012, werden ab der kompletten Umstellung der Fahrzeuge auf HFO-1234yf (voraussichtlich im Jahr 2020) 19,2 Gg/yr (19200 Tonnen pro Jahr (tpa)) HFO-1234yf von Klimaanlage in die Luft abgegeben. Dieser Wert repräsentiert ein hohes Emissionsszenario (95% confidence band) für die EU-27+. Die geschätzten freigesetzten 19200 t pro Jahr basieren auf einer Vorhersage von 335 Millionen Fahrzeugen, von denen ca. 90% diese Substanz in der Klimaanlage nutzen, und für Arbeiten während der Nutzung von HFO-1234yf, ausgenommen die Herstellung, die aktuell nicht in den EU-27+ erfolgt.

**4.2.1 Beitragendes Expositionsszenarium CS1: Beherrschung der Umweltexposition für ERC9b, 10b**

Weit verbreitete Nutzung im Freien von Substanzen in geschlossenen Systemen (ERC9b); TFA: Herkömmliche Nutzung in der Außenverwendung von Erzeugnissen und Materialien mit hoher oder beabsichtigter Freisetzung (ERC10b)

Vergleiche hierzu ES1, 2, 3 entsprechend den Verwendungsbedingungen abgedeckt durch ES4.

| Activity                                                                            | Potential amount released (g/MAC) | Percentage of original fill amount potentially released (%) | Fraction of automobiles with release | Henne et al emission factor (g/yr/MAC) | How Henne et al emission factor and/or fraction of automobiles with release determined | Predicted emissions for activity (tpa) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| MAC filling at Original Equipment Manufacturers                                     | 5                                 | 0.9                                                         | 0.9                                  | 0.42                                   | 5 g/MAC divided by 12 years (average MAC lifetime)                                     | 127                                    |
| MAC refilling by skilled personnel                                                  | 35                                | 6.4                                                         | 0.81                                 | 2.92                                   | 35 g/MAC divided by 12 years                                                           | 792                                    |
| MAC refilling by unskilled personnel                                                | 350                               | 64                                                          | 0.09                                 | 29.2                                   | 350 g/MAC divided by 12 years                                                          | 880                                    |
| Regular automobile usage                                                            | 35.8                              | 6.5                                                         | 0.9                                  | 35.8                                   | In-use car data for 2002/2003 with no loss rate improvement                            | 10 794                                 |
| Irregular usage (sudden leaks from accidents, stone impacts, and component defects) | 550                               | 100                                                         | 0.017                                | 550                                    | All or original fill released; 1.9% cars/year times 90% of cars with HFO-1234yf in MAC | 3 132                                  |
| MAC dismantling by skilled personnel                                                | 100                               | 18                                                          | 0.25                                 | 8.33                                   | 100 g/MAC divided by 12 years                                                          | 698                                    |
| MAC dismantling by unskilled personnel                                              | 400                               | 73                                                          | 0.25                                 | 33.3                                   | 400 g/MAC divided by 12 years                                                          | 2 789                                  |
|                                                                                     |                                   |                                                             |                                      |                                        | <b>Total estimated emissions for ES1 and ES2</b>                                       | <b>~19 212</b>                         |
| Formulation of preparations (ES3)                                                   | Not applicable                    | Not applicable                                              | Not applicable                       | Not applicable                         | 0.25% of 5 000 tpa                                                                     | 12.5                                   |
|                                                                                     |                                   |                                                             |                                      |                                        | <b>Total estimated emissions for ES1, ES2, and ES3</b>                                 | <b>~19 225</b>                         |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

**4.2.2 Beitragendes Expositionsszenarium CS2 zur Beherrschung der Arbeitnehmerexposition für Verwendung und Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Eigenschaften (PROC 8a, 9)**

Transfer der Substanz in nicht-zweckbestimmten Einrichtungen

**Eigenschaften des Products**

Extrem entzündliches Verflüssigtes Gas; deckt die Substanz im Produkt bis zu 100 % ab (sofern nicht anders angegeben); unter der Annahme, dass Aktivitäten bei Zimmertemperatur erfolgen.

**Verwendete Mengen**

Mobile A/C: 0.5 kg Füllvorgang; Stationäre Ausrüstung: 0.05 – 300 kg/ Füllvorgang

**Häufigkeit und Dauer der Verwendung/Exposition**

Dauer der Verwendung/Exposition: Intermittierend;

Mobile Klimaanlage: ca. 1 Minute/ 8-Stundenschicht (0,083 Minuten (5 Sekunden) pro Verbindungsprozess x 2

Verbindungsprozesse pro Absaugungs-/Neuladevorgang x 1 Wartungsvorgang pro Stunde x 8 Stunden pro

Schicht)Frequency: 200 days/year

**Menschliche Faktoren, nicht beeinflusst durch Risikomanagement**

keine

**Sonstige gegebene Betriebsbedingungen, die sich auf die Exposition von Arbeitnehmern auswirken**

Nutzung im Innenraum. Unter normalen Benutzungsbedingungen würde die Exposition in erster Linie auftreten, wenn die Arbeitnehmer Leitungen verbinden oder trennen.

**Technische Bedingungen und Maßnahmen auf Prozessebene (Quelle) zur Verhinderung von Freisetzen**

Es ist darauf zu achten, dass die Ventile von Zylindern fest verschlossen werden und nicht undicht sind. Die Substanz ist in einem geschlossenen System zu verwenden. Die Übertragung der Substanz muss über dauerhaft technisch dichte Leitungen erfolgen. Übertragungsleitungen sind vor der Trennung von Verbindungen zu entleeren.

**Technische Bedingungen und Maßnahmen zur Kontrolle der Verbreitung von der Quelle zu den Arbeitnehmern**

keine

**Organisationsmaßnahmen zur Verhinderung/ Begrenzung von Freisetzen, Verbreitung und Exposition**

Anwendung der Richtlinien ATEX 137 und ATEX 95 (Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen) und Richtlinie 98/24/EC (Schutz vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit); Verwendung von ISO 13043 (15. April 2011) (Straßenfahrzeuge – Kühlsysteme, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden – Sicherheitsvorschriften) und SAE J639 (Sicherheitsstandards für Kühltampfdrucksysteme in Kraftfahrzeugen) und SAE J2845 (Technische Zertifizierung für Service und Einschluss von Kühlmitteln, die in mobilen Klimaanlageanlagen verwendet werden); EN 378 (Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen). Regelmäßige Inspektionen und die Wartung von Ausrüstung und Maschinen sind sicher zu stellen. Das Bedienpersonal ist in der Expositionsbegrenzung zu schulen.

**4.3. Expositionsabschätzung und Verweis auf deren Quelle**

Expositionsmodell: CS1: ECETOC TRA v.3

Information zu CS1:

Vorausberechnete Expositionskonzentrationen und Risikocharakterisierungsverhältnis (RCR) für HFO-1234yf:

| Schutzziel               | Expositionskonzentration | Expositionskonzentration und PNEC Einheiten | PNEC  | Risikocharakterisierung |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|-------|-------------------------|
| Abwasserreinigungsanlage | Nicht der ARA zugeführt  | mg/L                                        | Nicht | Nicht anwendbar         |

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

| (ARA)                          |          |                            | anwendbar  |          |
|--------------------------------|----------|----------------------------|------------|----------|
| Süßwasser                      | 1.11E-10 | mg/L                       | 0.1        | 1E-09    |
| Sediment (Süßwasser)           | 1.67E-09 | mg/kg Trockengewicht (dwt) | 1.77       | 9E-10    |
| Boden (Landwirtschaft)         | 1.97E-09 | mg/kg dwt                  | 1.54       | 1E-09    |
| Meerwasser                     | 3.19E-11 | mg/L                       | 0.01       | 3E-09    |
| Sediment (Meerwasser)          | 4.81E-10 | mg/kg dwt                  | 0.178      | 3E-09    |
| Mensch über die Umwelt (lokal) | 3.28E-06 | mg/kg Körpergewicht/Tag    | 271(DNEL)† | 1.21E-08 |

Die RCRs für alle Umweltkompartimente waren deutlich < 1. dieses bedeutet, dass keine nachteiligen Effekte für die Umwelt und die Umweltrezeptoren zu erwarten sind bei der möglichen Umsetzung von HFO-1234yf zu TFA. Hierbei berücksichtigt sind die Originalfüllung, die Nachfüllung, die zweckbestimmte Verwendung sowie die nicht zweckbestimmte Verwendung und der Ausbau.

Geschätzte Expositionshöhen und RCRs für TFA wenn HFO-1234yf in der Luft freigesetzt und umgesetzt wird:

| Schutzziel                     | Expositionskonzentration     | Expositionskonzentration und PNEC Einheiten | PNEC (ECHA, 2014) | Risikocharakterisierung |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Abwasserreinigungsanlage (ARA) | Keine Freisetzung in die ARA | mg/L                                        | Nicht anwendbar   | Nicht anwendbar         |
| Süßwasser                      | 1.06E-05                     | mg/L                                        | 1                 | 1E-05                   |
| Sediment (Süßwasser)           | 5.86E-05                     | mg/kg Trockengewicht (dwt)                  | 4.22              | 1E-05                   |
| Boden (Landwirtschaft)         | 9.23E-06                     | mg/kg dwt                                   | 0.0083            | 1E-03                   |
| Meerwasser                     | 9.14E-05                     | mg/L                                        | 0.1               | 9E-05                   |
| Sediment (Meerwasser)          | 5.03E-05                     | mg/kg dwt                                   | 0.422             | 1E-04                   |
| Mensch über die Umwelt (local) | 1.12E-04                     | mg/kg Körpergewicht/Tag                     | 0.25 (DNEL)       | 4E-04                   |

Die RCRs für alle Umweltkompartimente waren deutlich < 1. Dieses bedeutet, dass keine nachteiligen Effekte für die Umwelt sowie die Umweltrezeptoren bei der Umsetzung von HFO-1234yf zu TFA während der Originalfüllung, der Nachfüllung, der zweckbestimmten Verwendung, der nicht zweckbestimmten Verwendung und beim Ausbau zu erwarten sind.

Expositionsmodell für CS2: SAE International Cooperative Research Program 1234

Information zu CS2:

**Geschätzte Expositionskonzentrationen und Bestimmung der physikalisch-chemischen Risikocharakterisierung**

HFO-1234yf ist als extrem entzündliches Gas eingestuft. Diese Einstufung basiert einzig auf der Existenz einer unteren und oberen Entzündbarkeitsgrenze in Luft bei 20°C. Die Entzündbarkeitsgrenzen in Luft sind 6.2%(V) und 12.3%(V) (Methode: ASTM E681-04). HFO-1234yf hat einen Siedepunkt

von -29,4 °C und eine Selbstentzündungstemperatur von 405°C. Die Selbstentzündungstemperatur ist sehr hoch und gibt bei der normalen Handhabung und der normalen Verwendung keinen Anlass zur Besorgnis.

HFO-1234yf ist aufgrund seiner (öko)toxikologischen Eigenschaften als nicht gefährlich eingestuft. Ausschließlich das

**Solstice® yf Refrigerant (R-1234yf)**

Version 7.6

Überarbeitet am 23.05.2019

Ersetzt 6

Risiko hinsichtlich der Entzündbarkeit führt zu einer Einstufung.

Die HFO-1234yf Exposition innerhalb eines abgeschlossenen Fahrzeugs als Folge eines Unfalls mit Leckage ist als worst-case -Situation anzunehmen.

Die Exposition mit HFO-1234yf im Fahrgastraum eines PKWs als Folge eines Lecks aufgrund eines Unfalls ist höher anzunehmen als die Exposition, die durch eine Undichtigkeit der Klimaanlage (z.B. verursacht durch Korrosion) entstehen kann.

Zur Bewertung der Unfallsituation wurde ein Kleinwagen mit einem effektiven Volumen von 1.25 m<sup>3</sup> eingesetzt, um zu ermitteln, ob die untere Entzündbarkeitsgrenze bei einer Kollision erreicht werden kann. Bei einem Seitenaufprall ist anzunehmen, dass ca. 70% des Kältemittels in die Fahrgastkabine eindringen werden. Entsprechend SAE J2772 ist anzunehmen, dass Bruchschäden an anderen Fahrzeugteilen dazu führen, dass Kältemittel eher in die Umgebungsluft entweicht als dass es in die Fahrgastkabine eindringt. Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass das Kältemittel eine maximale Konzentration von 127 000 mg/m<sup>3</sup> (27 200 ppm) erreicht, welche deutlich unter der unteren Entzündbarkeitsgrenze von 62 000 ppm liegt.

Exposition mit HFO-1234yf aufgrund einer worst-case Leckage durch Korrosion der Klimaanlage verursacht, (langsam fortschreitendes Leck) hat gezeigt, dass eine maximale Konzentration von < 2% (gemessenes Maximum von 1.8%) in Luxusfahrzeugen erreicht wird; durchschnittliche Fahrzeuge haben eine geringere Dichtigkeit und daher kann auch nur eine kleinere maximale Kältemittelkonzentration erreicht werden (gemessenes Maximum 1.2% ) als bei Luxusfahrzeugen, die aufgrund der höheren Anforderungen hinsichtlich der Fahrgeräusche besser abgedichtet sind.