

Pagina 1 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

## Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

### SEZIONE 1: identificazione della sostanza/miscela e della società/impresa

#### 1.1 Identificatore del prodotto

##### **R1234yf**

2,3,3,3-tetrafluoropropene

Numero di registrazione (ECHA): --

Index: ---

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

CAS: 754-12-1

#### 1.2 Usi identificati pertinenti della sostanza o della miscela e usi sconsigliati

##### **Usi pertinenti identificati della sostanza o miscela:**

Agente refrigerante

##### **Usi sconsigliati:**

Al momento non sono presenti informazioni.

#### 1.3 Informazioni sul fornitore della scheda di dati di sicurezza

WAECO Germany WSE GmbH,  
Hollefeldstr. 63, 48282 Emsdetten,  
Germany  
Tel +49 2572 879-0  
info@waeco.com  
waeco.com

CH

Dometic Switzerland AG,  
Riedackerstrasse 7a, 8153 Rümlang  
(Zürich), Switzerland,  
Tel. +41 44 8187171

Indirizzo e-mail del perito esperto: info@chemical-check.de, k.schnurbusch@chemical-check.de - Si prega di NON usare questo indirizzo per richiedere le schede tecniche sulla sicurezza.

#### 1.4 Numero telefonico di emergenza

##### **Servizio informazioni di emergenza / ufficio pubblico di consulenza:**

I

Centro Antiveleni di Milano - Azienda Ospedaliera Niguarda Ca' Granda - Piazza Ospedale Maggiore 3, I-20162 Milano. In caso di intossicazione chiamare 24 ore su 24, 365 giorni il: +39 02 - 66 10 10 29

Centro Antiveleni di Pavia - Centro Nazionale per l'Informazione Tossicologica (C.N.I.T) - IRCCS Fondazione Maugeri - via Salvatore Maugeri 10, I-27100 Pavia. IL NUMERO ATTIVO PER LE EMERGENZE: +39 0382-24444

Centro Antiveleni di Bergamo - Azienda Ospedaliera Ospedaliera Papa Giovanni XXIII, Piazza OMS 1, I-24127 Bergamo - Servizio attivo 24 ore su 24 - Telefono:

Per chi chiama da Bergamo e provincia: 118

Per chi chiama da fuori provincia: 800.883300

Centro Antiveleni di Firenze - Azienda Ospedaliero Universitaria Careggi, Largo Brambilla 3, 50134 Firenze - Servizio di consulenza telefonica ad accesso diretto nelle 24 ore su ogni sospetto di intossicazione - Telefono: +39 055 - 794 7819

Centro Antiveleni di Roma, Policlinico A. Gemelli - Università Cattolica del Sacro Cuore, Dipartimento di Tossicologia Clinica - Largo Agostino Gemelli 8, I-00168 Roma. Telefono: +39 06-3054343 (disponibilità 24 ore)

Pagina 2 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

Centro Antiveleni di Roma, Policlinico Umberto I - Università di Roma, Dipartimento di Scienze Anestesiologiche, Medicina Critica e Terapia del Dolore - Viale del Policlinico 155, I-00161 Roma. Telefono: +39 06 - 49978000 (disponibilità 24 ore)

Centro Antiveleni di Napoli - Azienda Ospedaliera di Rilievo Nazionale A.Cardarelli - Via Cardarelli 9, I-80131 Napoli. Telefono: +39 081-5453333 (disponibilità 24 ore)

Centro Antiveleni di Foggia - Azienda Ospedaliero Universitaria di Foggia - Viale Luigi Pinto 1, Plesso Maternità - Piano Terra - 71121 Foggia. Telefono: 800.183459 (Attivo H/24 su 365 giorni)

Centro Antiveleni pediatrico di Roma, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Dipartimento Emergenza e Accettazione (DEA) - Piazza Sant'Onofrio 4, I-00165 Roma. Telefono: +39 06 - 68593726 (24 ore su 24)

Centro Antiveleni di Verona - Azienda Ospedaliera Integrata Verona - Piazzale Aristide Stefani, 1, I-37126 Verona. Telefono: 800 011858

CH

Tox Info Suisse, Freiestrasse 16, CH-8032 Zurigo. Telefono di emergenza nazionale (24 ore): 145 (dall'estero: +41 44 251 51 51)

### No. di telefono di emergenza della società:

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

+1 872 5888271 (CCWA)

## SEZIONE 2: identificazione dei pericoli

### 2.1 Classificazione della sostanza o della miscela

#### Classificazione secondo Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP)

| Classe di pericolo | Categoria di pericolo | Indicazione di pericolo                                         |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Press. Gas         | (Liq.)                | H280-Contiene gas sotto pressione, può esplodere se riscaldato. |
| Flam. Gas          | 1B                    | H221-Gas infiammabile.                                          |

### 2.2 Elementi dell'etichetta

#### Etichettatura secondo Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP)



2,3,3,3-tetrafluoropropene

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

#### Pericolo

H280-Contiene gas sotto pressione, può esplodere se riscaldato. H221-Gas infiammabile.

P210-Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare.

P377-In caso d'incendio dovuto a perdita di gas, non estinguere a meno che non sia possibile bloccare la perdita senza pericolo.

P381-In caso di perdita, eliminare ogni fonte di accensione.

P410+P403-Proteggere dai raggi solari. Conservare in luogo ben ventilato.

Contiene gas fluorurati a effetto serra.

### 2.3 Altri pericoli

Nessuna sostanza vPvB

Nessuna sostanza PBT

Nessuna sostanza con proprietà da perturbatore endocrino.

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

### SEZIONE 3: composizione/informazioni sugli ingredienti

#### 3.1 Sostanze

| 2,3,3,3-tetrafluoropropene                                          |                                               |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Numero di registrazione (REACH)                                     | 01-0000019665-61-XXXX                         |
| Index                                                               | ---                                           |
| EINECS, ELINCS, NLP, REACH-IT List-No.                              | 468-710-7                                     |
| CAS                                                                 | 754-12-1                                      |
| Conc. %                                                             |                                               |
| Classificazione secondo Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP), fattori M | Flam. Gas 1B, H221<br>Press. Gas (Liq.), H280 |

#### 3.2 Miscele

n.a.

Testo delle frasi H e le sigle di classificazione (GHS/CLP) vedi sezione 16.

Le sostanze contenute in questa sezione vengono denominate in base alla vostra effettiva classificazione corrispondente!

Questo vuol dire che in presenza di sostanze elencate all'allegato VI tabella 3.1 del regolamento (CE) n. 1272/2008 (regolamento CLP), sono state prese in considerazione tutte le note eventualmente citate per la classificazione in questione.

L'aggiunta delle concentrazioni più elevate qui elencate può comportare una classificazione. Solo quando questa classificazione è elencata nella Sezione 2 si applica. In tutti gli altri casi la concentrazione totale è inferiore alla classificazione.

### SEZIONE 4: misure di primo soccorso

#### 4.1 Descrizione delle misure di primo soccorso

I primi soccorritori dovranno prestare attenzione alla tutela personale!

Mai far ingurgitare qualcosa ad una persona svenuta!

##### Inalazione

Allontanare la persona dall'area di pericolo.

Far respirare aria fresca alla persona, consultare subito un medico.

In caso di perdita della coscienza mettere su un fianco in posizione ferma e consultare un medico.

Arresto respiratorio - necessaria respirazione artificiale tramite apparecchio.

##### Contatto con la pelle

Lavare accuratamente con molta acqua, allontanare immediatamente gli abiti inquinati, in caso di irritazione della pelle (arrossamento, ecc.) consultare il medico.

Coprire in modo antisettico i congelamenti.

##### Contatto con gli occhi

Togliere le lenti a contatto.

Sciacquare accuratamente ed abbondantemente con acqua per parecchi minuti, chiamare subito il medico - fornire scheda dati.

##### Ingestione

Abitualmente non ci sono vie di assorbimento.

#### 4.2 Principali sintomi ed effetti, sia acuti che ritardati

Se pertinenti alla sezione 11. ovvero per quanto riguarda le vie di somministrazione descritte alla sezione 4.1. possono verificarsi sintomi ed effetti ad azione ritardata.

In casi specifici può accadere che i sintomi di avvelenamento si verifichino soltanto dopo un periodo di tempo più lungo/dopo diverse ore.

stordimento

Mal di testa

intossicazione

Per concentrazioni elevate:

Effetto di soffocamento.

La vittima non nota il soffocamento.

#### 4.3 Indicazione dell'eventuale necessità di consultare immediatamente un medico e di trattamenti speciali

Pagina 4 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

Trattamento sintomatico.

Non somministrare preparati contenenti adrenalina/efedrina.

## SEZIONE 5: misure di lotta antincendio

### 5.1 Mezzi di estinzione

#### Mezzi di estinzione idonei

Getto d'acqua a spruzzo/schiuma resistente all'alcool/CO2/estintore a secco.

#### Mezzi di estinzione non idonei

Getto d'acqua pieno

### 5.2 Pericoli speciali derivanti dalla sostanza o dalla miscela

In caso di incendio possono formarsi:

Fluorcomposti

Composti alogenati

Idrocarburi alogenati

Ossidi di carbonio

Rischio di scoppio in caso di riscaldamento

### 5.3 Raccomandazioni per gli addetti all'estinzione degli incendi

Attrezzatura protettiva personale vedi sezione 8.

In caso di incendio e/o esplosione non respirare i fumi.

È necessario un apparecchio respiratorio indipendentemente dalla ventilazione.

Protezione totale

Raffreddare i recipienti in pericolo con acqua.

Smaltire l'acqua contaminata usata per spegnere incendi conformemente alla normativa vigente.

## SEZIONE 6: misure in caso di rilascio accidentale

### 6.1 Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure in caso di emergenza

#### 6.1.1 Per chi non interviene direttamente

In caso di versamento o di esposizione involontaria, indossare i dispositivi di protezione individuale per evitare la contaminazione.

Garantire una ventilazione sufficiente, rimuovere eventuali fonti di esplosione.

Evitare la formazione di polvere nei prodotti solidi e in polvere.

Abbandonare possibilmente le zone di pericolo, applicare eventualmente i piani di emergenza presenti.

Tenere lontano il personale non necessario.

Allontanare i focolai, non fumare.

Aerare abbondantemente.

Evitare il contatto con occhi e pelle e l'inalazione.

#### 6.1.2 Per chi interviene direttamente

Per l'attrezzatura di protezione adeguata e i dati sui materiali vedi paragrafo 8.

### 6.2 Precauzioni ambientali

Evitare l'infiltrazione nelle acque di superficie, nelle falde freatiche e nel terreno.

Evitare che penetri nella canalizzazione, in cantina, in fosse per lavori in corso o altri luoghi in cui l'accumulo può essere pericoloso.

Informare le autorità competenti in caso di fortuita infiltrazione nella rete fognaria.

### 6.3 Metodi e materiali per il contenimento e per la bonifica

In caso di fuga di aerosol/gas, ventilare abbondantemente.

Lasciar evaporare.

### 6.4 Riferimenti ad altre sezioni

Attrezzatura protettiva personale vedi sezione 8 ed anche le indicazioni relative allo smaltimento sezione 13.

## SEZIONE 7: manipolazione e immagazzinamento

Oltre alle informazioni fornite in tale sezione, altre informazioni pertinenti si possono trovare nella sezione 8 e 6.1.

### 7.1 Precauzioni per la manipolazione sicura

#### 7.1.1 Consigli generali

Procurare una buona ventilazione locale.

Ventilazione dell'ambiente anche in prossimità del suolo.

Pagina 5 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

Non inalare i vapori.

Evitare il contatto con occhi e pelle.

Allontanare i focolai - Non fumare.

Prendere misure contro l'accumulo di cariche elettrostatiche.

Utilizzare apparecchi protetti dalle esplosioni.

Non usare su superfici molto calde.

È vietato mangiare, bere, fumare e conservare generi alimentari nel locale di lavoro.

Osservare le indicazioni sull'etichetta e le istruzioni per l'uso.

Per la lavorazione seguire le istruzioni per l'uso.

### 7.1.2 Indicazioni sulle generali norme igieniche sul posto di lavoro

Seguire le norme igieniche generali relative ai prodotti chimici.

Prima delle pause e al termine del lavoro lavare le mani.

Conservare lontano da alimenti o mangimi e da bevande.

Prima di accedere alle aree in cui si mangia, togliersi l'abbigliamento contaminato e le apparecchiature di protezione.

### 7.2 Condizioni per lo stoccaggio sicuro, comprese eventuali incompatibilità

Conservare in un luogo non accessibile a persone non autorizzate.

Immagazzinare il prodotto solo in imballaggi originali e chiusi.

Non immagazzinare il prodotto in corridoi e scale.

Non immagazzinare insieme a sostanze comburenti o autoinfiammabili.

Proteggere dai raggi del sole e da temperature superiori a 50° C.

Osservare le particolari condizioni di immagazzinaggio.

Immagazzinare al fresco.

Immagazzinare in luogo ben ventilato.

Rispettare regolamenti speciale per gas.

### 7.3 Usi finali particolari

Al momento non sono presenti informazioni.

Rispettare le indicazioni operative sulla buona prassi, nonché le raccomandazioni da seguire per l'analisi dei pericoli.

In base all'utilizzo consultare i sistemi di informazione sulle sostanze pericolose, ad esempio delle associazioni di categoria, dell'industria chimica o di vari settori (materiale edile, legno, chimica, laboratorio, pelle, metallo).

## SEZIONE 8: controlli dell'esposizione/della protezione individuale

### 8.1 Parametri di controllo

| 2,3,3,3-tetrafluoropropene |                                               |                                  |             |        |       |              |
|----------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|-------------|--------|-------|--------------|
| Ambito di applicazione     | Via di esposizione / Compartimento ambientale | Effetti sulla salute             | Descrizione | Valore | Unità | Osservazione |
|                            | Ambiente - acqua dolce                        |                                  | PNEC        | 0,1    | mg/l  |              |
|                            | Ambiente - acqua marina                       |                                  | PNEC        | 0,01   | mg/l  |              |
|                            | Ambiente - sedimento, acqua dolce             |                                  | PNEC        | 1,77   | mg/kg |              |
|                            | Ambiente - sedimento, acqua marina            |                                  | PNEC        | 0,178  | mg/kg |              |
|                            | Ambiente - suolo                              |                                  | PNEC        | 1,54   | mg/kg |              |
| Utenza                     | Uomo - inalazione                             | Lungo periodo, effetti sistemici | DNEL        | 113,1  | mg/m3 |              |
| Utenza                     | Uomo - inalazione                             | Breve periodo, effetti sistemici | DNEL        | 186400 | mg/m3 |              |
| Operaio / lavoratore       | Uomo - inalazione                             | Lungo periodo, effetti sistemici | DNEL        | 950    | mg/m3 |              |

### 8.2 Controlli dell'esposizione

L'utilizzo professionale di questo prodotto (questa sostanza / questo preparato) da parte dei giovani è soggetto a restrizioni o vietato. Le relative basi legali e le disposizioni dettagliate sono riportate nella sezione 15 (Svizzera).

#### 8.2.1 Controlli tecnici idonei

Pagina 6 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

Assicurare una buona ventilazione. Ciò si può ottenere anche con l'aspirazione locale o con lo scarico generico dell'aria viziata. Se non basta a tenere la concentrazione sotto i valori TLV / AGW, portare una protezione adatta per le vie respiratorie. Vale soltanto, se qui vengono riportati dei valori d'esposizione.

### 8.2.2 Misure di protezione individuale, quali dispositivi di protezione individuale

Seguire le norme igieniche generali relative ai prodotti chimici.

Prima delle pause e al termine del lavoro lavare le mani.

Conservare lontano da alimenti o mangimi e da bevande.

Prima di accedere alle aree in cui si mangia, togliersi l'abbigliamento contaminato e le apparecchiature di protezione.

Protezione degli occhi/del volto:

Occhiali di protezione ermetici con protezione laterale (EN ISO 16321-1).

Protezione della pelle - Protezione delle mani:

Guanti di pelle

Eventualmente

Guanti isolanti EN 511 (freddo)

Protezione della pelle - Altro:

Abbigliamento di protezione (p.es. scarpe di sicurezza EN ISO 20345, abito da lavoro protettivo con maniche lunghe).

Protezione respiratoria:

In caso di aerazione insufficiente indossare un respiratore.

È necessario un apparecchio respiratorio indipendentemente dalla ventilazione.

Osservare i limiti d'impiego dei respiratori.

Pericoli termici:

Se pertinenti, queste saranno riportate con le singole misure di sicurezza (protezione per occhi/viso, pelle, vie respiratorie).

Informazioni aggiuntive per la protezione delle mani - Non sono stati condotti test.

Nelle miscele è stata eseguita una scelta in base alla migliore conoscenza specifica e alle informazioni relative alle sostanze contenute a disposizione.

La scelta delle sostanze si basa sulle indicazioni dei fabbricanti di guanti.

Per la scelta definitiva del materiale dei guanti, si deve tenere conto dei tempi di rottura, delle percentuali di permeazione e della degradazione.

La scelta del guanto idoneo dipende non solo dal materiale, ma anche da altre caratteristiche di qualità, che variano da fabbricante a fabbricante.

Nelle miscele la resistenza dei materiali dei guanti non può essere calcolata in anticipo e per questo deve essere controllata prima dell'uso.

Il fabbricante deve accertare il tempo esatto di rottura del materiale dei guanti e far sì che sia rispettato.

### 8.2.3 Controlli dell'esposizione ambientale

Al momento non sono presenti informazioni.

## SEZIONE 9: proprietà fisiche e chimiche

### 9.1 Informazioni sulle proprietà fisiche e chimiche fondamentali

Stato fisico:

Gas liquefatto

Colore:

Incolore

Odore:

Debole

Punto di fusione/punto di congelamento:

Non si applica ai gas.

Punto di ebollizione o punto iniziale di ebollizione e intervallo di ebollizione:

-29,4 °C

Infiammabilità:

Estremamente infiammabile

Limite inferiore di esplosività:

6,2 Vol-% (ASTM E 681)

Limite superiore di esplosività:

12,3 Vol-% (ASTM E 681)

Punto di infiammabilità:

Non si applica ai gas.

Temperatura di autoaccensione:

405 °C

Temperatura di decomposizione:

Non sono presenti informazioni relative a questo parametro.

Pagina 7 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

pH:

Viscosità cinematica:

Solubilità:

Coefficiente di ripartizione n-ottanolo/acqua (valore logaritmico):

Tensione di vapore:

Tensione di vapore:

Densità e/o densità relativa:

Densità di vapore relativa:

Caratteristiche delle particelle:

### 9.2 Altre informazioni

Esplosivi:

Gas comburenti:

Massa molare:

La sostanza è un gas.

Non si applica ai gas.

198,2 mg/l (24°C, Regulation (EC) 440/2008 A.6. (WATER SOLUBILITY))

2,15 (Regulation (EC) 440/2008 A.8. (PARTITION COEFFICIENT))

6067 hPa (21°C)

14203 hPa (54°C)

1,1 g/cm<sup>3</sup> (25°C)

4

Non si applica ai gas.

Prodotto non esplosivo. Uso: possibile formazione di miscele esplosive vapore/aria.

No

114 g/mol

## SEZIONE 10: stabilità e reattività

### 10.1 Reattività

Il prodotto non è stato sottoposto a controllo.

### 10.2 Stabilità chimica

Stabile se stoccato e utilizzato in maniera appropriata.

### 10.3 Possibilità di reazioni pericolose

Polimerizzazione possibile con:

Epossidi

Possibile formazione di acido fluoridrico.

### 10.4 Condizioni da evitare

Caldo, in prossimità di fiamme, fonti d'accensione

### 10.5 Materiali incompatibili

Metalli alcalini

Magnesio

Zinco

Metalli leggeri

### 10.6 Prodotti di decomposizione pericolosi

Nessuna scomposizione se usato secondo le disposizioni.

## SEZIONE 11: informazioni tossicologiche

### 11.1. Informazioni sulle classi di pericolo definite nel regolamento (CE) n. 1272/2008

Per altre eventuali domande sugli effetti sulla salute vedasi paragrafo 2.1 (classificazione).

#### 2,3,3,3-tetrafluoropropene

| Tossicità / effetto                       | Punto finale | Valore  | Unità | Organismo | Metodo di controllo                  | Osservazione |
|-------------------------------------------|--------------|---------|-------|-----------|--------------------------------------|--------------|
| Tossicità acuta orale:                    |              |         |       |           |                                      | n.d.d.       |
| Tossicità acuta dermale:                  |              |         |       |           |                                      | n.d.d.       |
| Tossicità acuta inalativa:                | LD50         | >400000 | ppm   | Ratti     | OECD 403 (Acute Inhalation Toxicity) |              |
| Corrosione cutanea/irritazione cutanea:   |              |         |       |           |                                      | n.d.d.       |
| Gravi danni oculari/irritazione oculare:  |              |         |       |           |                                      | n.d.d.       |
| Sensibilizzazione respiratoria o cutanea: |              |         |       |           |                                      | n.d.d.       |

Pagina 8 di 13  
 Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)  
 Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015  
 Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014  
 Data di entrata in vigore: 23.03.2026  
 Data di stampa PDF: 24.03.2026  
 R1234yf

|                                                                                      |       |       |     |       |                                                                                    |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----|-------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Mutagenicità delle cellule germinali:                                                |       |       |     |       | OECD 473 (In Vitro Mammalian Chromosome Aberration Test)                           | Negativo |
| Mutagenicità delle cellule germinali:                                                |       |       |     |       | OECD 474 (Mammalian Erythrocyte Micronucleus Test)                                 | Negativo |
| Mutagenicità delle cellule germinali:                                                |       |       |     |       | OECD 486 (Unscheduled DNA Synthesis (UDS) Test with Mammalian Liver Cells In Vivo) | Negativo |
| Cancerogenicità:                                                                     |       |       |     |       |                                                                                    | n.d.d.   |
| Tossicità per la riproduzione:                                                       |       |       |     | Ratti | OECD 416 (Two-generation Reproduction Toxicity Study)                              | Negativo |
| Tossicità per la riproduzione:                                                       |       |       |     | Ratti | OECD 414 (Prenatal Developmental Toxicity Study)                                   | Negativo |
| Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione singola (STOT-SE):            |       |       |     |       |                                                                                    | n.d.d.   |
| Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione ripetuta (STOT-RE):           |       |       |     |       |                                                                                    | n.d.d.   |
| Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione ripetuta (STOT-RE) inalativa: | NOAEL | 50000 | ppm | Ratti | OECD 412 (Subacute Inhalation Toxicity - 28-Day Study)                             | (28 d)   |
| Tossicità specifica per organi bersaglio - esposizione ripetuta (STOT-RE) inalativa: | NOAEL | 50000 | ppm | Ratti | OECD 413 (Subchronic Inhalation Toxicity - 90-Day Study)                           |          |
| Pericolo in caso di aspirazione:                                                     |       |       |     |       |                                                                                    | n.d.d.   |
| Sintomi:                                                                             |       |       |     |       |                                                                                    | n.d.d.   |

### 11.2. Informazioni su altri pericoli

| 2,3,3,3-tetrafluoropropene                          |              |        |       |           |                     |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------|--------------|--------|-------|-----------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Tossicità / effetto                                 | Punto finale | Valore | Unità | Organismo | Metodo di controllo | Osservazione                                                                      |
| Proprietà di interferenza con il sistema endocrino: |              |        |       |           |                     | n.d.d.                                                                            |
| Altre informazioni:                                 |              |        |       |           |                     | Non sono disponibili altri dati di riferimento sugli effetti nocivi sulla salute. |

### SEZIONE 12: informazioni ecologiche

Per altre eventuali domande sugli effetti sull'ambiente vedasi paragrafo 2.1 (classificazione).

| 2,3,3,3-tetrafluoropropene |              |               |        |       |           |                     |              |
|----------------------------|--------------|---------------|--------|-------|-----------|---------------------|--------------|
| Tossicità / effetto        | Punto finale | Tempo di posa | Valore | Unità | Organismo | Metodo di controllo | Osservazione |

I CH  
 Pagina 9 di 13  
 Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)  
 Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015  
 Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014  
 Data di entrata in vigore: 23.03.2026  
 Data di stampa PDF: 24.03.2026  
 R1234yf

|                                                           |         |     |      |      |                           |                                                                    |                                             |
|-----------------------------------------------------------|---------|-----|------|------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 12.1. Tossicità del pesce:                                | LC50    | 96h | >197 | mg/l | Cyprinus carpio           | OECD 203 (Fish, Acute Toxicity Test)                               |                                             |
| 12.1. Tossicità della dafnia:                             | EC50    | 48h | >83  | mg/l | Daphnia magna             | OECD 202 (Daphnia sp. Acute Immobilisation Test)                   |                                             |
| 12.1. Tossicità delle alghe:                              | EC50    | 72h | >100 | mg/l | Selenastrum capricornutum | OECD 201 (Alga, Growth Inhibition Test)                            |                                             |
| 12.2. Persistenza e degradabilità:                        |         |     |      |      |                           | OECD 301 F (Ready Biodegradability - Manometric Respirometry Test) | Non facilmente biodegradabile               |
| 12.3. Potenziale di bioaccumulo:                          | Log Pow |     | 2,15 |      |                           |                                                                    | Non prevedibile                             |
| 12.4. Mobilità nel suolo:                                 |         |     |      |      |                           |                                                                    | n.d.d.                                      |
| 12.5. Risultati della valutazione PBT e vPvB:             |         |     |      |      |                           |                                                                    | Nessuna sostanza PBT, Nessuna sostanza vPvB |
| 12.6. Proprietà di interferenza con il sistema endocrino: |         |     |      |      |                           |                                                                    | n.d.d.                                      |
| 12.7. Altri effetti avversi:                              |         |     |      |      |                           |                                                                    | n.d.d.                                      |

### SEZIONE 13: considerazioni sullo smaltimento

#### 13.1 Metodi di trattamento dei rifiuti

##### Per il materiale / la miscela / le quantità residue

No. chiave CE:

I codici indicanti il tipo di rifiuti vanno considerati come raccomandazioni sulla base dell'utilizzo prevedibile di questo prodotto. A seconda dell'utilizzo particolare e delle caratteristiche di smaltimento dell'utente possono essere assegnati codici diversi. (2014/955/UE)

14 06 01 clorofluorocarburi, HCFC, HFC

Si raccomanda:

Lo smaltimento attraverso le acque reflue va sconsigliato.

Osservare le normative locali.

P.es. impianto di incenerimento adeguato.

Osservare la ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (Ordinanza sui rifiuti, OPSR, RS 814.600, Svizzera).

Osservare la ordinanza sul traffico di rifiuti (OTRif, RS 814.610, Svizzera).

Osservare la ordinanza del DATEC sulle liste per il traffico di rifiuti (RS 814.610.1, Svizzera). I rifiuti pericolosi sono contrassegnati con la lettera "S" nell'elenco. Consegnare solo ad enti autorizzati.

##### Per contenitori contaminati

Osservare le normative locali.

Si raccomanda:

Ritornare al produttore con pressione residua.

15 01 04 imballaggi metallici

Osservare la ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (Ordinanza sui rifiuti, OPSR, RS 814.600, Svizzera).

Osservare la ordinanza sul traffico di rifiuti (OTRif, RS 814.610, Svizzera).

Osservare la ordinanza del DATEC sulle liste per il traffico di rifiuti (RS 814.610.1, Svizzera). I rifiuti pericolosi sono contrassegnati con la lettera "S" nell'elenco. Consegnare solo ad enti autorizzati.

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)  
Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015  
Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014  
Data di entrata in vigore: 23.03.2026  
Data di stampa PDF: 24.03.2026  
R1234yf

SEZIONE 14: informazioni sul trasporto

Indicazioni generali

Trasporto su strada/su ferrovia (ADR/RID)

14.1. Numero ONU o numero ID: 3161  
14.2. Designazione ufficiale ONU di trasporto:  
UN 3161 LIQUEFIED GAS, FLAMMABLE, N.O.S. (R-1234YF)  
14.3. Classi di pericolo connesso al trasporto: 2.1  
14.4. Gruppo d'imballaggio: -  
14.5. Pericoli per l'ambiente: Non applicabile  
Tunnel restriction code: B/D  
Codice di classificazione: 2F  
LQ: 0  
Categoria di trasporto: 2



Trasporto via mare (Codice IMDG)

14.1. Numero ONU o numero ID: 3161  
14.2. Designazione ufficiale ONU di trasporto:  
UN 3161 LIQUEFIED GAS, FLAMMABLE, N.O.S. (R-1234YF)  
14.3. Classi di pericolo connesso al trasporto: 2.1  
14.4. Gruppo d'imballaggio: -  
14.5. Pericoli per l'ambiente: Non applicabile  
Inquinante marino (Marine Pollutant): Non applicabile  
EmS: F-D, S-U



Trasporto via aerea (IATA)

14.1. Numero ONU o numero ID: 3161  
14.2. Designazione ufficiale ONU di trasporto:  
UN 3161 Liquefied gas, flammable, n.o.s. (R-1234YF)  
14.3. Classi di pericolo connesso al trasporto: 2.1  
14.4. Gruppo d'imballaggio: -  
14.5. Pericoli per l'ambiente: Non applicabile



14.6. Precauzioni speciali per gli utilizzatori

Le persone interessate dovranno essere istruite al trasporto di sostanze pericolose.  
Tutte le persone coinvolte nel trasporto dovranno rispettare le specifiche per la messa in sicurezza.  
Per evitare eventuali danni dovranno essere prese le rispettive misure preventive.

14.7. Trasporto marittimo alla rinfusa conformemente agli atti dell'IMO

Il carico non viene eseguito con materiale sfuso ma in collettame, per questo non pertinente.  
Non si osservano le disposizioni relative a quantità ridotte.  
Codice pericolosa e codice imballo su richiesta.  
Rispettare le norme specifiche (special provisions).

SEZIONE 15: informazioni sulla regolamentazione

15.1 Disposizioni legislative e regolamentari su salute, sicurezza e ambiente specifiche per la sostanza o la miscela

Rispettare restrizioni:  
Per i prodotti e gli impianti che contengono gas fluorurati ad effetto serra rispettare il regolamento (UE) 2024/573 e il regolamento di esecuzione (UE) 2024/2174.  
Osservare le normative nazionali sulla tutela del lavoro giovanile (in particolare l'attuazione nazionale della direttiva 94/33/CE)!  
Osservare le disposizioni emesse dall'associazione di categoria e quelle della medicina del lavoro.

Direttiva 2012/18/UE ("Seveso-III"), allegato I, parte 2 - in questo prodotto sono contenute le seguenti sostanze elencate:

| N. voce | Sostanze pericolose | Note all'allegato I | Quantità limite (tonnellate) ai fini dell'applicazione dei Requisiti di soglia inferiore | Quantità limite (tonnellate) ai fini dell'applicazione dei Requisiti di soglia superiore |
|---------|---------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                     |                     |                                                                                          |                                                                                          |

Pagina 11 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

|    |                                                                            |    |    |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|
| 18 | Liquefied flammable gases, Category 1 or 2 (including LPG) and natural gas | 19 | 50 | 200 |
|----|----------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|

Per la classificazione delle categorie e delle soglie quantitative si dovranno rispettare sempre le note riportate all'allegato I della direttiva 2012/18/UE, in particolare le note contenute in queste tabelle e le note 1 - 6.

Direttiva 2010/75/UE (COV):

100 %

VOC-CH:

1,1 kg/l

Osservare la legge del 17 ottobre 1967, n. 977 sulla tutela del lavoro dei ((bambini)) e degli adolescenti (Italia).

I giovani che seguono una formazione professionale di base sono autorizzati a lavorare con questo prodotto (questa sostanza / questo preparato) soltanto se ciò è previsto nelle rispettive ordinanze sulla formazione per il raggiungimento degli obiettivi di formazione e se le condizioni del piano di formazione e le restrizioni d'età vigenti sono soddisfatte. I giovani che non seguono una formazione professionale di base non possono utilizzare questo prodotto (questa sostanza / questo preparato).

I giovani con un certificato di formazione pratica (CFP) o un attestato federale di capacità (AFC) possono svolgere lavori pericolosi con questo prodotto (questa sostanza / questo preparato) nel quadro della professione appresa.

Sono considerati giovani i lavoratori, di ambedue i sessi, fino ai 18 anni compiuti. (Svizzera).

Avvalersi delle direttive/dell'ordinanza nazionale sulla sicurezza e la tutela della salute per l'utilizzo di utensili da lavoro.

MAK / BAT, VME/VLE / VBT:

Vedi sezione 8.

Rispettare la ordinanza sui prodotti chimici, OPChim (RS 813.11, Svizzera).

Rispettare la ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici, ORRPChim (RS 814.81, Svizzera).

Osservare la ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, OIAI (RS 814.318.142.1, Svizzera).

Rispettare la ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR) (RS 814.12, Svizzera).

## 15.2 Valutazione della sicurezza chimica

È stata eseguita una valutazione sulla sicurezza chimica.

## SEZIONE 16: altre informazioni

Sezioni rielaborate:

8

Richiesta formazione dei collaboratori per il trattamento di merce pericolosa.

Queste informazioni si riferiscono al prodotto in condizioni di fornitura.

Richiesta formazione dei collaboratori per il trattamento di sostanze pericolose.

Le seguenti frasi rappresentano le frasi H scritte per esteso, i codici della classe e della categoria dei pericoli (GHS/CLP) del prodotto e delle sostanze contenute.

H280 Contiene gas sotto pressione, può esplodere se riscaldato.

H221 Gas infiammabile.

Press. Gas (Liq.) — Gas sotto pressione-Gas compresso

Flam. Gas — Gas infiammabili - Gas infiammabile

## Principali riferimenti bibliografici e fonti di dati:

Ordinanza (CE) n. 1907/2006 (REACH) e ordinanza (CE) n. 1272/2008 (CLP) nella rispettiva versione vigente.

Linee guida sulla redazione di schede di sicurezza nella versione vigente (ECHA).

Linee guida sull'identificazione e l'imballaggio secondo l'ordinanza (CE) n. 1272/2008 (CLP) nella versione vigente (ECHA).

Schede di sicurezza delle sostanze contenute

Sito web ECHA - informazioni sugli agenti chimici

Banca dati materiali GESTIS (Germania)

Ufficio federale per l'ambiente "Rigoletto" pagina informativa sulle sostanze nocive per l'acqua (Germania).

Direttive EU sui valori limite di esposizione professionale 91/322/EEG, 2000/39/EG, 2006/15/EG, 2009/161/EU, (EU) 2017/164, (EU) 2019/1831 nella rispettiva versione vigente.

Elenchi nazionali sui valori limite di esposizione professionale dei rispettivi Paesi nella rispettiva versione vigente.

Norme sul trasporto di merce pericolosa nel trasporto stradale, ferroviario, marittimo e aereo (ADR, RID, IMDG, IATA) nella rispettiva versione vigente.

## Abbreviazioni e acronimi utilizzati in questo documento:

Pagina 12 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

ADR Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route  
AOX Adsorbable organic halogen compounds (= Composti alogeni organici adsorbibili)  
ASTM ASTM International (American Society for Testing and Materials)  
ATE Acute Toxicity Estimate (= STA - Stima della tossicità acuta)  
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (Germania)  
BAuA Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (= Ente federale della prevenzione e della medicina del lavoro Germania)  
BSEF The International Bromine Council  
bw body weight (= peso corporeo)  
ca. circa  
CAS Chemical Abstracts Service  
CE Comunità Europea  
CEE Comunità Economica Europea  
ChemRRV (ORRPChim) Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (= Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici - ORRPChim, Svizzera)  
CLP Classification, Labelling and Packaging (REGOLAMENTO (CE) N. 1272/2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele)  
CMR carcinogenico, mutagenico, riproduttivo tossico  
Codice IMDG International Maritime Code for Dangerous Goods (IMDG-code)  
Conc. Concentrazione  
DATEC Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (Svizzera)  
DEFR Dipartimento federale dell'economia, della formazione e della ricerca (Svizzera)  
DMEL Derived Minimum Effect Level  
DNEL Derived No Effect Level (= il livello derivato senza effetto)  
dw dry weight (= massa secca)  
ecc. eccetera  
ECHA European Chemicals Agency (= Agenzia europea per le sostanze chimiche)  
EINECS European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances  
ELINCS European List of Notified Chemical Substances  
EN Standard europei  
EPA United States Environmental Protection Agency (United States of America)  
ERC Environmental Release Categories (= Categoria a rilascio nell'ambiente)  
EVAL Copolimero etilene-alcol vinilico  
Fax. Numero di fax  
GHS Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (= Sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche)  
GWP Global warming potential (= Potenz. contributo al riscaldamento globale)  
IARC International Agency for Research on Cancer  
IATA International Air Transport Association  
IBC (Code) International Bulk Chemical (Code)  
incl. incluso  
IUCLID International Uniform Chemical Information Database  
IUPAC International Union for Pure Applied Chemistry (= Unione internazionale della chimica pura e applicata)  
LC50 Lethal Concentration to 50 % of a test population (= CL50 - Concentrazione Letale che determina la morte del 50% degli individui in saggio)  
LD50 Lethal Dose to 50% of a test population (Median Lethal Dose) (= DL50 - Dose letale che determina la morte del 50% degli individui in saggio (dose letale mediana))  
LQ Limited Quantities  
LTR Le Liste per il traffico di rifiuti (Svizzera)  
n.a. non applicabile  
n.d. nessun dato disponibile  
n.d. non disponibile  
n.t. non testato  
OECD Organisation for Economic Co-operation and Development  
org. organico  
OTR Ordinanza tecnica sui rifiuti (Svizzera)  
OTRif Ordinanza sul traffico di rifiuti (Svizzera)  
p.es., per es., ad es., es. per esempio, esempio  
PBT persistent, bioaccumulative and toxic (= persistenti, bioaccumulanti, tossiche)  
PE Polietilene  
PNEC Predicted No Effect Concentration (= la prevedibile concentrazione priva di effetti)

Pagina 13 di 13

Scheda di dati di sicurezza ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006, allegato II (modificato da ultimo dal regolamento (UE) 2020/878)

Data della revisione / Versione: 23.03.2026 / 0015

Versione sostituita del / Versione: 18.06.2024 / 0014

Data di entrata in vigore: 23.03.2026

Data di stampa PDF: 24.03.2026

R1234yf

PVC Polivinilcloruro

REACH Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REGOLAMENTO 1907/2006 (CE) concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche)

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.

RID Règlement concernant le transport International ferroviaire de marchandises Dangereuses

SVHC Substances of Very High Concern

Tel. Telefon

UE Unione Europea

UFAM Ufficio federale dell'ambiente (Svizzera)

UN RTDG United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (raccomandazioni delle Nazioni Unite sul trasporto di merci pericolose)

VOC Volatile organic compounds (= composti organici volatili (COV))

vPvB very persistent and very bioaccumulative

wwt wet weight

Le notizie qui riportate descrivono il prodotto in riferimento alle necessarie misure di sicurezza, non servono a garantire determinate caratteristiche e si basano sulle nostre attuali conoscenze.

Senza responsabilità.

Elaborato di:

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

© della ditta Chemical Check GmbH Gefahrstoffberatung. Modifiche o riproduzione di questo documento solo previa autorizzazione della ditta 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 Raumtemperatur erfolgen

Verwendete Mengen

120 kg/ 8-Stundenschicht – Arbeitnehmer, ca. 50.000 kg/Jahr bei einer 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 Klimaanlage-Systemen verwendet werden – Sicherheitsvorschriften) und SAE J639 (Sicherheitsstandards für Kühleddampfdrucksysteme in Kraftfahrzeugen) und SAE J2845 (Technische Zertifizierung für Service und Einschluss von Kühlmitteln, die in mobilen Klimaanlage-Systemen 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-höhe | Quelle für die Expositions-bewertung                                        | Einheit der Expositions-höhe 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                   |
|                                   | 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 | Expositions-höhe   | 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 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 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 | Expositionsabschätzungsmethode und Verweis auf deren Quelle | Erläuterung/ Begründung                                                                                                                                                                                             |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wasser             | Kenntnis über die Substanz und 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 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.