

Sicherheitsdatenblatt (SDS)

1,1,1,2-Tetrafluoroethane (R134A / HFC-134A)

CAS-Nr.: 811-97-2 UN-Nr.: 3159 Ausstellungsdatum: 29. August 2026 Version: 1.0

1 Identifizierung

1.1 Produktidentifizierung

Chemische Bezeichnung	1,1,1,2-Tetrafluoroethane
Handelsnamen / Synonyme	R134A, HFC-134A, HFC134a, Tetrafluoroethane, SUVA 134a, Genetron 134a, KLEA 134a, Norflurane, Freon 134a
CAS-Nummer	811-97-2
UN-Nummer	3159 (verflüssigtes Gas, unter Druck)
Gefahrgutkennzeichen	Klasse 2.2 Nicht entzündbares, nicht giftiges Gas
Summenformel	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)
Molekulargewicht	102.03 g/mol
Empfohlene Verwendung	Kältemittel, Treibmittel für Aerosole, Treibmittel für Polymere, Flammenschutzmittel, Schutzgas für Magnesiumlegierungen usw.

1.2 Angaben zum Lieferanten des Sicherheitsdatenblatts

Name des Lieferanten	Hangzhou Wula Chemical Co., Ltd.
Anschrift	Nr. 7 Longtan Road, Bezirk Yuhang, Hangzhou, Provinz Zhejiang, China
Postleitzahl	311100
Telefon	+86-571-87024025
Telefax	+86-571-87024025
E-Mail	safety@wulachem.cn

1.3 Notrufnummer

Nationale Chemie-Notrufzentrale (China): +86-532-83889090 (24 Stunden)

2 Identifizierung der Gefahren

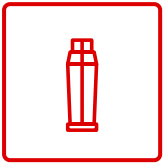
2.1 GHS-Einstufung

Gefahreneinstufung:

- Komprimiertes Gas (Physikalische Gefahr) — Verflüssigtes Gas
- Schwere Augenschädigung / Augenreizung (Gesundheitsgefahr) — Kategorie 2B
- Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition (Gesundheitsgefahr, narkotischer Effekt) — Kategorie 3

Hinweis: Erfrierungen durch Kontakt mit der Flüssigkeit sind physikalische Kälteverletzungen. GHS verfügt über keine spezielle „Erfrierung“-Kategorie; die oben genannten Einstufungen für Augen-/Hautreizung basieren auf dem analogen kryogenen Verletzungseffekt.

2.2 GHS-Kennzeichnungselemente



GHS04 Gasflasche



GHS07 Ausrufezeichen

Signalwort: ACHTUNG

Gefahrenhinweise:

H280 Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

H315* Verursacht Hautreizungen (Hinweis: Kryogene Erfrierung durch schnelle Verdunstung der Flüssigkeit, keine chemische Reizung).

H320* Verursacht Augenreizung (Hinweis: Kryogene Erfrierung durch schnelle Verdunstung der Flüssigkeit, keine chemische Reizung).

H336 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

* H315/H320 sind standardisierte GHS-Gefahrenhinweis-Codes. Der Haut-/Augenverletzungsmechanismus dieser Substanz ist eine physikalische kryogene Erfrierung; die Codes werden verwendet, um ähnliche Gefährten darzustellen.

Sicherheitshinweise:

P102 Vor der Handhabung alle Sicherheitshinweise lesen und verstehen.

P271 Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.

P280 Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.

P305+P351+P338 BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

P308+P313 Bei Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.

P403 An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

P410+P403 Vor Sonnenbestrahlung schützen. An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

P405 Unter Verschluss aufbewahren.

2.3 Sonstige Gefahren

- Der Dampf ist schwerer als Luft und kann sich über große Entfernungen am Boden ausbreiten, wodurch in tiefliegenden Bereichen eine sauerstoffarme Umgebung entsteht.
- Nicht entzündbar, zersetzt sich jedoch bei hohen Temperaturen (>500 °C) unter Bildung giftiger und korrosiver Gase (Fluorwasserstoff, Kohlenmonoxid, Carbonylfluorid usw.).
- Behälter können beim Erhitzen durch steigenden Innendruck bersten oder explodieren.

3 Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.1 Stoff/Gemisch

Dieses Produkt ist ein reiner Stoff.

3.2 Zusammensetzungsangaben

Bezeichnung des Bestandteils	CAS-Nr.	Konzentration (Massenanteil)
1,1,1,2-Tetrafluoroethane	811-97-2	≥99.9% (Höchstqualität ≥99.95%)

3.3 Verunreinigungsangaben

Verunreinigung	Höchstqualität	Erstqualität
Säuregehalt (als HCl)	≤0.1 ppm	≤1 ppm
Feuchte	≤5 ppm	≤10 ppm
Verdampfungsrückstand	≤100 ppm	≤100 ppm
Nicht kondensierbares Gas (25 °C, Vol.-%)	≤1.5%	≤1.5%
Chlorid	Bestanden	Bestanden

4 Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der erforderlichen Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeiner Rat: Betroffene Person sofort aus dem kontaminierten Bereich entfernen. Warm und ruhig halten. Dieses SDS dem behandelnden Arzt vorlegen.

Einatmen:

- Betroffene Person sofort an die frische Luft bringen. Atemwege freihalten.
- Sauerstoff verabreichen, wenn die Atmung erschwert ist.
- Bei fehlender Atmung künstliche Beatmung durchführen (vorzugsweise mit Beutel-Masken-Beatmung oder Pocket-Maske; Mund-zu-Mund-Beatmung vermeiden).
- Bei fehlendem Puls sofort mit Herz-Lungen-Wiederbelebung (CPR) beginnen.
- Betroffene Person warm und ruhig halten. Zustand genau überwachen.
- Sofort ärztliche Hilfe hinzuziehen.

Hautkontakt (Erfrierung):

- Betroffenen Bereich sofort mit großen Mengen lauwarmen Wassers (37–40 °C) spülen, um das Wiederaufwärmen zu fördern.
- Kein heißes Wasser (>40 °C) oder direkte Hitze (z. B. Elektroheizgeräte) verwenden.
- Erfrorenen Bereich nicht reiben oder massieren; dies kann Gewebeschäden verschlimmern.
- Eingefrorene Kleidung vorsichtig entfernen. Wenn Kleidung an der Haut festklebt, nicht daran ziehen; ringsherum abschneiden.
- Mit sterilem Verband abdecken.
- Sofort ärztliche Hilfe hinzuziehen.

Augenkontakt:

- Augenlider sofort offen halten und mindestens 15 Minuten gründlich mit reichlich Wasser oder physiologischer Kochsalzlösung spülen.
- Durch Anheben des Ober- und Unterlids eine vollständige Spülung aller Augenfächen sicherstellen.
- Kontaktlinsen entfernen, sofern vorhanden und leicht entfernbar.
- Sofort ärztliche Hilfe hinzuziehen, vorzugsweise von einem Augenarzt.

Verschlucken:

Nicht anwendbar. Dieser Stoff ist bei Umgebungstemperatur ein Gas; eine Exposition durch Verschlucken ist nicht zu erwarten.

4.2 Wichtigste akute und verzögerte Symptome und Wirkungen

- Akute Inhalation: Schwindel, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen, Übelkeit, Ataxie, Bewusstseinsverlust, Herzrhythmusstörungen.
- Hautkontakt (flüssig): Erfrierung (blasse, harte Haut, Schmerzen, Blasenbildung).
- Augenkontakt (flüssig): schwere Erfrierung, Hornhautschaden, Sehbeeinträchtigung.

4.3 Hinweise auf erforderliche sofortige ärztliche Versorgung und Spezialbehandlung

Hinweise für Ärzte:

- Symptomatische und unterstützende Therapie. Atemwege freihalten; bei Bedarf Sauerstoff verabreichen.
- Herzfunktion überwachen; Exposition mit hoher Konzentration kann Arrhythmien verursachen.
- Katecholamin-haltige Arzneimittel (z. B. Epinephrin/Adrenalin) vermeiden — diese können die Empfindlichkeit des Myokards gegenüber Fluorkohlenwasserstoffen erhöhen und Kammerflimmern auslösen.
- Erfrierungen nach Standardprotokollen behandeln: Wiederaufwärmen mit lauwarmem Wasser (37–40 °C). Keine trockene Hitze oder Massage anwenden.

5 Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: Dieser Stoff ist nicht entzündbar. Löschmittel verwenden, die für den umgebenden Brand geeignet sind. Kohlenstoffdioxid, Trockenlöschmittel, Wasservernebelung und Schaum sind zulässig.

Ungeeignete Löschmittel: Keine spezifischen Gegenanzeigen.

5.2 Besondere Gefahren durch den Stoff oder das Gemisch

- Nicht entzündbar. Kein Flammpunkt. Keine Explosionsgrenzen.
- Thermische Zersetzung bei hohen Temperaturen (>500 °C) erzeugt giftige und korrosive Gase: Fluorwasserstoff, Kohlenmonoxid, Carbonylfluorid usw.
- Behälter können beim Erhitzen durch steigenden Innendruck bersten oder explodieren.
- Kann unter bestimmten Bedingungen mit Alkalimetallen, Erdalkalimetallen und Aluminiumpulver reagieren.

5.3 Gefährliche Verbrennungsprodukte

Fluorwasserstoff (HF), Kohlenmonoxid (CO), Carbonylfluorid (COF₂) und andere fluorierte Verbindungen.

5.4 Hinweise für Feuerwehrleute

- Feuerwehrleute müssen einen Druckluft-Atemschutz (SCBA) mit positivem Druck und vollständige feuerfeste Schutzkleidung tragen.
- Behälter nach Möglichkeit aus dem Brandbereich an einen sicheren Ort bringen.
- Behälter aus sicherer Entfernung mit Wasserstrahl kühlen, bis das Feuer gelöscht ist.
- Sofort evakuieren, wenn Behälter Verfärbungen zeigen oder Sicherheitsventile zu entlüften beginnen.
- Bereich absperren; Unbefugte fernhalten.

- Direkten Wasserstrahl auf ausströmendes verflüssigtes Gas vermeiden, da dies Verdunstung und Ausbreitung beschleunigt.

6 Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Persönliche Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstung und Notfallverfahren

- Personal sofort aus dem Leckbereich an windzugewandte Orte evakuieren. Absperrung errichten und Zugang beschränken.
- Notfallhelfer sollten SCBA, normale Arbeitskleidung, kryogene Handschuhe und Augenschutz tragen.
- Aus windzugewandter Richtung herangehen.
- Leck stoppen, sofern dies sicher möglich ist.
- Nicht mit verschüttetem Material in Berührung kommen oder darüber laufen.
- Notfallkontaktpersonal für externe Unterstützung bereithalten.

6.2 Umweltvorsichtsmaßnahmen

- Verhindern, dass Gas in Abwasserkanäle, Kellerräume oder enge Räume gelangt.
- Bereich belüften, um die Ausbreitung zu beschleunigen.
- Freisetzungen zur Begrenzung von Treibhausgasemissionen minimieren; nach Möglichkeit zurückgewinnen.
- Freisetzung in die Atmosphäre, Gewässer oder den Boden vermeiden.

6.3 Methoden und Materialien zur Rückhaltung und Reinigung

- **Kleines Leck:** Belüftung erhöhen, um die Gasausbreitung zu beschleunigen. Sauerstoffgehalt überwachen, um Erstickung zu verhindern.
- **Großes Leck:**
 - Quellventil schließen, sofern dies sicher möglich ist.
 - Mit speziellen Gas-Rückgewinnungsanlagen zurückgewinnen.
 - Falls eine Rückgewinnung nicht möglich ist, Nebel/Wasservernebelung verwenden, um das Gas zu verdünnen und zu lösen (Wasserverunreinigung vermeiden).
 - Falls das Zylinderventil nicht geschlossen werden kann, Zylinder in alkalische Wasserlösung eintauchen, um ihn zu absorbieren.
- **Zylinderleck:** Zylinder an einen gut belüfteten sicheren Ort bringen und langsam ablassen. Falls das Ventil nicht geschlossen werden kann, Lieferanten für fachgerechte Handhabung kontaktieren.

6.4 Referenz

Siehe Abschnitt 8 (Expositionskontrollen/Personalschutz) und Abschnitt 13 (Entsorgungshinweise).

Kritische Gefahr: R134A-Dampf ist etwa 3,5-mal schwerer als Luft und sammelt sich in tiefliegenden und abgeschlossenen Bereichen an, wodurch eine sauerstoffarme Atmosphäre entsteht. Vor dem

Betreten abgeschlossener Räume oder tiefliegender Bereiche immer den Sauerstoffgehalt prüfen (muss ≥ 19.5 % betragen) und das Buddy-System anwenden.

7 Handhabung und Lagerung

7.1 Vorsichtsmaßnahmen für die sichere Handhabung

- In geschlossenen Systemen mit ausreichender natürlicher Belüftung oder örtlicher Absaugung handhaben.
- Personal muss speziell geschult sein und Arbeitsvorschriften strikt befolgen. Nur zertifiziertes Personal.
- Gasleckage in die Arbeitsplatzatmosphäre verhindern.
- Kontakt mit reaktiven Metallen und starken Oxidationsmitteln vermeiden.
- Zylinder vorsichtig handhaben; nicht fallen lassen, rutschen, rollen oder stoßen. Geeignete Hebevorrichtungen verwenden.
- Bereich mit Notfallausrüstung für Lecks ausstatten.
- In Arbeitsbereichen nicht rauchen, essen oder trinken.
- Bei der Handhabung von Flüssigkeit isolierende Handschuhe und Augen-/Gesichtsschutz tragen, um Erfrierungen zu verhindern.
- Explosionsgeschützte Belüftungssysteme und -ausrüstung verwenden.
- Zylinder, Ventile und Rohrleitungen regelmäßig auf Lecks prüfen.

7.2 Bedingungen für die sichere Lagerung, einschließlich Unverträglichkeiten

- In einem kühlen, trockenen, gut belüfteten Lager für nicht entzündbare Gase lagern.
- Lagertemperatur sollte 45 °C nicht überschreiten. Von Feuer, Wärmequellen und direkter Sonneneinstrahlung fernhalten.
- Getrennt von Oxidationsmitteln und reaktiven Metallen lagern. Nicht zusammen mit unverträglichen Stoffen lagern.
- Lagerbereich sollte mit Notfallausrüstung für Lecks ausgestattet sein.
- Zylinder müssen aufrecht mit Ventilkappen und Sicherungsringen stehend und gegen Umfallen gesichert gelagert werden.
- Explosionsgeschützte Beleuchtung und Belüftungssysteme verwenden.
- Verwendung von Ausrüstung und Werkzeugen, die Funken erzeugen können, verbieten.
- Füllkoeffizient darf 1.1 kg/L nicht überschreiten.
- Klare Sicherheitswarnzeichen in Lagerbereichen anbringen.
- Zwei-Personen-Annahme/-Ausgabe und Zwei-Personen-Aufbewahrungssystem einführen.

7.3 Spezifische Endverwendungen

Nur für industrielle Verwendung. Personal muss fachlich geschult sein. Nicht für direkten Lebensmittelkontakt, medizinische Inhalation oder andere nicht zugelassene Anwendungen verwenden.

8 Expositionskontrollen/Personalschutz

8.1 Kontrollparameter

China OEL (Arbeitsplatzgrenzwert)	Kein festgelegter gesetzlicher Grenzwert. Empfohlene Referenz: ACGIH TLV 1000 ppm (TWA, 8 Std.)
ACGIH TLV-TWA (USA)	1000 ppm (ca. 4170 mg/m ³), 8-Stunden-Zeitgewichteter Mittelwert
OSHA PEL-TWA (USA)	1000 ppm, 8-stündiger zeitgewichteter Mittelwert
DFG MAK (Deutschland)	1000 ppm (4200 mg/m ³)
Biologischer Grenzwert	Nicht festgelegt

Hinweis: Gemäß GBZ 2.1-2019 (Grenzwerte für Arbeitsplatzexposition gegenüber Gefahrstoffen – Teil 1: Chemische Stoffe) ist dieser Stoff derzeit nicht in der chinesischen OEL-Tabelle aufgeführt. Als Referenz werden internationale Standards empfohlen.

8.2 Expositionsüberwachungsmethoden

Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektion (GC-FID) oder Massenspektrometrie (GC-MS).

8.3 Geeignete technische Schutzmaßnahmen

- Geschlossenes Prozessdesign mit Allgemeinbelüftung oder örtlicher Absaugung.
- Sicherheitsdusche und Augenspülstation bereitstellen.
- Gaswarnalarme in Bereichen installieren, in denen größere Lecks auftreten können.
- Explosionsgeschützte Elektroausrüstung verwenden.

8.4 Individuelle Schutzmaßnahmen

Atemschutz:

- Normale Bedingungen (unter dem Expositionsgrenzwert): keine besondere Schutzausrüstung erforderlich.
- Erhöhte Konzentrationen: Halbmasken-Atemschutzgerät mit Filterkartusche für organische Dämpfe/saure Gase wird empfohlen.
- Hohe Konzentration oder Notfallrettung/Evakuierung: Druckluft-Atemschutzgerät (SCBA) mit positivem Druck muss getragen werden.

Augen-/Gesichtsschutz:

- Allgemeine Handhabung: keine besondere Schutzausrüstung erforderlich.

- Bei Handhabung von Flüssigkeit oder möglichem Flüssigkeitskontakt: Chemikalienschutzbrille oder Gesichtsschutz muss getragen werden, um Erfrierungen zu verhindern.

Hautschutz:

- Handschutz: normale Arbeitshandschuhe für normale Handhabung; kryogen isolierte Handschuhe (z. B. Trockeneishandschuhe, Leder-Kältehandschuhe) für Flüssigkeitskontakt.
- Körperschutz: normale Arbeitskleidung; kältebeständige Kleidung für Flüssigkeitskontakt.
- Sonstiges: in Arbeitsbereichen nicht rauchen; hochkonzentrierte Inhalation vermeiden; Buddy-System anwenden beim Betreten von Tanks, abgeschlossenen Räumen oder anderen hochkonzentrierten Bereichen.

8.5 Hygienemaßnahmen

- Kontaminierte Kleidung entfernen und Haut nach der Arbeit gründlich waschen.
- Gute persönliche Hygiene aufrechterhalten.
- Sicherstellen, dass Augenspülung und Notdusche am Arbeitsplatz verfügbar sind.

9 Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Grundlegende physikalische und chemische Eigenschaften

Aussehen und Geruch	Farbloses Gas mit schwach ätherischem Geruch; bei Umgebungstemperatur und -druck gasförmig; unter Druck farblose transparente Flüssigkeit
Geruchsschwelle	Nicht verfügbar (schwach etherartiger Geruch)
pH	Nicht anwendbar (Gas)
Schmelzpunkt / Gefrierpunkt	-103.3 °C (-153.9 °F)
Siedepunkt / Siedebereich (101.3 kPa)	-26.1 °C (-14.9 °F)
Flammpunkt	Keiner (nicht entzündbares Gas)
Verdunstungsrate	Nicht verfügbar
Entzündbarkeit (Gas)	Nicht entzündbar
Explosionsgrenzen (oben/unten)	Nicht anwendbar (nicht entzündbares Gas)
Dampfdruck (25 °C)	661.9 kPa (gesättigter Dampfdruck)
Dampfdichte (Luft = 1)	~3.5 (schwerer als Luft)

Relative Dichte (flüssig, 25 °C)	1.207 g/cm ³
Löslichkeit	Wenig löslich in Wasser (~0.15 wt% bei 25 °C, ~1 g/L); löslich in Ethanol, Ether und anderen organischen Lösungsmitteln
Octanol/Wasser-Verteilungskoeffizient (log P)	~0.77
Selbstentzündungstemperatur	Nicht anwendbar (nicht entzündbar)
Zersetzungstemperatur	>500 °C Beginn der thermischen Zersetzung
Viskosität (Gas, 25 °C)	~12.5 µPa·s
Oberflächenspannung (flüssig, 25 °C)	~8.5 mN/m
Brechungsindex (Gas, 25 °C)	1.0007

9.2 Thermodynamische Eigenschaften

Kritische Temperatur	101.1 °C (213.9 °F)
Kritischer Druck	4066.6 kPa (40.67 MPa / 588.9 psia)
Kritische Dichte	0.512 g/cm ³
Verdampfungswärme (am Siedepunkt)	216 kJ/kg
Flüssige spezifische Wärmekapazität (25 °C)	1.51 kJ/(kg·°C)
Henry-Konstante (25 °C)	1.6×10^{-4} mol/(m ³ ·Pa)

9.3 Weitere Sicherheitsdaten

ASHRAE-Sicherheitsgruppe	A1 (geringe Toxizität, nicht entzündbar)
Ozonabbaupotenzial (ODP)	0 (baut die Ozonschicht nicht ab; siehe Abschnitt 12.6)
Treibhauspotenzial (GWP, 100 Jahre)	~1300 (Treibhausgas; siehe Abschnitt 12.6)

10.1 Reaktivität

Chemisch stabil unter normalen Temperatur- und Druckbedingungen; nicht leicht reaktiv.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Temperatur- und Druckbedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

- Thermische Zersetzung bei hohen Temperaturen (> 500 °C) erzeugt giftigen Fluorwasserstoff, Kohlenmonoxid und Carbonylfluorid.
- Kann unter hoher Temperatur oder bestimmten Bedingungen mit Alkalimetallen, Erdalkalimetallen und Aluminiumpulver reagieren.
- Kann mit starken Oxidationsmitteln Redoxreaktionen eingehen.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Hohe Temperatur, offene Flamme, direkte Wärmequellen, Zylinderüberdruck

10.5 Unverträgliche Materialien

Reaktive Metalle (Natrium, Kalium, Calcium, Aluminiumpulver, Magnesiumpulver usw.), starke Oxidationsmittel

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Fluorwasserstoff (HF), Kohlenmonoxid (CO), Carbonylfluorid (COF₂) und andere fluorierte Verbindungen

10.7 Gefährliche Polymerisation

Findet nicht statt.

11 Toxikologische Informationen

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität:

Ratten-Inhalation LC ₅₀ (4 Std.)	> 500,000 ppm (über 50 Vol.-%, höchste getestete Konzentration)
Mäuse-Inhalation LC ₅₀ (2 Std.)	> 700,000 ppm
Kaninchen dermal LD ₅₀	Nicht verfügbar (gasförmiger Stoff)

11.2 Hautreizung/-ätzung

Flüssigkeitskontakt kann Erfrierungen (physikalische Verletzung) verursachen, ist aber nicht chemisch ätzend. GHS-Einstufung: keine Einstufung als Hautätzung/-reizung (nur physikalische Erfrierung).

11.3 Augenreizung/-ätzung

Flüssigkeitskontakt kann schwere Erfrierungen und Hornhautschäden verursachen. GHS-Einstufung: Schwere Augenschädigung / Augenreizung Kategorie 2B.

11.4 Sensibilisierung der Atemwege oder der Haut

Keine Sensibilisierung berichtet. Vorliegende Tierversuchs- und Humanepidemiologie-Daten zeigen keinen Sensibilisierungseffekt.

11.5 Keimzellmutagenität

In-vitro- und In-vivo-Tests (Ames-Test, Chromosomenaberrationstest, Mäuse-Mikronukleus-Test usw.) zeigen keinen mutagenen Effekt.

11.6 Krebserzeugendheit

Unzureichende Beweise für Krebserzeugendheit.

- IARC (International Agency for Research on Cancer): Nicht aufgeführt
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): Kategorie A4 (nicht als krebserzeugend beim Menschen einstuft)
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency): Gruppe D (nicht als krebserzeugend beim Menschen einstuft)

11.7 Reproduktionstoxizität

Tierstudien zeigen bei hohen Konzentrationen (>50,000 ppm) keine signifikante reproduktive oder entwicklungstoxische Toxizität. Keine Daten zur reproduktionstoxischen Wirkung beim Menschen verfügbar.

11.8 STOT-Einmalexposition

- Narkotischer Effekt (Kategorie 3): Inhalation hoher Konzentrationen kann eine Depression des zentralen Nervensystems verursachen, die sich als Schwindel, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen und Bewusstseinsstörung äußert.
- Herzwirkungen: Exposition mit hoher Konzentration kann Herzrhythmusstörungen verursachen, insbesondere unter Stress oder körperlicher Belastung (Katecholamin-Sensibilisierung).

11.9 STOT-Wiederholungsexposition

Wiederholte Exposition mit niedriger Konzentration zeigt keine signifikante Zielorgantoxizität. Langzeitige Inhalationsstudien an Tieren (hohe Konzentrationen) haben keinen klaren Organschaden gezeigt.

11.10 Aspirationsgefahr

In gasförmiger Form wird keine Aspirationspneumonie erwartet. Hohe Inhalationskonzentrationen können jedoch eine Depression des ZNS und kardiale Sensibilisierung verursachen.

Akute Fischtoxizität (LC ₅₀ , 96 Std.)	> 100 mg/L (geringe Toxizität für Fische)
Akute Daphnien-Toxizität (EC ₅₀ , 48 Std.)	> 100 mg/L
Algenwachstumshemmung (EC ₅₀ , 72 Std.)	> 100 mg/L
Bakterielle Toxizität	Nicht verfügbar

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

- Atmosphärischer Abbau: Hauptsächlich durch Reaktion mit Hydroxylradikalen abgebaut; atmosphärische Lebensdauer ~14 Jahre.
- Biologische Abbaubarkeit: Schwer biologisch abbaubar (nicht leicht durch Mikroorganismen abgebaut).
- Hydrolyse: Bei Umgebungstemperatur nicht leicht hydrolysiert.
- Photodegradation: Kann in der Atmosphäre photochemisch abgebaut werden.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

log P = 0.77. Geringes Bioakkumulationspotenzial (unter dem Biokonzentrationsschwellenwert von log P = 4.5).

12.4 Mobilität im Boden

In gasförmiger Form hoch flüchtig. Geringe Wasserlöslichkeit. Hohe Mobilität. Verdunstet bei Freisetzung in den Boden leicht in die Atmosphäre.

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Bewertung

Erfüllt nicht die Kriterien für PBT (persistent, bioakkumulativ und toxisch) / vPvB (sehr persistent und sehr bioakkumulativ).

12.6 Weitere nachteilige Wirkungen

- **Ozonabbaupotenzial (ODP):** 0 (baut die Ozonschicht nicht ab; HFC-Klasse, kein ODS-Stoff)
- **Treibhauspotenzial (GWP, 100-Jahres-Zeithorizont):** ~1300 (bezogen auf CO₂ = 1)
- Große Freisetzungen tragen zur globalen Erwärmung bei; Emissionen sollten vorrangig durch Rückgewinnung und Wiederverwendung kontrolliert werden.
- Kein kontrollierter Stoff gemäß Montreal-Protokoll, jedoch ein Treibhausgas, das im Kyoto-Protokoll und Pariser Abkommen aufgeführt ist.

13.1 Abfallbehandlungsmethoden

Produkt/Rückstände:

- Nicht direkt in die Atmosphäre freisetzen (Treibhausgas).
- Rückgewinnung und Recycling (Reinigung und Wiederverwendung) ist der bevorzugte Ansatz.
- Falls eine Rückgewinnung nicht durchführbar ist, über eine zugelassene Behandlungsanlage für Gefahrstoffabfall entsorgen.
- Hochtemperaturverbrennung mit alkalischer Gaswäsche zur Fluoridentfernung ist eine akzeptable Methode.
- Nicht in Abwasserkanäle, Gewässer oder Boden einleiten.

Kontaminierte Verpackung:

- Leere Zylinder müssen an den Lieferanten oder eine qualifizierte Einrichtung zur Entsorgung zurückgegeben werden. Leere Zylinder nicht wegwerfen oder zerschneiden.
- Leere Zylinder mit Restdruck werden als Gefahrstoffabfall behandelt.

13.2 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Entsorgung

- Vor der Entsorgung nationale und örtliche Vorschriften beachten (z. B. Gesetz zur Verhütung und Kontrolle der Abfallverschmutzung, Standards zur Kontrolle der Umweltverschmutzung durch Lagerung von Gefahrstoffabfällen usw.).
- Personal sollte geeignete persönliche Schutzausrüstung tragen (siehe Abschnitt 8).
- Gute Belüftung sicherstellen, um Erstickung zu verhindern.
- Die Entsorgung muss durch eine qualifizierte und zugelassene Einrichtung erfolgen.
- Entsorgungsaufzeichnungen sollten geführt werden.

14 Angaben zum Transport**14.1 UN-Nummer**

3159 (1,1,1,2-Tetrafluoroethane, komprimiertes/verflüssigtes Gas)

14.2 UN-Versandbezeichnung

1,1,1,2-TETRAFLUOROETHANE

14.3 Transportgefahrenklasse(n)

Klasse 2.2 Nicht entzündbares, nicht giftiges Gas

14.4 Verpackungsgruppe

Nicht anwendbar (Gase der Klasse 2 werden keine Verpackungsgruppe zugewiesen)

14.5 Verpackungskennzeichen / Gefahrzettel

- Hauptgefahrzettel: Nicht entzündbares, nicht giftiges Gas (grün, Klasse 2.2)
- Nebengefahrzettel: Keiner

14.6 Methoden und Materialien für Rückhaltung und Verpackung

- Nahtlose Stahlzylinder. Zylinder müssen geltenden nationalen Normen entsprechen (z. B. GB 5099).
- Übliche Verpackungsgrößen: 200 g, 250 g, 300 g Aerosoldosen; 13.6 kg, 100 kg, 400 kg, 800 kg Zylinder.
- Füllkoeffizient darf 1.1 kg/L nicht überschreiten.
- Gewinderichtung des Zylinderventilausgangs: Rechtsgewinde für nicht entzündbare, nicht giftige Gase.

14.7 Besondere Anforderungen für verschiedene Transportarten

Straßentransport:

- Fahrzeuge müssen eine Gefahrgutbeförderungslizenz haben.
- Zylinder müssen mit Ventilkappen und Sicherungsringen versehen sein.
- Zylinder werden im Allgemeinen flach mit in dieselbe Richtung zeigenden Ventilen gelegt; nicht kreuzweise stapeln. Die Höhe darf das Fahrzeugschutzgitter nicht überschreiten.
- Transport in den frühen Morgen- oder Abendstunden im Sommer, um direkte Sonneneinstrahlung zu vermeiden.
- Festgelegten Routen folgen; nicht in Wohn- oder dicht besiedelten Gebieten halten.

Schienentransport:

- Rangierkuppenbetrieb verboten (keine Freiauflauf-Einstufung).
- Transport in gedeckten Wagen; Zylinder aufrecht oder flach gelegt und gesichert.

Seetransport (IMDG-Code):

- UN 3159, Klasse 2.2
- Meeresschadstoff: Nein
- Stauklasse: A (an Deck oder unter Deck)

Lufttransport (ICAO/IATA DGR):

- UN 3159, Klasse 2.2
- Nicht entzündbares, nicht giftiges Gas
- Zulässig in Passagier- und Frachtluftfahrzeugen (vorbehaltlich Mengenbeschränkungen)

14.8 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Nutzer

- Nicht zusammen mit Oxidationsmitteln, reaktiven Metallen oder Lebensmitteln/Futtermitteln transportieren.
- Fahrzeuge müssen mit geeigneter Feuerlösch-ausrüstung und Notfallausrüstung für Lecks ausgestattet sein.
- Transportpersonal muss speziell geschult und zertifiziert sein.
- Während des Transports vor Sonneneinstrahlung, Regen und hoher Temperatur schützen.
- Bei Unterbrechungen unterwegs von Feuer, Wärmequellen und Hochtemperaturbereichen fernhalten.
- Abgasrohre von Fahrzeugen, die dieses Produkt befördern, müssen mit Funkenfängern ausgestattet sein.

- Beim Be- und Entladen vorsichtig vorgehen, um Beschädigung von Zylindern und Armaturen zu verhindern.

15 Angaben zu Rechtsvorschriften

15.1 Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltvorschriften/gesetze, die für den Stoff oder das Gemisch spezifisch sind

Internationale Vorschriften:

- **UN GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals):** 8. überarbeitete Ausgabe
- **Montreal-Protokoll:** Kein kontrollierter ozonabbauender Stoff (ODP = 0)
- **Kyoto-Protokoll / Pariser Abkommen:** Als Treibhausgas aufgeführt (HFC-Klasse)
- **EU REACH-Verordnung (EG 1907/2006):** Registrierter Stoff
- **EU CLP-Verordnung (EG 1272/2008):** Verordnung über Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung
- **US EPA SNAP-Programm:** Für verschiedene Kälteanwendungen zugelassen
- **US OSHA HCS 2012:** Gefahrenkommunikations-Standard
- **US DOT 49 CFR:** Vorschriften für den Gefahrguttransport
- **ADR/RID:** Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße/Schiene
- **IMDG-Code:** International Maritime Dangerous Goods Code
- **IATA DGR:** International Air Transport Association Dangerous Goods Regulations

15.2 Chemikalien-Sicherheitsbewertung

Für diesen Stoff wurde im Rahmen dieses SDS keine Chemikalien-Sicherheitsbewertung durchgeführt. Anwender sollten eine eigene Bewertung basierend auf spezifischen Nutzungsbedingungen durchführen.

16 Weitere Informationen

16.1 Referenzen

- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards
- International Chemical Safety Card (ICSC) Nr. 1281
- NOAA CAMEO Chemicals Database
- PubChem Compound Database (CID 9661)
- ASHRAE Handbook – Kälteanlagen und Anwendungen
- GB/T 16483-2008 (Inhalt und Reihenfolge der Abschnitte in Sicherheitsdatenblättern für Chemikalien)
- GB 30000-Reihe (Regeln für Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)

- United Nations GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals), 8. überarbeitete Ausgabe
- OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200)

16.2 Abkürzungen

Abkürzung	Vollständige Bezeichnung
SDS / MSDS	Sicherheitsdatenblatt / Material-Sicherheitsdatenblatt
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals
CAS	Chemical Abstracts Service (Registrierungsnummer)
UN	United Nations (Gefahrgutnummer)
ODP	Ozonabbaupotenzial
GWP	Treibhauspotenzial
LC ₅₀	Letale Konzentration, 50 %
LD ₅₀	Letale Dosis, 50 %
TLV-TWA	Threshold Limit Value – zeitgewichteter Mittelwert
PEL	Zulässiger Expositionsgrenzwert
SCBA	Druckluft-Atemschutzgerät
PBT	Persistent, bioakkumulativ und toxisch
HFC	Hydrofluorcarbon
IARC	Internationale Agentur für Krebsforschung
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
STOT	Spezifische Zielorgan-Toxizität

16.3 Haftungsausschluss

Dieses Sicherheitsdatenblatt (SDS) wurde gemäß dem UN-GHS-Standard und geltenden behördlichen Anforderungen erstellt. Die hierin enthaltenen Informationen basieren auf öffentlich zugänglichen chemischen Datenbanken, Fachliteratur und nationalen Normen und gelten zum Ausstellungsdatum als korrekt und vollständig. Es wird jedoch weder ausdrücklich noch stillschweigend eine Gewähr für die absolute Richtigkeit, Vollständigkeit oder Zuverlässigkeit der Informationen übernommen. Anwender sollten die Anwendbarkeit der Informationen für ihre spezifischen Nutzungsbedingungen prüfen und sich für Compliance-Zwecke auf das offizielle SDS des Herstellers/Lieferanten beziehen. Die Informationen in diesem Dokument

können aktualisiert werden, sobald neue Forschungsergebnisse und regulatorische Änderungen vorliegen; eine regelmäßige Überprüfung der neuesten Version wird empfohlen.