

Sicherheitsdatenblatt (SDS)

Kältemittel R512A (HFO/HFC-Gemisch, R1234yf/R134a, schwach entzündbar A2L)

UN-Nr.: 3161 (vorläufig) Ausstellungsdatum: 29. August 2026 Version: 1.0

1 Identifizierung

1.1 Produktidentifizierung

Chemische Bezeichnung	Kältemittel R512A (Gemisch aus 2,3,3,3-Tetrafluorpropen und 1,1,1,2-Tetrafluorethan)
Handelsnamen / Synonyme	R512A, HFC-512A, HFO-512A
CAS-Nummer	Keine einheitliche CAS-Nummer (Gemisch; CAS der Komponenten siehe Abschnitt 3)
UN-Nummer	3161 (verflüssigtes Gas, entzündbar, vorläufig)
Gefahrgutkennzeichen	Klasse 2.1 Entzündbares Gas (vorläufig)
Gemischtyp	Azeotropes/fast azeotropes Gemisch
Molekulargewicht	~112.1 g/mol (geschätzt)
Empfohlene Verwendung	Gewerbliche Klein-Kältetechnik, Alternative für Kfz-Klimaanlagen-Kältemittel

Datenhinweis: Einige physikalische/chemische Parameter in diesem SDB sind Schätzwerte auf Basis öffentlich zugänglicher Datenquellen. Die genaue Zusammensetzung und die vollständigen Spezifikationen von R512A wurden in den Tabellen der ASHRAE-Norm 34 nicht öffentlich bestätigt.**Die Daten dienen nur als Referenz; bitte die neuesten Herstellerangaben heranziehen.**

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

1.3 Notrufnummer

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

Lieferanten-Notfallkontakt: +86-571-87024025

2 Identifizierung der Gefahren

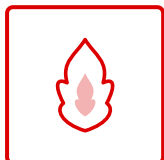
2.1 GHS-Einstufung

Gefahreneinstufung:

- Entzündbares Gas (physikalische Gefahr) — Kategorie 2
- Komprimiertes Gas (Physikalische Gefahr) — Verflüssigtes Gas
- Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition (Gesundheitsgefahr, narkotischer Effekt) — Kategorie 3

Hinweis: R512A ist ein Kältemittel der Klasse A2L (schwach entzündbar, geringe Toxizität). A2L-Gase haben eine geringe Brenngeschwindigkeit (≤ 10 cm/s) und enge Entflammbarkeitsgrenzen, was zu einem geringen tatsächlichen Brandrisiko führt. Erfrierungen durch Kontakt mit der Flüssigkeit sind eine physikalische Kälteverletzung.

2.2 GHS-Kennzeichnungselemente



GHS02 Flamme



GHS04 Gasflasche



GHS07 Ausrufezeichen

Signalwort: ACHTUNG

Gefahrenhinweise:

- H221** Entzündbares Gas.
- H280** Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
- H336** Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Hinweis: Die Einstufung H221 beruht auf den schwach entzündbaren A2L-Eigenschaften. Der Bereich der Entflammbarkeitsgrenzen ist eng und die Brenngeschwindigkeit gering; das tatsächliche Brandrisiko ist deutlich geringer als bei Gasen der Klasse A2/A3.

Sicherheitshinweise:

- P102** Vor der Handhabung alle Sicherheitshinweise lesen und verstehen.
- P210** Von Hitze/Funken/offenen Flammen/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.

- P271** Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
- P280** Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.
- P304+P340** BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
- P312** Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
- P377** Brand von austretendem Gas: Nicht löschen, es sei denn, der Austritt kann sicher gestoppt werden.
- P381** Bei Austritt alle Zündquellen beseitigen.
- 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.
- Schwach entzündbares Gas A2L: kann unter bestimmten Konzentrations- und Zündquellenbedingungen entzündet werden, jedoch sind die Brenngeschwindigkeit gering und die Entflammbarkeitsgrenzen eng.
- Zersetzt sich 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.
- Exposition gegenüber hohen Konzentrationen kann zu einer Sensibilisierung des Herzens gegenüber Katecholaminen führen, was möglicherweise Herzrhythmusstörungen zur Folge hat.

3 Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

3.1 Stoff/Gemisch

Dieses Produkt ist ein Gemisch aus HFO- und HFC-Kältemitteln. Die genaue Zusammensetzungsquote und die Gemischart (azeotrop oder fast azeotrop) müssen vom Hersteller bestätigt werden.

3.2 Zusammensetzungsangaben

Komponente	CAS-Nr.	Chemische Bezeichnung	Summenformel	Konzentration (Massenanteil, geschätzt)
R1234yf	754-12-1	2,3,3,3-Tetrafluorprop-1-en	C ₃ H ₂ F ₄ (CF ₃ CF=CH ₂)	~85%
R134a	811-97-2	1,1,1,2-Tetrafluoroethane	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	~15%

Hinweis: Die Zusammensetzung wurde auf Basis einer Rückrechnung aus dem GWP-Wert geschätzt. Für die genaue Zusammensetzung bitte die neuesten Herstellerangaben heranziehen.

3.3 Verunreinigungsangaben

Verunreinigung	Grenzwert
Säuregehalt (als HCl)	≤ 1 ppm
Feuchte	≤ 10 ppm
Verdampfungsrückstand	≤ 100 ppm
Nicht kondensierbares Gas (25 °C, Vol.-%)	$\leq 1.5\%$
Chlorid	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.
- Besteht der Verdacht auf Exposition gegenüber dem thermischen Zersetzungsprodukt (HF), Fluoridspiegel in Blut und Urin überwachen; Kalziumglukonat verabreichen.

5

Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: Wasserdampf, Trockenlöschmittel, Kohlendioxid, Schaum. Bei schwach entzündbarem Gas A2L vor dem Löschen vorrangig die Gasquelle absperren.

Ungeeignete Löschmittel: Keine spezifischen Gegenanzeigen.

5.2 Besondere Gefahren durch den Stoff oder das Gemisch

- Schwach entzündbares Gas A2L: entflammbar innerhalb eines bestimmten Konzentrationsbereichs in Luft (enge Grenzen); geringe Brenngeschwindigkeit (≤ 10 cm/s).
- Das tatsächliche Brandrisiko ist gering; in geschlossenen Räumen dennoch Kontakt mit starken Zündquellen vermeiden.
- 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) sowie weitere 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.
- **Brand durch austretendes Gas: nicht löschen, es sei denn, das Leck kann sicher gestoppt werden** (P377); andernfalls kann sich das entzündbare Gas erneut ansammeln und eine Wiederentzündung oder Explosion verursachen.
- Alle Zündquellen beseitigen, sofern sicher möglich (P381).

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.
- **Alle Zündquellen beseitigen** (offene Flammen, elektrische Funken, statische Elektrizität). Nur funkenfreie Werkzeuge verwenden.
- 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.
- Freisetzung 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:** Lüftung erhöhen, um die Gasausbreitung zu beschleunigen. Sauerstoffgehalt und Konzentration brennbarer Gase überwachen, um Erstickung und Entzündung zu vermeiden.
- **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: Die Dampfdichte von R512A beträgt etwa das 3.9-Fache von Luft. Es sammelt sich in tiefliegenden und geschlossenen Bereichen, erzeugt eine sauerstoffarme Atmosphäre und kann möglicherweise entflammbare Konzentrationen erreichen. Vor dem Betreten geschlossener Räume oder tiefliegender Bereiche stets den Sauerstoffgehalt (muss ≥ 19.5 % betragen) und die Werte brennbarer Gase (unter 20 % der UEG) prüfen und das Partnerprinzip anwenden. Alle Zündquellen beseitigen.

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.
- **Von Hitze/Funken/offenen Flammen/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.**
- Kontakt mit reaktiven Metallen und starken Oxidationsmitteln vermeiden.

- Flaschen sorgfältig behandeln; Flaschen nicht fallen lassen, rutschen lassen, rollen oder anstoßen.
- 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.
- Funkenfreie Werkzeuge und Geräte verwenden.
- Gute Arbeitsplatzlüftung aufrechterhalten, um eine Gasansammlung bis zu entflammbaren Konzentrationen zu verhindern.

7.2 Bedingungen für die sichere Lagerung, einschließlich Unverträglichkeiten

- In einem kühlen, trockenen, gut belüfteten Lager für entzündbare Gase aufbewahren.
- Lagertemperatur sollte 45 °C nicht überschreiten. Von Feuer, Wärmequellen und direkter Sonneneinstrahlung fernhalten.
- Getrennt von Oxidationsmitteln und reaktionsfähigen Metallen lagern.
- Lagerbereich sollte mit Notfallausrüstung für Lecks ausgestattet sein.
- Flaschen müssen aufrecht mit Ventilkappen und Sicherheitsringen gelagert und ordnungsgemäß gesichert werden.
- Explosionsgeschützte Beleuchtung und Belüftungssysteme verwenden.
- **Verwendung von Ausrüstung und Werkzeugen, die Funken erzeugen können, verbieten.**
- Der Füllkoeffizient darf 1.0 kg/L nicht überschreiten.
- In Lagerbereichen deutliche Sicherheitswarnschilder anbringen und Gaswarnanlagen für brennbare Gase installieren.
- Zwei-Personen-Annahme/-Ausgabe und Zwei-Personen-Aufbewahrungssystem einführen.

7.3 Spezifische Endverwendungen

Nur für industrielle und gewerbliche Klein-Kältetechnik. Das Personal muss fachlich geschult sein. R512A eignet sich für gewerbliche Klein-Kältetechnik und Klimaanlage in Kraftfahrzeugen. Nicht für direkten Lebensmittelkontakt, medizinische Inhalation oder andere nicht zugelassene Anwendungen verwenden.

8 Expositionskontrollen/Personalschutz

8.1 Kontrollparameter

China OEL	Kein gesetzlicher Grenzwert festgelegt. Empfohlener Richtwert: WEEL 500 ppm (TWA, 8 Std.)
-----------	---

WEEL (R1234yf-Komponente, USA)	500 ppm (TWA, 8 Std.)
ACGIH TLV-TWA (R134a-Komponente, USA)	1000 ppm (TWA, 8 Std.)
Empfohlener OEL für das Gemisch	500 ppm (TWA, konservativster Wert)
Biologischer Grenzwert	Nicht festgelegt

Hinweis: Gemäß GBZ 2.1-2019 ist dieser Stoff derzeit nicht in der chinesischen OEL-Liste aufgeführt. Es wird empfohlen, internationale Normen als Referenz heranzuziehen.

8.2 Expositionsüberwachungsmethoden

Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektion (GC-FID) oder Massenspektrometrie (GC-MS); tragbares Detektionsgerät für Halogen/brennbare Gase.

8.3 Geeignete technische Schutzmaßnahmen

- Geschlossenes Prozessdesign mit Allgemeinbelüftung oder örtlicher Absaugung.
- Sicherheitsdusche und Augenspülstation bereitstellen.
- In Bereichen, in denen größere Leckagen auftreten können, Gaswarnanlagen für brennbare Gase (20 % der UEG) installieren.
- Explosionsgeschützte Elektroausrüstung verwenden.
- Ausreichende Arbeitsplatzlüftung sicherstellen, um eine Gasansammlung zu verhindern.

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:

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

Hautschutz:

- Handschutz: antistatische Schutzhandschuhe für den normalen Umgang; kryogen isolierte Handschuhe bei Kontakt mit Flüssigkeit.

- Körperschutz: antistatische Arbeitskleidung; bei Kontakt mit Flüssigkeit kältebeständige Kleidung.
- 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	Kein eindeutiger Schmelzpunkt (Gemisch), ca. -100 °C
Siedepunkt / Siedebereich (101.3 kPa)	~ -29 °C (-20.2 °F) (geschätzt)
Flammpunkt	Keine (Flammpunkt bei Gasen nicht anwendbar; schwach entzündbares Gas)
Verdunstungsrate	Nicht verfügbar
Entzündbarkeit (Gas)	Mild entzündlich (A2L)
Explosionsgrenzen (oben/unten)	~6.5 % - 10 % in Luft (geschätzt, enger Bereich)
Dampfdruck (25 °C)	~600 kPa (geschätzt)
Dampfdichte (Luft = 1)	~3.9 (schwerer als Luft)
Relative Dichte (flüssig, 25 °C)	~1.18 g/cm ³ (geschätzt)
Löslichkeit	Wenig löslich in Wasser; löslich in Ethanol, Ether und anderen organischen Lösungsmitteln
Octanol/Wasser-Verteilungskoeffizient (log P)	Nicht verfügbar (Gemisch)

Selbstentzündungstemperatur	~410 °C (geschätzt, basierend auf der Komponente R1234yf)
Zersetzungstemperatur	>500 °C Beginn der thermischen Zersetzung
Viskosität (Gas, 25 °C)	~11.5 µPa·s (geschätzt)
Oberflächenspannung (flüssig, 25 °C)	~8.0 mN/m (geschätzt)
Brenngeschwindigkeit	≤10 cm/s (A2L-Klassenanforderung)

9.2 Thermodynamische Eigenschaften

Kritische Temperatur	~96 °C (205 °F) (geschätzt)
Kritischer Druck	~3600 kPa (3.60 MPa / 522 psia) (geschätzt)
Kritische Dichte	~0.480 g/cm ³ (geschätzt)
Verdampfungswärme (am Siedepunkt)	~180 kJ/kg (geschätzt)
Flüssige spezifische Wärmekapazität (25 °C)	~1.45 kJ/(kg·°C) (geschätzt)
Spezifische Wärmekapazität des Gases (25 °C, konstanter Druck)	~0.90 kJ/(kg·°C) (geschätzt)

9.3 Weitere Sicherheitsdaten

ASHRAE-Sicherheitsgruppe	A2L (schwach entzündbar, geringe Toxizität, vorläufig)
Ozonabbaupotenzial (ODP)	0 (baut die Ozonschicht nicht ab)
Treibhauspotenzial (GWP, 100 Jahre)	196 (niedriges GWP; Quelle: UNEP RTOC 2022 / GHG-Protokoll)
Atmosphärische Lebensdauer	~2 Jahre (geschätzt)

Datenhinweis: Mit „geschätzt“ gekennzeichnete physikalische/chemische Parameter wurden aus den bekannten Eigenschaften von R1234yf und R134a abgeleitet. Tatsächliche Werte können abweichen. **Die Daten dienen nur als Referenz; bitte die neuesten Herstellerangaben heranziehen.**

10.1 Reaktivität

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

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Temperatur- und Druckbedingungen. Die Komponente R1234yf enthält eine Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung und baut sich in der Atmosphäre relativ schnell ab, ist unter normalen Lager- und Verwendungsbedingungen jedoch stabil.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

- Thermische Zersetzung bei hohen Temperaturen ($>500\text{ °C}$) 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.
- Die Komponente R1234yf kann unter bestimmten Bedingungen entzündbare Gemische mit Luft bilden (schwach entzündbar A2L).

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Hohe Temperatur, offene Flamme, direkte Wärmequellen, Überdruck in der Flasche, starke Zündquellen

10.5 Unverträgliche Materialien

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

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Fluorwasserstoff (HF), Kohlenmonoxid (CO), Carbonylfluorid (COF_2) sowie weitere 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.)	$>500,000\text{ ppm}$ (alle Komponenten: LC_{50} -Werte $>500,000\text{ ppm}$)
---	--

Ratte, R1234yf-Komponente: LC ₅₀ (4 Std.)	> 520,000 ppm
Ratte, R134a-Komponente: LC ₅₀ (4 Std.)	> 500,000 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

Kontakt mit der Flüssigkeit kann zu schweren Erfrierungen und Hornhautschäden führen. GHS-Einstufung: keine Einstufung als augenreizend (nur physikalische Erfrierung).

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-Mikronukleustest usw.) zeigen keine mutagene Wirkung. Alle Komponenten sind nicht mutagen.

11.6 Krebserzeugendheit

Unzureichende Belege für Karzinogenität. Keine der Komponenten ist von IARC, ACGIH oder anderen Behörden als karzinogen eingestuft.

- IARC: Nicht aufgeführt
- ACGIH: Kategorie A4 (nicht einstuft als krebserzeugend für den Menschen)
- EPA: Gruppe D (nicht einstuft hinsichtlich Karzinogenität beim Menschen)

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.

12 Ökologische Informationen

12.1 Ökotoxizität

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: R1234yf baut sich durch Reaktion mit Hydroxylradikalen schnell ab (atmosphärische Lebensdauer ~11 Tage); R134a baut sich langsamer ab (Lebensdauer ~14 Jahre). Atmosphärische Lebensdauer des Gemischs insgesamt ~2 Jahre.
- Biologische Abbaubarkeit: Schlecht biologisch abbaubar.
- Hydrolyse: Bei Umgebungstemperatur nicht leicht hydrolysiert.
- Photodegradation: Kann in der Atmosphäre photochemisch abgebaut werden.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Alle log-P-Werte der Komponenten sind niedrig; geringes Bioakkumulationspotenzial.

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 die PBT-/vPvB-Kriterien nicht.

12.6 Weitere nachteilige Wirkungen

- **Ozonabbaupotenzial (ODP):** 0 (baut die Ozonschicht nicht ab; Stoff der HFO/HFC-Klasse ohne Ozonabbaupotenzial)

- **Treibhauspotenzial (GWP, 100-Jahres-Zeithorizont):** 196 (bezogen auf CO₂ = 1; Kältemittel mit niedrigem GWP)
- Die Komponente R1234yf hat eine kurze atmosphärische Lebensdauer (~11 Tage), was zu einem sehr geringen Treibhauseffekt führt.
- Große Freisetzungen können zur globalen Erwärmung beitragen; Emissionen sollten begrenzt werden, wobei Rückgewinnung und Wiederverwendung Vorrang haben.
- Kein geregelter Stoff des Montreal-Protokolls; niedriges GWP, unterliegt nicht dem schrittweisen HFC-Abbau der Kigali-Änderung.

13 Entsorgungshinweise

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

13.2 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Entsorgung

- Vor der Entsorgung die nationalen und örtlichen Vorschriften beachten.
- Personal sollte geeignete persönliche Schutzausrüstung tragen (siehe Abschnitt 8).
- Für gute Lüftung sorgen, um Erstickung und Ansammlung brennbarer Gase zu vermeiden.
- Die Entsorgung muss durch eine qualifizierte und zugelassene Einrichtung erfolgen.
- Entsorgungsaufzeichnungen sollten geführt werden.
- Alle Zündquellen beseitigen.

14 Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

3161 (Verflüssigtes Gas, entzündbar, vorläufig)

14.2 UN-Versandbezeichnung

VERFLÜSSIGTES GAS, ENTZÜNDBAR, N.A.G. (Kältemittelgas R512A)

14.3 Transportgefahrenklasse(n)

Klasse 2.1 Entzündbares Gas (vorläufig, basierend auf der schwach entzündbaren A2L-Einstufung)

14.4 Verpackungsgruppe

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

14.5 Verpackungskennzeichen / Gefahrzettel

- Hauptgefahrzeichen: Entzündbares Gas (rot, Klasse 2.1)
- Nebengefahrzettel: Keiner

14.6 Methoden und Materialien für Rückhaltung und Verpackung

- Nahtlose Stahlzylinder. Zylinder müssen geltenden nationalen Normen entsprechen (z. B. GB 5099).
- Gängige Gebindegrößen: 11.4 kg, 13.6 kg, 50 kg, 100 kg Flaschen.
- Der Füllkoeffizient darf 1.0 kg/L nicht überschreiten.
- Gewinderichtung des Flaschenventilauslasses: Linksgewinde für entzündbare Gase.

14.7 Besondere Anforderungen für verschiedene Transportarten

Straßentransport (GB/T 12268 / ADR):

- Fahrzeuge müssen eine Gefahrgutbeförderungslizenz haben.
- Zylinder müssen mit Ventilkappen und Sicherungsringen versehen sein.
- Flaschen im Allgemeinen liegend mit Ventilen in dieselbe Richtung; nicht kreuzweise stapeln.
- 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.
- Auspuffrohre von Fahrzeugen müssen mit Funkenfängern ausgestattet sein.

Schienentransport (RID):

- Ablaufberg-Rangieren verboten.
- Transport in gedeckten Wagen; Zylinder aufrecht oder flach gelegt und gesichert.

Seetransport (IMDG-Code):

- UN 3161, Klasse 2.1
- Meeresschadstoff: Nein
- Verstaupategorie: D (nur Decksstauung)

Lufttransport (ICAO/IATA DGR):

- UN 3161, Klasse 2.1
- Entzündbares verflüssigtes Gas

- In Passagierflugzeugen verboten; nur Frachtflugzeuge (Mengenbegrenzungen unterworfen)

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.
- Auspuffrohre von Fahrzeugen 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:** 8. überarbeitete Ausgabe
- **Montreal-Protokoll:** Kein kontrollierter ozonabbauender Stoff (ODP = 0)
- **Kigali-Änderung:** GWP = 196, unterhalb des Kontrollschwellenwerts; unterliegt nicht dem verpflichtenden schrittweisen HFC-Abbau
- **Kyoto-Protokoll / Pariser Abkommen:** Als Treibhausgas gelistet (niedriges GWP)
- **EU-F-Gas-Verordnung (EU 517/2014):** Niedriges GWP, erfüllt die EU-Quotenanforderungen
- **EU REACH-Verordnung (EG 1907/2006):** Alle Komponenten sind registrierte Stoffe
- **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:** Internationale Gefahrgutvorschriften für die Seeschifffahrt (IMDG-Code)
- **IATA DGR:** Gefahrgutvorschriften der Internationalen Luftverkehrs-Vereinigung (IATA-DGR)

15.2 Chemikalien-Sicherheitsbewertung

Für dieses Gemisch wurde im Rahmen dieses Sicherheitsdatenblatts keine chemische Sicherheitsbewertung durchgeführt. Anwender sollten eine eigene Bewertung auf Grundlage der spezifischen

16 Weitere Informationen

16.1 Referenzen

- ASHRAE-Norm 34-2024: Bezeichnung und Sicherheitsklassifizierung von Kältemitteln
- UNEP RTOC-Bewertungsbericht 2022
- GHG-Protokoll Emissionsberechnungstool (GWP-Daten für R-512A)
- UK BEIS Treibhausgas-Umrechnungsfaktoren 2025
- NIOSH-Taschenleitfaden zu chemischen Gefahren
- GB/T 16483-2008 (Inhalt und Reihenfolge der Abschnitte in Sicherheitsdatenblättern für Chemikalien)
- GB 30000-Reihe (Regeln für Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)
- GHS der Vereinten Nationen, 8. überarbeitete Ausgabe

16.2 Abkürzungen

Abkürzung	Vollständige Bezeichnung
SDS / MSDS	Sicherheitsdatenblatt / Material-Sicherheitsdatenblatt
GHS	Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien
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
SCBA	Druckluft-Atemschutzgerät
HFC	Hydrofluorcarbon
HFO	Hydrofluorolefin (enthält eine Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung)
STOT	Spezifische Zielorgan-Toxizität

16.3 Haftungsausschluss

Dieses Sicherheitsdatenblatt (SDB) wurde gemäß dem UN-GHS-Standard und den geltenden regulatorischen Anforderungen erstellt. Einige physikalische/chemische Parameter von R512A sind Schätzwerte auf Basis öffentlich zugänglicher Datenquellen. Die genaue Zusammensetzung wurde in den Tabellen der ASHRAE-Norm 34 nicht öffentlich bestätigt. **Die Daten dienen nur als Referenz; bitte die neuesten Herstellerangaben heranziehen.** Die Informationen dienen ausschließlich als Anleitung für den sicheren Betrieb und stellen keine Garantie für Produktspezifikationen oder Leistung dar. Anwender sollten die Anwendbarkeit der Informationen für ihre spezifischen Verwendungsbedingungen überprüfen und die erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen treffen. Der Herausgeber übernimmt keine rechtliche Haftung für direkte oder indirekte Verluste, die aus der Verwendung der Informationen in diesem Dokument resultieren. Daten können aktualisiert werden, sobald neue Forschungsergebnisse und Regelungsänderungen vorliegen; eine regelmäßige Überprüfung der aktuellen Version wird empfohlen.