

Sicherheitsdatenblatt (SDS)

Isobutan (R600a / HC-600a)

CAS-Nr.: 75-28-5 UN-Nr.: 1969 Ausstellungsdatum: 29. August 2026 Version: 1.0

1 Identifizierung

1.1 Produktidentifizierung

Chemische Bezeichnung	Isobutan (2-Methylpropan)
Handelsnamen / Synonyme	R600a, HC-600a, 2-Methylpropan, Trimethylmethan, i-Butan
CAS-Nummer	75-28-5
UN-Nummer	1969 (Isobutan, entzündbares Gas)
Gefahrgutkennzeichen	Klasse 2.1 Entzündbares Gas
Summenformel	C ₄ H ₁₀ (Isomer, CH(CH ₃) ₃)
Molekulargewicht	58.12 g/mol
Empfohlene Verwendung	Kältemittel (bevorzugt für Haushaltskühlschränke/-gefrierschränke), Aerosol-Treibgas, chemischer Rohstoff (Isobutylen-Produktion), Brennstoffkomponente

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)

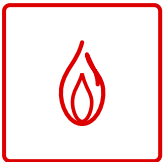
2 Identifizierung der Gefahren

2.1 GHS-Einstufung

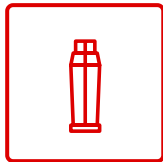
Gefahreneinstufung:

- Entzündbares Gas (Physikalische Gefahr) — Kategorie 1A (hochentzündbar)
- Komprimiertes Gas (Physikalische Gefahr) — Verflüssigtes Gas
- Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition (Gesundheitsgefahr, narkotischer Effekt) — Kategorie 3
- Aspirationsgefahr (Gesundheitsgefahr) — Kategorie 1
- Gewässergefährdend, akut (Umweltgefahr) — Kategorie 1

2.2 GHS-Kennzeichnungselemente



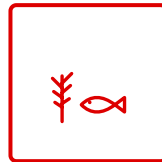
GHS02 Flamme



GHS04 Gasflasche



GHS08 Gesundheitsgefahr



GHS09 Umwelt

Signalwort: GEFÄHR

Gefahrenhinweise:

- H220** Extrem brennbares Gas.
- H280** Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
- H304** Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
- H336** Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
- H400** Sehr giftig für Wasserorganismen.

Sicherheitshinweise:

- P101** Bei ärztlichem Rat Behälter oder Kennzeichnung bereithalten.
- P102** Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
- P210** Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen und anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen.
- P261** Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.
- P271** Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.

P304+P340 BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.

P311 GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.

P331 KEIN Erbrechen herbeiführen.

P370+P379 Bei Brand: Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.

P377 Brand von austretendem Gas: Nicht löschen, es sei denn, der Austritt kann sicher gestoppt werden.

P381 Bei Austritt alle Zündquellen beseitigen.

P391 Verschüttete Mengen aufnehmen.

P403 An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

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

P405 Unter Verschluss aufbewahren.

P501 Inhalt/Gefäß gemäß örtlichen Vorschriften entsorgen.

2.3 Sonstige Gefahren

Warnung: Hochentzündbares Gas:

- Dies ist ein Kältemittel der Entflammbarkeitsklasse A3 (ASHRAE-Sicherheitsgruppe) mit einem weiten Explosionsbereich (1.8%~8.4%) und einem extrem niedrigen Flammpunkt (-117°C). Schon ein kleines Leck kann ein explosives Gasgemisch bilden.
- Der Dampf ist schwerer als Luft (Dampfdichte ~2.0-fache von Luft) und kann sich über große Entfernungen am Boden ausbreiten; eine Zündung kann zur Quelle zurückschlagen.
- Isobutan in Kältemittelqualität ist nicht odorierbar; Lecks sind nicht am Geruch erkennbar. Der Einsatz von Gaswarngeräten ist zwingend vorgeschrieben.
- Hohe Konzentrationen können Erstickung und eine Beeinträchtigung des zentralen Nervensystems verursachen (Schwindel, Schläfrigkeit, Bewusstlosigkeit).
- Kontakt der Flüssigkeit mit Haut oder Augen kann schwere Erfrierungen verursachen.
- Das Verschlucken von flüssigem Isobutan birgt das Risiko einer Aspirationspneumonitis (Aspirationsgefahr Kategorie 1).
- Durch Feuer erhitzte Behälter können eine BLEVE (Explosion expandierender siedender Flüssigkeit) durchlaufen.

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)
Isobutan	75-28-5	≥99.5% (Kältemittelqualität)

3.3 Verunreinigungsangaben

Verunreinigung	Spezifikationsgrenzwert
Feuchte	≤10 ppm
Säuregehalt (als HCl)	≤1 ppm
Verdampfungsrückstand	≤100 ppm
Nicht kondensierbares Gas (25 °C, Vol.-%)	≤1.5%
Sulfide	≤1 ppm
n-Butan und andere Isomere	≤0.5%

Hinweis: Isobutan (R600a) ist ein Isomer des Butans (2-Methylpropan) mit anderen physikalischen Eigenschaften als n-Butan (R600). Isobutan in Kältemittelqualität hat eine höhere Reinheit und ist nicht odorierbar.

4 Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der erforderlichen Erste-Hilfe-Maßnahmen

Allgemeiner Rat: Betroffene Person sofort aus dem kontaminierten Bereich entfernen. Warm halten und ruhigstellen. Dieses SDS dem behandelnden Arzt vorlegen. Hinweis: Vor dem Betreten des Leckbereichs sicherstellen, dass keine Explosionsgefahr besteht.

Einatmen:

- Betroffene Person sofort an die frische Luft bringen. Atemwege freihalten.
- Sauerstoff verabreichen, wenn die Atmung erschwert ist.
- Bei Atemstillstand künstliche Beatmung durchführen (vorzugsweise mit Beatmungsbeutel-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:

Dieser Stoff ist bei Umgebungstemperatur gasförmig; ein Verschlucken ist äußerst unwahrscheinlich. Wird flüssiges Isobutan versehentlich verschluckt (äußerst selten), **KEIN Erbrechen herbeiführen**; sofort ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen. Erbrechen kann dazu führen, dass Flüssigkeit in die Atemwege gelangt und eine potenziell tödliche Aspirationspneumonitis verursacht.

4.2 Wichtigste akute und verzögerte Symptome und Wirkungen

- Akute Inhalation: Schwindel, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen, Übelkeit, Ataxie, Bewusstlosigkeit, Herzrhythmusstörungen; hohe Konzentrationen können Erstickung verursachen.
- Hautkontakt (flüssig): Erfrierung (blasse, harte Haut, Schmerzen, Blasenbildung).
- Augenkontakt (flüssig): schwere Erfrierung, Hornhautschaden, Sehbeeinträchtigung.
- Aspirationsgefahr: In die Atemwege gelangendes flüssiges Isobutan kann eine chemische Pneumonitis und ein Lungenödem verursachen, potenziell tödlich.

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.
- Erfrierungen nach Standardprotokollen behandeln: Wiederaufwärmen mit lauwarmem Wasser (37–40 °C). Keine trockene Hitze oder Massage anwenden.
- Bei Verdacht auf Aspirationspneumonitis eine Röntgenuntersuchung des Thorax und eine Blutgasanalyse durchführen.
- Nach dem Verschlucken von flüssigem Isobutan KEINE Magenspülung durchführen und KEIN Erbrechen herbeiführen, um weitere Schäden an den Atemwegen zu vermeiden.

Hochentzündbares Gas! Dies ist ein Kältemittel der Entflammbarkeitsklasse A3 mit einem weiten Explosionsbereich (1.8%~8.4%), einem extrem niedrigen Flammpunkt (-117°C) und einer Zündtemperatur von 460°C. Jede Zündquelle (offene Flamme, statische Elektrizität, elektrischer Funke, heiße Oberfläche) kann eine Zündung oder Explosion verursachen.

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel: Trockenlöschpulver, Kohlendioxid, Wasserdampf (zum Kühlen der Behälter). Bei großen Gasbränden ist der bevorzugte Weg, die Gasquelle abzusperren und anschließend zu löschen.

Ungeeignete Löschmittel: Direkte Wasserstrahlen (können die Flamme ausbreiten und den Gefahrenbereich vergrößern; direktes Aufsprühen auf Flüssigisobutan-Tanks kann Spritzen verursachen).

5.2 Besondere Gefahren durch den Stoff oder das Gemisch

- Hochentzündlich; bildet explosive Gemische mit Luft (Explosionsbereich 1.8%~8.4%).
- Der Dampf ist schwerer als Luft (Dampfdichte ~2.0-fache von Luft) und kann am Boden zu entfernt liegenden Zündquellen wandern und zurückschlagen.
- Hitze ausgesetzte Behälter oder Tanks können eine BLEVE (Explosion expandierender siedender Flüssigkeit) durchlaufen, mit Druckwellen und umherfliegenden Trümmern.
- Unvollständige Verbrennung erzeugt Kohlenmonoxid (CO), ein giftiges Gas.
- Verbrennen in geschlossenen Räumen kann eine Dampfexplosion verursachen.

5.3 Gefährliche Verbrennungsprodukte

Kohlendioxid (CO₂), Wasser (H₂O), Kohlenmonoxid (CO, aus unvollständiger Verbrennung)

5.4 Hinweise für Feuerwehrleute

- Feuerwehrleute müssen einen Druckluft-Atemschutz (SCBA) mit positivem Druck und vollständige feuerfeste Schutzkleidung tragen.
- **Bei Gasfeuer mit Leck: Flamme NICHT löschen, solange das Leck nicht sicher abgestellt werden kann.** Fortgesetztes Verbrennen verhindert Gasansammlung und eine potenziell größere Dampfexplosion. Die Flamme erlischt von selbst, wenn das Leck gestoppt ist.
- 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.
- Aus sicherer Entfernung große Mengen Wasser zum Kühlen der brandbeanspruchten Behälter einsetzen. Personal muss sich leeseitig aufhalten.

Hochentzündlich! Grundprinzip bei der Leckabwehr: Sofort ALLE Zündquellen beseitigen (offene Flammen, statische Elektrizität, elektrische Funken, mechanische Funken). Personen windabwärts evakuieren. Die Verwendung funkenbildender Werkzeuge und Geräte verbieten. Nur explosionsgeschützte elektrische Geräte verwenden.

6.1 Persönliche Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstung und Notfallverfahren

- Personal sofort aus dem Leckbereich an windzugewandte Orte evakuieren. Absperrung errichten und Zugang beschränken.
- Sofort alle Zündquellen beseitigen: Strom abschalten, offenes Feuer verbieten, Rauchverbot, die Verwendung nicht explosionsgeschützter elektrischer Geräte verbieten.
- Notfallhelfer sollten umluftunabhängige Atemschutzgeräte (SCBA), antistatische Arbeitskleidung, kryogene Handschuhe und Augenschutz tragen.
- Aus windzugewandter Richtung herangehen.
- Leck stoppen, wenn dies gefahrlos möglich ist. Wenn das Ventil nicht geschlossen werden kann, in sichere Entfernung zurückziehen und auf professionelle Hilfe warten.
- Nicht mit verschüttetem Material in Berührung kommen oder darüber laufen.
- Nur funkenfreie Werkzeuge verwenden.

6.2 Umweltvorsichtsmaßnahmen

- Das Eindringen von Gas in Kanäle, Keller, Kabelkanäle oder geschlossene Räume verhindern (sehr wahrscheinlich Ansammlung und Explosionsgefahr).
- Bereich belüften, um die Ausbreitung zu beschleunigen.
- Freisetzung in Gewässer und Boden vermeiden.
- Der Dampf ist schwerer als Luft und sammelt sich in niedrigen Bereichen. Brennbare Gaskonzentration überwachen (LEL).

6.3 Methoden und Materialien zur Rückhaltung und Reinigung

- **Kleines Leck:** Belüftung erhöhen, um die Gasverdünnung zu beschleunigen. Mit Gaswarngeräten die Konzentration überwachen und sicherstellen, dass sie unterhalb der unteren Explosionsgrenze liegt (LEL = 1.8%).
- **Großes Leck:**
 - Sofort einen Absperrbereich einrichten und Personen windabwärts evakuieren.
 - Quellventil schließen, sofern dies sicher möglich ist.
 - Gas mit spezieller Rückgewinnungsausrüstung oder über eine Fackelanlage gefahrlos entsorgen.
 - Wenn eine Rückgewinnung nicht möglich ist, das Gas an einem sicheren Ort abbrennen (ausschließlich unter fachlicher Anleitung), um Ansammlung und Explosion zu verhindern.

- Wasserdampf zum Verdünnen der Dämpfe verwenden, jedoch KEINEN Wasserstrahl direkt auf die Leckstelle richten.
- **Zylinderleck:** Behälter in ein gut belüftetes, sicheres Gebiet bringen und langsam ablassen. Wenn das Ventil nicht geschlossen werden kann, aus sicherer Entfernung überwachen und den Lieferanten für professionelle Handhabung kontaktieren.

6.4 Referenz

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

Kritische Gefahr: Isobutandampf ist etwa 2.0-mal schwerer als Luft und sammelt sich in niedrigen und geschlossenen Bereichen, wo er explosive Gasgemische bilden kann. Vor dem Betreten geschlossener oder niedriger Bereiche stets die Konzentration brennbarer Gase ($<10\%$ LEL) und den Sauerstoffgehalt ($\geq 19.5\%$) prüfen und das Partnerprinzip anwenden. Offene Flammen und statische Entladungen sind strikt verboten.

7 Handhabung und Lagerung

7.1 Vorsichtsmaßnahmen für die sichere Handhabung

Anforderungen des Explosionsschutzes: Dies ist ein hochentzündbares Gas der Klasse A3. Alle Betriebsbereiche müssen die Anforderungen des Explosionsschutzes erfüllen. Alle elektrischen Geräte, Beleuchtung und Lüftung müssen in explosionsgeschützter Ausführung sein (Ex-Einstufung nach GB 3836). Bedienpersonal muss antistatische Arbeitskleidung und antistatisches Schuhwerk tragen.

- 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.
- **Alle Geräte, Rohrleitungen und Behälter müssen zuverlässig geerdet sein** um statische Aufladung zu vermeiden. Der Erdungswiderstand muss die antistatischen Anforderungen erfüllen.
- Die Verwendung funkenbildender Maschinen und Werkzeuge verbieten (funkenfreie Werkzeuge aus Kupferlegierung verwenden).
- In Arbeitsbereichen nicht rauchen, essen oder trinken.
- Flaschen sorgfältig behandeln; Flaschen nicht fallen lassen, rutschen lassen, rollen oder anstoßen.
- Bei der Handhabung von Flüssigkeit isolierende Handschuhe und Augen-/Gesichtsschutz tragen, um Erfrierungen zu verhindern.
- Den Bereich mit einer Gaswarneinrichtung (Detektion/Alarm) und Ausrüstung für Leckagenotfälle ausstatten.

- Behälter, Ventile und Rohrleitungen regelmäßig mit Lecksuchlösung oder Gaswarngeräten auf Lecks prüfen.
- Die Füllmenge beim Befüllen von Behältern streng kontrollieren, um Überfüllung zu vermeiden.

7.2 Bedingungen für die sichere Lagerung, einschließlich Unverträglichkeiten

- In einem kühlen, trockenen, gut belüfteten Lagerhaus für entzündbare Gase lagern. Das Lagerhaus muss als Lagerhaus der Klasse A die Anforderungen der GB 50016 (Norm für den baulichen Brandschutz) erfüllen.
- Lagertemperatur sollte 30 °C nicht überschreiten. Von Feuer, Wärmequellen und direkter Sonneneinstrahlung fernhalten.
- Getrennt von Oxidationsmitteln, Halogenen, starken Säuren und starken Basen lagern. Nicht mit inkompatiblen Stoffen zusammen lagern.
- Der Lagerbereich sollte mit Leck-Notfallausrüstung und Detektoren für brennbare Gase ausgestattet sein.
- Zylinder müssen aufrecht mit Ventilkappen und Sicherungsringen stehend und gegen Umfallen gesichert gelagert werden.
- Explosionsgeschützte Beleuchtungs- und Lüftungssysteme verwenden. Schalter und Steckdosen müssen außerhalb des Lagerhauses angebracht sein oder in explosionsgeschützter Ausführung vorliegen.
- Verwendung von Ausrüstung und Werkzeugen, die Funken erzeugen können, verbieten.
- Der Füllkoeffizient darf 0.49 kg/L (Isobutan) nicht überschreiten.
- Deutliche Sicherheitswarnschilder anbringen: „Rauchen verboten“ und „Entzündbares Gas“.
- Lagerbereiche müssen einen sicheren Abstand zu Wohngebieten, Schulen, Krankenhäusern und anderen besiedelten Gebieten halten.
- Zwei-Personen-Annahme/-Ausgabe und Zwei-Personen-Aufbewahrungssystem einführen.

7.3 Spezifische Endverwendungen

Bei Verwendung als Kältemittel darf das Produkt nur von geschultem und zertifiziertem Fachpersonal gehandhabt werden. R600a ist derzeit das bevorzugte Kältemittel für Haushaltskühlschränke/-gefrierschränke, typischerweise mit einer kleinen Füllmenge (50~150 g), dennoch müssen die Vorschriften des Explosionsschutzes eingehalten werden. Auslegung, Installation und Wartung von Kälteanlagen müssen der GB 9237 entsprechen. Nicht für direkten Lebensmittelkontakt, medizinische Inhalation oder andere nicht zugelassene Anwendungen verwenden.

8

Expositionskontrollen/Personalschutz

8.1 Kontrollparameter

China OEL (Arbeitsplatzgrenzwert)	Kein gesetzlicher Grenzwert festgelegt. Als erstickend wirkendes Gas behandeln. Den Sauerstoffgehalt in der Luft bei $\geq 19.5\%$ halten.
--------------------------------------	--

ACGIH TLV-TWA (USA)	1000 ppm (ca. 2360 mg/m ³), 8-Stunden-Zeitgewichtsdurchschnitt (erstickend wirkendes Gas)
NIOSH REL-TWA (USA)	800 ppm (1900 mg/m ³)
OSHA PEL-TWA (USA)	Nicht festgelegt (Behandlung als erstickend wirkendes Gas)
Biologischer Grenzwert	Nicht festgelegt

Hinweis: Die Hauptgefahren von Isobutan sind Entflammbarkeit und einfache Erstickung (Verdrängung von Sauerstoff bei hohen Konzentrationen), nicht chemische Toxizität. Der Sauerstoffgehalt am Arbeitsplatz muss über 19.5% gehalten werden.

8.2 Expositionsüberwachungsmethoden

Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektor (GC-FID) oder Massenspektrometrie (GC-MS); Gaswarngeräte (LEL-Überwachung, katalytischer Verbrennungs- oder Infrarotttyp).

8.3 Geeignete technische Schutzmaßnahmen

- Geschlossenes Prozessdesign mit Allgemeinbelüftung oder örtlicher Absaugung.
- Sicherheitsdusche und Augenspülstation bereitstellen.
- In Bereichen, in denen Lecks auftreten können, Gaswarnanlagen (mit akustischem und optischem Alarm) installieren. Alarmschwelle $\leq 20\%$ LEL.
- Alle elektrischen Geräte, Beleuchtung und Lüftung müssen explosionsgeschützt sein (gemäß GB 3836).
- Alle metallenen Geräte, Rohrleitungen und Behälter müssen zuverlässig geerdet sein. Erdungswiderstand $< 10 \Omega$.
- Böden am Arbeitsplatz müssen aus funkenfreiem Material bestehen.

8.4 Individuelle Schutzmaßnahmen

Atemschutz:

- Normale Bedingungen (unterhalb des Expositionsgrenzwerts und normaler Sauerstoffgehalt): keine besonderen Schutzmaßnahmen erforderlich.
- Erhöhte Konzentrationen oder verminderter Sauerstoffgehalt: umluftunabhängiger Atemschutz mit Überdruck (SCBA) oder Druckluftatmer mit Überdruck empfohlen.
- Hohe Konzentration oder Notrettung/Evakuierung: umluftunabhängiger Atemschutz mit Überdruck (SCBA) muss getragen werden.
- **KEINE Filteratemschutzgeräte verwenden** (wegen Erstickungsgefahr bei hohen Konzentrationen; Filteratemschutzgeräte spenden keinen Sauerstoff).

Augen-/Gesichtsschutz:

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

Hautschutz:

- Handschutz: kryogen isolierte Handschuhe (z. B. Trockeneis-Handschuhe, Leder-Kälteschutzhandschuhe) bei Kontakt mit Flüssigkeit.
- Körperschutz: antistatische Arbeitskleidung und antistatisches Schuhwerk (Kleidung muss der antistatischen Norm GB 12014 entsprechen).
- Sonstiges: Rauchverbot in Arbeitsbereichen; beim Betreten von Tanks oder geschlossenen Räumen das Partnerprinzip anwenden, Rettungsausrüstung bereitstellen.

8.5 Hygienemaßnahmen

- Nach der Arbeit Arbeitskleidung ausziehen und die Haut 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 leichtem Erdgasgeruch; bei Umgebungstemperatur und -druck gasförmig; unter Druck farblose, transparente Flüssigkeit
Geruchsschwelle	~12,000 ppm (1.2%), nahe der unteren Explosionsgrenze. Isobutan in Kältemittelqualität ist nicht odorierbar; der Geruch ist für die Detektion unzuverlässig.
pH	Nicht anwendbar (Gas)
Schmelzpunkt / Gefrierpunkt	-159.6 °C (-255.3 °F)
Siedepunkt / Siedebereich (101.3 kPa)	-11.7 °C (10.9 °F)
Flammpunkt	-117 °C (-178.6 °F) (geschlossener Tiegel)
Verdunstungsrate	Schnell (Flüssigkeit verdampft rasch)
Entzündbarkeit (Gas)	Hochentzündlich (Kategorie 1A)
Explosionsgrenzen (oben/unten)	Obere 8.4% / Untere 1.8% (Vol.-% in Luft)
Dampfdruck (25 °C)	350 kPa (gesättigter Dampfdruck)
Dampfdichte (Luft = 1)	2.00 (schwerer als Luft)
Relative Dichte (flüssig, 25 °C)	0.552 g/cm ³

Löslichkeit	Wenig löslich in Wasser (~48 mg/L bei 25°C); löslich in Ethanol, Ether und anderen organischen Lösungsmitteln
Octanol/Wasser-Verteilungskoeffizient (log P)	2.77
Selbstentzündungstemperatur	460 °C (860 °F)
Zersetzungstemperatur	Stabil bei Umgebungstemperatur und -druck; zersetzt sich nicht
Viskosität (Gas, 25 °C)	~7.6 µPa·s
Oberflächenspannung (flüssig, 25 °C)	~9.9 mN/m
Spezifische Wärmekapazität des Gases (25 °C, konstanter Druck)	1.66 kJ/(kg·°C)

9.2 Thermodynamische Eigenschaften

Kritische Temperatur	134.7 °C (274.5 °F)
Kritischer Druck	3640 kPa (3.64 MPa / 527.9 psia)
Kritische Dichte	0.221 g/cm ³
Verdampfungswärme (am Siedepunkt)	366 kJ/kg
Flüssige spezifische Wärmekapazität (25 °C)	2.35 kJ/(kg·°C)
Henry-Konstante (25 °C)	1.4×10^{-1} mol/(m ³ ·Pa)

9.3 Weitere Sicherheitsdaten

ASHRAE-Sicherheitsgruppe	A3 (geringe Toxizität, hohe Entflammbarkeit)
Ozonabbaupotenzial (ODP)	0 (schädigt die Ozonschicht nicht; natürliches Kältemittel)
Treibhauspotenzial (GWP, 100 Jahre)	~3 (sehr geringer Treibhauseffekt; natürliches Kältemittel)
Verbrennungswärme (unterer Heizwert)	45.6 MJ/kg

10 Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Chemisch stabil unter Normaltemperatur- und -druckbedingungen. Kann unter bestimmten Bedingungen heftig mit starken Oxidationsmitteln reagieren.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter Normalbedingungen von Temperatur und Druck. Hohe Temperaturen, offene Flammen und starke Oxidationsmittel vermeiden.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

- Kann heftig mit starken Oxidationsmitteln (z. B. flüssiger Sauerstoff, Chlor, Wasserstoffperoxid) reagieren, mit Explosionsgefahr.
- Kann unter Lichteinwirkung oder bei hohen Temperaturen heftige Substitutions- oder Additionsreaktionen mit Halogenen (Fluor, Chlor, Brom) eingehen.
- Unvollständige Verbrennung bei hohen Temperaturen erzeugt Kohlenmonoxid.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Hohe Temperatur, offene Flamme, Funken, statische Entladung, direkte Wärmequellen, Überdruck in Behältern. Bildung explosiver Gas-Luft-Gemische vermeiden.

10.5 Unverträgliche Materialien

Starke Oxidationsmittel (flüssiger Sauerstoff, Chlor, Wasserstoffperoxid, Kaliumpermanganat usw.), Halogene (Fluor, Chlor, Brom), starke Säuren, starke Basen

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Kohlenmonoxid (CO) aus unvollständiger Verbrennung. Zersetzt sich unter normalen Lagerbedingungen nicht.

10.7 Gefährliche Polymerisation

Findet nicht statt.

11 Toxikologische Informationen

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Akute Toxizität:

Ratten-Inhalation LC₅₀ (4 Std.)	> 100,000 ppm (100,000 ppm, ~5 Vol.-%; praktisch ungiftig; Hauptgefahren sind Erstickung und Entflammbarkeit)
Mäuse-Inhalation LC₅₀ (2 Std.)	> 100,000 ppm
Kaninchen dermal LD₅₀	Nicht verfügbar (gasförmiger Stoff)

Hinweis: Isobutan hat eine äußerst geringe akute Toxizität. Die 4-Stunden-Inhalations-LC50 der Ratte überschreitet 100,000 ppm, was als praktisch ungiftig eingestuft wird. Die Hauptgesundheitsgefahren sind Entzündbarkeit/Explosion und einfache Erstickung.

11.2 Hautreizung/-ätzung

Gasförmig: keine Hautreizung. Kontakt mit der Flüssigkeit kann Erfrierungen (physikalische Kälteverletzung) verursachen, ist jedoch chemisch nicht ätzend. GHS-Einstufung: keine Einstufung als hautätzend/hautreizend (nur physikalische Erfrierungen).

11.3 Augenreizung/-ätzung

Gasförmig: keine Augenreizung. Kontakt mit der Flüssigkeit kann schwere Erfrierungen und Hornhautschäden verursachen. GHS-Einstufung: keine Einstufung als augenreizend (nur physikalische Erfrierungen).

11.4 Sensibilisierung der Atemwege oder der Haut

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

11.5 Keimzellmutagenität

In-vitro-Tests (Ames-Test usw.) zeigen keine mutagene Wirkung. Isobutan ist ein einfaches Alkan und zeigt keine Genotoxizität.

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 einstuftbar)
- EPA (US-Umweltschutzbehörde): Nicht aufgeführt

11.7 Reproduktionstoxizität

Verfügbare Daten zeigen keine Reproduktions- oder Entwicklungstoxizität. Tierstudien haben keine teratogenen Wirkungen gezeigt.

11.8 STOT-Einmalexposition

- Narkotische Wirkung (Kategorie 3): Inhalation hoher Konzentrationen (> 10,000 ppm) kann eine Beeinträchtigung des zentralen Nervensystems verursachen, mit Schwindel, Schläfrigkeit, Kopfschmerzen

und Bewusstseinsstörungen.

- Herzwirkungen: Exposition bei sehr hohen Konzentrationen kann Herzrhythmusstörungen verursachen, insbesondere unter Stress.
- Erstickung: Verdrängt bei hohen Konzentrationen Sauerstoff aus der Luft und verursacht Sauerstoffmangel (Symptome bei $O_2 < 19.5\%$; tödlich möglich bei $O_2 < 6\%$).

11.9 STOT-Wiederholungsexposition

Wiederholte Exposition gegenüber niedrigen Konzentrationen zeigt keine signifikante Toxizität für Zielorgane. Langfristige berufliche Exposition (unterhalb des TLV) hat keine eindeutigen Organschäden gezeigt.

11.10 Aspirationsgefahr

In die Atemwege gelangendes flüssiges Isobutan (z. B. Aspiration nach Verschlucken von flüssigem Isobutan) kann eine chemische Pneumonitis und ein Lungenödem verursachen, potenziell tödlich. GHS-Einstufung: Aspirationsgefahr Kategorie 1. In gasförmiger Form ist eine Aspirationspneumonie nicht zu erwarten.

12 Ökologische Informationen

12.1 Ökotoxizität

Akute Fischtoxizität (LC_{50} , 96 Std.)	Für Fische giftig (GHS-Einstufung: gewässergefährdend – akut, Kategorie 1)
Akute Daphnien-Toxizität (EC_{50} , 48 Std.)	Detaillierte Daten nicht verfügbar
Algenwachstumshemmung (EC_{50} , 72 Std.)	Detaillierte Daten nicht verfügbar
Bakterielle Toxizität	Nicht verfügbar

Hinweis: Isobutan hat eine sehr geringe Wasserlöslichkeit, was das tatsächliche gewässerbezogene Expositionsrisiko begrenzt. Die GHS-Einstufung der Gewässertoxizität beruht auf Analogiedaten.

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

- Atmosphärischer Abbau: Hauptsächlich durch Reaktion mit Hydroxylradikalen ($\cdot OH$) abgebaut; atmosphärische Lebensdauer ~12 Tage.
- Bioabbaubarkeit: Unter aeroben Bedingungen bioabbaubar.
- Hydrolyse: Bei Umgebungstemperatur nicht leicht hydrolysiert.
- Photodegradation: Kann in der Atmosphäre photochemisch abgebaut werden.

12.3 Bioakkumulationspotenzial

$\log P = 2.77$. Geringes Bioakkumulationspotenzial (unterhalb des Bioakkumulationsschwellenwerts von $\log P = 4.5$).

12.4 Mobilität im Boden

In gasförmiger Form hochflüchtig. Sehr geringe Wasserlöslichkeit. Bei Freisetzung in den Boden leicht in die Atmosphäre verdunstend; verbleibt nicht im Boden.

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 (schädigt die Ozonschicht nicht; natürliches Kältemittel)
- **Treibhauspotenzial (GWP, 100-Jahres-Zeithorizont):**~3 (bezogen auf $\text{CO}_2 = 1$, extrem geringer Treibhauseffekt)
- R600a ist ein natürliches organisches Arbeitsfluid (Kohlenwasserstoff). Umweltfreundlich mit $\text{ODP}=0$ und sehr geringem GWP (~3), ist es das bevorzugte umweltfreundliche Kältemittel für Haushaltskühlschränke.
- Große Freisetzungen in Wasser können für Wasserorganismen schädlich sein, jedoch begrenzt die schnelle Verdunstung das tatsächliche gewässerbezogene Expositionsrisiko.
- Kein kontrollierter Stoff nach dem Montreal-Protokoll; kein kontrolliertes Treibhausgas nach dem Kyoto-Protokoll (GWP ist sehr gering).

13 Entsorgungshinweise

13.1 Abfallbehandlungsmethoden

Produkt/Rückstände:

- Rückgewinnung und Recycling (Reinigung und Wiederverwendung) ist der bevorzugte Ansatz.
- Kleine Mengen nicht rückgewinnbarer Restflüssigkeit können langsam an einem sicheren Ort (entfernt von Personen, Gebäuden und Zündquellen) in die Atmosphäre abgelassen werden.
- Große Mengen sollten über eine zugelassene Anlage zur Behandlung gefährlicher Abfälle entsorgt werden.
- Hochtemperatur-Verbrennung mit einer sicheren Verbrennungsanlage ist eine akzeptable Methode.
- **Flüssiges Isobutan NICHT in Kanäle, Gewässer oder Boden einleiten.**
- Beim Ablassen sicherstellen, dass keine Zündquellen vorhanden sind und der Bereich gut belüftet ist.

Kontaminierte Verpackung:

- Leere Zylinder müssen an den Lieferanten oder eine qualifizierte Einrichtung zur Entsorgung zurückgegeben werden. Leere Zylinder nicht wegwerfen oder zerschneiden.
- Leere Behälter mit Restdruck und Restflüssigkeit werden als gefährlicher Abfall behandelt.

- Auf Behälter mit Restflüssigkeit niemals offene Flamme zum Erhitzen, Schneiden oder Schweißen anwenden.

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).
- Für gute Belüftung sorgen, um Ansammlung entzündbarer Gase zu vermeiden.
- Die Entsorgung muss durch eine qualifizierte und zugelassene Einrichtung erfolgen.
- Entsorgungsaufzeichnungen sollten geführt werden.

14 Angaben zum Transport

14.1 UN-Nummer

1969 (Isobutan, entzündbares Gas)

14.2 UN-Versandbezeichnung

ISOBUTAN

14.3 Transportgefahrenklasse(n)

Klasse 2.1 Entzündbares Gas

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 oder geschweißte Stahlbehälter. Behälter müssen den einschlägigen nationalen Normen entsprechen (z. B. GB 5099, GB 5100).
- Übliche Packungsgrößen: 5 kg, 10 kg, 20 kg, 50 kg Behälter; 200 kg, 400 kg, 800 kg Tanks.
- Der Füllkoeffizient darf 0.49 kg/L (Isobutan) nicht überschreiten.
- Gewinderichtung des Flaschenventilauslasses: Linksgewinde für entzündbare Gase.

14.7 Besondere Anforderungen für verschiedene Transportarten

Straßentransport:

- Fahrzeuge müssen eine Gefahrguttransportgenehmigung besitzen und mit Funkenfängern ausgestattet sein.

- 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.
- Fahrzeuge müssen Feuerlöscher und Gaswarngeräte mitführen.

Schienentransport:

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

Seetransport (IMDG-Code):

- UN 1969, Klasse 2.1
- Meeresschadstoff: Nein
- Verstauekategorie: D (nur an Deck)
- Müssen von Wärmequellen und Feuer entfernt gestaut werden

Lufttransport (ICAO/IATA DGR):

- UN 1969, Klasse 2.1
- Entzündbares Gas
- Passagierflugzeuge: Verboten (sofern die Bestimmungen für freigestellte Mengen nicht erfüllt sind)
- Frachtflugzeuge: Die Verpackungsanforderungen der IATA DGR müssen erfüllt sein (vorbehaltlich der Genehmigung der Luftfahrtbehörde)

14.8 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Nutzer

- Nicht zusammen mit Oxidationsmitteln, Halogenen, starken Säuren, starken Basen oder Lebens-/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.
 - Behälter und Armaturen vorsichtig be- und entladen, um Beschädigungen zu vermeiden. Nicht fallen lassen oder stoßen.
 - Behälter müssen während des Transports sicher befestigt sein, um Rollen und Zusammenstöße zu verhindern.
-

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

Chinesische Vorschriften:

- Verordnung über das Sicherheitsmanagement gefährlicher Chemikalien (Staatsratsdekret Nr. 591)
- Katalog gefährlicher Chemikalien (Ausgabe 2015): aufgeführt (Klasse 2.1 entzündbares Gas)
- GB 30000-Serie: Regeln für die Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS)
- GB/T 16483-2008: Inhalt und Reihenfolge der Abschnitte im Sicherheitsdatenblatt
- GBZ 2.1-2019: Berufsbedingte Expositionsgrenzwerte für gefährliche Stoffe am Arbeitsplatz
- TSG 23-2021: Sicherheitsfachverordnung für Gasbehälter
- GB 50016: Norm für die Brandschutzauslegung von Gebäuden (Lagerhaus Klasse A)
- GB 50058: Auslegungsnorm für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
- GB 9237: Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheits- und Umweltaanforderungen
- Produktionssicherheitsgesetz der Volksrepublik China
- Brandschutzgesetz der Volksrepublik China (entzündbares Gas Klasse A)
- Gesetz zur Verhütung und Kontrolle der Umweltverschmutzung durch feste Abfälle

Internationale Vorschriften:

- **UN GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals):** 8. überarbeitete Ausgabe
- **Montreal-Protokoll:** Kein kontrollierter ozonschichtabbauender Stoff (ODP = 0, natürliches Kältemittel)
- **Kyoto-Protokoll / Pariser Abkommen:** Sehr geringes GWP (~3); kein vorrangig kontrolliertes Treibhausgas
- **EU REACH-Verordnung (EG 1907/2006):** Registrierter Stoff
- **EU CLP-Verordnung (EG 1272/2008):** Verordnung über Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung
- **EU-F-Gas-Verordnung (EG 517/2014):** Kein fluoriertes Treibhausgas; nicht von dieser Verordnung erfasst
- **US EPA SNAP-Programm:** Für Kälteanwendungen zugelassen (Haushaltskühlschränke usw.)
- **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
- **ASHRAE-Norm 34:** Benennung und Sicherheitsklassifizierung von Kältemitteln (Gruppe A3)

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
- Internationale Chemikalien-Sicherheitskarte (ICSC) Nr. 0901
- NOAA CAMEO Chemicals Database
- PubChem-Stoffdatenbank (CID 6367)
- ASHRAE-Norm 34-2019 (Benennung und Sicherheitsklassifizierung von Kältemitteln)
- 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
- GB 9237 (Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheits- und Umweltaanforderungen)

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
LEL	Untere Explosionsgrenze
UEL	Obere Explosionsgrenze
BLEVE	Explosion expandierender siedender Flüssigkeit
HC	Kohlenwasserstoff
STOT	Spezifische Zielorgan-Toxizität
IARC	Internationale Agentur für Krebsforschung
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists

16.3 Haftungsausschluss

Dieses Sicherheitsdatenblatt (SDS) wurde gemäß dem UN-GHS-Standard und den geltenden regulatorischen Anforderungen erstellt. Die enthaltenen Informationen beruhen auf öffentlich zugänglichen chemischen Datenbanken, Fachliteratur und nationalen Normen und sind nach bestem Wissen zum Ausstellungsdatum korrekt und vollständig. Es wird jedoch keine ausdrückliche oder stillschweigende Garantie für die absolute Genauigkeit, Vollständigkeit oder Zuverlässigkeit der Informationen übernommen. R600a ist ein hochentzündliches Kältemittel der Klasse A3. Beim Umgang, bei der Lagerung und beim Transport müssen die Vorschriften des Explosionsschutzes strikt eingehalten werden. Anwender sollten die Anwendbarkeit der Informationen für ihre spezifischen Verwendungsbedingungen überprüfen und für Compliance-Zwecke das offizielle SDS des Herstellers/Lieferanten heranziehen. Die Informationen in diesem Dokument können im Zuge neuer Forschungsergebnisse und regulatorischer Änderungen aktualisiert werden; eine regelmäßige Überprüfung der neuesten Version wird empfohlen.