

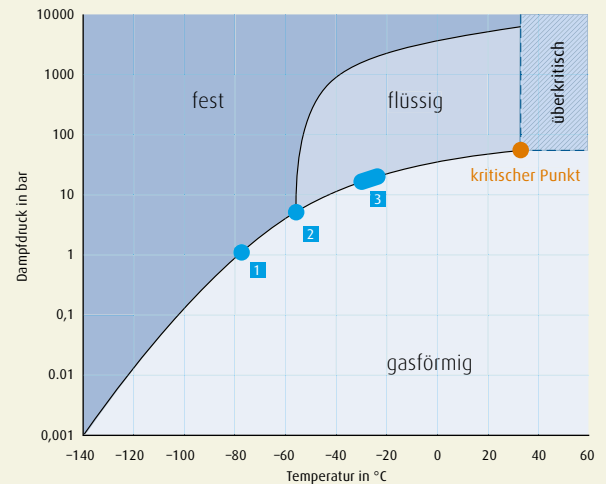


# Trockeneis.

Innovative Lösungen in großer Vielfalt.



# Trockeneis. Kälte ohne Feuchtigkeit.



- 1 Sublimationspunkt von Trockeneis 1,013 bar;  $-78,5^{\circ}\text{C}$
- 2 Tripelpunkt von Kohlendioxid 5,19 bar;  $-56,6^{\circ}\text{C}$
- 3 Betriebsparameter des Flüssig- $\text{CO}_2$ -Tanks (14 bar;  $-30^{\circ}\text{C}$  bis  $20^{\circ}\text{C}$  bis  $-20^{\circ}\text{C}$ )

**Trockeneis ist gefrorenes Kohlendioxid bei  $-78,5^{\circ}\text{C}$  (anderer Name: Kohlenstoffdioxid). Die Bezeichnung «trocken» bezieht sich auf die Eigenschaft, dass Trockeneis bei Wärmezufuhr sofort in den gasförmigen Zustand übergeht. Es entsteht also keine Flüssigkeit, die Ihrem Kühlerzeugnis oder dessen Verpackung schaden könnte.**

## Woher kommt das Kohlendioxid?

Die heute genutzten Kohlendioxid-Mengen werden ausschließlich aus kohlendioxid-hältigen Mineralquellen oder bei chemischen Prozessen (Rohölverarbeitung, Düngemittelproduktion) in gasförmiger Form gewonnen. Kohlendioxid, nachfolgend  $\text{CO}_2$  genannt, wird deshalb nicht zusätzlich produziert. Fälschlicherweise wird Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) auch Kohlensäure ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) genannt. Kohlensäure ist das Reaktionsprodukt aus Kohlendioxid und Wasser.

## Wie entsteht Trockeneis?

Das gasförmige  $\text{CO}_2$  wird zunächst unter Druck verflüssigt. Für die Herstellung von Trockeneis wird das flüssige  $\text{CO}_2$  aus einem unter Druck stehenden Behälter entnommen.

Beim Einströmen des unter Druck stehenden flüssigen  $\text{CO}_2$  in den drucklosen Apparat dehnt sich das flüssige  $\text{CO}_2$  sehr schnell aus. Diese Ausdehnung bewirkt, dass sich die Temperatur des flüssigen  $\text{CO}_2$  schlagartig erniedrigt – dieser Effekt wird auch als Joule-Thomson-Effekt bezeichnet. Dabei wird das flüssige  $\text{CO}_2$  in den festen Aggregatzustand, sog.  $\text{CO}_2$ -Schnee, überführt. Dieser tiefkalte ( $-78,5^{\circ}\text{C}$ ) Schnee ist Trockeneis! Dieser wird anschließend unter Druck verdichtet und zu Blöcken, Scheiben, Tabletten oder Pellets gepresst.

## Trockeneis und seine Eigenschaften

Der Druck und die Temperatur bestimmen die Form des  $\text{CO}_2$ : den gasförmigen, flüssigen oder festen Aggregatzustand. Trockeneis verdampft direkt, ohne zu schmelzen d.h. flüssig zu werden.  $\text{CO}_2$  ist eines der wenigen Gase, das einen festen Zustand annehmen kann. Die Kälteleistung von Trockeneis beträgt bei Erwärmung von  $-78,5^{\circ}\text{C}$  (194,65 K) auf  $0^{\circ}\text{C}$  (273,15 K) zirka 640 kJ/kg, dies entspricht etwa der 3-fachen Kühlleistung von herkömmlichem Eis. Der möglicherweise wichtigere Vorteil ist aber, dass nach der Verdampfung «nichts» mehr übrig bleibt, was bei normalem Eis aus Wasser nicht der Fall ist.

## Trockeneis ist ferner:

- geruchs- und geschmacksfrei
- bakterienhemmend
- nicht giftig
- nicht brennbar
- inert, d. h. reaktionsträge

## Diagramm

Das Trockeneis besitzt bei Normaldruck (1,013 bar) eine Temperatur von  $-78,5^{\circ}\text{C}$ . Der Tripelpunkt ist jener Punkt, bei dem ein Stoff in allen drei Aggregatzuständen auftritt. Bei Drücken  $< 5,19$  bar bzw. Temperaturen  $< -56,6^{\circ}\text{C}$  geht  $\text{CO}_2$  direkt vom festen in den gasförmigen Zustand über. Der Fachausdruck für diesen Vorgang nennt man Sublimation. Den umgekehrten Vorgang, wenn also ein Stoff vom gasförmigen direkt in den festen Zustand übergeht, nennt man Resublimation.

Die Grenzkurve flüssig/gasförmig endet im kritischen Punkt; die zugehörigen Werte der Zustandsgrößen werden kritische Daten genannt. Oberhalb des kritischen Punktes kann nicht mehr zwischen flüssig und gasförmig unterschieden werden (kein Dichteunterschied).

# Trockeneis. Verschiedene Anwendungsbereiche.

## Anwendungsmöglichkeiten im Lebensmittelbereich:

- Transportkühlung von gekühlten und gefrorenen Produkten
- Catering: Kühlen von Speisen in Flugzeugen
- Lebensmittelindustrie: Versand, Mischerkühlung, Prozesskühlung
- Winzer: Maischekühlung, Oxidationsschutz (eigener Prospekt «Kellereitechnik»)
- Bäcker: Teigkühlung (eigener Prospekt «Teigkühlung mit IceBitzzz-Pellets»)

## Anwendungsmöglichkeiten im Industrie- und Entertainmentbereich:

- Reinigungsverfahren: Strahlreinigung mit Trockeneis, Cryoclean (eigener Prospekt «Cryoclean®. Die coolste Reinigungsmethode»)
- Notkühlung bei Ausfall einer Kühlanlage
- Kunststoffindustrie: zum Entgraten von Gummiformteilen
- Chemische Industrie und Laboratorien: Realisation von kalten Flüssigkeitsbädern, zur Wärmeabführung bei chemischen Reaktionen, beim Kaltmahlen
- Pharmazeutische Industrie: zum Einhalten tiefer Transporttemperaturen bei temperaturempfindlichen Produkten wie z. B. Laborproben, Wirkstoffen, Pharmazeutika
- Metallindustrie zur Materialprüfung: zum Kaltschrumpfen und zum Härten
- Allgemeine Industrieanwendungen: Rohrgefrierung für Instandhaltungszwecke
- Unterhaltungsindustrie und Eventbereich: Nebeneffekte bei Musicals und in Diskotheken



# Sicherheit. Was müssen Sie beim Umgang mit Trockeneis beachten?



Warnhinweise bezüglich des sicheren Umgangs mit Trockeneis sind auf jedem Behälter angebracht.

#### Kaltverbrennungsgefahr!

- Trockeneis nur mit Handschuhen anfassen. Ansonsten ungeschützten Hautkontakt vermeiden.

#### Erstickungsgefahr!

- Das beim Verdampfen freigesetzte Gas kann in hohen Konzentrationen erstickend wirken, breitet sich am Boden aus und sammelt sich in Vertiefungen an. Trockeneis nie in einem schlecht belüfteten Raum, z. B. Keller, Führerkabine, etc. lagern.



#### Berstgefahr durch Überdruck!

- Trockeneis nicht in dicht schließenden Verpackungen oder Behältern lagern.



- Trockeneis von Kindern und Tieren fern halten.

Trockeneis sublimiert (verdampft) rückstandslos vom festen direkt in den gasförmigen Zustand, wobei das Gas weitgehend geruch- und normalerweise farblos bzw. unsichtbar ist. 1 kg Trockeneis bildet zirka 500 Liter CO<sub>2</sub>-Gas. Die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes in Luft am Arbeitsplatz, die bei täglich achtstündiger Einwirkung und einer Wochenarbeitszeit von 40 Stunden im Allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt. Die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) von CO<sub>2</sub> beträgt 5 000 ppm (0,5 Vol. %). CO<sub>2</sub>-Gas wirkt narkotisierend, bewirkt bei über 7% in der Atemluft Bewusstlosigkeit und bei Konzentrationen von über 8% besteht Erstickungsgefahr.

Da CO<sub>2</sub>-Gas zirka 1,5-mal schwerer als Luft ist, breitet es sich am Boden aus und sammelt sich in Vertiefungen an. Trockeneis nie in einem schlecht belüfteten Raum, z. B. im Keller, lagern. Auf gute Bodenbelüftung achten.

Trockeneis ist sehr kalt und hat eine Temperatur von -78,5° C. Direkter Kontakt mit ungeschützter Haut kann ernsthafte Erfrierungen verursachen. Trockeneis immer mit **Handschuhen** anfassen.

Nie in den Mund nehmen. Während des Zerkleinerns von Trockeneis **Schutzbrille** tragen.

Beachten Sie hierzu unsere Sicherheitsinformation «Regeln für den Umgang mit Trockeneis», diese finden Sie auf unserer Homepage: [www.linde-gas.at/trockeneis](http://www.linde-gas.at/trockeneis) Unter «Sicherheit» können Sie dieses Informationsblatt downloaden.

## Transport. Wie wird Trockeneis geliefert und gelagert?



Geprüfte Qualität: Trockeneis geliefert in plombierten Roll- und Transportbehältern mit Herstellungsdatum.

Der Transport unseres Trockeneises erfolgt in geeigneten, gut isolierten, jedoch nicht dicht schließenden Behältern.

Abhängig von Lagerung, Handhabung und den Umgebungsfaktoren muss mit einem kleineren oder größeren Gewichtsverlust gerechnet werden.

Ein Programm zur Berechnung des Gewichtsverlustes finden Sie auf unserer Homepage:

[www.linde-gas.at/trockeneis](http://www.linde-gas.at/trockeneis)

Unter «Füllmengen» können Sie das Berechnungsprogramm (Excel-Datei) downloaden.

- Alle unsere Trockeneisbehälter – ausgenommen Styroporbox – werden Ihnen mietweise zur Verfügung gestellt.
- Kleinstmengen werden in Einweg-Styroporbehälter verpackt. Die Behälter verbleiben beim Kunden. Die Verpackung ist nicht im Warenpreis enthalten.
- Bei der Lagerung in kundeneigenen Isolierbehältern ist darauf zu achten, dass das im Behälter entstehende Gas abgeleitet werden kann, ansonsten könnte sich im Gefäß ein Überdruck aufbauen, der das Gefäß zerstören würde (Berstgefahr).

Trockeneis unterliegt zwar nicht den regulären Vorschriften des ADR, es gelten aber die Bestimmungen des Kapitels 5.5.3 ADR in der jeweils gültigen Fassung.

# In welcher Form wird Trockeneis produziert?

## Wir produzieren und liefern Trockeneis in Form von Blöcken, Scheiben, Nuggets oder Pellets.



### Block

#### Maße

Block ganz: 250 × 150 × 150 mm (7,5 kg/Block)  
 Block 1 x geschnitten: 250 × 150 × 70 mm  
 Block 2 x geschnitten: 250 × 150 × 45 mm  
 Block 3 x geschnitten: 250 × 150 × 35 mm

#### Einsatzbereich

Lagerung und Transport gekühlter und gefrorener Produkte.  
 Indirekte Lebensmittelkühlung.  
 Strahlanlagen, Temperatursicherung bei Ausfällen von Kühlanlagen.

#### Eigenschaften

Höhere Haltbarkeit und geringere Sublimationsverluste im Vergleich zu Scheiben und Pellets.

#### Mindestbestellmenge

→ 17 kg  
 → Erhältlich in Styropor- und Transportbehältern (Behälter Typ A, Typ B, Typ C, Typ D und Styroporbehälter)

### Scheiben

#### Maße

150 × 250 × 25 mm (1,2 kg/Scheibe)

#### Einsatzbereich

Lagerung und Transport gekühlter und gefrorener Produkte.  
 Indirekte Lebensmittelkühlung.  
 Nebelleffekte.

#### Eigenschaften

Höhere Haltbarkeit und geringere Sublimationsverluste im Vergleich zu Pellets.

#### Mindestbestellmenge

→ 48 kg  
 → Erhältlich in Transportbehältern (Behälter Typ A, Typ B, Typ C, Typ D)

### Scheiben einzeln verpackt

#### Maße

150 × 150 × 25 mm (0,5 kg/Scheibe)

#### Einsatzbereich

Lagerung und Transport gekühlter und gefrorener Produkte.  
 Direkte Lebensmittelkühlung.

*Warnhinweise bezüglich des sicheren Umgangs mit Trockeneis sind auf der Verpackung aufgedruckt.*

#### Eigenschaften

Höhere Haltbarkeit und geringere Sublimationsverluste im Vergleich zu Pellets.

#### Mindestbestellmenge

→ 40 kg  
 → Erhältlich in Transportbehältern (Behälter Typ A, Typ B, Typ C, Typ D)



**Pellets 3 mm**

**Maße**

3 mm Pellets (ca. 5–30 mm lang)

**Einsatzbereich**

Lagerung und Transport gekühlter und gefrorener Produkte.

Labor.  
Kaltschrumpfen und Strahlreinigung.

**Eigenschaften**

Höhere Sublimationsverluste im Vergleich zu Blöcken und Scheiben (geringere Haltbarkeit), dafür aber eine effektivere Kühlleistung.

**Mindestbestellmenge**

- 17 kg  
Kleinere Mengen nur bei Abholung.
- Erhältlich in Styropor- und Transportbehältern (Behälter Typ A, Typ B, Typ C, Typ D und Styroporbehälter)

**Nuggets 16 mm**

**Maße**

16 mm Nuggets (ca. 30–60 mm lang)

**Einsatzbereich**

Lagerung und Transport gekühlter und gefrorener Produkte.

Unabhängige Getränke Kühlung.  
Labor.  
Nebeleffekte und Festivals.

**Eigenschaften**

Höhere Sublimationsverluste im Vergleich zu Blöcken und Scheiben (geringere Haltbarkeit), dafür aber eine effektivere Kühlleistung.

**Mindestbestellmenge**

- 16 kg  
Kleinere Mengen nur bei Abholung.
- Erhältlich in Styropor- und Transportbehältern (Behälter Typ A, Typ B, Typ C, Typ D und Styroporbehälter)

# Welche Behälterarten gibt es? Ob Styroporbehälter für Kleinmengen oder Roll- und Transportbehälter für größere Mengen, wir haben für Sie den richtigen Behälter.



## Styroporbehälter bis 17 kg Trockeneis

### nur Verkauf

Einweg

### Maße (B×T×H, in mm)

Außen 600×280×230  
Innen 545×230×160

### Tara

0,27 kg

### Brutto

max. 17 kg

### Inhalt

Füllmenge variiert je nach Produkt!

## Trockeneisbehälter mit Rollen, Typ A

### Mietbehälter

Tages- oder Pauschalmiete

### Maße (B×T×H, in mm)

Außen 820×660×760  
Innen 660×540×500

### Tara

43 kg

### Brutto

max. 200 kg

### Inhalt

Füllmenge variiert je nach Produkt!

## Trockeneisbehälter mit Rollen, Typ B

### Mietbehälter

Tages- oder Pauschalmiete

### Maße (B×T×H, in mm)

Außen 820×660×970  
Innen 660×540×710

### Tara

48 kg

### Brutto

max. 270 kg

### Inhalt

Füllmenge variiert je nach Produkt!

## Trockeneisbehälter ohne Rollen, Typ C

### Mietbehälter

Tages- oder Pauschalmiete

### Maße (B×T×H, in mm)

Außen 1000×1200×970  
Innen 800×1000×600

### Tara

112 kg

### Brutto

max. 500 kg

### Inhalt

Füllmenge variiert je nach Produkt!





**Trockeneisbehälter ohne Rollen, Typ C (Iceberg)**

**Mietbehälter**

Tages- oder Pauschalmiete

**Maße (B×T×H, in mm)**

Außen 1225×935×1260  
Innen 950×660×760

**Tara**

180 kg

**Brutto**

max. 548 kg

**Inhalt**

Füllmenge variiert je nach Produkt!

**Trockeneisbehälter mit Rollen Typ D**

**Mietbehälter**

Tages- oder Pauschalmiete

**Maße (B×T×H, in mm)**

Außen 600×500×580  
Innen 415×315×410

**Tara**

16 kg

**Brutto**

max. 50 kg

**Inhalt**

Füllmenge variiert je nach Produkt!

**Trockeneisbehälter mit Rollen, Typ E**

**Mietbehälter**

Tages- oder Pauschalmiete

**Maße (B×T×H, in mm)**

Außen 765 × 600 × 614  
Innen 610 × 445 × 430

**Tara**

30 kg

**Brutto**

max. 130 kg

**Inhalt**

Füllmenge variiert je nach Produkt!

**Trockeneis-Füllmengen.** Hier finden Sie die Füllmengen des jeweiligen Trockeneis Produktes pro Behälter. Die Füllmenge variiert ja nach Behälter Typ.

	Styropor 20 kg		Behälter Typ A		Behälter Typ B		Behälter Typ C		Behälter Typ D		Behälter Typ E	
Trockeneis- produkt	Inhalt in kg	Mat.Nr.	Inhalt in kg	Mat.Nr.	Inhalt in kg	Mat.Nr.	Inhalt in kg	Mat.Nr.	Inhalt in kg	Mat.Nr.	Inhalt in kg	Mat.Nr.
Block 250 x 150 x 150 mm	15	373781	175	373710	240	373720	500	373750	45	373705	100	373706
Block 1 x geschnitten 250 x 150 x 70 mm			170	373711	260	373732	500	373753	48	373707	100	373708
Block 2 x geschnitten 250 x 150 x 45 mm			170	373733	260	373734	500	373735	48	373736	100	373737
Block 3 x geschnitten 250 x 150 x 35 mm			170	373738	260	373739	500	373740	48	373741	100	373742
Scheiben unverpackt 150 x 150 x 25 mm			170	373721	260	373730	500	373754	48	373714	100	373716
Scheiben ver- packt (einzeln) 150 x 150 x 25 mm			160	373722	235	373731	480	373752	40	373715	105	373717
Pellets	17	377780	120	377710	200	377720	400	377740	50	377705	100	377706
Nuggets	16	378780	120	378710	195	378720	370	378740	47	378705	100	378706



Bild: Trockeneis-Strahlen mit Pellets

# Vorsprung durch Innovation.

Linde Gas ist mehr. Linde Gas übernimmt mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im globalen Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Maßstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmergeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

Linde Gas bietet mehr – wir bieten Mehrwert, spürbare Wettbewerbsvorteile und erhöhte Profitabilität. Jedes Konzept wird exakt auf die Bedürfnisse unserer Kunden abgestimmt. Individuell und maßgeschneidert. Das gilt für alle Branchen und für jede Unternehmensgröße.

Wer heute mit der Konkurrenz von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen tägliche Werkzeuge für optimale Kundenlösungen sind. Partnerschaft bedeutet für uns nicht nur wir für Sie – sondern vor allem wir mit Ihnen. Denn in der Zusammenarbeit liegt die Kraft wirtschaftlichen Erfolgs.

Linde Gas – ideas become solutions.

## **Hinweis:**

Änderungen, Irrtümer und Satzfehler vorbehalten!

Linde Gas GmbH  
Carl-von-Linde-Platz 1, 4651 Stadl-Paura  
Telefon 050.4273, Fax 050.4273-1900, [www.linde-gas.at](http://www.linde-gas.at)