



**Opteon™**

# **A1 vs. A2L**

## **Eigenschaften, Handhabung und Sicherheit**



**Chemours™**

**Mai 2024**

# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

---

**08** Ausblick

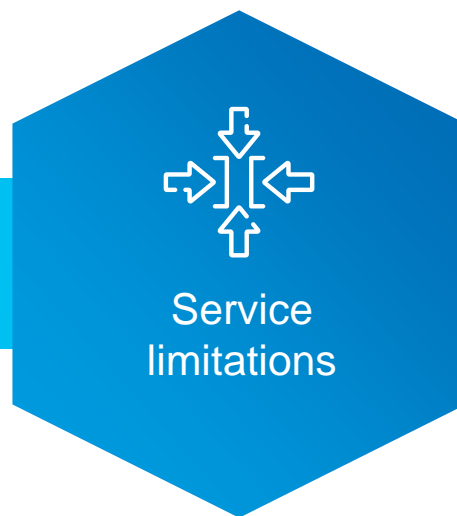
---

# F-Gas regulation – 2024 revision



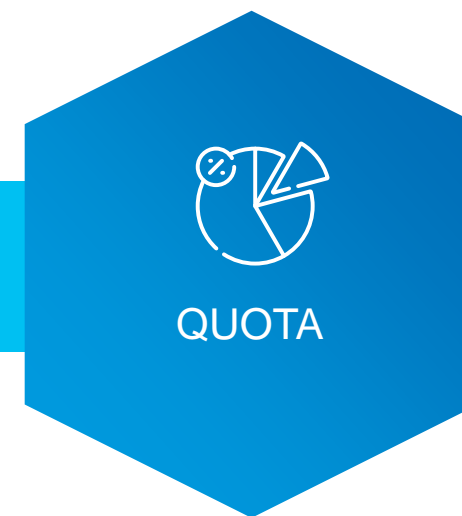
## NEW SYSTEM INSTALLATION

GWP limits by applications  
as of ...



## EXISTING INSTALLATIONS

GWP limits by applications as  
of ...



## QUOTA REDUCTION

Impacts the availability and  
the price of medium and  
high GWP refrigerants.

# F-Gas regulation – 2024 revision



Limitations &  
Bans New system

## **NEW SYSTEM INSTALLATION**

GWP limits by applications  
as of ...

# New system installations

## GWP LIMIT BY YEAR

NEW EQUIPMENT		2015	2020	2022	2025	2026	2027	2029	2030	2032	2033	2035
1	Chillers <12kW						150			No F-gases*		
2	Chillers >12kW						750					
3	AC and HP Portable Plug-in monoblock		150									
4	AC and HP Stat. monoblock <12kW						150			No F-gases*		
5	AC and HP Stat. monoblock >12kW and <50kW						150					
6	AC and HP Stat. monoblock >50kW								150			
7	AC and HP Monosplit (<3Kg of HFC charge)				750							No F-gases*
8	AC and HP Multisplit air-to-water <12kW						150					No F-gases*
9	AC and HP Multisplit air-to-air <12kW							150				No F-gases*
10	AC and HP Multisplit (any kind) >12kW							750		150		
11	Domestic refrigeration	150				No F-gases*						
12	Commercial refrigerators and freezers (HFC)			150								
13	Commercial refrigerators and freezers (All F-gases)				150							
14	Multi-pack centralized >40kW**			150								
15	Self-contained refrigeration equipment				150							
16	All Other refrigeration equipment***				2500				150			

**Opteon™ XL 20 [R-454C]; Opteon™ XL10 [R-1234yf] & Opteon™ XL 41 [R-454B] are long term solutions**

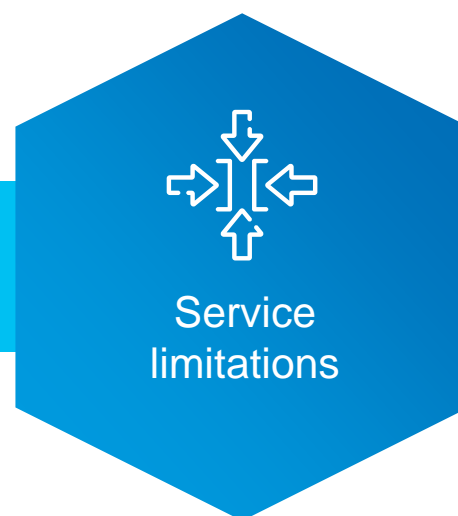
\* Restrictions subject to **Safety Clause**, "Efficiency", "disproportionate manufacturing costs" and **Revision Clauses**

\*\* Except cascade systems: 1,500GWP

\*\*\* Except ultra-low temp equipment (below -50C)



# F-Gas regulation – 2024 revision



## NEW SYSTEM INSTALLATION

GWP limits by applications  
as of ...

## EXISTING INSTALLATIONS

GWP limits by applications as  
of ...

# Maintenance / Service of existing installations

## GWP LIMIT BY YEAR

MAINTENANCE	2015	2020	2022	2025	2026	2027	2029	2030	2032	2033	2035
Chillers											
AC and HP Monoblock											
AC and HP – Virgin refrigerant *					2500						
AC and HP – Recycled and reclaimed*									2500		
Refrigeration – Virgin refrigerant				2500					750*		
Refrogeration – Recycled and Reclaimed		2500*						2500			

\* Except ultra-low temp equipment (below -50C)

\*\*Present f-gas ban only applying to >40 C02eqT charge size equipment

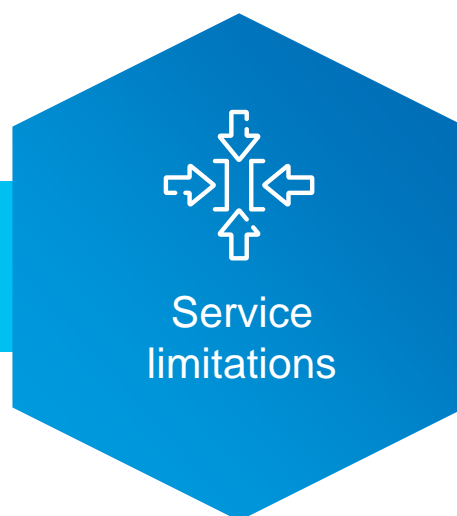
Refrigerant	GWP *AR4	Safety Classification
Opteon™ XP10 (R-513A)	573 (631)*	1
Opteon™ XP40 (R449A)	1282 (1397)*	1
Opteon™ XP44 (R452A)	1944 (2141)*	1

# F-Gas regulation – 2024 revision



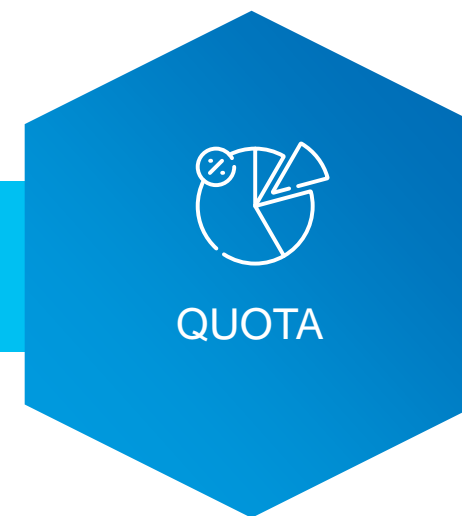
## NEW SYSTEM INSTALLATION

GWP limits by applications  
as of ...



## EXISTING INSTALLATIONS

GWP limits by applications as  
of ...



## QUOTA REDUCTION

Impacts the availability and  
the price of medium and  
high GWP refrigerants.



# Chemours Produktübersicht Teil 1

Kältemittel	GWP *AR4	Sicherheitsklasse	Anwendung	Ersetzt	GPW reduktion
<b>Opteon™ XP10</b> (R-513A)	573 (631)*	1	Refrigeration and AC (DX and flooded systems)	<b>R-134A</b>	56%
<b>Opteon™ XP40</b> (R-449A)	1282 (1397)*	1	Refrigeration	<b>R-404A, R-507A, R-407A, R-407F</b>	63%
<b>Opteon™ XP44</b> (R-452A)	1944 (2141)*	1	Refrigeration and transport	<b>R-404A</b>	45%
<b>Opteon™ XL10</b> (R-1234yf)	<1 (4)*	2L	Car AC and refrigeration	<b>R-134A</b>	99%
<b>Opteon™ XL40</b> (R454A)	238 (239)*	2L	Refrigeration	<b>R-404A, R- 507A, R-407A, R-407F</b>	94%
<b>Opteon™ XL20</b> (R-454C)	146(148)*	2L	Refrigeration, AC, Heat Pump	<b>R-22, R-407C, R-404A</b>	96%
<b>Opteon™ XL41</b> (R-454B)	467 (466)*	2L	AC and Heat Pump	<b>R-410A</b>	78%
<b>Opteon™ XL55</b> (R-452B)	676 (698)*	2L	AC and Heat Pump	<b>R-410A</b>	68%

# Chemours Produktübersicht Teil 2

Kältemittel	GWP	Sicherheitsklasse	Anwendung	Siedepunkt	Kritische Temperatur
<b>Opteon™ MZ</b> (R-1336mzz(Z))	2	1	Hochtemperatur Wärmepumpen, ORC, Wärmeübertragung	33,4°C	171,3°C
<b>Opteon™ ME</b> (R-1336mzz(E))	7	1	Hochtemperatur Wärmepumpen, ORC, Wärmeübertragung	7,4°C	130,4°C

# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

---

**08** Ausblick

---

# Vergleich R-513a und R-1234yf - Normalkühlung

Tc=30°C, To=-10°C, ΔTcu=2K, ΔToh= 8k		Opteon™ XP10 R-513a	Opteon™ XL10 R-1234yf
GWP (AR5)	-	573	<1
Mittlere Verdampfungstemperatur	°C	-10.00	-10.00
Verdampfungsdruck	bar.g	1.25	1.20
Druckgastemperatur	°C	48.98	44.61
Verflüssigungsdruck	bar.g	7.20	6.82
Qo	kW	2.20	2.07
Qo relativ	-	100%	94%
Antriebsleistung	kW	0.58	0.55
COP	-	3.79	3.76
COP relative	-	100%	99%
Gleit Verdampfer	K	0.03	0.00
Gleit Verflüssiger	K	0.00	0.00

**XL10 ist kein Drop-In für XP10! (A2L vs. A1)**

# Vergleich R-449A und R-454C - Normalkühlung

Tc=30°C, To=-10°C, ΔTcu=2K, ΔToh= 8k		Opteon™ XP40 R-449A	Opteon™ XL20 R-454C
GWP (AR5)	-	1282	146
Mittlere Verdampfungstemperatur	°C	-10.00	-10.10
Verdampfungsdruck	bar.g	2.89	2.54
Druckgastemperatur	°C	62.90	59.10
Verflüssigungsdruck	bar.g	12.60	11.36
Qo	kW	3.70	3.40
Qo relativ	-	100%	90%
Antriebsleistung	kW	1.01	0.91
COP	-	3.70	3.71
COP relative	-	100%	100%
Gleit Verdampfer	K	4.20	6.00
Gleit Verflüssiger	K	4.70	7.20

**XL20 ist kein Drop-In für XP40! (A2L vs. A1)**

# Vergleich R-449A und R-454C - Tiefkühlung

Tc=30°C, To=-35°C, ΔTcu=2K, ΔToh= 8k		Opteon™ XP40 R-449A	Opteon™ XL20 R-454C
GWP (AR5)	-	1282	146
Mittlere Verdampfungstemperatur	°C	-35.00	-35.00
Verdampfungsdruck	bar.g	0.39	0.27
Druckgastemperatur	°C	84.10	75.90
Verflüssigungsdruck	bar.g	12.60	11.36
Qo	kW	1.30	1.10
Qo relativ	-	100%	89%
Antriebsleistung	kW	0.70	0.63
COP	-	1.83	1.82
COP relative	-	100%	99%
Gleit Verdampfer	K	3.80	5.00
Gleit Verflüssiger	K	4.70	7.20

**XL20 ist kein Drop-In für XP40! (A2L vs. A1)**

# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

---

**08** Ausblick

---

# Brennbarkeitsklassen

Zunehmende Brennbarkeit ↑

**Hoch entflammbar** 3

**Entflammbar** 2

**Schwer entflammbar** 2L  
( $s_u \leq 10 \text{ cm/s}$ )

**Keine Flammausbreitung** 1

## Beispiele

Kohlenwasserstoffe  
(z.B. R-290, R-600a)



R-152a

R-1234yf, R-32, R-454B/C



fast alle herkömmlichen H-FKW,  
R-744, R-449A, R-513A

Fokus für  
verbreiteten Einsatz



# Brennbarkeitsparameter von Kältemitteln

Kältemittel	R-32	R-454C	R-290
Sicherheitsklasse	A2L	A2L	A3
LFL [kg/m³]	0.307	0.293	0.038
UEG [Vol-% in Luft]	12.7	7.7	2.1
OEG [Vol-% in Luft]	33.4	15	10.1
Entzündbarkeitsbereich OEG - UEG [Vol.-% in Luft]	20.7	7.3	8
Mindestzündenergie [mJ]	30-100	300-1.000	0.25
Brenngeschwindigkeit [cm/s]	6.7	1.6	46
Verbrennungswärme [kJ/g]	9.4	10.51	46.3

# Unterscheidung A2L versus A3

	A2L	A3
Brennbarkeit	PED Fluid Gruppe I	PED Fluid Gruppe I
Füllmenge	>	<
Heiße Oberflächen	HSIT (>800°C – 100K)	AIT (280 bis 530 °C – 100K)
Wirksame Zündquellen	MZE (100 bis >5000mJ)	MZE (<1mJ)
ATEX Zone	Maximal Zone 2 (ø einige dezimeter)	Zone 0 bis 2 (ø mehrere meter)

**Eine ATEX Zone für A2L tritt nur im Havariefall auf**

# ATEX Zonen - Definition



## ZONE 0

Bereich, in dem ständig oder langfristig eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel vorhanden ist.



## ZONE 1

Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel bei normalem Betrieb auftritt.



## ZONE 2

Bereich, in dem nicht damit zu rechnen ist, dass bei normalen Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel auftritt, und wenn, dann nur selten und auch nur kurzzeitig.

# Unterscheidung A2L versus A1

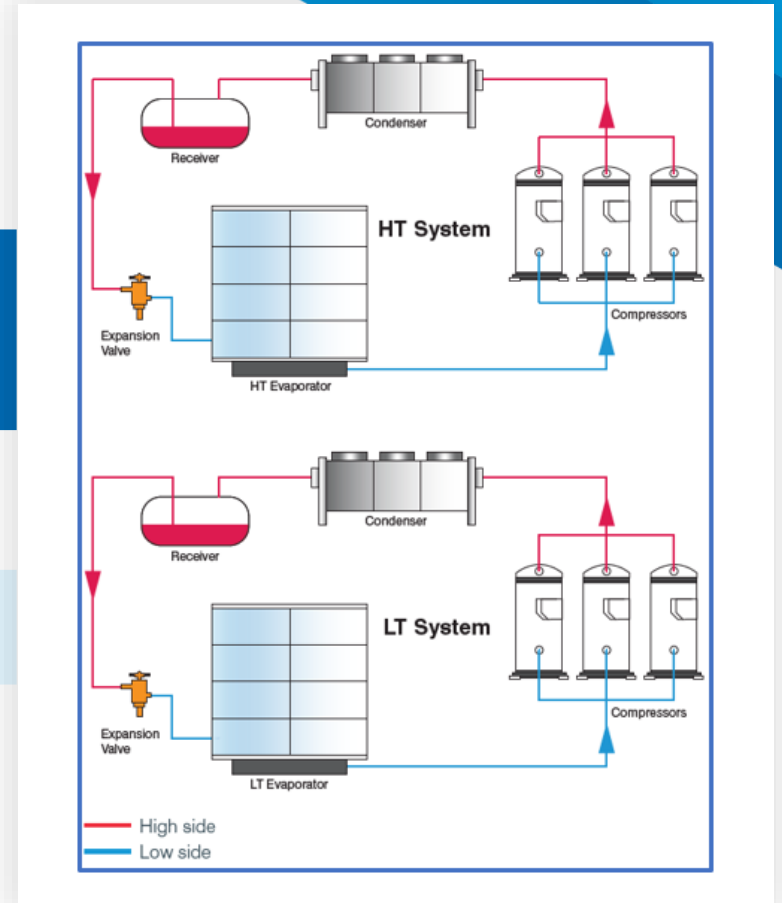
	A2L	A1
<b>Brennbarkeit</b>	PED Fluid Gruppe I	PED Fluid Gruppe II
<b>Komponenten Zulassung</b>	Gemäß Fluid-gruppe	
<b>Serviceausrüstung</b>	Siehe Übersicht- Serviceausrüstung	
<b>Risikobewertung</b>	Standard + Faktor Brennbarkeit	Standard
<b>Handhabung</b>	Befüllen, Absaugen, Neutralisieren, Löten,... + keine wirksamen Zündquellen	Befüllen, Absaugen, Neutralisieren, Löten,...

# Serviceausrüstung A1 versus A2L

Ausrüstung	Opteon™ XP	Opteon™ XL
Klassifizierung	A1	A2L
Manometer	Standard	Standard
Füllschlauch	Standard	Standard
Drehmomentschlüssel	Standard	Standard
Bördelwerkzeug	Standard	Standard
Rohrabschneider	Standard	Standard
Rohrbiegemaschine	Standard	Standard
Sechskantschlüssel	Standard	Standard
Lüftungsgebläse, falls schlechte Belüftung	Standard	Standard
Waage	Standard	Standard
Vakuumpumpe	Standard	2L-zertifiziert
Feuerlöscher (Trockenpulver/CO2)	nicht erforderlich	chemikalienggeeignet
Gassensor	Standard	2L-zertifiziert
Elektronisches Lecksuchgerät	Standard	2L-zertifiziert
R-Zylinder	Standard	entflammbar (GHS-Label, Linksgewinde)
Kaltemittel-Absaugeinrichtung	Standard	2L-zertifiziert

# Anlagenstrukturen

	A1	A2L
Große Leistung	Zentrale Systeme (Verbundanlagen)	Dezentrale Systeme (kleine Verbundanlagen / Verdichtersätze)
Kleine Leistung	Dezentrale Systeme (Verflüssigungssätze)	Dezentrale Systeme (Verflüssigungssätze)



# Nachträgliche Qualifizierung A1 -> A2L

## A1 -> A2L

## Beschreibung

### Systemkomponenten

Alle Systemkomponenten müssen für PED FluidGruppe I freigegeben sein (A2L ready ... )

### Rohrleitungswege

Durch welche Räume wurden die Leitungen verlegt ?

### Bereiche und Aufstellbedingungen

Definition von Zugangsbereichen

### Füllmengenberechnung

Worst Case Betrachtung

### Sicherheitsmaßnahmen

Auswahl entsprechender Sicherheitsmaßnahmen nach EN 378-3

### Risikoanalyse / bewertung

Die Brennbarkeit muss zusätzlich berücksichtigt werden!

# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

---

**08** Ausblick

---



# Mögliche Risiken / Gefährdungen

RISIKO	BEISPIEL	A1 Kältemittel	A2L Kältemittel
<b>Mechanische Gefährdung</b>	Hochdruck	✓	✓
<b>Elektrische Gefährdung</b>	Spannungsführende Teile	✓	✓
<b>Thermische Gefährdung</b>	Objekte oder Materialien hoher oder niedriger Temperatur	✓	✓
	Flammen		✓
<b>Gefährdung durch Lärm</b>	Bewegliche Teile	✓	✓
<b>Gefährdung durch Vibration</b>	Schwingende Komponenten	✓	✓
...	...		

# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

---

**08** Ausblick

---

# Einführung



Warum wird eine Risikobeurteilung benötigt ?

- Europäische Gesetz -> Maschinen Richtlinie 2023/1230/EG
- Das gilt für alle Kältemittelleistungen (A1, A2L, A3, B1, etc.)!
- Es gibt mehrere Möglichkeiten eine Risikobeurteilung durchzuführen



EN ISO 12100:2010 gibt eine Struktur entlang der Maschinenrichtlinie vor



EN ISO 13849:2023 beschreibt einen Prozess der Risikobewertung



**Risikobeurteilung = Risikoanalyse + Risikobewertung**

# Grundlegende Projektinformationen



Gebäudetyp, Gebäudepläne, Abmessungen aller Räume, vorhandene Anlagen, Zuordnung/Definition Zugangsbereiche, Ansaugung Lüftung, Bodenöffnungen, ...



Anwendung, Anlagentyp, Kältemittel, Kälteleistung, Füllmenge, Leitungsführung, Abstimmung Gewerke, ...



Maximal zulässige Füllmenge nach EN378-1, Berechnung für jeden, Raum, Kreislauf, Ermittlung Sicherheitsmaßnahmen, ...



Kältemittel-Konzentration bei Havariefall für jeden Raum und Kreislauf, Abgleich Konzentration mit LFL-Werten, ...



Ausschließlich geeignete und zugelassene Komponenten verwenden, Datenblatt, Betriebsanleitung, CE Hersteller-Erklärung, PED Kategorie

**Vorbereitung, Planung und Dokumentation**

# Risikobewertung nach MRL / nach ISO 12100

- Projektdaten
- Anlagenbeschreibung (Stücklisten, Geräte-Bezeichnungen u. Identifikation, Serien-Nummern)
- Risikobeurteilung (z.B. Excel Vorlage - nach EN ISO 12100 und ISO 13849)
- Begleitdokumente (Betriebsanleitungen, Herstellererklärungen, Techn. Datenblätter, Sicherheitsdatenblätt.,...)
- Angewendete Normen
- Ergebnisse der Füllmengenberechnung
- Berechnung der Kältemittel-Konzentrationen im Havariefall
- ...



**Hilfsprogramme vereinfachen die Umsetzung und geben Struktur**



# Anlagen-Abnahme und Übergabe an Betreiber

- Abhängig von der PED Kategorie muss eine benannte Stelle (z.B. TÜV) die Anlage(n) abnehmen
- Prüfstelle so früh wie möglich in Planung und Auslegung einbinden
- Sämtliche Dokumentation einschl. Risikobewertung an den Betreiber übergeben
- Den Betreiber auf Wartungsintervalle hinweisen
- Ggfs. den Betreiber bei Gefährdungsbeurteilung unterstützen



**Risikobewertung = Errichter & Gefährdungsbeurteilung = Betreiber**

# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

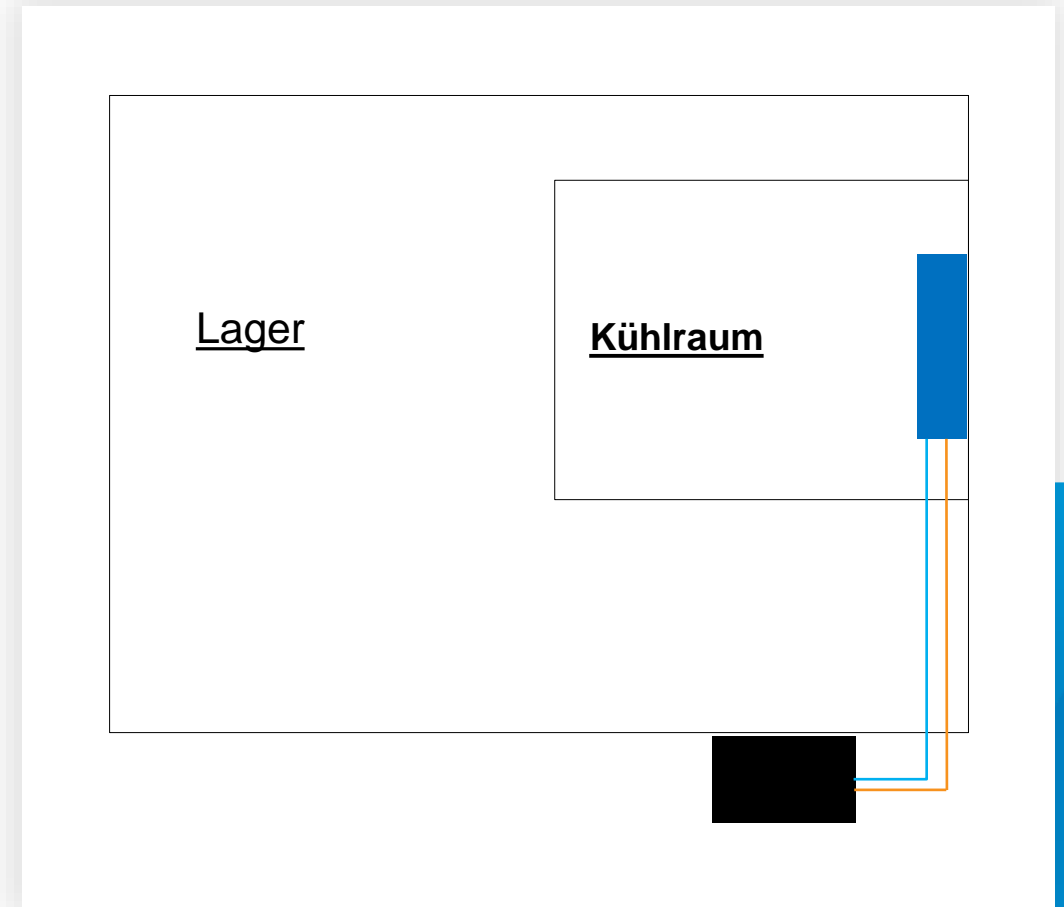
---

**08** Ausblick

---


# Beispiel

- Raummaße LxBxH
  - Lager: Raumvolumen = 207 m<sup>3</sup>
  - Kühlraum: Raumvolumen = 15.18 m<sup>3</sup>
- Zugangsbereich: B (Zugangsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben)
- Aufstellort: Klasse II (Maschinenraum oder im freien)





# Chemours Füllmengenrechner - Kühlraum

**Opteon™**


Opteon™ XL Very Low GWP A2L Refrigerants:  
Long-term, Sustainable Solutions


**Opteon™ XL Refrigerant Charge Calculator**

Choose the location, access categories and preferred refrigerant. Type in the room dimensions and estimated refrigerant charge.


The calculator is optimized for desktop use on Google Chrome.

Select your use case below.

  
Human Comfort


  
Other Applications  
Above Ground

**DISCLAIMER**  
The information provided herein is believed to be accurate, but is not warranted nor is it intended to be used without independent verification. Because it is provided gratis, the reader assumes sole responsibility for any results obtained in reliance on this information. Statements or suggestions concerning possible use of our products are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement, and are not recommendations to infringe any patent. The user should not assume that all safety measures are indicated, or that other measures may not be required. A suitable risk assessment should always be carried out.

**Chemours™**

Opteon™ and the Opteon Logo are trademarks or registered trademarks of The Chemours Company. ©2020 The Chemours Company.

# Aufstellort: Klasse II



Opteon™ XL Very Low GWP A2L Refrigerants:  
Long-term, Sustainable Solutions

Opteon™ XL Refrigerant Charge Calculator > Other Applications - Above Ground

Location Classification	Access Categories	Refrigerant	Room Dimensions	Result
Class II	c	Opteon™ XL20	0.00 m³	

Select your location classification.

Class I


Class II

Class III


Class IV

**Compressors in machinery room or open air**

If part of the refrigerating system is inside the occupied space e.g. coils and pipework including valves, but all the compressors and pressure vessels are either located in a machinery room (compliant with the requirements of EN 378-3) or in the open air, then the location is Class II. If all the refrigerant-containing parts are located in a machinery room (compliant with the requirements of EN 378-3) or the open air, the system is location Class III.



# Zugangsbereich: B



Opteon™ XL Very Low GWP A2L Refrigerants:  
Long-term, Sustainable Solutions

Opteon™ XL Refrigerant Charge Calculator > Other Applications - Above Ground


Location Classification	Access Categories	Refrigerant	Room Dimensions	Result
Class II	b	Opteon™ XL20	0.00 m³	

Choose the applicable access category.


a☒ b☐ c☐

Rooms, parts of buildings or buildings where there is limited access to a limited number of people, some of whom are acquainted with the general safety precautions of the establishment.

**Business or professional offices, laboratories, places for general manufacturing or more generally facilities where people work that are closed to the public.**



# Auswahl Kältemittel: R-454C



Opteon™ XL Very Low GWP A2L Refrigerants:  
Long-term, Sustainable Solutions


Opteon™ XL Refrigerant Charge Calculator > Other Applications - Above Ground

Location Classification	Access Categories	Refrigerant	Room Dimensions	Result
Class II	b	Opteon™ XL20	15018m³	

Enter the room dimensions.

Choose an Opteon™ XL refrigerant.


Enter the estimated refrigerant charge.



A mildly flammable (A2L) hydrofluoro-olefin (HFO) based refrigerant with global warming potential (GWP<sup>1</sup>) lower than CO2 (<1), offering the optimal balance of properties to replace R-134a in new equipment designs including commercial, industrial and human comfort applications.

(R1234yf, GWP<sup>1</sup> = 1)

Height (m)



A mildly flammable (A2L) hydrofluoro-olefin (HFO) energy efficient<sup>2</sup> refrigerant with global warming potential (GWP<sup>1</sup>) less than 150, offering the optimal balance of properties to replace R-404A in positive displacement, direct expansion low- and medium temperature commercial, industrial and heat pump applications.


(R454C, GWP<sup>1</sup> = 146)

Width (m)

2.3


Length (m)

3



A mildly flammable (A2L) hydrofluoro-olefin (HFO) energy efficient<sup>2</sup> refrigerant with global warming potential (GWP<sup>1</sup>) less than 250, offering superior cooling properties for replacement of R-404A in new equipment designs, including positive displacement, direct expansion low- and medium temperature commercial and industrial applications.

(R454A, GWP<sup>1</sup> = 238)




A mildly flammable (A2L) hydrofluoro-olefin (HFO) energy efficient<sup>3</sup> refrigerant with low global warming potential (GWP<sup>1</sup>), offering the optimal balance of properties to replace R-410A in new equipment designs, including positive displacement, direct expansion air conditioning, heat pump and chiller applications.


(R454B, GWP<sup>1</sup> = 467)

Room Area: 6.99m²


Room Volume: 15.19m³

36





# Raumdimensionen & Angabe Füllmenge



Opteon™ XL Very Low GWP A2L Refrigerants:  
Long-term, Sustainable Solutions

Opteon™ XL Refrigerant Charge Calculator > Other Applications - Above Ground

Location Classification	Access Categories	Refrigerant	Room Dimensions	Result
Class II	b	Opteon™ XL20	15.18 m <sup>3</sup>	

Enter the room dimensions.

Height (m)  
2.2

Width (m)  
2.3

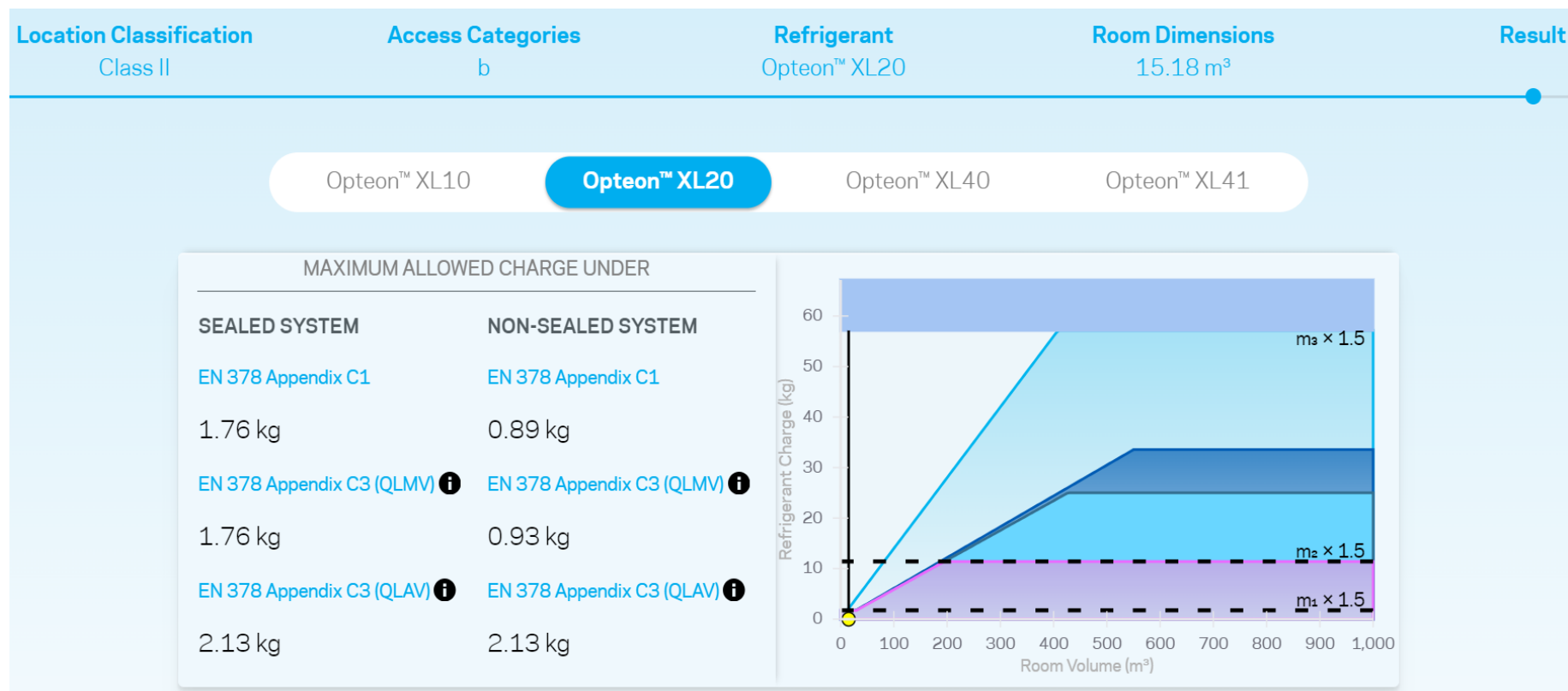
Length (m)  
3

Enter the estimated refrigerant charge.

Estimated Refrigerant Charge / kg: 0

Room Area: 6.90 m<sup>2</sup>  
Room Volume: 15.18 m<sup>3</sup>

# Ergebnisse der Füllmengengrenzen



## Application: Other Applications

Class II	Height: 2.2 m	Room Volume: 15.18 m³
Category b	Width: 2.3 m	
Opteon™ XL20	Length: 3 m	

## Chart Legend

- Charge Size Not Compliant
- 2 Additional Protection Measures + Leak Detection (EN 378-1:2016, C.3.2.2)
- 1 Additional Protective Measure + Leak Detection (EN 378-1:2016, C.3.2.2)
- Compliance with EN 378-1:2016, C.3.1 & C3.2
- EN 378-3:2016, 4.2 open air or 4.3 machinery room construction requirements apply
- No additional protective measures required

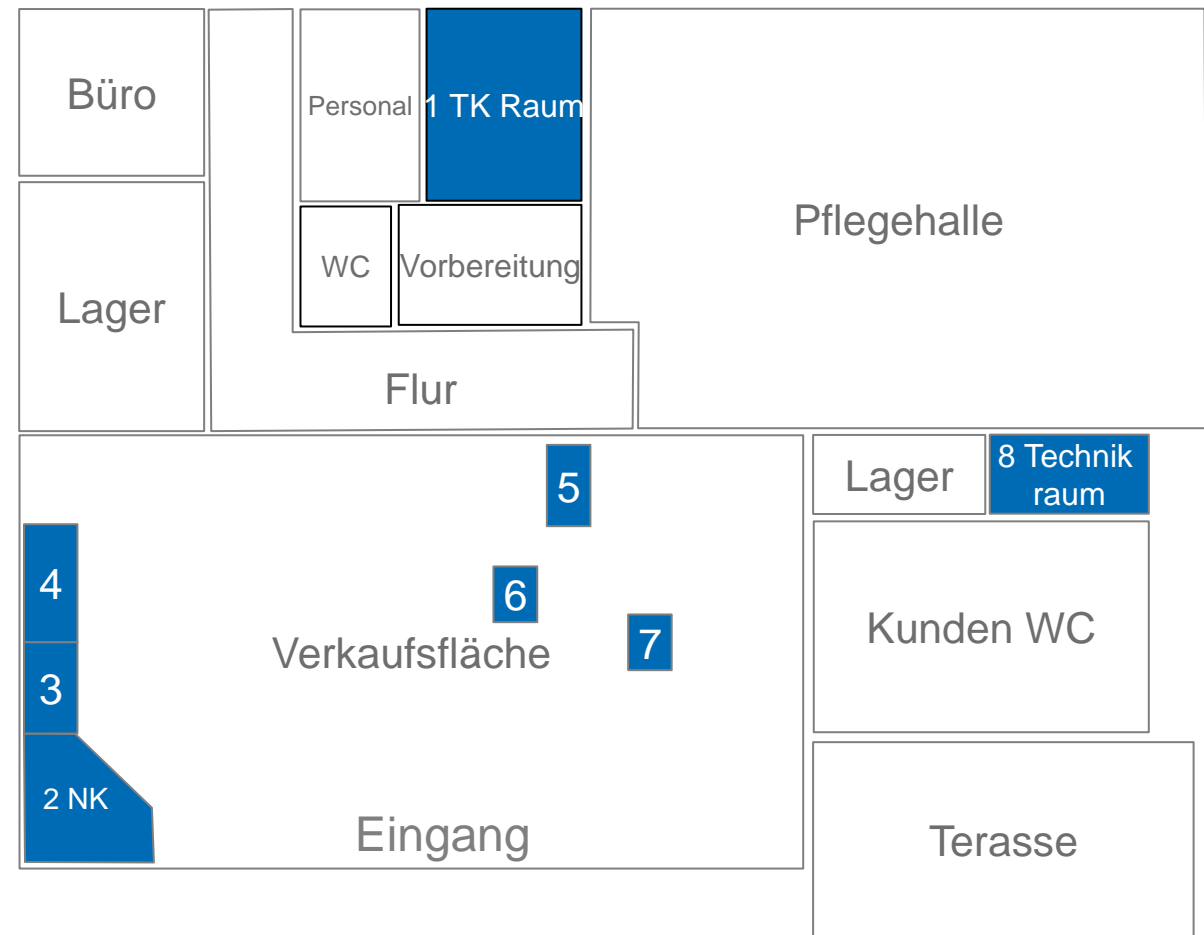
# Markant Tankstelle

- R-454C für Tiefkühlanwendung
- R-1234yf für Normalkühlanwendung



## Gebäudeplan Kühlstellen

1. Tiefkühlraum
2. Normalkühlraum (begehrbar)
3. NK Kühlregal
4. TK Kühlregal
5. NK Belegstation
6. NK Bistro
7. NK Bistro
8. Technikraum



**Keine zusätzlichen ATEX Zonen ausgehend von den A2L Kältemitteln**



# Kältemittel-Konzentration



Raum	Raum- volumen m <sup>3</sup>	Kühlstelle	Kältemittel Füllmenge kg	Max. Konzentration kg/m <sup>3</sup>	R-1234yf %LFL	R-454C % LFL	XL10 / R-1234yf: LFL = 0.289 kg/m <sup>3</sup> XL20 / R-454C: LFL = 0.293 kg/m <sup>3</sup>
TK Raum	18.86	1	2.06	0.10923		37.28%	Zugangsbeschränkung
Verkaufsraum	263.74	-	4.2	0.01592	5.51%		
Normalkühlraum (begehbare)	8.901	2	4.2	0.47186	163.27%		
Verkaufsraum	263.74	3	4.2	0.01592	5.51%		
Verkaufsraum	263.74	4	2.06	0.00777		2.65%	
Verkaufsraum	263.74	5	4.2	0.01592	5.51%		
Verkaufsraum	263.74	6	4.2	0.01592	5.51%		
Verkaufsraum	263.74	7	4.2	0.01592	5.51%		
Technikraum	9.34	8	4.2	0.44968	155.60%		Zugangsbeschränkung
Technikraum	9.34	8	2.06	0.22056		75.28%	Zugangsbeschränkung

## Annahmen:

Ausströmen jeweils der gesamten KM Füllmenge in den jeweiligen Raum.  
Homogene Durchmischung des KM mit der Raumluft.

**Konzentrationsberechnung für alle Bereiche wo eine Leckage auftreten kann !**

# Gebäudeplan

## Kühlstellen

### 1: TK Raum

**Aufstellort:** II

**Zugangsbereich:** c

**Kältemittel / Füllmenge:** R-454C / 2,06kg

**Raumvolumen:** 18,9 m<sup>3</sup>

### 2: Normalkühlraum (begehrbar)

**Aufstellort:** II

**Zugangsbereich:** a

**Kältemittel / Füllmenge:** R-1234 yf / 4,2kg

**Raumvolumen:** 8,9 m<sup>3</sup>

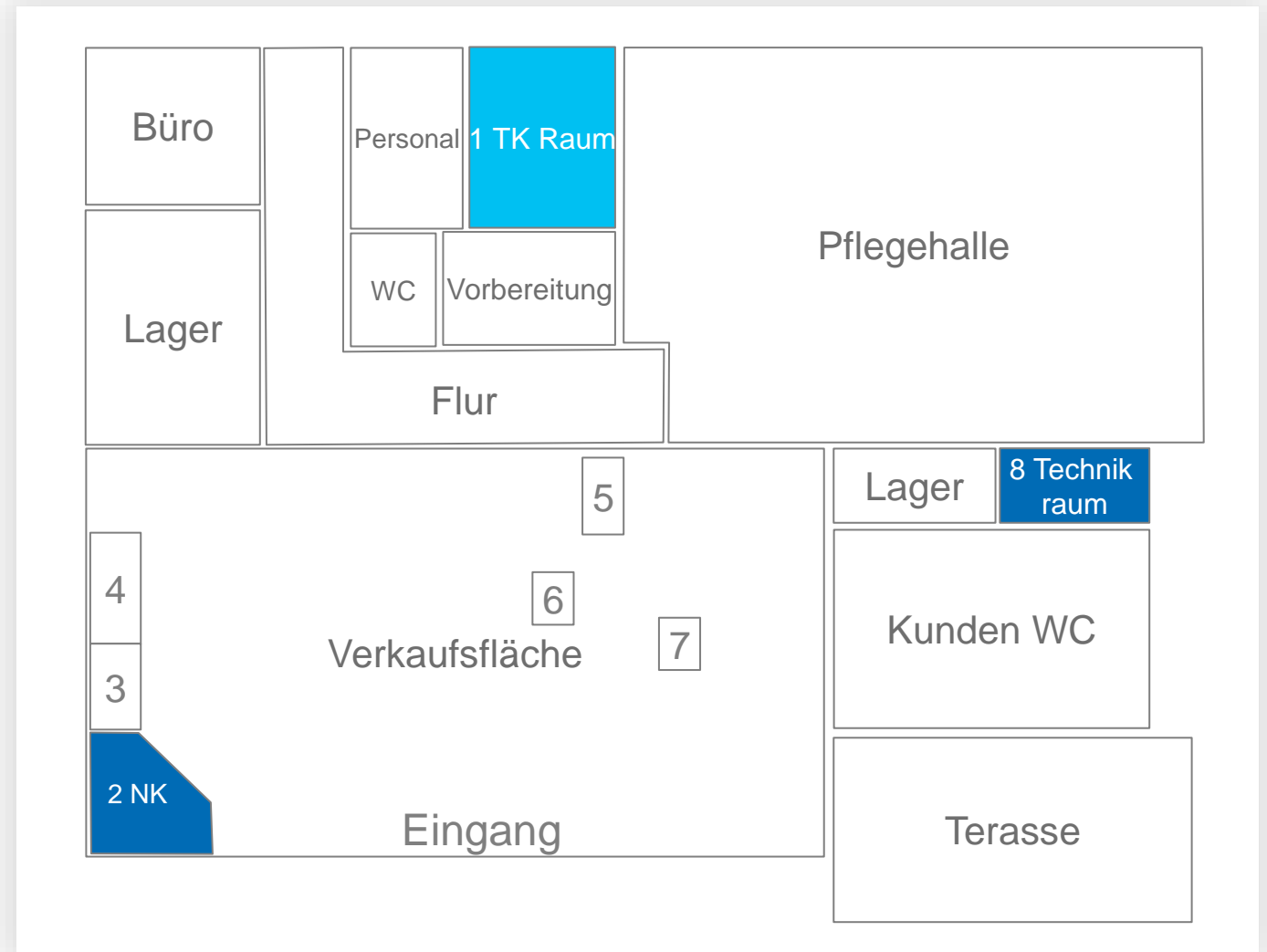
### 8: Technikraum

**Aufstellort:** II

**Zugangsbereich:** c

**Kältemittel / Füllmenge:** R-1234 yf / 4,2kg

**Raumvolumen:** 9,3 m<sup>3</sup>

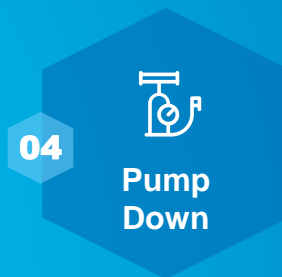
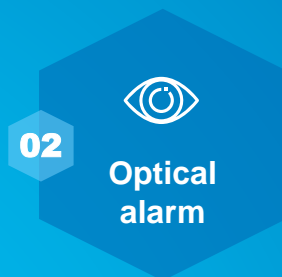


# Kühlstelle 1

TK Kühlraum\_ 2.06 kg R-454C

## 1 additional Protection measures + Leak detection

(EN 378-1:2016; C.3.2.2)

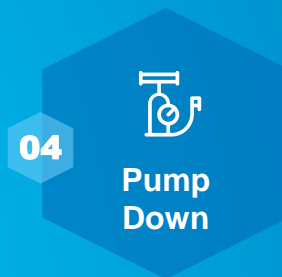
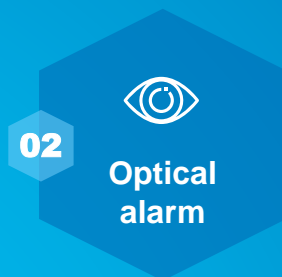


# Kühlstelle 2

Normalkühlraum (begehrbar)\_ 4.2 kg R-1234yf

## 2 additional Protection measures + Leak detection

(EN 378-1:2016; C.3.2.2)

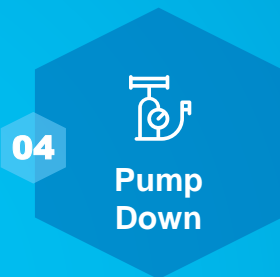
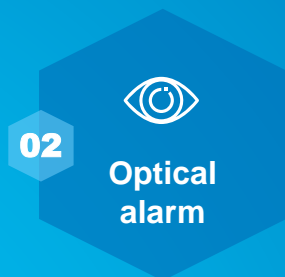


# “Kühlstelle” 8

Technikraum\_ 4.2 kg R-1234yf

## 2 additional Protection measures + Leak detection

(EN 378-1:2016; C.3.2.2)



# Beispiel Risikobeurteilung – Vorlage ...

# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

---

**08** Ausblick

---



# Zusammenfassung

Eine Risikoanalyse muss für alle Kältemittel durchgeführt werden

- Keine großen Unterschiede zwischen A1 und A2L Kältemitteln
- Hilfsprogramme unterstützen bei der Risikoanalyse und bieten eine Struktur
- Das Grundgerüst einer Risikoanalyse kann für weitere Projekte verwendet werden und vereinfacht somit die Ausarbeitung

Die Brennbarkeit von A2L Kältemitteln ist beherrschbar  
EN 378 beschreibt die notwendigen Maßnahmen in Abhängigkeit der Kältemittelfüllmenge

Ein wesentlicher Vorteil von A2L-Kältemitteln ist die bekannte Technologie, mit der Kälteanlagenbauer- oder Mechatronikern seit langem vertraut sind





# AGENDA

**01** F-Gas Regulierung & Kältemittel

---

**02** Gegenüberstellung A1 / A2L

---

**03** Brennbarkeit von Kältemitteln

---

**04** Risiken / Gefährdungen

---

**05** Risikobeurteilung

---

**06** Theorie & Praxis

---

**07** Zusammenfassung

---

**08** Ausblick

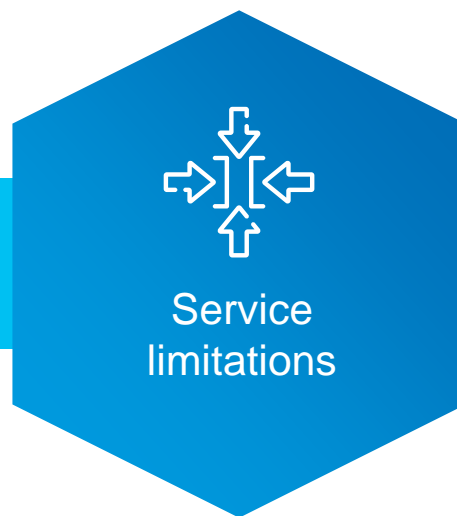
---

# F-Gas regulation – 2024 revision



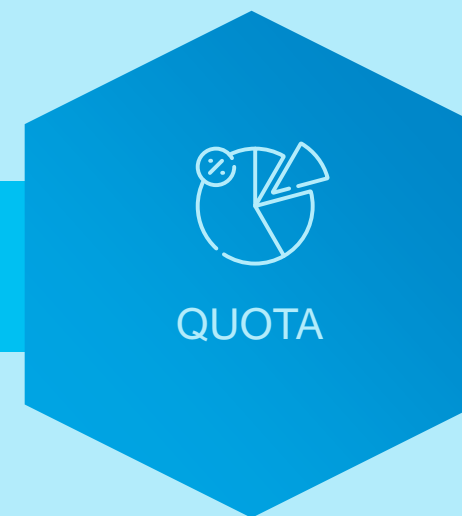
## NEW SYSTEM INSTALLATION

GWP limits by applications  
as of ...



## EXISTING INSTALLATIONS

GWP limits by applications as  
of ...



## QUOTA REDUCTION

Impacts the availability  
and the price of medium  
and high GWP  
refrigerants.

# Handeln Sie jetzt !

## FROM 2025 placing on the EU market of HFCs

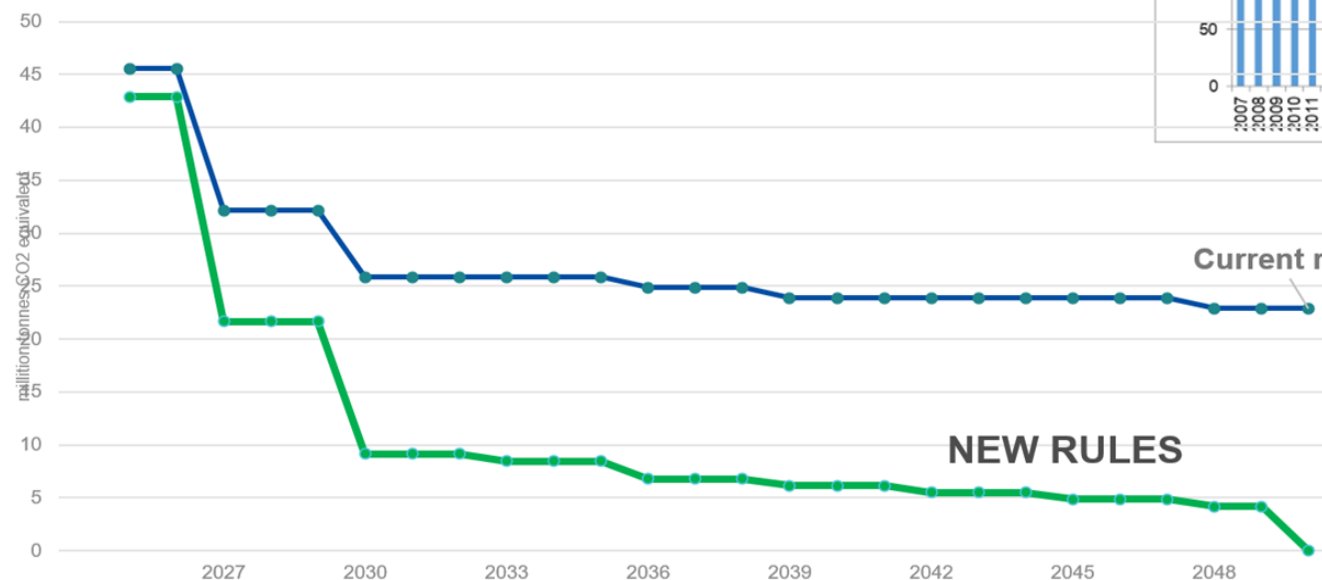
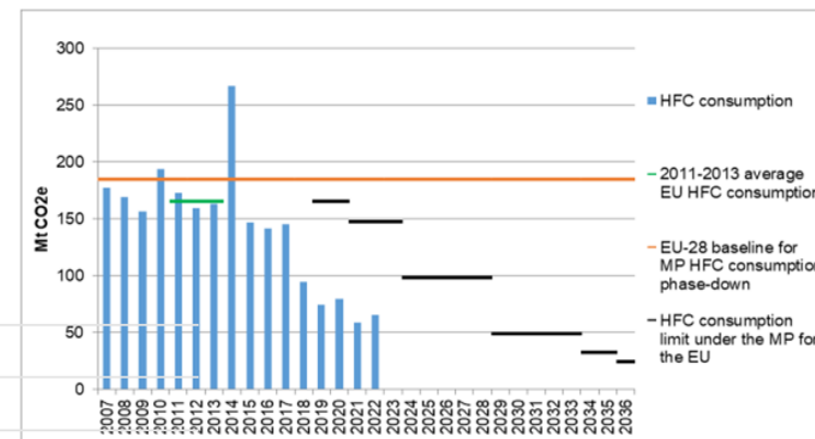


Figure 6-1 EU progress under the Montreal Protocol HFC phase-down



Current rules

Adapted to include MDIs & extrapolated into the future following a likely scenario



Die Quote wird sich halbieren !!!



# Opteon™

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Dominic Düing**

Büro: +49 6102 5790712

Mobil: +49 175 3491716

E-Mail: [Dominic.Dueing@Chemours.com](mailto:Dominic.Dueing@Chemours.com)



**Chemours™**

# Nützliche Links

- Webseite: [Nachhaltige, hochleistungsfähige Opteon™ Produkte](#)
- EN 378 Füllmengenrechner: [Opteon™ XL Refrigerants EN378 Charge Size Calculator \(chemours.com\)](#)
- Alles über A2L Kältemittel: [Verstehen von A2L-Kältemitteln und Verordnungen | Opteon™](#)
- Fakten über Kältemittel: [Opteon Wissens-Hub – Wissenswertes über Kältemittel](#)
- Kältemitteldaten: [Low-GWP-Kältemittel für HVAC&R | Opteon™](#)
- R-454C: [Industrielles Kältemittel mit geringem Treibhauseffekt Opteon™ XL20 \(R-454C\)](#)
- CRE Software: <https://refrigerant-expert.chemours.com/>
- Risikobeurteilung gemäß DIN EN ISO 12100: [Downloads - Bundesfachschule Kälte-Klima-Technik \(bfs-kaelte-klima.de\)](#)