



**Westfalen**

# Sicherheit im Umgang mit brennbaren Kältemitteln

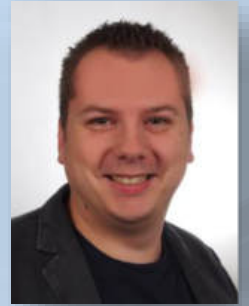
7. Kälten-Treff

Dennis Frieske | Westfalen AG | 10. Juli 2021





# Dennis Frieske



Technischer Berater Kältemittel

E-Mail: [D.Frieske@westfalen.com](mailto:D.Frieske@westfalen.com)

[www.westfalen.com](http://www.westfalen.com)



# Sicherheit im Umgang mit brennbaren Kältemitteln

Sicherheitsklassen

Wie entsteht eine Explosion

Wer ist in der Verantwortung

Risiken erkennen und vermeiden

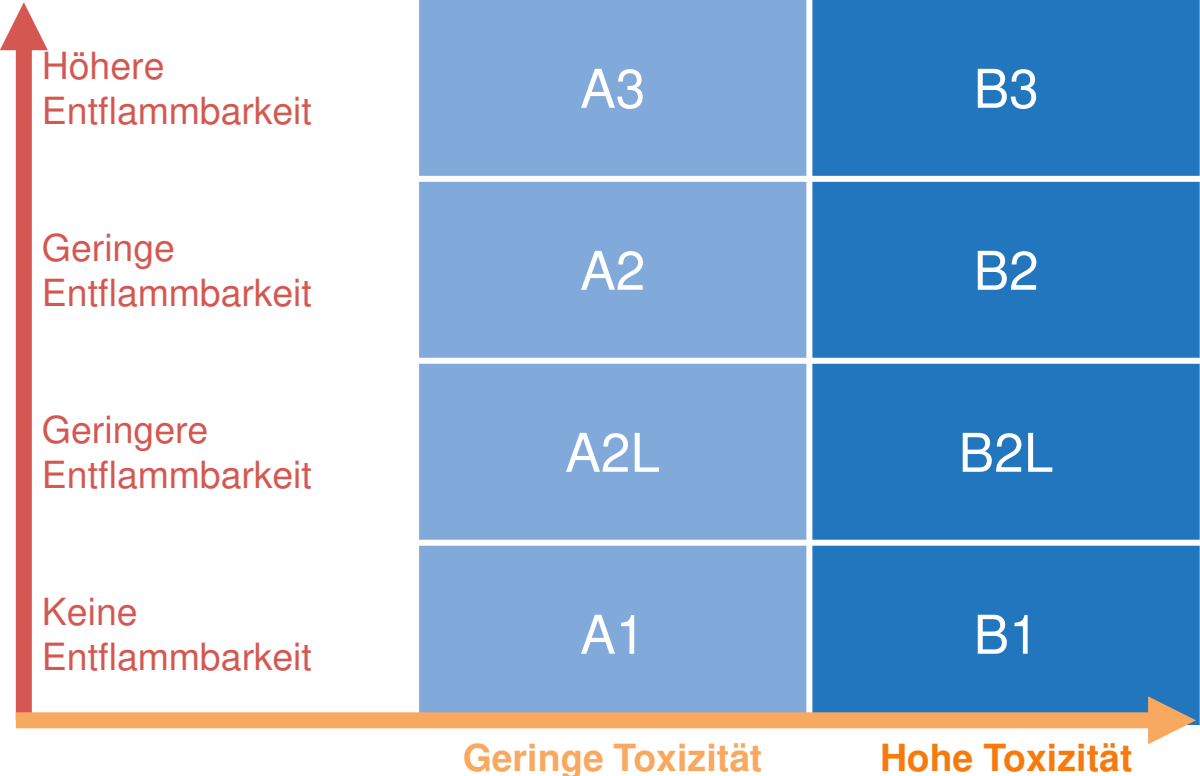
Hilfstoos

# **Klassifikation nach Sicherheitsklasse: Entflammbarkeit und Toxizität**

**Kältemittel sind in Ihrer  
Sicherheitsklasse eingestuft nach  
Entflammbarkeit und Toxizität**

**Die Sicherheitsklassen sind definiert  
in der ISO817:2009 und werden in  
der EN378-1:2017-03 benutzt**

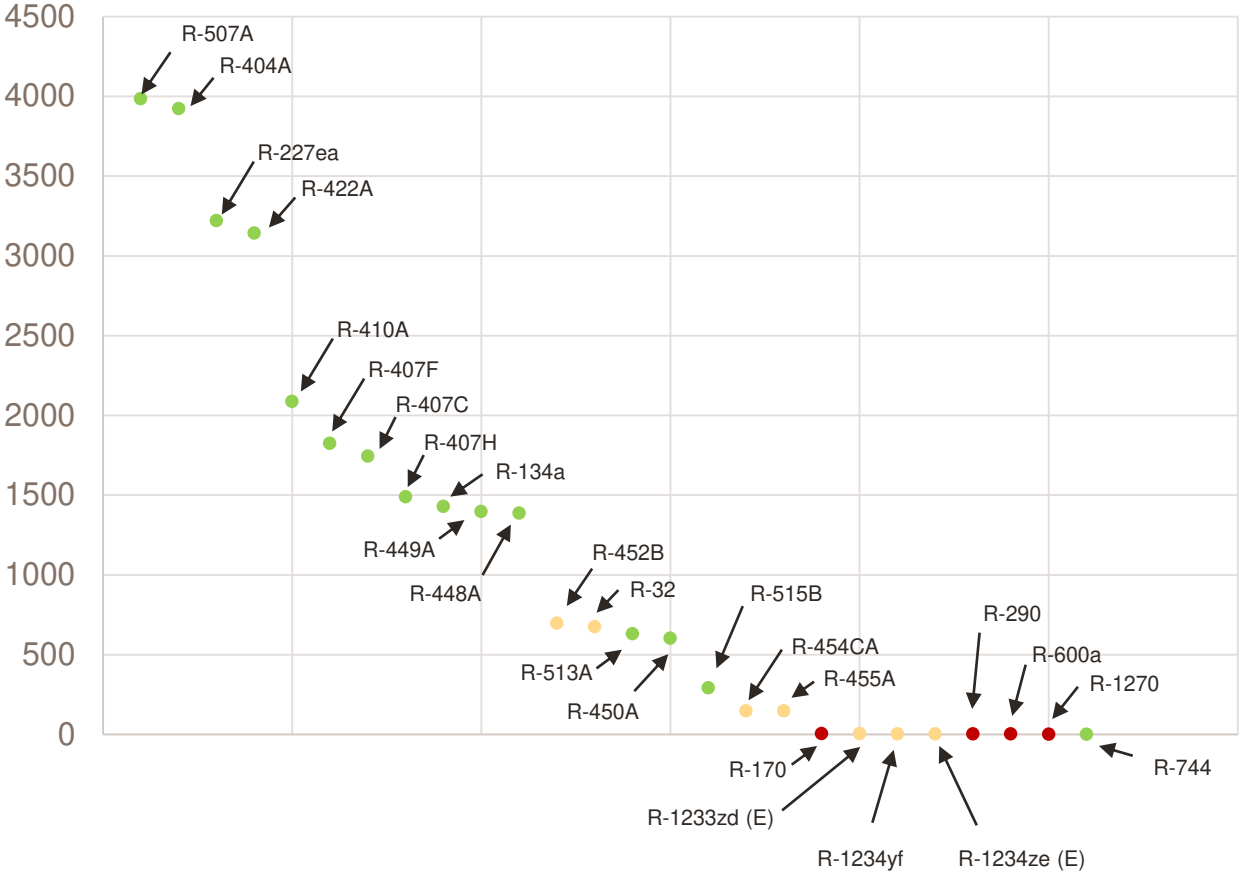
# Sicherheitsklassen für Kältemittel



Klasse 1-3: **Entflammbarkeit**  
Klasse A – B: **Toxizität**

# GWP und Sicherheitsklasse

- Sicherheitsklasse A1
- Sicherheitsklasse A2L
- Sicherheitsklasse A3



# Explosionsdreieck

Wird die Kontrolle über eine oder besser über zwei der Komponenten bewahrt, werden Zündung, Explosion und Brand ausgeschlossen!

Umgebungsluft



Lötflamme, Einschaltfunke elektrische Geräte, Funkenflug Werkzeug, Raucher

**Brennstoff**

Kältemittel A2L und A3

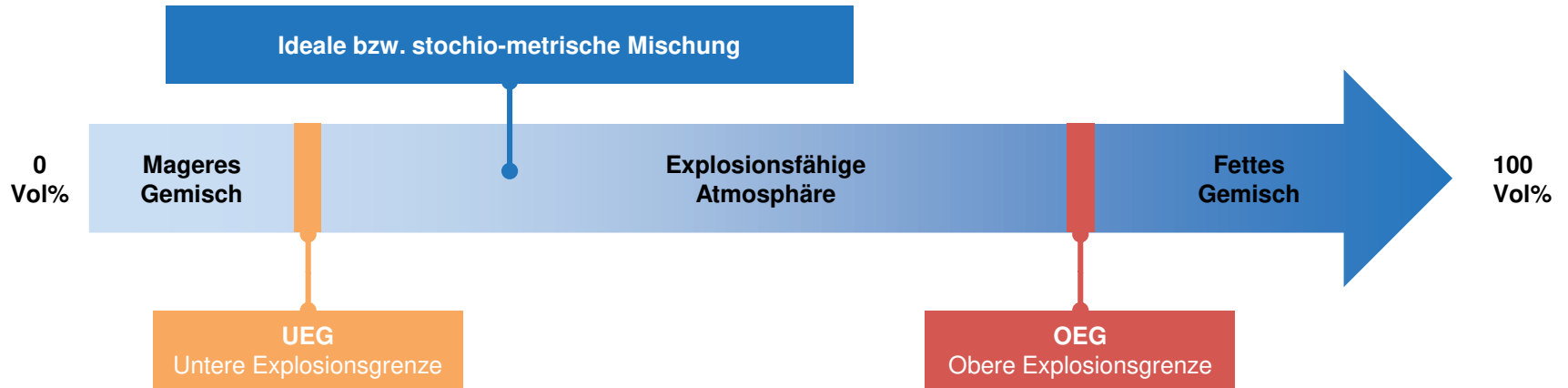
# Untere und obere Explosionsgrenze

## UEG: Untere Explosionsgrenze:

Gibt an wie hoch bei einem Gas-Luftgemisch der Gasanteil mindestens für ein explosives Gemisch sein muss

## OEG: Obere Explosionsgrenze:

Gibt an wie hoch bei einem Gas-Luftgemisch der Gasanteil maximal für ein explosives Gemisch sein darf





# Explosionsgrenzen, Zündtemperatur, Zündenergie

	UEG/ LFL	OEG/ UFL	Zündtemperatur	Zünd- energie
R-32	12,7 Vol.-% 307 g/m <sup>3</sup>	33,4 Vol.-% 807 g/m <sup>3</sup>	648°C	100 mJ
R-290 (Propan)	1,7 Vol.-% 31 g/m <sup>3</sup>	10,8 Vol.-% 202 g/m <sup>3</sup>	470°C	0,25 mJ
R-600a (Isobutan)	1,5 Vol.-% 37 g/m <sup>3</sup>	9,4 Vol.-% 231 g/m <sup>3</sup>	460°C	0,25 mJ

# Dichten im Vergleich

**R-717: 0,72 g/Liter**

**Luftdichte: 1,2 g/Liter**

**R-290: 1,90 g/Liter**

**R-32: 2,20 g/Liter**

**R-410A: 3,12 g/Liter**

**R-1234yf: 4,88 g/Liter**

# Maßnahmen des Arbeitgebers

- Bei Instandhaltungsarbeiten hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass die hierdurch bedingte Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch Maßnahmen vermieden wird (TRBS 1112 Teil 1).
- Unterweisung über besondere Explosionsgefährdungen und erforderliche Schutzmaßnahmen.
- Schriftliche Arbeitsanweisung!

# Verantwortung vor Ort

## Gefährdungsbeurteilung

- Wird die Bildung eine g.e.A, verhindert.....?
- Wer ist anwesend.....?
- Zugelassenes Werkzeug vorhanden.....?
- Betriebsanleitung gelesen und verstanden.....?
- Erfolgt die Überwachung der Konzentration.....?
- Erforderliche persönliche Schutzausrüstung .....
- Zündquellen vorhanden.....?
- Kann Gas austreten.....?
- Genug Frischluft (Ventilator).....?
- Arbeitsbereich ausreichend abgesperrt.....?
- etc. ....

# Instandsetzungsarbeiten



Erst mit der Tätigkeit beginnen, wenn sichergestellt ist, dass Schutzmaßnahmen **wirksam** sind.



Die Wirksamkeit der Maßnahmen während der **Dauer** der Arbeit überwachen.



# Maßnahmen vor Beginn der Arbeiten

- Reduzierung der Menge der gefährlichen Stoffe auf ein Minimum
- Vermeidung oder Reduzierung der Freisetzung eines brennbaren Stoffes (vor Öffnen von Kreisläufen, Kältemittel sicher entfernen)
- Verhinderung der Bildung einer brennbaren Atmosphäre außerhalb des Systems (Frischluftezufuhr) und innerhalb des Systems (Kontrolle der Systemdrücke)
- Vermeiden von Zündquellen
- Stromkreise des Gerätes und Nachbargeräte trennen um elektrische Zündquellen auszuschließen
- Reduzierung der Personen in der Umgebung  
z.B. Bereich großflächig abschränken und Warnschilder aufstellen
- Maßnahmen zur geeigneten Vermeidung von Feuer und Explosion
- Bereitstellung geeigneter Brandschutzausrüstung
- Geeignete PSA (persönliche Schutzausrüstung)

# Kältemittel sicher der Anlage entnehmen

## Für A2L-Kältemittel

- Kältemittel mit geeignetem Absauggerät absaugen
- Kältemittel in geeignete Entsorgungsflasche führen
- Nicht mit nicht brennbaren Kältemittel mischen
- Entsorgungsflasche nicht überfüllen

## Für A3-Kältemittel

- Kältemittel durch überströmen in Auffangbehälter leiten oder über einen Schlauch bis ins freie (Venting)
- Ölabscheider verwenden um eventuell austretendes Öl aufzufangen
- Beim Venting auf Bodenabläufe, Kellerfenster, Lichtschächte oder ähnliches achten
- Das Kältemittel nicht in der Nähe von laufenden Motoren (Autos) entsorgen
- Gerät anschließend mit Stickstoff spülen und anschließend mit einer Stickstoff-Schutzgasfüllung versehen
- Rauchverbot während der Entsorgung!

# Kältemittel sicher der Anlage entnehmen



**Westfalen**

## Maximale Füllgewichte

Volumen in Liter	T12,3 / T12,5	T27,2	T 52	T 400	T 900
R-290	3,5 kg	8 kg	15 kg	120 kg	270 kg
R-600a					
R-1270					
R-600					
R-32	6,5 kg	13 kg	24 kg	210 kg	490 kg
R-1234yf					
R-152a					
R-452B					
R-454A					
R-454B					
R-454C					
R-455A					

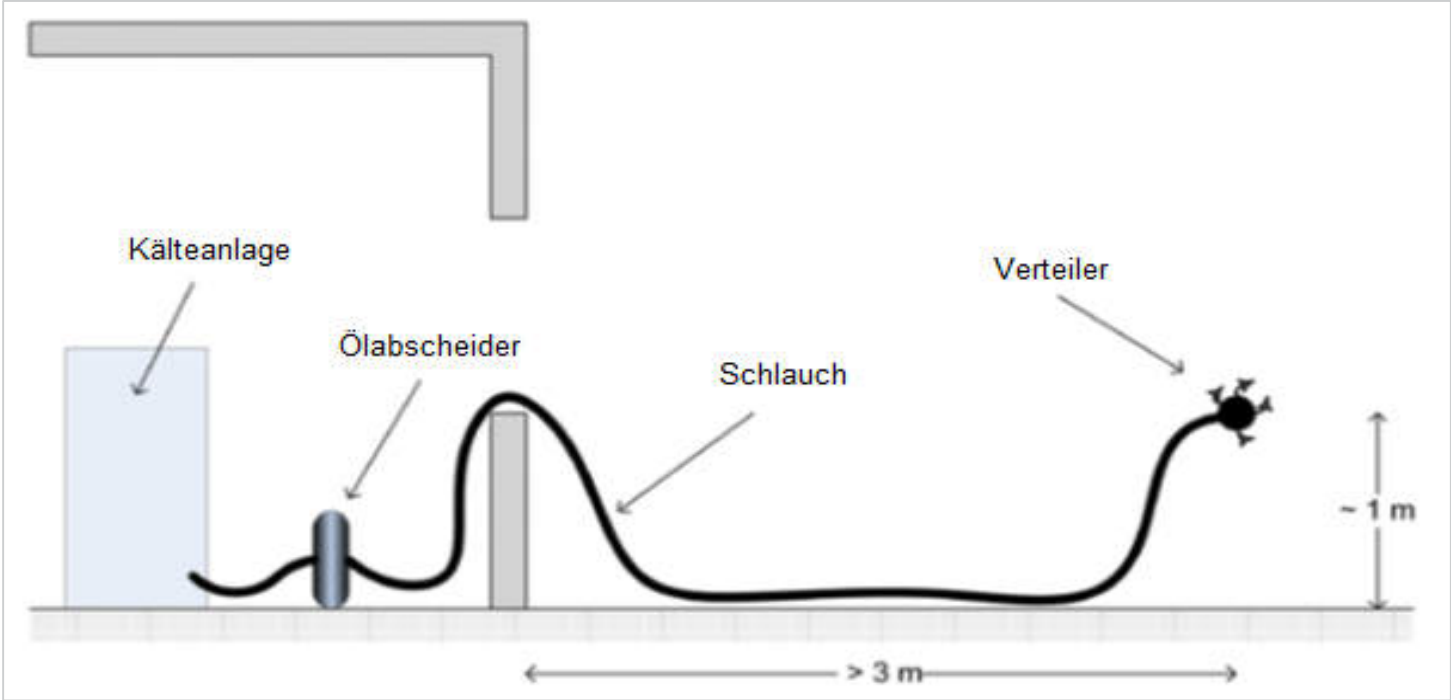
Gebinde für Abfall zur Verwertung  
Nur für Kältemittel laut Gebindekennzeichnung

**Achtung:**  
Gebinde nicht überfüllen! Berstgefahr!

AOB177010



# Beispiel Venting



# Reparatur von Geräten mit brennbaren Kältemitteln

- Nach Entsorgung des Kältemittels ist mit Restgasen (auch nach Stickstoffspülung) zu rechnen da diese sich im Öl binden und ausgasen
- Rohrleitungen vorsichtig öffnen, auf Bodenabläufe achten (diese ggf. verschließen)
- Sollten Lötarbeiten notwendig sein, Schutzgasfüllung entsorgen. Anschließend Ersatzteil unter Stickstoffspülung einlöten
- Während der Arbeiten, insbesondere Inbetriebnahme für ausreichende Belüftung sorgen

# Reparaturarbeiten abschließen



Überwachung explosionsfähiger Konzentrationen auch in angemessener Zeit nach der Arbeit fortsetzen



Schutzeinrichtungen prüfen



Schutzmaßnahmen erst aufheben, wenn die Instandsetzungsarbeiten abgeschlossen sind und **keine** Gefahren mehr bestehen.



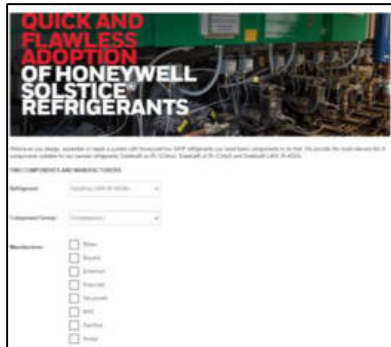
Nach Abschluss der Instandsetzungsarbeiten Exschutz für **Normalbetrieb** sicherstellen.

# A2L implementation tools | [A2L Toolkit](#)



## LIST OF APPROVED COMPONENTS

- [List](#) of components approved for Solstice® L40X (R-455A), Solstice yf and Solstice ze.



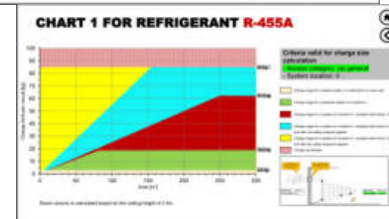
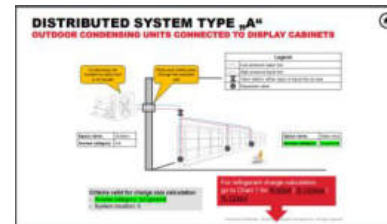
## MANAGEMENT OF REFRIGERANT GLIDE

- Comprehensive yet handy [deck](#) for system designers and contractors on the optimal management of glide



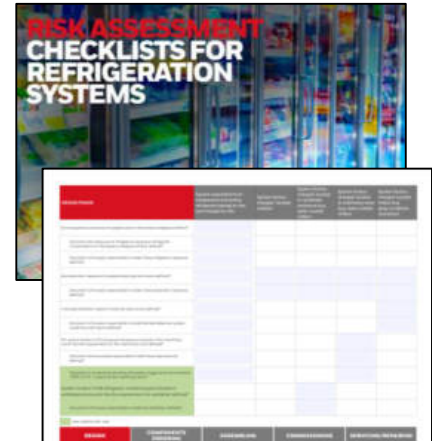
## GUIDANCE FOR SYSTEM DESIGN

- Comprehensive [deck](#) on how to build EN378-compliant systems and installations in Commercial Refrigeration
- [Calculator](#) for refrigerant charge limits (EN378)



## CHECKLISTS FOR SITE-SPECIFIC RISK ASSESSMENT

- Practical [checklists](#) for contractors and system operators, who need to conduct site-specific risk assessments for A2L, R-744 or other A1 refrigerants



# R-455A INCENTIVE PROGRAM

Westfalen und Honeywell unterstützen gerne bei der Umstellung auf R-455A durch:

- technische Beratung
- Hilfestellung bei der Gefährdungsbeurteilung
- Weitere Incentives für die Erstellung von Case Studies

Sprechen Sie uns an!

[D.Frieske@westfalen.com](mailto:D.Frieske@westfalen.com)

[M.Appenzeller@westfalen.com](mailto:M.Appenzeller@westfalen.com)

Erzählen sie Ihre Erfolgsgeschichte



# Maximale Füllmengen Rechner

## CHARGE LIMITS CALCULATOR FOR A2L REFRIGERANTS

Charge limit calculations apply to refrigerating systems, stationary or mobile of any size, excluding AC for transport vehicles, and are valid for occupied spaces above the ground. Calculations base are based on Standard EN 378-1-2016.

### 1. Insert Room Dimension

* Width	* Length	* Height
In Meters	In Meters	In Meters

Input the dimensions of the room which is or expected to be occupied by persons (e.g. supermarket, corner shop, office room, etc.).

NEXT

2. Choose Access Category

3. Choose System Purpose

4. Choose System Classification

5. Result

**Honeywell**



## CHARGE LIMITS CALCULATOR FOR A2L REFRIGERANTS

Charge limit calculations apply to refrigerating systems, stationary or mobile of any size, excluding AC for transport vehicles, and are valid for occupied spaces above the ground. Calculations base are based on Standard EN 378:1-2016.

1. Insert Room Dimension > 7m x 8m x 3m

2. Choose Access Category > General Access

3. Choose System Purpose > Human Comfort

4. Choose System Classification > Class I, Wall Mounted 1.8 m

5. Result

### EN 378 Appendix C2

R-455A	11.75 kg
R-1234yf	7.13 kg
R-1234ze	7.57 kg
R-452B	7.79 kg
R-454B	7.57 kg

EXPORT AS PDF

START NEW CALCULATION



# **CHECKLISTEN ZUR RISIKOBEWERTUNG FÜR KÜHLSYSTEME**



# Hilfe über Honeywell Checkliste

**Neu auf deutsch!**

KONZEPTIONSPHASE	System aus Komponenten (einschließlich Kältemittelleitungen) vor Ort zusammengebaut und vor Ort befüllt	System werkseitig befüllt, befindet sich im Freien	System werkseitig befüllt, befindet sich in einem belüfteten Gehäuse (z. B. Kaltwassersatz)	System werkseitig befüllt, befindet sich im Maschinenraum (z. B. Kaltwassersatz)	System werkseitig befüllt, befindet sich im Innenbereich (z. B. steckerfertige Möbel, Monoblock)
Hat das Designteam das endgültige Layout der Einrichtung?					
Für Räume mit kältemittelhaltigen Teilen: Sind die Aufstellbereiche bekannt?					
Ist der Aufstellungsort des Systems definiert?					
Im Falle einer Leckage des Kältemittels: Wird der Kältemittelfluss in das Gebäude verhindert?					
Kältemittelfüllung des Systems: Wird sie gemäß dem Standard berechnet und überprüft?					
Sind die Standorte des entworfenen Rohrleitungsnetzes mit anderen Systemen innerhalb der Einrichtung koordiniert?					
Unterpunkt: Wird die Nähe von Rohrläufen und Ventilstationen mit heißen Oberflächen und Zündquellen vermieden?					
Sind die Standorte der entworfenen Komponenten mit anderen Systemen/Strukturen innerhalb der Einrichtung koordiniert?					
Unterpunkt: Wird die Nähe von Systemkomponenten mit heißen Oberflächen und Zündquellen vermieden?					
Unterpunkt: Wird die Beeinträchtigung von kältemittelhaltigen Teilen mit Treppen, Eingängen usw. vermieden?					
Falls anwendbar: Ist eine zusätzliche Maßnahme für Kältemittelchargen zwischen QLMV und QLAV definiert?					
Unterpunkt: Ist die Partei, die für die Installation dieser zusätzlichen Maßnahme verantwortlich ist, definiert?					

Punkt ist nur für A2L gültig

<b>KONZEPTIONSPHASE</b>	<b>KOMPONENTEN-BESTELLUNGSPHASE</b>	<b>MONTAGE</b>	<b>INBETRIEBNAHME</b>	<b>WARTUNG/REPARATUR</b>
-------------------------	-------------------------------------	----------------	-----------------------	--------------------------

# Westfalen Hilfstools

- **Dampfdrucktabellen**
- **Log-p-h-Diagramme**
- **Checklisten**  
zur Ermittlung von Explosionsgefahren
- **Übersicht zur Komponenten-Verfügbarkeit**  
für alternative Low-GWP-Kältemittel
- **Podcasts**
- **und vieles mehr!**



[www.westfalen.com](http://www.westfalen.com)  
(Link)



[www.westfalen.com/kaelte-wissensdatenbank](http://www.westfalen.com/kaelte-wissensdatenbank)  
(Link)



[www.coolektiv.de](http://www.coolektiv.de)  
(Link)



**Dennis Frieske**

Technischer Berater Kältemittel

Westfalen AG  
Industrieweg 43  
48155 Münster

E-Mail: [D.Frieske@westfalen.com](mailto:D.Frieske@westfalen.com)

[www.westfalen.com](http://www.westfalen.com)