



**Westfalen**

Info voor koudemiddelengebruikers 5



# Leidraad voor de selectie van koudemiddelen.

Een blik op de koudemiddelen  
van de toekomst.

# Wij helpen u bij de selectie van het juiste koudemiddel.

## U kunt op onze knowhow vertrouwen

Het juiste koudemiddel selecteren is geen eenvoudige taak. Elk koudemiddel heeft voor- en nadelen die zorgvuldig tegen elkaar afgewogen moeten worden. Ook in de toekomst zal het noodzakelijk zijn voor het gebruik van koudemiddelen de geschiktheid voor de respectieve toepassing te testen.

In het kader van nieuwe wettelijke bepalingen is het noodzakelijk koudemiddelen te vervangen door nieuwe componenten met lagere impact op het milieu, ook voor bestaande installaties. Westfalen heeft vele jaren ervaring met koudemiddelen en adviseert u graag bij het plannen en omschakelen van koudemiddelen in uw koelinstallatie.

## Het kiezen van het juiste koudemiddel voor uw installatie

Koudemiddel is de hulpstof van een koelinstallatie. Het circuleert, verdampt, wordt verdicht, vloeibaar gemaakt en ontspant weer in de installatie. Het zorgt voor het transport van warmte, waarbij het warmte onder de omgevingstemperatuur door verdamping opneemt en deze warmte boven de omgevingstemperatuur door vloeibaar worden weer afgeeft.

De keuze van het juiste koudemiddel heeft een aanzienlijke invloed op de werking, de designkosten en het energieverbruik van een koelinstallatie. Bovendien moet u bij de keuze de talrijke wetten en richtlijnen in acht nemen, zodat u ook op de langere termijn met het passende koudemiddel op zeker speelt. Deze leidraad levert waardevolle ondersteuning bij de selectie van het juiste koudemiddel.

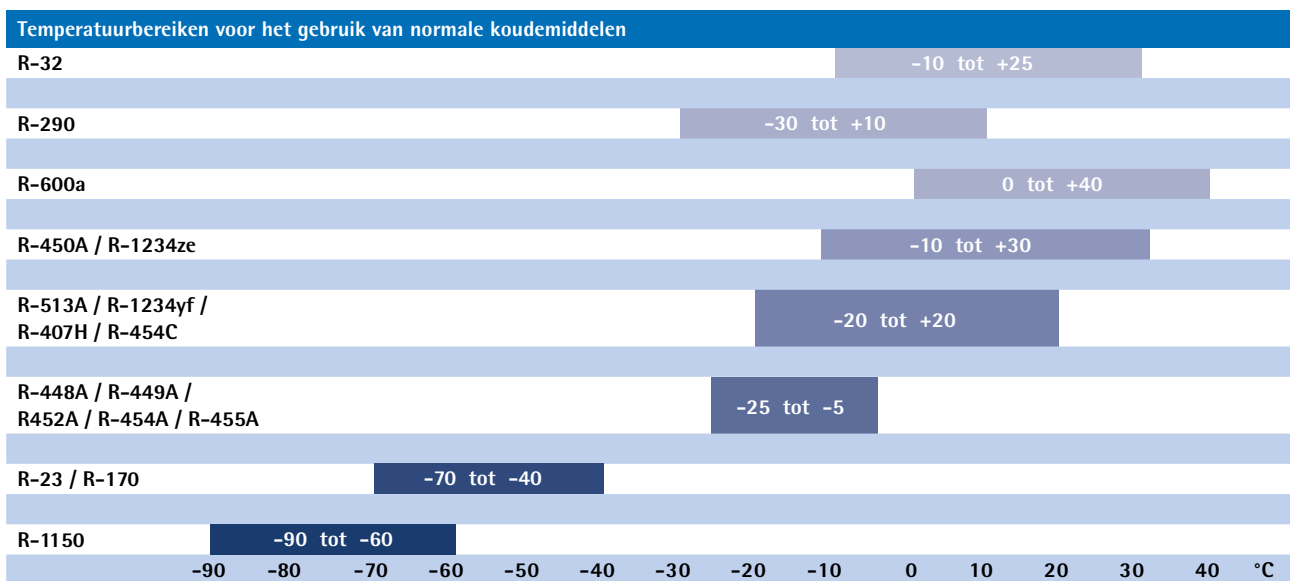
## Het ideale koudemiddel

Laten we duidelijk zijn: het ideale koudemiddel voor universeel gebruik bestaat niet. De toepassingen zijn daarvoor te verschillend. Desondanks voldoen zowel de meest recente koudemiddelen als enkele 'oude bekenden' aan de hoogste eisen. Voor bijna alle toepassingen bieden ze dan ook intelligente, economische en ecologisch zinvolle oplossingen. Indien mogelijk mogen koudemiddel niet brandbaar, giftig of corrosief zijn.

Bovendien moeten ze aan de volgende basiseigenschappen voldoen:

- Goede mengbaarheid met olie
- Thermische en chemische stabiliteit
- Hoog koel- en verwarmingsvermogen bij laag energieverbruik
- Gunstige drukverhouding
- Lage verdichtingseindtemperatuur
- Goede verhouding tussen prijs en prestaties
- Goede compatibiliteit met de in de koeltechniek gebruikte materialen

Bovendien zijn de milieueffecten heel belangrijk: talrijke nationale en internationale wetten, richtlijnen en verordeningen hebben in de afgelopen jaren al aangezet tot een verstrekkend veranderingsproces, dat de keuze en het gebruik van producten duidelijk beïnvloedt. Het gebruik van koudemiddelen met ozonafbrekend vermogen (ODP = Ozon Depletie Potential) is verboden. Andere koudemiddelen, die bij het vrijkomen in de atmosfeer in grote mate bijdragen aan het broeikas effect, zijn sterk gereguleerd en enkele zijn zelfs volledig verboden.



Toepassingsbereiken in verhouding tot de omgevingstemperatuur. De vermelde producten zijn de meest gebruikte koudemiddelen in de industriële koeltechniek, maar de lijst kan niet als volledig worden beschouwd.

### Passend bij de installatie: heffingsgrondslagen

De selectie van het juiste koudemiddel gebeurt op basis van de toepassing en het type installatie.

Om de juiste installatie te kiezen, moet rekening worden gehouden met de volgende criteria:

- Geschiktheid voor het gewenste temperatuurbereik
- Passende thermodynamische eigenschappen zoals de distillatie-eigenschappen en specifieke warmtecapaciteit
- Geschikte drukvoorwaarden
- Compatibiliteit met machines en andere gebruikte materialen
- Beschikbaarheid passende machineoliën
- Beschikbaarheid geschikte koppelingstechnieken
- Hoog rendement
- Duurzame naleving van de geldende wetten en richtlijnen (zo laag mogelijk gevarenpotentieel)
- Mogelijkheid en acceptatie om brandbare koudemiddelen in te zetten

De levensduur van een koel-, klimaatregelings-, of warmtepompinstallatie is hoog en functioneert vaak tientallen jaren. Tijdens deze periode heeft het gebruikte koudemiddel een aanzienlijke invloed op het energieverbruik: een hoge koudemiddel-efficiëntie leidt tot significante kostenbesparingen.

De eventueel iets hogere investering wordt op korte tijd weer afgeschreven. Bovendien moeten milieuaspecten en

de daaraan gekoppelde wettelijke verplichtingen in acht worden genomen: door koudemiddelen op duurzaamheid te selecteren, voorkomt u dat u de installatie achteraf moet ombouwen. Bovendien gaat u zo juridische valkuilen uit de weg.

### Temperatuurbereiken

Op basis van de toepassingen moeten koudemiddelen voor verschillende temperatuurbereiken geschikt zijn. De daaruit resulterende verdampingstemperaturen leiden tot verschillende verdampingsdrukken, die tijdens het bedrijf niet lager mogen zijn dan de atmosferische druk.

Anders kunnen lucht en vocht al bij het kleinste lek in het koudemiddelcircuit terechtkomen. Algemeen geldt: hoe lager de verdampingsdruk, hoe lager het volumetrisch koelvermogen. De compressor moet dan ook voldoende groot bemeten zijn om het gevraagde koelvermogen te kunnen leveren.

Een lagere verdampingsdruk leidt echter ook tot een lagere vloeibaarmakingsdruk. Dat verbetert de veiligheid van de installatie en vermindert de vereiste mate van drukbeveiliging. Dit maakt het gebruik van mogelijk dunner wanden mogelijk voor leidingen en tanks, vermindert het risico op lekken en leidt eventueel zelfs tot een lagere klasse volgens de Richtlijn Drukapparatuur en de Betriebs-sicherheitsverordnung (arbo/arbeidsveiligheid-gerelateerde Duitse richtlijn).

# Grote veranderingen in de koudemiddelenmarkt van de toekomst.

## Vermindering van de toegelaten CO<sub>2</sub>-equivalenten

Het juiste koudemiddel voor de respectieve toepassing vinden, wordt aanzienlijk bemoeilijkt door de nieuwe Europese regelgeving, vooral door Verordening (EU) 517/2014.

Het zwaartepunt van deze verordening vormt de stapsgewijze vermindering van de toegelaten CO<sub>2</sub>-equivalenten [in de vorm van gedeeltelijk gehalogeneerde gefluoreerde broeikasgassen (HFK)] tot het jaar 2030.

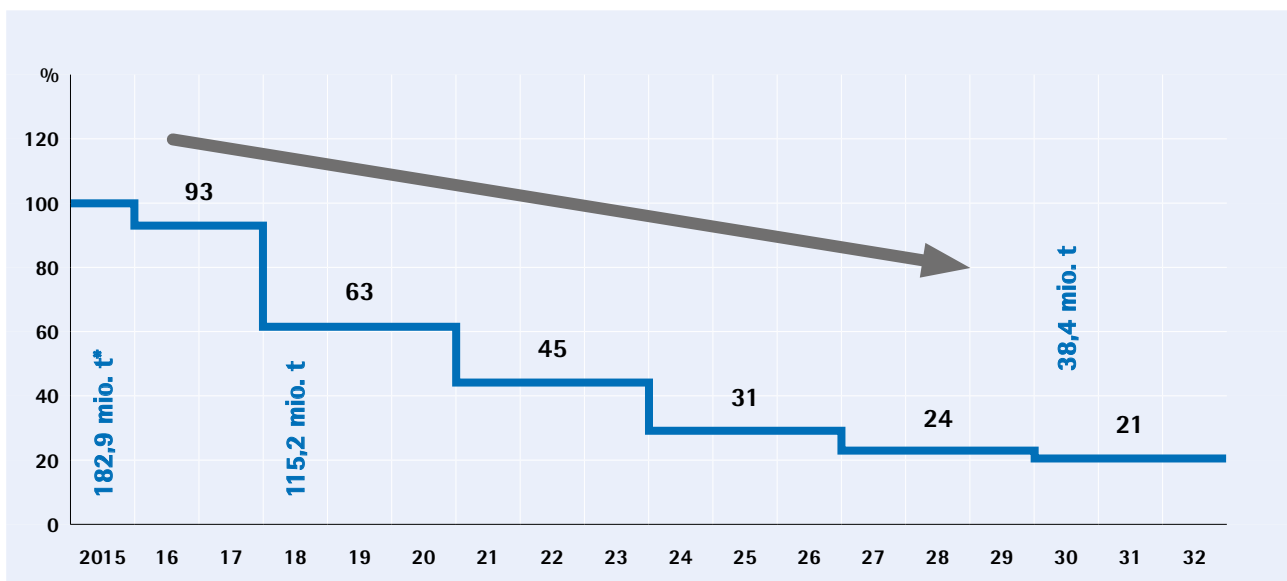
In de vorm van een vergelijking:  
tonnen CO<sub>2</sub>-equivalent = massa HFK x GWP\*

(\*GWP = Global Warming Potential = directe invloed op het broeikas effect bij vrijgave in de atmosfeer)

Voor de koudemiddelenbranche zijn er twee mogelijkheden: de hoeveelheid HFK's of de GWP van de gebruikte koudemiddelen verminderen.

De reductie van de HFK-koudemiddelen kan worden bereikt door intelligente technische oplossingen, bijvoorbeeld compacte en permanent dichte systemen of door het gebruik van koudemiddelen die niet als HFK in de vergelijking gelden, bijvoorbeeld koolwaterstoffen of hydrofluorolefine (HFO).

Voor de reductie van de GWP-waarden bieden de producenten in de branche verschillende oplossingen aan. Daarbij moet de mogelijkheid behouden blijven om koudemiddelen in bestaande systemen te vervangen.

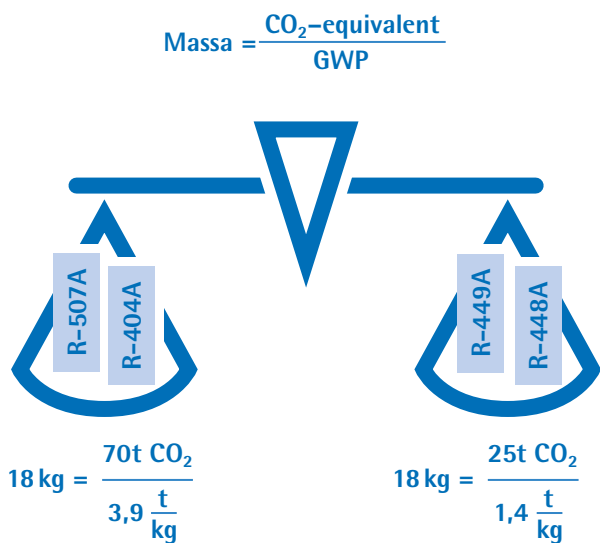


Vermindering van de toegelaten CO<sub>2</sub>-equivalenten in de vorm van gedeeltelijk gehalogeneerde gefluoreerde broeikasgassen (HFK).

\*Bron: Cornelius Rhein, EU-commissie

### Dalende GWP-waarden: bestaande koudemiddelen zinvol vervangen

De volgende grafiek toont een vergelijking van de volumes in verhouding tot het gelijke CO<sub>2</sub>-equivalent.



Dit komt overeen met een reductie van 64% van de CO<sub>2</sub>-equivalenten.

Dit is hetzelfde bij de vervanging van R-134a met bijv. R-450A of R-513A. Dan wordt het CO<sub>2</sub>-equivalent met ongeveer 56% verminderd.

mbv betekent maximum burning velocity, dus in het geval van een ontbranding van een mengsel van koudemiddel en lucht de maximale voortplantingssnelheid van de vlam.

### De brandbaarheid van het toekomstige koudemiddel stijgt

Voor toekomstige oplossingen stelt zich volgend probleem: dalende GWP-waarden zorgen voor een grotere brandbaarheid van de individuele koudemiddelen. Voor de koelingsbranche betekent dit, dat bij aanbestedingen, offertes, gebruiksaanwijzingen enz. dieper ingegaan moet worden op de risico's van het gebruik van bepaalde koudemiddelen en vooral met betrekking tot de brandbaarheid bij de talrijke toepassingen en verschillende opstelingsvoorwaarden.

De dynamiek bij de ontwikkeling en invoering van nieuwe synthetische koudemiddelen is momenteel zeer groot. Hiermee wordt de overzichtelijkheid er niet beter op. De volgende uitvoeringen zijn gebaseerd op de in het verleden en ook deels vandaag nog gebruikte koudemiddelen en vooral op de belangrijke toepassingen ervan.

De vervanging van een koudemiddel in bestaande installaties is daarbij weliswaar beperkt tot dezelfde veiligheidsklasse. Voor het gebruik moeten vooral de goedkeuringen van de fabrikant van de compressor en de onderdelen worden gecontroleerd.

|   |                      |              |              |
|---|----------------------|--------------|--------------|
| ↑ | Sterk ontvlambaar    | A3           | B3           |
|   | Laag ontvlambaar     | A2           | B2           |
|   | <b>mbv ≤ 10 cm/s</b> | <b>A2L</b>   | <b>B2L</b>   |
|   | Niet ontvlambaar     | A1           | B1           |
|   |                      | Laag toxisch | Hoog toxisch |
|   | →                    |              |              |

Classificatie van de koudemiddelen met betrekking tot de veiligheid.

# Overzicht van de belangrijkste koudemiddelen.

| Gebruik in diepvriesinstallaties |       |                    |  |
|----------------------------------|-------|--------------------|--|
| Koude-middelen                   | GWP   | Veiligheids-klasse | Opmerkingen  |
| R-404A                           | 3.922 | A1                 | Vervanging op korte termijn vereist  |
| R-507                            | 3.985 | A1                 | Vervanging op korte termijn vereist  |
| R-407A                           | 2.107 | A1                 | Koudemiddelenmengsel bestaande uit 3 componenten met uitgesproken temperatuurgeleiding en een verdichtings-eindtemperatuur die duidelijk hoger is dan bij R-404A / R-507   |
| R-407F                           | 1.825 | A1                 | Benaming fabrikant: Performax® LT, hierna als R-407A   |
| R-407H                           | 1.495 | A1                 | Zoals R-407A   |
| R-448A                           | 1.387 | A1                 | Benaming fabrikant: Solstice® N40; koudemiddelenmengsel bestaande uit 5 componenten met uitgesproken temperatuurgeleiding en een verdichtings-eindtemperatuur die duidelijk hoger is dan bij R-404A / R-507  |
| R-449A                           | 1.397 | A1                 | Benaming fabrikant: Opteon™ XP40; koudemiddelenmengsel bestaande uit 4 componenten met uitgesproken temperatuurgeleiding en een verdichtings-eindtemperatuur die duidelijk hoger is dan bij R-404A / R-507   |
| R-452A                           | 2.140 | A1                 | Benaming fabrikant: Opteon™ XP44; koudemiddelenmengsel bestaande uit 3 componenten met uitgesproken temperatuurgeleiding en een verdichtings-eindtemperatuur die duidelijk hoger is dan bij R-404A / R-507; wegens de hoge GWP-waarde niet aanbevolen voor stationaire koudeinstallaties; bijzonder geschikt voor koelvrachtwagens |
| R-454A                           | 239   | A2L                | Benaming fabrikant: Opteon™ XL40, koudemiddelenmengsel bestaande uit 2 componenten met uitgesproken temperatuurgeleiding en een verdichtings-eindtemperatuur die duidelijk hoger is dan bij R-404A / R-507   |
| R-454C                           | 148   | A2L                | Benaming fabrikant: Opteon™ XL20 (zoals R-454A)  |
| R-455A                           | 148   | A2L                | Benaming fabrikant: Solstice® L40X, koudemiddelenmengsel bestaande uit 3 componenten met 3% CO <sub>2</sub> -aandeel met een uitgesproken temperatuurgeleiding   |

| Gebruik in Pluskoelinstallaties |     |                    |             |
|---------------------------------|-----|--------------------|-------------|
| Koude-middelen                  | GWP | Veiligheids-klasse | Opmerkingen |

|             |       |     |   |
|-------------|-------|-----|---|
| R-134a      | 1.430 | A1  | Vervanging op middellange termijn vereist. Het gebruik in nieuwe aircosystemen voor auto's is sinds 2017 in de EU verboden  |
| R-450A      | 604   | A1  | Benaming fabrikant: Solstice® N13, koudemiddelenmengsel bestaande uit 2 componenten, bijna azeetroop, iets lager koelvermogen dan R-134a  |
| R-513A      | 631   | A1  | Benaming fabrikant: Opteon™ XP10, koudemiddelenmengsel bestaande uit 2 componenten, azeetroop, koelvermogen vergelijkbaar met R-134a  |
| R-1234yf    | 4*    | A2L | Vooraf voor de vervanging van R-134a in airco's van auto's. Gebruik in de stationaire koeltechniek mogelijk, koelvermogen vergelijkbaar met R-134a  |
| R-1234ze(E) | 7*    | A2L | Benaming fabrikant: Solstice®ze, beduidend lager koelvermogen dan R-134a, op het veiligheidsinformatieblad als niet brandbaar gedefinieerd; goed geschikt voor schroef- en turbocompressors |

\*Er wordt geen rekening gehouden met GWP bij de vermindering volgens (EU) 517/2014.

| Gebruik in klimaatregelingen en warmtepompen |       |                    |   |
|--|-------|--------------------|---|
| Koude-middelen                               | GWP   | Veiligheids-klasse | Opmerkingen   |
| R-410A                                       | 2.088 | A1                 | Vervanging noodzakelijk, een alternatief conform veiligheidsklasse A1 is niet beschikbaar   |
| R-32   | 675   | A2L                | Al een bestanddeel in talrijke koudemiddelenmengsels; zeer hoge verdichtingseindtemperaturen; hoog rendement; het favoriete koudemiddel voor warmtepompen en split-airco's met laag vermogen van toonaangevende fabrikanten |
| R-407C                                       | 1.774 | A1                 | Ontwikkeld als vervanging voor R-22; nagenoeg volledig verdrongen voor deze toepassing door R-410A; koudemiddelenmengsel met 3 componenten; uitgesproken temperatuurgeleiding   |
| R-452B                                       | 698   | A2L                | Koudemiddelenmengsel met 3 componenten, lage temperatuurgeleiding   |
| R-454B                                       | 466   | A2L                | Benaming fabrikant: Opteon™ XL41, koudemiddelenmengsel met 2 componenten, lage temperatuurgeleiding   |
| R-1233zd                                     | 4,5   | A1                 | Benaming fabrikant: Solstice®zd, zeer geschikt voor in gebouwen geïnstalleerde koudwaterinstallaties met een turbocompressor met zeer lage druk   |

De GWP-waarden verwijzen naar het 4e IPCC-rapport.

## Doe een beroep op onze adviseurs!

Hebt u nog vragen over het gebruik van koudemiddelen of andere producten en hun toepassingen? Neem dan contact met ons op. Onze koudemiddelexperts helpen u graag!



Meer informatie op  
westfalengassen.nl

### Gebruik in cascade-installaties met zeer lage temperaturen

| Koude-middelen | GWP    | Veiligheids-klasse | Opmerkingen  |
|----------------|--------|--------------------|--|
| R-23           | 14.800 | A1                 | Voor koelsystemen die geschikt zijn voor diepte koeling, onder de -50°C. Wegens de extreem hoge GWP-waarde is de verkrijgbaarheid op de lange termijn twijfelachtig  |
| R-170          | 6      | A3                 | Koolwaterstof ethaan; vervanging voor R-23 bij kleine vermogens  |
| R-508B         | 13.396 | A1                 | Voor koelsystemen die geschikt zijn voor diepte koeling, onder de -50°C. Wegens de extreem hoge GWP-waarde is de verkrijgbaarheid op de lange termijn twijfelachtig. |
| R-1150         | 4      | A3                 | Koolwaterstof ethyleen (etheen); drukvoorwaarden hoger dan bij R-170   |

### Koolwaterstoffen

| Koude-middelen | GWP | Veiligheids-klasse | Opmerkingen   |
|----------------|-----|--------------------|---|
| R-290          | 3   | A3                 | Propan; zeer goede thermodynamische eigenschappen, vergelijkbaar met R-22; lagere verdichtingstemperaturen; toepassing bij systemen met laag vermogen en koud water en/of vloeistoffen met laag vriespunt |
| R-600a         | 3   | A3                 | Groot aantal toepassingen in huishoudkoelapparaten; hoog rendement, maar laag volumetrisch koelvermogen   |

|        |   |    |   |
|--------|---|----|---|
| R-1270 | 2 | A3 | Zoals R-290, alleen met iets hogere drukvoorwaarden, daarom beter geschikt voor diepvriestoe toepassingen |
|--------|---|----|---|

### Anorganische natuurlijke koudemiddelen

| Koude-middelen | GWP | Veiligheids-klasse | Opmerkingen  |
|----------------|-----|--------------------|--|
| R-717          | 0   | B2L                | Ammoniak (NH <sub>3</sub> ); in de industriële koeltechniek sinds meer dan 150 jaar met succes gebruikt; hoge specifieke verdampingsenergie; hoog rendement bij lage koudemiddelenomzetting; zeer hoge verdichtingseindtemperaturen; niet geschikt voor koper of koperlegeringen, daarom uitsluitend met open compressor gebruiken |
| R-744          | 1   | A1                 | Koolstofdioxide (CO <sub>2</sub> ); belang neemt opnieuw toe door regelgeving rond de gefluoreerde koudemiddelen; ongunstig tripelpunt en hoge drukken; zeer groot volumetrisch koelvermogen en goede warmteoverdracht; geschikt voor cascade- en transkritische koelinstallaties bijv. supermarkten.                              |

|        | R-23 | R-32   | R-116 | R-125  | R-134a | R-143a | R-1234yf | R-1234ze | R-744 |
|--------|------|--------|-------|--------|--------|--------|----------|----------|-------|
| R-404A |      |        |       | 44%    | 4%     | 52%    |          |          |       |
| R-407A |      | 20%    |       | 40%    | 40%    |        |          |          |       |
| R-407C |      | 23%    |       | 25%    | 52%    |        |          |          |       |
| R-407F |      | 30%    |       | 30%    | 40%    |        |          |          |       |
| R-407H |      | 32,5%  |       | 15%    | 52,5%  |        |          |          |       |
| R-410A |      | 50%    |       | 50%    |        |        |          |          |       |
| R-448A |      | 26%    |       | 26%    | 21%    |        | 20%      | 7%       |       |
| R-449A |      | 24,30% |       | 24,70% | 25,70% |        | 25,30%   |          |       |
| R-450A |      |        |       |        | 42%    |        |          | 58%      |       |
| R-452A |      | 11%    |       | 59%    |        |        | 30%      |          |       |
| R-452B |      | 67%    |       | 7%     |        |        | 26%      |          |       |
| R-454A |      | 35%    |       |        |        |        | 65%      |          |       |
| R-454B |      | 68,90% |       |        |        |        | 31,10%   |          |       |
| R-454C |      | 21,50% |       |        |        |        | 78,50%   |          |       |
| R-455A |      | 21,50% |       |        |        |        | 75,50%   |          | 3%    |
| R-507  |      |        |       | 50%    |        | 50%    |          |          |       |
| R-508B | 46%  |        | 54%   |        |        |        |          |          |       |
| R-513A |      |        |       |        | 44%    |        | 56%      |          |       |



**Westfalen**

*Gassen | Koudemiddelen | Propan*

**Westfalen Austria GmbH**

Aumühlweg 21/Top 323  
2544 Leobersdorf  
Oostenrijk  
Tel. +43 2256 - 6363 0  
Fax +43 2256 - 6363 0330  
[www.westfalen.at](http://www.westfalen.at)  
[info@westfalen.at](mailto:info@westfalen.at)

**Westfalen BVBA-SPRL**

Watermolenstraat 11  
9320 Aalst  
België  
Tel. +32 53 - 641 070  
Fax +32 53 - 673 907  
[www.westfalen.be](http://www.westfalen.be)  
[info@westfalen.be](mailto:info@westfalen.be)

**Westfalen Gas s.r.o.**

Chebská 545/13  
322 00 Plzeň 5 – Křimice  
Tsjechische Republiek  
Tel. +420 379 - 420 042  
Fax +420 379 - 420 032  
[www.westfalen.cz](http://www.westfalen.cz)  
[info@westfalen.cz](mailto:info@westfalen.cz)

**Westfalen France S.A.R.L.**

Parc d'Activités Belle Fontaine  
57780 Rosselange  
Frankrijk  
Tel. +33 387 - 501 040  
Fax +33 387 - 501 041  
[www.westfalen-france.fr](http://www.westfalen-france.fr)  
[info@westfalen-france.fr](mailto:info@westfalen-france.fr)

**Westfalen Gas Schweiz GmbH**

Sisslerstr. 11  
5074 Eiken AG  
Zwitserland  
Tel. +41 61 - 855 2525  
Fax +41 61 - 855 2526  
[www.westfalen.ch](http://www.westfalen.ch)  
[info@westfalen.ch](mailto:info@westfalen.ch)

**Westfalen Gassen Nederland BV**

Rigastraat 20/Postbus 779  
7400 AT Deventer  
Nederland  
Tel. +31 570 - 636 745  
Fax +31 570 - 630 088  
[www.westfalengassen.nl](http://www.westfalengassen.nl)  
[info@westfalengassen.nl](mailto:info@westfalengassen.nl)

**Westfalen AG**

Industrieweg 43  
48155 Münster  
Duitsland  
Tel. +49 251 695-0  
Fax +49 251 695-194  
[www.westfalen.com](http://www.westfalen.com)  
[info@westfalen.com](mailto:info@westfalen.com)

**Westfalen Medical BV**

Rigastraat 14  
7418 EW Deventer  
Nederland  
Tel. +31 570 - 858 450  
Fax +31 570 - 858 451  
[www.westfalenmedical.nl](http://www.westfalenmedical.nl)  
[info@westfalenmedical.nl](mailto:info@westfalenmedical.nl)