

Kältetechnik

aktuelle Kältemittel
im Umfeld der F-Gase-Verordnung,
Klimarelevanz
Risikoanalyse und Unterweisung

1

Status 11-2021

Neue Stoffe zus. Gefahrenpotentiale ?

- Brennbarkeit
- Toxizität
- Sauerstoffverdrängung
 - daher
- Zus. Herausforderung an die Sicherheit

Gefahren von Kältemitteln?

3



3.7.6

Grenzwert für Sauerstoffmangel

ODL

(en: oxygen deprivation limit)

Konzentration an einem Kältemittel oder sonstigen Gas, bei der unzureichend Sauerstoff für die normale Atmung zur Verfügung steht

3.7.7

Entflammbarkeit

Fähigkeit eines Kältemittels oder Wärmeträgers zur selbständigen Flammenausbreitung von einer Zündquelle

3.7.8

untere Explosionsgrenze

LFL

(en: lower flammability limit)

geringste Konzentration eines Kältemittels, die in einem homogenen Gemisch aus Kältemittel und Luft mit selbständiger Flammenausbreitung gezündet werden kann

3.7.9

Sicherheitstechnik - warum?



- Es geht um das Primäre Schutzziel
 - Was ist das primäre Schutzziel
- Basis sind die
 - Gesetzliche Bestimmungen, wie
 - Raumplanungsverordnung RPV
 - kantonale Bauordnungen
 - EU – Verordnungen (z.B. 517/2014 seit 01.01.2015)
 - erst danach Normen
 - z.B. EN 378, ISO 817, SIA Normen
 - USW.

Funktionale Forderungen

- Stand der Technik
 - Inbes. Sicherheitstechnik
 - Erlass über techn. Gase
 - Z.B.
 - MAK Wert
 - TRK Wert
- Praktische Grenzwerte gegenüber Grenzwerten der SDS
 - Vorzugsweise Verwendung von NOELs, strikte Grenze bei 3 % CO₂
 - NOEL .. No observed Effect Level, entspricht der höchsten Dosis der Endkonzentration bei der keine signifikante bzw. schädliche Wirkung beobachtet werden kann
 - DNEL .. Derived No Effect Level, beschreibt den Expositionsgrenzwert unter dem keine Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit festgestellt werden kann.
- Vorgehen bei mögl. Gasaustritt
 - Definition Schwellwerte für
 - Schaltpunkte der Alarmierung
 - Anforderungen an Gaswarnanlagen
 - Aufstellung, Alarmierung, Kalibrierung, Unterweisungen

Erarbeitung neue NORM brennbare Kältemittel



- ▶ Neue Norm für brennbare Kältemittel in Arbeit
 - ▶ Ergänzung zur EN 378
 - ▶ Startsitung Dublin, 17 bis 18.05.2018
 - ▶ Untersuchung/Analyse der UNION aus 2016 hat ergeben
 - ▶ Europäische Normungsorganisationen müssen die Aktualisierung einschlägiger Normen auf europäischer Ebene vereinfachen. Ferner werden alle beteiligten Interessenträger einschließlich Industrie und Mitgliedstaaten nachdrücklich aufgefordert, auch durch parallele Aktivitäten auf internationaler Ebene hierzu beizutragen.
 - ▶ Unternehmen und Forscher müssen Daten und Beweise zusammentragen, die bessere Strategien zur Risikominimierung in Bezug auf alle entflammaren Kältemittel ermöglichen, und diese Informationen den zuständigen Normungsgremien zugänglich machen.
 - ▶ Mitgliedstaaten mit restriktiven einzelstaatlichen Kodizes, Normen und Rechtsvorschriften müssen deren Überarbeitung im Lichte der technischen Fortschritte im Hinblick auf eine sichere Verwendung alternativer Kältemittel in Betracht ziehen. Die Interessenträger haben ferner deutlich gemacht, dass Konzepte einer umweltorientierten öffentlichen Beschaffung dem Markt für Alternativtechnologien Auftrieb verleihen und ihre Unbedenklichkeit demonstrieren könnten.

Aktuelle Fragen in Ergänzung zur EN 378

- Beurteilung der Brenngeschwindigkeit von A2L
 - Lt. neuem Arbeitsauftrag
 - Technisches Komitee ISO/TC 86 SC 8



- “Method of test for burning velocity measurement of A2L flammable gases”
 - Erstdatum 2019-07-02
- Es wird ein ergänzender Standard entwickelt

Harmonisierte und mandatierte Norm EN 378

8



- ▶ Ist die Anleitung zur Erfüllung von Forderungen Europäischer Richtlinien!
 - ▶ z.B. Druckgeräte richtlinie und Maschinenrichtlinie
- ▶ Sie beinhaltet unter anderem die informativen und normativen Anhänge
 - ▶ Version aus 2008 (ZB nur wenn, nationale rechtliche Vorschriften entgegenstehen!)
 - ▶ Es stellt sich die Frage:
 - ▶ Dürfen harmonisierte Normen Abweichungen enthalten?

Umweltauswirkung und Treibhauseffekt



- Es kann eine Kälteanlage mit einem guten Wirkungsgrad und einer Kältemittel-Füllmenge, die ein höheres Treibhauspotential aufweist, für die Umwelt besser sein als eine Kälteanlage mit einem schlechteren Wirkungsgrad und einer Kältemittel-Füllmenge mit einem niedrigen Treibhauspotential.
 - Dies gilt umso mehr, wenn Emissionen so gering wie möglich gehalten werden:
 - Keine Leckage bedeutet:
 - kein direkter Treibhauseffekt.
 - Ausführung daher und wenn möglich, in:
 - Techn. dauerhaft dicht

CO₂ – Reduktion als Grundsatz



- CO₂ – Klimaveränderung durch Treibhauseffekt
- Senkung des Energieverbrauchs
- Energieumwandlungssysteme bevorzugen, die geringe CO₂ Emissionen verursachen
- Optimierung vorhandener Systeme
- Ersatz der synthetischen Kältemittel
 - ehem. Sicherheitskältemittel !?
 - gibt es Sicherheitskältemittel?

Grenzwerte – was gilt?

11



3.7.9

praktischer Grenzwert

für die vereinfachte Berechnung eingesetzte Konzentration, die dazu dient, die maximal annehmbare Kältemittelmenge in einem Personen-Aufenthaltsbereich zu bestimmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der RCL wird mithilfe von Toxizitäts- und Entflammbarkeitsprüfungen bestimmt, während der praktische Grenzwert aus dem RCL oder dem historisch bestimmten Grenzwert für die Füllmenge abgeleitet wird.

3.7.10

Grenzwert für die Kältemittelkonzentration

RCL

(en: refrigerant concentration limit)

maximale Kältemittelkonzentration in Luft entsprechend der Festlegung in Anhang C.3 dieser Europäischen Norm, die bestimmt wird, um die Gefährdungen im Zusammenhang mit akuter Toxizität, Erstickung und Brennbarkeit zu mindern

DNEL aus dem SDS – ergänzend, WO?

12



8.1. Zu überwachende Parameter

DNEL: Abgeleiteter Nicht Effekt Level (Beschäftigte)

Difluormethan (R32) : Inhalation-long term (systemic) [mg/m³] : 7035

PNEC: Predicted no effect concentration

Difluormethan (R32) : Aqua (freshwater) [mg/l] : 0,142

: Aquatic, intermittent releases [mg/l] : 1,42

: Sediment, Süßwasser [mg/kg Trockenmasse] : 0,534

8.2. Begrenzung und Überwachung der Exposition

8.2.1. Geeignete technische Steuerungseinrichtungen

: Allgemeine und lokale Absaugung vorsehen.

Anlagen, die unter Druck stehen, sollten regelmäßig auf Dichtheit geprüft werden.

Sicherstellen, dass Konzentrationen des Produktes in der Umgebungsluft ausreichend unterhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes liegen (wenn vorhanden).

Gas Detektoren einsetzen, falls entzündbare Gase/Dämpfe freigesetzt werden können.

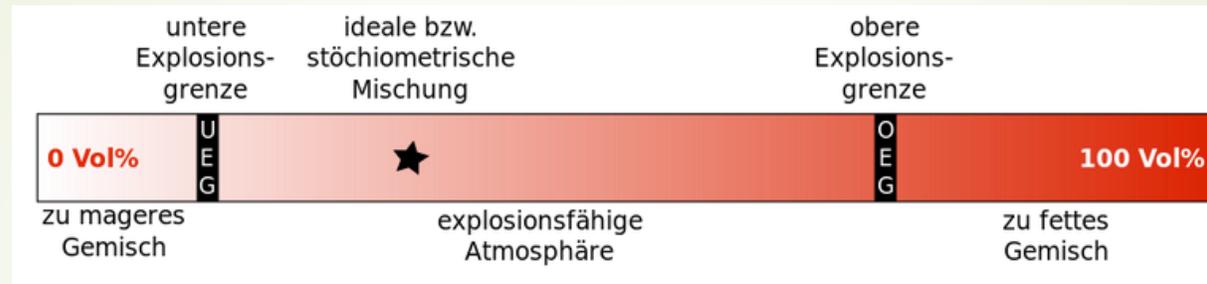
Arbeitserlaubnisverfahren z.B. bei Wartungsarbeiten in Betracht ziehen.

8.2.2. Individuelle Schutzmaßnahmen, z.B. Persönliche Schutzausrüstung

: Eine Gefährdungsbeurteilung sollte für alle Arbeitsbereiche erstellt und dokumentiert sein, in der alle Risiken der Verwendung des Produktes erfasst sind und die erforderliche persönliche Schutzausrüstung abgeleitet wird. Die folgenden Empfehlungen sollten in Betracht gezogen werden:

Persönliche Schutzausrüstung auswählen, die in Übereinstimmung mit EN / ISO-Normen steht.

Nachweis der Einsatzgrenzen



- Grenzen lt. EN 378 (Explosionsgrenzen sind auch Zündgrenzen)
 - LFL = UEG, darunter gibt es keine zündfähige Atmosphäre
 - Festlegung prakt. Grenzwert
 - = 20% von LFL (UEG) in kg/m^3
 - z.B. R290 = 0,008 (= 20% von 0,038) A3
 - z.B. R32 = 0,061 (= 20% von 0,307) A2L
 - DNEL lt. SDB = 0,007
 - Z.B. R1234ze = 0,061 (=20% von 0,303) A2L

Klassifizierung ...

14



- Kategorien
 - der Zugangsbereiche
- Klassifikation
 - der Kältemittel
- Klassifikation
 - der Aufstellungsorte
- Klassifikation
 - Von Kälteanlagen

Kategorie Zugangsbereiche

15



Tabelle 4 – Kategorien der Zugangsbereiche

Kategorien	Allgemeine Eigenschaften	Beispiele ^a
<p>Allgemeiner Zugangsbereich</p> <p>a</p>	<p>Räume, Gebäudeteile und Gebäude, in denen</p> <ul style="list-style-type: none"> — Schlafeinrichtungen vorhanden sind — Personen in ihrer Bewegung eingeschränkt sind — sich eine unkontrollierte Anzahl von Personen aufhält — jede Person Zutritt hat, ohne persönlich mit den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen vertraut zu sein 	<p>Krankenhäuser, Gerichtsgebäude oder Gefängnisse, Theater, Supermärkte, Schulen, Vortragsräume, Bahnhöfe, Hotels, Wohnungen, Restaurants</p>
<p>Überwachter Zugangsbereich</p> <p>b</p>	<p>Räume, Gebäudeteile, Gebäude, in denen sich nur eine begrenzte Anzahl von Personen aufhalten darf, von denen einige mit den allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sein müssen</p>	<p>Büro- oder Geschäftsräume, Laboratorien, Räume für allgemeine Fabrikations- und Arbeitszwecke</p>
<p>Zugangsbereich, zu dem nur befugte Personen Zutritt haben</p> <p>c</p>	<p>Räume, Gebäudeteile, Gebäude, zu denen nur befugte Personen Zutritt haben, die mit den allgemeinen und besonderen Sicherheitsvorkehrungen der Einrichtung vertraut sind, und in denen Materialien oder Güter hergestellt, verarbeitet oder gelagert werden</p>	<p>Produktionseinrichtungen, z. B. für Chemikalien, Nahrungsmittel, Getränke, Industrie- und Speiseeis, Raffinerien, Kühlhallen, Molkereien, Schlachthöfe, nicht öffentliche Bereiche in Supermärkten</p>

^a Die Liste der Beispiele ist nicht vollständig.

Klassifikation des Kältemittels

•16



➤ A oder B

- A-Brennbarkeit, B-Toxizität
 - Gruppe 1, keine Flammausbreitung
 - Gruppe 2, geringere Brennbarkeit
 - Gruppe 2L,
 - Gruppe 3, größere Brennbarkeit
- Zugangsbereich
 - a, b, c
- Aufstellungsort
 - Klasse I bis IV

Arten von Aufstellungen

17



Die vier Klassen von Aufstellungsorten sind:

a) Klasse IV — Belüftetes Gehäuse

Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem belüfteten Gehäuse befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse IV. Das belüftete Gehäuse muss die Anforderungen nach EN 378-2 und EN 378-3 erfüllen.

b) Klasse III — Maschinenraum oder im Freien

Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse III. Der Maschinenraum muss die Anforderungen nach EN 378-3 erfüllen.

c) Klasse II — Verdichter im Maschinenraum oder im Freien

Sofern sich alle Verdichter und Druckbehälter im Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse II, außer die Anlage entspricht den Anforderungen der Klasse III. Rohrschlangen und Rohrleitungen mit Ventilen können sich in einem Personen-Aufenthaltsbereich befinden.

d) Klasse I — Mechanische Geräte im Personen-Aufenthaltsbereich

Sofern die Kälteanlage oder die kältemittelführenden Teile sich im Personen-Aufenthaltsbereich befindet/befinden, gilt Klasse I, außer sie entspricht den Anforderungen der Klasse II.

Welche Kälte in Zukunft

18



- Art des Kältemittels ?
 - Art der Energieverteilung ?
- Welche Normen und Regelwerke ?
 - Fragen zur Energieeffizienz ?
- Sicherheitstechnische Anforderungen – Risiken ?
 - Behördenvorschriften ?
- Was bietet die Industrie
 - Kostenfragen – Amortisation ?

Lösungswege Kältemittelgruppen

19



- Herkömmliche synthetische Kältemittel
 - Brennbare Kältemittel (Propan - Butan – Isobutan – Propylen - Zuordnung für den jeweiligen Einsatzzweck
- Ammoniak und Mischungen und
 - CO₂ als Kältemittel ?
- Solargeführte Kühlung mit Absorption sowie Adsorption
 - Sinnvolles Miteinander durch diverse Optimierungen?

Lösung

- Ausnahmeansuchen, mit
 - Zuweisung eines allg. Sicherheitslevels
 - PL oder SIL
 - EN ISO 13849 für **Performance Level PL** (im Rahmen einer Maschine) oder
 - EN 61511 für **Safety Integrity Level SIL**
 - Etc.
 - Technische Beschreibung der Sicherheits-Verschaltungen der einzelnen Baugruppen
 - incl. Risikoabschätzung von vorhersehbaren Störungen

Entwicklung Schutzkonzept



- Teil des Konformitätsbewertungsverfahrens für Baugruppen ist die
 - Entwicklung eines Schutzkonzeptes, bestehend aus
 - Mechanischer Schutz
 - Z.B. Baumustergrprüfter Sicherheitsdruckbegrenzer
 - etc.)
 - Leittechnik Schutz
 - SIL – IEC 61508/11, EN 62061, EN 13849, EN 50156
 - Sonstige Systeme
 - Brandmeldeanlage
 - BMA
 - Gassensorik etc.
 - wobei das Schutzkonzept als Teil des Designs der Gefahrenanalyse unterworfen wird
- Ergebnis ist eine CE Konformitätserklärung für eine Baugruppe oder ein Bauteil.
 - Zum Beispiel muss ein Bauteil/Baugruppe für den bestimmungsgemäßen Betrieb sämtliche Sicherheitsfunktionen erfüllen (heißt, dass z.B. in der Sicherheitsanalyse ebenfalls Ex-Überlegungen angestellt werden können, und daher der Bauteil/Baugruppe ebenfalls ATEX Bauteile/Baugruppen enthalten kann.)

- Welche Ausführung kann realisiert werden
 - Bes. M-Raum in IP 54
 - SK Extern, eig. Zuleitung zu GWA und Lüfter
 - Oder Alles in EX-Schutz
 - SK Extern, eig. Zuleitung zu GWA und Lüfter
 - Definition einer Zone
 - Lüftungstechnik mit Überwachung
 - Differenzdrucksensor, Zuleitung abschaltbar!

Welche Gefahr steht an?

23

4.3 Gefahrenfeststellung

Nachfolgende Kriterien sind in der Analyse besonders berücksichtigt, da diese mit dem Überschreiten von Grenzwerten ein Gefahrenpotential darstellen.

- Propan-Luft-Gemisch
 - Selbstentzündungstemperatur 470°C
 - Oberflächentemperaturen an Bauteilen < 470°C
 - Unterer Explosionsgrenzwert 0,038 kg/m³ = 2,1 vol.%
 - Praktischer Grenzwert 0,008 kg/m³ = 0,4 vol.%
 - Zündquellen am Verdichter durch Reibung, Metallschläge, elektrostatische Entladungen

Risikobewertung - Praxisbeispiel



<u>1</u>	<u>EINFÜHRUNG</u>	<u>5</u>
1.1	Normen/ Dokumente	5
1.2	Gültigkeitsbereich.....	6
<u>2</u>	<u>ANLAGENBESCHREIBUNG</u>	<u>7</u>
2.1	Kategorisierung und Klassifikation lt. ÖNORM EN 378.....	11
2.2	Gaswarnanlage.....	11
2.2.1	Sensoren.....	12
2.2.2	Auflistung und Örtlichkeit der Gaswarnsensoren:	12
2.2.3	Grenzwerte separater Kältemaschinenraum	13
2.2.4	Grenzwerte Personenaufenthaltsbereich.....	14
2.2.5	Anmerkungen zu den Grenzwerten	15
2.3	Zulässige Temperatur im separaten KM-Raum.....	17
2.4	Pumpenliste	17
2.5	Sicherheitsventile.....	17
2.6	Kondensatoren.....	19

Risikominderung – wodurch?

5.3.4	Gaswarnanlage.....	47
5.3.1	Lüftung	47
6	<u>RISIKOMINDERUNG</u>	49
6.1	Inhärent sichere Konstruktion	49
6.2	Hinweise für Unterweisungen	49
6.3	Service und Wartung – Kältelogbuch.....	49
6.4	Technische Schutzmaßnahmen und ergänzende Schutzmaßnahmen	49
6.5	Sensoren zur Ausführung	51
6.6	Kennzeichnung und Dokumentation	51
7	<u>BEURTEILUNG GEMÄß SEVESO 3 – RICHTLINIE VOM 4.JULI 2012</u>	52
8	<u>ZUSAMMENFASSUNG.....</u>	53

Kälte aktuell



- Was bringt die Zukunft
 - Risikoanalysen/Risikomanagement
 - Methoden, Risikominderung
 - systematische Analyse mit Bewertung z.B. ISO 12100
 - Energie- und Umweltmanagement
 - Ökobilanzen, LCC Betrachtungen, ISO 50001, 14040 usw.
 - Brandschutz
 - Brandlasten in neuen Gebäuden und Systemen
 - explosionsfähige Atmosphäre z.B. EN 60079
 - Schallschutz

Kältemittelübersicht

27



- Aktuelle Tabelle möglicher Stoffe
 - Auszug aus allen Gruppen, Reihung nach GWP
 - Gruppe E1
 - Gruppe E2
 - Gruppe E3

- Mögliche weitere Natürliche Kältemittel, wie
 - R718
 - R729
 -

Kältemittelübersicht

Kältemittel	Bezeichnung	Chem. Formel	Sicherheitsgruppe	Verdampfungsenthalpie (Δh) r_o		Volumetrische Kälteleistung [kJ/m ³]	Isentropenexponent κ	ODP	GWP	Verdampfungs- temperatur [°C]	Selbstentzündungs- temperatur °C	Druck		
				[kJ/kg]	[%]							-10 °C	0°C	40 °C
R717	Ammoniak	NH ₃	B2L	1262	100%	4365	1,3070	0	0	-33	630	2,9	4,3	15,6
R744	Kohlendioxid	CO ₂	A1	230,9	18%	22545	1,2990	0	1	-78	-	27,0	35,0	-
R1270	Propylen	C ₃ H ₆	A3	377,8	30%	4666	1,1490	0	2	-48	455	4,4	5,9	17,0
R290	Propan	C ₃ H ₈	A3	374,7	30%	3882	1,1250	0	3	-42	470	3,7	4,8	13,7
R600a	2-methyl propane (Isobutane)	CH(CH ₃) ₃	A3	355	28%	1509	1,0770	0	3	-12	460	1,1	1,6	5,3
R600	Butane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	A3	384,3	30%	1061	1,0710	0	4	0	365	0,7	1,0	3,8
R1234yf	2,3,3,3-tetrafluorprop-1-ene	CF ₃ CF = CH ₂	A2L	163,3	13%	2888	1,0750	0	4	-29,5	405	2,2	3,2	10,2
R1233zd(E)	trans-1-Chlor-3,3,3-trifluorprop-1-en	CF ₃ CH=CHCl	A1	204,9	16%	577,8	6610	0,0005	5	18,1	-	0,3	0,5	2,2
R1234ze(E)	trans-1,3,3,3-Tetrafluorprop-1-en	CF ₃ CF=CH ₂	A2L	184,2	15%	2195	1,0740	0	7	-19	368	1,5	2,2	7,7
HFO1336mzz(Z)	1,1,1,4,4,4-Hexafluoro-2-butene	-	A1	181,3	14%	326,8	-	0	9	33,4	-	0,1	0,2	1,3
R454C	R-32/1234yf (21,5/78,5%)	-	A2L	191,6	15%	3933	1,1130	0	148	-48,0 bis -37,8	-	3,2	4,5	14,6
R454B	R32/R1234yf (21,5/78,5%)	-	A2L	259,03	21%	6197	-	0	467	-50,9 bis -50,0	-	-	-	-
R450A	R134a/R1234ze(E) (42/58)	-	A1	185,6	15%	2454	1,0840	0	605	-23,4 bis -22,8	-	0,7	1,5	7,9
R513A	R-E170/600a (88,0/12,0)	-	A1	175,8	14%	3052	37,5400	0	631	-29,1	-	2,3	3,3	10,7
R32	Difluormethan	CH ₂ CF ₂	A2L	315,3	25%	6966	1,2490	0	677	-52	648	5,8	8,1	24,8
R452B	R32/R125/R1234yf (67/7/26%)	-	A2L	264,9	21%	6487	1,1920	0	698	-51,0 bis -50,3	-	5,3	7,4	22,5
R466A	R32/R125/R131i (CF3I) (49/11,5/739,5%)	-	A1	-	-	-	-	0,015	733	-	-	-	-	-
R448A	R-32/125/1234yf/134a/1234ze(E) (26/26/20/21/7)	-	A1	204,7	16%	4567	1,1240	0	1387	-45,9 bis -39,8	-	3,6	5,2	16,7
R449A	R-32/125/1234yf/134a (24,3/24,7/25,3/25,7)	-	A1	200	16%	4508	1,1250	0	1397	-46,0 bis -39,9	-	3,6	5,1	16,6
R134a	1,1,1,2-Tetrafluorethan	CF ₃ CH ₂ F	A1	198,6	16%	2868	1,0990	0	1430	-26	743	2,0	2,9	10,1
R407C	R125/R32/R134a (25/23/52%)	-	A1	209,3	17%	4115	1,1310	0	1774	-43,8 bis -36,7	704	3,2	4,6	15,5
R22	Chlordifluormethan	CHClF ₂	A1	205	16%	4354	1,1750	0,055	1810	-41	635	3,6	5,0	11,5
R410A	R32/R125 (50/50 %)	-	A1	221,4	18%	6768	1,1680	0	2088	-51,6 bis -51,5	-	5,8	8,0	24,1
R404A	R125/R143a/R134a (44/52/4 %)	-	A1	165,8	13%	5053	1,1030	0	3940	-46,5 bis -45,7	728	4,4	6,1	18,5

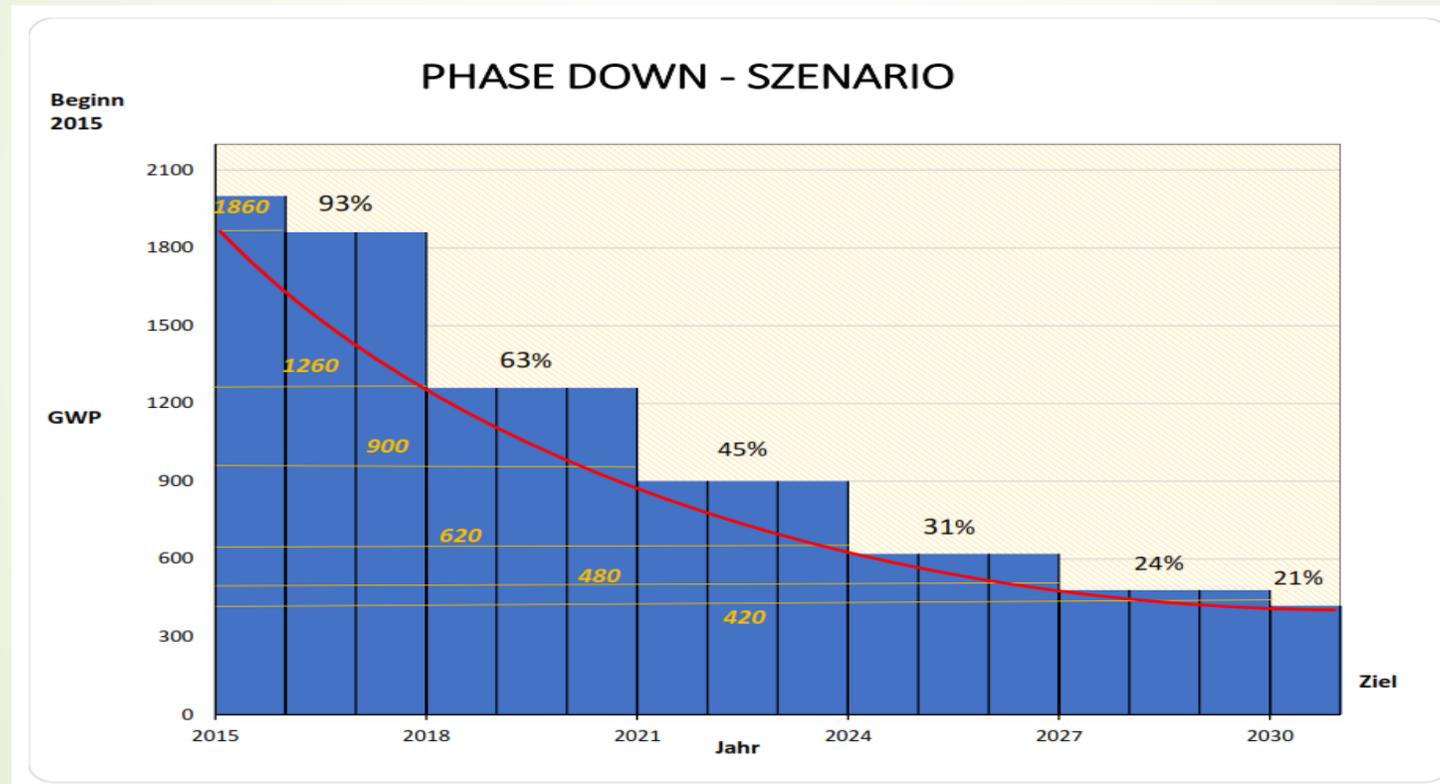
FprEN 378-5 (in Zukunft)

29



- **Refrigerating systems and heat pumps**
 - **Safety and environmental requirements**
 - **Part 5: Safety classification and information about refrigerants**
- **Kälteanlagen und Wärmepumpen**
 - **Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen**
 - **Teil 5:**

Phase Down (Basis = 2000)



Hinweis IPCC – AR6

- Weltklimarat IPCC (intergovernmental Panel on Climate Change)
 - Neue GWP-Werte: lt. Vorbericht vom 07.08.2021
 - Z.B. GWP 100
 - R32 771
 - R134a 1526
 - R290 0,02
 - usw.

Kontakt Daten

www.tb-holzinger.at
www.energieeffizienz-inspektion.at

Christian K. Holzinger

Ing. FUR-Ing.

TB-HOLZINGER Ingenieurgesellschaft mbH

Pottendorferstraße 1/38

1120 Wien

Tel.: +43 1 817 81 81

Fax.: +43 1 817 81 81 - 22

Mail: project@tb-holzinger.at

Mail 2: office@tb-holzinger.at

Mail 3: info@energieeffizienz-inspektion.at