



Bundesamt  
für Wirtschaft und  
Ausfuhrkontrolle



# Förderung von Kälte- und Klimaanlagen 2019

Merkmale Fachtechnik

1

Vorwort.....	4
1. Neuerungen.....	5
2. Fördertatbestände und –voraussetzungen für stationäre Anlagen.....	6
2.1. Stationäre Kälteerzeuger: Leistungsgrenzen, Einzel- oder Verbundanlage, Redundanzanlagen .....	7
2.1.1. Nicht verbundene Einzelanlagen an einem Standort .....	7
2.1.2. Verbundene Einzelanlagen an einem Standort.....	7
2.1.3. Kälteerzeuger in Kombinationen mit TK-Stufe .....	8
2.1.4. Redundanzanlage (Back-Up System) .....	8
2.1.5. Ab- und Adsorptionsanlagen.....	9
2.2. Komponenten und Systeme, thermische Speicher .....	9
2.2.1. Kombinationen von Kälteerzeugern mit thermischen Speichern.....	10
2.2.2. Freikühler .....	10
2.3. Kombinationsmöglichkeiten von Kälteerzeugern mit Anlagen, Komponenten und Systemen .....	11
3. Fördertatbestände und –voraussetzungen für Fahrzeug-Klimaanlagen.....	12
4. Parameter zur Bestimmung der Förderhöhe - stationäre Anlagen.....	12
4.1. Flüssigkeitskühlsätze .....	12
4.2. Wärmeübertrager für wassergekühlte und luftgekühlte Kälteanlagen.....	13
4.3. Klimaanlagen mit adiabater Verdunstungskühlung.....	15
4.4. Booster - Supermarktkälteanlagen mit R744 .....	15
4.5. Gewerbekälteanlagen mit R-744 .....	16
4.6. Turboverdichter mit R-718 .....	16
4.7. Ab- und Adsorptionsanlagen.....	17
4.8. Vakuumeiserzeuger (Turboverdichter).....	17
4.9. Tiefkühlstufe mit R-744 .....	17
4.10. Thermische Speicher .....	18
4.11. Kühlsoleleitungen.....	18
4.12. Planungspauschale .....	18

---

4.13.	Kombinationsbonus .....	18
5.	Parameter zur Bestimmung der Förderhöhe - Fahrzeug-Klimaanlagen.....	19
6.	Fördersummenberechnung .....	19
6.1.	Stationäre Anlagen .....	19
6.1.1.	Koeffizienten A, B und C zur Berechnung der Förderhöhe.....	20
6.1.2.	Kühlsoleleitungen:.....	21
6.1.3.	Ausführungsplanung.....	21
6.1.4.	Kombinationsbonus .....	21
6.2.	Fahrzeug-Klimaanlagen .....	22
7.	Einzureichende technische Unterlagen.....	22
7.1.	Antragsunterlagen .....	22
7.2.	Verwendungsnachweis .....	23
8.	Monitoring.....	23
8.1.	Monitoring bei stationären Anlagen .....	23
8.2.	Monitoring bei Fahrzeug-Klimaanlagen .....	23
9.	Glossar.....	24
9.1.	Verwendete Begriffe .....	24
9.2.	Abkürzungen.....	32
9.2.1.	Bezeichnungen.....	32
9.2.2.	Technische Parameter .....	32
9.2.3.	Indizes.....	33
	Impressum.....	34

# Vorwort

Das Programm zur Förderung von Kälte- und Klimaanlage ist ein Baustein der Nationalen Klimaschutzinitiative und soll dazu beitragen, dass Deutschland seine Klimaschutzziele erreicht: Deutschlands Langfristziel ist es, bis zum Jahr 2050 weitgehend treibhausgasneutral zu werden. Damit setzt die Bundesregierung das Ziel des Übereinkommens von Paris um, den Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg auf 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Mittelfristiges Ziel ist das Senken der Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990.

Mit der Richtlinie zur Förderung von Kälte- und Klimaanlage mit nicht-halogenierten Kältemitteln in stationären und Fahrzeug-Anwendungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative soll im Bereich der Kälte- und Klimatechnik ein Beitrag zur Erreichung dieser Ziele durch Steigerung der Energieeffizienz, Minderung des Kältebedarfs sowie durch die weitere Reduktion der Emissionen halogener Treibhausgase geleistet werden.

Komplexe Gesamtsysteme, die bei der Integration thermischer Speichersysteme und Systemen zur Bereitstellung von Antriebsenergie (→) auf der Basis Erneuerbarer Energien (→) in die eigentliche Kälte- und Klimatechnik entstehen, können ebenfalls gefördert werden.

Die anvisierten Maßnahmen sollen außerdem die Marktanteile der ausgewählten Technologien erhöhen und deren Wirtschaftlichkeit durch sinkende Produktionskosten verbessern.

Dieses Merkblatt definiert Details zu den Fördervoraussetzungen und Auslegungsbedingungen für stationäre Anlagen (→), mobile Fahrzeuganlagen (→), Sorptionsanlagen (→), Verdunstungskühlanlagen (→), Wärmepumpen (→), Freikühler (→), Systeme und Komponenten (→), Planungspauschalen (→) und die Kombination mit Regenerativenergiesystemen (→) als Antriebsenergie (→).

Im Abschnitt Monitoring (→) werden die Details zur Erhebung von Betriebsdaten festgelegt.

Ein Glossar (→) erläutert und definiert die in dieser Richtlinie verwendeten Termini für die Umsetzung nach den seitens BAFA angewandten Kriterien der Verwaltungspraxis und Fachtechnik.

# 1. Neuerungen

Im Unterschied zur Vorgängerkälte-richtlinie werden nur noch Kälte- und Klimaanlage gefördert, die mit nicht-halogenierten Kältemitteln betrieben werden.

Neu und zusätzlich gefördert werden adiabate Verdunstungskühlanlagen, Vakuum-Flüssigeisenerzeuger sowie Fahrzeugklimaanlagen. Ebenfalls neu ist die Förderung der Ausführungsplanung für stationäre indirekte Systeme (Flüssigkeitskühlsätze), von Kühlsolekreisläufen und die Kombination eines Kälteerzeugers mit Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energien (Elektroenergie und Wärme).

Neu ist auch der modulare Aufbau der Förderung. Neben dem eigentlichen Kälteerzeuger können zusätzlich Komponenten und Systeme gefördert werden z.B. Luftkühler, Rückkühler, eigenständige Wärmepumpen zur Abwärmenutzung, aber auch thermische Speicher.

## **Planungspauschale für indirekte Systeme**

Für die fachkundige Ausführungsplanung indirekter Systeme wird eine Planungspauschale für Systeme mit zwei bis zehn Luftkühlern bzw. für die Integration eines oder mehrerer Kälte- bzw. Wärmespeicher gewährt.

## **Kombinationsbonus**

Für die Kombination einer geförderten Kälte- oder Klimaanlage mit einem Regenerativenergiesystem zur Bereitstellung von elektrischer Antriebsenergie wird für den anfallenden Zusatzaufwand (z.B. Verkabelung, Verrohrung, MSR) ein Kombinationsbonus in Abhängigkeit der bereitgestellten elektrischen Spitzenleistung gewährt.

Für die Bereitstellung von thermischer Regenerativenergie (→) für den Betrieb einer Sorptionsanlage (→) wird ein Kombinationsbonus (→) in Form einer Pauschale gewährt.

## 2. Fördertatbestände und –voraussetzungen für stationäre Anlagen

Gefördert werden stationäre Kälte- und Klimaanlage, die mit nicht-halogenierten Kältemitteln betrieben werden, wenn diese neu errichtet bzw. neu installiert werden oder nur die Kälteerzeugungseinheit neu erstellt wird, jedoch das Kühlmittelsystem (Wasser-, Sole-, Luftverteilsystem) bestehen bleibt.

Die Förderung von stationären Kälteerzeugern umfasst im Einzelnen folgende Typen:

- a) Flüssigkeitskühlsätze mit Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 (gering toxisch, hoch entzündlich): Propan (R-290), Propen (R-1270), Isobutan (R-600a) gemäß Tabelle 1a der Kälterichtlinie

### **Normalkühlung sowie Klima- und Prozesskälteanlagen**

Kompakt-Anlagen, flüssigkeitsgekühlt, ein Kältemittelkreislauf, mit höchstens 80 g Kältemittel pro kW Kälteleistung

kombinierte Kompakt-Anlagen, flüssigkeitsgekühlt, mehrere Kältemittelkreisläufe, mit höchstens 80 g Kältemittel pro kW Kälteleistung

Anlagen, flüssigkeitsgekühlt

Anlagen, luftgekühlt

- b) Flüssigkeitskühlsätze mit Kältemitteln der Sicherheitsklasse B2L (erhöht toxisch, schwer entzündbar): z.B. Ammoniak (R-717), Gemisch aus Ammoniak und Dimethylether (R-723) gemäß Tabelle 1b der Kälterichtlinie

### **Normalkühlung sowie Klima- und Prozesskälteanlagen**

Anlagen, flüssigkeitsgekühlt

Anlagen, luftgekühlt

- c) Andere Kälteerzeuger gemäß Tabelle 1c der Kälterichtlinie

Adiabate Verdunstungskühlanlagen

Booster-Supermarkt- und Gewerbekälteanlagen mit R-744

Turboverdichter mit R-718

Ab- und Adsorptionsanlagen

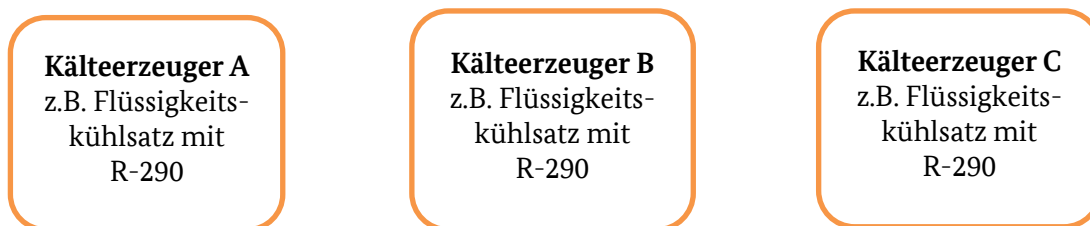
Vakuumeisergezeuger (Turboverdichter) mit Nebenantrieben sowie Wärmeübertrager und Pumpe

## 2.1. Stationäre Kälteerzeuger: Leistungsgrenzen, Einzel- oder Verbundanlage, Redundanzanlagen

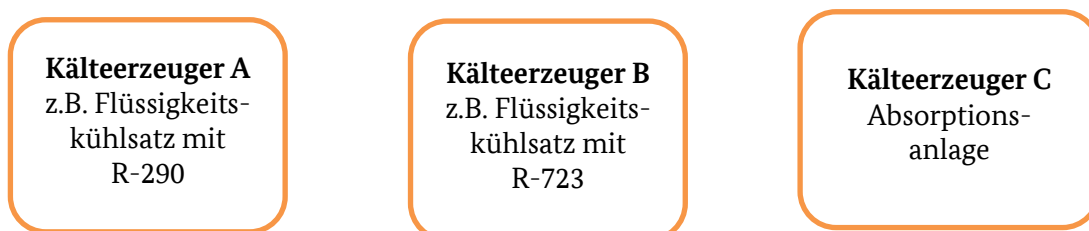
### 2.1.1. Nicht verbundene Einzelanlagen an einem Standort

Zwei oder mehrere Kälteerzeuger sind nicht verbunden, wenn sich zwar am selben Standort befinden aber keine physikalisch-, technisch-, funktionalen Schnittstellen auf Kältemittel-, Wasser-, Sole- oder Luftseite haben.

Nicht verbundene Kälteerzeuger sind förderfähig, wenn jeder Kälteerzeuger die spezifischen Fördervoraussetzungen erfüllt. Die Leistungen müssen jeweils innerhalb der in der Kälterichtlinie in Tab. 1a, 1b, 1c angegebenen Leistungsgrenzen (→) liegen. Für jeden Kälteerzeuger ist ein separater Antrag zu stellen. Die Kälteerzeuger können „gleich“ sein oder auch „ungleich“, siehe folgende Beispiele:



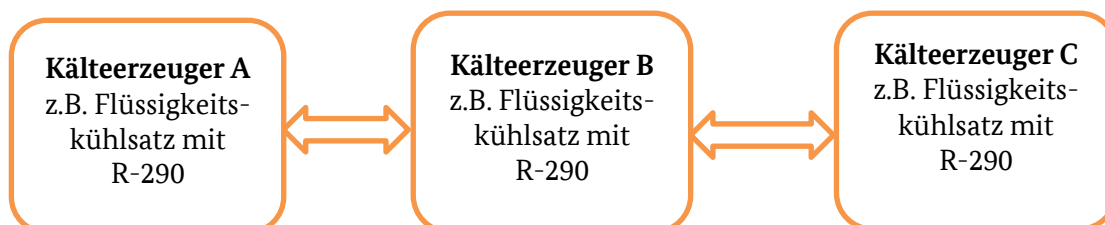
Nicht verbunden, „gleiche“ Kälteerzeuger



Nicht verbunden, „ungleiche“ Kälteerzeuger

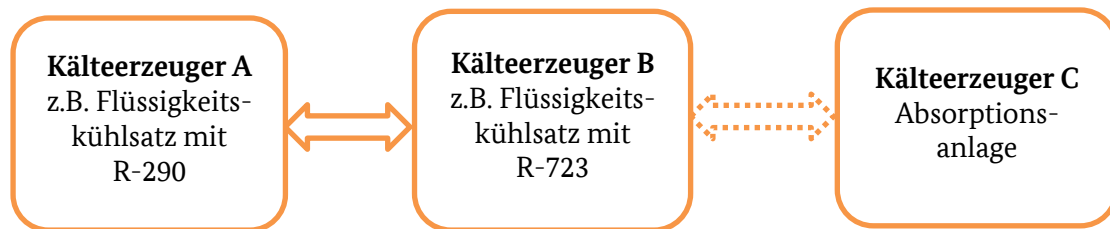
### 2.1.2. Verbundene Einzelanlagen an einem Standort

Zwei oder mehrere Kälteerzeuger (→) sind verbunden, wenn funktionale Schnittstellen auf Kältemittel-, Wasser-, Sole- oder Luftseite (z.B. gemeinsamer Kühlraum) vorliegen.



Verbunden, „gleiche“ Kälteerzeuger

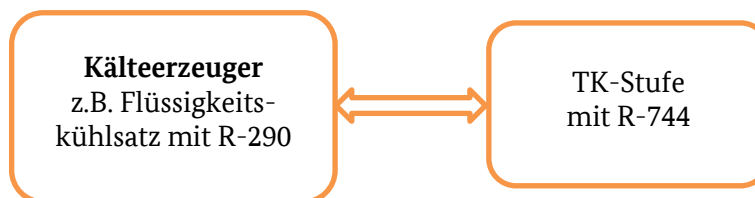
Verbundene Kälteerzeuger (→) mit gleicher oder unterschiedlicher Leistung sind förderfähig, wenn jeder Kälteerzeuger die spezifischen Fördervoraussetzungen erfüllt. Die Summe der Leistungen der einzelnen Kälteerzeuger muss innerhalb der in der Kälterichtlinie in Tab. 1a, 1b und 1c angegebenen Leistungsgrenzen (→) liegen. Verbundene Kälteerzeuger (→) müssen zu einem Antrag zusammengefasst werden. Die Kälteerzeuger können „gleich“ sein oder auch „ungleich“. Eine Ausnahme bilden verbundene Kälteerzeuger mit einer Absorptionsanlage. In diesem Fall ist für die Absorptionsanlage ein separater Antrag zu stellen, deren Leistung nicht den verbundenen Kälteerzeugern zuzurechnen ist.



Verbunden, „ungleiche“ Kälteerzeuger

### 2.1.3. Kälteerzeuger in Kombinationen mit TK-Stufe

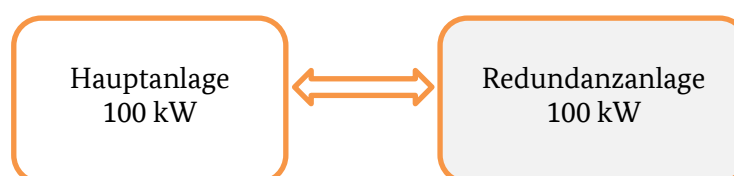
Eine Tiefkühlstufe (TK-Stufe) mit R-744 ist nur in Kombination mit einem Kälteerzeuger (→) nach Tab. 1a, 1b oder 1c der Kälterichtlinie förderfähig. Der Kälteerzeuger und die TK-Stufe müssen die spezifischen Fördervoraussetzungen erfüllen. Die Leistung des Kälteerzeugers muss innerhalb der in der Kälterichtlinie in Tab. 1a, 1b oder 1c angegebenen Leistungsgrenzen (→) liegen; Die Leistung der TK-Stufe (Verdampferleistung) muss zwischen 30 und 120 KW liegen. Diese Kombination ist als Einheit zu betrachten und in **einem** Antrag einzureichen.



### 2.1.4. Redundanzanlage (Back-Up System)

Redundanzanlagen (→) (Back-Up Systeme) (→) sind Anlagen, die im Normalbetrieb nicht zur Abdeckung des Kältebedarfs (→) benötigt werden. Sie werden nur zugeschaltet, wenn z.B. die Hauptanlage ausfällt bzw. nicht im Betrieb ist.

Redundanzanlagen (→) sind auch dann nicht förderfähig, wenn sie die spezifischen Fördervoraussetzungen erfüllen. Ihre Leistung wird auf die Gesamtleistungsgrenze (→) nicht angerechnet.





Kältebedarf 100 kW, Redundanzanlage nicht förderfähig

### 2.1.5. Ab- und Adsorptionsanlagen

Sorptionsanlagen (Ab- und Adsorptionsanlagen (→)) müssen über eine bereits vorhandene oder gleichzeitig neu erstellte Wärmequelle betrieben werden.

Mögliche Wärmequellen können sein:

- BHKW
- Fern- oder Nahwärme
- Sekundär(ab)wärmequelle, z.B. Industrieabwärme
- Solarthermieanlage
- Geothermie

Der Leistungsbedarf aller elektrischen Zusatzverbraucher darf 8% der bereitgestellten Kälteleistung nicht übersteigen.

Zu den elektrischen Zusatzverbrauchern zählen:

- Interne Verbraucher, z.B. Steuerung (MSR), interne Pumpen
- Ventilatoren des Rückkühlers

Pumpen für Kaltwasser/Sole, Kühlwasser/Sole sowie zur Heizwärmeversorgung werden bei der Ermittlung des elektrischen Leistungsbedarfs nicht berücksichtigt. Für Ventilatoren ist die elektrische Leistungsaufnahme bei den Auslegungsbedingungen der Gesamtanlage anzusetzen (Betriebspunkt entsprechend der Angaben der Komponentenhersteller). Sind keine Daten zur Leistungsaufnahme am Betriebspunkt verfügbar, ist ersatzweise die Nenn-Leistungsaufnahme lt. Typenschild der jeweiligen Komponente anzusetzen.

Erfolgt über eine geeignete Steuerung eine teillastabhängige Drehzahlanpassung von Ventilatoren, ist die elektrische Leistungsaufnahme der drehzahlvariablen Komponenten mit dem Faktor 0,5 zu multiplizieren.

## 2.2. Komponenten und Systeme, thermische Speicher

Neben dem Kälteerzeuger können weitere Komponenten einer Kälte- oder Klimaanlage gefördert werden. Förderfähig sind:

- Tiefkühlstufe mit R-744
- Luftkühler für NK-Kälteanlagen
- Luftkühler für AC- und Prozesskühlanlagen
- Adiabate Rückkühler (Hybridkühler)
- Rückkühler für flüssigkeitsgekühlte Anlagen
- Eigenständige Wärmepumpen mit nicht-halogeniertem Kältemittel zur Abwärmenutzung der Kälteanlage(n)
- Kühlmöbel für Supermarkt-Kälteanlagen (keine steckerfertigen Geräte)
- Kühlsolekreisläufe
- Komponenten, Systeme für Freikühlbetrieb (Ventile, Leitungen, Reglerintegration etc.)

sowie folgende thermische Speicher

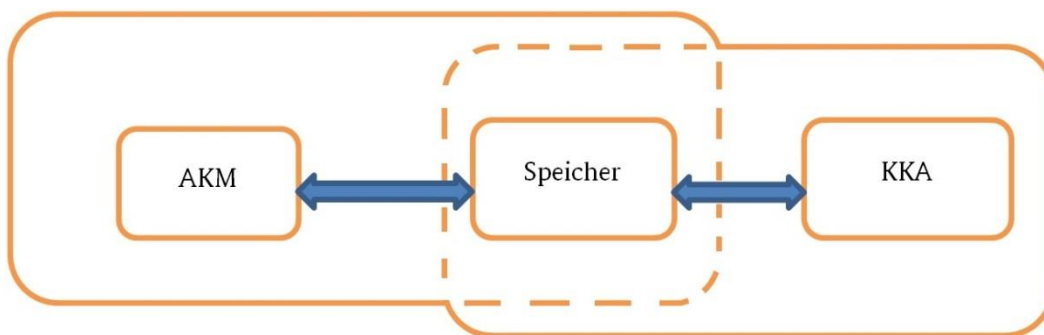
- Warmwasser-Schichtenspeicher
- Kaltwasserspeicher
- Eis-Speicher: Betongehäuse mit Wärmeübertrager
- Latentwärmespeicher-Systeme: Behälter mit LWS (Kapsel)

Die Leistung von Luftkühlern ( $\rightarrow$ ) und Rückkühlern ( $\rightarrow$ ) muss für jede einzelne Komponente innerhalb der in der Richtlinie spezifizierten Bereiche liegen.

Jede Komponente muss im Antragsformular mit ihrer jeweiligen Leistung einzeln erfasst werden.

### 2.2.1. Kombinationen von Kälteerzeugern mit thermischen Speichern

Falls Komponenten oder thermische Speicher mit unterschiedlichen Kälteerzeugern verbunden sind, kann die Förderung für diese Kombination nur einmal gewährt werden.



Gemeinsamer Speicher einer Absorptionsanlage und einer Kompressionskälteanlage, der Speicher ist nur einmal förderfähig.

### 2.2.2. Freikühler

Ein Freikühler ist nur förderfähig, wenn er in der Lage ist, den Kälteleistungsbedarf vollständig zu decken, wenn die Außenlufttemperatur  $T_{AUL}$  mindestens 3 K niedriger ist als die Nutztemperatur  $T_{Nutz}$ . Die Vorgabe von 3K Temperaturdifferenz wird in der Praxis erfahrungsgemäß nur mit adiabaten bzw. hybriden Rückkühlern erreicht.

Ist ein zweiter in Reihe geschalteter Wärmeübertrager erforderlich, kann die Temperaturdifferenz von 6K (zweimal 3K) angesetzt werden.

## 2.3. Kombinationsmöglichkeiten von Kälteerzeugern mit Anlagen, Komponenten und Systemen

Anlagen, Komponenten und Systeme	Flüssigkeitskühlsätze		Andere Kälteerzeuger				
	Flüssigkeitskühlsätze NK	Flüssigkeitskühlsätze AC + Prozess	Adiabate Verdunstungskühlanlagen	Booster-Supermarktanlagen	Gewerbekälteanlagen mit R-744	Turboverdichter mit R-718	Ab- und Adsorptionsanlagen
<b>Komponenten und Systeme</b>							
Tiefkühlstufe mit R-744	Ja	Ja	N	N	N	N	Ja
Luftkühler für NK-Kälteanlagen	Ja	N	N	N	N	N	Ja
Luftkühler für AC- und Prozesse	N	Ja	N	N	N	Ja	Ja
Adiabate Rückkühler (Hybridkühler)	Ja	Ja	N	N	N	Ja	Ja
Rückkühler	Ja	Ja	N	N	N	Ja	Ja
Wärmepumpe zur Abwärmenutzung der Kälteanlage(n)	N	N	N	Ja	Ja	N	N
Kühlmöbel	Ja	N	N	Ja	Ja	N	Ja
Kühlsolekreisläufe	Ja	Ja	N	N	N	Ja	Ja
Komponenten, Systeme für Freikühlbetrieb	N	Ja	N	N	N	Ja	Ja
<b>Speichersysteme ohne und mit Latentwärmespeicher</b>							
Warmwasserspeicher	Ja	Ja	N	Ja	Ja	N	Ja
Kaltwasserspeicher	Ja	Ja	N	N	Ja	Ja	Ja
Eis-Speicher, Betongehäuse mit Wärmeübertrager	Ja	Ja	N	N	Ja	N	Ja
Latentwärmespeicher-Systeme	Ja	Ja	N	N	Ja	Ja	Ja
<b>Regenerativenergiesysteme, elektrisch</b>							
Photovoltaik	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	N
Windenergie	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	N
BHKW mit Biomasse (gasf, flüssig, fest)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	N
<b>Regenerativenergiesysteme, thermisch</b>							
Solarthermie	N	N	N	N	N	N	Ja
Geothermie	N	N	N	N	N	N	Ja
BHKW mit Biomasse (gasf., flüssig, fest)	N	N	N	N	N	N	Ja

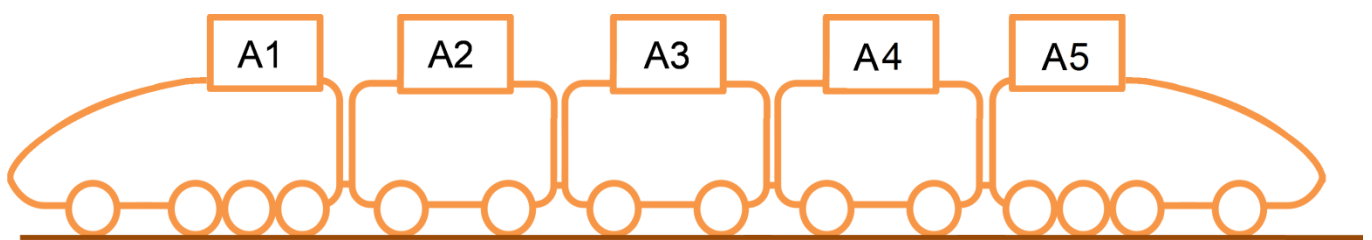
### 3. Fördertatbestände und –voraussetzungen für Fahrzeug-Klimaanlagen

Gefördert werden Klimaanlage, mit denen elektrisch betriebene Busse ab Werk ausgerüstet oder elektrisch betriebene Schienenfahrzeuge nach- oder umgerüstet werden. Als Schienenfahrzeug gelten alle schienengebunden Fahrzeuge, also Lokomotiven und Wagons z.B. in Straßenbahnen, U-Bahnen, S-Bahnen oder Regionalbahnen.

Der Bus oder das Schienenfahrzeug darf ausschließlich im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), einschließlich des Schienenpersonennahverkehrs, im Schienenpersonenfernverkehr sowie im Linienfernverkehr und im Gelegenheitsverkehr im Sinne des Personenbeförderungsgesetzes eingesetzt und überwiegend auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland betrieben werden.

Für jeden Bus bzw. jeden Kältekreislauf ist ein separater Förderantrag zu stellen.

Bei einem Zug bestehend aus mehreren, fest miteinander verbundenen Waggons, die jeweils mit einer Klimaanlage ausgestattet sind, ist für jede Klimaanlage bzw. für jeden Kältekreislauf ein eigener Antrag zu stellen



Für jeden Waggon bzw. Kältemittelkreislauf muss ein separater Antrag A1, A2 ... A5 gestellt werden, auch im Falle fest miteinander verbundener Waggons (z.B. ICE, S-Bahnen).

### 4. Parameter zur Bestimmung der Förderhöhe - stationäre Anlagen

#### 4.1. Flüssigkeitskühlsätze

Kälteerzeuger sind nur dann förderfähig, wenn bestimmte, in der Kälterichtlinie genannten Leistungsgrenzen nicht unter- oder überschritten werden. Diese Leistungsgrenzen beziehen sich entweder auf die Kälteleistung oder auf die Antriebsleistung des/der Verdichter(s).

Bei der Berechnung der Kälteleistung von Flüssigkeitskühlsätzen, die in den Tabellen 1a und 1b der Kälterichtlinie genannt sind, sind zur Auslegung die Vorgaben der Ökodesign-Richtlinie zugrunde zu legen, wie in der nachfolgenden Übersicht dargestellt:

Luftgekühlte Anlagen	T Austritt (Sole)	T Eintritt (Luft, außen)	Referenz
Normalkühlung (NK)	-8 °C	+35 °C	ENTR Lot1 - VO (EU) 2015/1095
Klimatisierung und Prozesskühlung (AC)	+7 °C	+35 °C	ENER Lot21 - VO (EU) 2016/2281

Flüssigkeitsgekühlte Anlagen	T Austritt (Sole)	T Eintritt (Sole, Verflüssiger)	Referenz
Normalkühlung (NK)	-8 °C	+30 °C	ENTR Lot1 - VO (EU) 2015/1095
Klimatisierung und Prozesskühlung (AC)	+7 °C	+30 °C	ENER Lot21 - VO (EU) 2016/2281

## 4.2. Wärmeübertrager für wassergekühlte und luftgekühlte Kälteanlagen

Verflüssiger bzw. Gaskühler sowie Verdampfer sind so zu dimensionieren, dass in Abhängigkeit vom Anwendungsfall eine möglichst kleine treibende Temperaturdifferenz erreicht und gleichzeitig der energetische Aufwand für den Transport des Kühlmittels (z. B. Luft, Wasser, Sole) gering wird.

Um die Verluste in den Wärmeübertragern zu minimieren, sind folgende Temperaturen einzuhalten (gemäß VDMA-Einheitsblatt 24247-8):

### bei Flüssigkeit (z. B. Wasser) als Kälteüberträgermedium

Verdampfer (Flüssigkeitskühler) hier beispielhaft Plattenwärmeübertrager:

$\Delta T_K = t_{KF2} - t''_{o2}$	mit trocken:	$\Delta T_K \sim 4 \text{ K}$
	überflutet	$\Delta T_K \sim 2 \text{ K}$
$\Delta T_{KF} = t_{KF1} - t_{KF2}$	mit	$\Delta T_{KF} \sim 6 \text{ K}$
Verflüssiger:		
$\Delta T_W = t''_{c1} - t_{WF2}$	mit	$\Delta T_W \sim 2 \text{ K}$

**bei Luft als Übertragungsmedium**

Verdampfer (Luftkühler1):

$DT_1 = t_{L1} - t''_{o2}$	mit	trocken:	$DT_1 \sim 10 \text{ K}$
		überflutet	$DT_1 \sim 8 \text{ K}$

Verflüssiger trockene Arbeitsweise, Umgebungsluft:

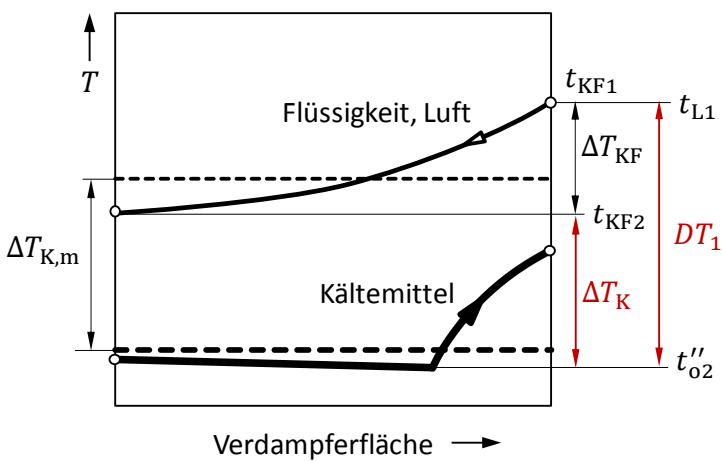
$DT_1 = t''_{c1} - t_{L1}$	mit	$DT_1 \sim 10 \text{ K}$
----------------------------	-----	--------------------------

Verflüssiger feuchte Arbeitsweise, Umgebungsluft:

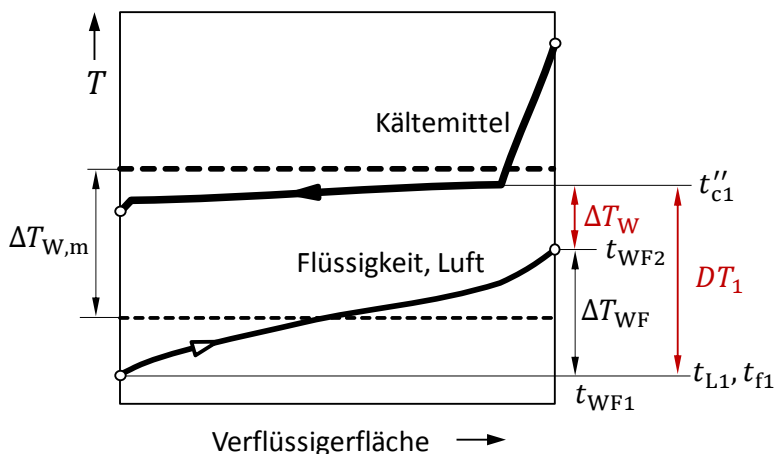
$DT_1 = t''_{c1} - t_{f1}$	mit	$DT_1 \sim 6 \text{ K}$
----------------------------	-----	-------------------------

$t_{WF2}$ : Fluidaustrittstemperatur (Flüssigkeit oder Luft) auf der warmen Seite

Verdampfer:



Verflüssiger:



Erläuterung:

- $t''_{o2}$ : Temperatur am Verdampfungsende (Taupunkttemperatur bei Verdampfungsdruck)
- $t_{L1}$ : Lufteintrittstemperatur
- $t_{f1}$ : Feuchtkugeltemperatur der Luft am Eintritt
- $t''_{c1}$ : Verflüssigungstemperatur (Taupunkttemperatur bei Verflüssigungsdruck)
- $t_{KF1}$ : Fluideintrittstemperatur (Flüssigkeit oder Luft) auf der kalten Seite
- $t_{KF2}$ : Fluidaustrittstemperatur (Flüssigkeit oder Luft)

**4.3. Klimaanlage mit adiabater Verdunstungskühlung**

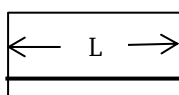
Das Verfahren zur Berechnung der Kälteleistung incl. der zugehörigen Auslegungsbedingungen wird nachgereicht.

**4.4. Booster - Supermarktkälteanlagen mit R744**

Bei Booster - Supermarktkälteanlagen mit R744 ist die förderfähige Gesamtkälteleistung das Produkt aus den laufenden Metern der Kühlmöbel sowie der in Tab. 1d angegebenen spezifischen Kälteleistung von 0,6 kW/lfm.

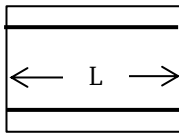
Bei der Kühlmöbellänge sind die realen Laufmeterlängen L anzugeben, wobei verschiedene Regalhöhen nicht berücksichtigt werden. Bei übereinander angeordneten Kühlmöbeln gilt die einfache Länge des längeren Möbels.

- a) Kühlinself, einseitiger Zugriff, NK/TK



L = lange Seite des Kühlmöbels  
 $L_{Gesamt} = L$

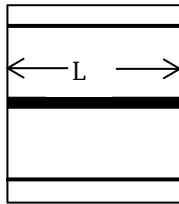
- b) Kühlinsel, zweiseitiger Zugriff, NK/TK



L = Lange Seite des Kühlmöbels

$$L_{\text{Gesamt}} = 2 \times L$$

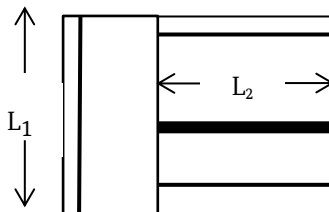
- c) Zwei Kühlinseln, zweiseitiger Zugriff, NK/TK



L = Lange Seite des Kühlmöbels

$$L_{\text{Gesamt}} = 2 \times L$$

- d) Zwei Kühlinseln, zweiseitiger Zugriff, mit Kopfstück, NK/TK



$L_1$  = Lange Seite des Kopfstücks

$L_2$  = Lange Seite des Kühlmöbels

$$L_{\text{Gesamt}} = 2 \times L_2 + L_1$$

- e) Kühlräume

Kühlräume (NK/TK) und Vorbereitungsräume, Frühanelieferung, Überdruckanlage etc. (NK/TK): Jede Kühlstelle (Verdampfer) wird mit 2 laufenden Metern gerechnet.

#### 4.5. Gewerbekälteanlagen mit R-744

Alle Booster - Kälteanlagen mit R744, die nicht im Supermarkt eingesetzt sind, werden als Gewerbekälteanlagen eingestuft. Die Kälteleistung des Verdichters ist grundsätzlich bei Auslegungsdrehzahl zu berechnen. Dies gilt auch für Verdichter, die mit einer Drehzahlregelung (Frequenzumrichter) ausgestattet sind. Bei Booster-Anlagen sind die Kälteleistungen der einzelnen Druckstufen jeweils getrennt zu ermitteln.

Die Kälteleistung des TK-Kältekreislaufs wird bei  $t_o = -25^\circ\text{C}$  und  $t_c = -6^\circ\text{C}$  berechnet. Die Kälteleistung des NK-Kreislaufs wird bei  $t_o = -6^\circ\text{C}$  und  $36^\circ\text{C}$  am Austritt des Gaskühlers berechnet. Die Gesamtkälteleistung ergibt sich als Summe der Kälteleistungen von NK- und TK-Kreislauf.

#### 4.6. Turboverdichter mit R-718

Die Kälteleistung wird bei folgenden Betriebsbedingungen berechnet:  
 $28^\circ\text{C}$  Kaltwasservorlauf- und  $35^\circ\text{C}$  Kühlwassereintrittstemperatur



## 4.7. Ab- und Adsorptionsanlagen

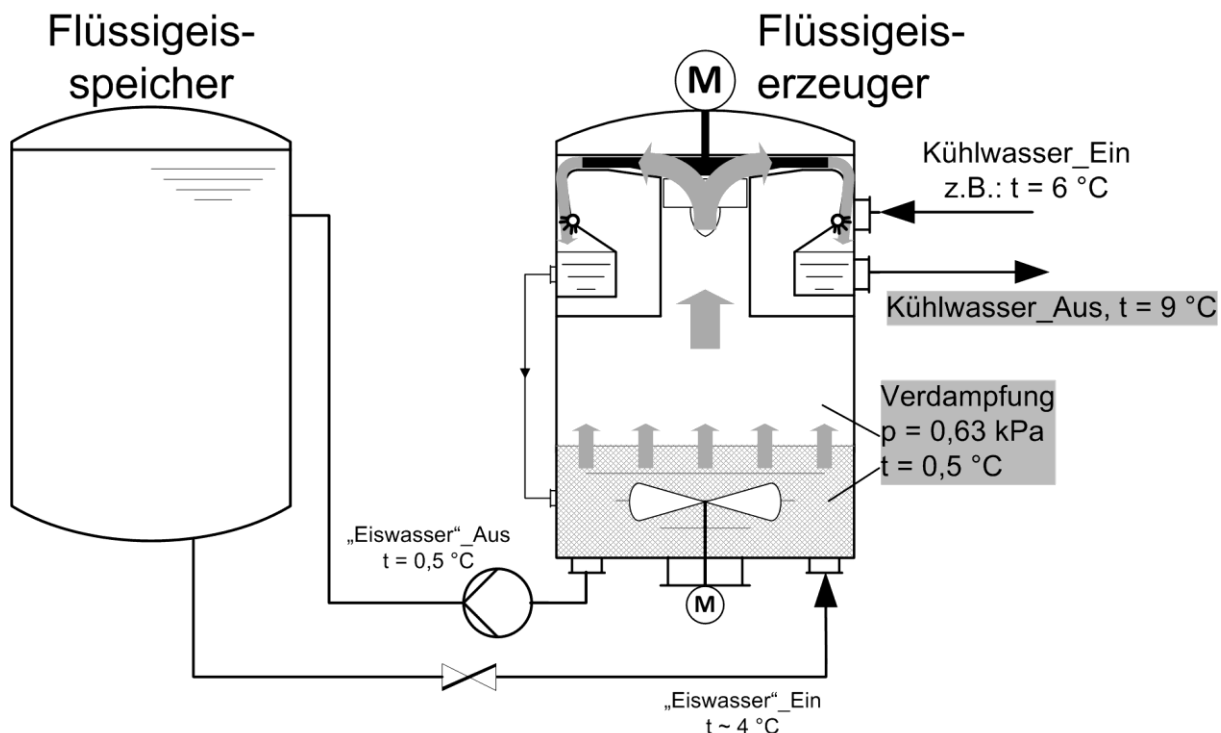
Zur Berechnung der Kälteleistung für Sorptionsanlagen werden folgende Temperaturen zugrunde gelegt:

Kaltwasser-Temperatur:	$T = 6 / 12 \text{ } ^\circ\text{C}$
Kühlwasser/Rückkühl-Temperatur	$T = 30 / 35 \text{ } ^\circ\text{C}$
Heizmedium-Temperatur	$T = 90 / 80 \text{ } ^\circ\text{C}$

## 4.8. Vakuumeisergezeuger (Turboverdichter)

Förderfähig sind Vakuumeisergezeuger, bei denen die Eiszeugung ohne Umweg über ein anderes Kältemittel erfolgt (siehe Schaubild). Nicht förderfähig sind herkömmlichen Eisergezeuger, wie beispielsweise Scherbenisergezeuger.

**Vakuumeisergezeuger: Referenzbedingungen (grau unterlegt) und mögliche Eiswassertemperaturen für einen Leistungsnachweis**



## 4.9. Tiefkühlstufe mit R-744

Die Kälteleistung des Verdichters ist grundsätzlich bei Netzfrequenz (50 Hertz) zu berechnen. Dies gilt auch für Verdichter, die mit einer Drehzahlregelung (Frequenzumrichter) ausgestattet sind.

Die Kälteleistung des TK-Kältekreislaufs wird bei  $t_o = -25 \text{ } ^\circ\text{C}$  und  $t_c = -6 \text{ } ^\circ\text{C}$  berechnet und als Leistung der TK-Stufe festgelegt.

## 4.10. Thermische Speicher

Die Fördersumme wird auf Grundlage folgender Daten berechnet:

Wasserspeicher:

Maximales Volumen des Wassers im Speicher lt. Datenblatt des Wasserspeichers

Eisspeicher:

Die Speicherkapazität  $Q_o$  entspricht der maximalen Speicherkapazität  $Q_o$  lt. Datenblatt des Eisspeichers. Bei fehlender Angabe der Speicherkapazität im Datenblatt ist als Grundlage das maximale Volumen lt. Datenblatt zu verwenden. Die Speicherkapazität  $Q_o$  ist dann wie folgt zu berechnen:  $Q_o = 40 \text{ kWh/m}^3$

Latentwärmespeicher (LWS, PCM: Phase Change Material) außer Eisspeicher):

Die Speicherkapazität  $Q_o$  entspricht der maximalen Speicherkapazität  $Q_o$  lt. Datenblatt. Bei fehlender Angabe der Speicherkapazität im Datenblatt des Eisspeichers ist die Speicherkapazität  $Q_o$  wie folgt zu berechnen:  $Q_o = m_{sp} \cdot c_{p,sp}$

## 4.11. Kühlsoleleitungen

Als Durchmesser der Kühlsoleleitung ist der Innendurchmesser der Rohrleitung anzugeben.

Die Länge der Kühlsoleleitungen ist für jeden Abschnitt mit gleichem Durchmesser einzeln anzugeben. Es kann dabei mehrere Abschnitte mit gleichem Durchmesser geben.

## 4.12. Planungspauschale

Mit der Planungspauschale wird die Auslegung und Berechnung von Rohrleitungen, Dämmung, Ventilen (Ventilgruppen), Ausgleichsbehältern, Steuerung und Regelung bei der Anbindung von Kühlstellen an Flüssigkeitskühlsätze (sog. indirekten Systemen), deren Kombination mit Wärme- und/oder Kältespeichern sowie die Durchführung eines hydraulischer Abgleichs des Gesamtsystems gefördert, sofern der Flüssigkeitskühlsatz selbst gefördert wird und die Konzeption der Gesamtanlage einen erhöhten Aufwand für die Ausführungsplanung rechtfertigt.

Die Pauschale wird für Systeme mit zwei bis zehn Luftkühlern bzw. für die Integration eines oder mehrerer Kälte- bzw. Wärmespeicher gewährt. Für direkt verdampfende Systeme wird die Planungspauschale nicht gewährt.

## 4.13. Kombinationsbonus

Der Kombinationsbonus kann gewährt werden, wenn in räumlicher Nähe eines förderfähigen Kälteerzeugers gleichzeitig ein Regenerativenergiesystemen errichtet wird, das einen Beitrag als Endenergiequelle für den Betrieb der Kälte- oder Klimaanlage leistet. Ein Regenerativenergiesystem ist eine Anlage zur Erzeugung von regenerativen Energien (Elektroenergie und Wärme), die geeignet ist, die (energetische) Gesamtsystemeffizienz der Kälte- bzw. Klimaanlage weiter zu erhöhen und so die Klimaschutzwirkung der Kälte- und Klimaanlage weiter zu verbessern.

„Gleichzeitig“ bedeutet, dass Kälteerzeuger und Regenerativenergiesystemen innerhalb des Bewilligungszeitraums für die Kälte- oder Klimaanlage abgenommen werden müssen.

Förderfähig ist die Kombination einer

- förderfähigen Kompressionskälteanlage mit einer Photovoltaikanlage, einer Windenergieanlage oder einem mit Biomasse (gasförmig, flüssig, fest) betriebenen BHKW.

- förderfähigen Ab- und Adsorptionsanlagen mit einer thermischen Solarkollektoranlage, einer Anlage zur Nutzung von Erdwärme aus Geothermie oder einem mit Biomasse (gasförmig, flüssig, fest) betriebenen BHKW.

## 5. Parameter zur Bestimmung der Förderhöhe - Fahrzeug-Klimaanlagen

Die Klimaanlage muss mit Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) als Kältemittel (R-744) betrieben werden und eine Kälteleistung  $\dot{Q}_0$  von 5 bis 45 Kilowatt aufweisen.

## 6. Fördersummenberechnung

Der Gesamtförderbetrag ergibt sich aus den separat berechneten Teilfördersummen für

- Kälteerzeuger
- Komponenten und Systeme
- Thermische Speicher
- Planungspauschale
- Kombinationsbonus.

Die Förderung ist auf 150.000 Euro pro Maßnahme sowie auf maximal 50 % der förderfähigen Ausgaben begrenzt.

### 6.1. Stationäre Anlagen

Bei stationären Anlagen wird die Höhe der Förderung F in Euro nach der Formel:

$$F = (A * X^B + C) * X$$

berechnet, wobei X eine Variable ist, die für die Kälteleistung (kW) bzw. die Speicherkapazität (kWh) oder das Volumen (dm<sup>3</sup>) steht. A, B und C sind spezifische Koeffizienten, die von der Art des Kälteerzeugers bzw. der Komponente oder des Speichers abhängen.

Bei der Berechnung der Kälteleistung sind die im Merkblatt Fachtechnik definierten technischen Auslegungsbedingungen für Kälteerzeuger und Wärmeübertrager zu beachten.

Bei Kühlsolekreisläufen mit Verrohrung, Dämmung, Fittings und Sole berechnet sich die Förderung F nach der Formel:

$$F = A * L * D + B$$

wobei L und D Variablen sind, die für die Rohrlänge (m) und den Rohrdurchmesser (mm) stehen. A und B sind spezifische Koeffizienten.

### 6.1.1. Koeffizienten A, B und C zur Berechnung der Förderhöhe

Die folgende Tabelle zeigt Werte der Koeffizienten A, B und C zur Berechnung der Förderhöhe.

#### Flüssigkeitskühlsätze mit Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3: R-290, R-1270, R-600a

	A	B	C
<b>Normalkühlung</b>			
Kompakt-Anlagen mit max. 100 g Kältemittel pro kW Kälteleistung, flüssigkeitsgekühlt, ein Kältemittelkreislauf, mit höchstens 80 g Kältemittel pro kW Kälteleistung	2.946,23	-0,7508	-26,39
kombinierte Kompakt-Anlagen, flüssigkeitsgekühlt, mehrere Kältemittelkreisläufe, mit höchstens 80 g Kältemittel pro kW Kälteleistung	32.649,844	-3,1859	192,49
Anlagen, flüssigkeitsgekühlt	1.394,48	-0,3892	-17,43
<b>Klima- und Prozesskälteanlagen</b>			
Kompakt-Anlagen, flüssigkeitsgekühlt, ein Kältemittelkreislauf, mit höchstens 80 g Kältemittel pro kW Kälteleistung	2.786,02	-0,7437	-24,94
kombinierte Kompakt-Anlagen, flüssigkeitsgekühlt, mehrere Kältemittelkreisläufe, mit höchstens 80 g Kältemittel pro kW Kälteleistung	4.896	-0,8842	121,22
Anlagen, flüssigkeitsgekühlt	1.247,53	-0,3892	-14,53
Anlagen, luftgekühlt	1.373,43	-0,4183	-13,04

#### Flüssigkeitskühlsätze mit Kältemitteln der Sicherheitsklasse B2L: R-717, R-723

<b>Normalkühlung</b>			
Anlagen, flüssigkeitsgekühlt	1.237,569	0,00004	1.237,073
Anlagen, luftgekühlt	1.048,41	-0,0656	-566,34
<b>Klima- und Prozesskälteanlagen</b>			
Anlagen, flüssigkeitsgekühlt	9.247,30	-0,8615	49,81
Anlagen, luftgekühlt	941,99	-0,3591	6,10

#### Andere Kälteerzeuger

Adiabate Verdunstungskühlanlagen	3.567,45	-1,0788	70,79
Booster-Supermarktkälteanlagen mit R-744	1.192,79	-0,4270	58,61
Booster- Gewerbekälteanlagen mit R-744	1.192,79	-0,4270	58,61
Turboverdichter mit R-718	100	0	0
Ab- und Adsorptionsanlagen	1.484,38	-0,2682	-74,31
Vakuumeiserzeuger (Turboverdichter) mit Nebenantrieben, Wärmeübertrager, Pumpe	9.669,6	-0,6159	0,00

**Komponenten und Systeme**

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Tiefkühlstufe mit R-744	781,69	-0,2153	-210,4
Luftkühler für NK-Kälteanlagen	233,20	-1,0000	61,10
Luftkühler für AC- und Prozesskühlanlagen	421,63	-1,0000	23,32
Adiabate Rückkühler (Hybridkühler)	82.239,4	-1,5944	59,92
Rückkühler für flüssigkeitsgekühlte Anlagen	26.700,02	-3,4995	21,12
Wärmepumpe mit nicht-halogeniertem Kältemittel zur Abwärmenutzung	1.246,73	-0,5614	-1,21
Kühlsolekreisläufe	0,5465	7,60	

**Speicher****Wasserspeicher**

Warmwasser-Schichtenspeicher	520,64	-1,0034	0,38
Kaltwasserspeicher	10,90	-0,4512	0,08

**Eis-Speicher**

Betongehäuse mit Wärmeübertrager	4.237,78	-1,0326	2,26
----------------------------------	----------	---------	------

**Latentwärmespeicher (LWS)**

Behälter mit LWS (Kapsel) bei $t_{sp} < -3^{\circ}\text{C}$	6.257,9	-1,4906	21,34
---	---------	---------	-------

Kühlmöbel für Supermarkt-Kälteanlagen werden mit 400 € pro lfm Kühlmöbel gefördert. Bei Freikühlern werden die für den Freikühlbetrieb erforderlichen Komponenten und Systeme (Ventile, Leitungen, Reglerintegration etc.) gefördert. Der Zuschuss erhöht sich um 5 % der Förderung für den jeweiligen Kälteerzeuger und Rückkühler.

**6.1.2. Kühlsoleleitungen:**

Als Durchmesser der Kühlsoleleitung ist der Innendurchmesser der Rohrleitung anzugeben. Die Länge der Kühlsoleleitungen ist für jeden Abschnitt mit gleichem Durchmesser einzeln anzugeben. Es kann dabei mehrere Abschnitte mit gleichem Durchmesser geben.

**6.1.3. Ausführungsplanung**

Die Ausführungsplanung wird mit folgenden Pauschalen gefördert:

- 500 Euro pro Luftkühler, mindestens 1.000 Euro, maximal 5.000 Euro,
- 1.000 Euro für die Integration eines oder mehrerer Wärmespeicher,
- 1.000 Euro für die Integration eines oder mehrerer Kältespeicher.

**6.1.4. Kombinationsbonus**

Für die Installation einer neuen Anlage zur Erzeugung regenerativer elektrischer Energie wird ein Bonus von 50 Euro pro Kilowatt bereitgestellter Spitzenleistung des Regenerativstromsystems gewährt. Die Leistung des Regenerativstromsystems wird jedoch maximal bis zum Doppelten der

installierten elektrischen Antriebsleistung des geförderten Kälteerzeugers berücksichtigt.

Für die Installation einer neuen Anlage zur Erzeugung regenerativer Wärme wird einmalig ein Pauschalbetrag in Höhe von 1.000 Euro gewährt.

Der Kombinationsbonus wird nur einmal gewährt, entweder für die Bereitstellung von regenerativer elektrischer Energie oder regenerativer Wärme. Das gilt auch für einen Anlagenkombination bestehend aus einer Kompressionskälteanlage, einer Sorptionsanlage und einem (mit Biomasse betriebenen) BHKW. Ein zweifacher Kombinationsbonus für die gleichzeitige Bereitstellung von regenerativer elektrischer Energie (für die Kompressionskälteanlage) und regenerativer Wärme (für die Sorptionsanlage) ist nicht möglich.

## 6.2. Fahrzeug-Klimaanlagen

Bei Fahrzeug-Klimaanlagen wird die Höhe der Förderung F in Euro nach der Formel:

$$F = (A * X^B + C) * X$$

berechnet, wobei X die Variable für die Kälteleistung bezeichnet. A, B und C sind Koeffizienten mit folgenden Werten: A = 472,5; B = -1; C = 135.

Die Förderung ist auf 150.000 Euro pro Maßnahme sowie auf maximal 50 % der förderfähigen Ausgaben begrenzt. Bei Fahrzeug-Klimaanlagen ist als Maßnahme die Summe aller in einem Förderantrag zusammengefassten Fahrzeuge zu verstehen.

# 7. Einzureichende technische Unterlagen

## 7.1. Antragsunterlagen

Anträge auf Förderung von Maßnahmen an einer Kälte- oder Klimaanlage können nur elektronisch über das vom BAFA bereitgestellte elektronische Formular gestellt werden. Bei Antragstellung sind dem BAFA folgende technische Unterlagen einzureichen / zusammen mit dem Förderantrag hochzuladen:

- Grafische Darstellung des Funktionsschemas aus dem der Funktionszusammenhang aus Hauptkomponenten, Verrohrung, Hydraulik und Zusatzsystemen (Speicher, Regenerativenergiesysteme) hervorgeht
- Dokumentation der Kälteanlage inkl. Funktionsbeschreibung mit
  - detaillierter Beschreibung der zu fördernden Maßnahme(n) und der geplanten Anlage
  - Berechnung der Kälteleistung  $Q_0$  nach BAFA-Vorgabe
  - Datenblätter der Hauptkomponenten
- Für die Hauptkomponenten der Kälteanlage wie Verdichter, Verdampfer und Verflüssiger/Gaskühler sind die Hersteller- und Leistungsangaben erforderlich bzw. entsprechend Datenblätter beizufügen

Bei Sorptionsklimaanlagen sind zusätzlich erforderlich:

- Datenblatt des Sorptionskälteaggregats

- Wärmeleistung, die für den Antrieb der Sorptionsanlage zur Verfügung steht
- Aufzählung der elektrischen Zusatzverbraucher, z.B. interne Pumpen, Rückkühlventilatoren mit der jeweiligen elektrischen Nennleistung

## 7.2. Verwendungsnachweis

Der Verwendungsnachweis ist dem BAFA innerhalb von drei Monaten nach der Abnahme der Kälte- oder Klimaanlage, spätestens jedoch innerhalb von drei Monaten nach Ablauf des Bewilligungszeitraums bzw. der Abnahmefrist vorzulegen (Einreichungsfrist).

Verwendungsnachweise können nur elektronisch über das vom BAFA bereitgestellte elektronische Verwendungsnachweisportal eingereicht werden. Das Portal wird im Laufe des ersten Halbjahres 2019 zur Verfügung gestellt. Im Verwendungsnachweis weist der Antragsteller nach, dass er die Maßnahme wie bewilligt durchgeführt und die Auflagen erfüllt hat. Das BAFA wird an dieser Stelle mitteilen, welche Dokumente beizufügen sind.

# 8. Monitoring

Jeder Zuwendungsempfänger ist verpflichtet, dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) über einen Zeitraum von fünf Jahren ab Abnahmedatum der geförderten Kälte- oder Klimaanlage jährlich bestimmte Betriebsdaten der Anlage für ein regelmäßiges Monitoring zur Verfügung zu stellen. Die Daten dienen der Ermittlung des Status der Umsetzung der Richtlinie sowie der erzielten Effekte. Damit sollen Qualitätsstandards bei geförderten Anlagen dokumentiert und weiterentwickelt werden.

Wird diese Auflage zur Abgabe der Betriebsdaten ganz oder teilweise nicht erfüllt, kann das BAFA die Förderung widerrufen. In diesem Fall kann auch der Zuschuss zurück gefordert werden. Die Meldepflicht gilt als erfüllt, wenn für jedes Betriebsjahr (beginnend mit dem Datum der Abnahme) mindestens eine Meldung abgegeben wird bzw. abgegeben wurde. Für die Abgabe der Meldung wird das BAFA ein elektronisches Meldeformular zur Verfügung stellen.

## 8.1. Monitoring bei stationären Anlagen

Spezifikation hinsichtlich der Erfassung und Aufzeichnung der wichtigsten Messgrößen von Betriebsdaten wird das BAFA noch festlegen.

## 8.2. Monitoring bei Fahrzeug-Klimaanlagen

Zur Durchführung des Monitorings sind die Fahrzeuge mit Betriebsstundenzählern auszurüsten, um folgende Daten aufzunehmen:

- Betriebszeit des Antriebsaggregates incl. Standzeit mit laufendem Aggregat
- Betriebszeit des Kälteerzeugers zur Kühlung
- Betriebszeit des Kälteerzeugers zur Heizung (Wärmepumpenfunktion)

Das Monitoring kann auch ohne Betriebsstundenzähler erfolgen, wenn o.g. Daten beispielsweise über eine passende Software bereitgestellt werden können.

## 9. Glossar

Ausgewählte Begriffe der Kälte- und Klimatechnik wie sie in der verwaltungsmäßigen Anwendung und Umsetzung der Förderrichtlinie angewendet werden.

### 9.1. Verwendete Begriffe

Begriff	Beschreibung, Links, Beispiel
Abtauvorrichtung / Abtauheizung	Apparat zur Enteisung von Wärmeübertragern (Luftkühler, Verdampfer) und zugehörige Abflussleitungen.
Abwärme, Abwärmenutzung	Nutzen von Abwärme für einen anderen Prozess, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>zum Heizen mit Abwärme der Kälteanlage</li> <li>als Heizquelle für eine AKM</li> </ul>
Anlage	Einheit von Bauteilen und Geräten, die einem bestimmten Zweck dient z. B. Kälteanlage, Wärmepumpe Unterschieden werden : <ul style="list-style-type: none"> <li>Stationäre (ortsfeste) Anlagen, diese werden im laufenden Betrieb nicht bewegt z.B. Kälteanlage, bzw. Klimaanlage für ein Gebäude</li> <li>Anlage, die an wechselnde Einsatzorte bewegt werden, und dort ortsfest betrieben werden, werden nach dieser Kategorisierung zu den ortsfesten Anlagen gezählt, dazu gehören auch bewegliche Raumklimageräte, die z. B. zum Entfeuchten und Kühlen eingesetzt werden</li> <li>mobile Anlagen werden in Fahrzeugen betrieben (Fahrzeugklimaanlagen, Transportkälteanlagen), z. B. Busklimaanlage.</li> </ul>
Anlagentyp	Anlagentyp ist bezogen auf den beantragten Kälteerzeuger nach Tab. 1a, 1b, 1c der Richtlinie.
Antriebsleistung $P$ in kW	Elektrisch, mechanisch oder thermisch zugeführte Antriebsenergie pro Zeiteinheit.
Antriebsleistung im Nennbetriebszustand	Antriebsleistung der Maschine im Auslegungszustand, (maßgebend für die Einhaltung der Leistungsgrenzen nach Richtlinie).
Auslegungsdrehzahl	Die für den Betrieb notwendige, maximale Drehzahl (Auslegungsdrehzahl) kann kleiner sein, als die maximale Drehzahl der Maschine; z. B. kleinere Drehzahl durch Frequenzumrichter (elektronischer Drehzahlregler).
Booster-Anlage	Kälteanlage, die mindestens zwei verschiedene Verdampfungstemperaturen erzeugt und dazu mindestens



	Begriff	Beschreibung, Links, Beispiel
		<p>2 Verdichter (Vorverdichter, Boosterverdichter, Niederdruckverdichter) einsetzt.</p> <p>Es handelt sich dabei um eine 2-stufige Kälteanlage mit nur einem Kreislauf.</p>
	Chiller	(→) Flüssigkeitskühlsatz
	Direktverdampfer	<p>Wärme- bzw. (Kälte-)übertragungssystem, bei dem das zu kühlende Medium in direktem Wärmekontakt mit dem Verdampfer steht.</p> <p>Beispiel: Verdampfendes Kältemittel nimmt in einem Lamellenverdampfer Wärme von der zu kühlenden Luft auf.</p>
	Direkte Systeme	(→): Systeme
	Expansionsventil	<p>Drosselorgan im Kältemittelkreislauf, mit dem der Differenzdruck zwischen Hochdruck und Verdampfungsdruck aufrechterhalten wird, regelt die Überhitzung. Unterschieden werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• thermostatische Expansionsventile</li> <li>• elektronisches Expansionsventile</li> </ul>
	Flüssigkeitskühlsatz	<p>Fabrikmäßig hergestelltes Gerät mit dem Flüssigkeit gekühlt wird, bestehend aus:</p> <p>Verdampfer, Verdichter(n), eingebaute oder getrennt betriebene Verflüssiger.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wassergekühlt: Abgabe der Abwärme an Wasser.</li> <li>• luftgekühlt: Abgabe der Abwärme an Luft.</li> </ul> <p>Wenn Wasser als Flüssigkeit gekühlt wird, auch als Wasserkühlsatz, Kaltwassersatz oder Chiller bezeichnet.</p>
	Freikühler	<p>Rückkühler (Wärmeübertrager), in dem Flüssigkeit Wärme abgibt, ohne dass zuvor eine (mechanische oder thermische) Kälteerzeugung (z.B. Verdichter) erforderlich war, ggf. mit Befeuchtung der Luft, um deren Eintrittstemperatur zu senken.</p>
	Frequenzumrichter	Gerät zur Drehzahlregelung von Elektromotoren.
	Gesamtsystemeffizienz (Optimierung)	<p>Integration von Effizienztechnologien, Speichertechnologien und (→): Regenerativenergiesystemen mit dem Ziel, insgesamt den Primärenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu minimieren.</p>
	hydraulischer Abgleich	<p>Verfahren zur Einstellung von optimalem Volumenstrom und optimaler Temperatur von Flüssigkeiten (z. B. Sole), die Energieströme transportieren.</p>

indirekte Verdampfung	Wärmeübertragungssystem, bei dem das zu kühlende Medium nicht in direktem Wärmekontakt mit dem Verdampfer steht, sondern der Wärmetransport über ein Zwischenmedium (Kälte Träger) erfolgt. Beispiel: Kälteverteilung über Kaltwasser zur Raumkühlung
indirekte Verdunstungskühlung	Ein warmer Abluftstrom wird mit Wasser befeuchtet, das verdunstet ohne von außen Wärme aufzunehmen (adiabat) und kühlt dadurch den Luftstrom ab. In einem Wärmeübertrager (Rekuperator) wird wärmere Außenluft mit dem o. g. Luftstrom gekühlt und einem Raum zugeführt. Die Verdunstung wirkt damit indirekt auf die Zielgröße Zuluft. (Alternative: Die Außenluft wird durch Befeuchtung direkt gekühlt.)
Kohlenstoffdioxid	Kältemittel, auch: Kohlendioxid, CO <sub>2</sub> , R-744.
Kaltwassersatz	(→) Flüssigkeitskühlsatz zur Kühlung von Wasser.
Kälteanlage	Geschlossener Kältemittelkreislauf ggf. inkl. Sekundärkreislauf, - auch Kälteerzeugungseinheit oder Kälteerzeuger.
Kältebedarf (Kälteleistung Verdampfer)	Wärmestrom, der den zu kühlenden Produkten entzogen wird, zuzüglich aller auftretenden Verluste. Die Dimensionierung der Verdampferleistung erfolgt nach dem Kältebedarf, der maßgeblich zur Einhaltung der Leistungsgrenzen nach dieser Richtlinie ist, Bei Flüssigkeitskühlsätzen, die als Kompaktanlagen nach dieser Richtlinie definiert sind, wird die Antriebsleistung des Verdichters zugrunde gelegt.
Kälteerzeugung	Wärmeabfuhr an eine Wärmesenke (Umgebung), die wärmer ist als die Nutzttemperatur (Kühltemperatur).
Kälteenergie Q <sub>0</sub> (kWh)	Gespeicherte oder in einem Zeitraum bereitgestellte Energie auf niedrigem Temperaturniveau.
(installierte ) Kälteleistung des Verdichters Q <sub>0</sub> (kW)	Installierte Kälteleistung der Kältemaschine bzw. Verbundanlage (Kälteerzeuger) die zur Abdeckung des Kältebedarfs benötigt wird, maßgeblich zur Berechnung des Förderbetrags nach dieser Richtlinie (außer Supermarkt).
Kältemittel (→) Sicherheitsklassen	Fluid das im Kältekreislauf zirkuliert. Es nimmt bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme auf und gibt bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme ab. Es erfolgt dabei eine Aggregatzustandsänderung des Fluids bei der Wärmeaufnahme (Verdampfung) und Wärmeabgabe (Verflüssigung).

	(auch Arbeitsstoff) Beispiele für förderfähige (nicht-halogenierte) Kältemittel: R-600a: Isobutan R-290: Propan R-1270: Propen R-717: Ammoniak, NH <sub>3</sub> R-718: Wasser, H <sub>2</sub> O R-723: Gemisch: Ammoniak + Dimethylether R-744: Kohlenstoffdioxid, CO <sub>2</sub>
Kälte(mittel)kreislauf	Geschlossenes System in dem Kältemittel transportiert wird, das thermische Energie (Wärme) bei einer tiefen Temperatur aufnimmt und bei einer höheren wieder abgibt. Besteht typischerweise mindestens aus Verdichter (Kompressor), Verflüssiger (Kondensator)/Gaskühler (bei CO <sub>2</sub> ), Expansionsventil und Verdampfer sowie verbindenden Rohrleitungen.
Kaltwasser	Wasser als Kälte-träger zum Abtransport von Wärme von den Kühlstellen.
Kaltwassersatz	Siehe Flüssigkeitskühlsatz.
Kältespeicher	Thermischer Speicher mit niedriger Temperatur und damit niedrigem Energieinhalt, dem Wärme zugeführt bzw. entzogen werden kann, wodurch sich sein Energieinhalt ändert.  Je nach Speichermedium ändert sich dessen Aggregatzustand während der Energiezufuhr bzw. -abfuhr. Ändert sich der Aggregatzustand, wird das Speichermedium als Latentwärme- (Phasenwechsel)speicher, engl. PCM = Phase-Change-Material) bezeichnet. Die Temperaturänderung ist beim Phasenwechsel verhältnismäßig klein oder nicht vorhanden. Der fühlbare (sensible) Temperaturunterschied ist gering.  Tritt kein Phasenwechsel, wie beim Warm- und Kaltwasserspeicher auf, ist die Temperaturänderung des Speichermediums erheblich und fühlbar (sensibel).
Klimaanlage	Siehe Abkürzung: A/C, AC (engl. Air Conditioning)  Anlage zur Bereitstellung von hygienisch und/oder technologisch geforderter Lufttemperatur und/oder Luftfeuchtigkeit durch die thermodynamische Aufbereitung der Luft mit den Prozessen: - Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten, - Reinigen, Fördern und Verteilen.

Kompaktanlage / Kompaktgerät	Raumsparend konstruierte Anlage bei der alle Bauteile fabrikmäßig auf einer gemeinsamen Vorrichtung zusammengebaut sind, häufig als Funktionseinheit in einem Gehäuse ausgeführt, typischerweise für kompakte Flüssigkeitskühlsätze verwendet (mit höchstens 80 g Kältemittelmenge pro kW Kälteleistung).
kombinierte Kompakt-Anlagen, (indirekte)	Hydraulisch miteinander verbundene Kompaktanlagen, die ein Kälte­trä­ger­netz gemeinsam kühlen (mit höchstens 80 g Kältemittelmenge pro kW Kälteleistung).
Kältemittelnetze (direkte Kühlung)	In Kältemittelnetzen wird Kältemittel von der Kältemaschine zur Kühlstelle transportiert und zurück. Der Transport des Kältemittels erfolgt typischerweise durch Verdichter.
Kälte­trä­ger­netze (indirekte Kühlung)	In Kälte­trä­ger­netzen wird ein Kälte­trä­ger/Kühl­mittel (Wasser, Sole) zur Kühl­stelle und zurück transportiert. Der Transport des Kälte­trä­gers erfolgt typischerweise durch Pumpen.
Kühlsole	Sole (→)
Kühlsolekreislauf, Kühlmittelkreislauf	Kälte­trä­ger­netze (→)
Kühl­stelle	Ort, an dem Wärme aufgenommen bzw. Kälte bereitgestellt wird, z. B. Luftkühler oder Verdampfer in einem Kühlraum.
Kühlung (Temperaturbereiche)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimabetrieb (AC) <math>t_N &gt; 8\text{ °C}</math></li> <li>• Normalkühlung (NK) <math>t_N \approx 0\text{ °C} \pm 4\text{ K}</math></li> <li>• Tiefkühlung (TK) <math>t_N &lt; -18\text{ °C}</math></li> </ul>
Kühlturm (Rückkühler)	Wärmeübertrager, in dem eine Flüssigkeit, typischerweise Wasser, Wärme an die Umgebung abgibt, die sie zuvor im Verflüssiger aufgenommen hat.
Latentwärmespeicher	Thermischer Speicher, der Wärme aufnehmen bzw. abgeben kann, ohne dass sich die Temperatur der Speichermasse wesentlich ändert. Die Speichermasse ändert dabei die Phase (den Aggregatzustand)  Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Wasser)Eisspeicher, (→) Speicher</li> <li>• Phase Change Material (PCM)</li> </ul>
Laufmeter der Kühlmöbel	Länge eines Kühlmöbel entlang der Displayfläche.
Leistungsregelung	Automatisches Regeln der Leistung nach den Erfordernissen des Kältebedarfs.

Leistungsaufnahme des Verdichters, P (elektrisch)	Installierte Leistungsaufnahme der Verdichter / Kältemaschine bzw. Verbundanlage die zur Abdeckung des Kältebedarfs benötigt wird, maßgeblich zur Einhaltung der Leistungsgrenzen bei Flüssigkeitskühlsätzen (außer Kompaktanlagen) nach Tab. 1a, 1b dieser Richtlinie.
Luftkühler	Wärmeübertrager mit dem Luft gekühlt wird, kann ein Verdampfer oder ein von einem Kühlmittel durchflossener Wärmeübertrager sein.
Medium	Arbeitsstoff, Arbeitsfluid, Fluid, chemische Substanz, Kältemittel
nicht-halogeniert	Medien (Kältemittel), die keine Halogene enthalten (Halogene: Hauptgruppe VII im chemischen Periodensystem : Fluor, Chlor, Brom, Jod).
Monitoring	Regelmäßige Datenerhebung technischer Größen.
Regenerativenergiesystem	Technisches System, welches die Antriebsenergie (Strom, Wärme) für die Kältemaschine auf Basis erneuerbarer Energien zur Verfügung stellt, z.B. Solar, Wind, Biomasse.
Rückkühler	In der Regel außen aufgestellter Kühler für einphasige Flüssigkeiten, die an anderer Stelle Wärme aufgenommen haben, z. B. einen Verflüssiger kühlen. Die Luft, die die Flüssigkeit abkühlt, wird typischerweise mittels Ventilatoren durch die Wärmeübertrager transportiert. Da Rückkühler mit Außenluft in Kontakt stehen, sind Frostschutzmaßnahmen im Wärmeträger notwendig. (→) Kühlturm
Schienenfahrzeug	Beispiele: ICE, Regionalzüge, Straßenbahn.
Sektorenkopplung	Integration verschiedener Systeme zur Bereitstellung von Antriebsenergie auf Basis Erneuerbarer Energien und Effizienztechnologien auf der Verbrauchsseite in den Bereichen Strom, Wärme, Mobilität, Industrieprozesse.
Sekundärkreislauf / Sekundärsystem	Kälte-trägerkreislauf oder/und Wärmeträgerkreislauf.
Sicherheitsklasse von Kältemitteln (→) <i>Kältemittel</i>	Kältemittel werden nach Toxizität und Brennbarkeit in Gruppen eingeteilt, inkl. Bsp. siehe auch DIN EN 378-1:2017-03 bzw. ISO 817 A1 gering toxisch, nicht brennbar ; . R-134a, R-744 A2L gering toxisch, schwer entzündbar; R-1234yf, R-32 A2 gering toxisch, gering entzündbar; R-152a A3 gering toxisch, hoch entzündlich; R-290, R-600a

		B2L erhöht toxisch, schwer entzündbar; R-717 B2 erhöht toxisch, gering entzündbar; R-723
	Sole / Kühlsole	Fluid, das Wärme ohne Phasenwechsel aufnimmt oder abgibt.  Kühlsole bezeichnet das Fluid auf der kalten Seite einer Kältemaschine. Wenn die Temperatur höher ist als 0 °C und keine Gefahr des Einfrierens besteht, kann Wasser verwendet werden.
	Solekreislauf	Nimmt Wärme aus seiner Umgebung auf und führt diese über einen Wärmeübertrager dem Kältemittelkreislauf zu. Der Solekreislauf enthält in der Regel Wasser, dem Frostschutzmittel zugesetzt wurden. Dies sind in der Regel einfache Kohlenwasserstoffverbindungen wie Methanol, Ethanol oder Glycerin, inzwischen werden auch organische Stoffe eingesetzt.
	Speicherkapazität	Energiemenge (Wärmemenge), die vom Speichersystem maximal aufgenommen werden kann.
	Speichersysteme (thermische Speicher)	Wärmespeicher (→) Kältespeicher (→) Latentwärmespeicher(→)
	Standort	Standort einer Anlage ist definiert über - einheitliche Adresse - räumliche Nähe - wirtschaftlich funktionaler Zusammenhang i.S. der Richtlinie
	System, direktes	System, bei dem der Wärmetransport zwischen Kältemittel und Kühlgut bzw. zwischen Kältemittel und Umgebung direkt erfolgt, ohne zusätzliches Fluid (Sekundärfluid, Kälte-träger, Wärmeträger).
	System, indirektes	System, bei dem auf mindestens einer Seite der Wärmetransport mit Hilfe eines weiteren Fluids erfolgt.  Bei der indirekten Verdampfung transportiert ein Kälte-träger (Wasser, Sole, ...) die thermische Energie zwischen Verdampfer der Kälteanlage und dem Kühler.  Bei der indirekten Verflüssigung transportiert ein Wärmeträger (Wasser, Sole, ...) die thermische Energie zwischen dem Verflüssiger der Kälteanlage und dem Rückkühler.
	Tiefkühlstufe	Teil einer Kälteanlage, mit der eine tiefe Temperatur (<-18 °C) erzeugt wird, z.B. Niederdruckstufe einer Booster-Kälteanlage oder Kaskade.

Vakuum-Eiszeuger	Eiszeugung mit Kältemittel Wasser, keine konventionellen Eiszeuger.
Verbundene Anlage	Verbundene Anlagen weisen funktionale Schnittstellen auf Kältemittel-, Wasser-, Sole- oder Luftseite (z.B. gemeinsamer Kühlraum) auf.
Verbundanlage	Mehrere auf gemeinsamem Rahmen montierte Verdichter mit gemeinsamer Saug- und Druckleitung incl. Ölmanagementsystem und Regelungstechnik der Verdichter
Verdichter	Hauptkomponente einer Kompressionskälteanlage, die das aus dem Verdampfer angesaugte gasförmige Kältemittel auf einen höheren Druck verdichtet.
Verdampfer	Wärmeübertrager, in dem das einströmende flüssige Kältemittel verdampft und dabei Wärme aus dem zu kühlenden Bereich (z.B. Kühlraum, zu klimatisierende Zone, Abkühlung von Wasser) aufnimmt.
Verdunstungs- kühlanlagen	Hier: indirekte adiabat(isch)e Verdunstungskühlung in einem Gerät Ein warmer Abluftstrom wird mit Wasser befeuchtet, das verdunstet ohne von außen Wärme aufzunehmen (adiabat) und kühlt dadurch den Luftstrom ab. In einem Wärmeübertrager (Rekuperator) wird wärmere Außenluft mit dem o. g. Luftstrom gekühlt und einem Raum zugeführt. Die Verdunstung wirkt damit indirekt auf die Zielgröße Zuluft.  (→) indirekte Verdunstungskühlung (Andere Kälteerzeuger nach Tab.1c )
Verdunstungskühler, adiabate Rückkühler (Hybridkühler)	(→) Rückkühler, bei dem die Kühlung durch Luft und Wasser ggf. durch Verdunstung erfolgt; .s.a. (→) Kühlturm / Wasserrückkühlwerk (Komponenten und Systeme nach Tab. 1d).
Verflüssiger	Hauptkomponente einer Kompressionskälteanlage, die das vom Verdichter kommende Kältemittel unter hohem Druck enthitzt und verflüssigt.
Wärmepumpe	Maschine (nach dieser Richtlinie), die unter Zufuhr von Arbeit Wärme (z. B. Abwärme einer Kälteanlage) aufnimmt und zusammen mit der Antriebsenergie als Nutzwärme bei hoher Temperatur (z.B. Warmwasser) abgibt.
Wärmeübertrager	Apparat zur Übertragung von Wärme zwischen zwei Fluiden die typischerweise durch Wände getrennt sind (Rekuperator).
Wasserkühlsatz	(→) Flüssigkeitskühlsatz

## 9.2. Abkürzungen

### 9.2.1. Bezeichnungen

Symbol	Bezeichnung
AC, A/C	Anwendung: Klimatechnik = Air-Conditioning
aVdK	adiabate Verdunstungskühlung
AKA	Absorptionskälteanlage, Adsorptionskälteanlage
AKM	Absorptionskältemaschine, Adsorptionskältemaschine
BHKW	Blockheizkraftwerk
iVdK	indirekte Verdunstungskühlung
KA	Kälteanlage
KKA	Kompressionskälteanlage
KKM	Kompressionskältemaschine
KM, R	Kältemittel
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
LWS	Latentwärmespeicher
NK	Anwendung: Normalkühlung, $t_N \approx 0 \text{ °C} \pm 4 \text{ K}$
SuM	Supermarkt
TK	Anwendung: Tiefkühlung, $t_N < -18 \text{ °C}$
VdK	Verdunstungskühlung

### 9.2.2. Technische Parameter

Symbol	Bezeichnung
$\varphi_{\text{innen}}$	Luftfeuchte, innen
EER	Leistungszahl im Kühlbetrieb (engl. energy efficiency ratio)
$EER_A$	Leistungszahl für Vollast (engl. energy efficiency ratio)
P	Elektr. Antriebsleistung
$Q_o$	Kälteenergie
$\dot{Q}_o$	Kälteleistung
$\dot{Q}_c$	Kondensatorleistung
SEER	Jahresarbeitszahl im Kühlbetrieb (engl. seasonal energy efficiency ratio)
$t_{\text{Austritt}}$	Temperatur am Austritt



$t''_{c1}$	Verflüssigungstemperatur am Verflüssigereintritt (Taupunkttemperatur bei Verflüssigungsdruck)
$t_{\text{Eintritt}}$	Temperatur am Eintritt
$t_{f1}$ :	Feuchtkugeltemperatur der Luft am Eintritt
$t_{KF1}$	Fluideintrittstemperatur (Flüssigkeit oder Luft) auf der kalten Seite
$t_{KF2}$	Fluidaustrittstemperatur (Flüssigkeit oder Luft)
$t_{L1}$ :	Lufteintrittstemperatur
$t_N$	Temperatur , Normalkühlung
$t''_{o2}$ :	Verdampfungsende (Taupunkttemperatur bei Verdampfungsdruck)
$t_{WF2}$	Fluidaustrittstemperatur (Flüssigkeit oder Luft) auf der warmen Seite
$\Delta T_K$	Temperaturspreizung
$\Delta T_{KF}$	Temperaturdifferenz des Fluids
$T_{AUL}$	Temperatur, Außenluft
$T_{\text{innen}}$	Temperatur, innen
$\dot{V}$	Luftvolumenstrom in $\text{m}^3/\text{h}$
$\dot{V}_1$	Volumenstrom

### 9.2.3. Indizes

Indizes	
AUL	Außenluft
c	Verflüssigung, Kondensation
c1	Verflüssigungsbeginn
f1	Feuchtkugel Eintritt
KF1	Fluideintritt auf der kalten Seite
KF2	Fluidaustritt auf der kalten Seite
L1	Lufteintritt
N	Nutz-, Anwendungs-, Produkttemperatur (z. B. Kühlraumtemperatur)
o	Verdampfung
o2	Verdampfungsende
WF2	Fluidaustritt
ZUL	Zuluft

# Impressum

## Herausgeber

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  
Leitungsstab Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Frankfurter Str. 29 - 35  
65760 Eschborn



Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ist mit dem audit berufundfamilie für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie GmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.

<http://www.bafa.de/>

Referat: 525

E-Mail: [kki@bafa.bund.de](mailto:kki@bafa.bund.de)

Tel: +49(0)6196 908-1249

Fax: +49(0)6196 908-112 249

## Stand

Dezember 2018

## Bildnachweis

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ist mit dem audit berufundfamilie für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie GmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.