Bundesamt
für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle

DEUTSCHLAND MACHT'S EFFIZIENT.

Förderung von Kälte- und Klimaanlagen 2019

nach der Kälte-Klima-Richtlinie des BMU vom 19. Dezember 2018

Merkblatt Fachtechnik (Ausgabe April 2019)

Vorwort 4

1. Neuerungen 5

2. Fördertatbestände und –voraussetzungen für stationäre Kälteerzeuger 6
2.1. Leistungsgrenzen, Einzel- oder Verbundanlage, Redundanzanlagen 7
2.1.1. Nicht verbundene Kälteerzeuger an einem Standort 7
2.1.2. Verbundene Kälteerzeuger an einem Standort 8
2.1.3. Kälteerzeuger in Kombinationen mit TK-Stufe 9
2.1.4. Redundanzanlage (Back-Up System) 9
2.2. Technische Fördervoraussetzungen für stationäre Anlagen 9
2.2.1. Kompressionskälte- oder -klimaanlagen 9
2.2.2. Ab- und Adsorptionsanlagen 10
2.2.3. Wärmeübertrager von Kälteanlagen 11
2.3. Komponenten und Systeme, thermische Speicher 12
2.3.1. Kombinationen von Kälteerzeugern mit thermischen Speichern 13
2.3.2. Freikühler 13
2.4. Kombinationen von Kälteerzeugern mit Komponenten und Systemen 14

3. Fördertatbestände und –voraussetzungen für Fahrzeug-Klimaanlagen 15

4. Parameter zur Bestimmung des Förderbetrages und der Leistungsgrenzen bei stationären Anlagen 16
4.1. Flüssigkeitskühlsätze 16
4.2. Waterloop–Systeme 16
4.3. Klimaanlagen mit adiabater Verdunstungskühlung 17
4.4. Supermarktkälteanlagen mit R-744 17
4.5. Gewerbekälteanlagen mit R-744 19
4.6. Turboverdichter mit R-718 19
4.7. Ab- und Adsorptionsanlagen 19
4.8. Vakuumeiserzeuger (Turboverdichter) 20

5. Parameter zur Bestimmung des Förderbetrages bei sonstigen Fördertatbeständen 20
5.1. Tiefkühlstufe mit R-744 20
5.2. Luftkühler 21

5.3. Rückkühler 21
5.4. Thermische Speicher 21
5.5. Kühlsolekreisläufe (Kühlsoleleitungen) 22
5.6. Pauschale für Ausführungsplanung 22
5.7. Kombinationsbonus 22

6. Parameter zur Bestimmung der Förderhöhe bei Fahrzeug-Klimaanlagen 23

7. Fördersummenberechnung 23
7.1. Stationäre Anlagen 23
7.1.1. Koeffizienten A, B und C zur Berechnung der Förderhöhe 24
7.1.2. Ausführungsplanung 25
7.1.3. Kombinationsbonus 26
7.2. Fahrzeug-Klimaanlagen 26

8. Einzureichende technische Unterlagen 26
8.1. Antragsunterlagen 26
8.2. Verwendungsnachweis 27

9. Monitoring 28
9.1. Stationäre Kälteanlagen 28
9.2. Fahrzeug-Klimaanlagen 29

10. Glossar 30
10.1. Verwendete Begriffe 30
10.2. Abkürzungen 38
10.2.1. Bezeichnungen 38
10.2.2. Technische Parameter 38
10.2.3. Indizes 39

Impressum 40

Vorwort

Das Programm zur Förderung von Kälte- und Klimaanlagen 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 Klimaanlagen 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 halogenierter 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 Vorgängerkälterichtlinie werden nur noch Kälte- und Klimaanlagen gefördert, die mit nicht-halogenierten Kältemitteln betrieben werden.

Weitere Neuerungen sind:

Förderung weiterer Kälteerzeuger

Neu und zusätzlich gefördert werden adiabate Verdunstungskühlanlagen und Vakuum-Flüssigeiserzeuger. Die Förderung von flüssigkeitsgekühlten steckerfertigen Systemen mit einem Rückkühler oder Kaltwassersatz zur Abfuhr der Kondensationswärme (auch Waterloop-Systeme) wurde ebenfalls neu aufgenommen.

Förderung von Komponenten und Systemen

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, Kühlsolekreisläufe aber auch thermische Speicher.

Planungspauschale für indirekte Systeme

Ebenfalls neu ist die Förderung der Ausführungsplanung für stationäre indirekte Systeme (Flüssigkeitskühlsätze) und von Kühlsolekreisläufen. 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.

Fahrzeugklimaanlagen

Auch Fahrzeugklimaanlagen mit dem Kältemittel CO_2 werden jetzt gefördert.

2. Fördertatbestände und –voraussetzungen für stationäre Kälteerzeuger

Gefördert werden stationäre Kälte- und Klimaanlagen, 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.

Ohne Austausch der Kälteerzeugungseinheit kann der Austausch einzelner Komponenten wie z.B. Kühlmöbel, Tiefkühlstufe mit CO2, Rückkühler, Luftkühler, Kühlmittelsystem (Wasser-, Sole-Luftverteilsystem) nicht gefördert werden.

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

   inkl. **flüssigkeitsgekühlte steckerfertige Systeme**[1]

   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

[1] Flüssigkeitsgekühlte steckerfertige Systeme mit einem Rückkühler oder Kaltwassersatz zur Abfuhr der Kondensationswärme (auch Waterloop-Systeme) werden bis zur Überarbeitung der Richtlinie als kombinierte Kompakt-Anlagen gefördert. Das können einerseits Kühlmöbel und andererseits andere kleine flüssigkeitsgekühlte Direktverdampfungsanlagen sein.

Supermarkt- und Gewerbekälteanlagen mit R-744

Turboverdichter mit R-718

Ab- und Adsorptionsanlagen

Vakuumeiserzeuger (Turboverdichter) mit Nebenantrieben sowie Wärmeübertrager und Pumpe

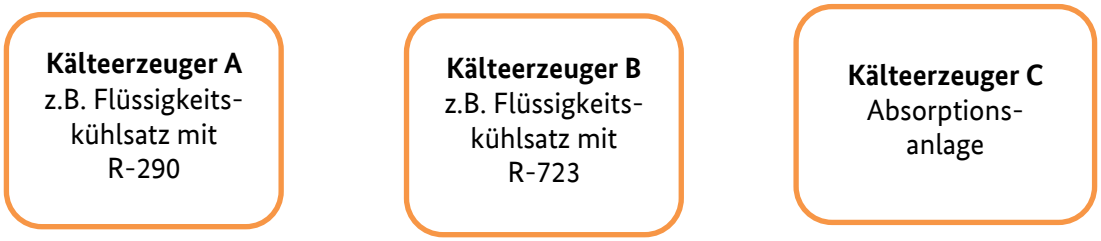
2.1. Leistungsgrenzen, Einzel- oder Verbundanlage, Redundanzanlagen

2.1.1. Nicht verbundene Kälteerzeuger 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

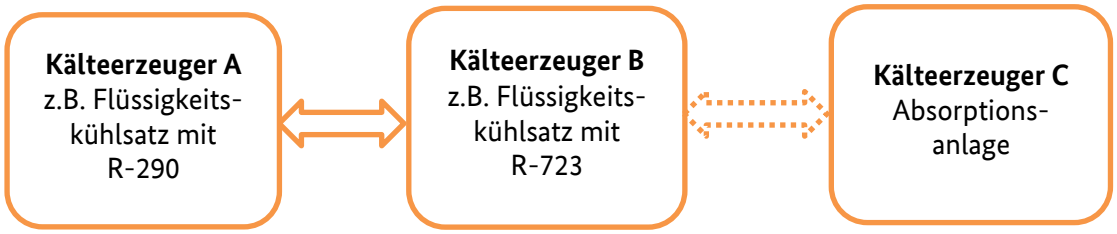
2.1.2. Verbundene Kälteerzeuger an einem Standort

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 Flüssigkeitskühlsatz und einer Absorptionsanlage. In diesem Fall ist für die Absorptionsanlage ein separater Antrag zu stellen, deren Leistung nicht den verbundenen Kälteerzeugern zuzurechnen ist. Mehrere verbundene Absorptionskälteanlagen werden wie eine Anlage mit einem Antrag behandelt.

Verbundene Kälteerzeuger, die innerhalb eines Jahres beantragt werden, werden hinsichtlich der Fördergrenzen der Kälte- bzw. Antriebsleistung wie eine Maßnahme behandelt, d. h. wenn sie zusammen die Fördergrenzen überschreiten, werden beide Einzelmaßnahmen abgelehnt. Liegt zwischen zwei Förderanträgen mehr als ein Jahr werden beide Förderanträge als getrennte Einzelmaßnahmen behandelt. In diesem Fall müssen nur Grenzen der De-minimis-Beihilfen eingehalten werden.

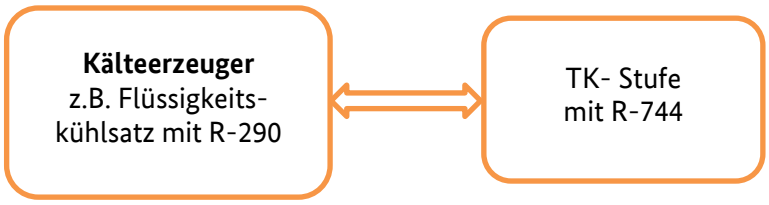


Verbunden, „ungleiche“ Kälteerzeuger

Steckerfertige Kühlmöbel oder Geräte, die ihre Wärme nicht an die Umgebungsluft sondern an einen gemeinsamen Kühlwasserkreislauf abgeben (Waterloop-System), gelten als verbundene Anlage. Es ist ein gemeinsamer Antrag für alle halbsteckerfertigen Geräte (Kälteleistung ist zu addieren) zu stellen.

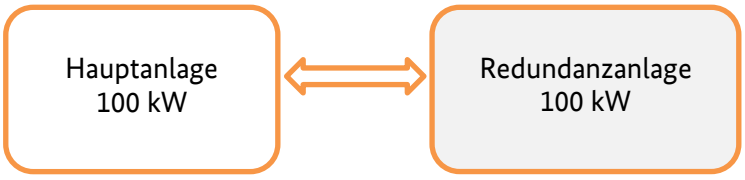
2.1.3. Kälteerzeuger in Kombinationen mit TK-Stufe

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 (Kälteleistung) muss zwischen 10 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

2.2. Technische Fördervoraussetzungen für stationäre Anlagen

2.2.1. Kompressionskälte- oder -klimaanlagen

Stationäre Kompressionskälte- oder -klimaanlagen sind förderfähig, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- mindestens ein Verdichter pro Verbund (oder ein einzelner Verdichter) verfügt über eine Leistungsregelung mit einem Regelbereich von 40 bis 100 Prozent, es sei denn, es wird ein Nachweis über eine geringe energetische Auswirkung dieser Leistungsregelung geführt;
  Bei Flüssigkeitskühlsätzen mit Kaltwasser-/Kaltsole-Speicher kann auf den FU verzichtet werden, wenn die Kälteleistung mindestens 4-stufig geregelt werden kann. Für Flüssigkeits-kühlsätzen mit Kaltwasser-/Kaltsole-Speicher bis 5 kW elektrischer Verdichterleistung ist eine mindestens 3-stufige Leistungsregelung ausreichend.
- Abtauvorrichtungen müssen über eine Bedarfsregelung verfügen;

- Expansionsventile müssen elektronisch steuerbar sein, es sei denn, es wird ein Nachweis über eine geringe energetische Auswirkung dieser Leistungsregelung geführt. Für flüssigkeitsgekühlte steckerfertige Geräte von Waterloop–Systemen sind keine elektronisch steuerbaren Expansionsventile erforderlich.
- Verkaufskühlmöbel für Molkereiprodukte und Wurstwaren im Lebensmittelhandel müssen über eine Nachtabdeckung verfügen, alle anderen Verkaufskühlmöbel müssen vollständig mit Glas- oder Kunststofftüren oder -deckeln ausgerüstet sein; die Beleuchtung muss mit LED oder Plasma-Leuchtmitteln erfolgen, und die Lüfter müssen mit EC-Motoren angetrieben werden;
- Kälteanlagen müssen mit einer Regelung betrieben werden, die die Verflüssigungstemperatur an die Umgebungstemperatur anpasst, es sei denn, es wird ein Nachweis über eine geringe energetische Auswirkung dieser Leistungsregelung geführt;
- alle eingesetzten Komponenten müssen mindestens die Voraussetzungen der Öko-Design-Richtlinie in der jeweils gültigen Fassung erfüllen;
- für die vollständige Anlage werden zum Zwecke des – für einen Zeitraum von fünf Jahren – durchzuführenden Monitorings ein Elektroenergie-Messgerät und ein Wärmemengenzähler (für das indirekte System) installiert, die gleichzeitig mit der geförderten Anlage in Betrieb genommen werden und deren technische Spezifikation hinsichtlich der Erfassung und Aufzeichnung der wichtigsten Messgrößen von der Bewilligungsbehörde definiert sind.
- Pumpen zur Förderung von Stoffströmen in Kühlmittelkreisläufen müssen drehzahlgeregelt sein;
- Durchführung eines hydraulischen Abgleiches.

Waterloop-Systeme sind nur förderfähig, wenn

- das durch die Kondensationswärme aufgeheizte Wasser zumindest zeitweise zur Heizung oder Warmwasserbereitung genutzt wird. Dabei ist es unerheblich, ob die Wärme direkt oder als Wärmequelle einer Wärmepumpe genutzt wird.
- die Kältemittelfüllmenge eines einzelnen Kreislaufes 150 g nicht überschreitet. Aufgrund des geringeren Gefahrenpotenzials darf die Kältemittelfüllmenge in diesem Fall größer als die für kombinierte Kompaktanlagen geforderten 80 g/kW Kälteleistung sein.

2.2.2. 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 Ventilatoren mit dem Faktor 0,1 zu multiplizieren.

2.2.3. Wärmeübertrager von 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 Kälteträgermedium

Verdampfer (Flüssigkeitskühler) hier beispielhaft Plattenwärmeübertrager:

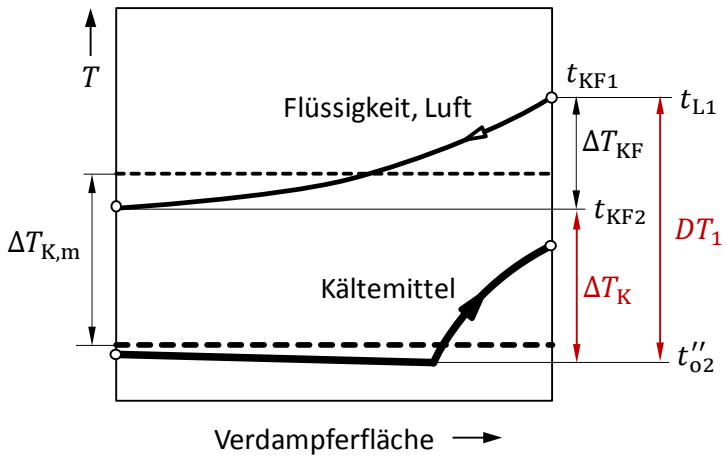
$\Delta T_{\mathrm{K}} = t_{\mathrm{KF2}} - t''_{\mathrm{o2}}$	mit	trocken:	$\Delta T_{\mathrm{K}} \sim 4\ \mathrm{K}$
		überflutet	$\Delta T_{\mathrm{K}} \sim 2\ \mathrm{K}$
$\Delta T_{\mathrm{KF}} = t_{\mathrm{KF1}} - t_{\mathrm{KF2}}$	mit		$\Delta T_{\mathrm{KF}} \sim 6\ \mathrm{K}$
Verflüssiger: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

bei Luft als Übertragungsmedium

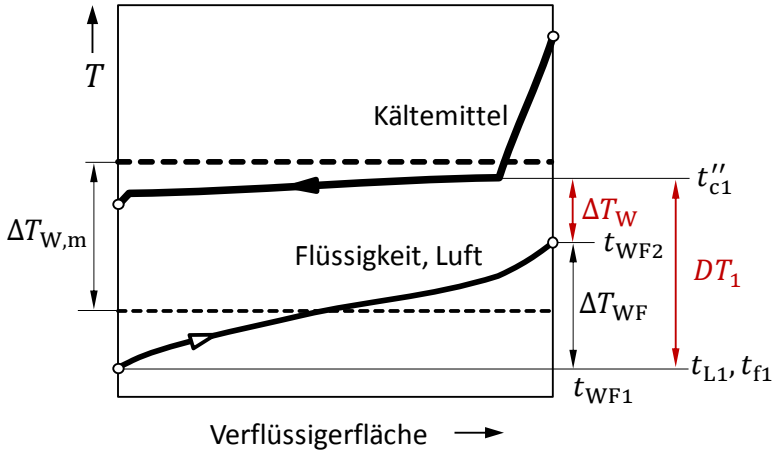
Verdampfer (Luftkühler):

$DT_1 = t_{\mathrm{L1}} - t''_{\mathrm{o2}}$	mit	trocken:	$DT_1 \sim 10\ \mathrm{K}$
		überflutet	$DT_1 \sim 8\ \mathrm{K}$
Verflüssiger trockene Arbeitsweise, Umgebungsluft:			
$DT_1 = t''_{\mathrm{c1}} - t_{\mathrm{L1}}$	mit		$DT_1 \sim 10\ \mathrm{K}$
Verflüssiger feuchte Arbeitsweise, Umgebungsluft:			
$DT_1 = t''_{\mathrm{c1}} - t_{\mathrm{f1}}$	mit		$DT_1 \sim 6\ \mathrm{K}$

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

2.3. Komponenten und Systeme, thermische Speicher

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

- Tiefkühlstufe mit R-744
- Luftkühler für Kälteanlagen (NK und TK)
- Luftkühler für AC- und Prozesskühlanlagen
- Adiabate Rückkühler (Hybridkühler)

- Rückkühler für flüssigkeitsgekühlte Anlagen
- Eigenständige Wärmepumpen mit nicht-halogeniertem Kältemittel zur Abwärmenutzung der Kälteanlage(n)
- Kühlmöbel sowie Luftkühler für Supermarkt-Kälteanlagen, flüssigkeitsgekühlte (semi-) steckerfertige Kühlmöbel oder Geräte (aber keine steckerfertigen Geräte)
- Kühlsolekreisläufe
- Komponenten, Systeme für Freikühlbetrieb (Ventile, Leitungen, Reglerintegration etc.)

sowie folgende thermische Speicher

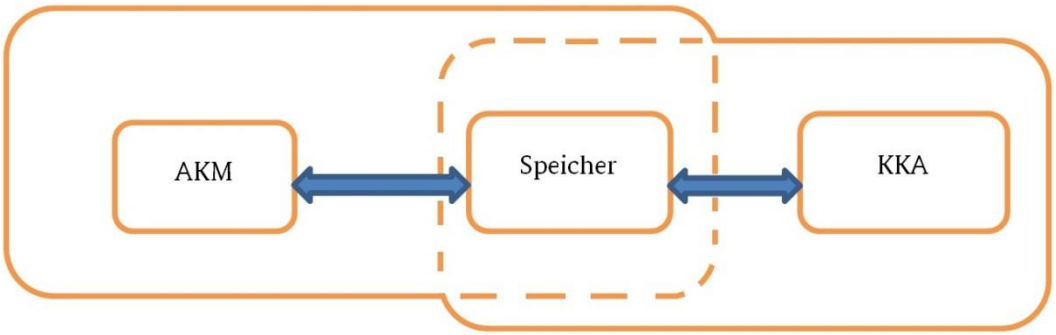
- Warmwasser-Schichtenspeicher
- Kaltwasserspeicher
- Eis-Speicher: Betongehäuse mit Wärmeübertrager
- Latentwärmespeicher-Systeme: Behälter mit LWS (Kapsel)

Die Leistung von Luftkühlern *(→)* und Rückkühlern *(→)* 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.

2.3.1. 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.

2.3.2. 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.

2.4. Kombinationen von Kälteerzeugern mit Komponenten und Systemen

Anlagen, Komponenten und Systeme	**Flüssigkeits-kühlsätze**		**Andere Kälteerzeuger**				
	Flüssigkeitskühlsätze NK/TK	Flüssigkeitskühlsätze AC + Prozess	Adiabate Verdunstungskühlanlagen	Supermarktanlagen mit R-744	Gewerbekälteanlagen mit R-744	Turboverdichter mit R-718	Ab- und Adsorptionsanlagen
Komponenten und Systeme							
Tiefkühlstufe mit R-744	Ja	Ja	N	N	N	N	Ja
Luftkühler für Kälteanlagen	Ja	N	N	Ja	Ja	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	N
Speichersysteme mit und ohne Latentwärmespeicher							
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
Regenerativenergiesysteme, elektrisch							
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
Regenerativenergiesysteme, thermisch							
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

* In Einzelfällen förderfähig.

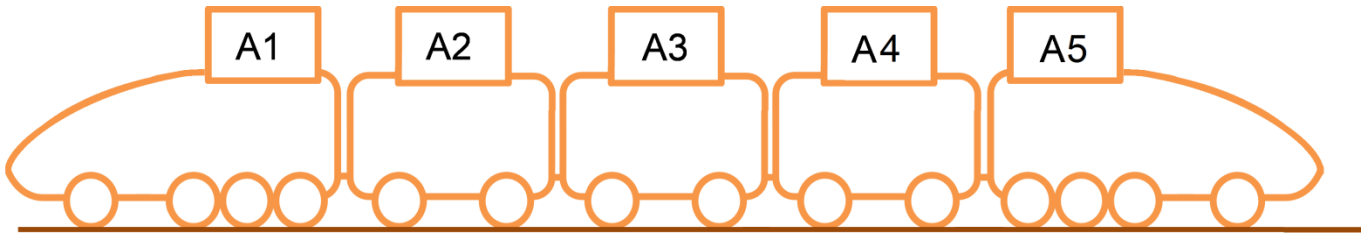
3. Fördertatbestände und –voraussetzungen für Fahrzeug-Klimaanlagen

Gefördert werden Klimaanlagen, 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 des Förderbetrages und der Leistungsgrenzen bei stationären Anlagen

Stationäre Kälteerzeuger sind nur dann förderfähig, wenn bestimmte, in der Kälterichtlinie genannte Leistungsgrenzen nicht unter- oder überschritten werden. Diese Leistungsgrenzen beziehen sich entweder auf die Kälteleistung oder auf die Antriebsleistung des/der Verdichter(s), die wie nachfolgend beschrieben zu berechnen sind. Dies gilt sinngemäß auch für die Bestimmung der Kälteleistung zur Berechnung des Förderbetrages.

4.1. Flüssigkeitskühlsätze

Bei der Berechnung der Kälteleistung von Flüssigkeitskühlsätzen, die in den Tabellen 1a und 1b der Kälterichtlinie genannt sind, sind zur Auslegung 50 Hz Netzfrequenz sowie 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

*) Flüssigkeitskühlsätze mit Tiefkühlanwendungen sind wie Normalkühlanwendungen zu behandeln. Sollte eine Umrechnung auf die Betriebsbedingungen von NK-Flüssigkeitskühlsätzen (-8°C) nicht möglich sein, ist die bei der höchsten Temperatur noch bekannte Kälteleistung der Tiefkühlanlage anzusetzen.

4.2. Waterloop–Systeme

Flüssigkeitsgekühlte steckerfertige Anlagen	$T_{Kühlgut, Raum}$	$T_{Eintritt (Sole, Wasser)}$
Normalkühlung (NK)*	+2 °C	+30 °C

4.3. Klimaanlagen mit adiabater Verdunstungskühlung

Bei der adiabaten Verdunstungskühlung im Sinne der Richtlinie handelt es sich um eine indirekte Kühlung. Dabei sind zwei Arten möglich:

1. Ein warmer Abluftstrom wird mit flüssigem Wasser befeuchtet, das verdunstet ohne von außen Wärme aufzunehmen (adiabat) und kühlt dadurch den Abluftstrom ab. In einem Wärmeübertrager (Rekuperator) wird wärmere Außenluft mit dem o. g. Abluftstrom gekühlt und einem Raum zugeführt. Die Verdunstung wirkt damit indirekt auf die Zielgröße Zuluft.

2. Ein warmer Außenluftstrom wird mit flüssigem Wasser befeuchtet, das verdunstet ohne von außen Wärme aufzunehmen (adiabat) und kühlt dadurch den Außenluftstrom ab. In einem Wärmeübertrager (Rekuperator) wird wärmere Abluft mit dem o. g. Außenluftstrom gekühlt und einem Raum zugeführt (Umluftbetrieb, z.B. in Rechenzentren). Die Verdunstung wirkt damit indirekt auf die Zielgröße Zuluft.

Die Berechnung der Kälteleistung Q_o von adiabaten Verdunstungskühlanlagen nach Tab. 1c erfolgt bei einem Betriebszustand, der wie folgt definiert ist:

Variante 1:

Außenluft-Zustand	T_{AU} = 32°C, φ=0,40, x_{AU}=0,012
Abluft-Zustand	T_{AB} = 25°C, φ=0,60, x_{AB}=0,012

Variante 2

Abluft-Zustand	T_{AB} = 32°C, φ=0,40, x_{AB}=0,012
Außenluft-Zustand	T_{AU} = 32°C, φ=0,40, x_{AU}=0,012

Die Berechnung ist nachvollziehbar darzulegen und kann auch mit Hilfe von Hersteller-Software durchgeführt werden.

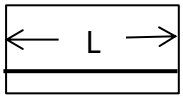
Anlagen(-komponenten), die zur Rückkühlung von Kühlwasser verwendet werden, z.B. Hybrid-kühler, Kühltürme mit adiabater Kühlung, etc. sind keine adiabaten Verdunstungskühlanlagen im Sinne der Richtlinie.

4.4. Supermarktkälteanlagen mit R-744

Bei Supermarktkälteanlagen mit R-744 ist die förderfähige Gesamtkälteleistung das Produkt aus den laufenden Metern der Kühlmöbel und der spezifischen Kälteleistung von 0,6 kW/lfm (Tabelle 1d), d.h. unabhängig von der in den Datenblättern angegebenen Kälteleistung.

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

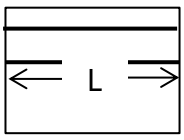
a) Kühlinsel, einseitiger Zugriff, NK/TK



L = lange Seite des Kühlmöbels

$L_{Gesamt} = L$

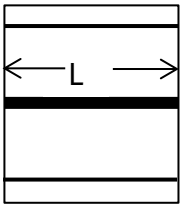
b) Kühlinsel, zweiseitiger Zugriff, NK/TK



L = Lange Seite des Kühlmöbels

$L_{Gesamt} = 2 \times L$ (Mindestbreite 1,2 m, sonst **$L_{Gesamt} = L$**)

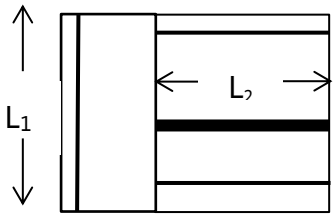
c) Zwei Kühlinseln, zweiseitiger Zugriff, NK/TK



L = Lange Seite des Kühlmöbels

$L_{Gesamt} = 2 \times L$

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



L_1= Lange Seite des Kopfstücks

L_2 = Lange Seite des Kühlmöbels

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

e) Kühlräume

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

f) Klimatisierung (AC)

Jede Kühlstelle (Luftkühler), zugehörig zum Kälteerzeuger, für den eine Förderung beantragt wurde, wird mit 2 laufenden Metern gerechnet.

g) Überdruckanlage

Die Kälteleistung der Überdruckanlage wird nicht als Kühlstelle gerechnet, sondern mit 1,0 laufenden Metern pro laufendem Meter Thekenlänge, für die die Überdruckanlage gebaut ist.

Waterloop–Systeme werden als kombinierte Kompaktanlagen gefördert. Die Kühlmöbellänge ist hier **nicht** der Parameter zur Bestimmung der Kälteleistung (siehe 4.2).

Kühlstellen (Kühlmöbel, Verdampfer oder Luftkühler) sind als Komponenten förderfähig und sind wie Kühlmöbel zu beantragen. Die Berechnung der Kühlmöbellänge zur Berechnung der Kälteleistung und zur Förderung als Komponente erfolgt in gleicher Weise.

4.5. Gewerbekälteanlagen mit R-744

Kälteanlagen mit R-744, die nicht im Supermarkt eingesetzt sind, werden als Gewerbekälteanlagen eingestuft. Unter Gewerbekälteanlagen mit R-744 sind sowohl Direktverdampfungsanlagen als auch Flüssigkeitskühlsätze mit R-744 zu verstehen.

Die Bestimmung der Kälteleistung erfolgt nicht über die Kälteleistung der Verdampfer, sondern über die Kälteleistung der installierten Verdichter.

Die Kälteleistung des Verdichters ist grundsätzlich bei Netzfrequenz (50 Hertz) zu berechnen. Dies gilt auch für Verdichter, die mit einer Drehzahlregelung (Frequenzumrichter) ausgestattet sind. Bei zweistufigen Anlagen sind die Kälteleistungen der einzelnen Druckstufen jeweils getrennt zu ermitteln.

Bei Direktverdampfungsanlagen wird die Kälteleistung des TK-Kältekreislaufs bei t_o = -25°C und t_c = - 6°C berechnet. Die Kälteleistung des NK-Kreislaufs wird bei t_o = -6°C und 36°C am Austritt des Gaskühlers berechnet. Die Gesamtkälteleistung ergibt sich als Summe der Kälteleistungen der Verdichter von NK- und TK-Kreislauf. In der Kälteleistung des NK-Kreislaufs ist auch der Anteil der oberen Stufe für die Tiefkühlung enthalten.

Flüssigkeitskühlsätze (Soleanlagen) mit dem Kältemittel R-744 werden als Gewerbekälteanlagen mit R-744 beantragt. Die Kälteleistung wird nach den Auslegungsbedingungen gemäß Kapitel 4.1 berechnet.

4.6. Turboverdichter mit R-718

Die Kälteleistung wird bei folgenden Betriebsbedingungen berechnet:
28°C Kaltwasservorlauf- und 35°C Kühlwassereintrittstemperatur

4.7. Ab- und Adsorptionsanlagen

Zur Berechnung der Kälteleistung für Sorptionsanlagen werden folgende Eintrittstemperaturen in die Sorptionskältemaschine zugrunde gelegt:

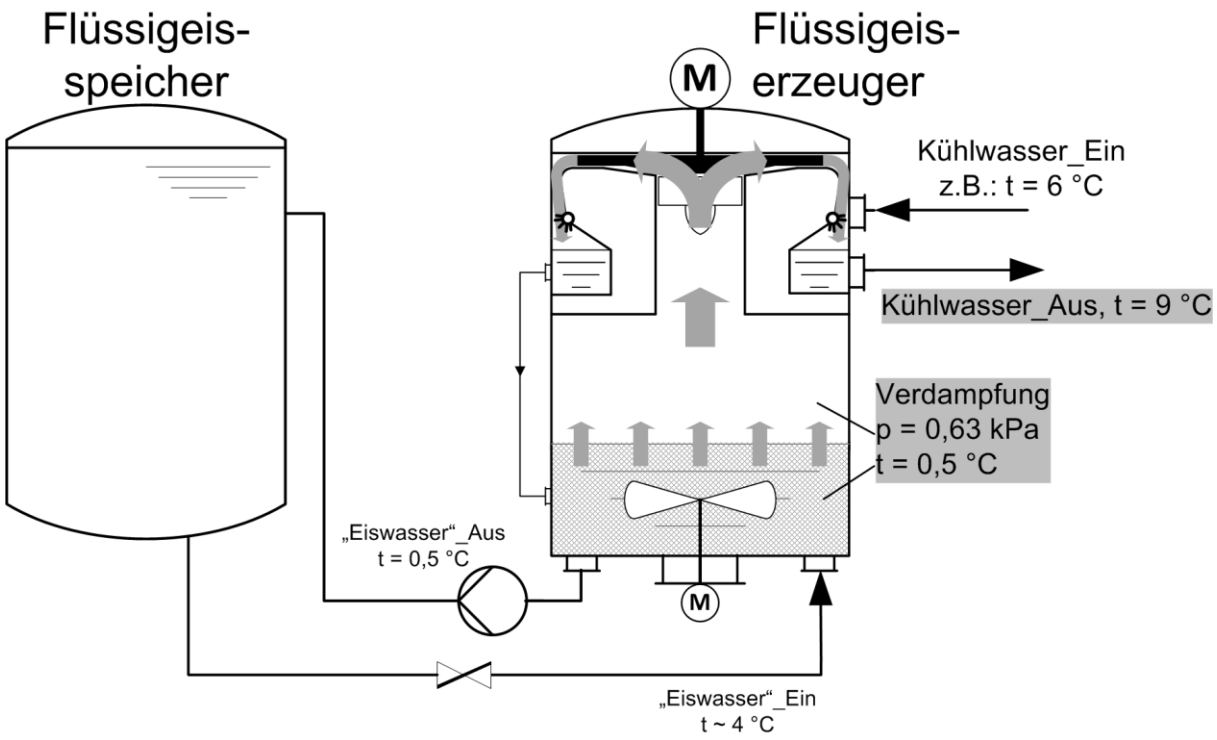
Kaltwasser:	T = 15°C
Kühlwasser/Rückkühlung	T = 27°C
Heizmedium	T = 85°C

4.8. Vakuumeiserzeuger (Turboverdichter)

Förderfähig sind Vakuumeiserzeuger, bei denen die Eiserzeugung ohne Umweg über ein anderes Kältemittel erfolgt (siehe Schaubild). Eiserzeuger zur Erzeugung von Eisbrei zur Speicherung sowie als Soleersatz für die indirekte Kühlung sind als Flüssigkeitskühlsatz zu beantragen.

Nicht förderfähig sind steckerfertige Eiserzeuger, wie beispielsweise Scherbeneiserzeuger.

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



5. Parameter zur Bestimmung des Förderbetrages bei sonstigen Fördertatbeständen

5.1. 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°C und t_c = - 6°C berechnet und als Leistung der TK-Stufe festgelegt (gilt nicht für Supermarktkälteanlagen).

5.2. Luftkühler

Förderfähig sind Luftkühler, die neu installiert und an den geförderten Kälteerzeuger angeschlossen wurden. Jeder Luftkühler ist einzeln aufzulisten. Arbeiten zwei oder mehr Kälteerzeuger auf einen Pufferspeicher, darf die Gesamtkälteleistung der Luftkühler maximal so groß wie die Kälteleistung der geförderten Kälteerzeuger sein.

5.3. Rückkühler

Die Bestimmung der Kondensationsleistung von adiabaten Rückkühlern und Rückkühlern für flüssigkeitsgekühlte Anlagen erfolgt nach den für die Bestimmung der Kälteleistung gültigen Auslegungsbedingungen (siehe Pkt 4.1). Sie muss nicht mit der Rückkühlleistung des Datenblattes des Rückkühlers übereinstimmen. Die Rückkühlleistung kann dem Datenblatt des Flüssigkeitskühlsatzes entnommen werden. Falls sie nicht angegeben ist, ist sie wie folgt zu berechnen:

Rückkühl-(Kondensations-) leistung = Summe aus Kälte- und Antriebsleistung

Sollten mehrere Rückkühler eingesetzt werden, ist die Rückkühlleistung entsprechend aufzuteilen.

Die Zuordnung der Rückkühler erfolgt folgendermaßen:

Adiabate Rückkühler (Hybridkühler)

(Rohre aus Edelstahl, mit Wanne zum Auffangen des Wassers, vorwiegend Trockenbetrieb)

Rückkühler für flüssigkeitsgekühlte Anlagen:

Trockenrückkühler

Trockenrückkühler mit Besprühungssystem (keine Edelstahlausführung des Registers, Rohre aus Kupfer)

Kühltürme (vorwiegend Nassbetrieb)

5.4. 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 kWh/m³

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: $Q_o = m_{Sp} * c_{pSp}$

Es können mehrere thermische Speicher auch der gleichen Art beantragt werden.

5.5. Kühlsolekreisläufe (Kühlsoleleitungen)

Unter Kühlsolekreisläufen sind folgende Leitungen zu verstehen:

- Kaltsoleleitungen (Kaltwasserleitungen) zwischen Kälteerzeuger und Pufferspeicher
- Kaltsoleleitungen (Kaltwasserleitungen) zwischen Pufferspeicher und Kühlstellen
- Kühlwasserleitungen zwischen Kälteerzeuger und Rückkühler
- Kühlwasserleitungen zwischen Kälteerzeuger und Pufferspeicher für Heizung oder Warmwasser (Wärmeverteilung ist nicht förderfähig)

Als Durchmesser der Kühlsoleleitung ist der Innendurchmesser anzugeben. Die Länge der Kühlsoleleitungen ist je Durchmesser einzeln anzugeben. Dazu sind die Abschnitte mit gleichem Durchmesser zu addieren.

Leitungen für Eisbrei sind ebenfalls förderfähig. Die Antragstellung und Berechnung des Förderbetrages erfolgt als Kühlsoleleitungen.

Kältemittelrohrleitungen werden nicht gefördert.

5.6. Pauschale für Ausführungsplanung

Mit der Planungspauschale wird die Auslegung und Berechnung von Rohrleitungen, Dämmung, Ventilen (Ventilgruppen), Ausgleichsbehältern, Steuerung und Regelung bei der Anbindung von Kühlstellen an förderfähige Flüssigkeitskühlsätze (sog. indirekten Systemen), deren Kombination mit Wärme- und/oder Kältespeichern sowie die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs des Gesamtsystems gefördert.

Die Pauschale wird für Systeme mit zwei bis zehn Luftkühlern bzw. für die Integration eines oder mehrerer Kälte- bzw. Wärmespeicher gewährt. Die Förderung beträgt 500 Euro je Luftkühler und ist auf maximal 5.000 € beschränkt. Förderfähig sind indirekte Systeme mit Kaltwasser, Sole oder Eisbrei. Für direkt verdampfende Systeme wird die Planungspauschale nicht gewährt.

5.7. Kombinationsbonus

Der Kombinationsbonus kann gewährt werden, wenn in räumlicher Nähe eines förderfähigen Kälteerzeugers gleichzeitig ein Regenerativenergiesystem errichtet wird, das einen Beitrag als Endenergiequelle für den Betrieb der Kälte- oder Klimaanlage leistet. Ein Regenerativenergie-system 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.

6. Parameter zur Bestimmung der Förderhöhe bei Fahrzeug-Klimaanlagen

Die Klimaanlage muss mit Kohlenstoffdioxid (CO_2) als Kältemittel (R-744) betrieben werden und eine Kälteleistung $\dot{Q}_o$ von 5 bis 45 Kilowatt aufweisen.

7. 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.

7.1. 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^3) 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.

7.1.1. Koeffizienten A, B und C zur Berechnung der Förderhöhe

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

	A	*B*	*C*
Flüssigkeitskühlsätze: Kältemittel der Sicherheitsklasse A3: R-290, R-1270, R-600a, R-170			
Normalkühlung			
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
Anlagen, luftgekühlt	1.104,97	-0,2964	-66,21
Klima- und Prozesskälteanlagen			
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: Kältemittel der Sicherheitsklasse B2L: R-717, R-723			
Normalkühlung			
Anlagen, flüssigkeitsgekühlt	1.237.569	-0,00004	-1.237.073
Anlagen, luftgekühlt	1.048,41	-0,0656	-566,34
Klima- und Prozesskälteanlagen			
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
Supermarktkälteanlagen mit R-744	1.192,79	-0,4270	58,61
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			
	A	***B***	***C***
Tiefkühlstufe mit R-744	781,69	-0,2153	-210,4
Luftkühler für 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°C	6.257,9	-1,4906	21,34

Kühlstellen (Kühlmöbel, Verdampfer oder Luftkühler) für Supermarkt-Kälteanlagen werden mit 400 € pro lfm Kühlmöbel gefördert, siehe Kapitel 4.3.

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.

7.1.2. 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.

Vorplanungen, die auch zur Antragstellung notwendig sind, werden nicht gefördert. Vorplanung und Ausführungsplanung sind getrennt zu beauftragen. Die förderfähige Ausführungsplanung darf erst beauftragt werden, wenn der Bewilligungsbescheid für die Förderung vorliegt.

7.1.3. 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 eine 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.

7.2. Fahrzeug-Klimaanlagen

Bei Fahrzeug-Klimaanalgen 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, die folgende Werte haben: 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.

8. Einzureichende technische Unterlagen

8.1. 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 (Funktionsschema) aus dem der Zusammenhang 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 $\dot{Q}_o$ nach BAFA-Vorgabe
  - Datenblätter bzw. Auszug des Leistungsverzeichnisses 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 bzw. Auszug des Leistungsverzeichnisses 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

8.2. 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).

In begründeten Fällen kann **vor** Ablauf o.g. Termine ein Antrag auf Verlängerung gestellt werden.

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.

9. 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 zurückgefordert 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.

9.1. Stationäre Kälteanlagen

Bei stationären Kälteanlagen werden folgende Informationen erhoben:

Für Kompressionskälteanlagen:

- Zählernummer, Zählerstand und Ablesedatum der Elektroenergie
- zusätzlich bei Flüssigkeitskühlsätzen (indirekte Systeme) Zählernummer, Zählerstand und Ablesedatum des Wärmemengenzählers für die bereitgestellte Kälteenergie in kWh
- Art sowie Erst- und Nachfüllmenge des eingesetzten Kältemittels
- Optional: klimatisierte Fläche, Volumen des Kühlraums, Betriebszeit pro Tag, Jahreslaufzeit
- Bei Supermarktanlagen: Displayfläche der Verkaufskühlmöbel, Öffnungszeiten pro Woche
- Nachweis über durchgeführte Wartungsarbeiten.

Für Sorptionskälteanlagen:

- Zählernummer, Zählerstand und Ablesedatum des Wärmemengenzählers für die bereitgestellte Kälteenergie in kWh
- Betriebszeit pro Tag, Jahreslaufzeit
- Optional: eingesetzte Wärmemenge, Stromverbrauch der Nebenaggregate

Für adiabate Verdunstungsanlagen:

- Betriebszeit pro Tag, Jahreslaufzeit
- Optional: Verbrauch an Elektroenergie, Wasserverbrauch
- Nachweis über durchgeführte Wartungsarbeiten

Alle Anlagen:

- Angabe und Beschreibung über an der geförderten Anlage durchgeführte Veränderungen

Die Erhebung der Betriebsdaten setzt voraus, dass geförderte Anlagen mit Elektroenergierzähler und Wärme- (Kälte-) mengenzähler ausgestattet sind. Die nachfolgende Tabelle zeigt die zugehörigen Anforderungen:

	Notwendig für	Ausnahmen	Notwendig ab	Fernauslesbar ab
Elektroenergie-zähler	alle Anlagen	Verdunstungs-kühlanlagen,Ab-, Adsorptions-anlagen	5 kW elektrische Leistungsaufnahme	15 kW elektrische Leistungsaufnahme
Wärme-(Kälte-) mengenzähler	Flüssigkeitskühlsätze (indirekte Anlagen mit Wärme oder Kälteträger)	Keine Messung im Kältekreislauf (Waterloop-Systeme)	20 kW Kälteleistung	50 kW Kälteleistung

9.2. Fahrzeug-Klimaanlagen

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

10. Glossar

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

10.1. 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. • zum Heizen mit Abwärme der Kälteanlage • als Heizquelle für eine AKM
	Anlage	Einheit von Bauteilen und Geräten, die einem bestimmten Zweck dient z. B. Kälteanlage, Wärmepumpe Unterschieden werden: • Stationäre (ortsfeste) Anlagen, diese werden im laufenden Betrieb nicht bewegt z.B. Kälteanlage, bzw. Klimaanlage für ein Gebäude • 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 • mobile Anlagen werden in Fahrzeugen betrieben (Fahrzeugklimaanlagen, Transportkälteanlagen), z. B. Busklimaanlage.
	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 2

	Begriff	Beschreibung, Links, Beispiel
		Verdichter (Vorverdichter, Boosterverdichter, Niederdruckverdichter) einsetzt. Es handelt sich dabei um eine zweistufige Kälteanlage mit nur einem Kreislauf.
	Chiller	(→) Flüssigkeitskühlsatz
	Direktverdampfer	Wärme- bzw. (Kälte-) übertragungssystem, bei dem das zu kühlende Medium in direktem Wärmekontakt mit dem Verdampfer steht. Beispiel: Verdampfendes Kältemittel nimmt in einem Lamellenverdampfer Wärme von der zu kühlenden Luft auf.
	Direkte Systeme	(→): Systeme
	Expansionsventil	Drosselorgan im Kältemittelkreislauf, mit dem der Differenzdruck zwischen Hochdruck und Verdampfungsdruck aufrechterhalten wird, regelt die Überhitzung. Unterschieden werden: • thermostatische Expansionsventile • elektronisches Expansionsventile
	Flüssigkeitskühlsatz	Fabrikmäßig hergestelltes Gerät mit dem Flüssigkeit gekühlt wird, bestehend aus: Verdampfer, Verdichter(n), eingebaute oder getrennt betriebene Verflüssiger. • wassergekühlt: Abgabe der Abwärme an Wasser. • luftgekühlt: Abgabe der Abwärme an Luft. Wenn Wasser als Flüssigkeit gekühlt wird, auch als Wasser-kühlsatz, Kaltwassersatz oder Chiller bezeichnet.
	Freikühler	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.
	Frequenzumrichter	Gerät zur Drehzahlregelung von Elektromotoren.
	Gerät, halbsteckerfertig Gerät, semi plug-in	Gerät, dessen Kälteerzeuger sich in der Nähe der Kühlstelle befindet. Neben dem elektrischen Anschluss ist ein Anschluss an einen Rückkühlkreislauf erforderlich.
	Gerät, steckerfertig	Gerät, dessen Kälteerzeuger inkl. Verflüssiger sich komplett in der Nähe der Kühlstelle befindet. Der Anschluss muss nur elektrisch erfolgen. (z.B. Haushaltkühlschrank).

	Gesamtsystemeffizienz (Optimierung)	Integration von Effizienztechnologien, Speichertechnologien und *(→)* :Regenerativenergiesystemen mit dem Ziel, insgesamt den Primärenergieverbrauch und die Treibhausgasemissionen zu minimieren.
	hydraulischer Abgleich	Verfahren zur Einstellung von optimalem Volumenstrom und optimaler Temperatur von Flüssigkeiten (z. B. Sole), die Energieströme transportieren.
	indirekte Verdampfung	Wärmeübertragungssystem, bei dem das zu kühlende Medium nicht in direktem Wärmekontakt mit dem Verdampfer steht, sondern der Wärmetransport über ein Zwischenmedium (Kälteträger) 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_2, R-744.
	Kaltwassersatz	*(→)* Flüssigkeitskühlsatz zur Kühlung von Wasser.
	Kälteanlage	Geschlossener Kältemittelkreislauf ggf. inkl. Sekundärkreislauf, - auch Kälteerzeugungseinheit oder Kälteerzeuger.
	Kälteerzeugung	Wärmeabfuhr an eine Wärmesenke (Umgebung), die wärmer ist als die Nutztemperatur (Kühltemperatur).
	Kälteenergie Q_0 (kWh)	Gespeicherte oder in einem Zeitraum bereitgestellte Energie auf niedrigem Temperaturniveau.
	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 Aggregatszustandsänderung 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_3 R-718: Wasser, H_2O

		R-723: Gemisch: Ammoniak + Dimethylether R-744: Kohlenstoffdioxid, CO_2
	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 CO2), Expansionsventil und Verdampfer sowie verbindenden Rohrleitungen.
	Kaltwasser	Wasser als Kälteträger 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-Chance-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)	• Klimabetrieb (AC) $t_N > 8\ °C$ • Normalkühlung (NK) $t_N \approx 0\ °C \pm 4\ K$ • Tiefkühlung (TK) $t_N < -18\ °C$
	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 Aggregatszustand) Beispiel: • (Wasser)Eisspeicher, *(→)* Speicher • Phase Chance Material (PCM)
	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	Kälteträgerkreislauf oder/und Wärmeträgerkreislauf.
	Sicherheitsklasse von Kältemitteln *(→) Kältemittel*	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, Kälteträger, Wärmeträger).
	System, indirektes	System, bei dem auf mindestens einer Seite der Wärmetransport mit Hilfe eines weiteren Fluids erfolgt. Bei der indirekten Verdampfung transportiert ein Kälteträger (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.
	System, halbsteckerfertig System, semi plug-in	Mehrere flüssigkeitsgekühlte steckerfertige Geräte, die ihre Kondensationswärme über einen gemeinsamen Kreislauf mit einem Rückkühler oder Kaltwassersatz an die Umgebung abgeben (auch Waterloop-System)
	Tiefkühlstufe	Teil einer Kälteanlage, mit der eine tiefe Temperatur (<-18 °C) erzeugt wird, z.B. Niederdruckstufe einer Booster-Kälteanlage oder Kaskade.
	Vakuum-Eiserzeuger	Eiserzeugung mit Kältemittel Wasser, keine konventionellen Eiserzeuger.
	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.
	Waterloop-Systeme	Mehrere flüssigkeitsgekühlte steckerfertige Geräte, die ihre Kondensationswärme über einen gemeinsamen Kreislauf mit einem Rückkühler oder Kaltwassersatz an die Umgebung abgeben (auch semi-steckerfertige Systeme)
	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

10.2. Abkürzungen

10.2.1. 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, $t_N \approx 0\ °C\ \pm 4\ K$
SuM	Supermarkt
TK	Anwendung: Tiefkühlung, $t_N < -18\ °C$
VdK	Verdunstungskühlung

10.2.2. Technische Parameter

Symbol	Bezeichnung
φ_{innen}	Luftfeuchte, innen
EER	Leistungszahl im Kühlbetrieb (engl. energy efficiency ratio)
EER_A	Leistungszahl für Volllast (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)

$t_{Austritt}$	Temperatur am Austritt
t''_{c1}	Verflüssigungstemperatur am Verflüssigereintritt (Taupunkttemperatur bei Verflüssigungsdruck)
$t_{Eintritt}$	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
ΔT_K	Temperaturspreizung
ΔT_{KF}	Temperaturdifferenz des Fluids
T_{AUL}	Temperatur, Außenluft
T_{innen}	Temperatur, innen
$\dot{V}$	Luftvolumenstrom in m³/h
$\dot{V}_1$	Volumenstrom

10.2.3. 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

http://www.bafa.de/

Referat: 525

E-Mail: kki@bafa.bund.de

Tel: +49(0)6196 908-1249

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

Stand

April 2019

Bildnachweis

Zertifikat seit 2008 audit berufundfamilie

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.

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.