

Energieeffizienz von Kälteanlagen Information Nr. 2

**Grundlagen**

**Leitfaden zur Planung von Kälteanlagen**



## **Energieeffizienz von Kälteanlagen Information Nr. 2**

# **Grundlagen Leitfaden zur Planung von Kälteanlagen**

Der Leitfaden zur Planung von Kälteanlagen unterstützt Sie bei den Fragen, die für eine wirtschaftliche, betriebssichere und energiesparende Kälteanlage wichtig sind.

Sie finden in diesem Dokument alle notwendigen Informationen dazu.



# Inhalt

## Inhalt

1	Klärung des Kältebedarfes	4
2	Abwärmenutzung	5
3	Fachgerechte Planung der Anlage	7
4	Wärmedämmung	9
5	Anlagenüberwachung, Fernüberwachung von Kälteanlagen	10
6	Kältemittelwahl	11
7	Treibhausgasemissionen	13
8	Stromverbrauch	14
9	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	15
10	Inbetriebnahme, Optimierung, Bedienungshandbuch	17
11	Serviceleistungen während des Betriebs	19

# 1 Klärung des Kältebedarfes

In der Regel haben sich bei bestehenden Anlagen die Anforderungen an die Kälteanlage seit der Erstellung verändert. Darum ist eine Erneuerung der richtige Zeitpunkt, um zusammen mit dem Kunden seine aktuellen Anforderungen an die Kälteanlage zu analysieren.

Dies schafft die Grundlage für eine bedarfsgerechte Auslegung der gesamten Kälteanlage.

Bei Neuanlagen gilt es, sich Chancen nicht zu verbauen:  
Planen Sie die Kälteanlage als Gesamtsystem.

## Die Klärung umfasst folgende Punkte:

### Kältebedarf / Lastprofil Wärmequelle

- Dimension / Abmessungen der Anlage klären
- Gefrierleistung, Warenumschlag oder Beschickung festhalten
- Berücksichtigung weiterer Ausbauten und Änderungen
- Maximale Kälteleistung im Sommer
- Minimale Teillast

### Temperaturen / Temperaturprofil der Wärmesenke

- Aktuelle Prozesstemperaturen festlegen
- Spezielle Anforderungen an die Prozesse festlegen
- Temperaturanforderungen im Nutzbereich festhalten
- Maximale und minimale Außentemperaturen

### Reduzierung / Veränderung des Kältebedarfs

#### Was ist zu tun?

- Besprechen baulicher Maßnahmen (Beschattung, Dämmung, bauliche Gegebenheiten)
- Prüfen der Dämmung von neuen oder bestehenden Räumen und Leitungen
- Berücksichtigen von Komponenten, die der Betreiber selbst beschafft (z.B. Kühlvitrine)
- Reduzieren des Bedarfs durch richtiges Benutzerverhalten
- Unterweisen des Personals (siehe Optimierungswerkzeug, Info-Blätter für Mitarbeiter)

Wird bei der Planung berücksichtigt.



#### Hinweis

Damit die Kälteanlage den VDMA-Empfehlungen entspricht, müssen alle 10 Punkte des Leitfadens zur Planung berücksichtigt werden. In spezifischen Fällen können im Abschnitt 3 (Fachgerechte Planung der Anlage) Abweichungen von den Empfehlungen notwendig sein (z.B. bei Kälteanlagen für spezielle Prozesse). In diesen Fällen kann der Anlagenbauer / Planer im Feld „Bemerkungen des Leitfadens“ die nicht erfüllten Punkte begründen.

## 2 Abwärmenutzung

**Wird die Abwärme der Kälteanlage sinnvoll genutzt, leistet sie einen wertvollen Beitrag, um die Energiekosten für Gebäudeheizung, Warmwasser oder Prozesswärme zu senken, ohne dabei die Effizienz der Kälteanlage zu beeinträchtigen.**

### Möglichkeiten prüfen

Der Leitfaden zur Planung von Kälteanlagen verlangt, dass der Kältefachmann gemeinsam mit dem Kunden und den anderen Gewerken die Eignung einer Abwärmenutzung aus der Kälteanlage prüft. Diese Prüfung beinhaltet im Minimum folgende Schritte:

#### Abwärmenutzung?

Klären Sie gemeinsam ab:

- Besteht in unmittelbarer Nähe eine Möglichkeit, die Abwärme zu nutzen?  
Welches Temperaturniveau wird dazu benötigt?
- Wann und zu welcher Jahreszeit und in welcher Menge wird die Abwärme benötigt?

#### Effizienteste Abwärmequelle definieren

Falls ein Wärmebedarf besteht, ist zu prüfen, welche Abwärmequellen (Kälteanlage, Druckluftanlage, Prozessabwärme, z.B. aus Backöfen, Schmelzprozesse ...) im Betrieb vorhanden sind und welche sich am besten für die jeweilige Nutzung eignen:

- Temperaturniveaus der Abwärmequellen
- Wann fällt die Abwärme an (zeitlicher Verlauf)?
- Wie viel Wärme kann jeweils geliefert werden?

#### Anforderung an die Abwärmenutzung

Falls die Kälteanlage die Anforderungen des Wärmenutzers erfüllt, ist die Abwärmenutzung detailliert zu prüfen.

Besonders wichtig ist dabei die zu regelnde Verflüssigungstemperatur der Kälteanlage.

#### Hinweis für Planer und Anlagenbauer

(siehe auch VDMA-Einheitsblatt 24019 „Abwärmenutzung von Kälteanlagen“)

## Möglichkeiten der Abwärme-Nutzung

### Passive Abwärme

- ohne Änderung der Verflüssigungstemperatur (zur Nutzung von Enthitzer-/ Ölkühlerwärme)  
Für diese Abwärme fallen keine zusätzlichen Betriebskosten an (Wärmepreis Null pro kWh).

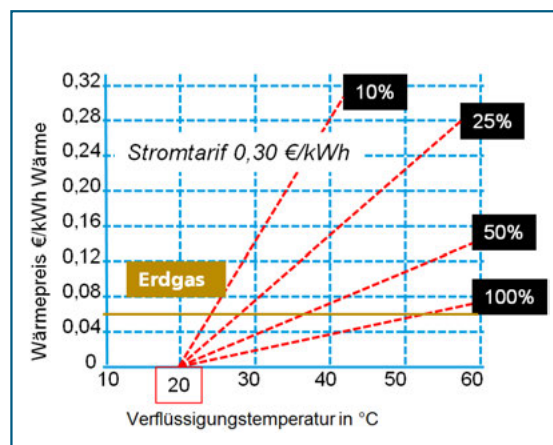
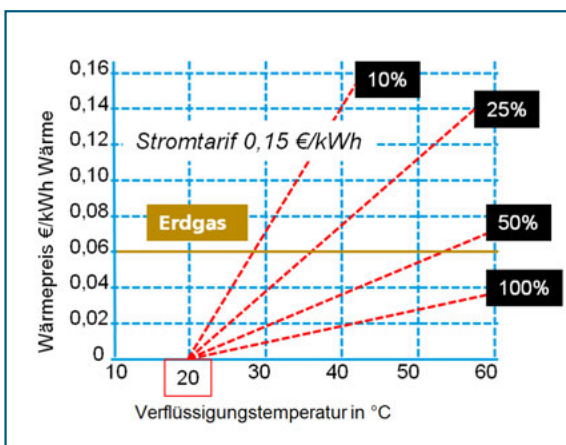
### Konditionierte Abwärme

- mit Anhebung der Verflüssigungstemperatur (zur Nutzung der gesamten Abwärme)  
Die Betriebskosten der Kälteanlage steigen.  
Die Abwärme ist in diesem Fall nicht kostenlos.  
Bei vollständiger Nutzung der Abwärme sind die Kosten für Abwärme am niedrigsten.  
Die Steuerung muss so gestaltet sein, dass die Verflüssigungstemperatur nur in der Zeitspanne hochgefahren wird, solange die Abwärme genutzt wird.

## Wirtschaftlichkeitsrechnung

Eine einfache Wirtschaftlichkeitsrechnung (Investitionskosten, Betriebskosten) ist hilfreich. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung ist nebst den Investitionen auch der Preis für die Abwärme (siehe Grafik unten) zu berücksichtigen.

## Wärmepreis einer Abwärmenutzung



Grafiken gelten für Kolbenverdichter,  
Q<sub>0</sub> = 98 kW, R134a, -10/+20 ... 60 °C;  
Der Wärmepreis (Abwärme) ist an den roten Linien ablesbar.  
Quelle: Abgeleitet aus SSP Kälteplaner, Schweiz

Wird bei der Planung berücksichtigt.



## 3 Fachgerechte Planung der Anlage

**In der Planungsphase entscheidet sich, ob eine Kälteanlage betriebsicher, wirtschaftlich, energieeffizient und umweltfreundlich arbeiten kann. Die Planung sollte sich stets am aktuellen Stand der Technik orientieren.**

### Dimensionierungsgrundsätze

- Die Anforderungen, die Randbedingungen und die Dimensionierung der Anlage sollten gemeinsam mit dem Kunden ausführlich besprochen und festgelegt werden.
- Abhängig vom Lastprofil, von der Anzahl und Leistung der Kühlstellen kann der Einsatz von mehreren Verdichtern oder separaten Anlagenteilen von Vorteil sein.
- Vorherrschende Betriebsbedingungen (Normalbetrieb) und mögliche extreme Betriebszustände sowie die maximale Kühllast sind zu ermitteln.
- Das Vermeiden zeitgleicher Kühllastspitzen mehrerer Verbraucher ermöglicht eine Reduzierung der zu installierenden Kälteleistung.
- Reserven und Redundanzleistungen sind jedoch einzuplanen.
- Wärmeübertrager sind so zu dimensionieren, dass die Temperaturdifferenzen möglichst klein gehalten werden.
- Für Klimaanwendungen (Wasserkühlung) sollte die freie Kühlung – wenn möglich – vorgesehen werden.

### Anforderungen an die Regelung

- Die Verdichterregelung passt die Kälteleistung an den Kühlbedarf an. Von den dafür vorhandenen Möglichkeiten zur Regelung ist die für den Einsatzfall energetisch günstigste zu bevorzugen.
- Die Verflüssigungstemperatur sollte der Außentemperatur folgen. Einsatzgrenzen von Verdichtern und Arbeitsbereiche von Expansionsventilen können diese Zielsetzung einschränken.
- Hilfsantriebe (z.B. Pumpen, Ventilatoren, Heizungen) sind wenn möglich bedarfsabhängig zu betreiben.
- Die Wechselwirkung zwischen Antriebsleistung für Pumpen oder Lüfter (Fluidtransportaufwand für Kühlwasser oder Kühlluft) und Änderung der Antriebsleistung für die Verdichter sind gemäß VDMA-Einheitsblatt 24247-2 „Energieeffizienz von Kälteanlagen, Teil 2: Anforderungen an das Anlagenkonzept und die Komponenten“ zu bewerten.
- Ein Mischen von Kühlwasser unterschiedlicher Temperaturen ist nur vertretbar, wenn Alternativen (z.B. mehrere Einzelanlagen) energetisch ineffizienter sind.



**Anforderungen an die Einzelkomponenten**

- Für Wärmeübertrager sind Temperaturdifferenzen gemäß VDMA 24247-8 „Energieeffizienz von Kälteanlagen, Teil 8: Komponenten-Wärmeübertrager“, anzustreben.
- Für trockene Verdampfung sind zur Realisierung möglichst kleiner Temperaturdifferenzen elektronische Einspritzventile EEV zu bevorzugen.
- In einem Verbund mehrerer Verdichter sollte zumindest ein Verdichter eine energieeffiziente stufenlose Teillastregelung, z.B. Drehzahlregelung, haben.
- Im Kälteträgersystem (z.B. Kaltwassersysteme) sind die Pumpen bedarfsgerecht zu regeln.
- Die Wechselwirkung zwischen Temperaturdifferenz im Kälteträger und Umwälzpumpenleistung (Fluidtransportaufwand) sollte gemäß VDMA 24247-2 „Energieeffizienz von Kälteanlagen, Teil 2: Anforderungen an das Anlagenkonzept und die Komponenten“ bewertet werden.
- Ventilatoren und Pumpen sollten drehzahlgeregelte EC-Motoren haben.
- Es sollten Motoren der Effizienzklasse IE3 oder IE4 eingesetzt werden.

EC-Energieklasse	IEC Code	EFFCode	NEMA
Super Premium Efficiency	IE4		
Premium Efficiency	IE3		NEMA Premium
High Efficiency	IE2	EFF1	EPAct
Standard Efficiency	IE1	EFF2	
Below Standard Efficiency		EFF3	

Tabelle: Übersicht der IEC-Energieklassen und verschiedener Effizienz-Codes

**Anforderungen an die Abtauung**

Die Art der Abtauung sollte nach folgender Systematik bestimmt werden:

Bei Kühlern, die in Räumen mit mehr als 4 °C Raumtemperatur installiert sind, ist eine Umluftabtauung anderen Varianten vorzuziehen. Ist die Raumtemperatur tiefer als 4 °C oder eine Umluftabtauung aus anderen Gründen nicht möglich, ist zu prüfen, ob eine Abwärmenutzung möglich ist, z.B. eine Warmglykol-Abtauung oder wenn das nicht möglich ist, eine Heißgas-Abtauung oder eine kombinierte Heißgas-Elektro-Abtauung. Andernfalls ist eine elektrische Abtauung zu wählen. Der Abtauvorgang sollte in jedem Falle bedarfsgerecht erfolgen (Bedarfsabtauung).

**Anmerkung**

VDMA Einheitsblätter können über den Beuth Verlag, 10772 Berlin, Telefon 030/2601-2260, Fax: 030/2601-1260 bezogen werden.

## 4 Wärmedämmung

Kalte Rohrleitungen und Armaturen sind mit einer geeigneten dampfdichten Wärmedämmung zur Verhinderung von Wärmeeintrag und Tauwasserbildung zu versehen und dicht auszuführen.

**Die Dämmstärke wird nach folgendem Verfahren bestimmt:**

- Bestimmung der notwendigen Dämmstärke für Tauwassersicherheit
- Bestimmung der notwendigen Dämmstärke zur Minimierung des Wärmeeintrages („Kälteverluste“) anhand der Fluidtemperatur, des Leitungsdurchmessers und der Umgebungsbedingungen

Wurde bei der Planung berücksichtigt.



## 5 Anlagenüberwachung, Fernüberwachung von Kälteanlagen

Für einen sicheren Betrieb, vorbeugende Instandhaltung und zur Minimierung der Betriebskosten sollte über eine Datenverbindung eine Fernüberwachung der Kälteanlage durch einen Fachbetrieb und/oder den Betreiber möglich sein. So können z.B. Energieverbräuche und Temperaturen der Kühlstellen beobachtet und ein Handlungsbedarf frühzeitig festgestellt werden. Dafür muss die Kälteanlage mit geeigneter Sensorik ausgerüstet sein.

### Mindestanforderungen

Zur Betriebsdatenerfassung und -aufzeichnung sowie für die Optimierung des Betriebs der Kälteanlage sind mindestens erforderlich:

- Separater Stromzähler für die gesamte Kälteanlage (inkl. Hilfsantriebe)
- Betriebsstunden- und Einschalthäufigkeitszähler für jeden Verdichter

### Empfehlung

Weitere separate Stromzähler oder Betriebsstundenzähler für Hilfsantriebe (Pumpen, Ventilatoren, Abtauheizung etc.)

### Anlagen mit Sekundärkreislauf (z.B. Kaltwassersatz)

Es sind zusätzlich einzubauen:

- Temperatursensoren am Ein- und Austritt des Sekundärkreislauf des Verdampfers
- Falls ein Wärmezähler noch nicht eingebaut wird, sollte ein Pässstück für späteren Einbau vorgesehen werden.

Mit den erfassten Messdaten lassen sich die Energieeffizienz-Zahlen und der Effizienzgrad der Kälteanlage detailliert bestimmen (siehe VDMA-Einheitsblatt 24247-2 „Energieeffizienz von Kälteanlagen, Teil 2: Anforderungen an das Anlagenkonzept und die Komponenten“).

Zur Berechnung kann das „Effizienztool“ (Berechnungsmodell zur Umsetzung der in VDMA 24247 entwickelten Energieeffizienzkriterien von Kälteanlagen) des Forschungsrats Kältetechnik e.V. genutzt werden ([www.fkt.com](http://www.fkt.com)).

Wird bei der Planung berücksichtigt.



### Anmerkung

VDMA Einheitsblätter können über den Beuth Verlag, 10772 Berlin, Telefon 030/2601-2260, Fax: 030/2601-1260 bezogen werden.

## 6 Kältemittelwahl

**Das Kältemittel beeinflusst die Umweltbelastung (Klimaerwärmung), den Stromverbrauch und die Wirtschaftlichkeit der Kälteanlage.**

### **Natürliche Kältemittel: Warum?**

Obwohl natürliche Kältemittel in Bezug auf Umweltbelastung und Wirtschaftlichkeit meist die richtige Wahl sind, können sie nicht in jedem Fall eingesetzt werden, da die für den Kältekreislauf erforderlichen Komponenten nur mit erhöhtem Aufwand verfügbar sind oder erhöhte Sicherheitsanforderungen einzuhalten sind.

Die Vergangenheit zeigt, dass chemische Substanzen aufgrund ihrer globalen Wirkung auf die Umwelt immer wieder ersetzt werden mussten:

- Die Verwendung von z.B. R11, R12 ist auf Grund des Montreal - Protokolls verboten.
- Das Verwenden von HFCKW (z.B. R22) zu Servicezwecken ist seit 2015 verboten.
- In der F-Gas-Verordnung (EU) Nr. 517/2014 sind GWP-Obergrenzen festgelegt, die Nachfüllen und den Einsatz von Kältemitteln beschränken oder sogar verbieten.

Mit einer sorgfältigen, weitsichtigen Auswahl des Kältemittels wird der Betreiber in der Zukunft vor teuren Umrüstungen geschützt.

Bei der Auswahl des Kältemittels müssen die Vorgaben der Chemikalien-Klimaschutz-Verordnung und der Chemikalien-Ozonschicht-Verordnung eingehalten werden.

Für die jeweilige Anwendung ist das geeignete Kältemittel auszuwählen. Die Wahl sollte auf ein Kältemittel mit niedrigem Treibhauspotential (GWP) fallen, vorrangig auf ein natürliches Kältemittel, wie z.B. R744, R717 oder R290.

In diesem Zusammenhang sind folgende Aspekte wichtig:

- Umweltbelastung, speziell das Global Warming Potential (GWP) des Kältemittels
- Sicherheits-, Arbeitsschutz- und Gesundheitsanforderungen
- Service- und Schulungsanforderungen
- Verfügbarkeit und Kosten

### **Umbau und/oder Erweiterung bestehender Kälteanlagen**

In einer Anlage, die noch fluorhaltige Kältemittel (FCKW / HFCKW / HFKW) verwendet, ist die Austauschbarkeit des bestehenden Kältemittels zu klären.

- Ist eine Umrüstung technisch möglich (z.B. Drucklagen, Öl)?
- Welche Kosten verursacht eine Umrüstung?

Alternativ zu Umbau und/oder Erweiterung ist ein Neubau im Rahmen einer Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtung zu bewerten.

Dadurch lässt sich das Gesamtsystem incl. Abwärmenutzung neu gestalten und energetisch optimieren.

Wird bei der Planung berücksichtigt.



## 7 Treibhausgasemissionen

**Die Planung von Kälteanlagen sollte eine Berechnung des Total Equivalent Warming Impact (TEWI) beinhalten.**

**Der TEWI - Wert zeigt auf, welche Treibhausgasemissionen eine Kälteanlage über ihre zu erwartende Lebensdauer verursacht. Diese Betrachtung ermöglicht eine Bewertung von unterschiedlichen Anlagentypen bezüglich der Ökoeffizienz.**

Die Treibhausgasemissionen einer Kälteanlage setzen sich aus den direkten CO<sub>2</sub>- Emissionen (Kältemittelverluste während des Betriebs und beim Zurückgewinnen des Kältemittels) und aus indirekten CO<sub>2</sub>- Emissionen (Energiebedarf) zusammen.

### **Berechnung des TEWI**

Zur Berechnung des TEWI sind Leckagen während des Betriebes, Recycling-Verluste und Stromverbrauch zu bestimmen.

Die standardisierte Berechnung hilft dem Kunden, die Umweltbelastung unterschiedlicher Anlagen zu beurteilen.

Die Berechnung des TEWI ist in EN 378-1 dargestellt, siehe auch [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch) .

**Die Berechnung des TEWI der verschiedenen Anlagenkonzepte und Kältemittel liegt den Planungsunterlagen der Kälteanlage bei und wurde dem Kunden erklärt.**



## 8 Stromverbrauch

**Je nach Anlagentyp machen die Stromkosten bis zu 90 % der Gesamtkosten während der gesamten Lebensdauer einer Kälteanlage aus. Somit können sich Investitionen in eine teurere, aber effizientere Kälteanlage schon nach kurzer Zeit auszahlen.**

Daher ist bei der Planung von Kälteanlagen eine Berechnung des Stromverbrauchs der Kälteanlage (Verdichter und Hilfsbetriebe) sinnvoll, so dass jahreszeitliche Einflüsse und Warenumsatz auf Kältebedarf und Stromverbrauch berücksichtigt werden.

Die Planungsunterlagen sollten eine Berechnung der Jahres-Energieeffizienz beinhalten.

Dazu sind folgende Annahmen möglichst realitätsnah zu treffen:

- Kühllast-Charakteristik, z.B. in Abhängigkeit der Außentemperatur (kWh/a)
- standortabhängige Jahresaußentemperatur-Charakteristik für den Verflüssiger / Rückkühler

Für die Berechnung der Jahres-Energieeffizienz sollte das „Effizienztool“ des Forschungsrats Kältetechnik e.V. verwendet werden.

### Bestimmung des Stromverbrauchs (Verwendung des „Effizienztools“, [www.fkt.com](http://www.fkt.com))

Das „Effizienztool“ erlaubt eine Abschätzung des Stromverbrauchs für die geplante Kälteanlage unter Berücksichtigung des saisonalen Kühllastbedarfes in Abhängigkeit der Außentemperatur.

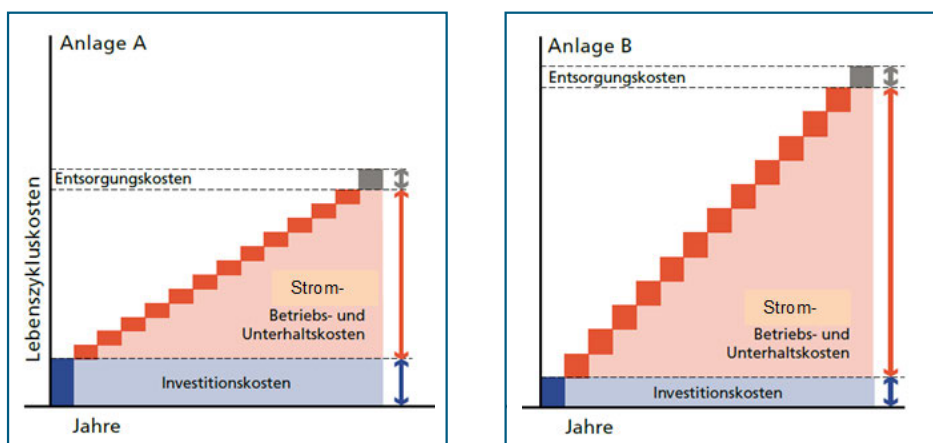


Abb. 1:  
Die Anlage A mit leicht höheren Investitionskosten, aber niedrigeren jährlichen Stromkosten, weist deutlich geringere Lebenszykluskosten auf als die hinsichtlich der Anschaffungskosten günstigere Anlage B mit höheren jährlichen Stromkosten.

Die Planungsunterlage sollte die Berechnung der Jahres-Energieeffizienz verschiedener Anlagenkonzepte beinhalten.



## 9 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

**Für eine Kälteanlage fallen Investitions-, Instandhaltungs- und Betriebskosten – z. B. für Strom und Wasser – in unterschiedlicher Höhe an. Die Planungsunterlagen sollten diese Kostenblöcke für eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über die gesamte Laufzeit berücksichtigen.**

Für jede mögliche Anlagenkonfiguration können die Investitionskosten und die jährlichen Betriebskosten der Kälteanlage abgeschätzt werden. Dazu kann das „Effizienztool“ des Forschungsrats Kältetechnik e.V. genutzt werden.

Darin sind die Rahmenbedingungen zu definieren, damit die Betriebskosten verschiedener Anlagenkonfigurationen vergleichbar sind.

Die jährliche Abschreibung hängt u.a. von der geplanten Nutzungsdauer (Lebensdauer) ab.

### Lebensdauer der Anlage

In Abstimmung mit dem Betreiber ist die Lebensdauer der Kälteanlage abzuschätzen.

In der Schweiz werden beispielsweise folgende durchschnittliche Lebensdauern für spezifische Anwendungen angenommen:

- Supermarkt 12 Jahre
- Industrie 20 Jahre
- Gewerbekälte 15 Jahre
- Klimakälte 15 Jahre

(Quelle: „Kampagne effiziente Kälte“, Schweiz)



## Stromkosten

Die Stromkosten (vgl. dazu Punkt 7 in diesem Dokument) werden aus Verbrauch und aktuellem Strompreis berechnet.

Bei unterschiedlichen Tages- und Wochentarifen für Strom wird aufgrund der angenommenen Betriebszeiten ein Mischtarif berechnet. Prognostizierte Strompreisänderungen werden nicht berücksichtigt.

## Instandhaltungskosten (IK)

Dafür werden pro Jahr 3 % der Investitionskosten angenommen (siehe DIN 31051).

## Kapitalzinsen

Kapitalzinsen werden in der Berechnung nicht berücksichtigt. Unberücksichtigt bleiben auch Abschreibungen auf die Investition.

## Berechnung der jährlichen Kosten

Die jährlichen Kosten der Kälteanlage werden wie folgt berechnet:

$$\text{Kosten} = \frac{\text{Investitionskosten}}{\text{Lebensdauer}} + \text{Stromkosten} + \text{IK}$$

Zur Berechnung der jährlichen Stromkosten kann das „Effizienztool“ des Forschungsrats Kältetechnik e.V. verwendet werden.

**Für eine detailliertere Wirtschaftlichkeitsrechnung müssen veränderliche Kapitalkosten und prognostizierte Strompreisänderungen zusätzlich berücksichtigt werden.  
Die Planungsunterlagen enthalten eine Wirtschaftlichkeitsrechnung.**



# 10 Inbetriebnahme, Optimierung, Bedienungshandbuch

**Kälteanlagen, die fachgerecht geplant, bei der Inbetriebnahme richtig einreguliert und optimiert werden, laufen betriebssicher, wirtschaftlich und umweltfreundlich. Deshalb ist die Inbetriebnahme durch einen Fachmann vorzunehmen.**

## Fachgerechte Inbetriebnahme

Zusätzlich zur üblichen Inbetriebnahme sind folgende Punkte zur Einregulierung zu beachten:

- Einstellen von möglichst hohen, bedarfsgerechten Verdampfungstemperaturen
- Einstellen von möglichst tiefen, bedarfsgerechten Verflüssigungstemperaturen
- Wenn Expansionsventile benutzt werden, ist die Überhitzung optimal einzustellen. An Luftkühlern sollten Expansionsventile so eingestellt werden, dass die Gesamtüberhitzung möglichst dem 0,65-fachen Wert der Lufteintritts-Temperaturdifferenz entspricht. Die Überhitzung ist während des Betriebs zu überprüfen. An elektronischen Einspritzventilen können in der Regel kleinere Überhitzungen eingestellt werden.
- Die Bedarfs-Abtasteuerung ist einzustellen.
- Für Klimakälte ist der Freigabewert für Kühlung (Kühlgrenze) möglichst hoch einzustellen.
- Es ist sicherzustellen, dass Heiz- und Klimabetrieb in einem Raum gegeneinander verriegelt sind.
- Am Klimaregler ist die Kühlkurve so einzustellen, dass sie sich den unterschiedlichen Außentemperaturen im Sommer und im Winter automatisch anpasst.
- Ein Hochmischen des Kaltwassers ist zu verhindern (Klimakälte, Rückkühlung).
- Es ist sicherzustellen, dass die Verbraucher nur in Betrieb sind, wenn sie benötigt werden.
- Als Dokumentation ist ein Anlagenprotokoll zu erstellen, z.B. gemäß EN 378.

## Optimierung der Anlage

Nach Inbetriebnahme der Kälteanlage ist eine Optimierung vorzusehen. Dabei sind alle bei der Inbetriebnahme eingestellten Werte bezüglich Funktion und minimalem Energieverbrauch zu überprüfen und ggf. nachzujustieren.

## Bedienungshandbuch für den Betreiber

Die Planungsunterlagen enthalten ein bedarfsgerechtes Bedienungshandbuch (siehe auch EN 378).

Es informiert über:

- Aufbau und Funktion der Kälteanlage
- Kältemittel: Kontrollzyklen Dichtigkeitsprüfung
- Verhalten bei Leckagen
- Sicherheitstechnische Einrichtungen
- Verhalten bei Störungen
- Möglichkeiten zur Überprüfung und Erhöhung der Energieeffizienz der Anlage
- Möglichkeiten, die der Betreiber und die einzelnen Nutzer haben, den Stromverbrauch zu reduzieren
- Betriebsoptimierung, Laufzeiten, Temperaturniveau
- Regelmäßige Wartungsarbeiten (Reinigung Wärmeübertrager, Rückkühler, Ventilatoren etc.)

**Der Leitfaden zur Planung von Kälteanlagen sieht eine fachgerechte Inbetriebnahme und Optimierung vor, welche die oben aufgeführten Punkte umfasst.  
Der Betreiber wird bedarfsgerecht informiert.**



# 11 Serviceleistungen während des Betriebs

**Richtiger Betrieb und kontinuierliche Instandhaltung sichern die Energieeffizienz der Kälteanlage. Gut gewartete Kälteanlagen brauchen spürbar weniger Strom und entlasten die Umwelt.**

Instandhaltungsmaßnahmen dürfen nur durch sachkundiges Personal ausgeführt werden, das dafür qualifiziert ist (vgl. EN 13313).

## Der jährliche Kälte-Check

Mit dem jährlichen Kälte-Check lässt sich das aktuelle Niveau der Kälteanlage in Bezug auf Planung und Erstinbetriebnahme überprüfen.

Dafür liegen Checklisten vor (siehe VDMA 24186-3: 2002-09 „Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden, Teil 3: Kältetechnische Geräte und Anlagen zu Kühl- und Heizzwecken“). Diese Checklisten sind mit dem Betreiber zu besprechen.

Der Leitfaden zur Planung der Kälteanlage sollte darlegen, welche Serviceleistungen für die neue Kälteanlage benötigt werden.

Sollte zum Zeitpunkt der Planung noch nicht geklärt sein, wer die Anlage künftig betreiben wird, ist dieser Teil zur Wartung vor der Inbetriebsetzung an den Betreiber zu übergeben.

**Serviceleistungen sind im Leitfaden zur Planung der Kälteanlage dargestellt und an die spezifischen Kundenbedürfnisse angepasst.**



### Anmerkung

VDMA Einheitsblätter können über den Beuth Verlag, 10772 Berlin, Telefon 030/2601-2260, Fax: 030/2601-1260 bezogen werden.

Weitere Informationen zu Energie- und Kosteneffizienz finden Sie unter [www.kwt.vdma.org/Energieeffizienz](http://www.kwt.vdma.org/Energieeffizienz).

## Der „Leitfaden zur Planung von Kälteanlagen, Grundlagen“

- ist mit freundlicher Genehmigung des Bundesamtes für Energie der Schweiz (BFE) entstanden. Der Arbeitskreis Energieeffizienz von Kälteanlagen des VDMA dankt dem Schweizerischen Verein für Kältetechnik (SVK) für die Möglichkeit, die Dokumente der „Kampagne effiziente Kälte“ nutzen zu dürfen.
- orientiert sich in Form und Inhalt an dem Dokument des Schweizerischen Vereins für Kältetechnik (SVK) „Grundlagendokument zur Leistungsgarantie Kälteanlagen“.
- führt systematisch zu den für Planung und Betrieb einer energieeffizienten Kälteanlage relevanten Fragen.
- sensibilisiert Planer, Installateure und Betreiber von Kälteanlagen für das Thema Energieeffizienz und hilft, ihre Kompetenzen zu stärken.
- ist in Zusammenarbeit von Kälteindustrie (VDMA, Forschungsrat Kältetechnik e.V.), Kälteanlagenbauerhandwerk (BIV), Kühlhausbetreibern (VDKL) und zugelassenen Überwachungsstellen (TÜV SÜD Industrie Service GmbH) entstanden.

In Cooperation



## **Herausgeber**

### **VDMA**

Allgemeine Lufttechnik  
Kälte- und Wärmepumpentechnik

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1277  
Fax +49 69 6603-2277  
E-Mail [karin.jahn@vdma.org](mailto:karin.jahn@vdma.org)  
Internet [kwt.vdma.org](http://kwt.vdma.org)

### **Redaktion**

Dr. Karin Jahn

### **Layout**

DesignStudio

### **Produktion**

h. reuffurth gmbh, Mühlheim am Main

### **Bildnachweis**

Titel Fotolia/contrastwerkstatt  
Seite 9 Bundesinnungsverband des Deutschen Kälteanlagenbauerhandwerks  
Seite 12 Bundesinnungsverband des Deutschen Kälteanlagenbauerhandwerks

© Copyright by  
VDMA  
Allgemeine Lufttechnik

**VDMA**

Allgemeine Lufttechnik  
Kälte- und Wärmepumpentechnik

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1277  
Fax +49 69 6603-2277  
E-Mail [karin.jahn@vdma.org](mailto:karin.jahn@vdma.org)