



ENERGIEINSTITUT
DER WIRTSCHAFT GmbH



B₄C – Business for Climate

Unternehmen profitieren vom Klimaschutz

**KÜHLEN MIT SONNENENERGIE & ABWÄRME
EINE OPTION FÜR IHR UNTERNEHMEN?**



Werte Leserinnen und Leser!

Bild: Andreas Scheiblecker



Bedingt durch den Klimawandel, der sich auch in Österreich in den letzten Jahren mit einer starken Zunahme an extremen Wetterphänomenen wie Stürmen, sintflutartigen Regenfällen und Hitzetagen bemerkbar macht, erlangt die Klimatisierung von Räumen sowohl im privaten als auch im gewerblichen Bereich eine immer größere Bedeutung. Während eine Kühlung des privaten Wohnbereichs im Sommer als optionaler Komfort betrachtet werden kann, so sollten an Arbeitsplätzen gewisse klimatische Bedingungen eingehalten werden, um die Produktivität nicht zu gefährden.

Bild: Mario Jandrovic



Für Gewerbe und in der Industrie ist aufgrund steigender Jahrestemperaturen nicht nur ein steigender Bedarf an Gebäudekühlung, sondern auch an Gewerbe- und Industriekälte absehbar. Der Kühlbedarf und damit der für die konventionelle Kühlung notwendige Stromverbrauch werden sich in Österreich Prognosen zufolge bis 2030 nahezu verdoppeln.

Um diesen erwarteten Anstieg des Strombedarfs zu dämpfen, wird es einerseits immer wichtiger, den Kühl- und Kältebedarf für Gebäude und Anlagen durch bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen so niedrig wie möglich zu halten. In manchen Fällen kann so die Installation einer Kühlung komplett vermieden werden. Andererseits sollte ein möglichst hoher Anteil des verbleibenden Bedarfs durch alternative Kühlsysteme mit lokal vorhandener erneuerbarer Energie oder Abwärme als Energiequelle gedeckt werden.

Diese Broschüre bietet einen speziell auf Unternehmen zugeschnittenen Einstieg in das Thema.

Ein Überblick über die Anwendungsgebiete von Kühllösungen mit Solarenergie und mit Abwärme, Praxisbeispiele von Betrieben und deren Erfahrungen, Infos zur Wirtschaftlichkeit, und Hinweise zu Förderungen und innovativen Finanzierungsformen sollen Ihnen eine erste Einschätzung erlauben, ob Kühlen mit der Kraft der Sonne oder mit Abwärme auch für Ihren Betrieb eine Option sein könnte.

Angaben zu Ansprechpartnern und Förderstellen erleichtern Ihnen die ersten Schritte auf dem Weg zur Umsetzung.

Ingmar Höbarth

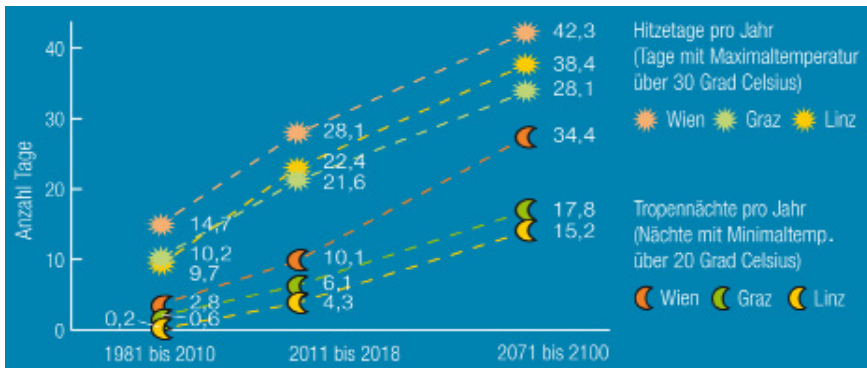
Geschäftsführer
Klima- und Energiefonds

Sonja Starnberger

Geschäftsführerin
Energieinstitut der Wirtschaft GmbH

Inhalt

Kühlen mit Sonne oder Abwärme Eine Option für Ihr Unternehmen?	4
Kälte aus Sonne und Wärme: Anwendungen & Temperaturen	5
Thermische Kühlung	6
Systemkomponenten einer Anlage mit Absorptionskältemaschine	7
Systemkomponenten einer Kühlung mit DEC-Anlage	8
Kälteerzeugung mit Solarkollektoren oder Abwärme: Vorteile	9
Faktoren der Wirtschaftlichkeit von Absorptionskälte	11
Gute Voraussetzungen für thermische Kälteanlagen	13
Thermische Kälteerzeugung: Praktische Erfahrungen	15
Kühlung mit PV-Unterstützung	18
Vorteile PV-unterstützter Kühlung	18
Faktoren für die Wirtschaftlichkeit	19
PV-unterstützte Kühlung: Praktische Erfahrungen	23
Innovative Finanzierung nachhaltiger Lösungen	25
Was versteht man unter Contracting?	25
Was versteht man unter Crowdfunding?	27
Wie kann der Kühlbedarf reduziert werden?	30



Hitzetage und Tropennächte in Städten werden weiter stark zunehmen;
 Prognose bei geringen Anstrengungen im Klimaschutz.

Datenbasis: Climate Change Center Austria (CCCA), Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) • Grafik: VCÖ / EIW

KÜHLEN MIT SONNE ODER ABWÄRME EINE OPTION FÜR IHR UNTERNEHMEN?

Verschiedene Arten von Wärmequellen können zum Kühlen genutzt werden, und ebenso auch Solarstrom:



Hochleistungs-Sonnenkollektoren erzeugen Heißwasser mit über 65° C, und das dient als Antriebsenergie für eine thermisch betriebene Kältemaschine (Absorptions- oder Adsorptions-kältemaschine), oder es wird als Regenerationswärme in einer DEC-Anlage* genutzt.



Photovoltaikanlagen wandeln die Energie der Sonne in Strom um. Diese ohne CO₂ Emissionen und vor Ort produzierte Elektrizität wird direkt als Antriebsenergie zum Kühlen mit Split-Geräten, Wärmepumpen oder Kompressionskältemaschinen genutzt.



Abwärme eignet sich auch als Antriebsenergie für thermische Kälteanlagen. Bei entsprechendem Temperaturniveau kann überschüssige Wärme aus unterschiedlichen Quellen eingesetzt werden – betriebliche Abwärme ebenso wie Abwärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder Fernwärme.

Vor einer Entscheidung für ein nachhaltiges Kühlsystem stellen sich für ein Unternehmen einige wesentliche Fragen:

- * Welche Lösungen stehen zur Verfügung?
- * Was sind die Vor- und Nachteile gegenüber konventioneller elektrischer Kälteerzeugung?
- * Was sind Voraussetzungen und gute Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb?
- * Welche Erfahrungen haben andere Unternehmen damit schon gemacht?
- * Und natürlich: Was ist, wenn die Sonne nicht scheint?
- * Wo finde ich mehr Informationen und wer kann mir weiter helfen?

Diese Broschüre soll kompakte, klare Antworten auf die gestellten Fragen geben. Vorerst wird auf thermische Kältemaschinen eingegangen, im Anschluss daran auf PV-unterstützte Kühlung.













*) Das Kürzel DEC (Desiccative and Evaporative Cooling – Kühlen durch Trocknung und Verdunstung) hat sich auch im deutschsprachigen Raum eingebürgert.

Kälte aus Sonne und Wärme: Anwendungen & Temperaturen

Für welche Anwendungsbereiche und Temperaturniveaus eignen sich die unterschiedlichen Technologien am besten?



Nachhaltige Kühllösungen im Überblick

Einsatzgebiet	System	Alternative Energiequellen	
Klimakälte (Gebäude- kühlung) Kälte- temperatur 5° bis 20° C	DEC-Anlage	 Solarkollektor > 60° C	 Abwärme > 60° C
	Adsorptions- kältemaschine	 hocheffizienter Solarkollektor > 65° C	 Abwärme > 65° C
	Absorptionskälte- maschine (Wasser / Lithiumbromid)	 hocheffizienter Solarkollektor > 75° C	 Abwärme > 75° C
	Mono- oder Multi-Split- Klimaanlage		
	Wärmepumpe mit aktivem Kühlbetrieb	 Photovoltaik	
	Kompressor- Kältemaschine		
Gewerbekälte Kälte- temperatur 5° bis -10° C	Absorptions- kältemaschine (Ammoniak / Wasser)	 hocheffizienter Solarkollektor > 90° C	 Abwärme > 90° C
	Kompressor- Kältemaschine	 Photovoltaik	
Gewerbe- / Industriekälte Kälte- temperatur -10° bis -50° C	Absorptions- kältemaschine (Ammoniak / Wasser)	 Abwärme > 120° C	
	Kompressor- Kältemaschine	 Photovoltaik	

THERMISCHE KÜHLUNG

Für die thermische Kälteerzeugung kommen Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen sowie DEC-Anlagen zur Anwendung. Während bei konventionellen Kältemaschinen Strom für die Kühlung benötigt wird, funktioniert diese bei der thermischen Kälteerzeugung hauptsächlich mittels Wärmezufuhr.

Absorptionskältemaschinen stehen für einen großen Leistungsbereich zur Verfügung, und sie erreichen hohe Leistungszahlen, sofern Antriebstemperaturen über 90° C verwendet werden können. Wie bei allen Kältemaschinen entsteht der Kühleffekt durch das Verdampfen eines Kältemittels. Beim Absorptionsprozess wird der Kältemitteldampf im Anschluss von einer Flüssigkeit absorbiert und kann dann durch die Zufuhr von Wärme (solar oder Abwärme) wieder ausgetrieben werden – der Prozess kann so von neuem beginnen.

Adsorptionskältemaschinen sind derzeit nur in einem kleineren Leistungsbereich bis etwa 450 kW erhältlich. Im Vergleich zu Absorptionskältemaschinen können sie mit niedrigeren Temperaturen ab 65° C betrieben werden, die erreichbaren Leistungszahlen* sind jedoch geringer. Beim Adsorptionsprozess wird der Kältemitteldampf an einen Feststoff angelagert (adsorbiert). Auch hier wird das Kältemittel durch Zufuhr von Wärme wieder aus dem Adsorptionsmittel ausgetrieben, und der Prozess kann von neuem beginnen.

DEC-Anlagen sind thermische Systeme zur Raumluftkonditionierung. Der Kühleffekt entsteht durch die geregelte Trocknung und Befeuchtung von Außenluft. Für die Trocknung muss Wärme (Solar oder Abwärme) zugeführt werden. Diese Lüftungsanlagen basieren auf dem Prinzip der Verdunstungskühlung und kommen dann zum Einsatz, wenn in den Sommermonaten kühle Luft für die Klimatisierung von Räumen benötigt wird, die Anschaffung einer Kältemaschine jedoch nicht erwünscht oder notwendig ist.



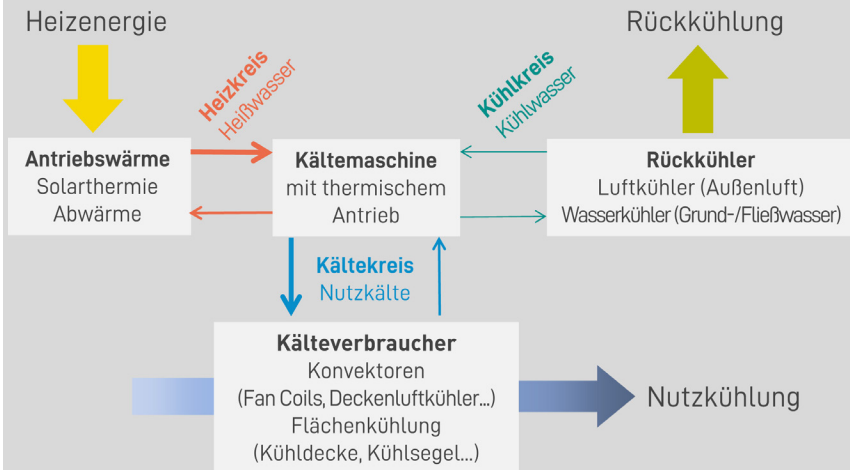
Typische Kenndaten thermischer Kälteerzeuger

	Absorptionskältemaschine	Adsorptionskältemaschine	DEC-Anlage
Leistung	15 - 5.000 kW	8 - 450 kW	16 - 300 kW
Leistungszahl Nennbetrieb:	0,6 - 1,3	0,5 - 0,75	0,9 - 1,5
Kaltwassertemperatur	> 5° C (Kältemittel H ₂ O) < 5° C (Kältemittel NH ₃)	> 5° C	Zulufttemperatur ab 16° C
Antriebstemperaturen	75° C bis 200° C	65° C bis 90° C	60° C bis 85° C

* Bei Sorptionskältemaschinen wird als Effizienzkriterium die Leistungszahl EER_{th} verwendet, die als Verhältnis der Kälteleistung am Verdampfer zur Heizleistung am Austreiber definiert ist.



Systemkomponenten einer Anlage mit Absorptionskältemaschine



Grafik: EIW

Heizenergie: Über einen Hochleistungs-Solarkollektor oder über einen Abwärme-Wärmetauscher wird der Absorptionskältemaschine Antriebswärme zugeführt.

Rückkühlung: Wie auch bei der Kompressionskältemaschine wird für den Betrieb einer Kältemaschine mit thermischem Antrieb eine Rückkühlung benötigt. Falls Oberflächenwasser zur Verfügung steht, kann die Rückkühlung direkt über einen Wärmetauscher erfolgen, ansonsten über offene oder geschlossene Kühlturmsysteme.

Kälteverbraucher: Je nach erforderlicher Kältetemperatur und sonstigen Anforderungen können beispielsweise Deckenluftkühler (Hallen, Kühlräume) oder Kühldecken (Büros) eingesetzt werden.

Kältemaschine: Die zur Verfügung stehende Leistung der Absorptionskältemaschine hängt bei einer gegebenen Baugröße von folgenden Faktoren ab:

- * Temperaturverhältnisse zwischen erforderlicher Nutzkälte und verfügbarer Antriebswärme
- * Rückkühltemperatur, die im Rückkühlsystem erreicht wird

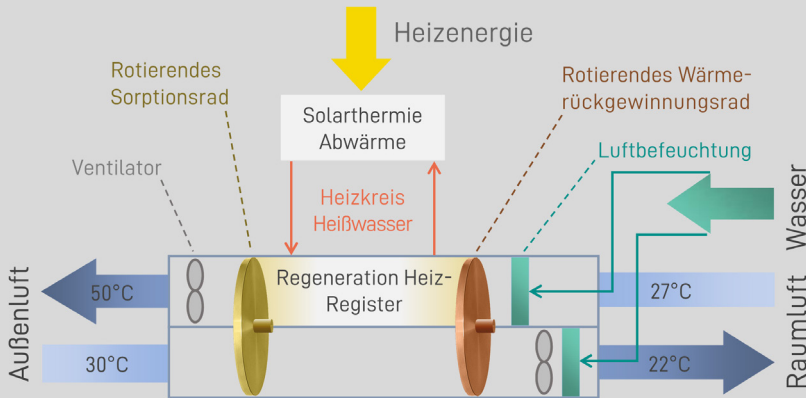


Infos zu Kältemaschinen

Detailliertere Informationen zu Absorptions- und Adsorptionskältemaschinen samt Installationshinweisen: www.aee-intec.at/0uploads/dateien1014.pdf



Systemkomponenten einer Kühlung mit DEC-Anlage



Grafik: EIW

DEC-Anlagen dienen überwiegend als Lüftungsanlagen zur konditionierten Frischluftversorgung von Gebäuden. Die in die Anlage angesaugte Außenluft wird mittels **Sorptionsrad** getrocknet und erwärmt, anschließend gekühlt und befeuchtet. So erreicht man die gewünschte Raum-Zuluft-Temperatur. Die Abluft wird in der DEC-Anlage befeuchtet, in weiterer Folge über ein **Wärmerückgewinnungsrads** und ein Regenerationsheizregister erwärmt und getrocknet. Das DEC-Sorptionsrad muss thermisch regeneriert, also getrocknet werden. Dafür sind Temperaturen zwischen 60° C und 85° C erforderlich. Dieser Regenerationsvorgang kann mittels Solarthermie oder Abwärme erfolgen.



Was passiert, wenn die Sonne längere Zeit nicht scheint?

Für Sorptionskältemaschinen und DEC-Anlagen ist bei der Planung Vorsorge zu treffen für den Fall, dass die Solarkollektoren witterungsbedingt nicht die benötigte thermische Antriebsenergie liefern.

Kurzfristig reduzierte Solarleistung kann mittels **Pufferspeicher** ausgeglichen werden. Wird der in das bestehende Heizsystem eingebunden, kann die zur Kälteerzeugung benötigte Wärme bei Bedarf auch über längere Zeiträume mit dem bestehenden Heizungssystem erzeugt werden (**wärmeseitiges Backup-System**).

Thermische Kältemaschinen werden häufig auf die Kälte-Grundlast ausgelegt. Ist eine durchgehende Kühlung gefordert, sind Ausfallsreserven zu installieren – wie auch bei konventionellen Kälteanlagen. Ein durchgehender Betrieb kann sichergestellt werden durch die Ergänzung der thermischen Kältemaschine mit einer konventionellen Kompressions-Kältemaschine zur Ausfallsreserve und Spitzendeckung (**kälteseitiges Backup-System**).

Kälterzeugung mit Solarkollektoren oder Abwärme: Vorteile gegenüber elektrischer Kälterzeugung

Vorteile im Überblick:

- + Keine umweltbelastenden Kältemittel
- + Deutlich geringerer Strombedarf, nahezu CO₂-freie Kühlung
- + Geringe Lärmentwicklung (keine mechanische Kompression)
- + Geringer Wartungsaufwand
- + Kaum Verschleiß, längere Lebensdauer der thermischen Kältemaschinen
- + Betriebliche Abwärme ist im Regelfall eine nahezu kostenlose Wärmequelle, die auch zum Kühlen genutzt werden kann
- + Das Kühlsystem erfordert keine Erhöhung der elektrischen Anschlussleistung, geringere Spitzenlast notwendig
- + Bei solarer Kühlung fällt der zeitliche Spitzenbedarf für die Gebäudekühlung typischerweise mit dem maximalen Angebot an Solarstrahlung zusammen
- + Bei kombinierter Nutzung (Kühlen, Unterstützung Warmwasser und Heizung) werden Kollektoranlagen ganzjährig besser ausgelastet und damit wirtschaftlicher
- + Alternative Kühlsysteme sind förderfähig im Rahmen der betrieblichen Umweltförderung

Und die Nachteile?

- Höhere Investitionskosten
- Hoher Bedarf an Heißwasser (ab 65 bzw. 75° C) als thermischer Antrieb
- Größerer Platzbedarf für die Anlage selbst und den Rückkühler
- Bei ungleichmäßiger Lieferung des Heißwassers (z.B. Solarkollektoren) ist ein Backup-System erforderlich



Bild: Manner / Oberweger

Dem Süßwarenhersteller Manner ist es ein Anliegen, vorhandene Wärmeenergie kontinuierlich und sinnvoll zu nutzen, so der Energieverantwortliche Christian Frömmel – hier im Bild vor dem hauseigenen Blockheizkraftwerk, dessen Abwärme gemeinsam mit jener der Backöfen für die Absorptionskältemaschine genutzt wird, um einen Teil des Kältebedarfs zu decken – denn der ist etwa fünfmal so hoch wie der Wärmebedarf.

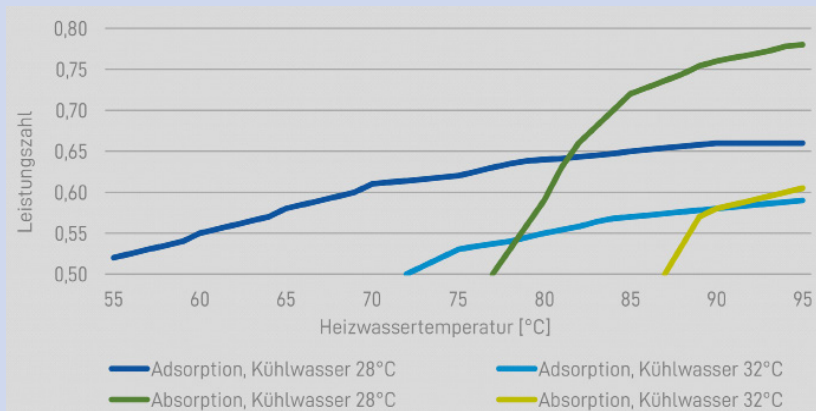
› Mehr dazu & weitere Praxisbeispiele ab [S.16](#)



Was ist vor Anschaffung einer thermischen Kühlung zu beachten?

Wichtige Fragen vor der Anschaffung einer Kühlung mit Solar- oder Abwärme:

- * Kann der Kühlbedarf reduziert werden? (► Tipps dazu auf [Seite 30](#))
- * Welche Kühltemperaturen sollen erzielt werden?
Solarthermische Kühlung eignet sich zwar auch für Anwendungen mit Kaltwassertemperatur von $+5^{\circ}\text{C}$, wirtschaftlich sinnvoll ist jedoch die Verwendung für die Raumkühlung (über $+15^{\circ}\text{C}$).
- * Inwieweit fällt der zeitliche und mengenmäßige Kühlbedarf mit der Verfügbarkeit von Solarwärme oder betrieblicher Abwärme zusammen?
- * Der Einsatz von Solarwärme zur Kühlung ist wirtschaftlich erst ab etwa 100 kW Kühlbedarf (etwa 300 m² Kollektorfläche) sinnvoll. Sind entsprechend große, nicht verschattete Flächen zur Kollektoraufstellung vorhanden?
- * Steht für die Rückkühlung Kaltwasser (Brunnen, Fließgewässer) zur Verfügung? Je niedriger die Rückkühltemperatur, desto effizienter und kostengünstiger die thermische Kühlung.
- * Sofern unterbrechungsfreie Kühlung notwendig ist: Sind Backup-Systeme (Heizung, Kompressionskälte) vorhanden oder müssten diese zusätzlich angeschafft werden?
- * Kann ein Überschuss von Solar- oder Abwärme direkt oder über einen Speicher im vorhandenen Heizsystem genutzt werden?



Generell gilt bezüglich Wirtschaftlichkeit: Je höher die Temperatur der Antriebswärme und je niedriger die Rückkühltemperatur, desto effizienter und kleiner die thermische Kältemaschine (und die Gesamtanlage) und desto geringer die Mehrkosten gegenüber einer Kompressionskälte-Anlage. *Grafik: A. Gassel / EIW*

Faktoren der Wirtschaftlichkeit von Absorptionskälte

Es gibt je nach Anwendung viele unterschiedliche Kombinationen aus benötigtem Temperaturniveau (Prozesskälte, Büroraumkühlung...) einerseits und den gegebenen Voraussetzungen (Gebäude- und Anlagenbestand, individuelle Energiekosten...) andererseits. Die genaue Kenntnis dieser Rahmenbedingungen ist Voraussetzung für die aussagekräftige Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines thermisch angetriebenen Kühlsystems im Vergleich zu einer konventionellen Anlage. Daher bedarf es vor einer Investition jedenfalls einer Beurteilung durch fachkundige Personen (etwa unabhängige Planungsbüros, Anlagenhersteller...).

Die folgenden Abschnitte geben erste Hinweise, unter welchen Voraussetzungen thermische Lösungen besonders vorteilhaft sind.

Investitionskosten

Thermisch betriebene Kälteanlagen weisen höhere Investitionskosten als konventionelle, elektrisch betriebene Kompressor-Kälteanlagen auf. Diese Mehrkosten ergeben sich aus dem höheren Preis von thermisch angetriebenen Kältemaschinen, den hydraulischen und regelungstechnischen Anforderungen und den größeren Rückkühlanlagen.

Die Höhe der Investitions-Mehrkosten hängt wesentlich von der Baugröße der thermischen Kältemaschine ab. Diese ergibt sich aufgrund der erforderlichen Temperatur der Nutzkälte, den Temperaturen der verfügbaren Antriebswärme aus Solarthermie oder Abwärme sowie der verfügbaren Kühlwassertemperatur (Kühlung über Luft oder Wasser). Sinnvoll ist es, die thermische Kälteanlage auf die Kälte-Grundlast zu dimensionieren und dadurch weniger effiziente Teillastzeiten zu vermeiden. Wenn unbedingt erforderlich, können Spitzenlasten mit einer Kompressionskältemaschine (auch aus dem Anlagenbestand) abgedeckt werden.

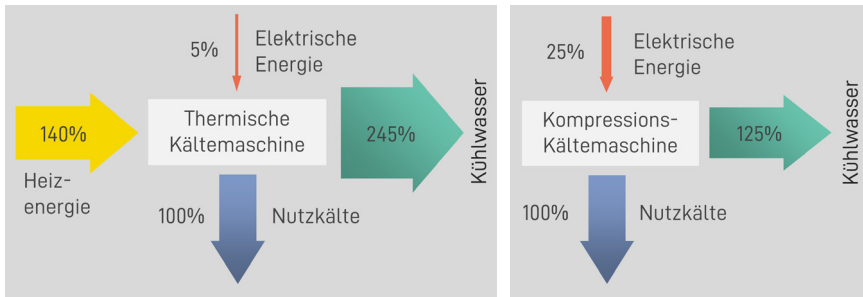
Betriebskosten

Nutzungsdauer, Wartung und Instandhaltung: Thermische Kältemaschinen haben weniger bewegte Teile, daher sind nicht nur die Wartungs- und Instandhaltungskosten geringer, auch die technische Nutzungsdauer von thermischen Kältemaschinen ist wesentlich länger als jene mit Kompressor.

Energie und Betriebsmittel: Um die gleiche Kälteleistung zu erzeugen, benötigt die Absorptionskältemaschine in etwa fünf- bis sechsmal so viel Wärme-Antriebsenergie, wie eine Kompressor-Kältemaschine an elektrischer Antriebsenergie braucht. Auch eine etwa zweimal so hohe Rückkühlleistung ist erforderlich, was einen Mehrverbrauch an Kühlwasser und Zusätzen verursacht.

Dafür können mit einer Absorptionskälteanlage im Vergleich zu einer Kompressionskälteanlage 80 bis 90 Prozent des Gesamtstromverbrauchs (inklusive Pumpen und Regelung) eingespart werden.

Überschüssige Heizenergie kann für die Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden.



Schematische Darstellung der Energieflüsse einer Anlage zur Raumkühlung mit thermischer (li.) und Kompressions-Kältemaschine (re.) • Grafik: EIW

Förderungen

Die von öffentlichen Stellen bereitgestellten Investitionsförderungen helfen, die anfänglichen Mehrkosten der nachhaltigen Kühllösungen zu reduzieren.

Auf Bundesebene sind folgende Förderungen verfügbar:

- * Die **Umweltförderung im Inland** berücksichtigt auch die Anschaffung von **Adsorptions- und Absorptionskältemaschinen** mit Antriebsenergie aus erneuerbaren Energieträgern, industrieller Abwärme oder Fernwärme. Der Förderungssatz beträgt 30 Prozent der Förderungsbasis, unter bestimmten Bedingungen sind Zuschläge möglich.

Neu ist seit Juli 2020 die Förderung für die Errichtung von **Energiezentralen zur innerbetrieblichen Wärme- und Kälteversorgung**. Berücksichtigt wird dabei die technologieübergreifende Kombination besonders innovativer und energieeffizienter Maßnahmen. Mehr dazu auf [Seite 20](#).

- * Der Klima- und Energiefonds unterstützt im Rahmen seines Programms **Solarthermie – Solare Großanlagen** die Errichtung innovativer solarthermischer Anlagen mit einer Kollektorfläche von 100 bis 10.000 m². Die Förderaktion umfasst unter anderem auch die Themenfelder *Solare Prozesswärme* und *Neue Technologien und innovative Ansätze*.

Auch **Förderungen einzelner Bundesländer** stehen zur Verfügung, und sie können teilweise zusätzlich zu den Bundesförderungen beantragt werden.



Mehr zu Förderungen

Der **Förderwegweiser der österreichischen Energieagentur für Energie- und Umweltförderungen** ermöglicht eine Stichwortsuche für Bundes- und Länderförderungen: www.energyagency.at/fakten-service/foerderungen.html

Weitere Details und Links zu Förderungen [› Seite 21](#)

Gute Voraussetzungen für thermische Kälteanlagen

Unter folgenden Rahmenbedingungen ist Kühlung mit Absorptionskältemaschinen wirtschaftlich besonders attraktiv:

- * **Hohe verbrauchsabhängige Stromkosten:** Der größte wirtschaftliche Vorteil eines thermischen Kühlsystems ist die Verringerung des Strombezugs. Je höher daher die vom Energieversorger verrechneten verbrauchs- oder auch leistungsabhängigen Stromentgelte sind, desto höher das Einsparpotenzial (*Mehr dazu auf der nächsten Seite*).
- * **Elektrische Leistungsspitze erreicht:** Ist der vorhandene elektrische Netzanschluss leistungsmäßig weitgehend ausgenutzt, so würde durch ein zusätzliches konventionelles Kühlsystem mehr Anschlussleistung notwendig sein, und das bedeutet zusätzliche Netzzutritts- bzw. Netzbereitstellungskosten. Nicht so bei thermischen Kältesystemen, die wesentlich weniger Strom verbrauchen.
- * **Ungenutzte Abwärme** ist praktisch kostenlos, und bei ihrer Nutzung lassen sich im Vergleich zu Kompressionskälteanlagen bei entsprechender Auslastung und der Inanspruchnahme von Förderungen Amortisationszeiten von unter 10 Jahren erreichen.
- * **Günstig verfügbare Wärme** kann aus Blockheizkraftwerken, von Hochleistungs-Solarkollektoren, bei entsprechenden Angeboten auch aus Nahwärmenetzen oder als Abwärme benachbarter Betriebe bezogen werden. Je höher der Preis der zur Kühlung verwendeten Wärme wird, desto wichtiger sind für den wirtschaftlichen Betrieb die Temperaturverhältnisse von Nutzkälte / Wärmequelle / Kühlwasser sowie die Auslastung der Anlage (etwa der Grundlastbetrieb).
- * **Geringe Kühlwasserkosten:** Bestehende Wasserrechte zur Nutzung von Oberflächenwasser oder Grundwasser bedeuten meist geringe Kühlwasserkosten und hohe Effizienz der thermischen Kältemaschine.
- * **Hohe jährliche Auslastung:** Konstante Kühllast oder Grundlastauslegung und damit lange Laufzeiten wirken sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus.
- * **Einbindung in Bestandsanlage / Anlagenerweiterung:** Bereits bestehende Infrastruktur wie Heizung, Pufferspeicher, Kältemaschinen oder Regelungen reduzieren den Investitionsbedarf für die Integration.
- * **Innovative Finanzierungskonzepte:** Zwei Möglichkeiten werden (› ab [Seite 25](#) detailliert) näher vorgestellt:

Die Finanzierung über **Contracting** reduziert das technische wie auch das finanzielle Risiko – dafür übernimmt der Contractor vertraglich Verantwortung.

Crowdfunding, also die „Schwarmfinanzierung“ über viele kleine Beiträge interessierter Personen, ist eine gute Möglichkeit, Mittel für eine Anfangsinvestition aufzubringen und dies für eine Kundenbindungs- und Marketingkampagne zu nutzen.



Wie berechne ich meine Stromkostensparnis?

Bei thermischen wie auch bei PV-unterstützten Kälteanlagen beruht die Ersparnis zum Großteil darauf, dass weniger Strom vom Energieversorger zugekauft werden muss. Welcher Teil der Stromkosten wird nun durch eine Umstellung reduziert?

Die Gesamtstromkosten setzen sich aus fixen Kosten (unabhängig vom Verbrauch) und variablen Kosten (abhängig vom Stromverbrauch und Spitzenleistungsbedarf) zusammen. **Basis der Einsparung sind nur die variablen Stromkosten je kWh.** Darin enthalten sind...

- * Verbrauchspreis („Arbeitspreis“)
- * Netznutzungsentgelt
- * Netzverlustentgelt
- * Elektrizitätsabgabe
- * Teile des Ökostromförderbeitrags

Diese Daten sind auf der Stromrechnung meist als *verbrauchsabhängig* oder *je kWh* gekennzeichnet – im Gegensatz zu verbrauchsunabhängigen Kosten, die oftmals als Pauschale bezeichnet sind und pro Tag oder Jahr abgerechnet werden.

Die variablen, verbrauchsabhängigen Stromkosten liegen je nach Betriebsgröße und Netzanschluss bei etwa 8 bis 15 Cent / kWh; diese Kosten können als Einsparung für nicht bezogenen Netzstrom angesetzt werden.

Nicht vergessen: Der Tarif für die gelieferte Energie sollte regelmäßig dahingehend überprüft werden, ob er noch den Bedürfnissen des Unternehmens entspricht. Daher ist ein Vergleich mit alternativen Tarifoptionen des eigenen und auch anderer Anbieter ratsam. Verhandeln kann sich hier bezahlt machen! Bei den Netzkosten sowie den Steuern und ähnlichen gesetzlich festgelegten Preisanteilen ist hingegen auch der Lieferant an Vorgaben gebunden.



Zusammensetzung der Stromkosten für einen Gewerbebetrieb mit rund 100.000 kWh Jahresverbrauch.

Grafik: EIW; Datenbasis: E-Control

THERMISCHE KÄLTEERZEUGUNG: PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN

Erfolgreich umgesetzte österreichische Projekte für Kühlung mit Solarthermie oder aus Abwärme illustrieren auf den folgenden Seiten auch die Vielfältigkeit der Einsatzgebiete – von der Bürogebäude-Klimatisierung bis zur Maschinenkühlung.



Solarthermische Kühlung bei der Kral AG in Lustenau

Die **KRAL AG** entwickelt und produziert Schraubenspindelpumpen und Durchflussmesstechnik am Standort Lustenau und hat im Zuge einer Erweiterung des Produktionsareals im Jahr 2012 ein umweltfreundliches und zukunftsfähiges Energieversorgungskonzept umgesetzt.

„Als smartes Unternehmen investieren wir nachhaltig und setzen auf Innovationen. Mit der solaren Kühlung sind wir einerseits energieeffizient, können aber auch Kosten sparen. Im Vergleich zur konventionellen Kühlung können wir den Strombedarf um 70 Prozent senken.“

Roman Wild, Teamleiter Gebäudemanagement

Art der Anwendung:

Solarunterstützte Klimatisierung

Verbraucher Kühlung:

Produktionshalle, Lager, Maschinenkühlung

Bruttokollektorfläche:

553 m² auf dem Sheddach

Speicher:

15 m³ Wärmespeicher, 10 m³ Kältespeicher

Rückkühlung:

Luftkühlung über Kühlturm

Solaranlage:

Direkt durchströmte Vakuumkollektoren

Auslegung Solaranlage:

85° C Heißwassertemperatur

Jährliche Wärmeerzeugung Solaranlage:

240 MWh

Kältemaschine:

Absorptionskältemaschine 150 kW im Grundlastbetrieb, zusätzlich Kompressionskältemaschine zur Spitzenabdeckung bzw. als Backupsystem

Jährliche Kälteerzeugung Absorptionskältemaschine:

72 MWh

Jährlicher Beitrag der Solaranlage für Heizung / Warmwasser:

120 MWh



Bilder: AEE INTEC / Samuel Knabl



Kühlung mit Abwärme bei Manner in Wien

Der traditionsreiche Süßwarenhersteller **Josef Manner & Comp. AG** betreibt seit 2010 an seinem Stammsitz in Wien-Hernals ein eigenes Blockheizkraftwerk, um die Grundlast des Stromverbrauchs selbst abdecken zu können. Der Kältebedarf am Standort ist etwa fünf Mal so hoch wie der Wärmebedarf. Daher wird die bei der Stromproduktion anfallende Abwärme auch dafür genutzt, mit einer 680 kW-Absorptionskältemaschine einen Teil des Kältebedarfs zu decken.

Aus der Abwärme (Abgas) von acht Backöfen wird in Summe eine Wärmeleistung in Höhe von 1.200 kW gewonnen, weitere 1.600 kW aus der Abwärme eines neuen Blockheizkraftwerks. Mit diesen 2.800 kW Abwärme wird eine zusätzliche Absorptionskältemaschine mit 1.600 kW Kälteleistung betrieben, dadurch stehen in Summe 2.300 kW Kälteleistung zur Kühlung der Waffelproduktionsanlagen, der Büroräumlichkeiten sowie der Fertigungs- und Lagerhallen zur Verfügung.

Die Anlage funktioniert problemlos. Beim eventuellen Umbau am zweiten Produktionsstandort würde man ob der guten Erfahrungen ebenfalls Kühlung mittels Abwärmennutzung zum Einsatz bringen.

„Im Vorfeld haben wir die Bestandsanlagen auf Energieeffizienzpotenziale überprüft und aufgerüstet, außerdem eine detaillierte Bedarfserhebung durchgeführt: Das stellt eine optimale Auslegung und einen effizienten Betrieb des neuen Systems sicher.

Sehr wichtig ist bei der Konzepterstellung auch die kontinuierliche und sinnvolle Nutzung der zusätzlich bereitgestellten Energien.“

Christian Frömmel, Leiter des Facility- und Energiemanagements bei Manner

Art der Anwendung:

Kühlen mit Abwärme

Verbraucher Kühlung:

Kühlung von Fertigungshallen, Lagerräumen sowie Büros, Kühlwasser für Produktionsanlagen

Abwärmeleistung:

Blockheizkraftwerk: 1.600 kW
Backöfen: 1.200 kW

Kältemaschine:

2 Absorptionskältemaschinen,
680 und 1.600 kW

Jährliche Kälteerzeugung:

ca. 10 GWh



Absorptionskältemaschine

Bild: Manner / Oberweger



ENERGYbase: DEC-Anlage kühlt Wiener Bürogebäude

Die Wirtschaftsagentur Wien, die heimischen und internationalen Unternehmen Liegenschaften, Gewerbe- und Betriebsgrundstücke bereitstellt, hat beim Passivhausgebäude **ENERGYbase** vor allem auf erneuerbare Energieträger gesetzt, um den fossilen Anteil an Primärenergie so gering wie möglich zu halten. Grundwasser dient zum Heizen und Kühlen, Photovoltaik trägt zur Stromversorgung bei.

Die Solarthermieanlage mit einer Kollektorfläche von 285 m² liefert die gesamte erforderliche Wärmeenergie für die Regeneration der DEC-Lüftungsanlage, die für frische Luft in den Büros und sommers auch für angenehme Temperaturen durch Verdunstungskühlung sorgt. In der kalten Jahreszeit unterstützt sie die Heizanlage.

„Die im Gebäude installierte DEC-Lüftungsanlage läuft sehr zufriedenstellend und liefert über das ganze Jahr ein optimales Raumklima für unsere Nutzer. Im Sommer ermöglicht sie eine energiesparende Entfeuchtung und Kühlung der Raumluft. Im Winter leistet der integrierte Sorptionsrotor zusätzliche Wärmerückgewinnung mit Feuchteübertragung.

Die DEC-Technik ist gewiss eine der aussichtsreichsten Klimatisierungstechnologien zur Einbindung von thermischer Solarenergie. Mit dieser Variante der Sorptionstechnik gelingt es uns, das Gebäude äußerst energieeffizient zu betreiben, das heißt geringe Betriebskosten bei optimaler Raumluftqualität.“

Alexander Schäfer, Immobilienverantwortlicher der Wiener Wirtschaftsagentur

Art der Anwendung:

DEC-Lüftungsanlage

Kälteleistung: 98 kW

Luftmenge: 2 x 8.240 m³ / h

Luftwechselrate Büros: 1,2

Kollektorfläche: 285 m²

Produktion Solaranlage:

70.839 kWh / a

Deckung des Wärmebedarfs der Lüftungsanlage für Kühlung:

100 %

Heizungsunterstützung: 14,5 %

Weitere Informationen:

www.aee-intec.at/0uploads/dateien784.pdf



Bild: Raffaele Logiurato

KÜHLUNG MIT PV-UNTERSTÜTZUNG

Wie funktioniert nachhaltige Kühlung mit Photovoltaik?

Sollte es nicht möglich sein, thermische Kältemaschinen einzusetzen, etwa wegen Platzmangels oder aus betriebstechnischen Gründen, so besteht auch die Möglichkeit, konventionelle, elektrisch betriebene Kälteerzeuger zu verwenden, wie beispielsweise...

- * **Split-Klimageräte** (Raumkühlung)
- * **Wärmepumpen mit Kühlfunktion** (Raum-/Gebäudekühlung)
- * **Konventionelle Kompressionskältemaschinen** (Gebäudekühlung, Gewerbe- und Industriekälte)

... und den Strom dafür zur Gänze oder zum Teil mittels einer Photovoltaik-Anlage und damit klimafreundlich zu erzeugen. Bei richtiger Anlagenauslegung kann die Kühlung dann weitgehend CO₂-neutral erfolgen. Überschüssiger PV-Strom wird anderweitig im Unternehmen genutzt oder ins lokale Stromnetz eingespeist. Sofern die Leistung der PV-Anlage nicht ausreicht, wird der restliche zur Kühlung erforderliche Strom aus dem Netz bezogen.

Vorteile PV-unterstützter Kühlung

Anders als bei thermischer Kälteerzeugung kommen hier keine alternativen Technologien wie etwa Absorptionskältemaschinen zum tragen, es geht vielmehr um konventionelle Kälteerzeugung mittels Kompressorkältemaschinen, jedoch kombiniert mit Stromversorgung aus Photovoltaik.

Vorteile im Überblick:

- + Kühlung mit CO₂-freiem, lokal produziertem Strom
- + Günstige zeitliche Überschneidung von sommerlichem Kühlbedarf und PV-Stromerzeugung
- + Geringere Stromkosten wegen effizienterer Nutzung der PV-Anlage durch sommerlichen Kühlbedarf und die Möglichkeit, den Anteil des direkt nutzbaren PV-Stromes (Eigenversorgungsanteil) zu erhöhen
- + Absicherung gegen mittel- und langfristig steigende Strompreise

Wenn notwendige Voraussetzungen für eine PV-Installation gegeben sind (etwa die Verfügbarkeit geeigneter (Dach-)Flächen), so stellen PV-Anlagen mit hohem Eigenversorgungsanteil wirtschaftlich vernünftige Investitionen dar.



Bürogebäude der KNV Energietechnik, Schörfling am Attersee. Der Strombedarf für die Büroraumkühlung mittels Wärmepumpe kommt vor allem von der PV-Anlage.

Bild: KNV Energietechnik

› Mehr dazu und weitere Praxisbeispiele ab [S. 22](#)

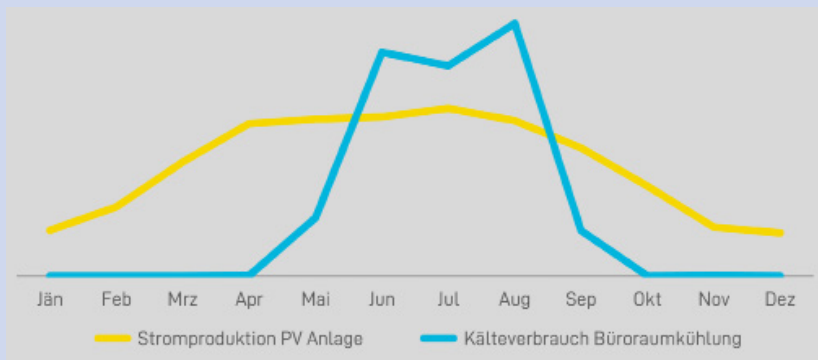


PV-Strom für Kühlung und Wärmeversorgung

Da die Zeiten großen Energiebedarfs für Gebäudekühlung und hoher Ausbeute aus der Photovoltaik praktisch deckungsgleich sind, ermöglichen auch größere PV-Anlagen einen relativ hohen Eigennutzungsgrad des erzeugten Stroms.

Da in Österreich über die meiste Zeit des Jahres keine Kühlung erforderlich ist, bietet es sich an, den PV-Strom auch im Bereich der Wärmeversorgung (**Warmwasser und Heizung**) direkt zu nutzen.

Eine besonders interessante Lösung sind **Wärmepumpen mit Kühlfunktion**, die „reversibel“ arbeiten: Sie nutzen die bestehenden Fußboden-, Decken-, oder Wandflächenheizungen auch zum Kühlen. Alle Arten von Wärmepumpen (Luft-Wasser, Sole-Wasser und Wasser-Wasser) sind auch für eine solche Kühlanwendung einsetzbar. Angeboten werden Wärmepumpen mit Kühlleistungen bis in den Megawattbereich.



Ein gemessenes Jahresprofil für den Klimatisierungsbedarf eines Bürogebäudes (Quelle: EIW) und der Verlauf der durchschnittlichen jährlichen Stromproduktion einer PV-Anlage (Quelle: pvgis) zeigen beispielhaft die günstige zeitliche Übereinstimmung. *Grafik: EIW*

Faktoren für die Wirtschaftlichkeit

- * **Spezifische Stromkosten:** Der größte wirtschaftliche Vorteil PV-unterstützter Kälteerzeugung ist die Verringerung des Strombezugs aus dem Netz. Je höher daher die vom Energieversorger verrechneten verbrauchsabhängigen (und gegebenenfalls auch leistungsabhängigen) Stromentgelte sind, desto höher das Einsparungspotenzial. (► Mehr zur Reduktion der Stromkosten: [Seite 14](#))
- * Der **Eigenversorgungsanteil** gibt an, wie viel des von der PV-Anlage jährlich gelieferten Stroms direkt im Unternehmen verbraucht wird. Je höher dieser Anteil ist, desto wirtschaftlicher zumeist die PV-Anlage. Um den Eigenverbrauch zu optimieren, ist es wichtig, das Lastprofil des Standortes zu kennen.

Förderungen

Für **Photovoltaikanlagen** vergibt die Ökostrom-Abwicklungsstelle **OeMAG** eine Reihe von Bundesförderungen :

- * **Tarif- und Investitionsförderungen** für Anlagen von 5 bis 200 kW_p
- * **Investitionsförderungen** für PV-Anlagen von 5 bis 500 kW_p, sowie für Stromspeicher, die in Verbindung mit einer netzgekoppelten Photovoltaikanlage stehen

Der **Klima- und Energiefonds** unterstützt ebenfalls die Errichtung neuer PV-Anlagen mit einem Investitionszuschuss. Es gibt keine Größenbeschränkung hinsichtlich der Anlage, gefördert werden jedoch maximal 50 kW_p.

Für die Anschaffung oder Optimierung von **konventionellen Kälteanlagen** sind die Förderungen des Bundes relativ eng abgesteckt: Im Rahmen der **Umweltförderung im Inland** werden lediglich Prozesskälte und alternative Kältemittel berücksichtigt.

Weil eine energieeffiziente Erzeugung von Kälte aus Sonnenenergie oder Abwärme technologieübergreifende Lösungen erfordert, gibt es seit Juli 2020 im Rahmen der Umweltförderung im Inland einen neuen Förderschwerpunkt für **Energiezentralen zur innerbetrieblichen Wärme- und Kälteversorgung**. Zur Förderhöhe von 30 Prozent der umweltrelevanten Kosten werden noch jeweils fünf Prozent Zuschlag für KMU, für EMAS-zertifizierte Betriebe sowie als Nachhaltigkeitszuschlag bei Biomasse-Einzelanlagen erteilt.

Zu den Voraussetzungen gehört unter anderem eine Investitions-Untergrenze von 100.000 Euro und die Einsparung von wenigstens 30 Tonnen CO₂. Für die Bereitstellung oder Verteilung von Heizwärme, Warmwasser oder Prozesswärme beziehungsweise Prozesskälte müssen mindestens drei der folgenden fünf Maßnahmen in einer „Energiezentrale“ kombiniert werden:

- * Errichtung einer erneuerbaren Wärmeerzeugungsanlage oder einer klimafreundlichen Kältebereitstellungsanlage (Wärmepumpe, Biomassekessel, Abwärmenutzung, Solarthermie...)
- * Errichtung einer Wärmerückgewinnung oder eines Free-Cooling-Systems
- * Errichtung oder Erweiterung von innerbetrieblichen primären Verteilnetzen
- * Optimierung der Energiebereitstellung und / oder -verteilung (Heizungsoptimierung, innovative Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Speichersysteme mit Lastmanagement...)
- * Maßnahmen zur Sektorkopplung (Einbindung der eigenen PV-Anlage zum Betrieb von Wärme- oder Kälteerzeugern, Bereitstellung von Anlagen für den Regelenergiemarkt...)

Bei den Programmen der Bundesländer – einer wichtigen Ergänzung zu den Bundesförderungen – sind sowohl die Verfügbarkeit als auch die Vergabekriterien unterschiedlich. Hier schaffen die Förderdatenbanken der Photovoltaic Austria und der Österreichischen Energieagentur einen guten Überblick.

Hilfreich als Informationsquelle sind hier auch qualifizierte Anlagenplaner und -anbieter sowie Energieberaterinnen und -berater.



Fördermöglichkeiten für Kälte aus Sonnenergie und Abwärme

Kälteanlagen, Solarthermie & Energieeffizienzmaßnahmen:

Die Beihilfen für **thermische Kälteanlagen** im Rahmen der **Umweltförderung im Inland** umfassen Adsorptions- und Absorptionskältemaschinen, Free Cooling-Systeme wie auch Prozesskälteanlagen.

Für **konventionelle Kälteanlagen** werden auf Bundesebene Investitionen in Prozesskälte und in alternative Kältemittel gefördert:

www.umweltfoerderung.at/betriebe/klimatisierung-und-kuehlung

Beim Schwerpunkt **Energiezentralen zur innerbetrieblichen Wärme- und Kälteversorgung** berücksichtigt die **Umweltförderung im Inland** Lösungen, bei denen besonders innovative und energieeffiziente Maßnahmen kombiniert werden: www.umweltfoerderung.at/betriebe/energiezentralen/navigator/energiesparen/innerbetriebliche-energiezentralen-2.html

Große solarthermische Anlagen fördert der Klima- und Energiefonds: www.klimafonds.gv.at/call/solarthermie-solare-grossanlagen-2021/

Photovoltaik:

Die Ökostrom-Abwicklungsstelle **OeMAG** ist zuständig für Tarifförderungen von Photovoltaik-Strom und auch für Investitionsförderungen sowohl für PV-Anlagen als auch für dazugehörige Stromspeicher:

www.oem-ag.at/de/foerderung/photovoltaik/

Bei **neu errichteten PV-Anlagen** bezuschusst der Klima- und Energiefonds bis zu 50 kW_p: www.klimafonds.gv.at/call/photovoltaik-anlagen-2022/

Förderdatenbanken:

Einen umfassenden Überblick zu den Förderungen des Bundes wie auch der Länder für PV-Anlagen sowie Speicher bietet die **Photovoltaic Austria**: www.pvaustria.at/forderungen/

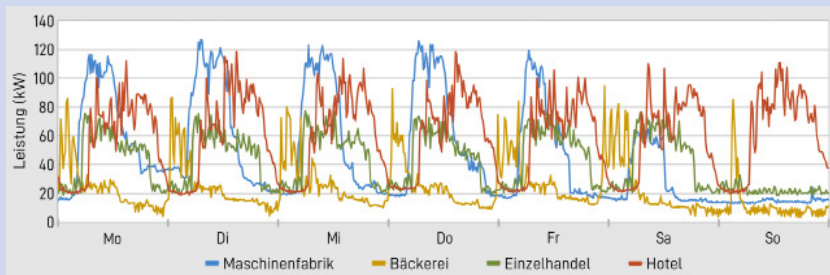
In der Datenbank der **Austrian Energy Agency** sind alle energierelevanten Förderungen erfasst: www.energyagency.at/foerderungen.html



Das Lastprofil Ihres Unternehmens spielt eine wichtige Rolle

Das Lastprofil ist der zeitliche Verlauf des Strombedarfs, aus dem sich erschließt, wann wieviel Strom benötigt wird – eine wesentliche Information für die richtige Dimensionierung der Photovoltaik-Anlage.

Für Zählpunkte mit einem Jahresverbrauch von mehr als 100.000 kWh können bei Energieversorgungsunternehmen die 15-Minutenwerte des Leistungsbezuges angefordert werden. Von dieser Möglichkeit sollten Sie Gebrauch machen, denn allgemein verfügbare Standard-Lastprofile sind für Unternehmen nicht besonders aussagekräftig.



Gemessene Viertelstunden-Werte unterschiedlicher Betriebe während einer Sommerwoche.

Die rote Linie in der Abbildung zeigt das Lastprofil eines Hotels, das sieben Tage die Woche fast den ganzen Tag über Strom benötigt. In der Bäckerei (gelbe Linie) liegt der Spitzenbedarf nachts, sodass die PV-Anlage entsprechend kleiner zu dimensionieren wäre.

Grafik: EIW

Erlöse aus dem Verkauf von PV-Überschussstrom

Jener Anteil des Photovoltaik-Stroms, der nicht direkt im Unternehmen genutzt werden kann, kann meist in das lokale Stromnetz eingespeist werden. Oft nehmen Stromlieferanten ihren Kunden den selbst produzierten Strom ab. Zuletzt lagen die Preise dafür um 3,5 bis 5,5 Cent / kWh, für Kleinstmengen wird gewöhnlich etwas mehr geboten*. Die Ökostrom-Abwicklungsstelle **OeMAG** ist verpflichtet, Ökostrom aus Anlagen mit einer (Engpass-)Leistung größer als 5 kW_p abzunehmen, und sie zahlt dafür einen quartalsweise vorgegebenen, vom **Stromgroßhandelspreis** abhängigen Tarif.

Zukünftig soll es auch einfacher werden, Strom direkt an andere Verbraucher weiterzugeben – Stichwort **Energiegemeinschaften**. Erste einschlägige Initiativen und Plattformen gibt es bereits – dazu zwei Beispiele:

*) Kontakte und aktuelle Angebote mehrerer Energielieferanten unter www.pvaustria.at/strom-verkaufen/

eFRIENDS bietet bei aufrechem Liefervertrag die Möglichkeit, eigenen Überschussstrom anderen Mitgliedern der Energie-Community zum Kauf anzubieten oder auch an anderen Standorten des eigenen Unternehmens zu nutzen. Darüber hinaus gehende Mengen nimmt eFRIENDS zu einem vereinbarten Preis ab.

Genossenschaftsmitglieder von **OurPower** können – auch wenn sie ihren Strom von diesem Anbieter beziehen – ihre selbst produzierten Photovoltaik-Erträge an Nachbarn, Mitarbeiterinnen oder Freunde zu einem selbst gewählten Preis weitergeben. Restmengen werden gepoolt und an der Strombörse vermarktet, in Folge erhält man den anteiligen Erlös.

Im Allgemeinen liegen die Verkaufserlöse bislang unter den potenziellen Einsparungen, die man erzielt, wenn man den Photovoltaik-Strom selbst verbraucht. Daher ist es ein hoher Eigennutzungsgrad, der PV-unterstützte Kälteanlagen wirtschaftlich attraktiv macht.

Auch hier gilt: Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnung kann nur bei genauer Kenntnis der speziellen Rahmenbedingungen des betreffenden Unternehmens erfolgen. Jede Anlage sollte durch fachkundige Personen technisch wie wirtschaftlich beurteilt werden – und unter besonderer Berücksichtigung, welche Vorteile das Zusammenspiel von Kälteanlage und Photovoltaik im spezifischen Fall bringt.

PV-UNTERSTÜTZTE KÜHLUNG: PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN

Die folgenden Beispiele zeigen die unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten einer PV-Anlage mit Kühlung auf:



Bürokühlung mit PV und Wärmepumpe

Anlagengröße:

4,8 kW_p

Jährlicher Ertrag:

5.000 kWh

Eigenverbrauch:

70 bis 100 Prozent

Heizungssystem:

Wärmepumpe

Kühlung:

Wärmepumpe,
passiver & aktiver
Kühlbetrieb

Die **KNV Energietechnik** mit Firmensitz in Schörfling am Attersee plant und fertigt moderne Heizsysteme für Passiv- und Niedrigenergiehäuser. Das Bürogebäude des Unternehmens mit 500 m² Fläche wird ausschließlich mit Wärmepumpen beheizt und vor allem auch klimatisiert: Zunächst wird der passive Kühlmodus aktiviert, sollte dieser einmal nicht ausreichen, kommt der aktive Kühlbetrieb mit Solarstrom zum Einsatz.

Die schlank dimensionierte PV-Anlage am Dach deckt den Strombedarf für die Büroraumkühlung ganz, Überschüsse werden für andere Stromverbraucher wie Server, Werkzeuge oder die Warmwasserbereitung verwendet, der Rest wird ins Stromnetz eingespeist.



FrISCHE FRÜCHTE MIT PV-UNTERSTÜTZUNG

Das Familienunternehmen **Biohandel GmbH** betreibt in der oberösterreichischen Marktgemeinde HÖRSCHING einen Großhandel mit Obst und Gemüse aus biologischem Anbau, außerdem Zusatzprodukten wie Eiern, Milch und Säften.

Die strombasierte Klimatisierung des 650 m² großen Kühlbereichs verursachte jedes Jahr hohe Stromkosten. Seit im Juli 2018 eine Photovoltaikanlage in Betrieb genommen wurde, können 40 Prozent des Strombedarfs für die Kühlung mit selbst produziertem Strom abgedeckt werden.

„Das PV-System ist für uns ideal. Wir benötigen besonders viel Strom für die Kühlung dann, wenn die Sonne scheint. Es ist also nur logisch, die Energie für die eigenen Verbraucher zu nutzen“.

Gerhard Pichler, Geschäftsführer Biohandel GmbH

Anlagengröße: 100 kW_p
Jährlicher Ertrag: 100.000 kWh
Eigenverbrauch: 80 Prozent
CO₂ Ersparnis / Jahr: 53 Tonnen



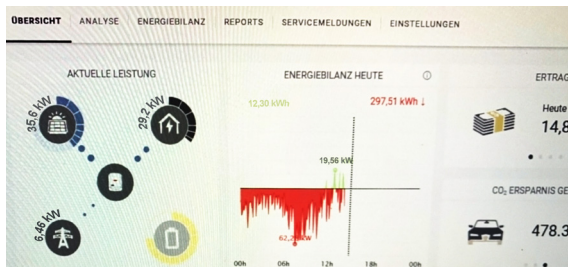
Energie für die Kühllhäuser der Biohandel GmbH kommt zu 40 Prozent vom eigenen Dach.

Das Energiemanagementsystem gibt motivierende Echtzeit-Informationen zu Erzeugung, Eigenverbrauch und Einspeisung ins Netz, außerdem beziffert es die aktuellen Einsparungen in Euro und CO₂.



Bilder: Fronius (o.)

Biohandel GmbH (Mi., u.)



INNOVATIVE FINANZIERUNG NACHHALTIGER LÖSUNGEN

Modernisierung der betrieblichen Energieversorgung (Strom, Wärme, Kälte) ohne Bindung von Eigenkapital für Investitionen: Ist das möglich?

Wirtschaftlich und ökologisch nachhaltige Energieversorgungskonzepte sind Teil einer modernen zukunftsorientierten Unternehmensstrategie. So ist eine PV- oder Solarthermie-Anlage Teil einer Energieversorgungs-Infrastruktur, und bei Infrastruktur-Investitionen darf man sich keine kurzen Amortisationszeiten erwarten. Hier gilt es, mittelfristig auf das richtige Pferd zu setzen.

Die Amortisationszeiten liegen häufig bei zehn und mehr Jahren, binden das eingesetzte Eigenkapital also langfristig. Wenn das nicht gewollt wird, sollte das **kein Problem** sein! Es gibt spezialisierte Unternehmen, die hier professionelle Lösungen anbieten.

Die Zusammenarbeit mit einem Contractor oder die Teilfinanzierung über eine Crowdfunding-Kampagne sind zwei mögliche Varianten:

Was versteht man unter Contracting?

Betrachten wir folgende Ausgangslage: Ein Unternehmen (Kunde) möchte die Effizienz der bestehenden Versorgungsanlage erhöhen oder eine neue Anlage errichten, und das ohne finanzielles oder technisches Risiko.

Ein **Energiedienstleister (Contractor)** – oftmals Energieversorger, Anlagelieferanten oder auf Contracting spezialisierte Unternehmen – führt die Sanierung oder Erneuerung der Versorgungsanlage durch, finanziert und betreibt die Anlage. Hier gibt es zwei Varianten:

Anlagencontracting

Der Contractor übernimmt und saniert die bestehende Energieversorgungsanlage oder errichtet eine neue Anlage am Standort des Kunden. Der Contractor liefert Energie an den Kunden, der Kunde bezahlt nur für die gelieferte Energie (z.B. kWh Strom, Kälte oder Wärme). Der Gesamtpreis der Energie umfasst die Abzahlung der Investition und den Anlagenbetrieb. Das technische und wirtschaftliche Risiko liegt beim Contractor, die Anlage ist in seinem Eigentum.



Contracting: Weiterführende Infos und Anbieter

Musterverträge und weitere Informationen auf der **ÖGUT**-Webseite:

www.oegut.at/de/projekte/energie/mustervertraege-contracting.php

Verband Dienstleister Energieeffizienz und Contracting Austria (DECA), u.a. mit einer Übersicht zu Unternehmen im Bereich Contracting:

www.deca.at/mitglieder

Oberösterreich: Förderung von Projekten, die Energieeffizienz oder den Einsatz Erneuerbarer über Contracting finanzieren:

www.land-oberoesterreich.gv.at/22833.htm

Einsparcontracting

Der Contractor nimmt an der Kundenanlage effizienzsteigernde Maßnahmen vor oder errichtet eine neue Versorgungsanlage. Dadurch reduzieren sich der bestehende Primärenergieverbrauch (Gas, Strom) und die zukünftigen Energiekosten. Der Contractor betreibt die Anlage, der Kunde bezahlt an den Contractor einen Betrag etwa in Höhe seiner bisherigen und der über die Laufzeit jährlich theoretisch zu erwartenden Energiekosten. Aus der Differenz der reduzierten Energiekosten finanziert der Contractor die Investition und den Anlagenbetrieb. Das technische und wirtschaftliche Risiko liegt auch hier beim Contractor.

Bei beiden Modellen gilt: Damit sie gut funktionieren, müssen im Contracting-Vertrag die wesentlichsten Rahmenbedingungen klar geregelt werden.



AVL in Graz: Kühlung mit Solarthermie

Die **AVL List GmbH** ist das weltweit größte unabhängige Unternehmen für die Entwicklung, Simulation, Integration und Prüftechnik von Antriebssystemen – ob Verbrennungs-, Hybrid- oder Elektromotoren, Getriebe, Batterien oder Software. In einem dreistufigen Projekt zur Deckung dieses Bedarfs mit Solarenergie wurden in einer ersten Phase 1.600 m² hocheffiziente Flachkollektoren installiert, um damit Prozesswärme zur Entfeuchtung der bestehenden Lüftungsanlagen zu erzeugen. In einer bereits begonnenen zweiten Phase kommen weitere 940 m² Sonnenkollektoren als Wärmelieferant für eine 600 kW-Absorptionskältemaschine hinzu, und in Phase drei werden weitere 670 m² Solarkollektoren errichtet.

Finanzier, Eigentümer und Betreiber der Anlage ist eine Contracting-Firma, die AVL List GmbH bezahlt im Rahmen eines Wärme- und Kältelieferungsvertrages die tatsächlich gelieferten Energiemengen.

Art der Anwendung:

Solarunterstützte Klimatisierung

Verbraucher Kühlung:

Halle, Motorenprüfstände

Kältemaschine:

Absorptionskältemaschine 600 kW

Speicher:

70 m³ Wärmespeicher

Rückkühlung:

Wasserkühlung über Bach

Solaranlage:

Hocheffiziente Flachkollektoren

Bruttokollektorfläche: Gesamtanlage 3.214,14 m², teils auf neu überdachter Parkgarage

Auslegung Solaranlage: 85° C Heißwassertemperatur

Prognostizierte jährliche Wärmeerzeugung der Gesamtanlage: 1.350 MWh

Weitere Informationen:

<http://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/ScienceBrunch/Science-Brunch-Thermische-Speicher-27.11.2017/Praesentation-Science-Brunch-Soell.pdf>



Bild: S.O.L.I.D. GmbH

Was versteht man unter Crowdfunding?

Schwarmfinanzierung (Crowdfunding) erfreut sich als Form der Finanzierung von Projekten steigender Beliebtheit. Wesentliches Merkmal: Viele Kleininvestoren ermöglichen die Realisierung eines Projekts, indem sie Beträge in Größenordnungen von wenigen hundert bis zu 5.000 Euro pro Person zur Verfügung stellen. Diese **Schwarmbeiträge** dienen zur Teil- oder Gesamt-Finanzierung einer Investition. Die Vorbereitung und Begleitung der Finanzierungsphase wird von spezialisierten Crowdfunding- Plattformen angeboten.

Folgende Formen der Schwarmfinanzierung werden häufig genutzt:

Zinsensbasiertes Crowdfunding (lending based)

Die Kleininvestoren stellen Kapital über einen vorher vereinbarten Zeitraum und zu einem fixen Zinssatz zur Verfügung, üblicherweise in Form eines Nachrangdarlehens, d.h. ohne dafür Sicherheiten zu verlangen.

Vergütungs-basiertes Crowdfunding (reward based)

Private Kleininvestoren stellen Kapital über einen vorher vereinbarten Zeitraum zur Verfügung und bekommen dafür eine Vergütung, etwa in Form von Produkten, die das Unternehmen erzeugt. Beispiele dafür finden sich überwiegend im Nahrungs- und Genussmittelbereich, so etwa die Kampagne von Bruckners Erzbräu (► [Seite 29](#)). Auch Weingüter und Gemüseproduzenten haben auf diese Weise schon erfolgreich ihre Anlagen finanziert.

(Bürger-)Beteiligungsmodelle für PV-Anlagen

Bei diesem häufig genutzten Modell finanzieren Unternehmen die Errichtung von PV-Anlagen, indem sie an Privatpersonen „Solar-Bausteine“ verkaufen: Die Beteiligten erwerben ein oder mehrere PV-Module, die an den Kraftwerks-Betreiber gegen Entgelt vermietet werden. Nach Ablauf der Mietdauer kauft das Unternehmen die „Solar-Bausteine“ zurück.



Warum Schwarmfinanzierung bei Kleinanlegern beliebt ist:

- + Engagement in Investitionsprojekten, die als sinnvoll erachtet werden
- + Unterstützung von Unternehmen, die man kennt
- + Stärkung regionaler Initiativen



Warum Schwarmfinanzierung bei Unternehmen beliebt ist:

- + Große Breitenwirkung eines Projektes und damit Imagewerbung
- + Stärkere Kundenbindung, direkter Kontakt
- + Möglichkeit, das Darlehen auch in Form von Unternehmensprodukten zurückzubezahlen



Wie funktioniert Finanzierung über Crowdfunding?

Was bringt es dem Unternehmen?

- * Finanzielle Mittel für die Investition – unabhängig von den oft sehr restriktiven Vorgaben der Banken bei der Bonitätsbewertung
- * Die eingeworbenen Mittel stärken das Eigenkapital, wenn das Crowd-Investment entsprechend gestaltet ist (etwa als länger laufendes Nachrangdarlehen)
- * Kundenbindung: Crowd-Investoren engagieren sich für „ihre“ Unternehmen (Weiterempfehlungen, nützliche Kontakte)
- * Öffentlichkeitswirksamkeit

Welchen Aufwand hat ein Unternehmen?

Zeit:

- * Bereitstellung von Vorabinformationen zum Unternehmen und zum Projekt zur Bewertung durch die Crowdfunding-Plattform
- * Vorbereitung von Informationsmaterial für potentielle Investoren und die Kampagne (Bilder, Video, Social Media...)
- * Laufende Aktivitäten während (und nach) der Kampagne zur Aktivierung des Kontaktnetzwerks (Veranstaltungen, Mailing, Soziale Netzwerke...)

Geld:

- * Für die Investoren: Erstattung der vereinbarten Gegenleistung als Darlehensrückzahlung mit Zinsen (die üblicherweise etwas höher sind als bei der Bank) – entweder in Geld oder in Form von Produkten
- * Für die Plattform: Die Konditionen sind je nach Anbieter unterschiedlich. Oft wird ein eher kleines Fixum vereinbart, dazu noch ein Anteil der eingeworbenen Summe bei Erreichen eines vereinbarten Mindestbetrags (Fundingschwelle). Dazu laufende Betreuung während und nach der Kampagne pauschal oder nach Bedarf

Wann zahlt es sich aus, über Crowdfunding nachzudenken?

- * Wenn das Investitionsvorhaben einfach kommunizierbar ist (was etwa bei Installation einer Solaranlage zutrifft)
- * Wenn das Investitionsprojekt in breiterer Öffentlichkeit kommuniziert werden soll, also erhöhte Medienpräsenz und intensivierte Kontakte mit Interessierten einen zusätzlichen Nutzen bringen
- * Wenn der Finanzierungsbedarf groß genug ist, um den Aufwand zu rechtfertigen. Manche Plattformen empfehlen in etwa 50.000 EUR als Minimum, jedoch gibt es gerade im Bereich des reward based financing auch kleinere Projekte



Aus Sonne wird Bier – mit dir!

Crowdfunding-Kampagne finanziert PV-Anlage.

Das Familienunternehmen **Bruckners Erzbräu** im Mostviertel produziert nachhaltig und umweltschonend Bier, Whisky und Liköre, die Bierwelt dient zur Bewirtung der Gäste. Bereits beim Bau wurde auf Nachhaltigkeit geachtet, die Energie für das Sudhaus wird aus der eigenen Hackschnitzelanlage bezogen.

2014 wurde eine mit 7 kW_p, eher klein dimensionierte Photovoltaik-Anlage installiert, denn einerseits wollte man wegen einer geplanten Aufstockung nicht die gesamte Dachfläche nutzen, und andererseits kann der produzierte Strom so zur Gänze selbst verbraucht werden. Unter anderem deckt er einen Teil des Bedarfs der Kälteanlagen.

Finanziert wurde die PV-Anlage gemeinsam mit den Kunden der Brauerei, die „Sonnenstrom-Gutscheine“ zu je 200 Euro erwarben und innerhalb von fünf Jahren 300 Euro in Form von Wertgutscheinen für Produkte des Unternehmens zurück bekamen. Förderung wurde keine in Anspruch genommen.

„Wir wollten mit der PV-Anlage einen weiteren sichtbaren Schritt in Richtung Nachhaltigkeit setzen. Ob sich die Anlage in 10 oder 15 Jahren rechnet, war nicht das wichtigste Entscheidungskriterium. Für die Kunden war es ein attraktives Angebot, sich an einem ökologisch sinnvollen Projekt zu beteiligen und dafür auch noch mit erstklassigem Bier belohnt zu werden, und uns war mit den 14.000 Euro, die die gemeinsam mit [Collective Energy](#) organisierte Crowdfunding-Kampagne erlöst hat, auch geholfen.“

Peter Bruckner, Geschäftsführer Bruckners Erzbräu

Verbraucher Kühlung:

Kälteanlagen, andere betriebliche Anwendungen

Anlagengröße:

7 kW_p

Eigenverbrauch:

100 Prozent

Bild: Bruckners Erzbräu



Crowdfunding: Weiterführende Infos und Anbieter

Das **Alternativfinanzierungsgesetz** regelt rechtliche Rahmenbedingungen: www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009241

Beispiele für Plattformen und weitere Informationen zu Crowdfunding für betriebliche Energieprojekte auf der Seite des **Energieinstituts der Wirtschaft**: www.energieinstitut.net/de/vortraege-publikationen/CF4EE

WIE IST DER KÜHLBEDARF ZU REDUZIEREN?

Vor der Anschaffung einer Kühlanlage, egal welcher Machart, ist vorher unbedingt zu prüfen, welche Maßnahmen zur Reduktion des Bedarfs im Bestand noch möglich sind – einerseits bauliche und insbesondere auch organisatorische.

Meist geht es darum, nicht notwendige Wärmeeinträge in Bereiche mit Kühlbedarf zu reduzieren. So kann eine Überdimensionierung der Anlage vermieden werden – das spart Geld und erhöht die Effizienz. Eventuell kann die Anschaffung sogar gänzlich unterbleiben.

Beispiele für Gebäude

- * Senkung interner Kühllasten, z.B. Abschalten von elektrischen Geräten und Beleuchtung, wenn diese nicht gebraucht werden
- * Sonnenschutz installieren und auf dessen richtige Nutzung achten
- * Nachtkühlung, Absenken der Raumtemperatur durch nächtliche oder morgendliche Lüftung
- * Fassadenbegrünung
- * Passive Kühlung (free cooling): Für die Zeit, in der Erdsonden oder Grundwasser genügend Kälte liefern, ist nur die Umwälzpumpe in Betrieb, nicht jedoch die Kältemaschine.

Beispiele für Gewerbekälte

- * Kühlräume isolieren, Türdichtungen regelmäßig prüfen und erneuern
- * Automatische Türschließung, Streifenvorhänge etc. installieren
- * Reduktion der Beleuchtung auf das notwendige Minimum (Bewegungsmelder)
- * Zu kühlende Materialien zuvor auf Umgebungstemperatur abkühlen lassen
- * Bedarfsgerechtes statt regelmäßiges Abtauen



Kälte: Weitere Infos und Tipps

Gebäude: Planungsleitfaden Passive Kühlkonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude (**AEE INTEC**): www.aee-intec.at/0uploads/dateien10.pdf

Gewerbekälte: Leitfaden Kältesysteme von **klimaaktiv**, der Klimaschutzinitiative des Bundes:

www.klimaaktiv.at/energiesparen/energieeffiziente_betriebe/technologie-schwerpunkte/kaelte.html › Download Leitfaden Kältesysteme › Kapitel 7

Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorferstraße 5/22
1060 Wien

E-Mail: office@klimafonds.gv.at

www.klimafonds.gv.at

Inhalt, Konzeption und Gestaltung

Energieinstitut der Wirtschaft GmbH
Webgasse 29/3 • 1060 Wien

E-Mail: office@energieinstitut.net

www.energieinstitut.net

Inhaltliche Ausarbeitung

Friedrich Kapusta, Emanuel Pelekanos,
Sonja Starnberger

Gestaltung

Mario Jandrokovic

Wien, April 2020

Aktualisierung im Juni 2021

Das Energieinstitut der Wirtschaft hat den Inhalt dieser Publikation sorgfältig erstellt. Übermittlungs- / inhaltliche Fehler können dennoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Das EIW übernimmt daher keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte, insbesondere in Bezug auf eventuelle Schäden, die durch die direkte oder indirekte Verwendung der angebotenen Informationen entstehen.

B4C – Business for Climate:

Unternehmen profitieren vom Klimaschutz

Alle Publikationen dieser Reihe sind als kostenloser PDF-Download verfügbar:

www.energieinstitut.net/de/b4c



Umdenken / Umlenken zu E-Mobilität
Wirtschaftliche Vorteile für Betriebe



Strom selbst erzeugen und speichern
PV-Anlagen & Speicherlösungen für Gewerbe & Industrie



Energieeffizienz für Betriebe
Praktische Maßnahmen, Beratung, Förderungen...