



Klima schützen – Kosten senken Energie sparen bei Kälteanlagen im Lebensmittelhandel





Dieses Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz im Rahmen der EU-Strukturförderung für regionale Entwicklung (EFRE) finanziert.



**Auftraggeber: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt,
Gesundheit und Verbraucherschutz**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Einführung	3
Einige wichtige Informationen vorab	4
Kühlmöbel und Kühlräume	6
energiesparend genutzt	
Energieeffiziente Kühlmöbel	7
Kälteanlagen	10
Abwärmenutzung	14
Checkliste	15



Vorwort

Der Klimawandel ist eine der größten umweltpolitischen Herausforderungen unserer Zeit. Um die Chancen künftiger Generationen zu bewahren, ist eine nachhaltige Klimaschutzpolitik notwendig. Ihre Aufgabe ist es, einerseits die Treibhausgasemissionen konsequent zu vermindern und andererseits mit konkreten Anpassungsmaßnahmen den unvermeidbaren Folgen des Klimawandels wirksam zu begegnen.

Die Steigerung der Energieeffizienz ist in der Regel der kostengünstigste und umweltverträglichste Weg, die Emissionen von Treibhausgasen zu verringern.

In Kooperation mit Betrieben, Ingenieurbüros und Forschungseinrichtungen wurden für zahlreiche Einzelbranchen und branchenübergreifende Bereiche Möglichkeiten der effizienten Energieverwendung und der Abwärmennutzung ermittelt.

Dieser Leitfaden zeigt auf, wie bei Kälteanlagen und Kühlmöbeln im Lebensmittelhandel Energie effizient eingesetzt und gespart werden kann, ohne dass dabei die Anforderungen an Lebensmittelsicherheit, Frische und Qualität außer Acht gelassen werden.



Dr. Werner Schnappauf, MdL
Bayerischer Staatsminister
für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Dr. Otmar Bernhard, MdL
Staatssekretär im
Bayerischen Staatsministerium für Umwelt,
Gesundheit und Verbraucherschutz

Einführung

Kosten senken und Wirtschaftlichkeit steigern sind auch im Lebensmittelhandel von entscheidender Bedeutung. In vielen Supermärkten und Geschäften wird in diesem Zusammenhang jedoch ein ganz wichtiger Faktor vernachlässigt: der Energieverbrauch von Kälteanlagen und Kühlmöbeln. Gerade hier steckt jedoch ein beachtliches Sparpotenzial. Um die Energiekosten zu senken, gibt es allerdings eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die in der vorliegenden Broschüre dargestellt sind.

Kälteanlagen sind der bedeutendste Stromverbraucher im Lebensmittelhandel. Ein erheblicher Teil des Energiebedarfs kann oft mit einfachen Maßnahmen eingespart werden. Darüber hinaus gibt es Investitionsmöglichkeiten in energiesparende Kühltechniken, die sich schnell auszahlen und damit sehr rentabel sind. In der Broschüre ist dargestellt, worauf beim Betrieb und bei der Modernisierung von Kühlanlagen geachtet werden sollte. Sie informiert über den richtigen Umgang mit Energie und zeigt, wie Sie auch in Ihrem Haus das große Einsparpotenzial ausschöpfen können.

Eine praxisorientierte Checkliste am Ende der Broschüre fasst die wichtigsten Tipps zusammen: Als praktische Hilfe für den Geschäftsalltag kann sie auch den Mitarbeitern zur Verfügung gestellt werden. Für weitergehende komplexere Maßnahmen (z.B. Planung von Verbundanlagen, Nutzung der Abwärme aus Kälteanlagen) sollten Sie sich in jedem Fall von einem Experten beraten lassen.

Über die gesamte Nutzungsdauer einer Anlage betrachtet, in der Regel 15 Jahre, liegen die Energiekosten von Kälteanlagen und Kühlmöbeln höher als die Investitionskosten. Durch eine sorgfältige Planung vor anstehenden Investitionen können der Energieverbrauch und damit die Energiekosten entscheidend reduziert werden. Gerade vor dem Hintergrund auch weiterhin steigender Energiepreise sollten Sie nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen verstärkt Energie einsparen. Das trägt nicht nur zum Klimaschutz bei, sondern erhöht auch Ihren Gewinn.



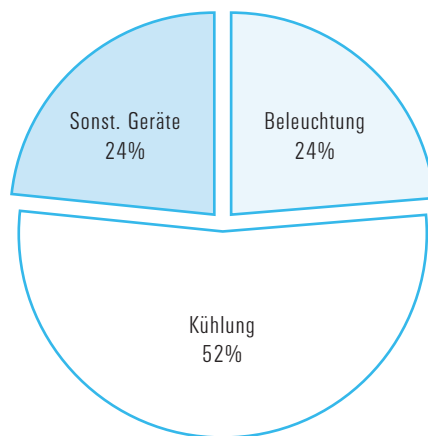
Prof. Dr.-Ing. A. Göttle
Präsident des Bayerischen Landesamtes für
Umwelt



Einige wichtige Informationen vorab

Kühlmöbel verbrauchen viel Energie

Im Lebensmittelhandel sind Kühlmöbel die wesentlichen Energieverbraucher. Haben Sie gewusst, dass zwischen 40 und 60 % des gesamten Stromverbrauchs auf diese Geräte entfallen? Die folgende Abbildung zeigt die Aufteilung des Stromverbrauchs in einem größeren Lebensmittelmarkt.



Je nach Ausstattung eines Lebensmittelgeschäfts werden pro Jahr und Quadratmeter Verkaufsfläche zwischen 80 und 350 kWh Strom für die Kühlmöbel benötigt. Davon entfallen bis zu 80 % auf die eigentliche Erzeugung der Kälte, der Rest auf die technischen Einrichtungen der Kühlmöbel (Beleuchtung, Ventilatoren, Abtauung und Rahmenheizung). Die Energiekosten für Kälte sind beträchtlich: sie bewegen sich für ein Ladenlokal mit 1.000 m² Verkaufsfläche pro Jahr zwischen 18.000 und 30.000 Euro. Was kann man tun, um sie niedrig zu halten?

Die folgenden Erläuterungen und Tipps geben Aufschluss darüber. Für alle Beispiele wurde ein Strommischpreis von 0,125 Euro pro kWh angenommen.

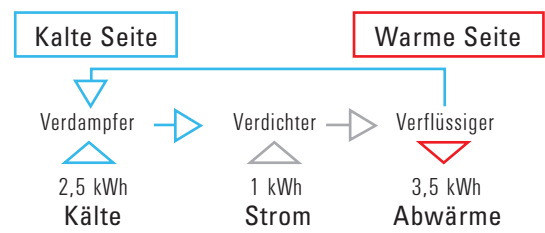
Effiziente Kälteerzeugung

Eine Kälteanlage führt in ihrem Kühlkreislauf die Wärme von dort, wo sie unerwünscht ist (z.B. im Kühlmöbel) an einen anderen Ort (Verflüssiger), wo sie entweder an die Umgebung abgegeben oder sogar verwendet wird (Wärmerückgewinnung). Wie effizient eine Kälteanlage arbeitet, lässt sich an der kälte-technischen Leistungszahl ablesen: Sie gibt an, wie viel "Kälte" am Verdampfer aus 1 kWh elektrischem Strom gewonnen wird.

Die Leistungszahl ist für die Energiebilanz entscheidend und liegt je nach Kühltemperatur (Plus- oder Minuskühlung) zwischen 2,5 und 1,2.

Sie ist abhängig von den Temperaturen in den Wärmetauschern der Kühlgeräte, aber auch vom Kältemittel und den Druckverlusten in den Rohrleitungen.

Die Energiebilanz eines guten Kühlmöbels (Regal für Molkereiprodukte) mit der Leistungszahl 2,5 macht die folgende Abbildung deutlich. Aus 1 kWh Strom werden 2,5 kWh „Kälte“ gewonnen. Am Verflüssiger müssen 3,5 kWh Abwärme abgeführt werden.



Gute Energiebilanz eines Regals für Molkereiprodukte: Leistungszahl 2,5

Die Temperatur des Verdampfers (kalte Seite) liegt immer unter der zu kühlenden Umgebungstemperatur (Kühlmöbel, Kühlraum). Je höher die Temperatur im Verdampfer, desto weniger Energie wird verbraucht. Die folgende Tabelle zeigt für verschiedene Kühlmöbeltemperaturen die entsprechenden Verdampfertemperaturen.

Vergleich	Kühlmöbel	Verdampfer
Pluskühlung	+6/+8	-3/- 5
	+4/+6	-4/-10
	+2/+4	-6/-12
	+0/+2	-8/-14
Minuskühlung	-18/-20	-30/-35
	-23/-25	-35/-40

Im Verflüssiger (warme Seite) wird der heiße Dampf des Kühlkreislaufs kondensiert und gibt seine Wärme an die Umgebung ab. Die Temperatur liegt über der Umgebungstemperatur. Je niedriger die Temperatur beim Kondensieren, desto höher ist die Energieeffizienz.

Zusammenfassend kann man sagen: Je geringer die Differenz zwischen kalter und warmer Seite (Verdampfer und Verflüssiger), desto höher die Leistungszahl und desto weniger Energie verbraucht die Kälteanlage.

Tipp: Leistungszahl und damit die Energieeffizienz erhöhen.

Kühltemperaturen: Kühl halten – nicht kalt machen

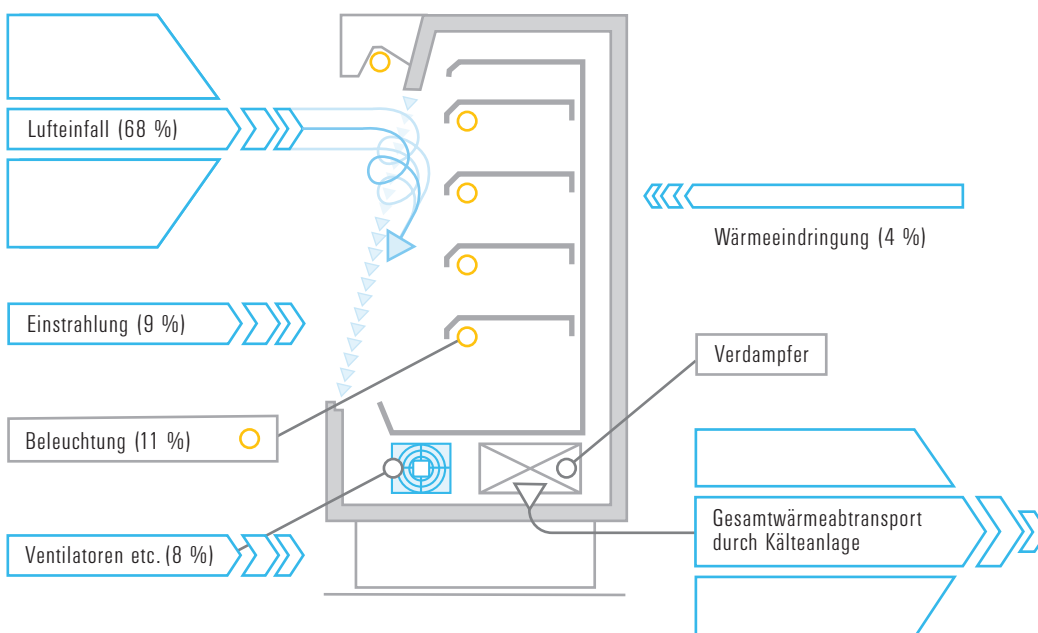
Verlustquellen

Die Kühlmöbel „verlieren Kälte“ durch verschiedene Faktoren wie z. B. durch warme Umgebungsluft oder die Beladung mit zu warmen Waren. Diese zugeführte Wärme muss genauso wie die Abwärme der technischen Einrichtungen (Beleuchtung, Ventilatoren, Abtauung und Rahmenheizung) über den Kühlkreislauf abgeführt werden.

Nachstehendes Bild zeigt die Wärmebilanz eines Kühlmöbels. Durch Luft wird der größte Anteil der Wärme eingetragen.

Grundsätzlich gilt: Der Zweck der Kühlanlagen im Lebensmittelhandel besteht darin, die eingelagerte Ware auf dem erforderlichen Temperaturniveau zu halten, nicht aber darin, sie auf dieses abzukühlen. Dafür sind die Anlagen in der Regel nicht ausgelegt. Darüber hinaus kann zu warme Ware Qualitätsmängel aufweisen, die die Gesundheit beeinträchtigen können.

Tipp: Wichtig ist es, den Wärmeeintrag in die Kühlmöbel gering zu halten.



Wärmebilanz eines Kühlregals



Falsche Stapelung lenkt den Kälteschleier aus dem Regal.



Überschreiten der Stapelhöhe leitet die Kaltluft aus der Truhe.



Behinderte Luftzirkulation durch Ware und Schilder

Kühlmöbel und Kühlräume energiesparend genutzt

Temperaturanpassung in Kühlmöbeln

Ware, die tiefer als notwendig gekühlt wird, verursacht einen erhöhten Energieverbrauch und damit unnötige Kosten. Der Hintergrund: Um eine niedrigere Kühltemperatur zu erreichen, muss die Verdampfungstemperatur abgesenkt werden. Dadurch verringert sich die Energieeffizienz.

Tipp: Kühltemperatur immer so niedrig wie nötig und so hoch wie möglich einstellen!

Richtig beladen

Fremdwärme gelangt zu einem großen Teil über die Raumluft in die Kühlmöbel, häufig durch eine falsche Beladung. Es werden zu viele Waren einsortiert, die Stapelmarken werden überschritten. Der Kaltluftschleier als Trennung zwischen warmer Luft des Verkaufsraumes und kalter Luft des Kühlgerätes wird aus dem Gerät gedrängt. Dies setzt die Kühlmöbel weitgehend außer Funktion.

Tipp: Kühlmöbel nicht über die Stapelmarken hinaus beladen und regelmäßig kontrollieren, ob Kunden die Waren "umsortiert" haben!

Die Luftzirkulation von Kühlmöbeln wird durch zugestellte oder mit Preisschildern verklebte Ansaugöffnungen stark behindert. Die Lüfter für die Ansaugung der Kaltluft sind sehr genau dimensioniert, weil auch ihre Abwärme mit dem Kältemittelkreislauf aus dem Kühlmöbel transportiert werden muss.

Tipp: Regelmäßig die Ansaugöffnungen für Kühlluft kontrollieren und freimachen!

Richtig aufstellen

Fremdwärme gelangt auch über Wärmestrahlung in die Kühlmöbel. Das gilt besonders für Geräte, die im Außenbereich stehen und der Sonne ausgesetzt sind.

Eine um 5° C höhere Umgebungstemperatur lässt den Stromverbrauch um 10–15 % ansteigen. Wenn sich eine solche Aufstellung der Geräte nicht vermeiden lässt, sollte auf jeden Fall für eine ausreichende Verschattung gesorgt werden.

Tipp: Kühlmöbel nicht der Sonne aussetzen.

Wenn offene Kühlmöbel im Durchzug stehen, findet ein ungewollter „Luftaustausch“ statt. Der Wind zerbläst den Kaltluftschleier, vermischt ihn mit Warmluft und treibt ihn aus dem Gerät. Besonders Kühlregale verlieren über Zugluft viel „Kälte“.

Tipp: Kühlmöbel nicht in Bereichen mit Zugluft oder in der Nähe von Luftauslässen einer Lüftungsanlage aufstellen!

Lässt sich eine ungünstige Aufstellung der Kühlmöbel nicht vermeiden, sollten alternativ andere Regale als „Windabweiser“ aufgestellt oder Zuluft-Öffnungen (Warmluft) verlegt werden. So bilden sie im Ladenlokal eine kühle Zone, der Wärmeeintrag in die Geräte wird insgesamt deutlich verringert.

Tipp: Kühlmöbel in Gruppen und gegenüberliegend aufstellen!

Kühlräume effizient nutzen

Manchmal wird angelieferte Ware in Kühlräumen oder Kühlzellen zwischengelagert. Diese Räume sind allseitig mit Wärmedämmung versehen. Durch geöffnete Türen fließt warme, feuchte Luft in den Kühlraum, dies führt zum Vereisen des Verdampfers. Die entstandene Eisschicht muss unter Energieaufwand wieder abgetaut werden. Pendeldrehtüren oder Streifenvorhänge reduzieren die Lüftungswärmeverluste.

Tipp: Türen von Kühlräumen und Kühlzellen immer nur kurzzeitig öffnen!

Energieeffiziente Kühlmöbel

Auswahl und Ausstattung

Bei der Anschaffung von Kühlmöbeln sollte ganz besonders auf den Energieverbrauch und damit auf die Betriebskosten geachtet werden. Lassen Sie sich die Datenblätter der Kühlmöbel geben mit Angabe der effektiven Verdampfungstemperatur und Leistungsaufnahmen (Rahmenheizung, Abtauheizung, Anzahl der Abtauungen, Ventilatoren, Beleuchtung). Ein wichtiges Kriterium für Energieeffizienz ist z. B. die Kühltemperatur am Verdampfer (siehe auch Tabelle S. 4).

Tipp: Wählen Sie Kühlmöbel mit hohen effektiven Verdampfungstemperaturen: Je höher die Verdampfungstemperatur liegt, desto weniger Energie benötigt Ihr Gerät.

Folgendes Beispiel vergleicht den Energieverbrauch zweier Fleischkühlmöbel mit unterschiedlichen Verdampfungstemperaturen und den daraus resultierenden Leistungszahlen.



Beispiel: Einfluss der Verdampfungstemperatur in einem Fleischkühlmöbel		
Kälteleistung 50 kW, Betriebszeit 5.000 Std./ Jahr	Kälteanlage 1	Kälteanlage 2
Verdampfungstemperatur	- 13° C	- 9° C
Leistungszahl	2,3	2,5
Stromverbrauch	109.000 kWh/ Jahr	97.000 kWh/ Jahr
Kosteneinsparung		1.500 Euro/ Jahr

Steckerfertige Kühlmöbel

Das komplette Kälteaggregat von steckerfertigen Kühlmöbeln befindet sich im Möbel. Daher wird die Wärme, die den Waren entzogen wird, nicht über den Kühlkreislauf (Verflüssiger an einem anderen Ort) abtransportiert, sondern in den Verkaufsraum abgegeben.

Es muss eine gute Querbelüftung des Verkaufsraumes gewährleistet werden, sonst wird unter Umständen eine Klimaanlage notwendig, die zusätzliche Investitions- und Energiekosten verursacht.

Der Einsatz steckerfertiger Geräte sollte daher auf kurzfristige Verkaufsaktionen beschränkt werden.





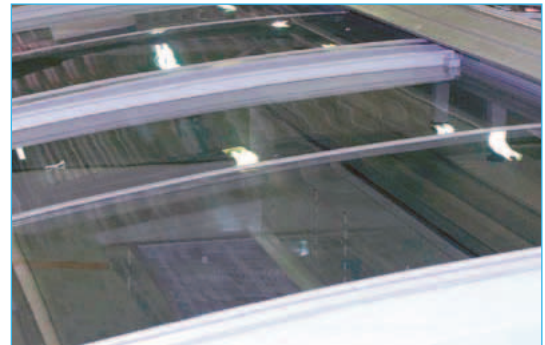
Abdeckungen

Glasabdeckungen

Um während der Verkaufszeiten Energie zu sparen, empfehlen sich Glasabdeckungen für Wandkühlregale und Tiefkühltruhen.

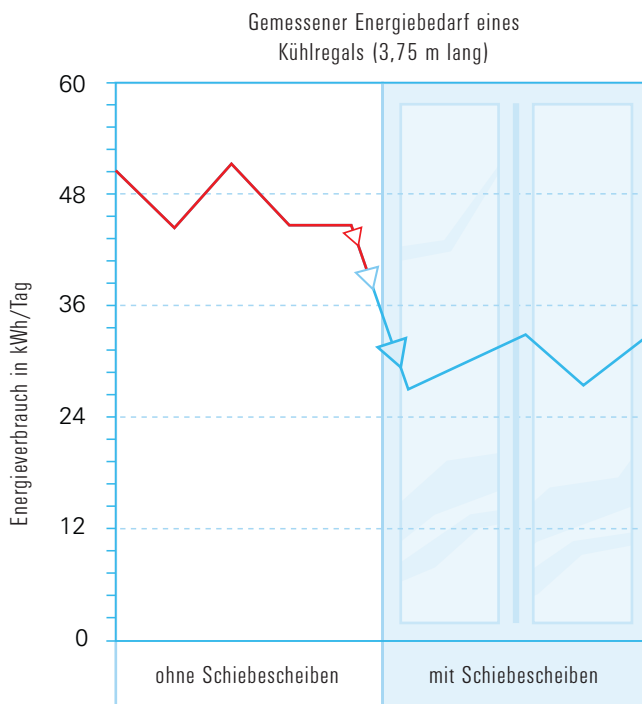
Damit erreicht man:

- eine Erhöhung der Leistungszahl und auch der Energieeffizienz
- Weniger Abtauzyklen und damit eine bessere Warenqualität
- bei steckerfertigen Kühlmöbeln: eine geringere Wärmeentwicklung im Verkaufsraum.



Glasabdeckung zum Nachrüsten

Tiefkühltruhen mit Glasabdeckungen verbrauchen bis zu 50 % weniger Energie.



An Wandkühlregalen lassen sich Glasschiebescheiben anbringen: Dies spart bis zu 35 % an Energie.

Tipp: Die Nachrüstung von Glasabdeckungen lohnt sich in jedem Fall.

Rollos und Abdeckungen für die Nacht

Damit die Kunden ungehindert zugreifen können, wird oft auf eine Abdeckung verzichtet. Das folgende Beispiel zeigt, dass offene Kühlmöbel unnötig Energie an die Umgebung verlieren. Nach Ladenschluss jedoch ist der Energieverlust durch kein Argument mehr gerechtfertigt.

Beispiel: Energieeinsparung durch eine Nachtdeckung	
Tiefkühltruhe	1 m ³ Nutzinhalt
Verbrauch ohne Abdeckung	9.500 kWh/ Jahr
Verbrauch mit Abdeckung	7.600 kWh/ Jahr
Kosteneinsparung	240 Euro/ Jahr

Mit einfachen Mitteln lassen sich (durchaus in Eigenleistung) Rollos oder Folien nachrüsten, die sogar herstellerunabhängig angeboten werden.

Tipp: Offene Kühlmöbel außerhalb der Verkaufszeiten stets mit Abdeckungen bzw. möglichst dicht schließenden Rollos versehen!



Doppelter Kaltluftschleier

In der Praxis werden aus Kostengründen oft noch Kühlregale mit einfachem Kaltluftschleier angeschafft. Die Mehrkosten für einen doppelten Kaltluftschleier (ca. 15 %) amortisieren sich aber rasch durch Energieeinsparungen von ungefähr 15 %.

Das folgende Beispiel zeigt die Reduktion des Energieverbrauchs und der Gesamtkosten durch einen doppelten Kaltluftschleier.

Beispiel: Doppelter Kaltluftschleier, Molkereiprodukte-Regal, 7,5 m lang	
Energieverbrauch mit einfachem Schleier	37.500 kWh/ Jahr
Energieverbrauch mit Zweifach-Schleier	33.000 kWh/ Jahr
Energieeinsparung	560 Euro/ Jahr
Investitionsmehrkosten	1.300 Euro
Amortisationszeit	< 2,5 Jahre



Tipp: Kühlregale mit doppeltem Kaltluftschleier haben einen deutlich niedrigeren Energieverbrauch.

Beleuchtung von Kühlmöbeln und Kühlräumen:

Eine starke Beleuchtung des Verkaufsraumes erhöht generell den Energieverbrauch von Kühlmöbeln, ebenso eine Beleuchtung innerhalb der Kühlzone (siehe Bild S. 5).

Es sollten deshalb nur Lichtquellen verwendet werden, die wenig Wärmeenergie abgeben (z. B. keine Glüh- und Halogenlampen). Moderne Leuchtstoffröhren mit elektronischem Vorschaltgerät sind besonders effizient. Die Leuchten sollten nicht in den gekühlten Bereichen der Kühlmöbel installiert sein (Kopfbeleuchtung), außerdem sollte die Beleuchtung so dezent wie möglich gehalten werden.

Da Kühlräume keine lichtdurchlässigen Öffnungen haben, ist die Beleuchtung zwangsweise im gekühlten Raum installiert. Die Beleuchtungsenergie wird im Endeffekt in Wärme umgesetzt und kann dem Raum nur über die Kälteanlage wieder entzogen werden. Das Licht sollte nur so lange brennen, wie nötig. Hilfreich ist auch ein automatischer Türkontakt, der das Licht ein- und ausschaltet.



Tipp: Eine Beleuchtung der Kühlmöbel außerhalb der Kühlzone spart doppelt Energie.

Tipp: Beleuchtung in Kühlräumen und Kühlzellen beim Verlassen sofort ausschalten oder einen automatischen Türkontakt installieren!



Kälteanlagen

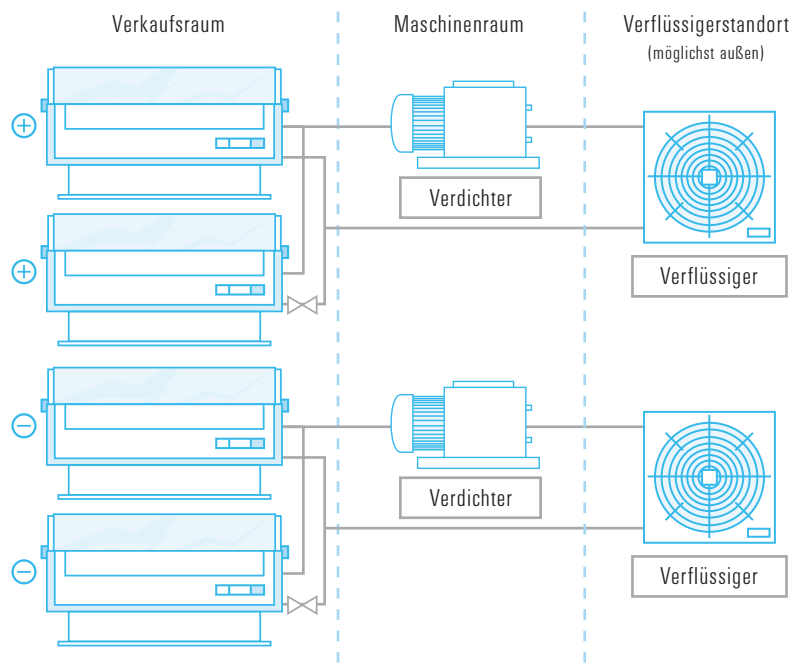
Verflüssiger richtig aufstellen

Der Verflüssiger sorgt in der Kälteanlage dafür, dass das Kältemittel wieder kondensiert. Je niedriger die Umgebungstemperatur im Bereich des Verflüssigers desto höher ist die Energieeffizienz Ihrer Kälteanlage.

Tipp: Der ideale Ort für Verflüssiger ist außerhalb des Gebäudes, sie sollten großzügig dimensioniert und schattig platziert werden.



Die folgende Abbildung zeigt die getrennte Aufstellung von Verdichtern und Verflüssigern einer Verbundanlage.

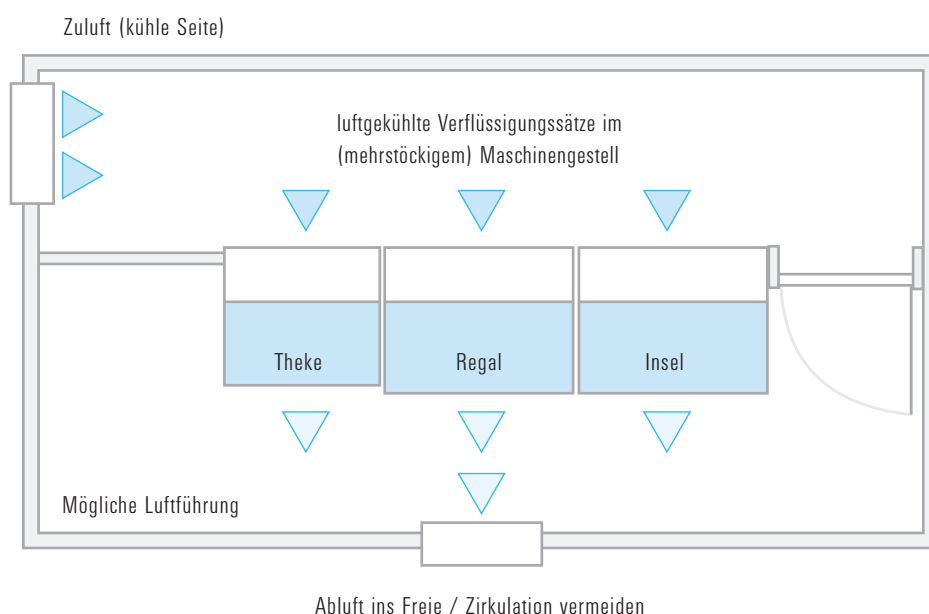


Ist eine Außenaufstellung der Verflüssiger nicht möglich, sollte auf eine richtige Anordnung der Einzelaggregate geachtet werden.

Die Belüftung des Maschinenraumes sollte durch möglichst große Öffnungen erfolgen, damit immer kühle Zuluft angesaugt werden kann und eine Luftzirkulation vermieden wird.

Der Maschinenraum sollte auch hier sorgfältig geplant und mit einer leistungsgeregelten Abluftanlage ausgestattet werden.

Tipp: Kein Gerät darf seine Abwärme in den Kühler eines anderen Gerätes leiten.



Richtige Anordnung von Einzelaggregaten bei Innenaufstellung

Reparatur/Austausch eines Verflüssigersatzes einer Einzelanlage

Bei Ausfall des Verflüssigersatzes einer großen Anlage (z.B. eines Kühlregals) sollte anstelle eines einfachen Austausches (5.000–6.000 Euro Reparaturkosten) ein Verdichtersatz mit leisem (d. b. gleichzeitig energiesparend) Außenverflüssiger gewählt werden (Mehrkosten: ca. 1.500 Euro). Da die Abwärme direkt ins Freie geleitet wird, reduziert sich die Schaltfrequenz der Anlage. Auch die Effizienz der übrigen Verflüssigungssätze erhöht sich durch eine niedrigere Temperatur.

Verringert sich die Laufzeit eines Verdichters nur um durchschnittlich 2,5 Stunden pro Tag, ergeben sich schon für einen einzelnen Motorverdichter von 5 kW Einsparungen von knapp 600 Euro pro Jahr.

Tipp: Im Zuge eines Austauschs des Verflüssigers lassen sich durch Umrüstung auf einen Verdichtersatz mit Außenverflüssiger Energieeinsparungen von 15–20 % erzielen.



Reinigung von Wärmetauschern: ein wichtiger Schlüssel zum Erfolg

Schmutzschichten auf den Verdampfern und Verflüssigern behindern den Wärmetransport. Dadurch sinkt die Leistungszahl und der Energieverbrauch steigt.

Beispiel: Erhöhter Energieverbrauch einer Kälteanlage durch Verschmutzung der Wärmetauscher

Kälteleistung	50 kW
Verbrauch im Neuzustand	97.000 kWh/Jahr
Verbrauch mit verschmutzten Wärmetauschern	101.900 kWh/Jahr
Mehrkosten	620 Euro/Jahr

Eine regelmäßige Reinigung ist unbedingt notwendig für jede Kälteanlage. Die Lamellen des Verflüssigers sollten mit einem Wasserstrahl gereinigt werden (ein Wasserstrahl in der Nähe der Verflüssiger ist sinnvoll). Eine Reinigung kann alle 4 Wochen, je nach Staubaufkommen, notwendig sein.

Nachlässigkeit hat negative Folgen: Bei unregelmäßiger Reinigung steigt der Energieverbrauch gegenüber der Neuanlage um ca. 5 % an.

Tipp: Wasseranschluss in der Nähe der Verflüssiger vorsehen.

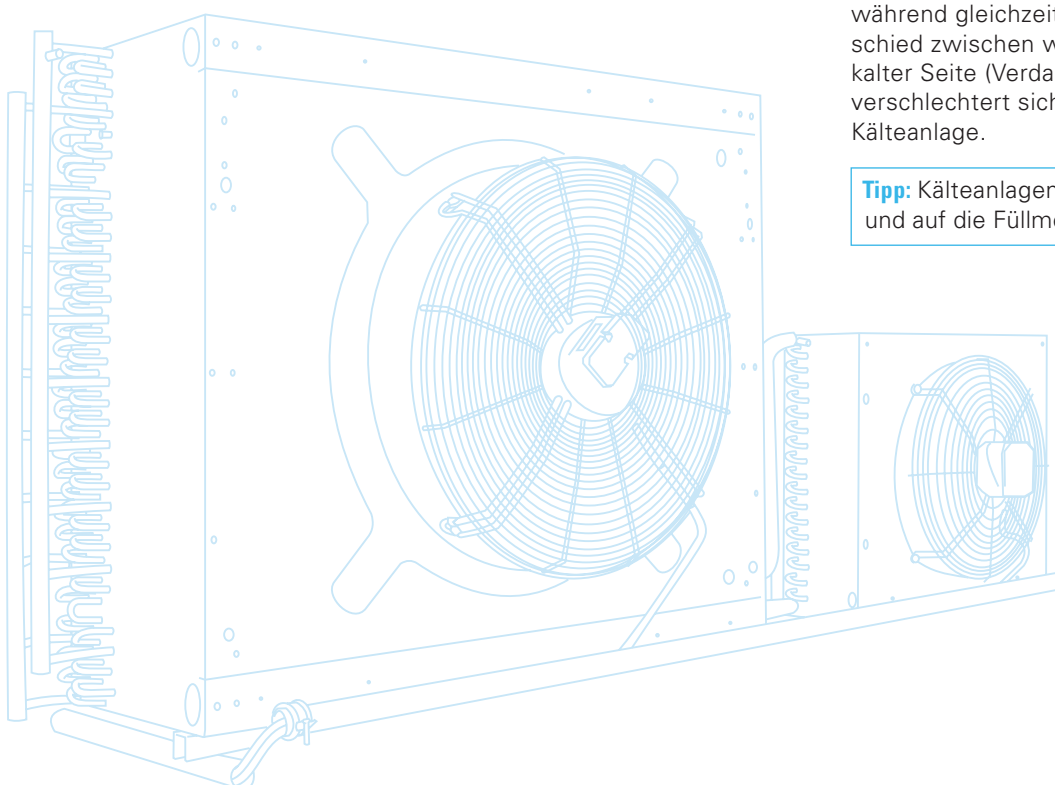


Der Standort von Verflüssigern neben einer Straße führt zu einer hohen Staubbelastung.

Kältemittel

Bei zu geringer Füllmenge des Kältemittels reduziert sich die Wärmetransportleistung, während gleichzeitig der Temperaturunterschied zwischen warmer (Verflüssiger) und kalter Seite (Verdampfer) ansteigt. Dadurch verschlechtert sich die Energieeffizienz der Kälteanlage.

Tipp: Kälteanlagen regelmäßig warten lassen und auf die Füllmenge des Kältemittels achten!

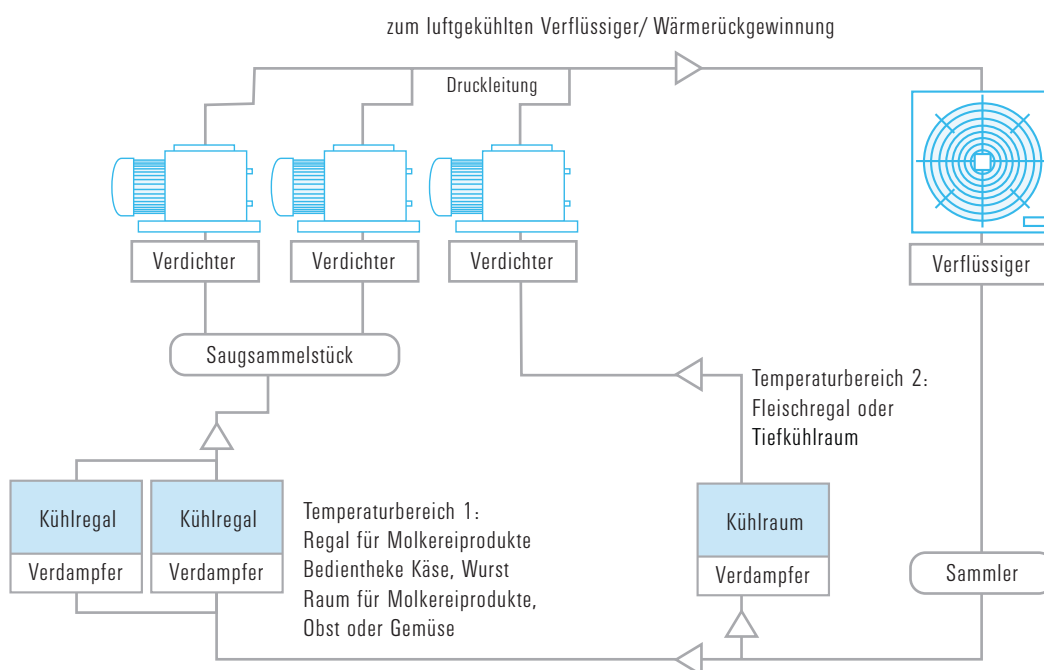
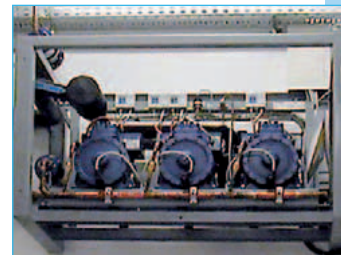


Verbundkälteanlagen ermöglichen Energieeinsparungen

Eine Minderung des Energieverbrauchs und ein besseres Temperaturverhalten kann durch Verbundkälteanlagen erreicht werden. Bei einer Verbundkälteanlage werden mehrere Verdichter, in der Regel drei je Kreislauf, parallel geschaltet. Diese Verdichter werden leistungsabhängig zu- oder abgeschaltet, so dass eine Anpassung an Teillastbetriebszustände erfolgt und die gesamte Anlage energetisch effizienter läuft.



Satellit-Verbundanlagen (siehe folgende Abbildung), eine Sonderform der Kleinverbundanlagen, ermöglichen ebenfalls einen Teillastbetrieb, der bis zu 20 % Energie im Vergleich zu Einzelanlagen einspart. Sie bestehen aus 2–3 Verdichtern für Molkereiprodukt-Regale, Feinkostregale und Pluskühlräume bis +2° C sowie 1–2 Verdichtern für Fleischregale, SB-Fleischtheken, Fischtheken und Tiefkühlräume. Auf dem Markt sind mittlerweile verschiedene Varianten von Satellit-Verbunden auch in Kombination mit Tiefkühlung verfügbar. Diese maßgeschneiderten Kleinverbundanlagen eignen sich gerade für den kleineren Einzelhändler sehr gut, weil sie zwei verschiedene Temperaturbereiche in einem Verbundsystem zusammenfassen. Ferner bieten solche Anlagen dank einer gemeinsamen Druckleitung die Möglichkeit einer sehr einfachen und wirtschaftlichen Wärmerückgewinnung.



Kälteerzeugung mit einem Kleinverbund (Satellitenverbund): Mit einer Druckleitung und getrennten Saugleitungen

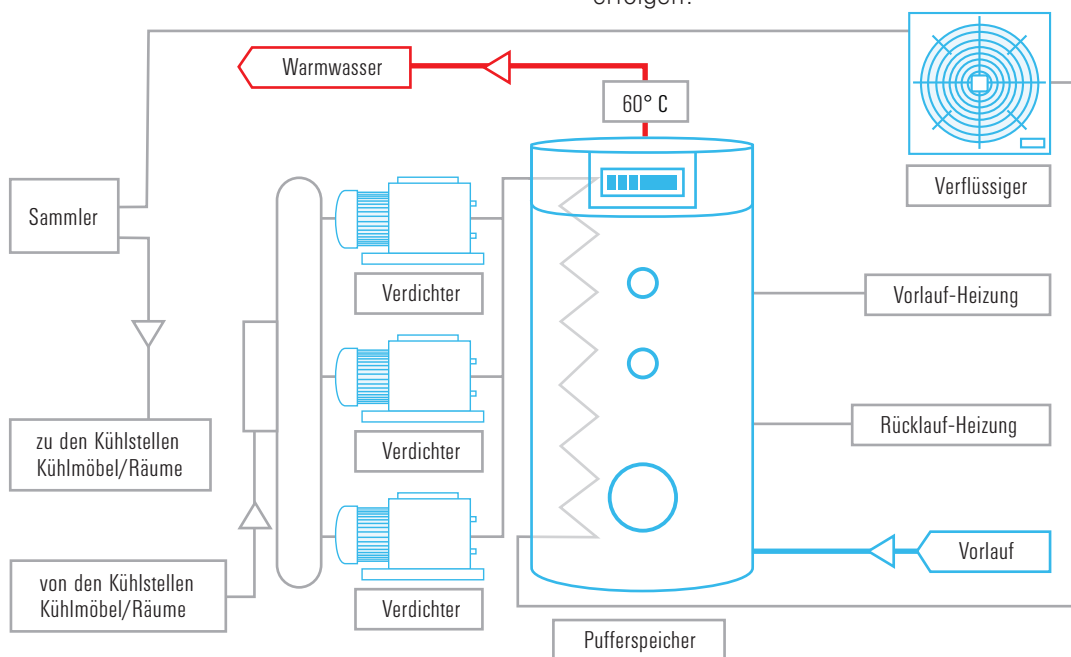


Abwärmenutzung – Heizen mit der Kälteanlage

Das Kältemittel erreicht hinter dem Verdichter Temperaturen von über 80° C, so dass an den Verflüssigern kontinuierlich Abwärme anfällt. Diese Abwärme kann zur Vorerwärmung von Brauchwasser auf ca. 35° C oder für Nieder-temperaturheizungen genutzt werden. Auf dem Markt sind mittlerweile auch kombinierte Lösungen (Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung) erhältlich.

Notwendige Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Abwärmenutzung sind:

- eine gesicherte Abnahme der zurückgewonnenen Wärme
- eine Verbundanlage (z. B. eine Satellitenanlage) und
- die richtige Konstruktion des Pufferspeichers. Die Auslegung eines solchen Pufferspeichers sollte durch einen erfahrenen Fachmann erfolgen!



Kombinierte Abwärmenutzung (Warmwasserbereitung und Raumheizung) mit Pufferspeicher in einem Kleinverbund.

Die Abwärme aus Kälteanlagen reicht in der Praxis aus, um den Wärmebedarf für Warmwasser zu decken. Hierdurch können sich je nach Größe 40-60 % Energieersparnis für Heizung und Warmwassererzeugung ergeben. Wichtig ist es, ein zur jeweiligen Anlage passendes Konzept zu finden!

Folgende Tabelle zeigt für verschiedene Marktgrößen Kosten und Energieeinsparung einer Wärmerückgewinnung.

Tipp: Befragen Sie zur Abwärmenutzung einen Fachmann!

Beispielrechnungen für Warmwasserbereitung/ 300 Betriebstage			
Verkaufsfläche	350 m ²	700 m ²	1000 m ²
Warmwasserbedarf/ Tag	130 Liter	350 Liter	500 Liter
Investition WRG	2.400 Euro	4.300 Euro	5.500 Euro
Ersparnis/ Jahr gegenüber elektrischer Warmwasser-Bereitung	300 Euro	810 Euro	1.160 Euro
Amortisation	< 8 Jahre	< 5,5 Jahre	< 5 Jahre



Checkliste

Was können Sie in Ihrem Betrieb tun, um den Energieverbrauch der Kühlmöbel und Kälteanlagen zu senken?

Kühlkette nicht unterbrechen

- › Lassen Sie Waren für den Verkaufsraum niemals auch nur kurze Zeit herumstehen, bevor sie ins Kühlmöbel geräumt werden. Das kostet doppelt – Energie und Geld:
 1. Die Warenqualität verschlechtert sich.
 2. Die aufgenommene Wärme muss der Ware mit viel Energieaufwand durch die Kühlgeräte wieder entzogen werden (Kühlmöbel sind nur auf das Halten der Temperaturen ausgelegt).

Kühlmöbel richtig beladen

- › Beachten Sie die Stapelmarken: falsche Beladung unterbricht den Kaltluftschleier, die kalte Luft fällt vermehrt aus dem Gerät und warme Luft dringt in den Kühlraum ein. Dadurch bildet sich am Verdampfer verstärkt Eis. Das Abtauen verbraucht viel Energie und die Qualität der Lebensmittel leidet.

- › Achten Sie darauf, dass die Ansaugöffnungen für Kühlluft nicht zugestellt werden oder durch Etiketten verlegt werden.

Kühlmöbel richtig aufstellen

- › Stellen Sie mobile Aktionstruken in kühlen Raumbereichen ohne direkte Sonneneinstrahlung auf. Vermeiden Sie Orte mit Zugluft und nahe bei Lüftungsauslässen.

Außerhalb der Verkaufszeiten

- › Achten Sie darauf, dass vorhandene Nachtabdeckungen und Rollos benutzt werden oder rüsten Sie diese nach. Bestimmen Sie dazu eine verantwortliche Person und motivieren Sie diese. Ein Aufkleber an geeigneter Stelle kann hilfreich sein. Einsparungen zwischen 15 und 20 % sind durchaus erreichbar.
- › Schalten Sie die Beleuchtung der Kühlmöbel außerhalb der Verkaufszeiten aus.

Kühlräume

- › Kühlraumtüren immer nur kurzzeitig öffnen, Beleuchtung sofort ausschalten.

Reinigung und Wartung von Kühlmöbeln und Kälteanlagen nicht vergessen

- › Reinigen Sie wichtige Anlagenteile wie Verflüssiger und Verdampfer von Kühlräumen regelmäßig. Durch Verunreinigungen steigt die Verflüssigertemperatur an, während die Verdampfertemperatur sinkt. Beides verschlechtert den Wirkungsgrad der Geräte kontinuierlich bis hin zu einer Störung Ihrer Kälteerzeugung. Diese Servicekosten sind vermeidbar.
- › Reinigen Sie auch die Tauwasserrinnen. Verstopfungen führen zu verstärkter Eisbildung und verschlechtern den Wirkungsgrad ebenfalls.
- › Lassen Sie Ihre Kälteanlagen ein bis zweimal jährlich teilwarten oder zumindest überprüfen, dies verlängert die Lebensdauer Ihrer Kälteanlagen.

Abtauen von Verdampfern zeitversetzt durchführen

- › Wenn die Steuerung der Abtauintervalle noch über Schaltuhren erfolgt, achten Sie darauf, dass die Abtauvorgänge nicht gleichzeitig eingeleitet werden, um Stromspitzen zu vermeiden. Notieren Sie sich zur Kontrolle auf einer Übersicht die Abtauzeiten.

Worauf Sie bei der Neuanschaffung achten sollten:

- › Die **Datenblätter der Kühlmöbel** geben Aufschluss über die effektive Verdampfungstemperatur und die Leistungsaufnahme der Geräte.
- › **Bedarfsgesteuerte Abtauung:** Bei jedem Abtauvorgang wird Wärme ins Gerät eingebracht, die nachher wieder weggekühlt werden muss.
- › Wählen Sie **Rahmenheizungen mit Taupunktregelung:** eine Taupunktregelung senkt die Heizleistung entsprechend ab.
- › **Doppelter Kaltluftschleier:** Wählen Sie für Fleischprodukte Kühlregale mit optimierten zweifachen Kaltluftschleiern aus, der Kältebedarf kann so um bis zu 40 % reduziert werden.
- › **Glasabdeckungen:** Verwenden Sie möglichst Tiefkühltruhen und Wandregale mit Glasabdeckungen. Die Einsparungen über das Jahr betragen bis zu 50 %.
- › **Intelligente Regler** reduzieren in Kühlmöbeln bei heruntergelassenen Rollos oder aufgelegten Abdeckungen entsprechend die Kälteleistung.
- › **Vermeiden Sie übermäßige Beleuchtungen in den Kühlmöbeln.** Beleuchtungseinrichtungen sollten möglichst außerhalb der Kühlzonen angebracht sein, da sonst die gesamte Abwärme der Beleuchtungsanlage „wegekühlt“ werden muss. Als Minimum sollte energiesparende Beleuchtungstechnik eingesetzt werden und die Vorschaltgeräte außerhalb der Kühlzonen montiert werden.
- › Achten Sie auf den **Aufstellort des Verflüssigers:** (z.B. Verflüssiger auf Nord-Seite, geringe Staub- und Pollenbelastung aus der Umgebung).

Hierbei hilft Ihnen der Fachmann:

- › **Verlegung von Luftauslässen:**
Lassen Sie Luftauslässe aus der Nähe von Kühlmöbeln verlegen, um den Eintrag von Warmluft in die Möbel zu verringern.
- › **Abtauen von Kühlmöbeln**
Optimieren Sie Ihre Abtauintervalle, um die Abtauung auf das notwendige Maß zu beschränken. Lassen Sie intermittierende Steuerungen für Rahmenheizungen mit Schaltuhren oder Relais nachrüsten. Empfehlenswert ist auch eine Taupunktregelung. Damit wird die Rahmenheizung an den tatsächlichen Bedarf angepasst und der Wärmeeintrag ins Kühlgerät reduziert.
- › **Kleinverbundanlagen (Satellitverbund)**
Diese maßgeschneiderten Kleinverbundanlagen fassen zwei verschiedene Temperaturbereiche zusammen, daher eignen sie sich gerade für den kleineren Einzelhändler sehr gut. Energieeinsparungen bis zu 20 % sind möglich.
- › **Abwärmenutzung zur kostenlosen Brauchwassererwärmung**
Lassen Sie von einer Fachfirma ein Konzept zur Nutzung der Abwärme am Verflüssiger erstellen: mit der Abwärme der Kälteanlage lässt sich das notwendige Warmwasser erwärmen.

Augsburg, 2006 – ISBN-Nr: 3-940009-01-6 und ISBN-Nr: 978-3-940009-01-2

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160, 86179 Augsburg
Tel.: (0821) 9071 - 0
Fax: (0821) 9071 - 55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV).

Text: Bremer Energie-Konsens GmbH
Fachhochschule Augsburg
Plan IBM Hans Möller, München
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik GmbH (BIfA)

Layout: aia orange – büro für gestaltung, 86167 Augsburg

Bildnachweis: Hauser GmbH: Titelbild, S. 5, 7 unten, 9, 11, 13, 14
Remis GmbH: S. 4, 7 oben, 8
Bremer Energie-Konsens GmbH: S. 6, 8 unten
Welter: S. 12 oben
Zapf Kühl- und Klimaanlageanlagen: S. 10, 12,

Druck: Druckerei Senser, Augsburg

Zitiervorschlag: Bayer. Landesamt für Umwelt (Hrsg.):
„Energie sparen bei Kälteanlagen im Lebensmittelhandel“, Augsburg, 2006

© Bayerisches Landesamt für Umwelt, Dezember 2006

Gedruckt auf Recyclingpapier



Überreicht durch:

