

# Die beste Energie ist gesparte Energie

**Energieeffiziente und innovative Kälteanlagen** Die wirtschaftliche Situation zwingt die Kunststoff- und Gummiverarbeiter zur Kostenreduzierung. Um Produkte auf dem Markt günstiger anbieten zu können, müssen die Herstellkosten gesenkt werden. Dies kann man nur, indem man wirtschaftlicher fertigt oder Betriebskosten von Strom, Kühlwasser oder Luft verringert.

Vor allem bei der Herstellung von Spritzgießteilen, Folien und Kunststoffmischungen werden Kühlwassertemperaturen unter 20 °C benötigt. Die Herstellung von Kühlwasser unter 20 °C ist mit hohen Kosten verbunden. Jedoch können durch konstante Kühlwassertemperaturen und Kühlwasserdrücke bei bestimmten Produktionsverfahren auch Leistungssteigerungen und Qualitätsverbesserungen erreicht werden.

Die Zeiten sind vorbei, in denen beim Kauf einer Kältemaschine allein die Anschaffungskosten entscheidend waren. Immer mehr rücken die Gesamtkosten in den Blickpunkt. Generell betragen die Folgekosten bis zu 70 Prozent der Investitionskosten. Dabei machen die Ausgaben für Energie je nach Anwendungsfall bis zu 90 Prozent der Folgekosten aus. Auch die Wahl der passenden Kälteanlage hilft, den Energieverbrauch zu senken.

## Hydraulikkühlung für Wärmerückgewinnung nutzen

Am Anfang steht die Auslegung der Kälteanlage. In vielen Anlagen finden sich noch heute überdimensionierte Antriebe, falsch dimensionierte Wärmetauscher oder nicht das für die Anwendung optimale Kältemittel. Entweder als eine Art Leistungspuffer oder einfach, weil keine besser geeignete Kälteanlage gefunden werden konnte, da der Anschaffungspreis entscheidend war. Wer effizient mit Energie umgehen will, sollte Kälteanlagen einsetzen, die im Bereich ihres optimalen Wirkungsgrads arbeiten. Ein breites Spektrum von leistungsregulierten Schraubenverdichtern über elektronische Expansionsventile, frequenzgeregelte Pumpen und Ventilatoren, bis hin zu auftragsspezifischen Ausführungen schafft die Basis für eine energiebewusste Auswahl.

Es bestehen mehrere Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung (WRG) aus thermischen Prozessen. Die Energieströme sollten hinsichtlich des Nutzungspotenzials untersucht werden, wie bei der Hydraulik- oder Werkzeugkühlung. Das Temperaturniveau bei der Hydraulikkühlung liegt bei 30 bis 35 °C und kann direkt zur WRG genutzt werden. Etwa zur Einspeisung in eine Fußbodenheizung oder zur Hallenbeheizung über speziell ausgelegte Lufterhitzer mit einer großen Wärmetauscherfläche, die bei einer geringen Vorlauftemperatur noch annehmbare Luftausblastemperaturen gewährleisten. Das Temperaturniveau bei der Werkzeugkühlung liegt bei 10 bis 15 °C und wird durch elektrisch betriebene Kälteanlagen oder Wärmepumpen erzeugt. Bei diesen Geräten wird durch den Einbau von zusätzlichen Wärmetauschern auf der Heißgasseite eine WRG zur direkten Nutzung in Heizungsanlagen und Warmwasserspeichern verwendet. Bei der Auswahl der Anlagenkomponenten muss jedoch auf die Effizienz des Gesamtsystems geachtet werden. Die Leistungszahl einzelner Bausteine ist nicht repräsentativ.

Die freie Kühlung oder Winterentlastung genannt, bedeutet eine Ausnutzung

der Umgebungstemperatur zur direkten Kühlung des Kühlwassers. Sie hat von allen Verfahren den niedrigsten Energieverbrauch. Es wird ein zusätzlicher, luftgekühlter Wärmetauscher in den Anlagenkreislauf integriert, der bei einer Lufttemperatur, die etwa 2 K unterhalb der Rücklauftemperatur des Kühlmediums liegt, der Kälteanlage vorgeschaltet wird. Bei einer Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauftemperatur von 5 K werden bei einer Abkühlung von nur 18 K durch die freie Kühlung 20 % Energie eingespart. Bei einer Außentemperatur von etwa 4 bis 5 K unter der Vorlauftemperatur des Kühlmediums kann die gesamte Kühlung mit der freien Kühlung erzeugt werden. Je höher die Vorlauftemperatur gewählt werden kann, desto mehr Stunden stehen für die Entlastung der Kompressionskältemaschine zur Verfügung. Somit können die Betriebskosten im Vergleich zu konventionellen Maschinen um etwa 70 bis 80 % gesenkt werden.

Das Verhältnis von aufgenommener zu abgegebener Wärmemenge und aufzuwendender elektrischer Arbeit sind sowohl vom verwendeten Kältemittel, als auch von den vorliegenden Temperaturniveaus abhängig. Bei einer Absenkung der Verflüssigungstemperatur steigt die Kälteleistung und gleichzeitig sinkt die aufzuwendende Verdichterleistung. Beide Mechanismen tragen zu

**Einsparpotenzial durch gleitende Kondensationstemperaturregelung**



### Autor

Burkhard Rüßmann,  
Geschäftsführer, L&R  
Kältetechnik, Sundern-Hachen,  
b.ruessmann@lr-kaelte.de

**Ein Muss - Energiesparen**

Energie sparen ist deutlich komplexer, als es oft dargestellt wird. Verschiedene Maßnahmen ergänzen einander und erlauben so den optimalen Umgang mit der kostbaren Ressource.

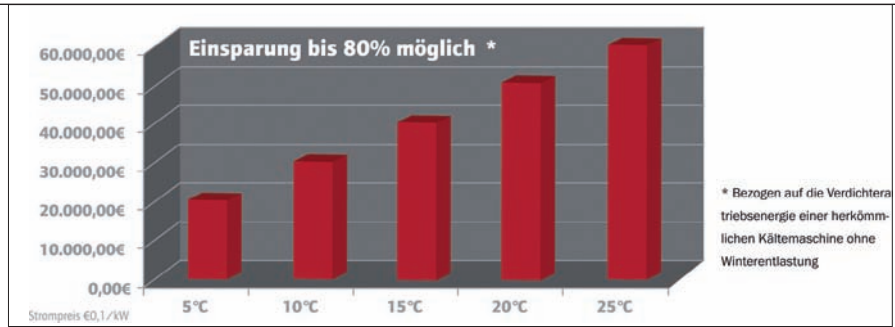
Grob lassen sich diese Maßnahmen auf fünf Punkte herunterbrechen:

- Bedarfsgerecht dimensionieren
- Wärmerückgewinnung
- Winterentlastung durch freie Kühlung
- Gleitende Kondensationsdruckregelung
- Elektronische Drehzahlregelung

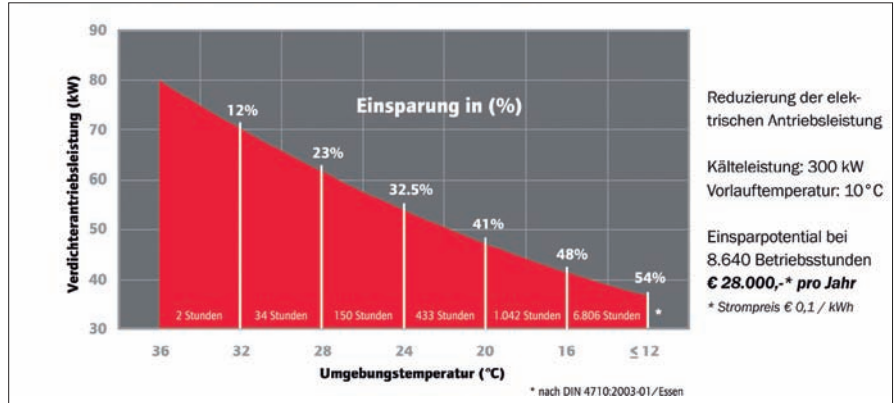
einer Steigerung des COP (Coefficient of Performance) bei. Der Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis aus Nutzen zu Aufwand. Im Normalfall beträgt die Verflüssigungstemperatur 47 °C bei 35 °C Lufttemperatur. Die Lage der Verflüssigungstemperatur bestimmt entscheidend den Energieverbrauch einer Kälteanlage. Man sollte deshalb die Verflüssigungstemperatur so niedrig wie möglich halten. Der Wärmedurchgangskoeffizient im Wärmetauscher sollte so hoch wie möglich sein. Je größer die Wärmetauscherfläche ist, desto niedriger kann die Verflüssigungstemperatur gewählt werden.

**Sinkt die Verflüssigungstemperatur, steigt die Kälteleistung**

Fast trivial ist die Tatsache, dass die Verflüssigungstemperatur direkt mit der Luft-eintrittstemperatur (Umgebungstemperatur) verknüpft ist. Das verlangt, dass der Wärmetauscher mit möglichst viel Frischluft beaufschlagt wird. In wie weit man die Verflüssigungstemperatur absenken kann, ist abhängig von der Art und Bauweise des Verdichters und der Expansionsorgane. Beide haben auf die Festlegung einer minimal möglichen Verflüssigungstemperatur hohen Einfluss. Die Kombination von entsprechenden Schraubenverdichtern, optimal ausgelegten Verflüssigern, dem Kältemittel R 134a, elektronischen Expansionsventilen und



Die Kältemaschine mit Bitzer- Schraubenverdichter und „Vari-Kon“-Regelung hilft Energie zu sparen.



Einsparpotenzial durch freie Kühlung bei verschiedenen Wasservorlauftemperaturen (Kälteleistung 300 kW)

der intelligenten Frigocontrol-Steuerung von L&R gewährleistet, dass die theoretisch notwendige Verflüssigungstemperatur der Lufttemperatur über den gesamten Zeitraum mit derselben Differenz folgt. Alle bisherigen Angaben zum COP berücksichtigen nur die Antriebsenergie am Verdichter, jedoch kann die Verwendung von Ventilatoren mit hohem Energieverbrauch den COP verschlechtern. Wenn man energiesparende Kälteanlagen konstruiert, sollten auch energiesparende Ventilatoren verwendet werden. Die Bereitstellung von Wärme und Kälte während thermischer Verfahren erfordert ein ausgeklügeltes Energiemanagement.

Durch die vorgestellte Steuerung werden Verdichter, Pumpen und Ventilatoren bedarfsgerecht und energetisch optimal geregelt. Gerade Pumpen und Ventilato-

ren sind sehr gut geeignet, Einsparungen zu erzielen. Sie gehören neben den Verdichtern zu den größten Verbrauchern elektrischer Energie bei den Kälteanlagen. Idealerweise geht ihr Energieverbrauch in der dritten Potenz mit der Drehzahl zurück. Eine einfache, aber effektive Methode ist daher die Drehzahlregelung. Die benötigte Kühlwassermenge ist je nach Produktionsauslastung, Jahres- und Tageszeit sowie der Differenz von Ist- zu Solltemperatur unterschiedlich. Für eine effiziente Versorgung mit Kühlwasser werden die Pumpen abhängig vom Anlagendruck über den Frequenzumformer geregelt und zusätzlich nach Bedarf zu und abgeschaltet. Die Betriebsstundenzahl der Pumpen regelt die Steuerung, so dass alle Pumpen gleichmäßig ausgelastet werden.

Bilder: L&R