

Frisch bis eisig: Planung von Kälteanlagen

Kälte wird in vielen Bereichen der industriellen Produktion benötigt. Die Herausforderung ist, eine individuelle Lösung für die Anwendung zu entwickeln.



Für die neuen Kühltürme des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln erbrachte pbr die Technikplanung.

Kühlprozesse werden insbesondere in der Lebensmittelindustrie während der Produktion und Lagerung eingesetzt, um Waren haltbar zu machen. Auch in der Pharma- und IT-Industrie sind prozessbedingt Raumkühlungen notwendig, wenn konstant niedrige Raumtemperaturen gefordert werden, beispielsweise im Bereich der Datenverarbeitung in Rechenzentren und Serverräumen.

Zunächst ist zwischen verschiedenen Temperaturniveaus zu unterscheiden. Bei der Normalkühlung wird die Temperatur auf ca. 4 °C reduziert. Das entspricht dem Niveau eines handelsüblichen Haushalts-Kühlschranks. Anwendung findet dies z. B. in Molkereien und bei der Fleischverarbeitung, aber auch bei der Zubereitung von Convenience-Food und Fertignahrung. Bei der Tiefkühlung wird die Temperatur auf mindestens -20 °C herabgesetzt, bei Sonderanwendungen im Gesundheitswesen und der Pharmaindus-

trie, z. B. im Zuge der Blutplasmakonservierung, sogar auf -40 °C und tiefer.

Energie schonend 365/24

Anders als etwa bei einer Büroklimateisierung arbeiten industrielle Kühlungen in vielen Fällen buchstäblich ganzjährig: 365 Tage im 24-Stundenbetrieb. Enorm wichtig ist daher die hohe Verfügbarkeit der Kühltechnik. Denn jeder Ausfall in der industriellen Fertigung würde hohe Folgekosten nach sich ziehen. Deshalb sind hier modular aufgebaute, teilredundante Anlagen erforderlich. Wichtig ist auch ein guter After-Sales-Support, damit qualifiziertes Personal des Herstellers sofort verfügbar ist und die Ausfallzeiten minimiert werden.

Um auch im Service bedarfsorientierte Lösungen anbieten zu können, müssen die Anforderungen in individuellen Verträgen mit den Anlagenbetreibern vereinbart werden. Auch benötigen die Anlagen durch den Dauerbetrieb viel Energie. Umso stärker liegt in der industriellen Kälteproduktion der Fokus auf der Optimierung von Energieverbräuchen und dem Einsatz hochenergieeffizienter Anlagen. Aufgrund der hohen Verbräuche geht es häufig darum, ein hohes Maß an Betriebstransparenz zu erreichen, um die Be-

triebsdaten der Kälteanlage jederzeit auslesen und analysieren zu können. Darüber hinaus kann so auch frühzeitig auf veränderte Betriebswerte reagiert und es können Ausfälle vermieden werden.

Bedarf ermitteln

Die Planung einer kältetechnischen Anlage erfolgt in der Regel in fünf Schritten: der Bedarfsermittlung, der Auswahl des Systems, der eigentlichen Planung, der Ausschreibung sowie der anschließenden kontrollierten Inbetriebnahme der Anlagen. Bei der Bedarfsermittlung ist die Frage zu beantworten, welches Temperaturniveau erforderlich ist und welche speziellen Anforderungen an den Kühlprozess gestellt werden. Unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz ist es essentiell, dass das System auf den spezifischen Bedarf angepasst ist und nur die tatsächlich notwendige Kühlleistung für den Einsatzbereich generiert. Denn grundsätzlich gilt: Je niedriger die geforderte Temperatur, desto mehr Energie ist aufzuwenden. Benötigt z. B. ein Unternehmen in Teilbereichen unterschiedliche Kühlleistungen, wird für jeden Bereich eine separate Anlage eingesetzt. Soll etwa in der Produktion eine Temperatur von 4 °C und in einem Tiefkühlager ein Wert von -20 °C



Der Autor
Dipl.-Ing. Martin Glane,
Sachverständiger für Amts-,
Land- und Oberlandesgerichte
sowie Geschäftsbereichsleiter
Technische Ausrüstung der
pbr Planungsbüro Rohling AG,
Osnabrück



Quelle: Axel Hartmann

Das Pumpenhaus im DLR Köln

erreicht werden, sind zwei Geräte erforderlich, die genau die geforderte Kühlleistung erbringen. Würde für beide Bereiche eine Anlage eingesetzt, die eine Kühlleistung von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ erzeugt, so wäre der Energieverbrauch in der Produktion deutlich zu hoch.

Welches System?

Für die Auswahl der passenden Anlagentechnik ist ein Marktscreening erforderlich, um aktuelle Entwicklungen berücksichtigen zu können und einen Hersteller zu finden, der die spezifischen Anforderungen erfüllt. In den Auswahlprozess fließen auch Wirtschaftlichkeitserwägungen wie der Gas- und Ölpreis ein. Beispielsweise sind Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen wirtschaftlich geworden, weil der Strompreis gestiegen und der Gaspreis gesunken ist. Die Amortisationszeit dieser Anlagen liegt aktuell bei ca. 3,5 a. Hinzu kommt, dass die Kapitalkosten dank des geringen Zinssatzes kaum mehr ins Gewicht fallen.

Planungsprozess

Für die individuelle Anwendung wird ein Konzept – basierend auf den ermittelten Parametern – entwickelt, das Redundanz-

überlegungen einschließt. Aktuell sind verschiedene Anlagentypen im Einsatz, aber z. B. in der Lebensmittelindustrie sind insbesondere Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen interessant, weil sie sowohl Kälte als auch Wärme produzieren. Diese Systeme bestehen aus einem Blockheizkraftwerk, das auch Strom durch den Antrieb eines Generators erzeugt. Mit der Abwärme des Gasmotors können zum Teil Heizprozesse bedient und Dampf für Kochprozesse erzeugt werden. Energieeffizient nutzbare Abwärme fällt z. B. bei den $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ heißen Abgasen an.

In einer Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage kommen häufig Absorptionskältemaschinen zum Einsatz. Diese Geräte erzeugen mit einer thermischen Verdichtung aus dem heißen Motorkühlwasser Kälte bis zu $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Diese Systeme funktionieren nach folgendem Prinzip: Das Kältemittel wird zunächst vom Lösungsmittel Wasser aufgenommen, also absorbiert. Durch Erhitzen werden beide Stoffe wieder voneinander getrennt. Das Kältemittel verdampft, wird auf einen höheren Druck gebracht und anschließend verflüssigt. Entspannt man das Kältemittel dann, also reduziert man den Druck, wird die Flüssigkeit kalt und kann zur Kühlung genutzt werden.

Für Tiefkühlanlagen, oder wenn Abwärme nicht kostengünstig zur Verfügung steht, kommen Kompressionskältemaschinen zum Einsatz. Seitdem halogenierte Kohlenwasserstoffe als Kältemittel aufgrund ihrer schädigenden Wirkung für die Ozonschicht weitestgehend abgeschafft worden sind, u. a. durch Reglementierungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls von 1997, erlebt das in der Frühzeit der Kältetechnik oft verwendete Ammoniak eine Renaissance. Im direkten Vergleich zu CO_2 ist es effizienter und muss nicht hoch verdichtet werden. Weil CO_2 bei 60 bar verdichtet wird, ist der Materialeinsatz bei den Anlagen höher und die Systeme sind kostenintensiver.

Ausschreibung und Inbetriebnahme

Auf die Planung folgt die Ausschreibung. Hier werden Leistungsverzeichnisse und Verträge vorbereitet, so dass die Qualitätsanforderungen an die Anlage und den Partner schriftlich fixiert werden. Eine wichtige Funktion im Rahmen der Realisierung übernimmt die qualifizierte Inbetriebnahme. Die Werte, die man im Vorfeld festgelegt hat, müssen in den ersten Monaten durch Messungen genau nachgewiesen werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Anlage tatsächlich das geforderte Ziel erreicht. 