

DER TECHNISCHE HINTERGRUND: ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINEN

Im Gegensatz zu Kältemaschinen, die mit elektrischem Strom betrieben werden, arbeiten Absorptionskältemaschinen vornehmlich mit **Dampf oder Warmwasser**. Deshalb wird diese Technik gerne in der Industrie angewandt, wo – wie bei Michelin – Abwärme bei Produktionsprozessen entsteht. **Der „Treibstoff“ für die Kältemaschine ist somit im Idealfall kostenlos vorhanden.** Da keine mechanische Verdichtungsarbeit geleistet werden muss, ist der Bedarf an elektrischer Energie verglichen mit Kompressionskältemaschinen sehr gering.

Im Wesentlichen basiert die Funktionsweise von Absorbern auf **zwei fundamentalen Eigenschaften von Wasser:**

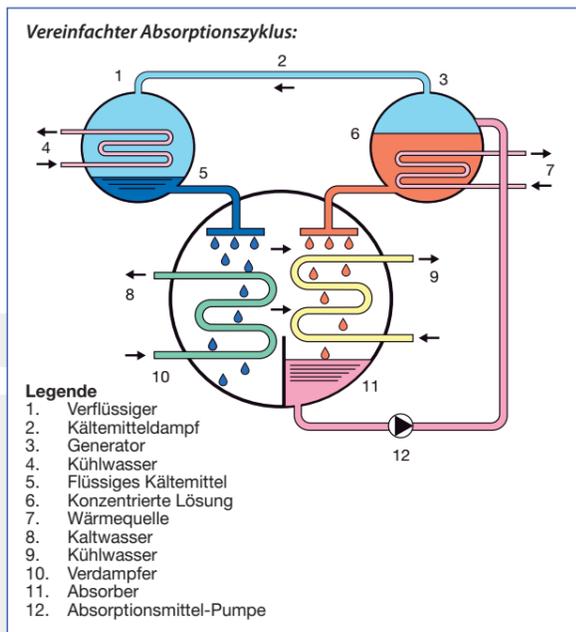
- **Der Siedepunkt fällt bei sinkendem Umgebungsdruck.** Wasser verdampft bei niedrigem Druck schon bei deutlich weniger als 100° Celsius.
- **Salz kann in Wasser sehr gut gelöst werden.** Es bilden sich Lösungen in unterschiedlichen Konzentrationen.

Eine Carrier-Absorptionskältemaschine besteht im Wesentlichen aus 2 Kesseln in denen sich jeweils 2 Rohrbündelwärmetauscher befinden. Dies sind der Generator/Verflüssiger und der Verdampfer/Absorber-Kessel. Diese Kessel sind durch diverse Rohrleitungen miteinander verbunden und bilden zwei Kreisläufe: den Kälte- und den Lösungsmittelkreislauf. In den Carrier-Absorptionskältemaschinen wird Wasser als Kältemittel und Lithium-Bromid-Sole als Lösungsmittel eingesetzt.

Die beiden Kessel arbeiten zwar im technischen Vakuum, teilen sich aber wie auch bei klassischen Kältemaschinen, in einen Niederdruck- und Hochdruckbereich. Das Kältemittel kann so bei den gewünschten Temperaturen im Verdampfer verdampft, bzw. im Verflüssiger wieder verflüssigt werden. Im Verdampfer ist der Umgebungsdruck soweit abgesenkt, so dass das dort über Düsen versprühte Wasser (= Kältemittel) bereits bei Zufuhr von Wärmeenergie von +3° C verdampft. Dadurch wird das zu kühlende Prozess-Kaltwasser von +12° C auf +6° C abgekühlt.

Über weitere Düsen im Absorber wird eine stark konzentrierte Lithium-Bromid-Sole versprüht. Dieser Salznebel wirkt stark wasseranziehend und absorbiert den im Verdampfer entstandenen Wasserdampf, wodurch sich der Salznebel verdünnt. Die nun schwach konzentrierten Soletropfen sammeln sich am Boden. Die verdünnte Lithium-Bromid-Lösung wird über eine kleine Pumpe in den Generator gefördert und dort erwärmt. Als Antriebsmedium kommt bei Michelin hierfür kondensierter Brühdampf aus der Reifenproduktion zum Einsatz. Dieses warme Wasser heizt im Generator die schwache Lösung auf, treibt Kältemittel in Form von Wasserdampf aus und konzentriert die Lösung auf. Der ausgetriebene Wasserdampf wird im Verflüssiger rückverflüssigt und in den Verdampfer geleitet, wo sich dann der Kältekreislauf wieder schließt.

Um den Prozess aufrecht zu erhalten, muss die jeweils beim Absorptions- und Verflüssigungsprozess entstehende Wärme über ein Kühlsystem abgeführt werden. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades ist dann noch ein Lösungswärmetauscher installiert, der die Wärme der hochkonzentrierten warmen Lösung der verdünnten kalten Lösung zuführt und damit den Generator unterstützt.



Weitere Informationen finden Sie auf:

www.carrier.de unter **Produkte/Animierte Kältekreisläufe**

DIE VORTEILE VON ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINEN

Carrier bietet Absorptionsanlagen für alle Anwendungsgebiete an. Hier finden Sie die wichtigsten Vorzüge dieser Technik nochmals im Überblick:

Ideal bei Abwärme: Absorber sind überall da sinnvoll einzusetzen, wo produktionsbedingt Abwärme entsteht. Diese Abwärme wird genutzt, um den Absorber zu betreiben. Prädestiniert sind neben der Reifenindustrie alle Firmen, bei denen Abwärme entsteht.

- **Niedrige Energiekosten:** Unabhängig vom Stromnetz, Nutzung von vorhandener Energie
- **Kurzer Amortisationszeitraum:** Die Anschaffungskosten amortisieren sich schnell durch die eingesparte Energie
- **Geringe Wartungserfordernisse:** Hohe Materialqualität, hohe Leckintegrität, kaum mechanische Teile, Wasser dient als Kältemittel, daher insgesamt geringe Wartungskosten
- **Geräusch- und schwingungsarm:** Kaum bewegliche Teile
- **Hohe Umweltverträglichkeit:** Sehr ressourcenschonend durch Energierückgewinnung und Nutzung von Wasser als Kältemittel

IHRE ANFRAGE

Sie haben **Fragen** zu den Produkten und Dienstleistungen von Carrier? Bei uns sind Sie immer herzlich willkommen. Gerne schicken wir Ihnen weiteres **Infomaterial auch zu Direktverdampfungs- oder „klassischen Kaltwasserlösungen“** zu.

E-Mail: carrier.gmbh@carrier.com

Auch unter www.carrier.de finden Sie weitere Informationen. Dort erfahren Sie auch die Adresse unserer Vertriebs- und Service-Niederlassung in Ihrer Nähe.



HERAUSGEBER: CarrierKlimatechnik GmbH
Gutenbergstraße 1 85737
Ismaning
www.carrier.de

Konzept und Gestaltung: www.karabine-kommunikation.de

KALTES WASSER FÜR HEISSE REIFEN

CARRIER – INTELLIGENTE LÖSUNGEN ZUR OPTIMALEN ENERGIEENTZUG



REFERENZOBJEKT: MICHELIN REIFENWERKE, BAD KREUZNACH



IHR PARTNER FÜR ALLE HERAUSFORDERUNGEN

Gerade bei **Speziallösungen** für bestimmte Anforderungen zeigt sich, wie zuverlässig Mensch und Maschine zusammenarbeiten. Für die Michelin Reifenwerke installierte Carrier im Rahmen einer umfangreichen Umbaumaßnahme in Zusammenarbeit mit weiteren Spezialfirmen zwei Absorptionskältemaschinen. Das Besondere dabei: die Maschinen nutzen **statt Strom die ungenutzte Abwärme** aus der Produktion. Der „Treibstoff“ ist sozusagen ein Abfallprodukt aus der Produktion.

DER KUNDE

Anfangs noch als französisches Familienunternehmen gegründet, ist **Michelin** heute ein internationaler Konzern mit 69 Produktionsstätten in 18 Ländern auf 5 Kontinenten. Neben Kartenmaterial und Reiseführern ist Michelin in erster Linie für **hochwertige Reifen** aller Art bekannt. Die Produktpalette reicht vom Fahrradreifen bis zur Sonderanfertigung für Raumfähren.

Unser Kunde ist das **Michelin-Werk in Bad Kreuznach**. Dieser Standort ist mit rund 1.500 Mitarbeitern und einer Produktionsfläche von über 270.000 m² die größte deutsche Produktionsstätte für Reifen von Michelin.



DIE HERAUSFORDERUNG

Die **Herstellung von Reifen** in der benötigten Qualität ist ein **anspruchsvoller und hoch spezialisierter** Prozess. Neben dem Einsatz modernster Industrietechnik bei der eigentlichen Fertigung kommen bei Michelin etwa 200 verschiedene Bestandteile zum Einsatz, bevor ein Reifen die Werkshallen verlässt.

Bei der Reifenherstellung spielen **hohe Temperaturen** eine tragende Rolle. Ein wichtiger Arbeitsschritt ist die **Vulkanisation**. Hier durchströmen heißes Wasser und Dampf unter hohem Druck das Innere der sogenannten Vulkanisationsform. Der Reifen wird dadurch in die Form gedrückt und erhält dabei sein Profil. Bei dem **chemischen Prozess** wird der Reifen vom plastischen in den elastischen Zustand überführt.

Der dabei entstehende **Dampf** wurde bisher als sog. „Brüden-dampf“ **ungenutzt über die Dächer abgeführt**. Davon abgesehen, dass dieser (saubere) Wasserdampf ein unschönes Bild von vermeintlich rauchenden Fabrikschlotten erzeugt, bedeutet diese Vorgehensweise – vom heutigen Stand der Technik aus betrachtet – ein Verschwenken **von wertvollen Ressourcen**.

Immerhin gingen durch das scheinbare „Abfallprodukt“ Abdampf bisher ca. 18,4 GWh/Jahr Energie schlicht und ergreifend verloren.



Michelin legt großen Wert auf Nachhaltigkeit. Das Management hat deshalb für alle Produkte den „ökologischen Fußabdruck“ eingeführt. Dabei wird der Einfluss auf die Umwelt von den Rohstoffen über die Produktion bis zur Entsorgung bewertet. Jährlich gibt es einen Bericht zu den geleisteten Fortschritten. Es war klar, dass im Hinblick auf den Ressourcenverlust durch Brüden-dampf gehandelt werden muss.

DIE LÖSUNG

Die Herausforderung bei diesem Projekt lautet **„Energierückgewinnung“**. Das umfassende Gesamtkonzept „Konditherm[®]“, bei dem Carrier für Michelin die Absorptions-Maschinen liefert, sorgt dort mittlerweile für **bahnbrechende Erfolge im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Umwelt**. Im Endergebnis wird die ehemals ungenutzte Energie u.a. verwendet

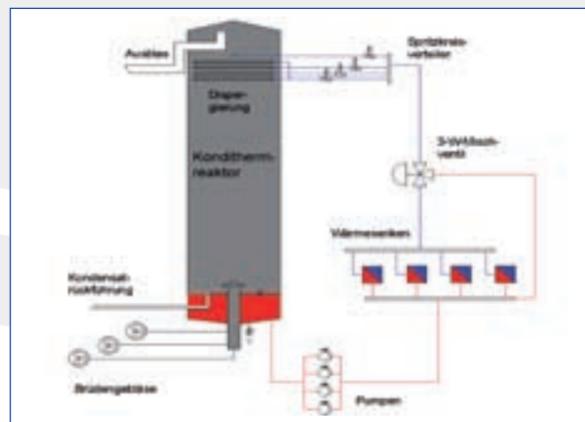
- für die Gebäudeheizung
- für die Duschwassererzeugung
- mittels Absorptionskältemaschinen zur Prozesskühlung

Die Kernidee von Konditherm[®] besteht darin, dass alle **Brüden-dämpfe**, die als Abwärme bei der Reifenherstellung entstehen, über 3 Gebläse **abgesaugt und zusammengefasst** werden. In einem großen Reaktor werden die Dämpfe bzw. das Kondensat dazu benutzt, **Warmwasser auf nahezu Siedetemperatur** zu erhitzen.

Die Regelung der gesamten Anlage erfolgt **vollautomatisch** über ein Prozessleitsystem inkl. Fernüberwachungs- und Fernbedienungsmöglichkeit.

Carrier ist verantwortlich für den Bereich Kälte. **Zwei 16 LJ Absorber** werden **ausschließlich mit diesem aus Abwärme** aus der Reifenherstellung erzeugten Warmwasser betrieben.

Die Absorber nutzen die **Energie des mit Abwärme beheizten Warmwassers** und erzeugen mit Hilfe eines **physikalischen Prozesses** Kaltwasser. Dieses Kaltwasser fließt nun im Rahmen der **Prozesskühlung** wieder in den Produktionsprozess der Reifen mit ein.



Schema der Konditherm[®]-Anlage

Die beiden 16LJ Maschinen von Carrier wurden neben **bereits bestehenden Turbokompressoren** aufgestellt. Die Zusammenarbeit mit der vorhandenen Turbo-Anlage war eine besondere Herausforderung. Auf der Kaltwasserseite gibt es keine Kaltwasserpumpen, die einzelnen Maschinen zugeordnet sind. Über Kaltwasserregelventile die von CC1600 Controllern geregelt werden, holen sich die Absorber gerade die Kaltwassermenge aus dem Rücklauf, die durch die momentan zur Verfügung gestellte Abwärmemenge auf die geforderte Kaltwasservorlauftemperatur herunter gekühlt werden kann.

Dabei wird letztendlich sogar nur der „überschüssige Rest“ an Energie in den Carrier-Absorbern benötigt. Der Großteil der Wärme kann direkt als Heizenergie innerhalb verschiedenster Produktionslinien oder im Winter zur Gebäudeheizung genutzt werden.

DAS ERGEBNIS

Die Konditherm[®]-Anlage **wandelt den abgesaugten Brüden-dampf in Kondensat um**. Diese Wasser-Kondensatmenge von 6 m³/h bzw. 48.000 m³/Jahr wird mit einer Temperatur von über 92°C der Dampferzeugung wieder zugeführt.

Das Konditherm[®]-Konzept liefert einen **garantierten Anlagenwirkungsgrad von mind. 77%**. Pro Jahr werden etwa 14,2 GWh an Wärme (Heizung) gewonnen. In Kälte (Kaltwasser) umgewandelt werden ca. 15,3 GWh/Jahr.



Allein die **Wärmerückgewinnung** könnte 2.270 Niedrigenergiehäuser mit Heizwärme versorgen. Durch die **Kälteerzeugung** mittels Absorber wird an den Turbokompressoren elektrische Energie von rund **2 GWh/Jahr eingespart**. Mit dieser Energie könnten ca. 468 Einfamilienhäuser ganzjährig mit Strom versorgt werden.

Die insgesamt **eingesparte Energiemenge** entspricht ca. 12% der Energiekosten der Vulkanisation bei der Reifenherstellung.

Die Investition lohnt sich für Michelin und die Umwelt. In Zeiten von immer weiter steigenden Energiepreisen **amortisiert sich der Umbau der gesamten Anlage sehr schnell**: Die gesamte Umbaumaßnahme wird **ausschließlich durch die zu erwartende Energieeinsparung finanziert**.

DIE ANERKENNUNG

Die Reduzierung der CO₂-Emissionen sowie die erzielten Energieeinsparungen überzeugten auch die Politik. Im Jahr 2007 erhielt Michelin von der rheinland-pfälzischen Umweltministerin Margit Conrad den **Umweltpreis des Landes Rheinland-Pfalz** in der Kategorie „Industrie, Handel, Dienstleistungen“.



Werkleiter Dieter Freitag und Umweltministerin Margit Conrad bei der Übergabe der Urkunde in der Mainzer Staatskanzlei.



Carrier

Konditherm[®] ist ein patentiertes Verfahren der ESI GmbH, Dr. Georg Schu.

Die ESI GmbH hat das Gesamtprojekt als Generalunternehmer realisiert. Wir bedanken uns für die angenehme und konstruktive Zusammenarbeit.