

① HARIBO-Museum in Uzès  
mit „Solargang“



# HARIBO-Museum wird durch die Kraft der Sonne gekühlt

Dass mit Solarenergie Brauchwasser erwärmt und Räume geheizt werden, ist bekannt. Sonnenwärme zur Kühlung zu nutzen, ist (noch) ein Novum. Dabei ist das Geniale, dass sich die Überschusswärme aus den Kollektoren im Sommer genau mit den Bedarfsspitzen der Gebäudekühlung deckt. Insgesamt werden 829 m<sup>2</sup> der Gesamtnutzfläche von 1.113 m<sup>2</sup> im HARIBO-Museum gekühlt, was einem Volumen von 2.486 m<sup>3</sup> entspricht.

Die PHÖNIX SonnenWärme AG realisiert mit ihrer Tochter SK SonnenKlima GmbH eine (mit einer Absorptionskältemaschine gekoppelte) Solarthermieanlage in Uzès. Die Mitarbeiter von PHÖNIX sorgen mit ihrer Solarthermieanlage – gekoppelt mit „suniverse“ (der Absorptionskältemaschine) zur Kühlung – für Konstruktion und Betrieb. Finanziert wird das Projekt als Public Private Partnership vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und der PHÖNIX SonnenWärme AG.

Seit der Eröffnung des HARIBO-Museums im Mai 1996 informieren sich jährlich 250.000 große und kleine Besucher in dem kleinen südfranzösischen Ort über die Geschichte der Lakritz-, Fruchtgummi-

und Bonbonherstellung. Die im Eingangsbereich installierten Solarkollektoren spenden den Besucherschlangen im Sommer Schatten während der Wartezeit und kühlen gleichzeitig das Gebäudeinnere (Bild ①).

## 100 % Erneuerbare Energien

Schlüsselkomponenten der Anlage sind die von PHÖNIX und SK SonnenKlima entwickelte Kältemaschine, die Solarkollektoren sowie ein ausgeklügeltes hydraulisches Konzept. Die kälteseitige Nennleistung der Maschine „suniverse“ liegt bei 10 kW.

Um eine 100 %ige regenerative Kühlung und Beheizung des Gebäudes zu gewährleisten, bedient man sich zusätzlich des

Brunnenwassers, das in der Region über das ganze Jahr mit konstanten 14 °C anliegt. Der Produktionsprozess nutzt dieses Brunnenwasser ebenfalls und am Ende des Prozesses verlässt es die Fabrik mit 35 bis 45 °C. Somit ist auch die CO<sub>2</sub>-freie Beheizung des Gebäudes gewährleistet. Das hydraulische Konzept wurde derartig entwickelt, dass die solaren Komponenten immer vorrangig ihre ganze Leistungskraft abgeben. Sollte dies nicht ausreichen, kommt das Brunnenwasser zum Einsatz.

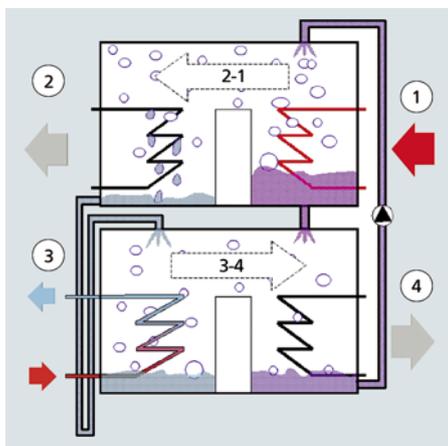
Die vom System erzeugte Kälte und Wärme wird über den Fußboden abgegeben. Die im Fußboden verlegten Kunststoffrohre sind an die Temperaturen des durch die Produktion erwärmten Brunnenwassers angepasst und haben eine durchschnittliche Leistung von 50 W/m<sup>2</sup>. Maximal können sie auf der ganzen Fläche also ca. 30 kW abgeben. Zunächst gibt die Kältemaschine ihre mögliche Leistung ab. Reicht dies nicht aus, wird über einen Plattenwärmetauscher das Brunnenwasser zur Kühlung des Hauptkreislaufs parallel geschaltet. In den kritischen Momenten (also hohe Besucherzahl, hohe Außentemperatur und hohe Luftfeuchtigkeit) werden einige Monosplitgeräte eingesetzt, um die Luftfeuchtigkeit zu minimieren. Der jährliche Kältebedarf des Anbaus wurde auf knapp 12 kWh/m<sup>2</sup> berechnet, mit einer nötigen Maximalleistung von 21 kW, die Ende August/Anfang September auftauchen könnte. Die Anlage ist in der Lage das Gebäude konstant auf einer Temperatur von 27 °C zu halten, wenn die Außentemperatur 32 °C übersteigt. Der Kühlprozess setzt ein, sobald eine Raumtemperatur von 23 °C erreicht wird.



② Bei der Einweihung wird die Technik „Made in Germany“ von der französischen Fachpresse genau inspiziert.

### Von der Simulation zur Praxis

Die Wärme aus den Kollektoren wird auch für das Heizungssystem genutzt (Bild ②). Während der Heizperiode sollen tagsüber mindestens 20 °C in den Räumlichkeiten sein. Der Bedarf (ermittelt für die Monate Dezember und Januar) liegt bei ca. 9.000 kWh pro Monat. Mit den Wetterdaten von Montpellier und dem Programm TRNSYS (TRaNsient SYstem Simulation Program) konnte eine nahezu wirklichkeitsgetreue Simulation der klimatischen Verhältnisse inklusive interner Lasten durch die Besucher erreicht werden. Die installierte Kollektorfläche weist etwas über 50 m<sup>2</sup> effek-



③ Funktionsprinzip einer Absorptionskältemaschine

tive Absorberfläche auf. Dazu werden 28 Kollektoren vom Typ HRK2 von PHÖNIX eingesetzt. Normalerweise reichen für den Antrieb der Kältemaschine zwischen 30 und 40 m<sup>2</sup> Kollektorfläche aus. Aufgrund einer leichten morgendlichen Verschattung der Kollektorfläche hat die Simulation des Gebäudes und des Systems eine erforderliche Fläche von 50 m<sup>2</sup> ermittelt. Zehn Kollektoren wurden auf einer Dachterrasse und 18 auf einer eigens dafür geschaffenen Stahlkonstruktion vor dem Eingang installiert. So dienen sie den wartenden Besuchern als Sonnenschutz, denn im Sommer ist der Andrang durchaus derartig, dass sich meterlange Schlangen vor dem Eingang bilden. Außerdem ist die Konstruktion von der Straße gut zu sehen und bestärkt dadurch das Bekenntnis von HARIBO zum Einsatz erneuerbarer Energien.

Die seit 2006 von der ausgegründeten Firma SK SonnenKlima GmbH weiterentwickelte Absorptionskältemaschine „sunivers“ arbeitet mit dem Stoffpaar Wasser/ Lithiumbromid. Ein klarer Wettbewerbsvorteil gegenüber den anderen entwickelten Kältemaschinen im kleinen Leistungsbereich ist die niedrige Antriebstemperatur von nur 55 °C. Die Konkurrenz braucht in der Regel 10 K mehr. Im mittel- und südeuropäischen Klima reichen somit gute Flachkollektoren vollkommen aus, um die notwendige Wärme zu erzeugen. Die Ingenieure von SK SonnenKlima geben den COP (Coefficient of performance) ihrer Maschine mit 0,75 an, also um einige Prozentpunkte höher als andere neu entwickelte Maschinen im kleinen Leistungsbereich.

Unter Nennbedingungen kann mit einer Antriebstemperatur von 75 °C auf der Kühlseite 6 °C kaltes Wasser produziert werden. Die Rückkühlung der Maschine erfolgt bei ca. 35 bis 45 °C.

Normalerweise erfolgt diese über einen Rückkühlturm, da hier jedoch schon das kalte Brunnenwasser kostenlos als Backup vorhanden ist, wird die Kältemaschine über das Brunnenwasser rückgekühlt. In der Regel wird eine Klimatisierung von März bis November erforderlich sein (mit Spitzenanforderungen im Juli, August und September). Zwischen Kollektorfläche und Kältemaschine bzw. des Verteilsystems im Heizfall sind zwei gut isolierte Pufferspeicher von jeweils 1.500 l geschaltet, die das schwankende Solarangebot glätten.

### Das Prinzip der Absorption

Bei Absorptionskältemaschinen werden zwei physikalische Besonderheiten genutzt, die zu einem äußerst geringen Stromver-

brauch und einer effektiven Kältebereitstellung führen. Zum einen sind Flüssigkeiten mit sehr viel weniger Aufwand zwischen zwei Druckniveaus zu bewegen als Gase; diese Besonderheit dient der Stromersparnis. Zum anderen verdampfen Flüssigkeiten auf verschiedenen Druckniveaus bei anderen Temperaturen. Bei hohem Druck verdampft Wasser nur bei Einsatz einer hohen Temperatur, bei niedrigem Druck schon bei sehr geringen Temperaturen. Dieser Effekt dient der Kälteerzeugung (Bild ③): Im Hochdruckbereich der Anlage, d. h. im Behälter 1 und 2, wird bei etwa einem Zehntel des Atmosphärendrucks das Kältemittel (Wasser) mit hohen Temperaturen vom Salz Lithiumbromid durch „Austreiben“ getrennt (Behälter 1, Temperaturen 55 bis 100 °C); hier wird die Antriebswärme z. B. aus einer Solaranlage gebraucht. Im Kondensator (Behälter 2) wird das Kältemittel durch Wärmezug wieder verflüssigt. Ziel dieses Schritts ist das Kältemittel Wasser in reiner Form weiterverwenden zu können.

Das flüssige Kältemittel wird im Anschluss über eine Drucktrennung in den Niederdruckbereich (Verdampfer, Behälter 3) geleitet und verdampft hier bereits bei sehr niedrigen Temperaturen von 5 bis 15 °C. Im Behälter 3 wird durch die Aufnahme von Raumwärme das Kältemittel verdampft und es entsteht der gewünschte Nutzeffekt: Klimakälte. Der entstehende Kältemitteldampf wird vom Lithiumbromid-Salz in Behälter 4 (Absorber) angezogen und unter Wärmeabgabe im Salz gelöst (Absorptionsvorgang). Die reiche Lösung kann nun mit einem sehr geringen elektrischen Energieaufwand zurück in den Hochdruckbereich (Austreiber/Kondensator) gepumpt werden. Der Prozess beginnt von neuem.

### Fazit

Die Idee, in diesem Projekt auf erneuerbare Energien zu setzen, ging von HARIBO aus. Die PHÖNIX SonnenWärme AG war verantwortlich für das Konzept und die Planung der Anlage. Die hydraulische Planung sowie Entwurf und Umsetzung des Steuerungs- und Monitoring-Konzepts wurde maßgeblich von der SK SonnenKlima GmbH (in enger Abstimmung mit ) durchgeführt.

### Die Autorin

Dipl.-Ing. Architektin Evelyn Wilcek,  
Inhaberin der Agentur IMMO PROMOTION,  
Berlin