

Axima Kältetechnik baut in Ravensburg

Die erste CO₂-Kunsteisbahn Deutschlands

Beim Bau von Kunsteisbahnen sind natürliche Kältemittel kein Novum. Immer häufiger erhält allerdings der Kälte-träger CO₂ den Vorzug vor einer Sole, so auch beim Bau der neuen Kunsteisbahn in Ravensburg. Damit wurde erstmals in Deutschland in diesem Bereich der Schritt hin zu einer Systemtechnologie gemacht, die aller Voraussicht nach noch zahlreiche weitere Anwendungen nach sich ziehen wird.

Mit heute weit über 500 installierten Kunsteisbahnen verfügt Axima Refrigeration über ein enormes Erfahrungspotential. Damit ist die Axima Refrigeration GmbH, Lindau, mit weitem Abstand Marktführer in Europa.

Bei Eisbahnen handelt es sich um einen Anwendungsbereich der Kältetechnik, der in den meisten Fällen den Einsatz des Kältemittels Ammoniak, entweder in Form von Direktverdampfung oder in Verbindung mit einer Sole zulässt. Statt Solen

findet seit 1999 nun auch CO₂ zusehends Verwendung. In diesem Jahr wurde von Axima Refrigeration die weltweit erste Anlage mit diesem Betriebsstoff auf Kälte-trägerseite im österreichischen Dornbirn in Betrieb genommen. Weitere Systeme folgten in der Schweiz, genauer in Will, in Zug sowie in Lausanne, dort in Form einer Freilufthalle. Abgesehen von Will, wo von NH₃-direkt auf NH₃/CO₂ umgestellt wurde, handelt es sich bei allen Kunsteisbahnen um Neubauten. So auch in Ravensburg beim letzten abgeschlossenen CO₂-Projekt, das gleichzeitig auch Pilotfunktion auf deutschem Boden erfüllt.

Tradition und Moderne

Dass nun ausgerechnet Ravensburg der Standort für diese neue Kunsteisbahn ist, ist in zweierlei Hinsicht von besonderer Bedeutung:

Zum Einen besitzt Ravensburg eine große Eislauftradition. Der Eislaufverein ist bereits seit 1881 aktiv und gilt damit als einer der ältesten Deutschlands. Die größten Erfolge konnten in den 60er und 70er-Jahren gefeiert werden, als das Ravensburger Geschwisterpaar Buck fünfmal Deutscher Meister und dreimal Vizeweltmeister im

Eistanz wurde. Heute sind es vor allem die Eishockeyteams, die immer wieder von sich Reden machen. So befindet sich die 1. Mannschaft auf dem Sprung von der Oberliga in die 2. Bundesliga.

Wie modern man in Ravensburg aber gleichzeitig eingestellt ist, wurde bereits 1958 deutlich. Damals erfolgte nämlich der Bau eines nichtüberdachten Eisstadions, zu diesem Zeitpunkt eines der ersten in Württemberg und bis heute eine der wenigen Kunsteisflächen der Republik. Modern aber auch aufgrund der eingesetzten Technologie, denn (damals) Sulzer Escher Wyss installierte eine Kälteanlage mit NH₃-Direktverdampfung, die ihren Dienst über 45 Jahre erfüllte.

Vor rund 15 Jahren rückte der „St. Christianahang“ als Standort für den Eislauf zusehends in die Kritik der Öffentlichkeit. Lärmschutz, notwendige Sanierungsmaßnahmen der Tribüne und weitere Themen waren die Diskussionspunkte im Gemeinderat. Letztendlich dauerte es dann noch bis zum Jahr 2000, als von Seiten der Stadt die Entscheidung gegen eine Sanierung und für einen Hallenneubau mit 1000 Sitz- und 2000 Stehplätzen an einem anderen Standort getroffen wurde. Der St. Christianahang ist damit Geschichte. Der neue



Das Eislaufen hat in Ravensburg große Tradition. 1958 wurde eines der ersten Freiluftstadion mit Kunsteis auf dem St. Christianahang errichtet. 45 Jahre später wurde dieses durch Deutschlands erste Piste mit dem Kälte-träger CO₂ abgelöst, das im Dezember 2003 feierlich eröffnet wurde

Hallenstandort befindet sich übrigens in unmittelbarer Nähe zur Oberschwabenhalle, die im Juni 2003 wiedereröffnet wurde. Beide Gebäude werden von der Oberschwabenhallen Ravensburg GmbH gemanagt, um nach Möglichkeit Synergieeffekte zwischen beiden Veranstaltungsstätten zu schaffen. So ist für die Eishalle beispielsweise ein Ganzjahresbetrieb geplant.

Ravensburg wollte CO₂ als Kälte­träger

Im Rahmen des Hallenneubaus, dessen Gesamtbaukosten sich letztendlich auf über 10 Mio. € beliefen, musste natürlich auch über die Kältetechnik nachgedacht werden. Von Betreiberseite war man vertraut und auch zufrieden mit der NH₃-Direktverdampfung – allerdings in einem Freiluftstadion. So wurde im Rahmen der Ausschreibung auch über alternative Systeme nachgedacht, nämlich der indirekten Kühlung mit Sole oder CO₂. Von Anbieterseite wurden diese 3 Optionen einander gegenüber gestellt und letztendlich resümiert:

„Durch den Einsatz von CO₂ als Kälte­träger ist es möglich, die Vorteile eines verdampfenden Kältemittels auch in Kälteanlagen



Das sieht man selten: Ein sauberer Schriftzug kündigt in der Eishalle Ravensburg an, was sich hinter dieser Tür verbirgt, nämlich der Maschinenraum für die Kältetechnik. Für diese wurde unter der Tribüne dann auch ausreichend Platz vorgesehen, so dass alle Komponenten gut zugänglich sind



mit indirekter Kühlung zu nutzen. Durch den Phasenwechsel von flüssig in gasförmig wird über die gesamte Eisfläche eine einheitliche Verdampfungstemperatur und somit eine gleichmäßige Eistemperatur bzw. Eisqualität erreicht. Die Energieverbräuche bei gleicher Pistentemperatur:

- Direkte Kühlung NH₃: 100%
- Indirekte Kühlung/CO₂: 108%
- Indirekte Kühlung/Sole: 131%

Aus diesem Vergleich wird ersichtlich, dass eine Kunsteisbahn mit dem Kälte-träger Sole einen deutlich höheren Energieverbrauch im Vergleich zum Kältemittel Ammoniak bzw. Kälte-träger CO₂ aufweist. Deshalb ist dieser Aspekt bei der Betrachtung der Gesamtkosten (Invest+Betrieb) unbedingt zu berücksichtigen (siehe auch VDI-Richtlinie 2075 für Eissportanlagen). Neben den umwelttechnischen Aspekten, die CO₂-Technologie hat hier eindeutig Vorteile, ist auch die Eisqualität ein Grund, warum diese Technologie als *die Technologie der Zukunft* angesehen wird.“

Da der Eissport in Ravensburg professionell betrieben wird, legen Sportler und

gerade auch die Eismeister einen großen Wert auf die Qualität des Eises. So fiel von Seiten der Stadt Ravensburg, wie schon 1958, letztendlich die Wahl auf die zukunftsträchtigere Alternative, also die indirekten Kühlung mit NH₃ und CO₂. Beauftragt wurde Axima Refrigeration.

Das Konzept der Anlage

Wie schon erwähnt, verfügt man bei Axima über jahrzehntelange Erfahrungen beim Bau von Kunsteisbahnen. So entstand im vergangenen Jahr im russischen Nishnij Nowgorod beispielsweise die weltweit größte Eisbahn mit einer Kunsteisfläche von beachtlichen 13000 m².

In Ravensburg waren diese Rahmenbedingungen natürlich etwas „kleiner“, wobei dies letztendlich kaum einen Unterschied beim Projektierungsaufwand macht:

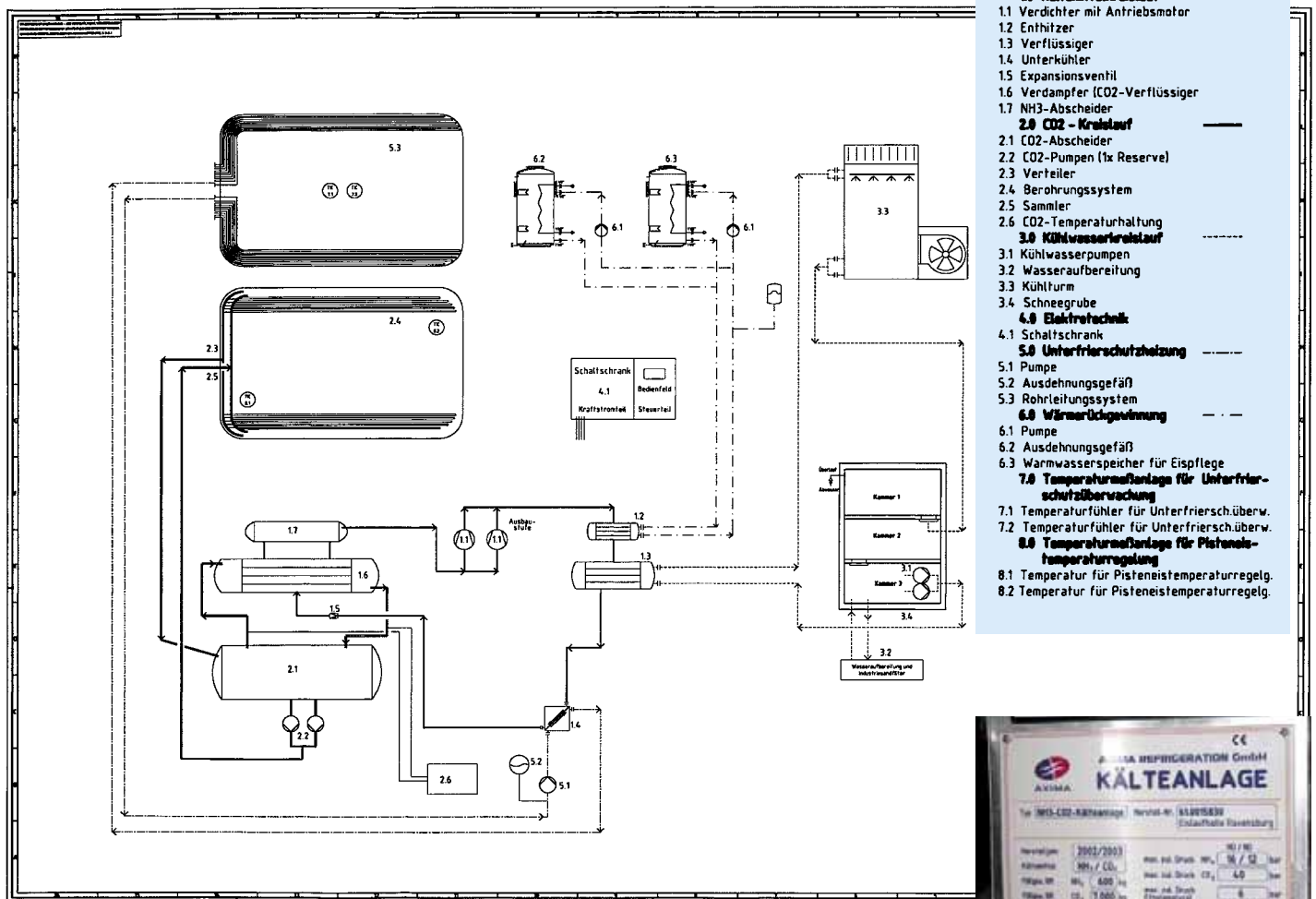
- Eisfläche: 1800 m² (60 × 30 m)
- Betriebszeit: August bis April
- Eistemperatur: -5 bis -10°C
- Eisdicke: 3 bis 5 cm
- Kälteleistung 618 kW (bei -16/+35°C)

Beim Pistenaufbau kam ein Pistensystem Strahlrohr/Beton zum Einsatz. Ebenso musste, – bei Eisbahnen notwendig –, eine Unterfrierschutzheizung vorgesehen werden. Hintergrund ist die Gefahr des Durchfrierens im Untergrund, was letztendlich eine Beschädigung der Eisfläche bedeuten könnte. Und da in Ravensburg die Halle auf einem „feuchten“ Gelände gebaut wurde, ist hier besondere Vorsicht geboten. Damit der Anlagenbetrieb möglichst kostengünstig erfolgen kann, wurde ein besonderes Augenmerk auf die Wärmerückgewinnung gelegt. So erfolgt eine Nutzung von Wärmeenergie für die:

- Brauchwasserheizung (135 kW)
- Schneegrube (150 kW)
- Hallenlufterwärmung (200 kW)
- Unterfrierschutzheizung (72 kW)

Die Kältetechnik

Die notwendige Kälteleistung wird von zwei Kolbenverdichtern erzeugt, die NH₃-



- 1.0 Kältemittelkreislauf**
- 1.1 Verdichter mit Antriebsmotor
- 1.2 Entheizer
- 1.3 Verflüssiger
- 1.4 Unterkühler
- 1.5 Expansionsventil
- 1.6 Verdampfer (CO₂-Verflüssiger)
- 1.7 NH₃-Abscheider
- 2.0 CO₂-Kreislauf**
- 2.1 CO₂-Abscheider
- 2.2 CO₂-Pumpen (1x Reserve)
- 2.3 Verteiler
- 2.4 Berührungssystem
- 2.5 Sammler
- 2.6 CO₂-Temperaturhaltung
- 3.0 Kühlwasserkreislauf**
- 3.1 Kühlwasserpumpen
- 3.2 Wasseraufbereitung
- 3.3 Kühlturm
- 3.4 Schneegrube
- 4.0 Elektrotechnik**
- 4.1 Schaltschrank
- 5.0 Unterfrierschutzheizung**
- 5.1 Pumpe
- 5.2 Ausdehnungsgefäß
- 6.0 Wärmerückgewinnung**
- 6.1 Pumpe
- 6.2 Ausdehnungsgefäß
- 6.3 Warmwasserspeicher für Eispflege
- 7.0 Temperaturüberwachung für Unterfrierschutzüberwachung**
- 7.1 Temperaturfühler für Unterfriersch.überw.
- 7.2 Temperaturfühler für Unterfriersch.überw.
- 8.0 Temperaturüberwachung für Pisteneisüberwachung**
- 8.1 Temperatur für Pistensistemtemperaturregel.
- 8.2 Temperatur für Pisteneistemperaturregel.

Das Prinzip-Schema der Kunsteisbahn in Ravensburg





Übereinander angeordnet: Der NH₃-Abscheider, darunter der Verdampfer bzw. CO₂-Verflüssiger und schließlich der CO₂-Abscheider. Über eine Treppe gelangt man zu den CO₂-Pumpen, die sich nochmals einen Stock tiefer unter dem Verflüssiger befinden, um die erforderliche Zulaufhöhe zu gewährleisten

Füllmenge liegt bei 600 kg. Direkt übereinander angeordnet sind von oben nach unten der NH₃-Abscheider, der NH₃-Verdampfer/CO₂-Verflüssiger und der CO₂-Abscheider. Auf diese Konstellation fällt sofort der erste Blick, wenn man den großzügigen Maschinenraum unter der Zuschauertribüne betritt.

Wie bereits erwähnt, wurden alle CO₂-führenden Leitungen gemäß den besonderen Vorschriften für Hallenkunsteisbahnen durch eine Betonüberdeckung gasdicht von der Eislaufhalle getrennt. Verlegt wurden insgesamt 22 km Rohrsystem unter der Eisfläche. Die beiden CO₂-Pumpen sind direkt unter dem CO₂-Abscheider in einer gut zugänglichen Grube untergebracht, so dass die erforderliche Zulaufhöhe für das CO₂ gewährleistet werden kann. In der eisfreien Nutzungszeit zwischen April und August wird die gesamte CO₂-Menge von 7 Tonnen im Abscheider gelagert. Durch zwei redundant betriebene R134a-Kälteaggregate wird dann dafür gesorgt, dass die zulässigen CO₂-Temperaturen bzw. Drücke nicht überschritten werden.

Je nachdem, welcher Betrieb herrscht, sorgt der Eismeister für unterschiedliche Eisqualitäten, indem er die CO₂-Temperatur regelt. So haben Eishockeyspieler gerne ein härteres Eis, während beim Publikumslaufen oder der Eis-Disko für die Jugend eine „weichere“ Qualität bevorzugt wird. Übrigens hat jeder Eismeister sein eigenes „Geheimrezept“ für die Eisbereitung, das er natürlich niemandem preis gibt.

Bemerkenswert an dieser Stelle ist auch die Tatsache, dass Eisbahnen generell „schwimmend“ gelagert sind. So gibt es eine Dehnfuge rings um die gesamte Piste,

um temperaturbedingte Materialdehnungen auszugleichen. Aus diesem Grund ist die Eisfläche an nur einem Punkt verankert: Am Ein- bzw. Austritt des Kältemittels/-trägers, in Ravensburg also an der CO₂-Verrohrung. Dass hier für eine einwandfreie Ausführung große Erfahrungen nötig sind, erklärt sich von selbst.

Die bauseitige Schneegrube ist in den Kühlturmwasserkreislauf des NH₃-Kältekreislaufs integriert. Dadurch ist die optimale Abschmelzung des Eisabriebs nach der täglich mehrfachen Eisbereitung mit der Eispflegemaschine gewährleistet sowie die Nutzung von Schmelzwärme und Schmelzwasser im Kühlturmkreislauf. Die Grube dient gleichzeitig als Wassersam-

melgefäß für den Kühlturmkreislauf. Als Kühlwasser wird aufbereitetes Stadtwasser bzw. Schneegrubenwasser verwendet. Zusätzlich ist im Kühlwasserkreislauf eine NH₃-Leckageüberwachung entsprechend den gültigen Vorschriften des Wasserhaushaltsgesetzes installiert.

Einsatz von Wärmerückgewinnung

Die komplette Kälteanlage wurde mit verschiedenen Wärmerückgewinnungssystemen ausgerüstet, wie aus dem Anlagenfließbild auf Seite 38 ersichtlich. So wird Brauchwasser über einen Enthitzer im NH₃-Kreislauf kostengünstig erwärmt und steht über einen Pufferspeicher zu Ver-



Unter der Tribüne befindet sich der Zugang der Pistenverrohrung. Dies ist auch der einzige Haltepunkt der schwimmend gelagerten Eisfläche. Aggregatzustand des CO₂-Druck 25 bar, Temperatur -3 °C



Zwei Beispiele für den energieeffizienten Betrieb des Systems: Für das Brauchwasser wird über einen Enthitzer Wärme aus dem Kältekreislauf entzogen und in einem Puffer zwischengespeichert. Die Schneegrube „entsorgt“ den Eisabrieb und nutzt die Schmelzwärme für den Kühlturbetrieb

fügung. Gleichzeitig wird auch ein Luftvorwärmer mit Abwärme beschickt, welcher die Hallenluft mit temperiert. Somit können die Heizkosten für den Betreiber reduziert werden. Über einen Unterkühler wird schließlich auch die Unterfrierschutzheizung mit Abwärme der Kälteanlage betrieben.

Die Architektur der Eishalle

Der monolithische Baukörper des Neubaus der Eishalle Ravensburg gibt sich nach außen geschlossen und öffnet sich in Richtung Süden. Über den vorgelagerten Platz, der in Teilbereichen überdacht ist, werden bei Veranstaltungen die zwei Tribünenblöcke über Außentreppen beschickt. Der zweigeschossige Kopfbau mit Gastronomie- und Servicezone ist an der Schnittstelle zwischen Platz und Eisfläche angeord-

net. Die Eisfläche wird im Osten und Westen von Tribünenblöcken mit darunter liegenden Umkleiden, Lager- und Technikräumen umschlossen. Die insgesamt 3000 Zuschauerplätze teilen sich in 1000 Sitz- und 2000 Stehplätze auf. Die lichte Hallenhöhe beträgt 9,50 m. Im Norden befinden sich der Lichthof, die Zambonigarage mit der Schneegrube, die Lüftungsaggregate und die angrenzenden Fluchttreppenhäuser. Überspannt wird die gesamte Eishalle von einem freitragenden Holzfachwerk. Da es bei diesem Gewerk Probleme gab, drohte der lange geplante Eröffnungstermin zu platzen. In letzter Sekunde wurde das Dach dann aber doch noch fertig gestellt.

Am 20. Dezember 2003 konnte die Halle dann feierlich eröffnet. Die inzwischen erreichte Auslastung ist beachtlich. So wird das Eis an sieben Tagen die Woche von 8 Uhr morgens bis 24 Uhr nachts

durchgängig genutzt. Heute teilen sich zwei Eislaufvereine, Schulen, Hobbymannschaften und die Bevölkerung die Öffnungszeiten und die drei Eismeister arbeiten im Zweischichtbetrieb. In welcher Form die Halle im Sommer genutzt werden wird, stand zum Zeitpunkt dieser Reportage noch nicht fest. Die Betreibergesellschaft befasst sich aber mit der Erarbeitung von Konzepten, wie von Geschäftsführer Roland Bosch versichert wurde.

Und was Axima Refrigeration betrifft: Nun, nach Ravensburg befindet sich derzeit schon die zweite deutsche CO₂-Kunsteisbahn in der Planung bzw. Ausführung. So entsteht bis 2005 in Mannheim eine neue Arena mit insgesamt 3 Eislaufpisten, wo dann für die Bundesliga-Profis der „Mannheimer Adler“ das Eis bereitet wird – mit modernster Kältetechnik aus Lindau. A. F.



Im Gespräch mit den Eismeistern, die auch für die Kältetechnik zuständig sind (v.l.): Werner Eller, (zuständig für die Planung), Roland Bosch (Geschäftsführer der Betreibergesellschaft), Dr. Stefan Gall (Axima-Marketing Manager), Hermann Raach und Hans Georg Thoma. Schnappschuss von der Eröffnung