

Zwischenbericht August 2003-01

Kombinierte Kälte- / Wärmepumpen- Verdichter-Anlage in der Eissporthalle

St. Jakob ARENA / 4142 Münchenstein / BL

Ausgearbeitet durch:

Herr P. Frey

P. FREY & PARTNER

Beratende Ingenieure & Planer

Dorfstrasse 19 , 9535 Wilen b. Wil / TG

Herr L. Bertozzi

Ingenieurbüro Bertozzi

Ingenieurbüro für Haustechnik

Triststrasse 8 , 7007 Chur / GR

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BfE) entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichtes verantwortlich.

Zusammenfassung

In Basel wurde erstmals ein kombinierter Kälte-/Wärmepumpen-Verdichter eingesetzt, mit dem es möglich ist, während der gesamten Eissaison (~August – ~Mai) neben der Kälteerzeugung auch Wärme für Heizungs- und Lüftungszwecke zur Verfügung zu stellen.

Die Besonderheit ist:

- dass nur beim Eineisen und wenn nötig bei Leistungsspitzen im Kältebereich der zweite Verdichter als Kälteanlage eingesetzt wird
- sonst aber der gleiche Verdichter als WP eingesetzt wird, also unter Nutzung der normalerweise vernichteten Abwärme bei der Eiserzeugung mit einer Temperatur von bis zu 65 °C technische Wärme bereitstellen kann.

Diese Technik wurde eingesetzt, um folgende Forderungen zu erfüllen:

- Reduktion der normalerweise üblichen 3 Verdichter (2 Verdichter für die Kälte und 1 Verdichter als WP) auf 2 Stück
- Massive Reduktion der Fernwärme für die Heizung der KEB/Sportanlage (Zielvorgabe: 55%)
- Ausloten der Möglichkeit, das benachbarte geplante Hallenbad (Idee-Entwurf bereits vorhanden) ebenfalls mit Wärme bzw. Abwärme der Kälteanlage zu versorgen.

Mit dem Beginn der Kälteproduktion (erstes Eishockey-Spiel vom 12.10.2002) konnten nicht alle Energie- und Leistungsmessgeräte eingebaut bzw. an das Leitsystem angeschlossen werden. Auch muss beachtet werden, dass in äusserst kurzer Zeit die Betreiber ein ganzes Sportzentrum übernehmen mussten. Dadurch entschied sich die Projektleitung, erst ab dem 12.12.2002 die Anlagen auszumessen bzw. die Messsaison zu beginnen.

Es werden somit nur für die Messdauer von praktisch 5½ Monaten (Dezember 2002–Mai 2003) die Kenndaten ausgewiesen und nicht durch eine Hochrechnung auf eine gesamte Eissaison aufgerechnet.

Die Ergebnisse für die erste Messperiode (12.12.2002 – 23.5.2003) sind:

<u>Kälteanlage:</u>	Verbrauch Elektroenergie:	190 MWh
	Kälteproduktion:	687 MWh
	Abwärmeproduktion insgesamt:	877 MWh
	Abwärme genutzt für Heizung (WP):	341 MWh
	Abwärme über Luft vernichtet:	536 MWh
	Leistungszahl Kälte $\epsilon_{\text{Kälte}}$:	3.6
<u>Wärmepumpe:</u>	Verbrauch Elektroenergie:	77 MWh
	Abwärme von Kältemaschinen:	341 MWh
	Wärmeproduktion:	418 MWh
	Leistungszahl Wärme $\epsilon_{\text{Wärme}}$:	5.4

Die nachfolgenden 5 Ziele der Anlage wurden schon im ersten Halbjahr erreicht:

1. Das gewählte Konzept ist funktionstüchtig und hat alle Kenndaten des Werkvertrages erreicht.
2. Das Budget wurde eingehalten bzw. die Investitionskosten für Anlagentypen und deren Komponenten wurden nicht überschritten. Die resultierenden spezifischen Kosten je Einheit Nutzwärme können erst nach einer gesamten Eissaison errechnet werden!
3. Die hohe Zuverlässigkeit ist für einen Prototyp beeindruckend.
4. Eine erfolgreiche Anwendung bei weiteren Anlagen (sowohl Neubau als auch Sanierungen) sind im NH₃ – Bereich jederzeit möglich.
5. Die ersten Optimierungen konnten schon ab dem 19.12.2002 erfolgen und haben dadurch die Kenndaten noch verbessert.

Summary

At Basel (Münchenstein – Switzerland) the new ice-sport-centre "St. Jakob Arena" with an indoor ice-rink has been equipped with a combined refrigeration and heat-pump unit. This new concept consists of a NH₃-refrigeration-machine with two reciprocating compressors, which can be run in parallel or as a 2-stage-process. With the "parallel operating mode" both compressors are used for cold production only. With the "2-stage-operating mode" the one compressor acts as the lower stage for cold production and the second one as the upper stage for heat production using the rejected heat from condenser or the first stage as a heat source.

The plant was put into operation on August 2002. The first measurements begun on 12th December 2002 and were carried out until 23rd May 2003. They delivered the following results:

<u>Refrigeration mode:</u> "parallel mode"	electrical energy consumption:	190 MWh
	cold production:	687 MWh
	rejected heat, totally:	877 MWh
	rejected heat for heat pump mode:	341 MWh
	rejected to the atmosphere:	536 MWh
	average coefficient of performance:	3.6
<u>Heat pump mode:</u> "2-stage mode"	electrical energy consumption:	77 MWh
	rejected heat from 1st stage:	341 MWh
	heat production by the 2st stage :	418 MWh
	Seasonal performance factor:	5.4

The operating experience through the first winter season has shown, that all planned goals have been reached. The plant works very reliably.

Le résumé

À Bâle (Münchenstein – Suisse) le nouveau glace sport centre "St. Jakob Arena" avec une glace patinoire d'intérieur a été équipé avec une réfrigération combinée et unité de la chaleur - pompe. Ce nouveau concept consiste en une NH₃-réfrigération machine avec deux compresseurs à mouvement alternatif qui peuvent être courus dans parallèle ou comme un 2 étape processus. Avec le "mode d'exploitation parallèle" les deux compresseurs sont utilisés pour production froide seulement. Avec le "fonctionnement mode de 2 étapes" celui le compresseur agit comme l'étape inférieure pour production froide un le deuxième on comme l'étape supérieure pour production de la chaleur qui utilise la chaleur repoussée de condenseur ou la première étape comme une source de la chaleur.

La plante a été mise dans opération août 2002. Les premières dimensions commencées 12e le 2002 décembre et a été porté dehors jusqu'à 23e le 2003 mai. Ils ont délivré les résultats suivants:

<u>Réfrigération:</u> "mode parallèle"	énergie électrique utilisée:	190 [MWh]
	production froide:	687 [MWh]
	chaleur repoussée, totalement,:	877 [MWh]
	chaleur utilisée pour le chauffage (pompe à chaleur):	341 [MWh]
	chaleur perdue à travers l'air:	536 [MWh]
	rendement de performance:	3.6

<u>Pompe à chaleur:</u> "2 étape mode"	énergie électrique utilisée:	77 [MWh]
	chaleur repoussée de 1 st étape:	341 [MWh]
	chauffez production de 2 st étape:	418 [MWh]
	rendement de performance:	5.4

L'expérience du fonctionnement à travers la première saison hivernale a montré, que tout ont raboté les buts ont été atteints. La plante travaille très sérieusement.

Inhaltsverzeichnis

1	Eine Idee wird Wirklichkeit	5
2	Anlagenbeschreibung	6
2.1	Kurzbeschreibung	6
2.2	Betriebsmöglichkeiten	6
2.2.1	Betriebswahl WP – Kompressor (Verdichter 2)	6
2.2.2	Abwärme der Kunsteisbahn	7
2.3	Die wichtigsten Daten der Anlage	8
2.3.1	Verdichter	8
2.3.2	Eisbetrieb	8
2.3.3	Eiserhalt und WP Betrieb	8
2.3.4	WP - Kondensator	8
2.3.5	Enthitzer	8
2.4	Kreisläufe	9
2.5	Eispiste, Pistenaufbau	9
2.5.1	Pistenwahl	9
2.5.2	Pistenaufbau	9
2.6	Eishallenentfeuchtung	10
2.6.1	Multifunktionale Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage	10
2.6.2	Aufbau der eingesetzten multifunktionalen Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage	11
2.6.3	Mögliche Betriebsarten	11
3	Messkonzept und Inbetriebnahme.....	13
3.1	Kälte- und WP-Anlage	13
3.2	Leitsystem	13
3.3	Messkonzept.....	14
3.3.1	Beschreibung des Messkonzeptes	14
3.3.2	Messgeräte und Signale	14
3.3.3	Aufzeichnungen der Messdaten im Leitsystem (Citect).....	15
3.3.4	Systembilder.....	16
4	Die Ergebnisse der ersten Messsaison	17
4.1	Leistungsmessung zur Werkvertraganalyse	17
4.2	Analysen der Tag- und Nachtzyklen für Januar und Februar 03	18
4.3	Erste Zwischenbilanz bis zum 6. März 2003	21
4.4	Langzeit - Mess- Zyklus und die Analyse (<i>für den Zeitraum vom 12. Dezember 2002 – 10. Juli 2003</i>)	22
5	Energieoptimierte KEB.....	23
6	Weiteres Vorgehen	24
6.1	Kälteoptimierung.....	24
6.2	WP-Optimierung	24
7	Kontaktadressen.....	25
7.1	Berichtverfasser.....	25
7.2	Weitere Kontaktadressen	25

1 Eine Idee wird Wirklichkeit

Mit grossem Einsatz kann nach einer über 4 jährigen Tätigkeit (Phase 2 + 3) heute auf eine gute, erste Zwischensaison der neuen Essporthalle "St. Jakob Arena" zurückgeblückt werden. Die wichtigsten Meilensteine der Projektgruppe, die zum Kälte- und Wärmekonzept in der neuen Essporthalle "St. Jakob Arena" geführt haben, sind in Kurzfassung:

Phase 0

=> Nachgeschaltete Hochdruckverdichter bei einer Kunsteisbahn am Beispiel:

- **1993** – KEB Lenzerheide (2 x Kälteverdichter + 1 WP) für Kunsteisbahn (KEB) und Hallenbad

Phase 1

=> Nachgeschaltete Hochdruckverdichter bei offenen KEB

Als logische Konsequenz wurde die nachgeschaltete WP für eine so genannte „Sommerernutzung“ der KEB-Feldverrohrung vorgeschlagen bzw. realisiert. Das P+D-Projekt (Wegmüller-Bertozzi-Sigrist) wurde 1994 eingereicht.

- **1995** - KEB Klosters (2xKälteverdichter+2WP für die offene KEB mit 2 Felder) und die Wärmeabgabe im Sommer an das Freibad (Vergleiche P+D-Projekt Nr. 15'407)

folgende weitere Anlagen wurden mit einer nachgeschalteten WP (bei einer Sanierung oder als neue Anlage) erstellt:

- **1997** - KEB Celerina
- **1998** - KEB Adelboden
- **1998** - KEB Engelberg
- **1999** - KEB Bern Arena
- **1999** - KEB Zernez
- **2000** – KEB Weyermanns Haus BE

usw.

Phase 2

=> Kombiverdichter für Kälte und als WP (Hochdruckverdichter) bei KEB

- **1999** - Erste Idee für Hoch- und Niederdruckverdichter nach der Realisation der KEB Zernez
- **2000** – Versuche bei Wettstein AG (WWAG)
- **Juli 2001** - Besichtigung und Testlauf bei WWAG
- **September 2001** - Technische Kenndaten / Grobkonzept
- **Oktober 2001** – Kostenschätzung
- **November 2001** - Vorbereitungen mit Bund und Kanton, erste wirtschaftliche Kenndaten
- **Dezember 2001** - Vorstellung Konzept an Bauherr / Industrielle Werke Basel (IWB) / BfE - Bund / Kanton und Stadt Basel

Phase 3

=> P+D – Projekt und Realisation der neuen Essporthalle "St. Jakob Arena"

- **Dezember 2001** - Bereinigung Konzept / Erstellen Messkonzept und Eingabe an Bund / Kanton / Stadt
- **14.2.2002** - Verfügung Bund und Kanton (Genehmigung)
- **Juni 2002** - Montagebeginn
- **01.10.2002** - Inbetriebsetzung Kälte (ohne WP)
- **15.11.2002** - Inbetriebsetzung WP
- **02.12.2002** - prov. Betriebsübergabe
- **30.01.2003** - Abnahme der Anlage

2 Anlagenbeschreibung

Auf der Brügglinger-Ebene (St. Jakob-Areal) in Münchenstein BL wurde im Jahr 2002 eine neue Eissporthalle mit einem Eisfeld von 60x30m (1'800m²) und einem Fassungsvermögen von 6'500 bis 8'000 Zuschauerplätzen erstellt.

Als Weltneuheit wird eine kombinierte Kälte-/Wärmepumpen-Verdichter-Anlage in der Eissporthalle eingesetzt, welche die bisher ungenutzte Abwärme der tiefen Kondensationsabwärme (~25 bis 32°C) auf eine Temperatur von ~65°C transferiert und in einem grossvolumigen Energiespeicher speichert, so dass diese Energie für den Eigenbedarf (Heizung, Lüftung, Brauchwarm- und Reinigungswasser für die Eisproduktion) genutzt werden kann, ohne dass eine zusätzliche Wärmepumpe eingesetzt werden muss.

2.1 Kurzbeschreibung

Es wurden 2 Kolbenverdichter eingebaut, die entweder beide für den Eisbetrieb arbeiten oder 2-stufig im NH₃-Kreislauf (ein Verdichter für die Kälteerzeugung und der zweite Verdichter auf Abwärmestufe) arbeiten.

Wenn der WP – Verdichter auf WP-Betrieb arbeitet, schaltet er beim Ausfall des Kältekompressors automatisch auf Kältebetrieb um (Herunterfahren, Ventile umschalten und neu starten) um die Eisqualität nicht zu gefährden. Diese Umschaltung ist als Info auf dem Display eingeblendet.

2.2 Betriebsmöglichkeiten

Mit der Kälteanlage wird ein Halleneisfeld und ein Klimaregister bewirtschaftet:

Hallenhockeyfeld	ganzes Jahr möglich <i>(in der Regel Anfang August bis Ende Mai)</i>
Klimaregister	ganzes Jahr möglich

Betriebswahl für die Kälteanlage:

Betriebswahl 1	reiner Klimabetrieb
Betriebswahl 2	reiner Eisbetrieb
Betriebswahl 3	Eisbetrieb und Klimabetrieb

Die Wärme wird benötigt für:

- Das Brauchwarmwasser für die Bezüger (Sportler, Restaurant, Mieter, Eisaufbereitung etc.)
- Raumwärme für die gesamte Infrastruktur der Eissporthalle (Garderoben, Restaurant, VIP-Lounges, Zuschauerumgänge, Mehrfachnutzungsräume etc.)
- Raumwärme der vermieteten Räume (UNI-Basel, EHC-Basel Dragons, etc.)
- Sämtliche Lüftungsanlagen für die Garderoben, Duschen, Kastengänge, Restaurant, VIP-Lounges, Zuschauerumgänge, Mehrfachnutzungsräume etc.

2.2.1 Betriebswahl WP – Kompressor (Verdichter 2)

Zusätzlich zur Anlagenbetriebswahl muss am Display eingegeben werden, ob der WP-Verdichter (Verdichter 2) auf Kältebetrieb – oder auf WP- Betrieb arbeiten soll.

Wenn der WP – Kompressor auf WP-Betrieb arbeitet, schaltet er beim Ausfall des Kältekompressors automatisch auf Kältebetrieb um (Herunterfahren, Ventile umschalten und neu starten), um die Eisqualität nicht zu gefährden. Diese Umschaltung ist als Info auf dem Display eingeblendet.

2.2.2 Abwärme der Kunsteisbahn

Die Abwärme wird je nach gewählter Betriebsart des Verdichters 2 (WP – Verdichter) wie folgt abgegeben:

2.2.2.1 Verdichter 2 auf Kältebetrieb

Beide Verdichter arbeiten auf Kältebetrieb, für die Abwärme auf hohem Temperaturniveau hat nur der Verdichter 2 einen Enthitzer vorgeschaltet.

2.2.2.2 Verdichter 2 auf WP - Betrieb

Der Verdichter 1 muss zwingend auf Kältebetrieb in Betrieb sein, damit der Verdichter 2 je nach Bedarf der Speichersteuerung auf WP Betrieb arbeiten kann.

Wenn der Kältekompressor auf Grund des Kühlbedarfes der Eispiste in Betrieb ist, wird eine maximale Speicherladung angestrebt.

2.3 Die wichtigsten Daten der Anlage

2.3.1 Verdichter

Verdichter 1	1 x York SMC 108 E
Verdichter 2	1 x York HPC 106 S
Kältemittel	Ammoniak (NH ₃)

2.3.2 Eisbetrieb

Anzahl Verdichter	2 Stck.
Bauart	Kolbenverdichter
Kälteleistung Eisbetrieb	500 kW
Verdampfungstemp.	- 13 °C
Kondensationstemp.	+ 34°C
El.-Leistungsaufnahme (an der Welle)	ca. 150 kW

2.3.3 Eiserhalt und WP Betrieb

Anzahl Verdichter	2 Stck.
Bauart	Kolbenverdichter
Kälteleistung Eiserhalt	ca. 150 - 430 kW
Verdampfungstemp.	- 13 °C
Kondensationstemp.	+ 22°C
Heizleistung	270 - 580 kW
Verdampfungstemp.	+ 20 °C
Kondensationstemp.	+ 58°C
Heizwasservorlauf	+ 55 °C
El.-Leistungsaufnahme (an der Welle)	60 - 115 kW

2.3.4 WP - Kondensator

Anzahl	1 Stck.
Bauart	vollverschweisster Plattenapparat
Material wasserberührende Teile	V2A
Heizleistung	530 kW
Medium	Heizungswasser
Eintrittstemp.	+ 45 °C
Austrittstemp.	+ 57 °C
Kondensationstemperatur	+ 58 °C

2.3.5 Enthitzer

Anzahl	1 Stck.
Bauart	vollverschweisster Plattenapparat
Material wasserberührende Teile	V2A
Heizleistung	90 kW
Medium	Heizungswasser
Eintrittstemp.	+ 58 °C
Austrittstemp.	+ 60 °C

2.4 Kreisläufe

Kältemittel:	NH ₃ (Ammoniak R717)
Kälte­träger Eiserzeugung	35% Aethylenglykol / 65 % Wasser
Kälte­träger­ein­tritts­temperatur	- 8 °C
Kälte­träger­aus­tritts­temperatur	- 11 °C
Kälte­träger WRG HT (Enthitzer und WP Kond.)	Heizungswasser (geschlossenes System)
Kälte­träger WRG NT (Schmelzgrube)	35% Aethylenglykol / 65 % Wasser
Kälte­träger Permafrostheizung	35% Aethylenglykol / 65 % Wasser
Verbraucher Kälte	1 x Hallenhockeyfeld 60 m x 30 m Betrieb August – Mai 1 x Klimaregister Hallenlüftung Ganzjahresbetrieb möglich (je nach Anlass)

2.5 Eispiste, Pistenaufbau

2.5.1 Pistenwahl

Bei der Wahl der Piste bzw. des Pistenaufbaus wurde entgegen den bisherig ausgeführten Pistenaufbauten eine innovative Lösung eingesetzt, welche sich bereits im ersten Betriebsjahr hervorragend bewährt hat.

2.5.2 Pistenaufbau

In der neuen Eissporthalle der "St. Jakob Arena" wurde erstmals der nachfolgend aufgeführte Pistenaufbau (in Kombination der eingesetzten Kälteverrohrung) verwendet, welcher lediglich in 2 bzw. 3 Schichten realisiert wurde.

- 50 cm frostsichere Kieskofferung
- 35 bis 40 cm Thermobeton mit integrierter Permafrostheizung (~3'600m)
- 12 cm Betonbodenplatte als Kältebodenplatte mit Kälteverrohrung ⁽¹⁾ (~24'000m)

⁽¹⁾ Für die Realisierung der Kälteverrohrung wurde ein speziell hergestelltes Kunststoffverbundrohr, welches bis -25°C sowie 50 bar tauglich ist, eingesetzt.

Der Einsatz dieser innovativen Kälteverrohrung ist eine Weltneuheit und wurde erstmals in der neuen Eissporthalle "St. Jakob Arena" eingesetzt bzw. realisiert.

Vorteile dieser Lösung sind:

- Geringerer Montageaufwand bzw. Montagezeit
- Praktisch identische Ausdehnung wie die Betonpiste
- Keine Schweissstellen auf bzw. in der Piste
- Temperaturbeständigkeit von 45 bis -25°C
- Druckbeständigkeit bis 50bar
- Variabel einsetzbar für 2-Kreisssystem mit Wasser-Glykolsole sowie CO₂ als Kälte­träger

2.6 Eishallenentfeuchtung

Für den Betrieb einer Eissporthalle ist eine funktionierende Entfeuchtungsanlage unumgänglich, damit ein störungsfreier sowie energieeffizienter Eissportbetrieb gewährleistet und garantiert werden kann.

Da jedoch bei einer Eissporthalle nicht nur Eissport sondern auch gesellschaftliche sowie kulturelle Veranstaltungen durchgeführt werden (mit abgedeckter Eisfläche während der Eissportsaison sowie ohne Eis in den Sommermonaten), ist es zwingend notwendig, dass eine multifunktionale Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage installiert werden muss, welche alle Anforderungen und Bedürfnisse der Betreiber erfüllen kann.

2.6.1 Multifunktionale Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage

Um den Anforderungen (bessere Eisqualität mit weniger Kälteenergie) und Bedürfnissen (Eissport sowie die Durchführung von gesellschaftlichen und kulturellen Veranstaltungen) der Betreiber nachzukommen, muss eine multifunktionale Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage nachfolgende Funktionen erfüllen:

- Entfeuchten
- Lüften
- Heizen
- Kühlen

Diese Funktionen sind in Abhängigkeit des Benützerverhaltens den entsprechenden Rahmenbedingungen wie folgt zu erbringen:

- Den Bedürfnissen angepasste Betriebsarten für Winter- sowie Sommerbetrieb
- Gewährleistung des Sauerstoffwechsels in der Halle bei Voll- sowie Teilbelegung bei jeder Betriebsart
- Optimale Entfeuchtung bei Eissportbetrieb mit geringstem Energieaufwand
- Temperierung (heizen oder kühlen) der Halle bei Eissport sowie der Durchführung von gesellschaftlichen und kulturellen Veranstaltungen im Winter- wie im Sommerbetrieb
- Überwachung und Regelung sowie Steuerung der CO₂ - Konzentration bzw. der Aussenlufttrate bei jeder Betriebsart
- Energieeffizienter Betrieb aller Betriebsarten

Weitere Rahmenbedingungen sind mit dem Bauherrn/Betreiber abzusprechen und bei der Planung sowie Realisierung zu berücksichtigen.

Im weiteren sind die gesetzlichen Auflagen sowie Normen, Richtlinien und Verordnungen einzuhalten. Nachfolgende Gesetze, Normen, Richtlinien und Verordnungen müssen berücksichtigt und eingehalten werden. Dies betrifft u.a. (*Liste nicht vollständig*):

- EG Energiegesetz des jeweiligen Kantons
- EnGV Verordnung über rationelle Energienutzung des jeweiligen Kantons
- SIA-382/1 Technische Anforderungen an Lüftungstechnische Anlagen
- SIA-382/3 Bedarfsermittlung für Lüftungstechnische Anlagen
- IAKS-8 Eissportanlagen
- DIN-18032 Sporthallen
- DIN-1946 Raumluftechnik
- DIN-24145-1 Raumluftechnik-Luftleitungen-Wickelfalzrohre
- DIN-24147-1 Raumluftechnik-Formstücke für runde Luftleitungen-Wickelfalzrohre
- DIN-24190 Raumluftechnik-Blechkanäle
- DIN-24191 Raumluftechnik-Blechkanalformstücke
- DIN-4794-1 Ortsfeste Warmluftherzeuger

2.6.2 Aufbau der eingesetzten multifunktionalen Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage

In der „St. Jakob Arena“ wurde eine multifunktionale Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage eingesetzt, welche dem heutigen Stand der Technik sowie den betrieblichen Anforderungen vollumfänglich entspricht und einen Ganzjahreseisbetrieb sowie Sommerbetrieb bis 8'000 Personen bei jeder Witterung garantiert.

2.6.3 Mögliche Betriebsarten

Mit der multifunktionalen Lüftungs- und Entfeuchtungsanlage können die nachfolgenden Betriebsarten erfüllt werden:

- Winter => allgemeiner Eislauf - Trainingsbetrieb (Entfeuchten)
- Winter => Veranstaltungsbetrieb (Entfeuchten)
- Sommer => Vorbereitungsbetrieb (Vorbereitung Veranstaltung Heizen / Kühlen)
- Sommer => Veranstaltungsbetrieb (Heizen / Kühlen)

Nachfolgend sind diese Betriebsarten detailliert aufgeführt:

2.6.3.1 Winter => allgemeiner Eislauf - Trainingsbetrieb (*Entfeuchten*)

Bei diesem Betrieb wird die absolute Feuchtigkeit zum Schutz der Gebäudehülle auf einen vorgegebenen Sollwert eingestellt und automatisch überwacht bzw. kontinuierlich reguliert.

Übergeordnet ist die CO₂-Überwachung in der Eissporthalle. Eine Temperierung der Eissporthalle ist in Abhängigkeit der geringen Zuschauer möglich, jedoch nicht sinnvoll.

Die Eissporthalle wird mittels eingesetzter Absolutfeuchtefühler überwacht. Bei Überschreitung des eingestellten Sollwertes wird die Anlage automatisch in Betrieb gesetzt.

Aufgrund des Istwertes der Absolutfeuchte in der Abluft sowie in der Aussenluft werden die entsprechenden Klappen kontinuierlich und proportional reguliert wobei der minimal eingestellte Aussenluftanteil nie unterschritten wird. Mit dieser Massnahme wird über die Angebot- und Nachfrageregulierung das energetisch günstigere Luftmedium (Hallen- oder Aussenluft) zur Entfeuchtung eingesetzt.

2.6.3.2 Winter => Veranstaltungsbetrieb (*Entfeuchten*)

Bei dieser Betriebsart wird vor einer Eissportveranstaltung die Hallenluftfeuchtigkeit auf ein Minimum reduziert, so dass die absolute Feuchtigkeit weder die Gebäudehülle noch die Veranstaltung beeinträchtigen werden.

Die Hallenraumlufte wird immer automatisch überwacht und kontinuierlich reguliert. Übergeordnet ist die CO₂-Überwachung in der Eissporthalle.

Während Eissportveranstaltungen wird bis zu maximaler Luftmenge (in Abhängigkeit der Veranstaltung bzw. der anwesenden Zuschaueremenge) die Anlage betrieben und über Absolutfeuchtefühler überwacht.

Aufgrund der Istwerte bei den Absolutfeuchtefühler in der Abluft sowie in der Aussenluft werden die entsprechenden Klappen kontinuierlich und proportional reguliert wobei der minimal eingestellte Aussenluftanteil nie unterschritten wird.

2.6.3.3 Sommer => Vorbereitungsbetrieb (Vorbereitung Veranstaltung Heizen / Kühlen)

Diese Betriebsart ist der Vorbereitungsbetrieb einer Veranstaltung und wird in 1. Priorität als Freecoolling betrieben (freie Kühlung der Raumluft mit Aussenluft über die Nacht bei kühleren Aussenlufttemperaturen), gemäss der entsprechenden Betriebswahl (inkl. CO₂-Überwachung), welche zur Temperierung der Raumlufttemperatur bzw. Kühlen oder Heizen der baulichen Masse (Gebäudespeicher) eingesetzt wird.

Hierbei erfolgt das Kühlen oder Heizen der Raumlufttemperatur mit halber bis maximaler Aussenluftmenge, wobei die Zuluft im unteren Teil der Eissporthalle sowie in den beiden Zuschauerumgängen eingeblasen wird.

Ist für die Hallentemperierung das Freecoolling nicht ausreichend, werden die entsprechenden Kühl- oder Heizregister aktiviert und automatisch reguliert. Dies erfolgt jedoch über die Eingabe des Eismeisters.

Die Hallenluft (Ab- bzw. Umluft) wird unter dem Hallendach am wärmsten Ort abgesaugt.

2.6.3.4 Sommer => Veranstaltungsbetrieb (Heizen / Kühlen)

Diese Betriebsart erfolgt auch mit Freecoolling, gemäss der Betriebswahlschalterstellung (inkl. CO₂-Überwachung).

Hierbei erfolgt die Be- und Entlüftungsbetrieb mit maximaler Aussenluftmenge, wobei die Zuluft im unteren Teil der Eissporthalle und über die beiden Zuschauerumgängen sowie im Zuschauerbereich eingeblasen wird. Die Hallenluft (Ab- bzw. Umluft) wird unter dem Hallendach am wärmsten Ort abgesaugt.

Ist für die Hallentemperierung das Freecoolling nicht ausreichend, werden die entsprechenden Kühl- oder Heizregister aktiviert und automatisch reguliert. Dies erfolgt jedoch über die Eingabe des Eismeisters

Eine Temperierung der Eissporthalle ist für den Sommerbetrieb zwingend, damit ein angenehmes Raumklima jederzeit gewährleistet werden kann

3 Messkonzept und Inbetriebnahme

Bei der eingesetzten, kombinierten Kälte-/Wärmepumpen-Verdichter-Anlage in Basel geht es darum, im ersten Betriebshalbjahr für jedes wesentliche Anlagenteil (Kältemaschine und Wärmepumpe) eine gute Einstellung der Einzelanlage zu finden. In der gleichen Zeit muss dem neuen KEB-Personal die Zeit eingeräumt werden, die Anlage Stück für Stück kennen zu lernen.

Für die gesamte Haustechnik-Anlage und im besonderen für die Kälte-/WP-Anlage der KEB-Basel wurde in Absprache mit dem Bauherrn ein Contractingvertrag mit der IWB (Industrielle Werke Basel) abgeschlossen. Der Betreiber (IWB) war somit nicht nur für die Investition (Finanzierung) bzw. die Realisation zuständig, sondern ist auch für die laufenden Arbeiten, den Unterhalt und die Sicherheitsauflagen während 20 Jahren zuständig.

Daneben liefert das IWB auch noch den Strom und (soweit nötig) die Wärme. (Fernwärme).

3.1 Kälte- und WP-Anlage

Der Kältespezialist konnte die Anlage am 1.10.2002 für die erste Kälteproduktion starten. Im ersten Monat wurde die Anlage vom Kältespezialisten betreut. Dadurch konnte das KEB-Personal die KEB (ohne Kältetechnik) übernehmen.

Ab dem 15.11.2002 wurde die automatische Umschaltung des 2-ten Verdichters aktiviert und dadurch wurde der zweite Verdichter als WP eingesetzt.

Termingerecht konnte am 2.12.2002 die gesamte Anlage dem Betreiber und der IWB (provisorisch) übergeben werden. Im ersten Monat wurde die Anlage vom Kältespezialisten betreut.

3.2 Leitsystem

Leitsysteme sind ein wichtiges Instrument für den Betrieb von Anlagen. Das Leitsystem übernimmt alle wichtigen Regelfunktionen und hilft dem Eismeister mit den jeweiligen Temperatur- und Druckaufzeichnungen eine optimale technische Funktionstüchtigkeit der Gesamtanlage unter Berücksichtigung aller möglichen Betriebsbedingungen zu erreichen.

Die weiteren Vorteile des Systems sind:

- Energieeinsparungen durch einfache Bedienung
- Anlage kann über externen Spezialisten analysiert werden und per Telefon können dem Eismeister und der IWB "Hilfestellungen" angeboten werden
- Anlage kann vom Spezialisten über Modem umprogrammiert werden (Zeit- und Kostenreduktion)
- Alarmierungen sind ausgedruckt und visualisiert (nicht nur als Sammelalarm)
- Betriebszeiten und Betriebsanforderungen an das Eis können an einem Tagesprogramm eingegeben werden, die Anlage wird mit allen gewünschten Parametern versorgt
- Mit dem gleichen Programm können auch gleich die Verrechnungen erstellt werden (Reduktion des administrativen Aufwandes)
- Temperatureinflüsse in der Halle werden sofort registriert und die Anlage der neuen Situation angepasst und eine Dokumentation wird erstellt

Für die installierte Kälte- und WP-Anlage der KEB in Basel wurde ein Leitsystem installiert, das im Wesentlichen folgende Möglichkeiten bietet.

- PC – Hardware
- Grafikbilder mit IST- und SOLL-Betriebsanzeigen
- Standardreservationsprogramm mit Wochenprogramm
- Eispistensteuerungssoftware mit integrierter Hallentemperaturkorrektur
- Alarmweitermeldung für Pager und/oder Natel
- Software und Modem für Fernüberwachung durch den Kältespezialisten und den Planern

3.3 Messkonzept

Da das Anlagenkonzept auf Grund der Effizienz der Abwärmenutzung als Pilot- und Demonstrationsprojekt finanziell unterstützt wird, wird auch ein Messkonzept gefordert, das die Effizienz der Anlage nachzuprüfen vermag.

3.3.1 Beschreibung des Messkonzeptes

Die übergeordneten Ziele sind:

Saisonale Ermittlung der Effizienz der Abwärmeleistung (auf hohem Temperaturniveau) der Anlage, insbesondere der WP – Stufe

Optimierung der Anlage in den ersten 2 – 3 Betriebsjahren durch Auswertung der Messresultate.

Als Masseinheit für die Effizienz der Anlage gilt der COP-Wert (*COP=Coefficient of Performance=Leistungszahl*) der WP-Stufe unter Berücksichtigung der Leistungszahl ($\epsilon_{\text{Kälte}}$) der Kältestufe und der Leistungszahl ($\epsilon_{\text{Wärme}}$) der WP-Stufe (die Bilanzgrenzen wurden gemäss Ravel / WP 1996 / Bild 2 gesetzt) →> d.h. das Verhältnis von der erhaltenen Kälte- bzw. Wärmeleistung (in kW) zur eingegebenen elektrischen Leistung (in kW).

$$COP = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{Energieeinsatz}}$$

3.3.2 Messgeräte und Signale

Folgende Messgeräte wurden in der Anlage installiert und in der SPS sowie dem Leitsystem (Citect) der Kälteanlage verarbeitet bzw. angezeigt:

Elektro – Verbrauchsmessungen

In den Hauptverteilungsabgängen zu den 3 Elektroschaltkasten der Kälteanlage werden Elektrozähler installiert. In der SPS der Kälteanlage wird pro Messung ein Leistungssignal – Impuls verarbeitet und an das Leitsystem weitergeleitet.

Folgende Elektroverbraucher werden gemessen.

Elektroschaltkasten Verdichter 1 →	SPS Impulseingang E 21.0
Elektroschaltkasten Verdichter 2 (WP- Verdichter) →	SPS Impulseingang E 21.1
Elektroschaltkasten Nebenantriebe →	SPS Impulseingang E 21.2

Kälte- und Wärmemessung

Im Elektroschaltkasten der Nebenantriebe sind die Wärmerechner für die Kälte- und Wärmeleistung installiert. Jeder Rechner erfasst eine Durchflussmessung und 2 Temperaturmessungen. Die Rechner geben der SPS der Kälteanlage jeweils ein Leistungsimpulssignal. In der SPS der Kälteanlage wird pro Messung ein Leistungssignal – Impuls verarbeitet und an das Leitsystem weitergeleitet.

Folgende Energiezähler (sog. Wärmerechner) werden für die Leistungsmessungen und die Energiemessungen eingesetzt:

	<i>Name der Energiezähler</i>
Kältemessung →	SPS Impulseingang E 21.3
Wärmemessung →	SPS Impulseingang E 21.4

3.3.3 Aufzeichnungen der Messdaten im Leitsystem (Citect)

Folgende unterschiedlichen Leistungsverbräuche werden von der SPS an das Leitsystem weitergeleitet.

Elektromessung 1	Verdichter 1	bei Kältebetrieb
Elektromessung 1a	Verdichter 1	bei Klimabetrieb
Elektromessung 1c	Verdichter 1	Total benötigte Leistung
Elektromessung 2	Verdichter 2	bei Kältebetrieb
Elektromessung 2a	Verdichter 2	bei Klimabetrieb
Elektromessung 2b	Verdichter 2	bei WP – Betrieb
Elektromessung 2c	Verdichter 2	Total benötigte Leistung
Elektromessung 3	Nebenantriebe	bei Kältebetrieb
Elektromessung 3a	Nebenantriebe	bei Klimabetrieb
Elektromessung 3b	Nebenantriebe	bei WP – Betrieb
Elektromessung 3c	Nebenantriebe	Total benötigte Leistung
Kältemessung 1	bei reinem Klimabetrieb	
Kältemessung 1a	bei reinem Eisbetrieb	
Kältemessung 1b	bei kombinierten Eisbetrieb und Klimabetrieb	
Kältemessung 1c	Total erbrachte Leistung	
Wärmemessung 1	Verdichter 2 bei Klimabetrieb	
Wärmemessung 1a	Verdichter 2 bei Eisbetrieb	
Wärmemessung 1b	Verdichter 2 bei WP -Betrieb	
Wärmemessung 1c	Total erbrachte Wärmeleistung	

Auf dem Leitsystem werden die aufsummierten Ist-Daten tabellarisch aufgeführt und saisonal aufgerechnet. Vor dem Neustart der Saison müssen die Zähler auf Null gesetzt werden. Im Hintergrund werden die Daten auf eine Access – Tabelle aufgeführt. Die Daten können zur Datenverarbeitung transferiert werden. Neben den Leistungsdaten werden auch noch die 4 Temperaturdaten in der Accesstabelle aufgeführt, und im Trend aufgezeichnet (Wichtig für den Eismeister / QS).

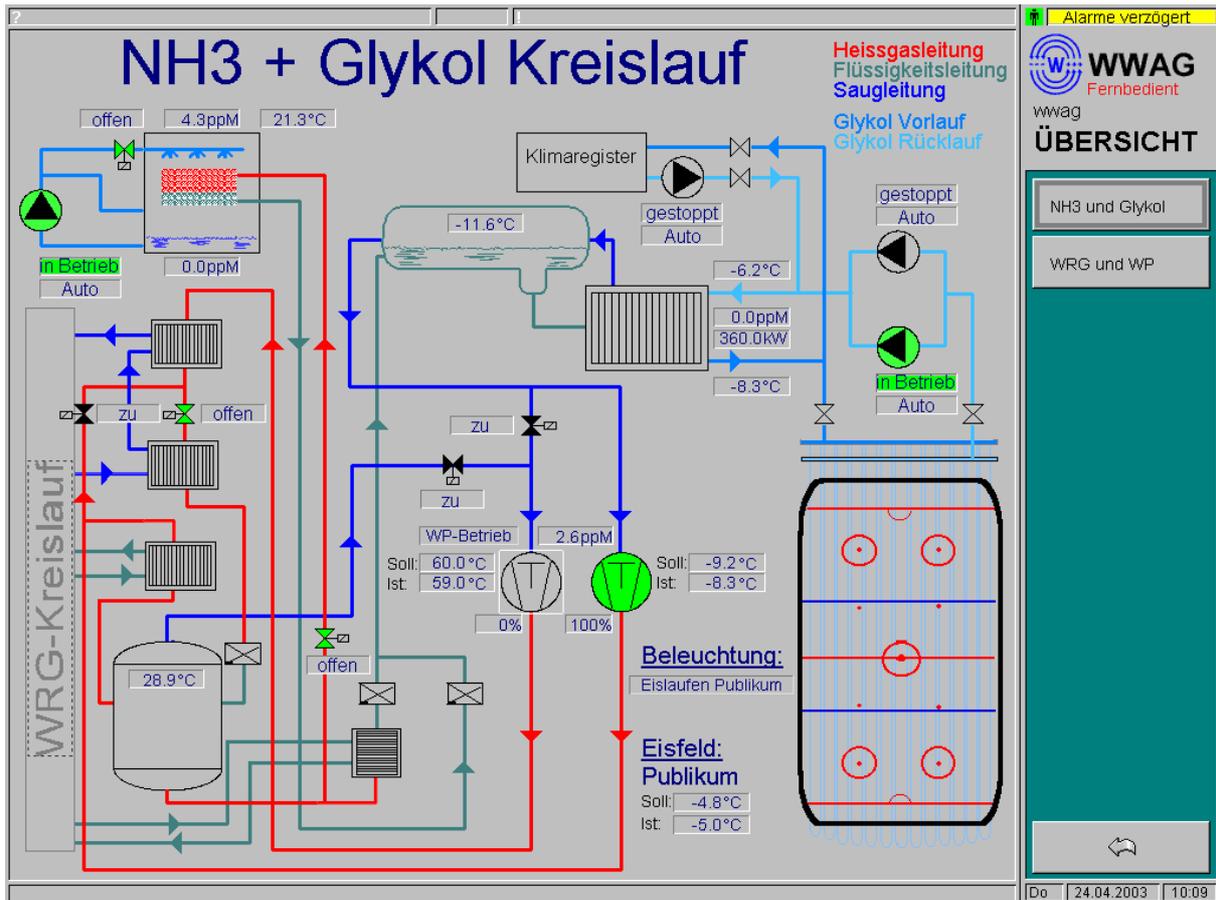
	<i>Name der Energiezähler</i>
Vorlauf WRG Abwärme →	SPS Analogsignal PEW 430
Rücklauf WRG Abwärme →	SPS Analogsignal PEW 438
Vorlauf Kälteträger →	SPS Analogsignal PEW 400
Rücklauf Kälteträger →	SPS Analogsignal PEW 402

Der Fernwärmebedarf lässt sich für jeden Monat und für jede Jahreszeit ausweisen. Für jeden Bezüger (nicht nur Mieter) wurden 15 Energiezähler eingebaut. Sie erlauben dem Betreiber jeden Verbraucher eine Abrechnung (pro Quartal / pro Heizsaison) auszustellen. Diese Verbraucherwerte dienen als Grundlage für die spätere Wirtschaftlichkeitsberechnung.

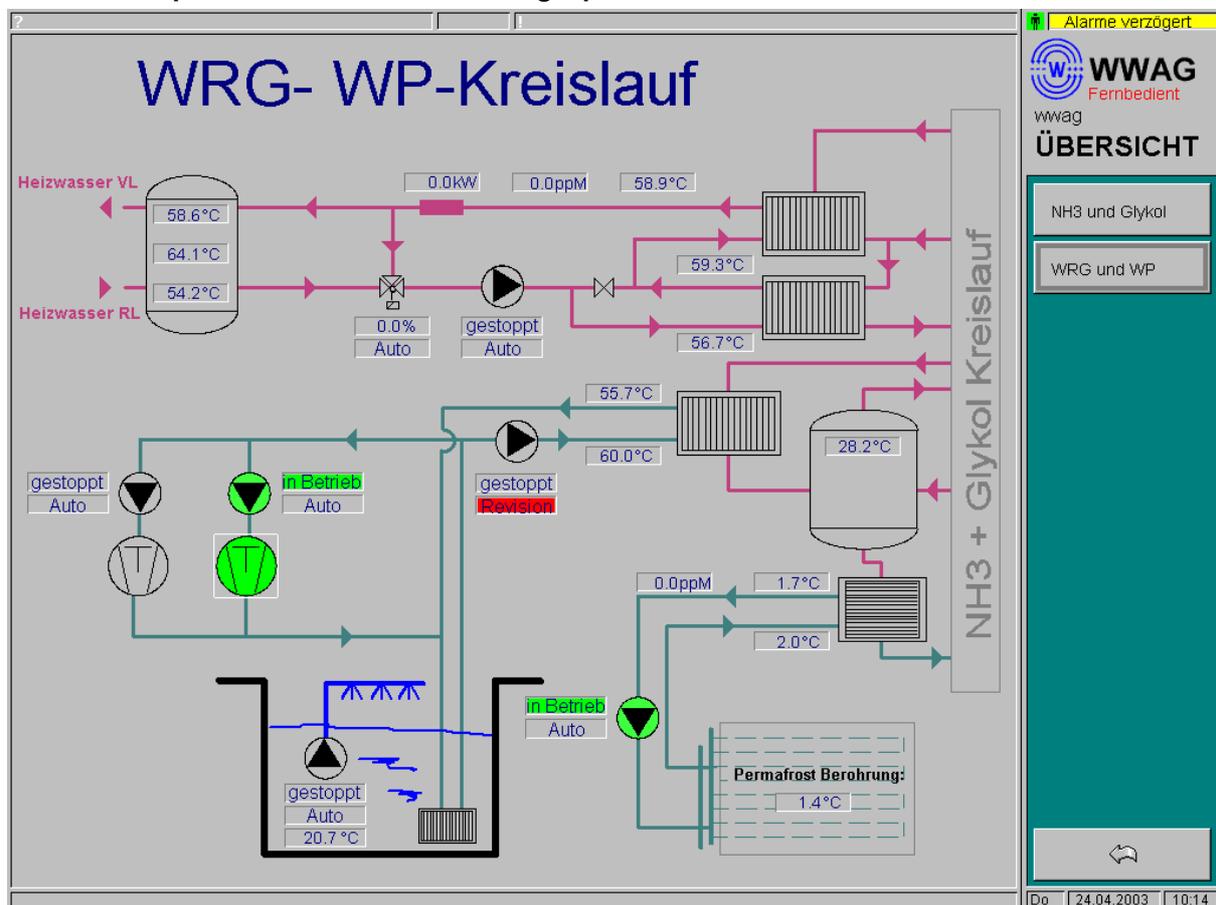
Die hierbei gewonnenen Daten werden in die Energiebilanzen „Eissaison“ und „Nicht-Eissaison“ eingearbeitet und in die Jahresbilanz aufgenommen. Die Leistungszahl bzw. saisonalen Mittelwerten (Arbeitszahl) der Wärmepumpe lässt sich dann für jede Jahreszeit bzw. jeden Betriebszustand ausweisen.

3.3.4 Systembilder

3.3.4.1 Prinzipschema NH₃ – und Glykolkreislauf



3.3.4.2 Prinzipschema WRG – und Heizungsspeicherkreislauf



4 Die Ergebnisse der ersten Messaison

Bis zur provisorischen Anlagenübergabe vom 02.12.2002 wurde die Anlage vom Kältespezialisten betreut. Nach dem 02.12.2002 begann die erste Messreihe, wobei aber noch nicht alle Energiezähler / Messeinheiten eingesetzt werden konnten.

Die Datenübertragung zur IWB ergab im Softwarebereich einige Probleme auf, da die Justierungen der einzelnen Energiezähler unterschiedliche Messeinheiten benötigten, um die entsprechenden Softwareparameter zu verarbeiten.

4.1 Leistungsmessung zur Werkvertraganalyse

Im Sinne einer Werksvertraganalyse wurden 2 Leistungsmessungen durchgeführt.

Die Daten für die Kälte sind :

13.12.2002 / 14³⁵ Uhr

Kälteleistung	188 kW
El. Motor	45.3 kW
Vorlauf	- 09 ° C
Rücklauf	- 06 ° C
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	4.15 (Soll 3.33)

06.02.2003 / 14²² Uhr

Kälteleistung	266 kW
El. Motor	71.7 kW
Vorlauf	- 10 ° C
Rücklauf	- 07 ° C
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	3.71 (Soll 3.33)

Die Daten für den gleichen Zeitraum für die WP lauten:

13.12.2002 / 14³⁵ Uhr

Wärmeleistung	166 kW
El. Motor	39.9 kW
Vorlauf	+ 57 ° C
Rücklauf	+ 52 ° C
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	4.62 (Soll 4.5)

06.02.2003 / 14²² Uhr

Wärmeleistung	245 kW
El. Motor	45.5 kW
Vorlauf	+ 56 ° C
Rücklauf	+ 48 ° C
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	5.38 (Soll 5.0)

Konklusion:

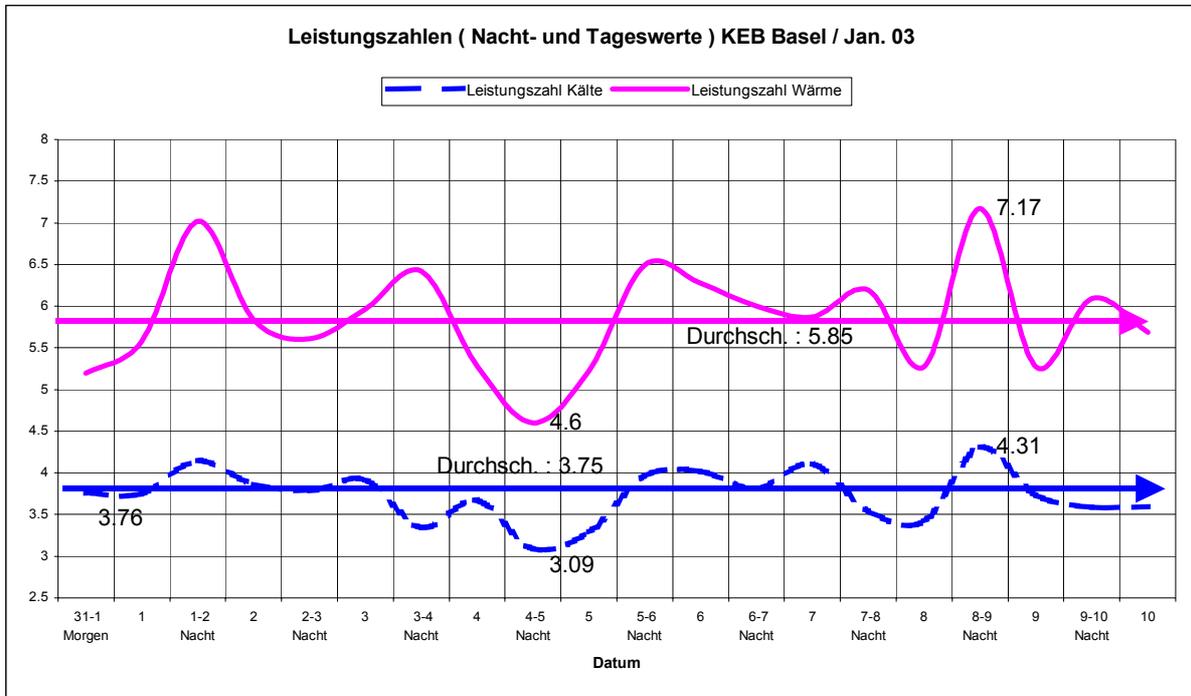
- Werkvertragsdaten „Kälte“ erfüllt
- Werkvertrag „WP“ erfüllt
- Abnahme erfolgt

4.2 Analysen der Tag- und Nachtzyklen für Januar und Februar 03

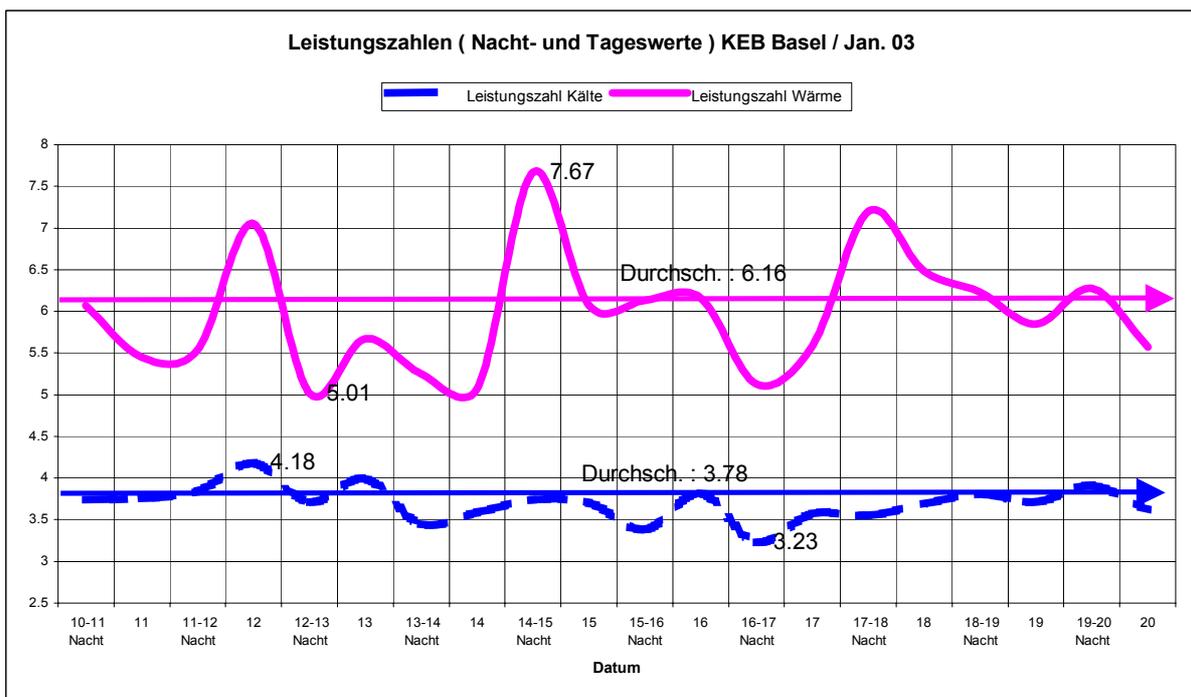
Für die Monate Januar und Februar 2003 wurden für jeden Tag zwei Messzyklen (Tag = Normalbetrieb und Nacht = reduzierter Betrieb) gesetzt. Aus Übersichtsgründen wurden beide Monate noch in 3 Diagramme à 10 Tage aufgeteilt.

Die minimalen und maximalen Leistungszahlen für die Kälte und die WP (Wärme) lauten:

1 – 10. Januar 2003



10 – 20. Januar 2003



20. – 30. Januar 2003**Kälte:***Minimum in der Nacht vom 22 –23. Januar 2003*

Kälte	112 kWh
El. Motor	35 kW

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	3.20 (Soll 3.33)
---	-------------------------

Maximum am 22. Januar 2003

Kälte	307 kWh
El. Motor	75 kW

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	4.09 (Soll 3.33)
---	-------------------------

Durchschnitt im 3en Drittel vom Januar

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	3.66 (Soll 3.33)
---	-------------------------

Wärme bzw. Wärmepumpe:*Minimum am 23.01.2003 Uhr*

Wärme	283 kWh
El. Motor	58 kWh

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	4.87 (Soll 4.5)
---	------------------------

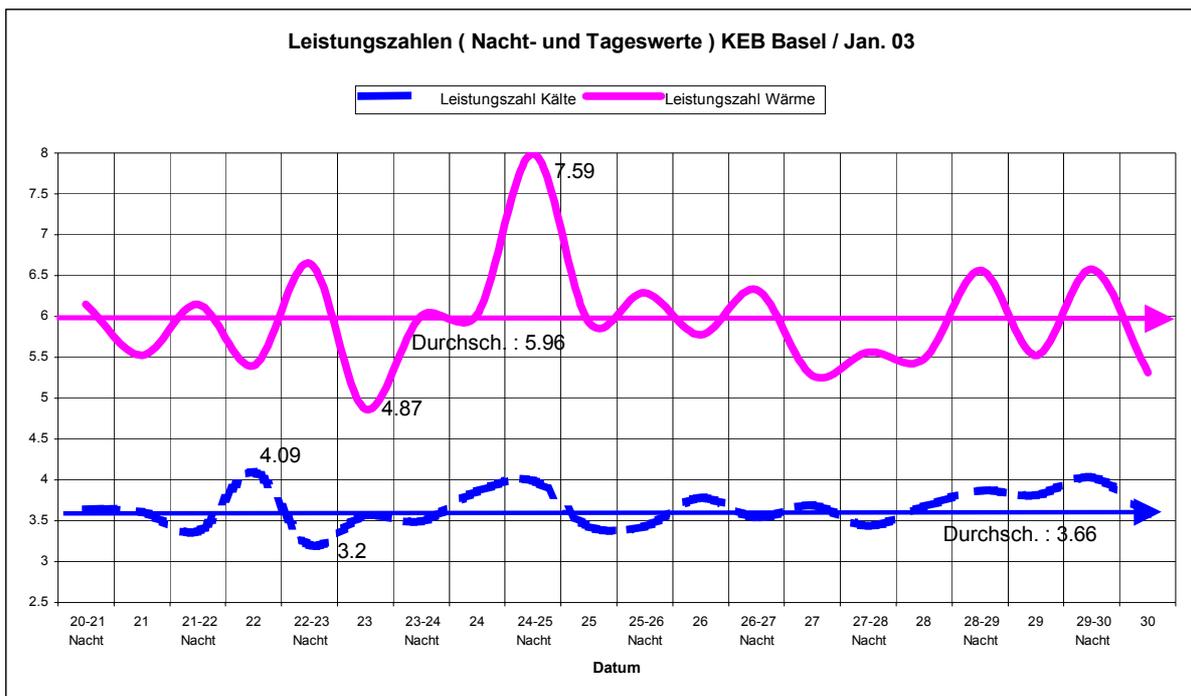
Maximum in der Nacht vom 24 –25. Januar 2003

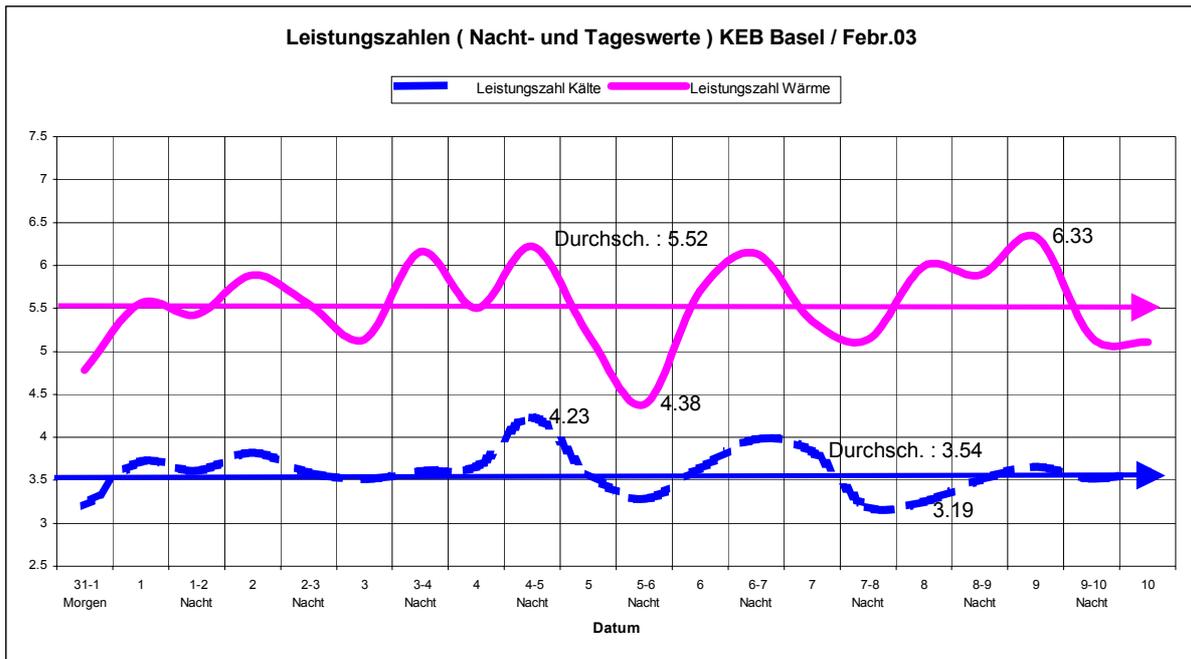
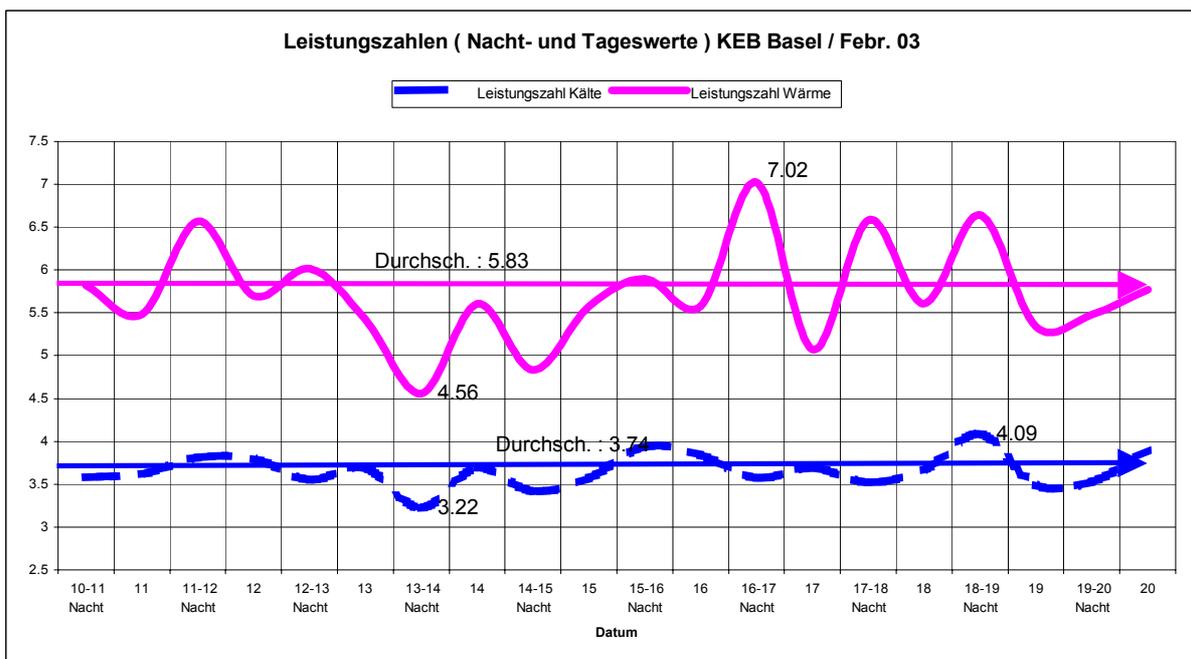
Wärme	266 kWh
El. Motor	35 kWh

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	7.59 (Soll 5.0)
---	------------------------

Durchschnitt im 3en Drittel vom Januar

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	5.96 (Soll 4.75)
---	-------------------------



01. – 10. Februar 2003**10 – 20. Februar 2003****Zeitraum vom 20 – 28. Februar 2003****Kälte:***Minimum in der Nacht vom 21- 22. Februar 2003*

Kälte	70 kWh
El. Motor	24 kWh
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	2.92 (Soll 3.33)

Maximum in der Nacht vom 26-27. Februar 2003

Kälte	100 kWh
El. Motor	25.8 kWh
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	3.87 (Soll 3.33)

Wärme bzw. Wärmepumpe:*Minimum in der Nacht vom 26-27. Februar 2003*

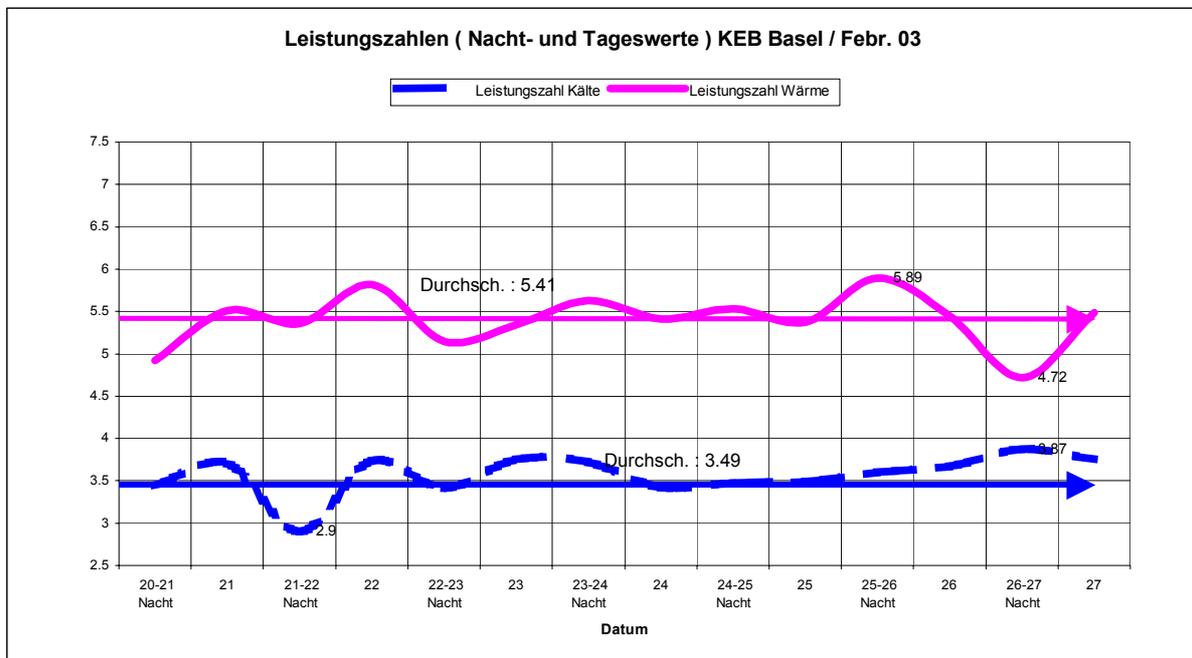
Wärme	142 kWh
El. Motor	30 kWh
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	4.72 (Soll 4.5)

Maximum in der Nacht vom 25-26. Februar 2003

Wärme	130 kWh
El. Motor	22 kWh
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	5.89 (Soll 5.0)

Durchschnitt im 3-ten Drittel vom Februar

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	3.49 (Soll 3.33)
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	5.41 (Soll 4.75)

**4.3 Erste Zwischenbilanz bis zum 6. März 2003**

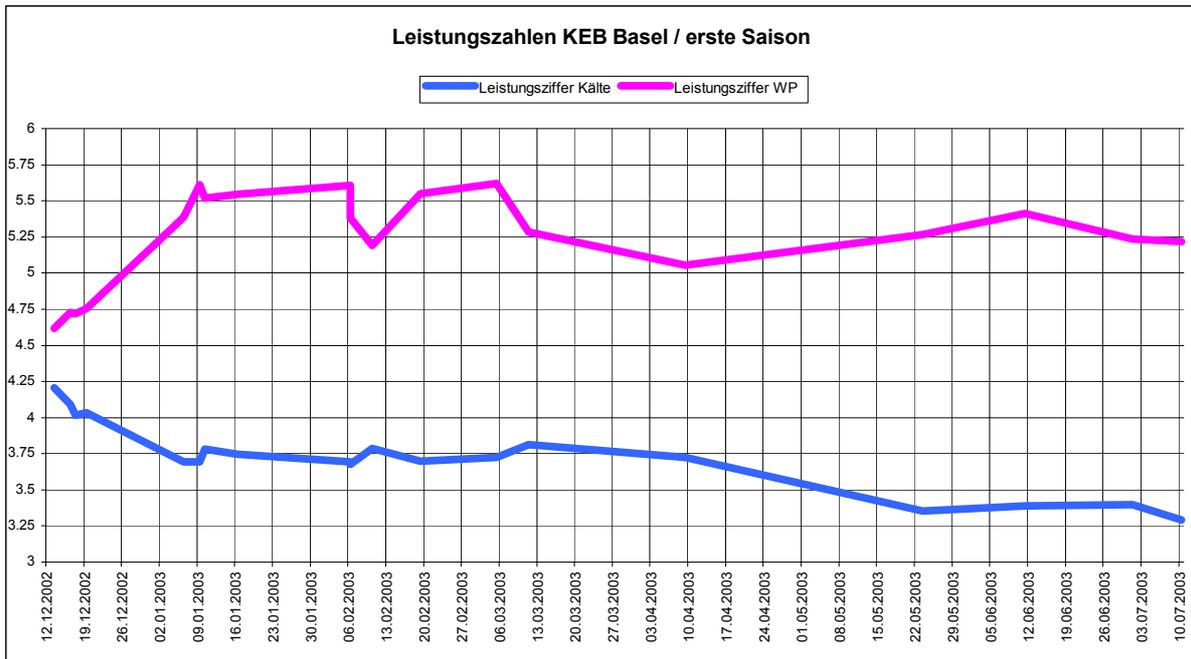
- Zwischen dem 02. Dezember 2002 und dem 06. März 2003 wurde keine einzige kWh an Fernwärme für Raumheizungen und Lüftungsanlagen gebraucht
- Mit einer Ersten Optimierung an der Kälte- und WP-Anlage konnte schon bereits am 19. Dezember 2002 begonnen werden.

Leistungsdaten der Verdichter bei der prov. Übergabe übertroffen

- Leistungszahl Kälte $\rightarrow \epsilon_{\text{Kälte}} \rightarrow$ Anfang Dez 02 – Anfang März 2003 = 3.85
- Leistungszahl WP $\rightarrow \epsilon_{\text{Wärme}} \rightarrow$ Anfang Dez 02 – Anfang März 2003 = 5.45

4.4 Langzeit - Mess- Zyklus und die Analyse (für den Zeitraum vom 12. Dezember 2002 – 10. Juli 2003)

In der zweiten Eissaisonhälfte wurde mit Mehr-Tagesmesszyklen eine Langzeituntersuchung ausgeführt. Für diese langen Zyklen wurden die Durchschnittswerte ermittelt.



Die Durchschnittswerte für den Zeitraum vom 12. Dezember 2002 – 10. Juli 2003 lauten:

Leistungszahl $\epsilon_{\text{Kälte}}$	3.51	(Soll 3.33)
Leistungszahl $\epsilon_{\text{Wärme}}$	5.36	(Soll 4.75)

Dank einer ausgezeichneten Gebäudehülle, einer guten KEB-Piste mit integrierter Isolation und einem Bauherren (IWB) sowie Betreiber, die konsequent einen rationellen Einsatz der beiden Energieträger anstreben, konnten die Verbrauchsdaten in den beiden Bereichen "Wärme" und "Kälte" sehr tief gehalten und die angestrebten Sollwerte mehr als erreicht werden.

In der nächsten Messsaison sollten die Verbrauchsdaten – in Abhängigkeit der Aussentemperatur (Wärme) und der Betriebszeiten (KEB-Kälte) – noch weiter reduziert werden können.

5 Energieoptimierte KEB

Damit die Kunsteisbahn energieeffizient betrieben werden kann und damit der Administrations-Aufwand reduziert werden kann wird ein Reservationssystem⁽¹⁾ eingesetzt.

⁽¹⁾ *automatische Zuteilungen und Regulierungen von Eistemperatur, Beleuchtung etc. sowie Angaben der Benutzer und Verrechnungsadressen*

Das Standard Reservationssystem ist auf die Bedürfnisse der Anlage Basel adaptiert worden. Die Eingabe der Reservationen erfolgt tabellarisch.

Objekt	von	bis	Art	Mannschaft	Klub	Bemerkung	Res	Vis	Public
Eisfeld	09:00	10:45	öffentl.+S	Öffentlicher Eislauf		Eintritts-Tic	Pub	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	10:45	11:00	Zamboni	Willy+Dölf		Zu Lasten C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	11:00	12:30	Turnier	Skoda Cup 4-Nationen	Training SUI	Vertrag 20C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	12:30	12:45	Zamboni	Willy+Dölf		Zu Lasten C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	12:45	14:15	1.Team	EHC 1.Team Training		Vertrag 20C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	14:15	14:30	Zamboni	Willy+Dölf		Zu Lasten C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	15:00	16:30	Turnier	Skoda Cup 4-Nationen	Training CAN	Vertrag 20C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	16:30	16:45	Zamboni	Willy+Dölf		Zu Lasten C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	16:45	18:15	Turnier	Skoda Cup 4-Nationen	Training GER	Vertrag 20C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	18:15	18:30	Zamboni	Willy+Dölf		Zu Lasten C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	18:30	20:00	Turnier	Skoda Cup 4-Nationen	Training SVK	Vertrag 20C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>
Eisfeld	20:00	20:15	Zamboni	Willy+Dölf		Zu Lasten C	Hoc	PA	<input type="checkbox"/>

Abb. Für Reservationsprogramm

In Erweiterung des Standard-Reservierungsprogramms wird ein Wochenplan eingesetzt. In einer separaten Maske können Reservationen generiert werden (z.B. für eine Saison im voraus). Solche wiederholten Termine werden gleich eingegeben wie normale Termine, mit dem Unterschied, dass ein Start- und ein Enddatum angegeben werden muss. Das Startdatum definiert dabei zugleich den Wochentag, an dem die Reservationen generiert werden und das Enddatum definiert das Ende der generierten Reservationen.

6 Weiteres Vorgehen

Die Eishockeymeisterschaft der NLB und die anderen sportlichen Anlässe (wie Skoda-Cup / Training der Hockey-Nationalmannschaft, etc.) sind bis zum 10.06.2003 durchgeführt worden.

Der Eisbetrieb wurde am 10.06.2003 um 11⁰⁰ Uhr eingestellt bzw. die Kälteanlage wurde abgestellt sowie die Eisfläche abgetaut, um den Sommerbetrieb bereitzustellen.

Ab dem 24.07.2003 um 21⁰⁰ Uhr erfolgt die Bodenplattenabkühlung für die neue Eineisung bzw. Aufeisung, welche planmässig am 01.08.2003 abgeschlossen sein sollte, so dass ab diesem Tag der normale Eissportbetrieb wieder aufgenommen werden kann.

6.1 Kälteoptimierung

Trotz der ausgezeichneten Kälte-Kenndaten möchte die Projektgruppe noch eine Optimierungsrunde in der nächsten Saison durchführen. Die Optimierung (Datenvergleich-Analyse-Eingriff) soll in 2 Phasen aufgeteilt werden:

- Bei der Eineisung bzw. Aufeisung vom 24. Juli 2003 bis 01. August 2003, erfolgt keine Analyse
- Kältebetrieb vom 01. August 2003 bis zum 31. Dezember 2003

6.2 WP-Optimierung

Auch im Bereich der Wärmeerzeugung bzw. WP wurde erst eine Optimierungsrunde durchgeführt. Der Speicherbewirtschaftung konnte in der ersten Kurzmesssaison nur eine kleine Beachtung geschenkt werden.

Während der Kälteoptimierung (bis zum 31. Dezember 2003) wird die WP im Hinblick auf die Speicherbewirtschaftung untersucht bzw. soweit möglich verbessert.

Nach der möglichen Kälteanlagenoptimierung und den allfälligen Optimierungen im Speicherbereich soll dann die WP-Anlage untersucht werden (ab dem 1. Januar 2004). Auch hier erfolgt die Optimierung in mehreren Runden mit den klassischen Werkzeugen wie:

- Datenaufzeichnung
- Datenauswertung und Analyse
- Besprechung mit dem Kälte- bzw. WP-Spezialisten
- Softwareanpassungen (soweit nötig)
- Veränderungen an der Anlage

Aus der Erfahrung mit der P+D-WP-Anlage der Kunsteisbahn Klosters (P+D-Projekt-Nr. 15'407), kann auch im zweiten Betriebsjahr immer noch ein nicht zu verachtendes Optimierungspotential ausgeschöpft werden.

7 Kontaktadressen

7.1 Berichtverfasser

Lüftungs-, Klima- und Kälteplanung:
(HLKKSE – Gesamtkoordination)

P. FREY & PARTNER
Hr. Pius Frey
Beratende Ingenieure & Planer
Dorfstrasse 19, Postfach 20
CH-9535 Wilen bei Wil
E-Mail: info@pfp-eng.ch

WP-Planung und Auswertung:

L. Bertozzi
Energie- und Betriebsplanung
Triststrasse 8
CH-7007 Chur
E-Mail : bertozzi@raytec.com

7.2 Weitere Kontaktadressen

Betriebsleitung KEB Basel:

St. Jakob Arena
Hr. Pio Parolini
Genossenschaft St. Jakob Arena
Brüglingen 33
CH-4052 Basel
E-Mail: p.parolini@st-jakob-arena.ch

Betrieb: KEB Basel:

St. Jakob Arena
Hr. Willy Vogt
Genossenschaft St. Jakob Arena
Brüglingen 33
CH-4052 Basel
E-Mail: w.vogt@st-jakob-arena.ch

Investor / Contractor / Unterhalt:

IWB – Industrielle Werke Basel
Hr. Peter Furrer
Margarethenstrasse 40, Postfach
CH-4052 Basel
E-Mail: peter.furrer@iwb.ch

Wärmeverteilung und Hydraulik:

T. Müller
Haustechnikplanung
Triststrasse 8
CH-7007 Chur
E-Mail : torsten.m@bluewin.ch

Kälteerzeugung/Verteilung inkl. Bodenplatte:

Walter Wettstein AG
Hr. Anton Sigris
Spezialunternehmen Kältetechnik
Mattenstrasse 11
CH-3073 Gümligen
E-Mail: tonisgrist@wwag.ch