

## **Flughafen München GmbH "Erweiterung Versorgungszentrale"**

Beauftragung der Generalplanerleistungen an die Ingenieurgemeinschaft (IGVZ)  
durch Flughafen München GmbH:

- Ingenieurbüro W. Rögelein, VBI, München - Technische Leitung
  - Regierungsbaumeister Schlegel GmbH, München - Rechtsgeschäftliche Vertretung
  - Mitwirkung von Ingenieurbüro Oskar von Miller GmbH
- für die Erweiterung der Versorgungszentrale

**Auftraggeber:** Flughafen München GmbH

**Projektgröße:** insgesamt ca. 13 Mio. EURO

**Zeitraum:** 1999 ... 2003, Inbetriebnahme Mai 2003

### **Aufgabenstellung/Grundlagen:**

- Nutzeranforderungen zur Erweiterung der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung mit Absorptionskältemaschinen und Installation strombetriebener Kältemaschinen in der Versorgungszentrale 145.0 zur Energieversorgung des Terminal 2, aufgestellt vom Projektteam Terminal 2 am 17.05.1999.
- Studie „Energiekonzept Flughafen München“ des ZAE Bayern / IB Rögelein von 04-1996
- Leistungsphasen 2 ... 8 HOAI, § 73

### **Ingenieurleistungen:**

Anlagentechnik für Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

- Vor- und Entwurfsplanung
- Genehmigungsanträge für das Luftrechtliche Änderungsverfahren
- Ausführungsplanung
- Ausschreibung in mehreren Losen
- Objektüberwachung

### **Angaben zum Projekt:**

Die Flughafen München GmbH erweitert die Versorgungszentrale 145.0 für die Fernwärme- und Fernkälteversorgung des Terminal 2 und der Gepäcksortierhalle.

Der Fernkältebedarf des Terminal 2 wird durch die Versorgungszentrale anteilig mit 12,0 MW gedeckt. Dieser zusätzliche Bedarf wird zum einen durch Austausch der drei bestehenden mit Kältemittel R 11 betriebenen Turbo-Kältemaschinen gegen vier elektrische Kompressions-Kältemaschinen (R 134 a) mit nahezu doppelter Leistung und zum anderen durch zusätzliche Absorptions-Kältemaschinen gedeckt.

Die bestehende Rückkühlanlage in der Bauart eines Nassrückkühlwerks zur Abfuhr der bei der Klimakälteerzeugung anfallenden Kondensatorwärme sowie zur Notkühlung der BHKW-Motoren wird ebenfalls um ca. 60 % vergrößert.

Das BHKW wird mit zwei Gas-Otto-Motoren mit Einrichtung zur Wärmeauskopplung und Übertragung an Heisswasserkreislauf ( $t_{\max}$  140°C, PN 16) mit Feuerungswärmeleistungen von je 9,6 MW erweitert.

Elektrische Nennleistung	je 3.700 kW	
thermische Nutzleistung		
Kühlwasser-, Schmieröl- und Gemischkühlerkreislauf, Heizwasser-Temperaturniveau 60°/90°C	je 2.050 kW	
Abhitzeessel Gruppe IV Dampf-kV, BoB 604/2, Abgastemperatur 500°/120°C, Heizwasser-Temperaturniveau 80°/130°C, PN 16	je <u>2.550 kW</u>	4.600 kW

Durch die BHKW-Erweiterung ist auch eine Vergrößerung der Wärmespeicheranlage um 4 x 90 m<sup>3</sup> und eine hydraulische Vernetzung mit der bestehenden Wärmespeicheranlage bedingt.

### **Primärenergetische Vorteile des Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs (KWKK)-Konzeptes:**

Eine primärenergetische Vergleichsbetrachtung zeigt, dass die am Flughafen München angewandte KWKK-Technologie in Verbindung mit der thermischen Kälteerzeugung mit Absorptionskältemaschinen in Sonderschaltung bei den im Gutachten genannten Bedingungen ca. 13,3 % weniger Primärenergie benötigt als eine Kälteerzeugung durch Kompressions-Kältemaschinen (KKM) mit gleicher Kältemenge, wobei angenommen wurde, dass der Strom für KKM und Hilfsaggregate und eine der Eigenerzeugung entsprechende Stromerzeugung durch das Netz des EVU bezogen wird.

Die Effizienz der am Flughafen München realisierten Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung wird massgeblich durch den hohen elektrischen Nutzungsgrad des BHKW bestimmt, so dass Nachteile der thermischen Kälteerzeugung kompensiert und beträchtliche primärenergetische Vorteile, die zur Minderung des CO<sub>2</sub> führen, erzielt werden.

### **Zum Erweiterungsumfang der Kälteerzeugung gehören:**

- 4 Stück Absorptions-Kältemaschinen, in zwei Gruppen, welche die thermische Antriebsenergie aus der Wärmeauskopplung des BHKW beziehen. Jeweils zwei Absorptions-Kältemaschinen sind auf der Kaltwasser- und thermischen Antriebsseite seriell zugeschaltet. Die Kälteleistung jeder AKM-Gruppe beträgt  $Q_o = 2.650$  kW. Das Heizwasser wird von 130°C auf 70°C ausgekühlt.
- 3 Stück Turbo-Kälteverdichter, wassergekühlt, Kälteleistung jeweils  $Q_o = 5.750$  kW,  $Q_{\text{Verd.}} = 909$  kW, Kältemittel R 134 a
- 1 St. Schrauben-Kälteverdichter (SKM), wassergekühlt, Kälteleistung  $Q_o = 1.250$  kW,  $Q_{\text{Verd.}} = 232$  kW, Kältemittel R 134 A, Einsatz des SKM auch in Verbindung mit der „Freien Kühlung“.

### **Automationsanlage:**

In der Automationsebene gelangen für Neuanlagen SPS S7 und für Anlagenerweiterungen SPS S5 mit Eingangs- und Ausgangsfunktionen, Subsystemkoppelfunktionen und Anbindung der Feldebene zum Einsatz.

Die Automationsanlage verfügt über eine Handbedienebene zur Bedienung der Aktoren im Feld und der Aktoren in den Schaltschränken für Leistungs- und Steuerteile.

In der Automationsebene kommt Anwender-Software für die übergeordneten Steuerungen S7 und Anwender-Software für Änderungen und Ergänzung bestehender Steuerungen S5 (Siemens Siclimat) zum Einsatz.

Für die neuen BHKW-Aggregate 8 + 9 gibt es eine übergeordnete Steuerung mit SPS S7 für *wärmegeführten* und *stromgeführten Betrieb*. Beim *wärmegeführten Betrieb* werden die BHKW-Aggregate 8 + 9 in Abhängigkeit vom Ladezustand der Heisswasserspeicher zu- und abgeschaltet.

Die *stromgeführte Betriebsart* hat Vorrang vor dem *wärmegeführten Betrieb* und erfolgt in Form eines Anforderungssignals in Verbindung mit Leistungssignal aus dem Leitsystem.

Die Kälteerzeuger, das sind 3 neue Turbokältemaschinen, TKM 1 ... 3, 1 Schraubenkompressions- Kältemaschine, SKM 1, 2 bestehende Absorptions-Kältemaschinen (Single Effect, SE) AKM 1 und 2, 1 bestehende Absorptions-Kältemaschine (Single Effect Double Lift, SEDL), AKM 3, sowie die neuen AKM, AKM 4 + 5 (jeweils 1 Gruppe mit 2 AKM) verfügen über SPS-Maschinensteuerungen.

TKM 1 ... 3 und SKM 1 verfügen über neue S7-Steuerungen, AKM 1 ... 3 über vorhandene S5-Steuerungen, AKM 4 + 5 über neue S7-Steuerungen.

Die Kältemaschinen können örtlich von Hand oder über die Leitebene von der übergeordneten Steuerung gefahren werden.

Die Kältemaschinen-Folgeschaltung erfolgt lastabhängig durch die übergeordnete Steuerung in Abhängigkeit mehrerer Kriterien (z.B. Differenzdruck über Verdampferkreis, Kaltwasser- Netztemperatur, Verfügbarkeit für AUTO-Betrieb).

Für die lastabhängige Steuerung werden die Kältemaschinen in folgende Gruppen zusammengefasst:

1. Gruppe	AKM 1 ... 3	Grundlastdeckung
2. Gruppe	AKM 4 ... 5	Mittellastdeckung
3. Gruppe	TKM 1 ... 3	Spitzenlastdeckung
4. Gruppe	SKM 1	Springer zur Lastanpassung

Die Auswahl der Betriebsarten erfolgt von der übergeordneten Steuerung S7 über Vorwahlschalter.

In Bezug auf den thermischen Antrieb kann AKM 3 für die Betriebsart der erhöhten Kälteleistung mit Heisswasser 130°C aus den Wärmespeichern direkt beaufschlagt oder in der Betriebsart serielle Schaltung zu AKM 1 + 2 zur Abkühlung des Heizwassers von 95°C auf ca. 60°C gefahren werden.

Die Kaltwasser-Vorlauftemperatur des Fernkältenetzes kann in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen gleitend zwischen 5° und 9°C gefahren werden.

### **Steuerung des Heizwassernetzes:**

Die ausgekoppelte gespeicherte Wärme aus den beiden BHKW-Anlagen (Aggregate 1... 7 alt, Aggregate 8, 9 neu) deckt die Grundlast des Fernwärmenetzes, der Wirtschaftswärmeversorgung sowie der Absorptions-Kältemaschinen.

Die Wärmeausspeisung für Fernwärmenetze und Wirtschaftswärme erfolgt in zwei Temperaturebenen

- am Kopf der Speicheranlage
- über die Zwischenausspeisung der Speicheranlage

jeweils durch eigene Stellgerätegruppen. Der ausgespeiste Heizwasserstrom folgt dem Druckgefälle zwischen Druck der Netzurücklaufpumpen und dem geregelten Mitteldruck.

Für die Nacherwärmung des Heizwasserstromes durch Wärmetauschergruppe Zolling bzw. Gas-/HEL-befeuerte Kessel steht der geregelte Differenzdruck zwischen Mitteldruck- und Saugseite Vorlaufpumpe zur Verfügung.

Die Steuerung und Regelung des Heisswasser-Systems mit einer vorhandenen SPS S5 wurde für die Wärmeauskoppelung der neuen BHKW-Aggregate 8 + 9 und die neue Wärmespeicheranlage erweitert.

Ebenso wurde die Heisswasserentnahme als thermische Antriebsenergie für AKM 4 + 5 aus dem Speicherkopf mittels Schubpumpe und bestehender SPS S5 mit Rücklaufeinführung in die Mitteldruckschiene entsprechend dem Grundkonzept als Erweiterung ausgeführt.

#### **Kühlwasserversorgung:**

Bedingt durch die Erweiterung des BHKW mit den Aggregaten 8 + 9 und den AKM-Gruppen 4 + 5 wurde die Rückkühlleistung des Nassrückkühlwerks um 24,0 MW auf rd. 60 MW ausgebaut. Daraus ergeben sich folgende zusätzliche Funktionsbereiche für die MSR- und Automationsanlage:

- Steuerungen für zwei Frequenzumrichter (FU) -geregelte Kühlwasser-Schubpumpen einschliesslich Pumpenklappen für AKM 4 + 5 sowie für Not- und Gemischluftkühlung der BHKW-Aggregate 8 + 9.
- Steuerung für eine zusätzliche FU-geregelte Kühlwasser-Schubpumpe einschliesslich Pumpenklappe für die elektrischen Kompressions-Kältemaschinen und für die Ladeluftkühlung der BHKW-Aggregate 1 ... 7.

Ergänzung und Änderung der Steuerung des erweiterten Rückkühlwerks mit einer bestehenden SPS S5 für insgesamt 10 Kühlturmzellen, welche lastabhängig und in Abhängigkeit von der errechneten Kühlzonenbreite angesteuert werden.



*Rückkühlwerk offener Bauart, Gesamtleistung 60MW*

### **Freie Kühlung:**

Die Steuerung der Freien Kühlung verbleibt bei der hierfür bestehenden SPS S5. Die Anforderung der Freien Kühlung wird von der übergeordneten, für die Kälteversorgung zuständigen Steuerung S7 übernommen.

Die Steuerung der Freien Kühlung wird um die Zusatzkühlung der Schrauben-Kompressionskältemaschine SKM 1 mit Anforderung und Ansteuerung einer Absperrklappe erweitert.

### **Leitebene:**

Für die Automationsstationen in der Versorgungszentrale (VZ) wurde eine Bedien- und Beobachtungsebene mit mehreren Bedienmöglichkeiten eingerichtet.

- Bedienstation in der Warte der VZ
- Engineeringstation w.o.
- Datenserverstation w.o.
- Bedienung in Steuerräumen mit Notebook

Die Kopplung zwischen den Bedien-, Engineering-, Datenserverstationen und den Automationsstationen sowie die Anbindung an das bestehende Prozess-Leitsystem erfolgt über ein Ethernet-Netzwerk.

### **Bauliche Erweiterung:**

Für die anlagentechnische Erweiterung des BHKW und zur Aufnahme der neuen Absorptions-Kältemaschinen wird anschliessend an die bestehende BHKW-Halle in nördlicher Richtung ein Anbau mit Unterkellerung und Verbindung zur Kühlwasserzentrale erstellt, welcher vom äusseren Erscheinungsbild an das vorhandene Bauwerk angepasst wird. Dieser Anbau weist die Grundrissabmessungen 35,6 x 19,7 m auf.



**BHKW: 2 Stück freistehende Stahlschornsteine**

**Höhe = 20 m, Innendurchmesser 0,8 m  
Gruppe IV Dampf-kV**



**BHKW: 2 Stück Abhitzekessel**

**Nennwärmeleistung je 2.550 kW,  
Heisswassererzeuger 140°C, BoB 604/2**





**4 Stück Heisswasser-Wärmespeicher**  
Inhalt je 90 m<sup>3</sup>



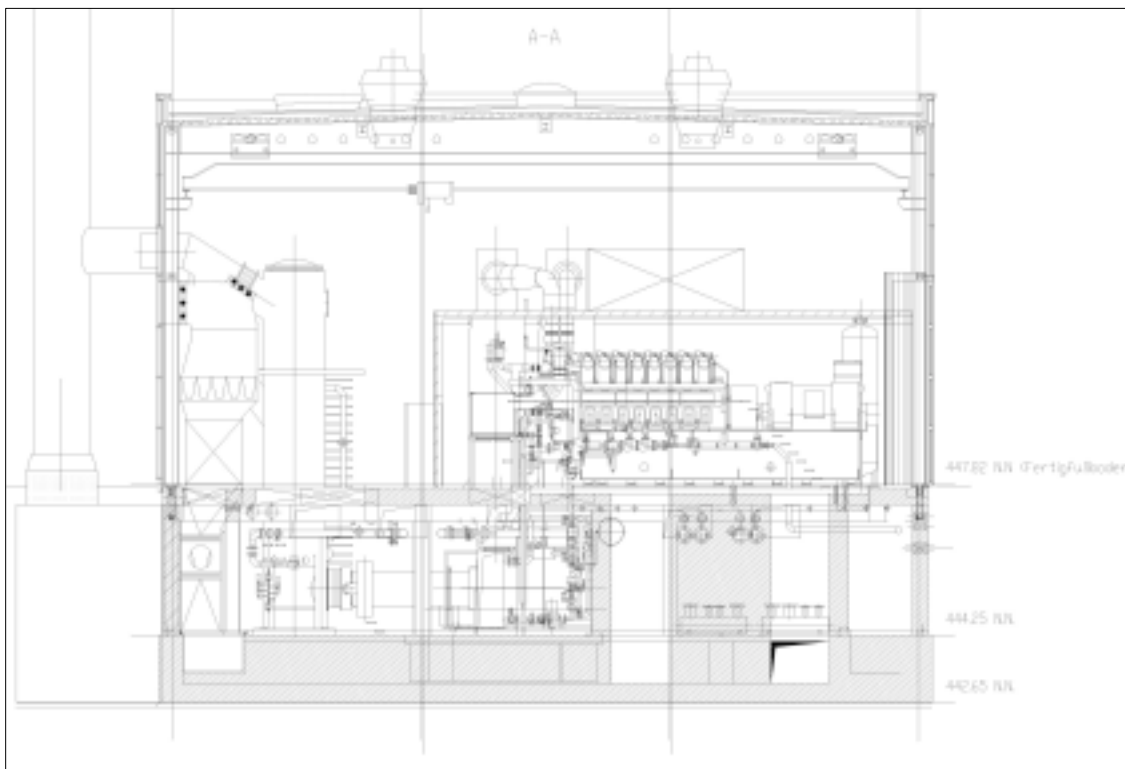
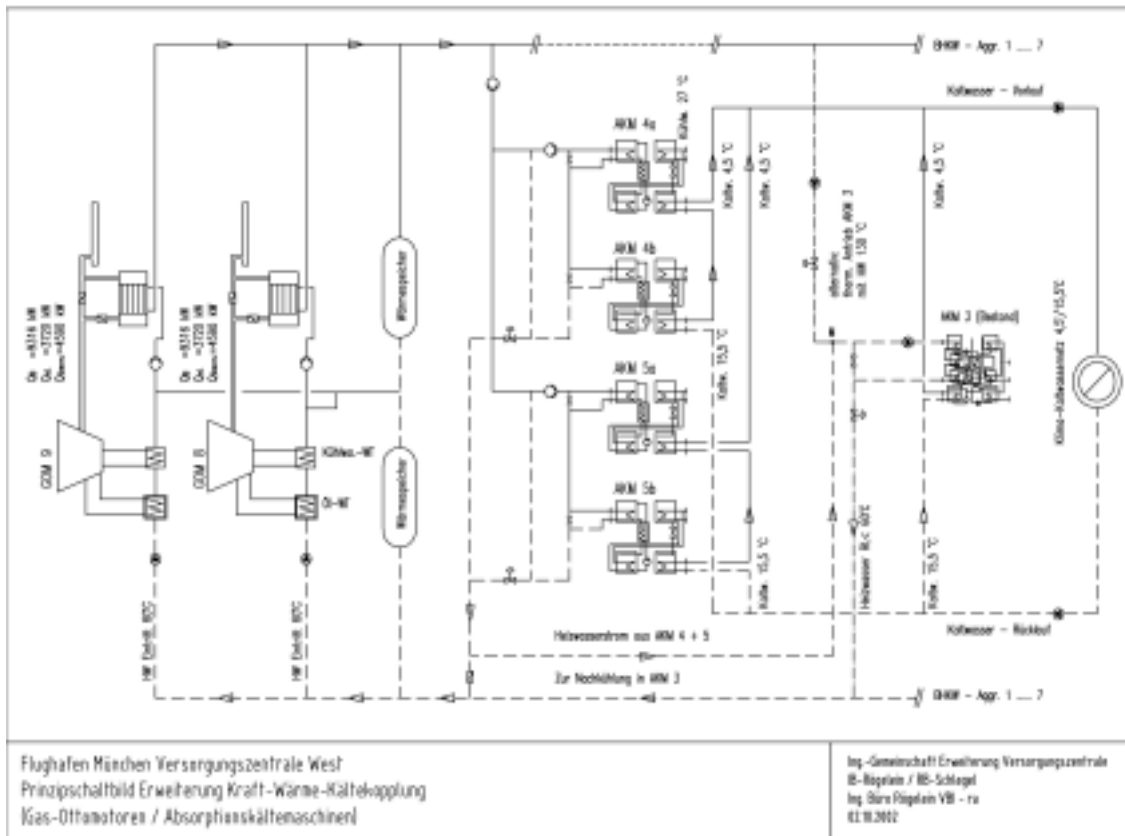
**4 Stück Absorptionskältemaschinen**  
heißwasserbeheizt Kälteleistung je Gruppe  
2,65 MW

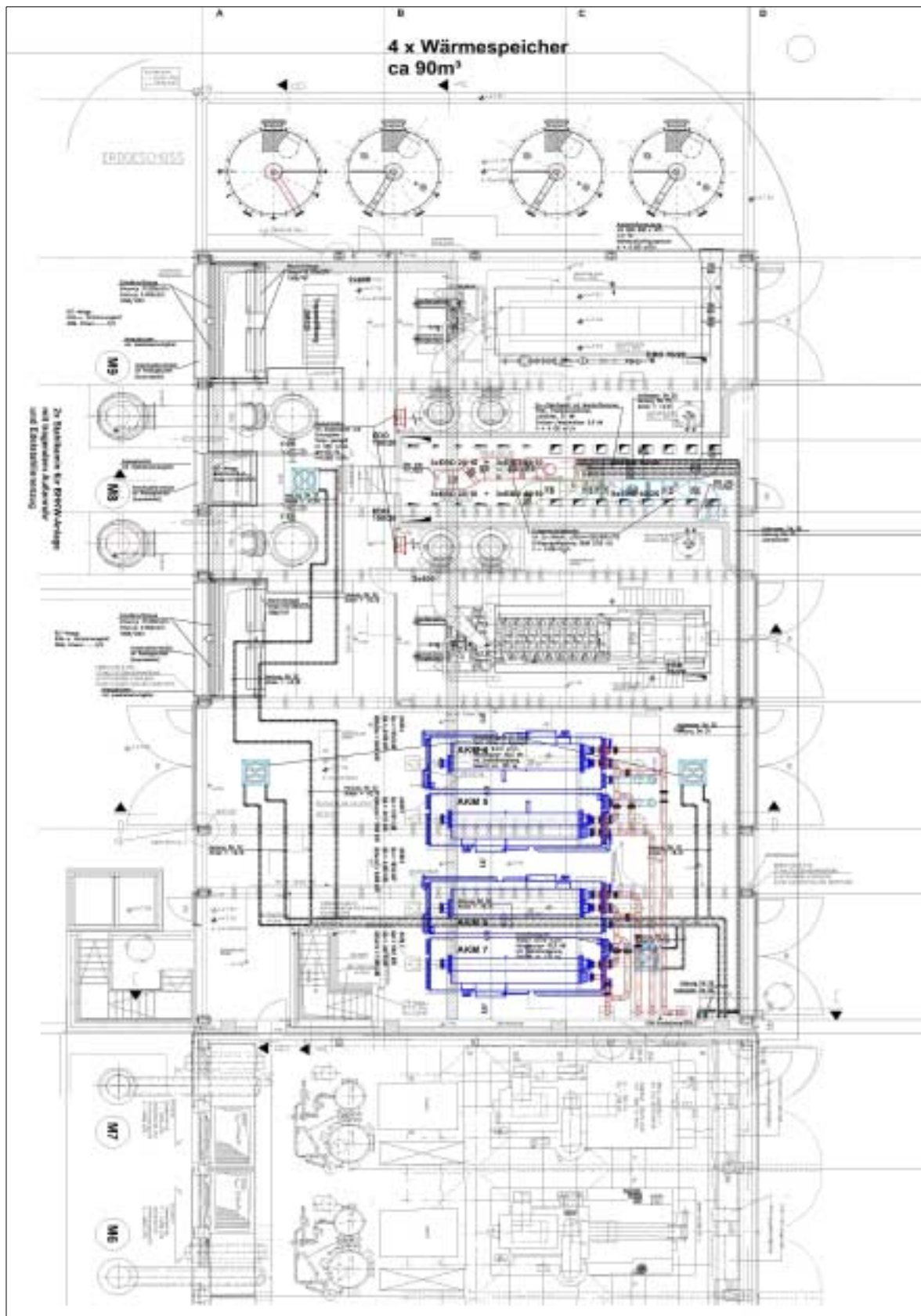


**4 Stück Absorptionskältemaschinen Rohrleitungsanschlüsse kühl-, kalt- und heißwasserseitig**



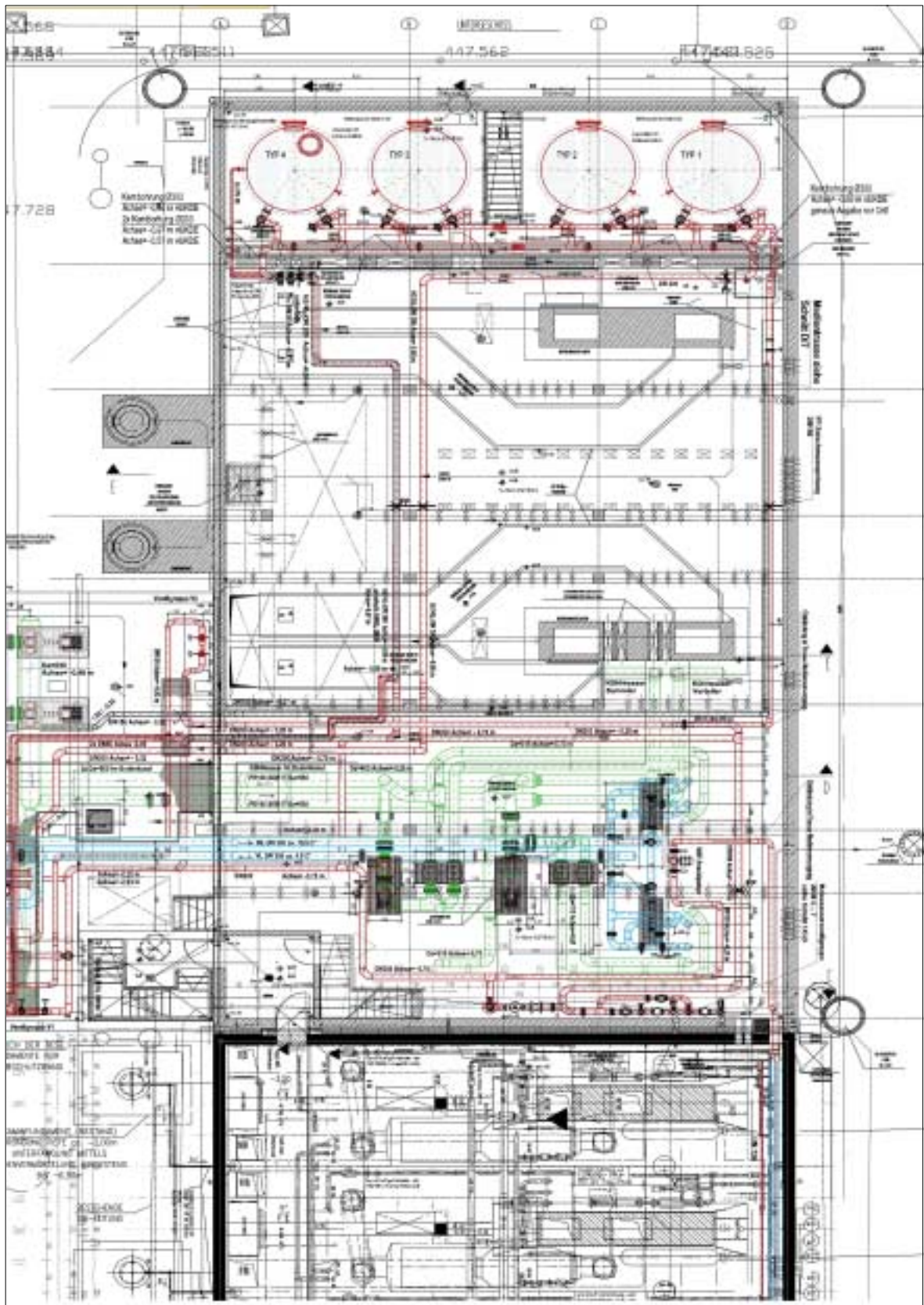
**Turbo- Kältemaschinen**  
 $\dot{Q}_0 = \text{je } 5,75 \text{ MW}$





**Ebene +/- 0: 2 Stück Gas-Otto-Motoren,  $P_{el}$  je 3.700 kW, 2 Stück Abhitzeessel  $P_{th}$  je 2.550 kW, 4 Stück Absorptionkältemaschinen in 2 Gruppen, Kälteleistung je Gruppe 2.650 kW**





**Ebene -3,8: 4 Stück Wärmespeicher je 90 m<sup>2</sup> Abhitzeessel und Abgaskanäle für Gas-Otto-Motoren, Kühl- und Kaltwasserpumpen für Absorptionskältemaschine**

### **Anlage**

zur Technischen Information Versorgungszentrale  
Eckpunkte für die Planung, Realisierung und Erweiterung der Fernwärme- und  
Fernkälteversorgung Flughafen München

- |    |         |  |
|----|---------|--|
| 01 | ab 1970 | Beginn Planungsgutachten<br>für Masterplan Flughafen München Erdinger Moos<br>Erdinger Moos  |
| 02 | 1975    | Fortschreibung des Masterplans (Gebäudenutzungsplan)<br>Team Koch - Schraud<br>Landschaftsplanung Grünplan Prof. Grzimek<br>Verkehrsplanung Dorsch Consult   |
| 03 | 1975    | Planungsauftrag an Wettbewerbssieger v. Busse, Blees, Kampmann<br>für Terminal 1   |
| 04 | 07/1979 | Planfeststellungsbeschluss ROB Verkehrsflughafen München u. a. mit<br>Aufforderung, für Energieversorgung Flughafen<br>Anlagentechniken für effiziente Energienutzung einzusetzen  |
| 05 | 1978    | Beauftragung eines Consulting-Unternehmens durch FMG zur<br>Planung der Gas-Wärme-Kälte-Notstromversorgung des Flughafens  |
| 06 | 1980    | Entwurfsvorlage durch Consulting-Unternehmen   |
| 07 | .....   | Planungs- und Baustopp   |
| 08 | 1984    | Beauftragung IB Rögelein zur Umplanung bzw. zur Aktualisierung des<br>Entwurfs, Genehmigungsplanung bis Ausführungsplanung für<br>Versorgungszentrale, Verteilungsnetze und Übergabestationen<br>Aufgrund einer Empfehlung durch OFD München |
| 09 | 1987    | Vorlage einer neuen Entwurfsplanung für Gas-, Wärme- und Kälte-<br>versorgung nach den Planungsgrundsätzen der Kraft-, Wärme- und<br>Kältekopplung und Einbeziehung von Fremdwärme aus HKW-Zolling<br>zur Mittellastdeckung                  |
| 10 | 1988    | Genehmigungsplanung nach Luftverkehrsgesetz  |

- 11 05/1989 4. Änderungsplanfeststellungsbeschluss ROB zur Genehmigung der KWKK - Anlage
- 12 1990 - 1991 Realisierung der Anlagen für Wärme- und Fernkälteerzeugung, -Verteilung und Übergabestationen durch  
BM 3 Regierungsbaumeister Schlegel für Versorgungszentrale  
BM 1 Dorsch-Consult Verteilungsleitungen und Übergabestationen
- 13 16./17.05.1992 Umzug Flughafen München von Riem ins Erdinger Moos
- 14 1993 - 1997 Entstehung des Munich-Airport-Centers (MAC) in der Neutralen Zone
- 15 1998 Beauftragung von Koch und Partner für die Planung eines zweiten Terminals und der Gepäcksortierhalle durch FMG
- 16 1999 Beauftragung IB Rögelein durch Generalplaner Technik (GTFM) zur Planung der Fernwärme- und Fernkälteversorgung mit Unterstationen im Bereich Terminal 2 und Gepäcksortierhalle
- 17 2001 Beauftragung der Ingenieurgesellschaft IB Rögelein und Regierungsbaumeister Schlegel als Generalplaner zur Erweiterung der Versorgungszentrale, bedingt durch die Deckung des zusätzlichen Bedarfs an Strom, Wärme, Kälte des Terminal 2
- 18 20.07.2001 Änderungsbescheid durch ROB  
- Plangenehmigung zur Erweiterung der Versorgungszentrale -
- 19 06/2003 Aufnahme der Fernkälteversorgung T2 und Gepäcksortierhalle