

# Der Chemnitzer Kurzzeit-Kältespeicher – Konzept und Erfahrungen

Thorsten Urbaneck  
Technische Universität Chemnitz  
Fakultät für Maschinenbau  
Professur Technische Thermodynamik

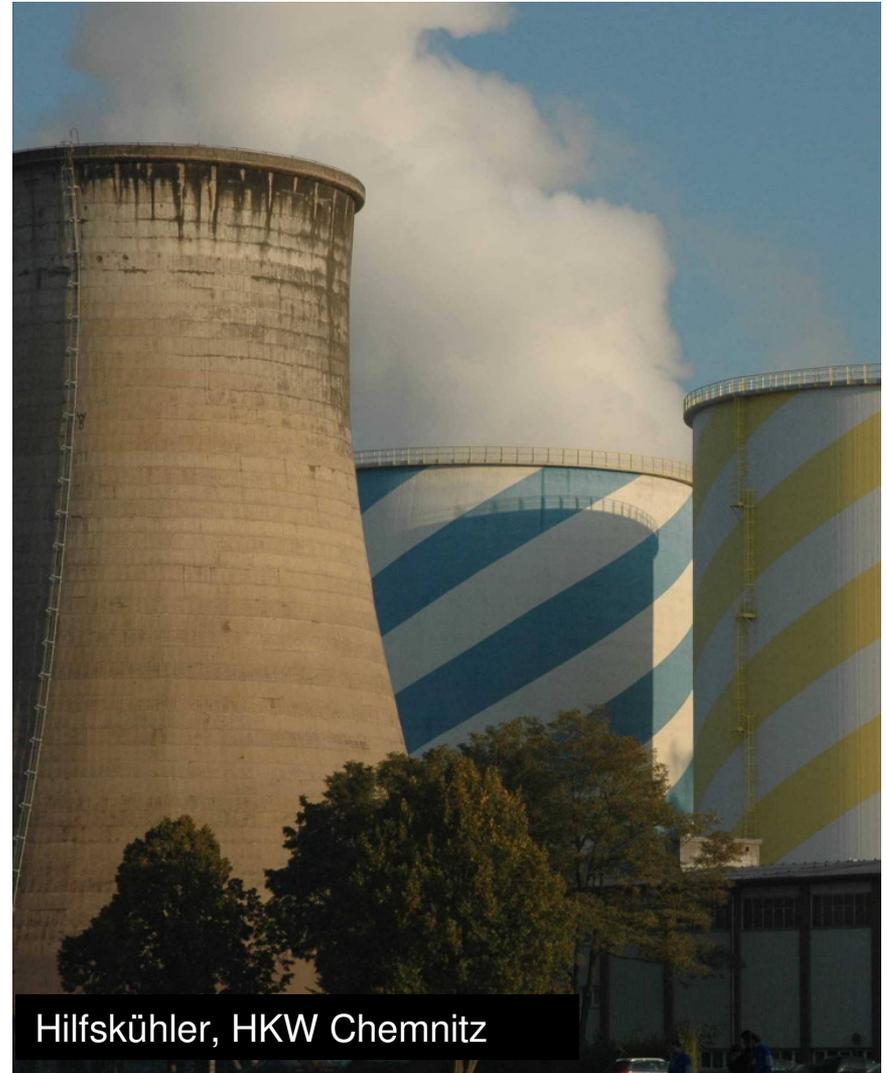
Ulf Uhlig, Thomas Göschel, Holger Frey  
eins energie in sachsen  
Hauptabteilung Netze  
Netzbetrieb Wärme/Kälte

Historikertagung 2012 in Chemnitz Gemeinschaftsveranstaltung des HKK Historische Kälte und Klimatechnik e. V., Senioren des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins e. V.

22. Juni 2012 in Chemnitz



Solarthermie



Hilfskühler, HKW Chemnitz

Hintergrund – Überschusswärme im Sommer

	AbKM	KoKM
System-Investitionskosten [€/kW <sub>Kälteleistung</sub> ]	250...350	75...125
mittlere Leistungszahl [-]		4...6
mittleres Wärmeverhältnis [-]	0,55...0,70	
mittlere, spezifische Hilfsenergie [kWh <sub>elektrisch</sub> /kWh <sub>Kälte</sub> ]*	0,070	0,045
mittlerer spezifischer Wasserverbrauch [m <sup>3</sup> /kWh <sub>Kälte</sub> ]*	0,004	0,002
betriebsgebundene Kosten [%/Investitionskosten]	1	4

\* Quelle: Schönberg, I.; Noeres, P.: Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung. Profiinfo II/98, BINE-Informationdienst, Fachinformationszentrum Karlsruhe, 1998. - ISSN 1436-2066

- Absorptionskältemaschinen
  - höhere Investitionskosten
  - höherer Wärmestrom zur Rückkühlung ➔ höherer Bedarf an Hilfsenergie und höhere Wassernachspeisung bei offenen Kühltürmen (siehe auch Abschlussbericht Kältespeicher)
  - ➔ höhere Betriebskosten
  - preiswerte Abwärme
  - relativ hohe Masse, Baugrößen, träger Betrieb usw.
  - anspruchsvolle Planung und Betrieb
- Hemmnisse für den Wärmeeinsatz ➔ Notwendigkeit einer genauen Analyse und Optimierung

---

Hintergrund – thermisch und elektrisch angetriebene Kältemaschinen

- Ziel: Notwendigkeit der Wärmenutzung im Sommer ➔ **Stärkung der KWKK**
  - Systemlösung im großtechnischen Maßstab
  - Lösung durch optimale Auslegung bzw. optimale Nachrüstung
  - Lösung durch optimale Systembetriebsweise
- Start der Arbeiten im August 2003
- Voruntersuchung (2004 bis 2005): Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)
- Pilotprojekt (2005 bis 2009): Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWt)
- Projektmanagement: Projektträger Jülich (PTJ)  
[http://www-user.tu-chemnitz.de/~tur/ks2/pilotpr\\_ks.htm](http://www-user.tu-chemnitz.de/~tur/ks2/pilotpr_ks.htm)
- Juni 2007: Inbetriebnahme des ersten großen Kurzzeit-Kältespeichers in Deutschland
- Projektpartner: **Stadtwerke Chemnitz AG (jetzt eins energie in sachsen)** und **Technische Universität Chemnitz**
- Auftragnehmer
  - AIC Ingenieurgesellschaft für Bauplanung Chemnitz GmbH (Ausführungsplanung)
  - RAC-Rohrleitungsbau Altchemnitz GmbH (Generalauftragnehmer, Bau, Rohrleitungsbau)
  - Siemens Building Technologies GmbH & Co. oHG (MSR-Technik, Leittechnik)
  - Farmatic Anlagenbau GmbH (Tankbau) u. v. a. m.




---

Hintergrund – Kältespeicherprojekt / Entwicklung, Projektablauf, Beteiligte





STADTWERKE  
CHEMNITZ AG

SIEMENS  
Building Technologies

ca. 17 Übergabestationen  
gesamte Vertragsleistung ca. 13 MW  
ca. 93 % Klimatisierung  
ca. 7 % technologische Kühlung

Netzkontrollpunkte			
	T-VL	T-RL	Diff.-druck
ZKV	5,70 °C	13,65 °C	2,00 bar
C08 TU Chemnitz	8,6 °C	15,3 °C	0,77 bar
Z09 Chemnitzer Hof	5,7 °C	13,2 °C	1,06 bar
C05 Opernhaus	8,9 °C	15,9 °C	0,81 bar
Z16 Forum	7,0 °C	13,6 °C	0,75 bar
C04 Stadthalle	7,7 °C	18,0 °C	0,66 bar
Z05 Roter Turm	6,8 °C	13,9 °C	
C07 Amtsgericht	6,3 °C	12,5 °C	0,46 bar
C03 Chemnitz Plaza	6,5 °C	13,8 °C	0,25 bar
Z06 Kaufhof	7,1 °C	16,1 °C	0,15 bar
C02 Moritzhof	7,3 °C	14,3 °C	0,41 bar

**Zentrale Kälteversorgung**

ZKV KMO1- KMO5 NORMAL (CONN)

ZKV NORMAL (CONN)

ZKV Klima Warte NORMAL (CONN)

Zentrale Kälteerzeugung  
Erzeugerleistung ca. 8,3 MW  
maximale Speicherleistung ca. 5,0 MW

Fernkältenetz  
5/13 °C Kaltwasser  
maximale Leistung ca. 20 MW

Fernkältesystem – Chemnitz / Visualisierung in der Leittechnik

eins  
energie in sachsen

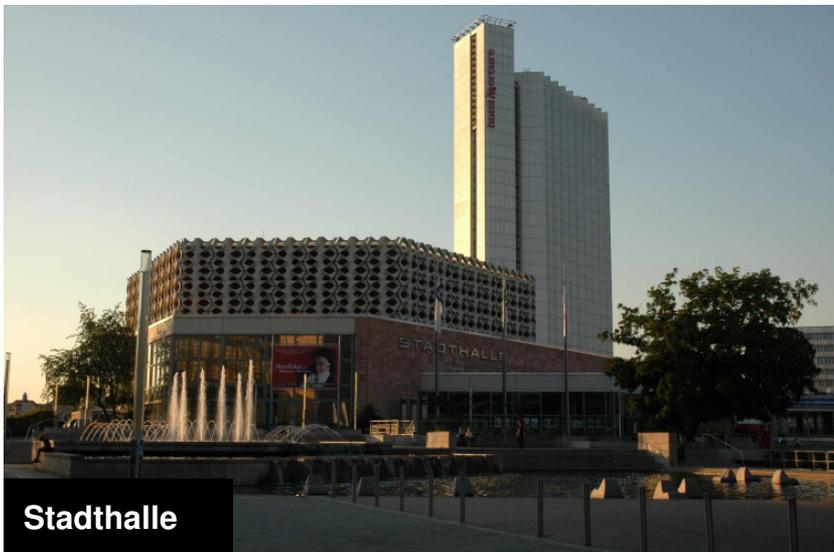
TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ



Oper



TU Chemnitz, HPC

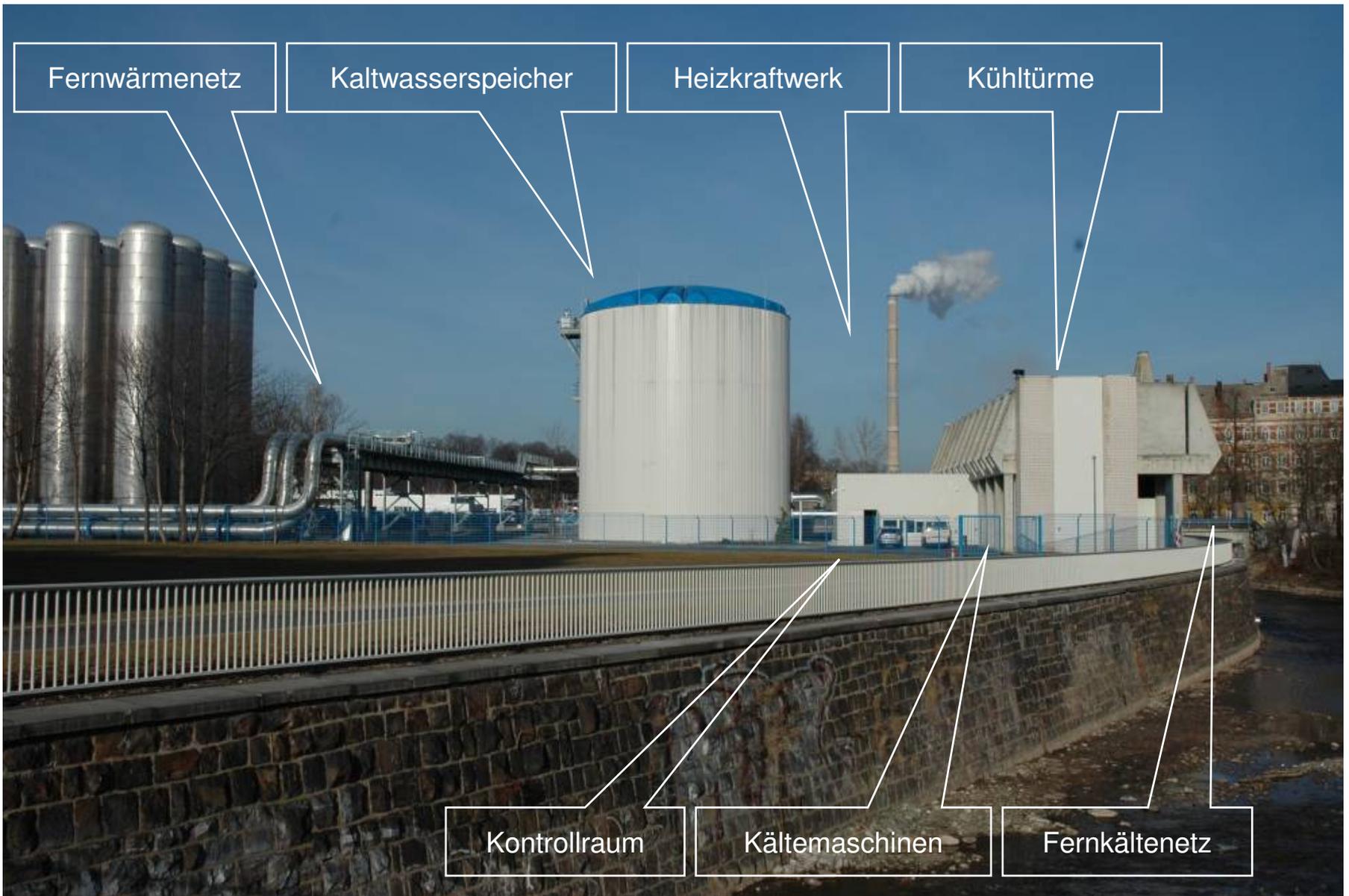


Stadthalle

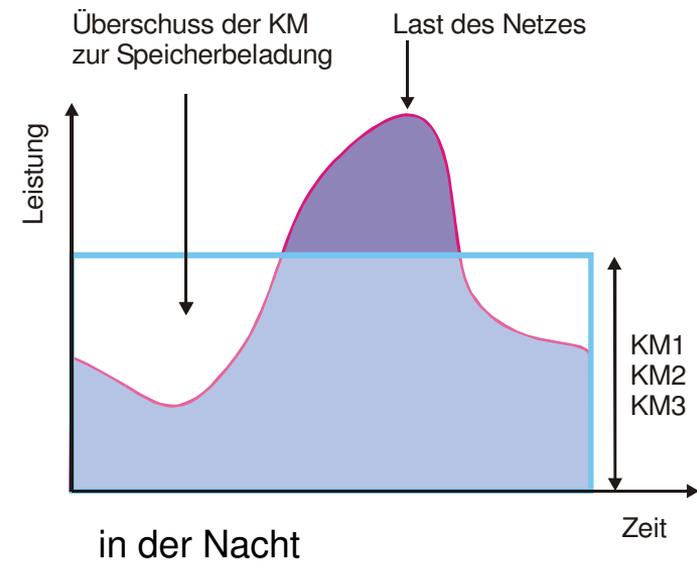
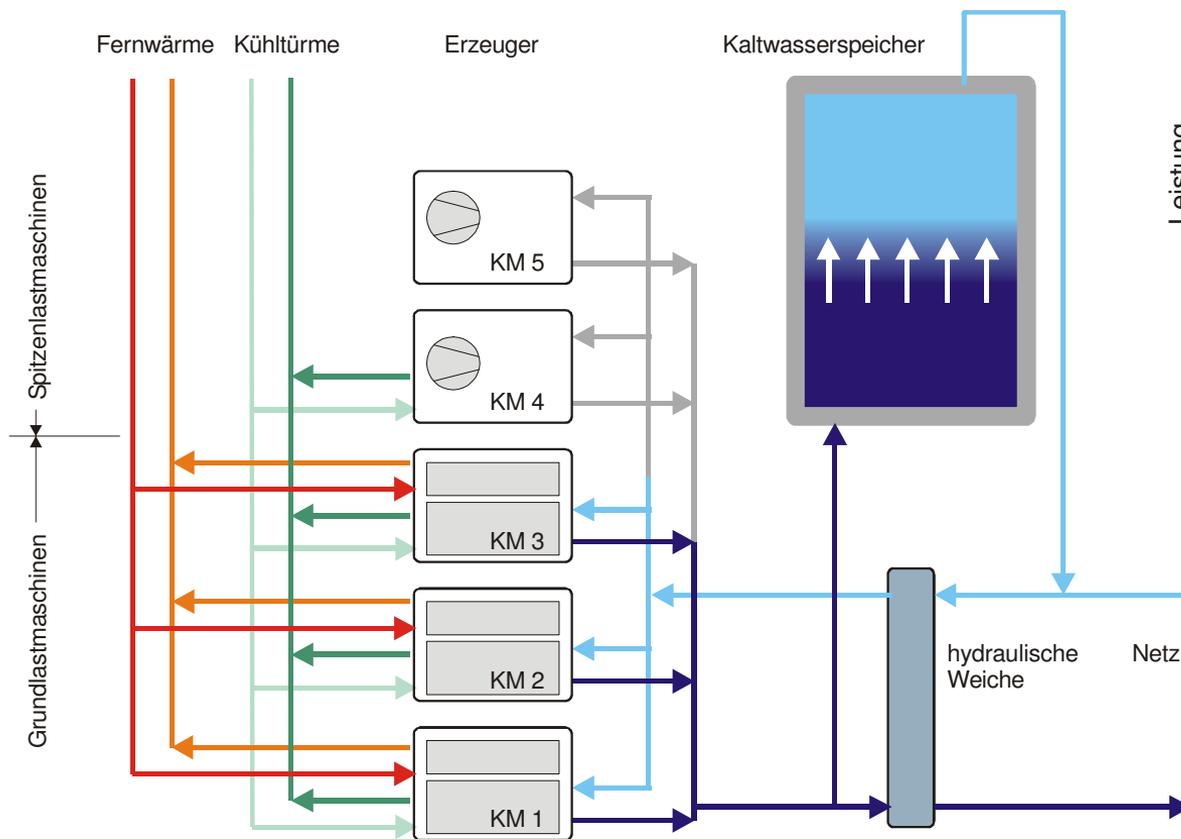


Kaufhaus „Galeria Kaufhof“

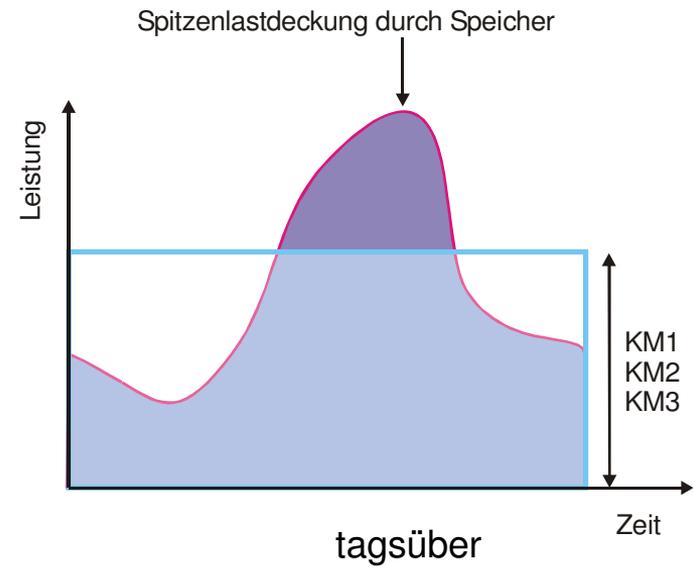
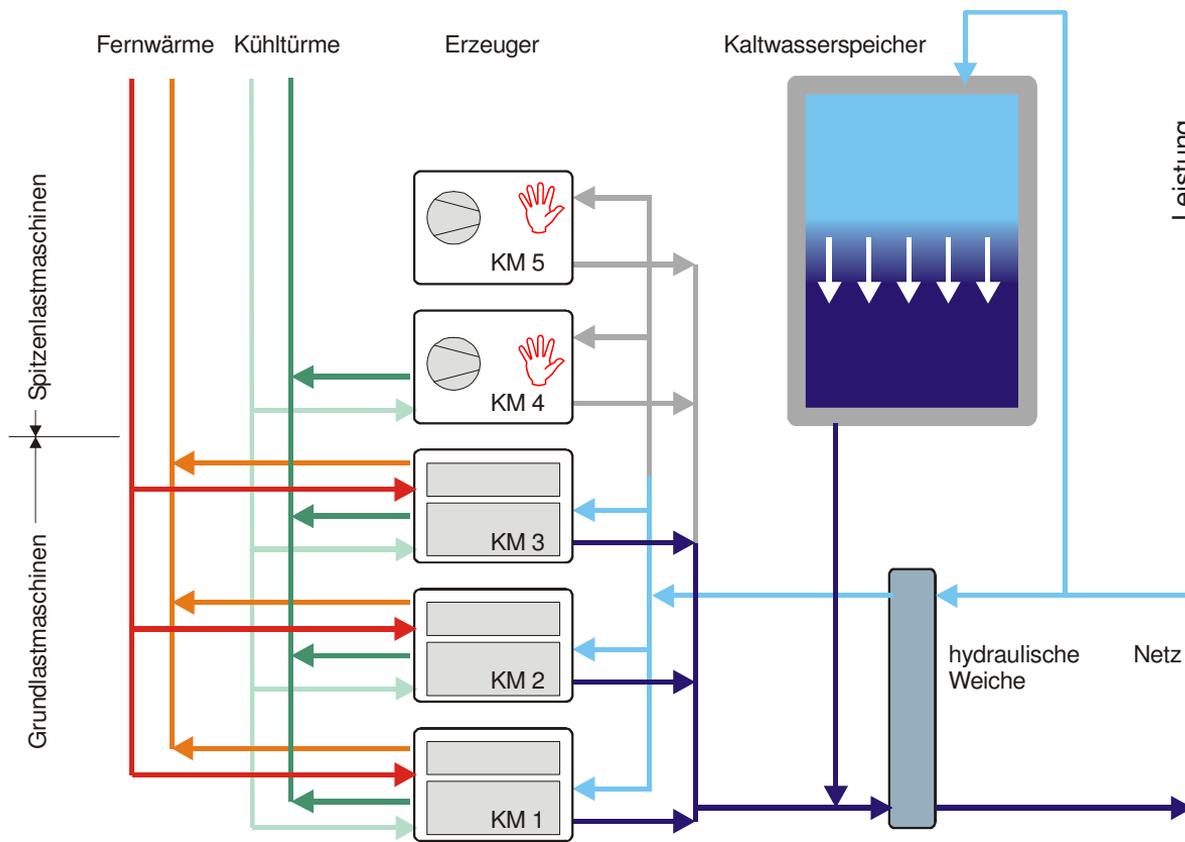
Fernkältesystem – Fernkältekunden



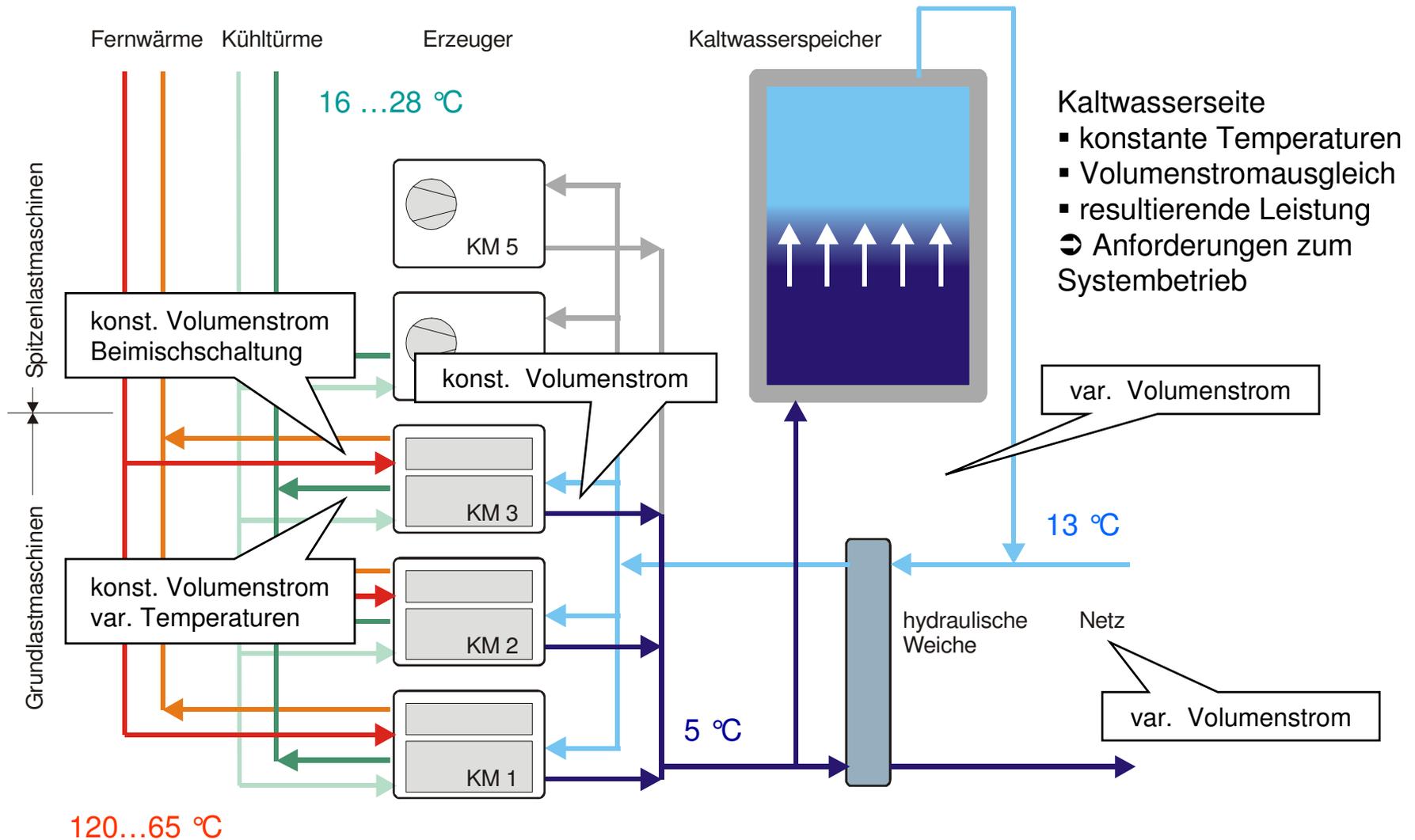
Fernkältesystem – Zentrale Kälteerzeugung



## Zentrale Kälteerzeugung – Speicherbeladung / Spitzenlastsituation



## Zentrale Kälteerzeugung – Speicherentladung / Spitzenlastsituation



## Zentrale Kälteerzeugung – Hydraulik und Systembetrieb

- Absorption, LiBr-H<sub>2</sub>O, einstufig
  - Heißwasser 120 °C
  - Kühlwasserkreislauf
  - KM1/2: Fa. Carrier, 16JH065-28
  - KM3: Fa. York, YIA HW-2B1-50-A
  - Grundlastmaschinen: 4,1 MW
- Kompression
  - KM4: Turboverdichter, R134a
  - Fa. York, YK GB FB HF 5CTE
  - Kühlwasserkreislauf
  - KM5: Schraubenverdichter, R134a
  - Fa. York, YCAS 1215FB50YF
  - Luftkühlung
  - Spitzenlastmaschinen: 4,2 MW
- Rückkühlkreislauf
  - 10 offene Kühltürme
  - 28/37 °C
  - 18,36 MW



Carrier, 16JH065-28

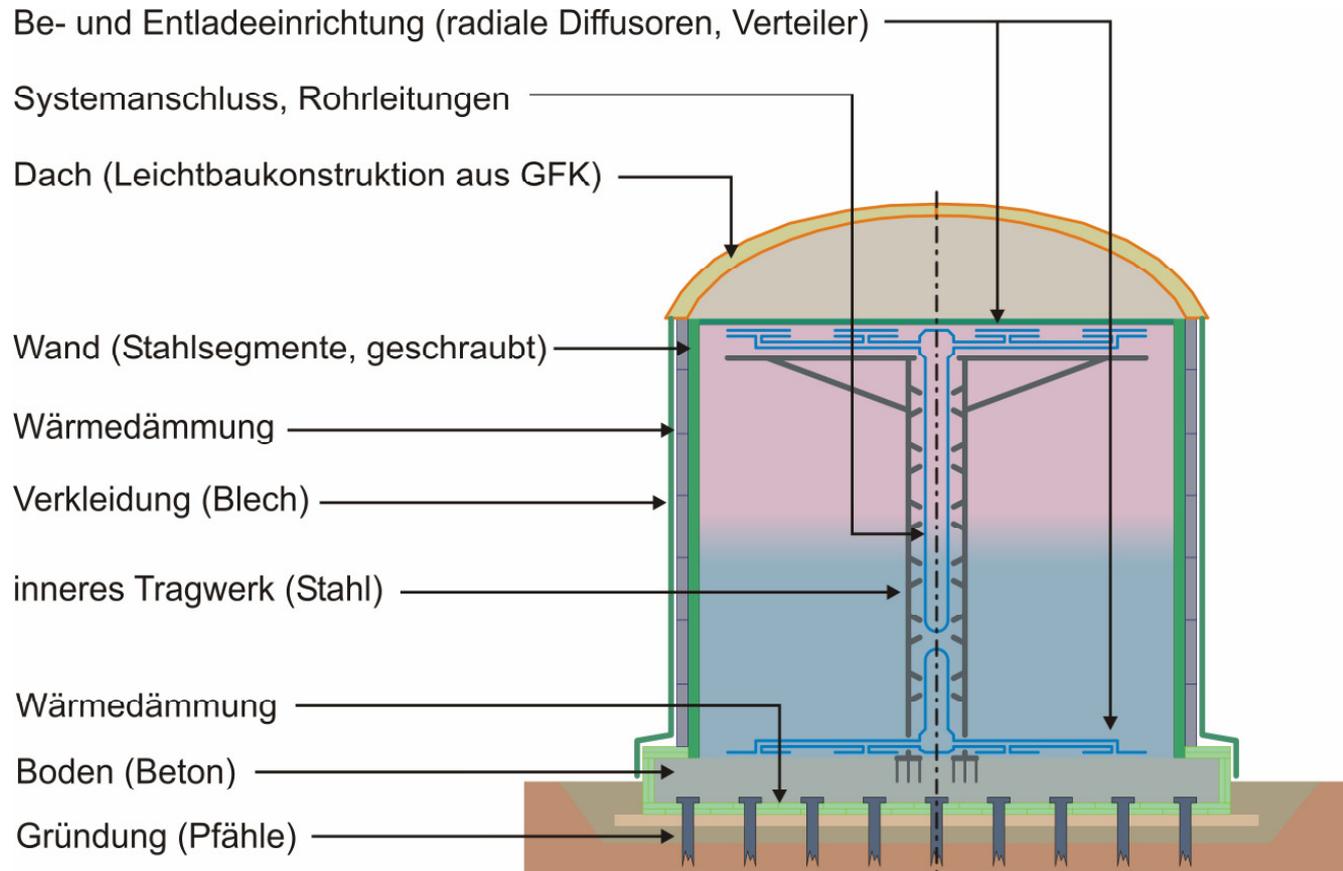


York, YIA HW-2B1-50-A

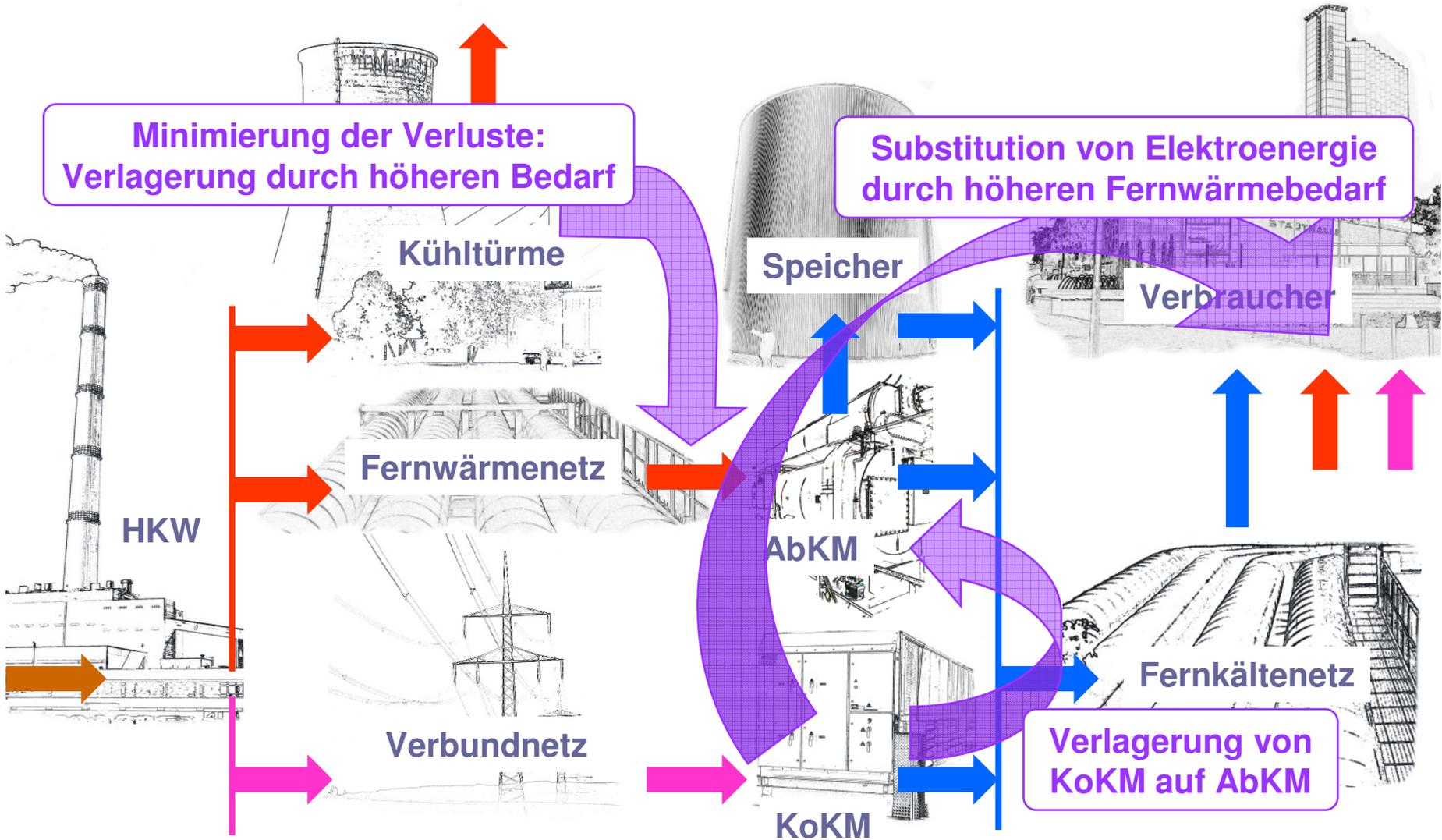
- Speicherbauart
  - oberirdischer Tank
  - wärmegeämmt
- Speichermedium: Wasser
- Volumen: ca. 3500 m<sup>3</sup>
- Be- und Entladung: direkter Wasseraustausch
- Auslegung
  - 5 °C / 13 °C
  - Beladen mit maximal 4 MW
  - Entladen mit maximal 5 MW

- Ziele des Speichereinsatzes
  - Spitzenlastdeckung (Peak Load Shifting)
  - maximaler Fernwärmeeinsatz → energetisch-ökologische Vorteile
  - optimaler AbKM-Betrieb
  - Kostenvorteile gegenüber einer Nachrüstung mit KoKM



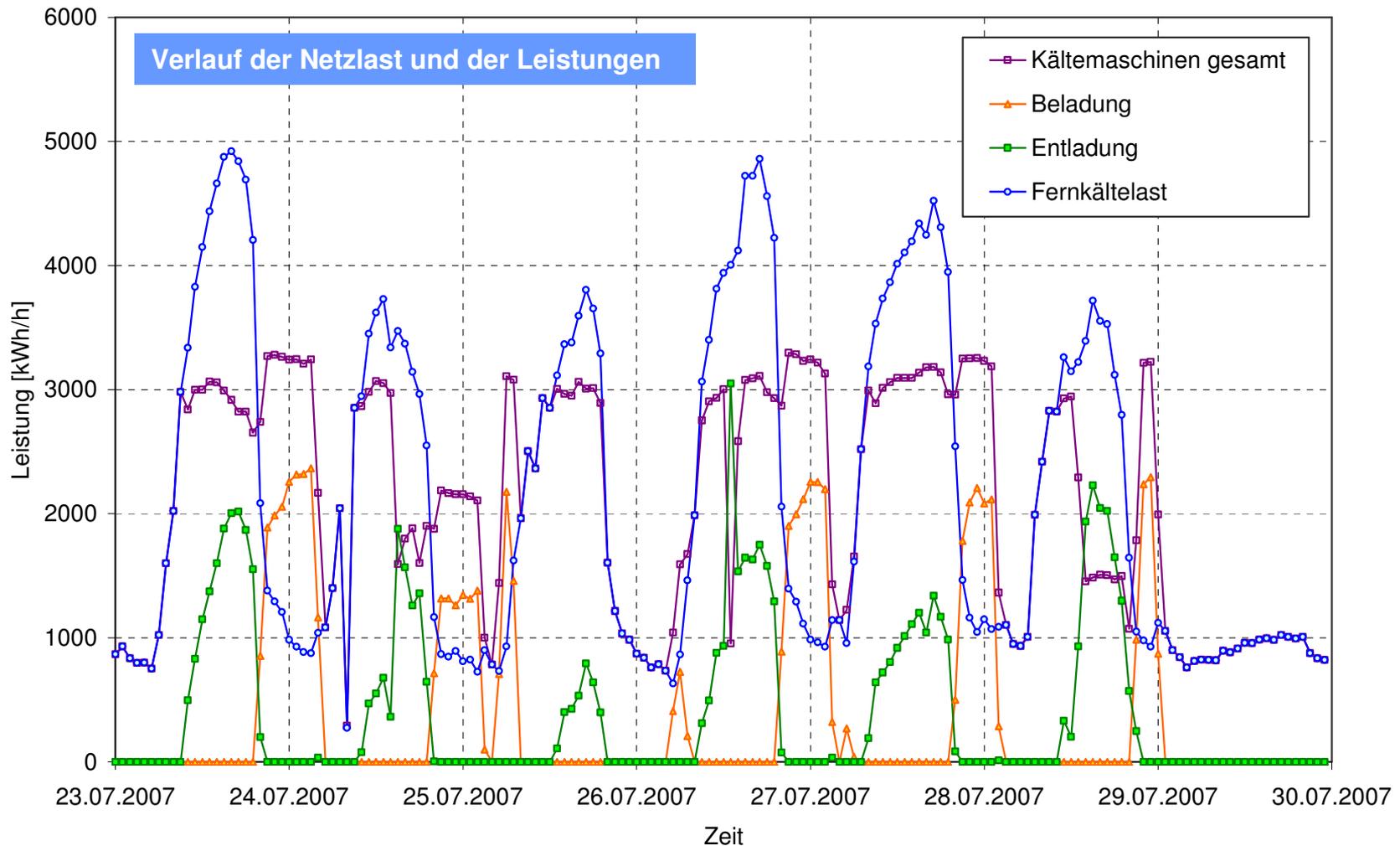


## Aufbau des Speichers



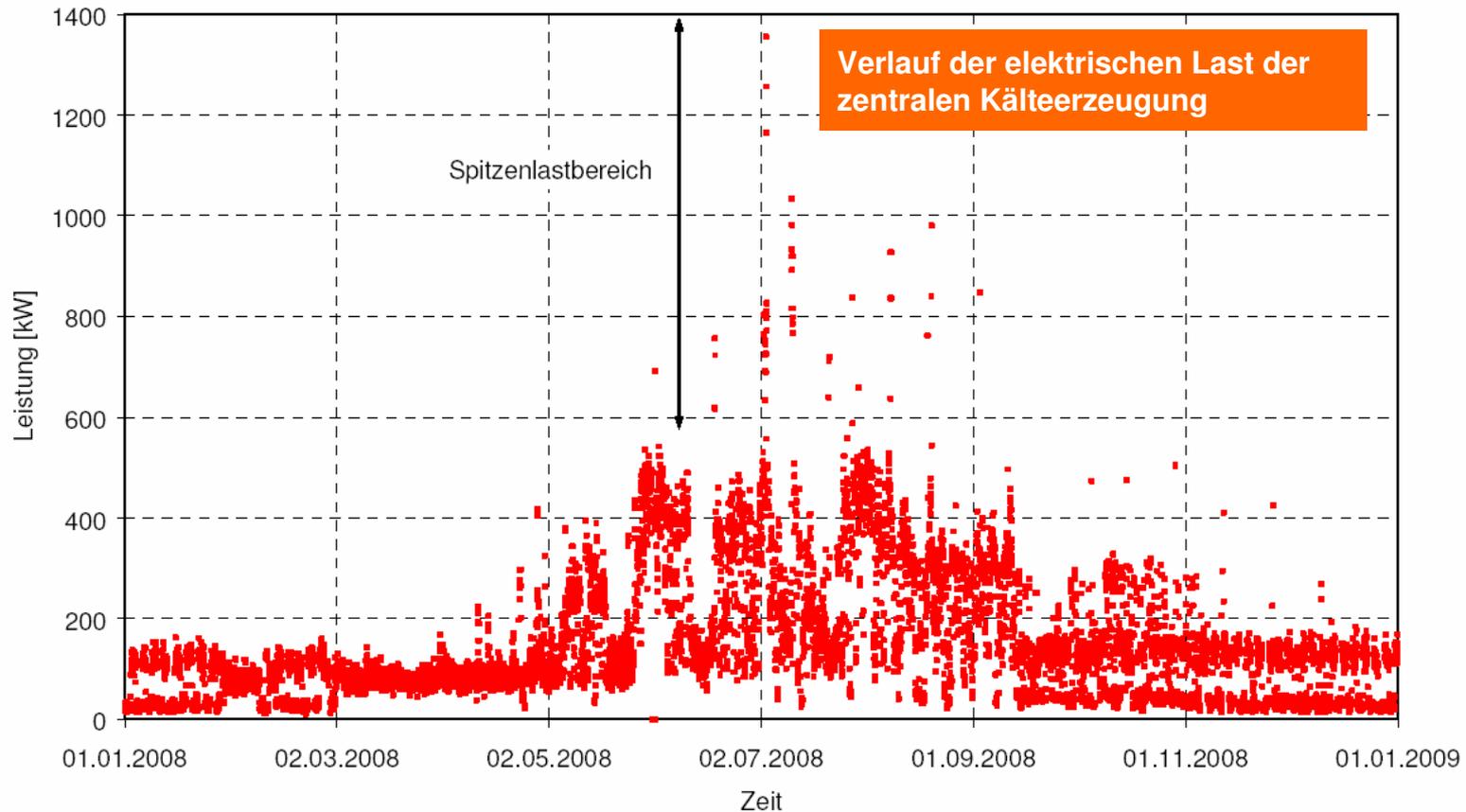
Schema des Versorgungssystems mit KWKK in Chemnitz

Doppelvorteil – Die Systemoptimierung ist entscheidend.



- schnelle Aktivierung/Deaktivierung bzw. schnelle Reaktion auf Leistungsschwankungen
- Leistungsausgleich auch im Bereich kleiner Leistungen
- stabiler Systembetrieb
- Erhöhung der Laufzeiten der AbKM ➔ keine Notwendigkeit zum Einsatz der KoKM

- **Betriebsergebnis 2008**
  - Speichernutzungsgrad: 99,6 %
  - Deckung durch AbKM: 99,2 %
  - Substitution Elektroenergie: 112 MWh
  - zus. Fernwärmeabsatz: 718 MWh
- Speicherbetrieb zur Spitzenlastdeckung (Kälte) ➔ Vermeidung hoher Lastspitzen in der Elektroenergieversorgung ➔ hier (Betriebsjahr 2008) bis zu 800 kW



- Schlussfolgerungen
  - Projekt/Monitoring liefert Bestätigung des Konzeptes. ➔ Abschlussbericht <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2010/0011/index.html>
  - Ziele erreichbar ➔ Professionalität im Bereich des Konzeptes, der Planung, der Errichtung und des Betriebs ➔ wesentliche Voraussetzung zur Erfüllung der Umweltziele
  - Schlüsselfaktoren
    - » Sicherheit beim Bau und beim Betrieb
    - » geringe Verluste ➔ hier thermische Schichtung
    - » großtechnische (System-)Lösungen für die Energiewirtschaft
- Folgeprojekte
  - 2008: Biberach, 6500 m<sup>3</sup>, KoKM ➔ TUC/TT: Auslegung und Simulation des BES
  - 2009: Berlin, 3500 m<sup>3</sup>, AbKM ➔ TUC/TT: Beratung der Planer und Ausführenden, Auslegung und Simulation des BES
  - 2010/2011: in Planung, Chemnitz, ca. 1000 m<sup>3</sup>, AbKM ➔ TUC/TT: Beratung der Planer und des Betreibers
  - 2010/2011 erster gebäudeintegrierter Kaltwasserspeicher, ca. 500 m<sup>3</sup>, WP ➔ TUC/TT: Beratung der Planer und F&E-Projekt mit Fraunhofer ISE ➔ EnOB/LowEx
  - ohne Förderung der Investition
- Ziele der Forschung und Entwicklung
  - weitere Kostenreduktion bei der Errichtung ➔ Modifikation der Konstruktion
  - weitere Funktionsverbesserung

**Nicht nur sicher und effizient - sondern auch schön.**



**Dank: Förderung BMWi, PTJ und Kooperationspartnern.**