

# Möglichkeiten der Kälteversorgung mit Fernwärme

Stand der Entwicklung speziell hierfür entwickelter Absorber

Roland Hellmer      Vattenfall Europe Wärme AG,  
Geschäftsentwicklung

Netzwerk Kälteeffizienz Hamburg e.V.  
19. Netzwerktreffen

Vortrag am 18.06.2014

# Zentrale Fernkälte oder dezentrale Systeme zur Raumkühlung?

## Fernkältesysteme

## Dezentrale (fernwärmebasierte) Raumkühlung

### Prinzip

- Kälte wird zentral und abseits des Kunden erzeugt.
- Kaltes Wasser wird über ein separates Netz zum Kunden transportiert

- Kälte wird direkt beim Kunden erzeugt.
- Antriebsenergie wird über bestehende Netze zum Kunden transportiert.

### Hauptsächliche Vorteile

- Hohe Energieeffizienz bei der Kälteerzeugung
- Attraktiv insbesondere in Stadtentwicklungsgebieten mit neu zu errichtender Versorgungsinfrastruktur

- Nutzung der freien Kapazitäten der Fernwärmeinfrastruktur insbesondere im Sommer
- Zügige Erschließung des Marktpotenzials für Kälte möglich

### Hauptsächliche Nachteile

- Restriktionen bei der Erschließung des Marktpotenzials durch beschränktes Einzugsgebiet der Fernkälte.
- Keine Garantie für schnelle Realisierung von Kundenanschlüssen (wichtig für den wirtschaftlichen Erfolg)

- Strombasierte Alternativtechnologien waren bis vor Kurzem noch finanziell attraktiver.

# Vattenfall Energiezentrale Potsdamer Platz

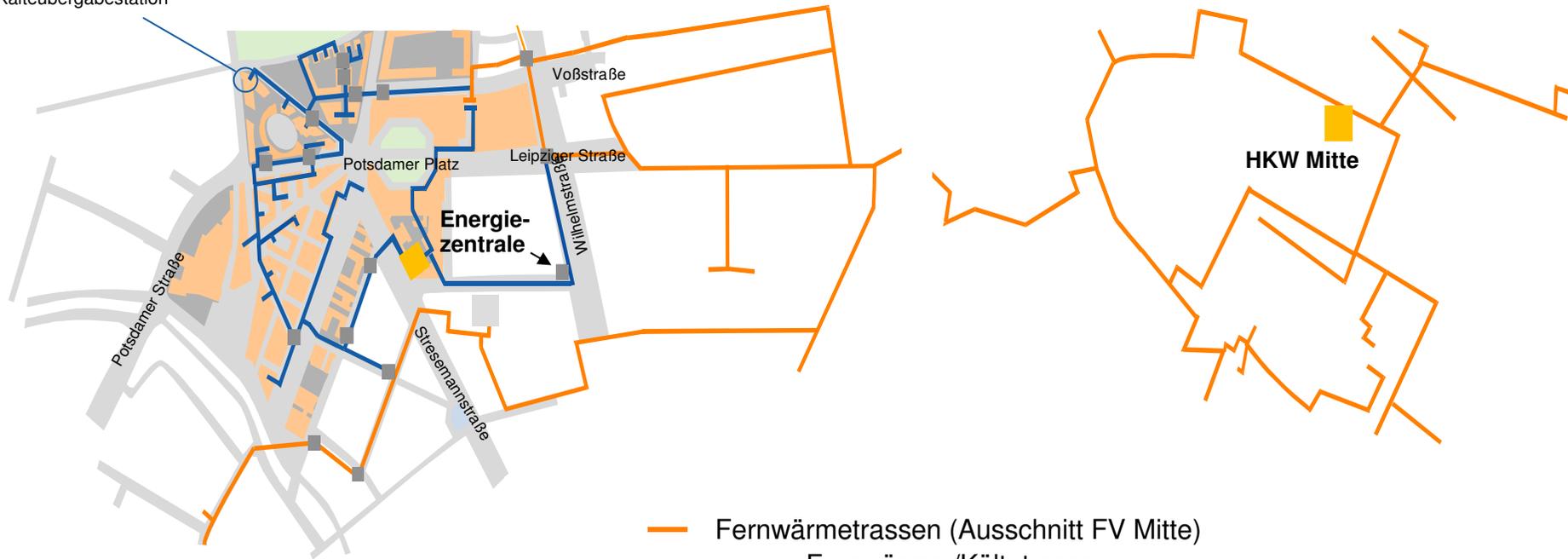


# Ganzheitlicher Technologieansatz am Potsdamer Platz



Kälteübergabestation

← ca. 4 km



- Fernwärmetrassen (Ausschnitt FV Mitte)
- Fernwärme-/Kältetrassen
- Vattenfall Standort
- unterirdische Bauwerke

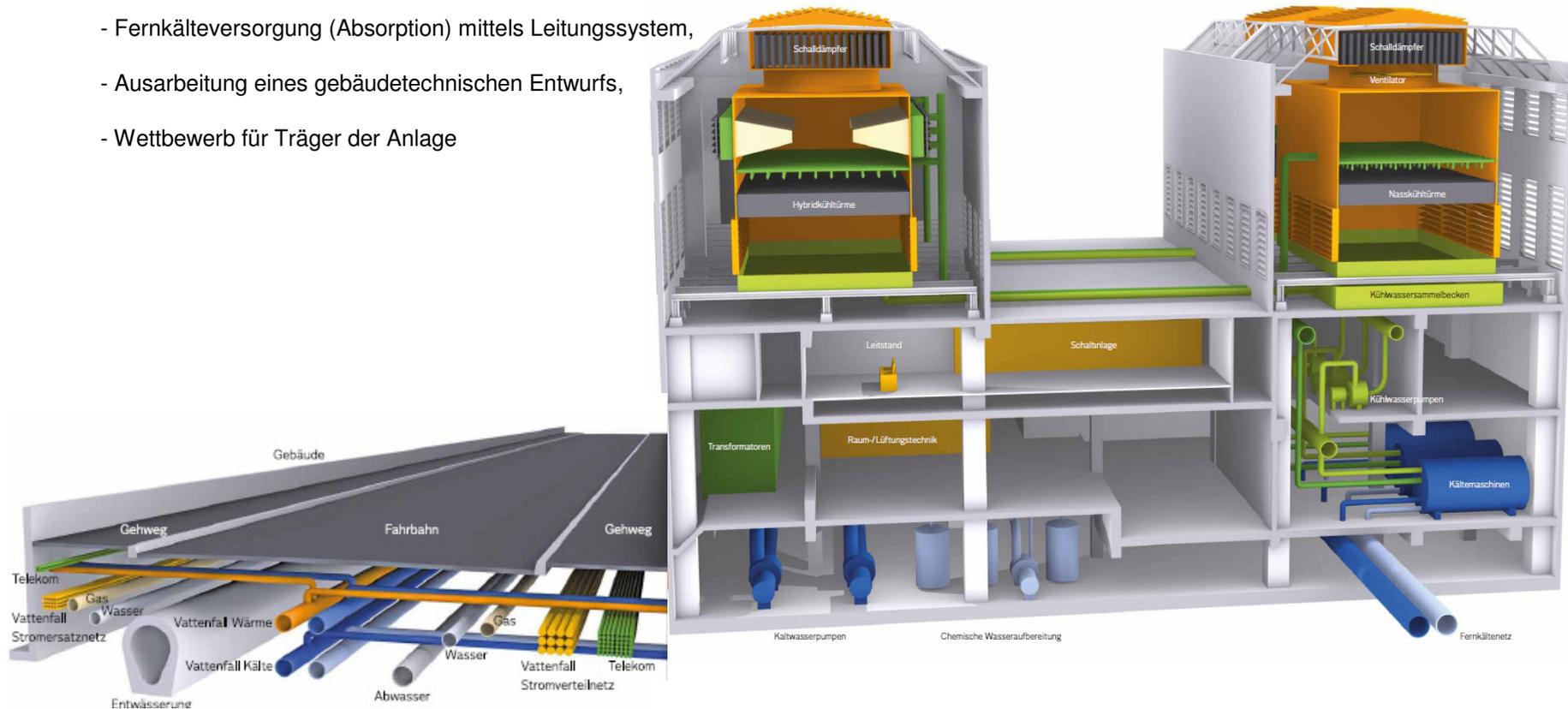
500 m



# Einbindung in urbane Versorgungs- und Gebäudeinfrastruktur

Gutachten „Ökologie-Konzept Potsdamer Platz“ vom 23.03.1992 im Auftrag von SenStadtUm, darin enthalten Energiekonzept mit (u.a.):

- Fernkälteversorgung (Absorption) mittels Leitungssystem,
- Ausarbeitung eines gebäudetechnischen Entwurfs,
- Wettbewerb für Träger der Anlage



# Kältezentrale Potsdamer Platz

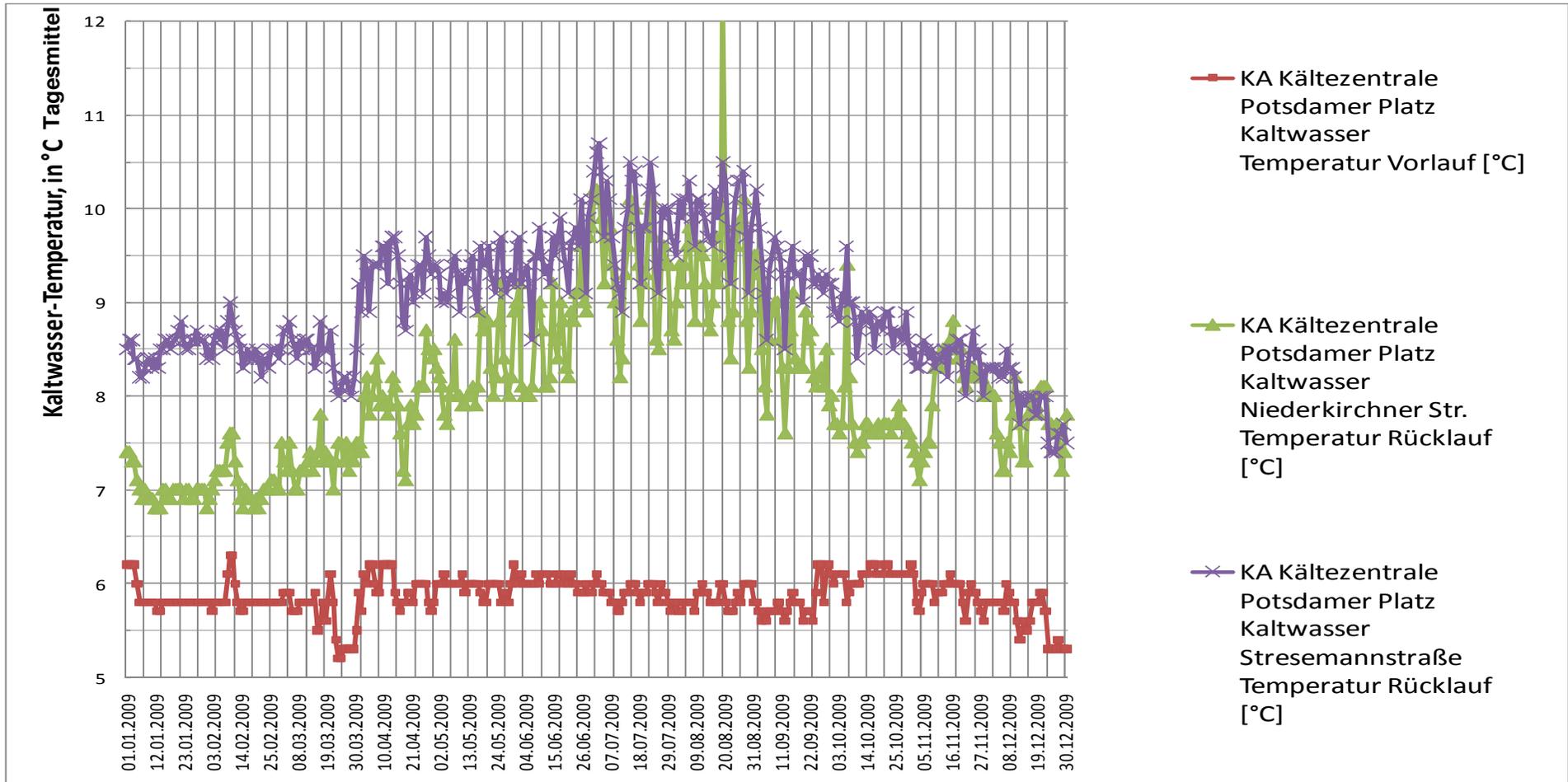
Gesamtkälteleistung 44 MW<sub>K</sub>

- 4 Absorptionskältemaschinen, einstufig,  
(je 3,2 MW<sub>K</sub> / 2,5 MW<sub>Nenn</sub>)
- 5 Kompressionskältemaschinen mit Turboverdichter,  
(je 4 MW<sub>K</sub>)
- 3 Kompressionskältemaschinen mit Turboverdichter,  
(je 3,75 MW<sub>K</sub>)
- 1 Kompressionskältemaschine mit Schraubenverdichter,  
mit 1,6 MW<sub>K</sub>
- 4 Hybrid-Nasskühltürme,  
(je 7,5 MW<sub>RK</sub>)
- 4 Nasskühltürme,  
(je 8 MW<sub>RK</sub>)
- 3 Kaltwasserspitzenlastumwälzpumpen,  
(je 2.650 m<sup>3</sup>/h, 12,5 bar)
- 2 Kaltwassergrundlastumwälzpumpen,  
(je 960 m<sup>3</sup>/h, 3,6 bar)



# theoretische Kaltwasser-Spreizung bei Klimatisierung: 6°C / 12°C

Kaltwasser-Rücklauf erreicht nicht die Auslegungswerte von 12°C:



# fernwärmebasierte Kühlung „der ersten und zweiten Art“

## Zentrale Kälteerzeugung



Kälteleistung (6°C /12°C): 2.500 kW

Betriebsgewicht: 38.873 kg

~ 15  
kg pro kW

## Dezentrale Kälteerzeugung



Kälteleistung (16°C /21°C): 160 kW

Betriebsgewicht: 1.750 kg

~ 11  
kg pro kW

## Dezentrale Technologien mit Fokus auf Bestandsgebäude

Vattenfall betreibt Fernkältesysteme in diversen Großstädten:

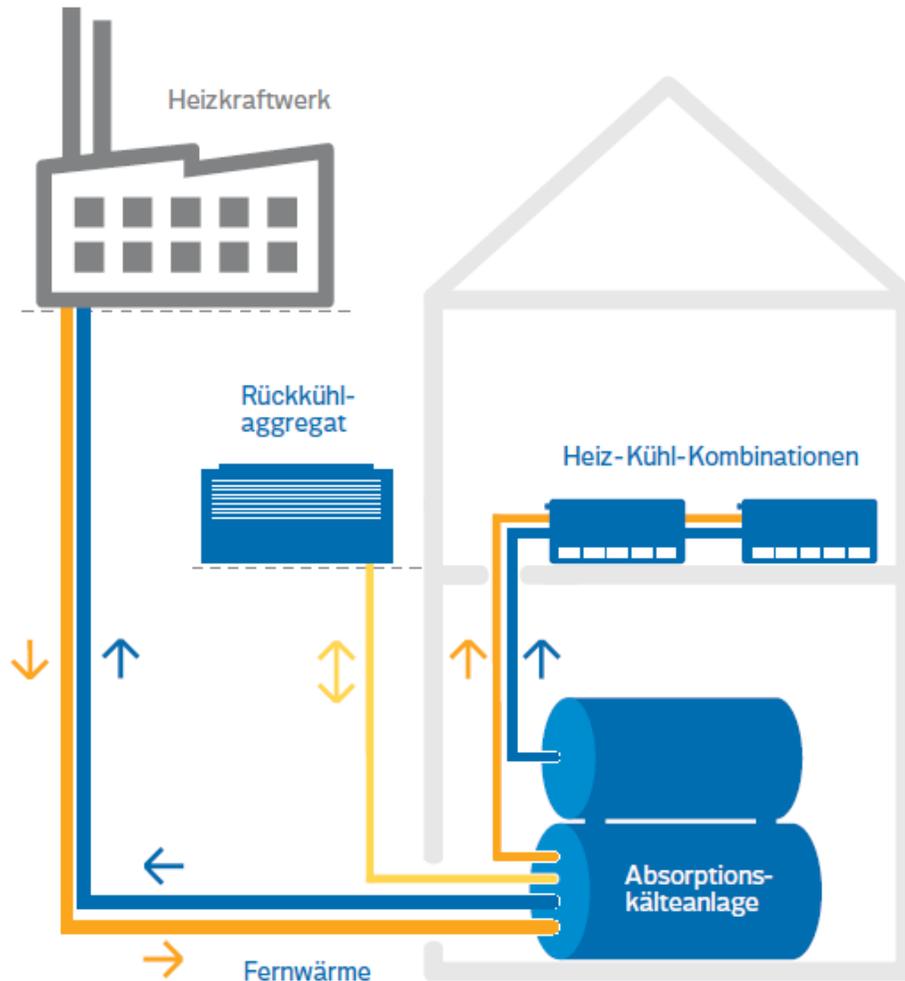
- Amsterdam
- Berlin
- Hamburg
- Uppsala

Warum „denkt“ Vattenfall nun auch dezentral?

- Weil wir uns ansonsten lokal zu sehr einschränken würden.
- Weil wir uns ansonsten mehr oder weniger auf neue Stadtentwicklungsgebiete fokussieren würden.
- Weil uns ein nachhaltiges Kältekonzept für unsere Fernwärme-Bestandskunden fehlen würde.

Dezentrale Kühlung ist der Schlüssel zu  
einem Kältegeschäft mit relevantem Absatzvolumen

## ganzheitlicher Technologieansatz: Fernwärmebasierte Raumkühlung



### Das Konzept:

Nutzung **umweltfreundlicher** Fernwärme auf Basis der **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**. Weitgehende **Nutzung vorhandener Infrastruktur** zur Kälteverteilung **im Haus**.

### Der ökologische Nutzen:

Fernwärme für Absorptionskälte erhöht die KWK-Nutzung und vermeidet zusätzlichen Stromverbrauch zur Klimatisierung.

### Fazit:

Fernwärmebasierte Raumkühlung ist die ökologische Alternative zur herkömmlichen Klimatisierung mit elektrisch betriebenen Splitgeräten.

# Innovation durch finanziell geförderte Forschung und Entwicklung



gefördert im Rahmen von eines Verbundprojektes zwischen 2008 und 2012:



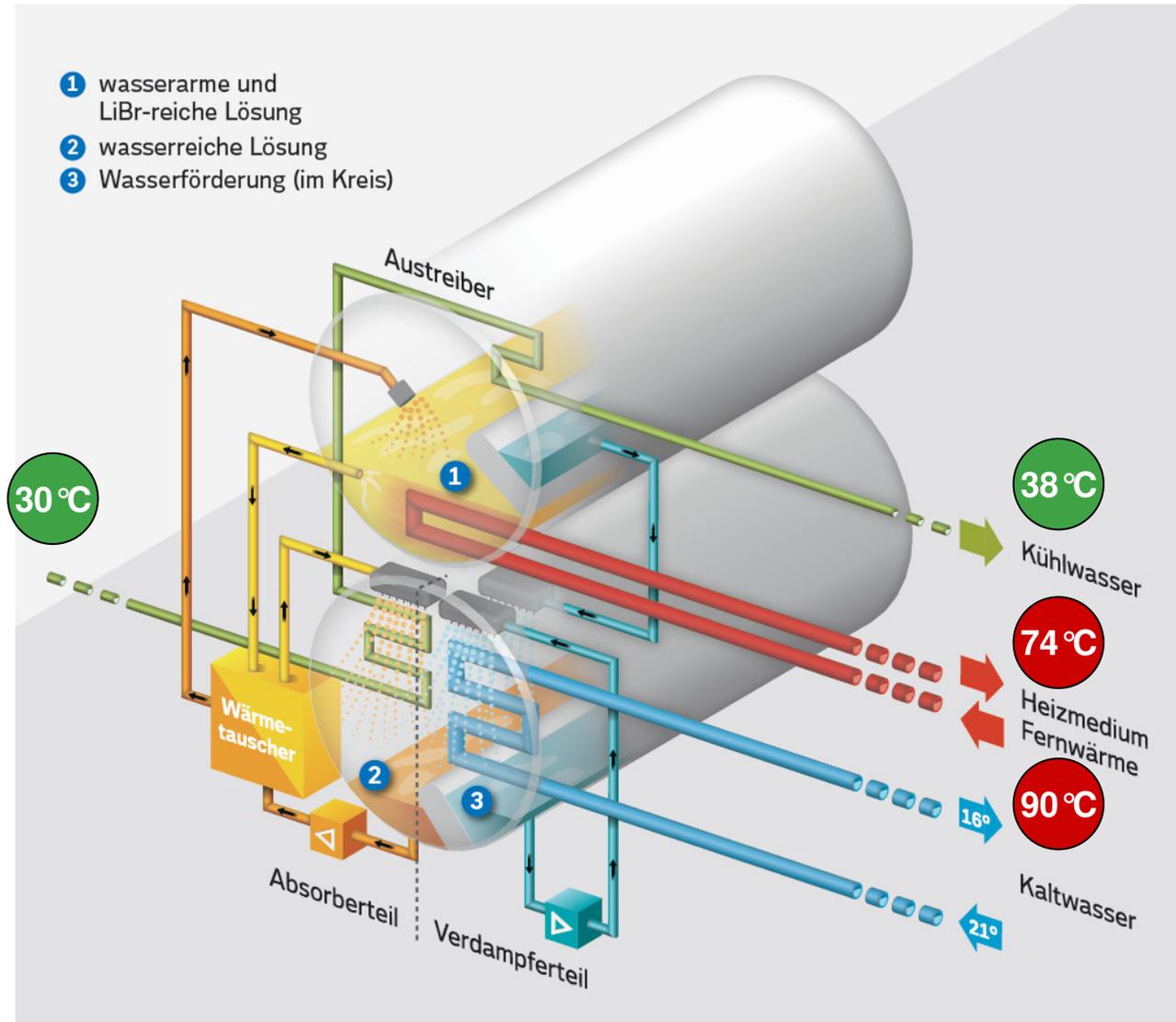
„EnEFF: Wärme – Absorptionskältetechnik für  
Niedertemperaturantrieb  
(Fernwärmebasierte Kühlung von Gebäuden)“

Zwei zentrale Entwicklungsschwerpunkte:

- Kälteerzeugung
  - signifikante Preisreduktion
  - Einbringbarkeit in Bestandsgebäude
- Kälteeintrag in Räume
  - Wohlfühlklima
  - minimaler Umbauaufwand

# Funktionsweise der Absorptionskälte

- 1 wasserarme und LiBr-reiche Lösung
- 2 wasserreiche Lösung
- 3 Wasserförderung (im Kreis)



Die salzreiche Lösung ist bestrebt, den Wasserdampf in der Kammer zu absorbieren. Bei dem durch die Absorption hervorgerufenen Unterdruck verdampft das Wasser bei einer Temperatur von 16°. Die Verdampfungswärme liefert das Kaltwasser

# Design der Absorptionskälte-Prototypanlage

## Modularer Aufbau der Absorptionskälteanlage



**160 kW<sub>Nenn</sub>**  
Länge: 1,95 m  
Breite: 0,86 m  
Höhe 2,05 m

**50 kW<sub>Nenn</sub>**  
Länge: 1,75 m  
Breite: 0,68 m  
Höhe 1,59 m

- zwei trennbare Zylinder
- div. Leistungsstufen (50, 100, 160, 210 und 320 kW)

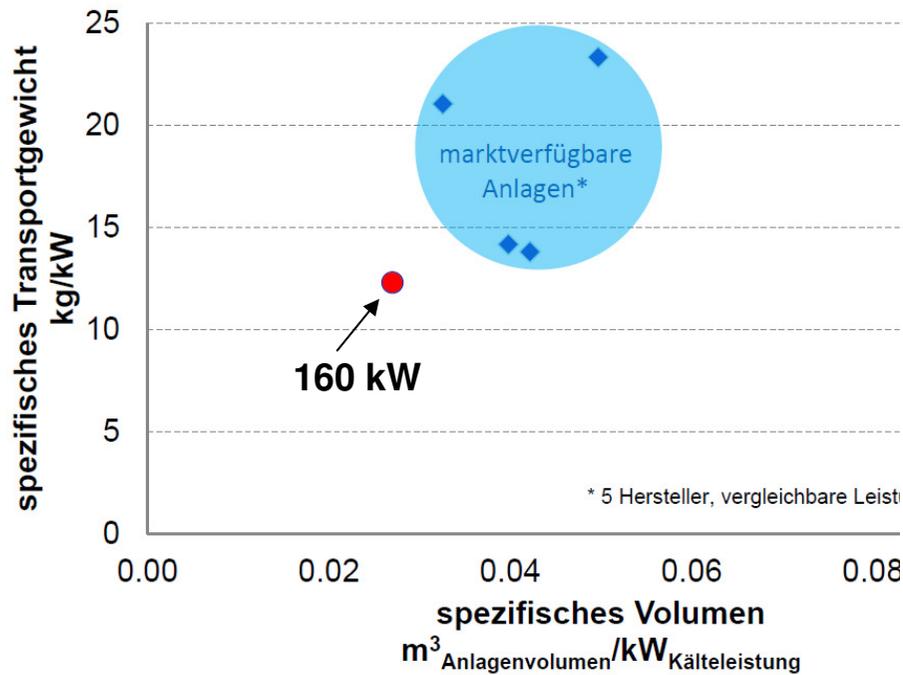
Hersteller:

**BS Nova**

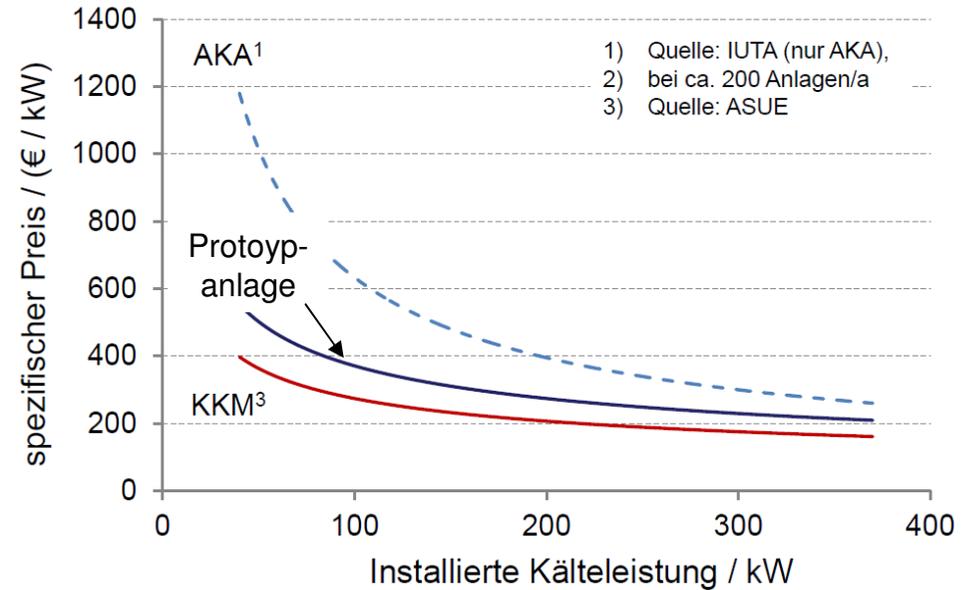
BS Nova Apparatebau GmbH  
Eiserfelder Straße 70  
D-57072 Siegen

# Die Prototypanlage im Marktvergleich

## Leistungsdichte



## Investitionsvergleich



Quelle: Technische Universität Berlin • Institut für Energietechnik

## Technologiekonzept zur Raumkühlung im Gebäudebestand

- Weitgehende Nutzung der vorhandenen Heizungs-Infrastruktur
- Zusätzliche Strangumwälzpumpe im Keller für Kühlbetrieb
- Austausch der Radiatoren gegen Heiz-Kühl-Kombinationen

### Innovative Elemente:

- Kaltwasser-Sollwerttemperatur angepasst an Umgebungsluftbedingungen (14-18 °C)
- Raumindividuelle Vermeidung von Kondensatbildung
- Integriertes Kostenverteilsystem zur Heiz- und Kältekosten-Verbrauchsumlage
- Geräuschemissionen auf Niedrigstniveau



# Kälteeintrag in Räume mittels Heiz-Kühl-Kombination

Für die Einbringung der Kälte bzw. Wärme in die Räume kommen Gebläsekonvektoren oder Kühldecken zum Einsatz.

## Bei Bestandsgebäuden:

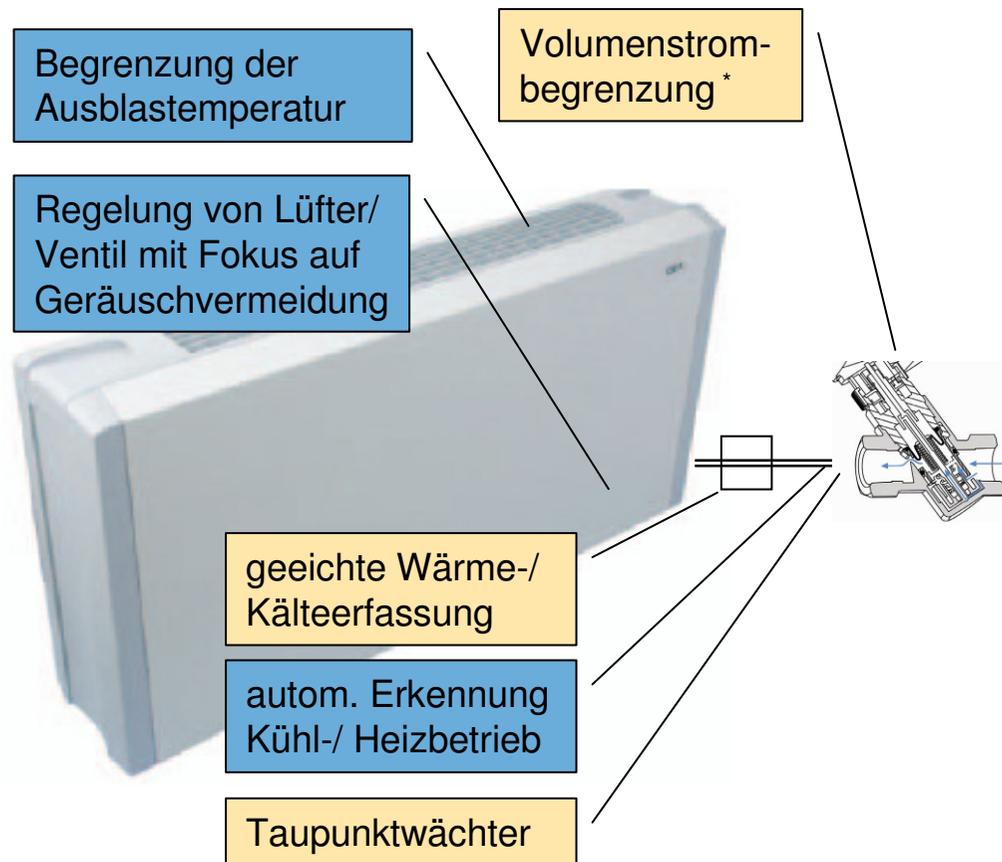
- Vermutlich **geringe Akzeptanz** beim Liegenschaftseigner für Kühldecken
- Unser Vorschlag: **Austausch** der vorhandenen Radiatoren **gegen Gebläsekonvektoren**

## Mögliche Gebläsekonvektoren:

- Geräte der Firma Kampmann in Lingen vom Typ Venkon, die die Besonderheiten der innovativen Raumkühlung von Vattenfall standardmäßig berücksichtigen.



## Besonderheiten beim Heizen/Kühlen in den Räumen

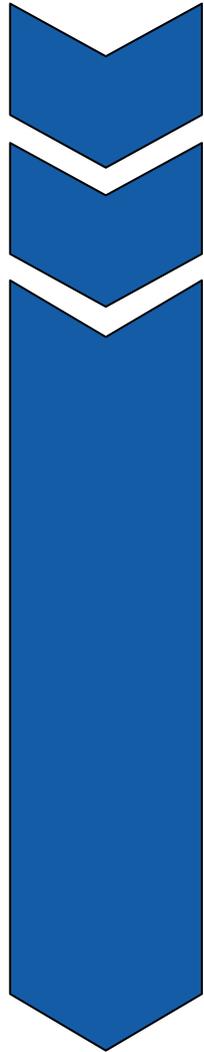


### Optimales Betriebsverhalten der Gebläsekonvektoren

- stufenlos regelbare Lüfterantriebe mit EC-Motoren
- Begrenzung der Ausblastemperatur
- Ggf. raumweise Abschaltung der Gebläsekonvektoren
- automatische Erkennung des Betriebsmodus' Heizen/Kühlen
- maximale Schallleistungspegel von 38 dB(A)
- Auswahl der Baugrößen anhand Kühllast und maximalem Schallleistungspegel

\*ersetzt den hydraulischen Abgleich im Gebäude

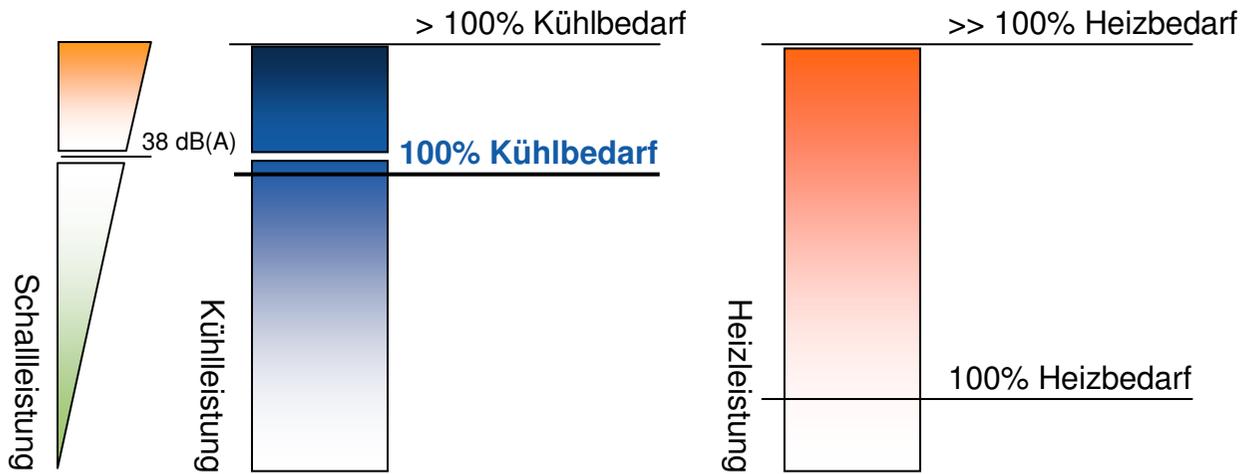
# Technische Auslegung der Gebläsekonvektoren



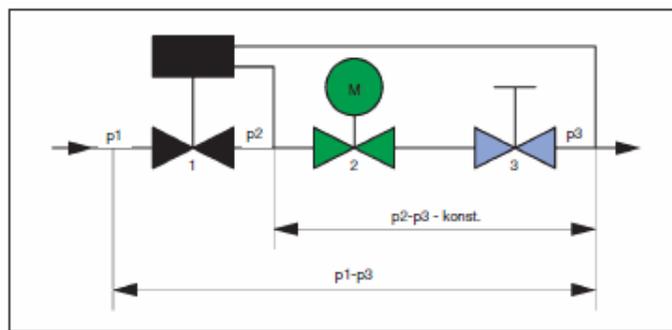
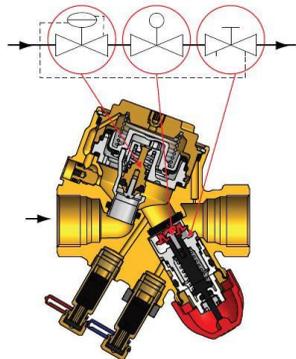
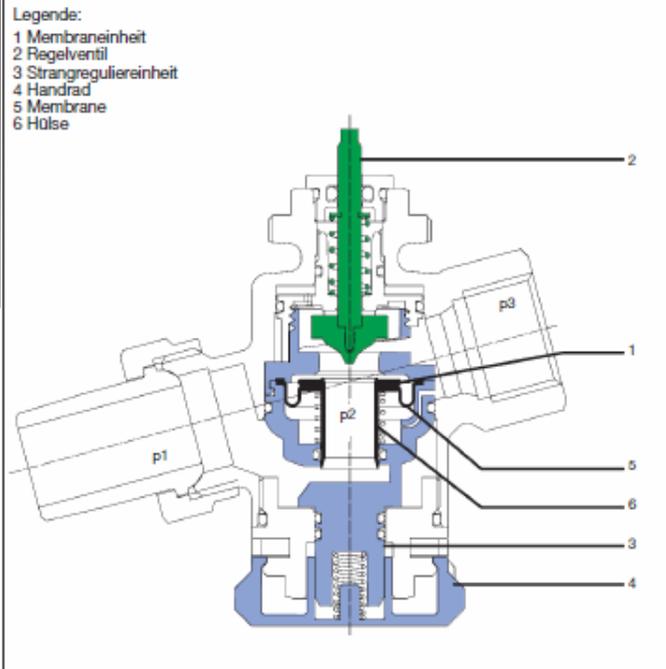
Kühllastberechnung nach VDI 2078

Kühlbedarf je Gebläsekonvektor bei max. 38 dB(A)

Auswahl der Baugröße der Gebläsekonvektoren anhand des Kühlbedarfs



# Besonderheiten des Systems - Volumenstrombegrenzung



## Hydraulischer Abgleich nicht erforderlich:

- Einsatz von Differenzdruck unabhängigen Regelventilen
- Begrenzung des Volumenstroms durch das Ventil unabhängig vom Druck
- Festlegung des Durchflussbereichs dieser Regelventile für den Kühlbetrieb
- Ventile mit elektrischem Antrieb (3-Punkt-Schrittregler o. kontinuierlich arbeitend)
- Weitere Anforderungen an die Ventile:
  - Leckrate der Ventile 0 Liter pro Stunde
  - Differenzdruck am Ventil innerhalb des Arbeitsbereiches des Ventils
  - Schließkraft des Antriebs ausreichend
  - geeignete Ventile: Geräte der Firma **Oventrop** des Typs **Cocon QTZ** (standardmäßig eingebaut bei Fa. Kampmann Typ Venkon V)

## Beschreibung der Testobjekte

Pilotphase: zwei Liegenschaften von Vattenfall **nachgerüstet** mit Raumkühlung

### 1. Hamburg – Verwaltungsgebäude Kraftwerk **Tiefstack**:

- Kälte aus Kompressionsanlage
- Heizsystem mit geringer hydraulischer Reserve
- Ringleitung mit vielen Konvektoren
- Abnehmende Durchmesser bei Zuleitungen

▶ Hydraulischer Grenzbereich im Kühlbetrieb erreicht

### 2. Berlin – Verwaltungsgebäude **Syringenplatz**:

- Kälte aus Absorptionsanlage
- Heizsystem mit hoher hydraulischer Reserve
- Keine Bestandspläne vorhanden

▶ Keine hydraulischen Versorgungsengpässe im Kühlbetrieb



## Betriebserfahrungen in den Testobjekten

### Beginn im Sommer 2008:

- 32 Gebläsekonvektoren in Hamburg
- 6 Gebläsekonvektoren in Berlin
- 6 verschiedene Lieferanten

#### Auswertung:

Nutzer oft unzufrieden:  
Schall, Bedienung, Kälteeintrag

### Erweiterung bis 2011:

- 151 Gebläsekonvektoren in Hamburg (ca. 110 kW Kälteleistung)
- 58 Gebläsekonvektoren in Berlin (ca. 63,3 kW Kälteleistung)
- 2 Lieferanten (Kampmann, GEA)

#### Auswertung:

Nutzer nach optimierter Auslegung der Geräte  
mit dem Betriebsverhalten sehr zufrieden

### Fazit für Berlin und Hamburg:

**(Störende) Geräusentwicklung** beeinflusst die **Nutzer-Akzeptanz** und ist wesentliches **Auswahlkriterium** für zukünftige Anwendungen.



VATTENFALL 

## Markteinführung 2012

Rollout des Produktkonzeptes bei ersten Fernwärmekunden im Rahmen weiterer Pilotinstallationen:

Erste Liegenschaft in Hamburg:

Nutzer der Raumkühlung im Erdgeschoss: Fa. Samson AG

Partielle Ausrüstung einer Liegenschaft mit Raumkühlung zur **Demonstration von Teilversorgungskonzepten:**

(kein Anschlusszwang für die Gesamtheit der Gebäudenutzer)

Realisierung einer HeizkostenV-konformen Energiekostenumlage mit Fa. *ista*.



## Zu guter Letzt ...

... herzlichen Dank für die Einladung zum Vortrag:

Netzwerk Kälteeffizienz Hamburg e.V.

... Dank der TU Berlin für die Ermöglichung des Vortrages, denn ohne die Mitwirkung der TU im F&E-Verbundprojekt gäbe es nichts Innovatives zu berichten:

Prof. Dr.-Ing. Felix Ziegler

Institut für Energietechnik  
Technische Universität Berlin