

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

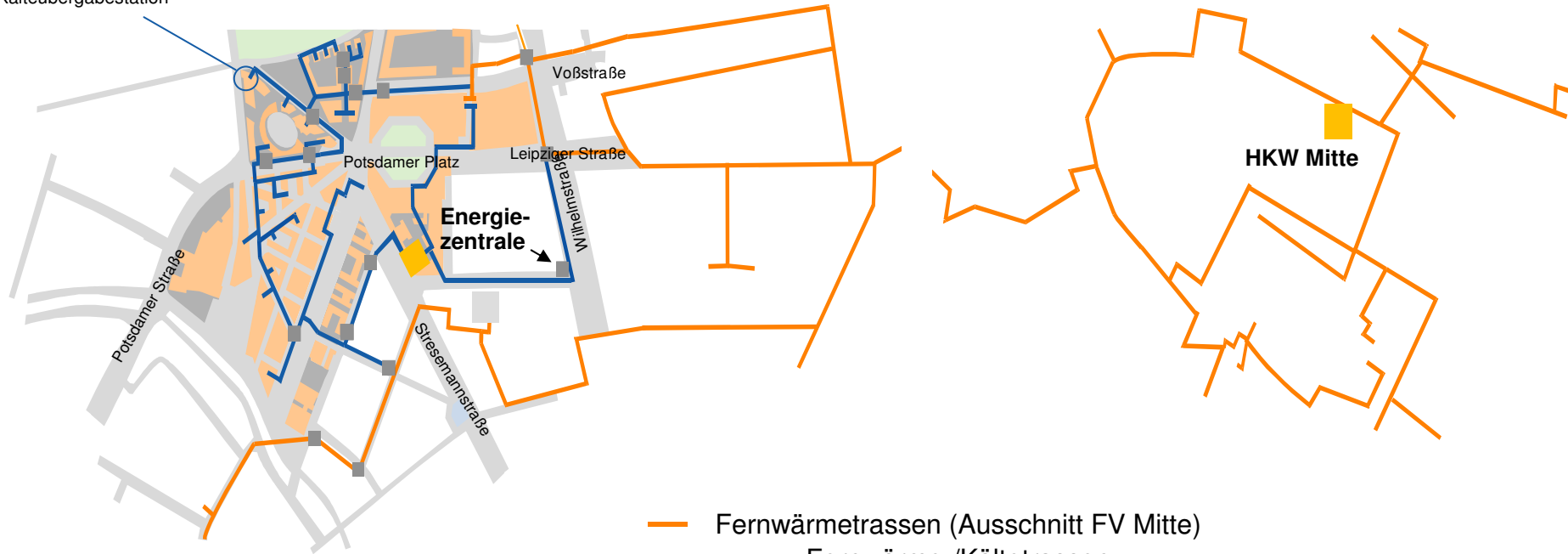


Ganzheitlicher Technologieansatz am Potsdamer Platz



Kälteübergabestation

← ca. 4 km



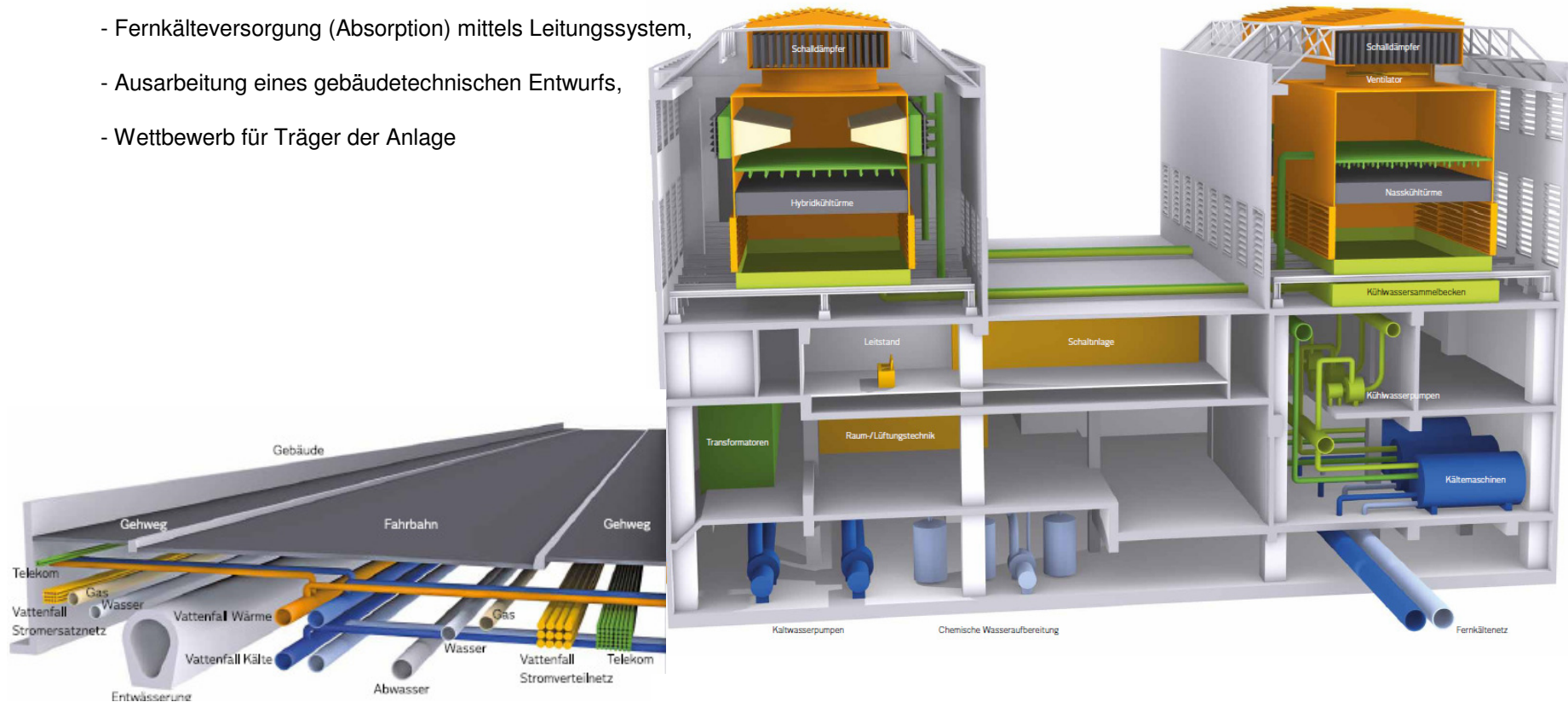
- Fernwärmetrassen (Ausschnitt FV Mitte)
- Fernwärme-/Kältetrassen
- Vattenfall Standort
- unterirdische Bauwerke

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.):

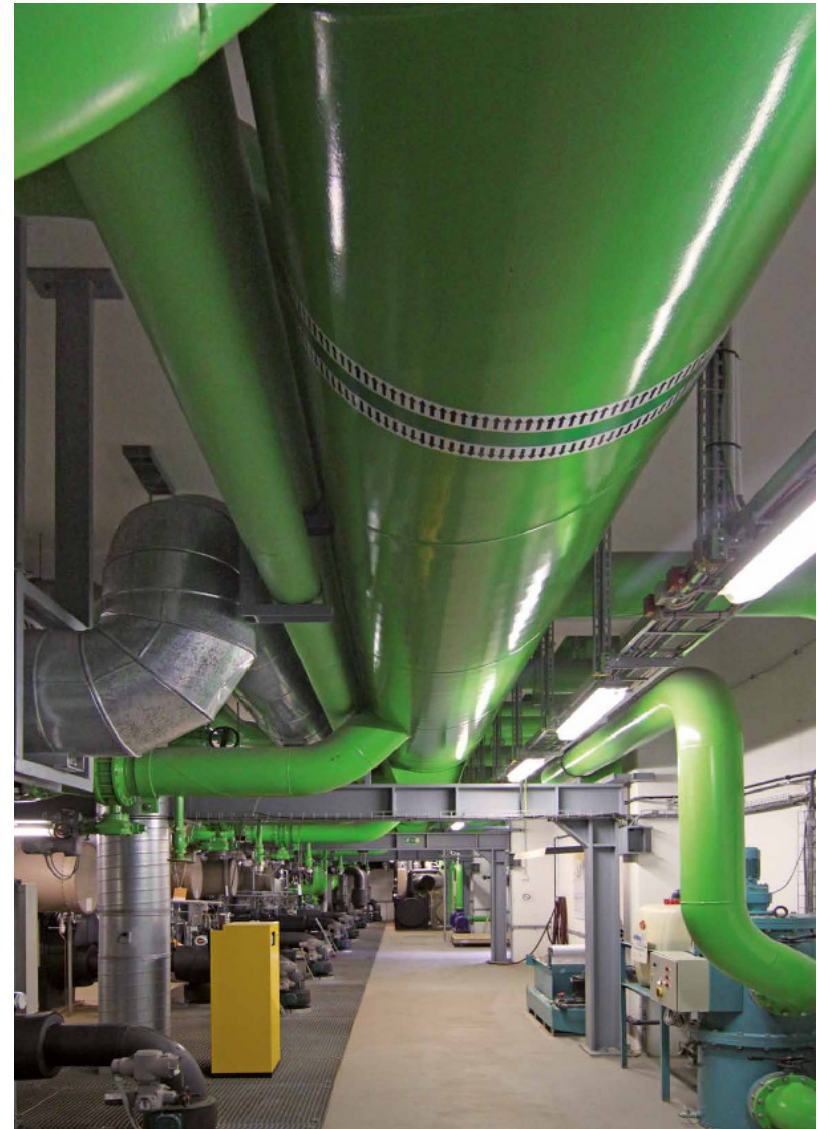
- Fernkälteversorgung (Absorption) mittels Leitungssystem,
- Ausarbeitung eines gebäudetechnischen Entwurfs,
- Wettbewerb für Träger der Anlage



Kältezentrale Potsdamer Platz

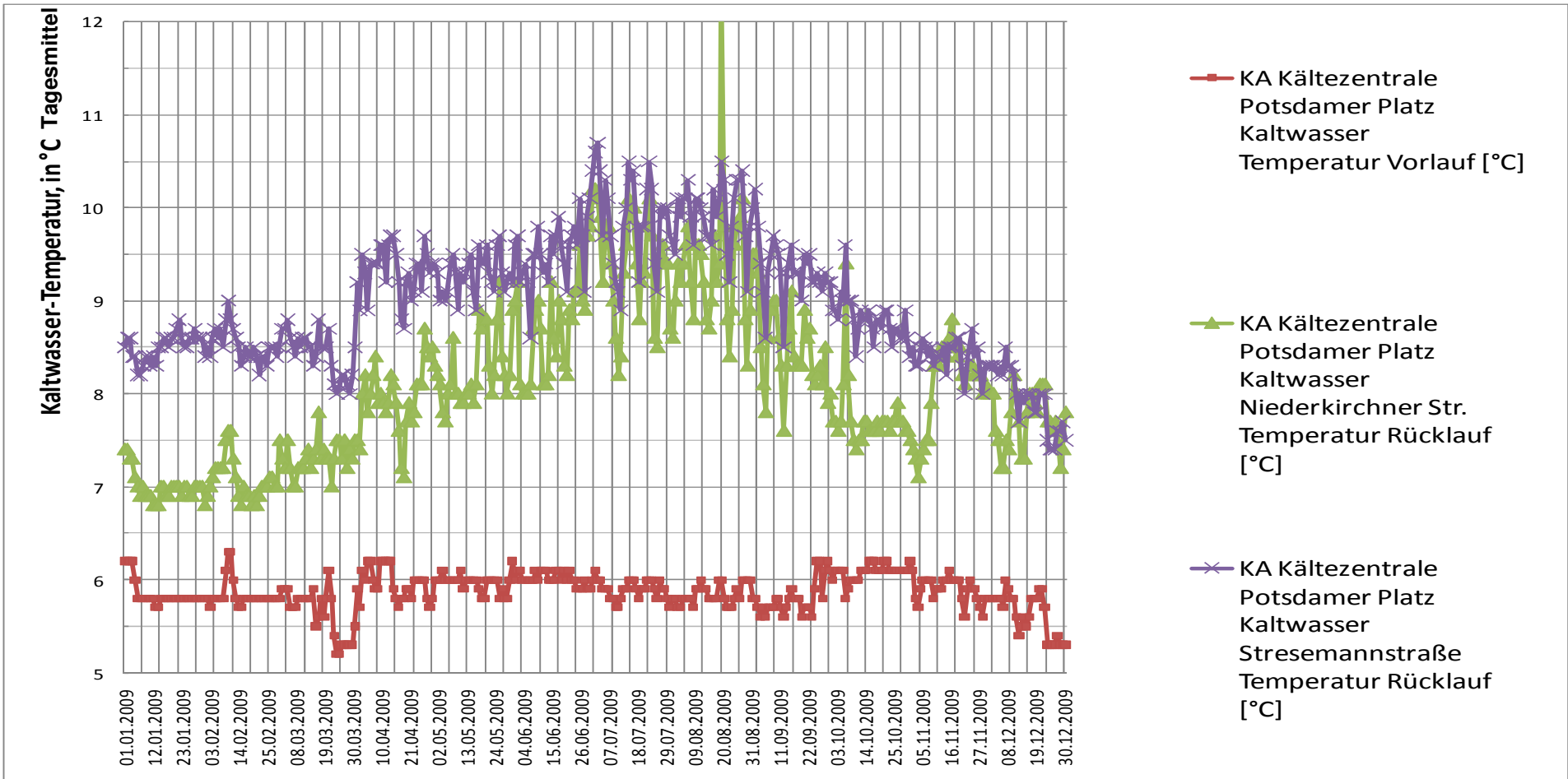
Gesamtkälteleistung 44 MW_K

- 4 Absorptionskältemaschinen, einstufig,
(je 3,2 MW_K / 2,5 MW_{Nenn})
- 5 Kompressionskältemaschinen mit Turboverdichter,
(je 4 MW_K)
- 3 Kompressionskältemaschinen mit Turboverdichter,
(je 3,75 MW_K)
- 1 Kompressionskältemaschine mit Schraubenverdichter,
mit 1,6 MW_K
- 4 Hybrid-Nasskühltürme,
(je 7,5 MW_{RK})
- 4 Nasskühltürme,
(je 8 MW_{RK})
- 3 Kaltwasserspitzenlastumwälzpumpen,
(je 2.650 m³/h, 12,5 bar)
- 2 Kaltwassergrundlastumwälzpumpen,
(je 960 m³/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:

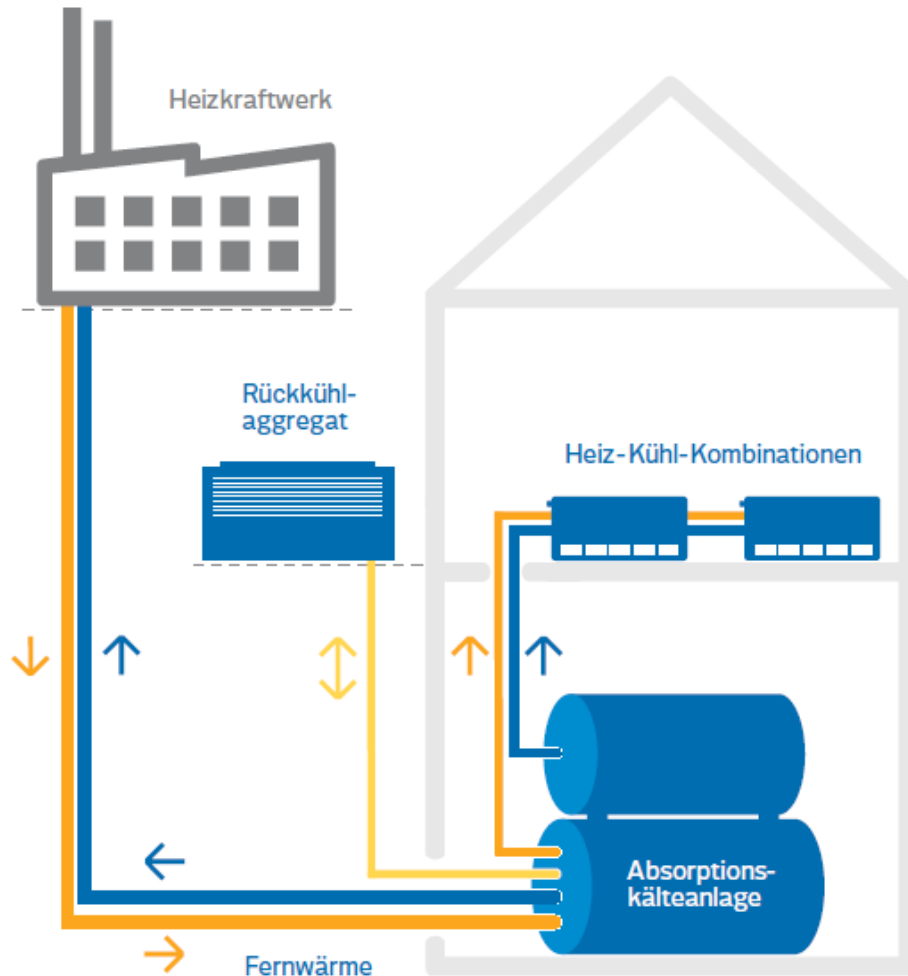
- Amsterdam
- Berlin
- Hamburg
- Uppsala

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:



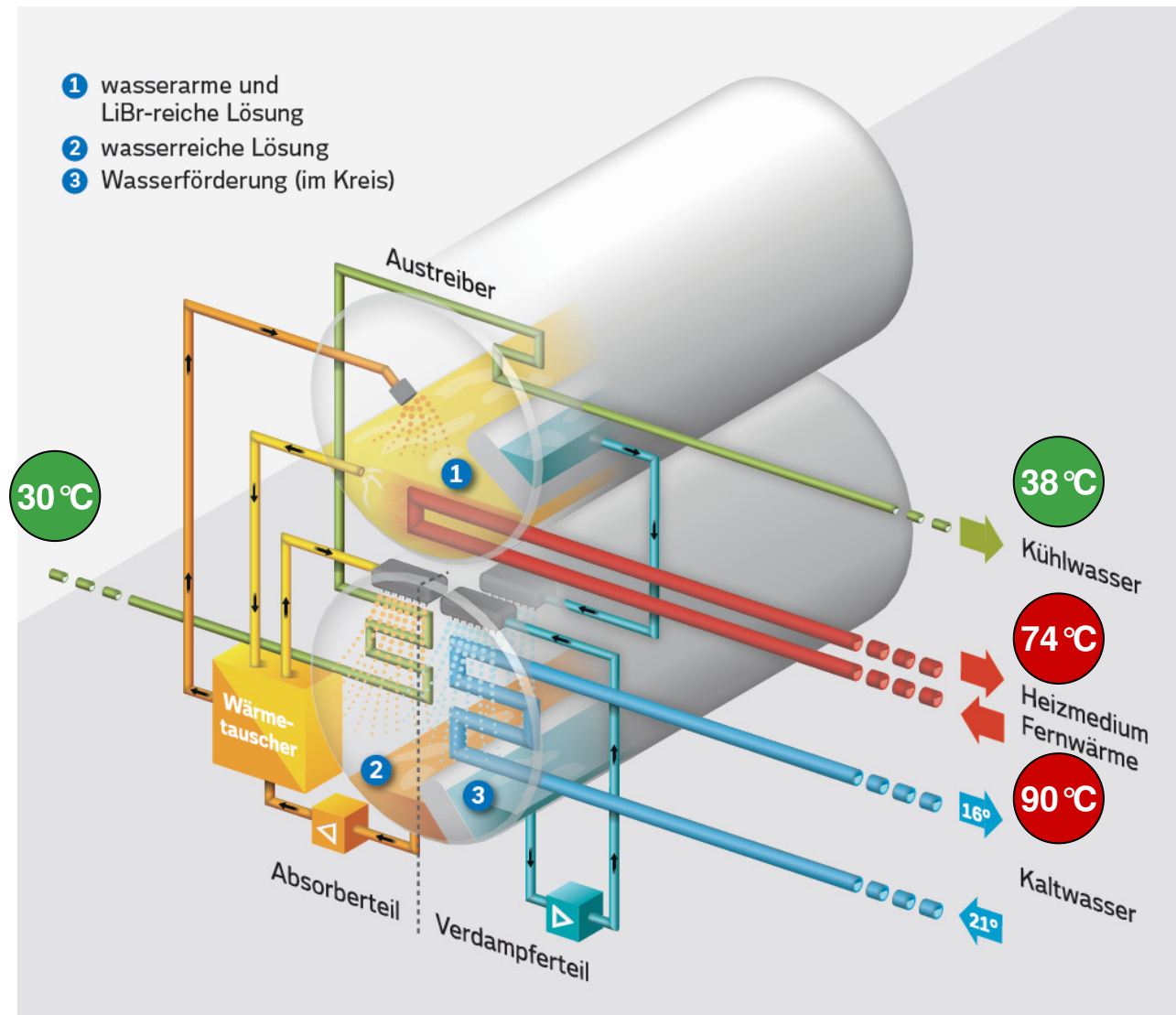
„EnEFF: Wärme – Absorptionskältetechnik für
Niedertemperaturantrieb
(Fernwärmebasierte Kühlung von Gebäuden)“

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_{Nenn}
Länge: 1,95 m
Breite: 0,86 m
Höhe 2,05 m

50 kW_{Nenn}
Länge: 1,75 m
Breite: 0,68 m
Höhe 1,59 m

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

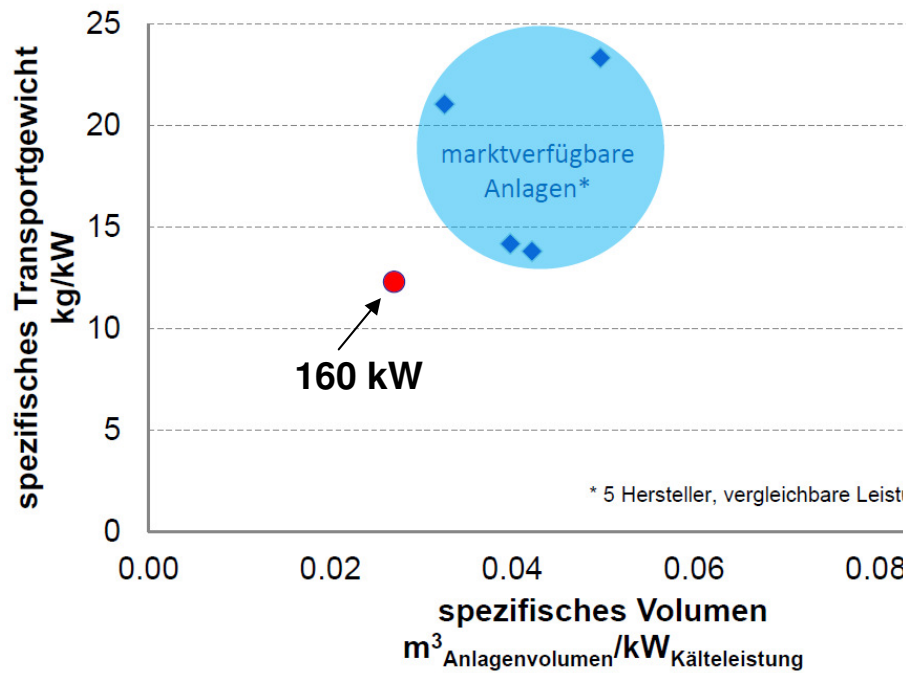
Hersteller:

BS Nova

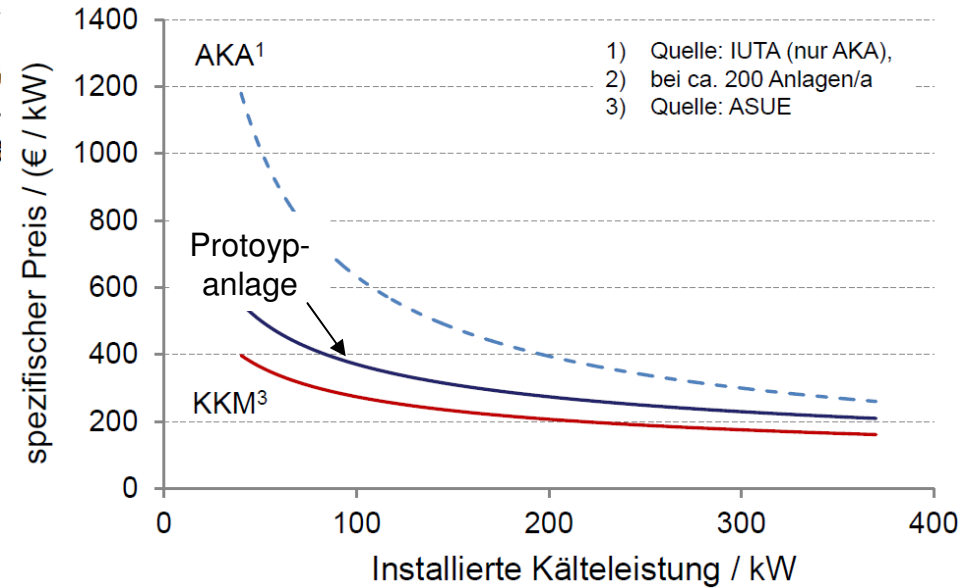
BS Nova Apparatebau GmbH
Eiserfelder Straße 70
D-57072 Siegen

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:

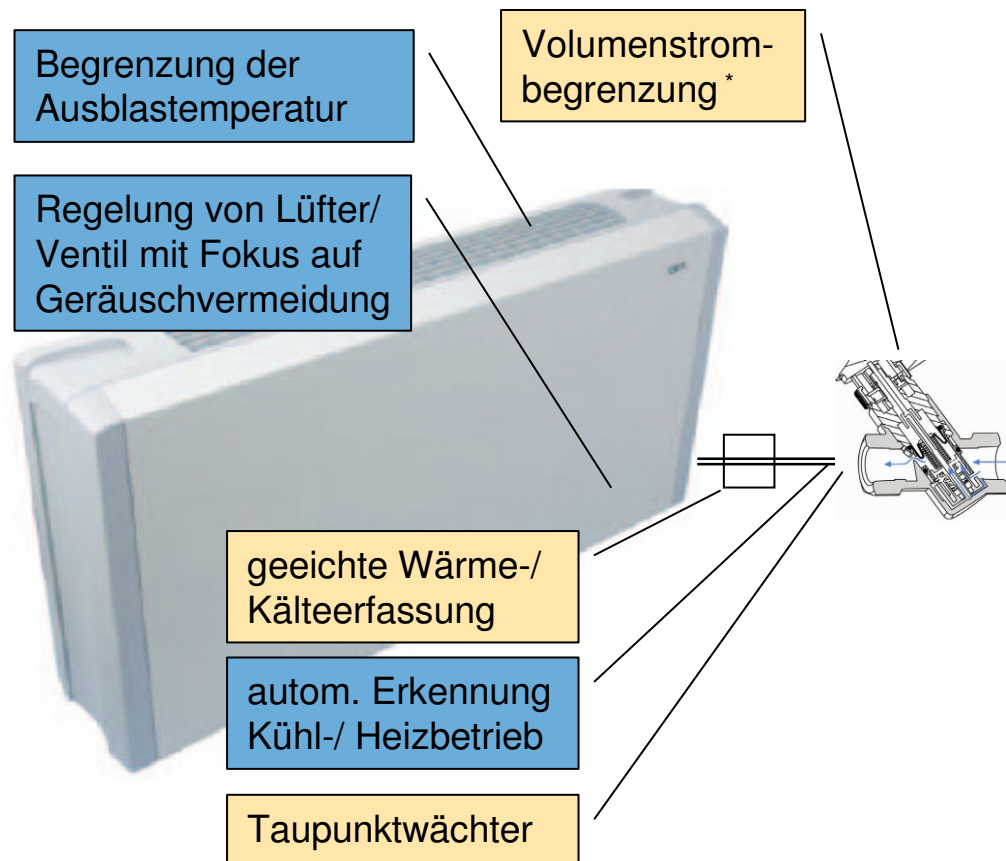
- Vermutlich **geringe Akzeptanz** beim Liegenschaftseigner für Kühldecken
- Unser Vorschlag: **Austausch** der vorhandenen Radiatoren **gegen Gebläsekonvektoren**

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

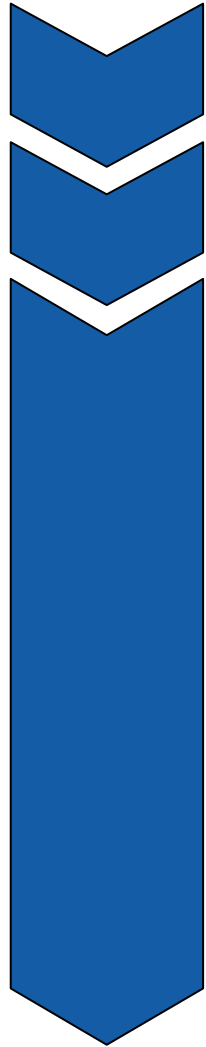


Optimales Betriebsverhalten der Gebläsekonvektoren

- 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

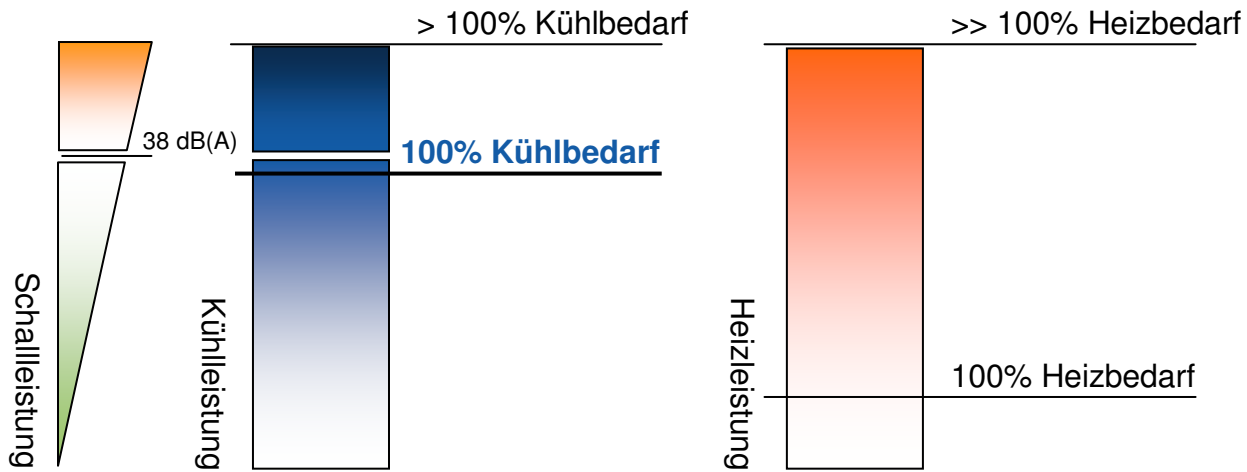
Technische Auslegung der Gebläsekonvektoren



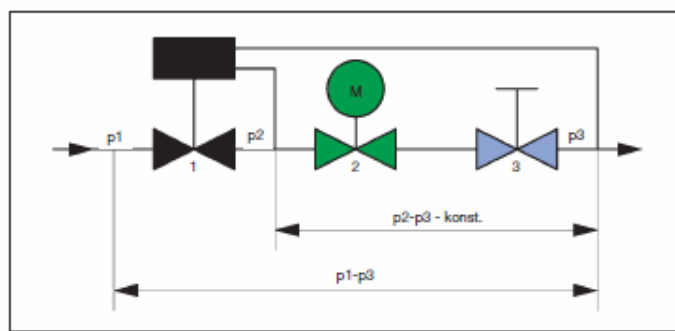
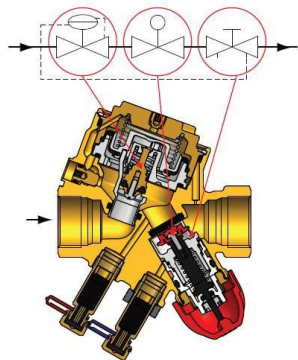
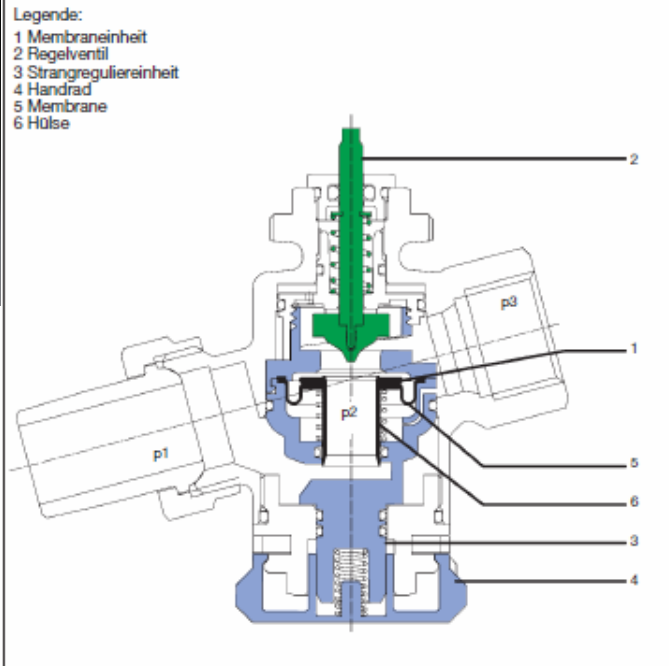
Kühllastberechnung nach VDI 2078

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