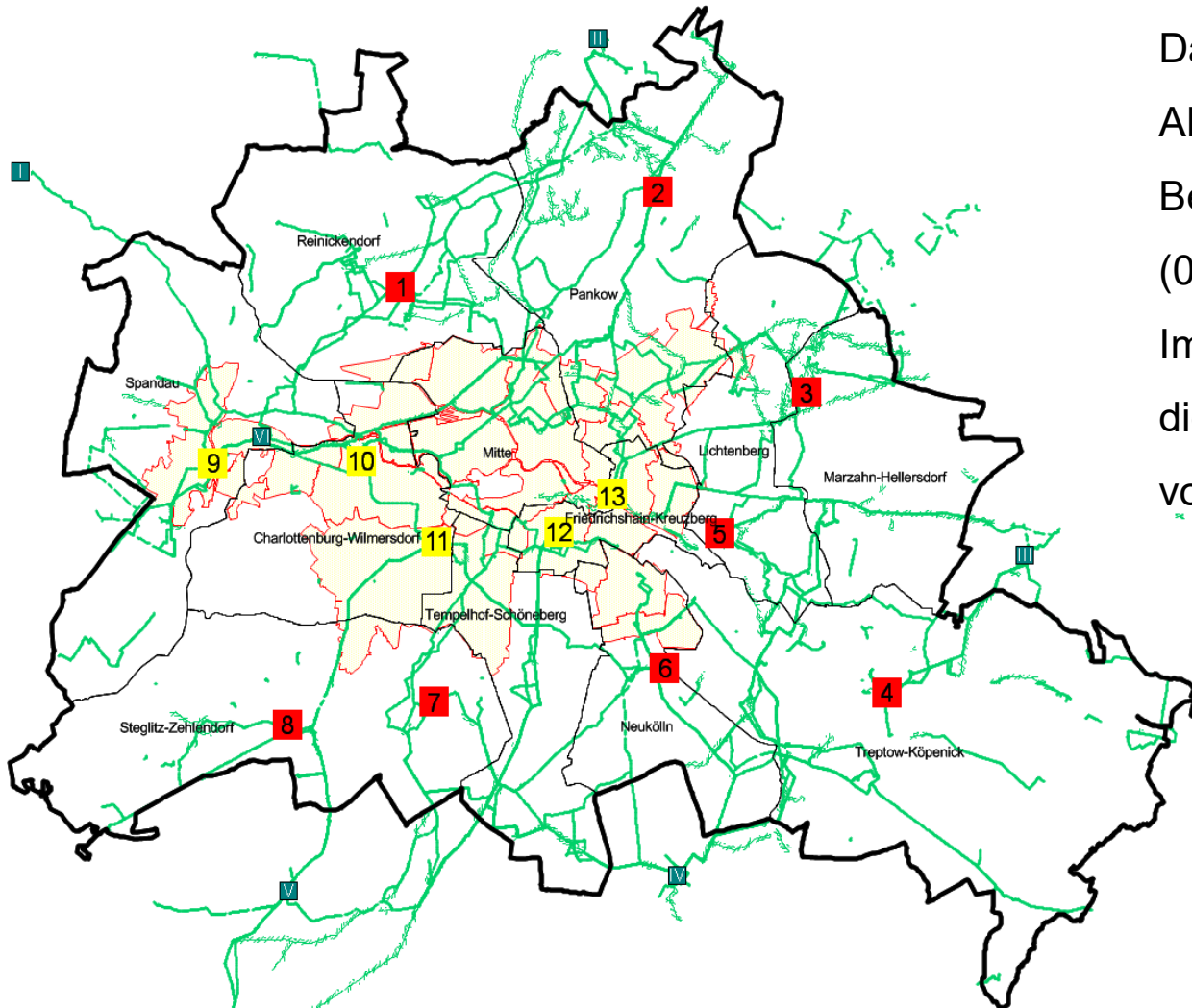


Abwasser als Wärmequelle für Wärmepumpen–  
Projekte und Erfahrungen der Berliner Wasserbetriebe

# Wärmerückgewinnung aus Abwasser

- Einführung
  - Berliner Wasserbetriebe
  - Systeme zur Gewinnung von Wärme aus Abwasser
  
- Projektbeispiele
  - IKEA
  - Schöneberg
  
- Abwasserwärmeatlas
  
- Fazit

# Einführung



Dargestellt ist das gesamte Abwasserdruckleitungsnetz Berlins mit Hauptpumpwerken (01 - 13) und Klärwerken (I - VI). Im rot umrandeten Bereich ist die Mischkanalisation vorherrschend.

Längen

Druckrohrnetz 1.173 km

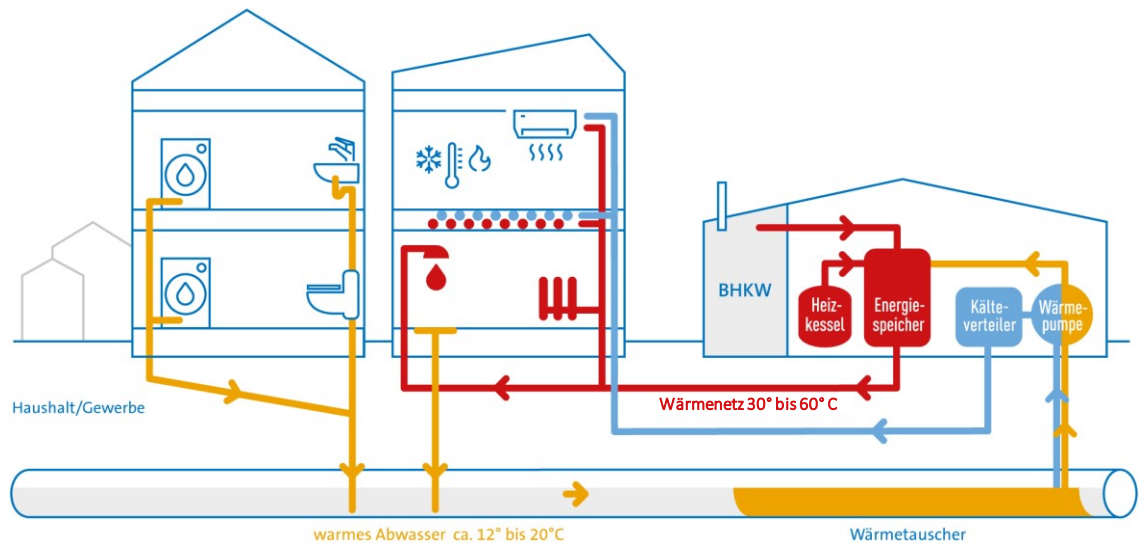
Kanäle 9.541 km

# Einführung

## und Randbedingungen



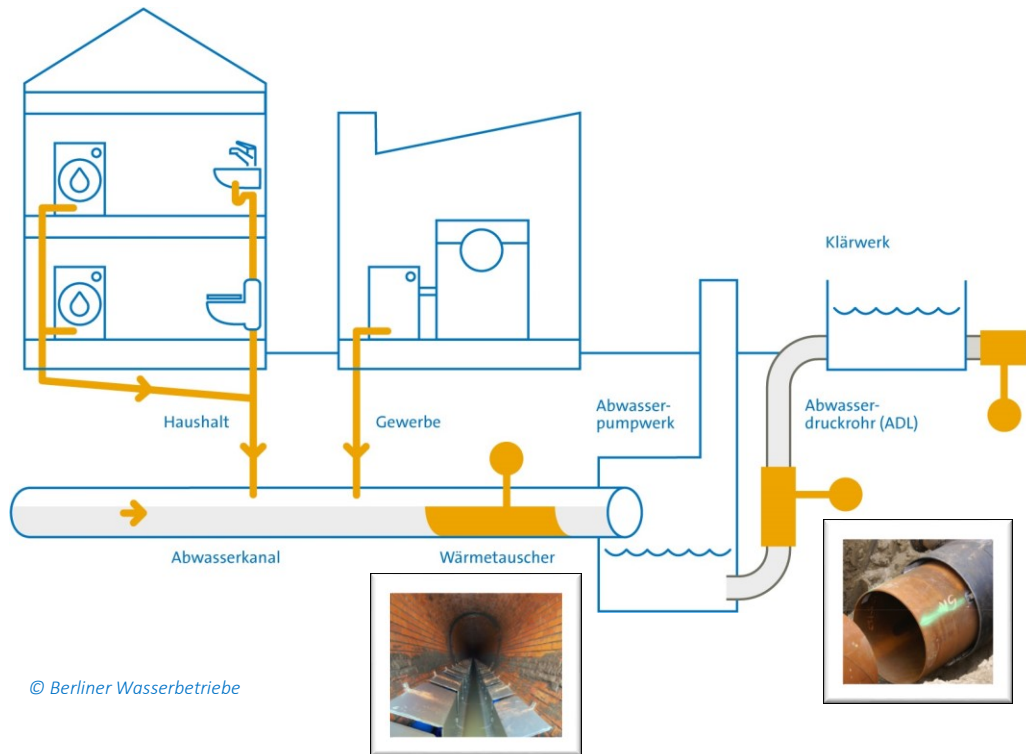
- **Abwassertemperatur**
  - Winter: ca. 12-15° C
  - Sommer: ca. 17-20° C
- **Anwendung**
  - Anhebung auf nutzbares Temperaturniveau (bis ca. 50° C) durch Wärmepumpe
  - klimafreundliches Heizen und Kühlen, Warmwasserbereitung
  - Low-Ex Nahwärmenetze
- **Randbedingungen Gebäude**
  - Heizsystem
    - Niedertemperaturheizsystem
    - bivalentes Heizsystem
    - ab ca. 150 kW Heizleistung
  - Entfernung zur Abwasserinfrastruktur bis ca. 150 m



© Berliner Wasserbetriebe

# Abwasserwärme

## Wärmenutzung im Abwassersystem



- Nutzungsorte

- hausintern
- **Kanalisation**
- **Abwasserdruckrohr**
- Klärwerksablauf

- Randbedingungen Abwasser

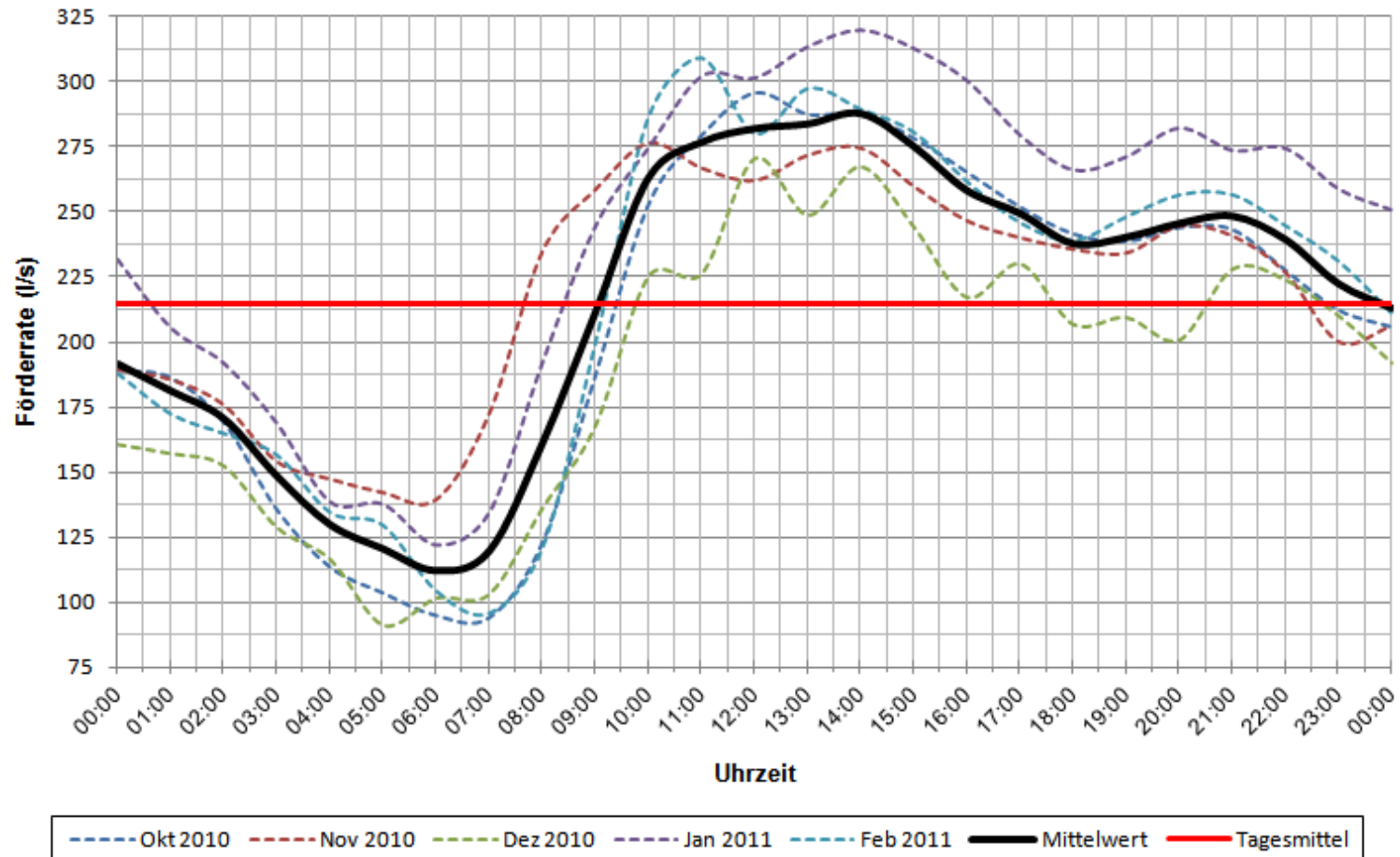
- kalorische Potenzialberechnung:

$$\dot{Q}_{WaA} = \rho \cdot c_p \cdot \bar{V}_{TW} \cdot \Delta T$$

- Abkühlung des Abwasser um max.  $\Delta T = 3 \text{ K}$
- $> 15 \text{ l/s}$  Trockenwetterabfluss ( $\bar{V}_{TW}$ )
- Nennweite Kanal  $> \text{DN}600$

# Einführung

## Betriebsregime - typische Tagesganglinie



# Projektbeispiele und Entzugsleistung

## Abwasserwerke:

- Oberflächenwasser-  
aufbereitungsanlage  
(OWA), (170 kW)
- Pumpwerk BLN XII  
(117 kW)

## Kanal:

- BMU  
(40 kW)
- Flexim Boxbergerstr.  
(225 kW)
- Schwimmbad  
(68 kW)

## Im Gebäude:

- Wohnhaus  
(8 kW)

## Druckrohr:

- IKEA  
(1.140 kW)
- EVM Dorotheastr.  
(350 kW)
- Baumarkt Yorckstr.  
(85 kW/400 kW)



# Beispiel IKEA

## Die Ausgangssituation:

- Neubau
- Druckrohrleitung DN 1000 (Stahl) vorhanden
- kürzeste Entfernung Druckrohr Heizzentrale ca. 150 m
- Aber: keine Referenzanlage vorhanden (!)





## Beispiel IKEA

### Die Idee:

- Integration eines Wärmeüberträgers in vorhandene Druckleitung

### Anforderungen:

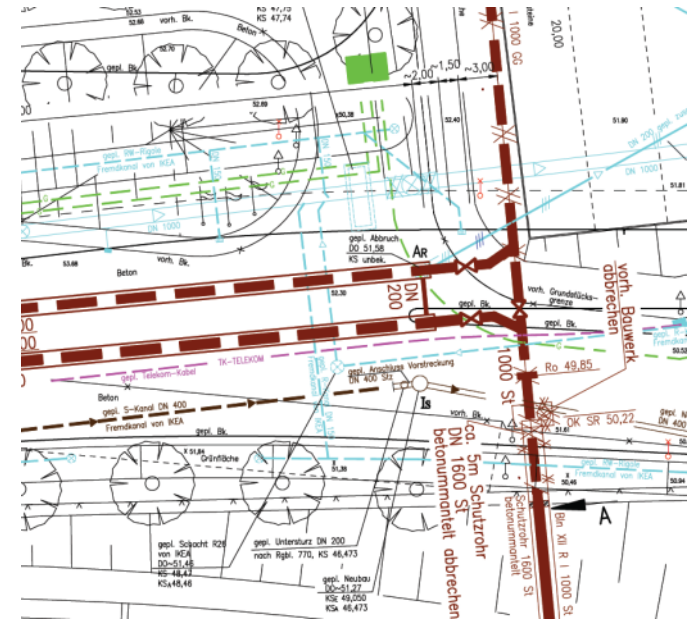
- keine hydraulische Beeinflussung des Abwasserstromes durch Reduzierungen, Einbauten etc.
- keine signifikanten Druckverluste
- (möglichst) permanenter Durchfluss
- langfristig wartungsfreier Betrieb

# Beispiel IKEA

## Die Lösung:

- Doppelmantel-Rohrwärmeüberträger als Bypass:

- Gesamtlänge: 204 m
- Fließgeschwindigkeit: 1 m/s
- Volumenstrom: 500-1.400 m<sup>3</sup>/h
- Kernrohr: DN 700, ohne ZM-Auskleidung
- Mantelrohr: DN 800, ohne ZM-Auskleidung, mit PE-Ummantelung
- Druckverlust durch Wärmetauscher: 0,023 bar



# Beispiel IKEA



Grafik: IKEA



## Beispiel IKEA



Doppelmantelrohrwärmetauscher



Schieber DN 700

## Beispiel IKEA



Endstück Wärmetauscher



Induktive Durchflussmengenmessung



## Beispiel IKEA



Anschluss Nahwärmetrasse



Nahwärmetrasse

## Beispiel IKEA

- Installierte Gesamtleistung: 2.496 kW
  - Wärmeleistung Elektro-Wärmepumpen: 1.476 kW
  - Gasbrenner für Spitzenlast: 2 x 510 kW
- Kälteleistung Wärmepumpen: 1.137 kW
  
- Primärenergieeinsparung: ca. 40 %
- Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen: ca. 120 t/a (BWB  
Abschätzung)

## Beispiel IKEA

Wärme aus Abwasser ergänzt durch:

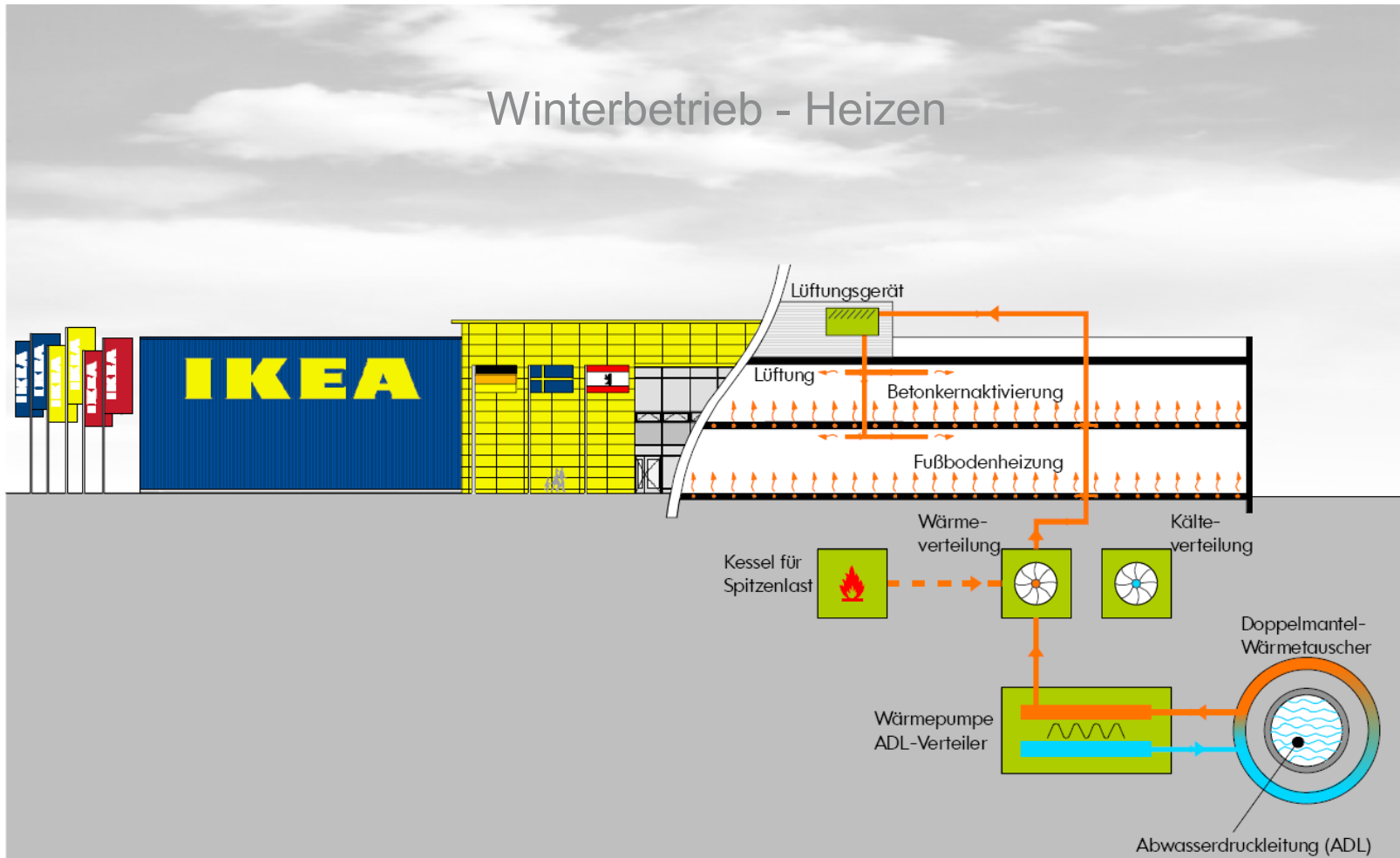
- Wärme-Pufferspeicher: 1.250 m<sup>3</sup> Sprinklertank als Pendelspeicher
- Fußbodenheizung, Betonkernaktivierung, Deckenstrahler
- Lüftungsanlagen mit Wärme- und Kälterückgewinnung
- Photovoltaik (4.000 m<sup>2</sup>/ 575 kWp)

Ökologisch und ökonomisch sinnvoll



# Beispiel IKEA

## Winterbetrieb - Heizen



Grafik: IKEA

## Beispiel IKEA

- Umfangreiches Monitoring inkl. Optimierung der Gesamtanlage im ersten Betriebsjahr, Betriebserfahrung 12/2010 bis 09/2012:
- Winterbetrieb:
  - Abwassertemperatur: jederzeit  $> 13^{\circ}\text{C}$
  - $\Delta T$  Wärmetauscher: deutlich  $< 2\text{ K}$
  - Leistungsbilanz der Wärmepumpe:  
COP: bis 7,5 / JAZ: 4,5
  - bislang kein Bedarf für Spitzenlastkessel
  - Optimierung der Regelung
  - Förderstopps während Nachtstunden unproblematisch



# Beispiel IKEA



Grafik: IKEA

## Beispiel IKEA

- Umfangreiches Monitoring inkl. Optimierung der Gesamtanlage im ersten Betriebsjahr, Betriebserfahrung 12/2010 bis 09/2011:
- Sommerbetrieb:
  - Abwassertemperatur: jederzeit  $< 21^{\circ}\text{C}$
  - $\Delta T$  Wärmetauscher: ca. 1 K
  - kein Bedarf für Pendelspeicher
  - kein Bedarf für Kühlung durch Lüftung (Regelungsgröße  $\text{CO}_2$ -Konzentration)
  - Förderstopps während Nachtstunden unproblematisch
  - 100 % Kühlleistung über Wärmepumpe (keine Redunda





## Weitere Beispiele

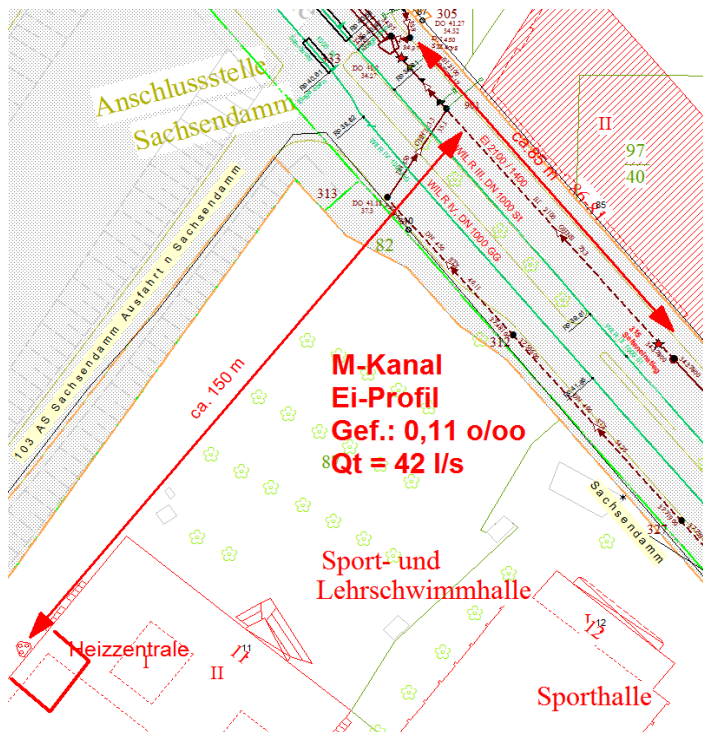
### » Schwimm- und Schulsporthalle Schöneberg

- Wärmebedarf: 1.039 MWh / a
  - Wärmeerzeuger aktuell: 2 Gasbrenner mit je 1.750 kW
  - Wärmeangebot Kanal: >150 kW
  - Temperaturdifferenz Abwasser: 2 K max.
  - Heizleistung der Gasabsorptions WP: 4 x 42 kW
  - Primärenergieaufnahme Gasabsorptions WP: 4 x 25 kW
  
- Inbetriebnahme: Oktober 2012
- Gesamtinvestitionskosten: ca. 520.000 €

Förderung durch UEP II und EFRE-Mittel

# Weitere Beispiele

## » Schwimm- und Schulsporthalle Schöneberg



Verbraucher für 168 kW Anschlussleistung:

- Beckenwasser: 77 kW
  - Warmwasserbereitung: 53 kW
  - Fußbodenheizung: 37 kW
- 
- Ziel CO<sub>2</sub>-Reduzierung: 90 t/a
  - Gasabsorptionswärmepumpe
  - erreichte Leistungszahl: 1,6

# Projektentwicklung heute

» Vier Schritte zum Erfolg

## 1. Anfrage

- Standort, Entfernung zum Kanal oder ADL, Abschnittslänge, Durchmesser, Wärmepotential (Durchflussrate), Entfernung zum nächsten Wärmeüberträger...
- Rückmeldung an Kunden, ob Standort generell für WaA geeignet ist

## 2. Datenermittlung und Auswertung

- ADL Grundlagenbericht (Pumpwerksdatenauswertung letzten 3 Monate und geplante Baumaßnahmen)
- Durchflussmessung im Kanal, Prüfung Hydraulik im M-Kanal, Zustandsanalyse

## 3. Verträge

- Wärmebereitstellungsvertrag (BWB)
- Bauvertrag (BWB)

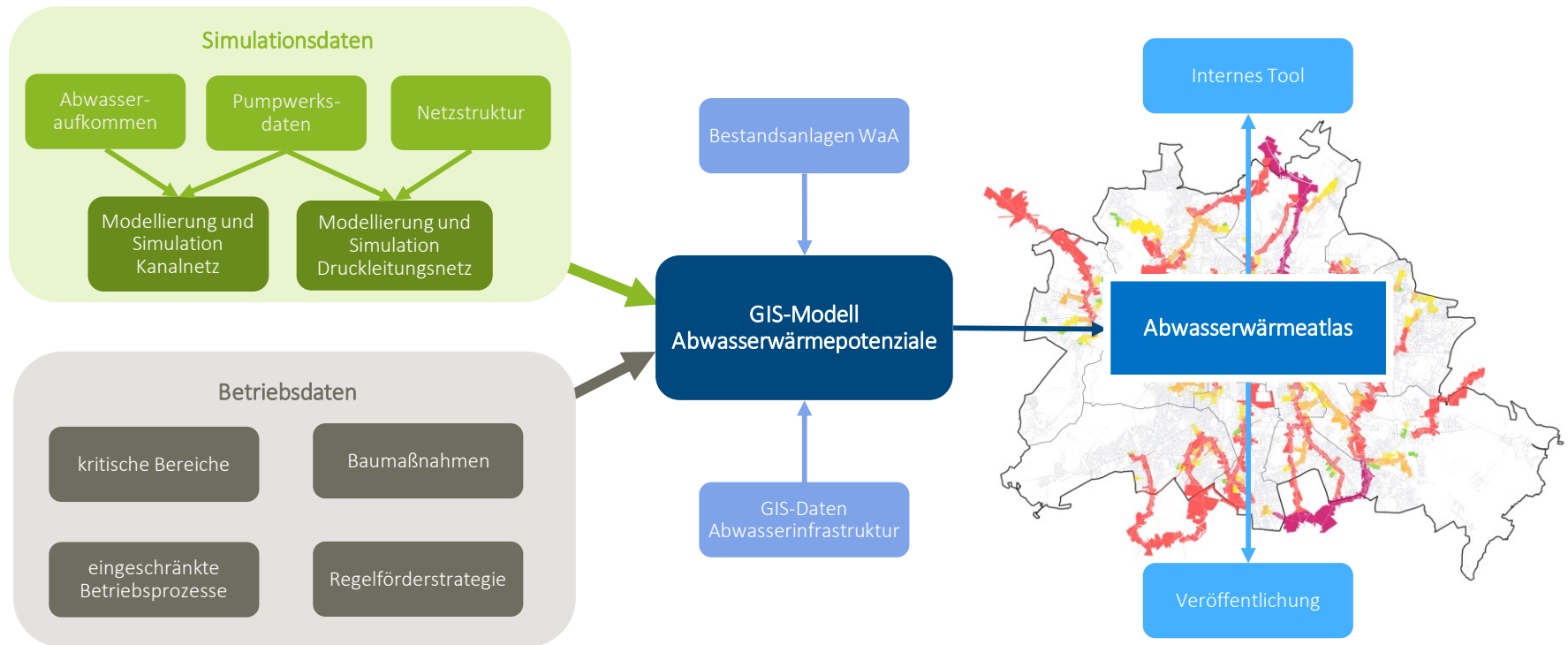
## 4. Wärmelieferung

- Wärmeliefervertrag (Dienstleister) oder Eigenbetrieb

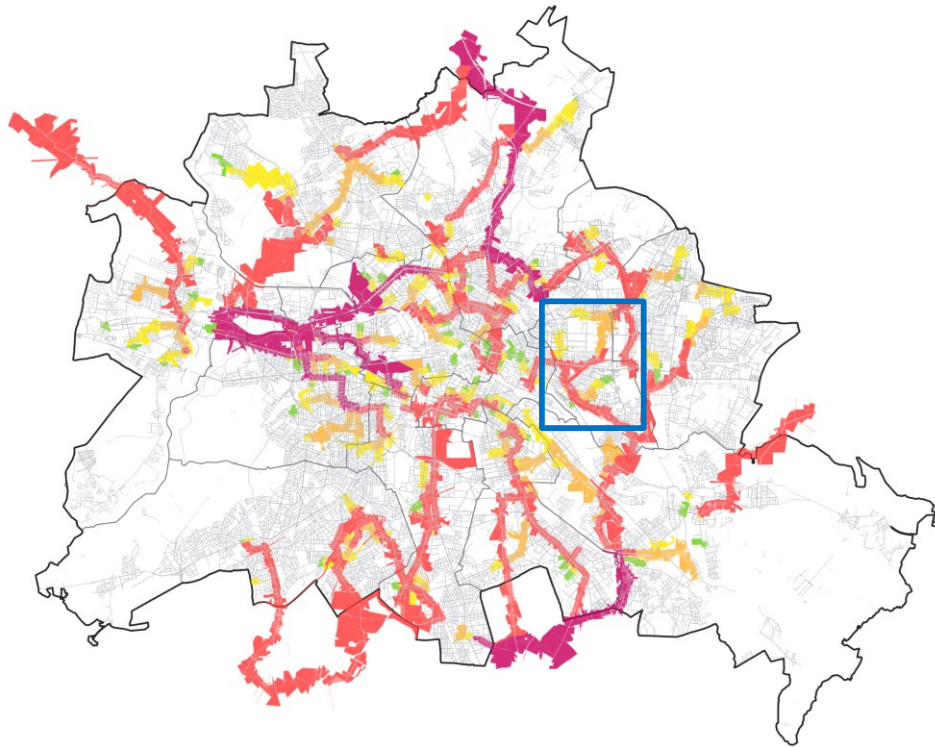


# Abwasserwärmeatlas

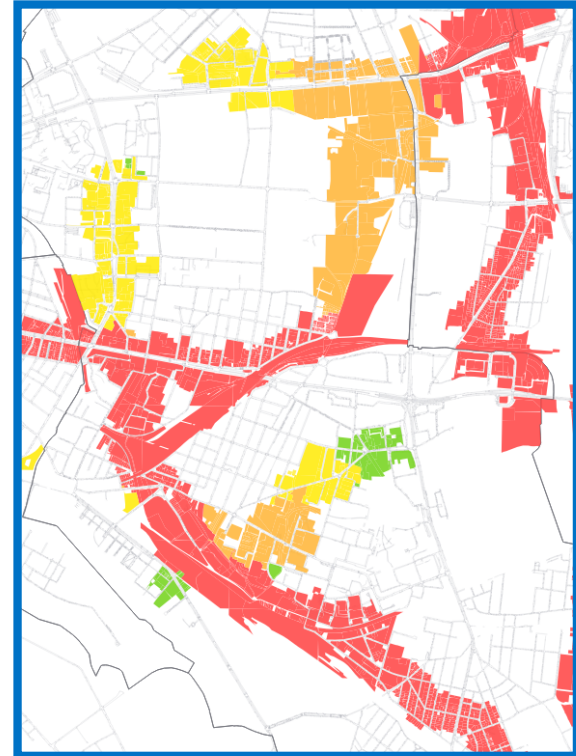
## Datengrundlage und Modellbildung



# Abwasserwärmeatlas



150-250 kW    250-500 kW    500-1000 kW    1000-5000 kW    5000-25.000 kW



## Fazit

- In der Praxis liegen Wärmebedarf und Angebot meist weit auseinander
- Ganzheitliche Projektbetrachtung notwendig
- Genaue Kenntnis über langfristigen Wärmebedarf und Wärmeangebot
- Positiv auf die Gesamtwirtschaftlichkeit wirken
  - hohe Betriebsstundenzahl (z.B. Heizung und Kühlung kombinieren)
  - niedrige Vorlauftemperaturen (z.B. Flächenheizung, mehrstufige Erwärmung)
  - kurze Leitungswege
  - optimierter Anlagenbetrieb

## Fazit

- Deutliche Senkung des Primärenergiebedarfs ist möglich und damit
  - Senkung der CO<sub>2</sub>-Emission
  - Senkung der Betriebskosten
- Projektplanung ist am Tiefbau zu orientieren
- In Berlin werden weitere Projekte geprüft und umgesetzt

Vielen Dank für Ihr Interesse

Fragen?

# Ansprechpartner

Hakan Kurc

Abwasserentsorgung AE-T/A

Projektleiter Wärme aus Abwasser

Neue Jüdenstraße , 10179 Berlin

Tel.: 030/ 8644-68653

Email: [Hakan.Kurc@bwb.de](mailto:Hakan.Kurc@bwb.de)