

*Fachveranstaltung „Wärmenutzung aus Abwasser“
12. November 2013, München*

Die Praxis der Abwasserwärmenutzung der Berliner Wasserbetriebe und modellhafte Beispiele

Wärmerückgewinnung aus Abwasser

- Einführung
 - Berliner Wasserbetriebe

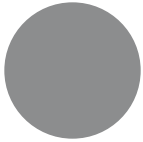
- Beispiele
 - IKEA
 - Schwimmhalle
 - Betriebsgebäude

- Projektentwicklung

- Fazit

Berliner Stadtgebiet umfasst 900 km²

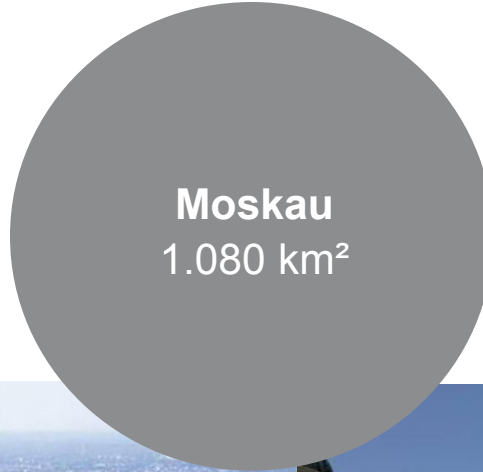
Paris
(Stadt)
105 km²



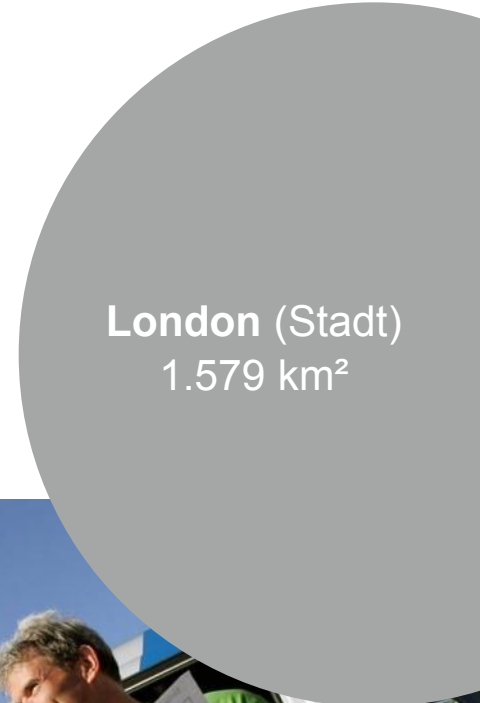
Berlin
ca. 900 km²



Moskau
1.080 km²



London (Stadt)
1.579 km²



Einführung



Einführung

Kanäle

4.294 km Abwasserkanäle
 1.915 km Mischkanäle
 3.264 km Regenkanäle
 68 km Sonderkanäle

9.541 km insgesamt

Pumpwerke

13 Hauptpumpwerke
 52 Anschlusspumpwerke
 62 Überpumpwerke
 19 Regenpumpwerke
 4 Sonderpumpwerke

150 insgesamt

Druckleitungen

1.173 km

Klärwerke

(Zulauf in Tm³ /Tag)

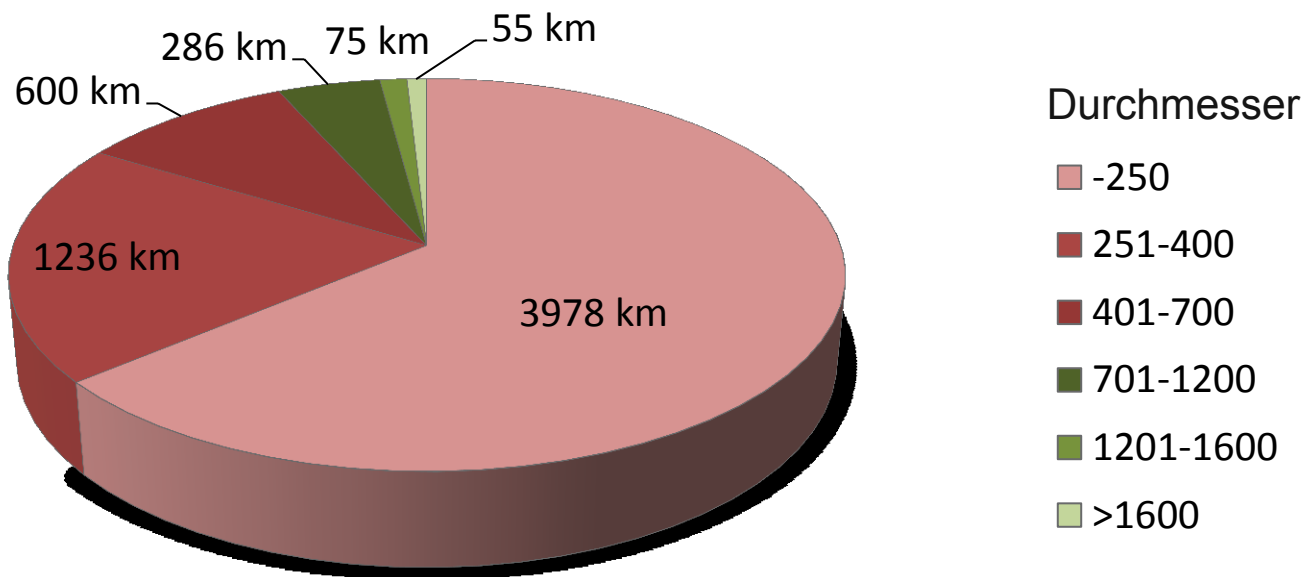
Ruhleben	247,5
Waßmannsdorf	200,0
Schönerlinde	105,0
Münchehofe	42,5
Stahnsdorf	47,0
Wansdorf	40,0

Insgesamt 682,0



Einführung

- etwa 7 % des Berliner Schmutz- und Mischwasserkanalnetzes sind größer DN 700, dies entspricht ca. 416 km



Einführung

Kanäle

4.294 km Abwasserkanäle
 1.915 km Mischkanäle
 3.264 km Regenkanäle
 68 km Sonderkanäle

9.541 km insgesamt

Pumpwerke

13 Hauptpumpwerke
 52 Anschlusspumpwerke
 62 Überpumpwerke
 19 Regenpumpwerke
 4 Sonderpumpwerke

150 insgesamt

Druckleitungen

1.173 km

Klärwerke

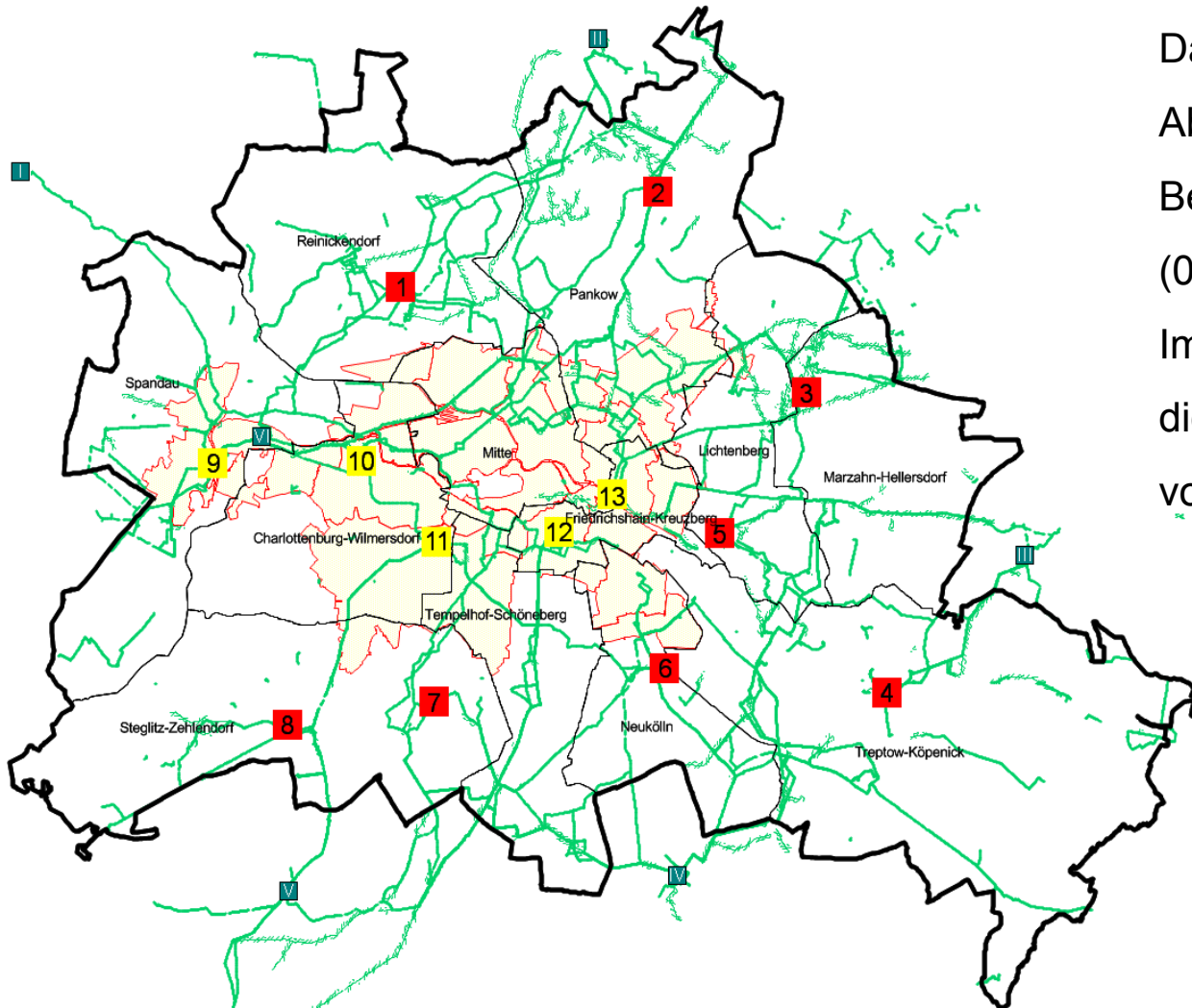
(Zulauf in Tm³ /Tag)

Ruhleben	247,5
Waßmannsdorf	200,0
Schönerlinde	105,0
Münchehofe	42,5
Stahnsdorf	47,0
Wansdorf	40,0

Insgesamt 682,0



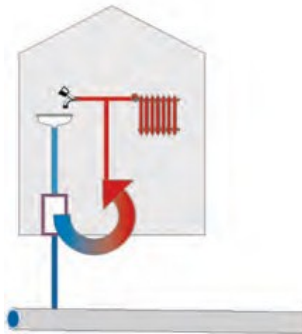
Einführung



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

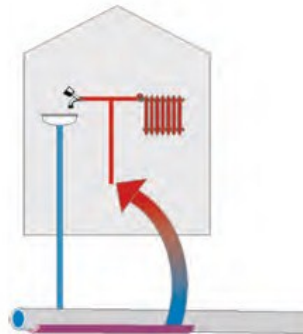
Einführung

- Mögliche Standorte der Wärmegewinnung (DWA M 114)



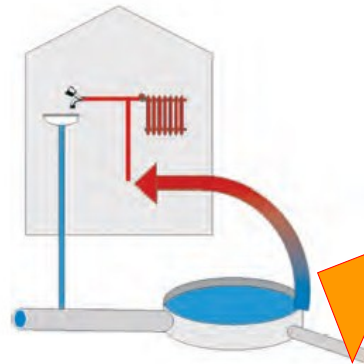
**Rückgewinnung
im Gebäude**

max. Temperatur
niedriger Volumenstrom



**Rückgewinnung im
Entwässerungssystem**

mittlere Temperatur
mittlerer Volumenstrom



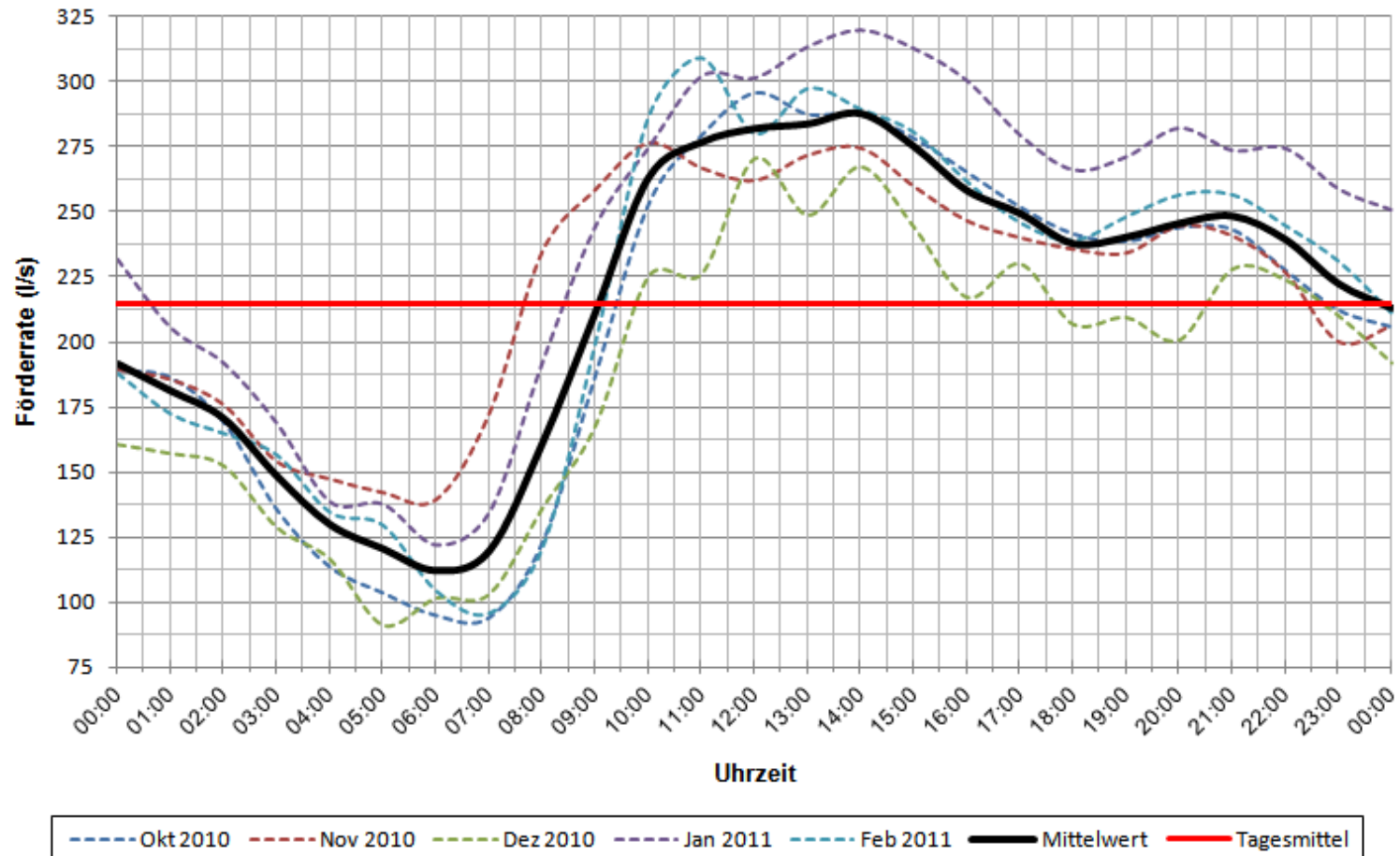
**Rückgewinnung
in der Kläranlage
(gereinigtes Abwasser)**

niedrige Temperatur
max. Volumenstrom

max. Wärmepotenzial

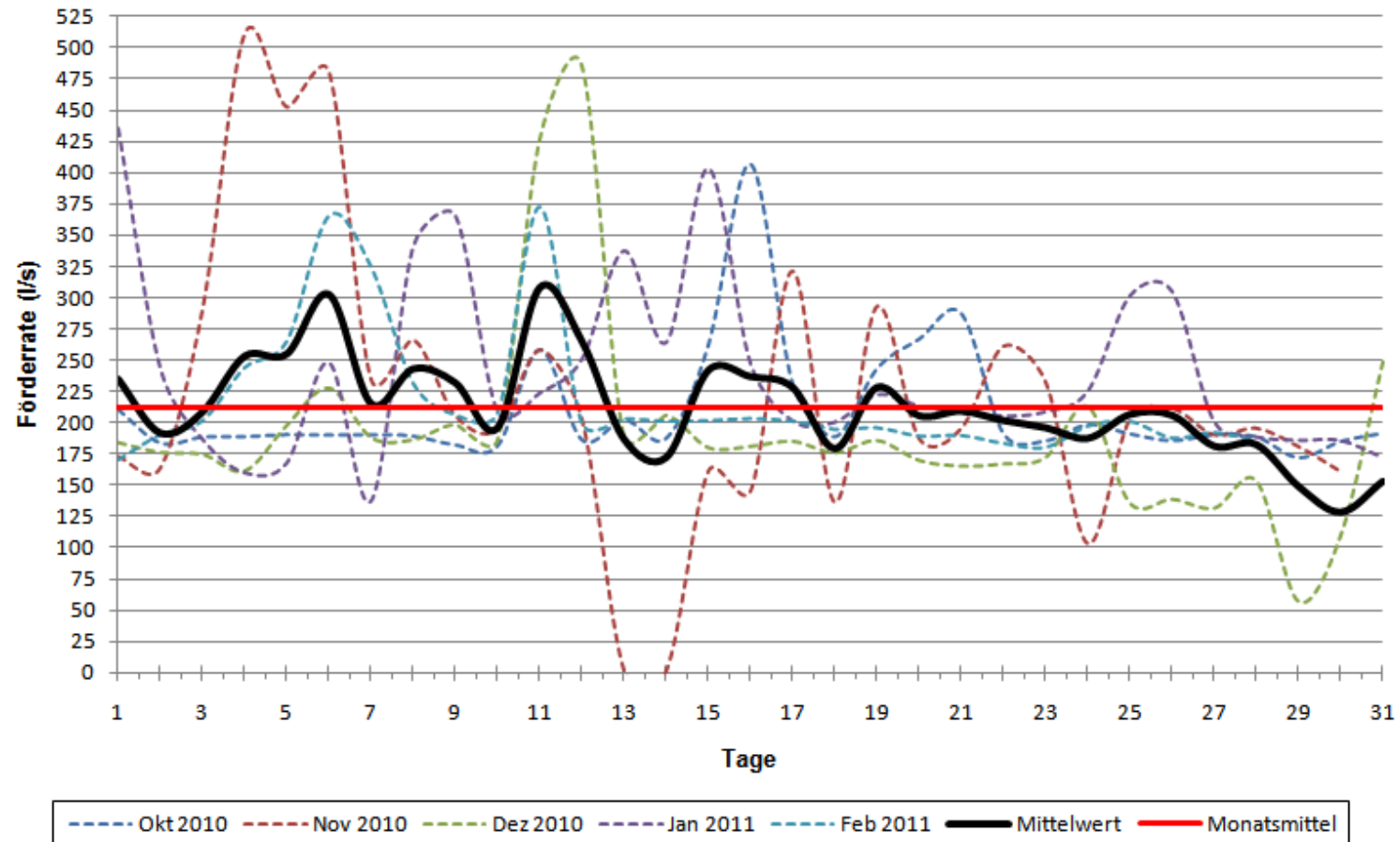
Einführung

Betriebsregime - typische Tagesganglinie



Einführung

Betriebsregime - Monatsganglinie



Projektbeispiele und Anschlussleistung

Abwasserwerke:

- Oberflächenwasser-
aufbereitungsanlage
(OWA), (240 kW)

Kanal:

- BMU
(50 kW)
- Schule
(20 kW)
- Schwimmbad
(167 kW)



Im Gebäude:

- Wohnhaus
(8 kW)

Druckrohr:

- IKEA
(1.500 kW)
- Pumpwerk BLN XII
(160 kW)
- Baumarkt
(160 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 Wärmetauschers in vorhandene Druckleitung

Anforderungen:

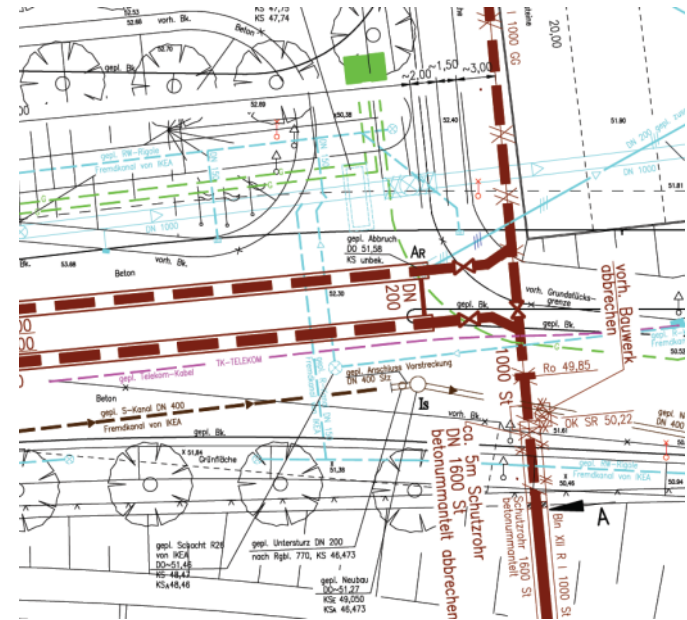
- keine hydraulische Beeinflussung des Abwasserstromes durch Reduzierungen, Einbauten etc.
- keine signifikanten Druckverluste
- permanenter Durchfluss
- langfristig wartungsfreier Betrieb

Beispiel IKEA

Die Lösung:

- Doppelmantel-Rohrwärmetauscher als Bypass:

- Gesamtlänge: 204 m
- Fließgeschwindigkeit: 1 m/s
- Volumenstrom: 500-1.400 m³/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 CO₂-Emissionen: bis zu 770 t/a

Beispiel IKEA

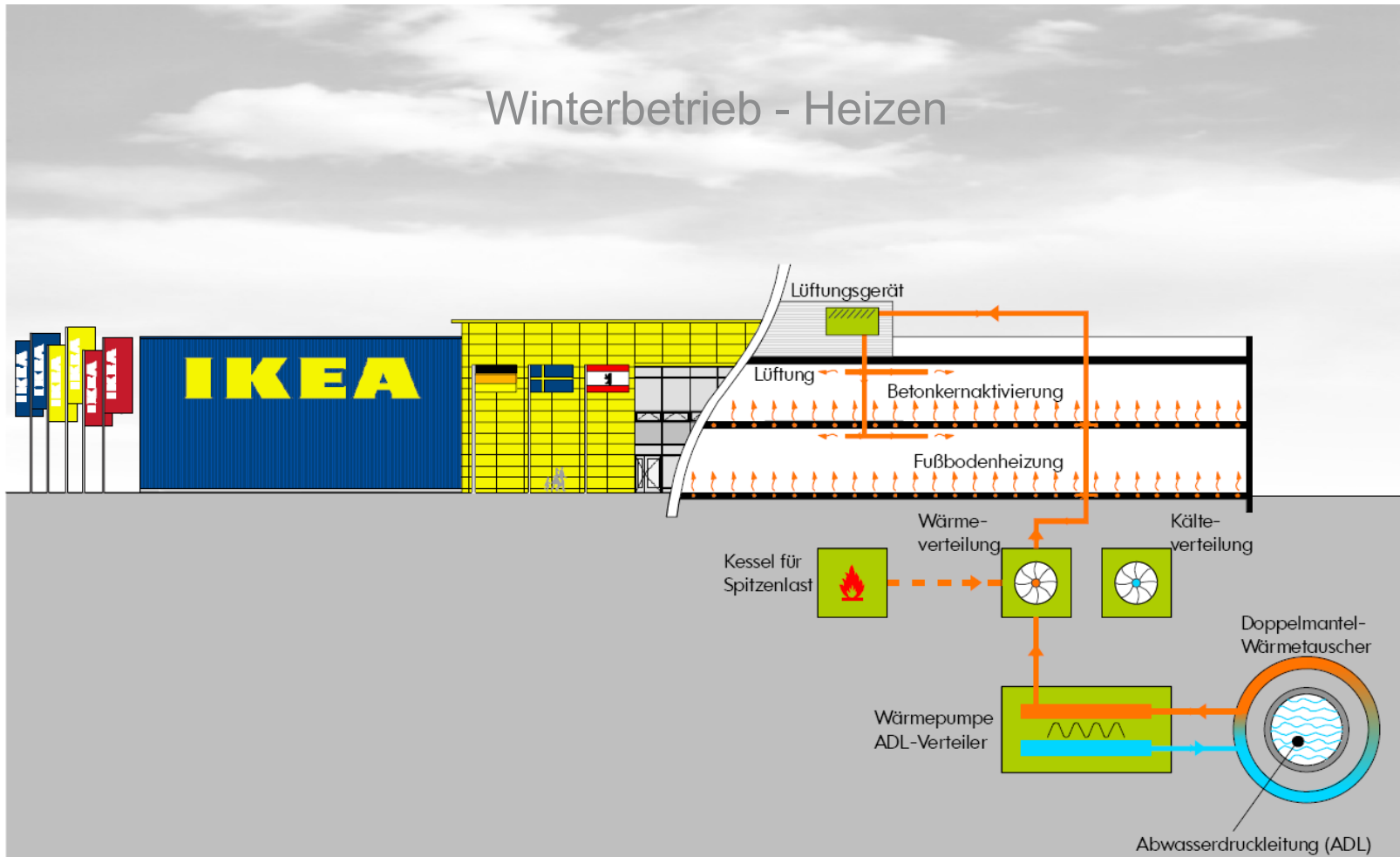
Wärme aus Abwasser ergänzt durch:

- Wärme-Pufferspeicher: 1.250 m³ Sprinklertank als Pendelspeicher
- Fußbodenheizung, Betonkernaktivierung, Deckenstrahler
- Lüftungsanlagen mit Wärme- und Kälterückgewinnung
- Photovoltaik (4.000 m²/ 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 $> 13^{\circ}\text{C}$
 - ΔT Wärmetauscher: deutlich $< 2\text{ K}$
 - Leistungsbilanz der Wärmepumpe:
COP: bis 7,5 (!) / JAZ: 4,5 nachgewiesen
 - kein Bedarf für Spitzenlastkessel
 - Optimierung der Regelung war notwendig
 - Förderstopps während Nachtstunden unproblematisch



Beispiel IKEA



Grafik: IKEA

Beispiel IKEA

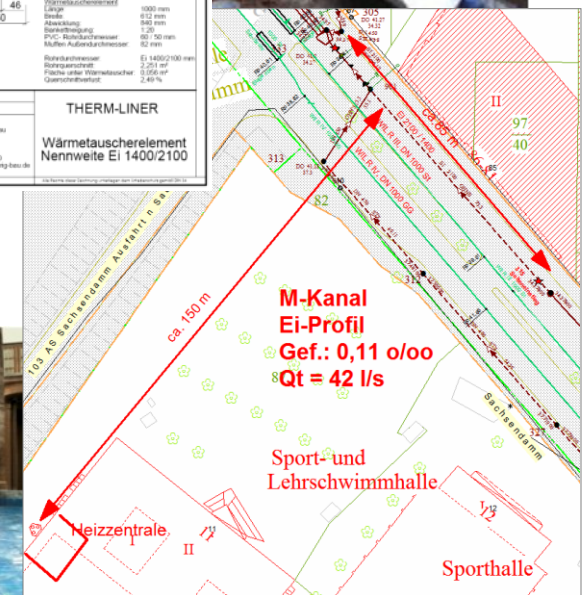
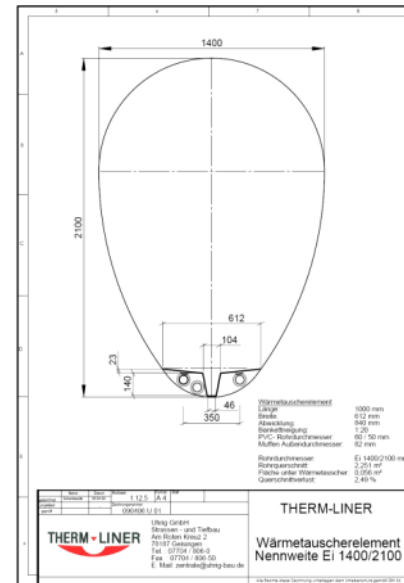
- Umfangreiches Monitoring inkl. Optimierung der Gesamtanlage im ersten Betriebsjahr, Betriebserfahrung 12/2010 bis 09/2011:
- Sommerbetrieb:
 - Abwassertemperatur: jederzeit $< 21^{\circ}\text{C}$
 - ΔT Wärmetauscher: ca. 1 K
 - kein Bedarf für Pendelspeicher
 - kein Bedarf für Kühlung durch Lüftung (Regelungsgröße CO_2 -Konzentration)
 - Förderstopps während Nachtstunden unproblematisch
 - 100 % Kühlleistung über Wärmepumpe (keine Redundanz)



Beispiel Schwimmhalle

Beheizung von Fußbodenheizung, Becken- und Duschwasser der Sport- und Lehrschwimmhalle Berlin-Schöneberg:

- Machbarkeitsstudie durch BWB
- Mischwasserkanal Profil Ei 1400/2100
- Anbindung/ Umbau vorhandener Anlage
- Entfernung Kanal Nutzer ca. 150m (Parkplatz)
- Begleitforschung zur Optimierung des Wärmetauschers im Kanal geplant



Beispiel Schwimmhalle

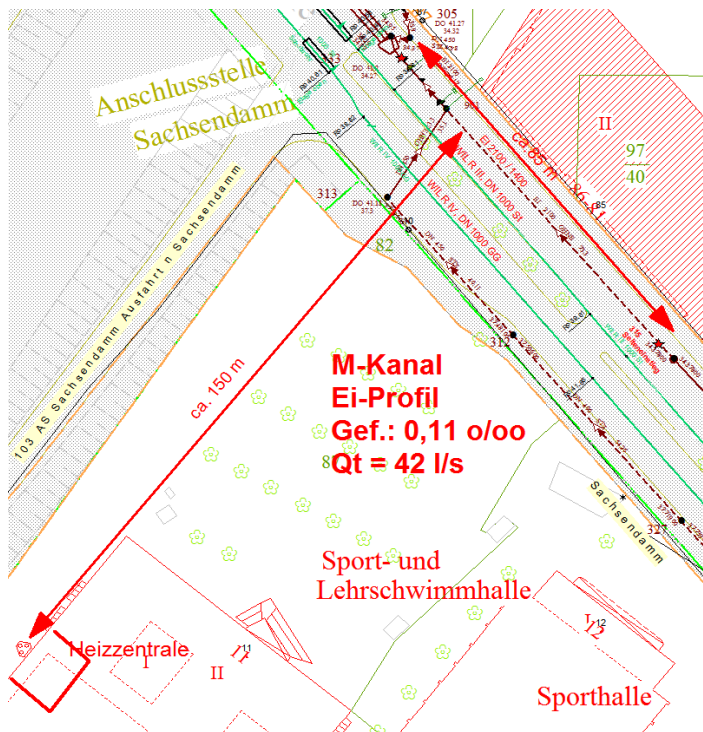
- Wärmebedarf: 1.039 MWh / a
 - Wärmeerzeuger alt: 2 Gasbrenner mit je 1.750 kW
 - Wärmeangebot Kanal: >150 kW
 - Temperaturdifferenz Abwasser: 2 K max.
 - Heizleistung der Gasabsorptions WP: 4 x 42 kW
 - Arbeitszahl (gemessen) Gasabsorptions WP: 1,5 kW

- Inbetriebnahme: Oktober 2012
- Gesamtinvestitionskosten: ca. 520.000 €

Förderung durch UEPII und EFRE-Mittel

Beispiel Schwimmhalle

» Schwimm- und Schulsporthalle Schöneberg



Verbraucher für 168 kW Anschlussleistung:

- Beckenwasser: 77 kW
 - Warmwasserbereitung: 53 kW
 - Fußbodenheizung: 37 kW
-
- Ziel CO₂-Reduzierung: 90 t/a
 - Gasabsorptionswärmepumpe

Beispiel Betriebsgebäude

» Neubau Betriebsgebäude und Fahrzeughalle

- System:
 - Mantelrohrwärmetauscher DN 300/350
 - Wärmepumpen und Gaskesselanlage
- Wärmeleistung WP / Gaskessel 26 / 48 kW
- Wärmetauscher „begehbar“ im Pumpwerk montiert
- Primärenergieeinsparung: ca. 28 %
- Senkung CO₂-Emission: ca. 30 %



Förderung durch Investitionsbank des Landes Brandenburg

Projektentwicklung

- Anfrage durch Dritten
- Grundsätzliche Standortprüfung
 - Druckrohr / Kanal
 - Betriebsregime / Volumenstrom
- Machbarkeitsstudie (in Anlehnung an Leistungsphasen 0 bis 2 HOAI)
 - Druckrohr: Betriebsregime (>3 Monate)
 - Kanal: Durchflussmengenmessung (>3 Wochen)
 - bautechnische Zustandsbewertung
- Planungsauftrag
- Ausschreibung / Vergabe / Bau

Projektentwicklung

Am besten gleich zu Anfang klären...

- Wer zahlt was?
 - Fremd- oder Eigenfinanzierung (Leistungsgrenzen)
 - Fördermittel?

- Bauzeiten?
 - ...wir müssen vor Weihnachten eröffnen!

- Was wird vereinbart?
 - Wärme-Contracting, Bereitstellung, Gestattung, Betreibermodell...

- Ist das jetzt noch „hoheitlich“?
 - Gründung BgA
 - Ausgliederung

Fazit

- In der Praxis liegen Wärmebedarf und Angebot meist weit auseinander
- Ganzheitliche Projektbetrachtung notwendig
- Genaue Kenntnis über 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 CO₂-Emission
 - Senkung der Betriebskosten
- Projektplanung ist am Tiefbau zu orientieren
- Potenzialstudie für Abwasserdruckrohr- und Kanalwärmeangebot ist sinnvoll
- In Berlin werden weitere Projekte geprüft und umgesetzt

Vielen Dank für Ihr Interesse

Fragen?

Ansprechpartner

Alexander Schitkowsky

Instandhaltung, Leiter Industriedienstleistungen

Neue Jüdenstraße , 10179 Berlin

Tel.: 030/ 747 57 158

Fax: 030/ 747 57 169

Email: Alexander.Schitkowsky@bwb.de