

Vortrag HTW_13. September 2013

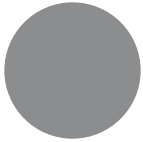
Abwasser als Wärmequelle – Innovative Projekte und Erfahrungen aus Berlin

Wärmerückgewinnung aus Abwasser

- Einführung
 - Berliner Wasserbetriebe
 - Systeme zur Gewinnung von Wärme aus Abwasser
- Beispiel IKEA
- Weitere Beispiele
 - Schöneberg
 - Betriebsgebäude
 - Hochhaus
- Fazit

Berliner Stadtgebiet umfasst 900 km²

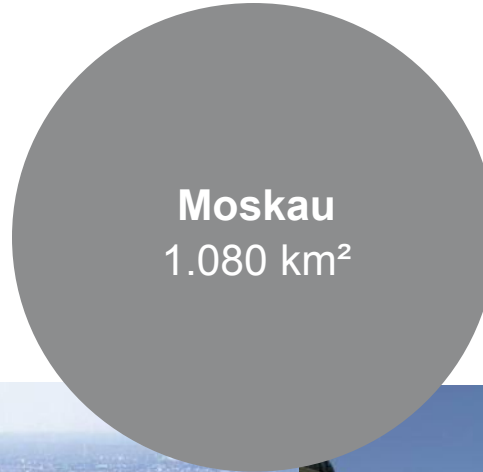
Paris
(Stadt)
105 km²



Berlin
ca. 900 km²



Moskau
1.080 km²



London (Stadt)
1.579 km²



Einführung



Das Berliner
Stadtgebiet ist
ca. 900 km² groß

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

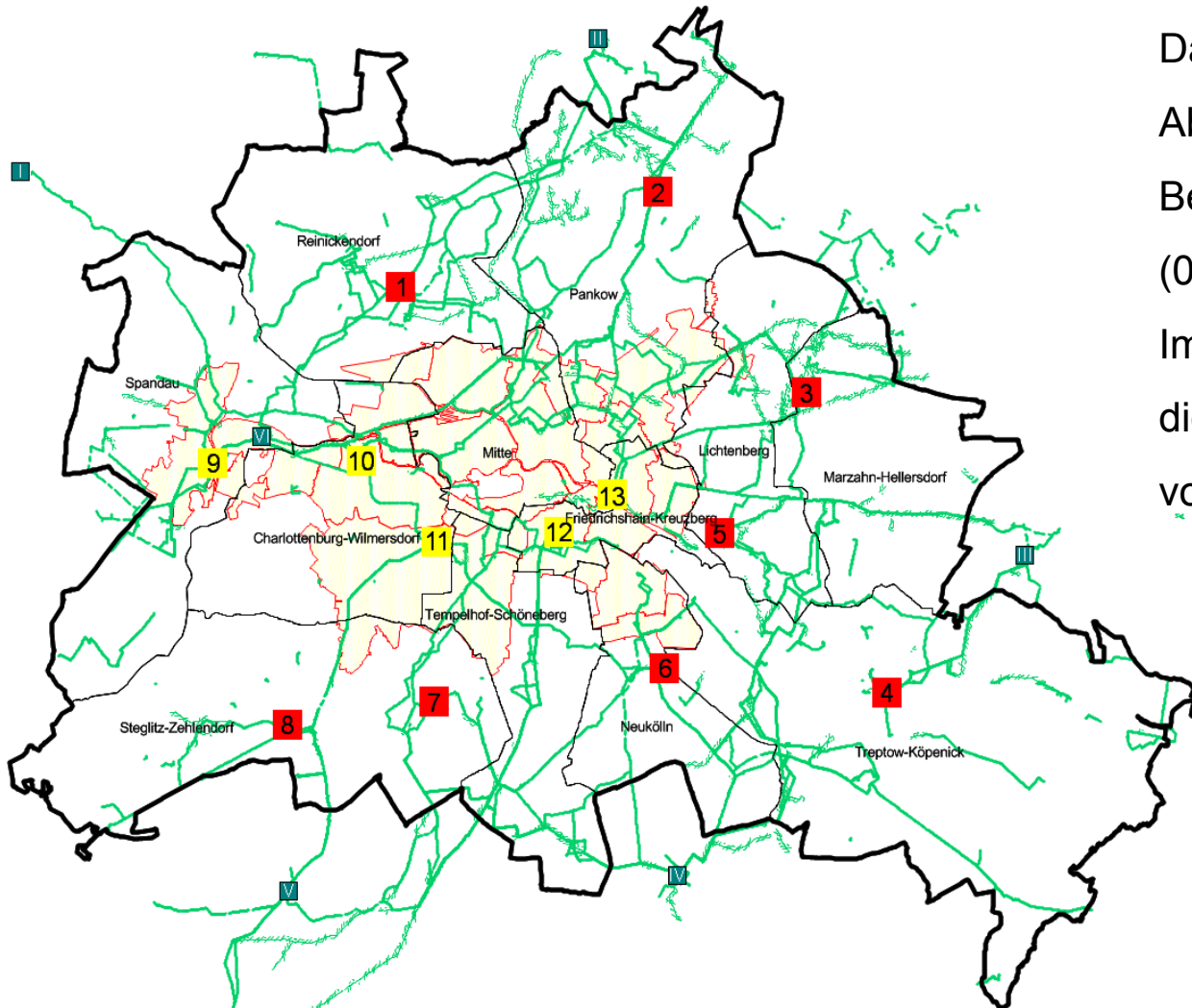
(Zulauf in Tm³ /Tag)

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

Insgesamt 682,0



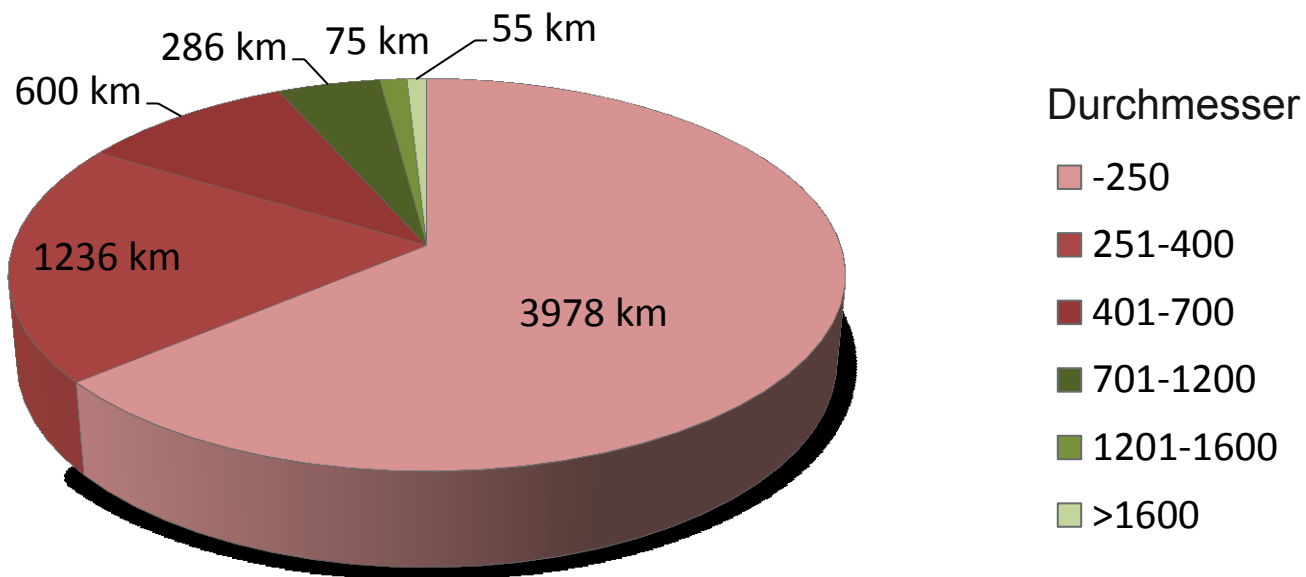
Einführung



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

Einführung

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

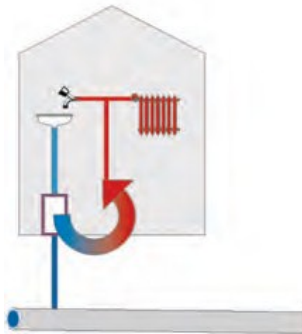


Einführung

- Weil es von den „Produzenten“ erwärmt wurde, hat Abwasser ein höheres mittleres Temperaturniveau als seine Umgebung.
- Die Rückgewinnung dieses Wärmepotenzials ist umwelttechnisch sinnvoll und kann bereits heute wirtschaftlich interessant sein.
- Abwasserdruckrohre (und auch Abwasserkanäle) können als Niedertemperatur-Fernwärmenetz verstanden werden.

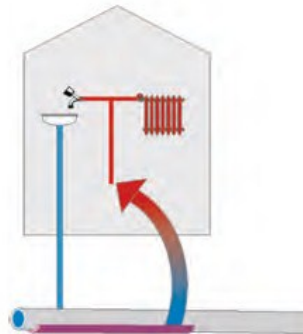
Einführung

- Mögliche Standorte der Wärmegewinnung (DWA M 114)



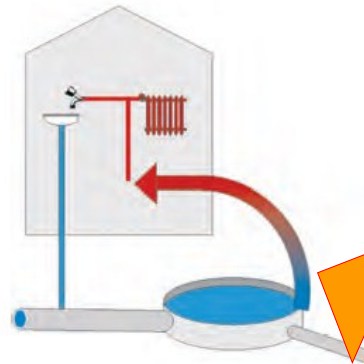
**Rückgewinnung
im Gebäude**

max. Temperatur
niedriger Volumenstrom



**Rückgewinnung im
Entwässerungssystem**

mittlere Temperatur
mittlerer Volumenstrom



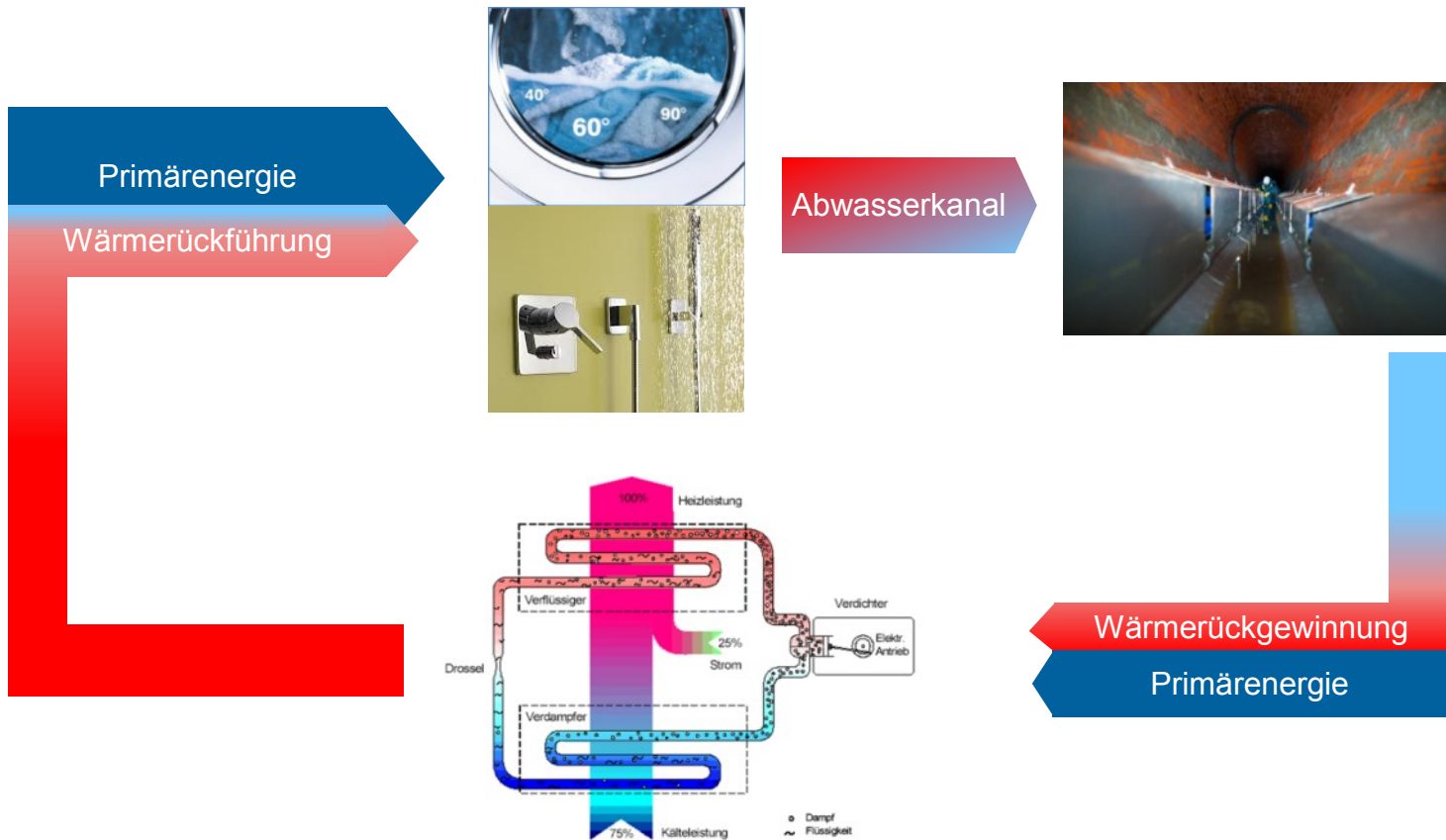
**Rückgewinnung
in der Kläranlage
(gereinigtes Abwasser)**

niedrige Temperatur
max. Volumenstrom

max. Wärmepotenzial

Einführung

Funktionsprinzip Wärmerückgewinnung



Einführung

Technologien zur Wärmerückgewinnung

- Wärme aus dem Kanal:

- Rinnenwärmetauscher
(Nachrüstung)



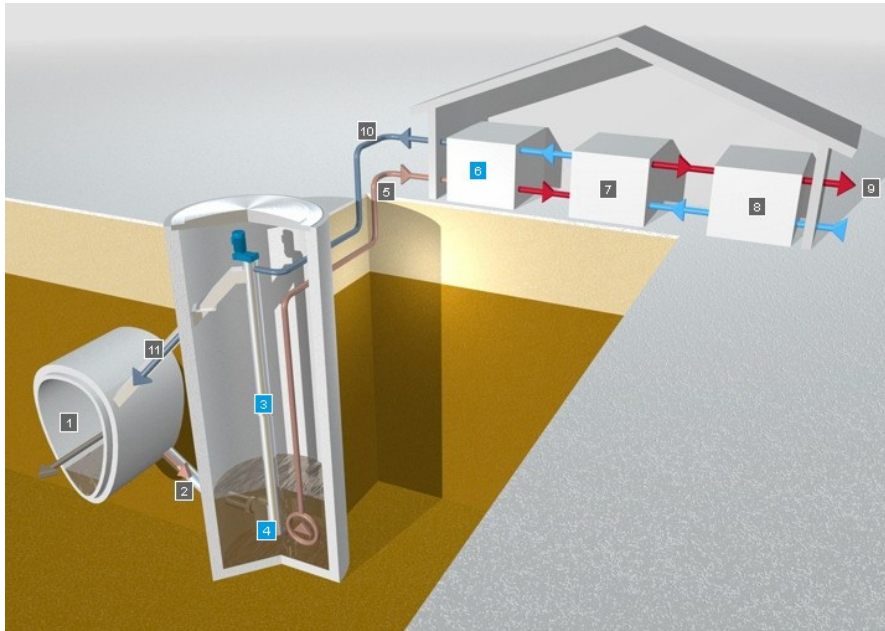
- Kanalrohr mit integriertem
Rinnenwärmetauscher (Neubau)



Einführung

Technologien zur Wärmerückgewinnung

- Wärme aus gereinigtem Abwasser
 - z.B. durch Plattenwärmetauscher



Quelle: Huber



Einführung

Technologien zur Wärmerückgewinnung

- Wärme aus ADL
 - Wärme aus dem Druckrohrkanal
 - (Nachrüstung oder Neubau)



Doppelmantelrohrwärmetauscher



z.B. System Rabtherm

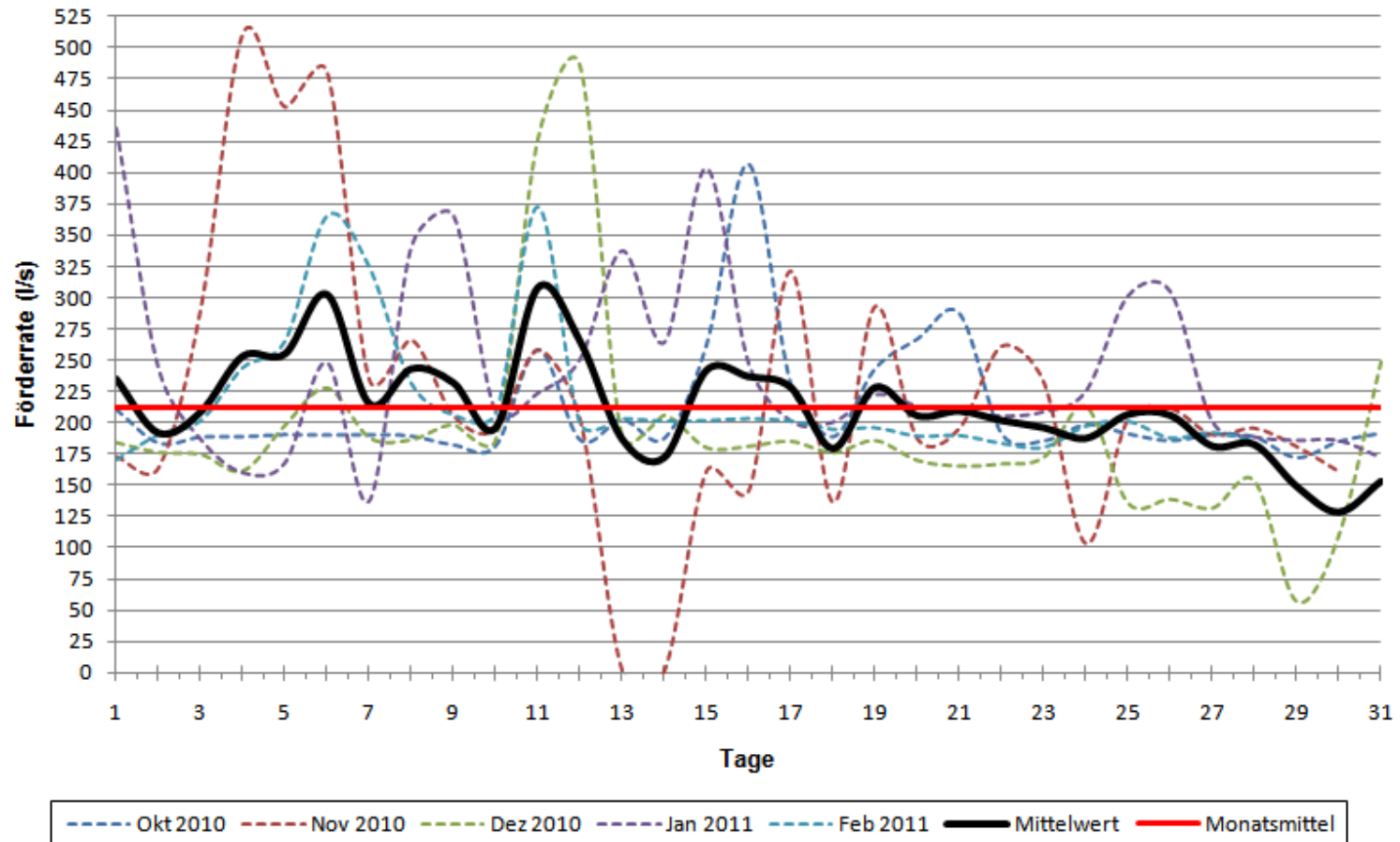
Einführung

- Gegenüberstellung von Einbauvarianten

WT-Lage	Vorteile	Nachteile
Hauptstrom	<ul style="list-style-type: none"> • geringer Platzbedarf • bei günstigen Bedingungen im Untergrund (Lage) kostengünstige Variante 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine klare Abgrenzung des Eigentums möglich • Leitung fällt während der Bauzeit aus
Nebenstrom	<ul style="list-style-type: none"> • Keine wesentliche Veränderung im Bestand möglich • Klare Eigentumsabgrenzung möglich • minimiertes Bauen im öffentlichen Straßenbereich (Genehmigungen) • Rückbau WT leichter möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Investitionskosten sind häufig höher • größerer Platzbedarf u.U. Betriebsaufwand (Pumpen) • Höherer Druckverlust durch Länge WT-Schleife

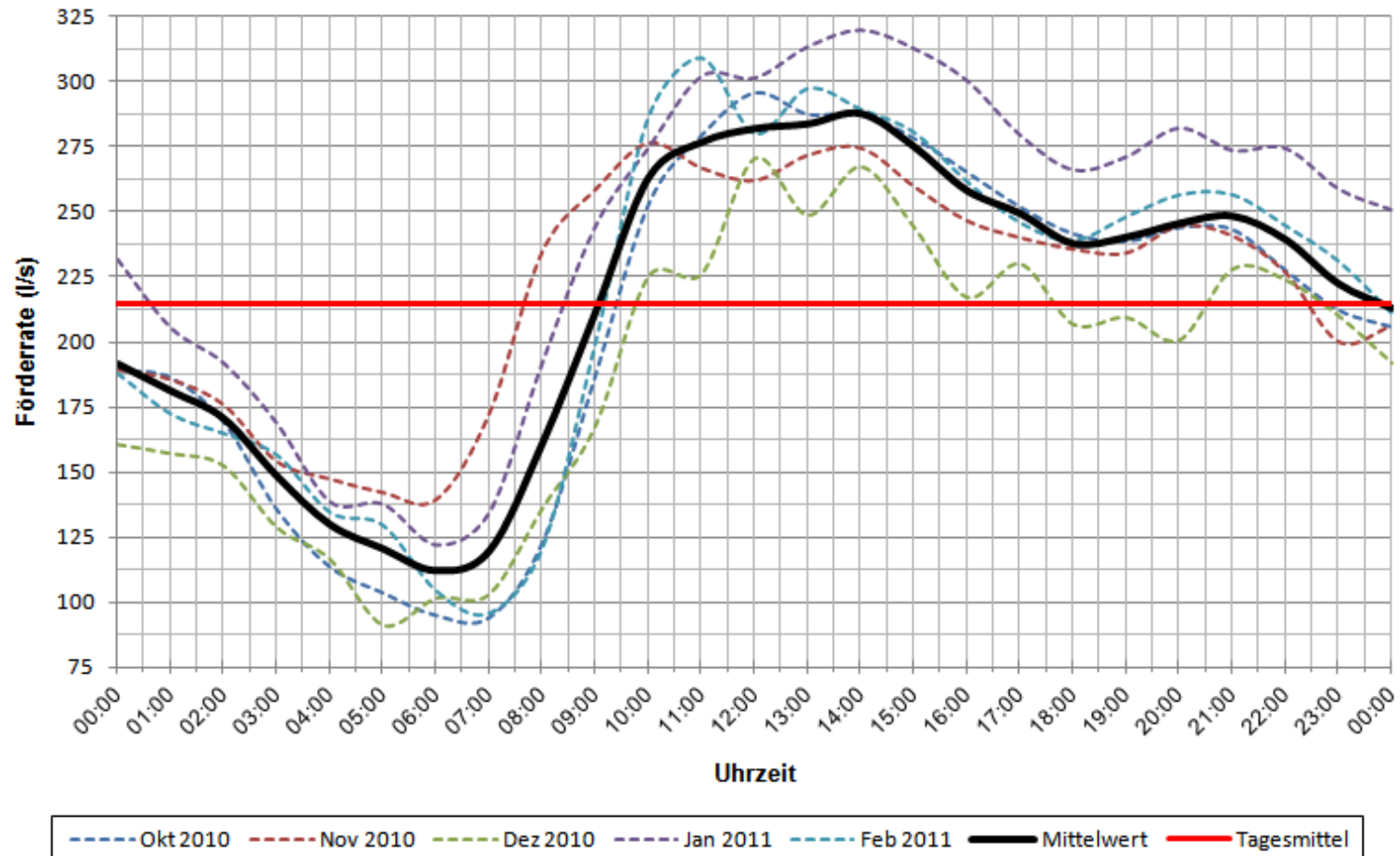
Einführung

Betriebsregime - Monatsganglinie



Einführung

Betriebsregime - typische Tagesganglinie



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:

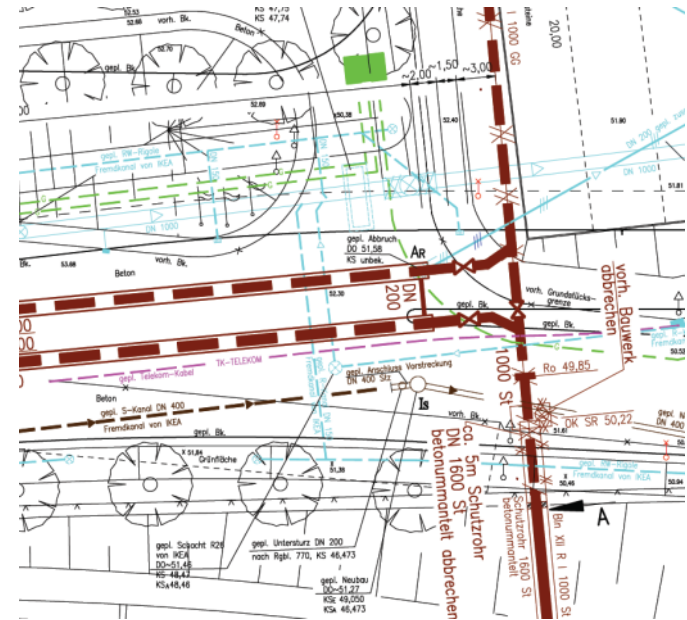
- keine hydraulische Beeinflussung des Abwasserstromes durch Reduzierungen, Einbauten etc.
- keine signifikanten Druckverluste
- (möglichst) permanenter Durchfluss
- langfristig wartungsfreier Betrieb

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

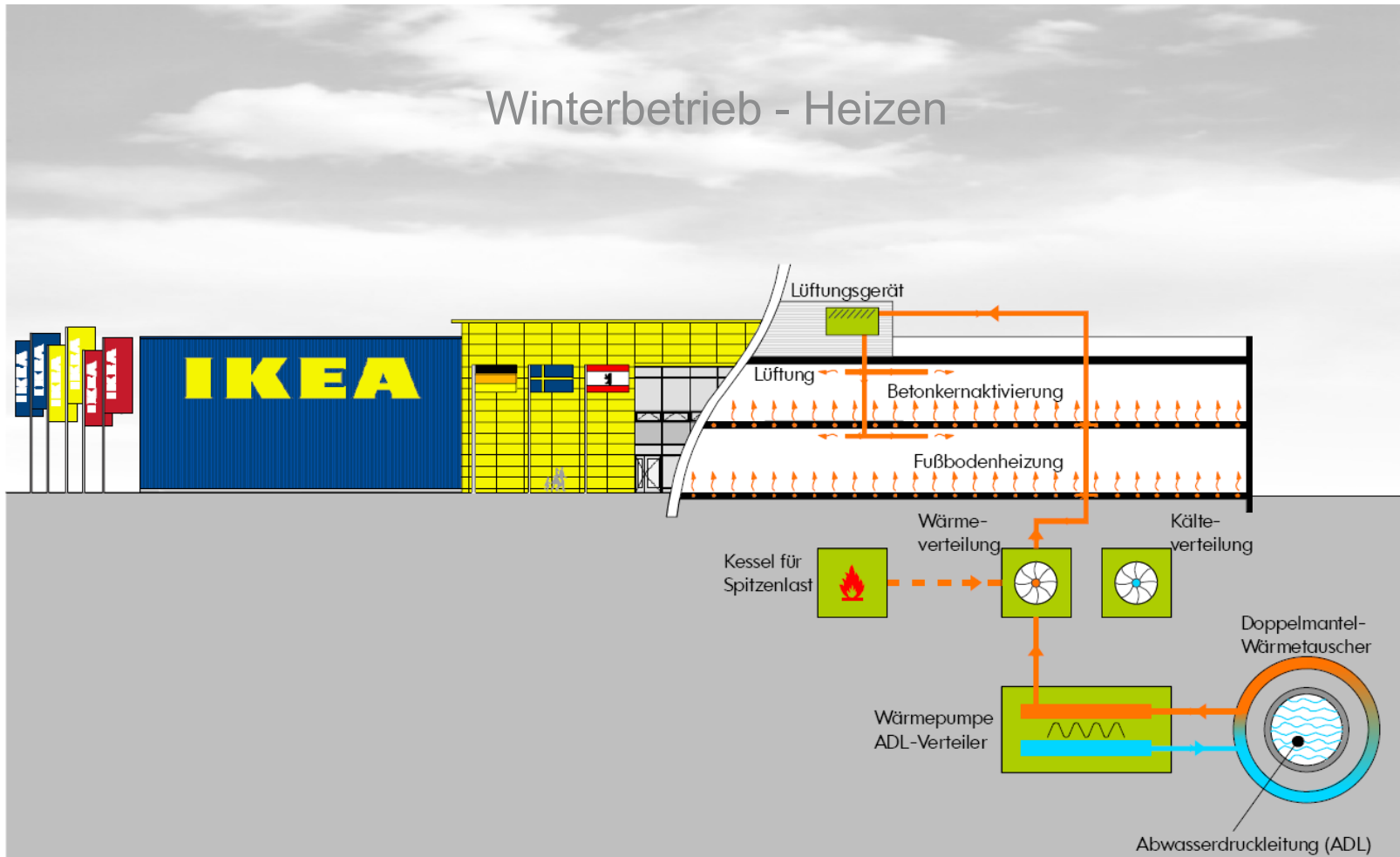
Beispiel IKEA

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



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
 - bislang kein Bedarf für Spitzenlastkessel
 - Optimierung der Regelung
 - Förderstopps während Nachtstunden unproblematisch



Beispiel IKEA



Grafik: IKEA

Beispiel IKEA

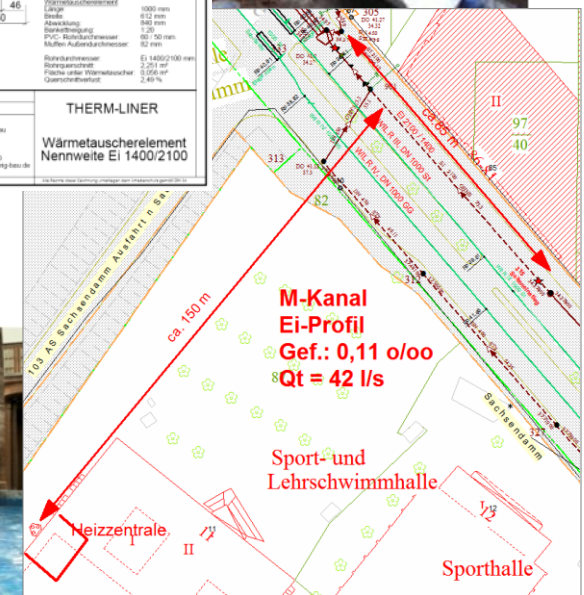
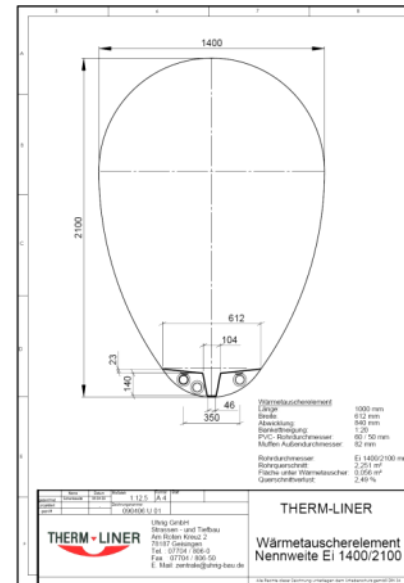
- Umfangreiches Monitoring inkl. Optimierung der Gesamtanlage im ersten Betriebsjahr, Betriebserfahrung 12/2010 bis 09/2011:
- Sommerbetrieb:
 - Abwassertemperatur: jederzeit $< 21^{\circ}\text{C}$
 - ΔT Wärmetauscher: ca. 1 K
 - kein Bedarf für Pendelspeicher
 - kein Bedarf für Kühlung durch Lüftung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



Weitere Beispiele

Kanalwärme zur Beheizung von Beckenwasser der Sport- und Lehrschwimmhalle Berlin-Schöneberg:

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



Weitere Beispiele

» Schwimm- und Schulsporthalle Schöneberg

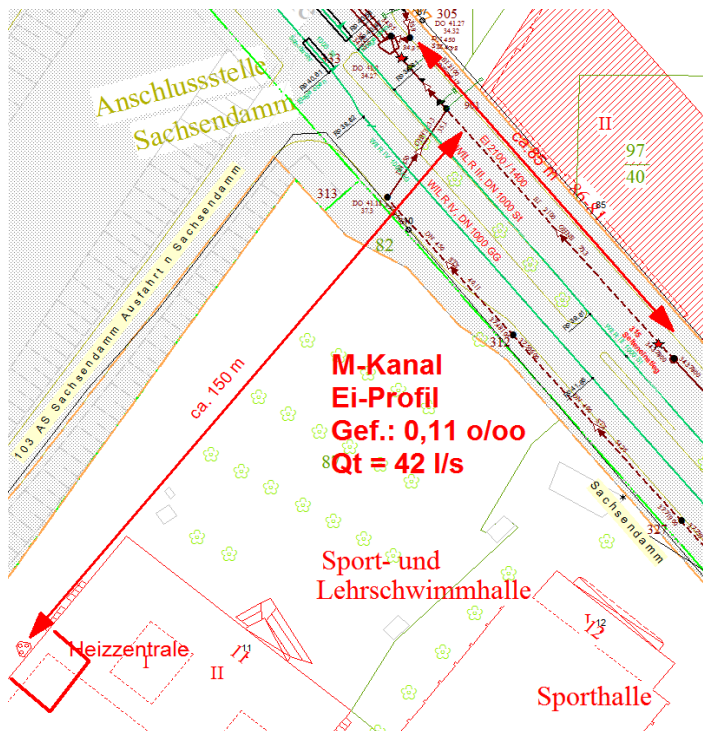
- Wärmebedarf: 1.039 MWh / a
 - Wärmeerzeuger aktuell: 2 Gasbrenner mit je 1.750 kW
 - Wärmeangebot Kanal: >150 kW
 - Temperaturdifferenz Abwasser: 2 K max.
 - Heizleistung der Gasabsorptions WP: 4 x 42 kW
 - Primärenergieaufnahme Gasabsorptions WP: 4 x 25 kW

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

Förderung durch UEP II und EFRE-Mittel

Weitere Beispiele

» Schwimm- und Schulsporthalle Schöneberg



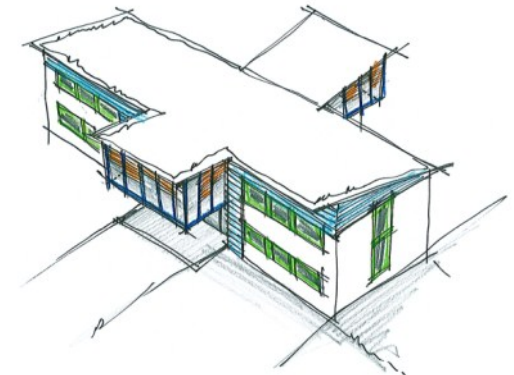
Verbraucher für 168 kW Anschlussleistung:

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

Weitere Beispiele

» Neubau Betriebsgebäude und Fahrzeughalle

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



Förderung durch Investitionsbank des Landes Brandenburg

Weitere Beispiele

» Wohnhaus HOWOGE

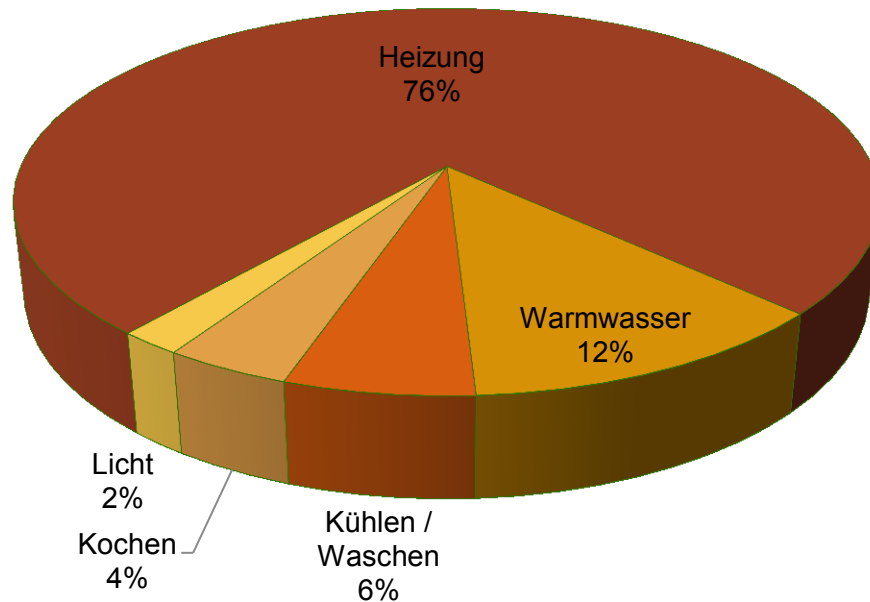


- ca. 300 Wohnungen
- Abwasserwärmetauscher im Keller-
geschoss, Anschlussleistung: 8 kW
- über Wärmerückgewinnung wird
Trinkwasser vorerwärmt
- Wärme reicht für Trinkwasser-
erwärmung für rund 30 Wohnungen

Quelle: HOWOGE

Fazit

Endenergieverbrauch im Musterhaushalt



Endenergiebedarf im Musterhaushalt:

- ca. 85 % der Haushaltsenergie geht als Wärme über die thermische Hülle verloren
- ca. 15 % geht in die Warmwasserbereitung und somit über den Kanal verloren

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 CO₂-Emission
 - Senkung der Betriebskosten
- Projektvorlaufzeit ist nötig und muss bei der Planung berücksichtigt werden
- Potenzialstudie für Abwasserdruckrohr- und Kanalwärmeangebot ist sinnvoll
- In Berlin werden derzeit weitere Projekte geprüft und umgesetzt

Vielen Dank für Ihr Interesse

Fragen?



Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Alexander Schitkowsky

Instandhaltung, Leiter Industriedienstleistungen

Neue Jüdenstraße , 10179 Berlin

Tel.: 030/ 747 57 158

Fax: 030/ 747 57 169

Email: Alexander.Schitkowsky@bwb.de