



GW-Ruhr: Wärmenutzung unter Berücksichtigung der Bergbauinfrastruktur

Entwicklung von innovativen und effizienten Wärmenutzungskonzepten unter Berücksichtigung der Bergbauinfrastruktur im Ruhrgebiet

M. Sc. Tobias Reiners

27. April 2017

TOP-Energy Anwendertage

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft





Agenda

- Projekt Grubenwasser Ruhr
- Grubenwassernutzung in TOP-Energy
 - Wärmelastgang simulieren
 - Komponentenvergleich
 - Rechenergebnisse
- Ausblick



Agenda

- Projekt Grubenwasser Ruhr
- Grubenwassernutzung in TOP-Energy
 - Wärmelastgang simulieren
 - Komponentenvergleich
 - Rechenergebnisse
- Ausblick

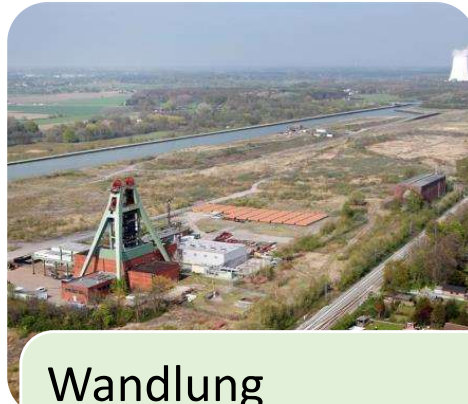


Vom historischen Erbe in eine nachhaltige Energiewirtschaft



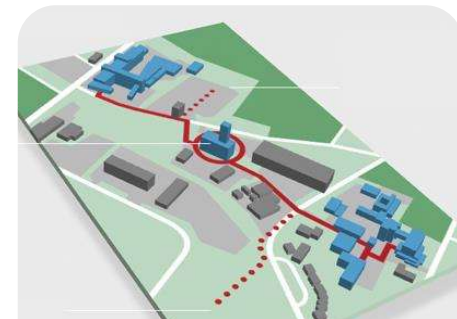
Historisches Erbe

- Industrielle Tradition
- Bergbaufolgen
- Hinterlassenschaften
- Handlungsdruck



Wandlung

- Analyse und Kreativität
- Chancenerkennung
- Neu-/Umnutzung
- Aufbruch in 21.Jhd.

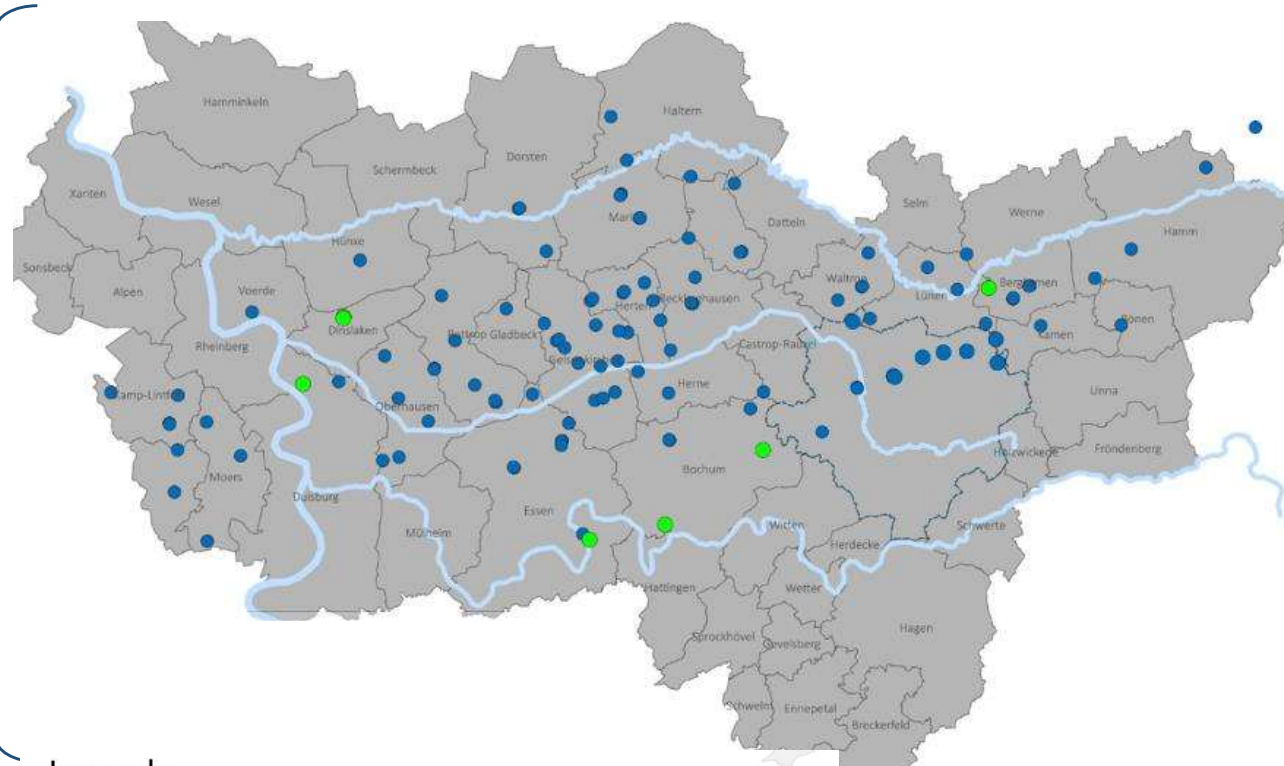


Nachhaltige Nutzung

- Nachhaltige Versorgung
- CO₂-neutral
- versorgungssicher
- zukunftssicher



Wärmenutzung im Nachbergbau

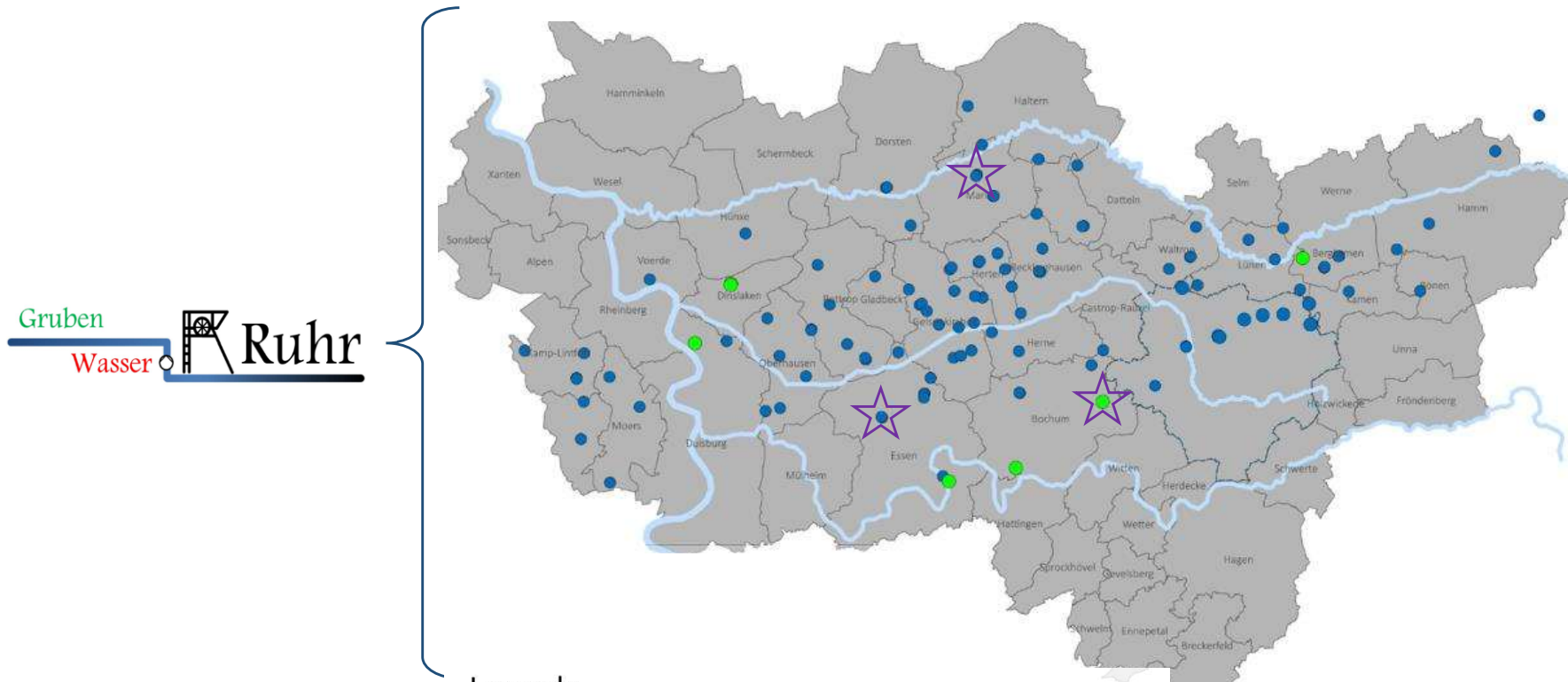


Legende

- Wasserhaltung: zukünftig aktive Standorte
- Wasserhaltung: alle Standorte
- Städte Ruhrgebiet



Wärmenutzung im Nachbergbau

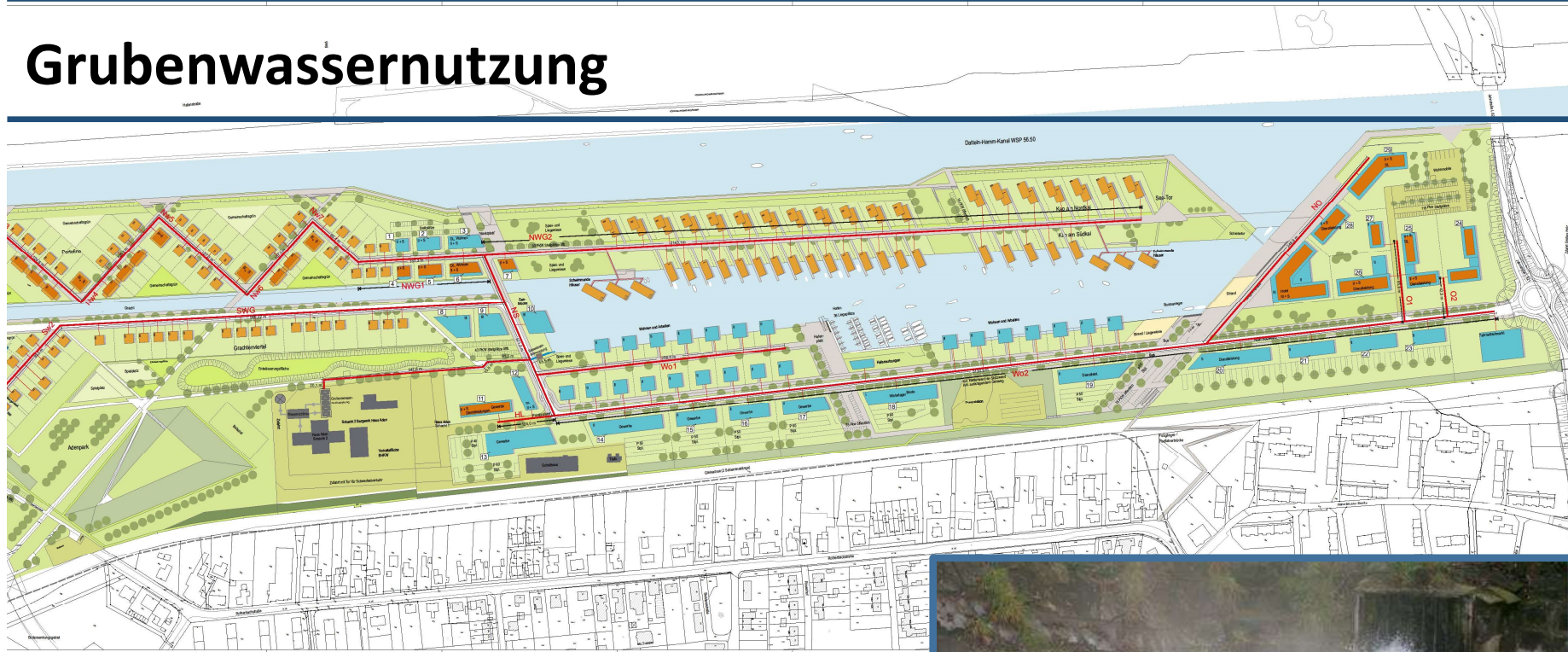


Legende

- Wasserhaltung: zukünftig aktive Standorte
- Wasserhaltung: alle Standorte
- Städte Ruhrgebiet
- ☆ Umsetzung

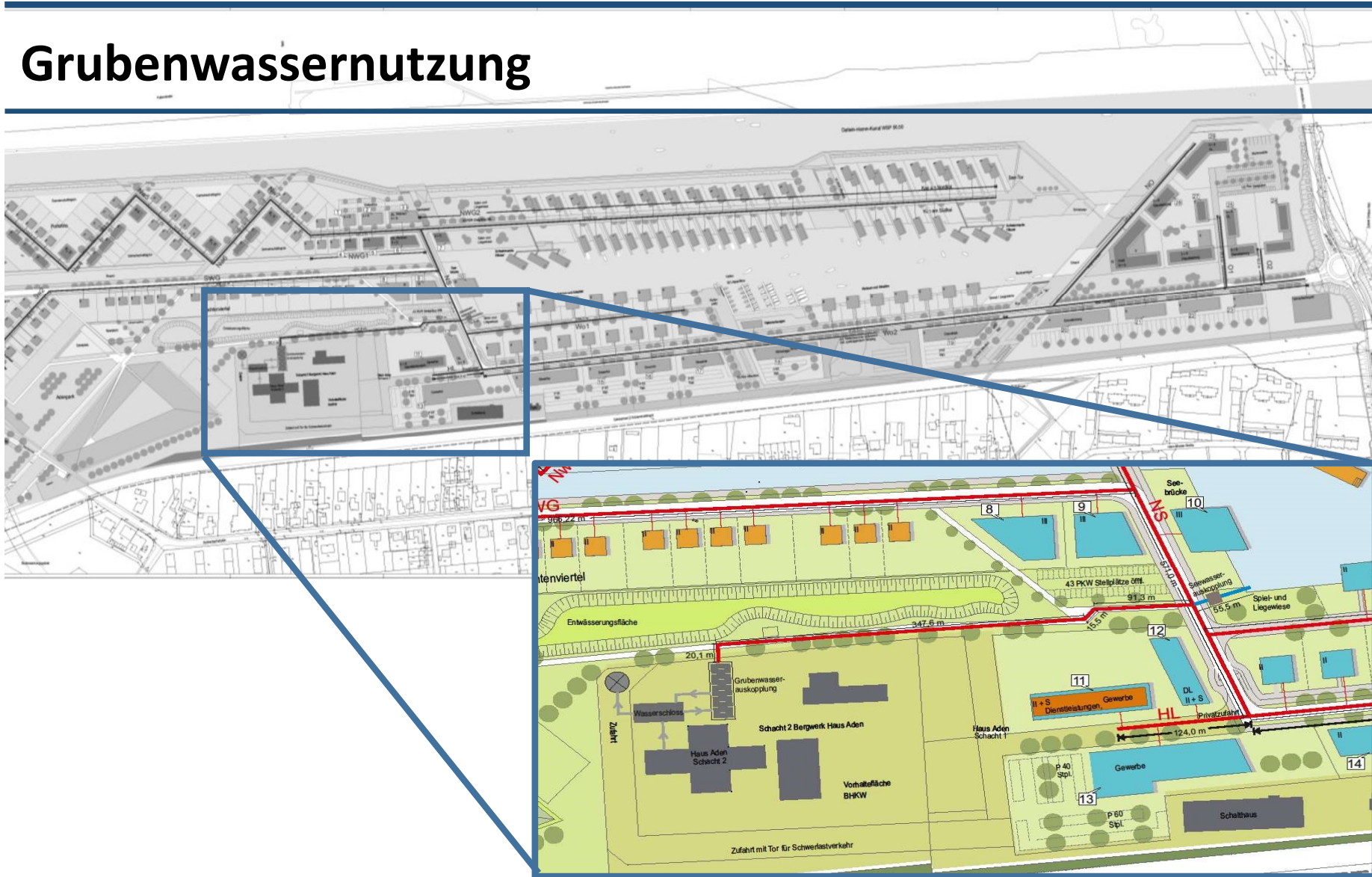


Grubenwassernutzung





Grubenwassernutzung





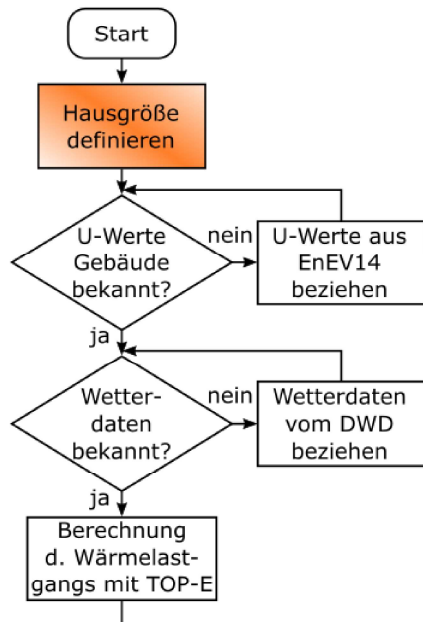
Agenda

- Projekt Grubenwasser Ruhr
- Grubenwassernutzung in TOP-Energy
 - Wärmelastgang simulieren
 - Komponentenvergleich
 - Rechenergebnisse
- Ausblick

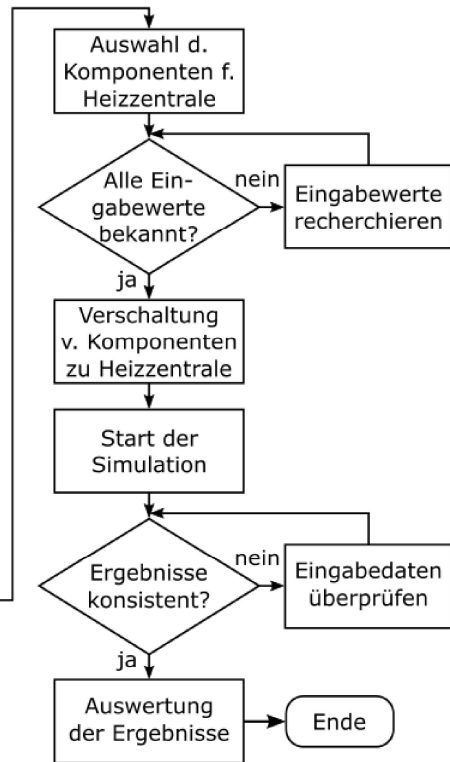


Wärmelastgang

Wärmelastgang simulieren



Komponentenvergleich





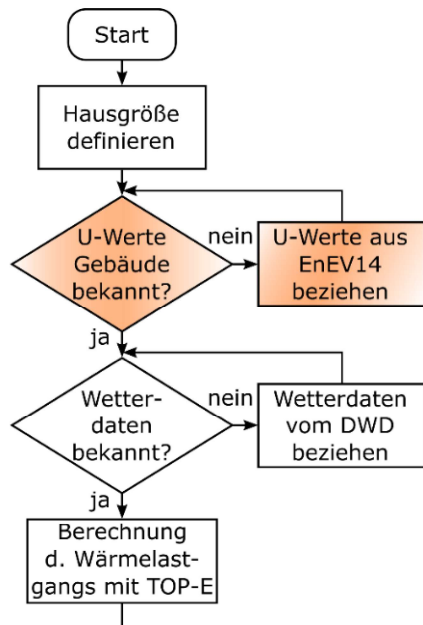
Wärmelastgang

Bezeichnung	Wert	Quelle
Zieltemperatur innen	21 °C	DIN EN 15251
Standort	Potsdam	DIN V 18599
Errichtungszeitraum	2010-2015	-
Wetterdaten	2011	DWD
Gesamtfläche	1305 m ²	IWU
Anzahl Wohneinheiten	7-12	-
Seitenlänge Längsseite	26,1 m	IWU
Seitenlänge Querseite	10 m	IWU
Geschosshöhe	3 m	IWU
Geschossanzahl	5	IWU

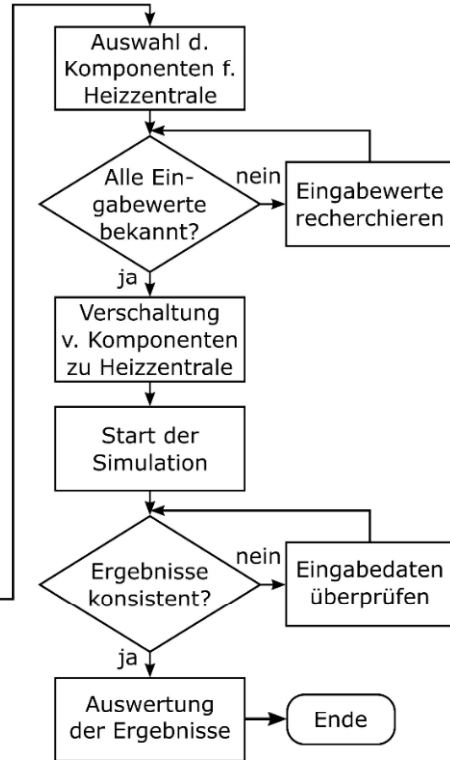


Wärmelastgang

Wärmelastgang simulieren



Komponentenvergleich





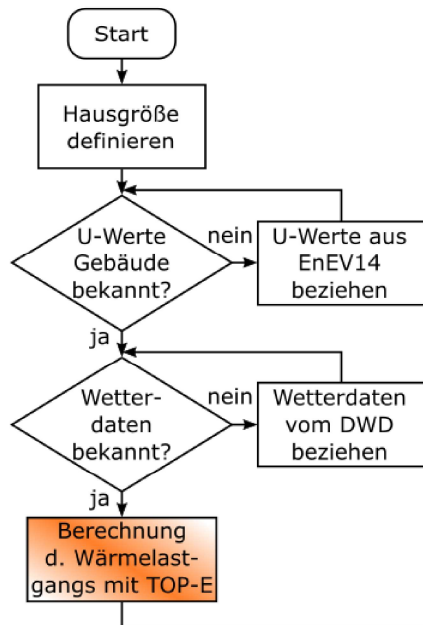
Wärmelastgang

Zeile	Bauteil/System	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
1.1	Außenwand – einschließlich Einbauten, wie Rolladenkästen -. Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.5	Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.6	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.7	Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

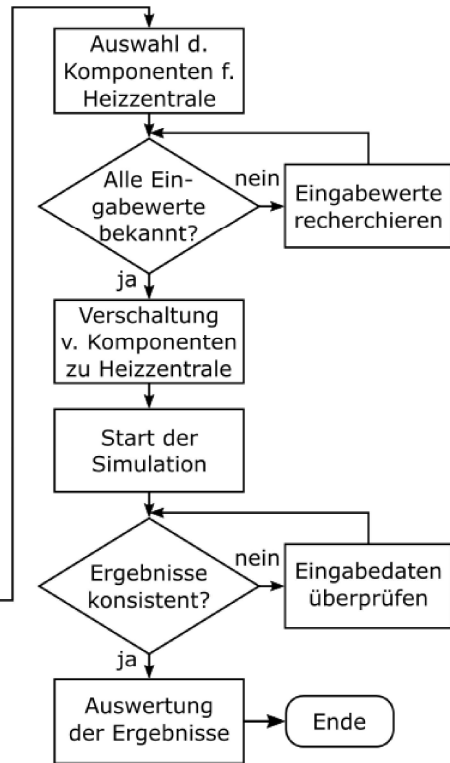


Wärmelastgang

Wärmelastgang simulieren

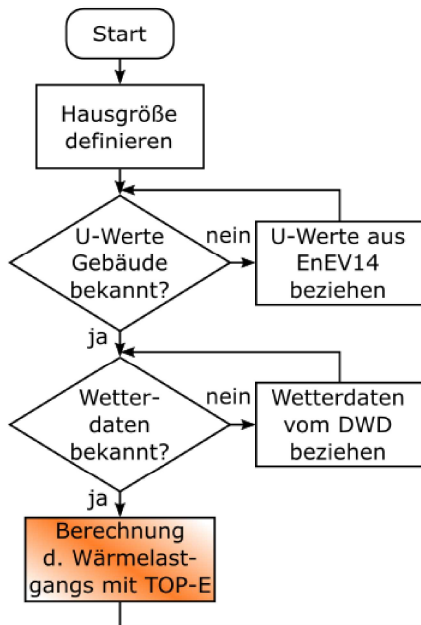


Komponentenvergleich

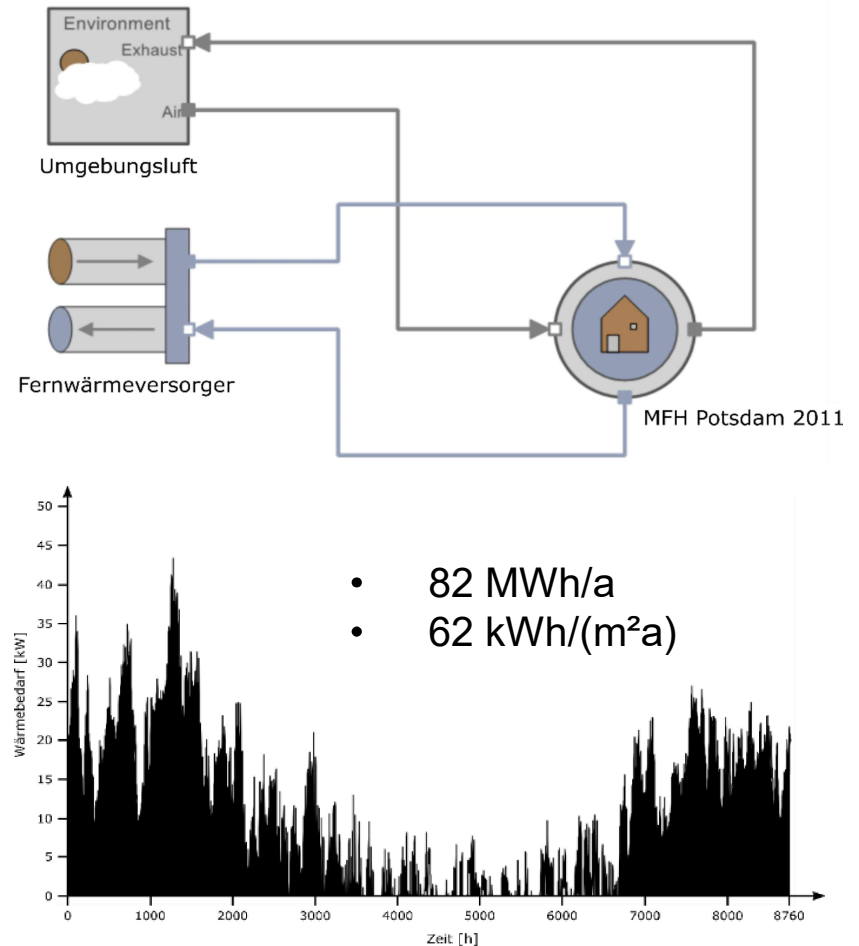
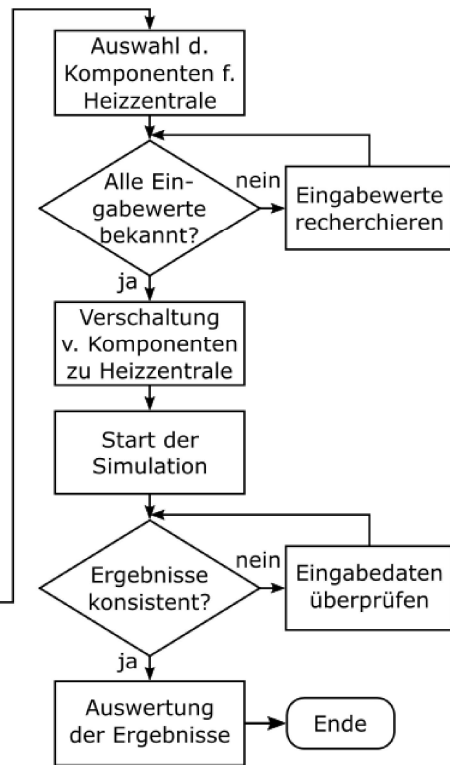


Wärmelastgang

Wärmelastgang simulieren



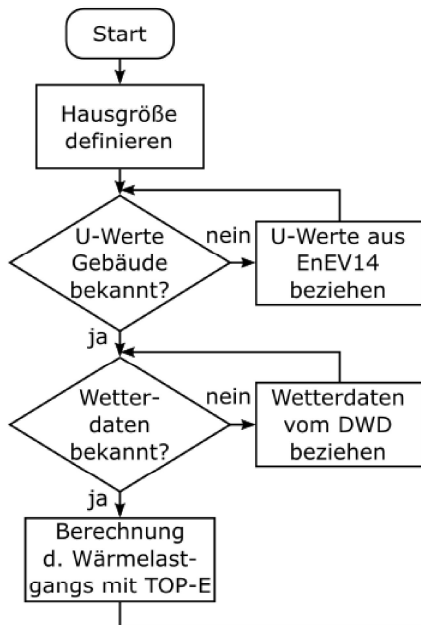
Komponentenvergleich



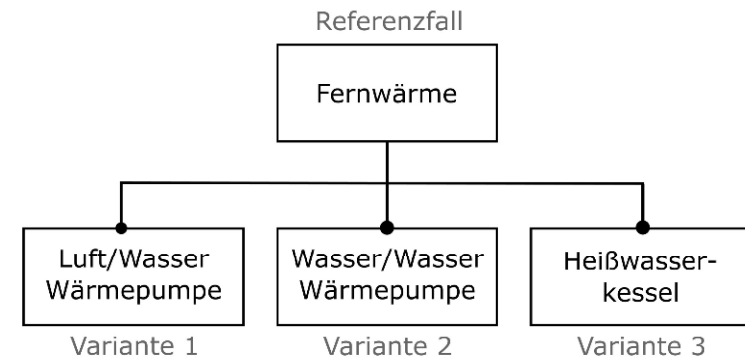
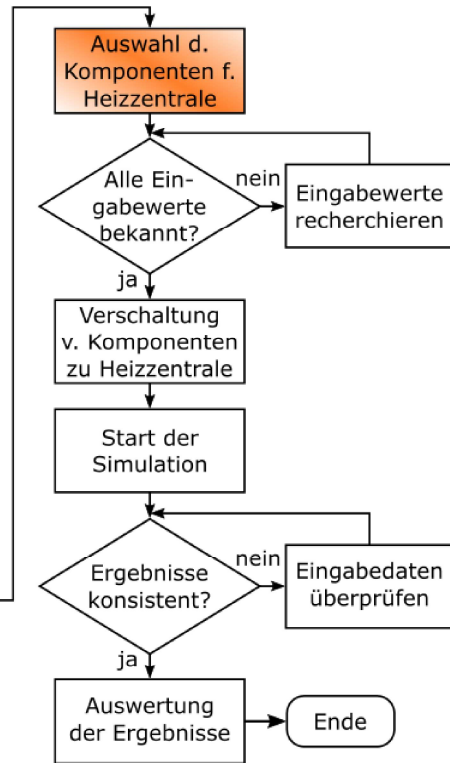


Komponentenvergleich

Wärmelastgang simulieren



Komponentenvergleich

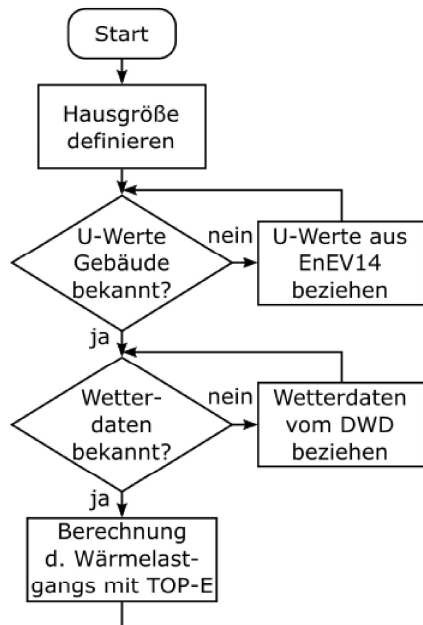


*Ergebnisse nicht belastbar

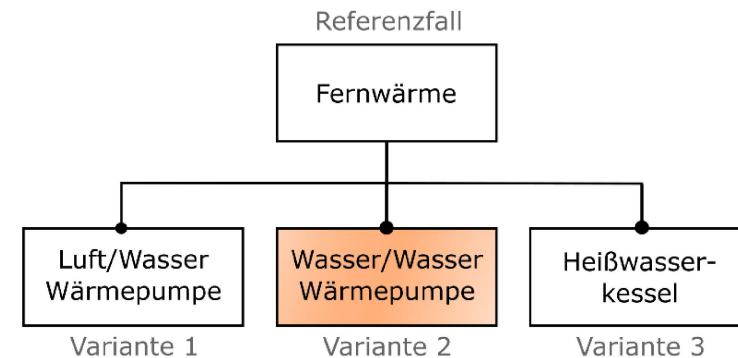
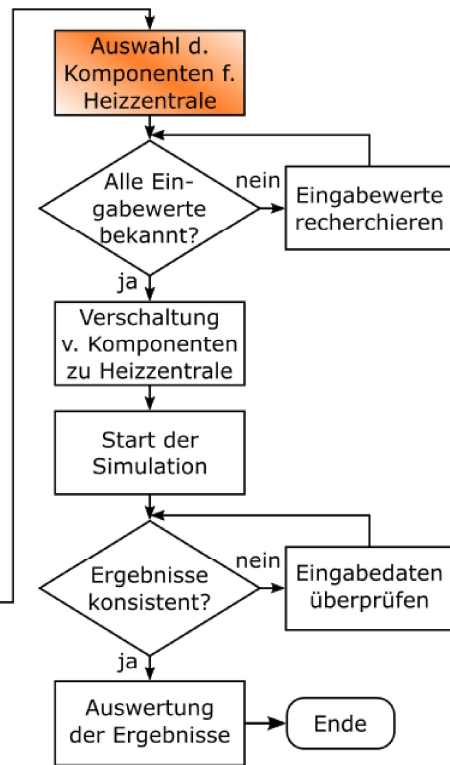


Komponentenvergleich

Wärmelastgang simulieren



Komponentenvergleich

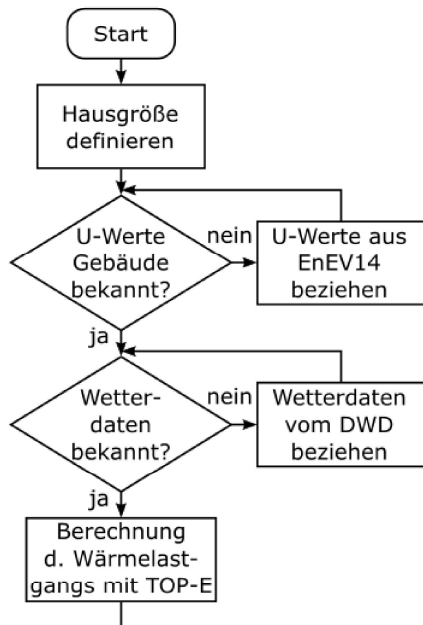


*Ergebnisse nicht belastbar

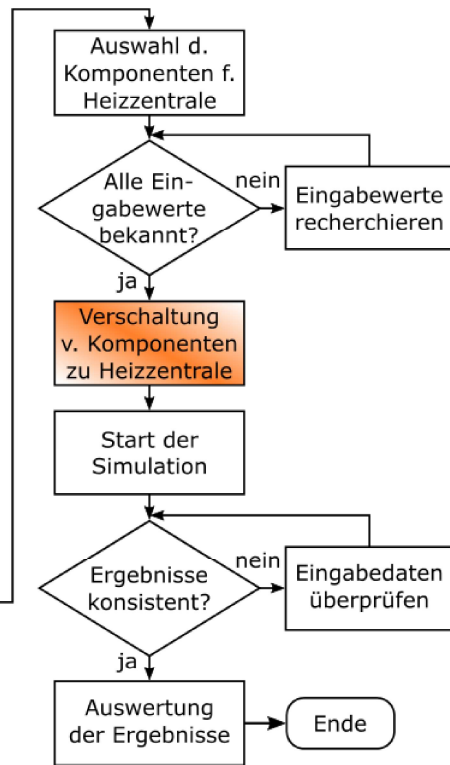


Komponentenvergleich

Wärmelastgang simulieren



Komponentenvergleich

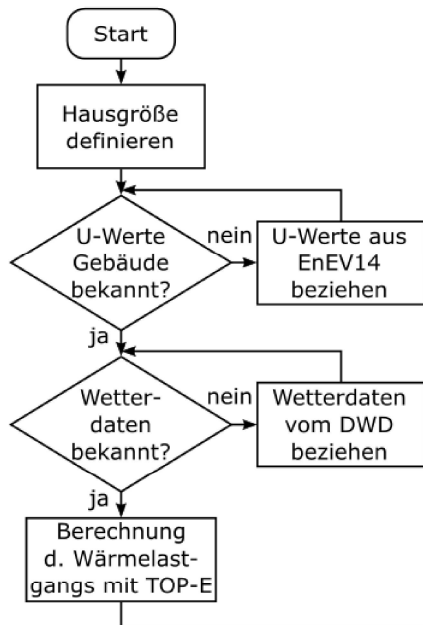


*Ergebnisse nicht belastbar

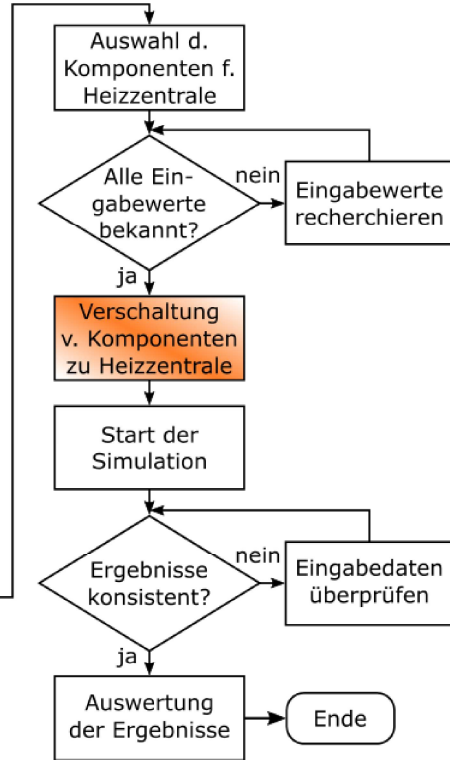


Komponentenvergleich

Wärmelastgang simulieren

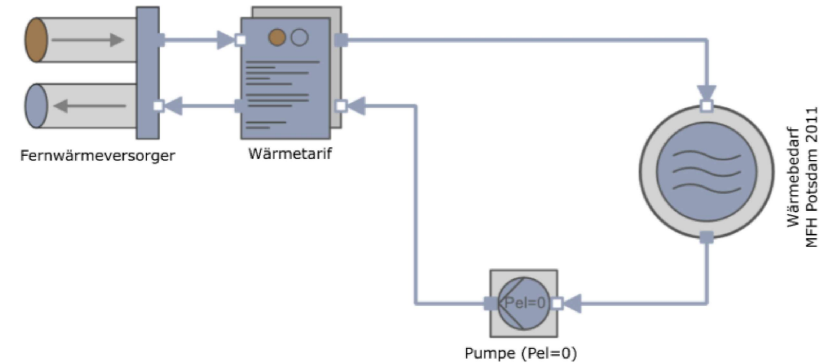


Komponentenvergleich



Fernwärmeversorger

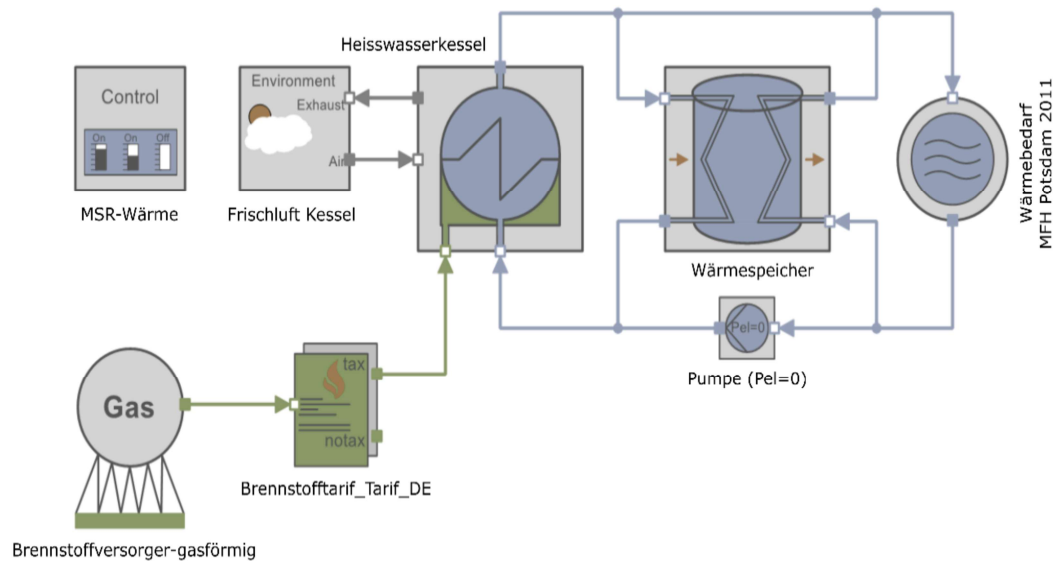
Investitionskosten in €	5.000
Kosten für Energieströme in €/a	6.390



*Ergebnisse nicht belastbar



Gastherme



Heißwasserkessel

Investitionskosten in €	6.210
Kosten für Energieströme in €/a	8.819
Leistung in kW	35

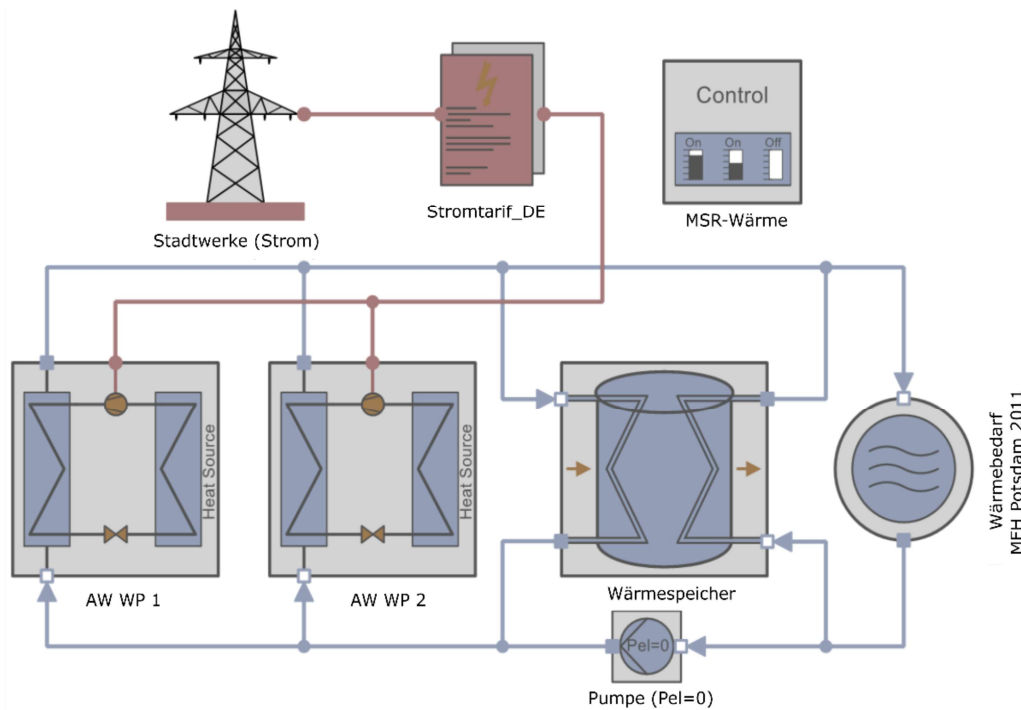
Speicher

Investitionskosten in €	1.000
Speichervolumen	21,5 m ³
Speicherkapazität	500 kWh

*Ergebnisse nicht belastbar



Luftwärmepumpe



Luft-Wasser-Wärme-Pumpe

Investitionskosten in €	30.660
Kosten für Energieströme in €/a	6.480

Betriebspunkt	A2/W45	A-5/W45	A-8/W45
Heizleistung kW	14,60	12,60	11,70
Kälteleistung kW	10,00	7,10	6,25
Elektr. Leistungs- aufnahme kW	4,60	5,50	5,45
Leistungszahl ε (COP)	3,18	2,27	2,13

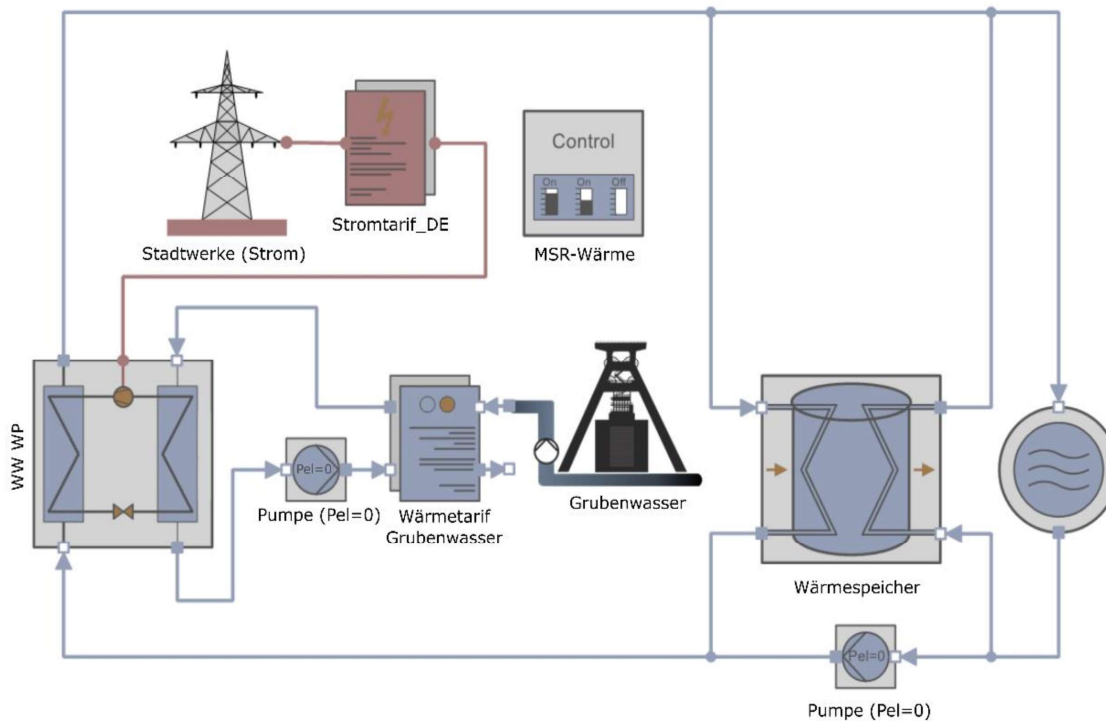
Speicher

Investitionskosten in €	1.000
Speichervolumen	21,5 m ³
Speicherkapazität	500 kWh

*Ergebnisse nicht belastbar



Grubenwassernutzung



Wärmebedarf
MFH Potsdam 20.1.1

Wasser-Wasser-Wärme-Pumpe

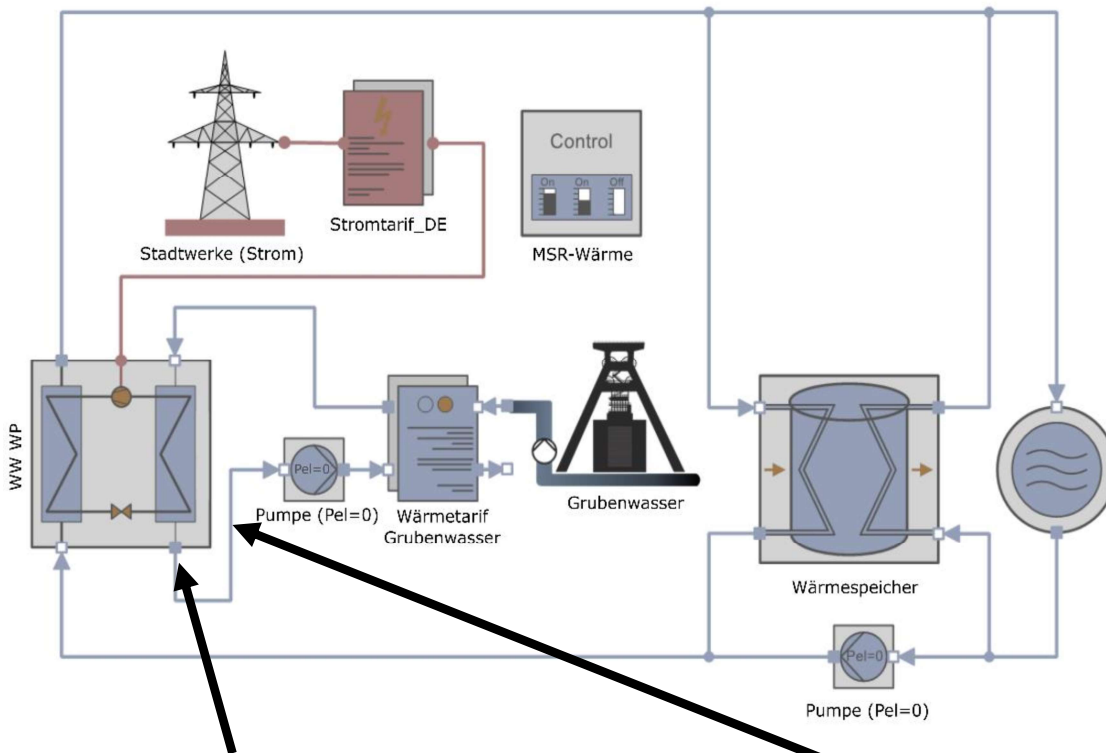
Investitionskosten in €	28.950
Kosten für Energieströme in €/a	4.829

Betriebspunkt	W	°C	45		
			B	°C	2
Heizleistung		kW	29,68	36,23	41,21
Kälteleistung		kW	22,45	29,05	34,07
Elektr. Leistungsaufnahme		kW	7,78	7,73	7,69
Leistungszahl ε (COP)			3,82	4,69	5,36

*Ergebnisse nicht belastbar



Grubenwassernutzung



Wasser-Wasser-Wärme-Pumpe

Investitionskosten in €	28.950
Kosten für Energieströme in €/a	4.829

Betriebspunkt	W	°C	45		
			B	°C	2
Heizleistung		kW	29,68	36,23	41,21
Kälteleistung		kW	22,45	29,05	34,07
Elektr. Leistungsaufnahme		kW	7,78	7,73	7,69
Leistungszahl ε (COP)			3,82	4,69	5,36

Energy Balance for whole pump

$$Q_{\dot{cool}} + P_{el} + Q_{\dot{heat}} = 0 [kW]$$

$$Q_{\dot{cool}} + KW_{in} \cdot H_{\dot{therm}} + KW_{out} \cdot H_{\dot{therm}} = 0 [kW]$$

Vollaststunden und Betriebsstunden

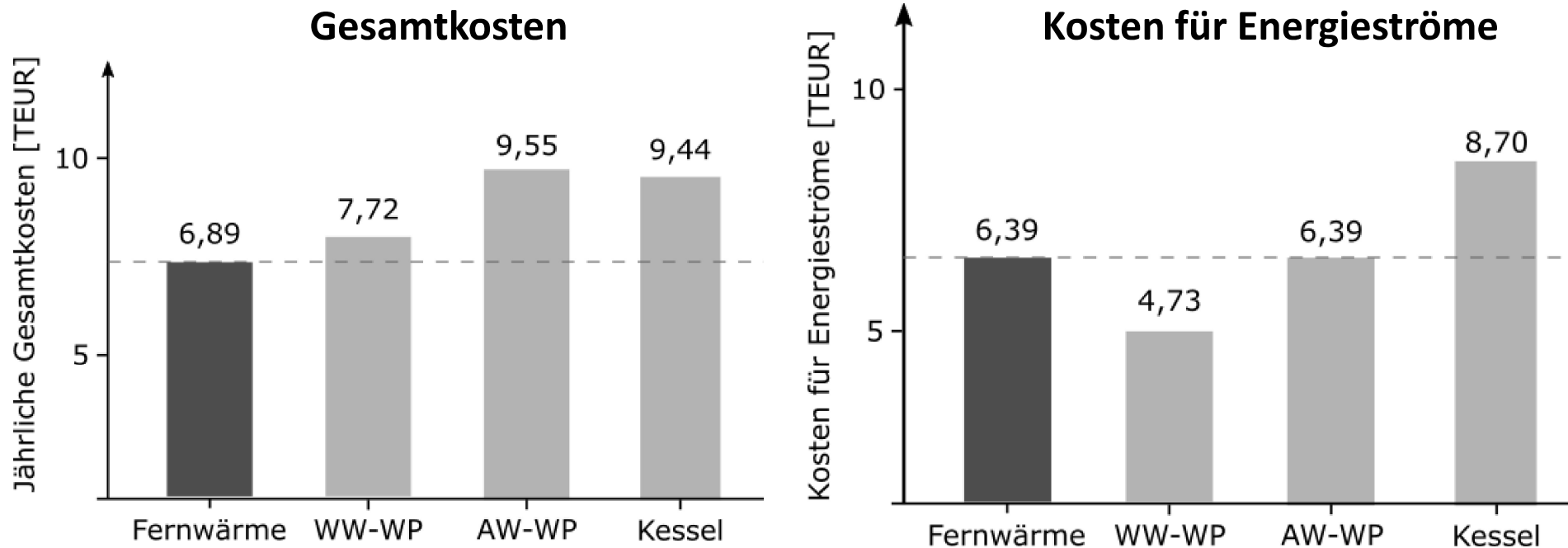
$$FullLoadHours = Q_{\dot{heat}} / Q_{\dot{prod}}$$

$$FullLoadHours_{TT} := FullLoadHours$$

$$OperatingHours_{TT} := OperatingHours$$

*Ergebnisse nicht belastbar

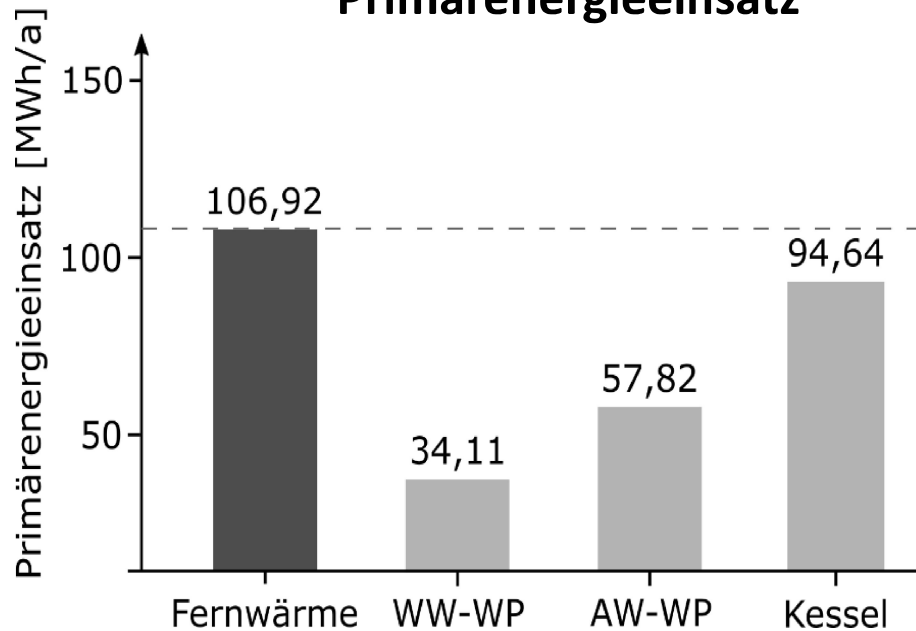
Ergebnisse



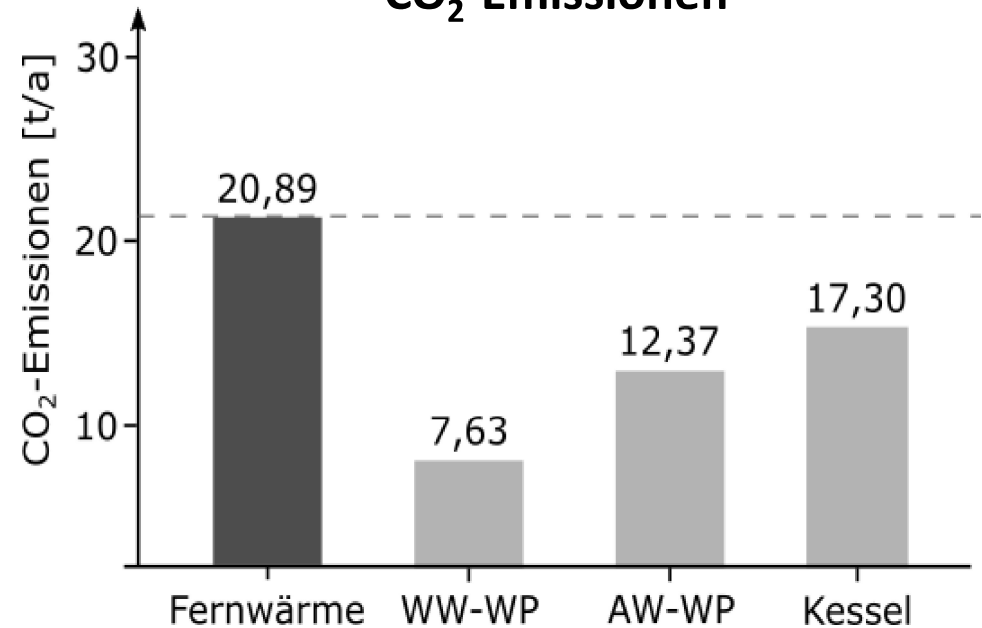
*Ergebnisse nicht belastbar

Ergebnisse

Primärenergieeinsatz



CO₂-Emissionen



*Ergebnisse nicht belastbar



Agenda

- Projekt Grubenwasser Ruhr
- Grubenwassernutzung in TOP-Energy
 - Wärmelastgang simulieren
 - Komponentenvergleich
 - Rechenergebnisse
- Ausblick



Ausblick

- Anwendung von TOP Energy auf komplexere Probleme
 - Abnehmeranzahl und -vielfalt erhöhen
 - Erstellen eines Wärmenetzes
 - Gleichzeitigkeit untersuchen
 - Einbindung des Strommarktes
 - Kostenoptimierung
 - Energieeffizienzoptimierung
 - Kühlung





Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!