

DEGENT-NET

Dezentrale geothermale Niedertemperatur-Wärmenetze
in urbanen Gebieten



DEGENT-NET

Dezentrale geothermisch versorgte Niedertemperatur Wärme- und Kältenetze in Wien und Salzburg

MARTIN FUCHSLUGER

G. GÖTZL, K. PONWEISER, J. NAGLER, P. BIERMAYR, G. HÖFER-ÖLLINGER, E. HASLINGER, T. KESSLER, D. BOTHE, K.
HEIMLICH, O. PLANK

Titel

DEGENT-NET

Dezentrale geothermale Niedertemperatur-Wärmenetze
in urbanen Gebieten



KLIEN - Energieforschungsprogramm 2. Ausschreibung
FFG - Projektnummer: 6111699 (Sondierung)

Projektlaufzeit

03/2016 – 02/2017

Konsortium



- **Geologische Bundesanstalt** (Projektleitung, Standort Wien, Hydrogeologische Modellierung, Gesamtkoordination)
- **Geoconsult ZT GmbH** (Standort Salzburg, Hydrogeologische Modellierung)
- **TU Wien, Institut für Energietechnik und Thermodynamik** (Technische Dimensionierung, Lastprofile, Volldynamische Gesamtsimulation)
- **Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt** (Wirtschaftlichkeitsbewertung)
- **Austrian Institute of Technology** (Umweltauswirkung, Chemische und mikrobakterielle Analyse des Grundwassers)

Netztypologien nach Sulzer (2016)*

Etablierte Typologie



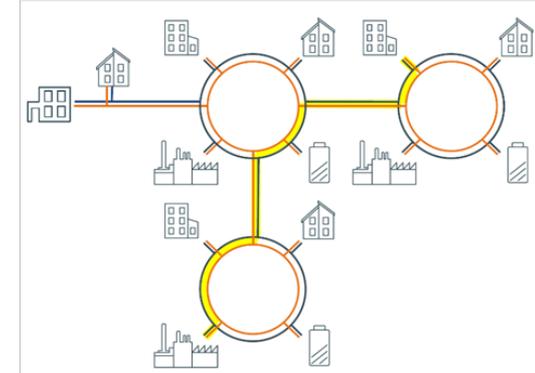
**Hochtemperatur-Netze
uni-direktional**

Neue Typologie



**Niedertemperatur-Netze
bi-direktional**

Neue Typologie, erweitert



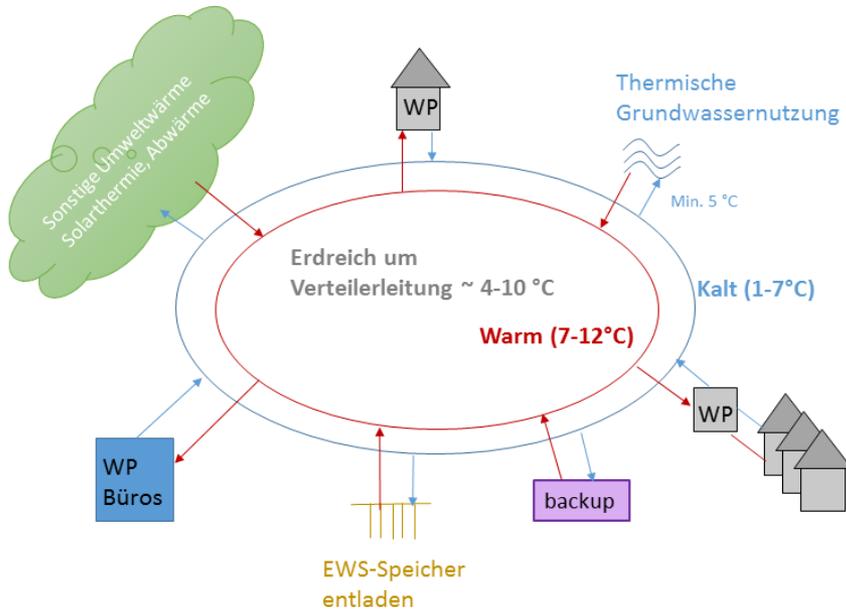
**Mehrere Niedertemperatur-Netze
bi-direktional
vermascht**

- Jeder Netzteilnehmer kann **Wärme beziehen und abgeben** (bzw. Kühlen)
- Nutzung lokal verfügbarer Abwärme (ab 20 °C) und **saisonale Speicherung im Untergrund**
- **Flexible, dezentrale** Netzstruktur
- **Kaum Verteilverluste** durch Niedertemperaturverteilung der Wärme für Wärmepumpen
- Auslegung mit „**free cooling**“ möglich
- Zusammenschluss mehrerer Wärme- und Kältenetze mittels **Vermaschung**
- **Umsetzung einer Pilotanlage in Österreich**

* Sulzer, M. (2016). Impulsvortrag "Thermische Netze: Grundlagen, Konzepte und Beispiele aus der Schweiz". DEGENT-NET Expertenworkshop am 5.12.2016. Geologische Bundesanstalt.

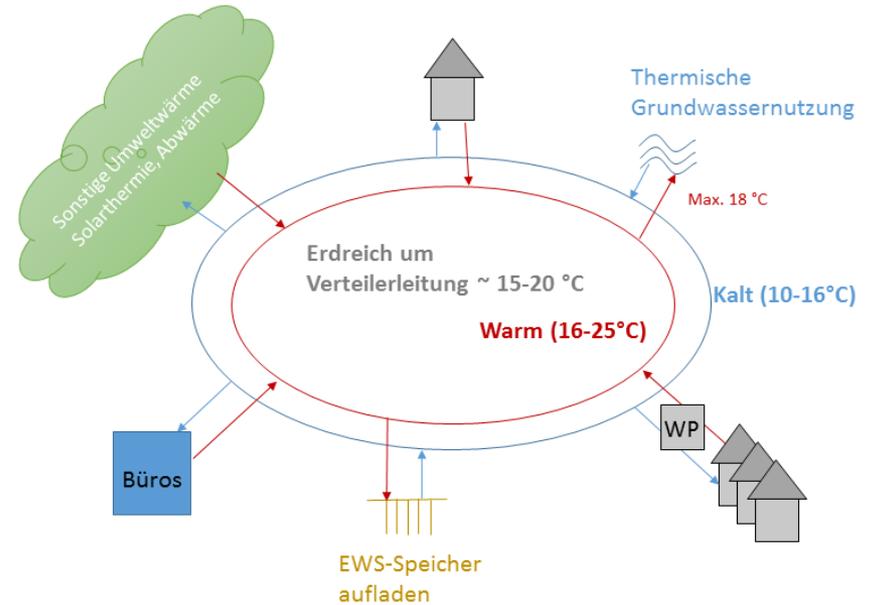
Grundkonzept DEGENT-NET (Anergienetz)

WINTER



- Lokales Wärme- und Kältenetz (Prosumer)
- Netztemperatur warm genug für effiziente Wärmepumpen (COP >5) und kühl genug für “free cooling”

SOMMER

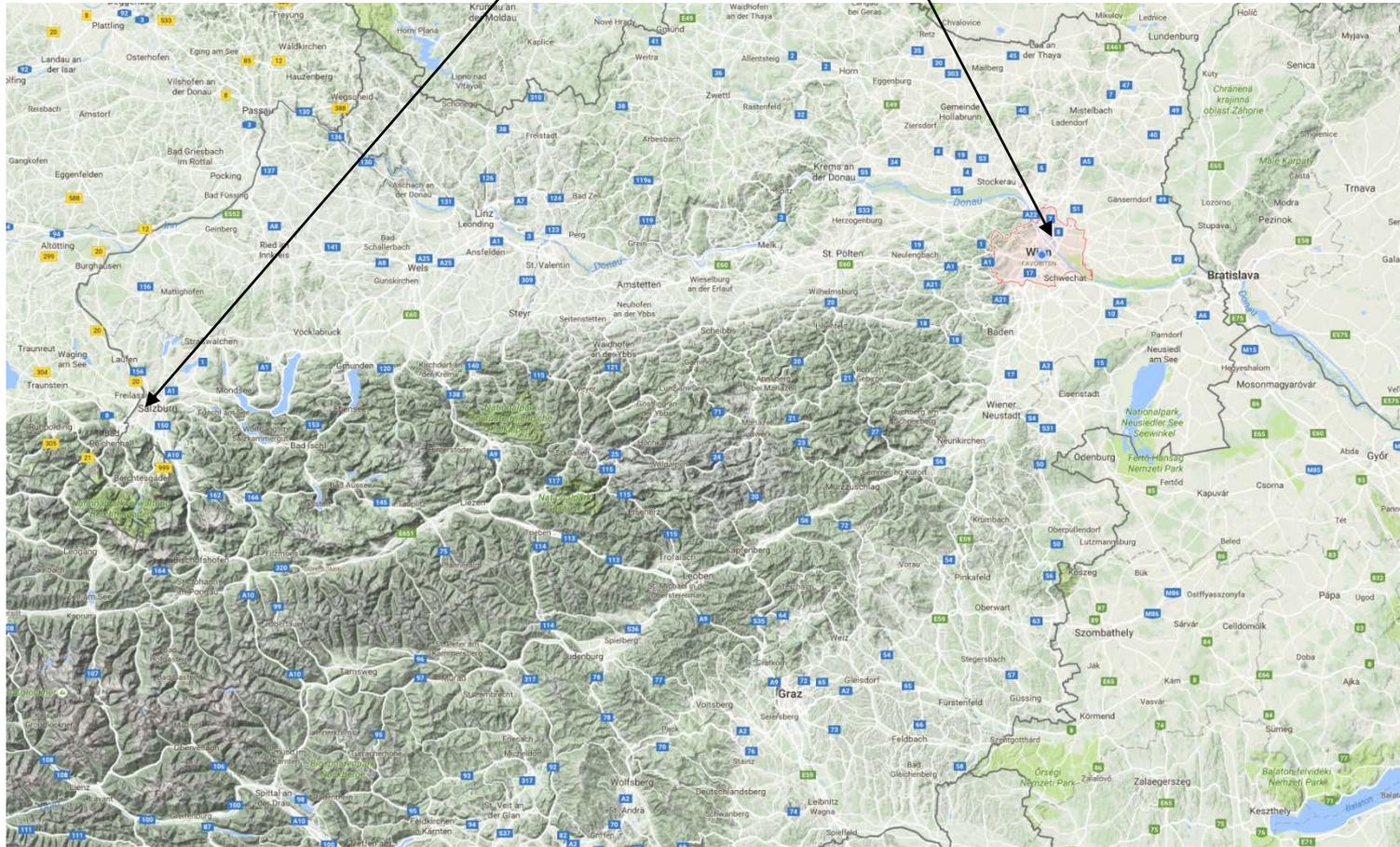


- Abwärmenutzung
- Erdreich als saisonaler Speicher
- Bidirektionales Netzfluss

2 DEGENT-NET Pilotgebiete

Salzburg „Liefering“

Wien Stadlau
„Oase22+“

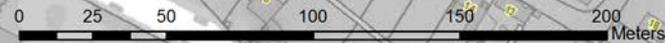


Lageübersicht



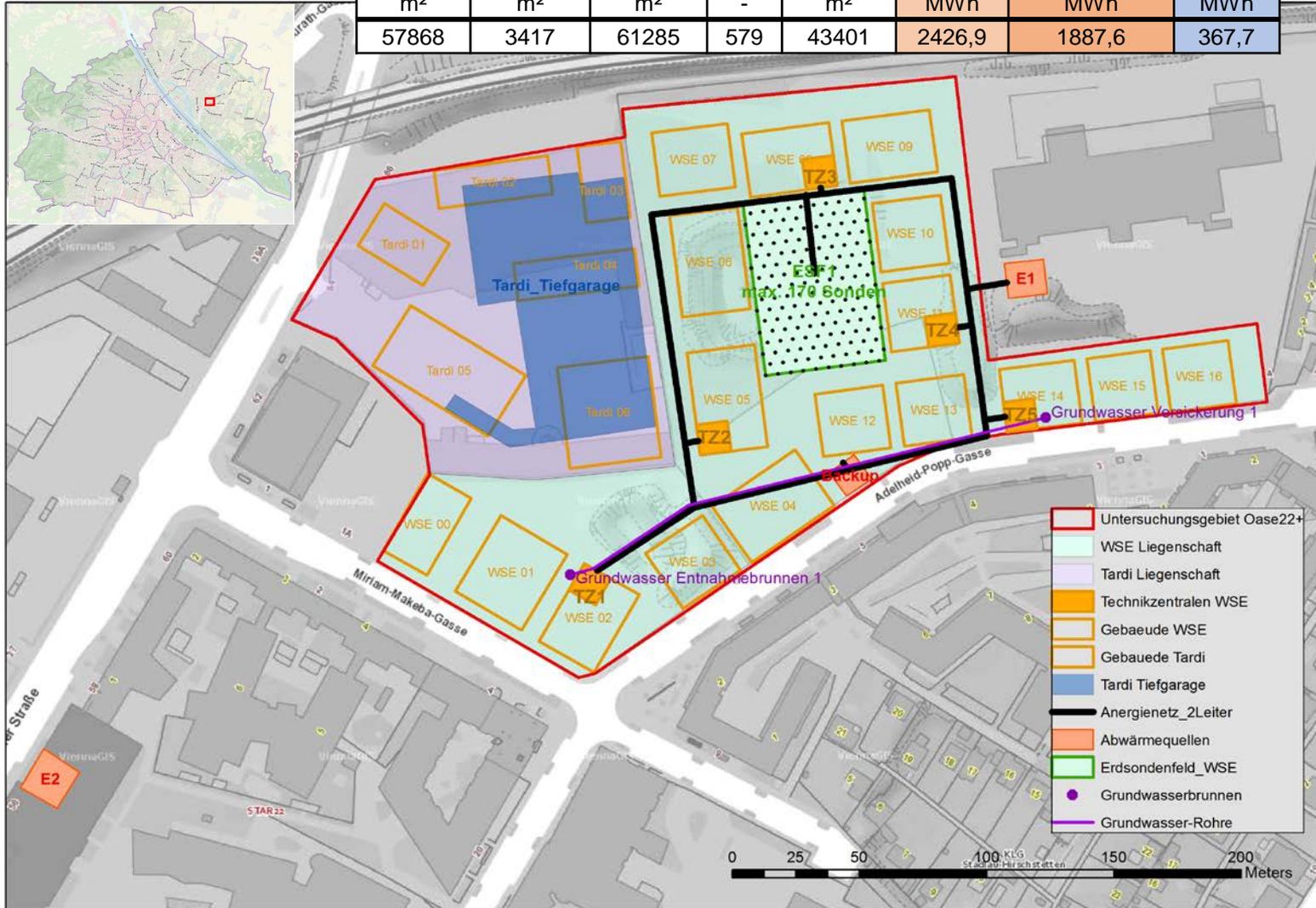
BGF Wohnen	BGF Gewerbe	BGF gesamt	Nr Whg	NGF Wohnen	Heizbedarf	Warmwasserbedarf	Kühlbedarf
m ²	m ²	m ²	-	m ²	MWh	MWh	MWh
57868	3417	61285	579	43401	2426,9	1887,6	367,7

-  Untersuchungsgebiet Oase22+
-  WSE Liegenschaft
-  Tardi Liegenschaft
-  Gebäude WSE
-  Gebäude Tardi
-  Tardi Tiefgarage
-  potenzielle Abwärmequellen

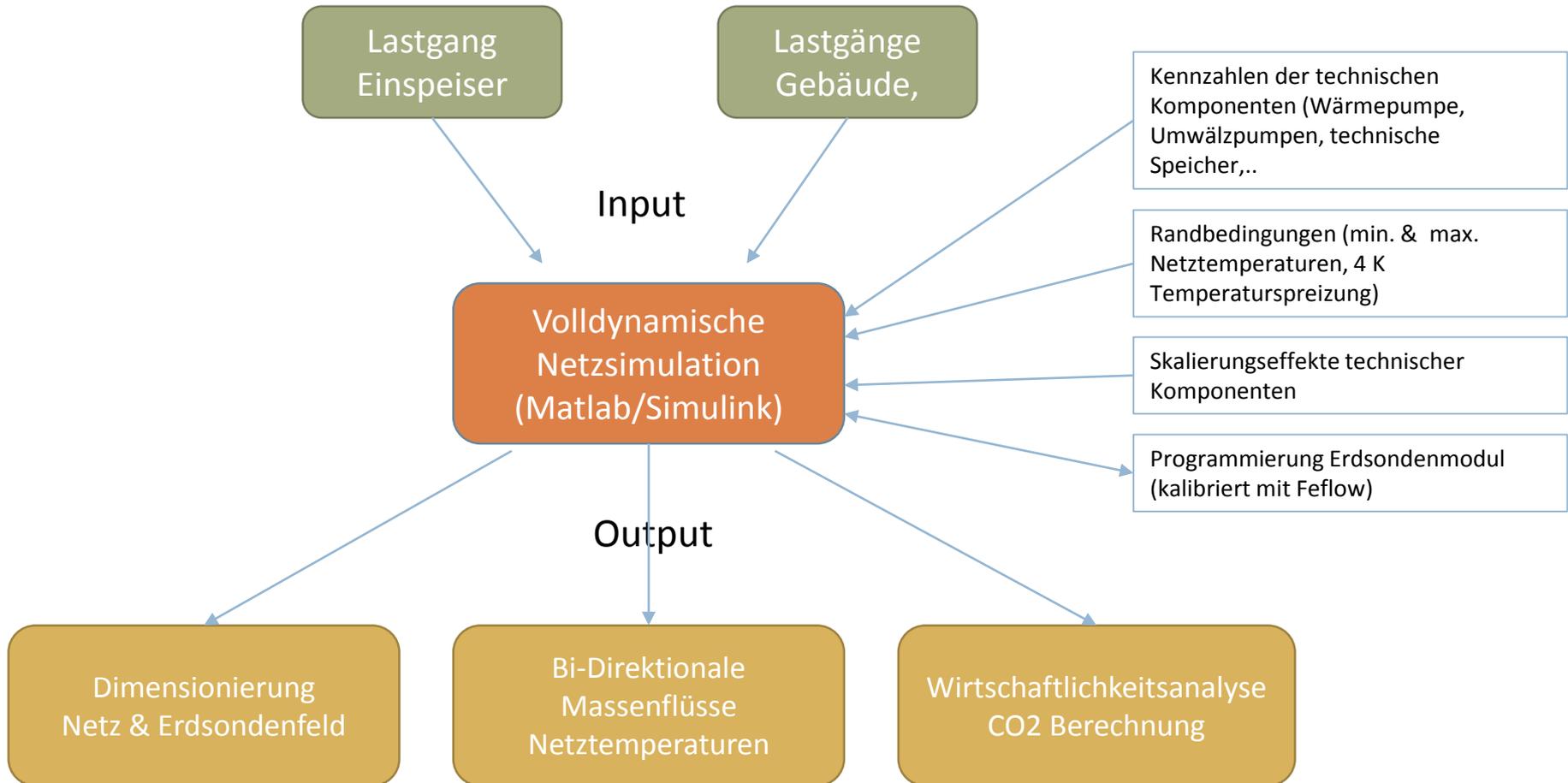


Lageübersicht

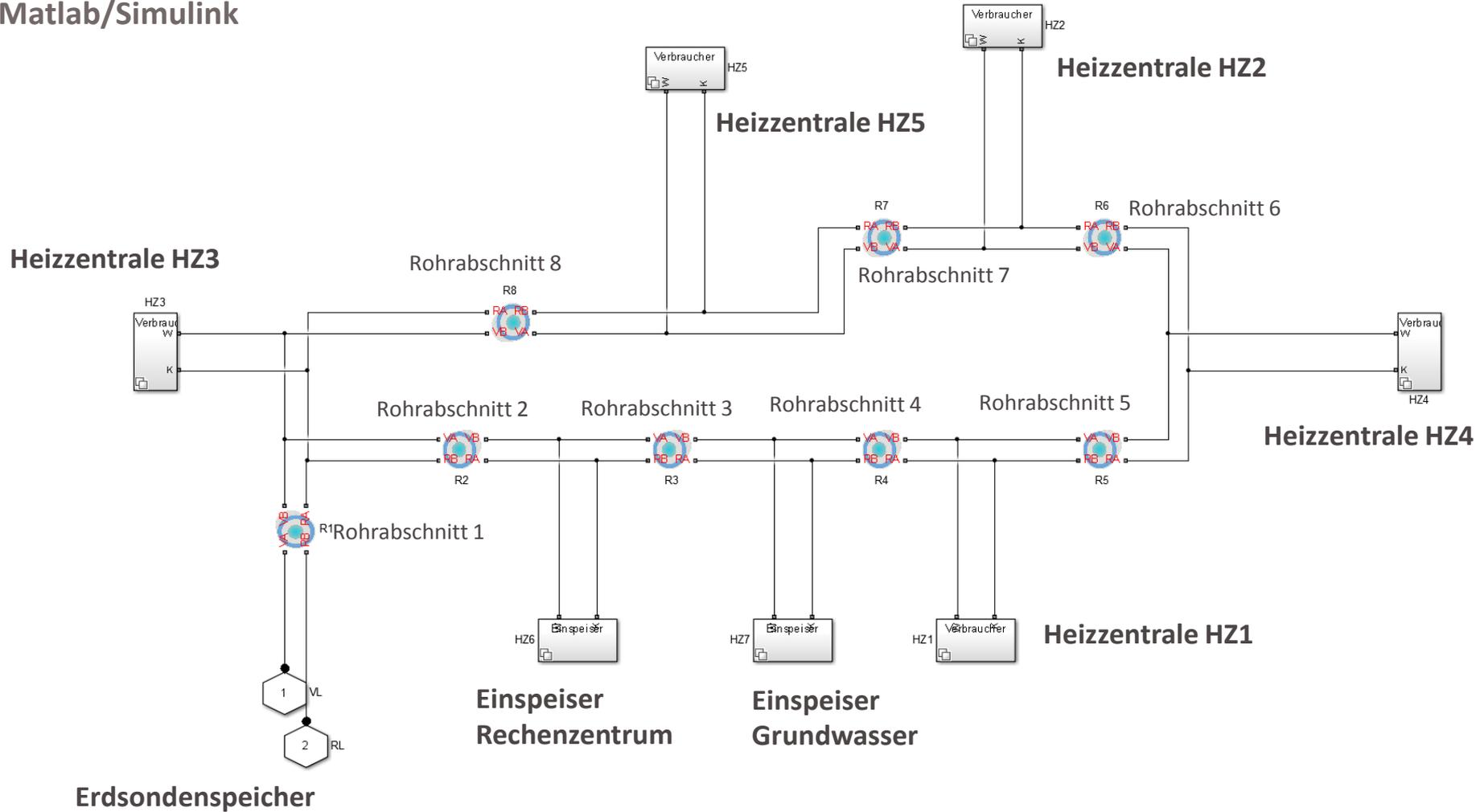
BGF Wohnen m ²	BGF Gewerbe m ²	BGF gesamt m ²	Nr Whg -	NGF Wohnen m ²	Heiz- bedarf MWh	Warmwasser- bedarf MWh	Kühl- bedarf MWh
57868	3417	61285	579	43401	2426,9	1887,6	367,7



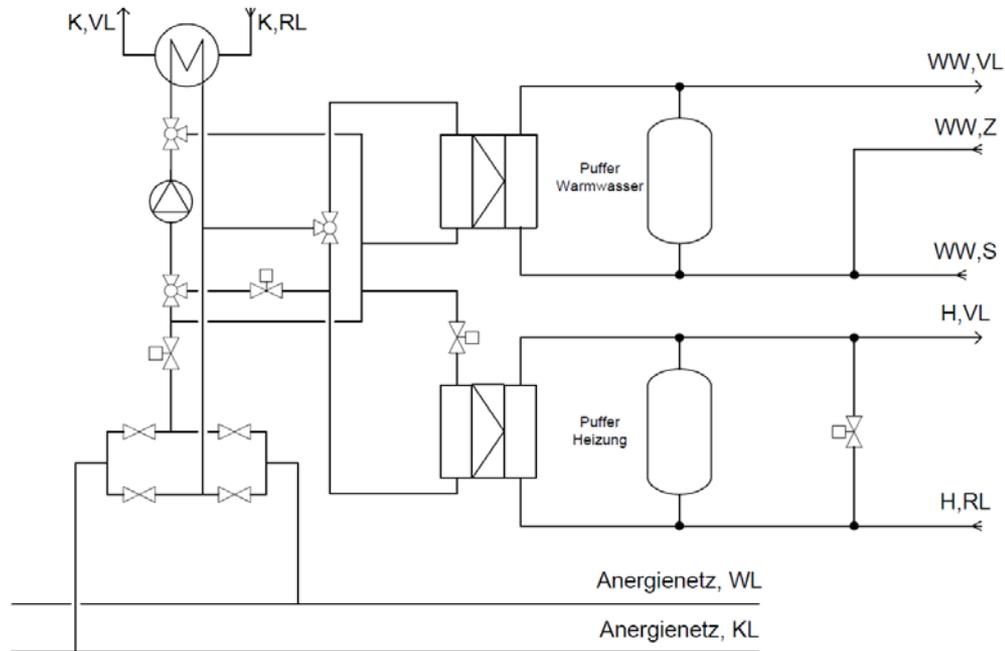
Input - Output



Volldynamische Gesamt-Netz-Simulation in Matlab/Simulink



Technikzentrale



Hydraulischer Schaltplan der Technikzentralen. Kühlung: Plattenwärmetauscher, WW: WP-Verdampfer Warmwasser, Heizung: WP-Verdampfer Heizung, WL/KL: NTWK-Netz Warm- und Kaltleiter.

Rohrnetzwerk

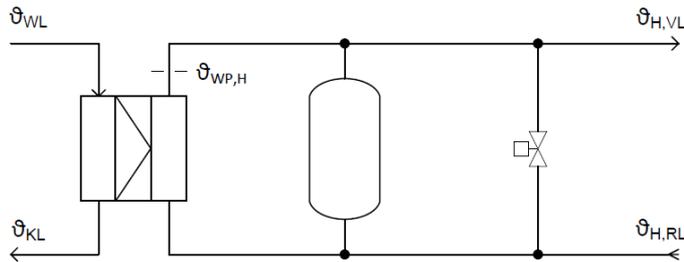
Netz- element	Rohr- länge	DN
	m	mm
TZ1	48,3	140
TZ2	6,1	125
TZ3	3,8	110
TZ4	5,3	110
TZ5	9,2	90
E1	16,5	180
ESF	32,5	180
Ringnet z	455,3	180
Gesam t	577,0	

- Ringnetzwerk, 2 Leiter
- Keine Netzzirkulationspumpe
- Umwälzpumpe in Technikzentrale
Betrieb nach Bedarf mit $\Delta T = 4 \text{ K}$
- Auslegung der Rohrdimensionen nach gängigen Fernwärmekriterien (Randbedingung nach Strömungsgeschwindigkeit und einem spezifischen Druckverlust von 60-80 Pa/lfm)

Gesamtlänge Rohrnetzwerk: 577 m

Max. Durchmesser: DN 180

Heizungswärmepumpe mit Pufferspeicher



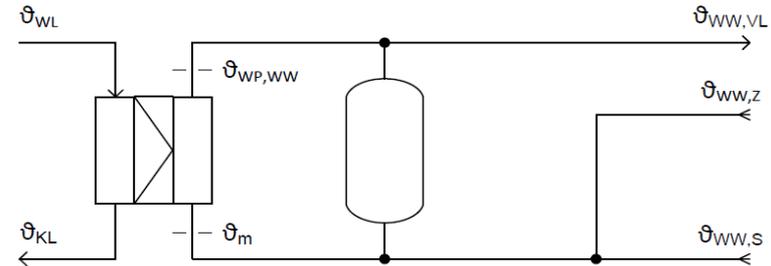
$$\vartheta_{WP,H} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Vorlauftemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur

Pufferspeicher = 70 m³

Wärmepumpe = 120 – 260 kW

Warmwasserwärmepumpe mit Pufferspeicher



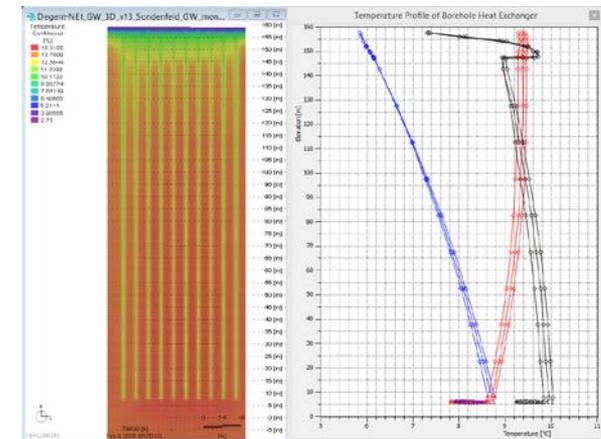
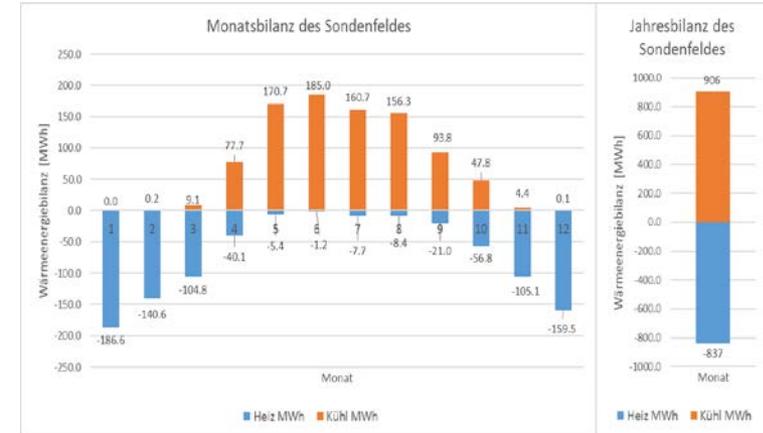
$$\vartheta_{WP,WW} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Größe des Pufferspeichers auf ganzjährig konstant en Betrieb der Wärmepumpe mit Nennlast ausgelegt (6 - 17 m³)

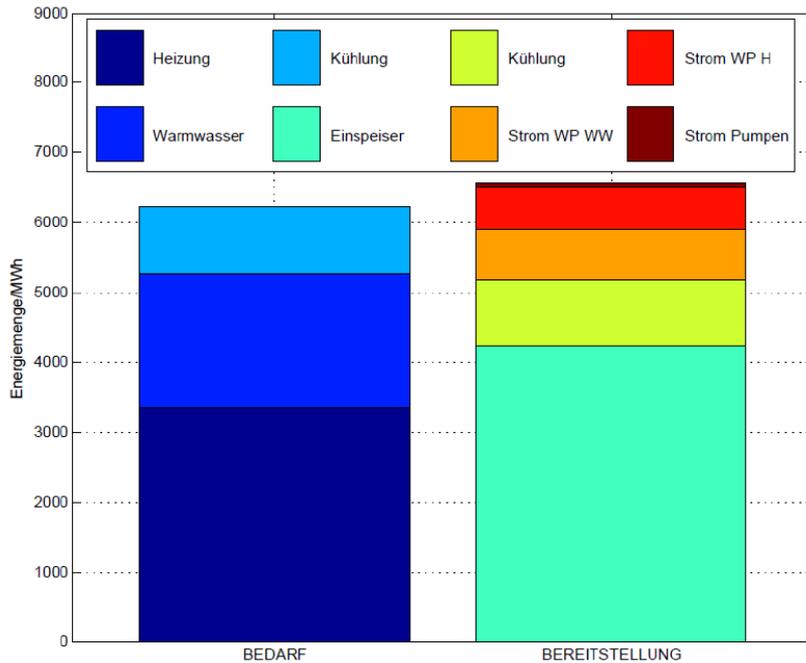
Wärmepumpe = 28-65 kW

Erdwärmesondenfeld als saisonaler Speicher

	Einheit	Erdsondenspeicher		Gesamt
		Entladen	Beladen	
Anzahl der Erdsonden	-			160
Tiefe der Erdsonden	m			150
Bohrmeter	m			24.000
Spitzenleistung	kW	-490	524	
spezifische Sondenleistung, max	W/lfm	-20,4	21,8	
Jahresenergie	MWh/a	-837	906	1.743
spezifischer Sondenumsatz	Wh/lfm	-35	38	73
Betriebszeit	h	5.441	3.319	8.760
Stillstandszeit	h	0	0	
Vollbetrieb (4 Teilfelder)	h	2.902	432	38,1 %
Dreiviertelbetrieb (3 TF)	h	884,5	114,5	11,4 %
Halbbetrieb (2 TF)	h	643	2.074	31,0 %
Viertelbetrieb (1 TF)	h	1.012	698	19,5 %
Maximaler Sondendurchfluss pro Sonde	l/h	775	774	
Mittlerer Sondendurchfluss pro Sonde, wenn Sonde in Betrieb	l/h	448	474	

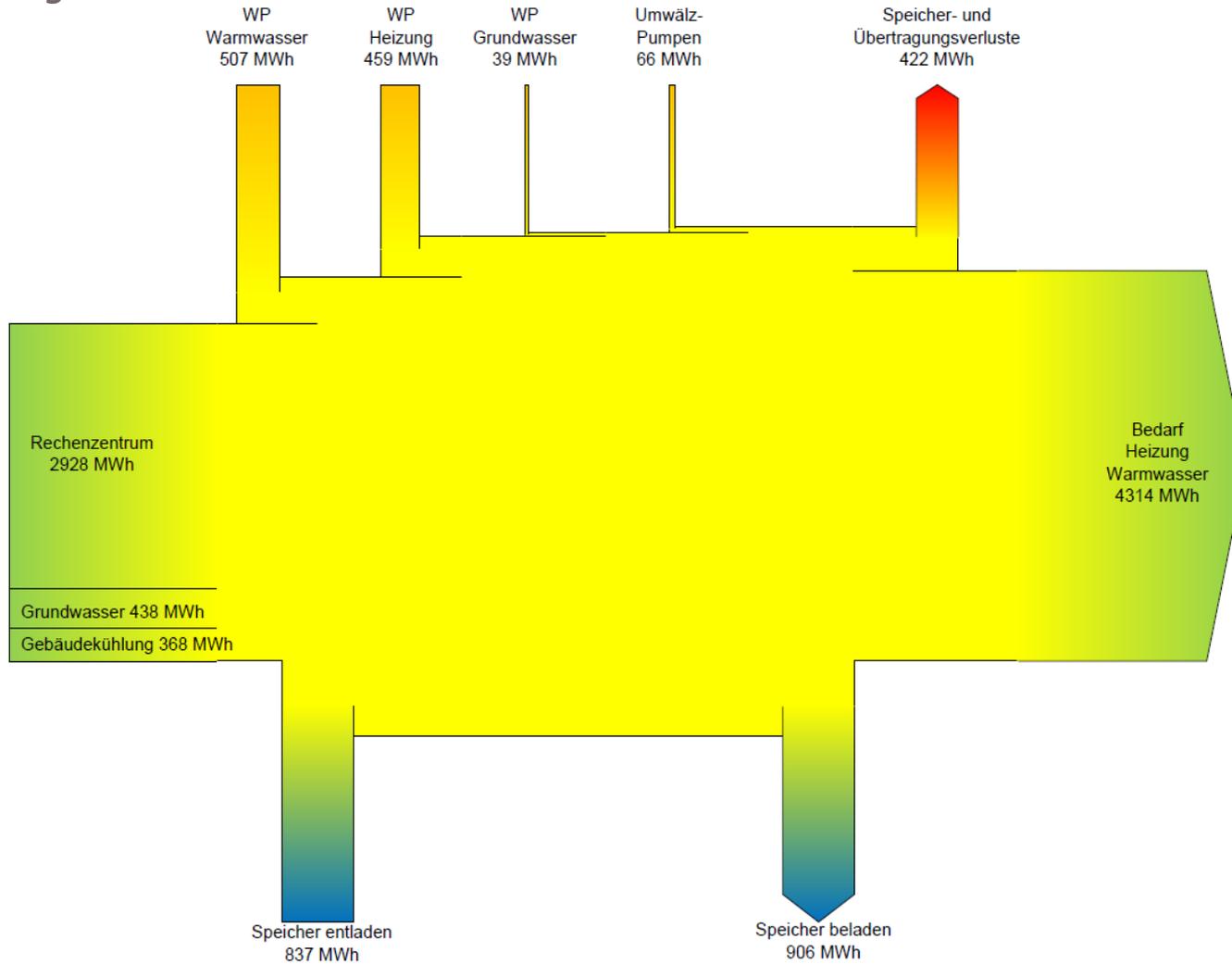


nachgefragte und bereitgestellte Energiemengen



Typ	Energiemenge		
Bedarf	Heizung	2426,9	MWh
Bedarf	Warmwasser	1887,5	MWh
Bereitstellung	Rechenzentrum	2928,1	MWh
Bereitstellung	Grundwasser	438,0	MWh
Bereitstellung	Gebäudekühlung	367,7	MWh
Bereitstellung	WP WW elektrisch	507,1	MWh
Bereitstellung	WP H elektrisch	458,5	MWh
Bereitstellung	WP GW elektrisch	38,7	MWh
Bereitstellung	Umwälzpumpen	65,8	MWh
JAZ WP Heizen		5,87	-
JAZ WP Warmwasser		3,82	-
Anzahl Erdsonden		160	-

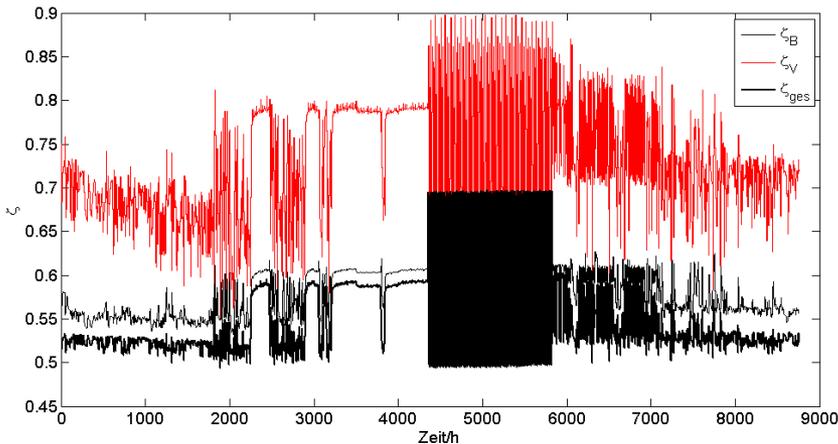
Energieflussdiagramm



Thermischer Wirkungsgrad

Der thermische Wirkungsgrad des Wiener Anergienetzes liegt im Jahresmittel bei ca. 70 %.

Exergetischer Wirkungsgrad



Hoher exergetischer Wirkungsgrad der Wärmebereitstellung ζ_B , aufgrund der hohen Jahresarbeitszahlen
Hoher exergetischer Wirkungsgrad der Wärmeverteilung ζ_V , bedingt durch die niedrigen Netztemperaturen

-> **exergetischer Gesamtwirkungsgrad etwa doppelt so hoch wie jener konventioneller Fernwärmenetze**

CO2 Einsparungspotenzial

Verbrauch klimawirksamer Treibhausgase im Vergleich mit Fernwärme und Erdgas:

DEGENT-NET System	263 tCO ₂ äqu
Fernwärmeszenario	755 tCO ₂ äqu
Erdgasszenario	1055 tCO ₂ äqu
Emissionseinsparung	

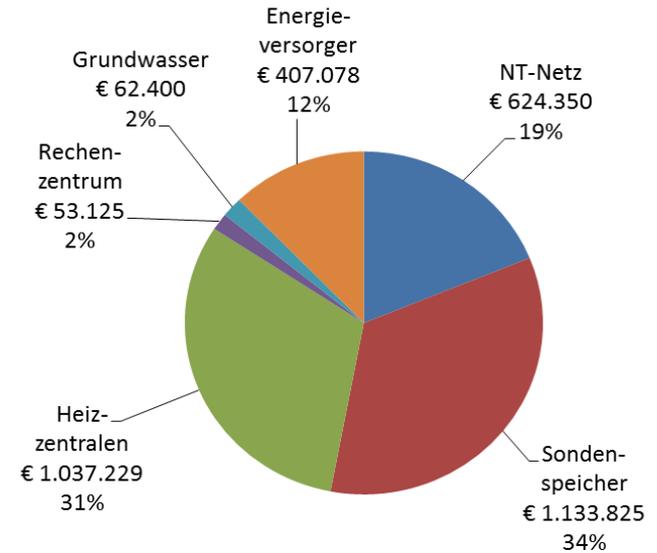
Einsparung klimawirksamer Treibhausgase

DEGENT-NET Einsparung gegenüber Fernwärmeszenario	492 tCO ₂ äqu
DEGENT-NET Einsparung gegenüber Erdgasszenario	792 tCO ₂ äqu

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Annahmen für Basisszenario:

- Betrachtungszeitraum: 40 a (technische Lebensdauer des Erdsondenfeldes)
- Kalkulationszinsfuß: 5,0 %/a
- Inflation: 1,0 %/a
- Reale Teuerung elektrischer Energie: 2,0 %/a
- Reale Teuerung Wärmeenergie: 1,5 %/a
- Jährliche Wärmeabnahme pro Jahr ist konstant (keine Klimawandelfolgen)
- **Kälte aus „free cooling“ ist für die Endkunden gratis**
- **Ein backup-System in Form eines Fernwärmeanschlusses ist integriert**



spezifische Wärmegestehungskosten von **92,9 €/MWh**

Ohne Fernwärmebackup: **73,2 €/MWh**

Ohne Fernwärmebackup und Kostenverrechnung der Kälte gleich wie Wärme: **67,5 €/MWh**.

Zusammenfassung

- Das DEGENT-NET System erweist durchaus attraktive Wärmegestehungskosten
- Deutlich niedrigere CO₂ Emmissionen : 1/3 im Vergleich zur Fernwärme Wien oder ¼ im Vergleich zu Erdgas
- Hoher exergetischer Wirkungsgrad (doppelt so hoch wie Fernwärme)
- Die Studie zeigt ein hohes Umsetzungspotenzial einer Pilotanlage in Wien

Geothermisch versorgte Niedertemperatur Wärme- und Kältenetze in Wien und Salzburg DEGENT-NET

Endbericht anfordern:
Martin.Fuchsluger@geologie.ac.at

Danke für die Aufmerksamkeit