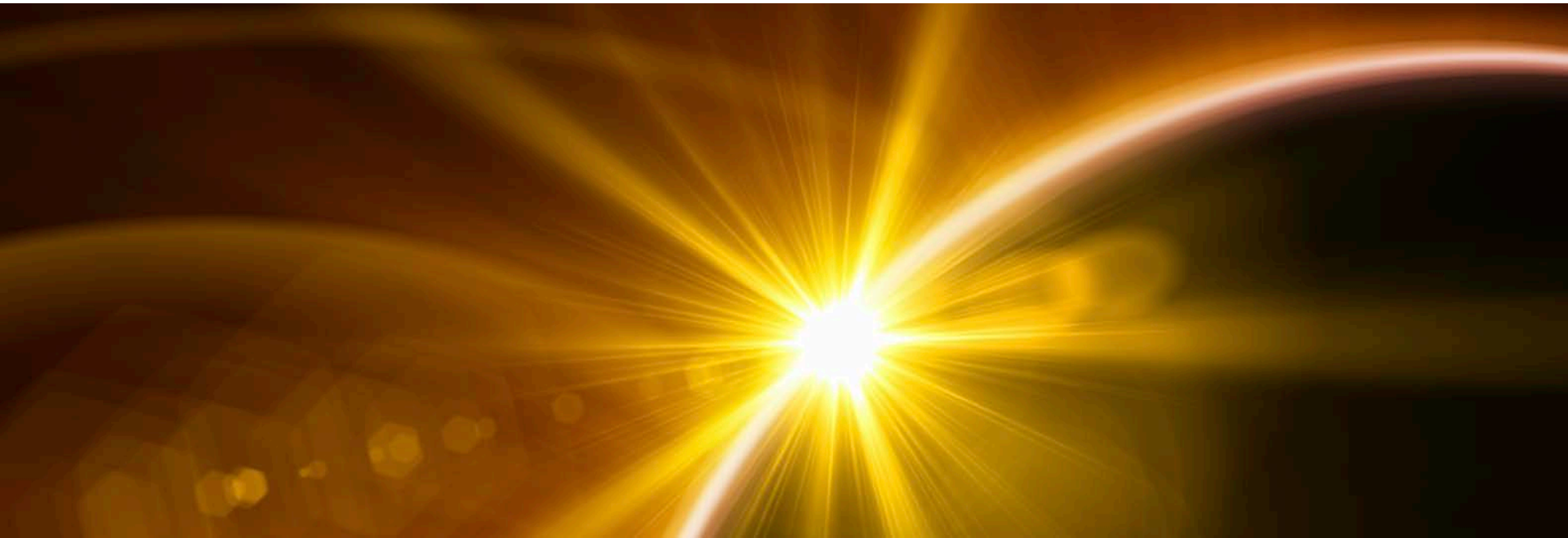




Universität St.Gallen



## Finanzielle und regulatorische Rahmenbedingungen beim Bau von Großwärmepumpen

Dr. Arndt Brauckmann

Wärmetagung 2016 | St.Gallen | 02. September 2016

*“From insight  
to impact”* 



# Finanzielle und regulatorische Rahmenbedingungen beim Bau von Großwärmepumpen

*anhand zweier Beispiele für Deutschland*

von **Dr. Arndt Brauckmann**

*beschäftigt bei innogy SE*

*tätig für Key-Assets im Bereich Energiedienstleistungen/  
Individuallösungen*

*ua GF bei Mainzer Wärme PLUS GmbH*

*(vormals Thermago Berliner Siedlung GmbH)*

Kontakt: [arndt.brauckmann@rwe.com](mailto:arndt.brauckmann@rwe.com) (arndt.brauckmann@innogy.com)



## **TOP's des Vortrags**

### **I. Vorstellung innogy SE (Bereich Energiedienstleistungen)**

### **II. Warum Großwärmepumpe**

1. Ausschreibung FHW/ Versorgungsgebiet Mainz-Lerchenberg
2. Projekt Werne

### **III. Regulatorische und wirtschaftliche Themen im Rahmen Einsatz Großwärmepumpe**

1. BimSchG
2. 'Umweltaspekte'
3. Finanzielle Bedingungen/ Wirtschaftlichkeit

### **IV. Anregungen zur Förderung (vermehrter) Einsatz Großwärmepumpen**



## I. Vorstellung

### **innogy SE** (vormals RWE International SE)

- deutsches Energieversorgungsunternehmen mit Aktivitäten fokussiert auf Europa (aber auch USA etc)

### **Bereich Energiedienstleistungen**

(vormals RWE Energiedienstleistungen GmbH)

- über 500 MA, Deutschlandweit,
- rd 110T FW-Kunden, über 3T Contracting-Kunden,
- rd. 500 Mio€ Umsatz, rd 30 Mio€/ a Investitionen,
- div. Beteiligungen/ JV, ua.
  - Mainzer Wärme Plus GmbH (zuvor Thermago Berliner Siedlung GmbH), JV mit Stadtwerke Mainz AG,
  - div unternehmerische Aktivitäten mit Städten/ Stadtwerken



## II. Warum Großwärmepumpe?

1. am Beispiel Ausschreibung FHW Mainz Lerchenberg (über JV Mainzer Wärme Plus GmbH)
  - Ausgangslage:
    - Europaweite Ausschreibung 2015/ 16
    - rd 90 GWh Wärme/ a
    - rd 2.500 Kunden (EFH, MFH, Gewerbe)
    - 6 Gaskessel insgesamt 80 MW th (zzgl. Fernwärme Dritter)
    - Temperaturen Vor-/ Rücklauf: 95/ 75 Grad
    - PEF: 1,3 (1,5); Erfüllungsgrad: 0,6
  - Ausschreibung:
    - Primärenergiefaktor von 0,85
    - nachhaltiges/ innovatives Erzeugerkonzept (Ausschluss Verwendung Festbrennstoffe)
    - Gewährleistung ganzjährige Versorgungssicherheit
    - Preis je kWh unter Alt-Preissystem (n.M.)

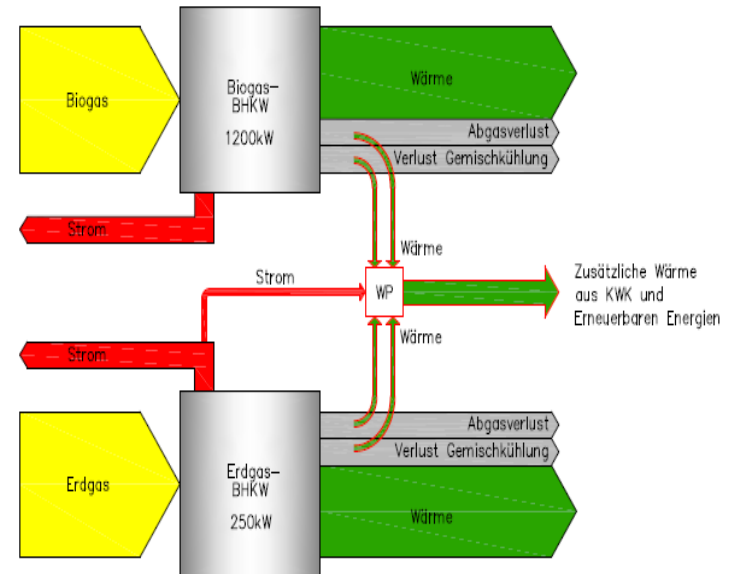
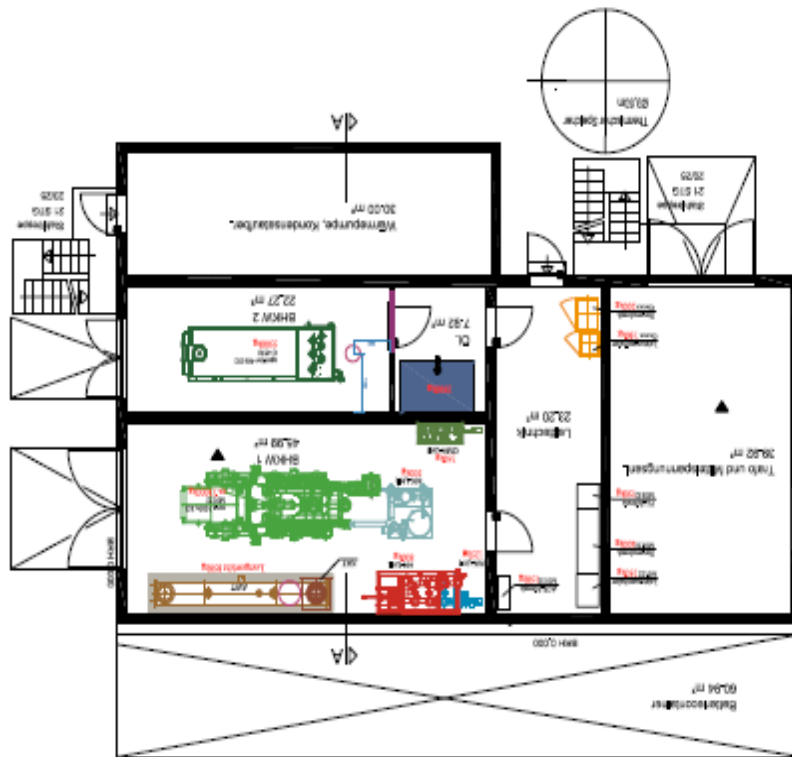


## Siegreiche Ausschreibung mit Komponenten (Auszug)

- Bestandsnutzung Gaskessel begrenzt auf 40 MWth
- Zubau 1 Biomethan-BHKW (1,2 MWth; 1,2 Mwe)
- Zubau 1 Graugas-Eigenstromer BHKW (0,3 MWth; 0,25 Mwe)
- Zubau Ecos, thermischer Speicher 100qm<sup>3</sup>, opt. Batteriespeicher Li-Ionen
- Zubau Großwärmepumpe (0,16 Mwe; 0,56 MWth; COP 3,5 / 3,0)
- Nutzung ansonsten verlorener (grüner) Energie:
  - Gemischkühler, Motorwärme, z.T. Rauchgas, Raumwärme Gesamt-Anlage: 300 kWth + x!
  - Einbindung in Rücklauf bei 60 Grad, Abkühlung auf unter 40 Grad, Anhebung auf 80 Grad
- Senkung Vor-/ Rücklauf (langfristiges Konzept, ua Steigerung COP GWP sowie Verminderung Netzverluste)



# Lagebild FHW Mainz Lerchenberg & Wärmeflußdiagramm





## 2. Projekt mit Stadt Werne: **Prüfung Einsatz Großwärmepumpe**

### Bestand:

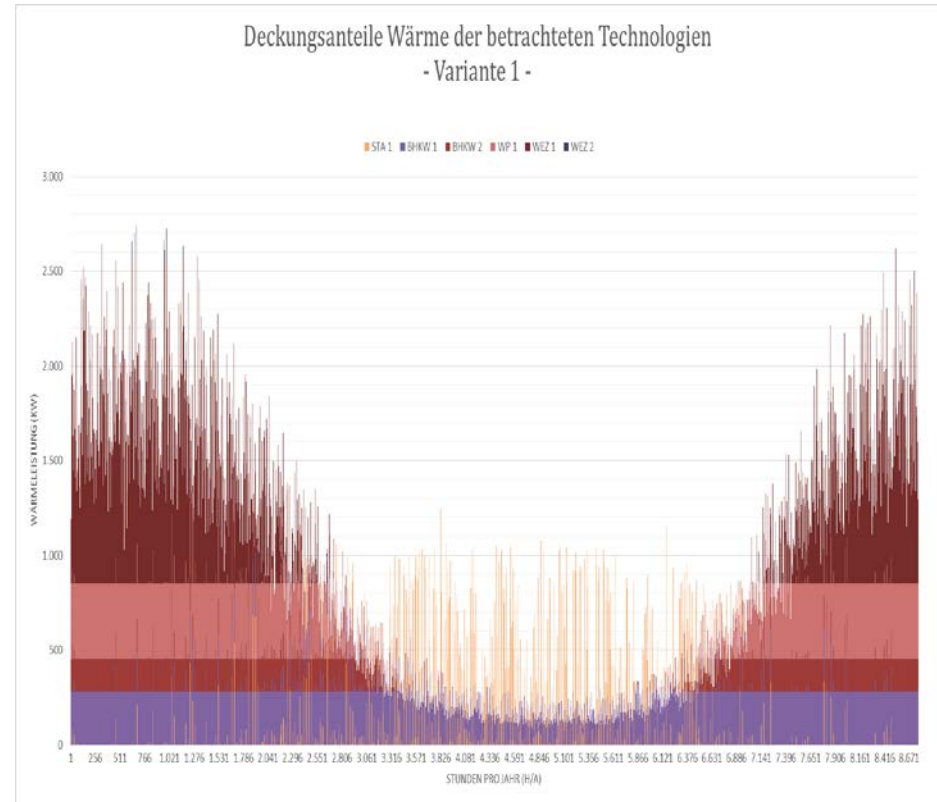
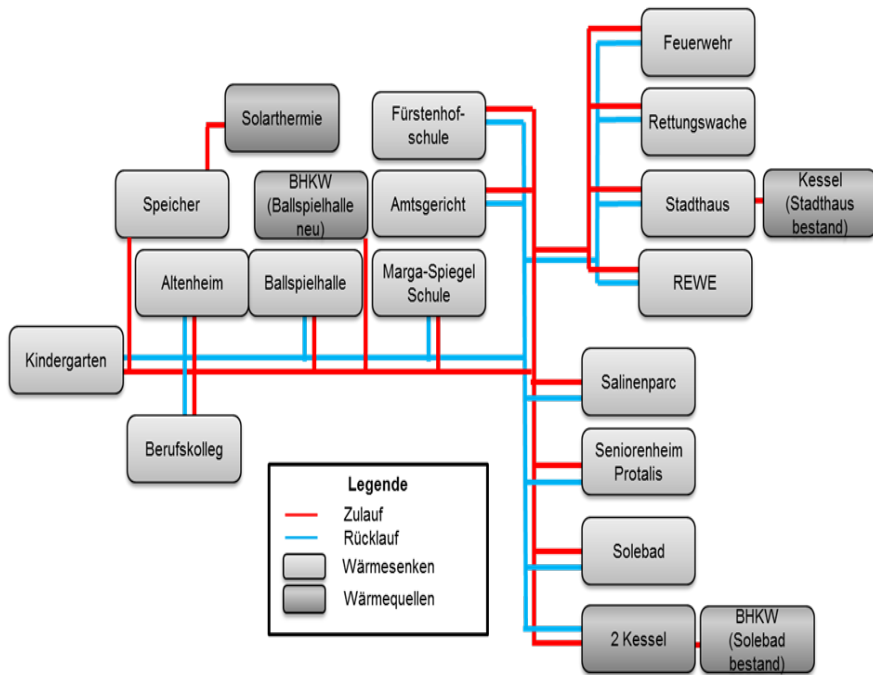
- 2 Kessel mit je rd. 1 MWth, div. kleinere Anlagen
- 1 BHKW KWKG 2009 1,2 MW el. 1,3 MW th
- kein Wärmenetz, Bedarf aber 6 – 8 GWh/a

### Idee:

- Nahwärmenetz (ggf 3 bzw 4-strängig, zT abschaltbar)
- Vor-/ Rücklauf: 70/ 50 Grad (ggf dezentrale Teilanhebung)
- Verwendung Bestandsanlagen
- 1 Eigenstromer-BHKW 0,1 MW el; 0,1 MW th
- 1 Großwärmepumpe 0,10 Mwel, 0,4 MWth (COP > 4)
- 1.200 qm Solarthermie
- 1 Pufferspeicher 150 qm<sup>3</sup> inkl. PtH mit 1 MWel



# Erzeugungskomponenten





## III. Regulatorische ('begegnete') und wirtschaftliche Themen im Rahmen Einsatz Großwärmepumpe

### ➤ 1. im Rahmen BimSchG (ua/ insb. § 4 BimSchG)

#### ➤ Bauantrag/ Baurecht

- grds keine Probleme, idR genehmigungsfreies/ privilegiertes BV (s. jeweilige LBauO: zB Anhang zu LBauO RPf Nr 3 b)
- über § 16 EE-WärmeG/ § 9 I Nr 23 BauGB Untersagung im B-Plan Verwendung feste/ flüssige Brennstoffe möglich -> GWP fällt nicht hierunter (s. auch bspw. § 86 IV Nr LBO RPf, § 73 II Nr 3 LBO BW)
- bes. Voraussetzungen bei Kombi mit Kessel, BHKW etc > 50 kwth uä: § 39 LBO iVm §§ 10, 11 & 5 FeuVO: spez. Räume, Löschkonzepte uä

#### ➤ gehandhabte Stoffe

- insb. F-Gase als Kältemittel
- bzgl. verwendeter Sole gem § 3 WHG

#### ➤ Emissionen Lärm/ Schall

- insb. TA-Lärm: Schallkonzept
- NachbarR: allg gem. BGB/ öff. rechtl. AGL



## Regulatorische Rahmenbedingungen

- Emissionen Abgase
  - insb. TA Luft/ Lärm
  
- StörfallVO
  - ggf, wenn ...
  
- Abfälle & Wasser
  - ggf bzgl. verwendeter Sole gem § 3 WHG bzw Kältemittel
  
- Arbeitsschutz
  - idR keine Hürden, aber...
  
- Brandschutz
  - bes. Voraussetzungen bei Kombi mit Kessel, BHKW etc > 50 kwth uä: § 39 LBO  
iVm §§ 10, 11 & 5 FeuVO: spez. Räume, Löschkonzepte uä



## Regulatorische Rahmenbedingungen

### ➤ Naturschutz

- idR keine besonderen Voraussetzungen (dezidierte UVP, Themen s.o.)

### ➤ Sonstiges

- Verdrängungsschutz WP-Wärme, wenn Einsatz im FW-Netz gegenüber § 3 AVB-Fernwärme, wenn Anspruchsbegehren Einsatz von reg. Energien (s. § 7 Nr 3 EE-WärmeG)?
- Absicherung Betrieb GWP mittels Grunddienstbarkeit/ beschränkt persönlicher Dienstbarkeit -> Einschränkung ET-Rechte gem. § 1018 BGB (aber Untersagung eig. Hz)?
- GWP trotz Strom durchgängig als regenerative Energiequelle analog Geothermie? Differenzierung nach Bezugsquelle? Ggf Verpflichtung Bezug 100% EE-Strom? -> reg. Energien gem. § 2 Nr 1 & 2 EE-WärmeG (Vor: kommt ohne Einsatz fossiler Energien aus!)
- AVB-Anschlusszwang wenn Einsatz GWP (Vor: Verringerung Immissionsbelastungen (insb. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, Partikel),  
-> Energiewirtschaftliche Gründe, je bis Grenze Verhältnismäßigkeit)
- KartellR: Mißbrauchskontrolle Wärmepreise wg faktischer Monopolstellung FWU: Vergleich mit Erdgas-/ Öl-/ Grubengasgestehungskosten obsolet/ Kartellamt Mißbrauchsvorwurf schwierig



## 2. Umweltaspekte als regulatorische Rahmenbedingungen

### ➤ Primärenergiefaktor (gem. AGFW)

- allein: idR 0,8 (wg Anteil dt. Strommix in PEF Berechnung)
- in Kombi mit BHKW/ Biomethan-BHKW: kaum Verbesserung, da Stromgutschrift bereits beim BHKW abgebildet ist, sinnvolle Vor-Ort Nutzung des Stroms wird nicht extra bewertet

### ➤ Erfüllungsgrad (gem. AGFW)

- allein: 50% auf KWK-Anteil
- in Kombi mit BHKW/ Biomethan-BHKW: zwar auch nur auf 50% Anteil einzahlend, wenn aber Kombi mit (Biomethan)-BHKW = (grüne) Wärme dann ansonsten nicht genutzte Wärme zusätzlich anrechenbar -> echter Vorteil!

### ➤ Primärenergiefaktor/ Erfüllungsgrad sonstige Wärmeerzeuger

- |                   |                 |                                 |
|-------------------|-----------------|---------------------------------|
| - BHKW/ Bio~:     | -0,1/ -1,5 PEF, | 50% Hürde ErfG (KWK)            |
| - Solarthermie::  | 0 PEF,          | 15% Hürde ErfG (Solarstrahlung) |
| - Öl- Gaskessel:  | 1,2 PEF,        | 0% ErfG (Standard/ Ausgang)     |
| - feste Biomasse: | 0,22 PEF,       | 50% auf Hürde ErfG (KWK)        |



## Umweltaspekte als regulatorische Rahmenbedingungen

### ➤ Versorgungssicherheit (Grundlastfähigkeit)

- ganzjährig nutzbar, zu-/ abschaltbar, 99,5% Verfügbarkeit (über (Pth)-Heizstab 100%)

### ➤ 'Nachbarschutz'/ öffentliche Belange

- idR keine besonderen Themen



### 3. Finanzielle Bedingungen/ Wirtschaftlichkeit (Großwärmepumpe im Rahmen v.g. Gesamtkonzepte)

12			investitio n	10/2016 - 09/2017	10/2017 - 09/2018	10/2018 - 09/2019	10/2019 - 09/2020	10/2020 - 09/2021	10/2021 - 09/2022	10/2022 - 09/2023	10/2023 - 09/2024	10/2024 - 09/2025	10/2025 - 09/2026	
13		Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summen
15	Brennstoffbezug Erdgas	kWh(Hs)/a		4.889.135	4.889.135	4.889.135	4.889.135	4.889.135	4.889.135	4.889.135	4.889.135	4.889.135	4.889.135	
16	Stromverbrauch Wärmepumpe	kWh/a		600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	
18	Wärmelieferung	MWh/a		4.605	4.605	4.605	4.605	4.605	4.605	4.605	4.605	4.605	4.605	
19	Strom-Eigenverbrauch ohne WP	kWh/a		684.000	684.000	684.000	684.000	684.000	684.000	684.000	684.000	684.000	684.000	
20	Stromlieferung VNB	kWh/a		591.000	591.000	591.000	591.000	591.000	591.000	591.000	591.000	591.000	591.000	
49	Gesamterträge		0	335.420	340.082	349.755	354.989	326.038	331.459	336.977	342.592	348.307	354.123	3.419.742
52	aktivierungsfähige Investitionen			-700.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-700.000
54	Einsatzenergiekosten			-141.883	-146.139	-150.523	-155.039	-159.690	-164.481	-169.415	-174.498	-179.733	-185.125	-1.626.526
55	Wartung Wärmepumpe			-1.500	-1.534	-1.568	-1.604	-1.640	-1.677	-1.714	-1.753	-1.792	-1.833	-16.614
56	Vollwartung BHKW			-28.125	-28.758	-29.405	-30.066	-30.743	-31.435	-32.142	-32.865	-33.605	-34.361	-311.504
57	Instandsetzung Wärmepumpe			0	0	-2.064	-2.096	-2.129	-2.163	-2.198	-2.233	-2.269	-2.305	-17.457
58	Abrechnung und Zählermiete			-500	-507	-514	-522	-529	-537	-545	-552	-560	-568	-5.335
59	Pauschalkostenaufschlag			-5.000	-5.101	-5.205	-5.311	-5.419	-5.530	-5.643	-5.758	-5.877	-5.998	-54.841
61	Sonstige Kosten			-3.000	-3.056	-3.114	-3.172	-3.232	-3.293	-3.356	-3.420	-3.485	-3.552	-32.681
65	Summe Aufwendungen		0	-180.248	-185.095	-192.393	-197.810	-203.383	-209.115	-215.013	-221.079	-227.320	-233.741	-2.065.197
67	EBITA (operativer Cash Flow)			155.172	154.986	157.362	157.179	122.655	122.344	121.964	121.513	120.986	120.382	1.354.544
72	EBIT			85.172	84.986	87.362	87.179	52.655	52.344	51.964	51.513	50.986	50.382	654.544
74	Ergebnis vor Steuern			50.172	52.769	58.066	60.951	29.649	32.720	35.892	39.169	42.558	46.065	448.012
76	Jahresüberschuss nach Steuern			35.086	36.901	40.606	42.623	20.734	22.881	25.099	27.391	29.761	32.213	313.295
78	EBIT nach Steuern			70.086	69.119	69.901	68.851	43.740	42.505	41.172	39.735	38.189	36.530	519.827
81	Free Cash Flow (nach Steuern)	16,80%	0	-559.914	139.119	139.901	138.851	113.740	112.505	111.172	109.735	108.189	106.530	519.827
83	Barwert des Free Cash Flow	7,95%	0	-518.679	119.382	111.212	102.249	77.589	71.095	65.078	59.506	54.348	49.573	191.353
84	mittlere Netto-Umsatzrendite:	15,20%												





# Wirtschaftlichkeit Großwärmepumpe: Key-Infos

(im Rahmen vgl. Gesamtkonzepte)

- **Erzeugungskosten MW/h th (ohne Förderung)**
  - €/je MW/h (ohne Grund, Gebäude uä):
    - 40 – 48€ alleine heute,
    - 35 – 40€ mit BHKW (KWKG aktuell) sowie
    - 30 – 35€ mit kleinerem/ älterem BHKW (KWKG aktuell/ KWKG 2012)
  - > Hintergrund: Befreiung/ zT ~ EEG-Umlage, kein NNE (Privilegierung Eigenstrom)
- **Umsatzrendite**
  - netto: 10 – 18% /je nach Ausgangsfall (mit geringem Zukunftsrisiko, aber: Wärmequelle nötig)
- **Investitionskosten**
  - rd 1.600€ - 1.800€/ kwh im Mittel ohne Gebäude uä
- **Jährliche W&I Kosten**
  - Geringer als in Lehrbüchern...? Hoffnung auf 1- 2%!





## ➤ Vergleich zu anderen Wärmeerzeugern

- Gas-/ Ölkessel: 35 – 40€ MWh
- BHKW: 40 – 55€ MWh
- Solarthermie: 40 – 55€ MWh
- Holzpellets/ ~hackschnitzel: 50 – 60€ MWh

## ➤ Förderung: KfW, Bafa/ Marktanzreizprogramme (ggf. Regionalprogramme)

- Mindest-COP, bestimmte Kältemittel, bestimmte ökologische Kennzahlen, know-how, Ersatzteilverfügbarkeit u. ä.
- zB ausgewiesen durch Euroblume, Blauer Engel, European Quality for Heat Pumps, EHPA Gütesiegel u. ä.
- s. § 14 II Wärme-EEG Nr. 3, Art 13 IV Uabs. 3 RiLi 2009/28/EG

## ➤ Sonstiges

- z. B. keine CO<sub>2</sub>-Rechte Zuteilung/ Erwerb nötig, Kälteerzeugung!



## IV. Anregungen zur Förderung Einsatz GWP

- Arbeit auf höheren Temperaturniveaus
  - Wichtig für Einsatz im Rahmen Bestand/ Verbesserung Kennzahlen
- Verbesserung Berechnungsvorgaben Primärenergiefaktoren
  - z.B. nicht Ansatz dt. Strommix
- Verbesserung Berechnungsvorgaben Erfüllungsgrad
  - Ideen? zB ...
- Vermarktungsmöglichkeit auf Strommarkt
  - PRL/ SRL: (P) Gradientenfähigkeit GWP?, Kombi mit PtH
- Darlegung Netzdienlichkeit
  - Dispatching/ abschaltbare Lasten gem. § 14 EnWG uä -> Marktplattform? Intelligente Steuerung analog Strom-DV: Teil eines virtuellen Kraftwerks?



## Anregungen zur Förderung Einsatz GWP

### ➤ Stärkere Betonung Nutzen Großwärmepumpe

- für Gelingen (deutscher) Energiewende

### ➤ Stromsondertarife o. ä.

- ähnlich Privathaushalt/ Nachtspeichertariffe?
- Vermeidung Kosten durch Abschaltung EE-/ Überschuss-Strom

### ➤ Marketing

- ua GWP nicht Luft-WP, ungenutzte Wärmequellen, Studie agora oä für Einsatz GWP (zB Schweiz als Vorbild?)?
- keine Verpflichtung Teilnahme CO2 Handel ua bürokratische Themen ab gewisser Größe
- tolle Kombi mit Wärmespeicher zur Glättung Erzeugung/ Nachfrage



Universität St.Gallen  
CC Energy Management (ior/cf-HSG)  
Bodanstrasse 1  
CH-9000 St.Gallen

[www.energymanagement.unisg.ch](http://www.energymanagement.unisg.ch)  
[energymanagement@unisg.ch](mailto:energymanagement@unisg.ch)





CC Energy Management  
ior/cf-HSG

Universität St.Gallen

# Backup