

# 2017

**STADTWERKE LÜBECK GMBH**

BHKW Anwendungen bei den  
Stadtwerken Lübeck



**STADTWERKE  
LÜBECK**

- Die Stadtwerke Lübeck
- Das Fernwärmesystem in Lübeck
- Die Wärme-Erzeugungsanlagen
  - Planung
  - Projektentwicklung
  - Betrieb
  - das Anlagenportfolio
- Verschaltungsvarianten
  - Einsatz von Wärmepumpen für die Gemischkühlung
  - Einsatz von Wärmespeichern
- Schluss

## Marktführer

- Die Stadtwerke Lübeck GmbH ist der bedeutendste Energieversorger im Wirtschaftsraum Lübeck.

## Führender Arbeitgeber

- Rund 600 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen engagieren sich in den Geschäftsfeldern Erzeugung, Netz und Vertrieb für unsere Kunden und machen die Stadtwerke Lübeck zu einem der größten Arbeitgeber der Region.

## Regional

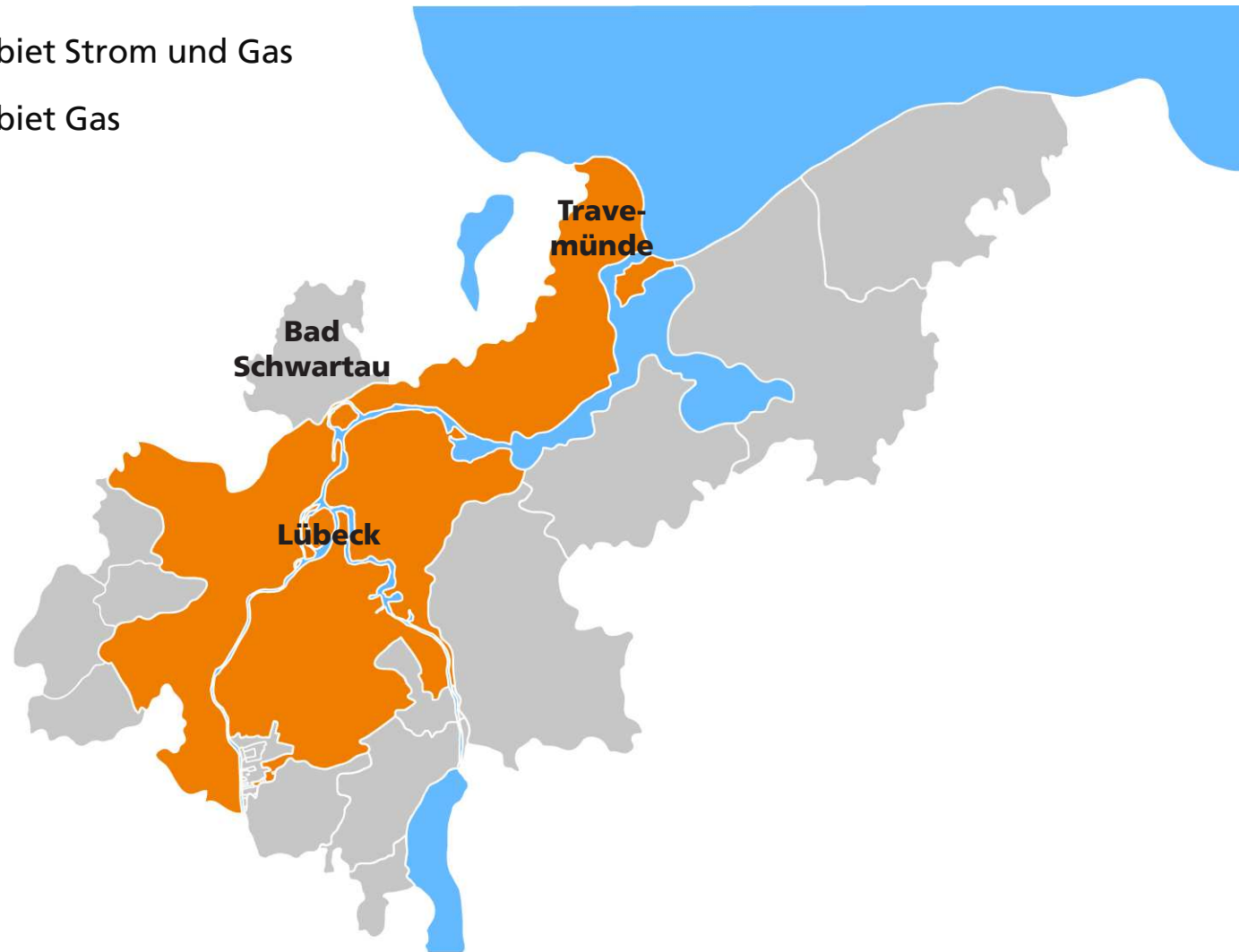
- 130.000 Haushalte setzen bei Ihrer Entscheidung für Strom, Erdgas, Wasser und Wärme auf die Stadtwerke Lübeck. Das Marktgebiet umfasst die Hansestadt und einige Nachbargemeinden.

\* SWL: 212, SWLN: 396, Stand zum 31.12.2013

---

# Versorgungsgebiete der SWL

- Versorgungsgebiet Strom und Gas
- Versorgungsgebiet Gas



## Erzeugung

- Energieerzeugung auf der Grundlage hocheffizienter Kraftwerke (BHKW/Strom)
- Konsequenter Ausbau regenerativer Energieerzeugung
- Bundesweit erstes Stadtwerk mit Beteiligung an laufendem Offshore-Windpark

**ZIEL**

**Min. 50 % Eigenerzeugung bis 2020**



## Netz

- Hocheffiziente Netze mit überdurchschnittlicher Versorgungssicherheit
- Wachstum durch Kooperation: Partnerschaft auf Augenhöhe
- Günstige Netzentgelte als Standortfaktor für den Wirtschaftsraum Lübeck

**ZIEL**

**Effizienzsteigerung durch Restrukturierung und Konzessionserwerb**



## Vertrieb

- Wettbewerbsfähige Produkte unter einheitlicher Dachmarke
- Echte Öko-Strom-Angebote
- Klimapartnerschaft
- Technische Dienstleistungen

**ZIEL**

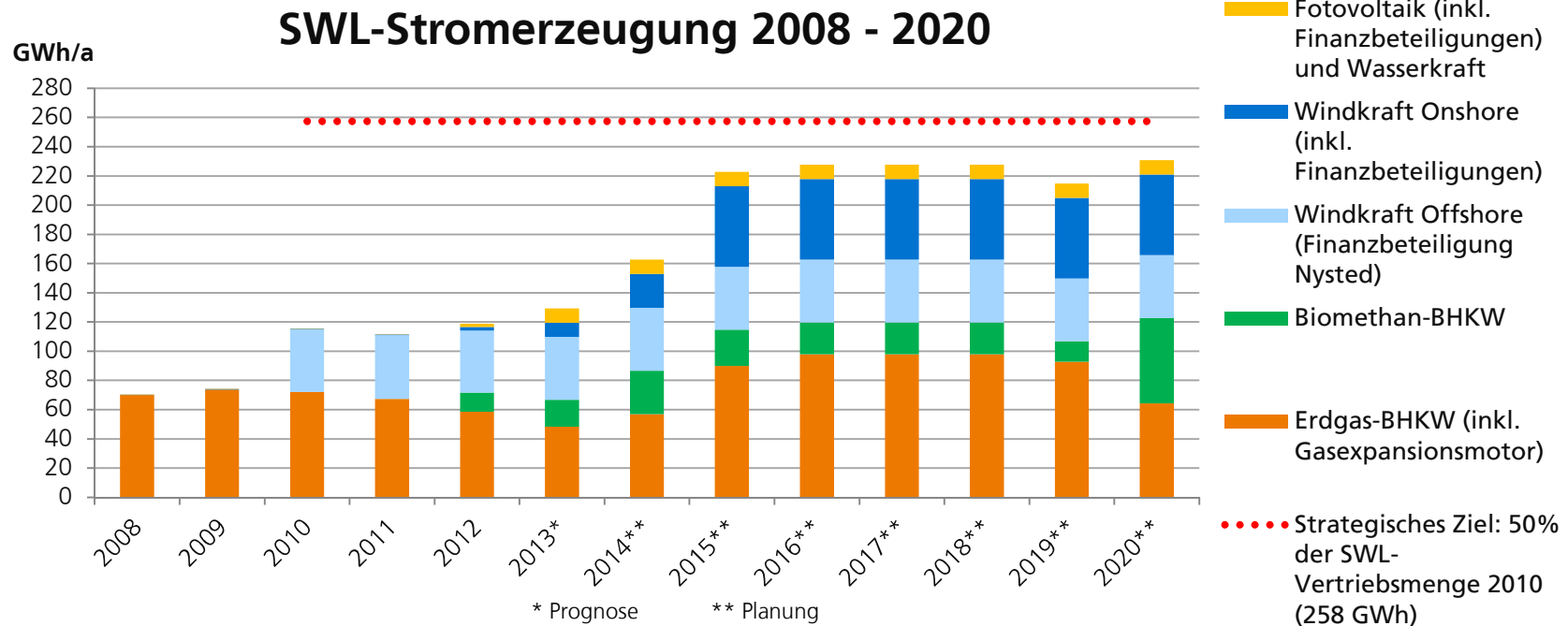
**Wachstum im Geschäfts- und Privatkundenbereich**

**Weitere Verbesserung der Kundenbindung und Servicequalität im Heimatmarkt**





- Wir streben an, unsere Erzeugung auf mindestens 50 % des Stromabsatzes durch einen ausgewogenen Mix aus regenerativer und fossiler Energie und eine gezielte Investitionsstrategie zu steigern.

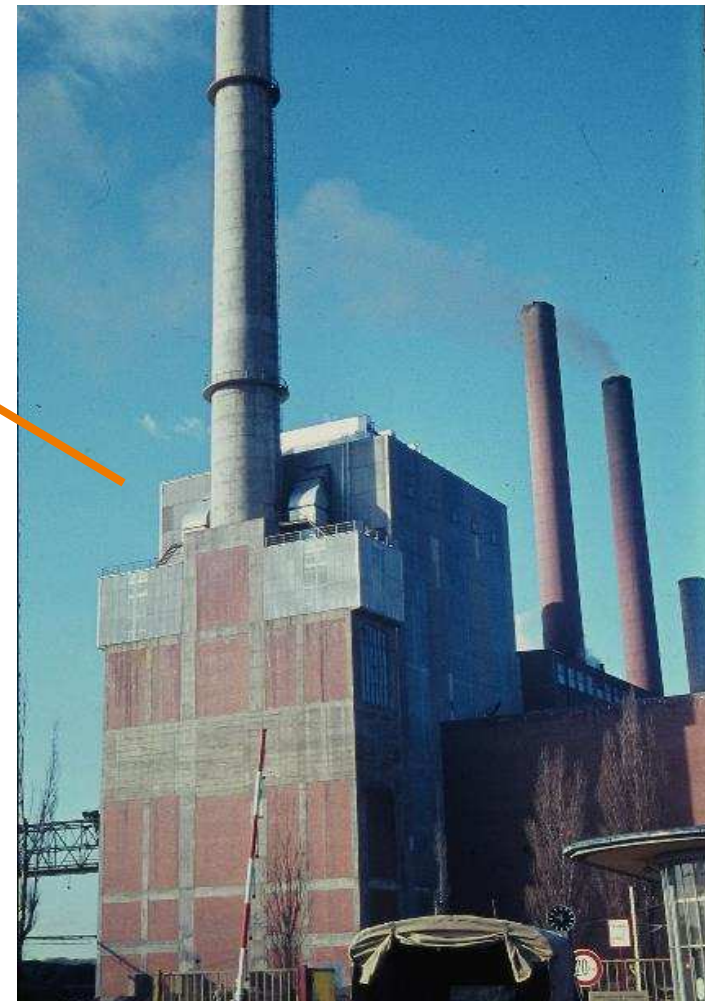




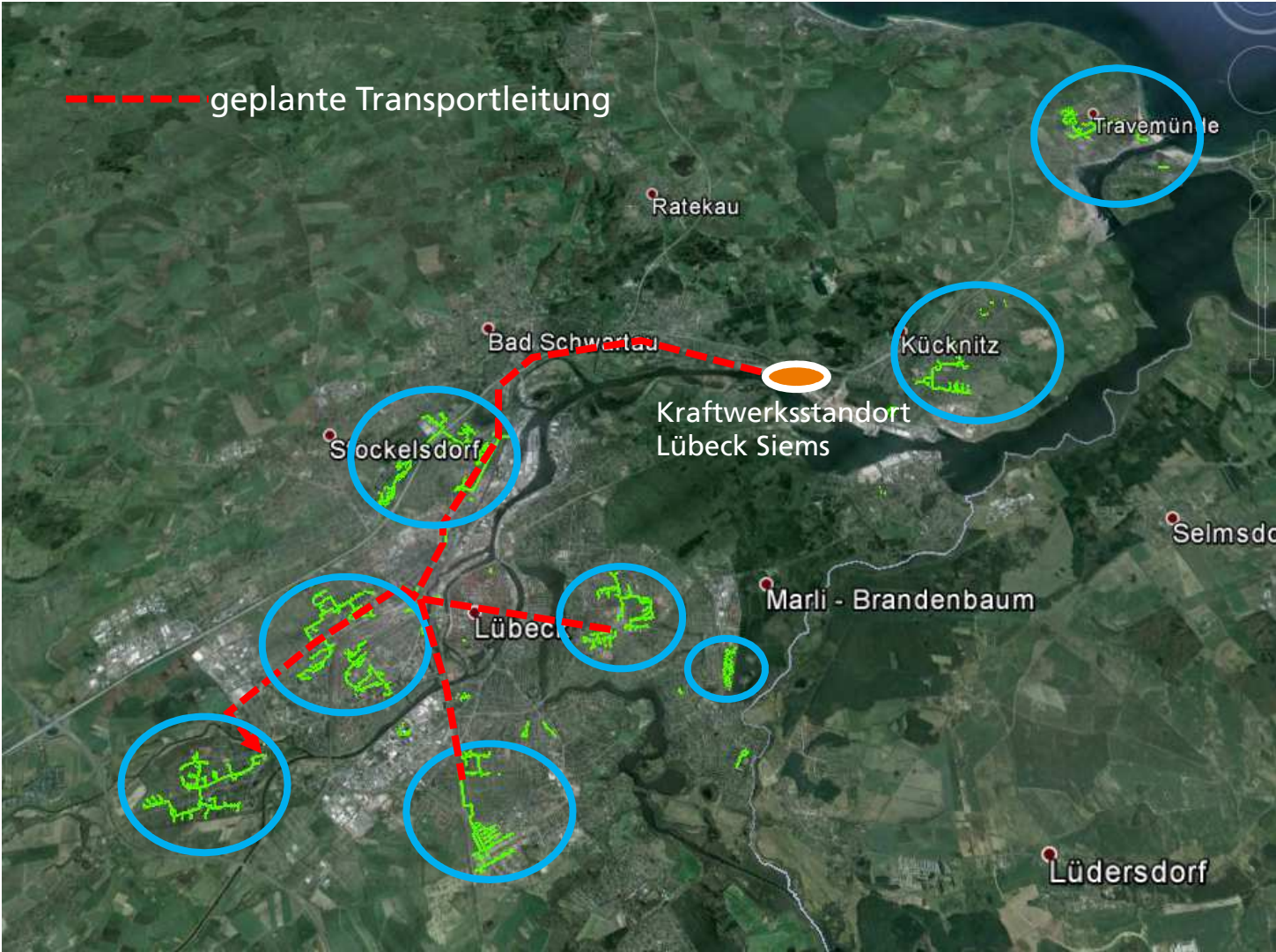
- Vertrag zur Auskopplung von Fernwärme aus dem von Preussen Elektra in Lübeck-Siems geplanten Kohlekraftwerksneubau (400 MW) (1995)

- Im Vertrauen darauf Bau von Fernwärmenetzen und dezentralen Heizwerken für die vorübergehende Wärmeerzeugung bis zum Kraftwerksbau durch die SWL, Förderung durch das Land S.-H.

- E.ON verzichtete im Jahr 2000 auf den Bau des Kraftwerkes aufgrund des starken Strompreis-Verfalls und der Überkapazitäten im Kraftwerkmarkt



Kohlekraftwerk Siems in den 60er Jahren

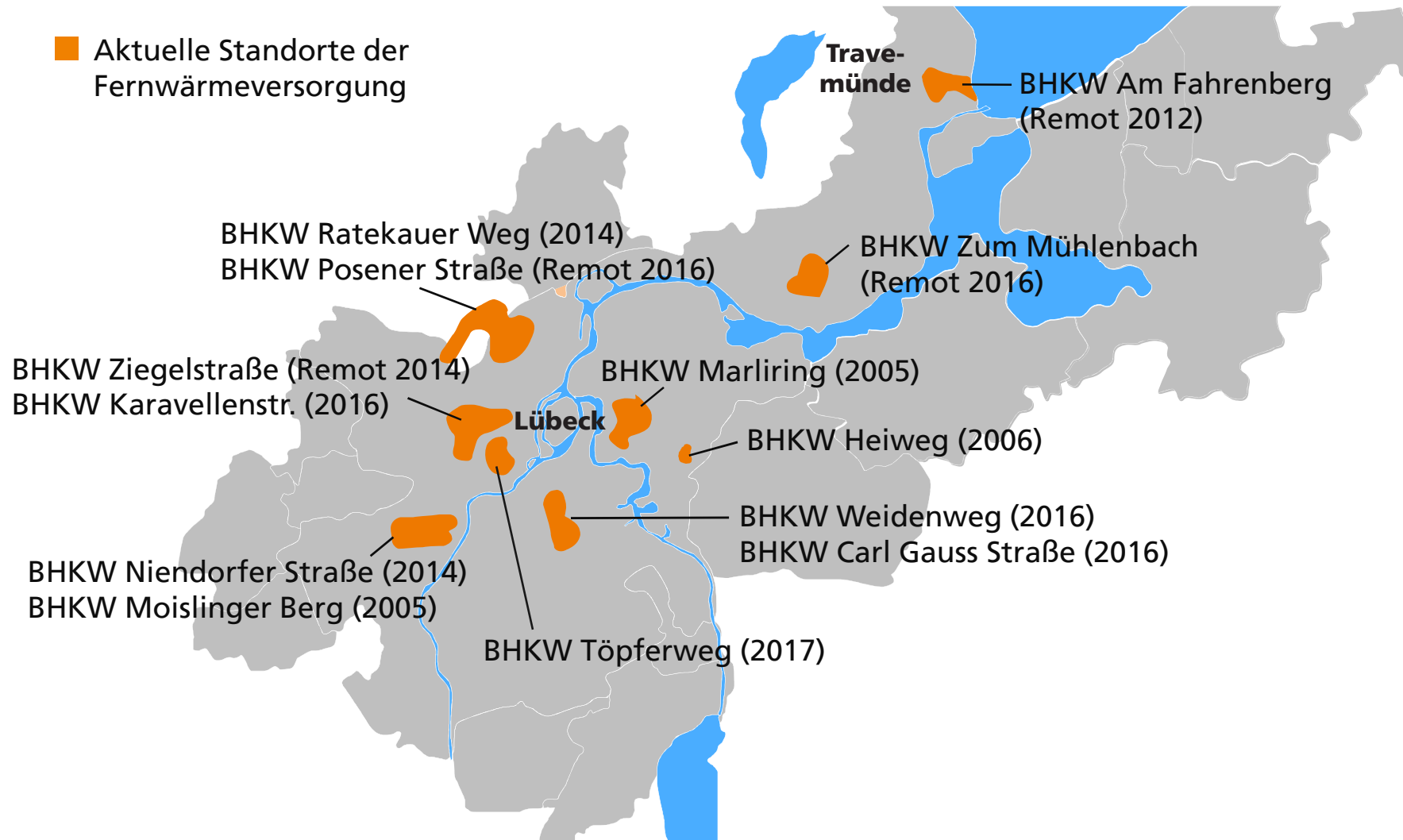




# Wirtschaftlichkeit eines 2-MWeI-BHKW

Erlös/Kostenbestandteil		
Brennstoffpreis	-21,80	€/MWh <sub>Br, Ho</sub>
Strukturierungsaufschlag	-1,20	€/MWh <sub>Br, Ho</sub>
Erdgassteuer	-0,00	€/MWh <sub>Br, Ho</sub>
Netzentgelte (spez. LP stand 2015 )	-1,43	€/MWh <sub>Br, Ho</sub>
Netzentgelte (AP stand 2015)	-0,98	€/MWh <sub>Br, Ho</sub>
Netzentgelte (spez. MP LP/AP stand 2015)	-2,41	€/MWh <sub>Br, Ho</sub>
<b>Gesamt</b>	<b>-23,98</b>	<b>€/MWh<sub>Br, Ho</sub></b>
Thermischer Wirkungsgrad	52,4%	
Umrechnung Hu/Ho	1,1	H <sub>o</sub> /H <sub>u</sub>
<b>Gasverbrauchskosten pro MWh<sub>th</sub></b>	<b>-50,34</b>	<b>€/MWh<sub>th, Hu</sub></b>
<b>Wartungskosten</b>	<b>-5</b>	<b>€/MWh<sub>th, Hu</sub></b>
Stromerlös	29,04	€/MWh <sub>el</sub>
Stromsteuererstattung (Anlagen < 2MW el.)	19,89	€/MWh <sub>el</sub>
Vermiedene Netzentgelte	9,50	€/MWh <sub>el</sub>
KWKG-Förderung (KWKG-G 2012)	26,40	€/MWh <sub>el</sub>
<b>Gesamt bez. auf MWh el.</b>	<b>84,82</b>	<b>€/MWh<sub>el</sub></b>
<b>Gesamt bez. auf MWh<sub>th</sub>, Hu.</b>	<b>66,50</b>	<b>€/MWh<sub>th, Hu</sub></b>
<b>Deckungsbeitrag BHKW</b>	<b>11,16</b>	<b>€/MWh<sub>th, Hu</sub></b>
<b>Erlös BHKW über 60.000 VBh</b>	<b>1.500.000</b>	<b>€</b>
Kessel-Erzeugungskosten	35,39	€/MWh <sub>th, Hu</sub>
Differenz Erzeugungskosten BHKW   Kessel	48,41	€/MWh <sub>th, Hu</sub>

■ Aktuelle Standorte der Fernwärmeversorgung



- Beauftragung eines Fachplaners mit der Planung des BHKW-Projektes
- Auswahl der „Fabrikate der Planung“ nach Betriebserfahrungen/Marktinformationen
- Realisierung des BHKW-Projektes über einen Generalunternehmer
- Ausschreibung erfolgt Fabrikats-offen
- Abschluss eines Vollwartungsvertrages für den Motor

Zur Entscheidung:

-> Energiewirtschaftlicher Vergleich der Module

-> „weiche“ Faktoren:

- Vereinheitlichung des Motortyps vereinfacht Betrieb
- Verlässlichkeit der Motoren
- Service-Level des Herstellers (Reaktionszeit, Qualität)
- Verfügbarkeitszusagen/Kulanz bei Pönalen auf Verfügbarkeiten

Vergleich der Vollkosten der Anlagen über einen 10-Jahres-Betriebszeitraum (bzw. 55.000 VBh)

- > Investitionskosten
- > Motoreffizienz; Brennstoffkosten
- > Betriebskosten (Wartung, Schmieröl)
- > Kosten Zwischenüberholung



Laufbuchsenabriss, BHKW  
Niendorfer Str.



Festsitzender Gasmischer,  
mehrere Anlagen



# Verfügbarkeit MWM TCG 2020 V20 am Beispiel BHKW Ziegelstr. in 2016

Datum/Uhrzeit Störungsbeginn	Datum/Uhrzeit Störungsende	Art der Störung	Ausfallzeit Stunden
11.01.2016 19:00	12.01.2016 11:34	Brennraum A 6	16:34
26.01.2016 13:08	26.01.2016 14:30	Brennraum B 1	1:22
05.02.2016 08:00	08.02.2016 13:00	Gasmischer defekt	77:00
04.03.2016 08:00	04.03.2016 09:30	Brennraum A 4	1:30
09.03.2016 14:00	09.03.2016 15:12	Motordrehzahl 1400 min	1:12
10.03.2016 11:30	11.03.2016 11:30	Gasmischer defekt	24:00
20.03.2016 12:58	20.03.2016 15:00	Fühler Motor Austritt defekt	2:02
21.03.2016 08:20	21.03.2016 09:20	Brennraum B 6	1:00
14.04.2016 22:30	15.04.2016 10:30	Brennraum A 3	12:00
23.04.2016 05:22	23.04.2016 13:30	Synchronisation gestört	8:08
25.04.2016 05:05	25.04.2016 12:30	Synchrnisation gestört	7:25
05.05.2016 05:34	05.05.2016 12:09	Synchrnisation gestört	6:35
26.05.2016 03:24	31.05.2016 08:50	Synchrnisation gestört	125:26
16.06.2016 06:33	16.06.2016 10:20	synchronisation gestört	3:47
19.06.2016 06:02	19.06.2016 10:10	Generatorschutz gestört	4:08
06.07.2016 09:36	06.07.2016 09:56	Brennraum A 9	0:20
06.07.2016 22:41	07.07.2016 12:20	Brennraum B 5	13:39
15.07.2016 08:30	15.07.2016 09:00	Brennraum B 2	0:30
21.08.2016 11:05	21.08.2016 12:55	Brennraum A 10	1:50
09.09.2016 10:00	09.09.2016 11:00	Brennraum A 1	1:00
25.10.2016 03:42	25.10.2016 12:44	Zündkerze defekt	9:02
31.10.2016 05:26	31.10.2016 09:00	Brennraum A 4	3:34
06.11.2016 09:29	06.11.2016 11:52	Brennraum B 3	2:23
06.11.2016 19:02	07.11.2016 10:26	Kurbelraumdruck	15:24
<b>Gesamt</b>			<b>339:51</b>

Abrechnungszeitraum:	01.01.16 - 02.01.17
Betriebsstunden	6.688
Summe Ausfallzeiten:	339:51
Zugesagte Verfügbarkeit	97,5% 8.541 h
Tatsächliche Verfügbarkeit	8.413 h
Zu pönalisierende Nichtverfügbarkeit	128 h 1,46%
errechnete Rückerstattung	1.500 €

**Entgangener  
Deckungsbeitrag:**

**128h x 2 MW el. x 48,41  
EUR/MWh = 12.393 EUR**

# BHKW-Portfolio der Stadtwerke Lübeck

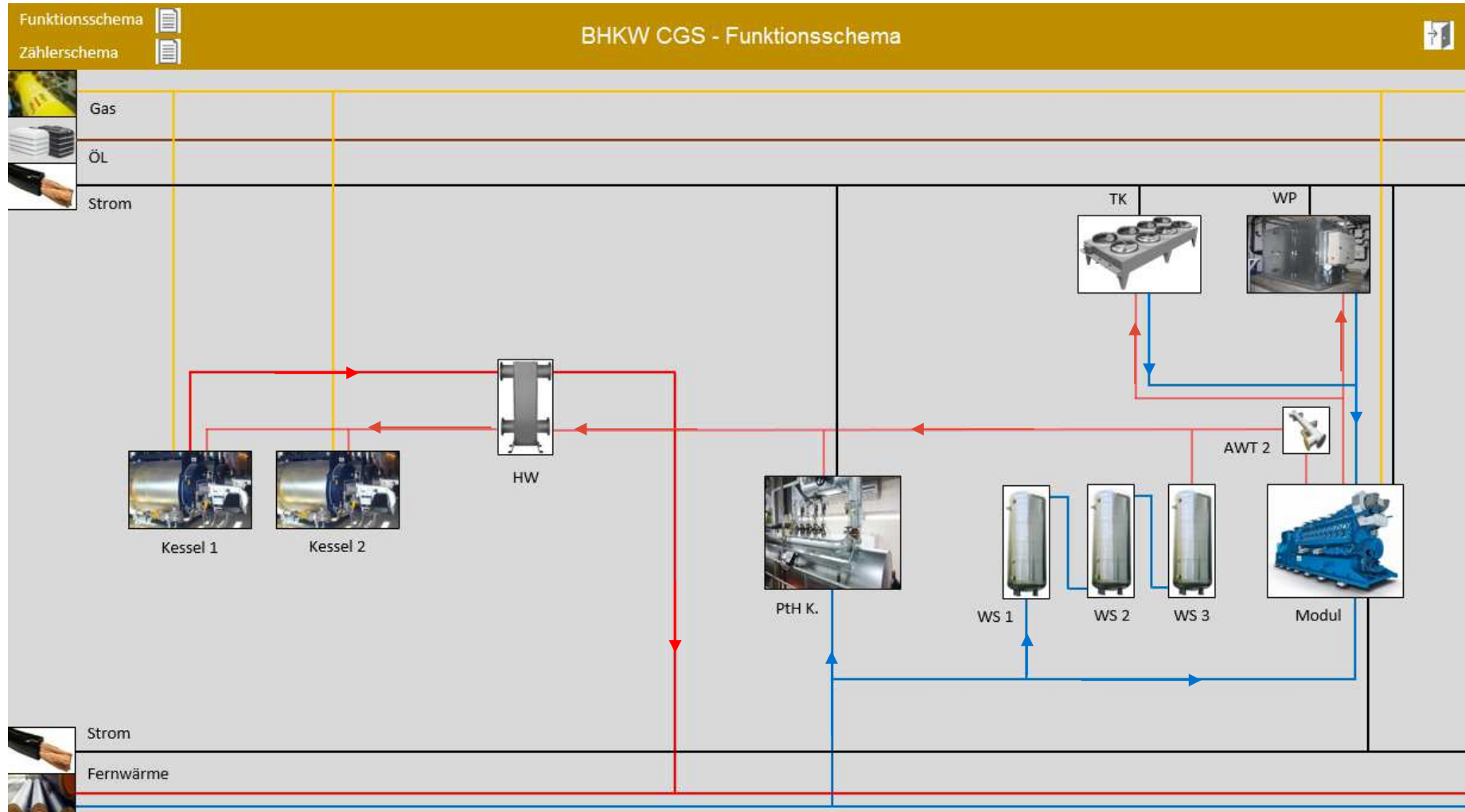


Name	Hersteller Modul	Anzahl Module	Typ	Leistung el. (kW)	Leistung th. (kW)	IBN
BHKW Am Fahrenberg	MWM	2	TCG 2020 V12	999	1.030	2012
BHKW Zum Mühlbachtal	MWM	2	TCG 2020 V12	999	1.030	2016
BHKW Posener Str.	Caterpillar	1	G 3516 H	1.999	2.273	2016
BHKW Ratekauer Weg	MWM	1	TCG 2020 V20	2.000	2.398	2014
BHKW Ziegelstraße	MWM	1	TCG 2020 V20	1.999	2.398	2014
BHKW Karavellenstraße	MWM	1	TCG 2020 V20	1.999	2.130	2016
BHKW Töpferweg	MWM	1	TCG 2020 V20	1.999	2.130	2017
BHKW Niendorfer Straße	MWM	1	TCG 2020 V20	2.000	2.398	2014
BHKW Moislinger Berg	Caterpillar	1	3520C	2.000	2.392	2005
BHKW Carl Gauss Straße	MWM	1	TCG 2020 V20	1.999	2.385	2016
BHKW Weidenweg	MWM	1	TCG 2016 V16	800	965	2016
BHKW Marliring	Caterpillar	1	3520C	2.000	2.392	2005
BHKW Heiweg	2G	1	Agenitor 306	250	290	2014
SUMME		15		21.043	24.211	

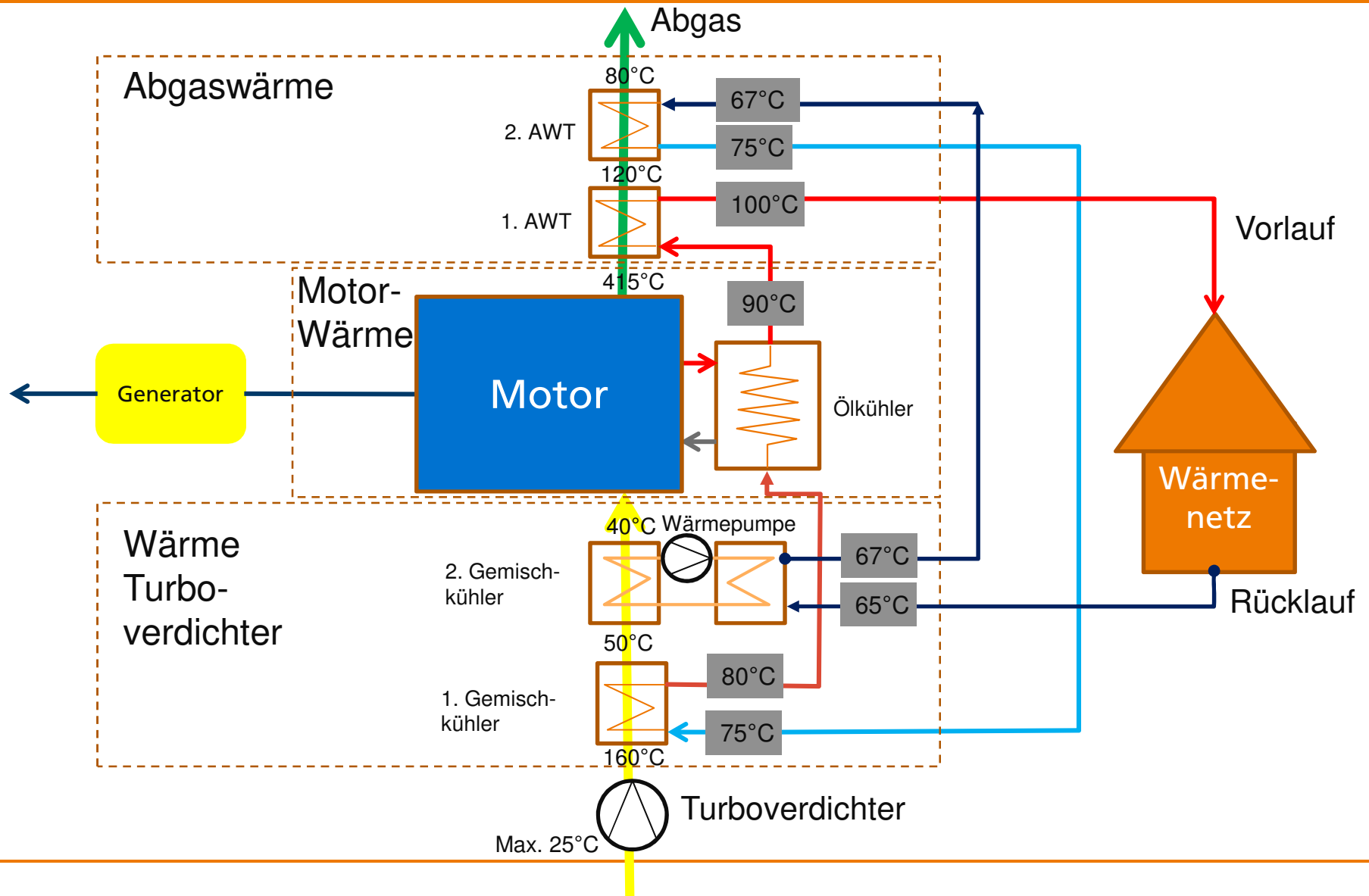
1.999 kW el	Standard	„Effizienz light“	„Effizienz Heavy“	„Effizienz heavy“ mit Redundanz
Motor	x	x	x	x
1. Abgas-Wärmetauscher	x	x	x	x
2. Abgas-Wärmetauscher	-	x	x	x
Gemisch-Wärmepumpe	-	-	x	x
Gemisch-Kühler	x	x	-	x
Eta el	43,7%	43,7%	42,3%	42,3%
Eta th	43,2%	46,5%	52,4%	52,4%
Eta gesamt	86,9%	90,2%	94,7%	94,7%
Mehr-Investition gegenüber Standard	-	40.000	120.000 (+80.000)	140.000 (+20.000)



# Variante Effizienz heavy mit Redundanz: BHKW CGS



# Variante „Effizienz heavy“: Systemskizze



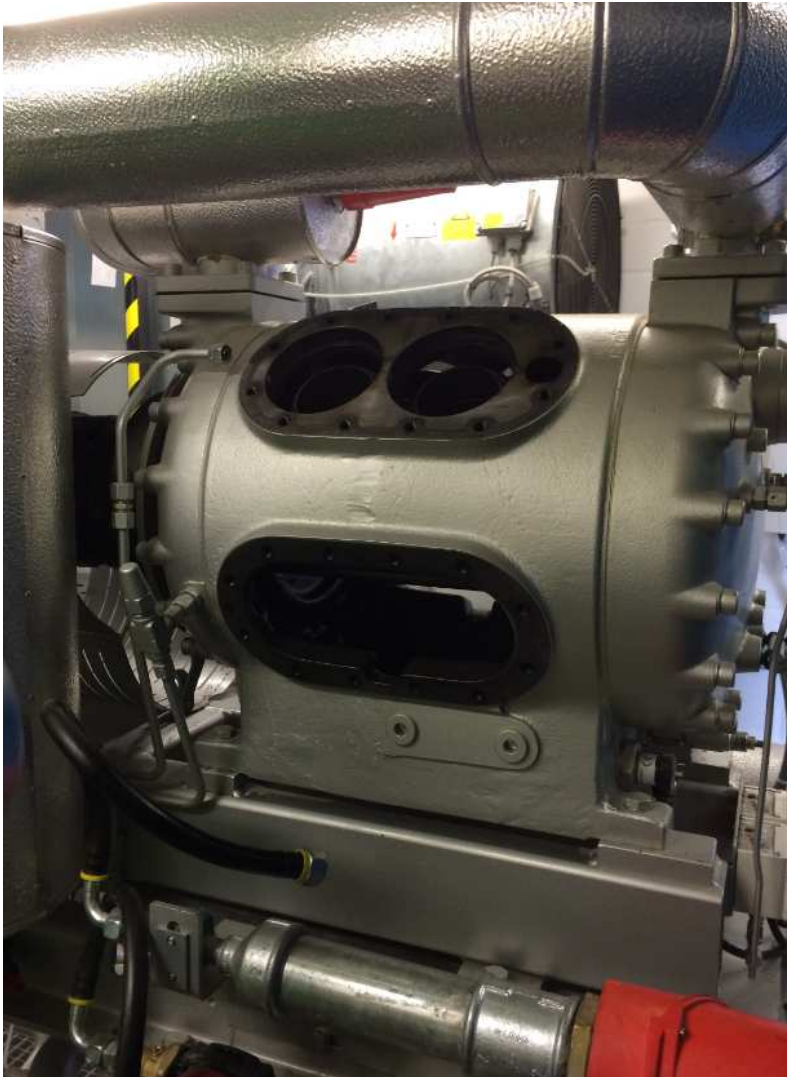


Hersteller: Johnson Controls  
Technologie: Kolbenverdichter  
Kältemittel: Ammoniak  
Wärmeleistung: 268 kW  
El. Aufnahmeleistung: 66 kW



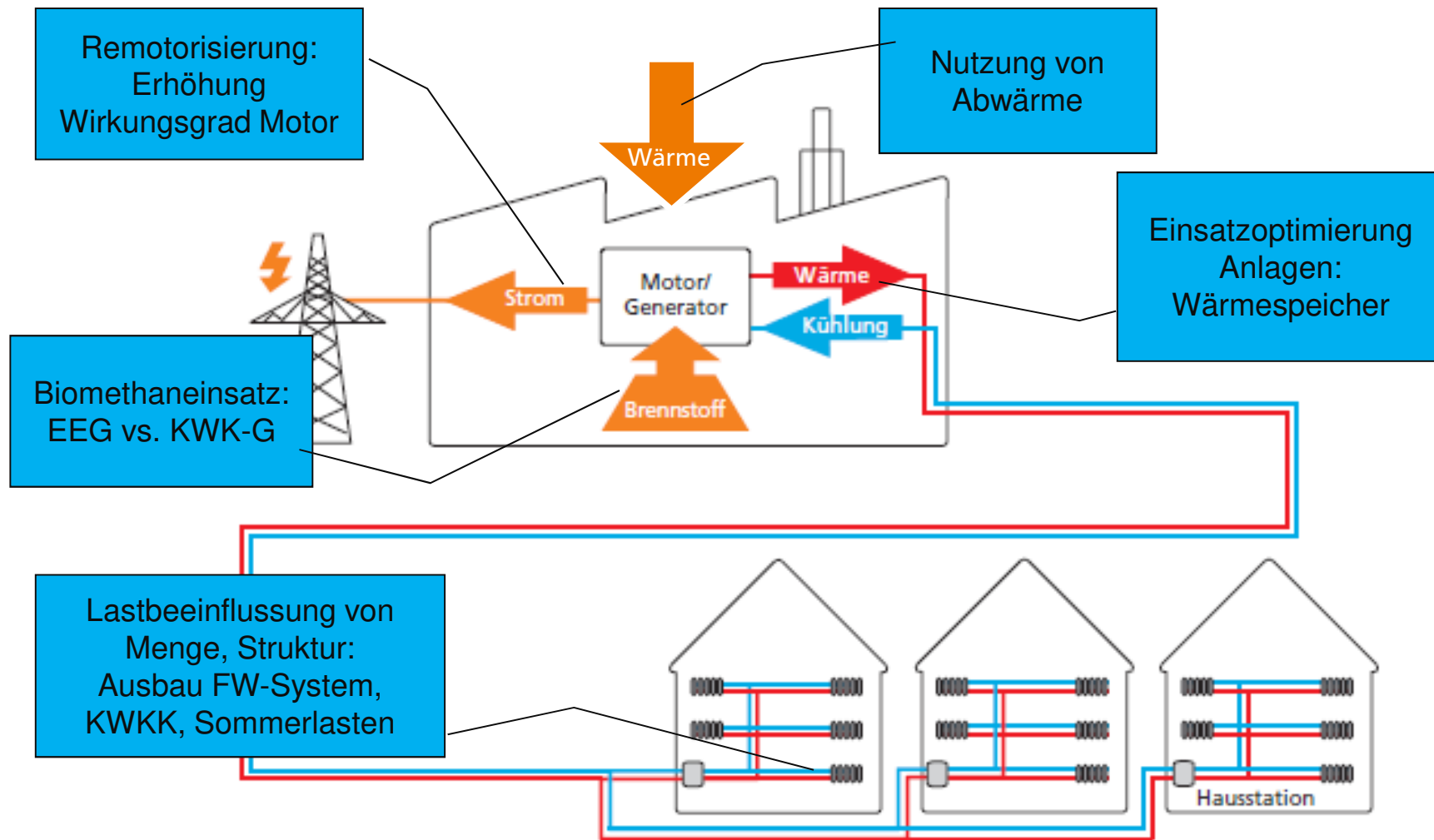
Hersteller: Ochsner  
Technologie: Schraubenverdichter  
Kältemittel: R245fa („Öko 1“)  
Wärmeleistung: 255 kW  
El. Aufnahmeleistung: 87,1 kW

# Bilder ohne Worte

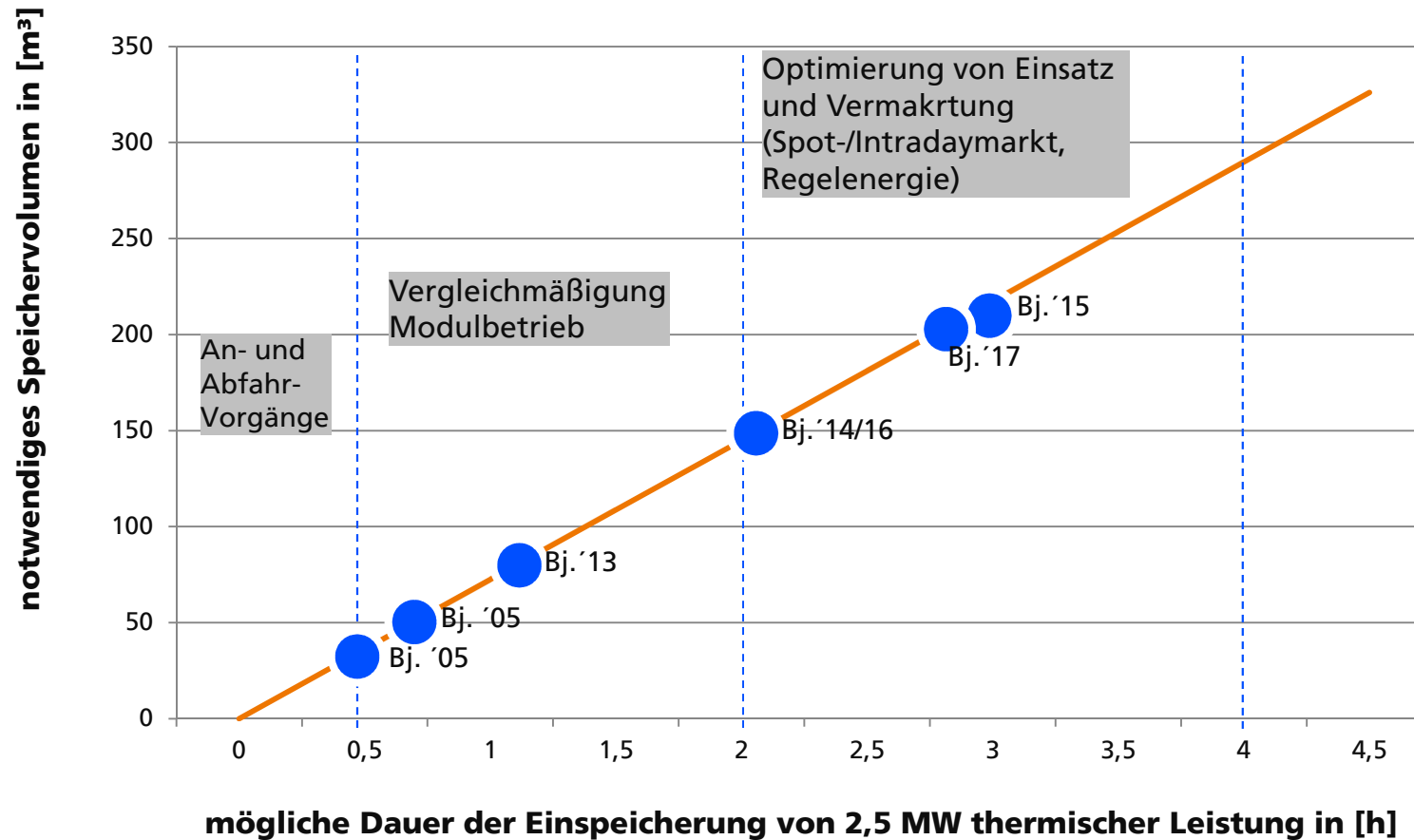




# Ansätze Optimierung Wärmesystem



# Dimensionierung von Wärmespeichern



# BHKW des Monats Juni 2017: BHKW Töpferweg „Energiebunker“ mit MWM TCG 2020V20

**E & M POWERNEWS**

Ihr Belegexemplar vom 01.06.2017



Bild: Reinhard Schulz

## BHKW des Monats: Runde Sache

Die Stadtwerke Lübeck bauen ihren BHKW-Park weiter aus und setzen dabei auf maximale Flexibilität.



**Ansprechpartner:**

Stadtwerke Lübeck GmbH  
Björn Ruschepaul  
Geniner Straße 80  
23560 Lübeck  
Telefon: 0451 888-6603  
E-Mail: [bjoern.ruschepaul@swhl.de](mailto:bjoern.ruschepaul@swhl.de)

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!**