ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Technische Hochschule Georg Agricola

ASUE-Fachtagung in Bochum, 09. Mai 2017

# Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen

Innovative Wärme- und Kälteerzeugung in Wohn- und Gewerbeimmobilien

www.asue.de

## Veranstalter

ASUE  Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
Robert-Koch-Platz 4 - 10115 Berlin

## Veranstaltungsort

Technische Hochschule Georg Agricola
Herner Straße 45
44787 Bochum

# Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen

### Innovative Wärme- und Kälteerzeugung in Wohn- und Gewerbeimmobilien

Gaswärmepumpen und -kältemaschinen haben ihre Einsatzmöglichkeiten noch nicht ausgeschöpft. Einerseits vermögen sie Umweltenergie zur Wärmeerzeugung einzubinden, andererseits können sie Kälte für Industrieanwendung und Klimatisierung wirtschaftlich erzeugen. Zudem ergeben sich laufend neue Einsatzgebiete, die auf der ASUE-Fachtagung vorgestellt werden.

Es wurden Beispiele aus der Praxis des Einsatzes von Gaswärmepumpen / Gaskältemaschinen im gewerblichen Bereich vorgestellt; aus aktuellen Konzepten für die Nahwärmeversorgung wird die Anwendung von Gaswärmepumpen vorgestellt – meist in Kombination mit einem Blockheizkraftwerk.

Ein weiteres Einsatzfeld von Gaswärmepumpen sind Einrichtungen zur Wirkungsgraderhöhung bestehender Heizungsanlagen. Dies ist vor allem für ältere Gebäude interessant. Zudem können sie die Effizienz von Blockheizkraftwerken erhöhen und zur Senkung der Schadstoffemissionen beitragen.

Die ASUE-Fachtagung richtete sich in erster Linie an Architekten, Ingenieure, Energieberater, Installateure aus dem Bereich Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, Stadtwerke und Gewerbeinhaber, die an einer effizienten und klimaschonenden Energieversorgung interessiert sind.

**Für diese Veranstaltung wurden durch die DENA drei Unterrichtseinheiten für Energieberater und durch die Architektenkammer NRW zwei Unterrichtseinheiten anerkannt.**

# Referenten und Vorträge

## Moderation

Prof. Dr. Jochen Arthkamp

Technische Hochschule Georg Agricola zu Bochum

### Übersicht über die verschiedenen Technologien und Einsatzbereiche von Gaswärmepumpen/Ab-Adsorptionsanlagen

Jürgen Kukuk, ASUE e.V.

### Gasmotorwärmepumpen in Logistikimmobilien

Jan Burgunder, KKU Concept GmbH

### Gaskältemaschinen für den Lebensmittelbereich

Markus Becker, BERNDT ENERSYS GmbH & Co.KG

### Innovative Quartierslösungen mit Gaswärmepumpen, Eisspeicher und BHKW

Rainer Schmalenberg, Viessmann Eis-Energiespeicher GmbH

### Brennwerttuning® – eine Technologie zur Erhöhung der Effizienz von Kesselanlagen

Andreas Lang, Ingenieurbüro Lang, Projektleiter

### BHKW-Ladeluftkühlung mit einer Absorptionskälteanlage

Günther Gern, Tobias Ehrler, WTZ Roßlau

# Über ASUE

Die ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (www.asue.de) wurde 1977 gegründet. Sie fördert vor allem die Weiterentwicklung und weitere Verbreitung sparsamer und umweltschonender Technologien auf Erdgasbasis. Dabei ist es vorrangiges Ziel, Energiespartechniken den Weg in die praktische Anwendung zu ebnen. Die ASUE richtet sich mit technisch-wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Vortragsveranstaltungen an öffentliche Entscheidungsträger, Planer, Architekten und Fachunternehmen. www.asue.de

# Übersicht über die verschiedenen Technologien und Einsatzbereiche von Gaswärmepumpen/Ab-Adsorptionsanlagen

Jürgen Kukuk, ASUE e.V.

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

# Trends, Entwicklungen und Praxisbeispiele in der Gaswärmepumpentechnik

Fachtagung: Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen, TH Georg Agricola, Bochum

Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

## Aufgaben und Zielsetzungen

### ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

- Seit über 40 Jahren ist die ASUE Drehscheibe für innovative Energiespartechniken
- ASUE ist streng technisch ausgerichtet und vertritt keine Unternehmensinteressen
- ASUE fördert die sparsame und effiziente Nutzung von Ressourcen
- ASUE veröffentlicht Broschüren und Informationen zu effizienten Energiesystemen
- Mitglieder der ASUE: 45 Unternehmen der Energiewirtschaft, Hersteller und Anwender
- Über 110 ehrenamtlich engagierte Unterstützer in 5 Arbeitskreisen organisiert
- ASUE im Dialog mit Entscheidern aus: Wissenschaft, Politik, Technik, Medien, Wirtschaft und Interessenverbänden

## ASUE Broschüren 2015 - 2017

BHKW-Kennzahlen

GT-Kennzahlen

$CO_2$-Vermeidung

Umgang m. Risiken

Brennstoffzellen

EnEV-Optionen

KWK f. Energieber.

Erdgas-Fibel

Gasmotorwärme-pumpen

Stromerzeugende Heizung

Klimatisierung von IT-Zentren

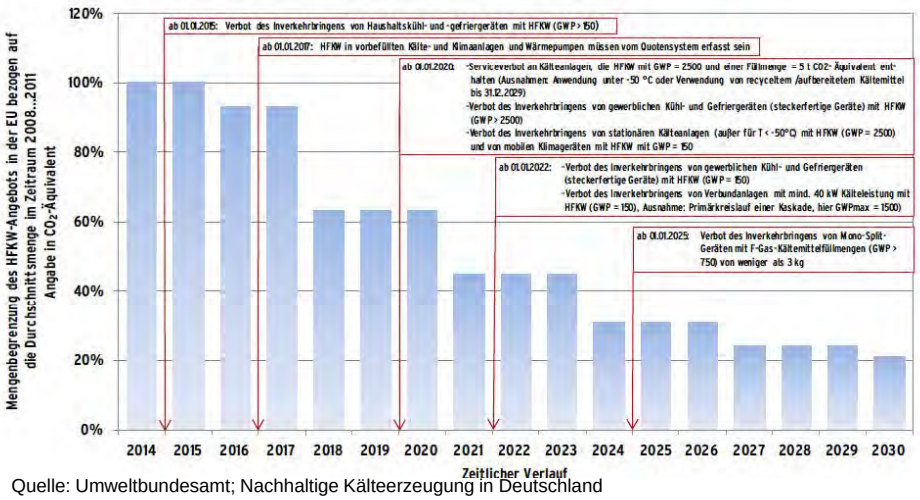
Spars. Haushalts-geräte

Contracting



## Einschränkung von HFKW durch EU-Verodnung

Abbildung 10: Zeitlicher Verlauf der geplanten Einschränkungen der HFKW-Mengen (quantifiziert über $CO_2$-Äquivalent) durch den Vorschlag zur EU-F-Gase-Verordnung




Quelle: Umweltbundesamt; Nachhaltige Kälteerzeugung in Deutschland

## Einschränkung von HFKW durch EU-Verodnung

01.01.2015: Verbot des Inverkehrbringens von Haushalts-kühl- und -gefriergeräten mit HFKW (GWP > 150)

01.01.2017: HFKW in vorbefüllten Kälte- und Klimageräten müssen vom Quotensystem erfasst sein

01.01.2020: Verbot von HFKW mit GWP > 2.500

01.01.2022: Verbot von HFKW mit GWP > 150 (gewerblich)

01.01.2020: Verbot von HFKW mit GWP > 750 (auch unter 3 kg Füllmenge)



## Einteilung der Gaswärmepumpen/Sorptionsanlagen

| | Gasmotorische WP | Absorptions WP | Adsorptions WP |
|---|---|---|---|
| Klimatisierung / Kühlung | Industrie / Gewerbe | Ammoniak/ Brom-Lithium | Zeolith Anwendung |
| Kälteerzeugung | Neue Markteinführung | Ammoniak-anwendungen | |
| Wärmeerzeugung | Industrie / Gewerbe | Neu: Hausgeräte in der Markteinf. | häusliche Zeolith-Anwendung |

## Einteilung der Gaswärmepumpen/Sorptionsanlagen

| | Gasmotorische WP | Absorptions WP | Adsorptions WP |
|---|---|---|---|
| Klimatisierung / Kühlung | Industrie / Gewerbe | Ammoniak/ Brom-Lithium | Zeolith Anwendung |
| Kälteerzeugung | Neue Markteinführung | Ammoniak-anwendungen | |
| Wärmeerzeugung | Industrie / Gewerbe | Neue Markt-Einführung | häusliche Zeolith-Anwendung |

Direkte Gasanwendung

KWKK-Anwendung



## Industrielle Kälte aus Abwärme

Lithium Bromid
Absorptions Kältemaschine

Quelle: York

Ammoniak
Absorptions Kältemaschine

Quelle: AGO Energie u. Anlagen

## Industrielle Kälte aus Abwärme

Diffusionsabsorptions-Kältemaschine

Quelle: J. Reichelt

Zeolith-Adsorptions-Kältemaschine

Quelle: Invensor



## Gasmotor Wärmepumpe/Kältemaschine

Einsatz Industrie, Gewerbe, Logistik

Gasmotorwärmepumpe

Bildquelle: Robur

motorischer Verdichter: Erdgas-Motor

## Gas-Sorptionsgeräte mit Erdgasbrenner

Einsatz Wohnungsbau

Bildquelle: Viessmann

Gasadsorptions-wärmepumpe

Bildquelle: Buderus

Gasabsorptions-wärmepumpe

Bildquelle: Robur

Gasabsorptions-wärmepumpe



## Verfahren, Temperaturen und Haupteinsatzgebiete

| ***Technologie*** | ***Baugröße Kälteleistung*** | ***Temp. max min*** | ***Einsatzbeispiel*** |
|---|---|---|---|
| Absorption NH3 | 18 – 8.000 kW | + 65°C<br>- 20 °C | Prozesskühlung |
| Absorption LiBr | 20 – 100.000 kW | + 40 °C<br>+ 2 - 4 °C | Klimatisierung; Kühlung |
| Adsorption Zeolith | 40 kW | + 30 °C<br>+ 4 - 6 °C | Gebäudekühlung |
| Gasmotor-wärme | 45 - 80 kW | + 50 °C<br>- 30 °C | Prozesskühlung<br>Klimatisierung |

## Einsatzmöglichkeiten

Kühlen und Klimatisieren => **Zeolith oder LiBr KM**

- Klimatisierung von Büro- und Geschäftshäusern
- Gastronomie und Hotels
- Gesundheitswesen
- IT Kühlung

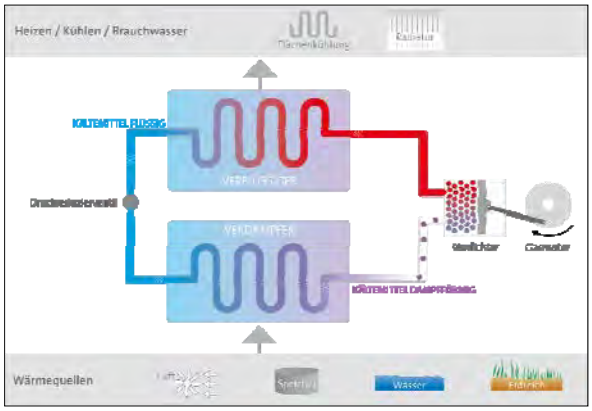
Kältetechnik und Gefrieren => **NH3 und motorische KM**

- Lebensmittelhandel
- Logistik und globalisierte Beschaffung
- Lebensmittelverarbeitung



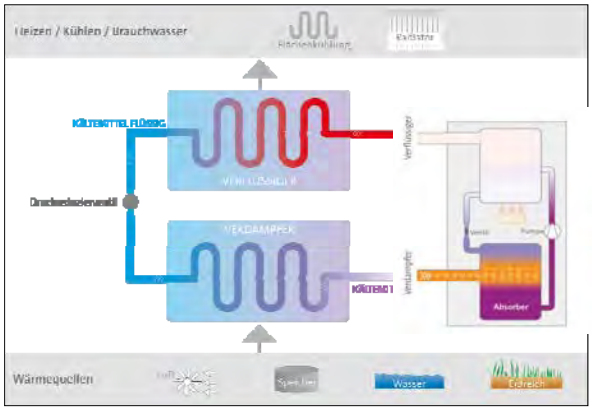
## Einsatz von Gaswärmepumpen im Wärme- und Kältebereich

Funktionsprinzip der Gasmotorwärmepumpe
(motorischer Verdichter)



# Einsatz von Gaswärmepumpen im Wärme- und Kältebereich

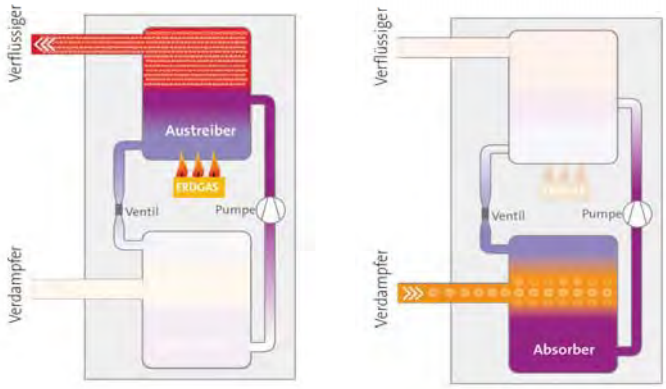
## Funktionsprinzip der Gasabsorptionswärmepumpe (thermischer Verdichter)





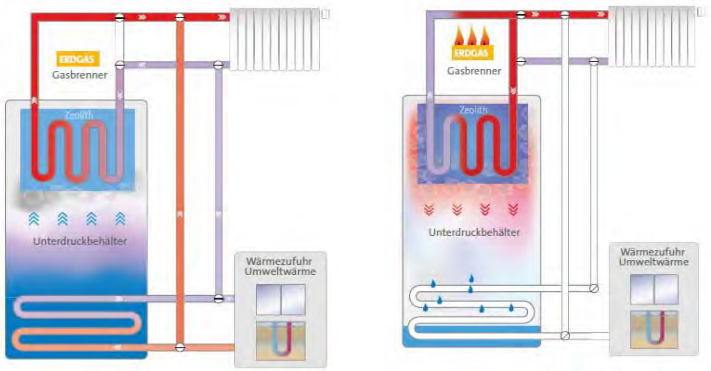

# Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung: Absorptionsverfahren

## Funktionsprinzip des Absorptionsverdichters



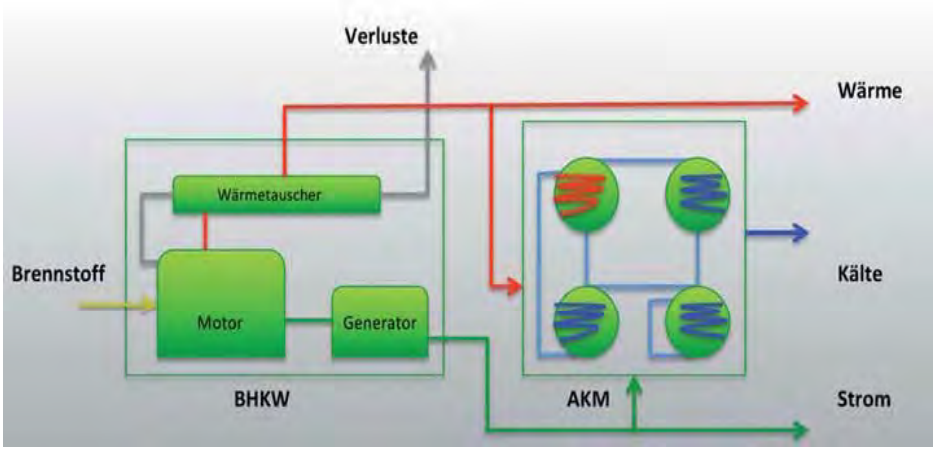
## Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung: Adsorptionsverfahren

### Funktionsprinzip des Adsorptionsverdichters

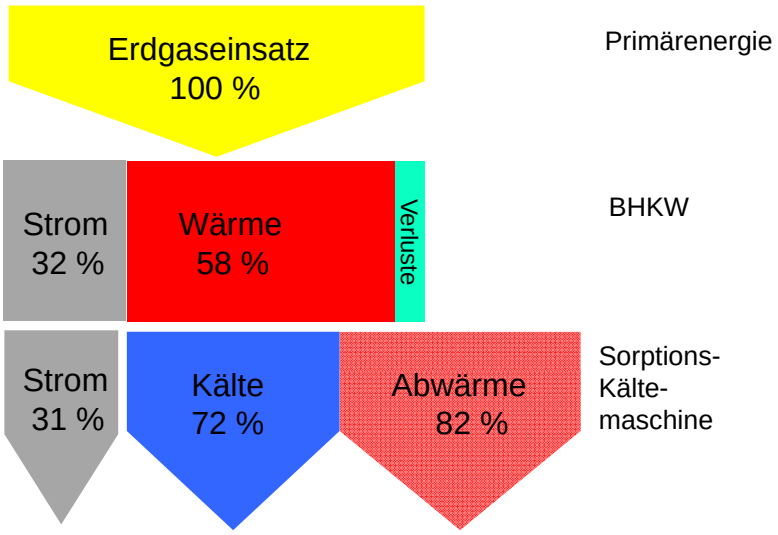





## Funktionsweise der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

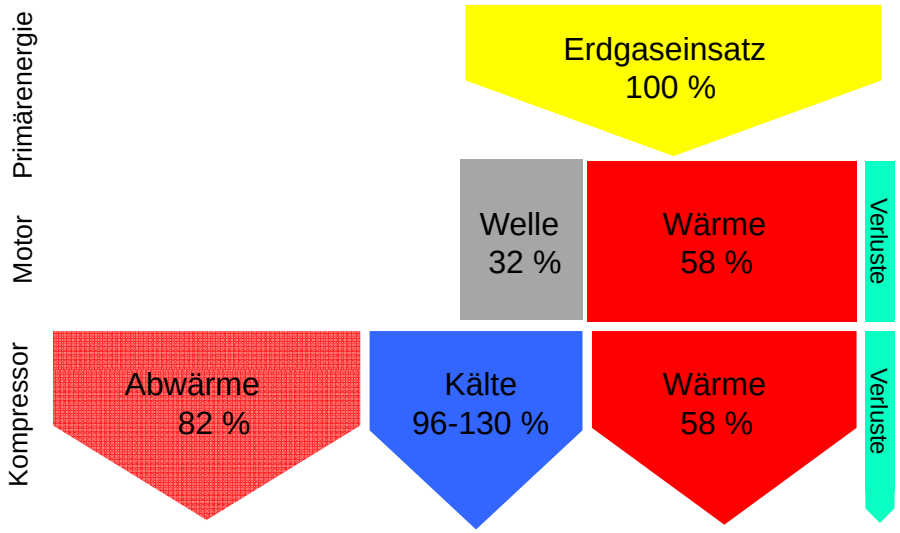


## Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung Wärmebilanz

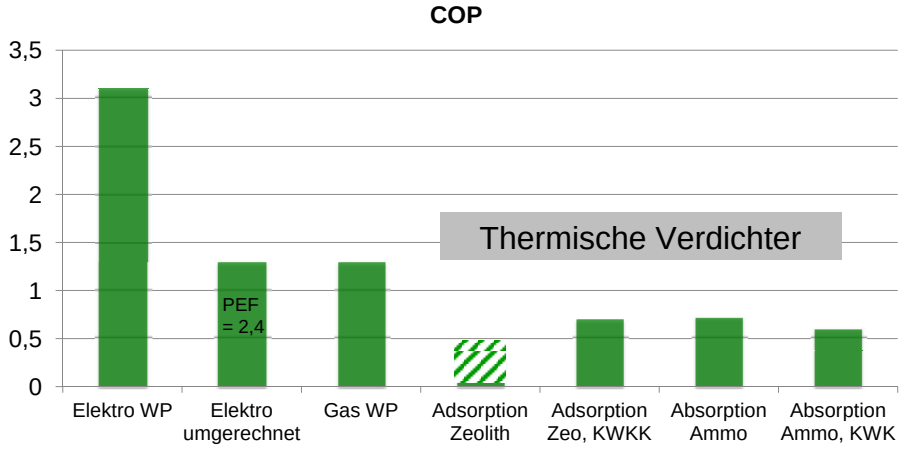





## Gasmotorwärmepumpe Wärmebilanz



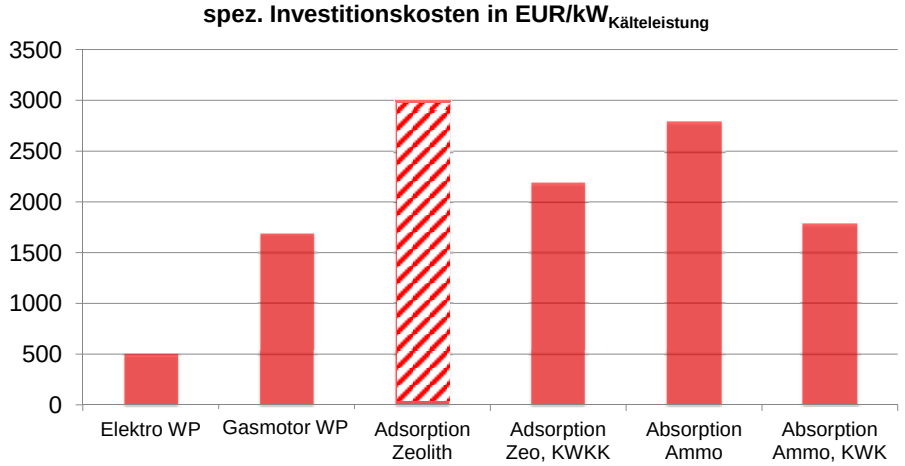
## Kältesysteme im Vergleich




Thermische Verdichter haben einen kleineren Wirkungsgrad

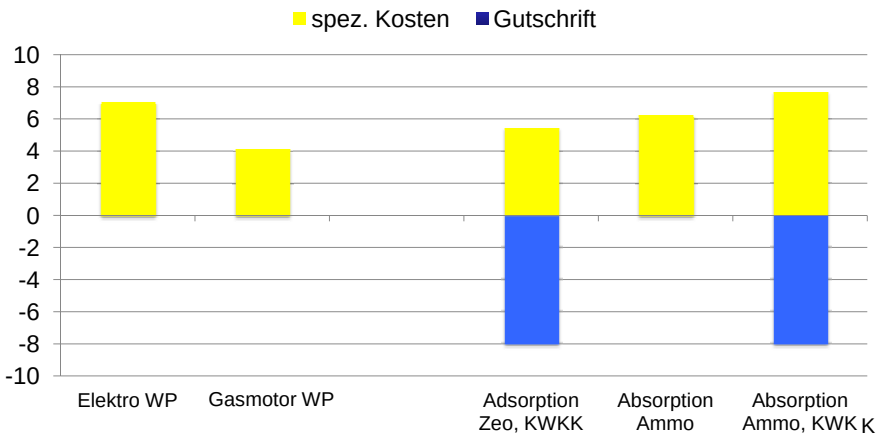


## Kältesysteme im Vergleich




Thermische Kältemaschinen werden nur in kleiner Stückzahl hergestellt

## Kosten der Kälteerzeugung in ct/kW$_{Kälte}$




Hohe Gutschriften durch Stromerträge



## Maßgebliche Vorteile der Sorption mit KWKK

- Unkritische Kältemittel
  (Ammoniak, Wasser, LithiumBromid)
- Kaum bewegliche Teile
- Lange Standzeiten
- Geringe Wartungskosten
- Kälte aus Abwärme „nahezu umsonst“
- Ganzjährige Auslastung des BHKW
- Hohe Stromeinsparung

## Maßgebliche Vorteile der Gasmotorwärmepumpen

- Günstige Antriebsenergie: GAS
- Hohe Stromeinsparung, geringere Anlagenkosten
- Lange Wartungsintervalle
- Ganzjährige Auslastung der Anlage durch Wärmeauskopplung
- Motorische Gaswärmepumpen schulden keine EEG Umlage
- Bei sommerlicher Wärmenutzung Energiesteuer befreit



## Praxisbeispiele Gasmotorkältemaschine

Lebensmittelindustrie:
Fruchteinlagerung im Aartal:
Kälteleistung 126 kW
nutzbare Motorwärme 60 kW
Betriebskosten:
13.500 € statt 25.000 €

## Praxisbeispiele Adsorptionskältemaschine

Quelle: Invensor

Rechenzentrum der Stadt Marburg:
wassergekühlte Serverschränke
5 x LTC 30 mit 45 kW Kälteleistung
BHKW 25 kW
„Free cooling“ Einrichtung



## Praxisbeispiele Absorptionskältemaschine

Fleischerei Willms, NRW und Sachsen

**BHKW im 30ft-Container und AKM im Container**

Aggregate-Leistungen:
BHKW - 385/498 kW
AKM - 160/250 kW

Leistungsdaten Kälte:
VL-Temperatur: -10°C

BHKW-Laufzeit: 8400 h/Jahr

ROI: 2 ½ Jahre

Quelle: ecoenergytherm GmbH

## Wärmeanwendung

- 2 Hersteller
- η = 130 %
- Umweltquelle Solar oder Erdboden

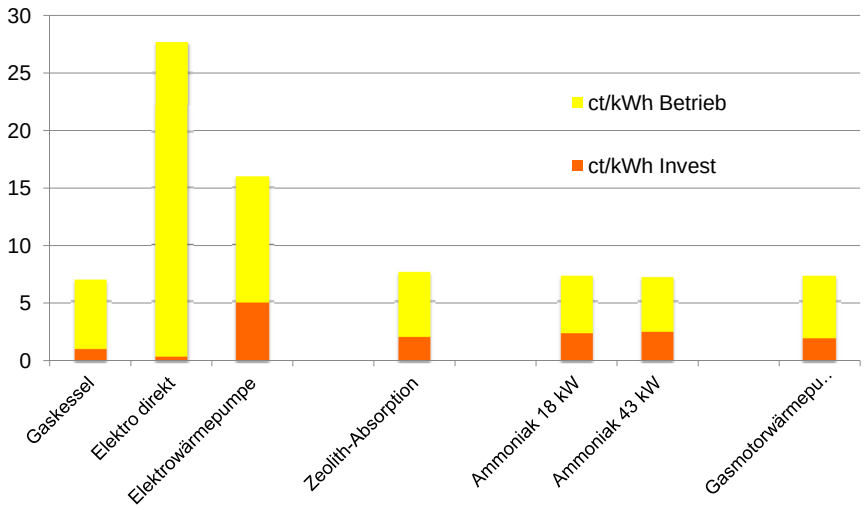
- Markteinführung
- η = 180 %
- Umweltquelle Erdboden oder Sonde

- ab 41,3 $kW_{th}$
- η = 164 %
- Umweltquelle Luft oder Sonde

- ab 65 $kW_{th}$
- η = 140 %
- Umweltquelle Erdboden oder Sonde



## Kosten der Wärmeerzeugung im Vergleich



## Entwicklungsmöglichkeiten

Zukunftsaussichten

- Nutzung von Umweltwärme im Wohnungs- und Gewerbebau,
- Vermehrte Kühlanwendungen im Sommer
- Eisspeicher und Wärmespeicher als Gasanwendung
- Solar Cooling, auch mit Gasunterstützung
- Heiz-Energiegewinnung durch Wasserdampf-Kondensation, Luftkonditionierung im Altbau
- mehrstufigen Absorptionskälte-Maschinen für Tieftemperaturanwendungen



## ASUE Engagement

Innovation und Energieeffizienz – werden Sie Mitglied bei der ASUE

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V.

Jürgen Stefan Kukuk
Geschäftsführer

Robert-Koch-Platz 4 in 10115 Berlin
Tel: +49 30 2219 13 49-0
Fax: +49 30 2219 13 49-9
Email: kukuk@asue.de I www.asue.de

# Gasmotorwärmepumpen in Logistikimmobilien

Jan Burgunder, KKU Concept GmbH

## ASUE Fachtagung Bochum 2017

# Die smarte Alternative zu Strom

Erdgasbetriebene Systemlösungen in der Logistikimmobilie



YANMAR KKU CONCEPT

## Inhalt

- Eigenschaften GMWP
- Anwendungen in der Logistikimmobilie
- Sonstiges

YANMAR

KKU CONCEPT

## Vorstellung KKU CONCEPT

YANMAR

KKU CONCEPT

## Vorstellung YANMAR

- ✓ Der Gründer, Magokichi Yamaoka, war ein Student von Rudolf Diesel
- ✓ Drittgrößtes familiengeführtes Unternehmen Japans
- ✓ Weltweit mehr als 16.500 Mitarbeiter und ein Vertriebsnetz in mehr als 130 Ländern

| 1912 | 1933 | 1985 | 1987 | 2002 | 2012 |
|---|---|---|---|---|---|
| Gründung | Weltweit erster kompakter Dieselmotor | Dieselmotor-BHKW | GMWP | Gasmotor-BHKW | 250.000 GMWPs |

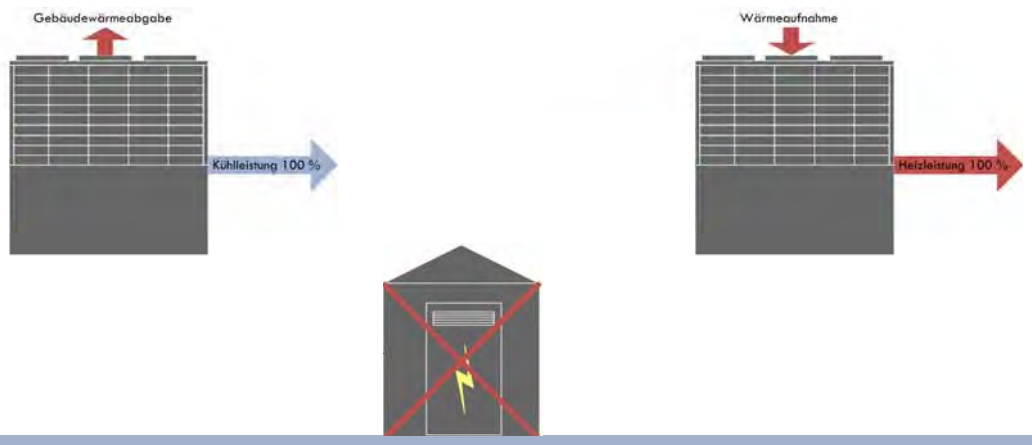
## Eigenschaften

# Eigenschaften GMWP





## Versorgung



## Versorgung

## Die Gasmototrwärmepumpe

## Integrierte Wanne

**MERKMALE**

- Keine externe Ölauffangwanne notwendig
- Keine Heizmatte notwendig
- Gemäß WHG §62





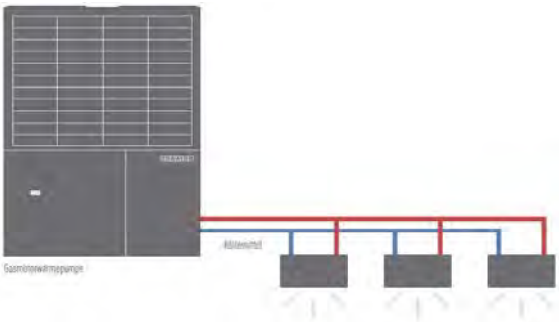
## Systemlösungen

# Anwendungen in der Logistikimmobilie

YANMAR

KKU CONCEPT

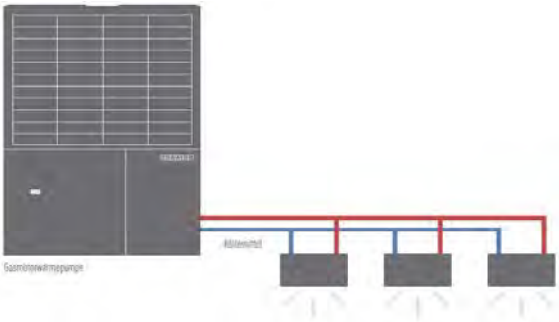
## VRF System



YANMAR

KKU CONCEPT

## VRF System



notwendig

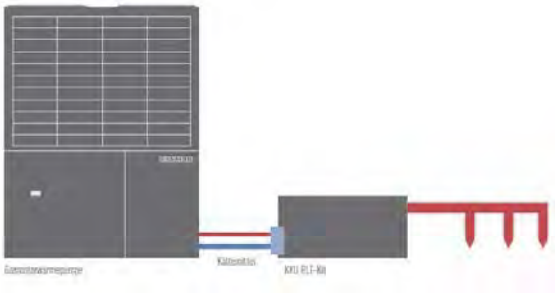
TECHNIK FÜR MENSCH UND

Referent: Jan Burgunder

YANMAR

KKU CONCEPT

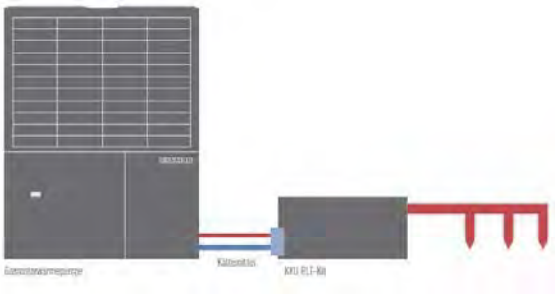
## RLT Kit



YANMAR

KKU CONCEPT

## RLT Kit



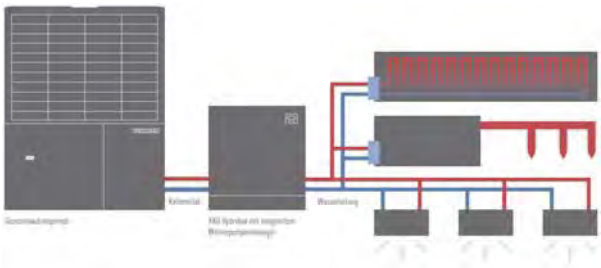
TECHNIK FÜR MENSCH UND

Referent: Jan Burgunder

YANMAR

KKU CONCEPT

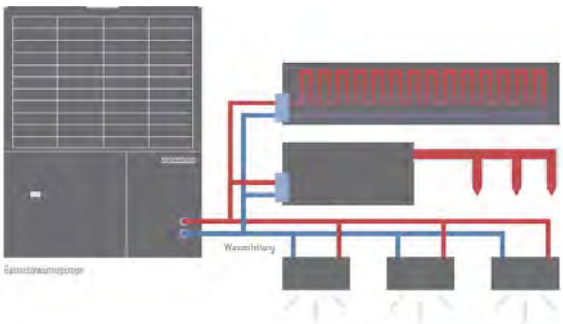
## $H_2O$ Hydrobox



YANMAR

KKU CONCEPT

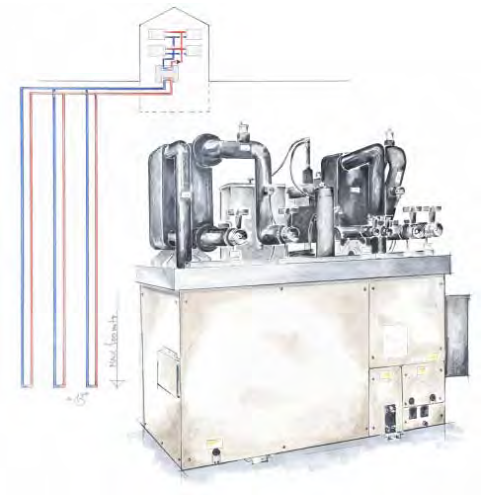
## Kompaktmaschine



YANMAR

KKU CONCEPT

## Sole-/Wasser-Gasmotorwärmepumpe

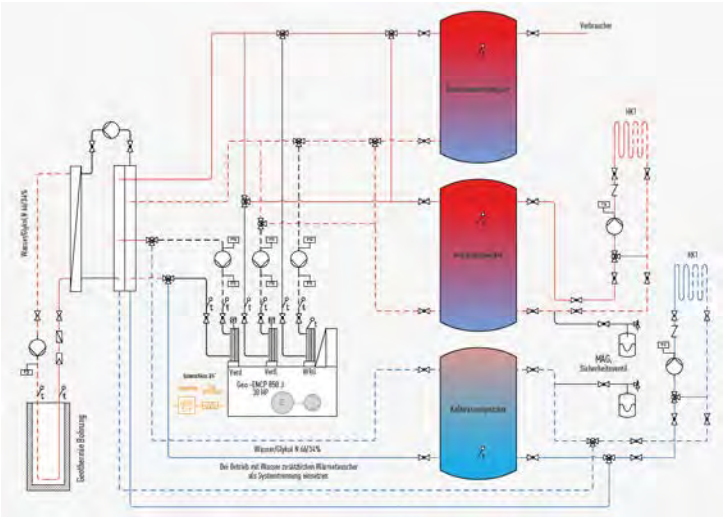




YANMAR

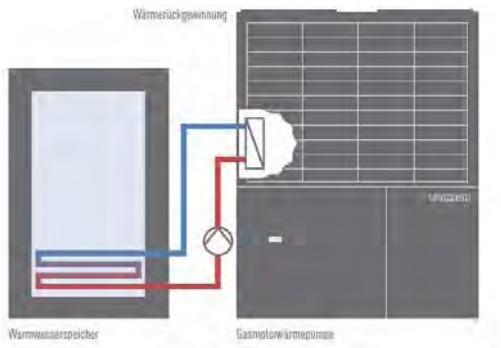
KKU CONCEPT

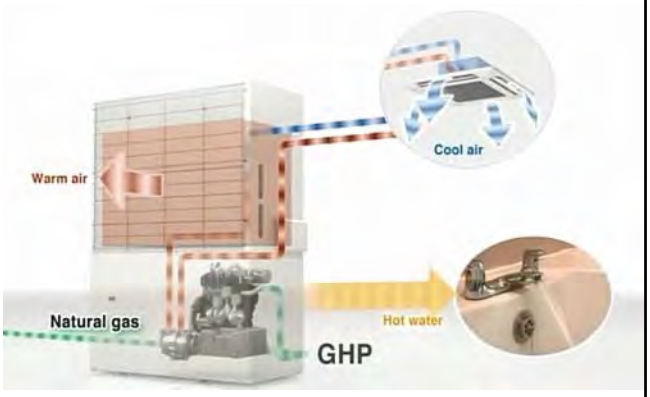
## Sole-/Wasser-Gasmotorwärmepumpe



YANMAR KKU CONCEPT

## Motor WRG






YANMAR KKU CONCEPT

## Betriebskosten

| Gasmotorwärmepumpe | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Betrieb | Pzu(kW) Gas | JAZ | Pab(kW) | Zeit(h) | Energiepreis(€) | Kosten(kWh) |
| Heizen | 1 | 1,60 | 1,60 | 1 | 0,035 | 0,022 |
| Kühlen | 1 | 1,50 | 1,50 | 1 | 0,035 | 0,023 |
| **Elektrowärmepumpe** | | | | | | |
| Betrieb | Pzu(kW) Strom | JAZ | Pab(kW) | Zeit(h) | Energiepreis(€) | Kosten(kWh) |
| Heizen | 1 | 3,8 | 3,8 | 1 | 0,16 | 0,042 |
| Kühlen | 1 | 4,0 | 4,0 | 1 | 0,16 | 0,040 |

**1kW**
**1.000vBh kühlen + 1.500vBh heizen**

| Gasmotorwärmepumpe | Elektrowärmepumpe |
|---|---|
| 56,50 € | 102,00€ |

**~45%**

## Sonstiges

# Sonstiges





## Kooperationspartner

WINGAS

YANMAR

KKU CONCEPT

## KKU City

YANMAR

KKU CONCEPT

## ENDE

**VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**



Mitglied der

DGNB

ASUE

Jan Burgunder
Key Account Manager
Telefon: 0228 – 96107879
Mobil: 01520 - 8959017

KKU CONCEPT GmbH
Elbestraße 4a | 45768 Marl

Telefon: 02365 – 92490-44
Telefax: 02365 – 92490-59

info@kku-concept.de
www.kku-concept.de

# Gaskältemaschinen für den Lebensmittelbereich

Markus Becker, BERNDT ENERSYS GmbH & Co. KG

YANMAR

BERNOT ENERSYS

# Gaskältemaschinen für den Lebensmittelbereich

Dipl.-Ing. Marcus Becker

BERNOT ENERSYS

## Referenzprojekt:

YANMAR

BERNOT ENERSYS

## Referenzprojekt Margaretenhof

- Zu Kühlen sind 4 Obstkühlräume
- Gesamtkälteleistung = 110 kW
- Standortbeding ist notwendige elektrische Leistung nicht verfügbar
  (80 kW elektrisch erforderlich)
- Hier geplanter Betrieb mit Erdgas
- Investitionsvolumen elektrisch: 135 T€ (exkl. Trafo und Zuleitung)
  - Zusatzkosten Trafo und Stromzuleitung: 85 T€
- Investitionsvolumen gasmotorisch: 150 T€
  - Kosten Gaszuleitung: ca. 60 T€ (Eigenanteil 30 T€)

BERNOT ENERSYS

Bild: Neue Lager und Sortierhalle ($A_N$ = 1200 m²)

Bild: 4 neu errichtete Kühlräume zur Kernobstlagerung

Bild: Kühlraum  mit Verdampfer

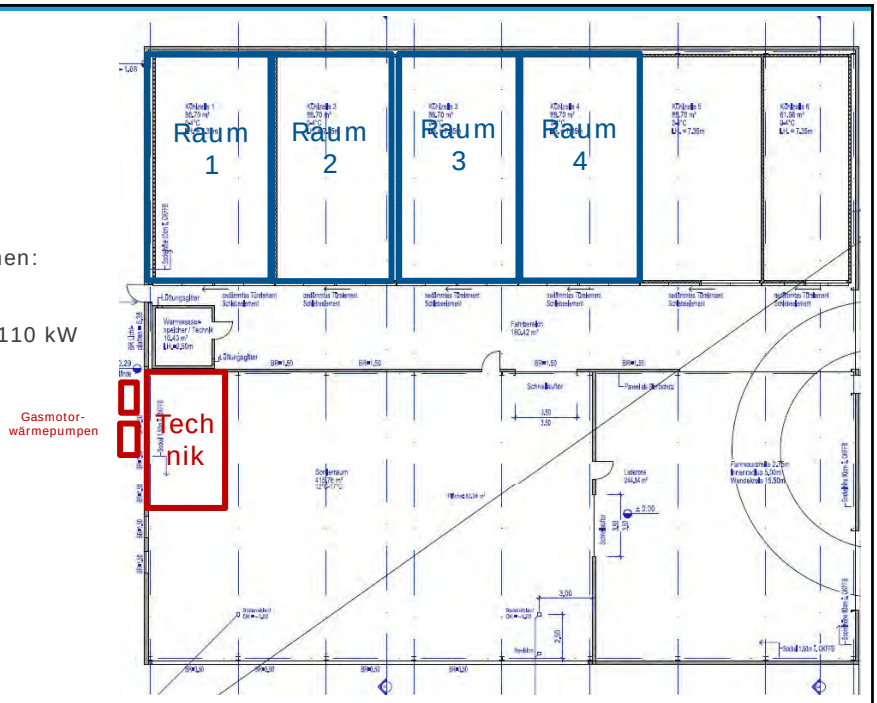
Bild: Verdampfermontage und Lagerkisten

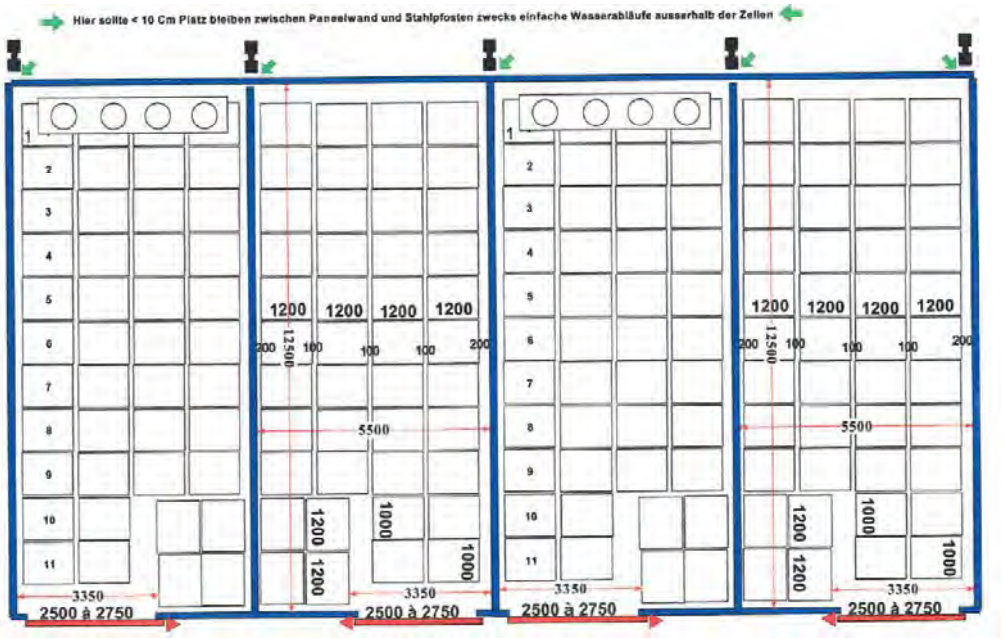
Bild: Zwei Gasmotorkältemaschinen

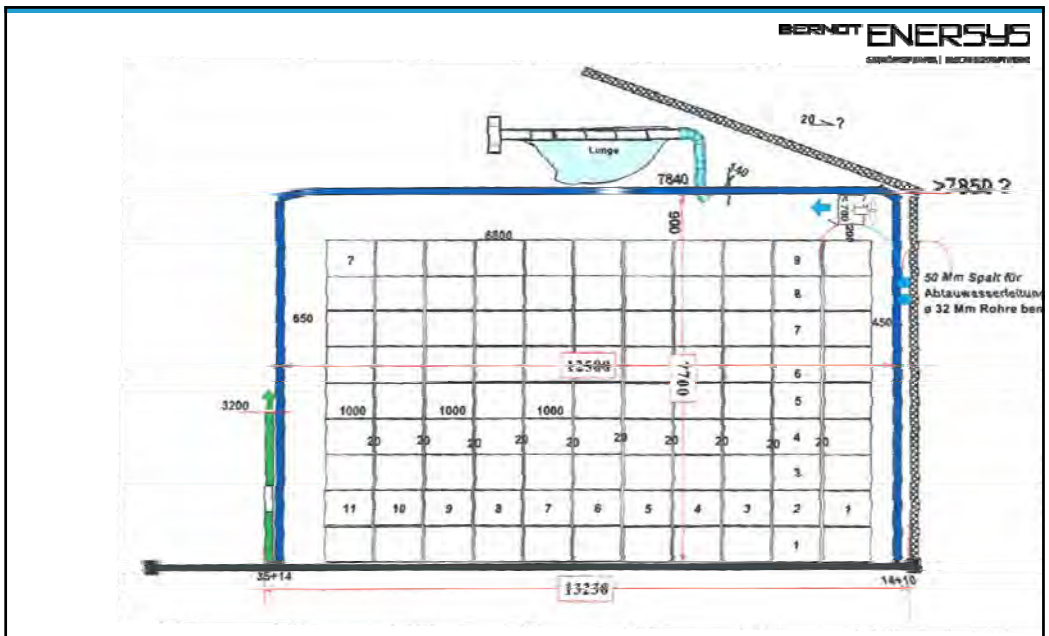
4 Kühlräume
je:
A = 88 m²
V = 650 m³

Gesamtvolumen:
2.600 m³

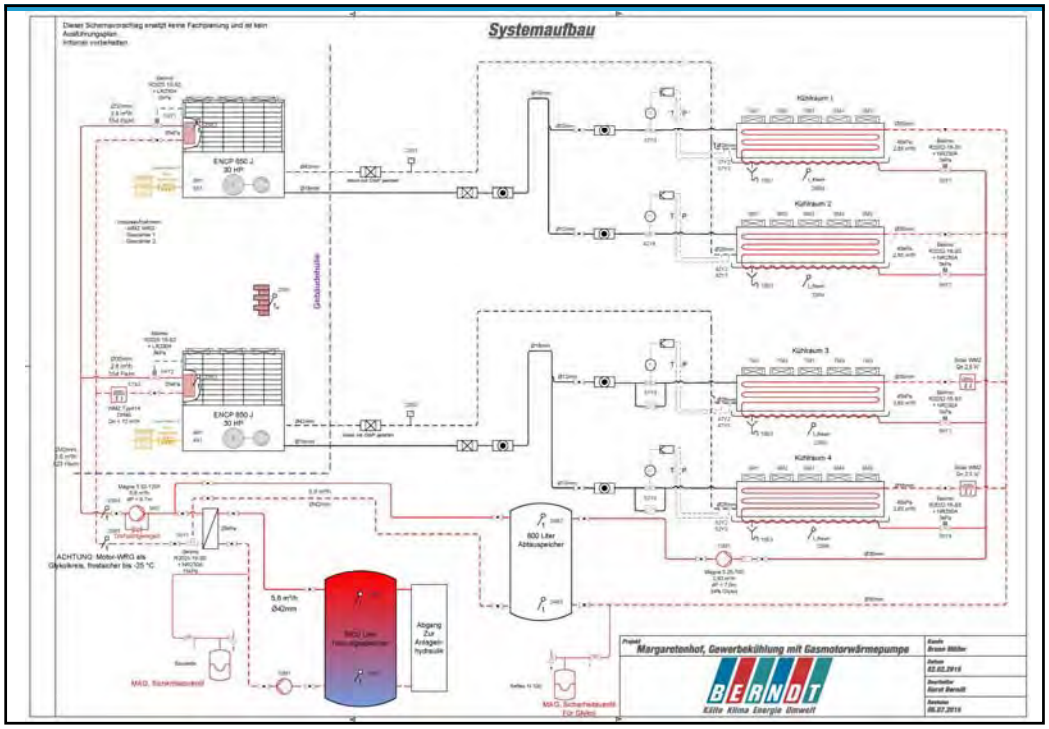
Kühlleistung 110 kW

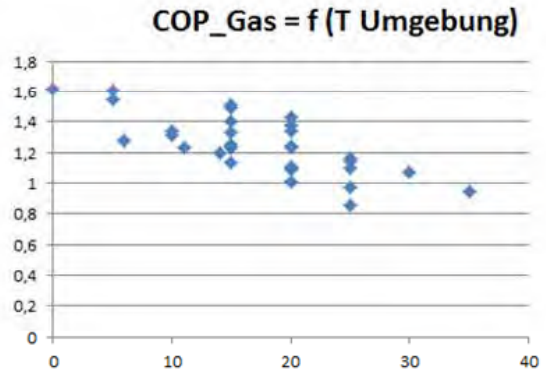




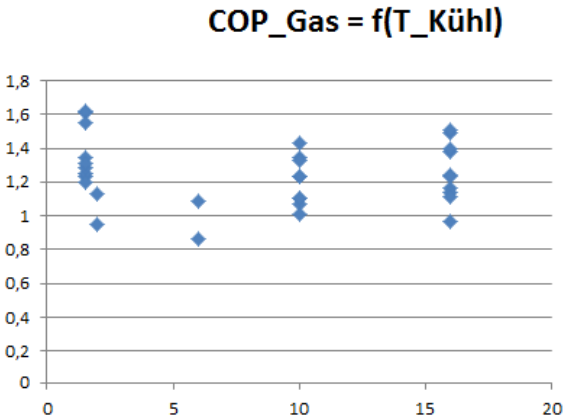

Anzahl Lagerkisten: 11 x 4 x 9 = 396 Kisten netto a 320 kg = **126.720 kg**






Grafik 1: COP als Funktion der Umgebungslufttemperatur [°C]

Gutachten Prof. Dr.-Ing. Jochen Arthkamp

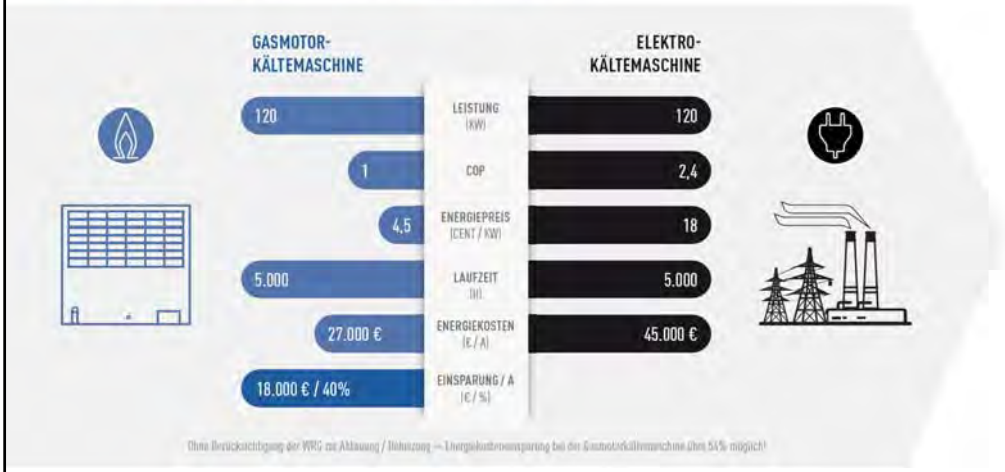



Grafik 2: COP als Funktion der Kühlraumtemperatur [°C]

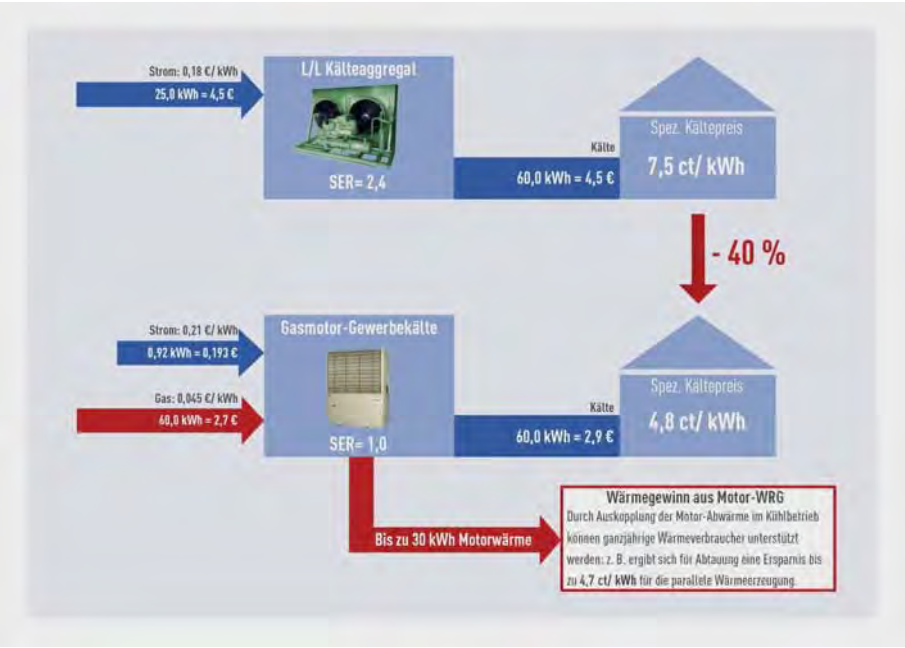
Gutachten Prof. Dr.-Ing. Jochen Arthkamp

## Wirtschaftlichkeit

### OBSTGUT MARGARETENHOF - GRAFSCHAFT-OEVERICH




Betriebskostenvergleich



TECHNISCHE DATEN GASMOTORKÄLTEMASCHINE

| ENCP ....J-R | | | 450 | 560 | 710 | 850 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Leistung (nominal) [1] | Normalkühlung | kW | 26,0 | 37,0 | 44,0 | 53,0 |
| Leistung [2] | | kW | 38,0 | 51,6 | 60,5 | 72,7 |
| Kältemittel | Typ | | R410A | | | |
| Elektrischer Anschluss | Spannungsversorgung | V / Ph / Hz | 230 / 1 / 50 | | | |
| | Max. Leistungsaufnahme | kW | 0,87 | 0,99 | 1,45 | 1,66 |
| | Max. Stromaufnahme | A | 4,16 | 4,73 | 6,93 | 7,93 |
| | Anlaufstrom | A | 20 | | 25 | |
| Gasanschluss | Gasart | | Erdgas Gruppe II (Erdgas H) | | | |
| | Gasaufnahme (nominal) | kW | 27,6 | 36,9 | 46,4 | 55,6 |
| Verdampfungstemperatur | Normalkühlung | °C | -10 bis +6 | | | |
| Regelbereich | Normalkühlung | % | 8 - 100 | 9 - 100 | 11 - 100 | 16 - 100 |
| Arbeitsbereich | Außentemperatur Kühlen | °C | -10 bis +43 | | | |

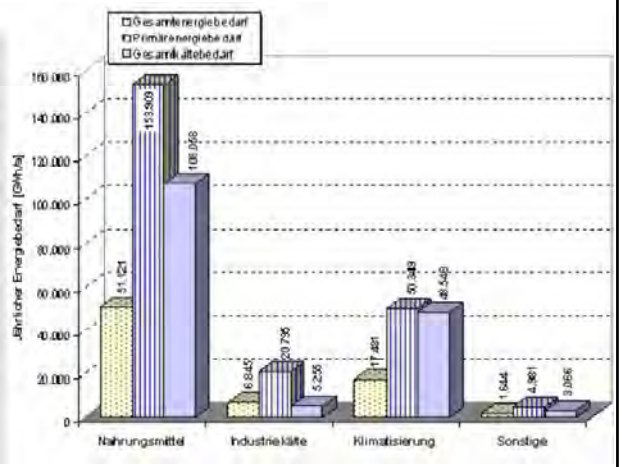
1) Verdampfungstemperatur: -10 °C / Außentemperatur: 32 °C / Ansaugung SH: 10K
2) Verdampfungstemperatur: 0 °C / Außentemperatur: 32 °C / Ansaugung SH: 10K

## Systemvorteile gasmotorische Gewerbekühlung

- Betriebskosteneinsparung (> 40% !!!)
- Parallele Beheizung des Gebäudes mit Motorabwärme
- Integrierte Abtauung durch Funktionsumkehr oder Warmsole
- Kostengünstige Montage, da gesamte Kältetechnik im Außengerät
- Geringe CO2 Emissionen
- Reduktion des Primärenergiefaktores (ENEV) durch Integration der Motorwärme ins Heizungsnetz (Abwärme)
- Einfache Montage / Installation durch kompaktes Außengerät
- Nur 15% Mehrinvestition im Vergleich zu konventionellen elektrisch betriebenen Kälteanlagen

## Systemlösung Gewerbekühlung

- Anwendungsfälle
  - Supermarktkälte
  - Landwirtschaftliche Kühlung (Obst, Gemüse, etc)
  - Kühllogistik
  - Industrielle Prozesskühlung
  - Pharmaindustrie
  - Nahrungsmittel
  - EDV Kühlung




Quelle: DKV (Deutscher kälte- und klimatechnischer Verein)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !!

BERNDT ENERSYS GmbH & Co.KG
Vertriebsbüro West
Otto-Hahn-Str. 6
53501 Grafschaft
TEL: 02225-913290
FAX: 02225-913298
Mail: info@berndt-enersys.de
NET: www.berndt-enersys.de


TECHNIK FÜR MENSCH UND UMWELT

# Innovative Quartierslösungen mit Gaswärmepumpen, Eisspeicher und BHKW

Rainer Schmalenberg, Viessmann Eis-Energiespeicher GmbH

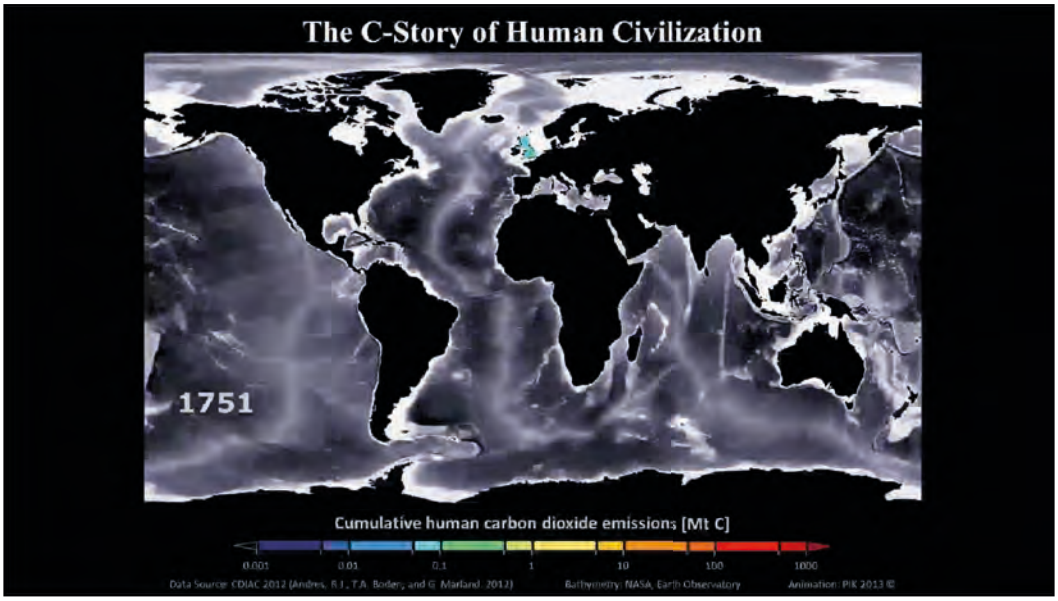
# Innovative Quartierslösungen mit Gaswärmepumpen, Eisspeicher und BHKW
09.05.2017

## Eis-Energiespeicher
als Beitrag für die Energiewende

Rainer Schmalenberg
Viessmann Eis-Energiespeicher GmbH

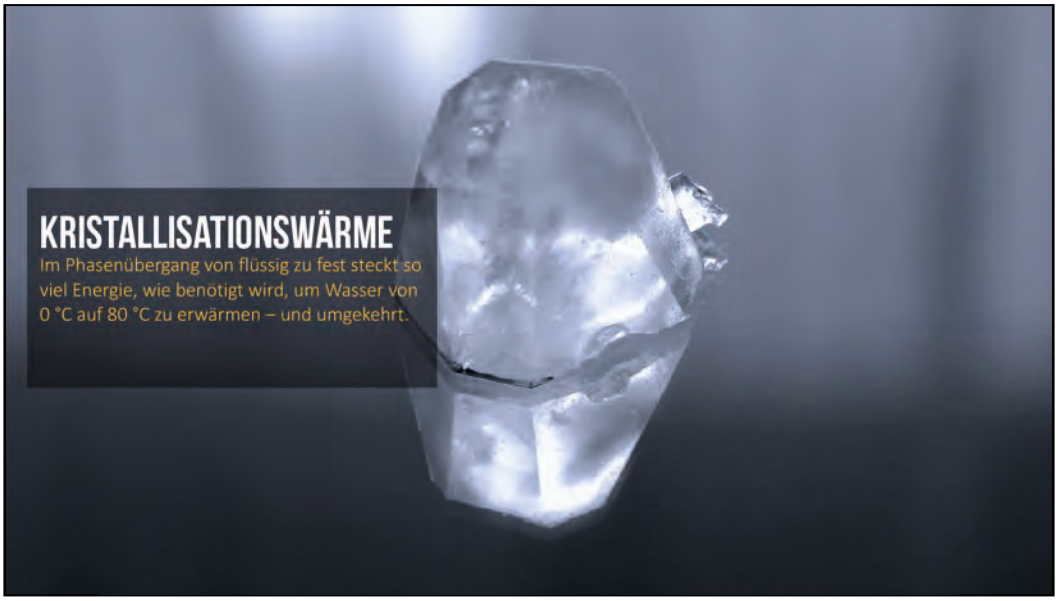
Uhlandstraße 21
D-71638 Ludwigsburg
r.schmalenberg@eis-energiespeicher.com

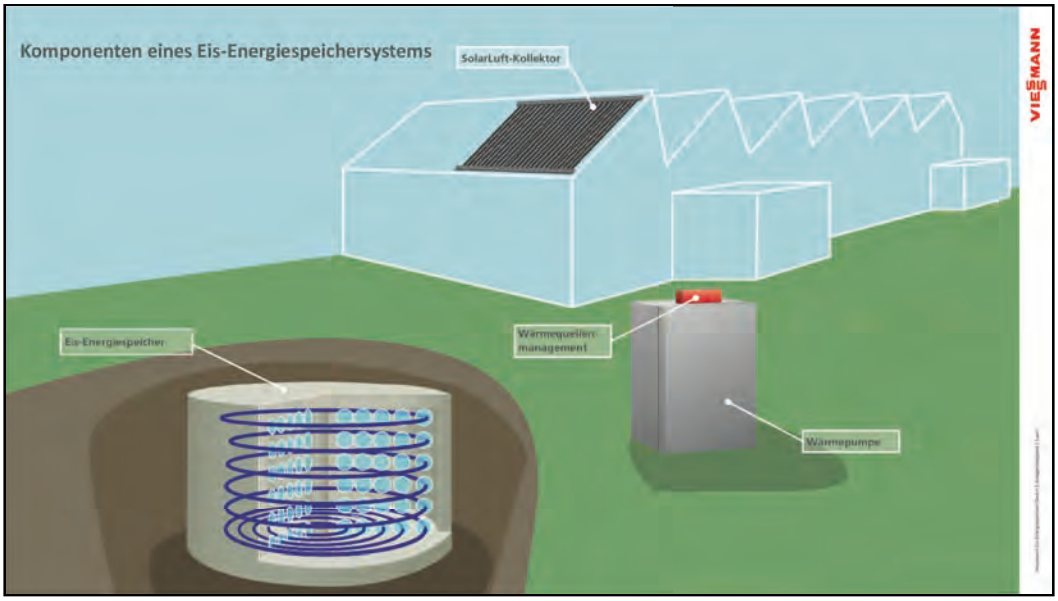
Berlin | 04.05.2017

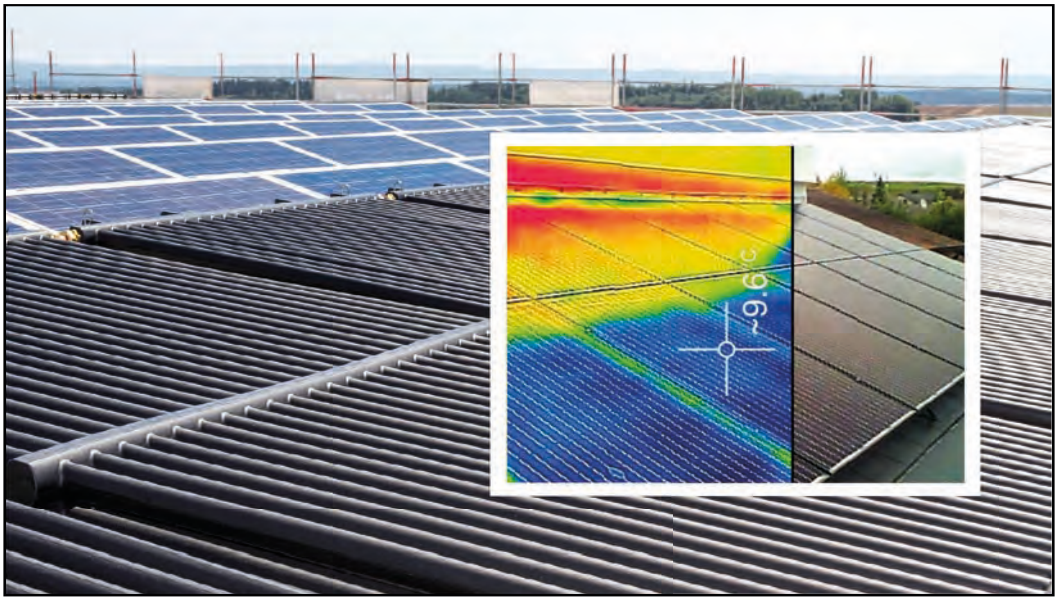


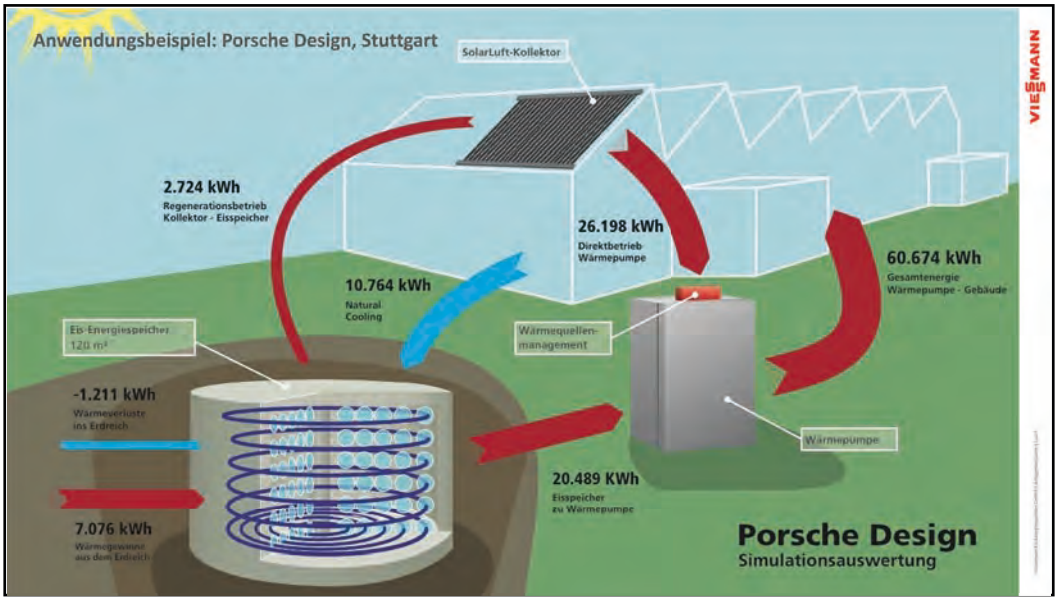

## Grundprinzip des Eis-Energiespeichersystems

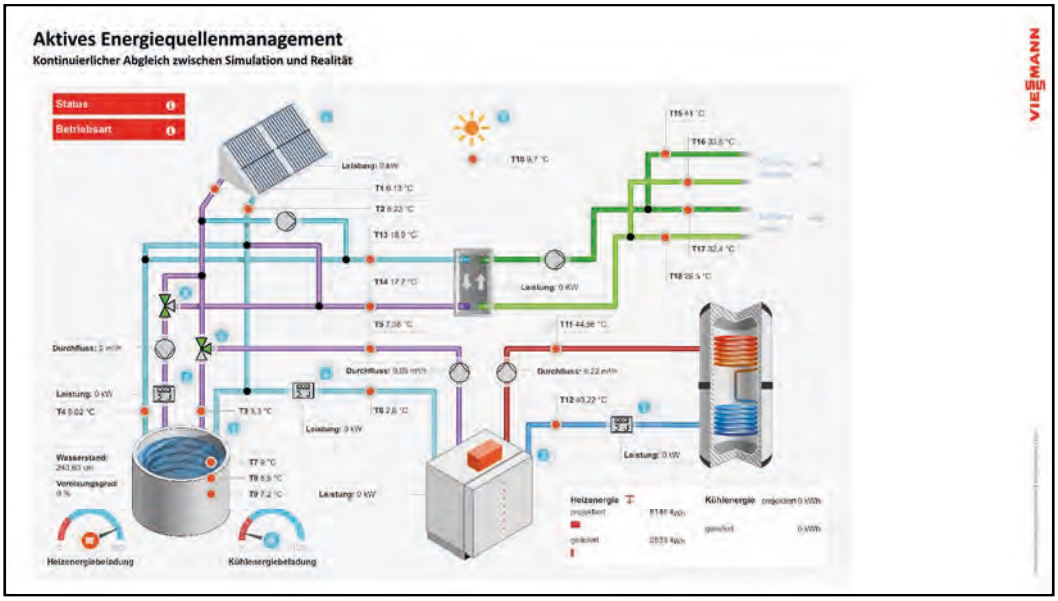
- Das Eis-Energiespeichersystem speichert regenerative Energie verlustfrei auf niedrigem Temperaturniveau.
- Als Besonderheit wird Kristallisationsenergie nutzbar, die beim Phasenübergang von Wasser zu Eis frei wird.
- Das hierbei entstehende Eis steht zur kostenlosen Kühlung zur Verfügung.

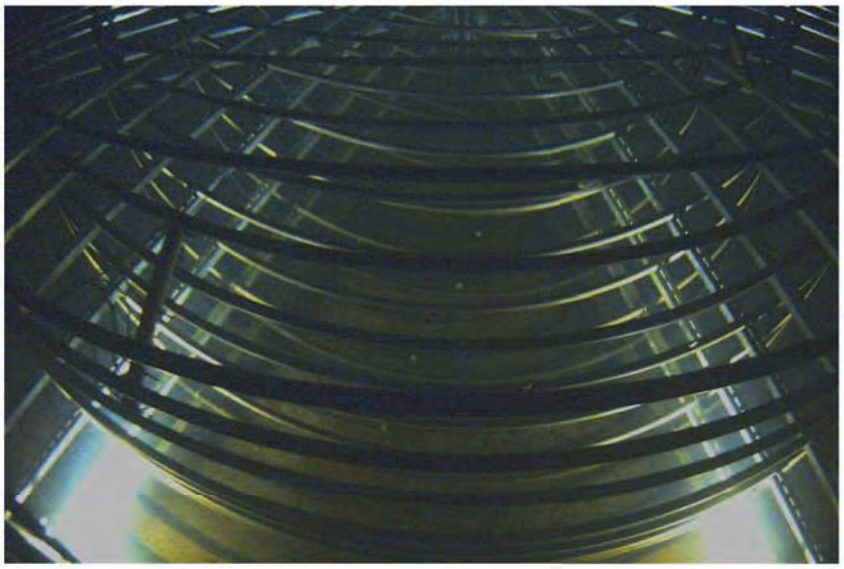

KRISTALLISATIONSWÄRME
Im Phasenübergang von flüssig zu fest steckt so viel Energie, wie benötigt wird, um Wasser von 0 °C auf 80 °C zu erwärmen – und umgekehrt.


Komponenten eines Eis-Energiespeichersystems
SolarLuft-Kollektor
Eis-Energiespeicher
Wärmequellen-management
Wärmepumpe
VIESSMANN

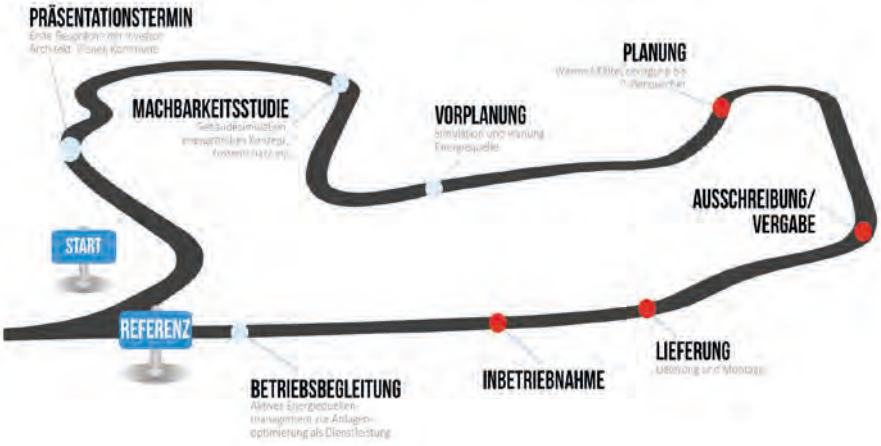

~9.6°C

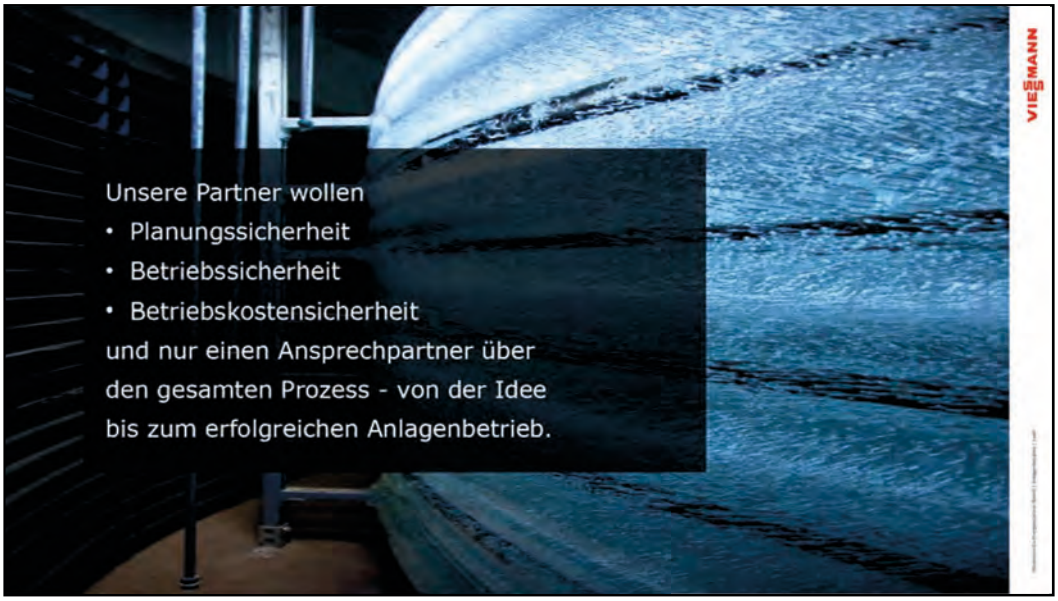

Anwendungsbeispiel: Porsche Design, Stuttgart
SolarLuft-Kollektor
2.724 kWh
Regenerationsbetrieb
Kollektor - Eisspeicher
26.198 kWh
Direktbetrieb
Wärmepumpe
60.674 kWh
Gesamtenergie
Wärmepumpe - Gebäude
10.764 kWh
Natural
Cooling
Eis-Energiespeicher
120 m³
Wärmequellen-
management
-1.211 kWh
Wärmeverluste
ins Erdreich
Wärmepumpe
20.489 KWh
Eisspeicher
zu Wärmepumpe
7.076 kWh
Porsche Design
Simulationsauswertung
VIESSMANN


Aktives Energiequellenmanagement
Kontinuierlicher Abgleich zwischen Simulation und Realität
Status
Betriebsart
Heizenergiebeladung
Kühlenergiebeladung
Heizenergie
Kühlenergie
VIESSMANN



**Wir kennen den Weg von der Idee zum erfolgreichen Anlagenbetrieb und gehen diesen im Interesse unserer Kunden gemeinsam mit unseren Netzwerkpartnern.**




Unsere Partner wollen
• Planungssicherheit
• Betriebssicherheit
• Betriebskostensicherheit
und nur einen Ansprechpartner über
den gesamten Prozess - von der Idee
bis zum erfolgreichen Anlagenbetrieb.
VIESSMANN

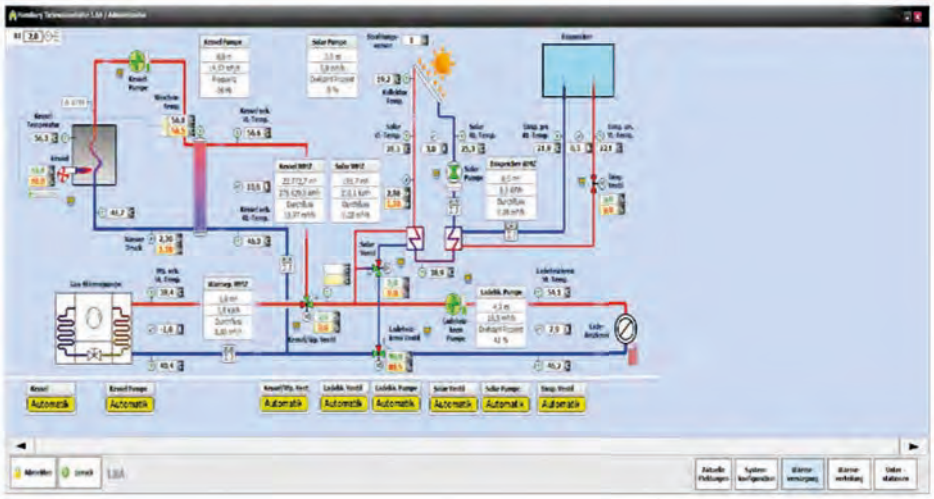
Objekt Tilemannhöhe
EBV Harburg e.G.
VIESSMANN

## Zusatzkosten für regenerative Maßnahmen

- 2.000.000,- € / 466 WE = 4.290 €/WE
  (Das entspricht den Kosten für eine Lüftungsanlage)

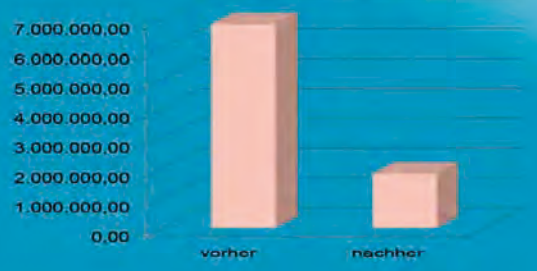
- Förderung: 50% dieser Kosten
  (Durch Hamburg und KfW)
- Gesamtbaukosten 280 € / m² Wohnfläche
- Mehrkosten 70 € / m² Wohnfläche

VIESSMANN



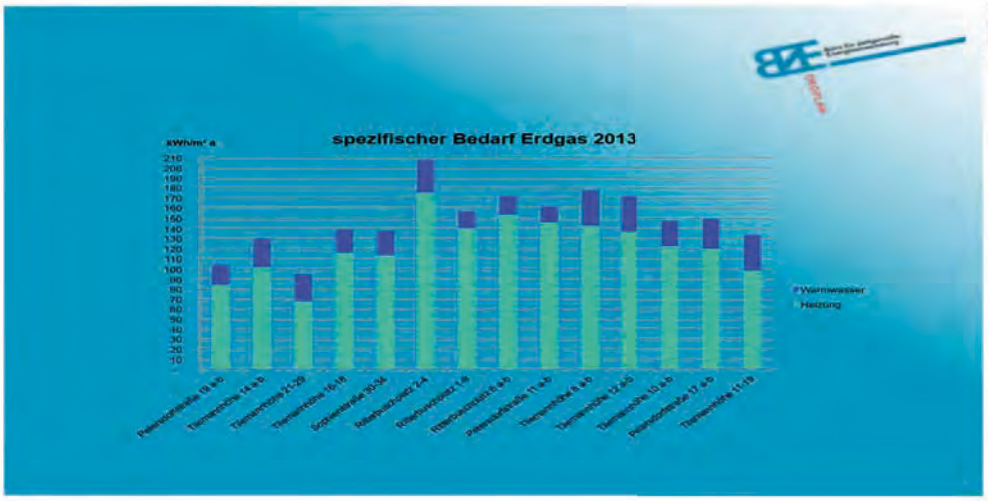
VIESSMANN

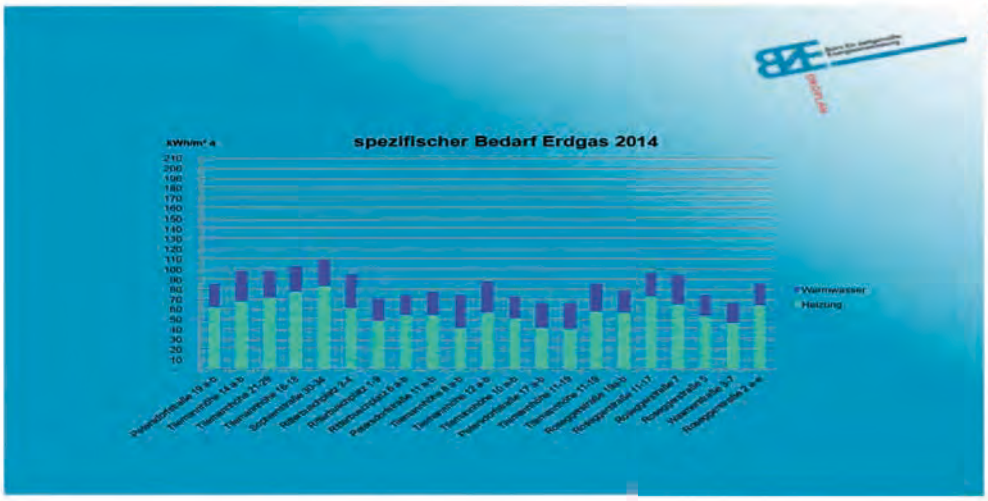
## Primärenergie – 75%

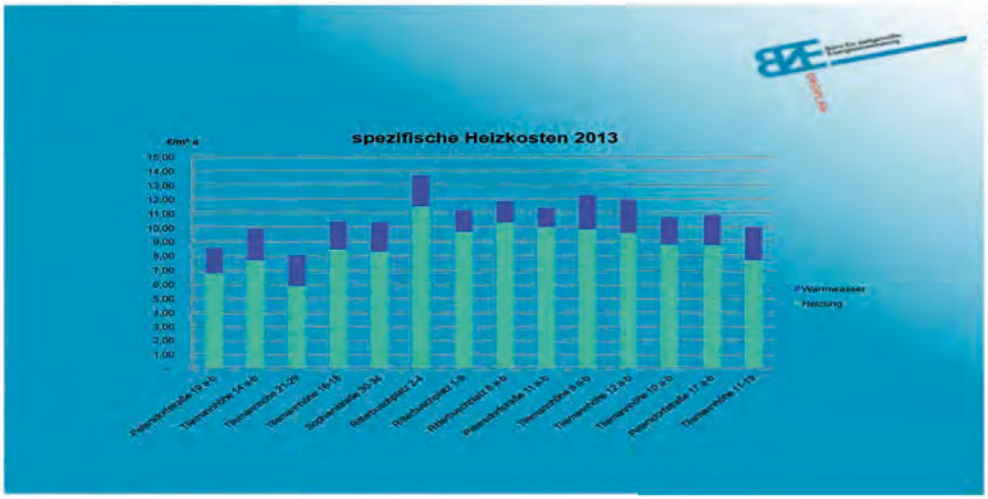


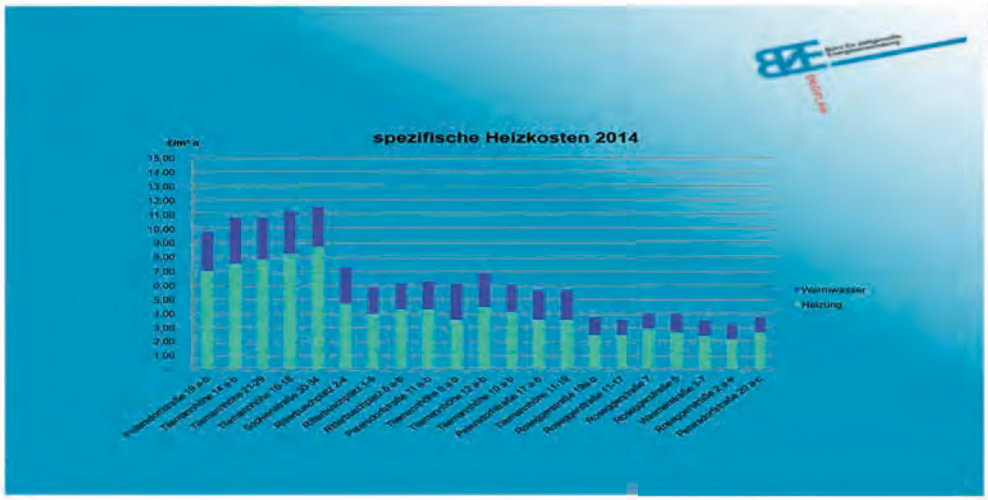

## Zusatzkosten für regenerative Maßnahmen

- 2.000.000,- € / 466 WE = 4.290 €/WE
  (Das entspricht den Kosten für eine Lüftungsanlage)
- Förderung: 50% dieser Kosten
  (Durch Hamburg und KfW)
- Gesamtbaukosten 280 € / m² Wohnfläche
- Mehrkosten 70 € / m² Wohnfläche


spezifischer Bedarf Erdgas 2013
kWh/m² a
Warmwasser
Heizung

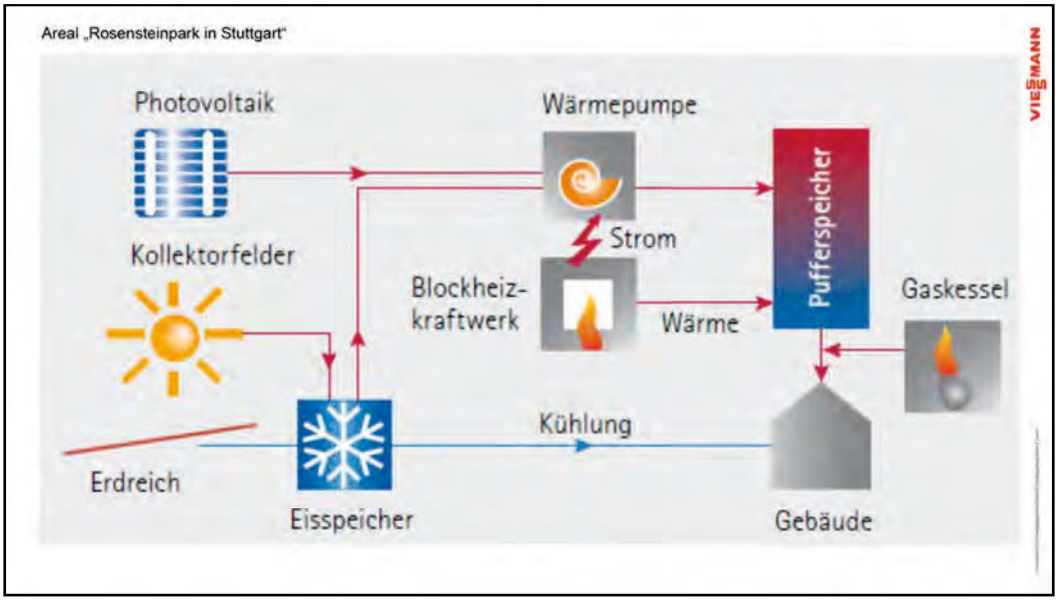

spezifischer Bedarf Erdgas 2014
kWh/m² a
Warmwasser
Heizung

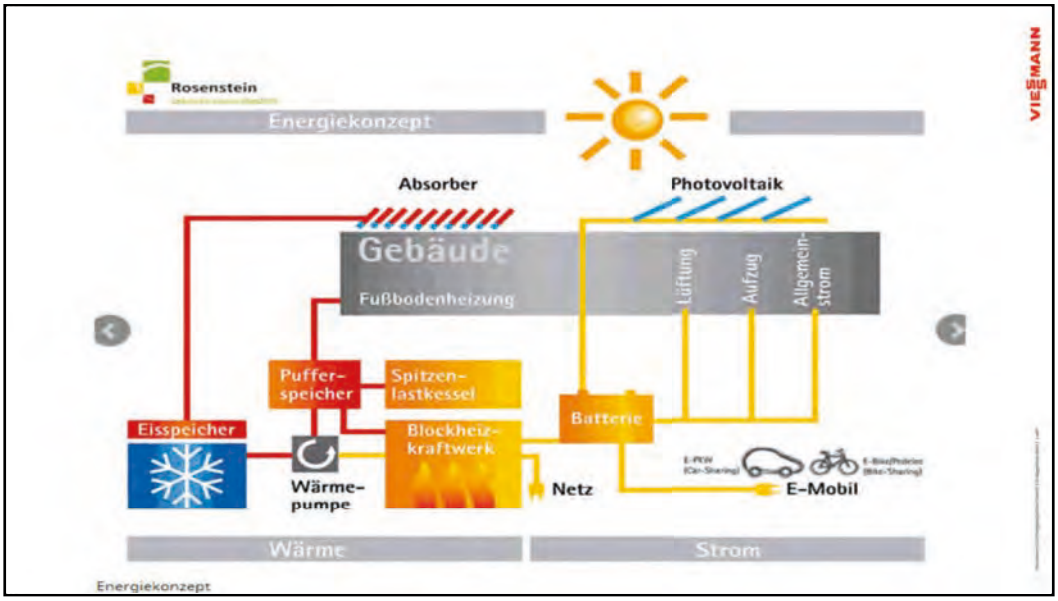

spezifische Heizkosten 2013
€/m² a
15,00
14,00
13,00
12,00
11,00
10,00
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
Warmwasser
Heizung
Petersstraße 19 a b
Thomasstraße 14 a b
Thomasstraße 21-29
Thomasstraße 16-18
Sachsenstraße 30-34
Ritterhuusplatz 2-4
Ritterhuusplatz 1-9
Ritterhuusplatz 6 a b
Petersstraße 11 a b
Thomasstraße 8 a b
Thomasstraße 12 a b
Thomasstraße 10 a b
Petersstraße 17 a b
Thomasstraße 11-19

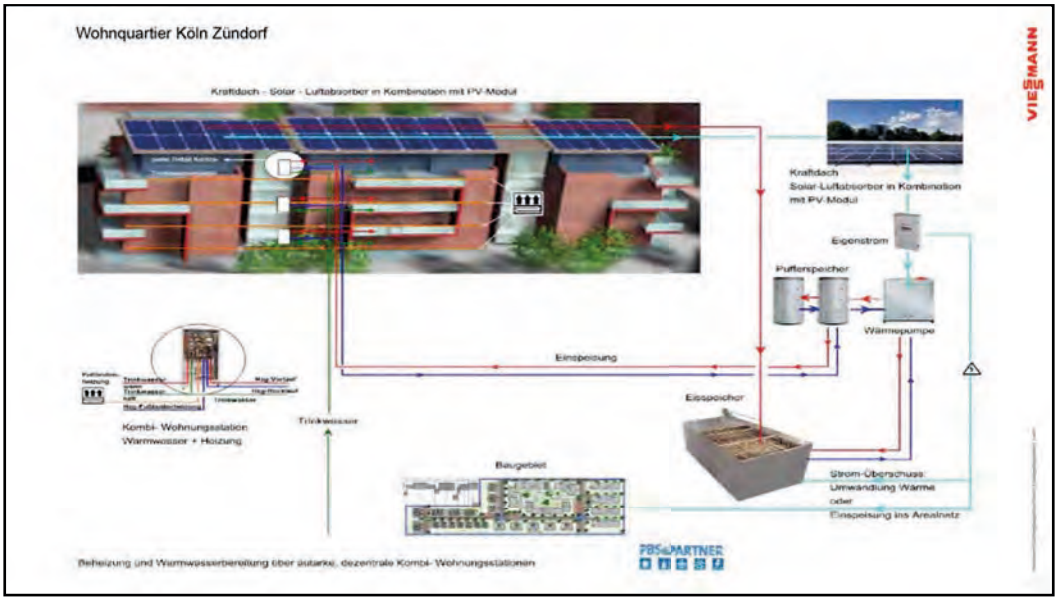

spezifische Heizkosten 2014
€/m² a
15,00
14,00
13,00
12,00
11,00
10,00
9,00
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
Warmwasser
Heizung
Petersstraße 19 a b
Thomasstraße 14 a b
Thomasstraße 21-29
Thomasstraße 16-18
Sachsenstraße 30-34
Ritterhuusplatz 2-4
Ritterhuusplatz 1-9
Ritterhuusplatz 6 a b
Petersstraße 11 a b
Thomasstraße 8 a b
Thomasstraße 12 a b
Thomasstraße 10 a b
Petersstraße 17 a b
Thomasstraße 11-19
Roseggerstraße 19a b
Roseggerstraße 11-17
Roseggerstraße 7
Roseggerstraße 5
Hermannstraße 3-7
Roseggerstraße 2 a e
Petersstraße 20 a c

VIESSMANN

U
U12
HAUPTBAHNHOF
KÖNIGSTRASSE
EUROPAVIERTEL
STADTBIBLIOTHEK
MILANEO
Rosenstein
VIESSMANN


Areal „Rosensteinpark in Stuttgart"
Photovoltaik
Wärmepumpe
Pufferspeicher
Strom
Kollektorfelder
Blockheiz-
kraftwerk
Wärme
Gaskessel
Kühlung
Erdreich
Eisspeicher
Gebäude
VIESSMANN


Rosenstein
Energiekonzept
Absorber
Photovoltaik
Gebäude
Fußbodenheizung
Lüftung
Aufzug
Allgemein-
strom
Puffer-
speicher
Spitzen-
lastkessel
Batterie
Eisspeicher
Blockheiz-
kraftwerk
Wärme-
pumpe
Netz
E-Mobil
Wärme
Strom
Energiekonzept
VIESSMANN


Wohnquartier Köln Zündorf
Kraftdach - Solar - Luftabsorber in Kombination mit PV-Modul
Kraftdach
Solar-Luftabsorber in Kombination
mit PV-Modul
Eigenstrom
Pufferspeicher
Wärmepumpe
Einspeisung
Eisspeicher
Kombi- Wohnungsstation
Warmwasser + Heizung
Trinkwasser
Baugebiet
Strom-Überschuss:
Umwandlung Wärme
oder
Einspeisung ins Arealnetz
Beheizung und Warmwasserbereitung über autarke, dezentrale Kombi- Wohnungsstationen
PBS&PARTNER
VIESSMANN

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!
VIESSMANN

# Brennwerttuning® – eine Technologie zur Erhöhung der Effizienz von Kesselanlagen

Andreas Lang, Ingenieurbüro Lang, Projektleiter

# ASUE Fachtagung 09.05.2017 Bochum

## Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen

# **Brennwerttuning®**

eine Technologie zur Erhöhung der Effizienz von Kesselanlagen

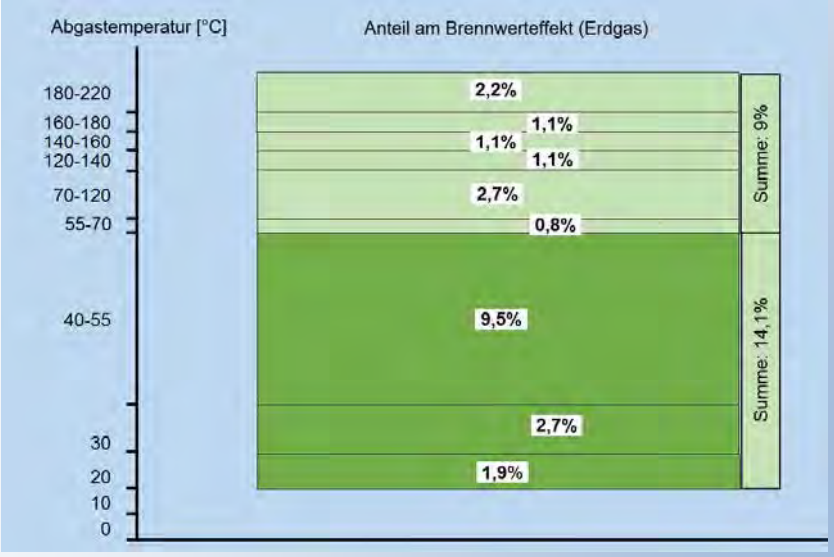




### Warum Brennwerttuning®?

- Bisherige Bilanz des Einsatzes von Brennwertkessel in Deutschland: eher ernüchternd
- über 4,6 Mil. Brennwertkessel im Einsatz
- durchschnittlicher Kessel-Nutzungsgrad, heizwertbezogen in Deutschland: Erdgas 90 % Heizöl 88 % Quelle: Techem Energiekennwerte (2004-2015)

- Ursachen: Zu hohe Heizungsrücklauftemperaturen, insbesondere aus Trinkwassererwärmung (Legionellenangst)
  →Tendenz steigend







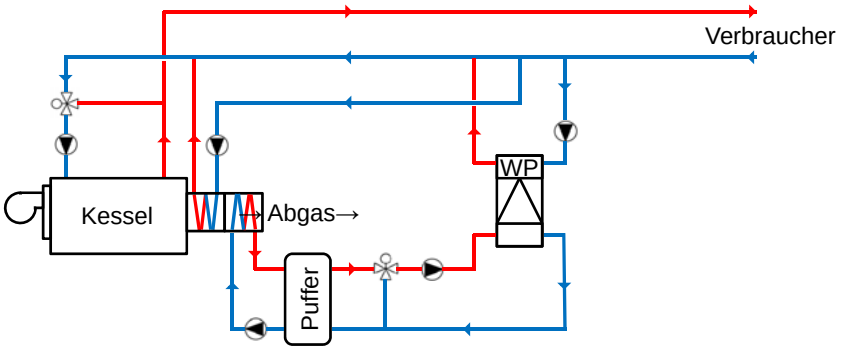

**Brennwerttuning® legt die Abgastemperatur tiefer!**

**Ziel**: kontinuierliche Nutzung der Kondensationswärme im Abgas-Temperaturbereich 55°C-40°C

Zusätzliches nutzbares Wärmepotential: 7-9% des Gas-Brennwertes

## Brennwerttuning®-Technologie:

**1.Stufe**




**2.Stufe**





## Brennwerttuning®-Technologie

Aktive Abgaswärmenutzung durch Einsatz von Wärmepumpen, Regelungs- und Schaltungsstrategien

- Franz-Körner Str. 61, Berlin-Britz / BG IDEAL eG
- Kamenzer Damm 39, Berlin-Lankwitz / BG EVM

# Franz Körner Straße 61

**Ausgangslage:**

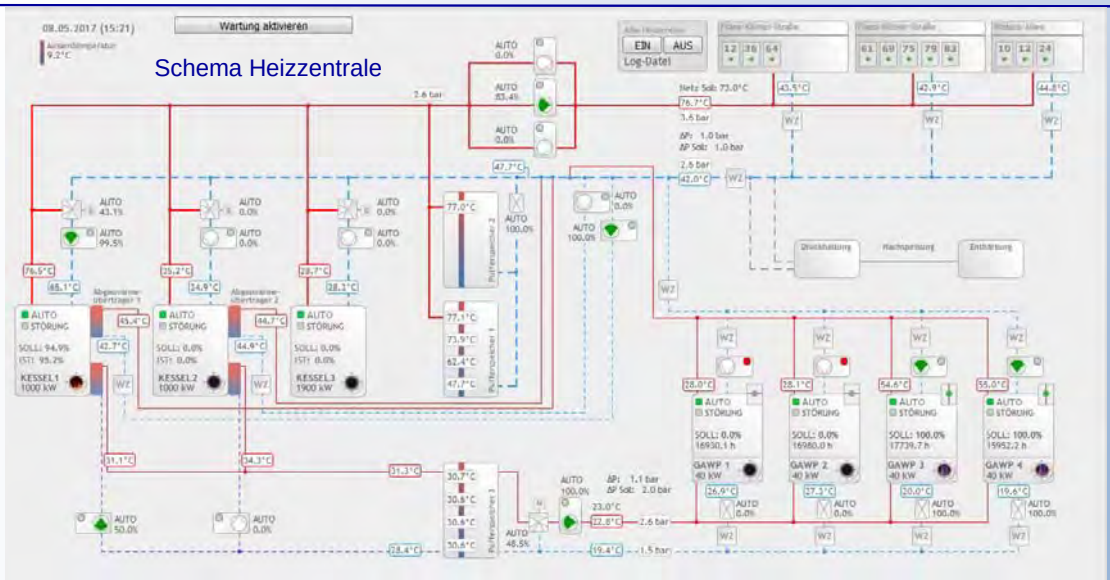
- 784 Wohnungen(ungedämmt), Errichtung in den dreißiger Jahren, unter Denkmalschutz
- WWB Speicher-Ladeprinzip, 1-Rohrheizung System Rietschel-Henneberg

**Realisierung:**

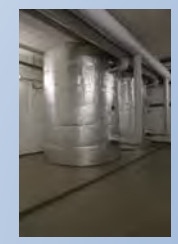
- 2 NT-Kessel mit je 1000 kW mit je 2 St. externen Abgas-Wärmeübertrager
- 1 NT-Kessel mit 1900 kW
- 2 Heizwasser- Pufferspeicher mit je 9 m³
- 4 Gas-Absorptionswärmepumpen mit je 42 kW Heizleistung
- 1 Kaltwasser-Pufferspeicher mit 9 m³
- 11 Unterstationen mit je einem Heiz-Mischkreis und WWB nach Durchflussprinzip
- GLT mit webbasierter Datenfernübertragung







## Heizzentrale nach dem Umbau:





Brennwerttuning® - eine Technologie zur Erhöhung der Effizienz von Kesselanlagen

## Effizienz der neuen Heizzentrale:

Primärenergieeinsparung: ca. 30% = 1.416,4 Tonnen Kohlendioxid

Energieverbrauch gesunken von 210 kWh / m²a auf 135 kWh / m²a

Jahres Heizzahl der Gaswärmepumpen (G.U.E.): 1,58 bzw. 158%

Jahresnutzungsgrad der Gesamtanlage : 104,2 %

ASUE Fachtagung Mai 2017, Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen

Ingenieurbüro Lang, Berlin

## Kamenzer Damm 39

**Ausgangslage:**

- 458 Wohnungen(gedämmt), 2 kleine Gewerbeeinheiten
- Versorgung nur mit Raumheizung, WWB erfolgt dezentral

**Realisierung:**

- 2 NT-Kessel mit je 1000 kW mit je 2 St. externen Abgas-Wärmeübertrager
- 2 Gas-Absorptionswärmepumpen mit je 42 kW Heizleistung
- 1 Kaltwasser-Pufferspeicher mit 5 m³
- 4 Regelkreise mit Strahlpumpen
- GLT mit webbasierter Datenfernübertragung



Brennwerttuning® - eine Technologie zur Erhöhung der Effizienz von Kesselanlagen

## Heizzentrale nach dem Umbau:

ASUE Fachtagung Mai 2017, Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen Ingenieurbüro Lang, Berlin

## Effizienz der neuen Heizzentrale:

Primärenergieeinsparung: ca. 14,6% = 1.416,4 Tonnen Kohlendioxid

Energieverbrauch gesunken von 108 kWh/m²a auf 98 kWh/m²a auf

Jahres Heizzahl der Gaswärmepumpen (G.U.E.): 1,6 bzw. 160%

Jahresnutzungsgrad der Gesamtanlage : 106,2 %





## Kennwerte der Brennwerttuning®-Technologie:

- Nutzungsgradsteigerung bis zu **15%** gegenüber Stand der Technik
- Einsetzbar in Bestandsanlagen, Modernisierungen und Neubau
- Wärmepumpenanlage ohne aufwendiges technisches Equipment wie bei externen Wärmequellennutzung (Geothermie, Außenluft, Abwasser)

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit
Und bei unseren Partnern u.a.:





„Deutschland hat nach einer Studie bis April bereits so viel Kohlendioxid ($CO_2$) ausgestoßen, wie nach dem Pariser Klimaabkommen für das gesamte Jahr 2017 erlaubt wäre.“

Quelle: Studie der Nymoen Strategieberatung
April 2017

Und nun, was tun?

# BHKW-Ladeluftkühlung mit einer Absorptionskälteanlage

Günther Gern, Tobias Ehrler, WTZ Roßlau

# BHKW-Ladeluftkühlung mit einer Absorptionskälteanlage

Manuel Cech

Tobias Ehrler

WTZ Roßlau, Mühlenreihe 2a, 06862 Dessau-Roßlau, Tel.: +49 34901 883-0, Fax: +49 34901 883-120, E-Mail: info@wtz.de

## Gliederung

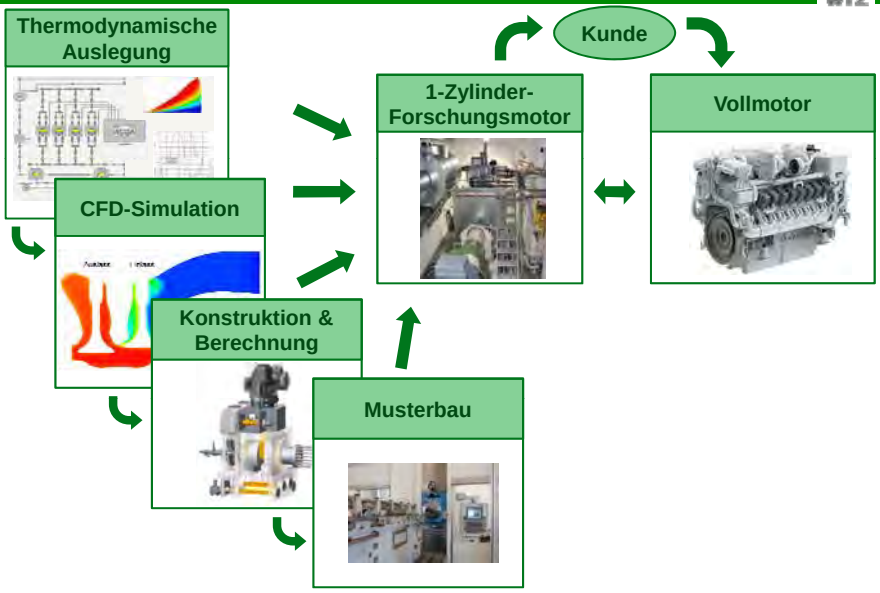
1. Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau
2. Zielstellung
3. Versuchsaufbau
4. Potenzialabschätzung
5. Versuchsdurchführung
6. Zusammenfassung und Ausblick

## Gliederung


1. **Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau**
2. Zielstellung
3. Versuchsaufbau
4. Potenzialabschätzung mittels 1D-Simulation
5. Versuchsdurchführung
6. Zusammenfassung und Ausblick




## 1. Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau



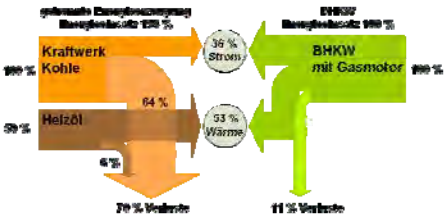
## Gliederung


1. Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau
2. **Zielstellung**
3. Versuchsaufbau
4. Potenzialabschätzung mittels 1D-Simulation
5. Versuchsdurchführung
6. Zusammenfassung und Ausblick

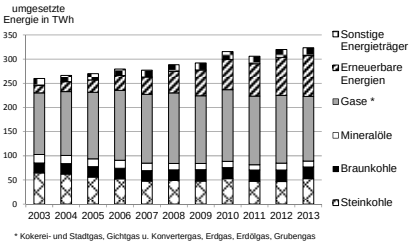



## 2. Zielstellung

- Klimaschutz und steigende Emissionsanforderungen
- Potential der Abwärme des Verbrennungsmotors durch KWK nutzen




Quelle: www.vdi.de




Quelle: www.umwertbundesamt.de

- Nutzung der Abwärme von BHKW-Anlagen zur Kälteerzeugung (zur Gebäudeklimatisierung bereits technisch umgesetzt)
- Erzeugung von **„Kälte“ für die Tieftemperaturladeluftkühlung** einsetzen

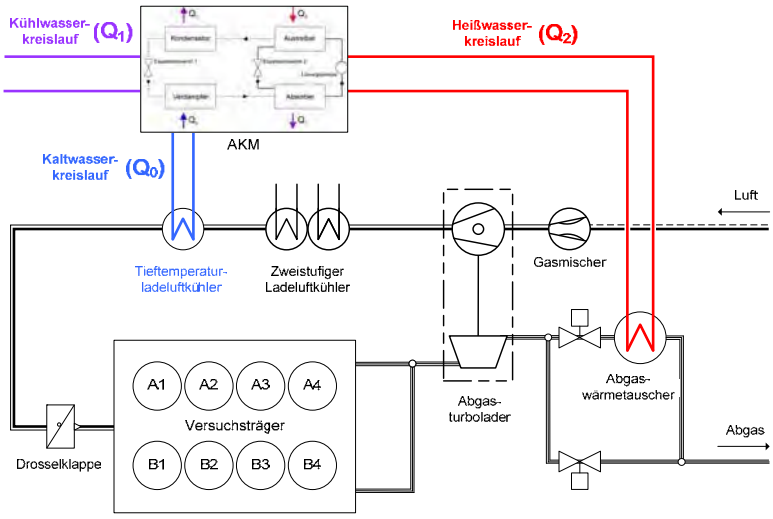
**Welches Potenzial bietet die Tieftemperaturladeluftkühlung?**

## Gliederung


1. Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau
2. Zielstellung
3. **Versuchsaufbau**
4. Potenzialabschätzung
5. Versuchsdurchführung
6. Zusammenfassung und Ausblick




## 3. Versuchsaufbau

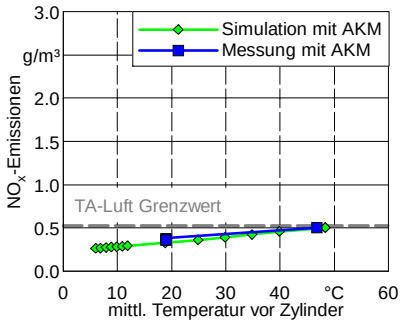


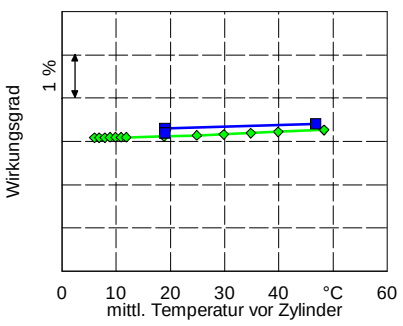
## Gliederung

1. Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau
2. Zielstellung
3. Versuchsaufbau
4. **Potenzialabschätzung**
5. Versuchsdurchführung
6. Zusammenfassung und Ausblick



## 4. Potenzialabschätzung

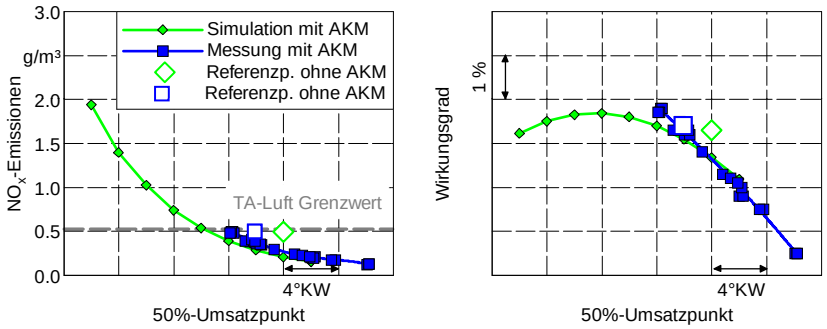



Absenkung der Ladelufttemperatur um ca. 30 K → $NO_X$-Minderung :

- Simulation 35 %
- Messung 26 %

# 4. Potenzialabschätzung




Verschiebung des 50%-Umsatzpunktes → Wirkungsgradsteigerung:

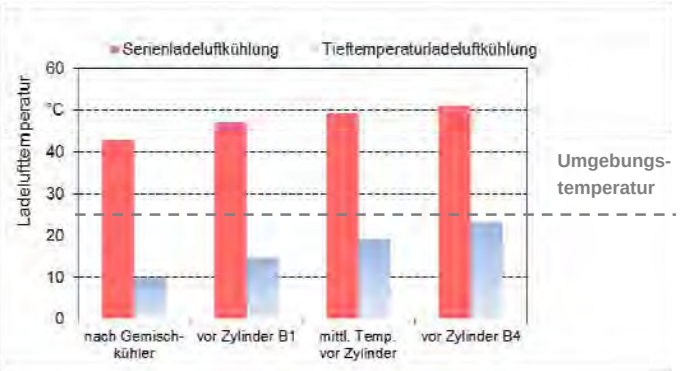
- Simulation 0,34 %-Punkte
- Messung 0,5 %-Punkte



# Gliederung

1. Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau
2. Zielstellung
3. Versuchsaufbau
4. Potenzialabschätzung
**5. Versuchsdurchführung**
6. Zusammenfassung und Ausblick

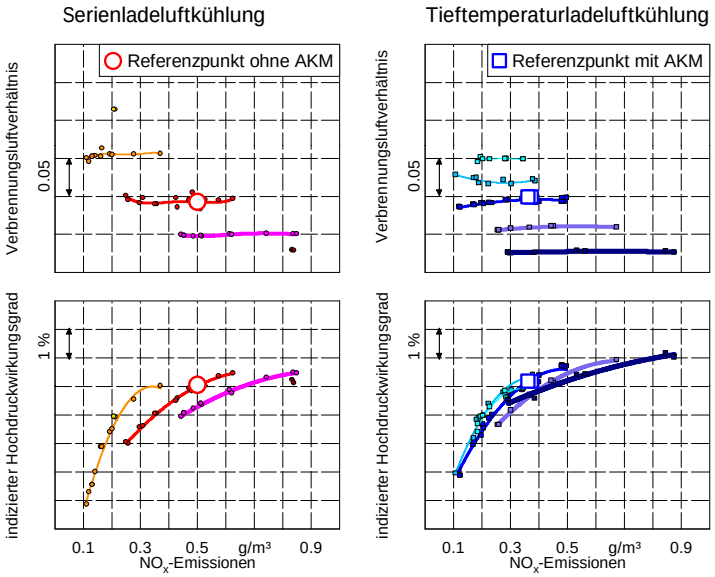
# 5. Versuchsdurchführung



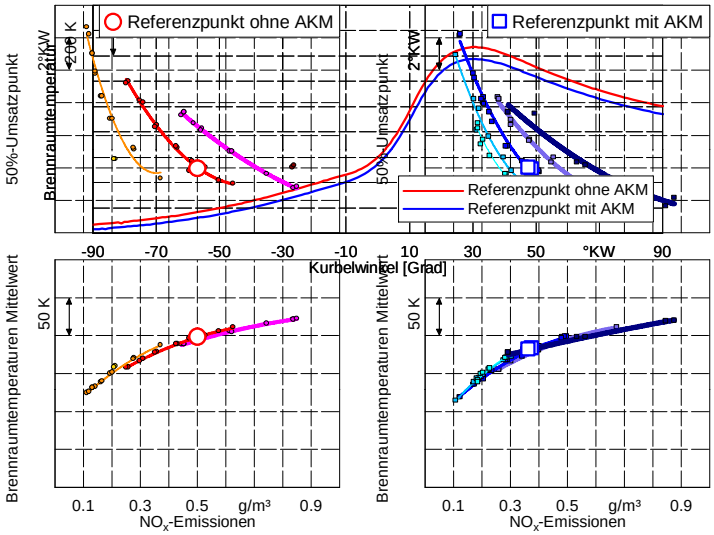

- Erhöhung der Ladelufttemperatur entlang der Zylinder in der Ansaugbrücke
- Reduzierung Wandwärmeübergang: Potentail für Absenkung der Ladelufttemperatur



# 5. Versuchsdurchführung

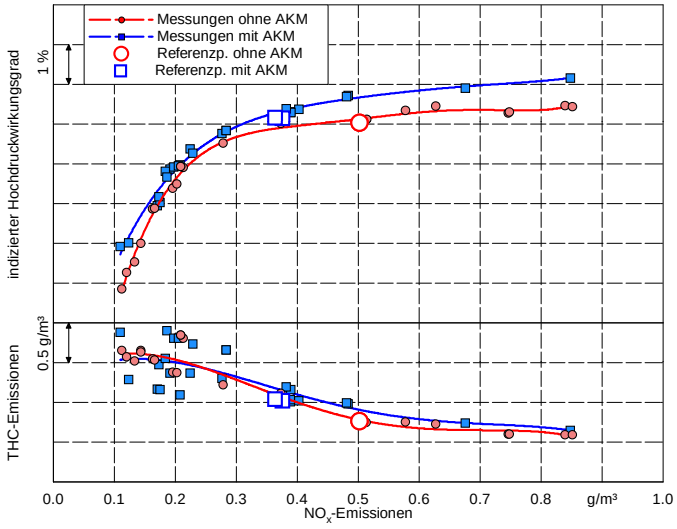


# 5. Versuchsdurchführung






# 5. Versuchsdurchführung



## Gliederung

1. Motorentwicklungsprozess im WTZ Roßlau
2. Zielstellung
3. Versuchsaufbau
4. Potenzialabschätzung
5. Versuchsdurchführung
6. **Zusammenfassung und Ausblick**



## 6. Zusammenfassung und Ausblick

- Potenzialabschätzung mittels Simulation
- Prüfstandsuntersuchungen zur Variation von Verbrennungsluftverhältnis und 50%-Umsatzpunkt:
  - Wirkungsgradsteigerung um 0,55 %-Punkte bei TA Luft
  - Wirkungsgradvorteil von über 1,1 %-Punkte im Bereich der $NO_x$-Emissionen von 0,1 g/m³
  - $NO_x$-Minderungspotential ca. 50% für konstanten Wirkungsgrad

→ Innermotorisches Potenzial zur Erreichung zukünftiger Emissionsgrenzwerte
→ Wirtschaftlich attraktiv aufgrund von Synergieffekten (KWKK)

- Prüfstandsuntersuchungen mit tieferer Ladelufttemperatur vor Zylinder
- Validierung des 1D-Simulationsmodells
- Vergleich mit dem Millerverfahren
- Kombination von Millerverfahren und Tieftemperaturladeluftkühlung (steigende Mitteldrücke, Drosselpotenzial durch TTL)

## Danksagung

Unser Dank gilt dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und dem Projektträger EuroNorm für die finanzielle Förderung des Vorhabens, der Caterpillar Energy Solutions GmbH für die Bereitstellung des Versuchsträgers und die technische Unterstützung sowie der ABB Turbo Systems Ltd für die Bereitstellung von ATL-Kennfeldern.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

EuroNorm

MWM Energy. Efficiency. Environment.

ABB Power and productivity for a better world™



## WTZ Roßlau

Wissenschaftlich-Technisches Zentrum für Motoren- und Maschinenforschung Roßlau gGmbH

Vielen Dank

für Ihre

Aufmerksamkeit

WTZ Roßlau, Mühlenreihe 2a, 06862 Dessau-Roßlau, Tel.: +49 34901 883-0, Fax: +49 34901 883-120, E-Mail: info@wtz.de

**Herausgeber**
ASUE Arbeitsgemeinschaft für
sparsamen und umweltfreundlichen
Energieverbrauch e.V.
Robert-Koch-Platz 4
10115 Berlin

Telefon 0 30 / 22 19 13 49-0
info@asue.de
www.asue.de

**Grafik**
hou lecoco werbeagentur, Essen

Tagungsband ASUE-Fachtagung Bochum, Mai 2017