ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

RhönENERGIE FULDA

ASUE-Fachtagung in Fulda, 17. Oktober 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

In Kooperation mit:
RhönEnergie Fulda Akademie

VERANSTALTUNGSORT

RhönEnergie Fulda - Informationszentrum
Frankfurter Straße 6
36043 Fulda

EINSATZSPEKTRUM VON GASWÄRMEPUMPEN UND GASKÄLTEMASCHINEN

Innovative Wärme- und Kälteerzeugung in Wohn- und Gewerbeimmobilien

Gaswärmepumpen und -kältemaschinen vermögen sowohl Umweltenergie zur Wärmeerzeugung einzubinden als auch Kälte für Industrieanwendung und Klimatisierung wirtschaftlich zu erzeugen. Die Funktionsweise der Gaswärmepumpen ist sehr unterschiedlich, ebenso ist ihr Einsatzspektrum äußerst vielfältig.

In der zurückliegenden Veranstaltung wurden Beispiele aus der Praxis des Einsatzes von Gaswärmepumpen / Gaskältemaschinen im Wohnbereich sowie im gewerblichen Bereich vorgestellt. Auch die Erfüllung der Anforderungen an die Gesetzgebung (EnEV, EEWärmeG) mit Gaswärmepumpen wurde ausführlich behandelt.

Dabei kann zusammenfassend ausgesagt werden, dass gegenüber der elektrischen Anwendung gasbetriebene Wärmepumpen einen bedeutenden wirtschaftlichen Vorteil bieten. Als KWKK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) bietet die Kombination von Blockheizkraftwerk und Sorptions-Kälteerzeugern einen günstigen Beitrag zur Stromerzeugung und die Nutzung der Abwärme zur Kälteerzeugung. In der Regel liegt der Jahresnutzungsgrad bei nahezu 100%. Gasmotorwärmepumpen lassen neben der Kälteerzeugung zugleich die Abwärmenutzung zur Gebäudebeheizung zu und erzielen dadurch eine hohe Rentabilität.

Insbesondere gewerbliche genutzte Gebäude können durch diese Technologie die geforderten EnEV-Anforderungen erfüllen.

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.

Diese Fachtagung ist als Fortbildungsveranstaltung anerkannt:
dena: 5 Punkte (Energieberater Wohngebäude/Nichtwohngebäude,Energieberater im Mittelstand)
Architektenkammer Hessen: 5 Punkte
Architektenkammer Thüringen: 5 Punkte

REFERENTEN UND VORTRÄGE

Moderation
Prof. Dr. Jochen Arthkamp
Technische Hochschule Georg Agricola zu Bochum

Trends, Entwicklungen und Praxisbeispiele in der Gaswärmepumpentechnik **Seite 05**
Jürgen Kukuk, ASUE e.V.

Einsatz von Gasmotorwärmepumpen im Wohnbereich **Seite 22**
Christian Tille, KKU CONCEPT GmbH

„Kalte Nahwärme und Gaswärmepumpen“ ist kein Widerspruch sondern eine Chance **Seite 39**
Prof. Dipl. Ing. Thomas Giel, Technische Hochschule Mainz, Wissenschaftliche Projektleitung Transferstelle für Rationelle Regenerative Energienutzung Bingen

Einsatz von ADsorptionskälte in öffentlichen Gebäuden, Serverräumen und Rechenzentren **Seite 57**
Sören Paulußen – CEO, InvenSor GmbH

KWKK (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung)
Gasbetriebene KWKK-Anlagen zur Kälte- und Stromerzeugung in Lebensmittelbetrieben am Beispiel einer Großbäckerei und eines Fleisch- und Wurstwarenherstellers. **Seite 70**
Dipl.-Ing. Axel Munsch, EcoEnergyTherm GmbH

Einordnung von Gaswärmepumpen/Gaskältemaschinen in der Gesetzgebung (EnEV, EEWärmeG, PE-Faktor, GEG) **Seite 78**
Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz, Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden – Forschung und Anwendung GmbH

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

Trends, Entwicklungen und Praxisbeispiele in der Gaswärmepumpentechnik

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

G W P

Stromerz. Heizung

Klimatisierung von IT-Zentren

Spars. Haushalts-geräte

Contracting

KWK-Gesetz

inno. Wärmenetze

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

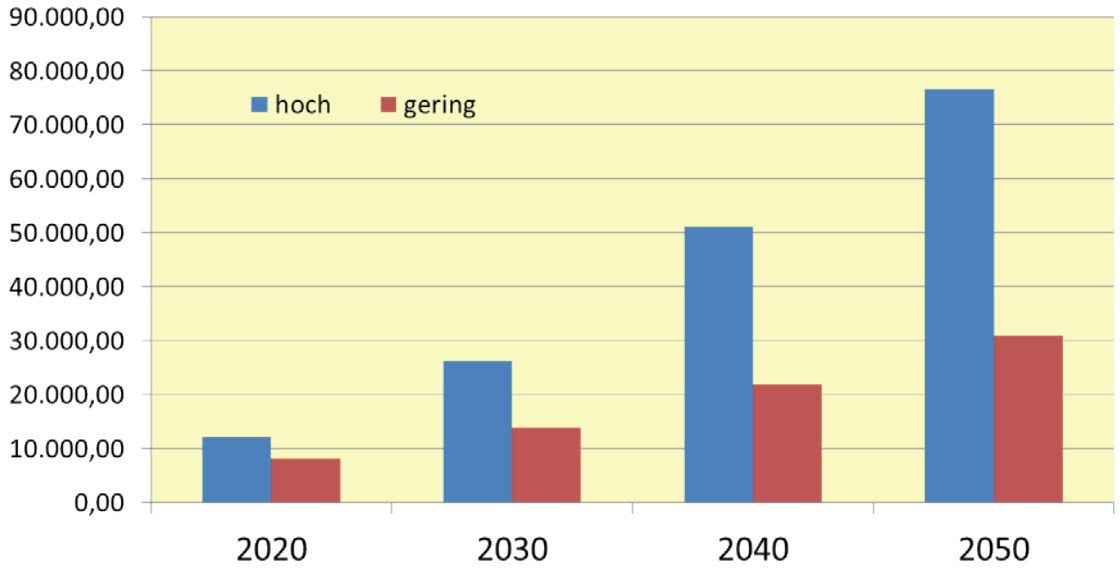
01.01.2020: Verbot von HFKW mit GWP > 2.500

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

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

Steigender Klimatisierungsbedarf

Jahressumme des Klimatisierungsbedarfs nach Bundesländern in GWh/a



Bis zu 7 % des Strombedarfs für Klimatisierung

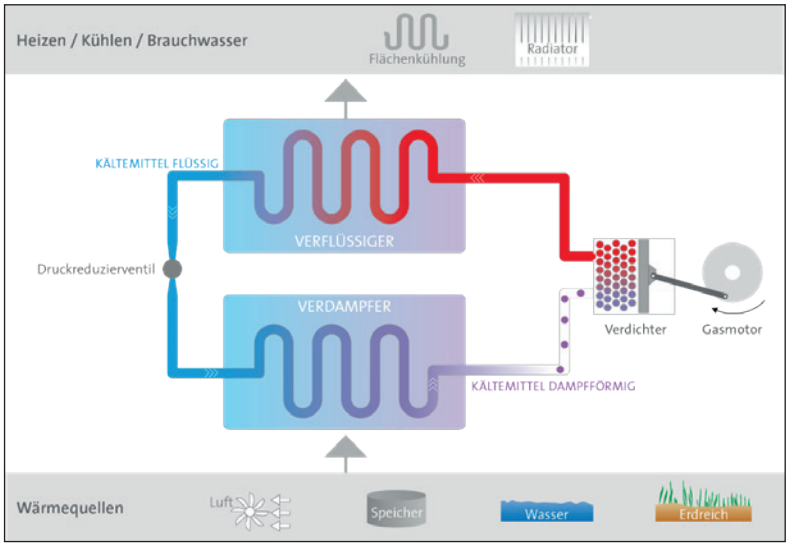
Quelle: Oeko-Institut, 2017

Gas-Wärmepumpen

- Gasmotorwärmepumpen
- Gas-Sorptionswärmepumpen
  - Adsorptionspumpen
    - Silica-Gel
    - Zeolith
  - Absorptionspumpen
    - Ammoniak
    - Brom-Lithium

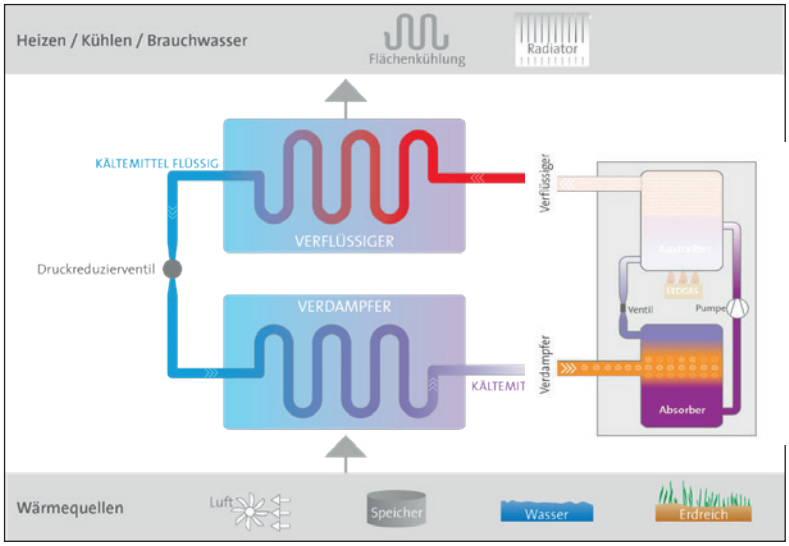
Einsatz von Gaswärmepumpen im Wärme- und Kältebereich

Funktionsprinzip der Gasmotorwärmepumpe (motorischer Verdichter)



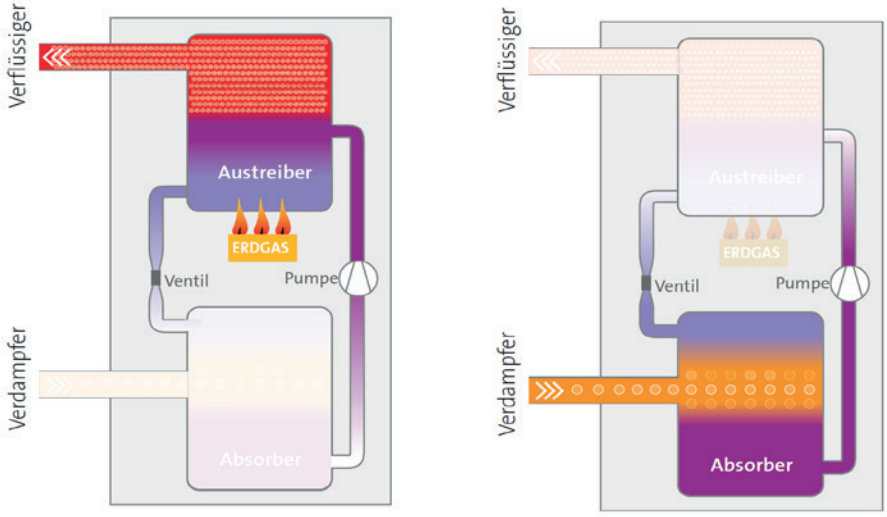
Einsatz von Gaswärmepumpen im Wärme- und Kältebereich

Funktionsprinzip der Gasabsorptionswärmepumpe (thermischer Verdichter)



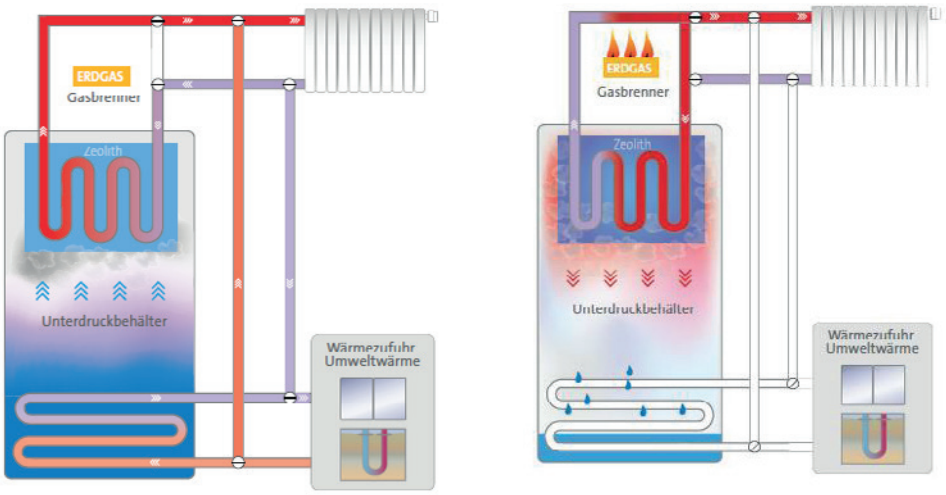
Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung: Absorptionsverfahren

Funktionsprinzip des Absorptionsverdichters



Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung: Adsorptionsverfahren

Funktionsprinzip des Adsorptionsverdichters



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

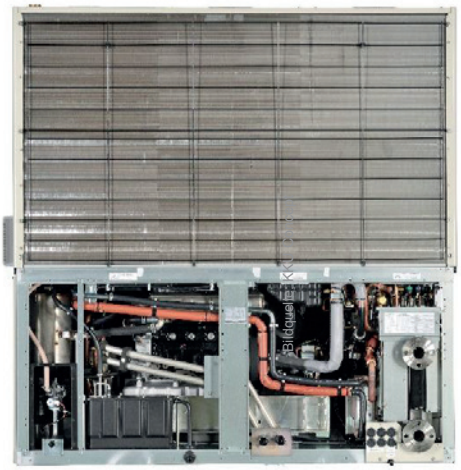
Zeolith-Adsorptions-
Kältemaschine

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 - 20 °C	Prozesskühlung
Absorption LiBr	20 – 100.000 kW	+ 40 °C + 2 - 4 °C	Klimatisierung; Kühlung
Adsorption Zeolith	40 kW	+ 30 °C + 4 - 6 °C	Gebäudekühlung
Gasmotor-wärme	45 - 80 kW	+ 50 °C - 30 °C	Prozesskühlung Klimatisierung

Einsatzmöglichkeiten

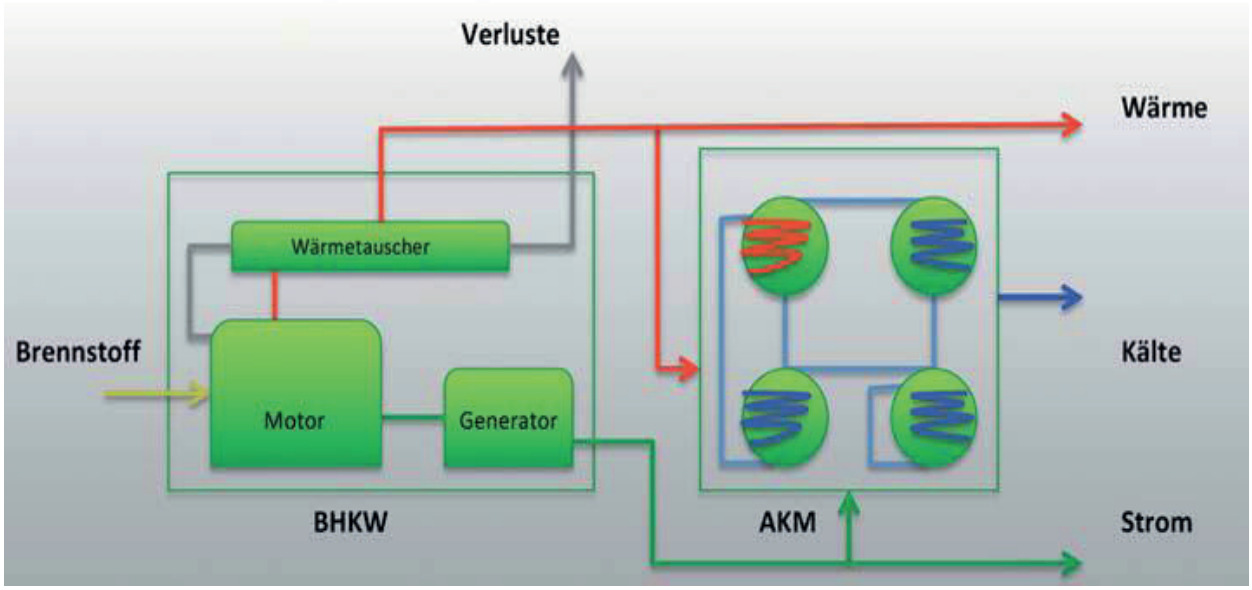
Kühlen und Klimatisieren => **Zeolith oder LiBr KM**

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

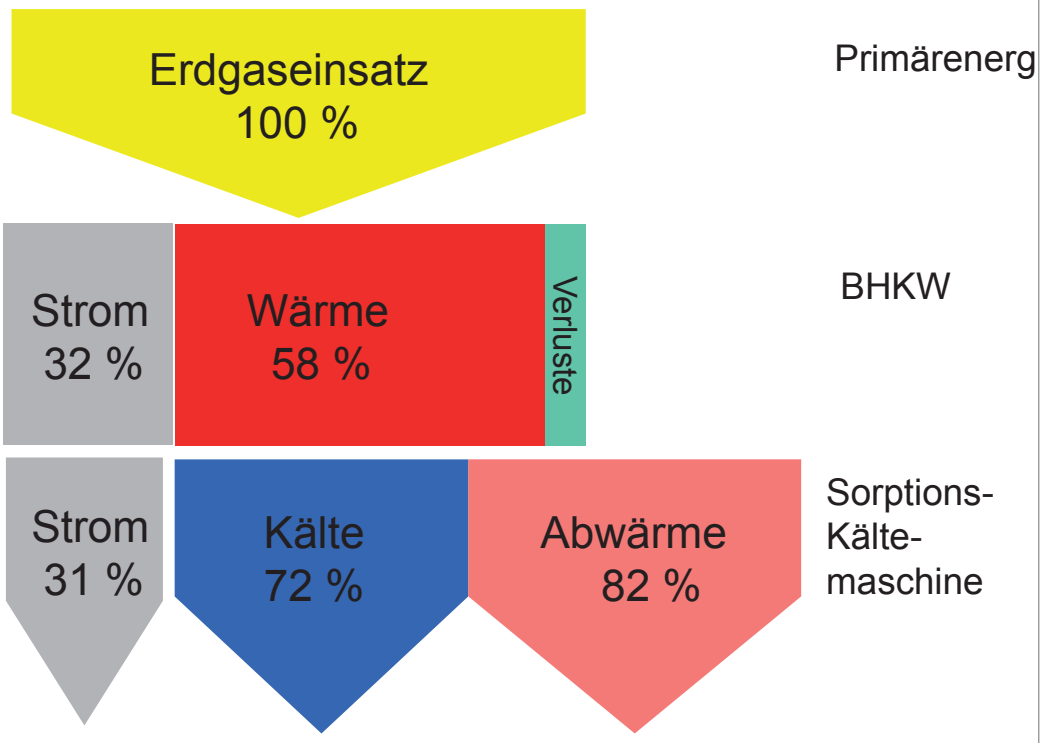
Kältetechnik und Gefrieren => **NH3 und motorische KM**

- Lebensmittelhandel
- Logistik und globalisierte Beschaffung
- Lebensmittelverarbeitung

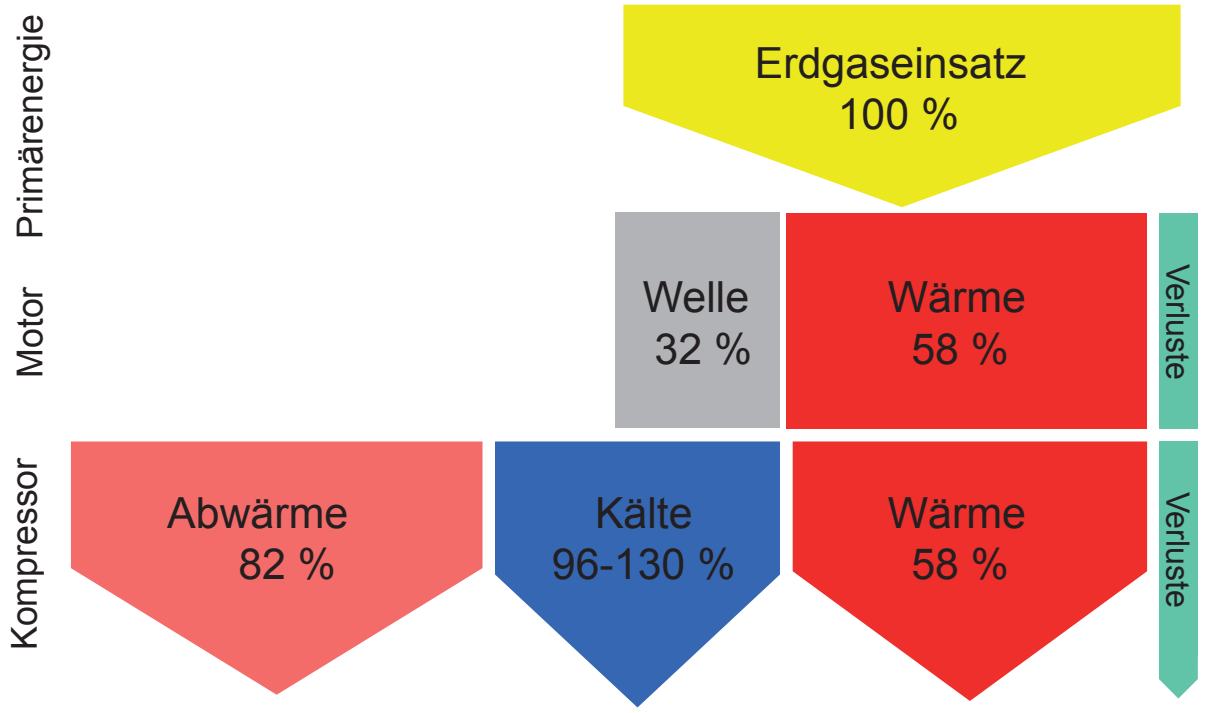
Funktionsweise der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung



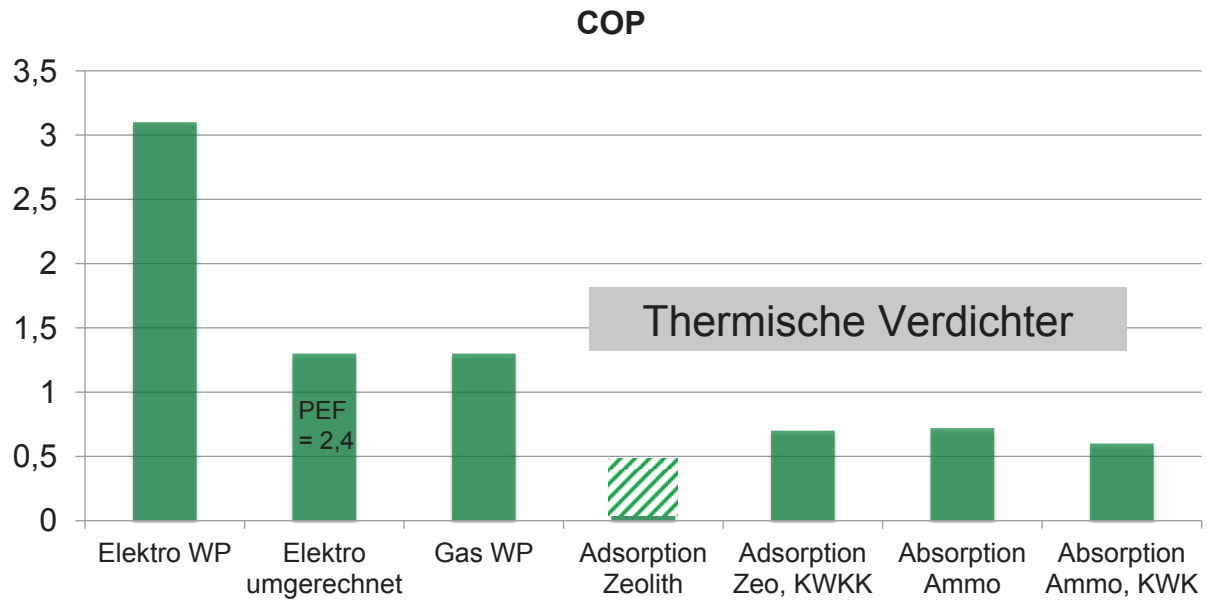
Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung Wärmebilanz



Gasmotorwärmepumpe Wärmebilanz

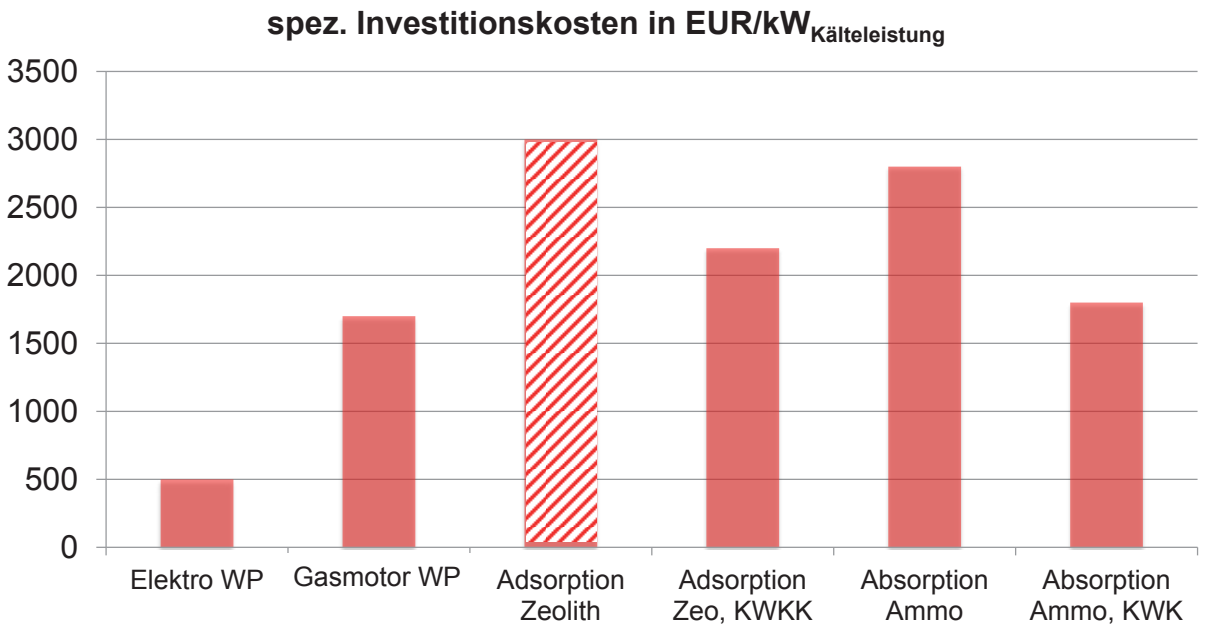


Kältesysteme im Vergleich



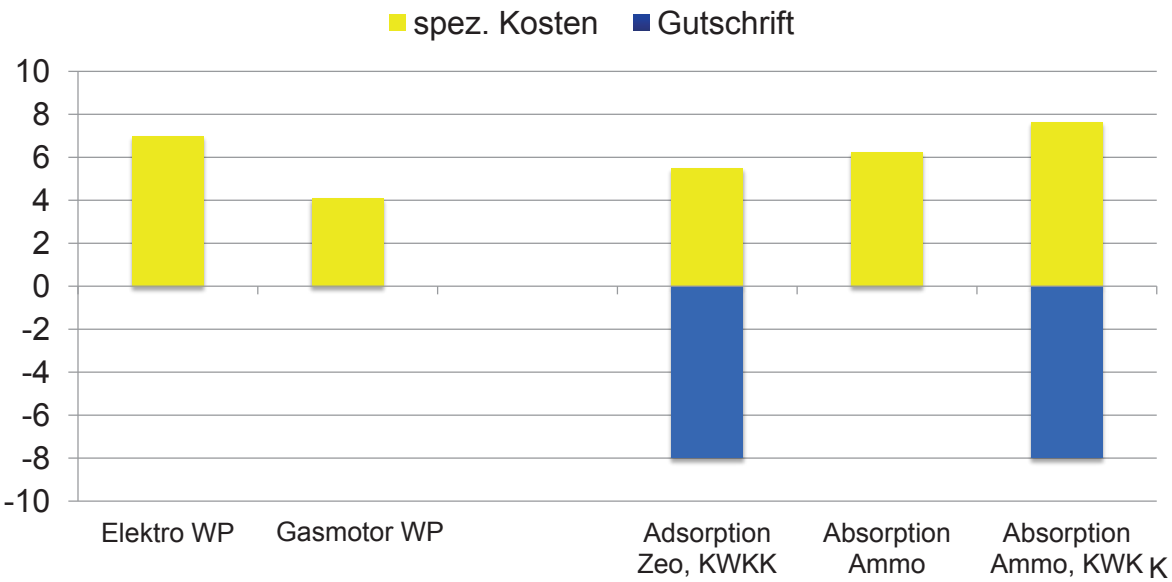
Thermische Verdichter haben einen kleineren Wirkungsgrad

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

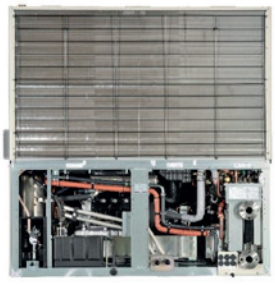
Quelle: ecoenergytherm GmbH

Wärmeanwendung

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

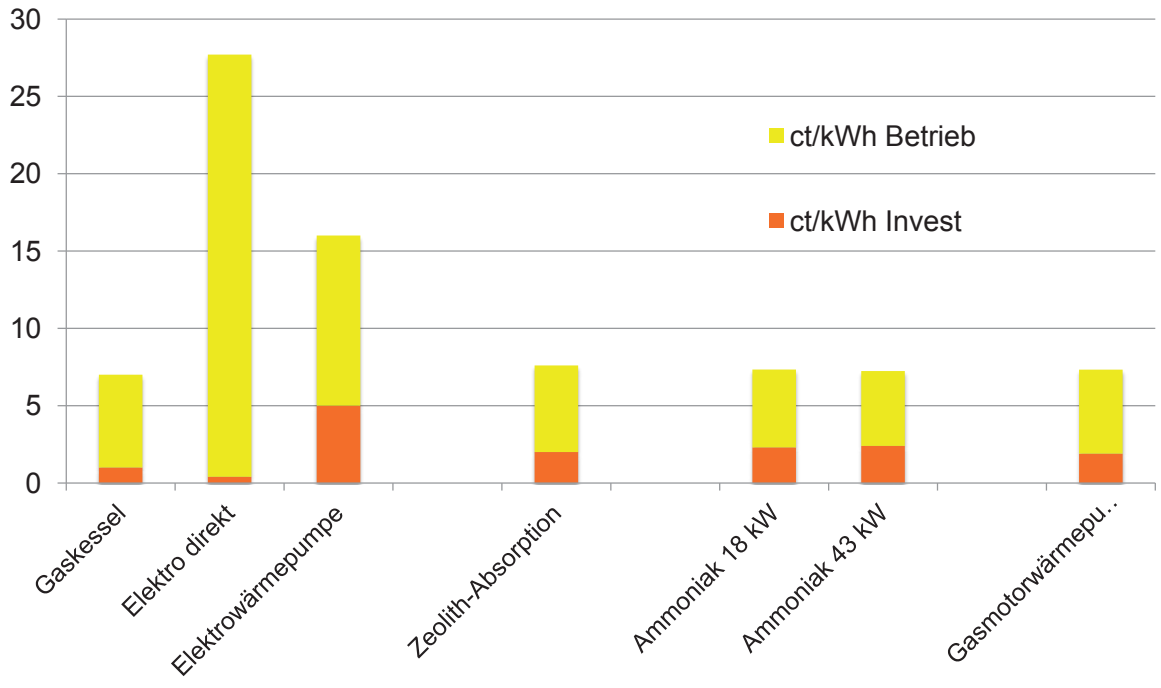
- Markteinführung
- η = 180 %
- Umweltquelle Erdboden oder Sonde

- 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 als Gasanwendung (Gasmotor und Ammoniak)

Solar Cooling, auch mit Gasunterstützung

Heiz-Energiegewinnung durch Wasserdampf-Kondensation, Luftkonditionierung im Altbau

mehrstufigen Absorptionskälte-Maschinen für Tieftemperaturanwendungen

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

Einsatz von Gasmotorwärme-pumpen im Wohnbereich

Christian Tille, KKU CONCEPT GmbH

ASUE-Fachtagung, Fulda, 17.10.2017

Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen

Einsatz von Gasmotorwärmepumpen im Wohnbereich

YANMAR KKU CONCEPT

Agenda

- Vorstellung
- Systemlösungen
- Allgemeine Vorteile
- Referenzprojekte
- Tools

YANMAR

KKU CONCEPT

Vorstellung

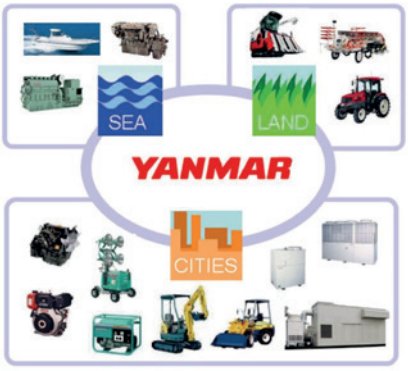
YANMAR

KKU CONCEPT

Vorstellung YANMAR

- ✓ Der Gründer, Magokichi Yamaoka, war ein Student von Rudolf Diesel
- ✓ Drittgrößtes familiengeführtes Unternehmen Japans mit Sitz in Osaka
- ✓ Weltweit mehr als 19.000 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



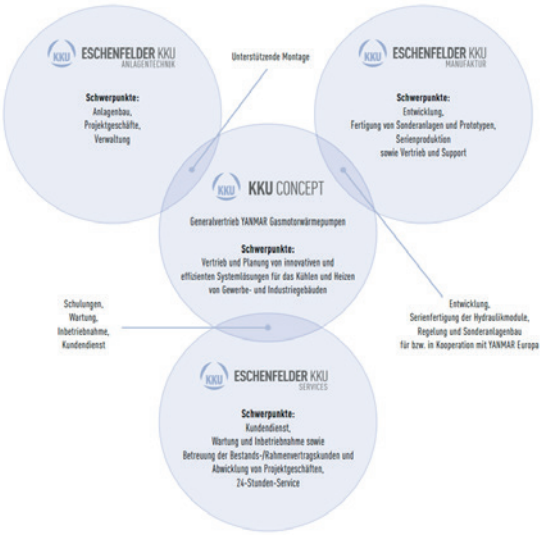
YANMAR

KKU CONCEPT

Vorstellung KKU Concept

- ✓ Ursprung ist die Eschenfelder KKU GMBH, eine Kälteanlagenbaufirma mit Sitz in Marl
- ✓ Die Eschenfelder KKU Manufaktur GMBH entwickelt und fertigt Komponenten für YANMAR
- ✓ Die KKU Concept GmbH ist Generalvertriebspartner in Deutschland, Österreich, Schweiz und Luxemburg

2012	2013	2014	2015	2016	2017
Beginn der Kooperation	Gründung KKU Hydrobox	Erstes Projekt Preis der deutschen Gaswirtschaft für Innovation und Klimaschutz.	KKU RLT-Kit KKU Wärme-pumpen-manager	Gasmotorkälte-maschine Europas größtes GMWP-Projekt Zalando ASUE Effizienzauszeichnung	Sole-Wasser-/ Wasser-Wasser-GMWP Auszeichnung TOP100 als Innovationsführer im Mittelstand



YANMAR

KKU CONCEPT

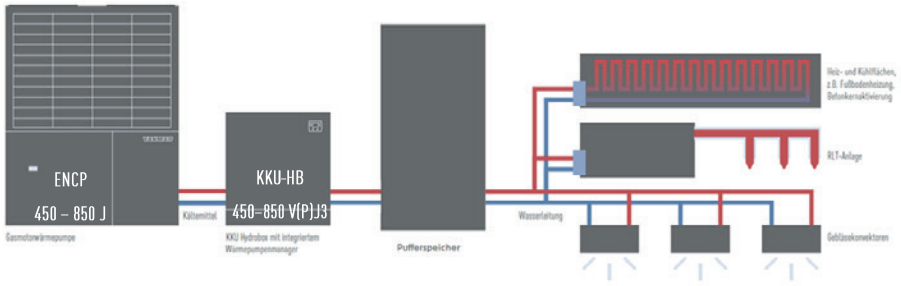
Systemlösungen

YANMAR

KKU CONCEPT

Systemlösungen Klima

Luft-Wasser-System gesplittet mit Hydrobox



Leistungsbereich (4 Gerätegrößen)

Heizleistung (A7/W35): 48 / 58 / 76 / 90 kW

Heizleistung (A-10/W45): 42 / 50 / 57 / 66 kW

Kühlleistung (A35/W7): 42 / 52 / 65 / 78 kW

Austrittstemperaturen

Heizen: 27 - 50 °C

Kühlen: 6 - 18 °C

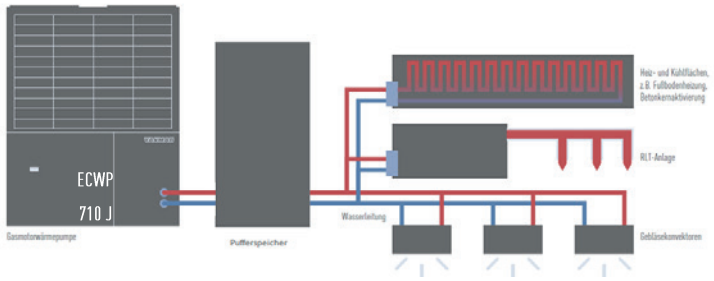
(Spreizung: 5 -15 K)

YANMAR

KKU CONCEPT

Systemlösungen Klima

Luft-Wasser-System Kompakt



Leistungsbereich (1 Gerätegröße)

Heizleistung (A7/W35): 81 kW

Heizleistung (A-10/W45): 67 kW

Kühlleistung (A35/W7): 71 kW

Austrittstemperaturen

Heizen: 35 - 45 °C

Kühlen: 5 - 15 °C

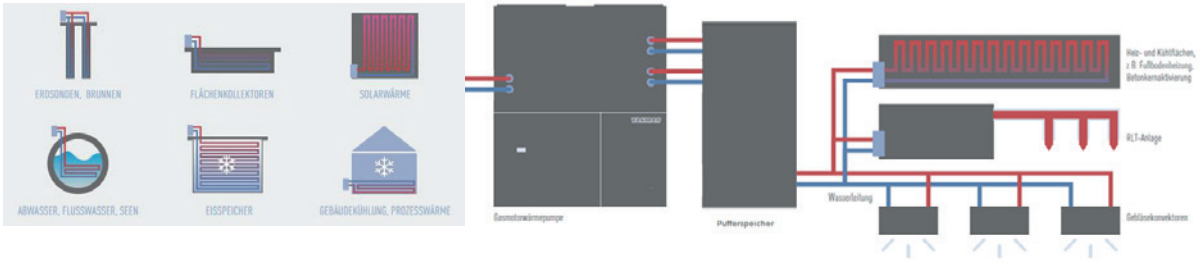
(Spreizung: 5 K)

YANMAR

KKU CONCEPT

Systemlösungen Klima

NEU: Sole-Wasser/Wasser-Wasser-System



Leistungsbereich (2 Gerätegrößen)

Sole-Wasser: Heizleistung (B0/W35): 51 + 18 / 77 + 27 kW

Wasser-Wasser-NT: Heizleistung (W10/W35): 68 + 18 / 103 + 27 kW

Wasser-Wasser-HT: Heizleistung (W20/W45): 83 + 21 / 127 + 32 kW

Austrittstemperaturen

Heizen: 27 - 50 °C

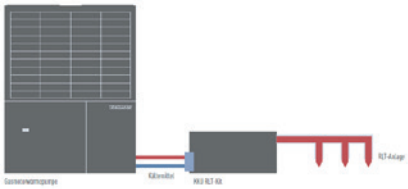
WRG: ca. 70 °C

YANMAR

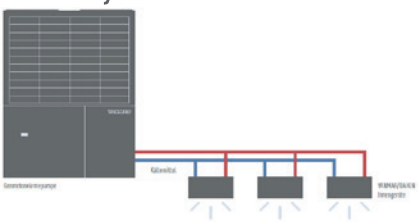
KKU CONCEPT

Weitere Systemlösungen Klima

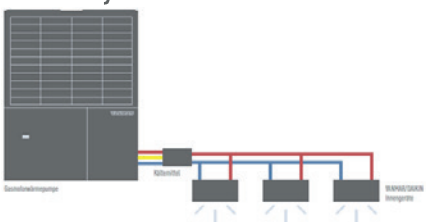
Luft-Luft-System mit Lüftungskit



Luft-Luft-System VRF – 2-Leiter

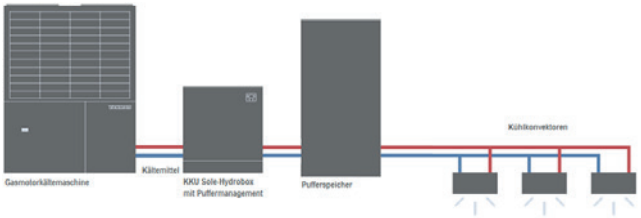


Luft-Luft-System VRF – 3-Leiter

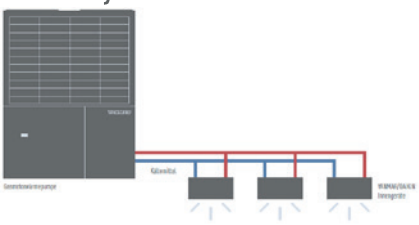


Weitere Systemlösungen Kälte

Luft-Sole-System gesplittet mit Hydrobox Kaltsole



Luft-Luft-System DX-Kälte

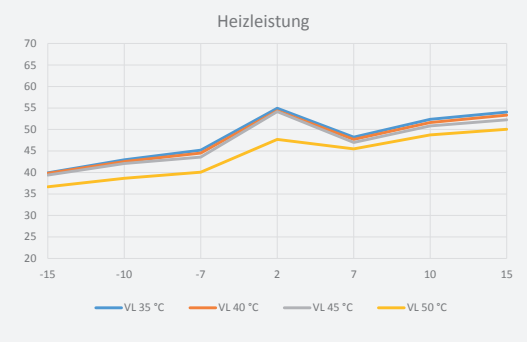


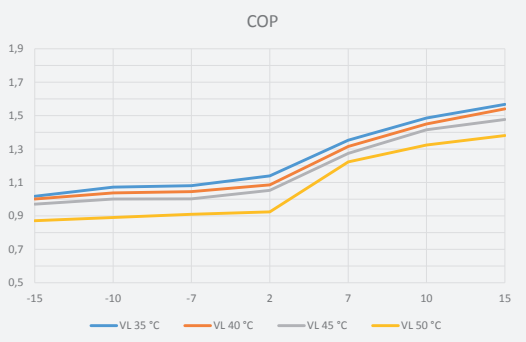
Allgemeine Vorteile

YANMAR

KKU CONCEPT

Monovalenz





YANMAR

KKU CONCEPT

Geringe elektrische Leistungsaufnahme

Trafostation

Unterverteilung / Schaltschrank

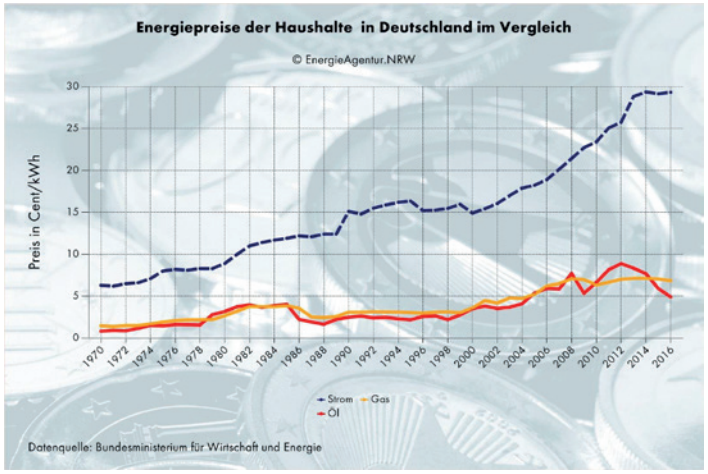
Notstromaggregat / NEA

- ✓ max. 1,66 kW
- ✓ Anlaufstrom 25 A
- ✓ 230 V/50 Hz

YANMAR

KKU CONCEPT

Energiepreise



YANMAR

KKU CONCEPT

EEG-Umlage

YANMAR

KKU CONCEPT

Energetischer Vergleich

YANMAR

KKU CONCEPT

Referenzprojekte

YANMAR

KKU CONCEPT

Anwendungsbereiche

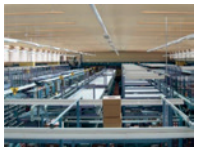
Für jede Anwendung die passende Systemlösung

Shops

Büro- und Verwaltungsgebäude

Logistik-Hallen

Hotels


Pharmaindustrie

Freizeiteinrichtungen

Rechenzentren

Kranken- und Ärztehäuser

Gewerbe- und Industrie-Kühlungen

Restaurants

Soziale Einrichtungen

Contracting

YANMAR

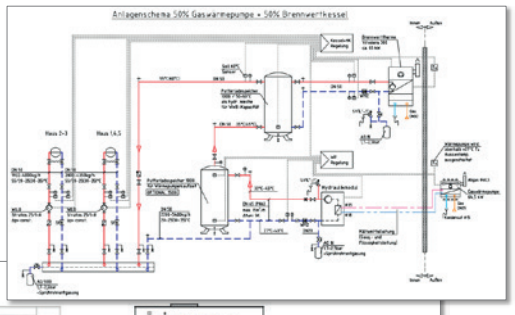
KKU CONCEPT

Anwendungsbereiche

Neubau von 5 Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage, Plettenberg

1 x Gasmotorwärmepumpe ENCP850J mit Hydrobox KKU-HB850VPJ

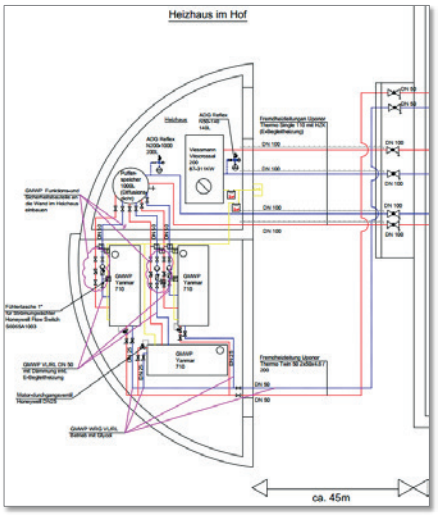
Heizleistung 70 kW



Umbau eines Bürogebäudes zu einem hochwertigen Wohnobjekt, Berlin

3 x Kompakt-Gasmotorwärmepumpe ECWP710J

Heizleistung 3 x 65 kW + 3 x 30 kW Motor-WRG, Kühlleistung 3 x 71 kW



Modernisierung eines Altenwohnheims, Mönchengladbach

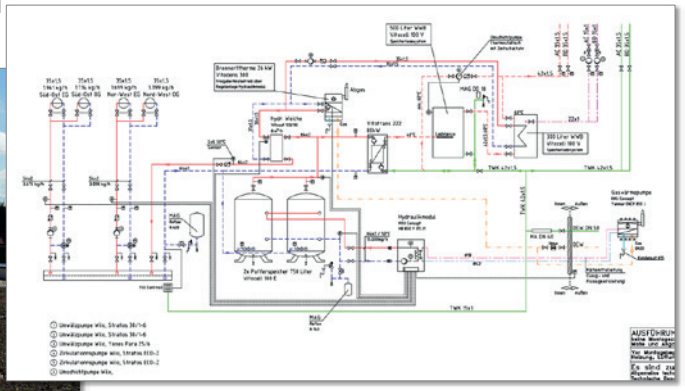
1 x Gasmotorwärmepumpe ENCP850J mit Hydrobox KKU-HB850VPJ

Heizleistung 70 kW

Neubau eines Behindertenwohnheims, Dortmund

1 x Gasmotorwärmepumpe ENCP850J mit Hydrobox KKU-HB850VPJ

Heizleistung 70 kW

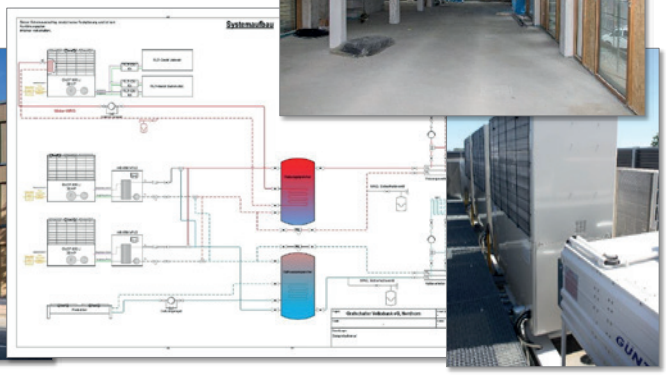


Sanierung eines Bankgebäudes, Nordhorn

2 x Gasmotorwärmepumpe ENCP850J mit Hydrobox KKU-HB850VPJ

1 x Gasmotorwärmepumpe ENCP850J mit KKU-RLT-KIT

Heizleistung 235 kW + 30 kW Motor-WRG, Kühlleistung 225 kW

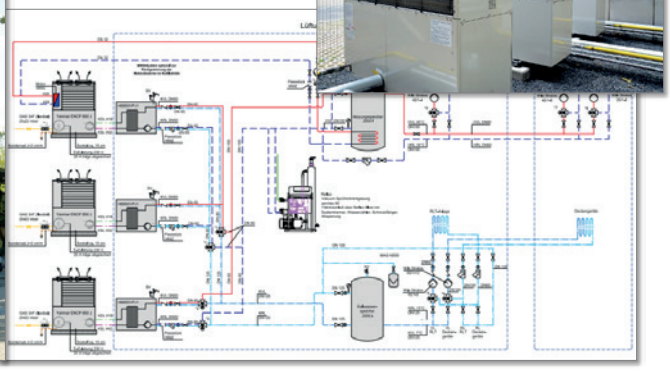


Anwendungsbereiche

Neubau eines Fanshops, Dortmund

3 x Gasmotorwärmepumpe ENCP850J mit Hydrobox KKU-HB850VPJ

Heizleistung 3 x 85 kW + 30 kW Motor-WRG, Kühlleistung 3 x 77 kW



Anwendungsbereiche

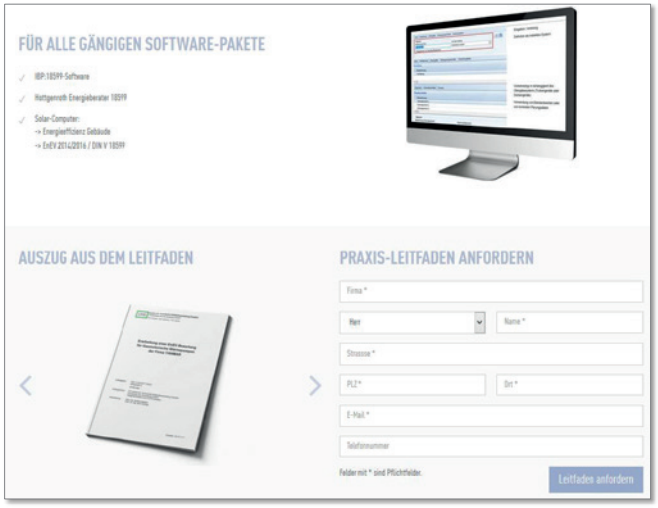
Neubau einer Logistikhalle für Zalando, Lahr

81 x Gasmotorwärmepumpe ENCP450 - 850J

Heizleistung 6.000 kW, Kühlleistung 5.500 kW

Tools

Leitfaden EnEV + EEWärmeG



YANMAR

KKU CONCEPT

APP

iOS und Android

YANMAR

KKU CONCEPT

3D KKU City

www.kku-city.de

YANMAR

KKU CONCEPT

3D KKU City Tablet-App

iOS und Android

YANMAR

KKU CONCEPT

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Mitglied der

DGNB

ASUE

KKU CONCEPT GmbH
Elbestraße 4a | 45768 Marl

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

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

„Kalte Nahwärme und Gaswärme-pumpen“ ist kein Widerspruch sondern eine Chance

Prof. Dipl. Ing. Thomas Giel, Technische Hochschule Mainz

„Kalte
Nahwärme und
Gaswärmepumpen“
ist kein
Widerspruch
sondern eine Chance

Vita:

Prof. Dipl. Ing. Giel, Thomas

Professor für Technisches Gebäudemanagement und Technische Gebäudeausrüstung an der Hochschule Mainz

Wissenschaftliche Projektleitung Transferstelle für Rationelle Regenerative Energienutzung Bingen

Wichtige Station:

1997
Wissenschaftliche Begleitung des Forschungsvorhabens „Energetische Modernisierung von Altbauten“ für das Wirtschaftsministerium in Baden-Württemberg mit der Forschungsgemeinschaft Fachhochschulen.
Ziel: Entwicklung von Energiesparmaßnahmen für den Altbau.

2007 - 2010
Leitung des Pro Inno Forschungsvorhabens „Entwicklung eines optimal abgestimmten, kalten Nahwärmenetzes zur Versorgung von Wohngebäuden mit Wärme und Kälte für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
Ziel: Auslegungskriterien für Kalten Nahwärmenetze

2010
Entwicklung einer geo- solarthermischen Heizung und Kühlung zur Wärme und Heizungsversorgung von Bürogebäuden zusammen mit der Fachhochschule für Technik in Esslingen.
Ziel: Auslegungskriterien für geo- solarthermische Kühlungen

2010
Energiekonzept Bürogebäude Werner und Mertz
Umweltpreis RLP / Platin Label nach LEED Greenbuilding

2011
Energie Master Award 2011 in der Kategorie „Einsatz erneuerbare Energien“
Mit der Produktionshalle Junker in Sinsheim

2013
Entwicklung „Hauses der Zukunft“ zusammen mit der Hochschule Esslingen und Fernhochschule Hamburg.
Ziel: Entwicklung eines Plus Energiegebäudes als aktiver Baustein zur Energiewende

2013
Entwicklung eines Messverfahrens zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades einer Heizungsanlage durch eine Kurzzeitmessung

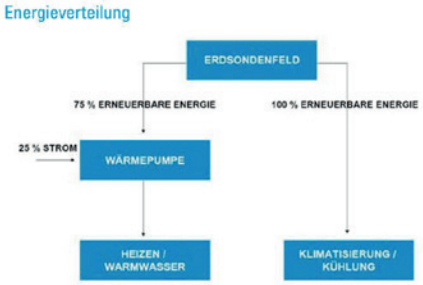
2015
Entwicklung von Smart TOM zur Energieeffizienzsteigerung von Liegenschaften im ländlichen Raum.

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

KALTES NAHWÄRMENETZ
Erdwärme Versorgungskonzept für komplette Bau- und Sanierungsgebiete - ökologisch, ökonomisch, nachhaltig !

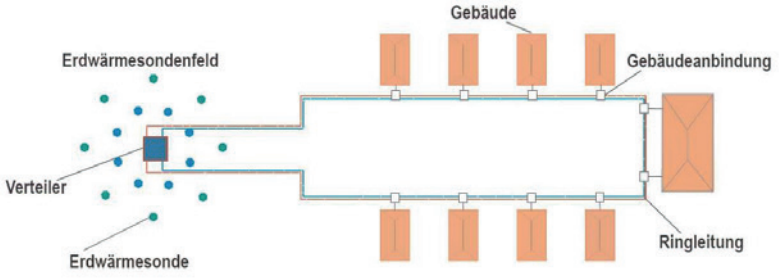
Pro Inno Forschungsvorhabens „Entwicklung eines optimal abgestimmten, kalten Nahwärmenetzes zur Versorgung von Wohngebäuden mit Wärme und Kälte für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
Ziel: Auslegungskriterien für Kalten Nahwärmenetze.

2007 bis 2010



TSB
TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
TGA-GM Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Kalte Nahwärme:
Im Kalten Nahwärmenetz zirkuliert das Wärmeträgermedium direkt aus den Erdwärmesonden. Die Energie aus dem Wärmeträgermedium wird über ein zentrales Bohrfeld, welches an unterschiedlichen Standorten in dem Neubaugebiet untergebracht werden kann, erzeugt. Die in diesem Bohrfeld gewonnene Energie wird über eine Ringleitung zu den einzelnen Verbrauchern geführt. Die Gebäude der einzelnen Verbraucher docken an diese Ringleitung an. Die Wärmepumpen in den jeweiligen Gebäuden werden somit mit dem in den Ringleitungen zirkulierenden Wärmeträgermedium versorgt.

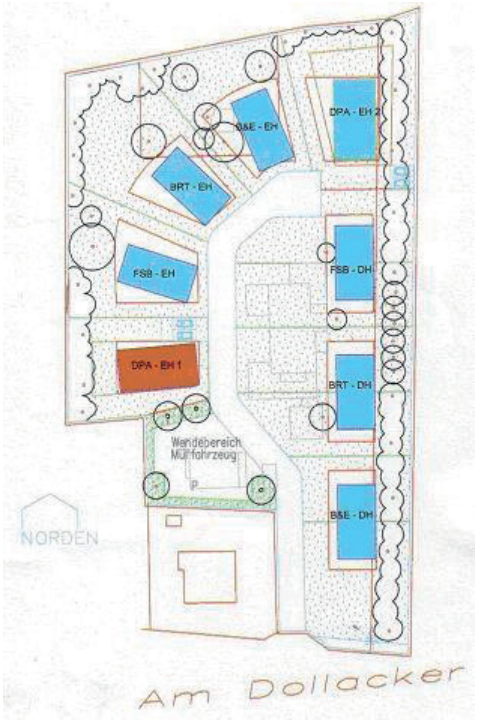


Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Grundlagen

Das Siedlungsprojekt wird südlich von Darmstadt am Rande des Ortes Malchen errichtet und steht unter dem Titel „Leben im 21. Jahrhundert“.

Das Bauvorhaben besteht aus drei Doppelhäusern und fünf Einzelhäusern, welche von international bekannten Stararchitekten entworfen wurden.

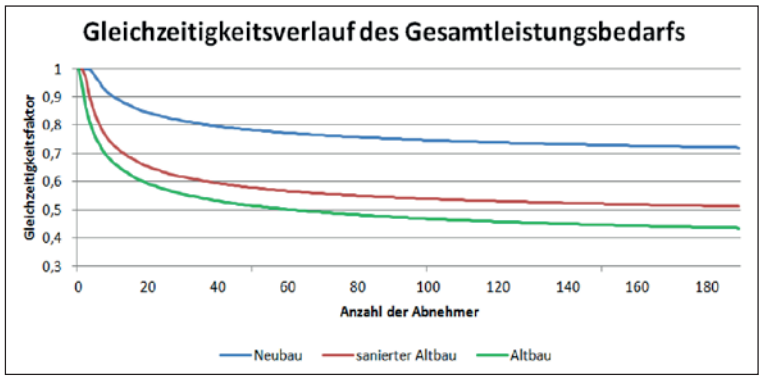


TSB
TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
TGA-GM Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Auslegung der Erdwärmesonden

Die Auslegung der Erdwärmesonden basiert im wesentlichen auf dem geothermischen Nutzungspotential des Standortes. Dieses wird durch die spezifische Entzugsleistung der Erdwärmesonden bestimmt.

Die spezifische Entzugsleistung wurde muss auf den Bedarf bei einem Kalten Nahwärmenetz angepasst (Stichwort GLEICHZEITIGKEIT)



Im Fall von Abbildung 2-5 kann bei einer Neubausiedlung schon ab etwa 20 Teilnehmern der Gesamtleistungsbedarf auf wenigstens 85 % reduziert wer
Im Fall von Abbildung 2-5 kann bei einer Neubausiedlung schon ab etwa 20 Teilnehmern der Gesamtleistungsbedarf auf wenigstens 85 % reduziert w

Zur Ermittlung eines Gleichzeitigkeitsfaktors müssen also mehrere Faktoren berücksichtigt werden:

- **Anzahl der Anschlussnehmer**
- **Nennleistung der einzelnen Anschlussnehmer**
- **Gebäudetyp der Anschlussnehmer**
- **Pufferspeicherkonzept**

Fazit:

Bei kalter Nahwärme kann bei einer Neubausiedlung schon ab etwa 20 Teilnehmern der Gesamtleistungsbedarf auf wenigstens 80 % reduziert werden.

TSB
TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
TGA-GM Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Berechnung der Gebäudedaten

Zunächst wurden für alle Gebäude die Heiz- und Kühllasten ermittelt.

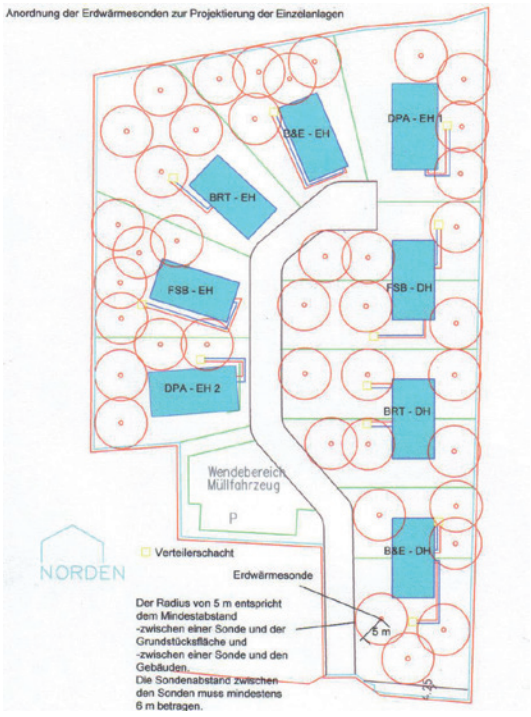
Anhand dieser Daten werden die benötigten Wärme-pumpen ausgewählt und die Kälteleistungen bestimmt.

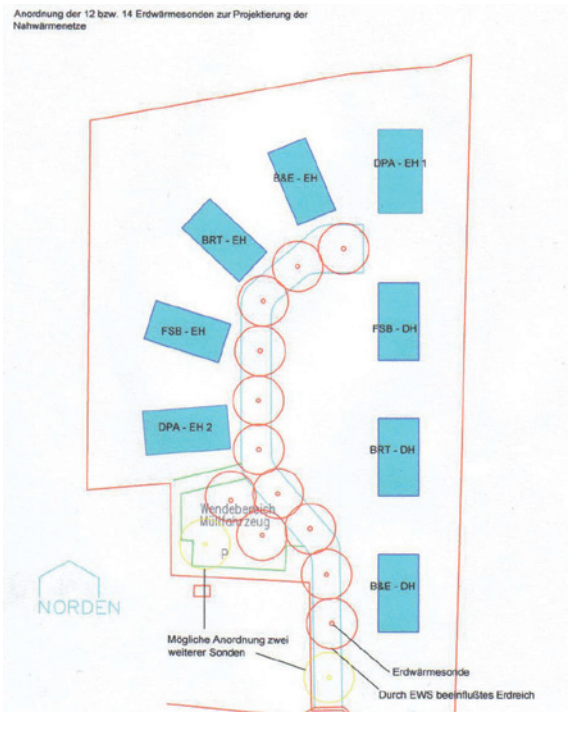
	Heizlast	Kälteleistung	Kühllast
	Φ_{HL}	$\Phi_{Kälte}$	Φ_{KL}
	[W]	[W]	[W]
B&E DH Nord	18,50	13,78	8,68
B&E DH Süd	16,87	13,32	8,60
B&E EH	26,76	20,05	12,88
BRT DH Nord	15,88	12,53	10,75
BRT DH Süd	14,15	11,06	10,84
BRT EH	20,96	15,70	10,47
DPA EH1	25,46	19,07	10,23
DPA EH2	25,55	19,14	10,90
FSB DH Nord	19,78	14,82	12,29
FSB DH Süd	17,78	13,80	11,58
FSB EH	27,76	20,82	14,57
Summe:	229,44	174,07	122,15

Auslegung der Erdwärmesonden der Einzelanlagen

	Heizlast	Kälte-Leistung	Gesamt - EWS - Länge	Anzahl EWS	Sondenlänge pro EWS
	[W]	[kW]	[m]	[-]	[m]
B&E DH Nord	18,50	13,78	275,57	3	91,86
B&E DH Süd	16,87	13,32	266,32	3	88,77
B&E EH	26,76	20,05	400,91	5	80,18
BRT DH Nord	15,88	12,53	250,67	3	83,56
BRT DH Süd	14,15	11,06	221,14	3	73,71
BRT EH	20,96	15,70	314,01	4	78,50
DPA EH1	25,46	19,07	381,43	4	95,36
DPA EH2	25,55	19,14	382,84	4	95,71
FSB DH Nord	19,78	14,82	296,32	3	98,77
FSB DH Süd	17,78	13,80	275,93	3	91,98
FSB EH	27,76	20,82	416,34	5	83,27
Summe:	**229.443**	**174,07**	**3.481,49**	**40**	

Anordnung der Erdwärmesonden



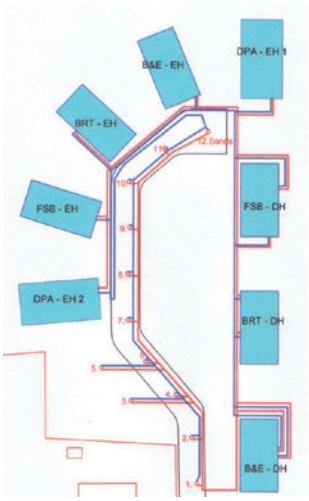


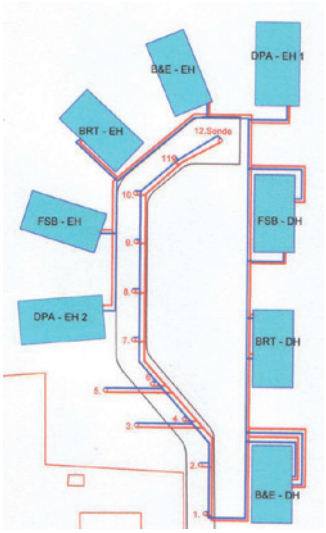
Die Konzepte der Netze

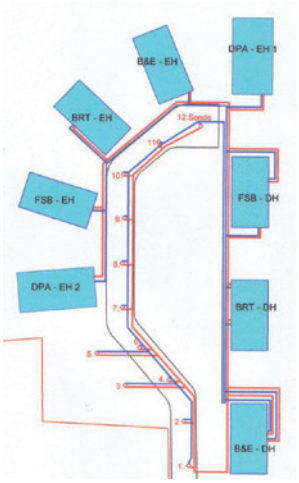
TSB

TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting





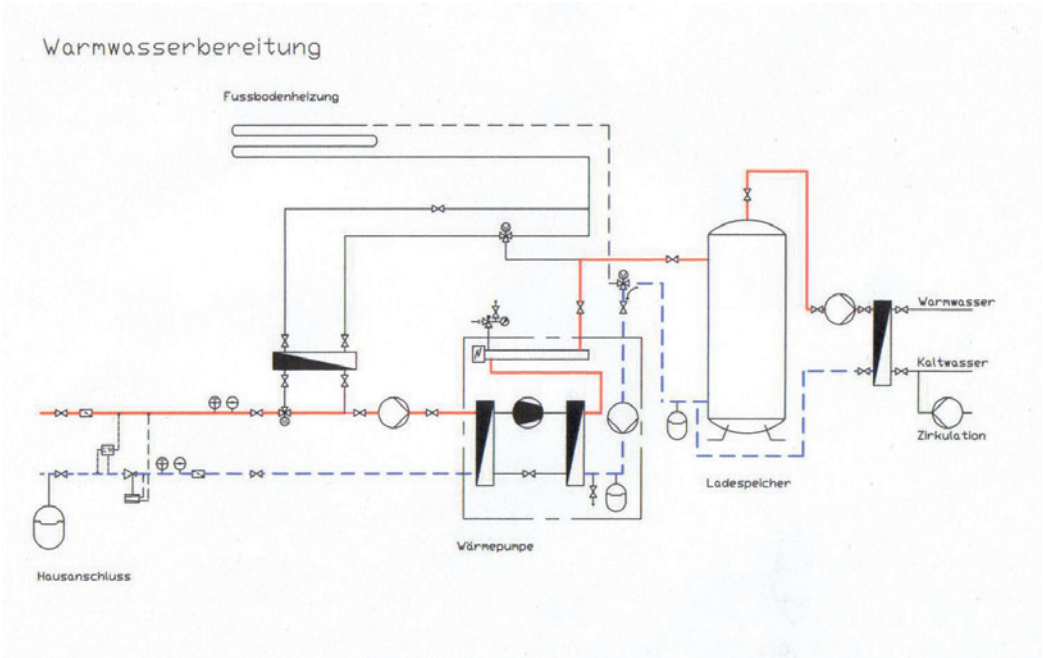


TSB

TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Hydraulik:



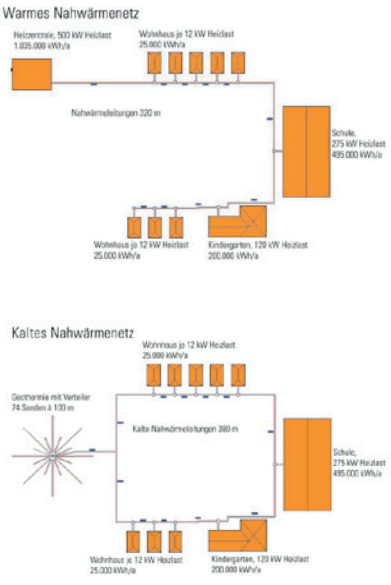
Wirtschaftlichkeit des Pilotprojektes:

	FW	TS	TD	Ring
Versorgungsnetz	49.507,30 €	55.640,38 €	53.073,48 €	23.036,97 €
Hausanb. u. Übergabest.	32.288,02 €	32.288,02 €	32.714,02 €	31.547,17 €
Sonden	128.150,44 €	128.200,91 €	128.200,91 €	128.485,60 €
Wärmeträgerflüssigkeit	8.696,89 €	9.008,69 €	8.900,23 €	7.715,47 €
Dokumentation	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €
Wärmepumpenanlage	140.092,20 €	140.092,20 €	140.092,20 €	140.092,20 €
Arbeitskosten	19.311,25 €	19.392,59 €	19.422,84 €	19.195,83 €
Summe Netto	378.546,10 €	385.122,78 €	382.903,67 €	350.573,23 €

	14 EWS	Δt = 10 K	Einzelanlagen
Versorgungsnetz	26.493,96 €	20.032,76 €	--
Hausanb. u. Übergabest.	31.546,17 €	29.666,17 €	27.635,95 €
Sonden	132.224,50 €	128.485,60 €	184.569,88 €
Wärmeträgerflüssigkeit	7.859,39 €	7.569,72 €	5.321,07 €
Dokumentation	500,00 €	500,00 €	3.850,00 €
Wärmepumpenanlage	140.092,20 €	140.092,20 €	140.092,20 €
Arbeitskosten	19.242,45 €	19.189,68 €	15.342,32 €
Summe Netto	357.958,66 €	345.536,11 €	376.811,42 €

Funktionsprinzip Kaltes Nahwärmenetz

Ein Kaltes Nahwärmenetz verfügt über ein zentrales Erdsondenfeld. In den Sonden nimmt ein Wärmeträgermedium, ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel, die Wärme des Erdreichs mit seinen ganzjährig konstanten Temperaturen von zehn bis zwölf Grad Celsius auf. Durch eine Ringleitung gelangt das erwärmte Trägermedium zu den Abnehmern, den Gebäuden. Dort heben Wärmepumpen die bereitgestellte Energie auf das individuell gewünschte Temperaturniveau. Neben der Heizung im Winter bietet das Netz auch die Möglichkeit, die Häuser im Sommer ökologisch und wirtschaftlich zu kühlen ("Freecooling"). Die in den sommerlich-heißen Innenräumen aufgenommene Wärme führen die Leitungen zurück ins Erdreich und ermöglichen damit gleichzeitig eine Regeneration des Erdsondenfeldes.



Vorteile der kalten Nahwärme:

Ein Vorteil des kalten Nahwärmenetzes sind die sehr geringen Leitungsverluste aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus des zirkulierenden Wärmemediums. Eine Dämmung der Ringleitungen ist daher nicht notwendig. *Das spart Kosten.*

Aufgrund der geringen Wärmeverluste sind außerdem große Leitungsdistanzen von bis zu zwei Kilometern möglich.

Die dezentrale Energieerzeugung erlaubt es zudem, auf die Anforderungen und Bedürfnisse der einzelnen Verbraucher einzugehen, was sich bei herkömmlichen Nahwärmenetzen schwierig gestaltet.

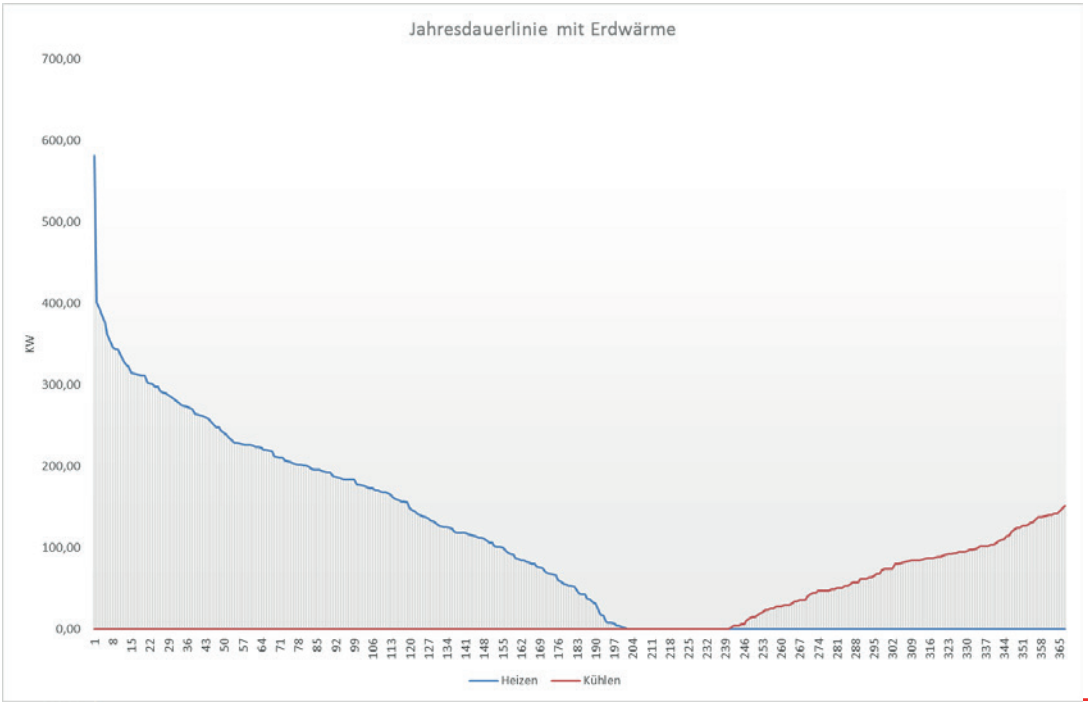
Vorteile der kalten Nahwärme:

Ein Ausbau des Netzes in Etappen ist problemlos umsetzbar. Damit ist ein Kaltes Nahwärmenetz ideal für Neubaugebiete oder andere Areale, die in mehreren Bauabschnitten erschlossen werden.
Auch Erweiterungen zu späteren Zeitpunkten sind denkbar, wenn beispielsweise Vertragsbindungen abgelaufen sind oder weitere Sanierungen anstehen.

Die Kosten für Netz und Quellensystem werden auf den Grundstückspreis (Erschließungskosten) umgeschlagen oder können durch Nutzungsgebühren abgegolten werden. (Kein Zählsystem notwendig)

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Untersuchtes Gebiet:



Für das Energiekonzept werden drei Varianten gegenübergestellt:

Variante 1:

Kalte Nahwärme mit einem Erdwärmesondenfeld und Gaswärmepumpe dezentral in den jeweiligen Häusern

Variante 2:

Blockheizkraftwerk mit Gasspitzenlastkessel in als Nahwärmeheizzentrale mit Fernwärmeleitung und Übergabestation in jedem Gebäude.

Variante 3:
Wie Variante jedoch zur Wärmeerzeugung wird eine Pelletkesselanlage gebaut.

Variante 1:

Kalte Nahwärme mit einem Erdwärmesondenfelde und Gaswärmepumpe dezentral in den jeweiligen Häusern

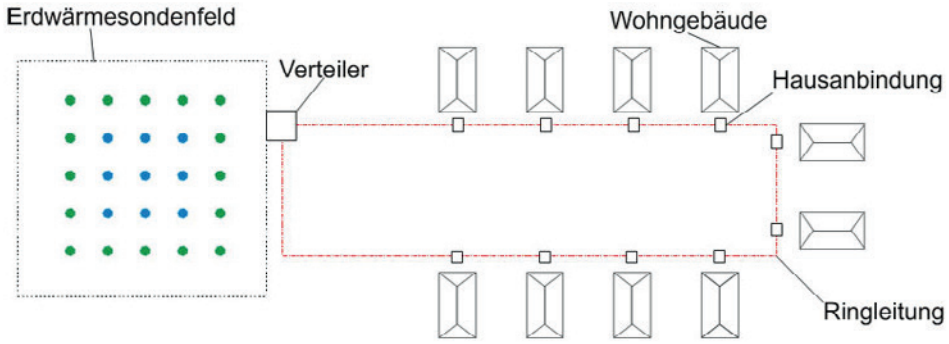
Das Bauvorhaben erhält in der Tiefgarage ein Erdsondenfeld zur als kaltes Nahwärmenetz. An dieses Nahwärmenetz docken in den jeweiligen Häusern Gaswärmepumpen an. Die Gaswärmepumpen werden in den Hausübergaberäumen installiert. Jedes Gebäude braucht ein Abgasanlage.

Die Warmwasserversorgung erfolgt über Trinkwarmwasserspeicher die von den Gaswärmepumpen betrieben werden.

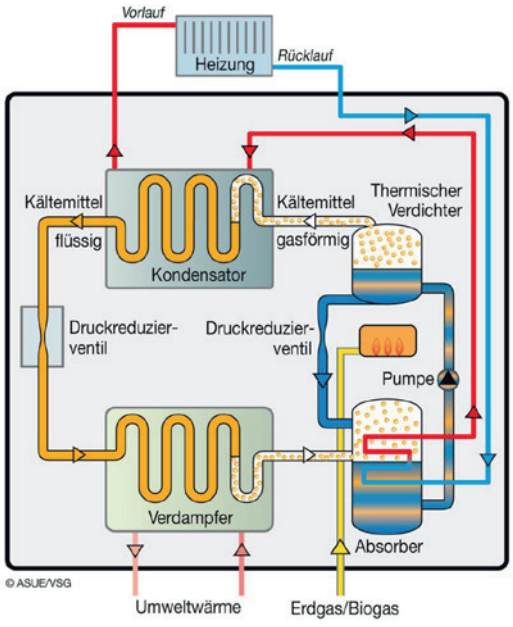
Die Häuser können über das Geothermiesondenfeld mit einer Leistung von max. 18W/m² ohne zusätzliche Energiekosten außer der Pumpenenergie gekühlt werden.

Das kalte Nahwärmenetz kann von einem externen Contractor errichtet werden. Die Wärmepumpen sowie die Warmwasserspeicher werden von dem Investor gebaut.

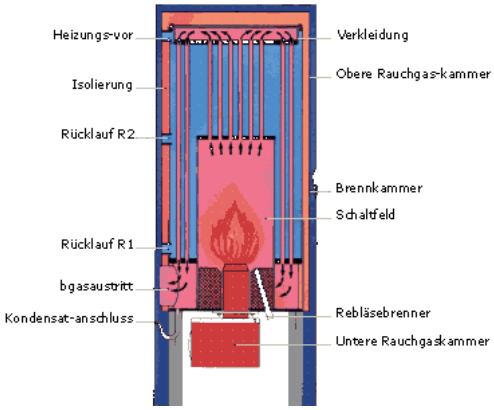
Kalte Nahwärme:
Im Kalten Nahwärmenetz zirkuliert das Wärmeträgermedium direkt aus den Erdwärmesonden. Die Energie aus dem Wärmeträgermedium wird über ein zentrales Bohrfeld, welches an unterschiedlichen Standorten in dem Neubaugebiet untergebracht werden kann, erzeugt. Die in diesem Bohrfeld gewonnene Energie wird über eine Ringleitung zu den einzelnen Verbrauchern geführt. Die Gebäude der einzelnen Verbraucher docken an diese Ringleitung an. Die Wärmepumpen in den jeweiligen Gebäuden werden somit mit dem in den Ringleitungen zirkulierenden Wärmeträgermedium versorgt.



Bei der Gas- Absorptions-Wärmepumpe wird die Umgebungswärme mittels eines Arbeitsmedium-Kreislaufs vom tieferen zum höheren Temperaturniveau gepumpt. Das Arbeitsmedium ist in diesem Fall Ammoniak, das innerhalb der Maschine abwechselnd gasförmig und in Wasser gelöst ist. Den Antrieb des Kreislaufes besorgt ein Gasbrenner, der die Ammoniak-Wasser-Lösung erhitzt und so das Ammoniak wieder als Gas aus dem Wasser austreibt. Das heisse Ammoniakgas gelangt in den Kondensator, gibt seine Wärme als Heizenergie ab und wird wieder flüssig. Danach gelangt das flüssige Ammoniak in den Verdampfer, wo es Umgebungswärme aufnimmt und wieder gasförmig wird. Im danach folgenden Absorber löst sich das Ammoniakgas in Wasser und gibt dadurch die aufgenommene Wärme ab. Vom Absorber wird das Wasser-Ammoniak-Gemisch wieder in den Austreiber gepumpt, und der Kreislauf beginnt erneut.



Gasbrennwertkessel als Spitzenlastkessel



Gaskessel

Ein Brennwertkessel ist ein Heizkessel für Warmwasserheizungen, der den Energieinhalt (Brennwert) des eingesetzten Brennstoffes nahezu vollständig nutzt. Mit Brennwertkesseln wird das Abgas weitestgehend abgekühlt und dadurch auch die Kondensationswärme (= latente Wärme) des im Rauchgas enthaltenen Wasserdampfes (und in geringerem Maße sonstiger Dämpfe) zur Wärmebereitstellung genutzt.

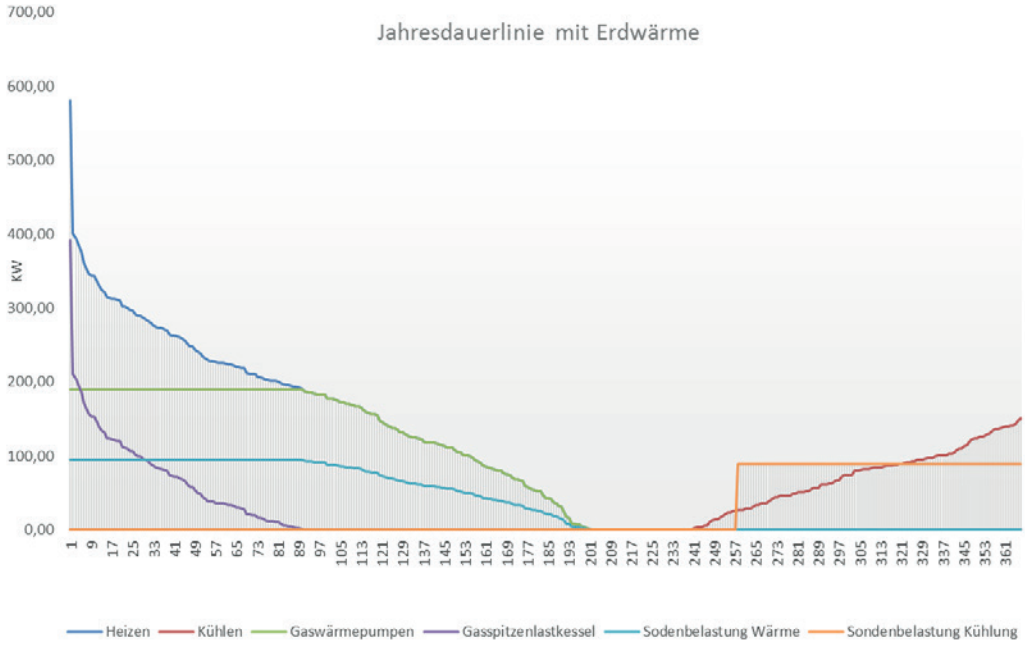
Je nach Brennstoffart, Verbrennungstemperaturen, Sauerstoffanteil und sonstiger Faktoren entstehen bei einer Verbrennung unterschiedliche Substanzen[1]. Wird das Abgas unter den Abgastaupunkt abgekühlt beginnen dessen kondensierbare Stoffe zu kondensieren.

Das Abgas bleibt aber weiterhin wasserdampfhältig, nur eine tiefere Abkühlung führt zu weiterer Abscheidung und besserer Nutzung der Kondensationsenergie (mehr dazu bei Rauchgaskondensation). (Auszug aus Wikipedia)

TSB
TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
TGA-GM Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Heizungsanlagen bestehend aus Gaswärmepumpen auf dem Dach

=

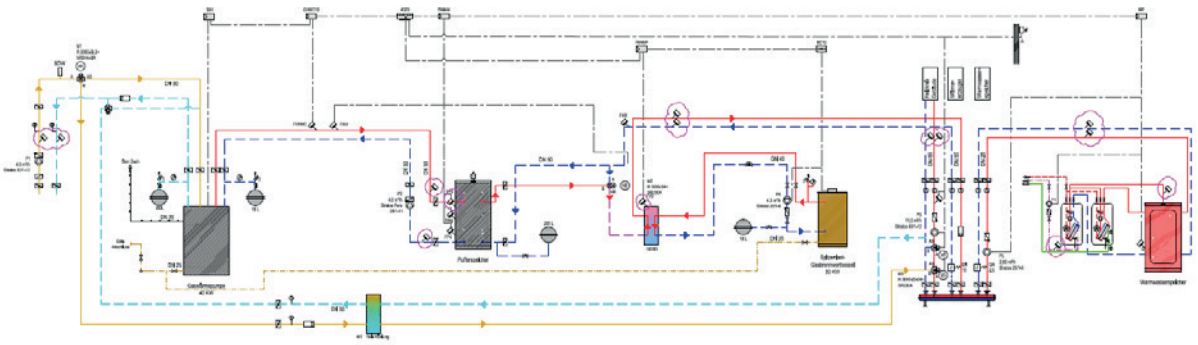


Ausgangsdaten					
Wärmeverbrauch Heizung	853.863	kWh/a			
Wärmeverbrauch Warmwasser	0	kWh/a			
Jahresnutzwärme	853.863	kWh/a			
Netzverluste	0	kWh/a		Netzverluste	
Summe Wärmeerzeugung	853.863	kWh/a			
max. Wärmeleistungsbedarf	0	kW			
Auslegungsdaten					
Gasverbaruch WP	462.544	kWh/a	1,5		9
Gasverbrauch Spitzenlastkessel	188.291	kWh/a	0,85		
Wärmeerzeugung	853.863	kWh/a			
Stromproduktion	0	kWh/a			
Stromverbrauch Solepumpen	6.480	kWh/a	0,15 kW		
Stromverbrauch Heizanlage, allg.	8.539	kWh/a	1,0%	Anteil Hilfsenergie	

Investitionskosten aus Kostenschätzung							
kalkulatorischer Zinssatz	4,00%						
Sektor	Inv. €	Nutz/a	Annuität	Kosten €/a	Faktor Inst.	Inst. €/a	
WP	115.000	15	8,99%	10.343	2,00%	2.300	
Armaturen + Rohrleitungen + Installation	10.000	15	8,99%	899	0,25%	25	
Spitzenlastkessel	14.000	15	8,99%	1.259	2,00%	280	
Warmwasserbereitung	12.500	15	8,99%	1.124	0,50%	63	
MSR	12.500	15	8,99%	1.124	0,50%	63	
Pumpen	3.000	15	8,99%	270	2,00%	60	
Druckhaltung Heiz.	2.500	15	8,99%	225	1,50%	38	
Geothermie	133.333	15	8,99%	11.992	0,10%	133	
Elektroarbeiten	2.500	15	8,99%	225	0,50%	13	
Unvorhersehbares	5.000	15	8,99%	450	0,50%	25	
	310.333	Inv. €		27.912	Kosten €/a	2.998	Inst. €/a

TSB
TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
TGA-GM Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Verbrauchsgebundene Kosten			
Bereich	spez. Kosten	Einheit	Kosten €/a
Gaskosten	0,0571	€/kWh	37.190,56
Stromverbrauch bzw Gewinn	0,1800	€/kWh	2.703,35
		Summe	39.893,92 €/a
Betriebsgebundene Kosten			
Bereich	Ansatz	Einheit	Kosten €/a
Grundpreis Gas	1500,00	€/a	1.500,00
Instandhaltung plus Verwaltung	1000,00	€/a	3.998,33
		Summe	5.498,33 €/a
Zusammenstellung			Kosten €/a
Kapitalgebunden			27.911,72
Verbrauchsgebunden			39.893,92
Betriebsgebunden			5.498,33
		Summe	73.303,97 €/a
spez. Wärmepreis			0,0858 €/kWh zzgl. UmSt.



Vergleich:

Die durchschnittlichen Heizkosten für ein Ölheizungen weisen derzeit 9.2 Cent pro kWh durchschnittliche Heizkosten auf.
Brennwertheizungen, die mit Erdgas betrieben werden, haben im Vergleich der fossilen Brennstoffe die geringsten durchschnittlichen Heizkosten mit 7,8 Cent pro kWh. Dieser Verglich ist ohne Investitionskosten und Wartungskosten. Die Idee die Anlage mit einem kalten Nahwärmenetz mit Gaswärmepumpen (Primärenergiefaktor 0,6) zu betreiben würde derzeit folgende vergleichbare Kosten erzeugen:

Bei einem Contracting des kalten Nahwärmenetzes liegen die projektbezogen Kosten bei 8,6 Cent/kWh Wärme. Die Kühlung mit 20 W/m² kostet nur Pumpenstrom.

(Alle Preise sind Nettopreise)

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Beispiele

TSB

TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TGA-GM Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Geothermische Siedlung "Alte Gärtnerei" Darmstadt Bessungen - Wohnanlage mit 26 dreigeschossigen Einfamilienhäusern. Energetische Versorgung über Erdwärmesonden.

Kalte Nahwärme Gau-Algesheim
Mehre Wohnanlagen wurden über ein kaltes Nahwärmnetz mit ca. 60 KW Endzugsleistung versorgt.

Mehrfamilienhaus "Grüne Höfe" für 25 Familien in Esslingen - Energetische Versorgung über Kaltes Nahwärmenetz. Erdsondenfeld mit 40 über 100 Meter tiefen Bohrungen. Im Sommer mutiert das Heiz- zu einem Kühlsystem.

„Kaltes Nahwärmenetz Park De Roock“ Ingelheim
Hier werden über ein kaltes Nahwärmenetz 10 RH und 4 Doppelhäuser sowie ein MFH über eine kaltes Nahwärmnetz versorgt. Wohnfläche ca. 28.000 m²

Doppelhaussiedlung Wiesbaden - Wohnanlage mit 18 Doppelhaushälften. Energetische Versorgung über Kaltes Nahwärmenetz, Regenwasserzisternen.

„Kaltes Nahwärmnetz Küferweg Mainz“
Versorgung von 13 RH in Mainz.

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Beispiele

TSB

TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TGA-GM Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Gartenquartier Mainz-Weisenau
9 MFH / 193 Wohneinheiten / 3750 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit freier Kühlung

Schifferstadt / Max-Ernst-Str.
27 EFH / 11 RH
2500 Bohrmeter
Elektrowärmepumpen mit Flatratemodell
Freie Kühlung

Aparthotel Parkallee
3 MFH / 1 Clubhaus / 1 Restaurant
2500 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit freier Kühlung

Darmstätter Echo
Holzhof Park
9 MFH / Arealversorgung
8400 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit freier Kühlung

Jugenddorf Sickingen
7 Gebäude (Jugendhäuser)
2000 Bohrmeter
Elektrowärmepumpen
teilweise freie Kühlung

Gänsberg Ingelheim
4 MFH und 45 DH/RH
4400 Bohrmeter
Gas- und Elektro WP
Freie Kühlung

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Einsatz von ADsorptionskälte in öffentlichen Gebäuden, Serverräumen und Rechenzentren

Sören Paulußen, InvenSor GmbH

Einsatz von ADsorptionskälte in öffentlichen Gebäuden, Serverräumen und Rechenzentren

Sören Paulußen – CEO, InvenSor GmbH

Agenda

- Kurzvorstellung InvenSor GmbH
- Mit Wärme kühlen?
- Wirtschaftlichkeit
- Best Practices
- Vorteile speziell für RZ-Betreiber

Das Unternehmen

Führender Hersteller von ADsorptionskältemaschinen

Leistungsbereich bis 300 kW

Standorte in Lutherstadt Wittenberg und Berlin

www.invensor.com

Zuverlässige Kühlung auf 6 Kontinenten

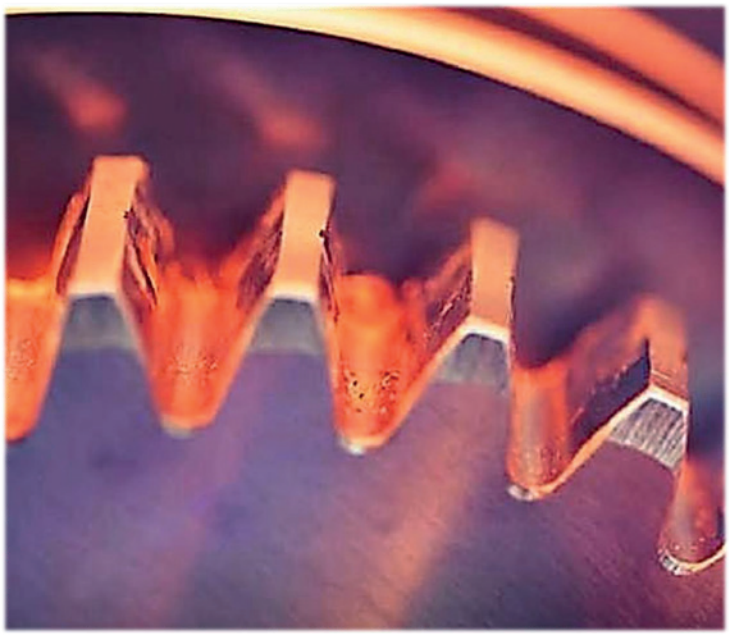
www.invensor.com

invensor
making life cooler

Ökonomisch überzeugend

- überschüssige Wärme als Antrieb für die Kühlung
- bis zu 70% Strom bei der Kälteerzeugung einsparen

Willkommen beim Efficient Cooling!



www.invensor.com

invensor
making life cooler

Ökologisch wertvoll

- Reines Wasser als Kältemittel
- Hocheffiziente Technologie

Willkommen beim Clean Cooling!

www.invensor.com

Technologisch führend

Höhere Ausfallsicherheit

PUE unter 1,1

Wartungsfreier Kälteerzeuger

Ab 65°C besonders leistungsfähig

Ein ausgezeichnetes System

INNOVATIONSPREIS-IT BEST OF 2015 initiative mittelstand GREEN IT

Preisträger des Deutschen Kältepreises 2016

INDUSTRIE PREIS 2016 BEST OF

INDUSTRIE PREIS 2017 BEST OF

www.invensor.com

Auszug aus unserer Produktpalette

ADsorptionskältemaschinen

„LTC 10 e" für Kälteleistungen bis 30 kW
„LTC 30 e" für Kälteleistungen bis 90 kW
„LTC 90 e" für Kälteleistungen bis 300 kW

inkl. Rückkühler, Hydraulikkomponenten, BHKWs, Installation, ...

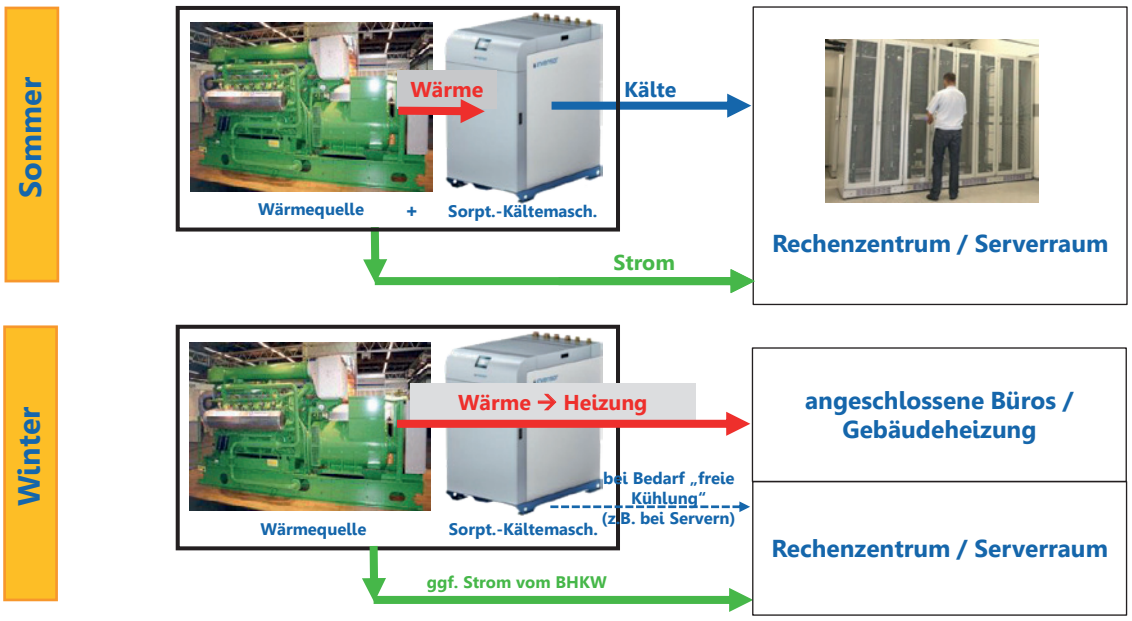
InvenSor ist System-Anbieter:

→ **gesamte Kältesysteme**
→ **gesamte KWKK-Systeme**
→ **anschlussfertige Container-Systeme**

Agenda

- Kurzvorstellung InvenSor GmbH
- Mit Wärme kühlen?
- Wirtschaftlichkeit
- Best Practices
- Vorteile speziell für RZ-Betreiber

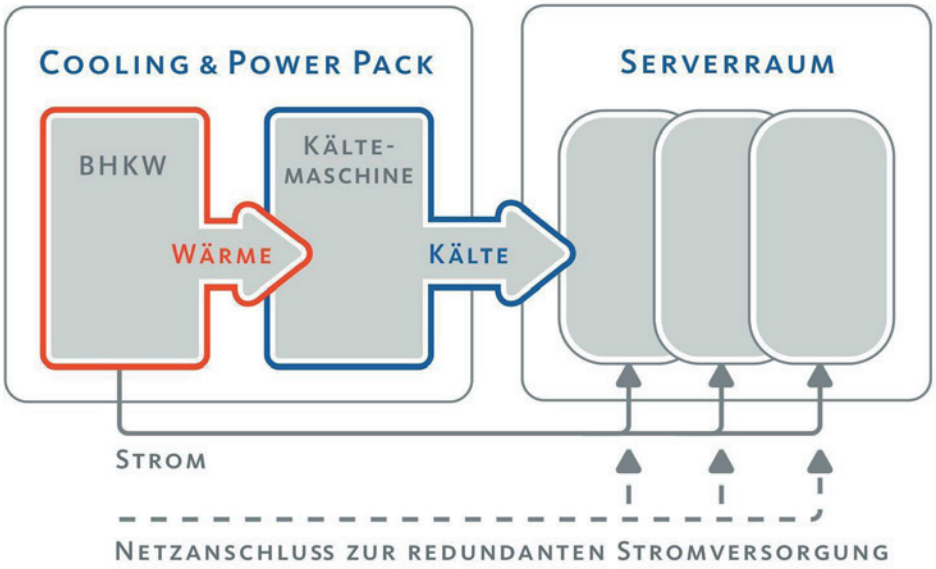
Mit Wärme kühlen?



www.invensor.com

InvenSor's Cooling & Power Pack

Gekoppelte Energieversorgung mit Kraft-Wärme-*Kälte*-Kopplung



www.invensor.com

Agenda

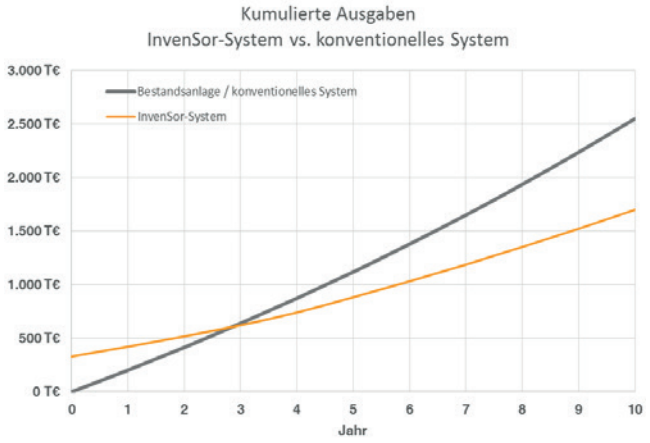
- Kurzvorstellung InvenSor GmbH
- Mit Wärme kühlen?
- Wirtschaftlichkeit
- Best Practices
- Vorteile speziell für RZ-Betreiber

www.invensor.com

Wirtschaftlichkeit KWKK

Bsp.: Serverraum mit 100 kW

- Einsparung 1. Jahr: 111.000 €
- Investitionskosten: 380.000 €
- Amortisationszeit: 3,4 Jahre
- **Einsparung abzgl. Investition nach 10 J.: 850.000 €**



Berechnungsgrundlage: Strom 16,0 ¢/kWh, Gas 3,8 ¢/kWh

Agenda

- Kurzvorstellung InvenSor GmbH
- Mit Wärme kühlen?
- Wirtschaftlichkeit
- Best Practices
- Vorteile speziell für RZ-Betreiber

Serverräume

Porsche AG Ausbildungszentrums, Zuffenhausen

Kältemaschinen	2x InvenSor LTC 30 e plus
Kälteleistung	60 kW
Antriebswärme	BHKW Buderus 216 kW th / 140 kW el

In Betrieb seit Juli 2015

Serverräume

Transgourmet, Riedstadt

Kältemaschinen	3x InvenSor LTC 30 e plus
Kälteleistung	90 kW
Antriebswärme	BHKW Viessmann 162 kW th. / 100 kW el.

In Betrieb seit September 2016

Serverschränke

Miele & Cie. KG, Bünde

Kältemaschine	11x InvenSor LTC 10 plus
Kälteleistung	110 kW
Antriebswärme	BHKW Viessmann

In Betrieb seit April 2015

www.invensor.com

Rechenzentrum

Sohnix AG, Rostock

Kältemaschinen	5x InvenSor LTC 09
Kälteleistung	45 kW
Antriebswärme	BHKW Buderus
	80 kW th / 50 kW el

In Betrieb seit Juli 2011

www.invensor.com

Rechenzentrum

DS Produkte GmbH, Schleswig-Holstein

Kältemaschine	7x InvenSor LTC 10 plus
Kälteleistung	70 kW
Antriebswärme	2x BHKW EC Power

In Betrieb seit Januar 2016

Agenda

- Kurzvorstellung InvenSor GmbH
- Mit Wärme kühlen?
- Wirtschaftlichkeit
- Best Practices
- Vorteile speziell für RZ-Betreiber

Vorteile speziell für RZ Betreiber

Motivation der RZ-Betreiber:

- Einsparungen von 200.000 bis 2 Mio € über die Gesamtlaufzeit
- Amortisation der Mehrinvestition in 3-4 Jahren
- Hohe Zuverlässigkeit der Kältemaschinen (keine bewegten Teile)
- Kältemittel: Wasser! (keine F-Gase-Thematik)

… das Beste zum Schluss:

Förderung von Sorptionskälteanlagen

- Fördersumme abhängig von Kälteleistung, Zuschüsse bis ca. 30% im Vergleich zu Investitionskosten
- nutzbar bis 31.12.2019
- von 5 bis 500 kW

BAFA
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

Förderfähig sind:
- Sorptions-Kältemaschine, Rückkühlung, Kälteverteilung, Installation dieser Komponenten

Weitere Informationen?

Sören Paulußen
Geschäftsführer
InvenSor GmbH

info@invensor.de
www.invensor.com

KWKK (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) Gasbetriebene KWKK-Anlagen zur Kälte- und Stromerzeugung in Lebensmittelbetrieben am Beispiel einer Großbäckerei und eines Fleisch- und Wurstwarenherstellers

Dipl.-Ing. Axel Munsch, EcoEnergyTherm GmbH

EcoEnergyTherm GmbH

Klar. Wirtschaftlich. Kompetent.
Lösungen für BHKW- und AKM-Themen.

EcoEnergyTherm GmbH

KWKK (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung)
Gasbetriebene KWKK-Anlagen zur Kälte- und Stromerzeugung in Lebensmittelbetrieben am Beispiel einer Großbäckerei und eines Fleisch- und Wurstwarenherstellers

EcoEnergyTherm GmbH

Dauer des Vortrags: 30 Minuten
Inhalt des Vortrags:

- technische Voraussetzungen
- wirtschaftliche Vorteile

EcoEnergyTherm GmbH

Technische Voraussetzungen für eine KWKK-Anlage

- BHKW mit einem geeigneten Wärmekreislauf, VL-Temp. für die AKM bei 90°C, RL-Temp. <= 80°C
- AKM auf NH3-Basis für VL-Temp zwischen -6°C und -10°C
- Verbindung der beiden Aggregate über einen geeigneten Medienkreislauf (Hydraulik)
- Offene oder geschlossene RKW für den thermodynamischen Prozeß der AKM
- Neben einer BHKW-Anlage ist auch jede andere KWK-Anlage mit entsprechender VL/RL-Temperatur geeignet als Antrieb für eine AKM
- Dampfüberschuß mit der entsprechenden VL-Temperatur ist ebenso als Antrieb geeignet

EcoEnergyTherm GmbH

Technische Voraussetzungen für eine KWKK-Anlage

- Was ist ein Ab- oder Adsorptionsprozeß?
- Ein thermodynamischer Prozeß, in dem zwei Stoffe sich thermodynamisch in einer Lösung verbinden (exotherm) und wieder getrennt werden (endotherm)
- Was passiert bei einem Absorptionsprozeß?
- Ein Kältemittel (LiBr oder NH3) bzw. Silikagele (Feststoffe) werden in einen Kreisprozeß nach Carnot auf ein höheres Druckniveau verdichtet, dadurch wird ein Aggregatzustand (NH3) von gasförmig in flüssig geändert und ermöglicht so die Aufnahme von Wärme und nachfolgend im Verflüssiger die Abgabe von Kälte an den Kältekreislauf (physikalische Phasenveränderung)
- Einspielung Demofilm der AGO AG (Dauer 7 Min.)
- https://youtu.be/fTo2YBoqO44

EcoEnergyTherm GmbH

Wirtschaftliche Vorteilen der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Welche Vorteile hat eine KWKK-Anlage?

Wirtschaftlich maximaler Ertrag bei gleichbleibendem Ressourcen- oder Kapitaleinsatz

30% Stromkostenersparnis bei einem ROI von 3-4 Jahren

50% Reduzierung der Kältekosten (3 ct/kWh AKM, 6 ct/kWh KKM)

Welche Vorteile erwirtschaften man mit einer AKM?

- ✓ Dreifacher Einspareffekt: Eigenproduktion des Stroms für den Betrieb, Reduzierung der Stromverbrauchs und -kosten für die Bestandsanlagen der Kälteproduktion, Reduzierung der Wartungs- und Verbrauchsmaterialien der KKM-Anlagen
- ✓ Ganzjährige Nutzung der BHKW-Wärme zu 100% für die Kühlung von LBM (Milch, Fleisch, Gemüse)
- ✓ Entlastung vorhandener KKM durch AKM, dadurch geringerer Stromeinkauf
- ✓ Fördermittel vom BAFA für Sorptionskältemaschinen
- ✓ Kurze Amortisationszeiten durch höhere BHKW-Jahresstunden (bis zu 8400 h/Jahr)
- ✓ Höherer betriebswirtschaftlicher Gesamtertrag durch geringere Stromkosten in der Beschaffung (vermiedene Einkaufskosten)

EcoEnergyTherm GmbH

Auszug aus unseren Referenzen KWKK

Fleischerei Willms, NRW und Sachsen,
je 2 baugleiche Anlagen

BHKW im 30ft-Container
und AKM im Container

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

Leistungsdaten Kälte:
VL-Temperatur Sole: -10°C

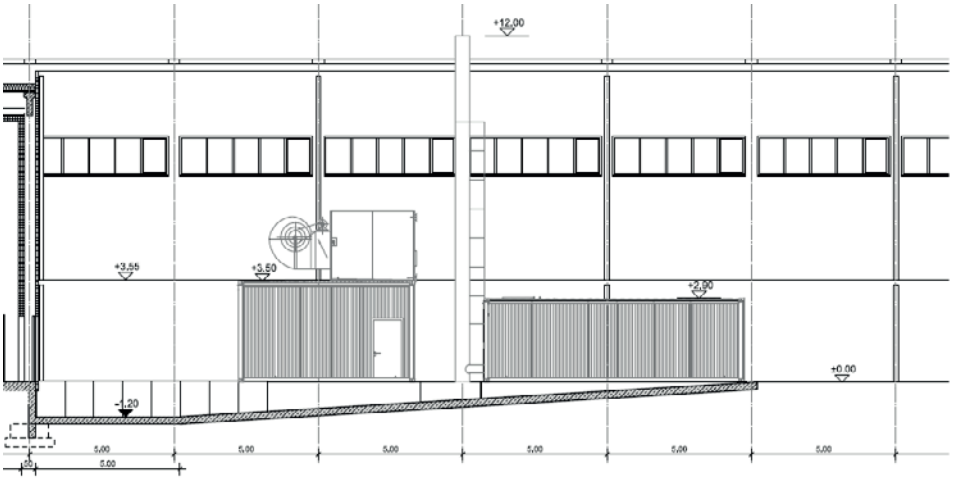
BHKW-Laufzeit: 8400 h/Jahr

EcoEnergyTherm GmbH

7

Auszug aus unseren Referenzen KWKK

Brot- und Backwarenfabrik Steinofen-
Meister in Waren/Müritz



EcoEnergyTherm GmbH

8

Auszug aus unseren Referenzen KWKK

Brot- und Backwarenfabrik Steinofen-Meister in Waren/Müritz

BHKW im 25ft-Container und AKM im Container

Aggregate-Leistungen:
BHKW – Pel385/Pth498 kW
AKM - Kälteleistung 250 kW

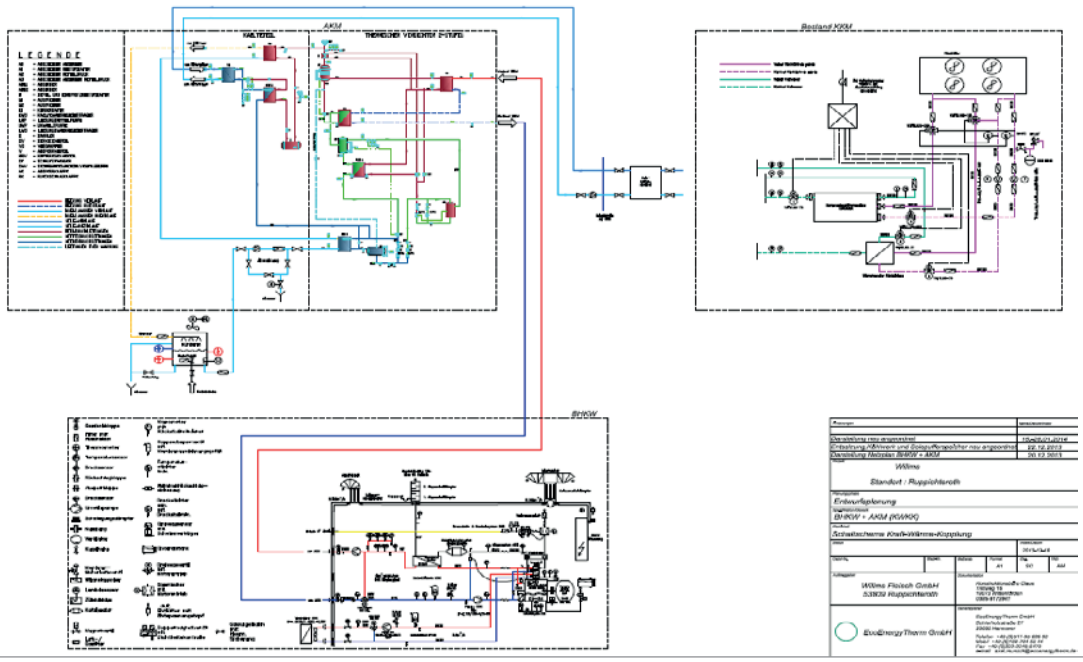
Leistungsdaten Kälte:
VL-Temperatur NH3: -10°C
(im Verflüssiger)

BHKW-Laufzeit: 8360 h/Jahr

EcoEnergyTherm GmbH

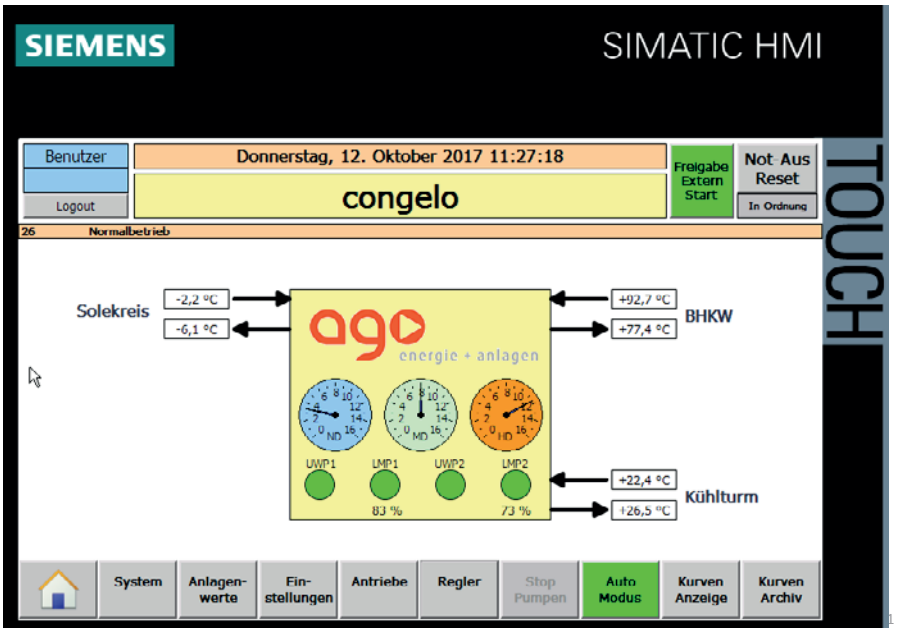
9

Typische RI-Schema für eine KWKK - (BHKW + AKM) Anlage



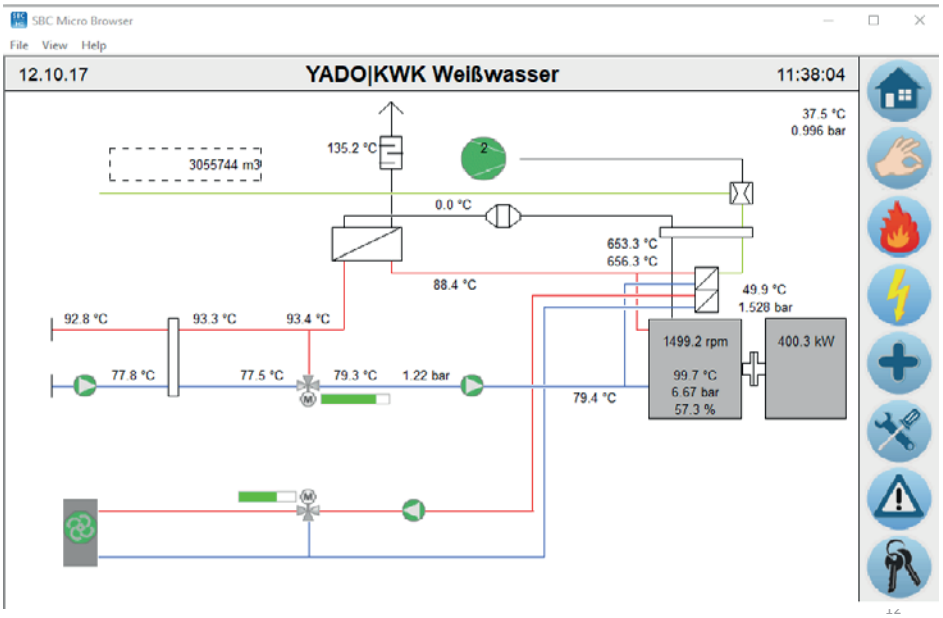
EcoEn

Screenshots RI-Schema für eine KWKK
BHKW + AKM im Betrieb



EcoEnergyTherm GmbH

Screenshots RI-Schema für eine KWKK
BHKW + AKM im Betrieb



EcoEnergyTherm GmbH

Folie für den Veranstalter

- **Angaben zum Referenten**
- *Dipl.-Ing. Axel Munsch, 58 Jahre, geschäftsführender Gesellschafter der EcoEnergyTherm GmbH, Ehlbeek 15a, 30938 Burgwedel mit 8 Mitarbeitern*
- **Fachlichen Qualifikation**
- *Dipl.-Ing. Maschinenbau*
- **Beruflicher Werdegang**
- *Dipl.-Ing. seit 1985, Tätigkeit für internationale Konzerne als Angestellter in leitende Positionen im In- und Ausland, GF bei dem BHKW-Hersteller Fa. PowerTherm in Hamburg, seit 2007 selbstständig*
- **Referenzen des Referenten, Hinweise auf Veröffentlichungen o.ä.**
- *Etwa 20 geplante Anlagen aus dem KWKK-Bereich, davon wurden 6 gebaut, alle im Bereich 400 kW elektrisch und 250 kW Kälteleistung aus Absorptionsanlagen*
- *Zahlreiche Veröffentlichungen und Artikel in Fachzeitschriften zum Thema KWKK in der Lebensmittelbranche. Anlagenbau für etliche Großbetriebe aus der Wurst- und Fleischproduktion sowie Backwarenhersteller, außerdem einige Hotels, Kläranlagen und Caterer.*
- *Seit 2009 Mitglied im B.KWK, Sitz Berlin sowie Vorsitzender der Arbeitsgruppe Marketing und Öffentlichkeitsarbeit im B.KWK*

Einordnung von Gaswärme-pumpen/Gaskältemaschinen in der Gesetzgebung (EnEV, EEWärmeG, PE-Faktor, GEG)

Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz, Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden – Forschung und Anwendung GmbH

ASUE-Fachtagung, 17. Oktober 2017, Fulda

Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen

Einordnung von Gaswärmepumpen/Gaskältemaschinen in der Gesetzgebung (EnEV, EEWärmeG, PE-Faktor, GEG)

Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz

iTG **Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden** Forschung und Anwendung GmbH

Politisches Umfeld, national

- **Energiekonzept der Bundesregierung**
  „für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“

	Gebäuderelevante Klimaschutzziele	2020	2030	2040	2050
übergreifend	Reduzierung Treibhausgas-emissionen (Bezugsjahr 1990)	**- 40%**	**- 55%**	**- 70%**	**>- 80%**
übergreifend	Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch	**18%**	**30%**	**45%**	**60%**
sektorspezifisch	Sanierungsrate - Gebäude	Verdopplung von jährlich 1% auf 2%			
sektorspezifisch	Reduzierung Primärenergiebedarf				**- 80%**

In der öffentlichen Wahrnehmung: Hauptziel der deutschen Klimapolitik

Klimaschutzplan 2050

- Nahezu vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung bis 2050
- Strom aus erneuerbaren Energien zukünftig als zentraler Energieträger – Einsatz für Wärme, Verkehr und Industrie (Sektorkopplung)
- Lebenswerter, bezahlbarer und nahezu klimaneutraler Gebäudebestand durch
  - Deutliche Senkung des Energiebedarfs (u.a. Dämmung)
  - Deckung des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien
  - Perspektivischer Ersatz von gas- und ölbefeuerten Heizungssystemen im Bestand
  - Neue Gebäude sollen für Heizung und Warmwasser nicht mehr auf fossile Energieträger angewiesen sein.
- Denkbarer Lösungsweg?
  - Elektrische Wärmepumpen als typische Versorgungslösung
  - Dichte Bebauung: Wärmenetze

„Ich bin zuversichtlich, dass wir das schaffen, bis zum Jahr 2050 weitgehend klimagasneutral zu wirtschaften“ (…) „Ich denke insbesondere daran, dass wir ja viele technologische Entwicklungen noch vor uns haben, die wir noch gar nicht kennen"
Barbara Hendricks

SPIEGEL ONLINE
11. Oktober 2017, 11:08 Uhr

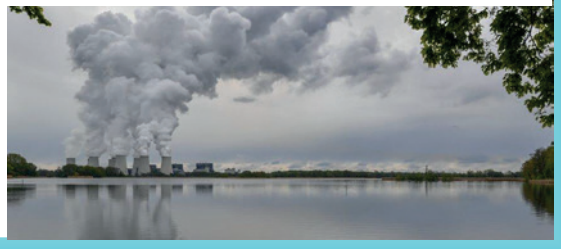
Klimaschutzziele in Gefahr

Deutschland produziert zu viel Kohlendioxid

Berechnungen des Umweltministeriums machen erneut deutlich: Deutschland wird seine Klimaschutzziele für 2020 verfehlen. Selbst im günstigsten Fall liegt die CO2-Einsparung klar unter dem eigentlichen Plan.

Deutschland verpasst einem Medienbericht zufolge sein selbst gestecktes Klimaschutzziel deutlicher als gedacht. Eigentlich sollen bis zum Jahr 2020 die klimaschädlichen Emissionen um 40 Prozent unter den Wert von 1990 gedrückt werden.

Die "Süddeutsche Zeitung" berichtete nun unter Berufung auf interne Berechnungen des Bundesumweltministeriums, ohne "Nachsteuerung" sei bis 2020 bestenfalls ein Minus von 32,5 Prozent zu erwarten; schlimmstenfalls würden die Emissionen nur um 31,7 Prozent sinken.

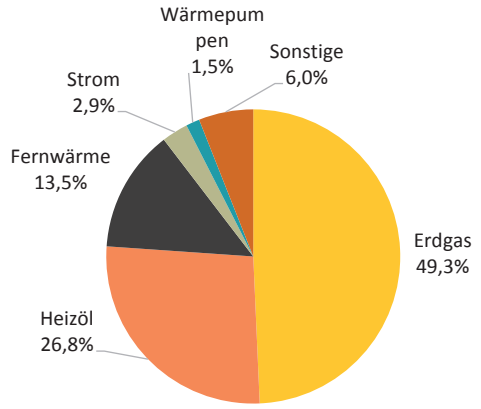


Quellen: BDH, BDEW, BSW, AGFW

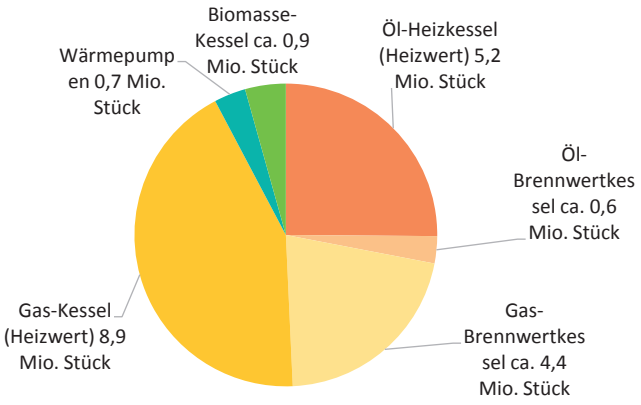
Anteile der genutzten Energieträger und Wärmeerzeuger im Bestand

→ Derzeit rund 40 Mio. Wohnungen in Ein- und Mehrfamilienhäusern mit 20,7 Mio. Wärmeerzeugern im Bestand (2014) dazu:
- 363.000 Fernwärmeanschlüsse für ca. 5,5 Mio. WE
- ca. 1,2 Mio. Nachtspeicherheizungsanlagen und
- 2,0 Mio. thermische Solaranlagen mit 18,4 Mio. m² Fläche

Energieträger



Wärmeerzeuger



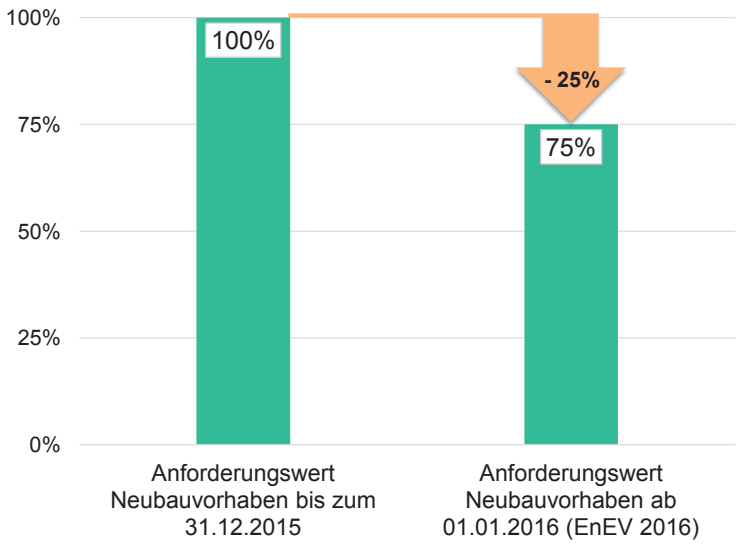
Quellen: BDH, BDEW, BSW, AGFW

EnEV 2014/2016 – Primärenergieanforderungen im Neubau

➢ **1-stufige Verschärfung**

ab 1.1.2016 ⇨ zul. PE-Bedarf = Referenzbedarf EnEV 2009/2014 x 0,75

Verschärfung Primärenergie um 25% gegenüber Stand EnEV 2009



Entwicklung der Primärenergiefaktoren Strom

	Primärenergiefaktor Strommix	Primärenergiefaktor Verdrängungsstrommix
EnEV 2009	2,6	2,6
AGFW FW 309	2,6	3,0
EnEV 2009 nach Auslegung	2,6	3,0
EnEV 2014 ab 01.05.2014	**2,4**	2,8
EnEV 2014 ab 01.01.2016	**1,8**	2,8

Deutlich vereinfachte Erfüllung der PE-Anforderungen der EnEV für strombasierte Heizung/TWE ab 2016

Auswirkungen der EnEV 2014/2016 auf den Einsatz von Gastechnologien im Neubaubereich

	Einfamilienhaus (EFH Neubau)
Wohnfläche	150 m²
Nutzfläche A_N	255,5 m²
Bruttovolumen V_e	798,3 m³
A/V_e	0,64 m^{-1}

Ausgangszustand für baulichen Wärmeschutz:

- übliche Bauausführung: entsprechend der Mindestanforderung für **KfW-Effizienzhaus 70**

Anlagenvarianten I

Bild: Vaillant

- **Gastechnologien**
  - Gas-Brennwertkessel + sol. TWE
  - Gas-Brennwertkessel + solare TWE/HeizU
  - Gas-Wärmepumpe + solare TWE/HeizU, Wärmequelle Solar
  - Gas-WP, Wärmequelle Erdreich
  - Mikro-KWK mit Otto-, Stirlingmotor und Brennstoffzelle

Bild: Buderus

Bild: Viessmann

Bild: Viessmann

Bild: Viessmann

Bild: Vaillant

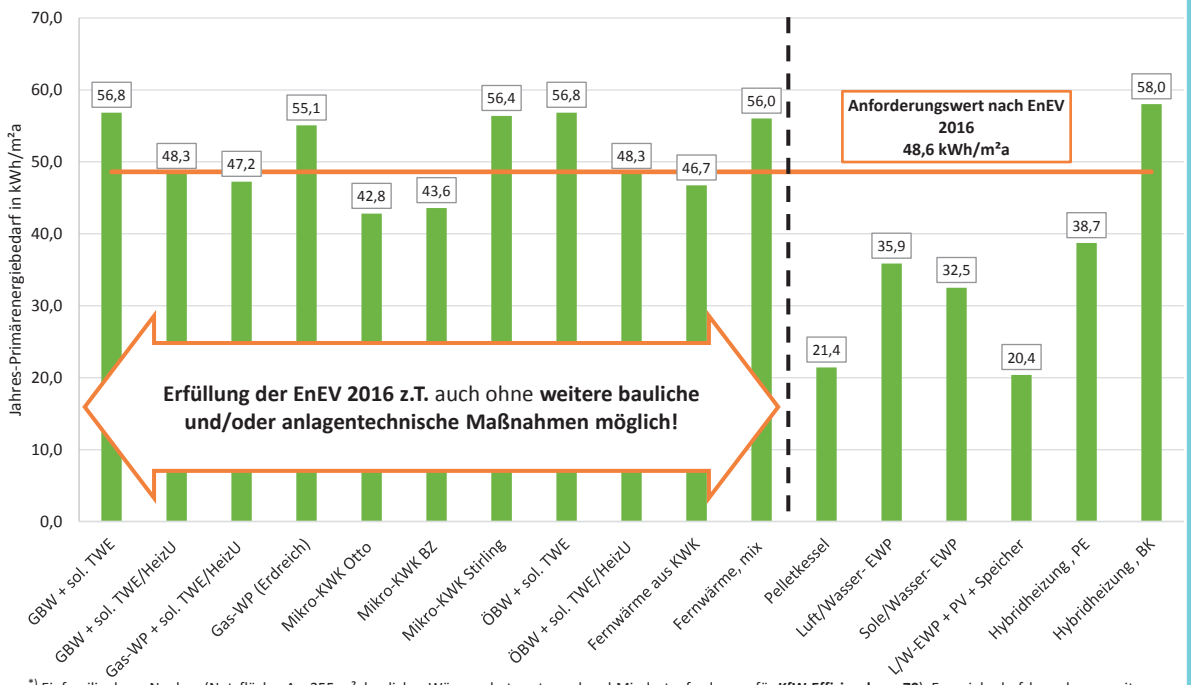
Anlagenvarianten II

Bilder: Viessmann

- **Vergleichsvarianten**
  - Öl-Brennwertkessel + sol. TWE
  - Öl-Brennwertkessel + solare TWE/HeizU
  - Luft/Wasser-Elektro-WP
  - Sole/Wasser-Elektro-WP
  - Luft/Wasser-Elektro-WP + PV-Anlage + Speicher
  - Pelletkessel
  - Fernwärme
    - Aus KWK, Primärenergiefaktor f_p=0,7
    - Mix, f_p=0,85
  - Hybridheizung (L/W-EWP + Gas-BW)
    - Primärenergetisch optimierte Betriebsweise (PE)
    - Betriebskosten optimierte Betriebsweise (BK)

Anforderungsniveau EnEV 2016

Jahres-Primärenergiebedarf im EFH Neubau

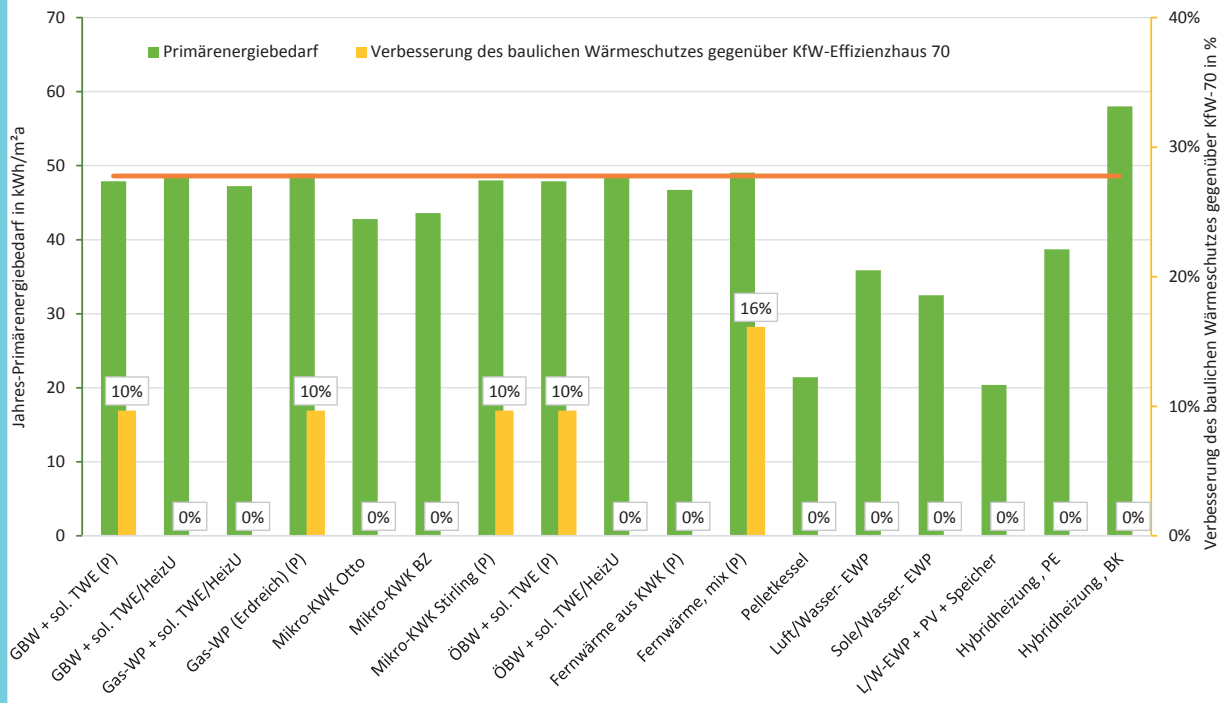


*) Einfamilienhaus Neubau (Nutzfläche A_N=255 m², baulicher Wärmeschutz entsprechend Mindestanforderung für **KfW-Effizienzhaus 70**), Energiebedarfsberechnung mit **Standardwerten der DIN V 4701-10** für alle in der Norm abgebildeten Systeme, Betriebsweisen der Hybridheizung: PE - primärenergieoptimiert, BK - betriebskostenoptimiert

Zusätzliche anlagentechnische Maßnahmen zur Erfüllung EnEV 2016

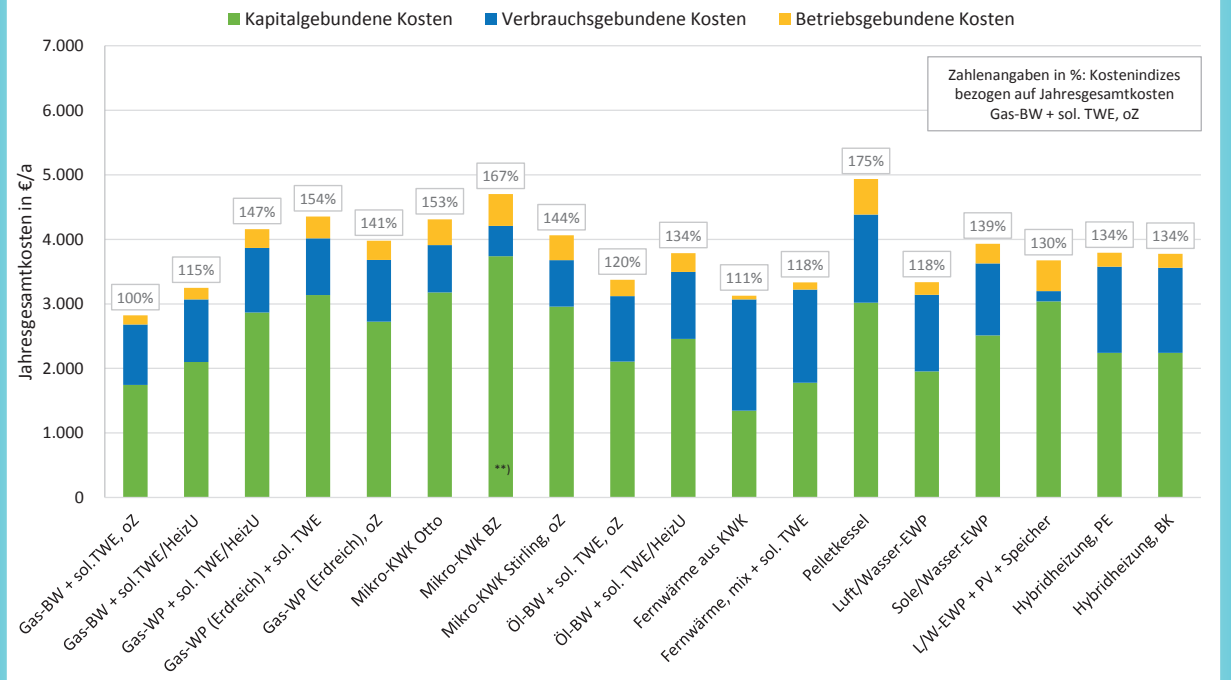
*) Einfamilienhaus Neubau (Nutzfläche A_N=255 m², baulicher Wärmeschutz entsprechend Mindestanforderung für **KfW-Effizienzhaus 70**), Energiebedarfsberechnung mit Standardwerten der DIN V 4701-10 bzw. mit **Produktkennwerten (P), oZ-ohne Zirkulation,** Betriebsweisen der Hybridheizung: PE - primärenergieoptimiert, BK - betriebskostenoptimiert

Alternativ: weitere Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes gegenüber KfW-70



*) Einfamilienhaus Neubau (Nutzfläche A_N=255 m²), Energiebedarfsberechnung mit Standardwerten der DIN V 4701-10 bzw. mit **Produktkennwerten (P)**, Betriebsweisen der Hybridheizung: **PE - primärenergieoptimiert, BK - betriebskostenoptimiert**

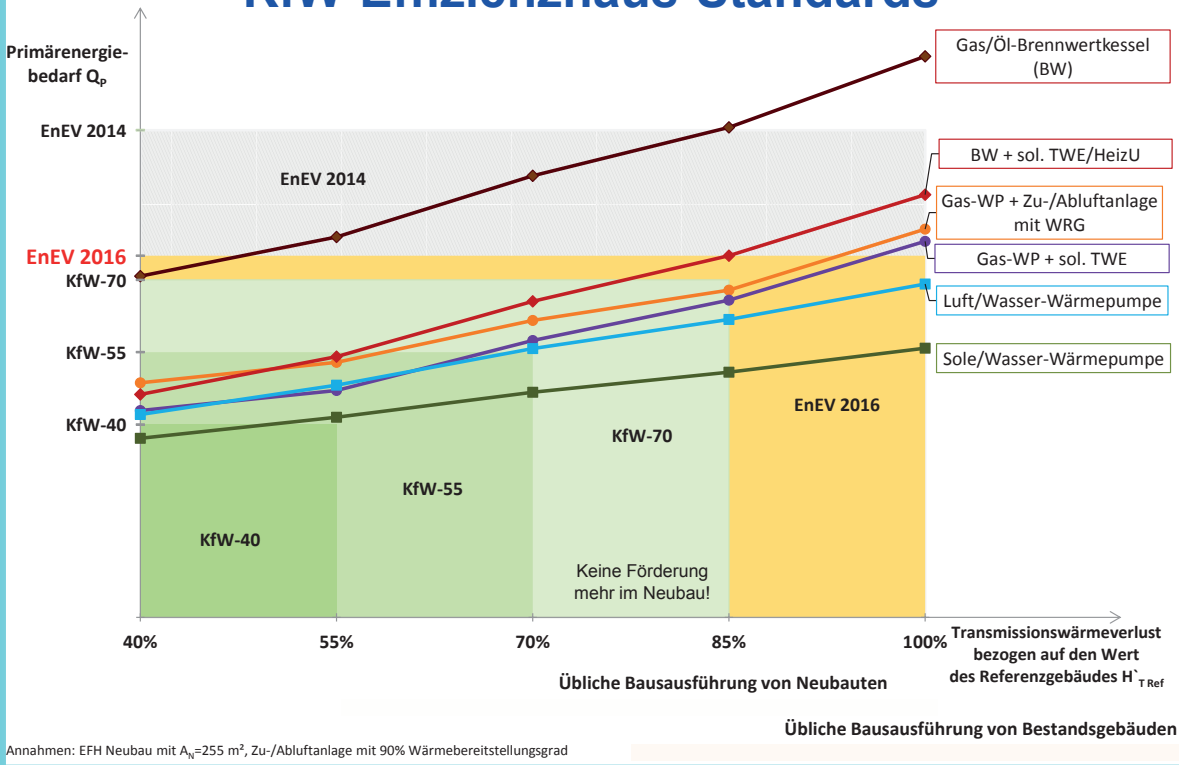
Jahresgesamtkosten incl. anlagentechnischer Zusatzmaßnahmen zur Einhaltung EnEV 2016



*) Einfamilienhaus Neubau (Nutzfläche A_N=255 m², baulicher Wärmeschutz entsprechend Mindestanforderung für **KfW-Effizienzhaus 70**), Energiebedarfsberechnung mit **Standardwerten der DIN V 4701-10** für alle in der Norm abgebildeten Systeme, PE - primärenergieoptimiert, BK - betriebskostenoptimiert

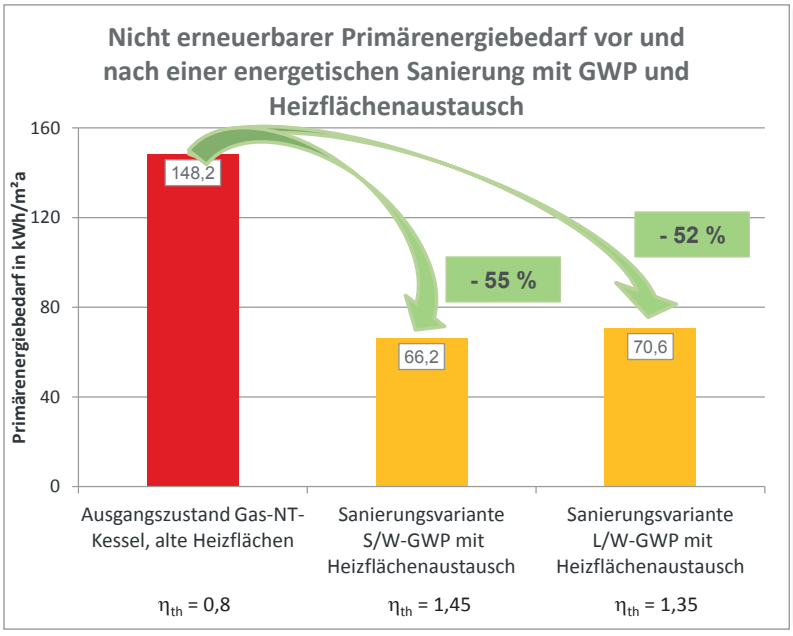
**) Unstabile Preislage, Gerät in der Markteinführungsphase, durch Berücksichtigung der Förderung auf Landesebene können die Jahresgesamtkosten deutlich gesenkt werden.

Möglichkeiten zur Erfüllung von EnEV und KfW-Effizienzhaus-Standards



Annahmen: EFH Neubau mit A_N=255 m², Zu-/Abluftanlage mit 90% Wärmebereitstellungsgrad

Anlagensanierung mit GWP im kleinen MFH -
Primärenergiebedarf



Austausch Altkessel gegen Gaswärmepumpe + Heizflächenaustausch:

1. Einsparung Primärenergie: bis zu 55% (82 kWh/m²a)
2. Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien von 0,4% auf bis zu 28%
3. Einsparung CO_2-Emissionen:
   - bis zu 55%
   - ca. 10.000 kg CO_2/a

Anlagensanierung mit GWP –
Nichtwohngebäude mit 150 kW Heizlast

- **Gaswärmepumpe als Grundlastwärmeerzeuger**

- Gasbrennwertkessel als Spitzenlast-wärmeerzeuger

Energetische Bewertung von Gas-WP in EnEV-Normen

- Sorptions-Gaswärmepumpen und Gasmotor-Wärmepumpen sind nach DIN V 18599:2011 (Teile 5 und 8) berechenbar
- Verwendung von Produktkennwerten (nach VDI 4650 Blatt 2) möglich, alternativ Verwendung von Standardwerten, dann nur Auslegungstemperaturen erforderlich (weniger sinnvoll)
- Detaillierterer Berechnungsansatz in Neuausgabe der DIN V 18599:2016 – Verwendung erst nach neuer EnEV/GEG möglich
- Abbildung von Gasmotor-WP mit DIN V 18599 ebenfalls möglich
- Berechnung von Sorptions-GWP auch mit DIN V 4701-10 hilfsweise möglich

Fazit: Gastechnologien und EnEV 2014/2016

- **Neubau-Anforderungen ab 1.1.2016**
  - deutlich vereinfachte Erfüllung der Anforderungen der EnEV für strombasierte Systeme durch Absenkung des PE-Faktors für Strom
  - bei üblichem baulichem Wärmeschutz stellen Gastechnologien weiterhin eine wirtschaftliche Lösung dar
  - auch ambitionierte Anforderungen lassen sich mit Gas-WP erfüllen
  - aus Sicht der Heizkosten bieten Gastechnologien eine Vielzahl attraktiver Lösungen
- **Innovative Heiztechnologien** (z.B. Gaswärmepumpen) zur Erreichung der Klimaschutzziele und zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit von Erdgas im Heizungsmarkt unabdingbar!

Ausblick: Weiterentwicklung EnEV und EEWärmeG zum GEG

- EPBD erfordert Niedrigstenergiegebäude ab 2019 (öffentlich) bzw. 2021 (privat) im Neubau
- Aktuelle Arbeiten zur Vorbereitung GEG für neue Bundesregierung
  - Diskussion PE-Faktoren, zentrale Anforderungsgrößen, Wirtschaftlichkeit
- Mögliche Änderungen
  - Anpassung PE-Faktoren und (teilweise) Umstellung auf CO_2 als Anforderungsgröße
  - Gleichbewertung Energieeffizienz mit Einsatz erneuerbarer Energien
  - Stärkere Berücksichtigung PV
- Zukünftiges Anforderungsniveau
  - Unverändert für private Gebäude???
  - Effizienzhaus 55 für öffentliche Hand
- Auswirkungen auf Gas-WP
  - Keine Verschlechterung zur erwarten, aber auch keine deutliche Verbesserung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

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

ASUE-Fachtagung in Fulda, 17. Oktober 2017
Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen
und Gaskältemaschinen