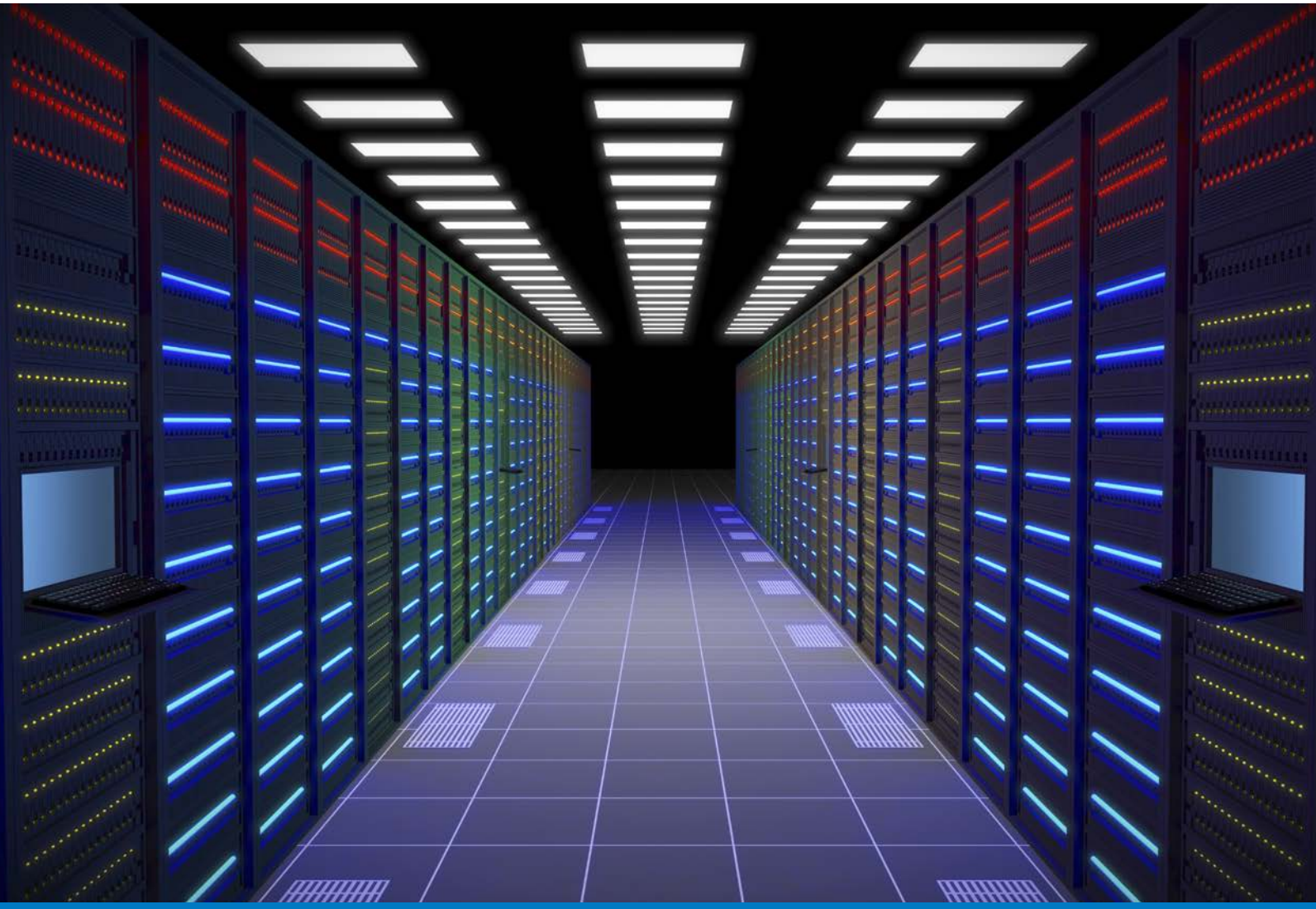
ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.



Tagungsband der ASUE-Fachtagung:

Erdgas-basierte Kühlung von Gewerberäumen und IT-Einrichtungen

28. Mai 2015, Remagen

www.asue.de

Veranstalter

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

Referenten und Vorträge

Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung BHKW + AKM-Einsatzfälle
Strom-und Kälteerzeugung dezentral – die wirtschaftlichen Vorteile für Anwender
Herr Munsch, EcoEnergyTherm GmbH

KWKK für Serverräume und Rechenzentren
Herr Plage, innovIT AG

Eisspeicher – eine alternative Wärmequelle für die Gasabsorptionswärmepumpe
Herr Mnich, PBS & Partner

Gasmotorwärmepumpen: Potenzial zur Energiewende in Deutschland auf Basis der Erfahrungen aus Japan
Herr Prof. Dr. Arthkamp, FH Bochum

Kühlung eines Lebensmittel-Gewerbes mit Gasmotorwärmepumpen
Herr Becker, Berndt Enersys

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

Erdgas-basierte Kühlung von Gewerberäumen und IT-Einrichtungen

Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Die zweite ASUE-Fachtagung über erdgasbasierte Kühlanwendungen zeigte, wie durch die clevere Kombination von Blockheizkraftwerken (BHKW) und Absorptions- bzw. Adsorptionskältemaschinen hohe Energieeinsparungen in Unternehmensgrößen aller Art erreicht werden können. Bei der angewandten Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung liefert das BHKW die Antriebswärme für die Sorptionskältemaschine und produziert gleichzeitig Strom, der im eigenen Unternehmen verbraucht werden kann. Das BHKW verlängert durch die Kombination mit der Kälteerzeugung seine Laufzeit und wird dadurch wirtschaftlicher. Im Umfeld der IT-Branche hat diese Kombination besonders hohes Einsparpotential für die Server-Kühlung und deren Stromversorgung.

Kühlen von IT-Einrichtungen

Im ersten Planungsschritt für die Kühlung eines Rechenzentrums gilt es, den elektrischen Leistungsbedarf aller Verbraucher zu ermitteln. Die grobe Faustformel lautet: Kältebedarf = elektrische Leistungsaufnahme des gesamten Rechenzentrums. Das BHKW liefert die Antriebswärme für die Adsorptionskältemaschine und erzeugt gleichzeitig Strom für die Verwendung im Rechenzentrum. Darüber hinaus kann das BHKW als Netzersatzanlage installiert werden. Im Winter wird die Abwärme des BHKWs zum Heizen verwendet. Ein paralleler Netzanschluss gewährt die redundante Stromversorgung des Gebäudes.

Gasmotorwärmepumpen

Auch der Einsatz von Gasmotorwärmepumpen für Kühlanwendungen in Gewerbebetrieben bietet zahlreiche Vorteile und Energieeinsparpotential. Durch die Nutzung der Motorabwärme ist ein paralleler Heiz- und Kühlbetrieb des Gebäudes möglich. Die Installationskosten fallen gering aus, da die gesamte Kältetechnik im Außengerät platziert ist. Für die Betrachtung des Systems in der Energieeinsparverordnung (EnEV) spielt die Nutzung der Motorabwärme eine weitere Rolle: Sie reduziert den Primärenergiefaktor durch Nutzung der Abwärme im Heizkreislauf des Gebäudes. Das für den Klimaschutz wichtigste Ziel – der Reduktion von CO_2 – wird mit diesem Ansatz im Vergleich zur elektrischen Kühlung ebenfalls erreicht.

Die niedrigen Preise für den Energieeinsatz der Erdgas-Technologien tragen zu einer geringen Amortisationszeit der Anlagen bei. Das aufgezeigte Praxisbeispiel eines produzierenden Lebensmittelunternehmens aus dem Mittelstand zeigte, dass Energiekosteneinsparungen von bis zu 74 Prozent gegenüber einer elektrischen Kühlung erreicht werden können – allein durch den Einsatz bewährter Serientechnik und geschickter Anlagenplanung.

Wasser- / Eisspeicher mit Gasadsorptionswärmepumpe kombinieren

Eine Neuheit für den Einsatz in Baugebieten für Einfamilienhäuser ist die Anwendung eines zentralen Wasser- / Eisspeichers als Wärmequelle für kleine Gasadsorptionswärmepumpen. Der Speicher wird dabei durch Solar-Dachabsorber geladen. Eine Kombination aus regenerativen Quellen und modernster Erdgas-Technologie, welche CO_2-arm ist, wird auch zukünftigen Anforderungen der Energieeinsparverordnung gerecht.

Fördermittel

Das BAFA vergibt für Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlagen Fördermittel. Unter diese Maßnahme fällt auch die Nutzung der Abwärme eines BHKW für den Antrieb einer Sorptionskältemaschine. Weitere Informationen beschreibt die aktuelle Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlagen.
www.bafa.de/bafa/de/energie/kaelteanlagen/neue_richtlinie_2014/index.html

Die Installation einer Gaswärmepumpe wird ebenfalls durch das BAFA gefördert. Hier beträgt die Basisförderung bis zu 100 € je kW installierter Nennwärmeleistung. Die Mindestförderung beträgt 4.500 € je Anlage – unabhängig von der Art der Wärmequelle.
www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/basis_und_zusatzfoerderung/index.html

Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung BHKW + AKM-Einsatzfälle
Strom-und Kälteerzeugung dezentral – die wirtschaftlichen Vorteile für Anwender

Herr Munsch, EcoEnergyTherm GmbH

EcoEnergyTherm GmbH

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

EcoEnergyTherm GmbH

ASUE Fachtagung

KWKK (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung)
Absorptionskälte - Wandlung der BHKW-Wärme in Prozesskälte

Strom- und Kälteerzeugung dezentral – die wirtschaftlichen Vorteile für Anwender

28.05.2015
Hotel Haus Oberwinter

Klar. Wirtschaftlich. Kompetent.
EcoEnergyTherm GmbH

Lösungen für BHKW- und AKM-Themen.

EcoEnergyTherm GmbH

Dauer des Vortrags: 30 Minuten
Gegenstand des heutigen Vortrags:

- wirtschaftliche Vorteile
- technische Voraussetzungen
- praktisches Beispiel (Werbeblock 1,5 Minuten!) ☺
- Fragen/Diskussion

Profitieren Sie gleich mehrfach von den wirtschaftlichen Vorteilen der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Welche Vorteile suchen Sie als Anwender in Ihrem Betrieb?

Wirtschaftlich maximaler Ertrag bei gleichbleibendem Ressourcen- oder Kapitaleinsatz

Welche Vorteile erwirtschaften Sie mit einer AKM?

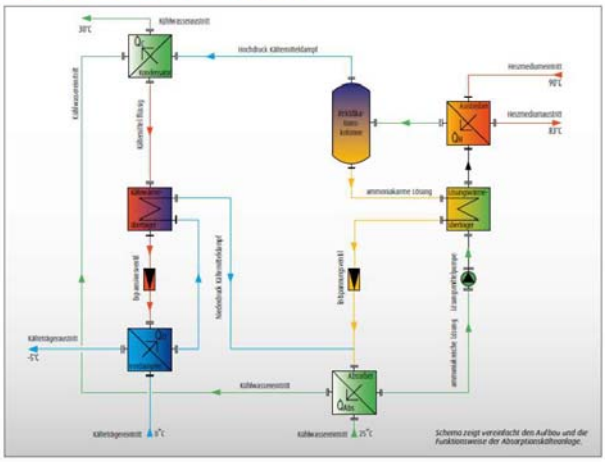
- ✓ Nutzung der BHKW-Wärme ganzjährig zur Kühlung von LBM (Milch, Fleisch, Gemüse) oder Klimatisierung
- ✓ Entlastung vorhandener KKM durch AKM, dadurch geringerer Stromeinkauf
- ✓ Fördermittel vom BAFA für Sorptionskältemaschinen
- ✓ Kürzere Amortisationszeiten durch höhere BHKW-Jahresstunden (bis zu 8500 h/Jahr)
- ✓ Höherer wirtschaftlicher Ertrag für einen Betrieb durch geringere Stromkosten in der Kühlung

Technische Voraussetzungen für eine KWKK-Anlage
Verfahrensunterschiede

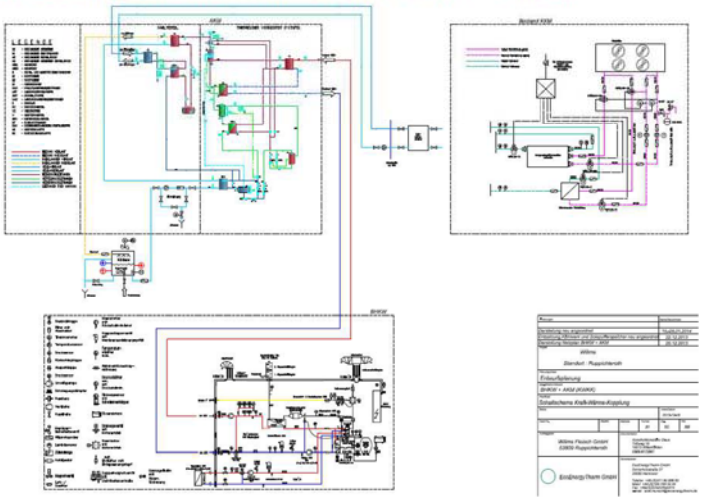
- Unterscheidung zwischen Absorptions- und Adsorptionsverfahren
- Absorption = Lösungen (NH3 oder LiBr). Stoffgemische
- Adsorption = Feststoffe (Silikagel oder auch Kieselgel oder Siliciumdioxid)
- Temperaturbereiche:
  Absorption über Sole, zwischen -4 und -20°C
  Adsorption über Wasser als Absorbens (Kälteträger), zwischen +4 und +18°C
- Einsatzfälle:
  Absorptionskälte – in industriellen Kälteprozeßen
  Adsorptionskälte – zur Klimatisierung von Wohn- oder Arbeitsräumen
- Technik:
- Absorption: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
- Adsoprtions: BHKW mit einem geeigneten Wärmekreislauf, VL-Temp. für die AKM bei 60-70°C, RL-Temp. <= 60°C
- Beispielfilm mit an einer Anlage in Containermodulbauweise, Video

Thermodynamisches Prinzip einer AKM – Anlage

Wirkungsweise der Absorptionskälteanlage

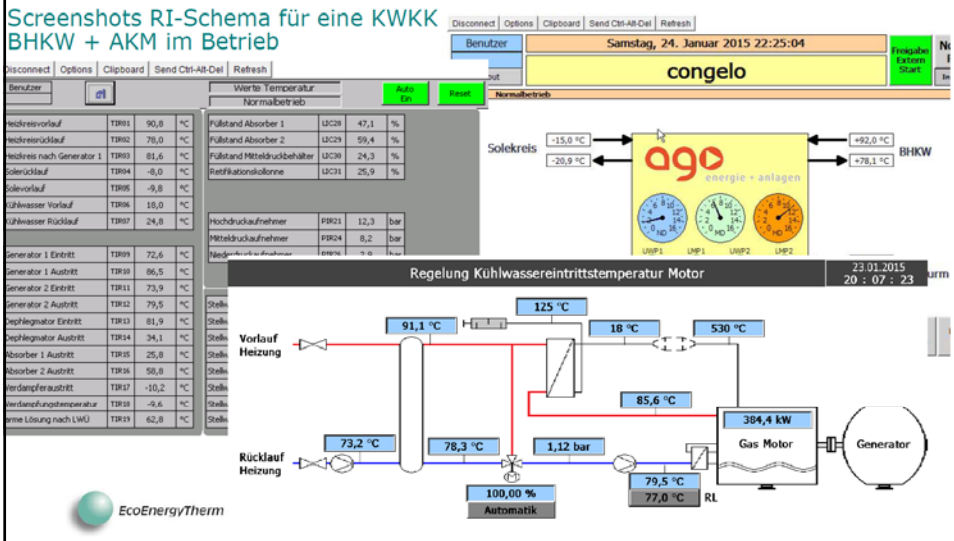

Kühlwasseraustritt
30°C
Kondensator
Kältemittel/Dampf
Kältemittel/Flüssig
Kältemittelventil
Kältemittelverdampfer
Kältemittelgasaustritt
-5°C
Kältemittelgasaustritt
Kühlwasseraustritt
Kühlwasserintritt
25°C
Hochdruck Kältemittelventil
Hochdruck Kältemittelgas
Kältemittelpumpe
Kältemittelpumpe
Kältemittelpumpe

Typische RI-Schema für eine KWKK - BHKW + AKM – Anlage



EcoEnergyTherm

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



EcoEnergyTherm

Auszug aus unseren Referenzen KWKK

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

EcoEnergyTherm GmbH

Auszug aus unseren Referenzen

Fleischerei Willms, NRW und Sachsen

BHKW im 30ft-Container und AKM im Container

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

Stadt Dinklage

BHKW für die Schwimm- und Sporthalle mit angeschlossenem Schulzentrum

Aggregate-Leistung:
BHKW - 254/321 kW

Kläranlage Wittlage, Bad Essen

BHKW im 20ft-Container

Aggregate-Leistung:
BHKW - 50/67 kW

EcoEnergyTherm GmbH

Axel Munsch
Geschäftsführender Gesellschafter

EcoEnergyTherm GmbH
Schierholzstrase 27
30655 Hannover

Tel.: +49 (0)511 956 99-63
axel.munsch@ecoenergytherm.de

Mitglied im B.KWK (Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung, Berlin)

YADOS
Energie mit Zukunft

EcoEnergyTherm GmbH

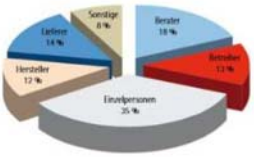
Der B.KWK ist ...

Kraft-Wärme-Kopplung im kommunalen Bereich: www.bkwk.de/kommunen

... ein breites gesellschaftliches Bündnis von Unternehmen, Institutionen und Einzelpersonen zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung, unabhängig von Art und Größe der Anlagen, vom Einsatzbereich und vom verwendeten Energieträger. Unser Ziel: Effizienzsteigerung bei der Energieumwandlung für Klimaschutz und Ressourcenschonung. Gegründet 2001.

B.KWK-Mitgliederstruktur

Stand: 12.09.2014, 612 Mitglieder



KWK kommt. Aber nicht von selbst. Mischen Sie sich ein!

EcoEnergyTherm GmbH

KWKK für Serverräume und Rechenzentren

Herr Plage, innovIT AG

innovIT
CARES ABOUT IT

innovIT KWKK für Rechenzentren

- Unternehmen
- Lösungen

Unternehmen

Ihr Spezialist für IT-Infrastuktur & Rechenzentrumsbau

Unsere Mission: sichere und effiziente Rechenzentrums-Infrastruktur

- von der Projektidee bis zur Bezugsfertigkeit
- wir planen, bauen und erhalten
- herstellerunabhängig und kompetent
- Lösungen für Kleinunternehmen bis zum Weltkonzern

Unternehmen

Was zeichnet uns aus?

- Ausführliche und herstellerunabhängige Beratung auf Augenhöhe
- Innovative Lösungen für das Rechenzentrum
- Individuelle Dienstleistungen rund um das RZ
- Kompetente Planung und Unterstützung bei der Optimierung der IT-Infrastruktur
- Besonderer Fokus auf Green IT - Wir liefern nachprüfbare Fakten
- Langjährige Erfahrung im Rechenzentrumsbau weltweit
- Schnelle Reaktionszeiten und flexible Serviceangebote

Unternehmen

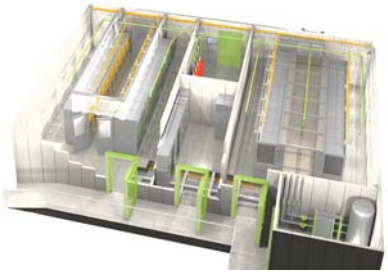
innovation by experience

- Erfahrung aus 60 Jahren Rechenzentrumsbau
- Spezialisten aus allen Fachrichtungen
- Alle Gewerke aus eigener Hand
- 24h / 365d für die Kunden im Einsatz

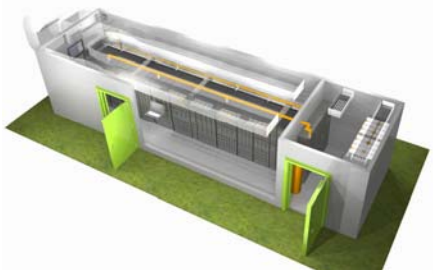
Unternehmen

- Eigene Produktionsstätte in Bad Marienberg im Westerwald
- Montageteams national / international
- Servicetechniker für Wartung und Notdiensteinsätze
- Planungsteam und CAD-Büro

innovIT - Ihr Partner für schlüsselfertige Lösungen



Raum-in-Raum Systeme



Container-Rechenzentren

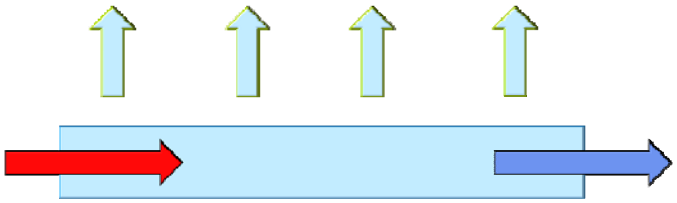
IT-Safes

Ermittlung des Kältebedarfs

- Kältebedarf = Elektrische Leistungsaufnahme des RZs
- Leistung an der USV ablesen
- Oder mit Stromzange messen
- Oder die Leistungen der Netzteile addieren und mit 0,8 multiplizieren

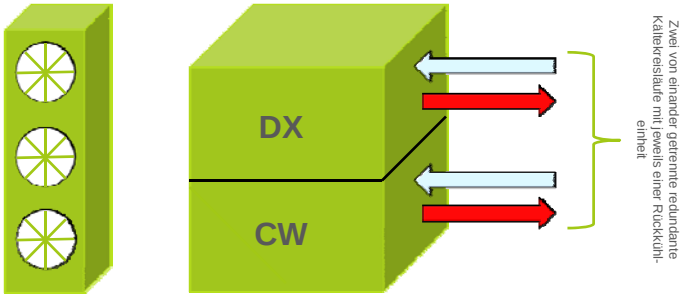
Der Prozess der Kälteerzeugung

- Ein Kältemittel wird verdampft
- Die Kälte wird über einen Wärmetauscher abgenommen
- Kältemedien sind Luft und Wasser
- Kältemittel wird vom Rückkühler wieder verflüssigt und dem Kreislauf wieder hinzugefügt



Spezielle Umluftkühler für das RZ

- Speziell für RZs konzipiert
- EC gesteuerte Ventilatoren
- Sehr niedriger Energieverbrauch
- Systemredundanz



Lösung – DualKühlung

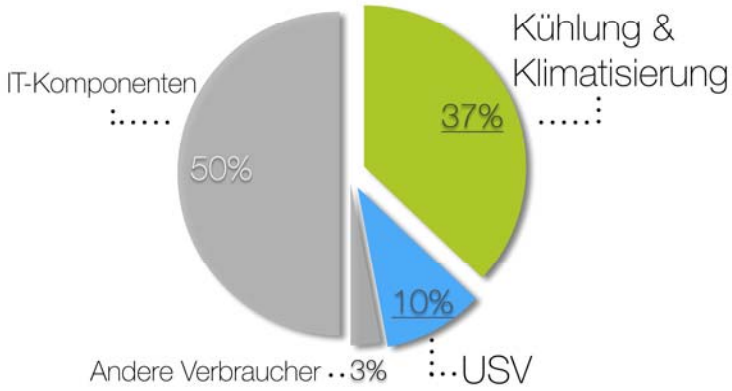
DualKühlung

- Hybridsystem mit Kaltwasserkreislauf CW und Direktverdampfer DX in einer Inneneinheit
- Kombination von energieeffizienter Indirekter Freikühlung und Expansionskühlung in einem Gerät. Die Expansionskühlung wird dabei als Kühlung bei hohen Temperaturen und Redundanz genutzt
- Geringere Betriebskosten durch Einsatz von Indirekter Freikühlung
- Geringere Investitionen durch kostengünstige Expansionskühlung für Sommer- und Redundanzbetrieb
- Energieeffizientes Klimatisierungssystem – Made in Germany

Betriebskosten – der entscheidende Faktor

Durchschnittliche Anteile am Stromverbrauch im Rechenzentrum

Quelle: Deutsche Energie Agentur



Energieverschwendung

- „Büroklimagerät“ bläst die Luft unten kalt aus in den Warmbereich der Server und saugt vorne oben die Luft aus dem „Kaltbereich“ ab
- Keine Redundanzen vorhanden

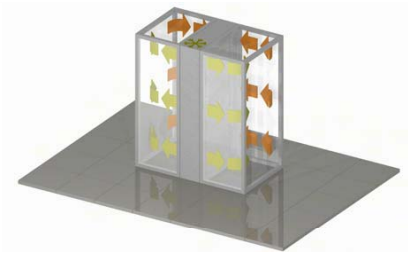
- Falsche Anordung der Rackreihen
- Durch Mischluft (fehlende Trennung von Warm- und Kaltgang muss bis zu 30% mehr Kühlleistung produziert werden als nötig

Betriebskosten – der entscheidende Faktor

- Die Betriebskosten für ein Rechenzentrum sind über dessen gesamte Gebrauchsdauer (10 Jahre) gesehen 150 – 250 % höher als die Investitionskosten. Davon sind 60 % Energiekosten
- Der Strompreis steigt in den letzten Jahren durchschnittlich um 9 %, also um 90 % während der Lebensdauer des Rechenzentrums
- Der durchschnittliche PUE (Gesamtenergieverbrauch im Verhältnis zum Energieverbrauch der Server- und Storagekomponenten) liegt bei ca. 2. Dies bedeutet Kühlung und unterbrechungsfreie Stromversorgung verbrauchen ebenso viel Strom wie die Server.
- Eine neue Rechenzentrumslösung mit hoher Energieeffizienz kommt auf einen PUE von unter 1,3 – somit lassen sich für ein Rechenzentrum mit 50 kW Serverleistung bei 20 cent / kWh pro Jahr über 60.000 EUR einsparen
- Die durchschnittliche Rearmortisationszeit für eine hocheffiziente Klimatechnik z.B. mit direkter freier Kühlung liegt bei 18 Monaten

Lösung – InRow vs. rackbasierte Kühlung

Alle Kühllösungen von innovIT können nach dem InRow-Prinzip (Luft wird in den Kaltgang eingeblasen und aus dem Warmgang abgesaugt) oder als rackbasierte Kühlung (die Racks sind geschlossen und werden direkt gekühlt) ausgeführt werden.

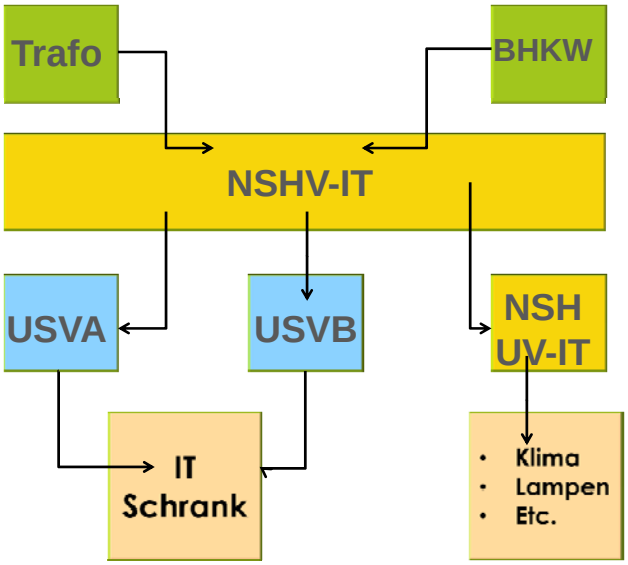


Die rackbasierte Kühlung hat die höchste Leistungsdichte, es wird jedoch neben jedem Rack eine Kühleinheit benötigt. Daher ist diese Lösung bis ca. 4 Racks oder bei hohen Packungsdichten interessant.

Gangschottung erhöht die Effizienz

- Gangschottungen zur Erhöhung der Energieeffizienz
- Schottung über den Gang aus Glas oder über den Racks zur Decke (flexibel oder fest) mit Wandelementen in Farbe nach Kundenwunsch
- Ganzglaspendel & Schiebetüren aus ESG mit Beschlag und Griffen aus eloxiertem Aluminium selbstschließend, optional mit gelasertem

Elektrotechnik



KWKK für Rechenzentren

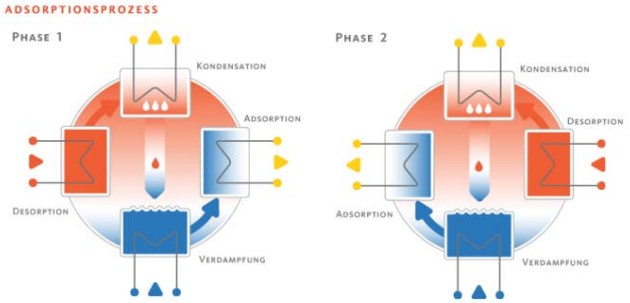
Benötigte Komponenten

- BHKW
- Adsorptionskältemaschine
- Hybrid-Umluftkühler (CW und DX)

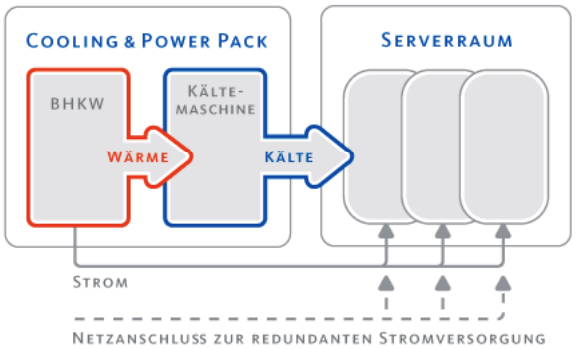
Beispiel KWKK-Anlage

Kälte aus Wärme - Adsorptionskälte

- Wasser als Kältemittel wird verdampft
- Dampf wird an Adsorptionsmittel angelagert (Zeolith oder Silicagel)
- Heißes Wasser des BHKW dampft das Adsorptionsmittel wieder aus
- Rückkühler kondensiert das Kältemittel

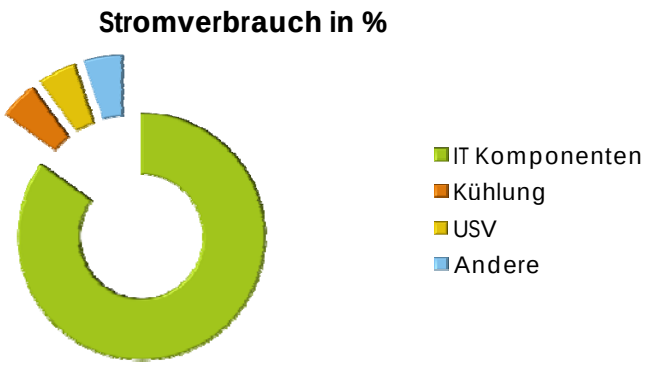


KWKK für Rechenzentren



- BHKW liefert den Strom für das RZ
- Kann als Netzersatzanlage ausgeliefert werden
- Die Abwärme des BHKW treibt Kälte Maschine an
- Kälte wird als kaltes Wasser ins RZ geliefert

Stromverbrauch des RZs mit KWKK



KWKK - Vorteile für den Betreiber

- Systemredundantes Kältesystem
- Starke Reduktion der Betriebskosten
- Sehr günstiger Strompreis (ca. 10ct kWh)
- Abwärme des BHKW kann im Winter zum Heizen verwendet werden
- BHKW kann als Netzersatzanlage verwendet werden
- €10.000 - €15.000 Ersparnis pro Jahr und 10kW
- Keine halogenierten Kohlenwasserstoffe im Einsatz

Projektablauf

1. Phase	2. Phase	3. Phase	4. Phase
• Leistung des RZ ermitteln • Stromverbrauch an der USV ablesen • Oder die Phasen messen • El. Leistung = Kälteleistung • Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	• RZ Planer involvieren • RZ Design anpassen • Neue ULKs aufstellen	• Prüfen ob BHKW das ganze Gebäude bedienen kann • BHKW passend auslegen • Weiterer Kühlbedarf vorhanden?	• KWKK-Anlage errichten und in betrieb nehmen • Geld sparen

Sinnvoller Leistungsbereich: 10kW – 100kW

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- Kostenlos und unverbindlich
- Fragebogen ausfüllen (download unter www.innovit.ag/kwkk)
- Zu uns senden
- Berechnung liegt i.d.R. innerhalb von zwei Werktagen vor

KOSTEN	CPP	KKM
Stromverbrauch in kWh (p.a.)	36.500	146.000
Stromkosten in € (inkl. Lastspitzen p.a.)	-6.012	-27.830
Brennstoffkosten/Wärmekosten in €	-60.833	-
Erträge aus BHKW-Strom in €	83.977	-
Jährliche Einsparung in €:	44.962	
Amortisationszeit:	< 3 Jahre	

Fragen Sie uns...

innovIT

CARES ABOUT IT

Eisspeicher – eine alternative Wärmequelle für die Gasabsorptionswärmepumpe

Herr Mnich, PBS & Partner

ASUE – Fachtagung am 28. Mai 2015 in Remagen

Eisspeicher – eine alternative Wärmequelle für die Gasabsorptionswärmepumpe

Referent: Ralf Mnich

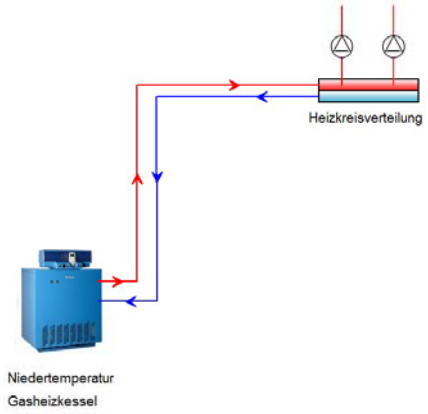
Projektvorstellung

Stadtwerke Langenfeld

Baujahr:	**2001**
Umbau:	**2013 / 2014**
Nutzfläche Büros:	**1.800 m²**
Nutzfläche Werkstatt:	**315 m³**
Nutzfläche Lager:	**845 m³**

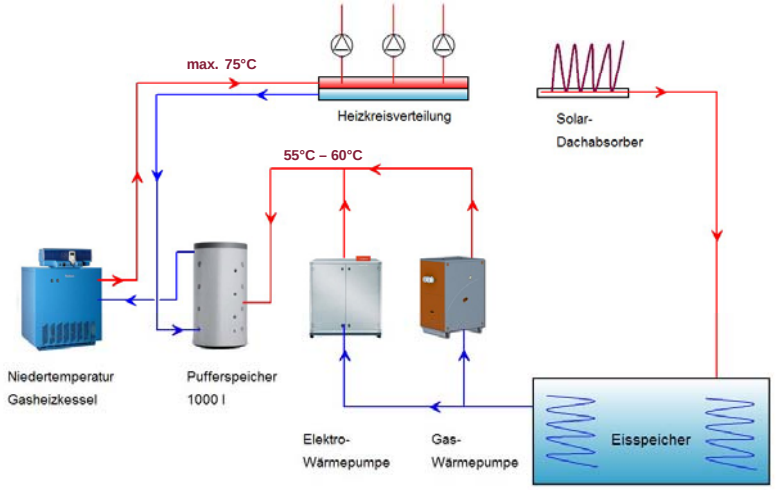
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Bestandsanlage



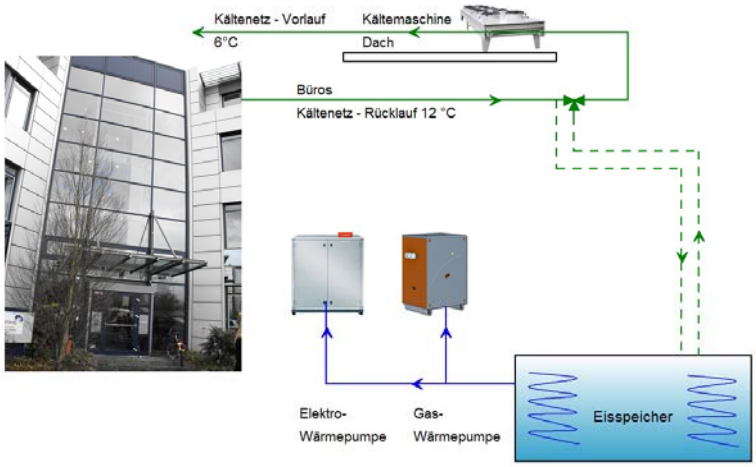
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Modernisierung: Einbindung in das vorhandene Heizsystem



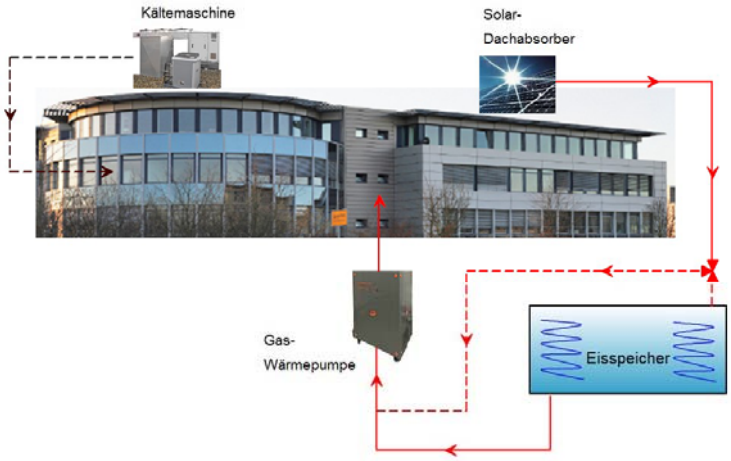
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Modernisierung: Einbindung in das vorhandene Kühlsystem



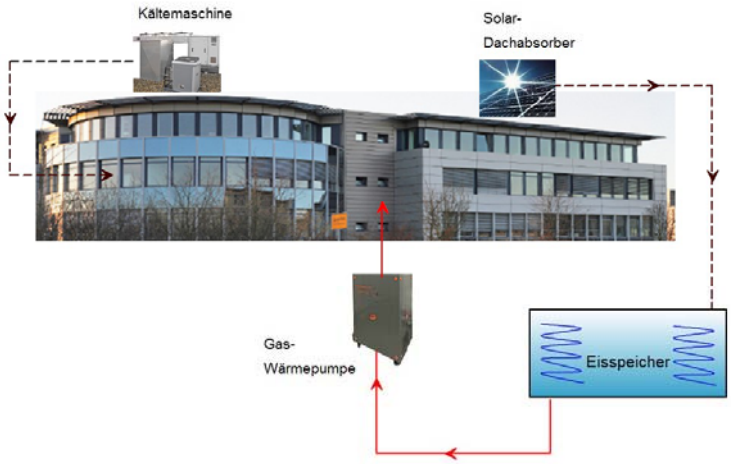
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Fall 1: Winter / Außentemperatur > 5°C - Heizen



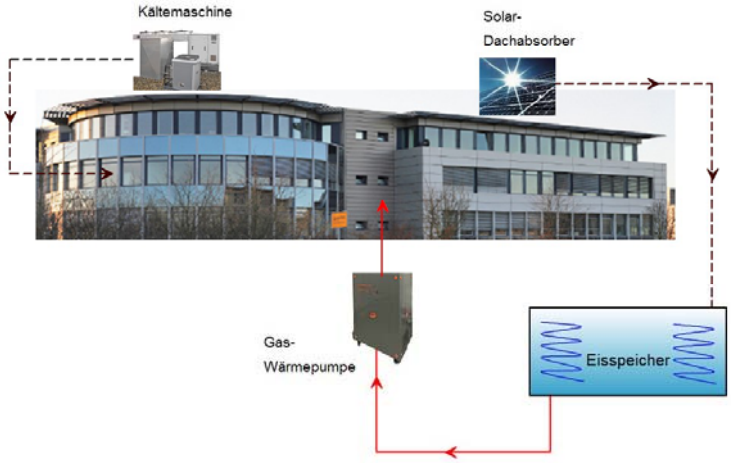
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Fall 2: Winter / Außentemperatur < 5°C - Heizen



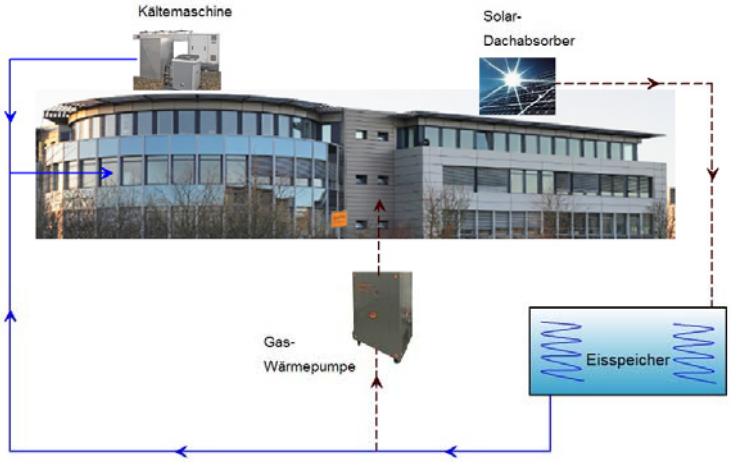
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Fall 3: Frühling / Heizen durch Wärmeentzug - Vereisung



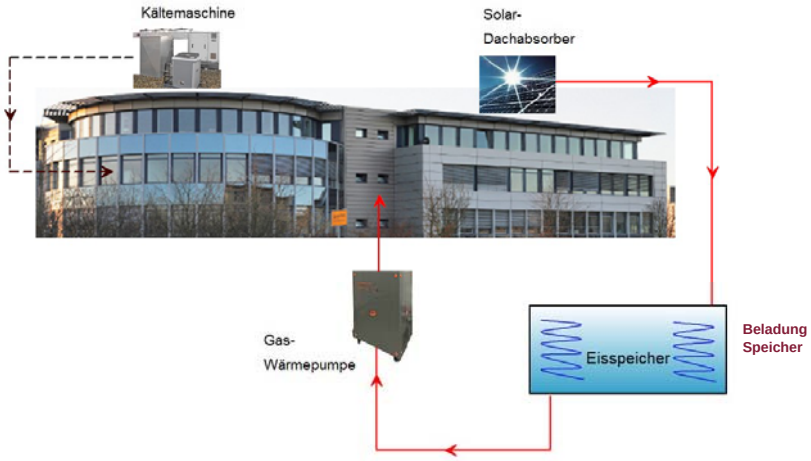
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Fall 4: Sommer / Kühlung aktiv Kältemaschine / Kühlung passiv Eisspeicher



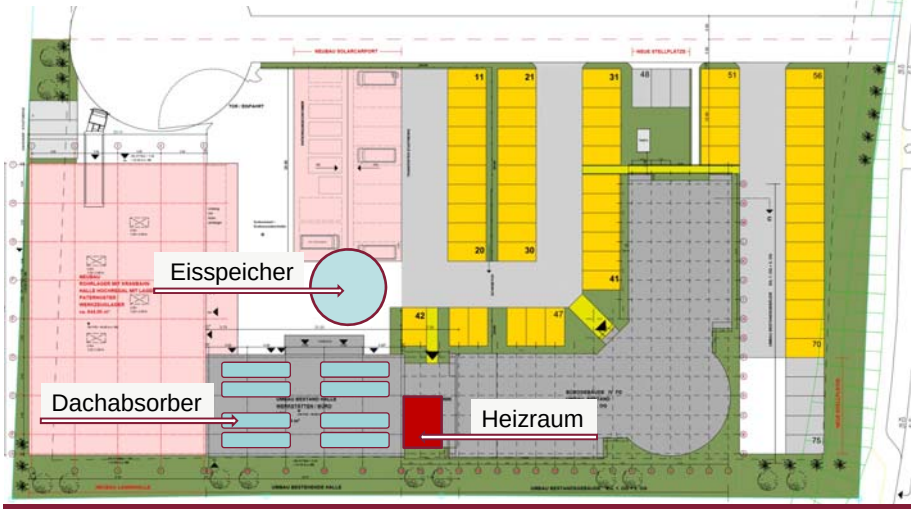
Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Fall 5: Herbst / Außentemperatur > 5°C - Heizen



Projektvorstellung: Stadtwerke Langenfeld

Die Lage der Komponenten



Die Komponenten

Der Eisspeicher im Bau

Durchmesser:		8,00 m
Höhe:		3,30 m
Volumen:	Wasser	115 m³
	Eis	90 m³

Die Komponenten

Der Eisspeicher im Bau

Ausbau Wärmetauscher

Die Komponenten

Die Solar- Dachabsorber

Absorber Blöcke: 8,00 Stück

Absorber Länge: 4.800 m

Oberfläche: 300 m²

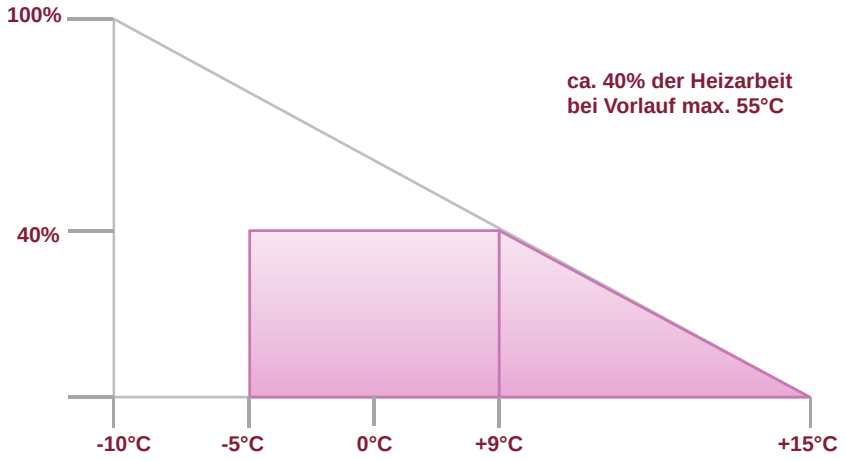
Die Komponenten

Die Gas- Absorbtionswärmepumpe

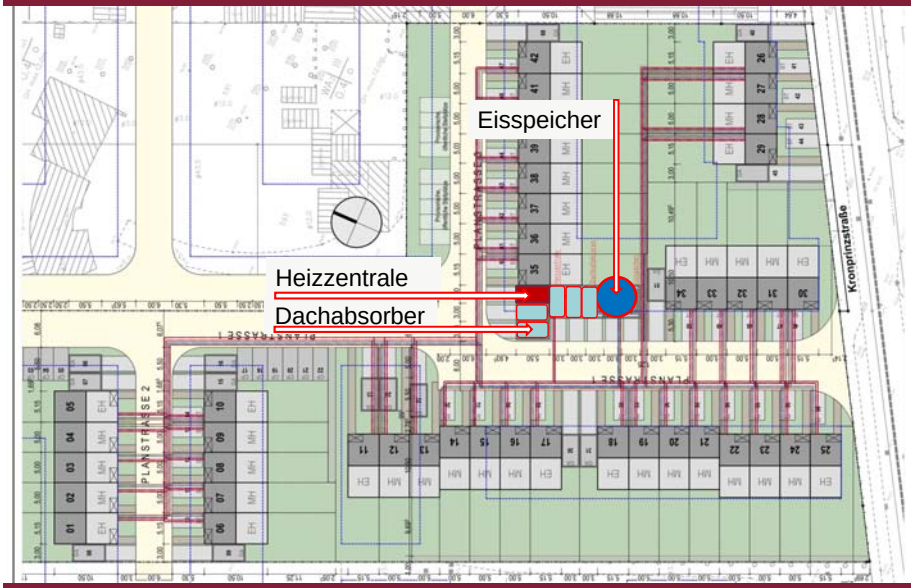
Fabrikat:	Robur
Typ:	GAHP - GS
Heizleistung:	42 kW
Temperatur:	55°C / 70°C
Gas-Wirkungsgrad Betriebspunkt BO / W50:	149 %

Erläuterung

Bivalenzpunkt Heizen – Teilparalleler Betrieb



Projektbeispiel: Baugebiet Kronprinzenstraße



Verantwortungsvoll und innovativ

…die Zukunft gestalten mit Systemtechnik

PBS&PARTNER

Zur Pumpstation 1
42781 Haan
Telefon: 02129 – 375 72 – 0
Telefax: 02129 – 375 72 – 23
info@pbs-partner.de
www.pbs-partner.de

Stadtwerke Langenfeld GmbH
Herr Weiß
Elisabeth-Selbert-Straße 2
40764 Langenfeld
Telefon: 02173 – 979 - 543
Telefax: 02173 – 979 - 579
reinhard.weiss@stw-langenfeld.de
www.stadtwerke-langenfeld.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Gasmotorwärmepumpen: Potenzial zur Energiewende in Deutschland auf Basis der Erfahrungen aus Japan

Herr Prof. Dr. Arthkamp, FH Bochum

Gasmotorwärmepumpen: Potenzial zur Energiewende in Deutschland auf Basis der Erfahrungen aus Japan

Remagen, 28. Mai 2015

Prof. Dr.-Ing. Jochen Arthkamp

Technische Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum

TFH Technische Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum

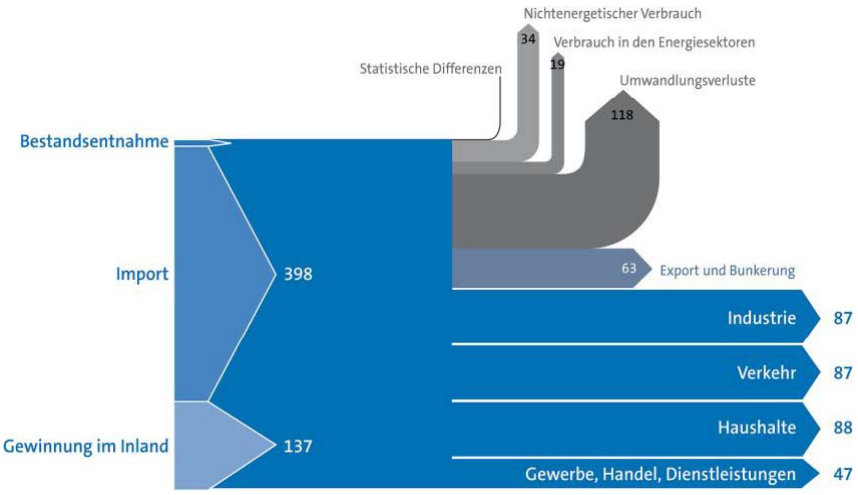
- Maschinenbau
- Verfahrenstechnik
- Elektrotechnik
- Geoingenieurwesen

- Vollzeit
- dual
- berufsbegleitend

Inhalte

- Energiebilanzen Deutschland und Japan
- Herausforderungen an die japanische Energieversorgung
  - Wende
- Kooperation Staat, Gerätehersteller, Energieversorger
- Wettbewerb und Vermarktung
- Herausforderungen in Japan
- Herausforderungen in Deutschland
- Schlussfolgerungen
  - Möglichkeiten mit dem Produkt Gasmotorwärmepumpe
  - Weitere Schritte

Energiebilanz Deutschland



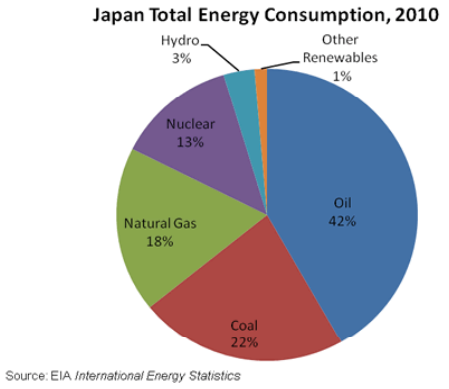
Energiewende in Deutschland

- Aufgaben
  - Ersetzen von Kernkraftwerken
  - Steigerung der Energieeffizienz
  - Energieeinsparungen
  - zunehmender Anteil regenerativer Energieträger
- Herausforderungen
  - Energiemengenproduktion
  - Leistung jederzeit verfügbar halten
  - Nachhaltigkeit
  - Umweltverträglichkeit
  - Kosten

Energiewende in Japan vor Fukushima

- Aufgaben
  - Zuverlässige Energieversorgung von Inseln
  - Wirtschaftliche Energieversorgung
  - Energiespeicherung
  - Energieeinsparungen
- Herausforderungen
  - Hoher und steigender Energiebedarf für Kühlung/Klimatisierung
  - Elektrische Netze an der Leistungsgrenze
  - Geringe eigene Energieressourcen

Energiemix Japan und Deutschland



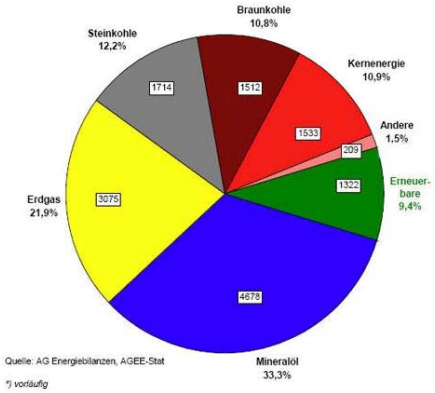


Abb.: IEA/ AG Energiebilanzen

Brutto-Stromerzeugung 2014

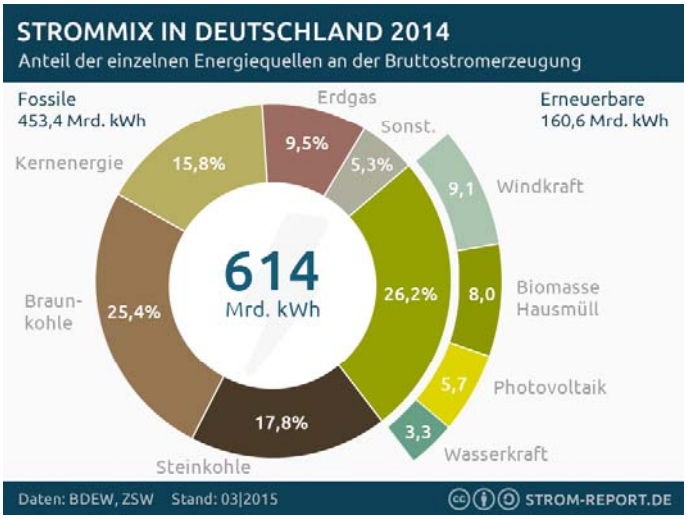


Abb.: strom-report.de

Elektrischer Strom

- +
  - mit vielen Techniken und Energieträgern erzeugbar
  - universell einsetzbar
  - HOHER EXERGIEWERT
    (2. Hauptsatz der Thermodynamik)

- -
  - vielfach unter hohen Verlusten produziert
  - Gleichzeitigkeit Produktion/Bedarf
    bei regenerativen Quellen
  - Kosten
  - Speicherung schwierig und teuer
  - SCHLECHTER SPEICHERWERT
    (neuer Hauptsatz?)

Unterangebot

Überangebot

Gleichzeitigkeit zwischen Angebot und Verbrauch

+

=

?

Abb.: wetter.net; hallertau.info; strassenweb.de

Bewertung von Energie

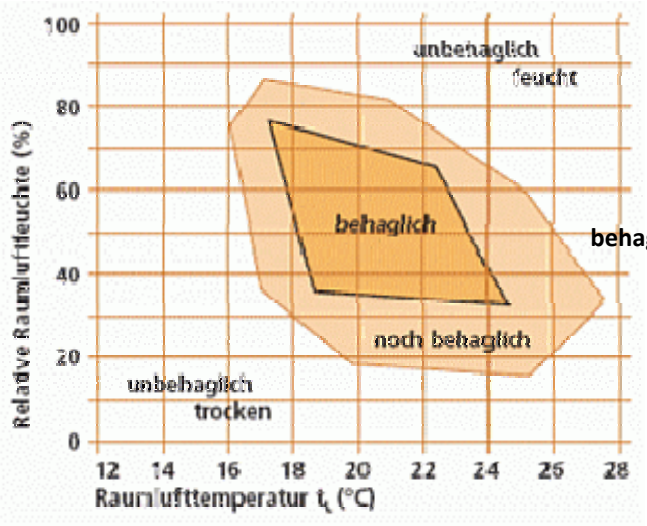
- Vergangenheit
  - räumlich begrenzt
  - zeitlich begrenzt
  - Menge begrenzt
- Gegenwart
  - jederzeit verfügbar
  - zentral
- Zukunft
  - erneuerbar
  - speicherbar
  - dezentral
- Immer
  - verfügbar
  - bezahlbar

Abb.: Moin Energie

Energiespeicher

Abb.: Touristik Dörzbach

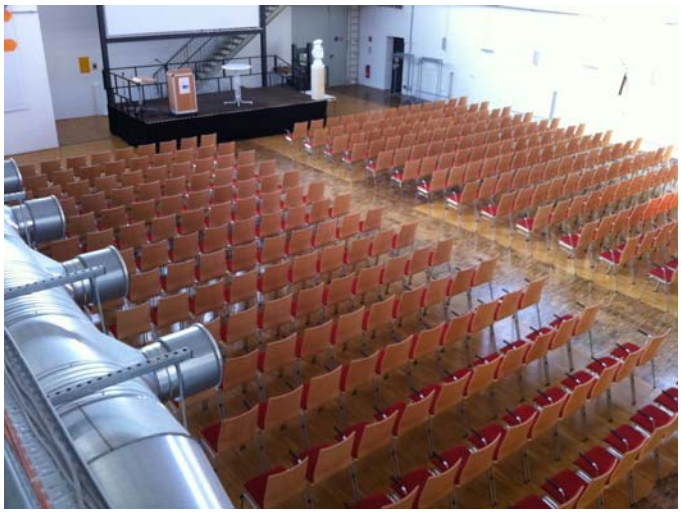
Behaglichkeitsbereich des Menschen



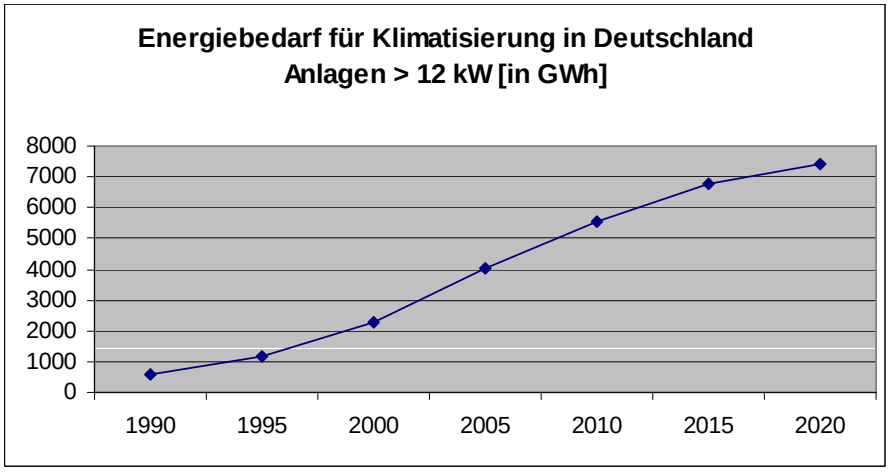
behaglich

Abb.: m+p

Beheizung, Kühlung, Belüftung

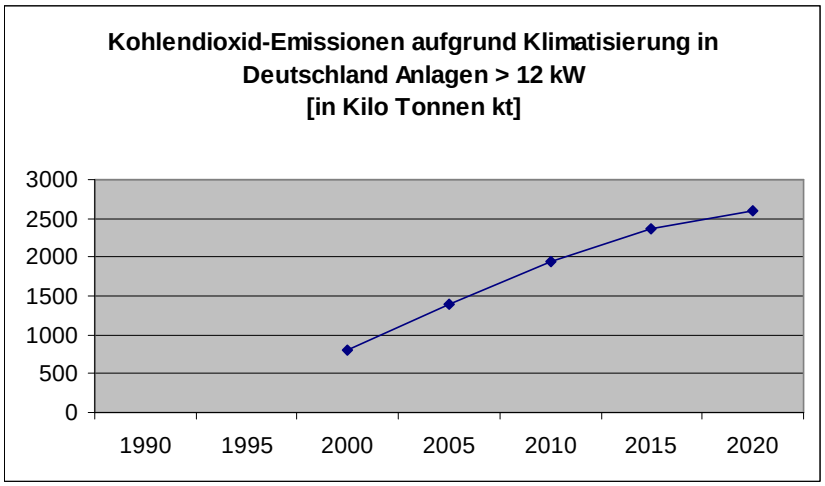


Energiebedarf der Klimatisierung In Deutschland



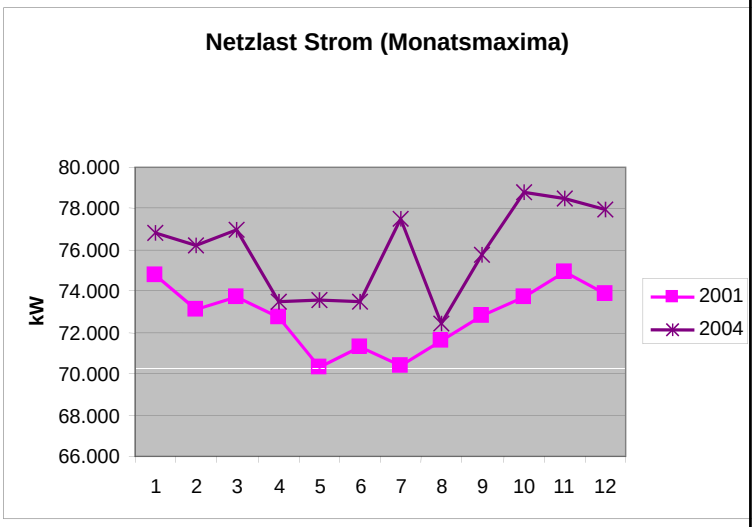
Quelle: Directorate-General Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U., April 2003

CO_2-Emissionen aus der Klimatisierung in Deutschland

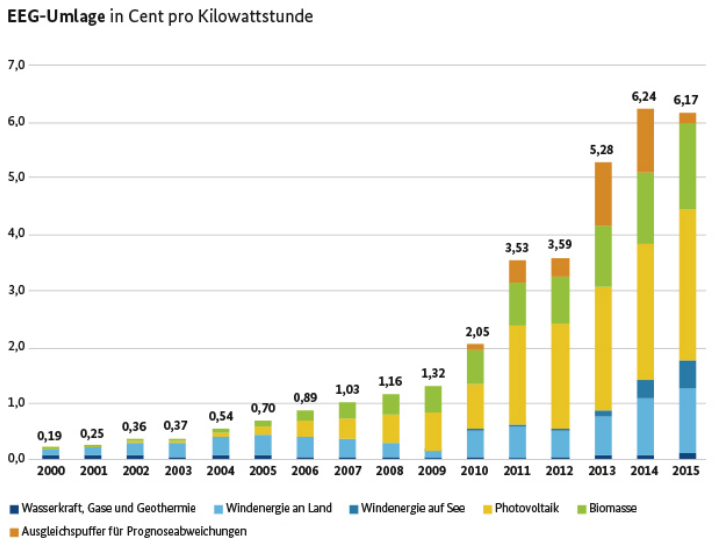


Quelle: Directorate-General Transportation-Energy (DGTREN) of the Commission of the E.U., April 2003

Zunehmende Belastung elektrischer Netze auch in Deutschland



EEG-Umlage



Herausforderung in Japan

- Heiße, schwüle Sommer
- Hoher Energiebedarf für Klimatisierung
- Wirkungsgrade thermischer Kraftwerke im Sommer begrenzt
- Elektrische Netze und Speicher an der Belastungsgrenze

Abb.: Christian Lundbeck

Energiebedarf für Kälte/Klimatisierung

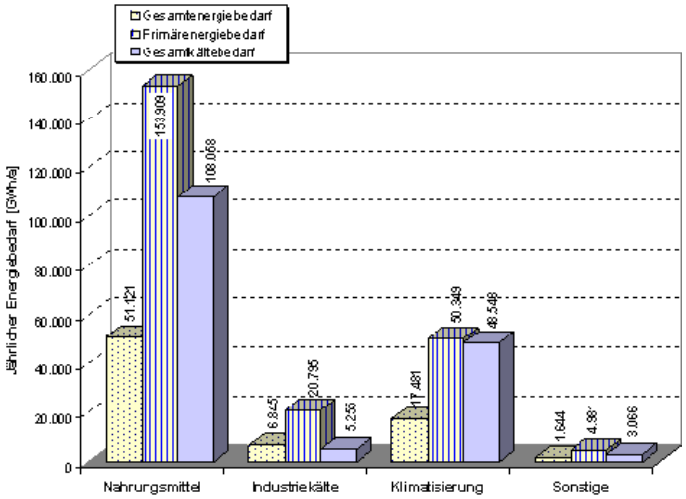


Abb.: DKW

Lösungsansatz in Japan

- Austausch des elektrischen Antriebs durch Gasmotor
- Gemeinsame Basisentwicklung
  - Japanischer Staat
  - Gerätehersteller
  - Energieversorger
- Weiterentwicklung der Gerätehersteller
- Markteinführung durch konkurrierende Gerätehersteller
- Vertrieb durch Energieversorger

Abb.: AISIN

Gasmotorwärmepumpe Prinzip

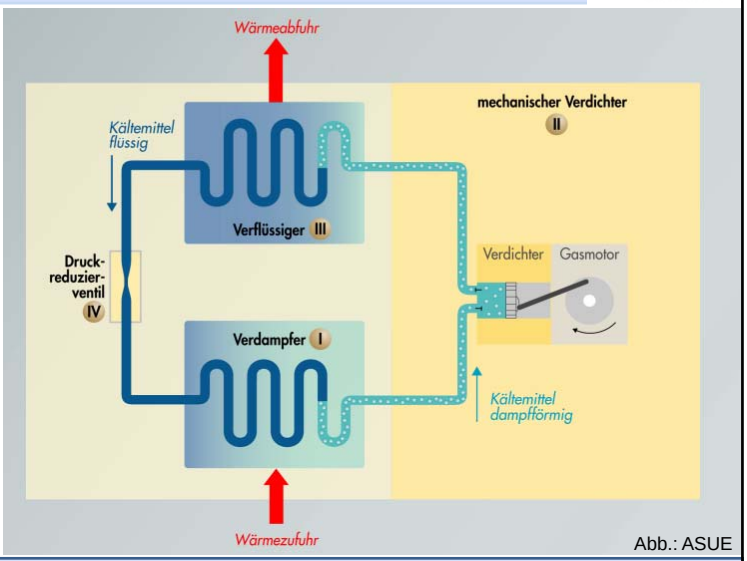


Abb.: ASUE

Entwicklung in Japan

- Sehr gute Geräte wurden entwickelt
- Über 700.000 Geräte in Japan installiert: Anschlussleistung ca. 35 GW
- zuverlässige Klimatisierung/Heizung
- Entlastung von Stromnetzen
- Erdgas ist leicht speicherbar

Gasmotorwärmepumpe

Abb.: Yanmar / Eschenfelder KKU

Gasmotorische Wärmepumpen

Motorische Gaswärmepumpe (Gasklimagerät)

Abb.: Berndt EnerSys / Aisin

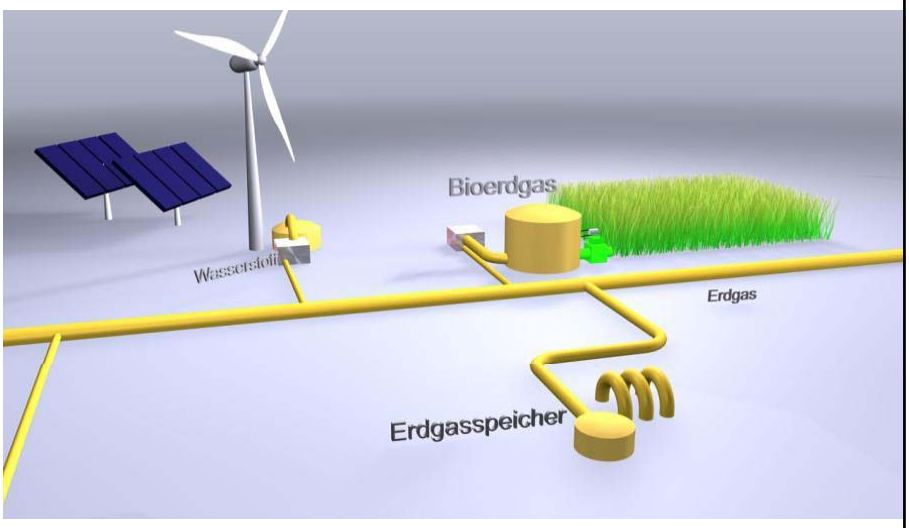
Zusätzlicher Anbieter: Yanmar

Abb.: Yanmar

Motorische Gaswärmepumpe (Gasklimagerät)

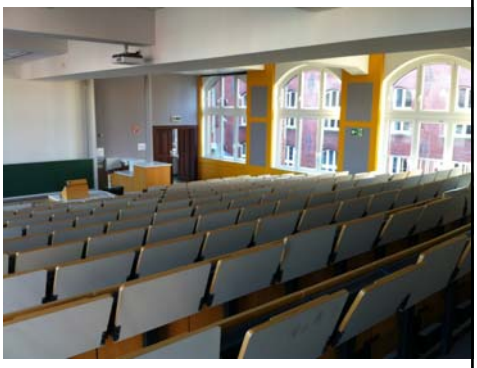
Abb.: Yanmar

Klassische und erneuerbare Energieträger



Fazit / Perspektive

- Gasmotorwärmepumpen können einen Beitrat zur Energiewende leisten
  - Energieeinsparung im Winter
  - Entlastung elektrischer Netze im Sommer
- Viele dezentrale Techniken können wenige zentrale Techniken ersetzen
- größte Herausforderung ist die Speicherung von Energie
- Erdgas ist besser zum Speichern geeignet als elektrischer Strom
- Umstellung einer Energieversorgung ist langwierig: Technik, Marketing



Haben Sie noch Fragen?
gern jetzt – und auch später . . .

Jochen Arthkamp
arthkamp@tfh-bochum.de

Kühlung eines Lebensmittel-Gewerbes mit Gasmotorwärmepumpen

Herr Becker, Berndt Enersys

YANMAR

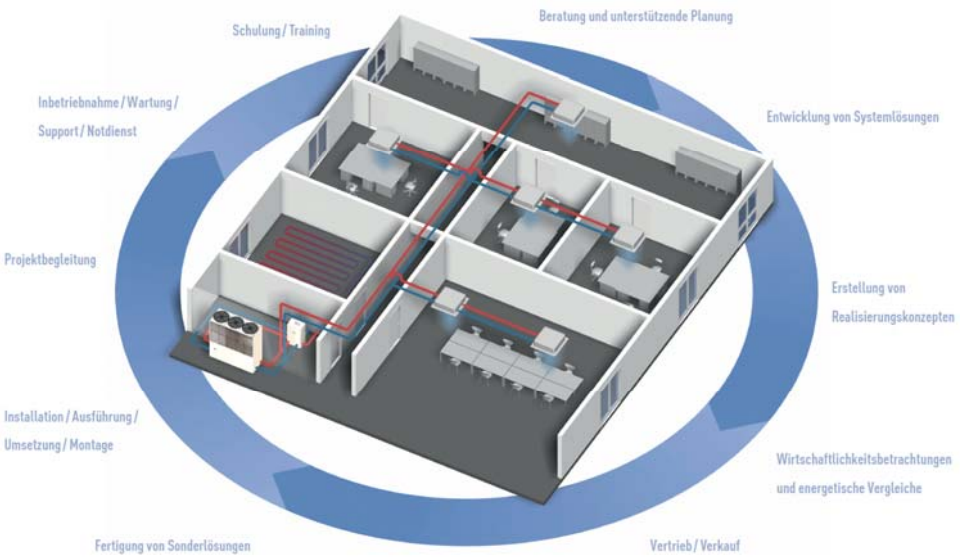
BERNOT ENERSYS

Kühlung eines Lebensmittel-Gewerbes mit Gasmotorwärmepumpe

Dipl.-Ing. Marcus Becker

YANMAR

BERNOT ENERSYS



YANMAR

BERNOT ENERSYS

Gaswärmepumpe
(Luft-Wasser & Luft-Luft)

Gaswärmepumpe
(Sole-/ Wasser-Wasser)

Blockheizkraftwerke

Hydraulikmodule

Gebläsekonvektoren

Regelungstechnik

BERNOT ENERSYS

Energetische Betrachtung der Gasmotorwärmepumpe

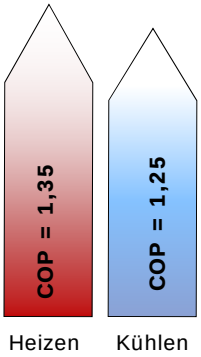
Die GMWP ist eine **Kompressionswärmepumpe**, angetrieben von einem **Gasverbrennungsmotor**.

Dabei wird auf **3 Wegen Wärmeenergie** aufgenommen:

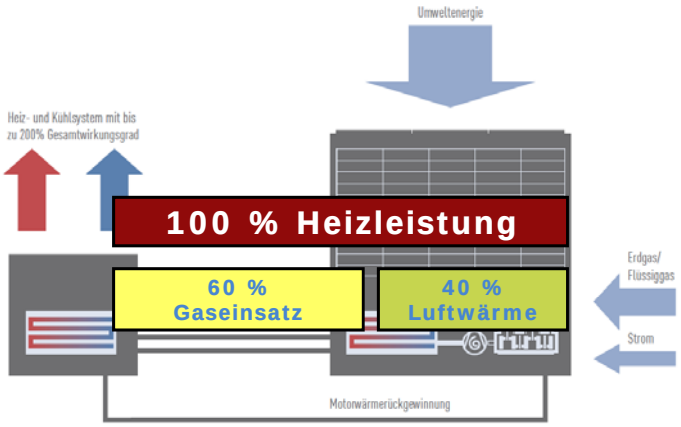
Nutzung der Umweltenergie aus der Luft (Wärmepumpe)

Nutzung der Abwärme des Kühlkreislaufs

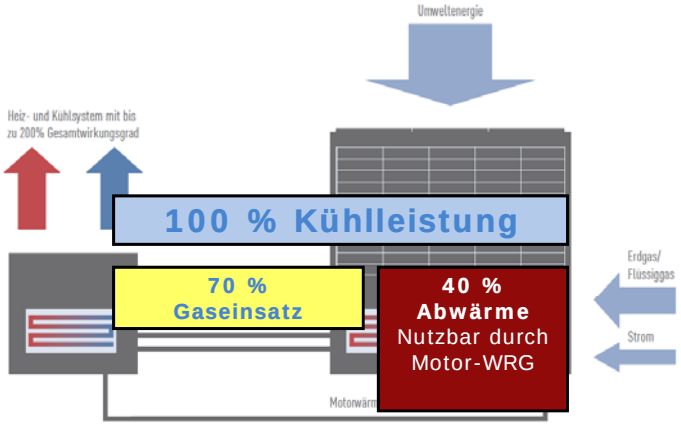
Nutzung der Abwärme der Abgase (inkl. Brennwerttechnik)



Funktionsprinzip **Heizbetrieb**



Funktionsprinzip **Kühlbetrieb**

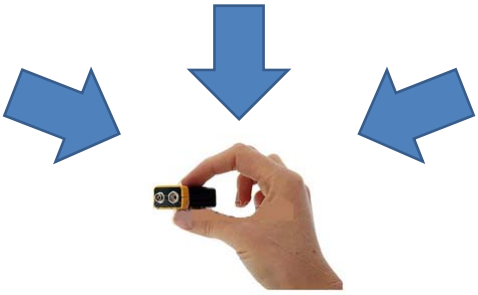


Geringe elektrische Leistungsaufnahme

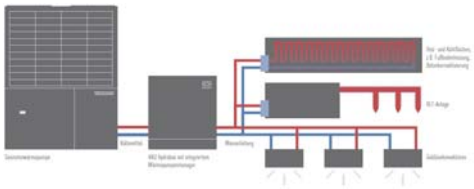
Trafostation

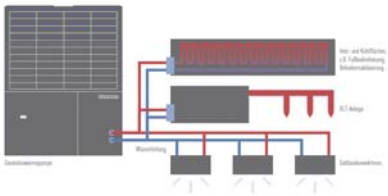
Unterverteilung/Schaltschrank

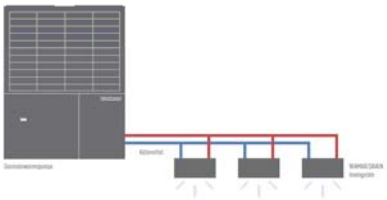
Notstromaggregat / NEA

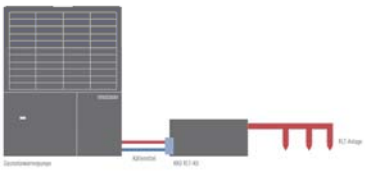


Systemvarianten



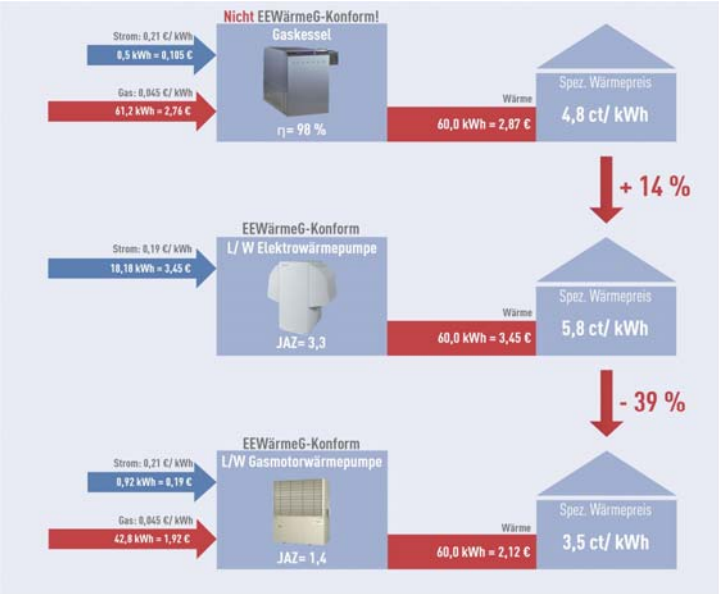






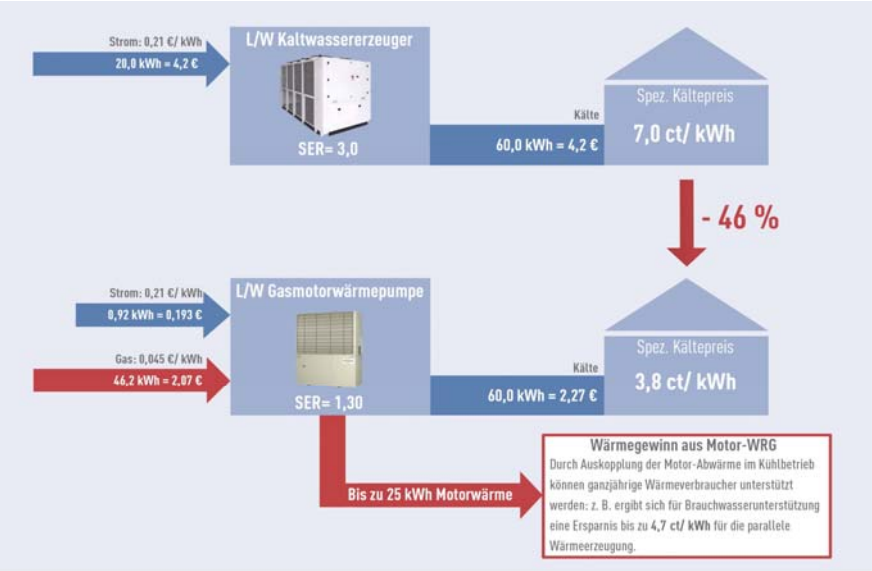
BERNOT ENERSYS

Betriebskostenvergleich

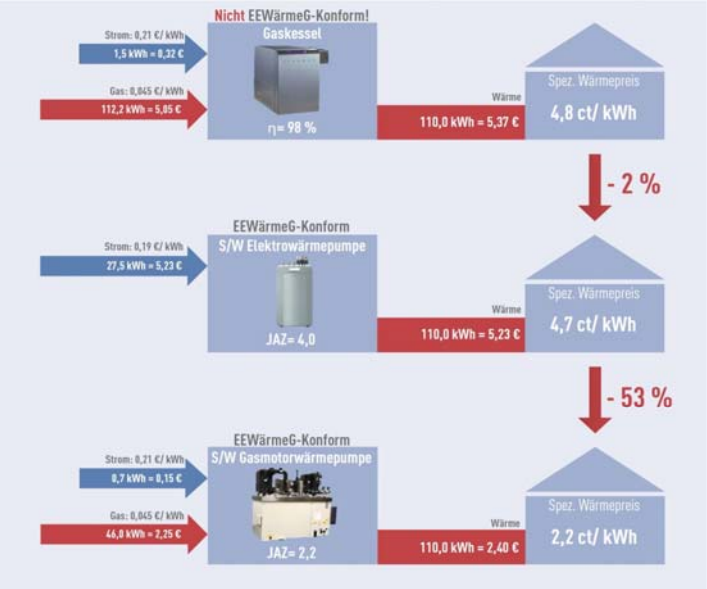


BERNOT ENERSYS

Betriebskostenvergleich



Betriebskostenvergleich



Abels Früchtewelt (2008)

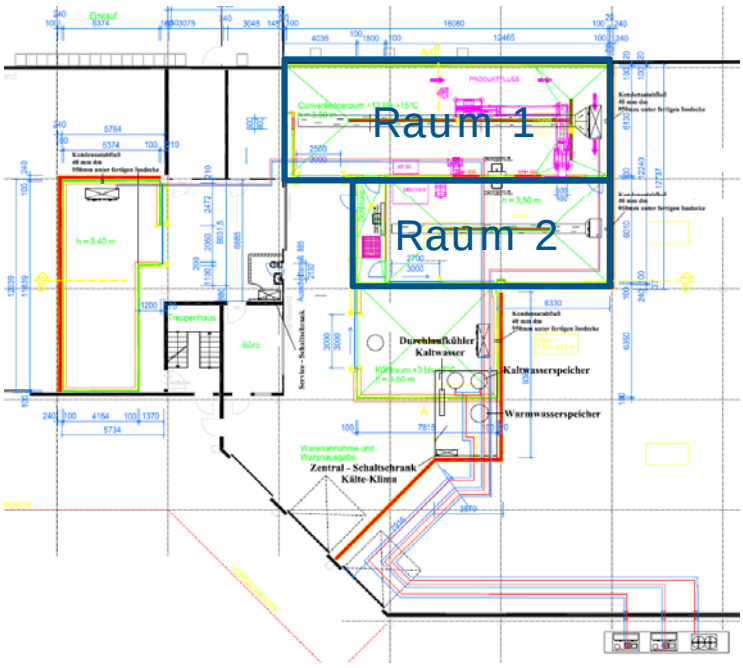
Projektvorstellung: Kühlung von Convenience Räumen

- Kühlung von 2 Convenience Räumen (2008)
  Standort: Bonn

- Nutzungsdaten
  - Raum 1 = 110 m² / 385 m³
  - Raum 2 = 75 m² / 263 m³
  - Temperaturniveau = +12°C bis +15°C
  - Schichtbetrieb 12h/d = 3120 h/a
  - Geforderte Kälteleistung = 24,5 kW
  - Be- und Entlüftung (konditioniert)

- Die Idee: Gasmotor betriebene Wärmepumpen
  - Geringe Gaspreise
  - Stromnetz wird kaum belastet
  - Kostenlose Erzeugung von Heißwasser bis zu ca. 60°C

- Umsetzung:
  - Gasmotorwärmepumpe AXGP355 mit WRG
    Nennklimaleistung = 35,5 kW
  - VRF-Expansionskits an Industrie Kälteverdampfern



Betriebsergebnis:

- Laufzeit vom 2008 bis 2013 von 9.819 Bh
- Entspricht 1.800 Bh/a
- Gasaufnahme: ca. 45.900 kWh/a
- Energiekosten: 2.295 €/a
- Anzunehmende Elektrokosten: 5.400,- €
  (COP = 1,6 und 0,16 €/kWh)
- Zusätzlich Warmwasser in Höhe von 23.400 kWh/a
  (Entspricht Heizkosten in Höhe von 1230,- €/a, bei 100% Nutzung)

BERNOT ENERSYS

Pilotprojekt:

Gasmotorische Gewerbekälte

BERNOT ENERSYS

Systemlösung Gewerbekühlung

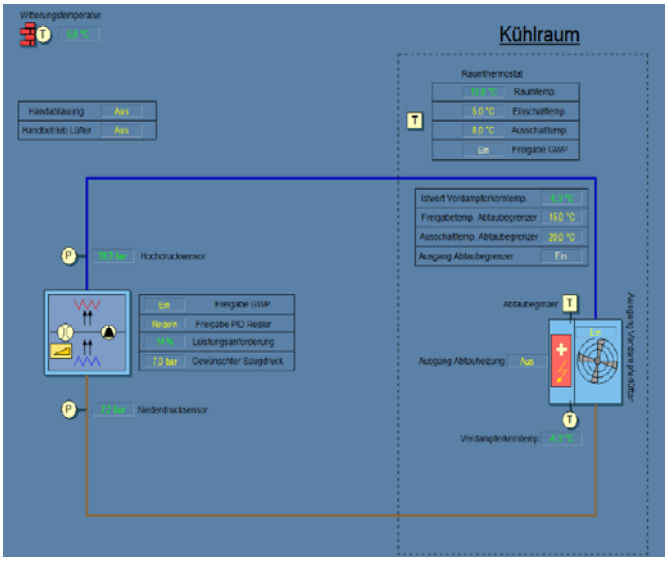
- Gesucht wird eine Alternative zu rein elektrisch betriebenen Kälteerzeugern
  - Hohe Strompreise
  - Örtliche Stromnetze sind ausgelastet
  - Einsparung der EEG Umlage
- Die Idee: Gasmotor betriebene Wärmepumpen
  - Geringe Gaspreise
  - Stromnetz wird kaum belastet
  - Keine EEG Umlage
  - Kostenlose Erzeugung von Heißwasser bis zu ca. 70°C
  - Abtauphase
    - Umschalten in den Heizbetrieb
    - Nutzen Heißwasser (Warmsole)
- Offene Punkte:
  - COP
  - Verhalten bei niedrigen Verdampfungstemperaturen
  - Regelung

Versuchsaufbau

- Testkammer
- Komponenten
  - Yanmar GHP ENCP 850 J
  - Güntner Verdampfer S-GHF 050.2J 27-ENS50E
  - Priva Regelung
  - Carel Einspritzventil E2V35
  - Cu – Rohr Kältemittelleitung 16/35
  - Länge 11,5m
  - R 410A

Regelung Versuchsaufbau

- Priva
  - Temperatur
  - Druck
  - Leistung 0-5V
  - Abtauphasen
  - Fernüberwachung
- Carel Einspritzventil
  - Überhitzung



Versuchsaufbau

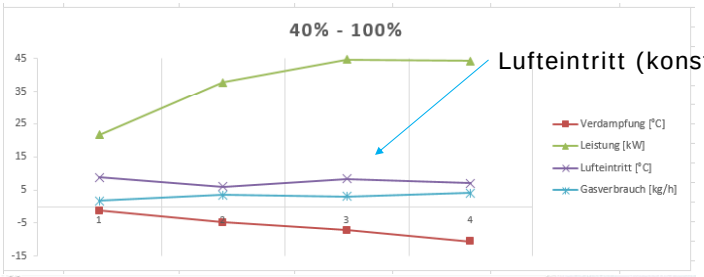
- Messung
  - Luftmenge: 12988m³/h
  - Temperatur °C
  - Rel. Feuchte %

Lufteintritt

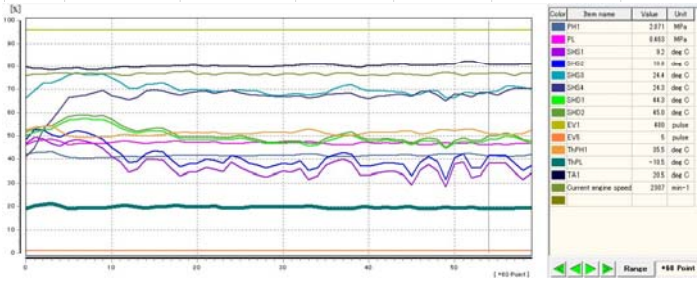
Messpunkte

Luftaustritt

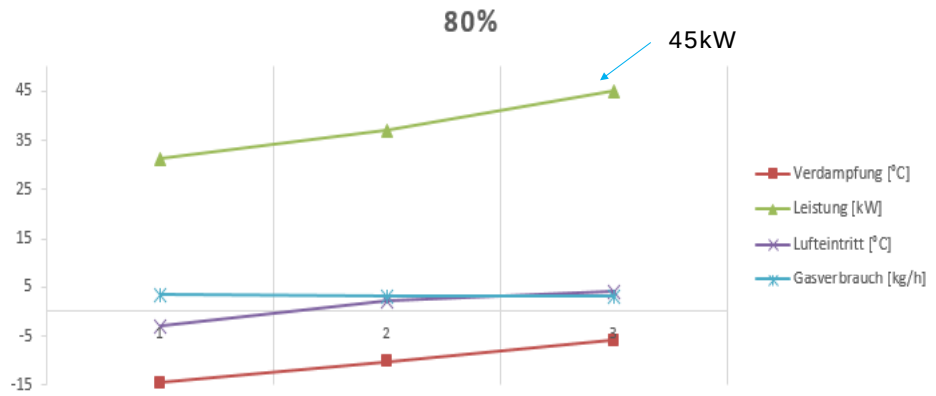
Auswertung Beispiel



Lufteintritt (konstant)



Auswertung Beispiel



Ergebnis

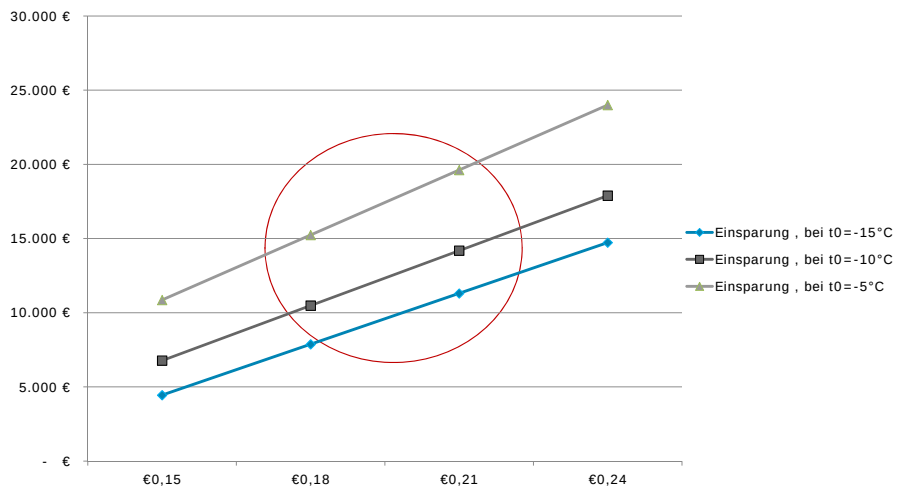
- Wirtschaftlichkeit:

	Gasmotor - Kühlung	Elektro - Kühlung
Leistung	56 kW	56 kW
COP	1,0	1,6
Energiepreis	5,0 ct/kWh$_{Gas}$	18 ct/kWh
Spezifischer Leistungspreis Kälte	5,0 ct/kWh$_{Gas}$	11,25 ct/kWh
Wärmeauskopplung der Motorwärme	30 kW	-
Temperaturniveau der Motorwärme	bis 70 °C	-
Wärmegutschrift durch Motorwärme (η = 0,95)	2,59 ct/kWh$_{Kälte}$	-
Effektiver Leistungspreis Kälte	2,41 ct/kWh$_{Kälte}$	11,25 ct/kWh$_{Kälte}$
Spez. Wartungskosten	0,5 ct/kWh$_{Kälte}$	0,15 ct/kWh$_{Kälte}$
Arbeitspreis (Kälte)	2,91 ct/kWh	11,4 ct/kWh
Energiekosteneinsparung	**74%**	

Legt man dieser Bilanz eine Nutzung von 5.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr zugrunde, bemisst sich das Einsparpotential der gasmotorischen Kühlung auf 24.000 €/a (Gasmotorisch = 8.008 €/a, Elektro = 31.920 €/a) v

Einsparpotential OHNE Nutzung der Motorwärme

Basis: Gaspreis = 5ct/kWh

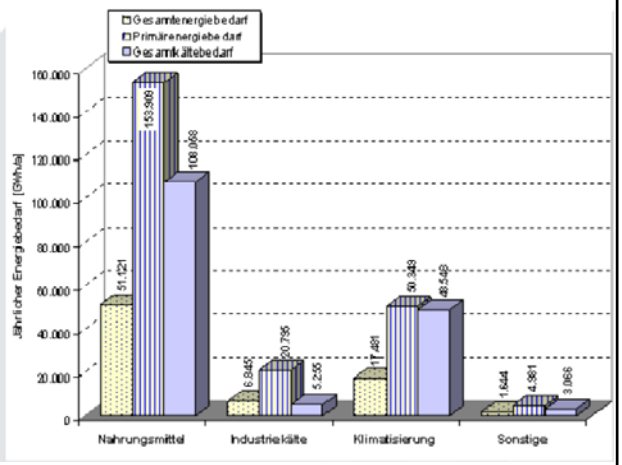


Systemlösung Gewerbekühlung

- Systemvorteile
  - Betriebskosteneinsparung (Kost nix)
  - Paralleles Beheizen des Gebäudes
  - Integrierte Abtauung mit Umkehrung oder Warmsole
  - Kostengünstige Montage, da gesamte Kältetechnik im AG
  - Geringe CO2 Emissionen
  - Reduktion des Primärenergiefaktores (ENEV) durch Integration der Motorwärme ins Heizungsnetz (Abwärme)
  - Einfache Montage / Installation durch kompaktes Außengerät

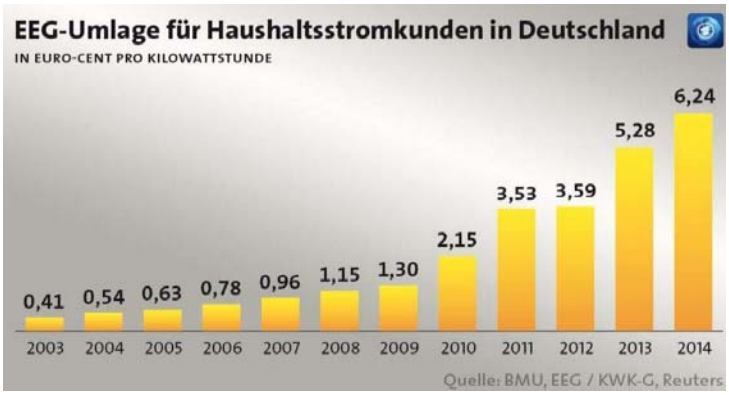
Systemlösung Gewerbekühlung

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



Systemlösung Gewerbekühlung

- Entwicklung der EEG- Umlage



Ergebnis

- Die Produktentwicklung im Anwendungsbereich der Gewerbekühlung bietet ausgezeichnetes Potential für eine nachhaltige Gasanwendung. Durch den primärenergetischen Einsatz von Erdgas lassen sich Betriebskosteneinsparungen in Höhe von 75% gegenüber einer konventionellen elektrisch betriebenen Kälteanlagen realisieren.

- Zudem ist der Anwendungsbereich der Direktverdampfung ein traditionell von der Elektroindustrie dominiertes Marktsegment. Technologisch ist dies nun mit enormen betriebswirtschaftlichen Einsparungen mittels Erdgaseinsatz stattdessen zu realisieren.

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