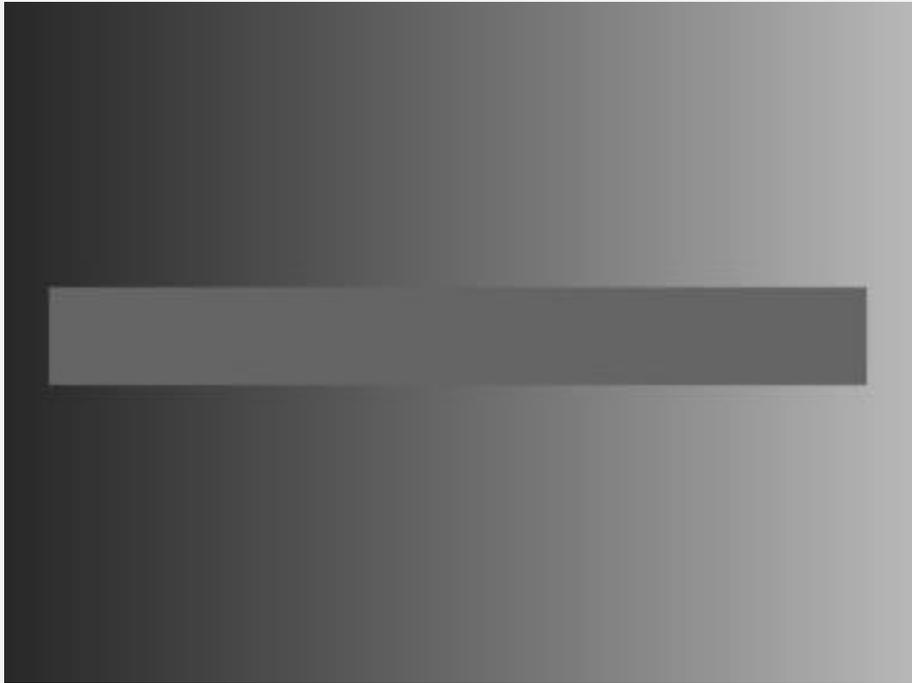
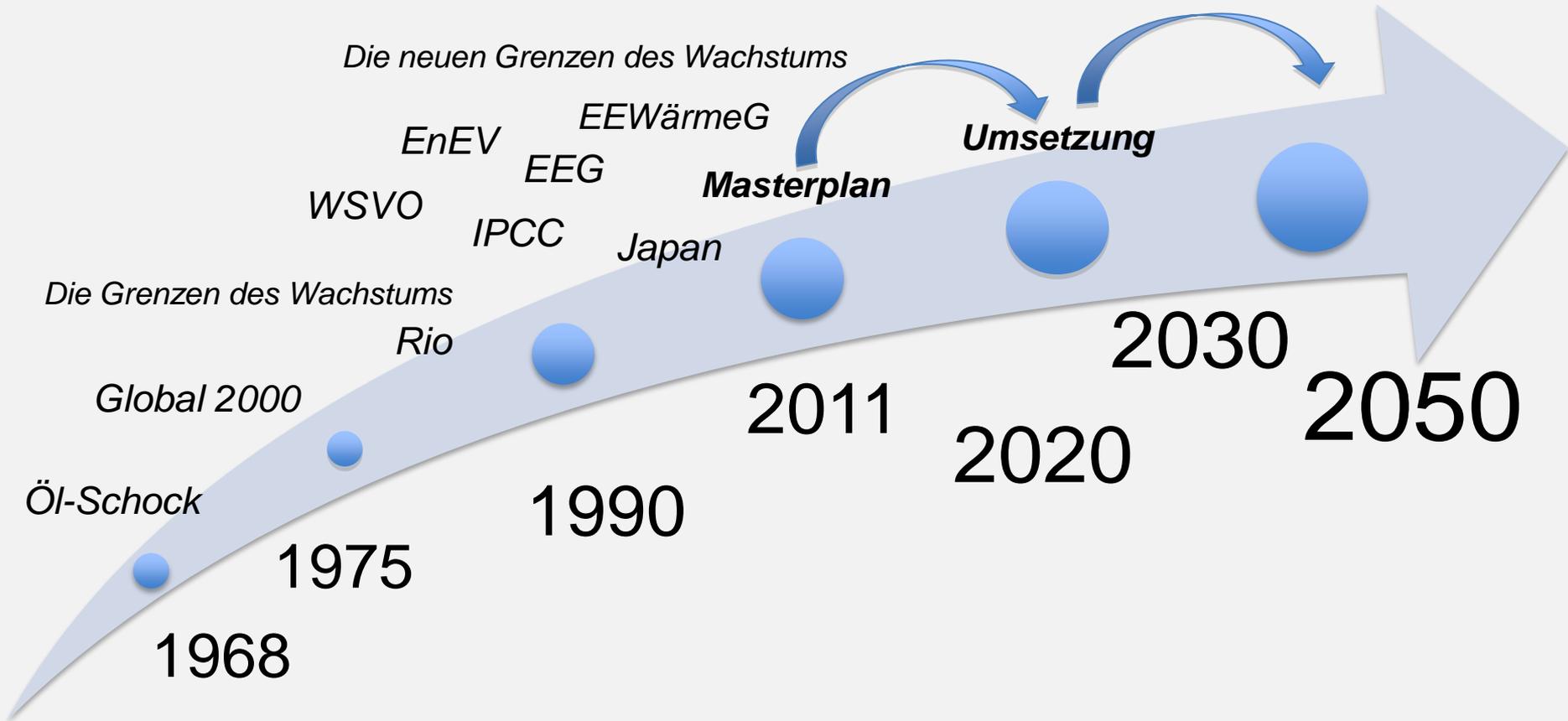


Moderne Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für KWK-Anlagen

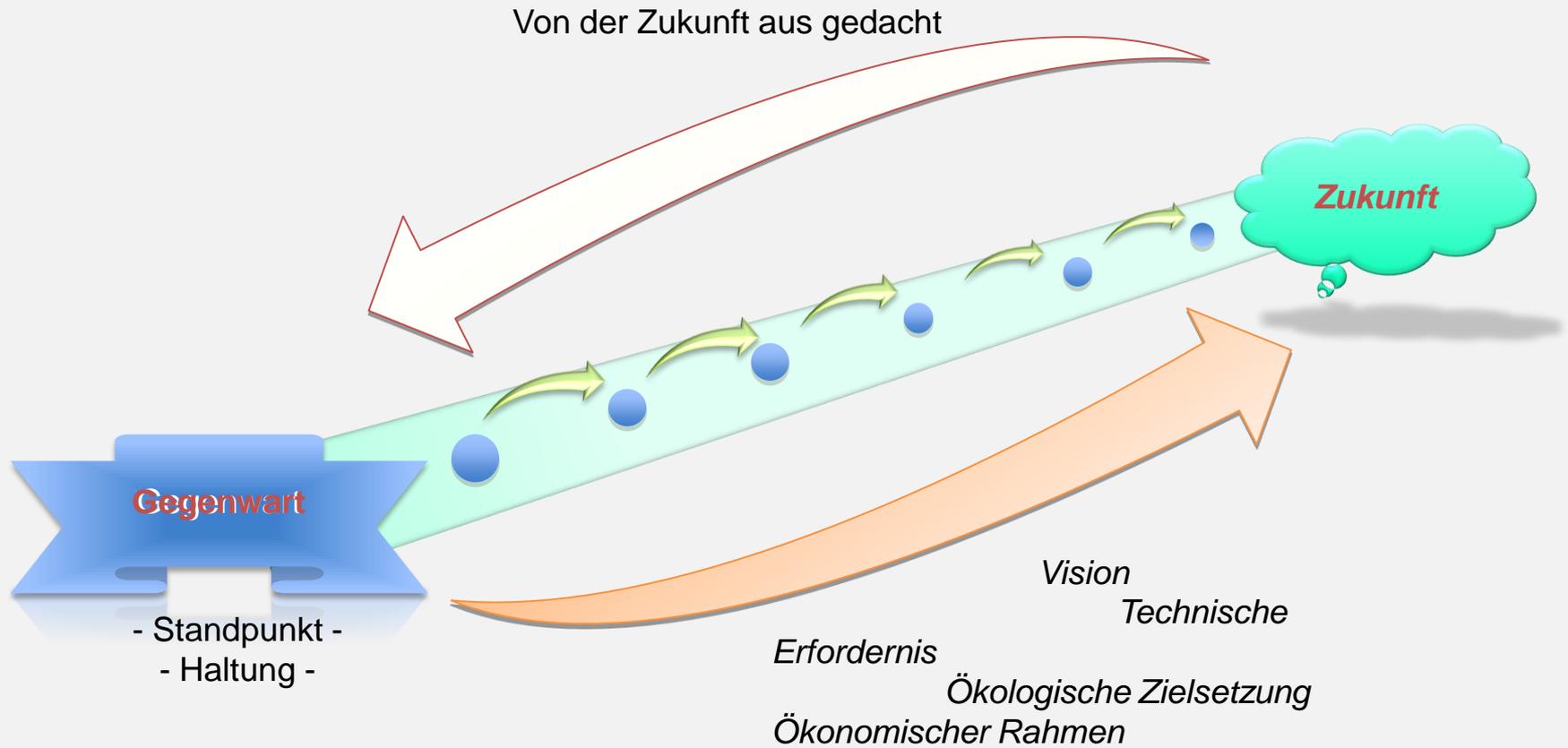
Jörg Probst Gertec Ingenieurgesellschaft



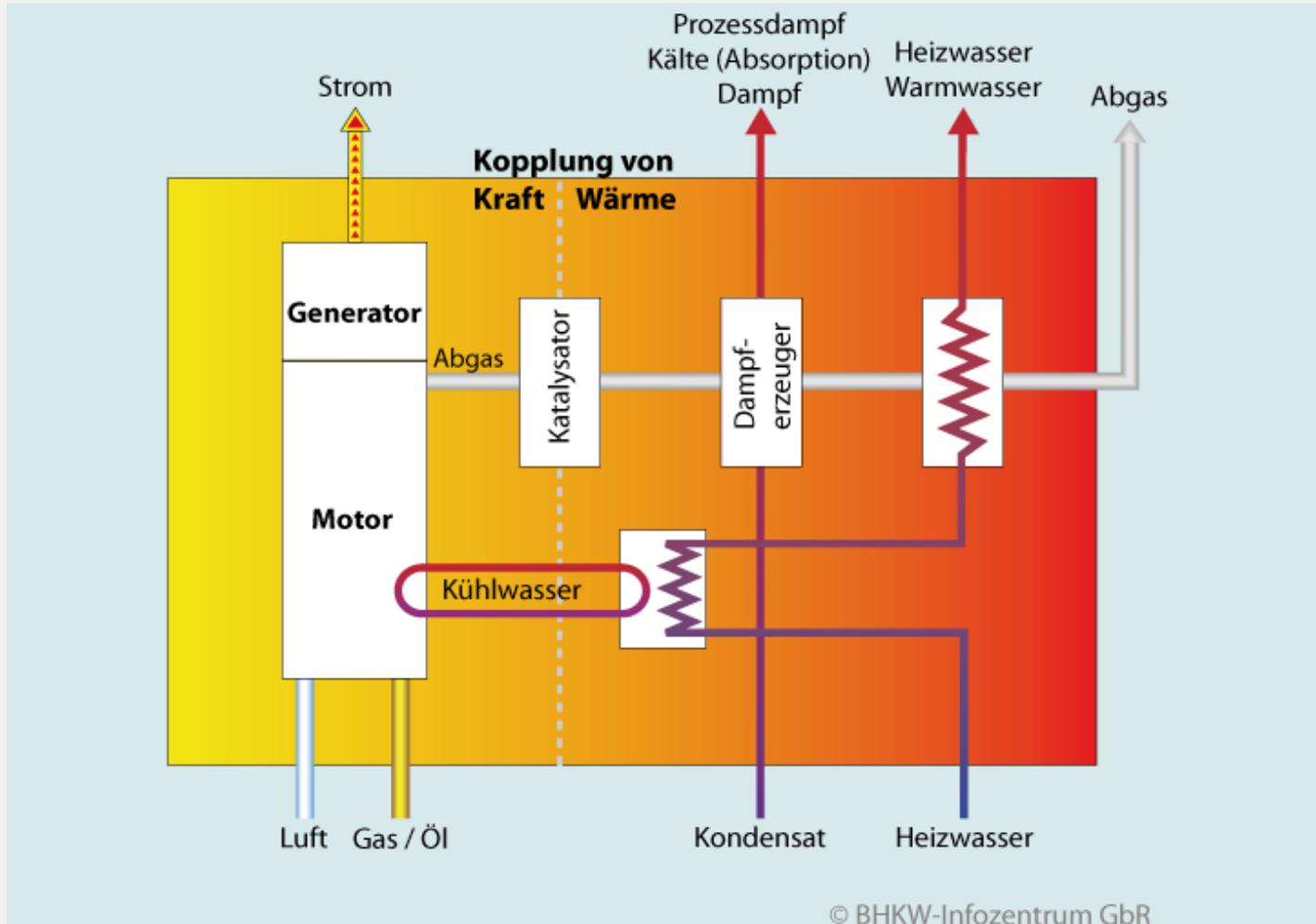
Entwicklungsprozess: Energieeffizienz



Entscheidungsprozess: von der Zukunft aus gesteuert

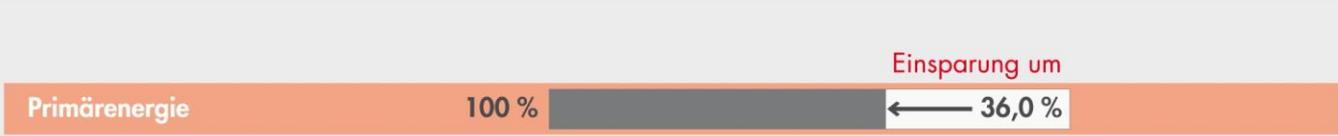
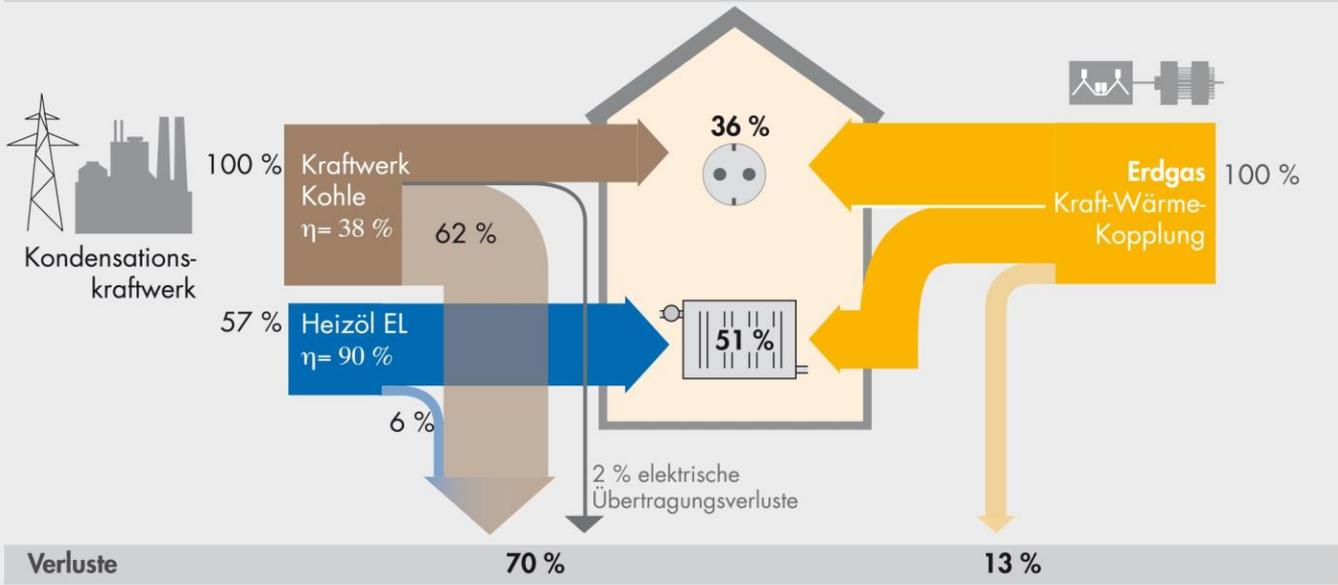


Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung



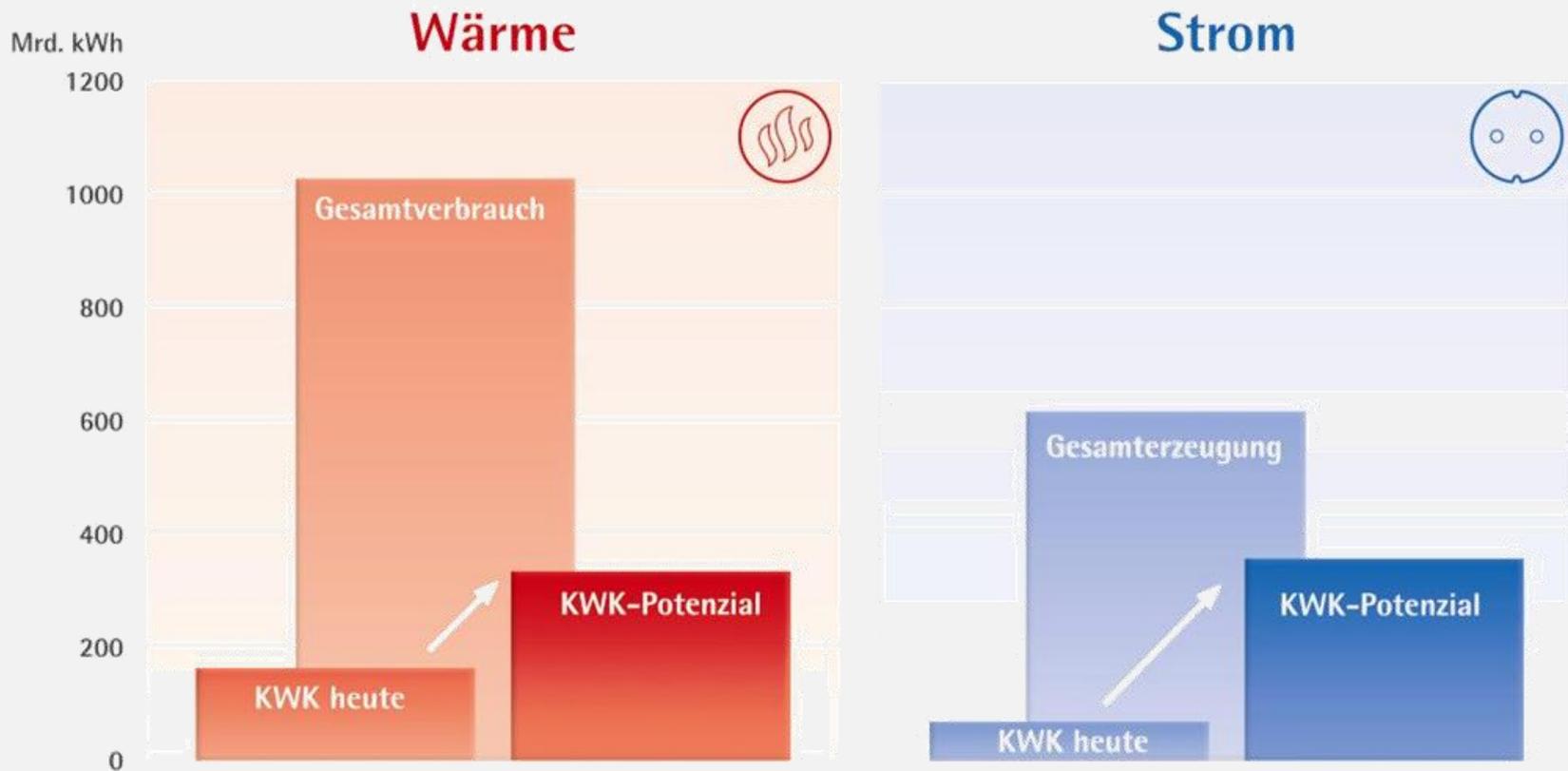
Vorteile der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung

Stromerzeugung	getrennte Erzeugung	dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung
Effizienz	55 %	87 %
Energieeinsatz	157 %	100 %



Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)

- Wirtschaftlich umsetzbare Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung



Quelle: Bremer Energieinstitut / Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt, 2005

Vorteile der Kraft-Wärme-Kopplung / PE-Einsparung

1

Kraft-Wärme-Kopplung

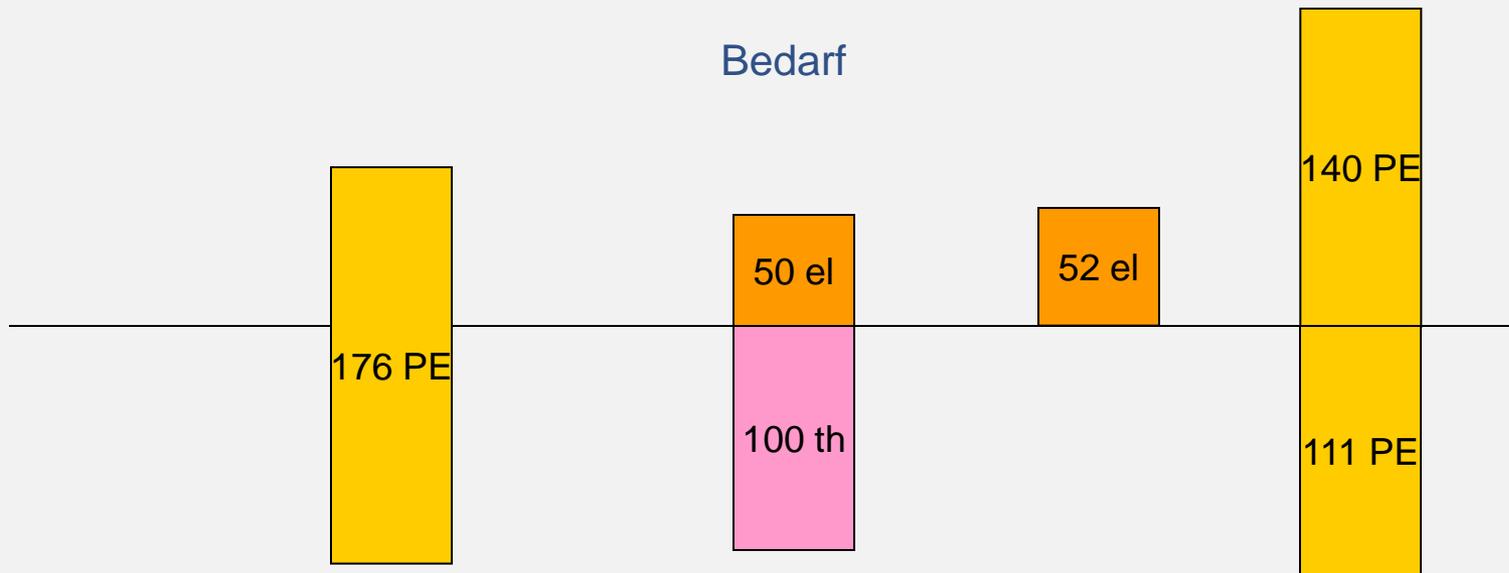
z.B. Blockheizkraftwerk

getrennte Erzeugung

Stromnetz

Kraftwerk

Bedarf

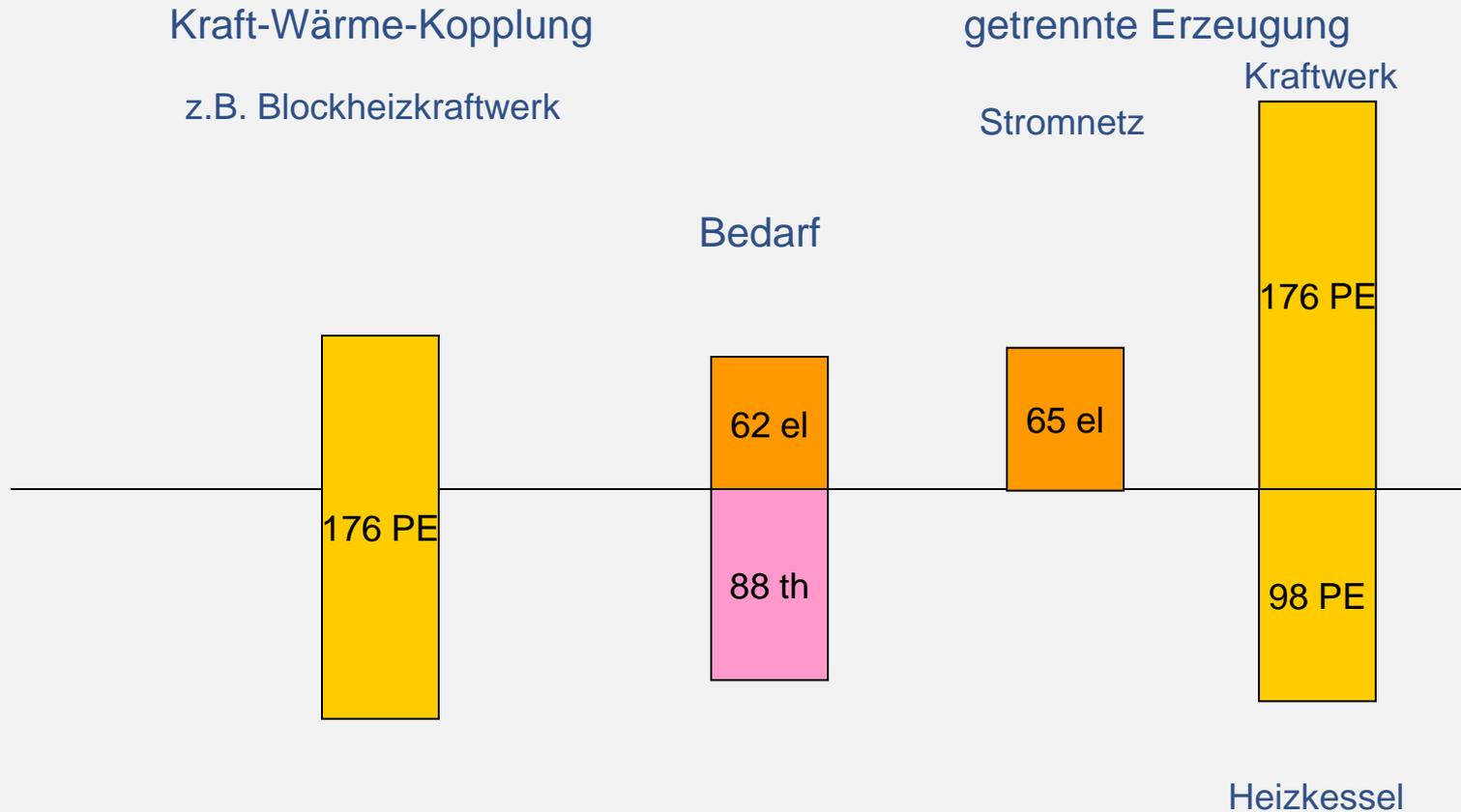


Heizkessel

Primärenergieeinsparung = $140 + 111 - 176 = 75$
> $(75 / 251 \times 100) = 30\%$ bei Stromkennzahl 0,5

Vorteile der Kraft-Wärme-Kopplung / PE-Einsparung

2

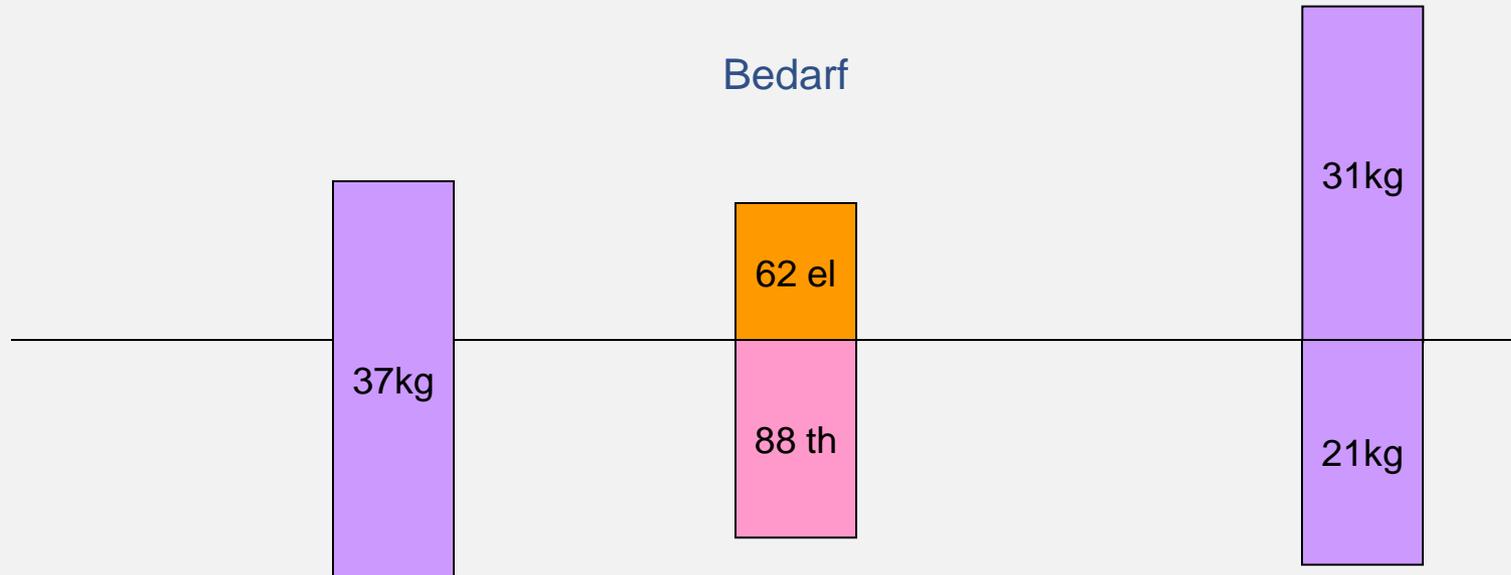


Primärenergieeinsparung = $176 + 98 - 176 = 98 >$
($98 / 274 \times 100$) = 36% bei Stromkennzahl 0,7

Vorteile der Kraft-Wärme-Kopplung / CO2-Minderung

Kraft-Wärme-Kopplung

getrennte Erzeugung



$\text{CO}_2\text{-Minderung} = 31 + 21 - 37 = 15$ (kg bei Energiemaßeinheit kWh)

$> (15 / 52 \times 100) = 29 \%$ bei Stromkennzahl 0,7

(CO2-Emissionsfaktoren: 210 g/kWh(Hu) Gas / 506 g/KWh Strom)

BHKW-Ausführungen



Mehrmodulanlage
3 x 300 kW(el)

/MDE Dezentrale Energiesysteme/

/Sokratherm/

Einzelmodul 50 KW(el)



Vorteile der Kraft-Wärme-Kopplung / spezif. Kosten

Mini - BHKW	4.500 €/kW _{el}	bzw.	2.100 €/kW _{th}
Groß - BHKW	600 €/kW _{el}	bzw.	500 €/kW _{th}

zum Vergleich: Heizkessel 70 bis 150 €/kW_{th}

Die Wirtschaftlichkeit von KWK Anlagen bestimmt sich durch:

- das Potenzial der Eigennutzung der erzeugten Wärme
- das Potenzial der Eigennutzung des erzeugten Stromes
- die Förderung und Befreiung von Steuern

Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung

- Energiesteuergesetz
- Stromsteuergesetz
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
- Erneuerbare-Energien-Gesetz
- Energieeinsparverordnung
- Erneuerbare Energien Wärme Gesetz
- ERP- und KfW-Förderprogramme

Kraftwärme-Kopplungsgesetz 2009

- Der Anteil der KWK an der Stromerzeugung in der BRD soll bis 2020 auf 25% erhöht werden.
(derzeit 12%, Dänemark 50%)
- Regelung von Abnahme und Vergütung von KWK-Strom (§4)
auch für den Eigenbedarf (neu)
- Regelung der Zuschläge für Neubau und Ausbau von Wärmenetzen

Erneuerbare Energien Wärme Gesetz (EEWärmeG)

Anforderungen gelten auch als erfüllt, wenn

- der Wärmebedarf mindestens zu
 - 50% aus Abwärme gedeckt wird (Mindest-Effizienz-Anforderung)
 - 50% aus Kraft-Wärme-Kopplung gedeckt wird

- Maßnahmen die zur Einsparung von Energie getroffen werden
 - Unterschreitung der EnEV-Anforderungen an Primärenergiebedarf und Wärmedämmung um 15%

- der Wärmebedarf aus Nah- oder Fernwärme gedeckt wird, die
 - vorwiegend aus Erneuerbaren Energien stammt oder
 - zu mindestens 50% aus Abwärme oder KWK gewonnen wird

KWKG-Novelle - Wärmenetze

Voraussetzungen für die Förderung von Wärmenetzen:

- generell wird nur der Neu- oder Ausbau gefördert (ohne Hausanschlüsse)
- Beginn des Neu- oder Ausbaus zwischen 01.01.2009 und Inbetriebnahme bis 31.12.2020
- 50 % der Wärme wird durch KWK-Anlagen erzeugt, im Endzustand 60%
- min 1 Abnehmer, der nicht Betreiber oder Eigentümer der versorgenden KWK-Anlage/n ist

Zuschlag für Wärmenetze

- einmalige Zahlung
- 1,0 € pro mm Nenndurchmesser und m Trassenlänge
- bis 20% der Investitionssumme
- insgesamt 5 Mio. € je Projekt

Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung / EnergieStG

§ 53 Steuerentlastung für die Stromerzeugung und die gekoppelte Erzeugung von Kraft und Wärme

(1) Eine Steuerentlastung wird auf Antrag vorbehaltlich Absatz 2 gewährt für Energieerzeugnisse, die nachweislich nach § 2 Abs. 1 Nr. 9, 10 oder Abs. 3 Satz 1 versteuert worden sind und die

1. zur Stromerzeugung in ortsfesten Anlagen oder

2. zur gekoppelten Erzeugung von Kraft und Wärme in ortsfesten Anlagen mit einem Monats- oder Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 Prozent verwendet worden sind. Wenn im Falle von Satz 1 Nr. 1 die in der Anlage erzeugte mechanische Energie neben der Stromerzeugung auch anderen Zwecken dient, wird nur für den auf die Stromerzeugung entfallenden Anteil an Energieerzeugnissen eine Steuerentlastung gewährt.

(2) Absatz 1 Satz 1 Nr. 1 gilt nur für Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von mehr als zwei Megawatt.

> Erstattungen: Erdgas 0,55 ct/kWh(Ho), Heizöl 6,14 ct/l

KWKG-Novelle 2009 – Einspeisevergütung

Grundpreis + verm. NNE + Zuschlag:

Grundpreis:

1. Vereinbarung zwischen Anlagen- und Netzbetreiber
2. **∅ Preis für Grundlaststrom an der EEX Strombörse Leipzig (vorheriges Quartal) zzgl. vermiedener Netznutzungsentgelte**
oder
3. Nachweis eines kaufbereiten Dritten

02.03.2009 15:50 MEZ

MARKTDATEN TRANSPARENZ EEX

Willkommen! Registrierte Benutzer können diese Seite anpassen. [Melden Sie sich bitte an.](#) Haben

EEX-TICKER Marktdaten 03.03.2009 Swissix Day Base: 67,32 €/MWh Swissix Day Peak: 72,20 €/MWh
Fast Market Phelix Base Month Futures Phelix Base Quarter Futures Phelix Base Year Futures
NCG Natural Gas Month Futures

STROM

Spotmarkt Stundenauktion Stundenkontrakte	Preis €/MWh	Lieferung
Phelix Day Base	40,58 ▼	03.03.2009
Phelix Day Peak	47,77 ▼	03.03.2009
Swissix Day Base	67,32 ▲	03.03.2009
Swissix Day Peak	72,20 ●	03.03.2009
KWK-Index	68,01 €/MWh	Q4/2008

Spotmarkt Umsatz	Vol. Tag GWh	Vol. Monat GWh	Handelstag
Stundenkontrakte Stundenauktion	356,2	752,7	02.03.2009
Swissix	18,8	36,3	02.03.2009
Intraday Strom EEX	6,9	13,5	02.03.2009

Vermiedenes Netznutzungsentgelt

Entnahmestelle im	Jahresbenutzungsdauer			
	< 2500 h/a		≥ 2500 h/a	
	Leistungspreis €/kWh	Arbeitspreis Ct/kWh	Leistungspreis €/kWh	Arbeitspreis Ct/kWh
Höchstspannungsnetz	3,52	0,89	21,52	0,17
einschl. Umspannung	7,98	0,89	25,98	0,17
Hochspannungsnetz	5,93	1,42	34,43	0,28
einschl. Umspannung	14,31	1,42	42,81	0,28
Mittelspannungsnetz	9,44	2,29	55,19	0,46
einschl. Umspannung	24,01	2,29	69,76	0,46
Niederspannungsnetz	13,07	3,51	76,82	0,96

KWKG-Novelle 2009 – Zuschlag

Inbetriebnahme vom 1.1.2009 bis 21.12.2016	KWK-Zuschlag (ct/kWh)	max. geförderte Betriebsjahre (a)	max. geförderte Vollbenutzungsstundenzahl (h)
Brennstoffzelle	5,11	10	-
KWK-Anlagen bis 50 kW	5,11	10	-
KWK-Anlagen ab 50 kW bis 2 MW	2,1	6	30.000
KWK-Anlagen über 2 MW	1,5	6	30.000
modernisierte Anlagen	gemäß den entsprechenden Bestimmungen für Neuanlagen		
KWK-Anlagen, die wärmeseitig direkt mit einem Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes verbunden sind und dieses überwiegend mit Prozesswärme versorgen, erhalten die Vergütung über max. 4 Betriebsjahre und bis zu 30.000 Vollbenutzungsstunden			

Beispiel

KWK-Anlage mit 200 kW_{el}

Förderung:

(50 kW x 5,11 ct/kWh + 150 kW x 2,1 ct/kWh) x 30.000 h

--> 171.150 €

bei Investitionen (nur BHKW) von ca. 180.000 €

Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung / EEG

Leistungsklasse Biomasse-KWK	bis 150 kW (ct/kWh)	> 150 - 500 kW (ct/kWh)	> 0,5 - 5 MW (ct/kWh)	> 5 -20 MW (ct/kWh)
Basisvergütung	11,55	9,09	8,17	7,71
Basisvergütung KWK	2,97			
Nawaro-Bonus, allg.	5,94		3,96	-
Technologie-/ Innovationsbonus	1,98			
Zuschläge für 2010, danach Degression 1% pro Jahr Vergütungsdauer 20 a zzgl. Jahr der Inbetriebnahme				

Zinsgünstige Darlehen aus den KMU - Programmen

ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm

bei Ersatzinvestitionen: Energieeinsparung von 20% gemessen am Durchschnittsverbrauch der letzten 3 Jahre

bei Neuinvestitionen: Energieeinsparung von mindestens 15% gegenüber dem Branchendurchschnitt

KfW-Programm Erneuerbare Energien

Biomasse- und KWK-Anlagen sowie Wärmenetze unter bestimmten Voraussetzungen

Rahmenbedingungen der Kraft-Wärme-Kopplung 1

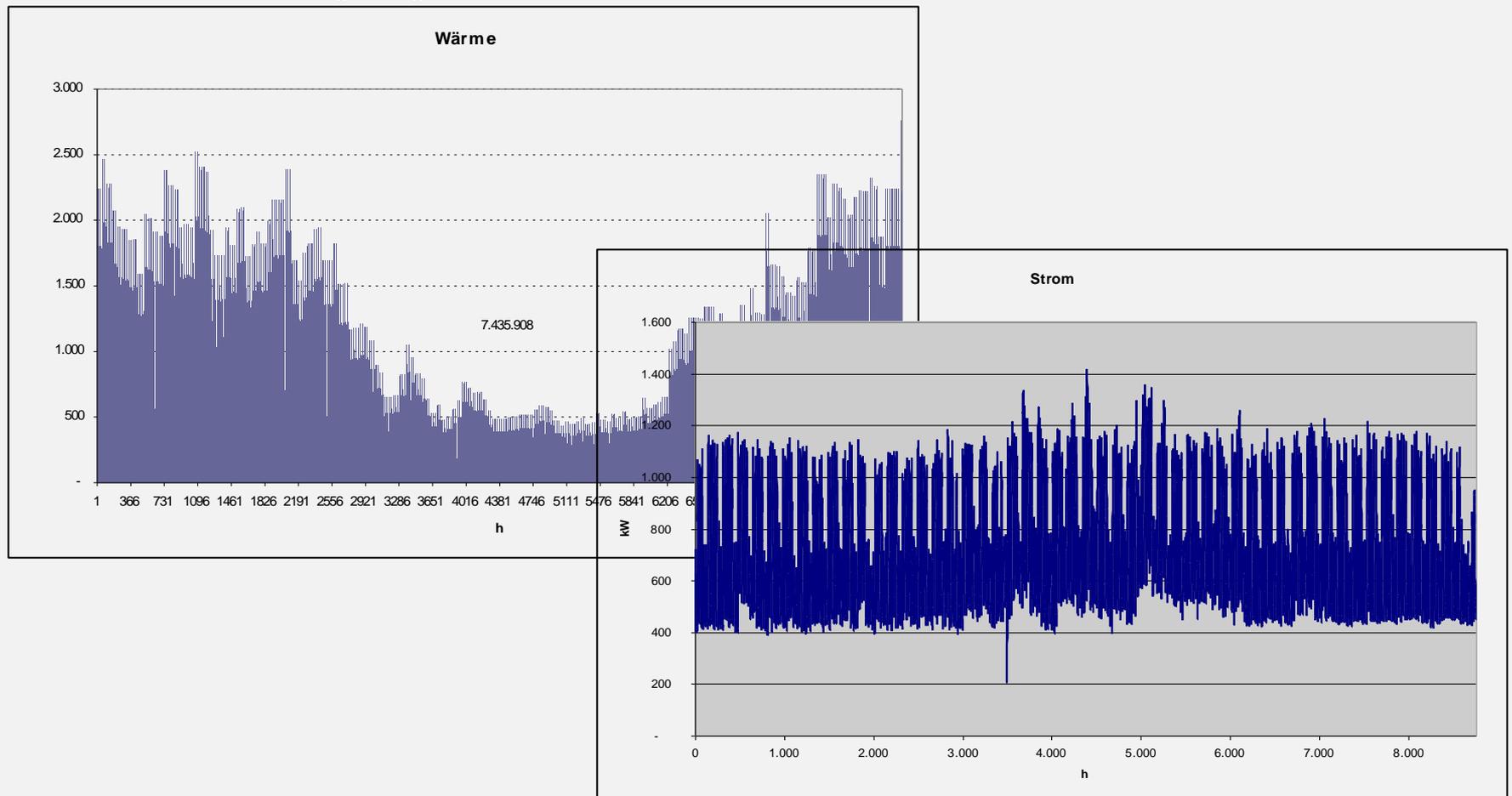
Der wirtschaftliche Betrieb der Kraft-Wärme-Kopplung hängt
- von einigen Sonderfällen abgesehen - im Wesentlichen von
folgenden Parametern ab:

- Nutzungsgrade und Stromkennzahlen der Aggregate
- Energiebezugskonditionen
- Laufzeiten/Auslastung der Aggregate

Idealerweise > 6.500 Vollbenutzungsstunden
d.h. Betrieb in der Grundlast

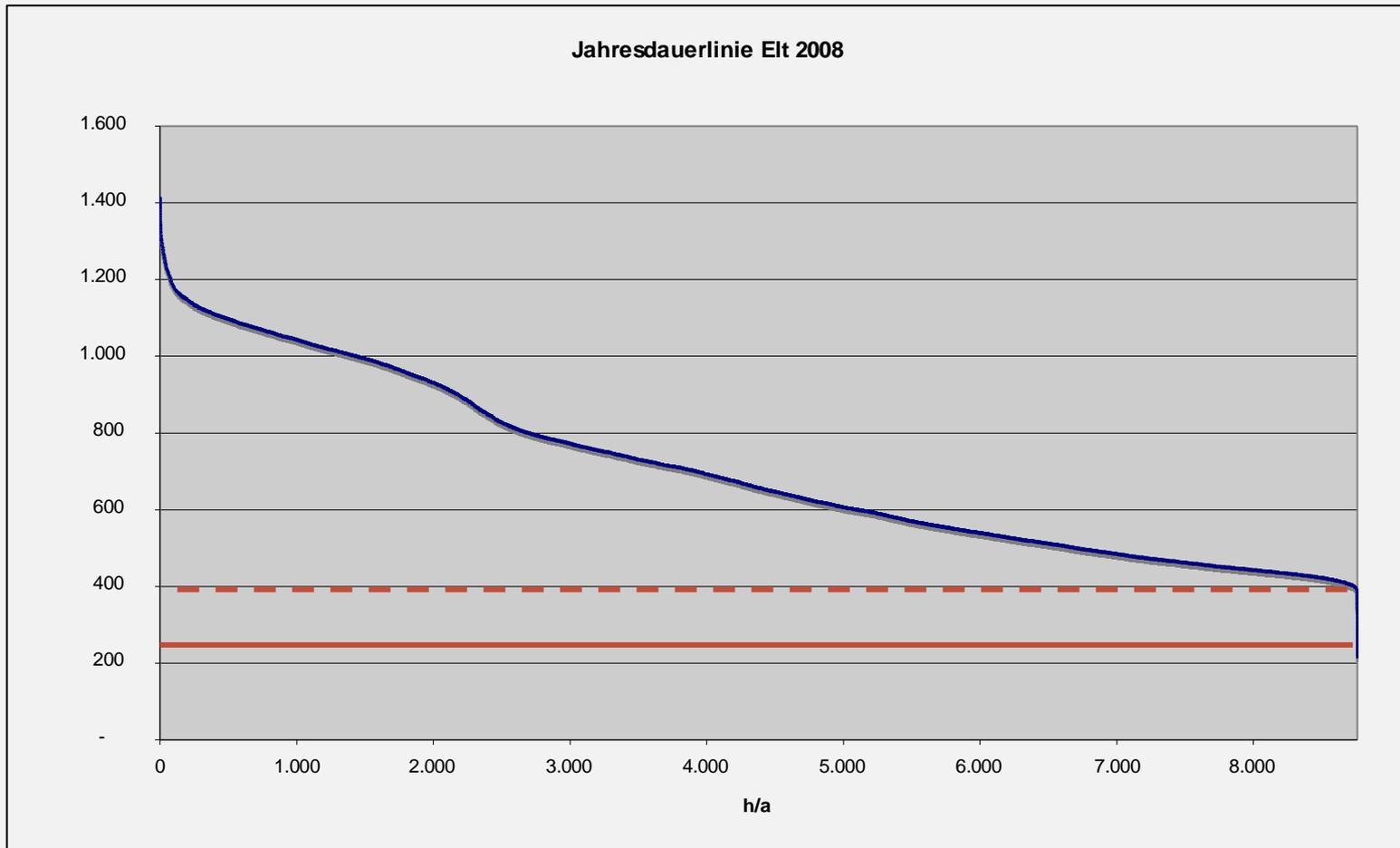
Rahmenbedingungen der Kraft-Wärme-Kopplung 2

Basis: Lastgänge Wärme/Gas und Strom



Rahmenbedingungen der Kraft-Wärme-Kopplung 4

Jahresdauerlinie Strom



Rahmenbedingungen der Kraft-Wärme-Kopplung 5

Wirtschaftlichkeitsanalyse Kosten u. Preise ohne MWSt.

Wärmebedarf	kW	2.750
Vollbenutzungsstunden	h/a	2.691
Jahreswärmeverbrauch	MWh/a	7.400
Wärmebezug	MWh/a	7.400
aus Gaskessel	MWh/a	4.850
aus BHKW	MWh/a	2.550
BHKW		
th. Leistung BHKW	kW	340
elt. Leistung BHKW	kW	250
th. Nutzungsgrad BHKW	%	35%
elt. Nutzungsgrad BHKW	%	52%
Volllaststunden	h/a	7.500
Wärmeerzeugung	MWh/a	2.550
Stromerzeugung	MWh/a	1.875
Brennstoffeinsatz BHKW	MWh/a	5.086
Investitionen		
Gesamt	€	365.200
Planung	€	73.040
Förderung	€	-
erford. Investitionssumme	€	438.240
Kapitalkosten		
Kapitalzins	%/a	5%
Nutzungsdauer	a	15
Kapitalkosten	€/a	42.221
Brennstoffkosten		
Erdgaspreis	€/MWh(Hu)	47,8
Energiesteuererlass	€/MWh(Hu)	6,1
Erdgaskosten	€/a	211.925
Brennstoffkosten gesamt	€/a	211.925

Erdgas BHKW 250 kWel/ 340kWth

W,I + B-Kosten		
BHKW-Vollwartung	€/MWhelt	15
BHKW-Vollwartung	€/a	28.125
W,I+B-Kosten gesamt	€/a	28.125
Gesamtkosten	€/a	282.271
Stromerlöse		
Strompreis	ct/kWh	7,95
Stromsteuer	ct/kWh	2,05
EEG	ct/kWh	1,38
KWKG	ct/kWh	0,05
KWK Zuschlag	ct/kWh	0,72
spez. Gutschrift	€/MWh	121,51
Stromgutschrift	€/a	227.823
Kosten./ Erlöse	€/a	54.449
spez. Wärmekosten aus BHKW	€/MWh	21
Vergleichskosten Wärme aus Gas	€/a	143.333
Kosteneinsparung	€/a	88.885
Betriebskosteneinsparung	€/a	131.106
Kapitalrückflußzeit	a	3,3
CO2-Bilanz		
CO2-Emissionen BHKW	kg/a	1.068.103
CO2-Vergleichsemissionen	kg/a	1.578.750
CO2-Entlastung durch BHKW	kg/a	510.647

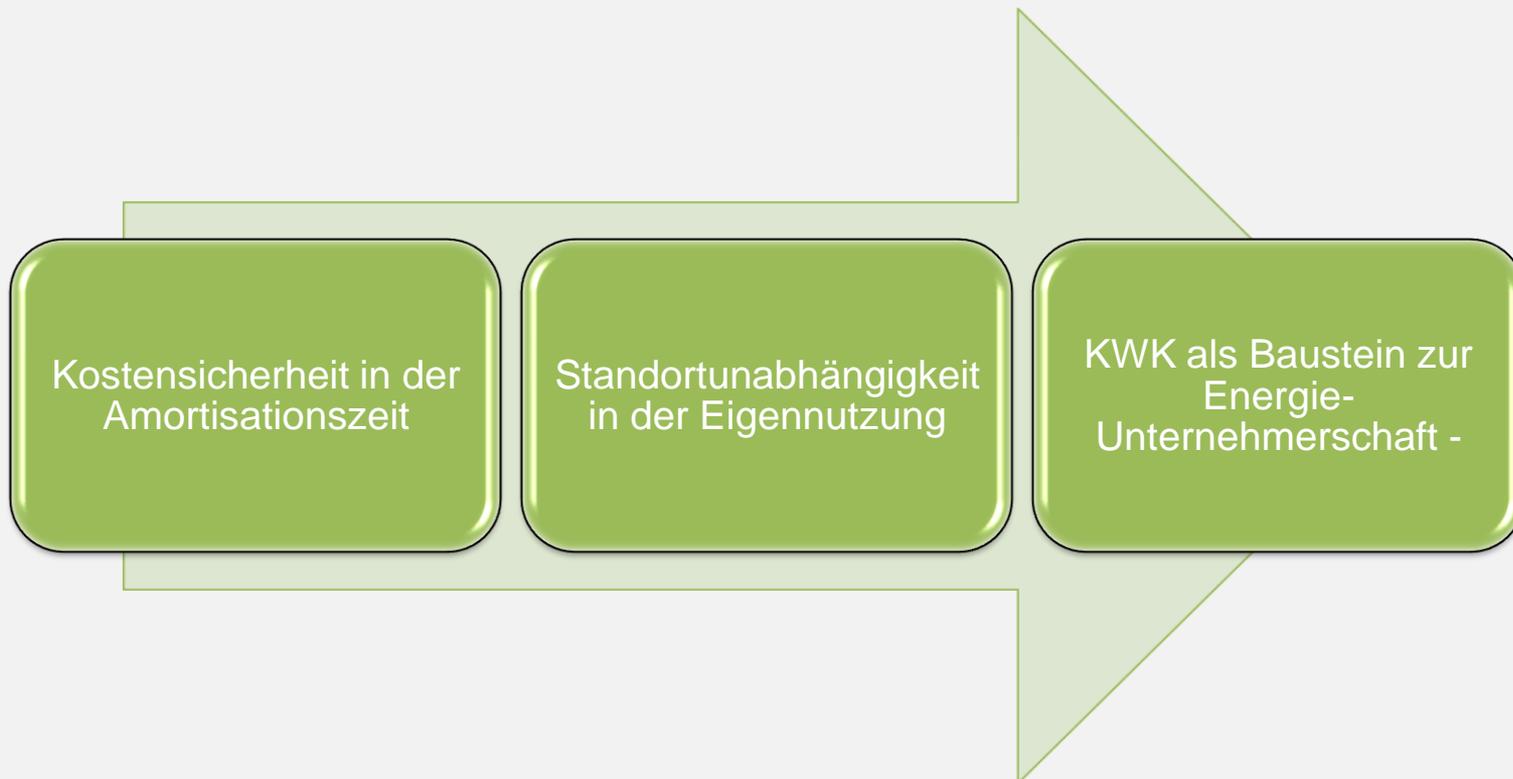
Potential Strombeschaffung

		Kostenbestandteile	Potenziale
Preisbestandteile		Regelenergie	<ul style="list-style-type: none"> positive Regelenergie + 50 €/kWatt negative Regelenergie - 54 €/kWatt
		Peak	<ul style="list-style-type: none"> Gleichmäßigkeit
		Base	<ul style="list-style-type: none"> langfristige / kurzfristige Beschaffung
		CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> zukünftige Preise können abgesichert werden
		Netznutzung	<ul style="list-style-type: none"> Marktanreizregulierungsrichtlinie mit fallenden Entgelten verminderte Netznutzung
		EEG	<ul style="list-style-type: none"> Berechnungsmethode (0,2 - 0,3 ct/kWh) §16 Größenbeschränkung bei 10 GWh + 15% Kosten
		Stromsteuer 2,05	<ul style="list-style-type: none"> Spitzenausgleich (EMAS-Zertifizierung) von 95% Reduktion für produzierendes Gewerbe auf 1,23 ct/kWh
		KWKG	<ul style="list-style-type: none"> Bemessungsgrenze 4% Kostenanteil 0,025 ct/kWh
		Konzessions- abgabe	<ul style="list-style-type: none"> regional Tarif- / Gewerbe-Kunden (0,11 ct/kWh)
		Umsatzsteuer	

Ökonomische KWK Potenziale

- KWK Förderung KWK G
- Erdgassteuerbefreiung
- Stromsteuerbefreiung
- EEG Befreiung (steigend)
- vermiedene Netznutzung
- Minutenreserve

Qualitative und strategische Vorteile





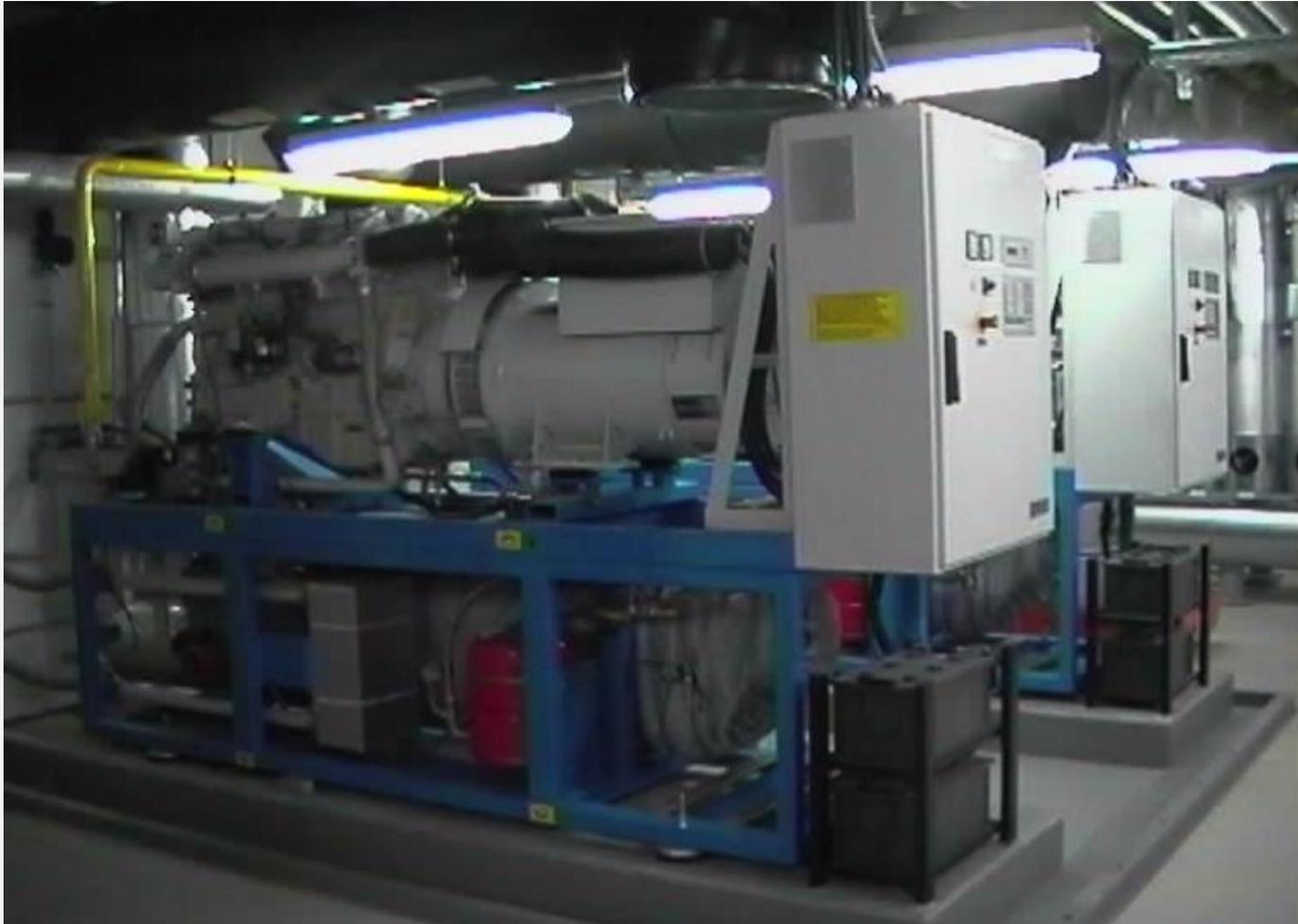
Bedingungen:

- hydraulisch optimierte Ansteuerung
- Steuerung über eine Leitwarte
- Einbindung in ein umfassendes Energiekonzept

Wirkungen:

- ⇒ Multi-Profit-Situation
- günstiger Wärmepreis
 - Erlöse aus Minutenreserve
 - KWKG Zuschlag
 - EEG Umlagenfreiheit
- Kapitalrückfluss in 3 Jahren

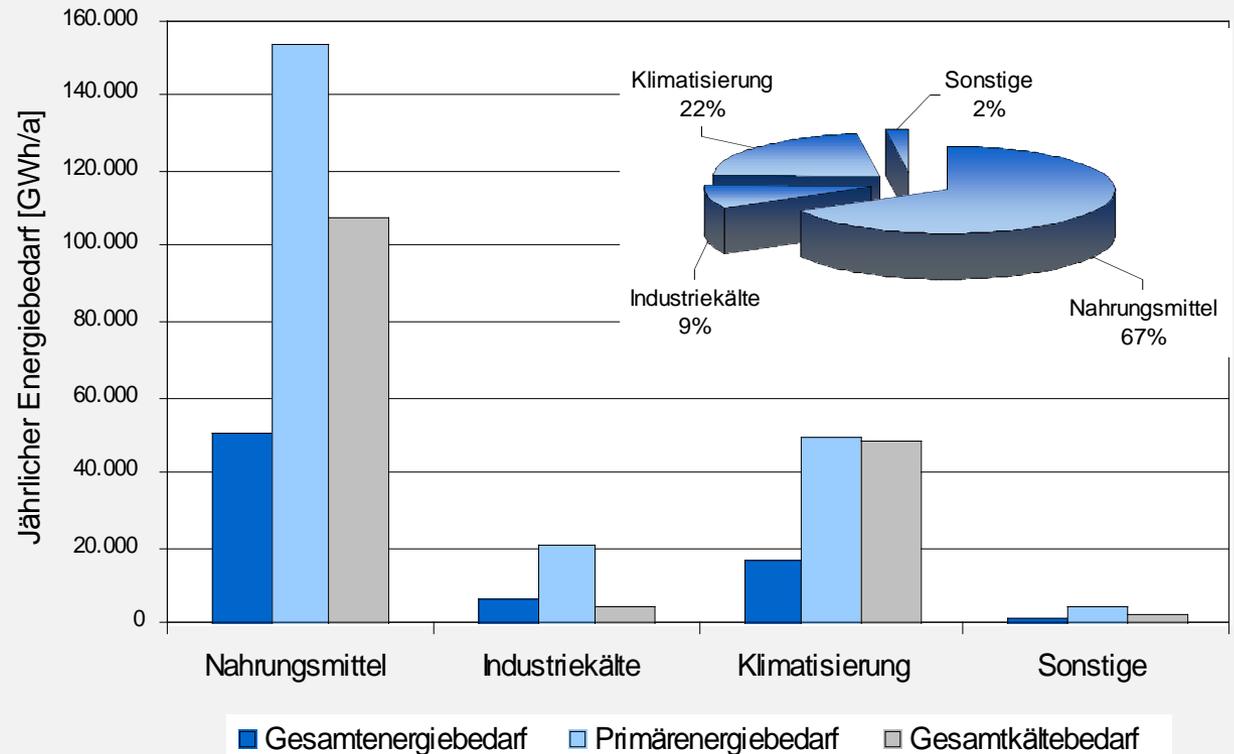
BHKW mit Ersatzstromfunktion



Kälteenergieeffizienz und KWK

- Kältemarkt

14% des bundesweiten Strombedarfs entfallen auf die Kältetechnik



Kälteenergieeffizienz

- Kosten für Kälte: 150-200 EUR/MWh
 [Kosten für Wärme: 80-90 EUR/MWh]

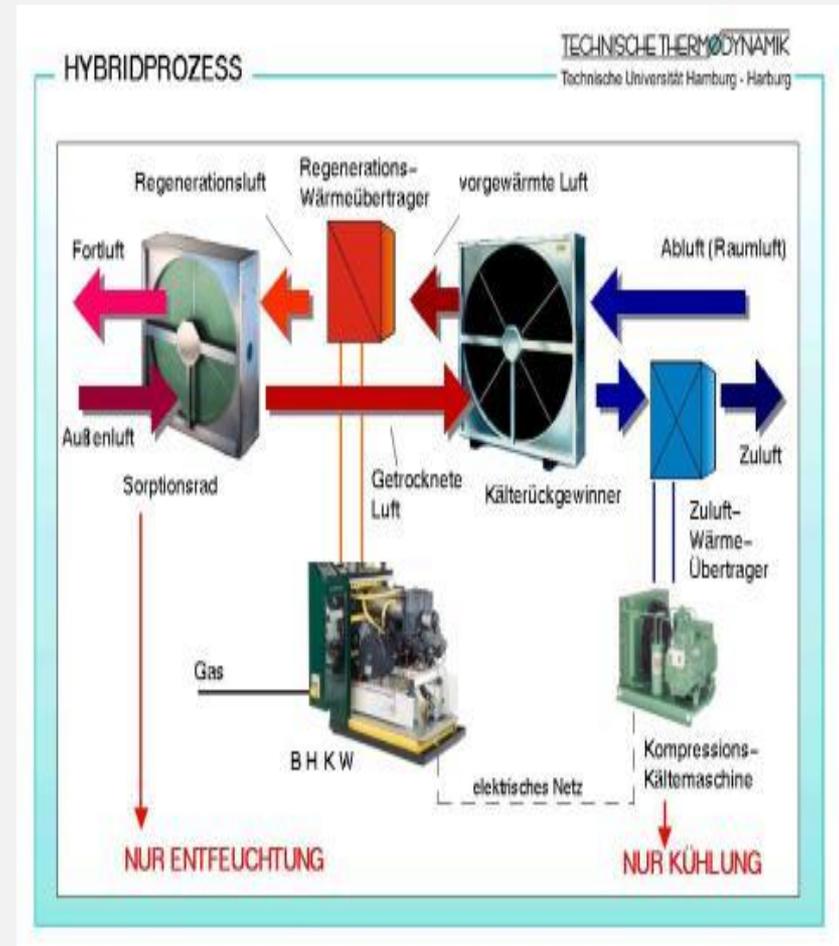
- Kostensteigerung
 der letzten 5 Jahre: 35%

- Prognose Bedarfssteigerung
 in 10 Jahren: 100 %

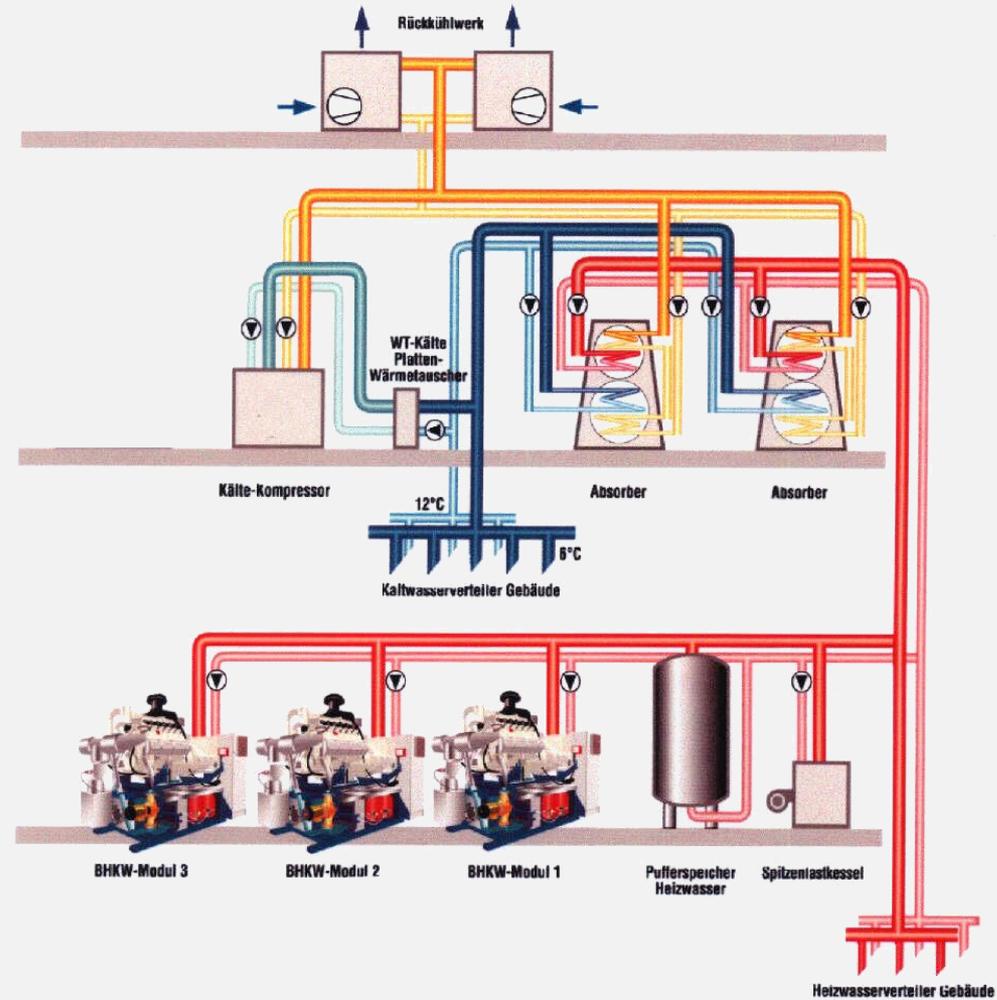


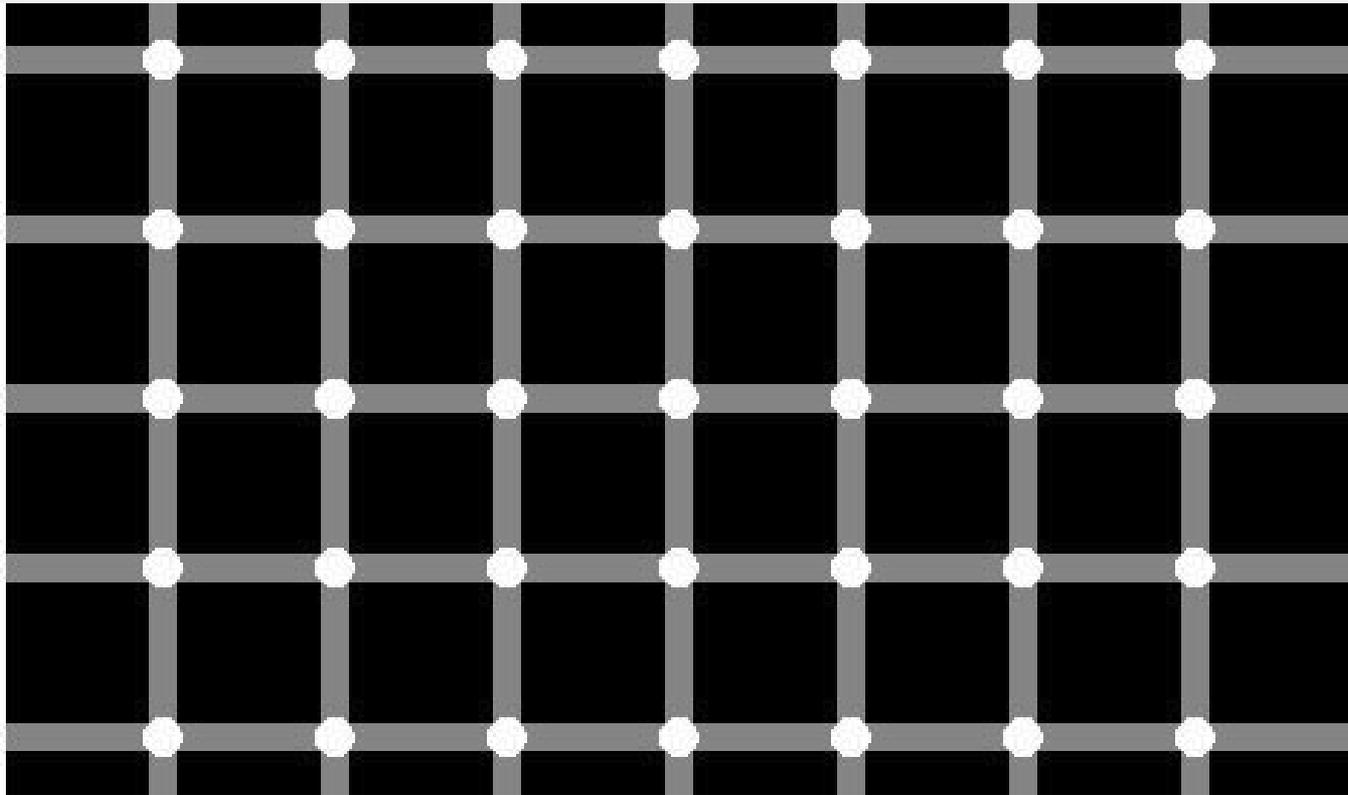
Thema: Kälteenergieeffizienz und KWKK

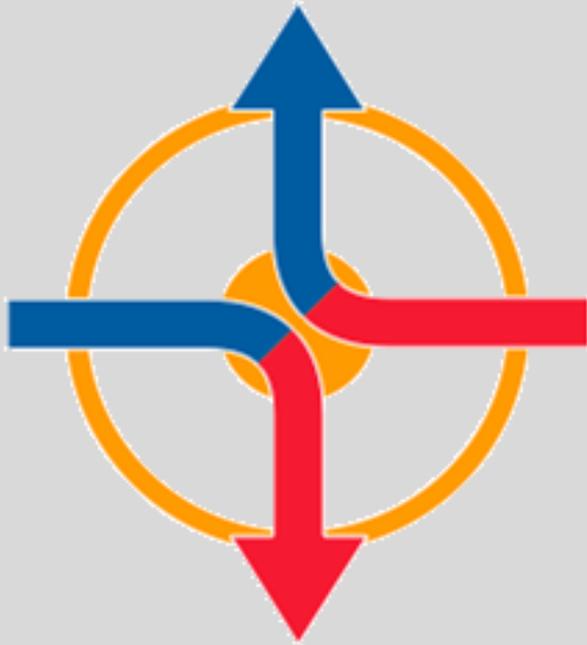
- Die Anzahl der Tage mit Temperaturen über 25°C verdoppelt sich
- Die Anzahl der Tage mit Temperaturen über 30°C vervierfacht sich



Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung







Netzwerk Kälteeffizienz

Hamburg

Projektträger

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Unternehmen für Ressourcenschutz
Stadthausbrücke 8
20355 Hamburg

Projektsteuerung



**Unternehmen für
Ressourcenschutz**
Das ist die Zukunft

