

Berliner Energietage,
Perspektiven dezentraler Energiesysteme

Berlin, 05.05.08

Wolfgang Schulz:
**Energieeffizienzvergleich dezentraler
Energiesysteme**

eigene Erfahrungen

Studie „Energieeinsparung im Wohnungsneubau“, 1998

Elektrische Wärmepumpen, Lüftungswärmerückgewinnung versus Heizkessel, Wärmeschutz, Solarthermie für 5 Gebäudetypen in 3 Wärmedämmstandards

Studie „Optimale Wärmeversorgungssysteme für Niedrigenergiehäuser“, 2000

Vergleich von 8 Heizsystemen in Kombination mit unterschiedlichen Lüftungsanlagen und Warmwassererzeugungsanlagen für ein Gebäude in 3 Wärmedämmstandards

Studie bzgl. des Förderbedarfs von Pelletheizungen, 2006

Studie zu den Effizienzpotenzialen durch Ersatz von Elektroheizungen, 2007

Vergleich von 6 Heizsystemen für 3 Gebäudetypen

Untersuchung zur Austauschpflicht von Nachtspeicherheizungen, 2008

Vergleich von 6 Heizsystemen für 3 Gebäudetypen

Studie zu den Effizienzpotenzialen durch Ersatz von elektrischer Warmwasserbereitung, 2007/2008

Diverse Grundsatzstudien zum KWK-Bereich

Dezentrale Energiesysteme

Im Fokus der Betrachtungen: Heiztechnik für Wohngebäude

- Gasbrennwerttechnik
- Ölheizkessel
- Holzpellettheizkessel
- Elektro-Nachtspeicherheizung
- Elektrische Wärmepumpenheizung

Nebenaspekte:

Lüftungswärmerückgewinnung

Solarthermie

Kleinst-KWK (Gasmotor, Stirling-Motor, Brennstoffzellen, Dampfmotor)

Wirtschaftlichkeitsvergleich

Eckdaten (alle ohne MWSt.)

Zinssatz	6%
Strompreise	
NSp-Tarif (Ct/kWh)	9
Wärmepumpentarif (Ct/kWh)	11
Hauptstromtarif (Ct/kWh)	17
Brennstoffpreise	
Erdgaspreis (Ct/kWh)	6
Heizölpreis (Ct/kWh)	5,1
Holzpelletpreis (Ct/kWh)	3,95

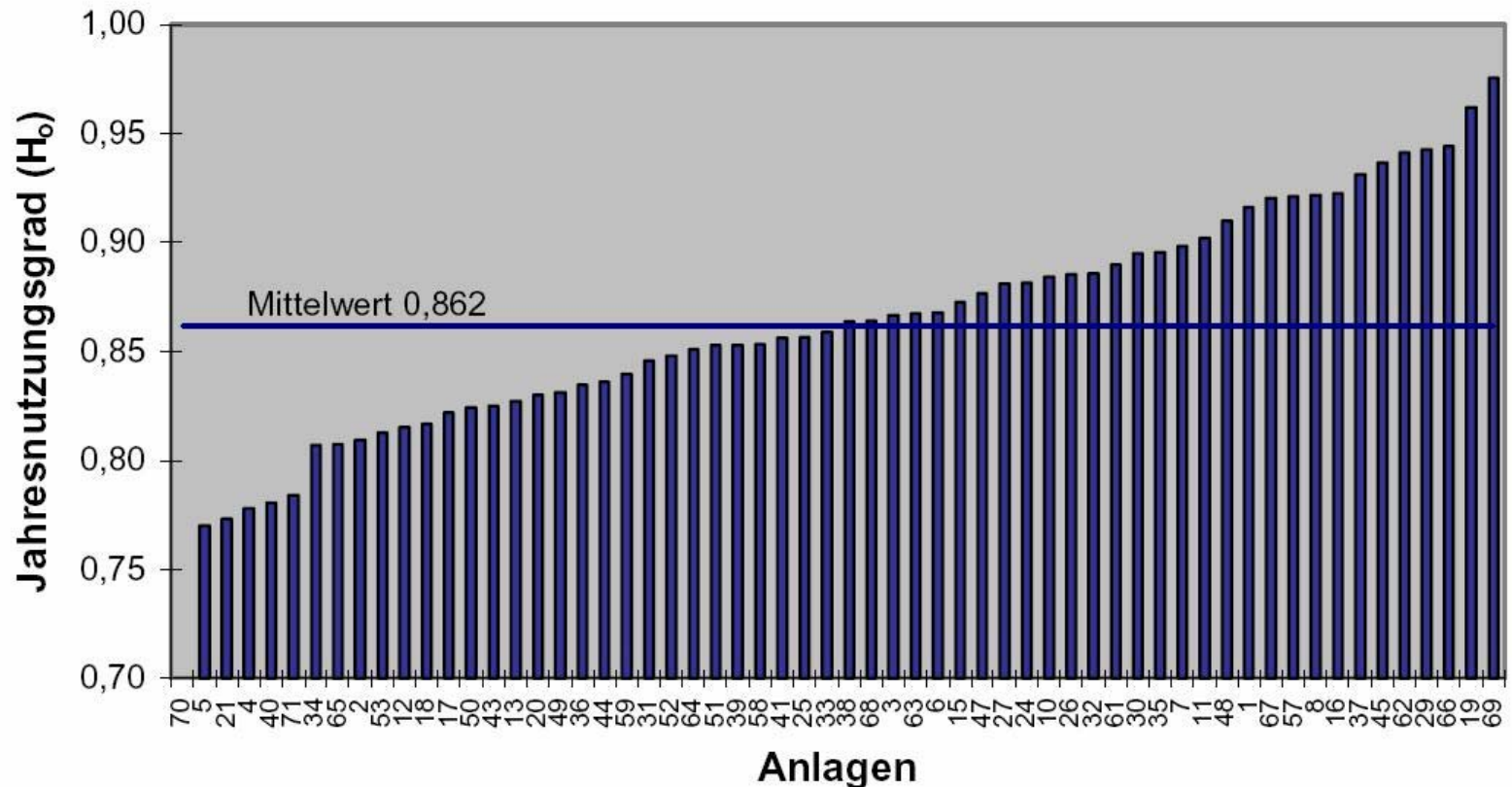
Heizsystem	Gasbrennwert			Ölheizung			Pelletheizung		
	RH	EFH	6FH	RH	EFH	6FH	RH	EFH	6FH
Gebäude	13	14	27	16	17	33	17	18	35
Inv. T€	13	14	27	16	17	33	17	18	35
ζ_{Heiz}	97%	97%	97%	90%	90%	90%	85%	85%	85%
Ct/kWh	16	14	12	19	15	13	20	15	13

Heizsystem	Elt-Nachtspeicher			WP(Erd)	WP(Luft)
Gebäude	RH	EFH	6FH	EFH	EFH
Inv. T€	7	8	23	30	28
ζ_{Heiz}	100%	100%	100%	350%	300%
Ct/kWh	15	14	14	20	19

Theoretische Effizienz

Umwandlungstechnik	ζ_{Heiz}	Bemerkung
Gasbrennwerttechnik	105%	Standardtechnik
Ölheizkessel	100%	Brennwerttechnik, erhebl. Mehrinv.
Holzpellettheizkessel	100%	Brennwerttechnik, erhebl. Mehrinv.
Elektro-Nachtspeicherheizung	100%	Aber hohe Verluste bei der dafür erforderlichen Stromerzeugung
Elektr. Wärmepumpenhzg (Luft) (Erd)	330% 470%	Aber hohe Verluste bei der dafür erforderlichen Stromerzeugung
Lüftungswärmerückgewinnung	>500%	Aber hohe Verluste bei der dafür erforderlichen Stromerzeugung

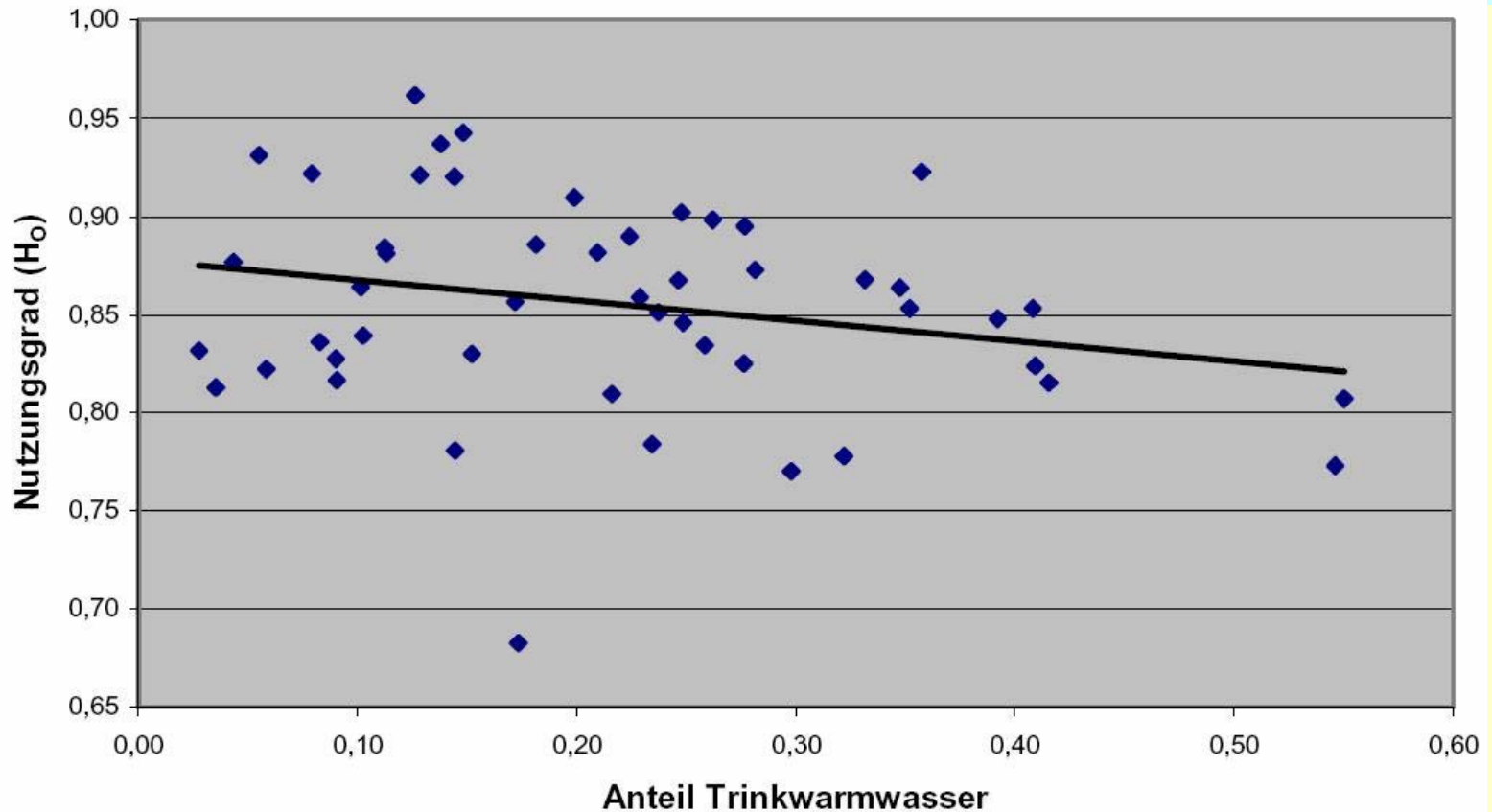
Effizienz gemäß Felduntersuchung



gemäß D. Wolff et al: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln, Wolfenbüttel 2004

Umrechnungsfaktor von H_0 auf H_u : 1,11

Effizienz gemäß Felduntersuchung



gemäß D. Wolff et al: Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln, Wolfenbüttel 2004

Effizienz gemäß Felduntersuchung

Elektrische Wärmepumpenheizungen

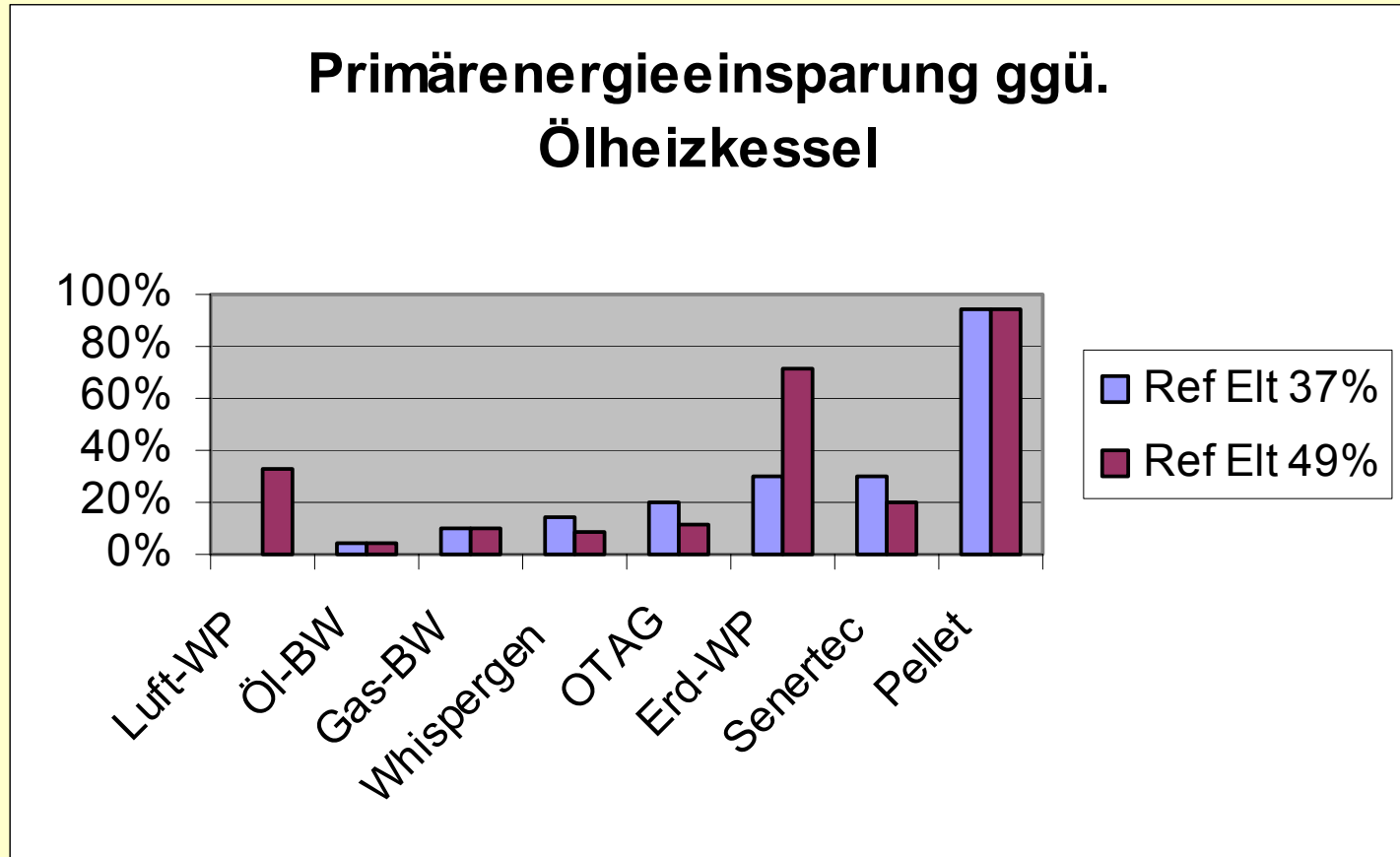
- Untersuchung in der Schweiz 1996 - 2003 (221 Anlagen analysiert):
mittlere Jahresarbeitszahl
 - für Sole/Wasser-WP (haupts. erdgekoppelt): 3,5
 - für Luft/Wasser-WP: 2,7
- Untersuchung der in der Region von Lahr 2006 – 2008 (2 Jahre, 33 Anlagen analysiert):
mittlere Jahresarbeitszahl
 - für Erdsonde/Wasser-WP: 3,4
 - für Grundwasser/Wasser-WP: 3,0
 - für Luft/Wasser-WP (Fußbodenhgz.): 2,7
 - für Luft/Wasser-WP (Radiatorhgz.): 2,3
 - für Luft/Wasser-WP (WW-Bereitung): 1,9
 - integrierte WW-Bereitung senkt die JAZ um 0,3
- Anspruch an die JAZ (ggü. Gasbrennwert) ca. $1/0,36 = 2,7$

Effizienz gemäß Praxis

KWK-Technik	ζ_{el}	Bemerkung
Gasmotor-BHKW 5,5 kW _{el}	26%	
Whispergen (Stirling) 1,2 kW _{el}	10%	
Brennstoffzellen (PEM)	theor. 30%	Wärme nur ca. 60°C, erhebliche Investition
OTAG (Dampfkraft) 3 kW _{el}	15%	

Gesamtnutzungsgrade von $\geq 90\%$ sind je nach Vor-/Rücklauftemperaturen und Auslegung der Wärmetauscher i. d. R. erreichbar (Ausnahme PEM)

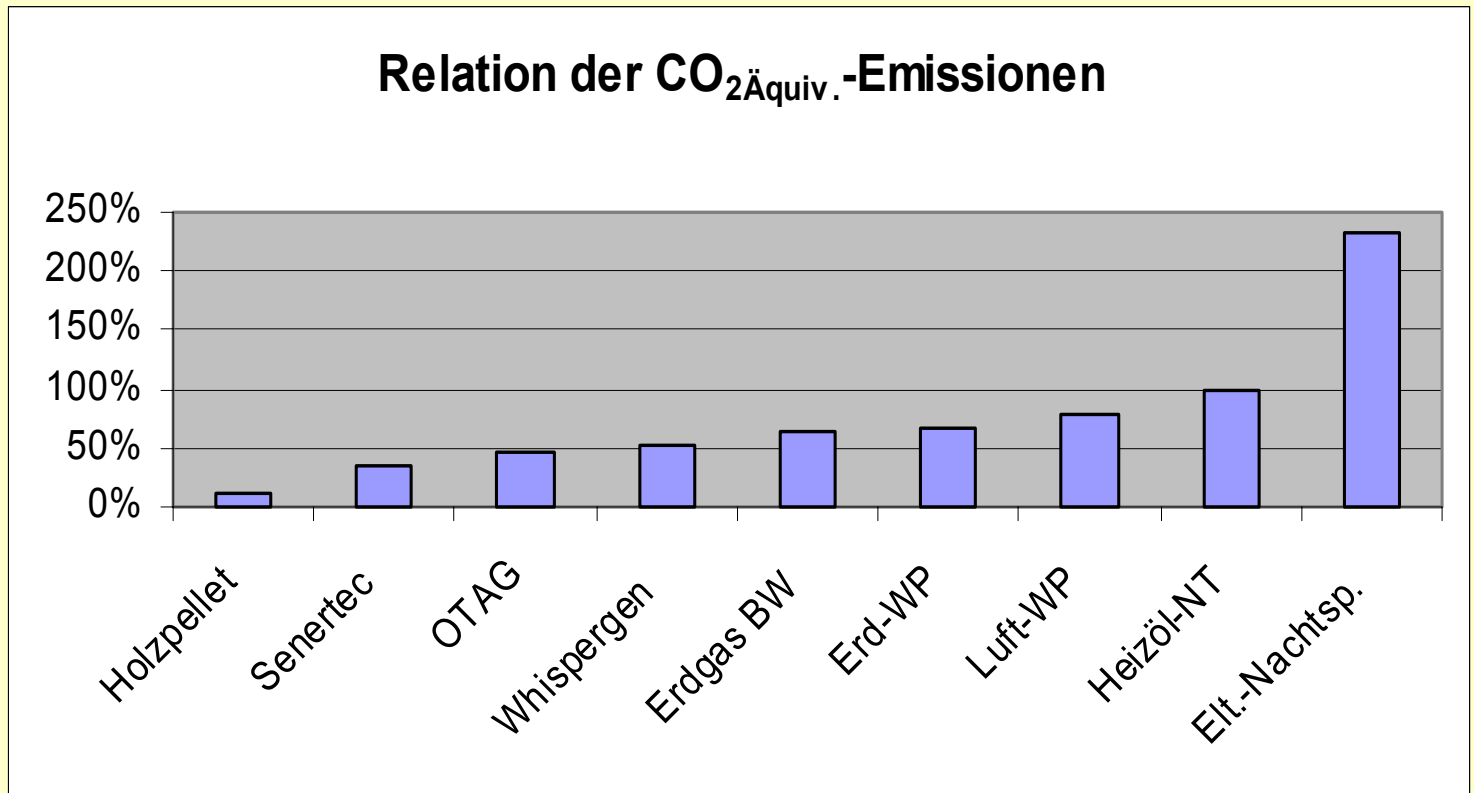
Primärenergievergleich



CO₂-Vergleich (aktuell)

Energieträger	g CO ₂ Äquiv./kWh
Heizstrom	972
Heizöl	375
Erdgas	256
Holzpellet	38

lt. GEMIS 2007



Fazit

- erhebliche Diskrepanz zwischen Teststandsergebnissen und Praxis
- Vor-/Rücklauftemperaturen beeinflussen die Effizienz der Heizsysteme erheblich
- Brauchwarmwasserbereitung mindert die Effizienz insbesondere bei den Techniken, deren Effizienz auf niedrige Vorlauftemperaturen basiert
- Lüftungswärmerückgewinnung stellt eine wichtige Komponente eines Energieeinsparkonzepts dar
- es kommt auf das Gesamtkonzept für das Gebäude an

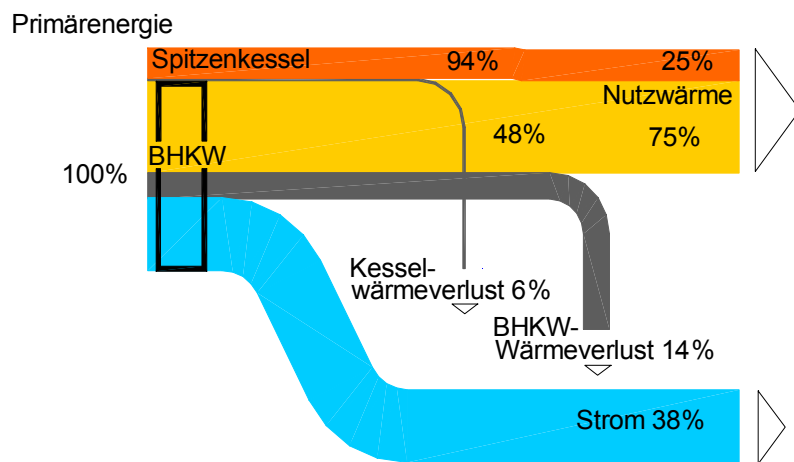
Aber hier ist eine wichtige Option außer Acht gelassen worden:
der Anschluss an Wärmenetze

Ich bedanke mich für Ihre
Aufmerksamkeit!

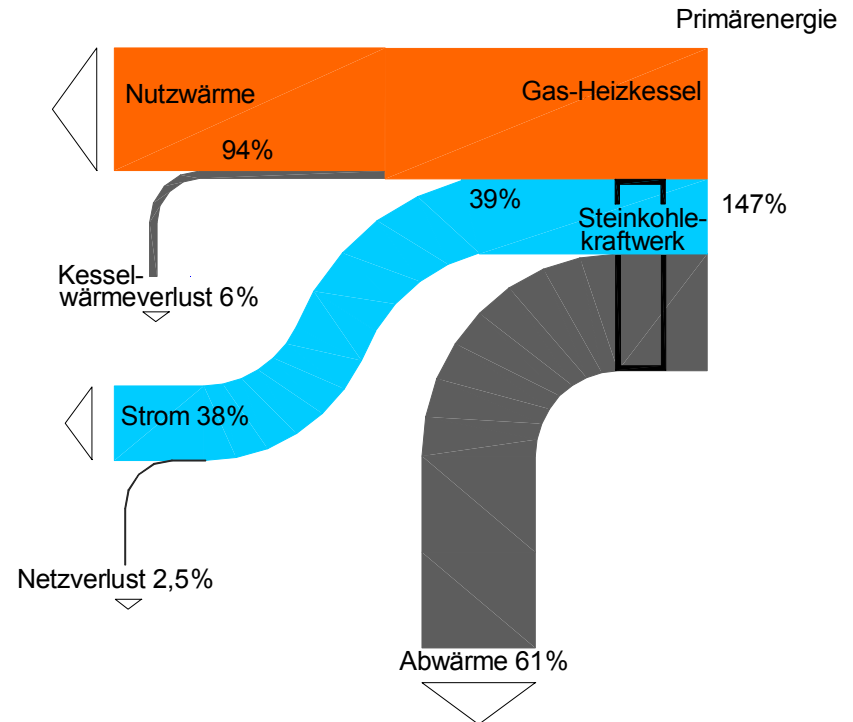
Wolfgang Schulz
Bremer Energie Institut
Reimar Lüst Hall / Campusring 1
28759 Bremen
Tel. 0421/200-4888
Homepage: www.bremer-energie-institut.de

Grundprinzip der Kraft-Wärme-Kopplung

Beispiel: Energieeffizienz eines 500 kW-Motor-BHKW



**Motor-BHKW
+ Spitzenkessel
100% Primärenergieeinsatz**



**Kraftwerk (bestandsdurchschn.)
+ Heizkessel
147% Primärenergie**

Zentrale vs. dezentrale KWK-Lösungen

HKW/Fernwärme-Systeme (zentrale KWK)	objektbezogene Systeme und Nahwärmekonzepte (dezentrale KWK)
<p>Vorteile gegenüber der dezentralen KWK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - höhere Flexibilität der Stromerzeugung - Stromerzeugung nach Fahrplan möglich - höherer Transaktionsaufwand (z.B. Teilnahme am Stromhandel) tolerierbar - höhere Flexibilität bei der Brennstoffwahl - günstigere Brennstoffbezugsbedingungen - bei GuD-Konzepten sehr hoher Wirkungsgrad - hohe Stromkennzahl möglich, d.h. relativ hohe Stromerzeugung im Vergleich zum bestehenden Wärmebedarf - bei GuD-Konzepten hohe Primärenergieeinsparung und CO₂-Minderung möglich - günstige Immissionssituation (Schadgaseintritt in Wohngebiete ist minimal) - die Wärmebedarfsdurchmischung steigt mit der Zahl der angeschlossenen Verbraucher, wodurch eine Vergleichmäßigung des Absatzes und eine Verringerung der vorzuhaltenden Wärmeleistung eintritt; dadurch nimmt der mittels KWK abdeckbare Wärmebedarfsanteil zu - prädestiniert für eine flächendeckende Versorgung ganzer Stadtteile 	<p>Vorteile gegenüber der zentralen KWK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - geringeres Konfliktpotenzial anlässlich der Konkurrenzsituation zur dezentralen gebäudebezogenen Erdgasversorgung - geringere und besser vorhersehbare Anlaufverluste (Auslastung der Anlagen erst im Laufe der Zeit) - stärkere Entlastung der Stromnetze aufgrund der Einspeisung in eine der unteren Spannungsebenen - intensivere Vermeidung von Stromnetzverlusten - insbesondere bei objektbezogenen Konzepten: Minimierung von Wärmeverlusten in den Wärmeverteilungsnetzen - günstigere Voraussetzungen zur Ausnutzung von gebotenen Gelegenheiten zur Errichtung einer KWK-Anlage - Investitionsumfang für viele Akteure geeignet - geringer Planungsvorlauf zur Errichtung einer Anlage erforderlich