
Integration der Strom- und Wärmeerzeugung in den Wohnbereich – dezentrale Versorgungssicherheit

Teil 1: Kraft-Wärme-Kopplung für den Wohnbereich – Eine lohnende Investition ?

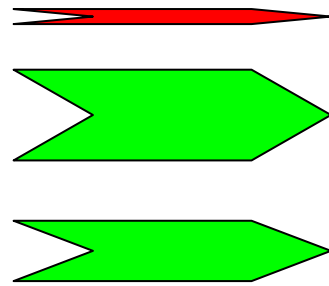
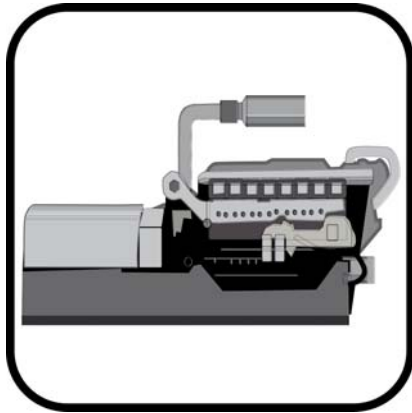
Dr. Günther Ebert

Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE

FVS-Jahrestagung
Berlin 2006



Primärenergienutzung: BHKW vs Großkraftwerk



Abwärme

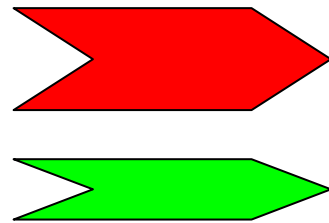
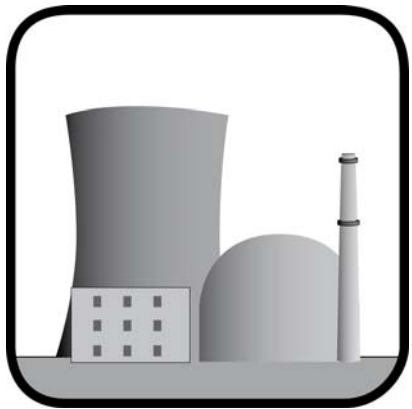
Nutzwärme

Strom

100kW...xMWel

ökologisch

wirtschaftlich



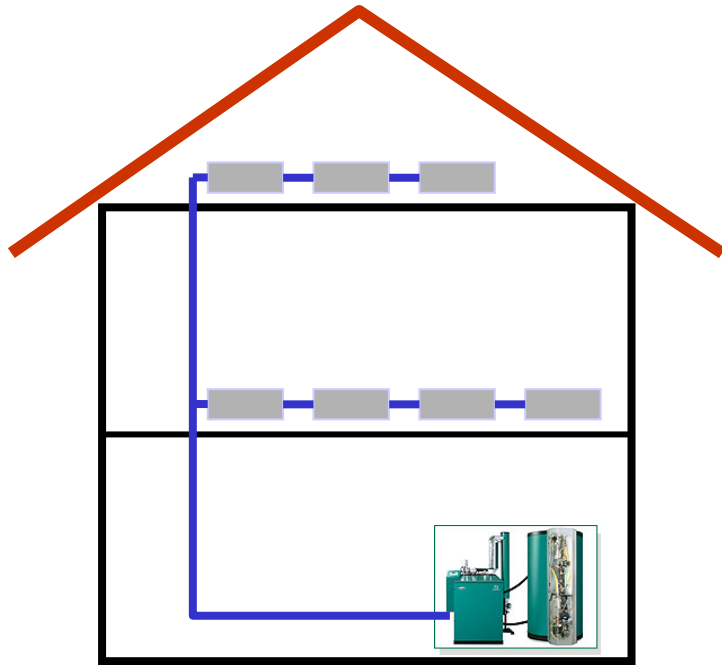
Abwärme

Strom

begrenzt
Verbreitungs-
potential

Einsatz von KWK im Bereich $P_{th} < 20$ kW (μ KWK)

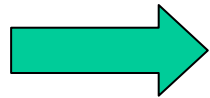
Ersatz / Ergänzung zu konv. Heizungen



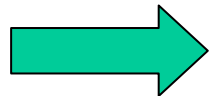
- Gewerbebetriebe (Hotels,...)
- Öffentl. Gebäude, Altenheime,...
- **Wohngebäude (EFHs, 2-FHs...)**

Potential der μ KWKs (Jahreswerte)

>15 Mio Heizanlagen in D im Bestand

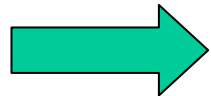


Primärenergie-Einsparpotential 80 TWh



CO₂-Einsparpotential 40 Mio t

Etwa 750.000 Heizkessel Verkauf p.a.



Umsatzpotential > 5 Mrd. €

Geräte am Markt (D)



Im wesentlichen verbrennungsmotorische Geräte

Leistungsdaten typ.

P_{th} 12,5 kW (meist fix)

P_{el} 5,5 kW

Gesamtwirkungsgrad > 85%

Einsatz vorwiegend in Mehrfamilienh. /
Gewerbeobjekten

Meist wärmegeführte Betriebsweise

Stückzahlen etwa 2.500 – 3.000 Geräte p.a.

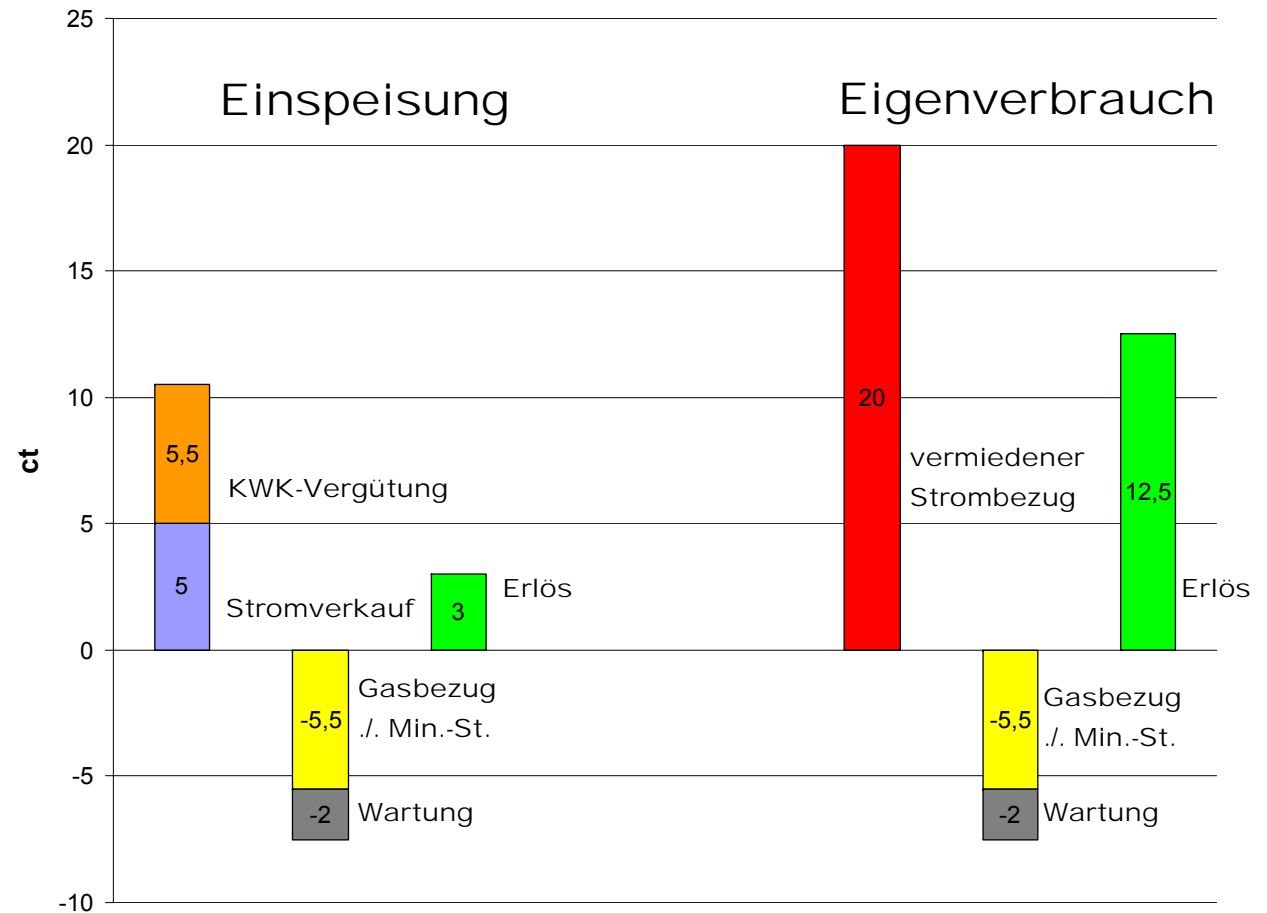
Bestand etwa 40.000 Geräte



Vergleich Strom-Einspeisung vs Eigenverbrauch

Annahme:

Gesamtwirkungsgrad um 98%



Archivierungsangaben

Beispiel: Einsatz μ KWK in Hotels o. Gewerbebetrieben

Anlage	bivalent	Ersparnis ggü.	
P(th)	12,5 kW	Heizk./Strombezug	€ 4.700
P(el)	5,5 kW	Zusätzl. Investition	€ 15-18.000
Laufzeit	8.000h	➔ Anlagenamortis.	4-5 a
Wärme	vollständig selbst genutzt	Vermiedener Primärenergieverbr.	88.000 kWh
Strom	90% selbst gen. Rest eingespeist	Vermiedener CO ₂ -Ausstoß	44 t
η_{el}	27%		
η_{Σ}	88%		

Archivierungsangaben

Angaben bez. auf Zeitraum von 1 Jahr

Beispiel: Einsatz μ KWK in typischen EFH

Energiebedarf		Ersparnis ggü.	
W(th)	20.000 kWh	Heizk./Strombezug	€ 450
W(el)	4.000 kWh		
Anlage	monovalent	Zusätzl. Investition	€ 11-15.000
P(th) / P(el)	12,5 kW / 5,5 kW	→ Amortisierung	nicht mögl.
Laufzeit	1.600h		
Wärme	vollständig selbst genutzt	Vermiedener Primärenergieverbr.	18.000 kWh
Strom	15% selbst gen. Rest eingespeist	Vermiedener CO ₂ -Ausstoß	9 t
η_{el}	27%		
η_{Σ}	88%		

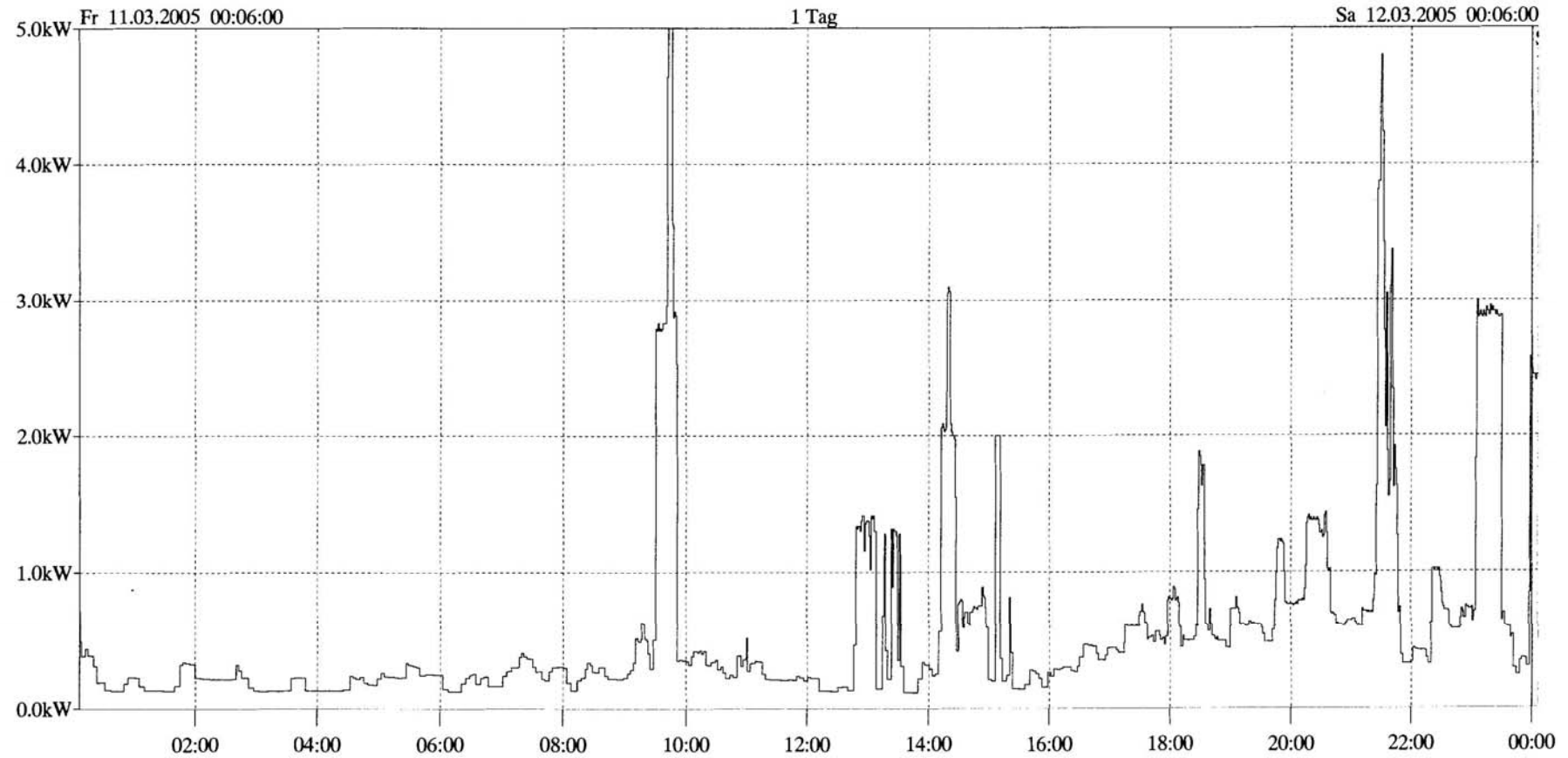
Archivierungsangaben

Angaben bez. auf Zeitraum von 1 Jahr

Warum ist die Wirtschaftlichkeit in EFHs schwer zu erreichen

- Begrenzter Wärmebedarf (Laufzeit) aber dennoch bestimmte Spitzenleistung erforderlich
- Mangelnde Gleichzeitigkeit von Wärme und Strom
- Hoher Gerätepreis
- (relativ geringe Einspeisevergütung)

Strombedarf EFH (typ.)



Archivierungsangaben



Fraunhofer
Institut
Solare Energiesysteme

Anforderungen an μ KWKs für den Einsatz in EFHs

- Leistungsdaten passend zum Objekt
- Modulierbarkeit mind. 1:3 besser 1:10
- Elektrischer Wirkungsgrad mögl. hoch
- Gesamtwirkungsgrad nahe 100%(H_u)
- Preis:
 - Mehrpreis ggü. Heizkessel nach max. 10 Jahren amortisiert
- Lebensdauer min. 40.000h
- Wartungsfreundlich

Einsatz eines „idealen“ μ KWKs im EFH

Energiebedarf		Ersparnis ggü.	
W(th)	20.000 kWh	Heizk./Strombezug	€ 400 – 450
W(el)	4.000 kWh		
Anlage	monovalent	bei Anlagenkosten von	€ 6.000
P(th) 1,5 – 15 kW		Mehr. zu Heizk. v.	€ 2-2.500
P(el)	0,3 - 3,3 kW	➔ Amortisierung in wenigen	
Laufzeit	4.000h	Jahren	
Wärme	vollständig selbst genutzt	Vermiedener	
Strom	60% selbst gen. Rest eingespeist	Primärenergieverbr.	18.000 kWh
η_{el}	18%	Vermiedener	
η_{Σ}	100%	CO ₂ -Ausstoß	9 t

Archivierungsangaben

Angaben bez. auf Zeitraum von 1 Jahr

Übersicht: μ KWK-Technologien

	Verbr.-Motor	Dampfexpans.	Stirling	Brennstoffzelle
Prozess	int. Verbr.	CRC/ext. Verbr.	Stirl./ext. Verbr.	elektrochem.
Emissionen	hoch/mittel laut, schwer	niedrig	niedrig	sehr niedrig
η_{el}	mittel	niedrig/mittel	niedrig/mittel	hoch
Modulierbark.	schlechtes TLV	gutes TLV	gutes TLV	?
Marktreife	ja	Feldtestphase	Feldtestphase	zu geringe Lebensdauer
Preis	hoch	hoch	hoch	sehr hoch
Beispiele	Senertec Ecopower Honda	OTAG	Solo Whispertech Microgen SunMaschine...	Vaillant Sulzer-Hexis...

Archivierungsangaben

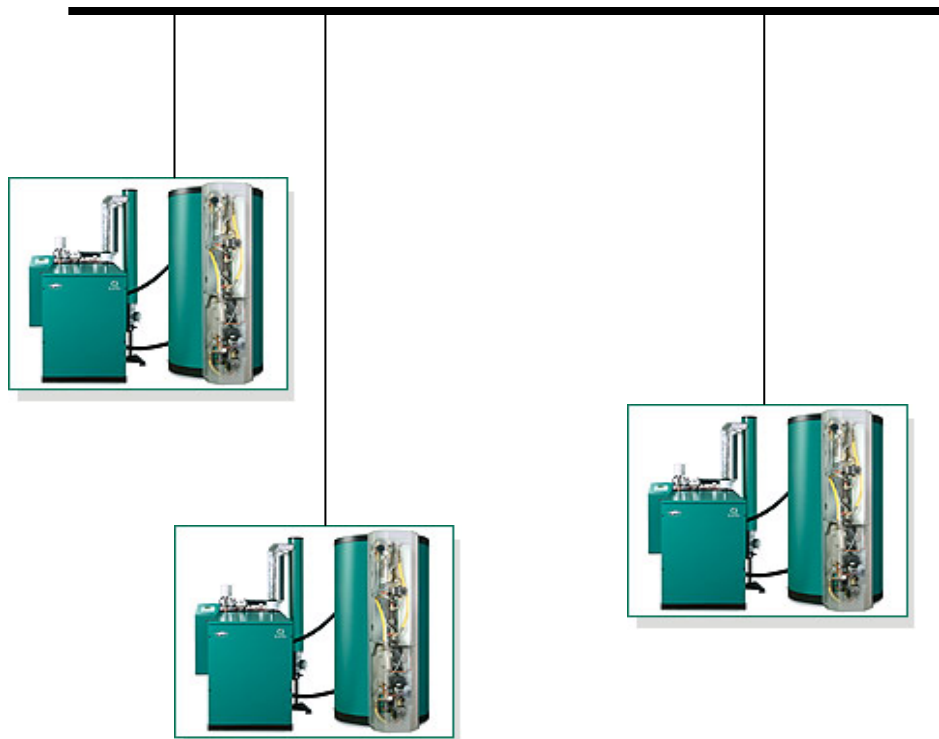


Beispiel Dampf-Expansions μ KWK: OTAG



P_{th}	2 – 16 kW
P_{el}	0,2 ... 2,1 kW
η_{el}	13%
η_{Σ}	98%
Modulierbarkeit	1:8
Emissionen	ext. Verbrennung
Gewicht	190 kg
Geräusch	42dBA
Preis	um € 13.500
Marktreife derzeit Feldtest	

Anwendung als virtuelles Kraftwerk



Abruf von elektr. Energie nach Bedarf (Spitzenlastzeiten)

allerdings begrenzter Effekt:

- Abruf von Zusatzenergie zu Spitzenzeiten erfordert, dass Anlagen still stehen
→ reduz. ökolog. Vorteile
- Wärmespeicher erforderlich

Fazit

- Derzeit am Markt befindliche μ KWK lassen bereits heute wirtschaftlichen Betrieb im Bereich MFH und gewerblichen / öffentlichen Gebäuden zu
- Für das typische EFH sind die Anlagen auf Grund des geringen Wärmebedarfs und des sehr unstetigen Strombedarfs bei dem heutigen Umfeld noch nicht ausreichend wirtschaftlich
- Um als Ersatz für die herkömmliche Heizung breiten Einsatz zu finden sind weitere Fortschritte nötig
 - Verbesserung der Leistungsdaten (Modulierbarkeit, Wirkungsgrad)
 - Erhöhung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer
 - Deutliche Reduzierung des Verkaufspreises
- Eine Erhöhung der Einspeisevergütung über 5,5 ct hinaus würde die Problematik des Selbstverbrauchs des erzeugten Stroms entschärfen und würde zur schnelleren Verbreitung erheblich beitragen

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

Archivierungsangaben
