

Warum und wo ist der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung und Mini-BHKW sinnvoll?

Lutz Mertens

Hamburg, 23.März 2011

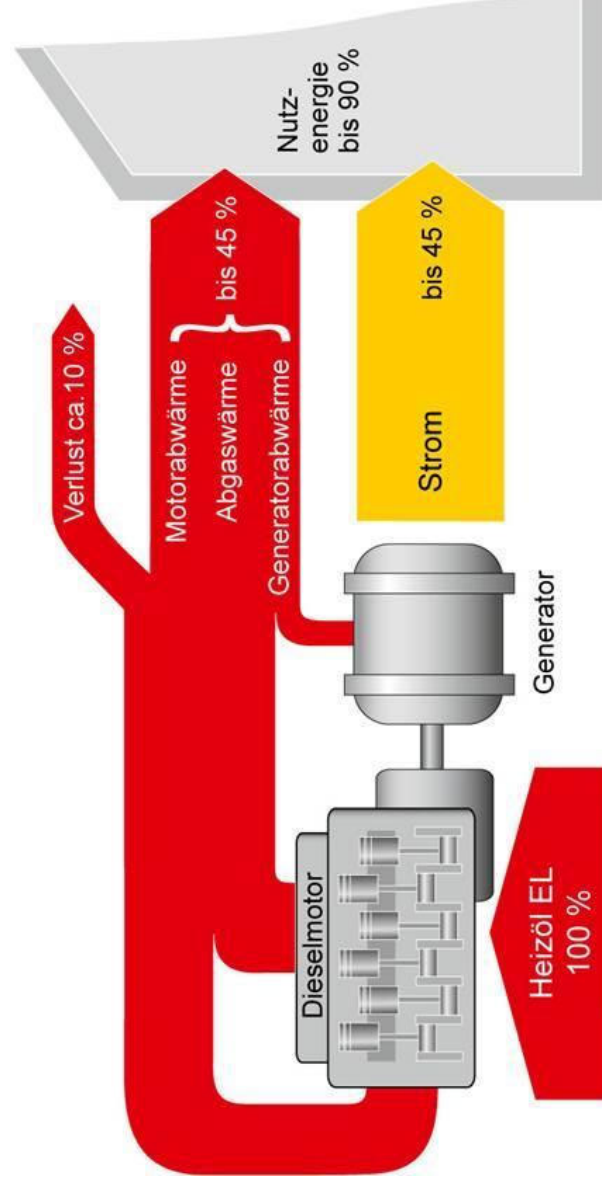
Inhalt

- 
- Was ist Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)?
 - Warum ist KWK sinnvoll?
 - Welche Einsatzfelder gibt es?
 - Entwicklungsperspektiven der KWK

Was ist Kraft-Wärme-Kopplung?

- **Definition:**
 - Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist die gleichzeitige Gewinnung von
 - mechanischer Energie, die in der Regel unmittelbar in elektrischen Strom umgewandelt wird und
 - nutzbarer Wärme für Heizzwecke (Fernwärme) oder Produktionsprozesse (Prozesswärme)
 - in einem Heizkraftwerk

Energiebilanz eines Heizöl-Blockheizkraftwerks



Leistungsspektrum: Abstufungen nicht definiert

- Große KWK-Anlagen: Gas- und Dampfturbinen mit Wärmeauskopplung (Fernwärme, Stromproduktion)
- Mittlere KWK-Anlagen: > 50 kW bis 300 kW elektrische Leistung (_{el}), (Motor-BHKW, Mikro-Gasturbinen, Stirling-Motoren...)
- Mini-KWK: < 50 kW_{el}
- Mikro-KWK: üblicherweise < 5 kW_{el}

Institut für Wärme und Oeltechnik

Inhalt



Institut für Wärme und Oeltechnik

Ziel: Reduzierung der Treibhausgase um 40 % bis 2020

Wichtigste Maßnahmen für den Wärmemarkt:

- Verschärfung der Anforderungen an Gebäude (EnEV): 2009 um 30 %, 2012 um weitere 30 %; 2020: weitgehend unabhängig von fossilen Energien im Neubau
- Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung von 6 auf 14 % bis 2020 (EEWärmeG)
- Verdopplung des Anteils von Strom aus Kraft-Wärmekopplung (KWK) bis 2020 auf etwa 25 %



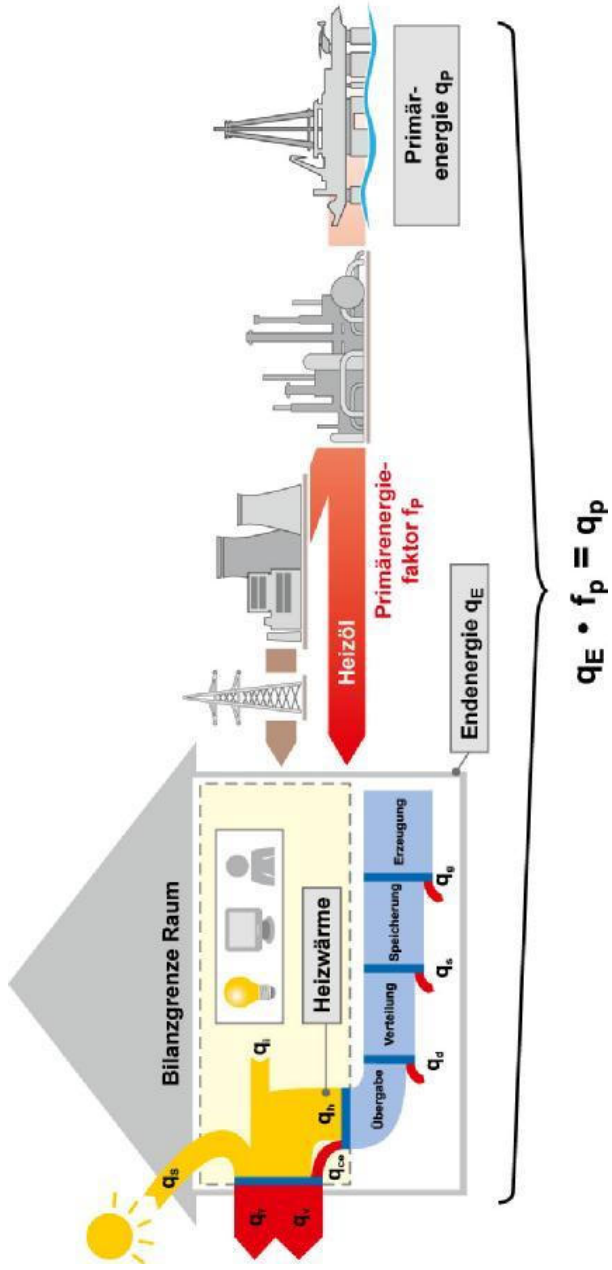
Institut für Wärme und Oeltechnik

Warum ist KWK „plötzlich“ so wichtig?

- KWK ist i. d. R. primärenergetisch vorteilhafter, als die getrennte Erzeugung von Strom im Kraftwerk und Wärme durch die Heizungsanlage
- Potenzial zur Reduzierung des Primärenergiebedarfs
 - aber CO₂-Minderungspotenzial ist abhängig vom Nutzungsgrad des nationalen Kraftwerksparks
- Nächste Stufe der Effizienzsteigerung über Brennwertechnik hinaus
- Höhere Versorgungssicherheit durch „virtuelles Kraftwerk“

Institut für Wärme und Oeltechnik

Begriff „Primärenergie“



Institut für Wärme und Oeltechnik

Primärenergiefaktoren f_p



Energieträger ¹	Primärenergiefaktoren f _p	
	insgesamt	
	A	B
Brennstoffe		
Heizöl EL	1,1	1,1
Erdgas H	1,1	1,1
Flüssiggas	1,1	1,1
Steinkohle	1,1	1,1
Braunkohle	1,2	1,2
Holz	1,2	0,2
fossiler Brennstoff	0,7	0,7
erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme aus KWK ²		
fossiler Brennstoff	1,3	1,3
erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,4
Strom-Mix	3,0	2,6
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken		
Biogene Brennstoffe	1,5	0,5
Umweltenergie		
Solarenergie, Umgebungswärme	1,0	0,0

¹ Bezugsgröße Endenergie; Heizwert H_i

² Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70%.

Institut für Wärme und Oeltechnik

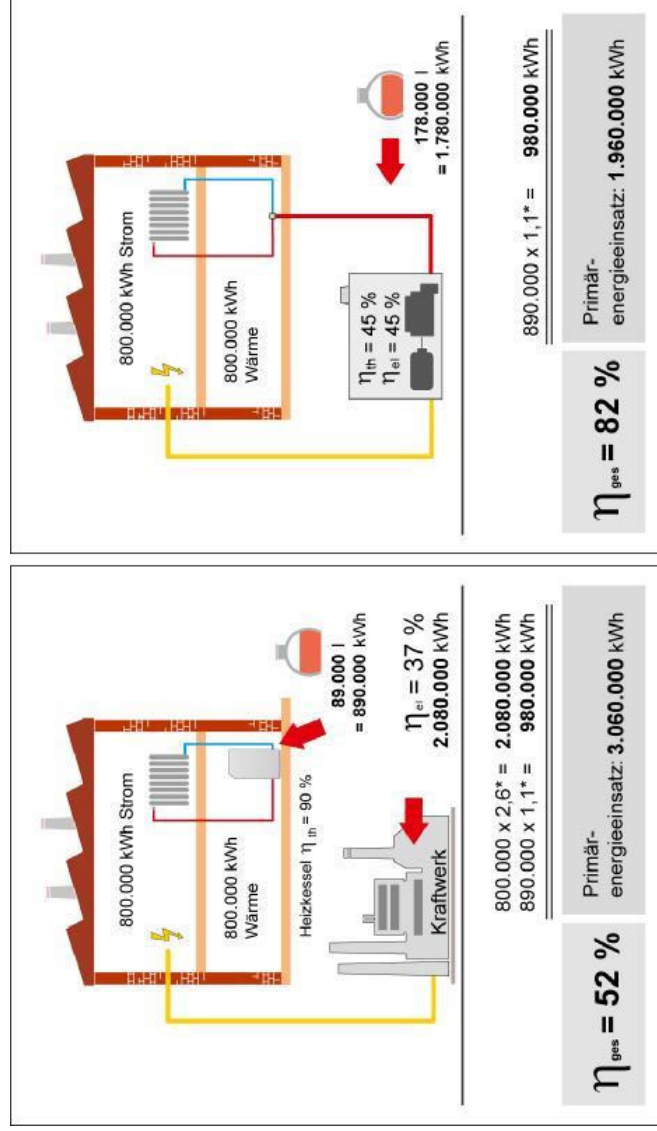
Geringer Wirkungsgrad von Kraftwerken



- Stromerzeugung in Deutschland:
100 kWh Primärenergie sind nötig, damit beim Verbraucher 37 kWh ankommen.

Institut für Wärme und Oeltechnik

Primärenergieausnutzung zentraler und dezentraler Erzeugersysteme – Beispiel Industrie



* Primärenergiefaktor nach EnEV berücksichtigt auch den Anteil der regenerativen Stromerzeugung

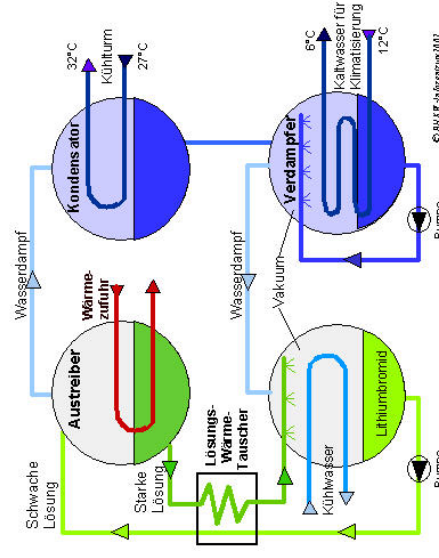
Institut für Wärme und Oeltechnik



- Was ist Kraft-Wärme-Kopplung (KWKK)?
- Warum ist KWKK sinnvoll?
- Welche Einsatzfelder gibt es?
- Entwicklungsperspektiven der KWKK

Was kann ein BHKW?

- **Wärmeerzeugung**
- **Kälteerzeugung**
 - Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) (vorwiegend Absorptionskältemaschinen)
- **parallel: Stromproduktion**
 - Nutzung
 - Einspeisung

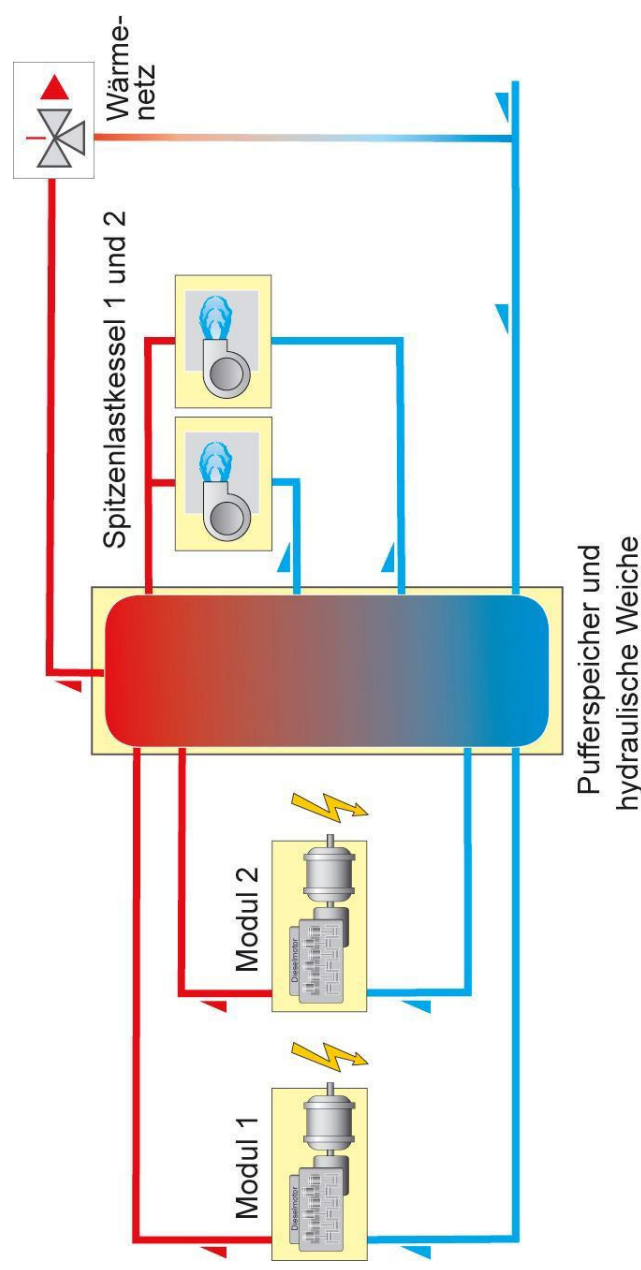


Absorptionskältemaschine

Betriebsweisen der KWK: wärmegeführt

- **Auslegung des BHKW am privaten / öffentlichen Wärmebedarf**
- **Ziel: Abdeckung der Wärme-Grundlast**
- **Überschlägig: 15-20% der Wärmeleistung**
- **Eigenschaften**
 - Weiterhin Spitzenlastkessel notwendig
 - Minimale Stillstandszeiten angestrebt
 - kontinuierliche Stromproduktion

Schema der hydraulischen Einbindung eines BHKW mit Pufferspeicher (wärmegeführt)



Betriebsweisen der KWK: stromgeführt



- **Auslegung des BHKW am öffentlichen / privaten Strombedarf**
- **Ziel: Deckung hoher/teurer Strombedarfe**
- **Virtuelles Kraftwerk, z.B. Lichtblick**
 - Abdeckung vor allem teurer Spitzenlasten
 - Bei Vernetzung: Ersatz von Kraftwerken möglich
 - Nutzung der erzeugten Wärme?

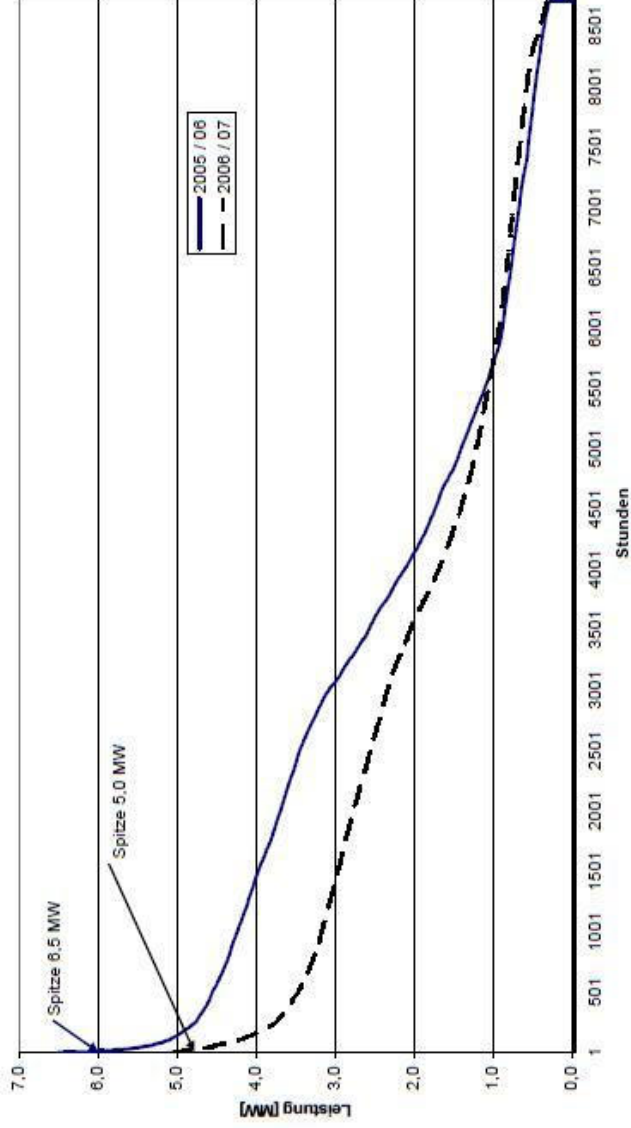
Institut für Wärme und Oeltechnik

Wo eignet sich der BHKW-Einsatz?



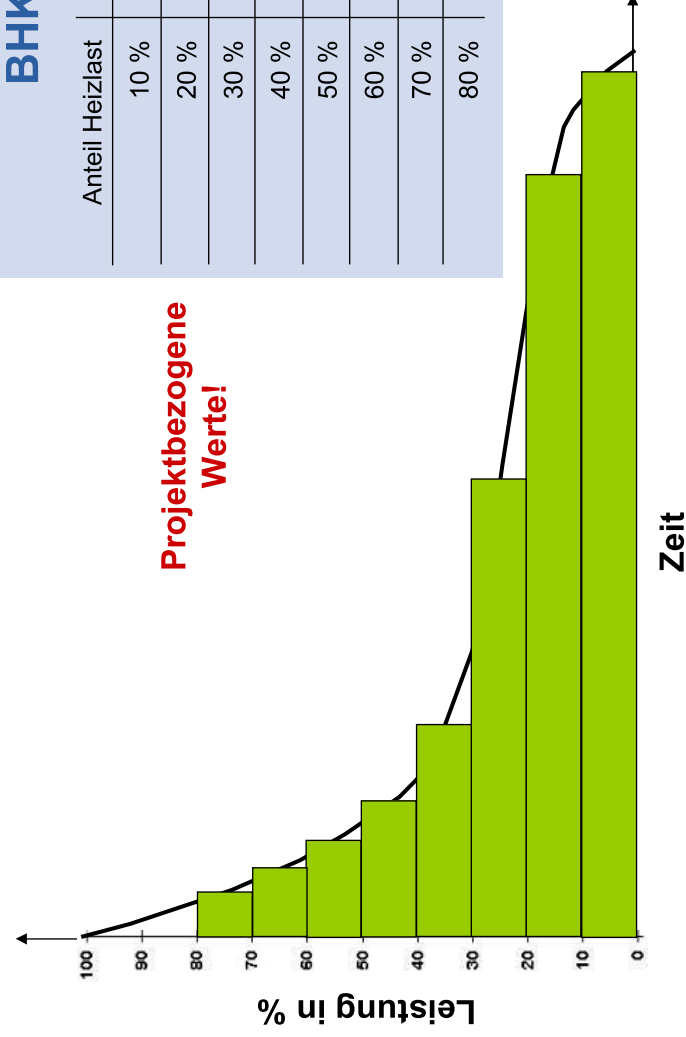
- „Eine Maschine amortisiert sich, wenn sie mit Ertrag arbeitet“ → Laufzeitmaximierung
- **effektiver Betrieb: Möglichst konstanter Wärmebedarf über das ganze Jahr hinweg**
 - Beherbergungsgewerbe: Hotels, Seniorenheime
 - Schwimmbäder
 - Krankenhäuser
 - Gastronomie
 - Sportstätten
 - Gewerbebetriebe

Institut für Wärme und Oeltechnik

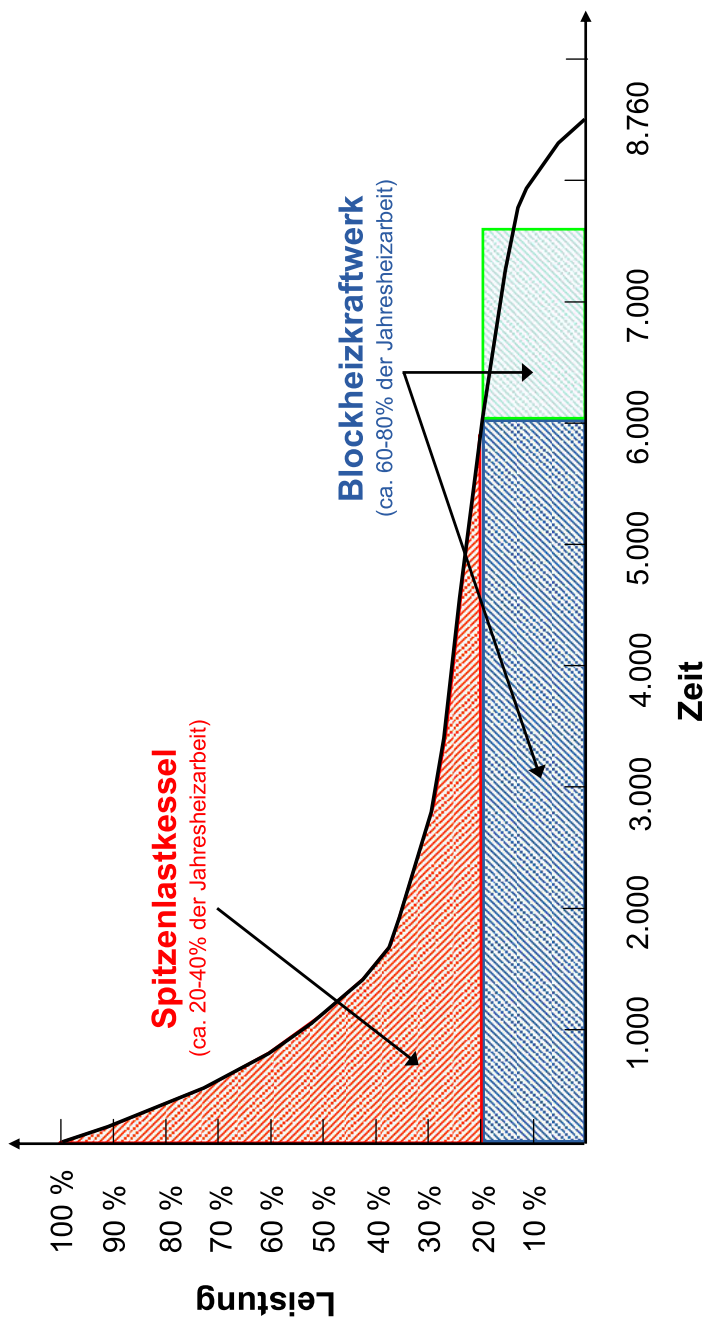


- Die Jahresdauerlinie umfasst bei stündlicher Messung 8.760 (Wärme) bzw. 35.040 Perioden (Strom) der Leistungsmessung

Geordnete statistische Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs



Jahresarbeitsverteilung der Wärmeerzeuger



Institut für Wärme und Oeltechnik

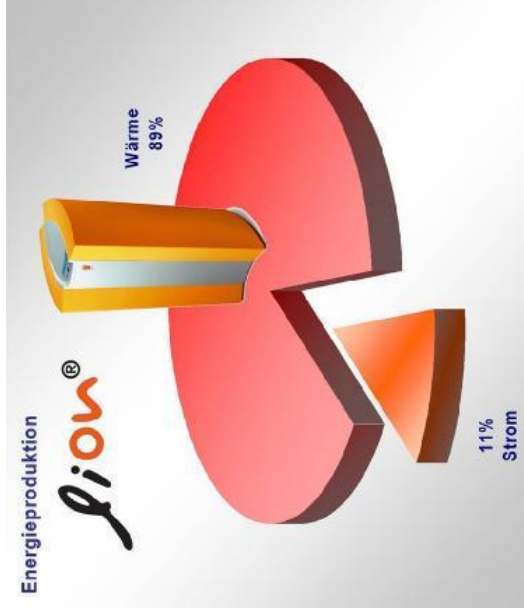
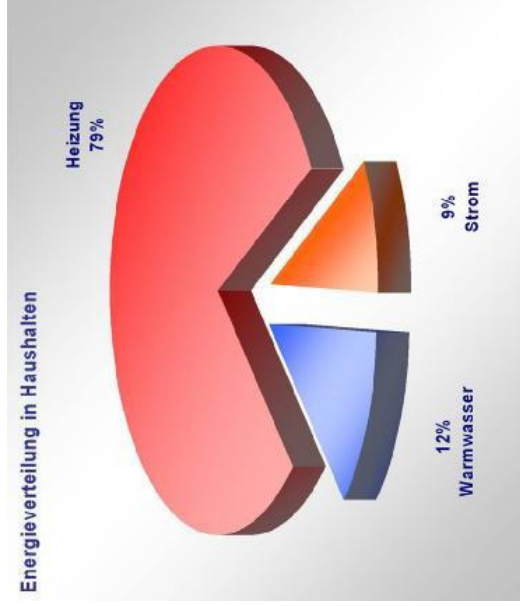
Inhalt



- Was ist Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)?
- Warum ist KWK sinnvoll?
- Welche Einsatzfelder gibt es?
- Entwicklungsperspektiven der KWK

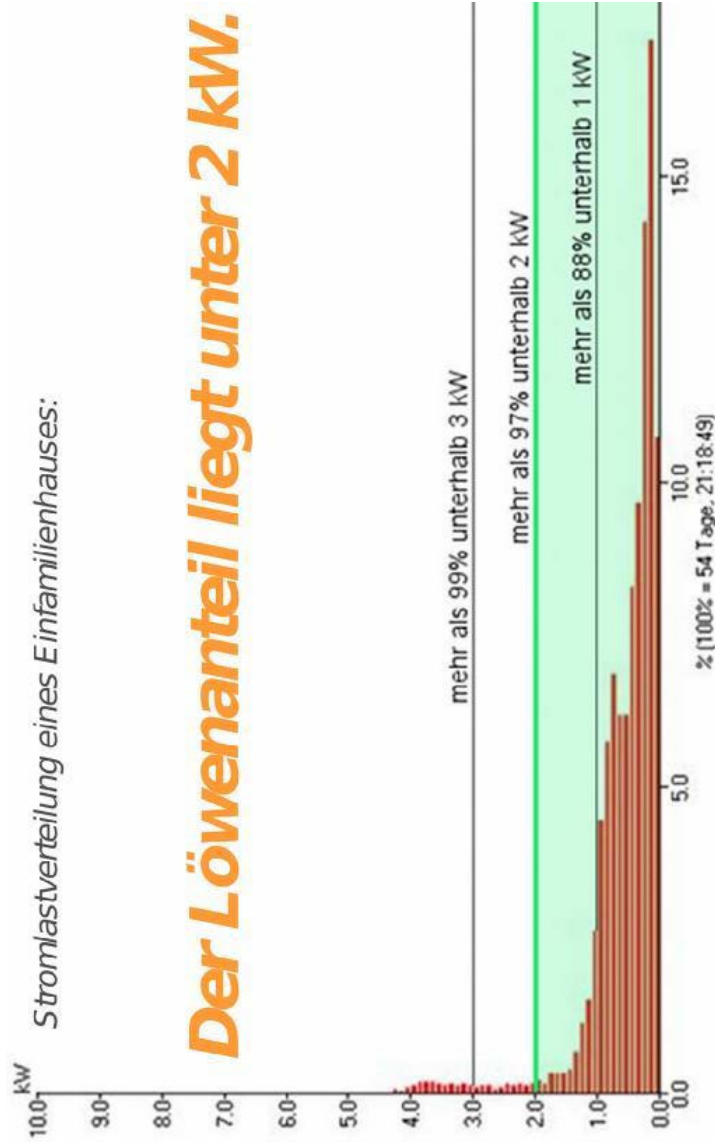
Institut für Wärme und Oeltechnik

Wärmebedarf im Haushalt



Stromlastverteilung eines Einfamilienhauses

Stromlastverteilung eines Einfamilienhauses:



Die Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung mit Heizöl EL



- Basis ist der Lion Powerblock von OTAG
- Erstes Projektziel sind Prototypen für Labor- und Feldversuche
- Schlüsseltechnologie ist der modulierende Brenner kleiner Leistung von 3 – 19 kW
- Herzstück ist der dampfbetriebene Linator
- Leistungen
 - elektrisch 0,2 – 3,0 kW
 - thermisch 2,0 – 16 kW



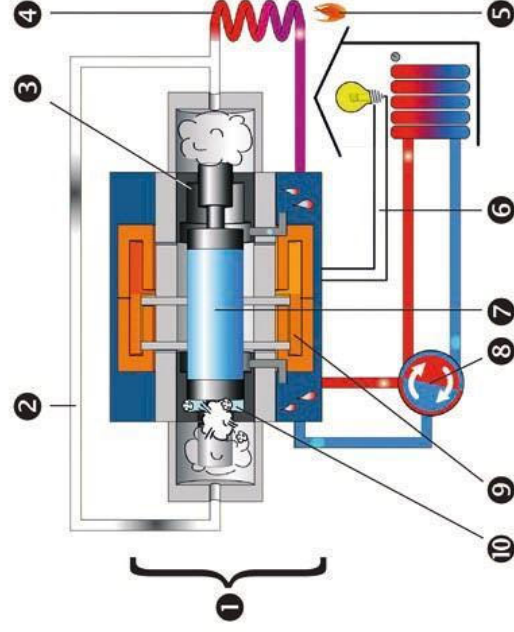
www.otag.de
Lion®-POWERBLOCK

Institut für Wärme und Oeltechnik

Funktionsschema des Linators



VEREINFACHTES FUNKTIONSSCHEMA DES *lion*



Wichtige Bauteile des *lion*-POWERBLOCKS:

- | | | |
|--------------------|------------------|--------------------|
| 1 LINATOR | 4 Rohrverdampfer | 7 Doppelfreikolben |
| 2 Dampfleitung | 5 Brenner | 8 Wärmetauscher |
| 3 rechter Zylinder | 6 Stromabführung | 9 Spule |
| | | 10 linker Zylinder |

Institut für Wärme und Oeltechnik

Stirling Motor



- Erfunden 1816 von Robert Stirling
- geschlossener Prozess
- Antrieb durch externe brennstoff-unabhängige stationäre Wärmequelle
- Einsatz regenerativer Kraftstoffe möglich
- geringe Emissionen
- Leistungen im Mini-KWK Bereich
 - elektrisch 1 – 9 kW
 - thermisch 12 – 24 kW
 - elektrischer Wirkungsgrad 12 – 24 %
- kritisch: Hohe Materialanforderungen, träger Lastwechsel, teurer als Otto- / Dieselmotoren

Quelle: Sunmaschine, Solo Stirling GmbH

Institut für Wärme und Oeltechnik

Brennstoffzelle



- Hoher elektrischer Systemwirkungsgrad
- In der Regel ist ein Reformer notwendig
- Zurzeit nur Feldanlagen im Test
- Zurzeit nicht wirtschaftlich
- Option für das „Wasserstoffzeitalter“

Institut für Wärme und Oeltechnik

- Mikro-KWK-Technologie ist wichtiger Baustein für die Energiezukunft bis 2030
- Weiter wachsender Einsatz regenerativer Energiequellen → Dezentralisierung der Stromerzeugung → Netze müssen zunehmend in beide Richtungen arbeiten
- Mikro-KWK: Verbesserte Gebäudedämmung – Grenzen der Wirtschaftlichkeit von KWK (Passivhaus)

Institut für Wärme und Oeltechnik

Fazit

- KWK ...
- ... ist **energiepolitisch notwendig**
 - ...objektbezogen zu kalkulieren
 - ...erfordert besonderes Fachwissen bei Installation und Wartung
 - ...erfordert Aufklärung und Beratung

Institut für Wärme und Oeltechnik