



Grundlagen und Anwendungsbeispiele der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Dr. Ulrich Fahl

Kraft-Wärme-Kopplung und Abwärmenutzung für Gewerbe, Handwerk und Wohnungswirtschaft
Klimaschutz-Workshop, Murrhardt, 5. Juli 2011



Agenda

- KWK-Grundlagen
- Politische Rahmenbedingungen
- Ausgangssituation
- Perspektiven
- Anwendungsbeispiele
- Schlussbetrachtung

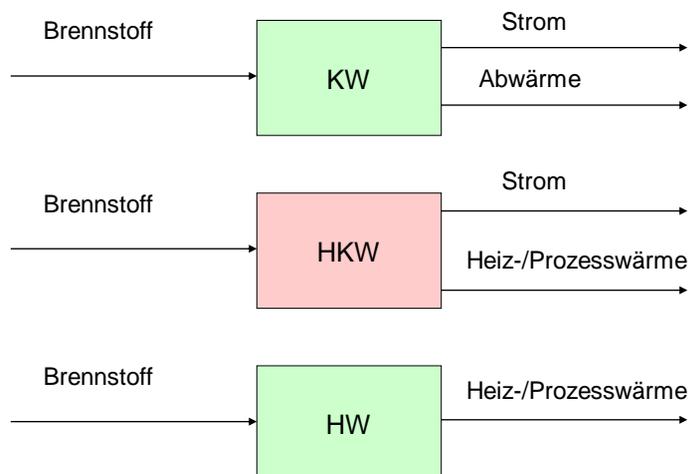


Agenda

- **KWK-Grundlagen**
- Politische Rahmenbedingungen
- Ausgangssituation
- Perspektiven
- Anwendungsbeispiele
- Schlussbetrachtung



Kraftwerk (KW), Heizkraftwerk (HKW) und Heizwerk (HW)





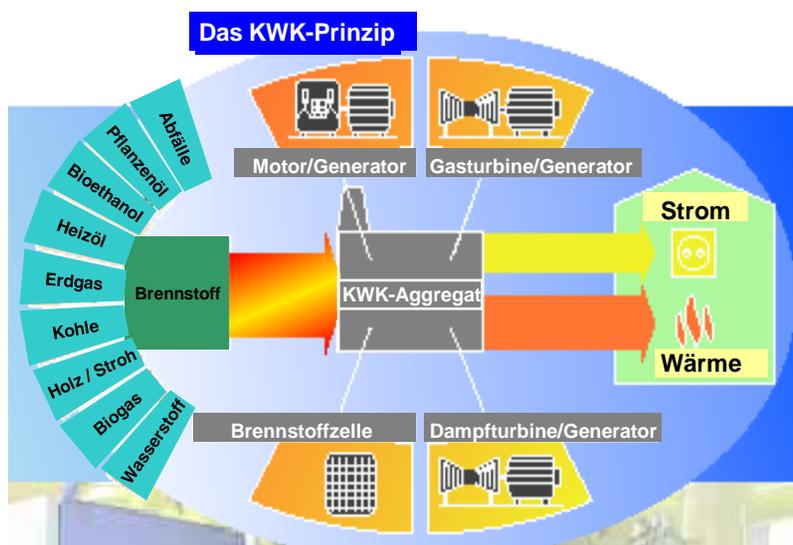
Was ist KWK-Strom?

Kraft-Wärme-Kopplung ist die gleichzeitige Umwandlung von eingesetzter Energie in mechanische oder elektrische Energie und nutzbare Wärme innerhalb eines thermo-dynamischen Prozesses.

Unter Gleichzeitigkeit ist zu verstehen, dass der Energieinhalt eines Prozessmediums (Gas oder Dampf) innerhalb eines thermo-dynamischen Prozesses sowohl zur Strom- als auch zur Wärmeerzeugung genutzt wird (KWK-Prozess).

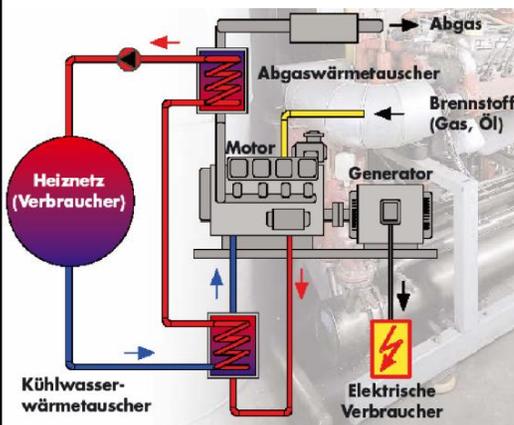
Nutzbare Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung liegt nur dann vor, wenn die Wärme außerhalb der KWK-Anlage für Raumheizung, Warmwasserbereitung, Kälteerzeugung oder als Prozesswärme verwendet wird.

Quelle: Arbeitsblatt FW 308 der AGFW





Was ist ein BHKW ?



Quelle: Energieagentur NRW

Bauarten

- BHKW mit Dieselmotoren:
Heizöl
Pflanzenöl
Biodiesel
- BHKW mit Gas-Ottomotoren:
Erdgas
Biogas / Klärgas
- Weitere Ausführungen:
Stirling-Motoren
Dampfmaschinen
Brennstoffzellen



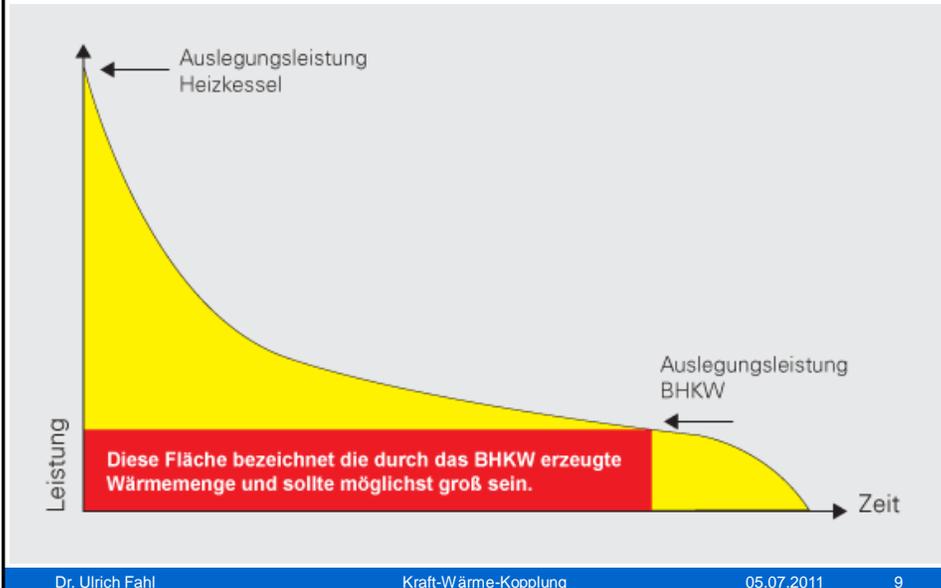
Wo kommt KWK zum Einsatz?

Überall, wo Wärme gebraucht wird, sind ideale Voraussetzungen für Kraft-Wärme-Kopplung:

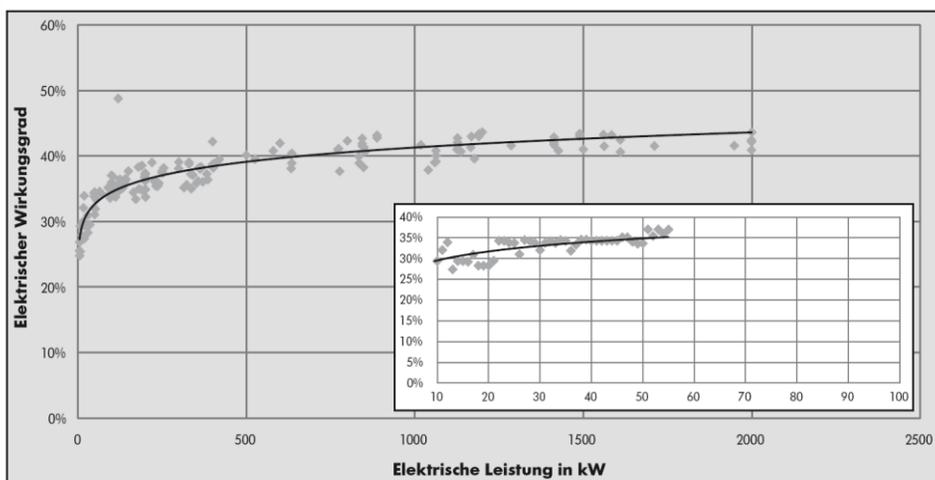
- Fern- und Nahwärmesysteme, die in Städten eine flächendeckende Versorgung auf der Basis von KWK ermöglichen
- Prozesswärme bis 500 °C für Industrie- und Gewerbebetriebe, Landwirtschaft, Gartenbau
- Beheizung von einzelnen Wohn- und Bürohäusern, Kaufhäusern
- Wärmeversorgung öffentlicher Gebäude (Schwimmbäder, Krankenhäuser usw.)



Auslegung eines BHKW

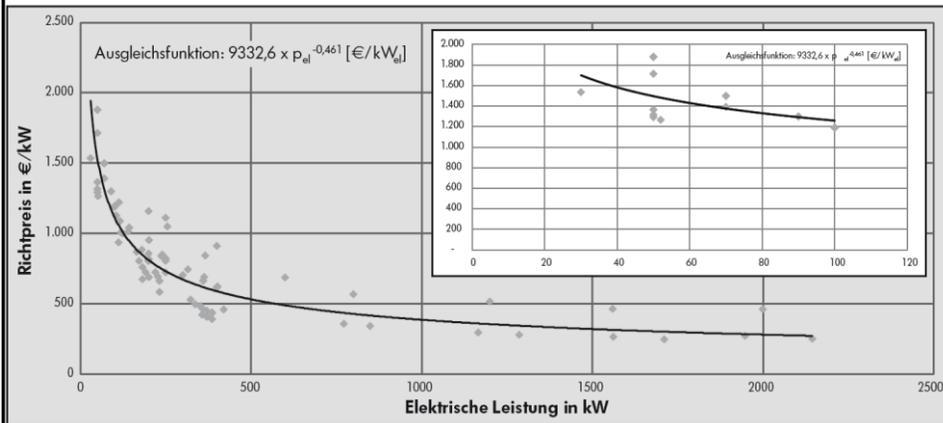


Elektrische Wirkungsgrade von Erdgas-BHKW





Spezifische Richtpreise von Erdgas-BHKW

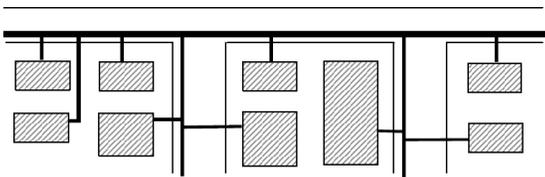


Quelle: ASUE BHKW Kenndaten 2011



Erweiterung 1 – Nahwärme

- Nahwärmenetze bedienen mehrere Gebäude, ein Wohn- oder Gewerbegebiet oder eine Gemeinde.

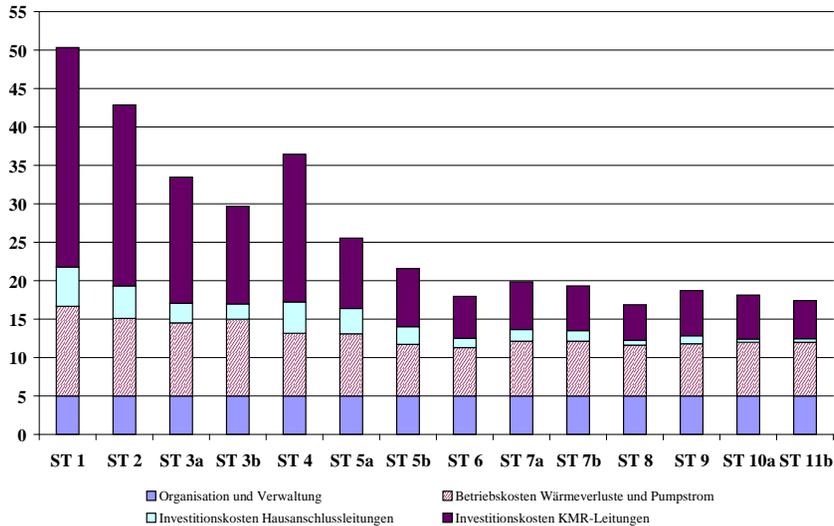


Quelle: SWLB

- Die Zusatzkosten für den Aufbau des Verteilnetzes müssen geringer sein als die Kosteneinsparungen bei der KWK-Anlage (niedrigere spezifische Investitionen, höherer Wirkungsgrad, höhere Auslastung).

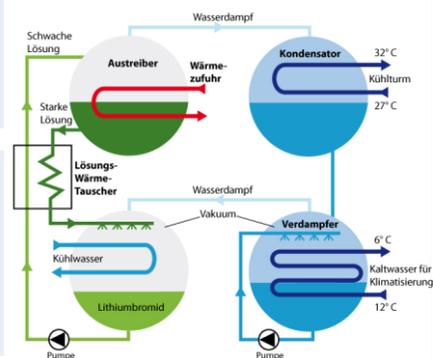


Verteilungskosten der Nah-/Fernwärme [€/MWh]



Erweiterung 2 – Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)

- Die erzeugte Wärme wird zum Betrieb einer Absorptionskältemaschine für die Klimatisierung verwendet.
- Als Kälte-transportmedium dient üblicherweise aufbereitetes Wasser mit einer Vorlauftemperatur von 6 °C.
- Durch den zusätzlichen Sommerbetrieb kann die Zahl der jährlichen Betriebsstunden der KWKK-Anlage deutlich gesteigert und deren Wirtschaftlichkeit verbessert werden.

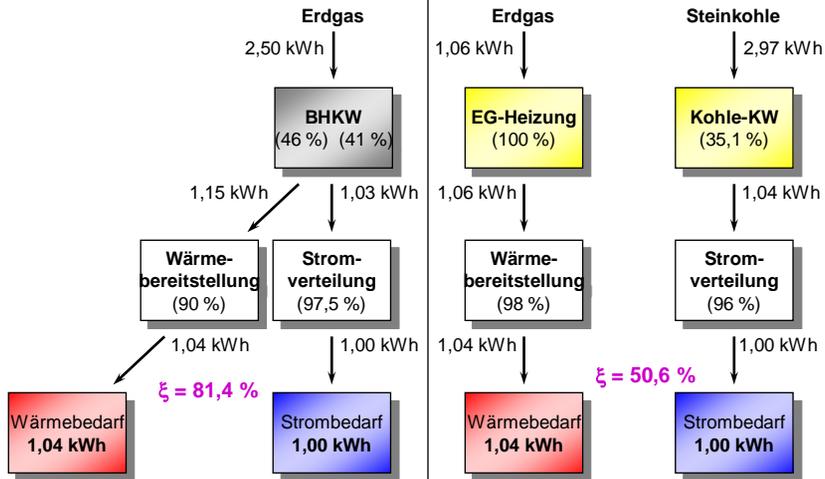




KWK versus getrennte Erzeugung (Steinkohle heute)

Brennstoffeinsatz: 2,50 kWh
CO₂-Emissionen: 504 g

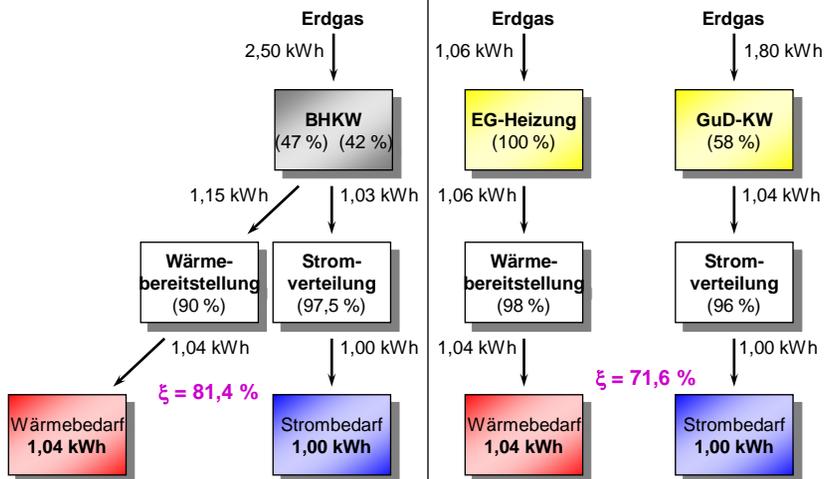
Brennstoffeinsatz: 4,03 kWh
CO₂-Emissionen: 1207 g



KWK versus getrennte Erzeugung (gleicher Energieträger)

Brennstoffeinsatz: 2,50 kWh
CO₂-Emissionen: 504 g

Brennstoffeinsatz: 2,85 kWh
CO₂-Emissionen: 576 g





Agenda

- KWK-Grundlagen
- **Politische Rahmenbedingungen**
- Ausgangssituation
- Perspektiven
- Anwendungsbeispiele
- Schlussbetrachtung



Ziele der EU



**- 20 %
THG-Ausstoß
(Basisjahr 1990)**



**20 %
Endenergie aus
erneuerbaren
Energiequellen**



**+20 %
Energieeffizienz**

← EU Energie- und Klimapaket 20-20-20 für 2020 →



Rahmenbedingungen in der EU

- EU-KWK-Richtlinie (Referenzwirkungsgrade für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung, einheitliches Gerüst zur Bestimmung von KWK-Strom)
- EU-KOM / „Energieinfrastrukturprioritäten bis 2020“ (Förderung der Entwicklung und Modernisierung der Fernwärme/-kältenetze)
- EU-KOM / „Energieeffizienzplan 2011“ (KWK als Bedingung für die Genehmigung neuer Kraftwerke, ggfs. prioritärer Zugang von KWK-Strom zu Verteilnetzen usw.)
- Emissionszertifikatehandel (post 2012) (keine freie Zuteilung für KWK-Strom / teilweise freie Zuteilung für Wärme (rund 80 %, in 2027: 0 %) -> Marktverzerrung, da Fernwärme dem EZH unterliegt)



Energiekonzept D – energiepolitische Vorstellungen zur zukünftigen Energieversorgung (Herbst 2010)

- Deutschland soll in Zukunft bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden.
- Dabei setzt die Bundesregierung auf eine ideologiefreie, technologieoffene und marktorientierte Energiepolitik.
- Wettbewerb und marktwirtschaftliche Märkte sind der zentrale Ordnungsrahmen.
- Beim Energiemix der Zukunft sollen die erneuerbaren Energien den Hauptanteil übernehmen. ... Die Kernenergie ist eine Brückentechnologie auf dem Weg dorthin.



Energiekonzept D – Handlungs- und Technologieziele

- Senkung der Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990):
40 % bis 2020; 55 % bis 2030; 80-95 % bis 2050.
- Senkung des Primärenergieverbrauchs (gegenüber 2008):
20 % bis 2020 und 50 % bis 2050
- **Anteil der Stromerzeugung aus KWK:
Verdopplung des Anteils auf 25 % bis 2020**
- Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am
Bruttostromverbrauch:
35 % in 2020; 50 % in 2030; 80 % in 2050
- Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke um durchschnittlich
12 Jahre (40 bis 46 Betriebsjahre)



Rahmenbedingungen in Deutschland

- Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG 2009)
 - Förderung der Stromerzeugung aus KWK und des Wärmenetzausbaus
 - Deckelung: 750 Mio. €/a (Prognose Ausschöpfung in 2011: 152 Mio. €)
 - Zwischenüberprüfung im Jahr 2011
- Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
 - KWK-Bonus / Pflicht zur 100 %igen Nutzung Erneuerbarer Energien
- Erneuerbare Energien Wärme Gesetz (EEWärmeG)
 - Ziel: Erhöhung des EE-Anteils an der Wärmebereitstellung auf 14 % im Jahr 2020
 - Fernwärme (zu 50 % auf Basis hocheffizienter KWK) als Ersatzmaßnahme



KWKG – Anschluss-, Abnahme und Vergütungspflicht

Netzbetreiber sind verpflichtet, zuschlagberechtigte KWK-Anlagen an ihr Netz anzuschließen und den in diesen Anlagen erzeugten KWK-Strom vorrangig abzunehmen.

Derjenige Netzbetreiber, der über ein technisch geeignetes Netz für die Aufnahme verfügt und kürzeste Entfernung zum Standort der KWK-Anlage hat, ist verpflichtet, die jeweilige Strommenge abzunehmen.

Neben dem ausgehandelten Strompreis muss vom Netzbetreiber eine im KWK-Gesetz festgelegte Zuschlagzahlung für den eingespeisten Strom entrichtet werden.

Quartal	2008	2009	2010	2011
I	5,620	4,735	4,102	5,185
II	6,554	3,228	4,152	5,361
III	7,317	3,703	4,381	
IV	6,801	3,876	5,149	

**„Üblicher Preis“
für KWK-Anlagen
bis 2 MW_{el} [ct/kWh]**



Zuschlagszahlungen in Cent/kWh für KWK-Anlagen, die nach dem 1.1.2009 in Dauerbetrieb genommen wurden / werden

Anlagenkategorie	KWK-Zuschlag	Max. Förderzeitraum	
		Betriebsjahre	Vollbenutzungsstunden
B1. Hocheffiziente Brennstoffzellenanlagen	5,11	10	
B2. Hocheffiziente KWK-Anlagen			
a) bis 50 kW _{el}	5,11	10	
b) über 50 kW bis 2 MW _{el}			
· für den Leistungsanteil bis 50 kW _{el}	5,11	6	30.000
· für den Leistungsanteil über 50 kW _{el}	2,10	6	30.000
c) über 2 MW _{el}			
· für den Leistungsanteil bis 50 kW _{el}	5,11	6	30.000
· für den Leistungsanteil über 50 kW _{el} bis 2 MW _{el}	2,10	6	30.000
· für den Leistungsanteil über 2 MW _{el}	1,50	6	30.000
B3. Hocheffiziente modernisierte Bestandsanlagen	Förderung wie Neuanlagen		

Quelle: ASUE (2010)



Steuervergünstigungen im Rahmen der Ökosteur

- Strom aus BHKW mit einer Leistung bis 2 MW_{el} ist von der **Stromsteuer** befreit, wenn der Strom selbst verbraucht oder an Mieter, Pächter oder ähnliche Vertragspersonen verkauft oder im Rahmen eines Contracting von einem externen Betreiber zur Verfügung gestellt wird.
Ersparnis: 2,05 Cent/kWh
- Für Heizöl und Erdgas für den Betrieb einer KWK-Anlage wird die **Mineralölsteuer** für die Monate oder Jahre erstattet, in denen der Nutzungsgrad mindestens 70 % beträgt. Zur besseren Ausnutzung kann eine KWK-Anlage an zwei wechselnden Standorten betrieben werden.
Ersparnis: Heizöl 6,135 Cent/Liter
Erdgas 3,476 Euro/MWh



EnEV - Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger im Vergleich (Quelle: DIN V 4701-10)

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



Landespolitische Zielsetzungen – Energiekonzept 2020

- Die Energieproduktivität in Baden-Württemberg soll im Mittel um 2 % pro Jahr gesteigert werden.
- Der Primärenergieverbrauch (PEV) soll in diesem Zeitraum um mindestens 10 % gesenkt werden.
- Der Stromverbrauch muss zumindest auf dem Niveau von 2007 gehalten werden.
- Durch Erhöhung der Energieproduktivität und Senkung des PEV soll der Pro-Kopf-Energieverbrauch deutlich reduziert werden.
- **Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung soll auf mindestens 20 % verdoppelt werden.**
- Der Anteil der erneuerbaren Energien (EE) an der Stromerzeugung soll mindestens 20 % betragen.
- Der Anteil der EE an der Wärmebereitstellung soll mindestens 20 % betragen (22 TWh = 5,7 % Anteil am PEV).
- Der Anteil der EE am PEV soll mindestens 12 % betragen.



Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (1. Januar 2010)

- Wenn in einem bestehenden Wohngebäude der zentrale Heizkessel ausgewechselt oder neu eingebaut wird, müssen 10 % des Wärmebedarfs über erneuerbare Energien abgedeckt werden.
- Der Einbau einer Solaranlage ist der Kernpunkt des Gesetzes (Ankergröße). Das Gesetz muss insgesamt nicht erfüllt werden, wenn in einem Gebäude aus technischen oder baurechtliche Gründen eine Solaranlage nicht eingebaut werden kann.
- **Ersatzmaßnahmen sind möglich, auch über KWK**



Quelle: Spiegel-Online



Beschluss des Deutschen Bundestages zu Atomausstieg und Energiewende am 30. Juni 2011

- Ausstieg aus der Kernenergie bis Ende 2022
- Begleitendes Gesetzespaket zur Energiewende

Änderung des Baugesetzbuches – Gesetz zur Stärkung der klimagerechten Entwicklung in den Städten und Gemeinden

- Stärkung des Klimaschutzes im Bauplanungsrecht
- Einfügen einer Klimaschutzklausel zur Stärkung des Anliegens einer klimagerechten Stadtentwicklung (Vermeidung und Anpassung)
- **Erweiterung der Festsetzungsmöglichkeiten zum Einsatz und zur Nutzung erneuerbarer Energien und aus Kraft-Wärme-Kopplung**
- Einfügen von Sonderregelungen für die Windenergienutzung
- Erleichterung der Nutzung insbesondere von Photovoltaikanlagen an oder auf Gebäuden



Koalitionsvertrag zwischen BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und SPD

- Wir werden endlich die Energiewende in Baden-Württemberg voranbringen und die Nutzung der Atomkraft endgültig beenden. Baden-Württemberg muss zur führenden Energie- und Klimaschutzregion werden.
- Bis zum Ende des Jahrzehnts wollen wir den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg durch ein überdurchschnittliches Wachstum deutlich ausbauen.
- Der von der Landesregierung angestrebte Umbau der Energieversorgung macht bereits jetzt umfassende Anpassungen der Netzinfrastruktur und die Errichtung neuer Speicherkapazitäten erforderlich.
- Den Ausbau der Biomassennutzung im Land werden wir stärker entlang von Umwelt- und Naturschutzkriterien ausrichten.
- Für möglichst viele bereits bestehende Biogasanlagen wollen wir nachträglich eine Wärmenutzung oder Gasnetzeinspeisung erreichen.



Koalitionsvertrag zwischen BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und SPD

- Das Programm zur Förderung von Bioenergiedörfern und den Bioenergiewettbewerb werden wir weiterentwickeln.
- Die Solarthermie wollen wir als wichtigen Baustein für die Wärmeerzeugung weiter voranbringen.
- Wir wollen die großen Potenziale der oberflächennahen wie auch der tiefen Geothermie nutzen. Wir werden deshalb die Geothermie voranbringen und dabei die Erfahrungen aus den Ereignissen in Basel und Staufen berücksichtigen.
- Das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) werden wir nach Auswertung der bisherigen Erfahrungen novellieren und auf bestehende Nichtwohngebäude ausweiten.
- Die Sanierung des Gebäudebestands betrachten wir als einen zentralen Eckpfeiler zur Erreichung der Klimaschutzziele.

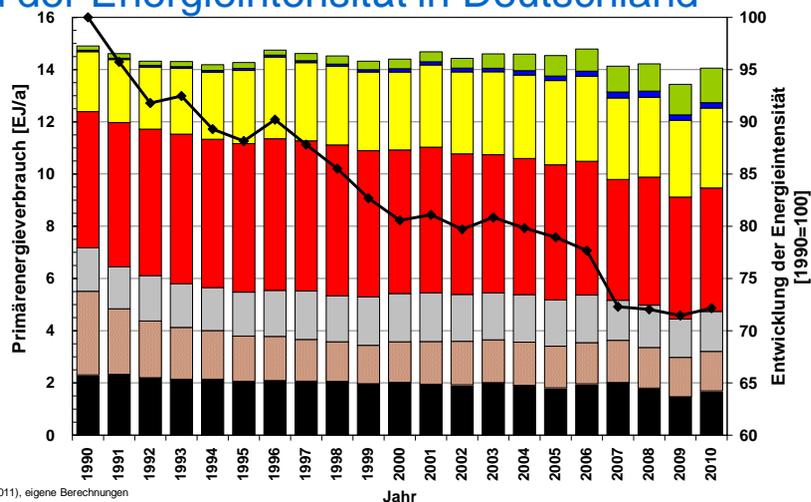


Agenda

- KWK-Grundlagen
- Politische Rahmenbedingungen
- **Ausgangssituation**
- Perspektiven
- Anwendungsbeispiele
- Schlussbetrachtung

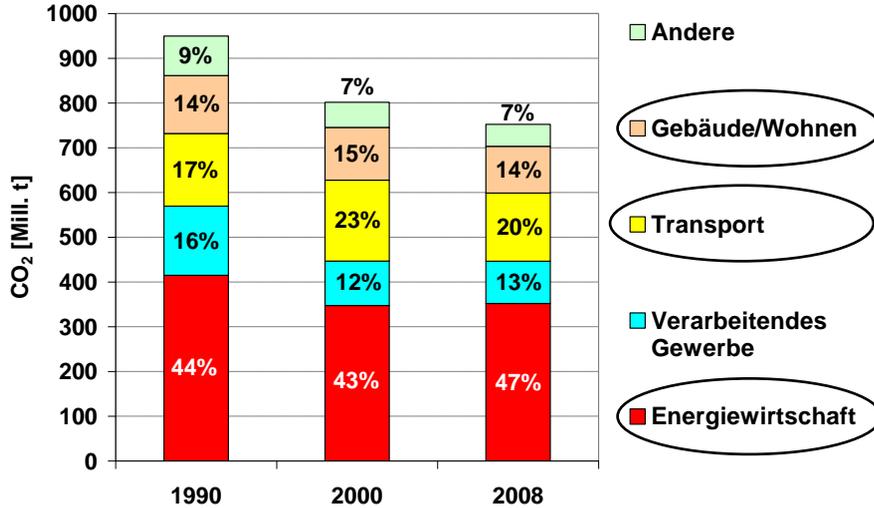


Entwicklung des Primärenergieverbrauchs und der Energieintensität in Deutschland





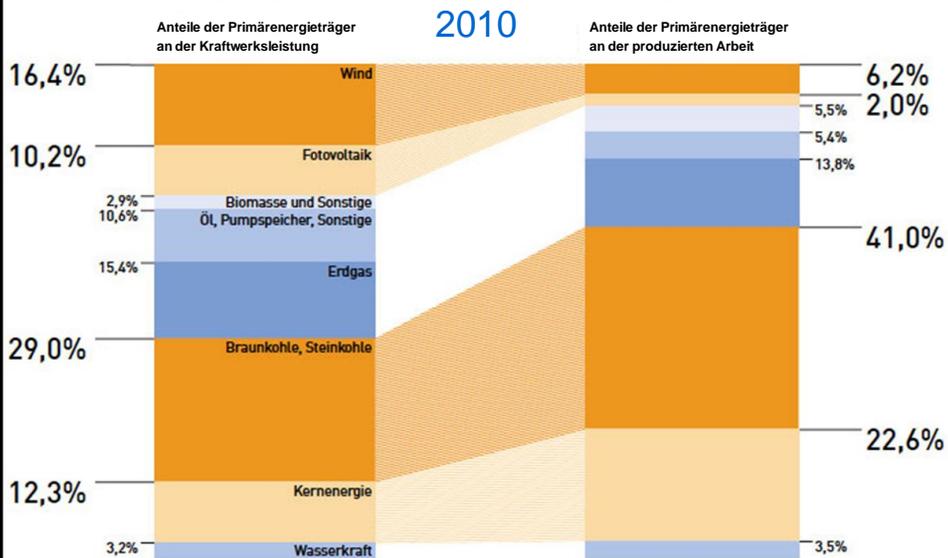
Energiebedingte CO₂-Emissionen in Deutschland nach Sektoren



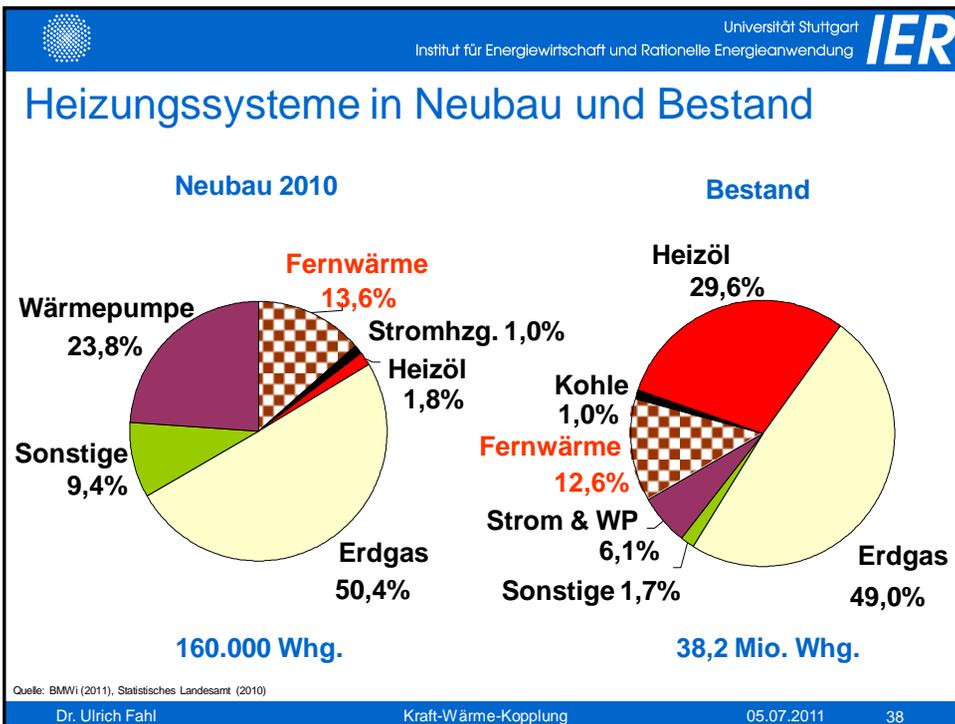
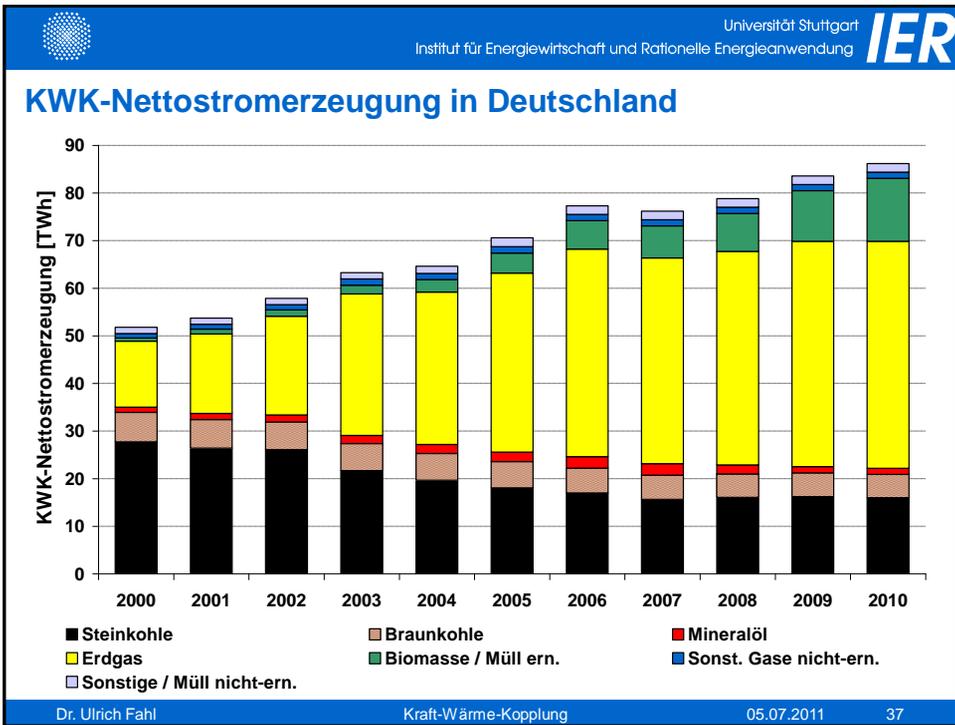
Quelle: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, UBA (2010)



Stromerzeugung und Kraftwerksleistung in Deutschland



Quelle: BDEW (2011)





Agenda

- KWK-Grundlagen
- Politische Rahmenbedingungen
- Ausgangssituation
- **Perspektiven**
- Anwendungsbeispiele
- Schlussbetrachtung

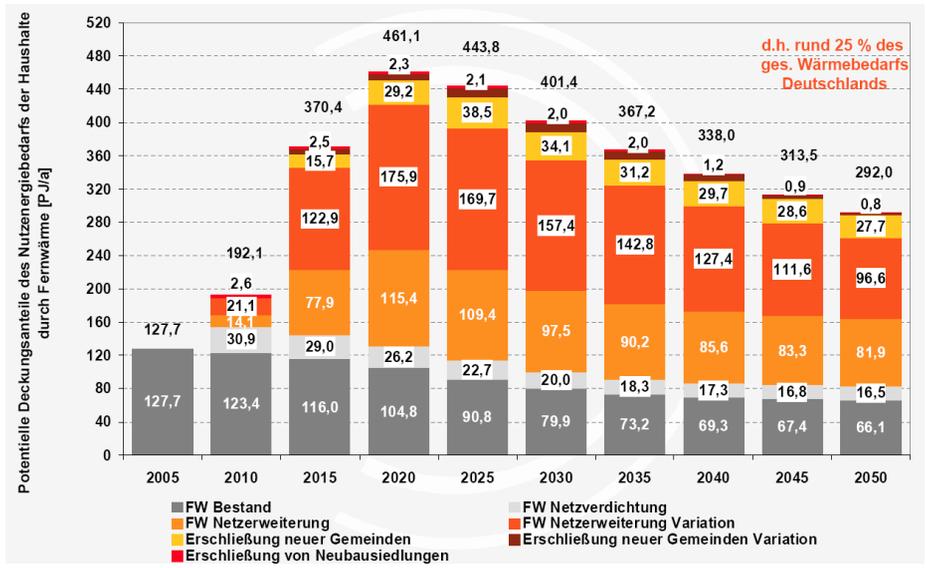


Energetische Schwachstellen beseitigen, danach KWK-Anlage auslegen

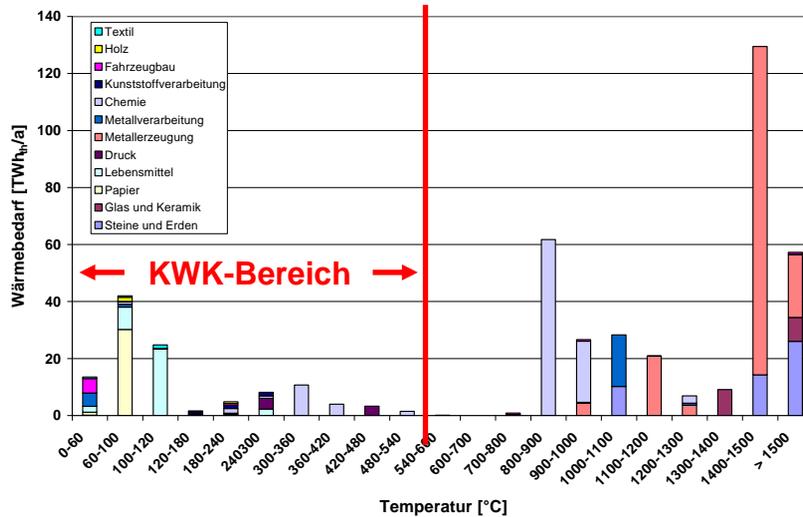
- Drehzahlgeregelte Heizungspumpen bei Erneuerung
- Hydraulischer Abgleich im Heizungsnetz
- Dämmung zugänglicher Heizungs- und Wasserleitungen
- Steuerung der Warmwasser-Zirkulationsleitung
- Energetische Sanierung über Fenstertausch, Dachisolation, Isolation der Außenwand und Isolation der Kellerdeckenunterseite im Rahmen des Sanierungszyklus



KWK-Potenzial bei den Haushalten in Deutschland



KWK-Potenzial in der Industrie in Deutschland





Zukunftskonzept KWK – Fern-/Nahwärme

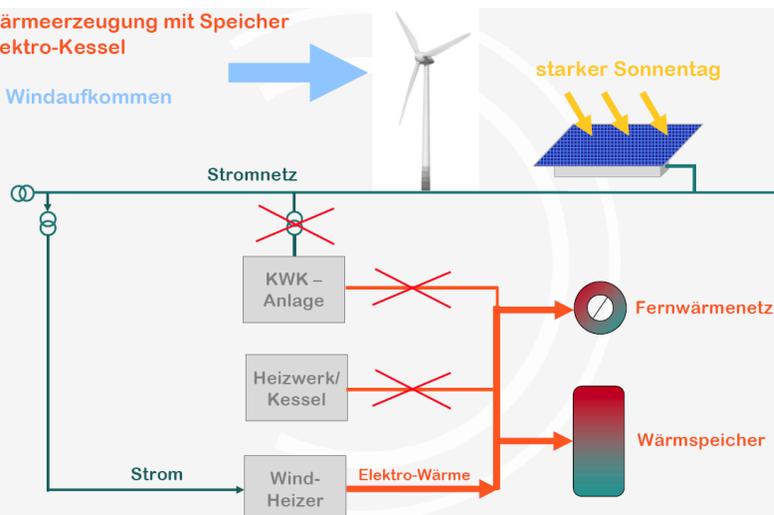
- Mit zunehmender Wärmeisolierung bekommt die KWK/Fernwärme kein Problem, da versorgte Gebäude bereits heute niedrige Wärmeverbräuche haben.
- Bei fortschreitender Dämmung von Bestandsgebäuden können frei werdende Kapazitäten für die weitere Erschließung genutzt werden.
- Ein Reduktionspfad von bis zu -95 % THG-Emissionen bis 2050 lässt die Öl- und Erdgasheizung aus der Wärmeversorgung verschwinden.
- Fern-/Nahwärme ist eine Zukunftstechnologie, mit der erneuerbare Energien (wie z. B. Geothermie, Biomasse, Biogas-KWK, großflächige Solarthermie) flächendeckend und anpassungsfähig in die Wärmeversorgung integriert werden können.



KWK mit Fern-/Nahwärme als optimale Ergänzung zur fluktuierenden Einspeisung aus Windenergie

Fernwärmeerzeugung mit Speicher
und Elektro-Kessel

Hohes Windaufkommen





Agenda

- KWK-Grundlagen
- Politische Rahmenbedingungen
- Ausgangssituation
- Perspektiven
- **Anwendungsbeispiele**
- Schlussbetrachtung



BHKW: Wo wirtschaftlich sinnvoll?

- Krankenhäuser
- Bäder
- Hotels
- Industrie
- Gewerbe
- Nahwärmeversorgung
- Öffentliche Einrichtungen
- Kläranlagen
- Biogasanlagen





Krankenhaus Schorndorf



Seit 2001:

BHKW

- 1 x 800 kW_{el}
- 1 x 1.000 kW_{th}
- 50 m³ Pufferspeicher
- 6.800 h/a
- **Optimierung Heizsystem:**
 - ⇒ Investition: 65.000,- €
 - ⇒ Einsparung: 75.000,- €/a
- **Betreiber:**
Stadtwerke Schorndorf

Quelle: Trippe und Partner



„Paracelsus-Therme“ Bad Liebenzell



Seit 1996:

**BHKW mit Nah-
wärmeversorgung**

- 2 x 200 kW_{el}
- 2 x 350 kW_{th}
- 6.200 h/a
- **Überholung nach
25.000 h (43.000,- €)**
- **Motoraustausch nach
53.000 h (100.000,-€)**
- **Eigenwartung statt
externe Wartung**

Quelle: Trippe und Partner



„Paracelsus-Therme“ Bad Liebenzell

• Beckenflächen				Sonstiges:
Außenbecken	300 m ² (32 °C)			Behandlungstrakt
Innenbecken	260 m ² (30 °C)			Restaurant
Innenbecken	60 m ² (34 °C)			Sauna
Gesamt	620 m ²			Wellness
• Wärmebedarf	[kW]	2.000		-> 3,2 kW_{th}/m² Beckenfläche
• Wärmeverbrauch	[MWh/a]	5.730		inkl. Nahwärme
• BHKW		2 Module		
elektrische Leistung	[kW]	405		-> 35 % elektr. Wirkungsgrad
thermische Leistung	[kW]	650		
Gasbedarf	[kW]	1.160		Laufzeit: 6.200 h/a
• Investition (netto)	[€/kW _{el}]	1.500		-> Amortisation: 7,5 Jahre
– Notstromaggregat	[€/kW _{el}]	1.260		6,5 Jahre

Quelle: Trippe und Partner



Modehaus, Freiburg

• Verkaufsfläche		ca. 5.000 m ² + ca. 10 Wohneinheiten		
• Wärmebedarf	[kW]	1.000		-> 200 W_{th}/m²
• Wärmeverbrauch	[MWh/a]	1.256		
• Strom				
Leistung	[kW]	650		-> 130 W_{el}/m²
Arbeit	[MWh/a]	2.142		
• BHKW		1 Modul		
elektrische Leistung	[kW]	119		-> 35 % elektr. Wirkungsgrad
thermische Leistung	[kW]	194		
Gasbedarf	[kW]	341		Laufzeit: 4.200 h/a
• Investition (netto)	[€/kW _{el}]	1.200		-> Amortisation: 7 - 8 Jahre
abzgl. Zuschuss	[€/kW _{el}]	1.000		6 - 7 Jahre

Quelle: Trippe und Partner



BHKW-Kompaktanlage mit Gasmotor

Leistung 119 kW_{el}, 198 kW_{th}



Quelle: Trippe und Partner



Hotel „Lamm“

• Betten	50			Sonstiges:
• Personalbetten	6			Restaurant/Küche
• Gesamt	56 Betten			2 Konferenzräume
• Wärmebedarf	[kW]	300	-> 5,3 kW_{th}/Bett	
• Wärmeverbrauch	[MWh/a]	300	(1.000 Vollbenutzungsstunden/a)	
• BHKW		2 Module		
• elektrische Leistung	[kW]	2 x 5,5 = 11	-> 27 % elektr. Wirkungsgrad	
• thermische Leistung	[kW]	2 x 12,5 = 25		
• Gasbedarf	[kW]	2 x 20,5 = 41	Laufzeit: 7.500 h/a	
• Investition (netto)	[€/kW _{el}]	3.250	-> Amortisation: 7 - 8 Jahre	
• abzgl. Zuschuss	[€/kW _{el}]	2.450	5 - 6 Jahre	

mit angesetzttem Ölpreis von 35 €/hl

Quelle: Trippe und Partner



„Mini“-BHKW mit Öl- oder Gasmotor



Quelle: Trippe und Partner



Weitere öffentliche Einrichtungen

- **Schulen**
Ein wirtschaftlicher BHKW-Einsatz kommt im Allgemeinen nur in Frage, wenn eine zentrale Warmwasserversorgung (Duschen für Sportstätten) mit starker Sommernutzung besteht.
- **Öffentliche Einrichtungen**
Bei den öffentlichen Einrichtungen, wie z. B. Theater, Museum usw., ist in der Regel kein nennenswerter Sommerwärmebedarf feststellbar. Der wirtschaftliche BHKW-Einsatz ist vom Klimatisierungsbedarf abhängig.
- **Gewerbe**
Im Gewerbebereich ist keine seriöse Abschätzung des KWK-Potenzials ohne Kenntnis der individuellen Strom-/Wärme-Verbrauchsstrukturen der einzelnen Betriebe möglich.



Kenngößen für den BHKW-Einsatz

• Hallenbäder	> 400 m ²	100 kW _{el}
• Krankenhäuser	> 100 Betten	100 kW _{el}
• Pflegeheime/Senioreneime	> 70 Betten	50 kW _{el}
• Hotels (ohne Schwimmbad)	> 50 Betten	11 kW _{el}
• Kaufhaus	> 4.000 m ²	50 kW _{el}
• Industrie/ Gewerbe	verbrauchsabhängig (Strom-/Wärmebedarf)	



Agenda

- Politische Rahmenbedingungen
- Ausgangssituation
- Perspektiven 2050
- Wärmebedarf
- Technologien
- **Schlussbetrachtung**



KEA

Förderprogramme des Landes Übersicht

- EnergieSparCheck (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr, UVM)
- **Klimaschutz-Plus (UVM)**
- Heizen und Wärmenetze mit regenerativen Energien (HuW-EFRE) (UVM)
- Demonstrationsanlagen (Wirtschaftsministerium - WM)
- Bioenergiewettbewerb (WM)
- Bioenergieförderer (WM)
- Kreditprogramme der L-Bank (www.l-bank.de)



Übersicht / Suchhilfen:

- www.energiefoerderung.info
- www.energiesparfoerderung-bw.de
- www.foerderdatenbank.de
- Übersicht des Informationszentrums Energie im Wirtschaftsministerium BW



**Zudem bundesweite
Förderprogramme des
BAFA und der KfW**

www.kea-bw.de



5 konkrete Schritte für Entscheider

1) Vorchecking

KWK-Potenzial?

- ⇒ **Benchmark:**
- Bettenzahl (Krankenhaus, Hotel, Seniorenheim)
 - Fläche (Bad, Verwaltung, Wohnung)
 - Wärme-/Strombedarf (Gewerbe)

ja ↓

2) Grobanalyse

Wirtschaftlichkeit?

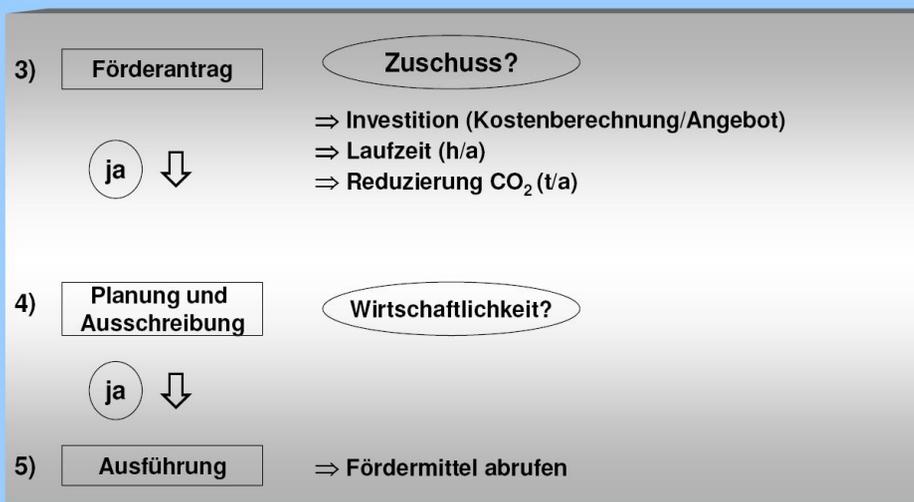
- ⇒ Wärme-/Stromrechnungen der letzten Jahre
- ⇒ Einbindung in vorhandene Systeme
- ⇒ Platzbedarf (Container?)
- ⇒ Ergebnis: Investition/Kapitalwert/Amortisation

ja ↓

Quelle: Trippe und Partner



5 konkrete Schritte für Entscheider



Quelle: Trippe und Partner



Einsatzmöglichkeiten der KWK

Heute

- KWK in Verbindung mit (großen) Wärmenetzen
- Kleine KWK-Anlagen
 - i. Objektversorgung
 - ii. Versorgung kleiner Wärmenetze
- In der Regel wärmegeführte Betriebsweise

Zukünftig

- KWK in Verbindung mit Wärmespeichern
 - i. Flexibler Einsatz der KWK-Anlage (stromgeführt)?
 - ii. Bereitstellung von (Sekunden-, Minuten-, Stunden-) Reserveleistung (Betrieb der KWK-Anlage unterhalb der Nennleistung)?
- Einsatz in virtuellen Kraftwerken (KWK mit Wind, PV, etc.)?
- Nutzung von „Überschuss-Strom“ zur Wärmeerzeugung?



Danke für ihre
Aufmerksamkeit !

IER *Institut für Energiewirtschaft
Rationelle Energieanwendung*

Heßbrühlstr. 49a, 70565 Stuttgart

Tel.: +49 711 / 685 878 30

E-mail: Ulrich.Fahl@ier.uni-stuttgart.de