

# Senkung der Energiekosten durch kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme

Kraft-Wärme-Kopplung in kleinen  
und mittelgroßen Wohn- und  
Gewerbegebäuden

August 2013



# Agenda

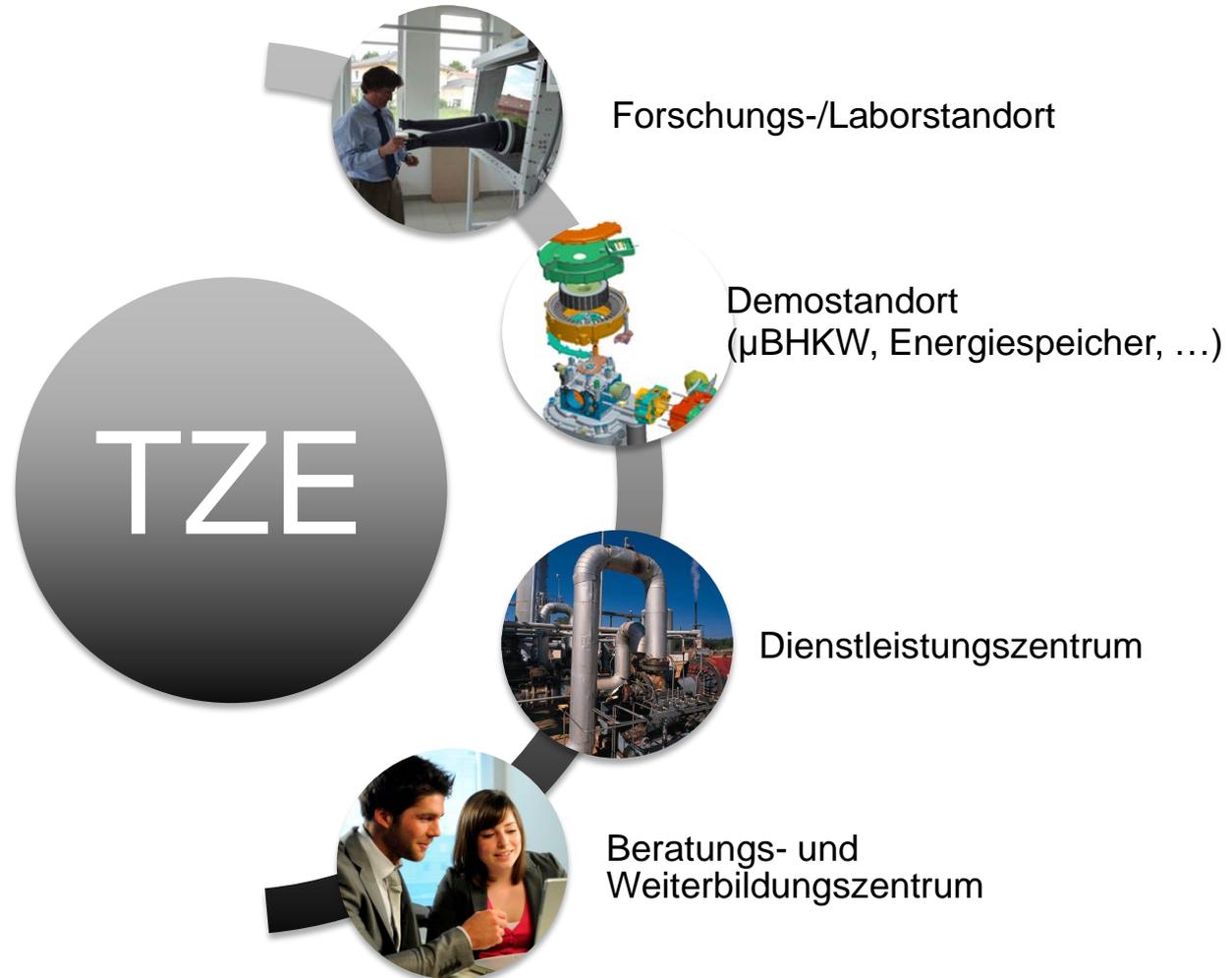
- Das TZE: Institution / Funktionen / Forschungsthemen
- Strom- und Wärmeerzeugung: Heute und zukünftig
- Dimensionierung von  $\mu$ BHKW in Abhängigkeit der Energiebedarfe
- „Eigenenergieverbrauch“ der Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit
- Weitere Entwicklung:  
Kombination von  $\mu$ BHKW + elektrische Speicher + PV

## Das TZE: Institution

- ... ist eine Forschungs- und Entwicklungseinrichtung der Hochschule Landshut
- ... wird gefördert mit Mitteln des Programms „Aufbruch Bayern“ der Bayer. Staatsregierung
- ... wird tatkräftig unterstützt durch den Markt Ruhstorf a. d. Rott und den Landkreis Passau
- ... wurde am 07.10.2011 durch Staatsminister Heubisch und Präsident Prof. Stoffel eröffnet



## Das TZE: Funktionen



## Das TZE: Forschungsthemen



Energiespeicher



Dezentrale  
Energiesysteme



Netzintegration

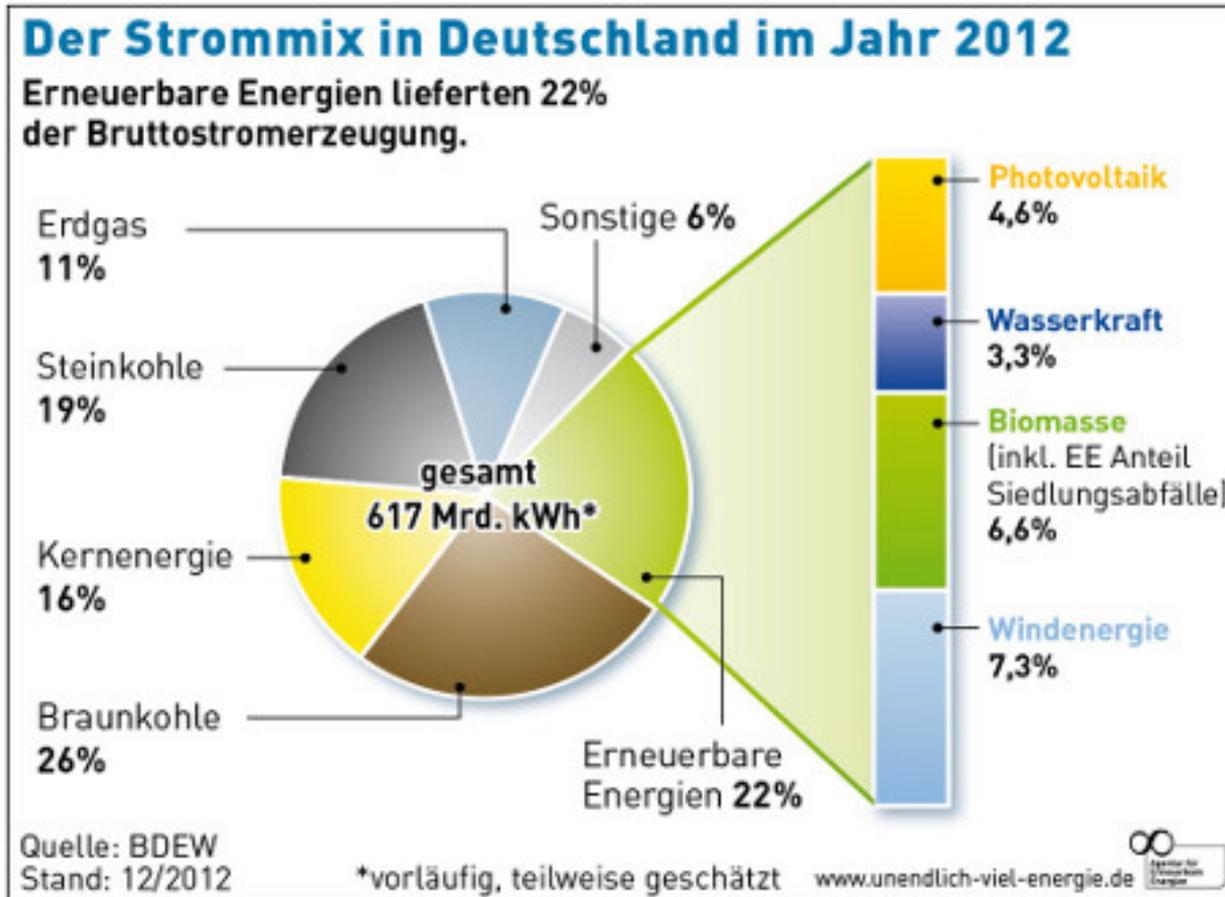


Energieeffizienz

# Agenda

- Das TZE: Institution / Funktionen / Forschungsthemen
- **Strom- und Wärmeerzeugung: Heute und zukünftig**
- Dimensionierung von  $\mu$ BHKW in Abhängigkeit der Energiebedarfe
- „Eigenenergieverbrauch“ als Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit
- Weitere Entwicklung:  
Kombination von  $\mu$ BHKW + elektrische Speicher + PV

## Stromerzeugung: Heute



- **Stromerzeugung** in großen zentralen Kraftwerken mit einem steigenden Anteil an dezentral erzeugten regenerativen Strom

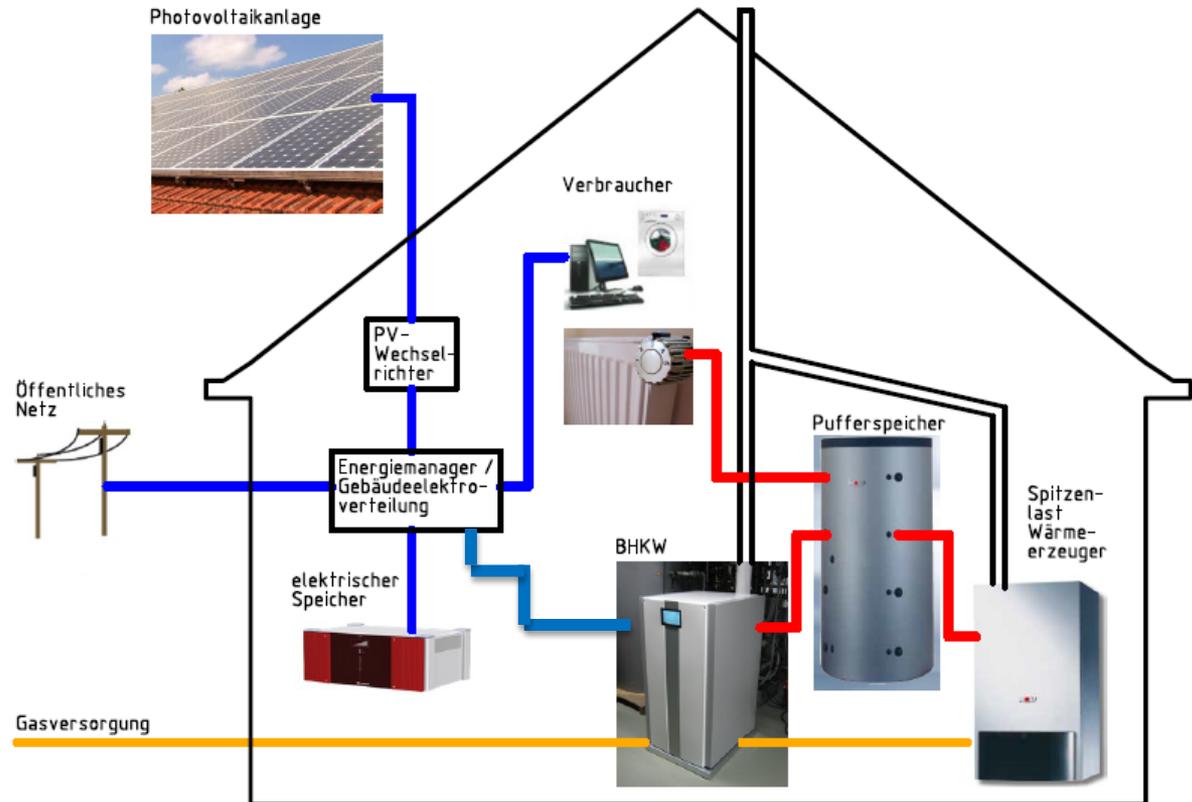
## Wärmeerzeugung: Heute



- **Wärmeerzeugung** mit dezentralen Brennwertheizgeräten und Einbindung von Solarthermie

## Strom- und Wärmeerzeugung: Zukünftig

- Dezentrale und kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme aus Primärenergieträgern und regenerativen Quellen
- Ortsnaher Verbrauch der erzeugten Energie



## Warum dezentrale Energieerzeugung?

	BHKW	Konventionell Energieerzeugung	
	Erzeugung von Wärme u. Strom gleichzeitig	Stromerzeugung im Kraftwerk	Wärmeerzeugung im Heizkessel
Primärenergie	4,1 kWh	5,3 kWh	
Wirkungsgrad elektrisch	24%	36%	-
Wirkungsgrad thermisch	63%	-	95%
Verlust gesamt	13%	35%	
<b>Nutzenergie: Strom: Wärme:</b>	<b>1 kWh 2,6 kWh</b>	<b>1 kWh</b>	<b>2,6 kWh</b>

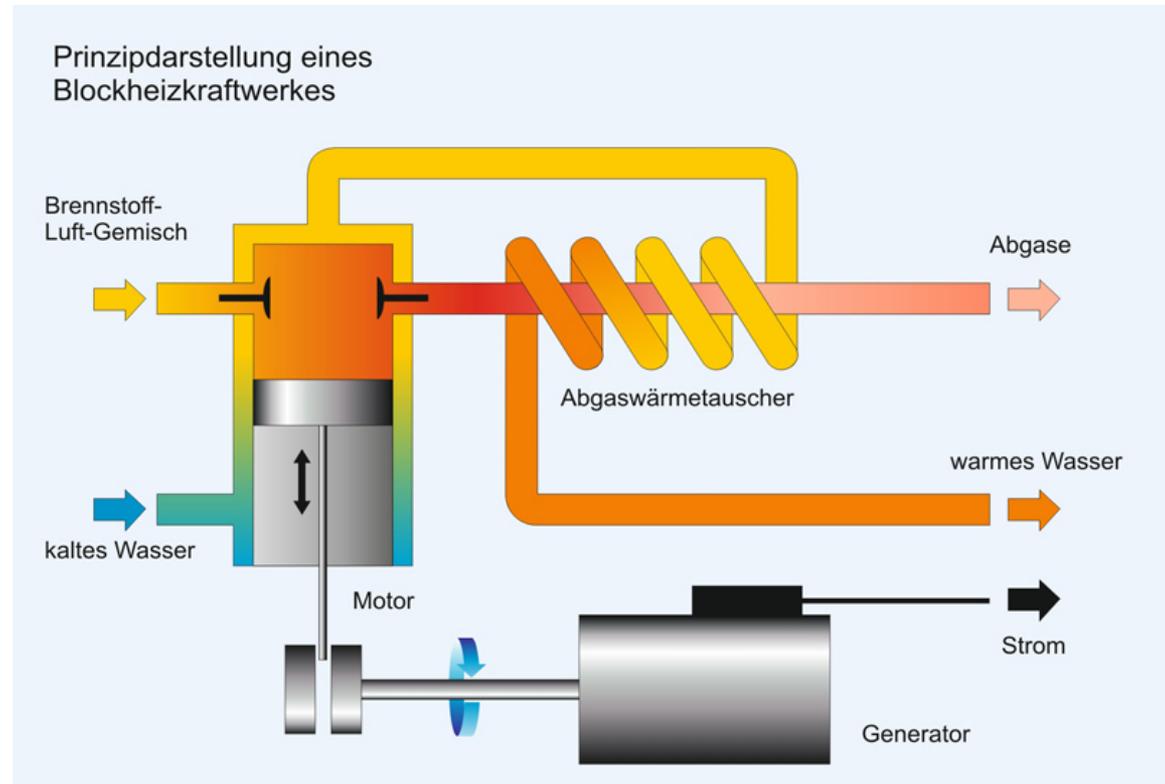
# Was ist ein BHKW?

## Beispiel für einen Hubkolbenverbrennungsmotor

BHKW = Abkürzung für  
**Blockheizkraftwerk**

Funktionsweise:

Eine Verbrennungsmaschine treibt einen elektrischen Generator an, gleichzeitig wird die anfallende Wärme für Heizzwecke genutzt



Quelle: <http://www.kneifel-haustechnik.de/bhkw-technik.htm>

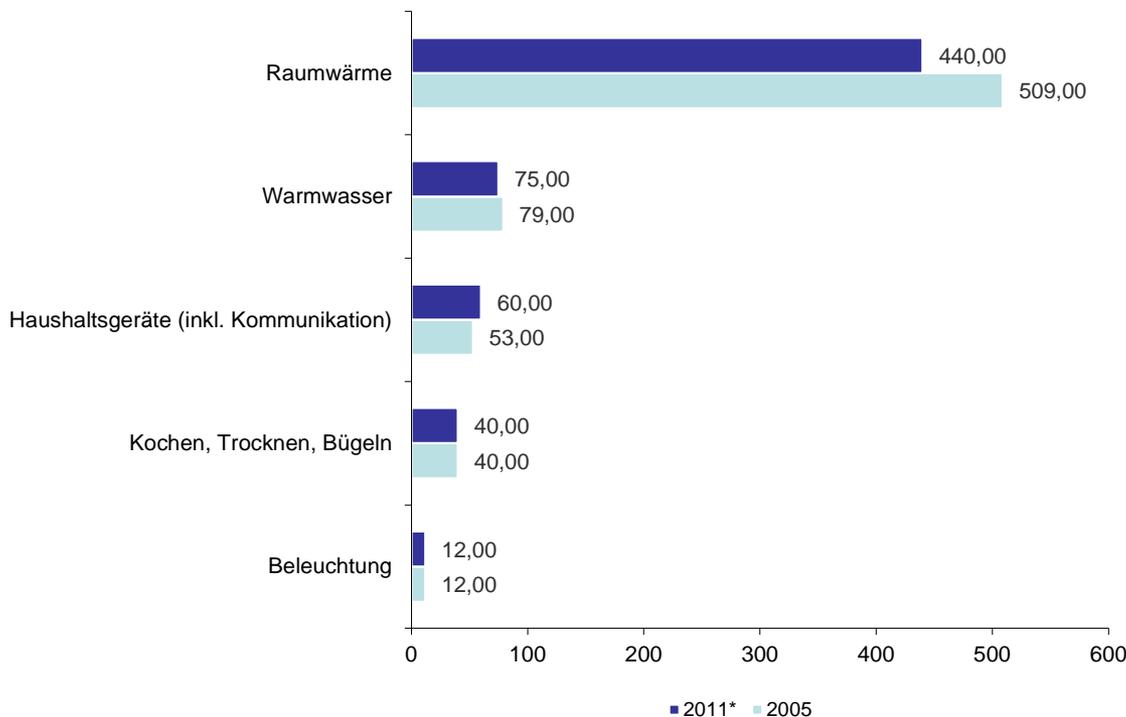
# Agenda

- Das TZE: Institution / Funktionen / Forschungsthemen
- Strom- und Wärmeerzeugung: Heute und zukünftig
- **Einordnung von Strom- und Wärmebedarf im Wohngebäude**
- „Eigenenergieverbrauch“ als Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit
- Weitere Entwicklung:
  - Kombination von  $\mu$ BHKW + elektrische Speicher
  - Kombination von  $\mu$ BHKW + elektrische Speicher + PV

# Einordnung von Strom- und Wärmebedarf im Wohngebäude

**Endenergieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen in Deutschland nach Anwendungsbereich im Jahresvergleich 2005 und 2011 (in Terawattstunden)**

Energieverbrauch in Terawattstunden



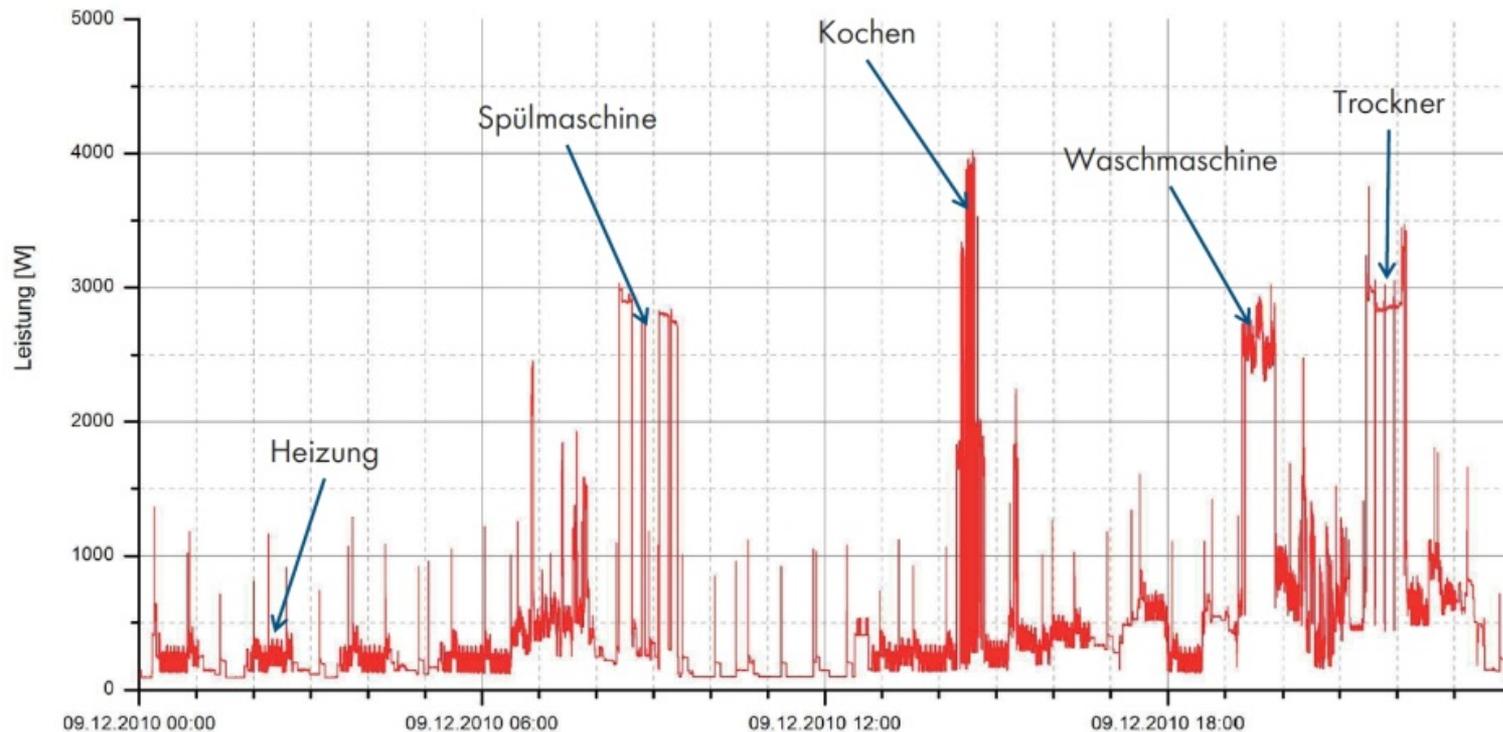
Quelle: Statista; AGEb; BDEW; RWI Essen; Statistisches Bundesamt, destatis.de

## Erkenntnisse

- 85% der im Haushalt benötigten Energie ist Wärme für Heizung und Warmwasser
  - 15% der Energie wird in Form von Strom benötigt
  - Der Trend geht zu weniger Wärmebedarf, bei steigendem Strombedarf
  - Annahmen: 40 Mio. Haushalte in D  
Stromkosten: 25 Cent/kWh (in 2011)  
Wärmekosten: 6 Cent/kWh (in 2011)
  - Strombedarf : 2800 kWh/a = 700 €  
Wärmebedarf: 12875 kWh/a = 772,5 €
- Der Wärmebedarf in kWh in einem Gebäude ist 3 bis 5 Mal höher als der Strombedarf, je nach Gebäudesanierungsstand und individuellem Verbrauchsverhalten
- Warum Strom nicht selbst erzeugen???
- $\mu$ BHKW Wirkungsgrade von ca. 25% sind ausreichend

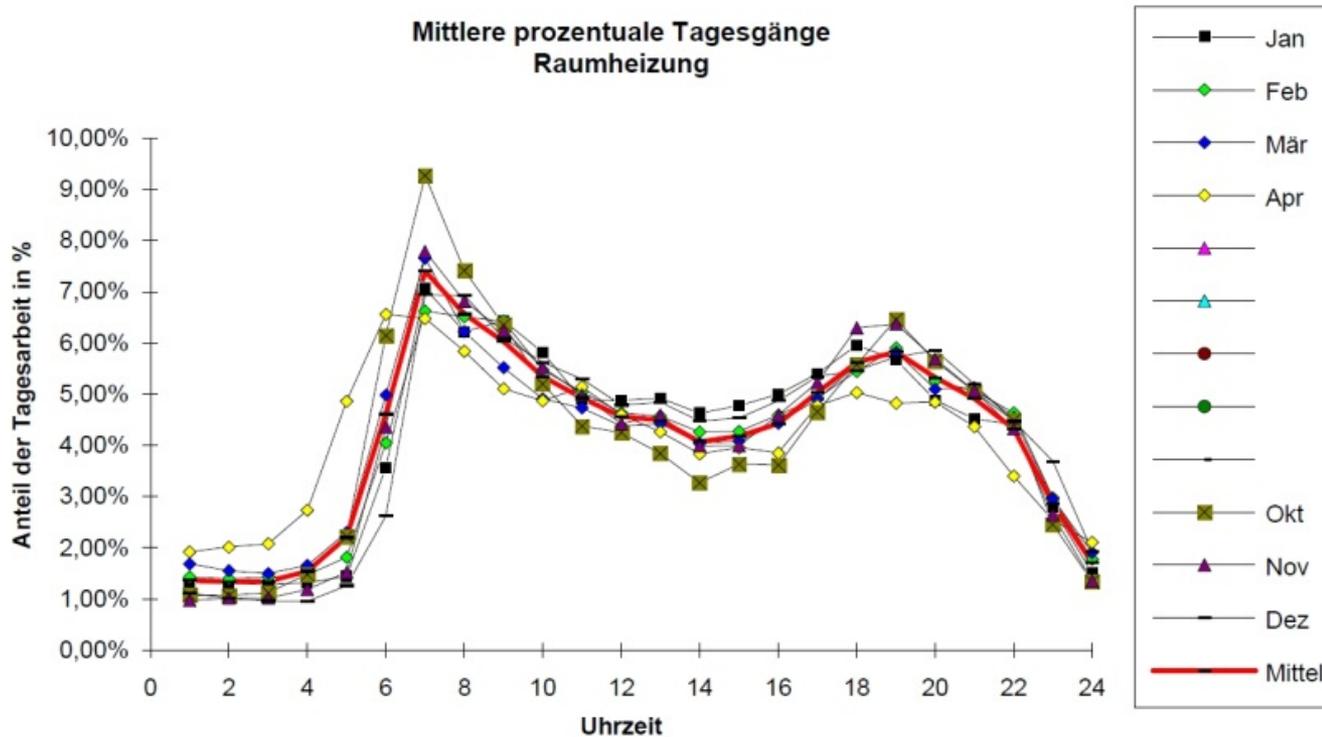
# Einordnung von Strom- und Wärmebedarf im Wohngebäude

## Analyse des Stromverbrauchs: Wintertag



Quelle: Vortrag "Inselnetze und teilautarke Eigenheime mit Erneuerbaren Energien", Dipl. Ing. Rothert, SMA Technology AG

# Einordnung von Strom- und Wärmebedarf im Wohngebäude



Quelle: BÖE, IWU; Bericht "Jahresdauerlinien für Niedrigenergiesiedlungen" 2006

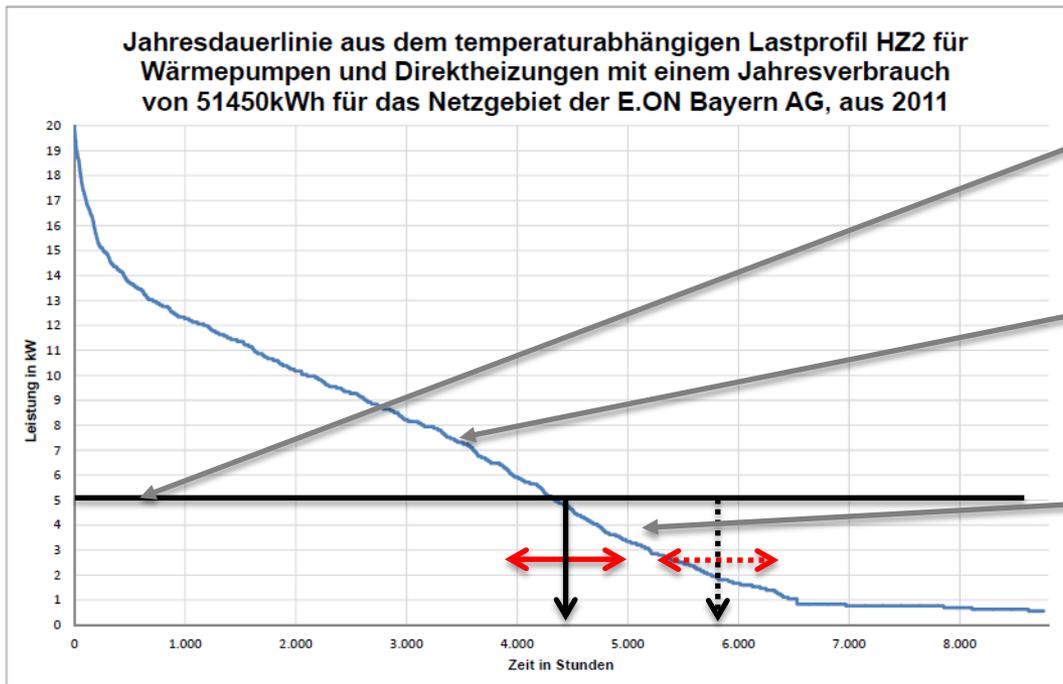
Wärmebedarf und Stromverbrauch treten in einem Wohngebäude nicht zeitgleich auf  
→ Notwendigkeit für elektrische und thermische Speicher

## Agenda

- Das TZE: Institution / Funktionen / Forschungsthemen
- Strom- und Wärmeerzeugung: Heute und zukünftig
- Einordnung von Strom- und Wärmebedarf im Wohngebäude
- **„Eigenenergieverbrauch“ als Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit**
- Weitere Entwicklungen:  
Kombination von  $\mu$ BHKW + elektrische Speicher + PV

## „Eigenenergieverbrauch“ der Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit

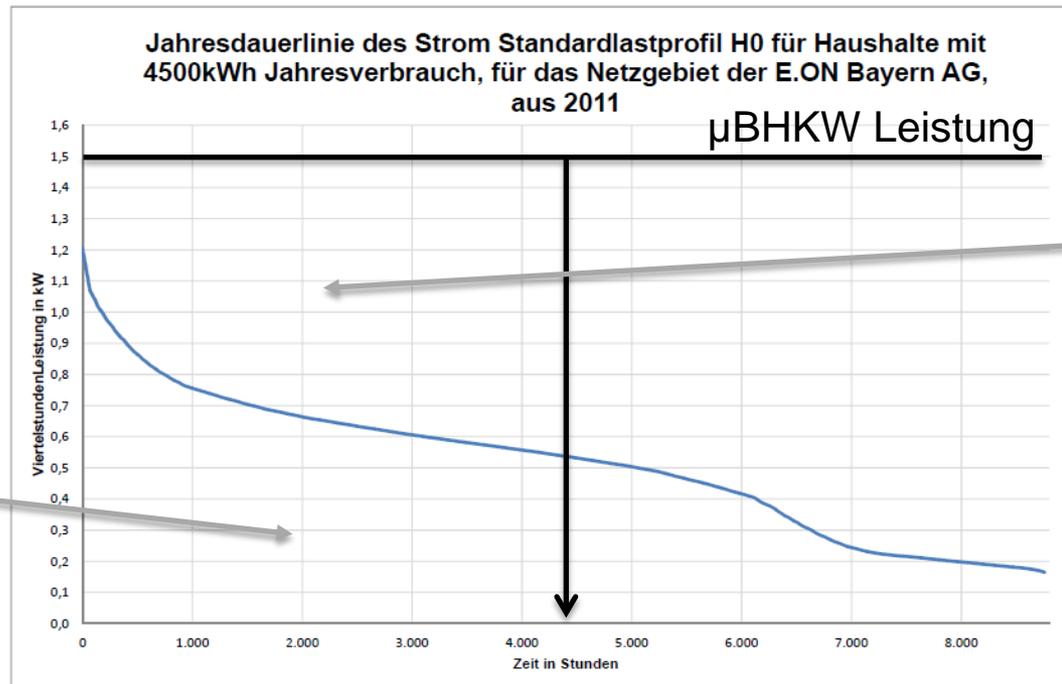
- Klassische Auslegung von  $\mu$ BHKW entsprechend dem Wärmeverbrauch im Gebäude



- Abdeckung der Wärmegrundlast im Gebäude mit dem Ziel langer BHKW Laufzeiten
- Deckung der Spitzenlast durch einen herkömmlichen Heizkessel bzw. Brennwerttherme
- Verlängerung der BHKW Laufzeit durch Kombination mit einem Pufferspeicher

# „Eigenenergieverbrauch“ der Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit

- Verwendung des produzierten Stroms



Direkt  
verbrauchbare  
elektrische Energie  
→ Vermeidung von  
Strombezug,  
Gegenwert ca.  
25 Cent + 5,41  
Cent KWK Bonus

- Einzuspeisende elektrische Energie ins öffentliche Netz  
Einspeisevergütung ca. 10 Cent (5,41 Ct. Förderung + ca. 4,2 Ct. Baseloadpreis Q2/2013)

→ Für kleine µBHKW ist die Wirtschaftlichkeit aufgrund der niedrigen Einspeisevergütung fraglich

# „Eigenenergieverbrauch“ der Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit

## Beispielrechnung für ein BHKW:

### Kosten:

Gerätekosten:	16.688 €
Wartungskosten:	22 Cent / BH
Gaskosten:	4,9 Cent / kWh

### Technische Daten:

Laufzeit:	60.000 h	Wartungsintervall:	2.500 h
$\eta$ elektrisch:	24%	$\eta$ gesamt:	94%
mittlere th. Leistung:	12,75 kW	mittlere el. Leistung:	3 kW
Leistungsstufen elektrisch:	2, 3, 4 kW		

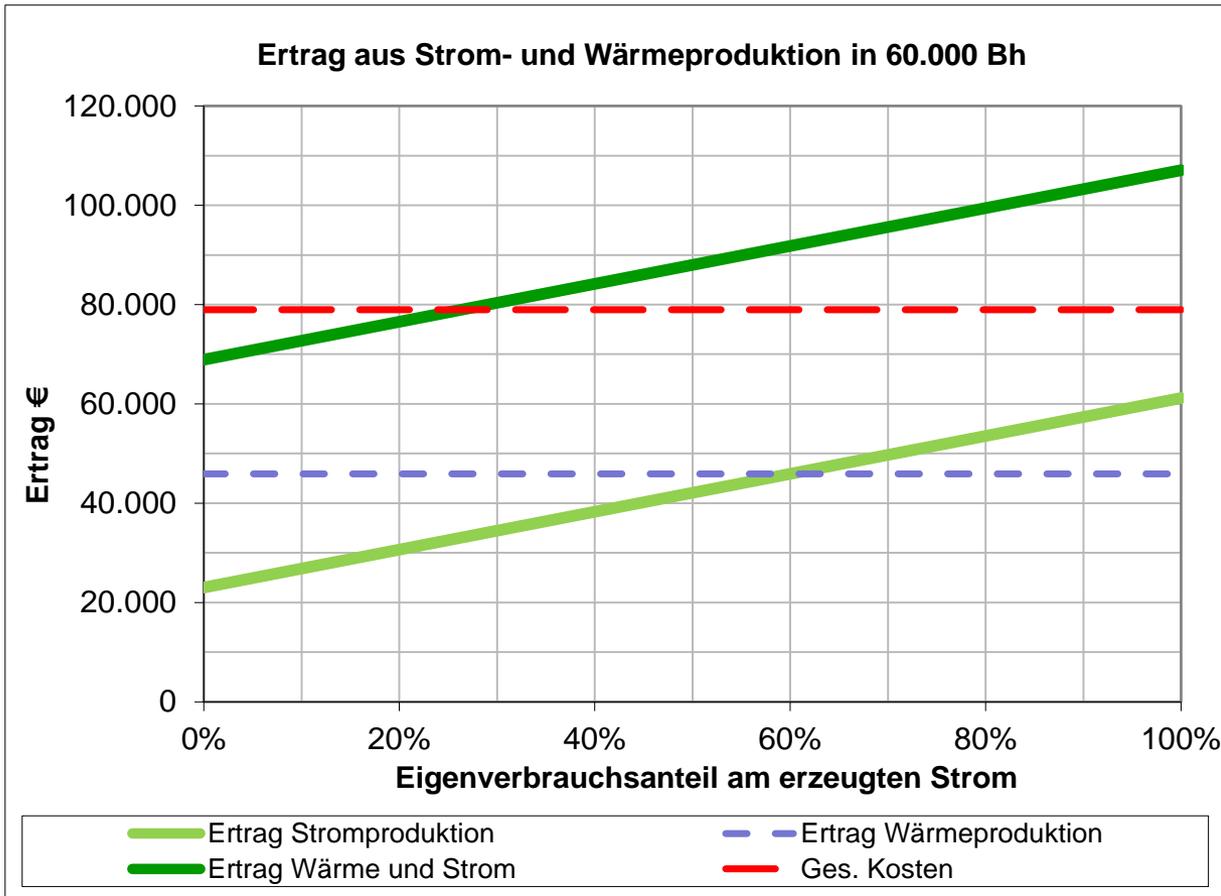
### Resultierende Kosten:

Wärmekosten:	6 Cent / kWh
Stromkosten:	19 Cent / kWh



Quelle: Fa. Wolf

## „Eigenenergieverbrauch“ der Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit



### Schlussfolgerungen:

- min. 25 - 30 %  
Stromeigennutzung nötig  
für wirtschaftlichen Betrieb  
→ Deckung der Kosten

### Annahmen:

- Keine Betrachtung von  
Preissteigerungen in der  
Berechnung
- die 60.000 Bh müssen  
innerhalb von 10 Jahren  
anfallen, anschließend fällt  
der KWK-Bonus von  
5,41Cent / kWh weg

## Vergleich mit der Konventionellen Strom- und Wärmeerzeugung

Kosten ohne KWK:

Wärme: 772,5 €

Strom: 700 €

→ Gesamtkosten: 1.472,5 €

Kosten mit KWK:

Wärme: 772,5 €

Strom: 532 €

→ Gesamtkosten: 1.304,5 €

→ Senkung der Energiekosten um ca. 11% möglich

→ Der Strompreis ist zum Großteil nur noch vom Gaspreis abhängig

## Agenda

- Das TZE: Institution / Funktionen / Forschungsthemen
- Strom- und Wärmeerzeugung: Heute und zukünftig
- Einordnung von Strom- und Wärmebedarf im Wohngebäude
- „Eigenenergieverbrauch“ als Schlüssel zur Wirtschaftlichkeit
- **Weitere Entwicklung:**  
**Kombination von  $\mu$ BHKW + elektrische Speicher + PV**

## Weitere Entwicklung:

### Kombination von $\mu$ BHKW + elektrische Speicher + PV

- Ziel: - Größtmögliche Deckung des Gebäudeenergiebedarfs durch Eigenerzeugung von Strom und Wärme  
- Minimierung der Netzeinspeisung
- Herausforderungen: - Senkung der System- und Wartungskosten  
- Beherrschung des Energiemanagements  
- Optimierung der Nutzung des el. Speichers



Quelle: Fa. Wolf



Quelle: Fa. Leclancé, HS3200



Quelle: www.heimwerker.org



TECHNOLOGIEZENTRUM  
ENERGIE

**Technologiezentrum Energie**  
Wiesenweg 1 · D-94099 Ruhstorf

Tel.: +49 8531 914044-0

Fax: +49 8531 914044-90

[info@technologiezentrum-energie.de](mailto:info@technologiezentrum-energie.de)

[www.technologiezentrum-energie.de](http://www.technologiezentrum-energie.de)

