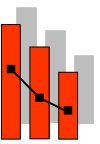


## **Vortrag zum KWK Impulstag RLP**

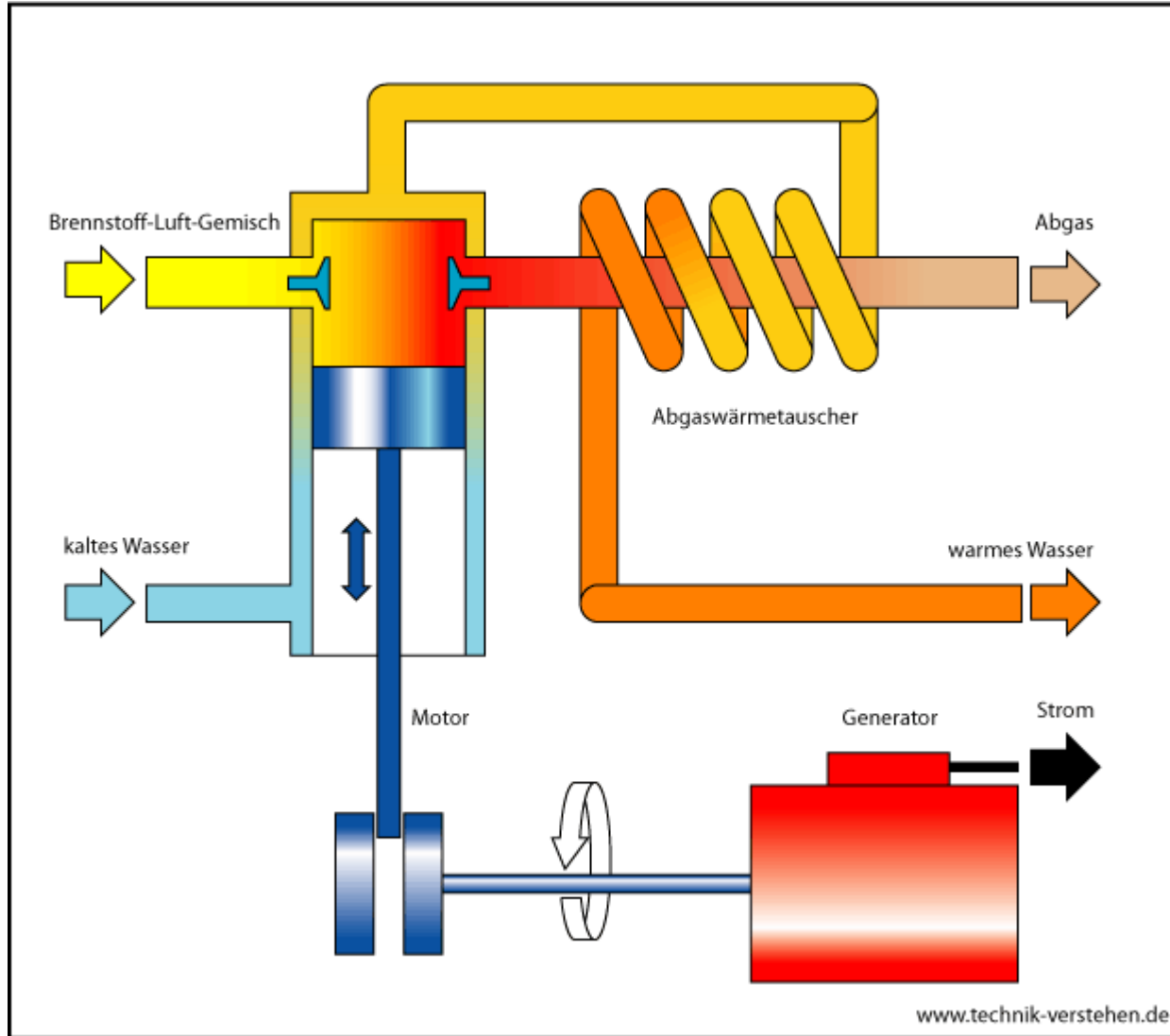
Thema:

**Energieoptimierung durch BHKW in Hotellerie**

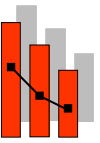
# Funktionsweise eines BHKW



Dipl. – Ing. Dieter Oppenhäuser



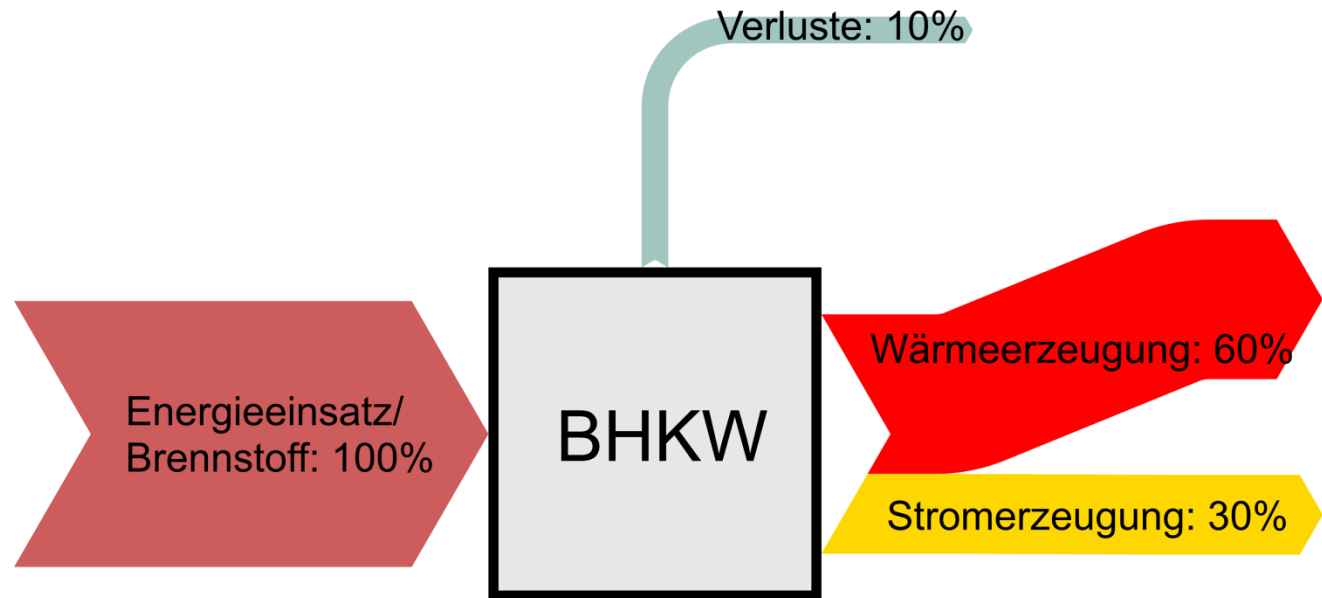
Quelle: wikipedia

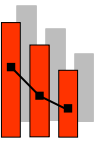


## Grobe Energiebilanz



Dipl. – Ing. Dieter Oppenhäuser





## Grobe Kostenbilanz

➤ **Energieeinsatz 100%**

$$100 \text{ kWh} * 0,04 \text{ €/kWh} = \mathbf{4,00 \text{ €}}$$

➤ **Stromerzeugung 30%**

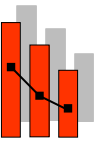
$$30 \text{ kWh} * 0,18 \text{ €/kWh} = \mathbf{5,40 \text{ €}}$$

➤ **Wärmeerzeugung 60%**

$$60 \text{ kWh} * 0,05 \text{ €/kWh} = \mathbf{3,00 \text{ €}}$$

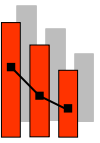
➤ **Gewinn: = 4,40 €**

Wenn es nur so einfach wäre...



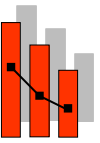
## Klassische Voraussetzungen in Hotellerie

- Wärmeverbrauch durch Heißwasser, Schwimmbad, Saunabereich; (Heizung)
  - ↳ nur Heizung für Raumwärme nicht optimal
- Stromverbrauch für Dauerläufer z.B. TK- und NK- Zellen.

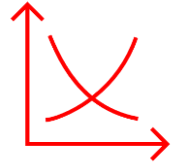


## Zusatznutzung zur Laufzeitverlängerung

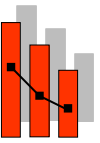
- Kälteverbrauch für Klimatisierung
- Durch den Einbau einer Absorptions- oder Adsorptionskälteanlage kann Wärme in Kälte umgewandelt werden.
- Dies bedeutet, dass man die im Sommer überschüssige Wärme zur Klimatisierung nutzen kann. (keine NK- oder TK-Kühlung)



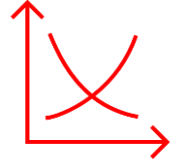
## Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit



- Gleichzeitiger Bedarf an Strom, Wärme und/oder Klimakälte
- Die Wärme kann in Pufferspeichern „geparkt“ werden.
  - ↳ Achtung auch hierdurch entstehen durch Abstrahlung Verluste
- Der Versatz der Wärmenutzung sollte nicht zu groß sein



## Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit



### ➤ Richtige Dimensionierung

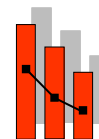
(Viele BHKWs sind falsch dimensioniert, überdimensioniert)

Es gilt zwingend im Vorfeld die optimale Größe zu ermitteln.

### ➤ Die Gas- und Stromrechnung ist dafür nur bedingt geeignet.

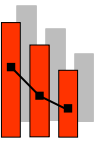
### ➤ Lastganganalysen, Analyse des Verbrauchsverhalten, Aufzeichnung des täglichen Warmwasserbedarfs...





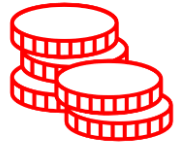
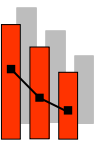
## **Zuschüsse / Abzüge** (gilt bis 50 kW<sub>el</sub> bis 60.000 VBH)

- 4 Ct/ kWh erzeugtem und selbstverbrauchten Strom
- 8 Ct/kWh erzeugtem und ausgespeisten Strom
- Ca. 2,8 Ct/kWh erzeugtem und selbstverbrauchten Strom
- Befreiung von der Energiesteuer auf Antrag  
ca. 0,55 Ct/kWh verbrauchtem Gas



## Finanzielle Vorteile

- Erdgaspreis ca. 4 Ct pro kWh
- Flüssiggaspreis ca. 5 Ct/kWh
- Im Vergleich Heizölpreis ca. 5,7 Ct/kWh
- CO<sub>2</sub> Abgabe günstiger als bei Heizöl

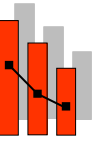


## Finanzielle Nachteile

- Wartungskosten höher als bei Heizkessel  
(Risiko kann über Wartungsverträge reduziert werden.)



Verschiedene Wartungsverträge möglich



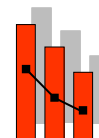
## Energetische Vorteile



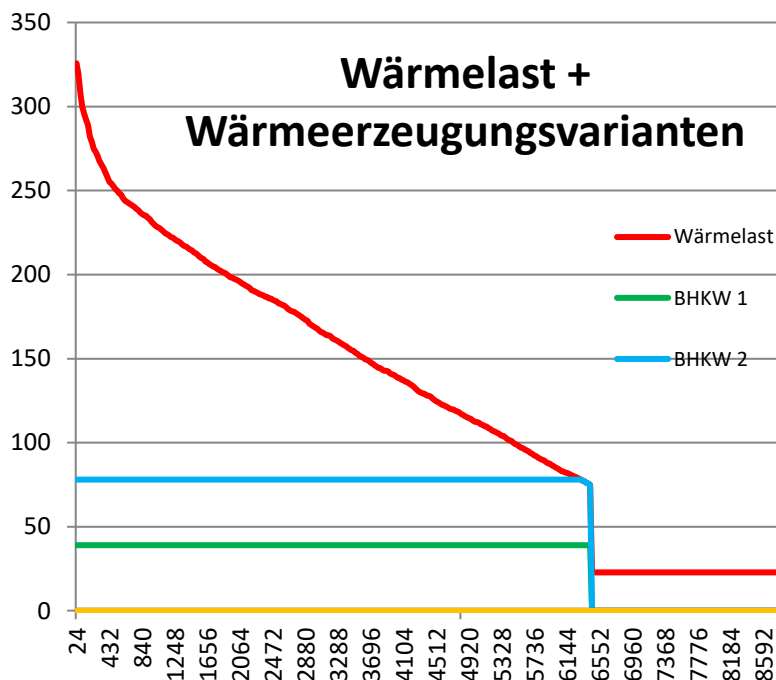
- BHKW besserer Wirkungsgrad als Heizkessel
- Unter Umständen auch als Notstrom nutzbar



# Beispiel 1



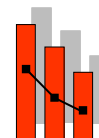
Dipl. – Ing. Dieter Oppenhäuser



KWK-Module Kenndaten:	KW <sub>th</sub>	kW <sub>el</sub>	KW Brennstoff	TLR
Variante 1	39	20	62	0,6
Variante 2	78	40	122	0,4
Variante 3		0		
Variante 4 Grundlast				
Variante 4 Mittellast				
Summe Variante 4:	0	0	0	
<b>BHKW 1</b>	KW	VBh	kWh/a	%
BHKW	39	6432	250.848	0,22
Spitzenlast-Wärmeerzeuger:	700	1241	868.958	0,78
<b>BHKW 2</b>	KW	VBh	kWh/a	%
BHKW	78	6429	501.488	0,45
Spitzenlast-Wärmeerzeuger:	700	883	618.319	0,55

Jahresdauerlinie Wärme		Brennstoffverbrauch pro Jahr kWh	1.384.000
Wetterstation:	Fritzlar	Witterungsbereinigter Verbrauch:	1.399.758
Brennstoffverbrauch aus dem Jahr:	2008	Kesselnutzungsgrad %	80,0
Tiefste durchschnittliche Tagesmitteltemperatur:	-9,2	Wärmeabgabe Kessel pro Jahr kWh	1.119.806
Norm-Aussentemperatur:	-12,0	Prozesswärme (z.B. Warmwasser):	200.000
Heizlast KW	357	Wärmeabgabe Kessel Heizung pro Jahr kWh	919.806

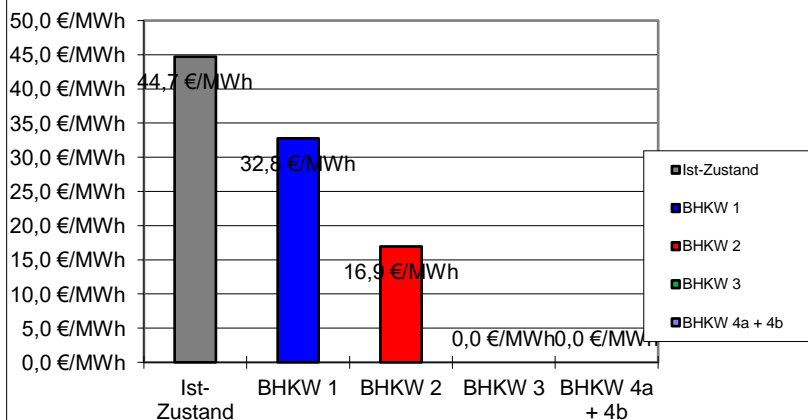
# Beispiel 1



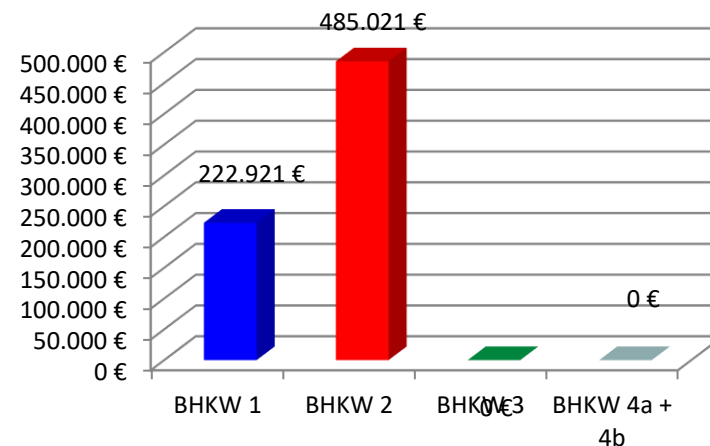
## Wirtschaftlichkeitsvergleich KWK Varianten

Objekt:	Helenequelle Bad Wildungen				
	Ist-Zustand	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	BHKW 4a + 4b
Kapitalkosten	0 €/a	10.327 €/a	15.821 €/a	0 €/a	0 €/a
Verbrauchskosten	49.132 €/a	21.523 €/a	-3.557 €/a		
Betriebskosten	950 €/a	4.856 €/a	6.709 €/a		
Gesamtkosten	50.082 €/a	36.707 €/a	18.973 €/a		
Energiepreis pro MWh	44,7 €/MWh	32,8 €/MWh	16,9 €/MWh		
Invest	0 €	92.768 €	142.118 €	0 €	0 €
Amortisationszeit		3,9 a	3,0 a		
Interner Zins		30,2%	39,9%		
Nettobarwert		198.391 €	432.129 €		
Einsparung in 10 Jahren		222.921 €	485.021 €		
CO <sub>2</sub> - Reduzierung t/a		75 MWh/a	136 MWh/a		
Primärenergieeinsparung:		324 MWh/a	571 MWh/a		

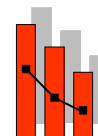
Energiepreis pro MWh



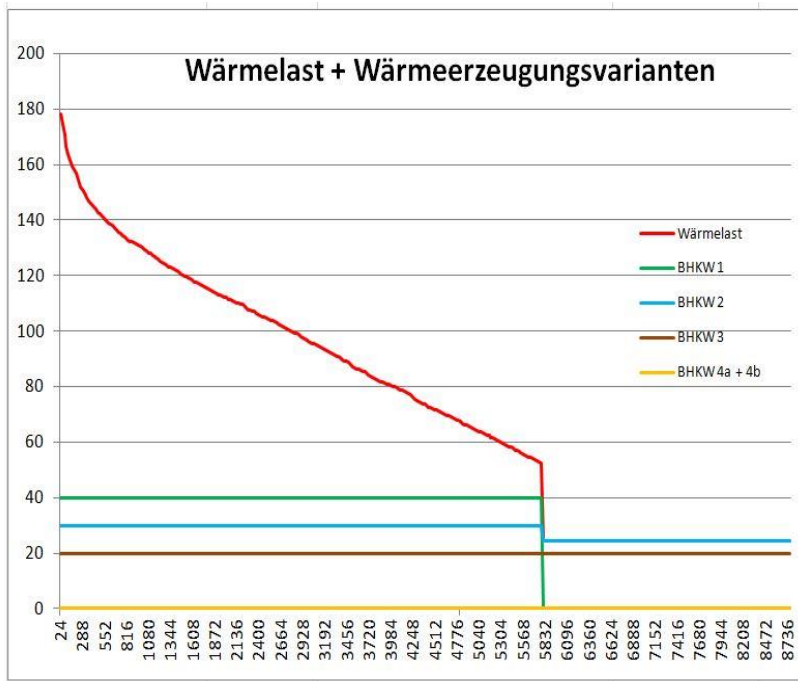
Einsparung über 10 Jahre



# Beispiel 2



Dipl. – Ing. Dieter Oppenhäuser

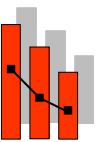


KWK-Module Kenndaten:	KW <sub>th</sub>	kW <sub>el</sub>	KW Brennstoff	TLR
Variante 1	40	20	62,5	0,6
Variante 2	30	15	49	0,6
Variante 3	20	9	31	0,6
Variante 4 Grundlast				
Variante 4 Mittellast				
Summe Variante 4:	0	0	0	
<b>BHKW 1</b>	KW	VBh	kWh/a	%
BHKW	40	5784	231.360	0,36
Spitzenlast-Wärmeerzeuger:	200	2080	416.092	0,64
<b>BHKW 2</b>	KW	VBh	kWh/a	%
BHKW	30	8185	245.542	0,38
Spitzenlast-Wärmeerzeuger:	200	2010	401.910	0,62
<b>BHKW 3</b>	KW	VBh	kWh/a	%
BHKW	20	8760	175.200	0,27
Spitzenlast-Wärmeerzeuger:			472.252	0,73
<b>BHKW 4a + 4b</b>	KW	VBh	kWh/a	%
BHKW 1 (Grundlast)	0		-	0,00
BHKW 2 (Mittellast)	0		-	0,00
Spitzenlast-Wärmeerzeuger:			647.452	1,00

## Wirtschaftlichkeitsvergleich KWK Varianten

Objekt:	Ist-Zustand	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	BHKW 4a + 4b
Kapitalkosten	4.494 €/a	10.152 €/a	10.152 €/a	9.927 €/a	0 €/a
Verbrauchskosten	38.085 €/a	17.678 €/a	13.880 €/a	22.134 €/a	
Betriebskosten	1.830 €/a	3.798 €/a	3.897 €/a	3.250 €/a	
Gesamtkosten	44.410 €/a	31.627 €/a	27.929 €/a	35.312 €/a	
Energiepreis pro MWh	68,6 €/MWh	48,8 €/MWh	43,1 €/MWh	54,5 €/MWh	
Invest	42.000 €	91.875 €	91.875 €	89.775 €	0 €
Amortisationszeit		5,0 a	4,1 a	6,2 a	
Interner Zins		17,9%	22,4%	12,1%	
Nettobarwert		111.694 €	146.333 €	65.749 €	
Einsparung in 10 Jahren		120.429 €	157.495 €	70.959 €	
CO <sub>2</sub> - Reduzierung t/a		53 MWh/a	53 MWh/a	35 MWh/a	
Primärenergieeinsparung:		214 MWh/a	208 MWh/a	141 MWh/a	

# Beispiel 2

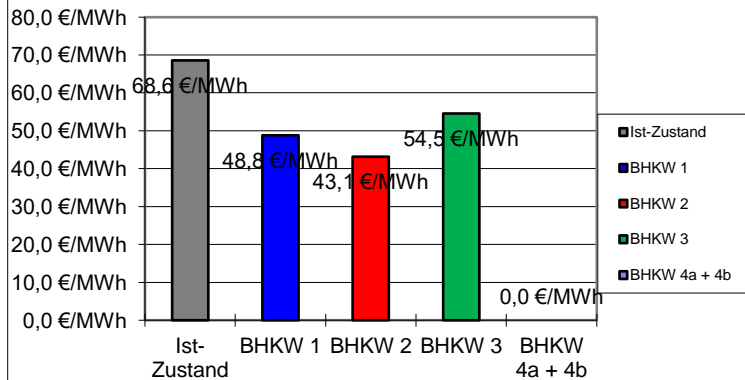


Dipl. – Ing. Dieter Oppenhäuser

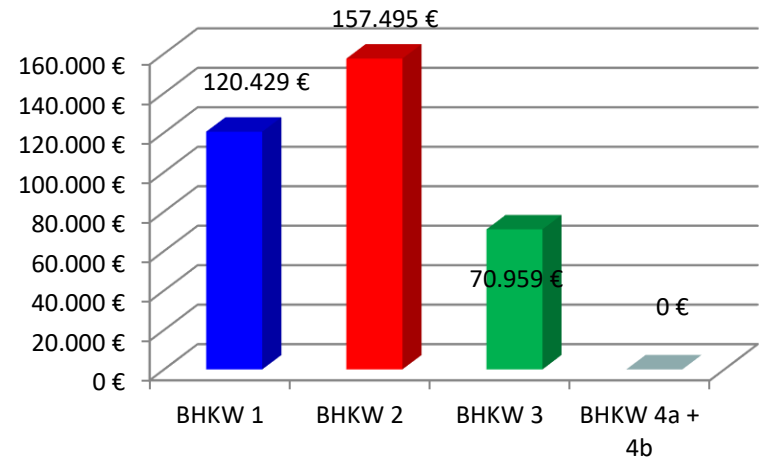
## Wirtschaftlichkeitsvergleich KWK Varianten

Objekt:	Ist-Zustand	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	BHKW 4a + 4b
Kapitalkosten	4.494 €/a	10.152 €/a	10.152 €/a	9.927 €/a	0 €/a
Verbrauchskosten	38.085 €/a	17.678 €/a	13.880 €/a	22.134 €/a	
Betriebskosten	1.830 €/a	3.798 €/a	3.897 €/a	3.250 €/a	
Gesamtkosten	44.410 €/a	31.627 €/a	27.929 €/a	35.312 €/a	
Energiepreis pro MWh	68,6 €/MWh	48,8 €/MWh	43,1 €/MWh	54,5 €/MWh	
Invest	42.000 €	91.875 €	91.875 €	89.775 €	0 €
Amortisationszeit		5,0 a	4,1 a	6,2 a	
Interner Zins		17,9%	22,4%	12,1%	
Nettobarwert		111.694 €	146.333 €	65.749 €	
Einsparung in 10 Jahren		120.429 €	157.495 €	70.959 €	
CO <sub>2</sub> - Reduzierung t/a		53 MWh/a	53 MWh/a	35 MWh/a	
Primärenergieeinsparung:		214 MWh/a	208 MWh/a	141 MWh/a	

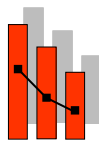
Energiepreis pro MWh



Einsparung über 10 Jahre







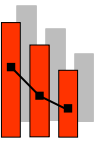
- Umfangreiche Untersuchungen im Vorfeld
- Erstellen eines Energiekonzeptes
- Vorherige Optimierung des Strom- und Wärmeverbrauchs



Inanspruchnahme einer geförderten  
Energieberatung



Bezuschussung bis 80%



**Dipl. - Ing. Dieter Oppenhäuser**  
**Verfahrens- und Energietechnik**

Ringstraße 12a  
D-55432 Niederburg

Telefon      06744 / 94 97 008  
Mobil        0175 / 66 72 007  
Fax          06744 / 94 91 54



**[dieter.oppenhaeuser@enec-energie.de](mailto:dieter.oppenhaeuser@enec-energie.de)**

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit