

Dipl. Ing. Michael Hildmann

Strom- und Wärmeerzeugung mit BHKW



BHKW's heute in der Praxis

03.12.2009

Grundlagen für die Auslegung

- monatlicher Brennstoff-/Wärmebedarf über 2 bis 3 Jahre
- monatlicher Stromverlauf über 2 bis 3 Jahre und Tageslastgang
- benötigtes Temperaturniveau der Wärme
- aktuelle Strom- / Gas- / Wärmepreise (Arbeits- und Leistungspreis)

Klein-BHKW 50 kW el.



$$\eta_{el.} = 33,5 \%$$

$$\eta_{th.} = 55,0 \%$$

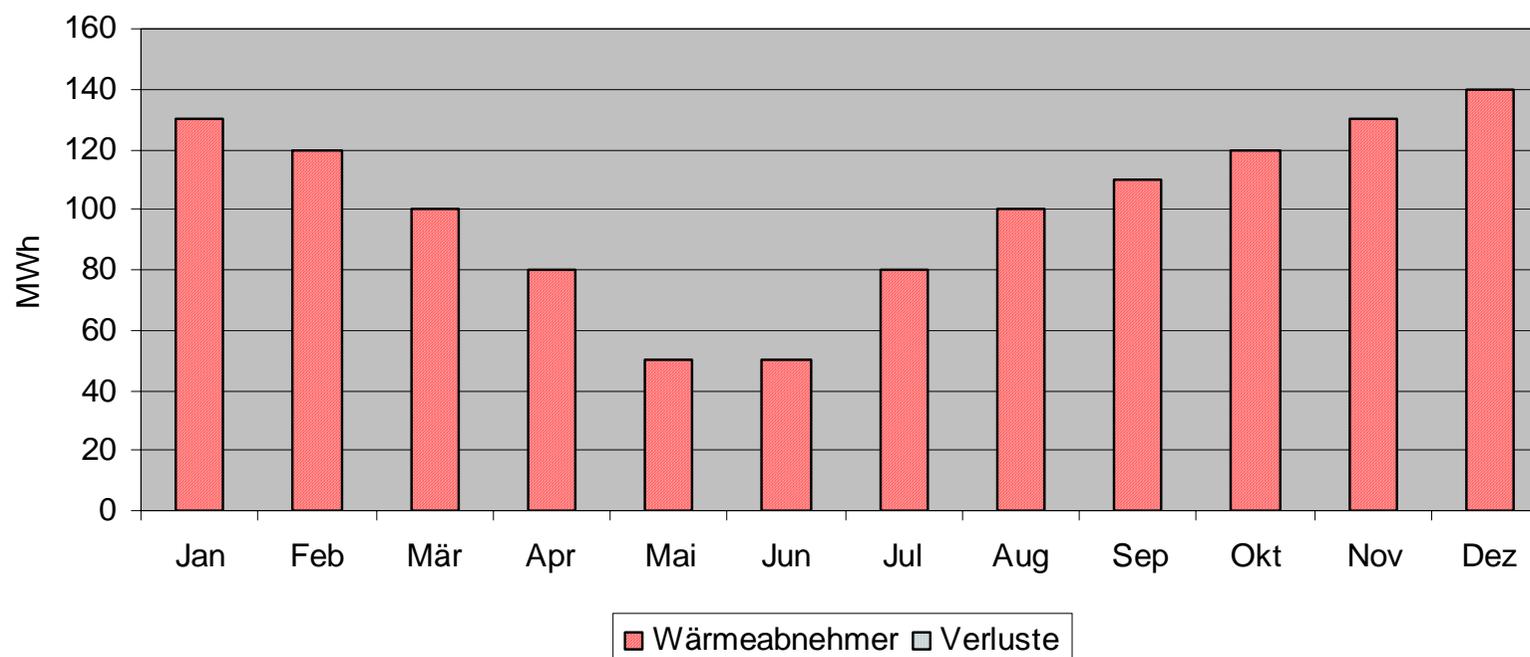
Klein-BHKW 50 kW el.

- Wärmebedarf: 1.210 MWh/a
- Strombedarf: 477 MWh/a

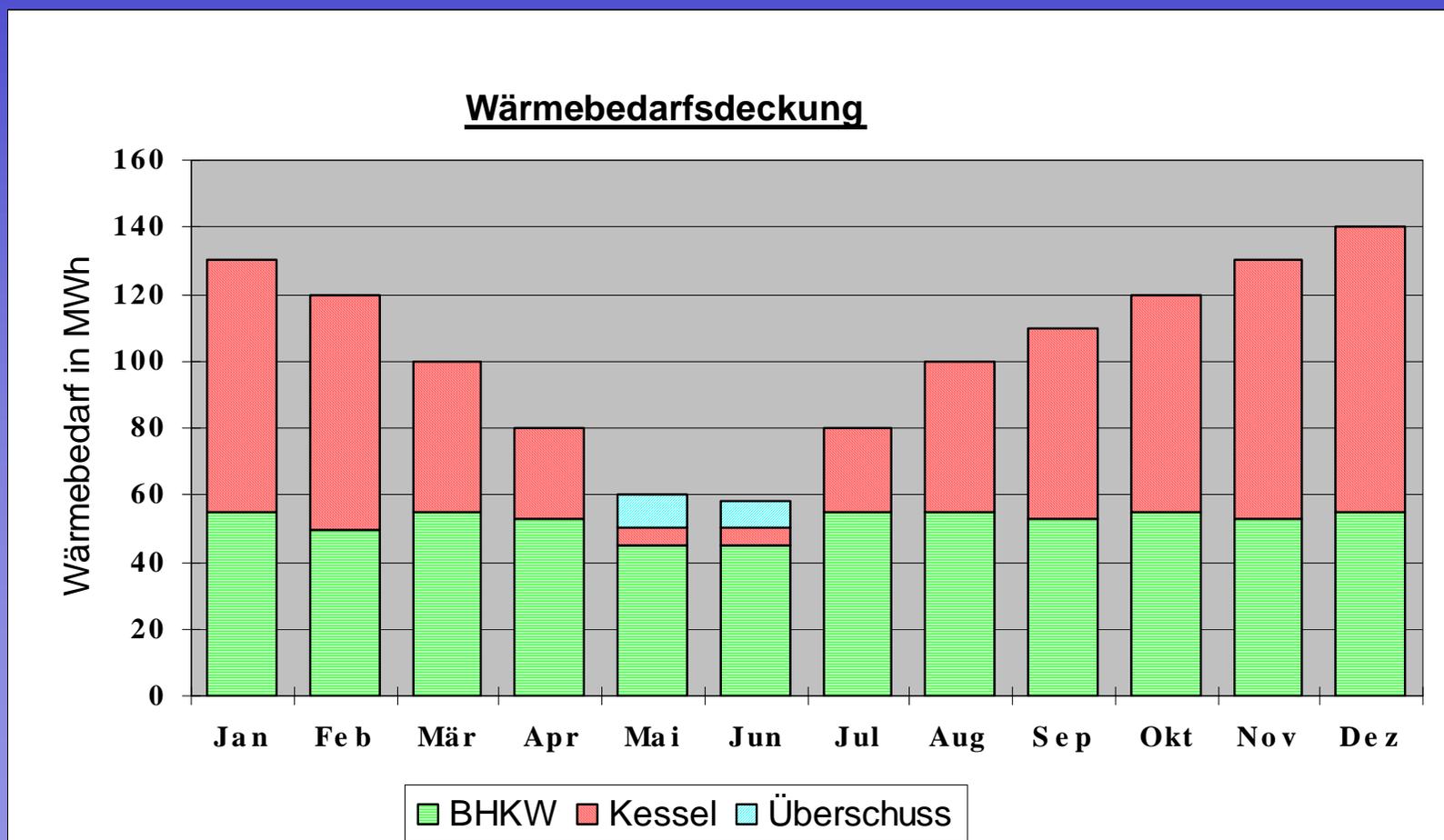
| | | |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Hallen-/ Freibad | | |
| Preise | | |
| | (alles netto, zzgl. MwSt.) | |
| Gas | 4,37 | Ct/kWh Ho |
| entspricht | | |
| Wärmepreis | 5,37 | Ct/kWh |
| | | |

Klein-BHKW 50 kW el.

Wärmebedarf 1.210 MWh/a

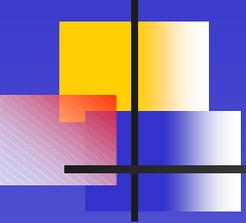


Klein-BHKW 50 kW el.



Klein-BHKW 50 kW el.

| | | | % | [MWh/a] | % | Vh/a |
|-----------------------------|--------|--|------|---------|------|-------|
| Heizbedarf Nutzwärme | | | 61% | 1.210 | | |
| Verluste Nahwärmeleitung | | | | 0 | | |
| Wärmearbeit gesamt | | | | 1.210 | 100% | |
| Wärmearbeit KESSEL | | | | 582 | 48% | |
| Wärmearbeit BHKW (ins Netz) | | | | 628 | 52% | |
| Wärmearbeit BHKW (max.) | | | | 646 | 0% | |
| <u>Brennstoffbedarf:</u> | | | | | | |
| KESSEL (Ho) | Erdgas | | | 715 | | |
| BHKW (Ho) | Erdgas | | | 1.264 | | |
| Gesamt (Ho) | | | 100% | 1.979 | | |
| Betriebszeit BHKW | gesamt | | | | | 7.664 |
| <u>Elektroerzeugung :</u> | | | | | | |
| Gesamterzeugung | | | | 383 | | |
| Eigenbedarf Heizwerk | | | | 13 | | |
| Nettoerzeugung | | | 19% | 370 | | |

A decorative graphic consisting of overlapping colored squares (yellow, red, blue) and a black crosshair.

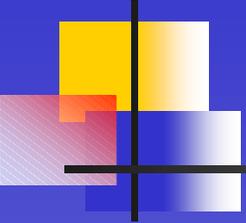
Klein-BHKW 50 kW el.

Investitionskosten: 125.000,- €

(ohne Förderung)

- **Kapitalkosten (5%,15a):** 12.500,- €/a
- **Unterhaltungskosten (W+I):** 8.000,- €/a
- **Brennstoffkosten:** 78.500,- €/a

Betriebskosten: 99.000,- €/a

A decorative graphic consisting of overlapping squares in yellow, red, and blue, with a black crosshair.

Klein-BHKW 50 kW el.

Erlöse durch Elektroerzeugung:
vermiedene Bezugskosten + KWK
(11,3 Ct/kWh + 5,11 Ct/kWh) 62.000,- €/a

■ Wärmerestkosten: 37.000,- €/a

spez. Wärmepreis: 30,58 €/MWh
Vergleichspreis(HEUTE): 53,70 €/MWh

Klein-BHKW 50 kW el.

Betriebskostenvorteil:

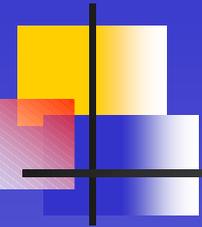
1.210 MWh/a x 23,12 €/MWh =

28.000,- €/a



BHKW 625 kW el.



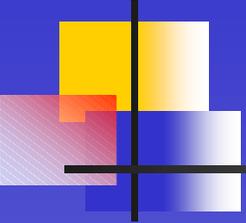


BHKW 625 kW el.

Wärme: 5.500 MWh/a 2.500 kW

Strom : 8.500 MWh/a

Kälte: 2.500 MWh/a 3.200 kW

A decorative graphic consisting of overlapping squares in yellow, red, and blue, with a black crosshair.

BHKW 625 kW el.

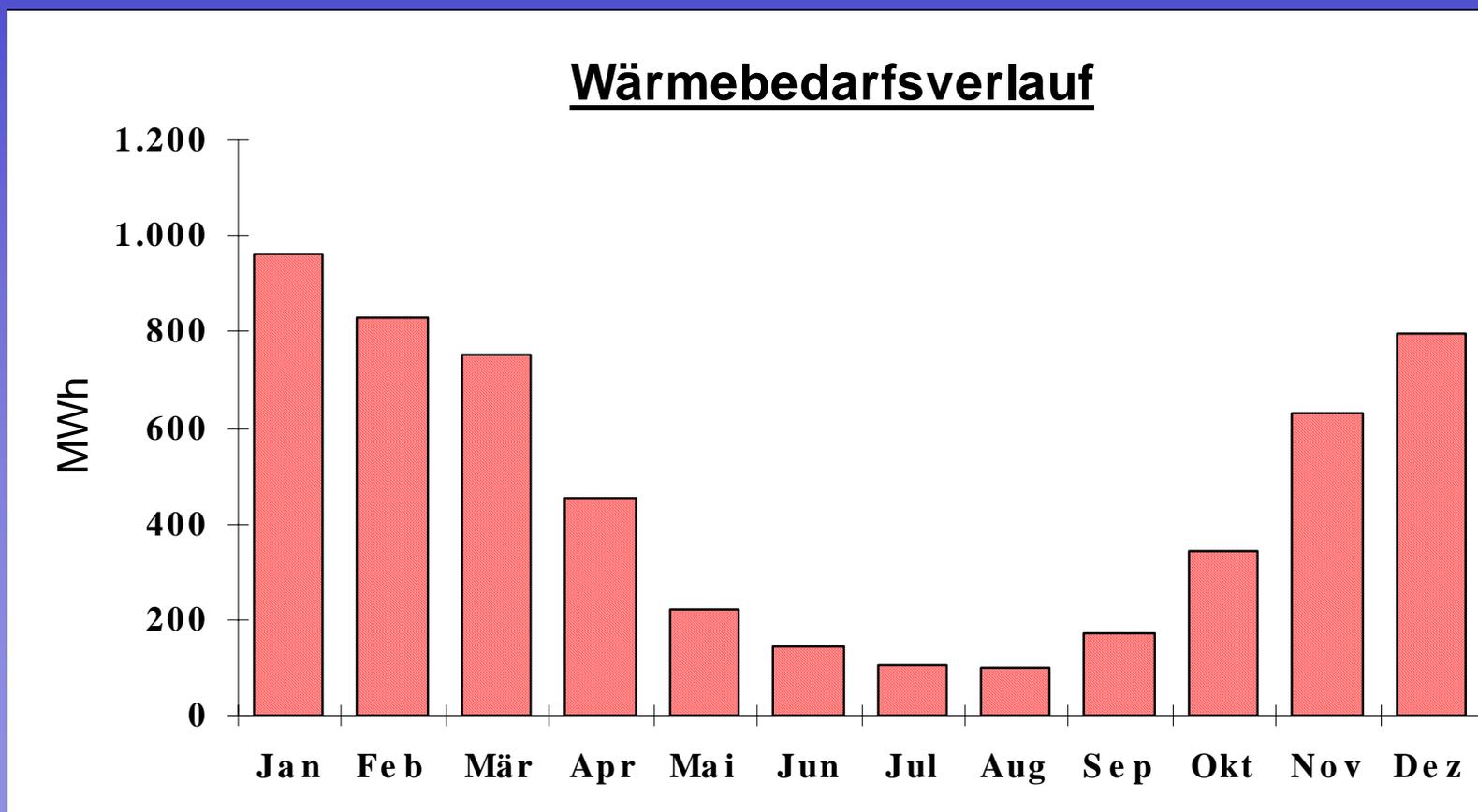
Preise 2009

Erdgas: 4,87 Ct/kWh (incl. Steuern)
7 €/kW

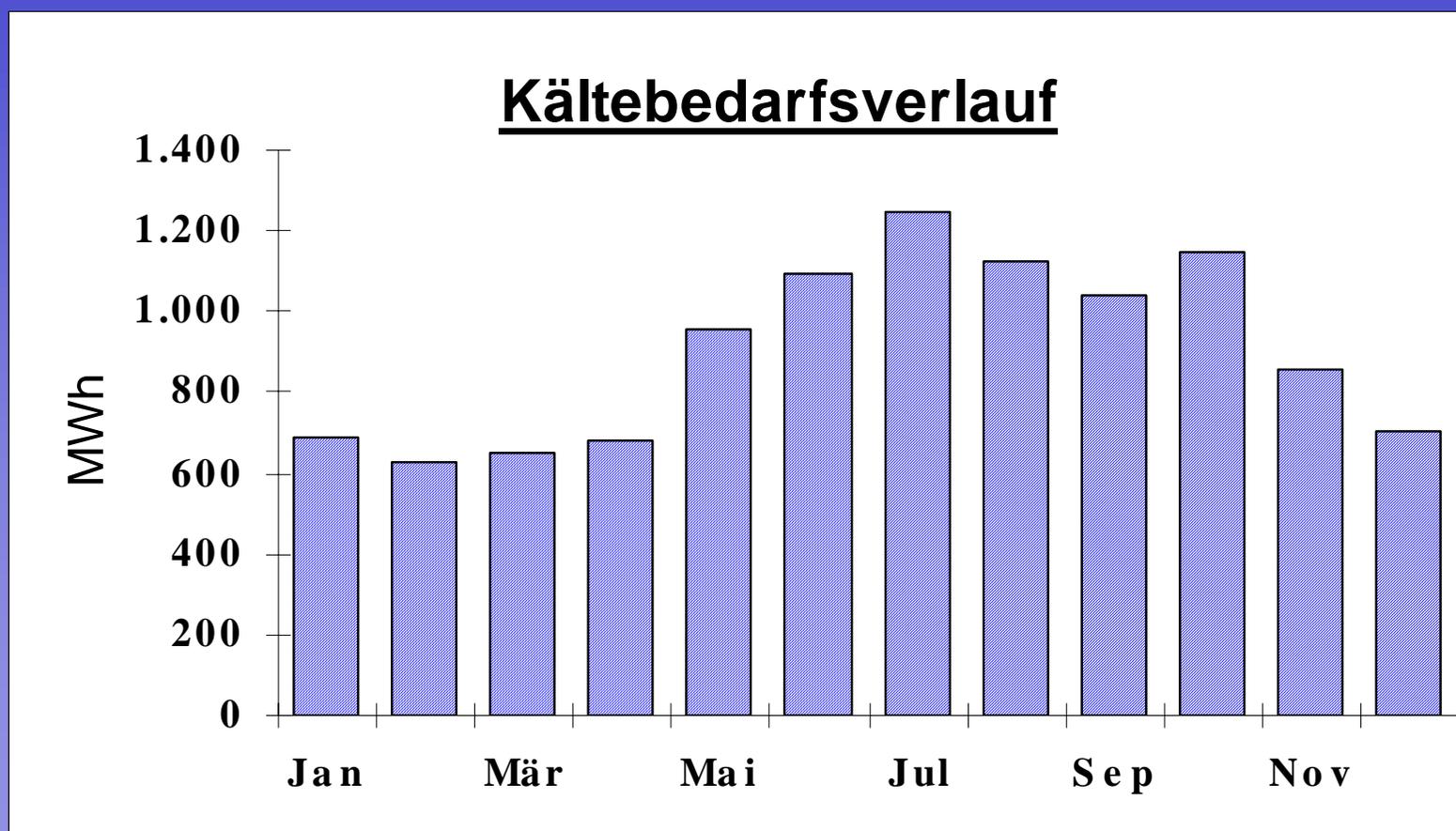
Strom : 13,7 Ct/kWh (incl. Steuern)
23,6 €/kW

spez. Wärmepreis: 58,47 €/MWh

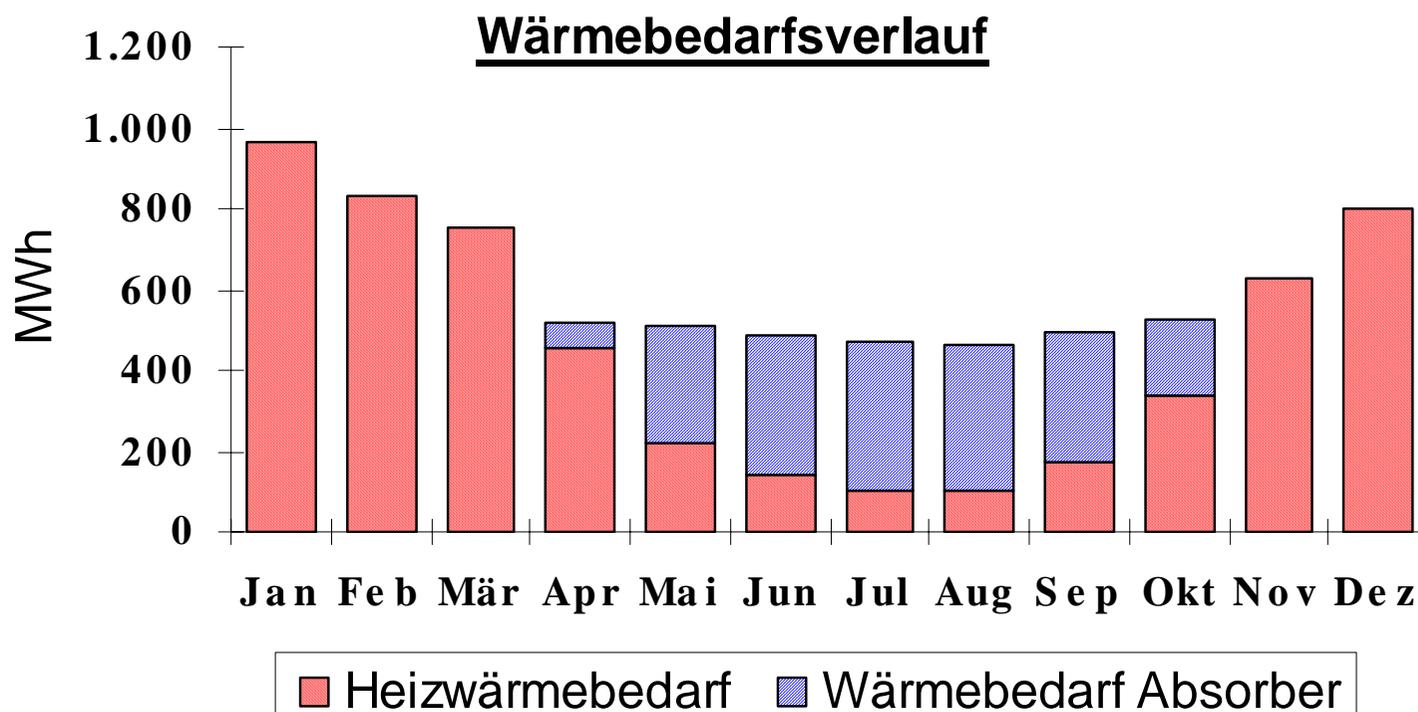
BHKW 625 kW el.



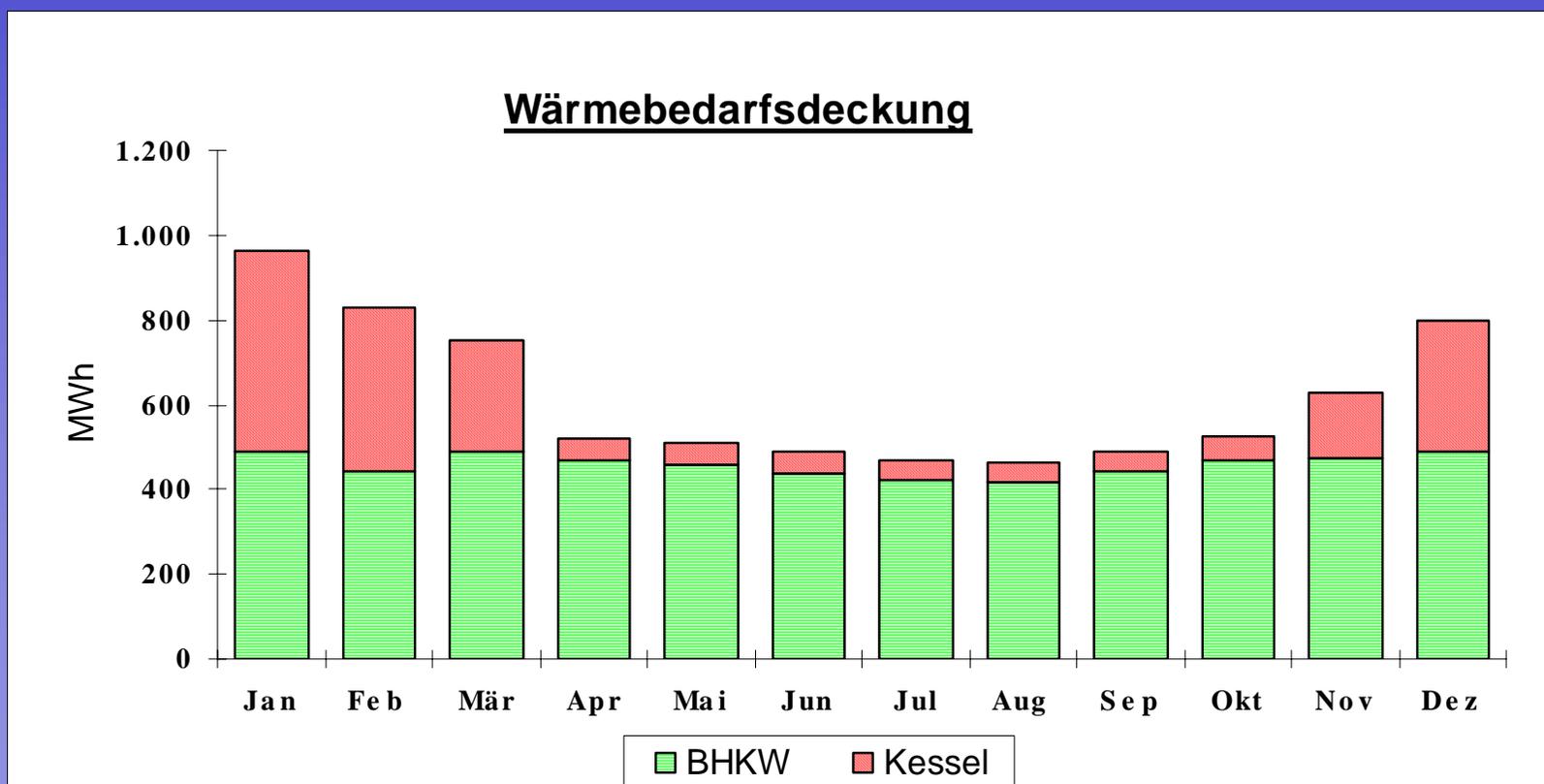
BHKW 625 kW el.



BHKW 625 kW el.

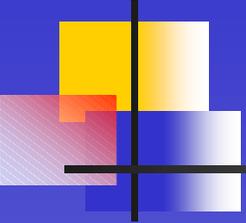


BHKW 625 kW el.



BHKW 625 kW el.

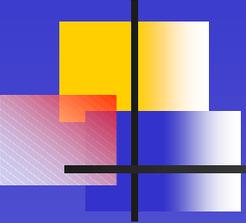
| | | % | [MWh/a] | % | Vh/a |
|---------------------------|--------|-----------|---------|------|-------|
| Heizbedarf Nutzwärme | | 54% | 7.438 | | |
| Verluste Nahwärmeleitung | | | 0 | | |
| Gesamtjahreswärmebedarf | | | 7.438 | | |
| Wärmearbeit gesamt | | | 7.438 | 100% | |
| Wärmearbeit KESSEL | | | 1.935 | 26% | |
| Wärmearbeit BHKW | | | 5.503 | 74% | |
| <u>Brennstoffbedarf:</u> | | | | | |
| KESSEL (Hu) | | | 2.059 | | |
| BHKW (Hu) | | | 11.820 | | |
| Gesamt (Hu) | | 100% | 13.878 | | |
| Gesamt (Ho) | | f=0,904 | 15.352 | | |
| Betriebszeit BHKW | gesamt | | | | 7.528 |
| Kältarbeit gesamt | | | 2.500 | | |
| Anteil Absorber | | | 1.384 | | |
| Anteil Kompressionskälte | | | 1.116 | | |
| <u>Elektroerzeugung :</u> | | | | | |
| Gesamterzeugung | | | 4.705 | | |
| Eigenbedarf Heizwerk | | 1% von Qh | 74 | | |
| Nettoerzeugung | | 33% | 4.631 | | |

A decorative graphic consisting of overlapping squares in yellow, red, and blue, with a black crosshair.

BHKW 625 kW el.

Investitionskosten: 1.100.000,- €

- **Kapitalkosten (5%,15a): 101.000,- €/a**
 - **Unterhaltungskosten (w+i): 94.000,- €/a**
 - **Brennstoffkosten: 742.000,- €/a**
- Betriebskosten: 937.000,- €/a**

A decorative graphic consisting of overlapping squares in yellow, red, and blue, with a black crosshair.

BHKW 625 kW el.

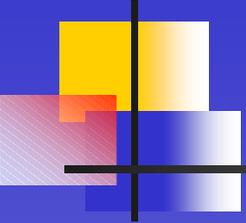
Erlöse durch Elektroerzeugung:
vermiedene Bezugskosten + vermiedene
Stromkosten für Kälte + KWK

(13,7 Ct/kWh + 2,10 Ct/kWh) 699.000,- €/a

■ Wärmerestkosten: 239.000,- €/a

spez. Wärmepreis: 43,36 €/MWh

Vergleichspreis(HEUTE): 58,47 €/MWh

A decorative graphic consisting of overlapping squares in yellow, red, and blue, with a black crosshair.

BHKW 625 kW el.

Betriebskostensparnis: 83.000,- €/a

Betriebskostensparnis ohne AKM: 88.000,- €/a

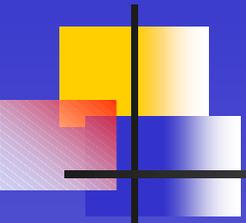
ZUKÜNFTIG

Anstieg Gaspreis: + 1,0 ct/kWh

Betriebskosten steigen um: + 153.000 €/a

Anstieg Strompreis: + 1,0 ct/kWh

Betriebskosten sinken um : - 49.000 €/a

A decorative graphic consisting of overlapping squares in yellow, red, and blue, with a black crosshair.

BHKW 625 kW el.

Absorptionskälteanlage:

Vorteile:

- Erhöhung der Laufzeiten des BHKW
- Erhöhung der Stromerlöse aus Stromerzeugung
- Reduzierung des Strombezugs

Nachteile:

- höhere Gaskosten

GESAMT:

- Verschlechterung des Betriebsergebnisses

BHKW 1.100 kW el.



BHKW 1.100 kW el.

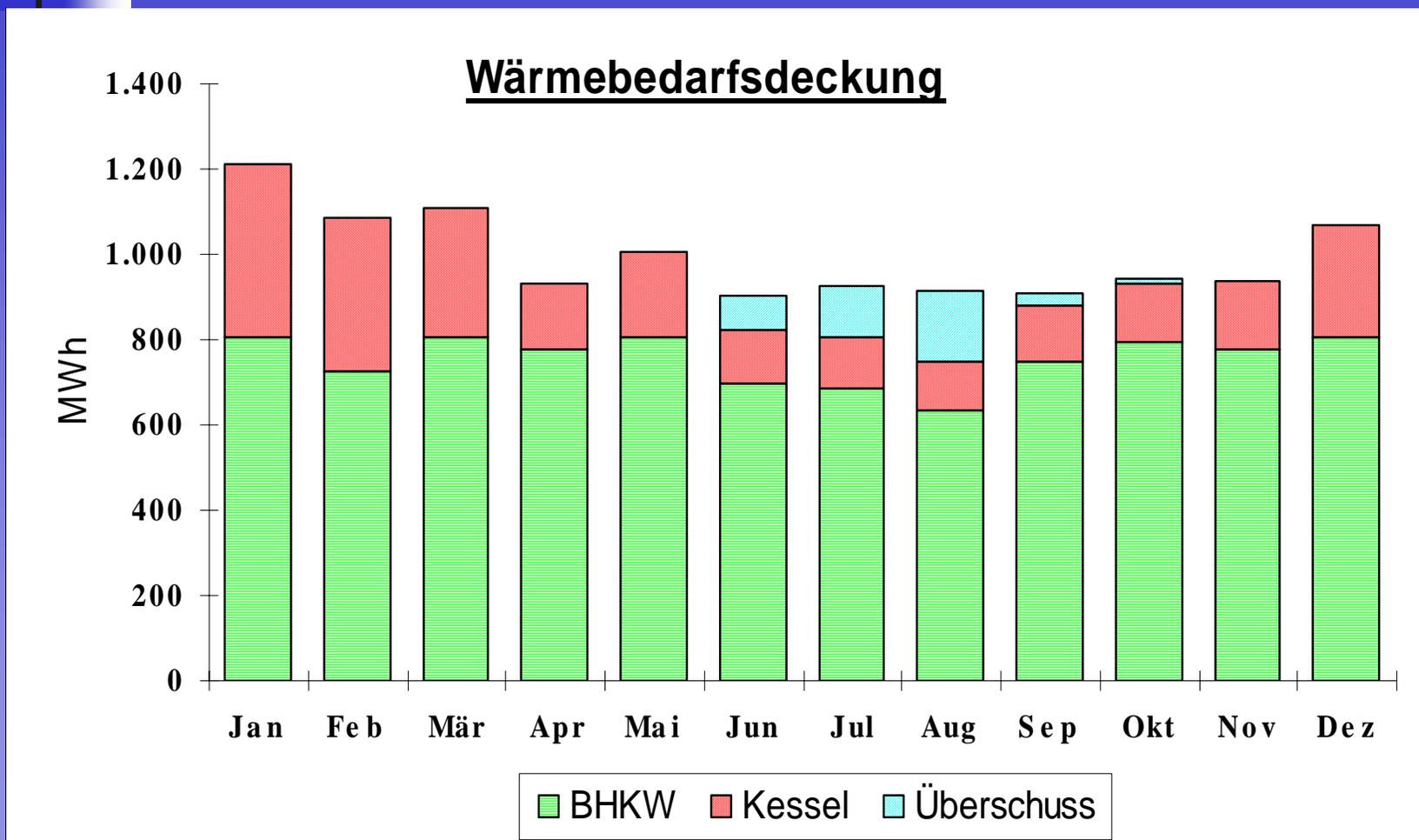
Freizeitbad (Energieversorger)

- Wärmebedarf: 11.500 MWh/a
- Strombedarf: 3.900 MWh/a

| | | |
|------------|------|--------|
| Gaspreis | 3,78 | Ct/kWh |
| Strompreis | 8,80 | Ct/kWh |

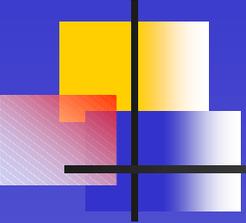
spez. Wärmepreis: 52,01 €/MWh

BHKW 1.100 kW el.



BHKW 1.100 kW el.

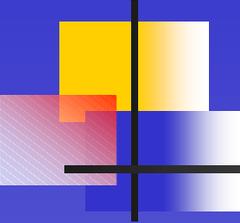
| | | | % | [MWh/a] | % | Vh/a |
|----------------------------|--------|--|------|---------|------|-------|
| Heizbedarf Nutzwärme | | | 45% | 11.500 | | |
| Verluste Nahwärmeleitung | | | | 35 | | |
| Wärmearbeit gesamt | | | | 11.535 | 100% | |
| Wärmearbeit KESSEL | | | | 2.479 | 21% | |
| Wärmearbeit BHKW(ins Netz) | | | | 9.056 | 79% | |
| Wärmearbeit BHKW (max.) | | | | 9.464 | 0% | |
| <u>Brennstoffbedarf:</u> | | | | | | |
| KESSEL (Ho) | Erdgas | | | 2.981 | | |
| BHKW (Ho) | Erdgas | | | 22.493 | | |
| Gesamt (Ho) | | | 100% | 25.474 | | |
| Betriebszeit BHKW | gesamt | | | | | 7.125 |
| <u>Elektroerzeugung :</u> | | | | | | |
| Gesamterzeugung | | | | 8.329 | | |

A decorative graphic consisting of overlapping squares in yellow, red, and blue, with a black crosshair.

BHKW 1.100 kW el.

Investitionskosten: 1.200.000,- €
(mit Wärmespeicher 120 m³ für Spitzenstrom)

- **Kapitalkosten (5%,15a):** 115.000,- €/a
- **Unterhaltungskosten (w+i):** 85.000,- €/a
- **Brennstoffkosten:** 880.000,- €/a
- **Betriebskosten:** 1.080.000,- €/a

A decorative graphic consisting of overlapping colored squares (yellow, red, blue) and a black crosshair.

BHKW 1.100 kW el.

Erlöse durch Elektroerzeugung:

vermiedene Bezugskosten + KWK

(8,1 Ct/kWh + 2,10 Ct/kWh) 717.000,- €/a

Wärmerestkosten: 415.000,- €/a

spez. Wärmepreis: 36,08 €/MWh

Vergleichspreis(HEUTE): 52,01 €/MWh

Betriebskostensparnis: 183.000,- €/a

Biogas BHKW

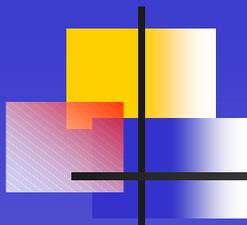
- Vergütung nach EEG
- bis zu 20 Ct/kWh
- nur sinnvoll mit Wärmekonzepten

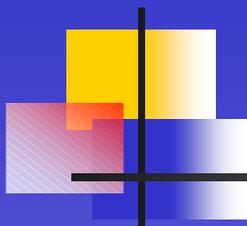


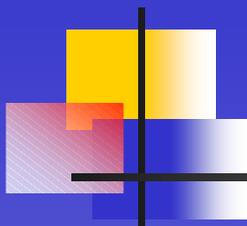
Zusammenfassung

- möglichst gleichmäßiger Wärmebedarf
- BHKW mit min. 5.500 Vh/a (Grundlast!)
- Verhältnis Strom-/Gaspreis: $>2:1$
- Anwendung von Förderprogrammen und KWK-Gesetz











Vielen Dank !

Dipl.-Ing. Michael Hildmann

ENERATIO
Ing. Büro
Hamburg
www.eneratio.de

