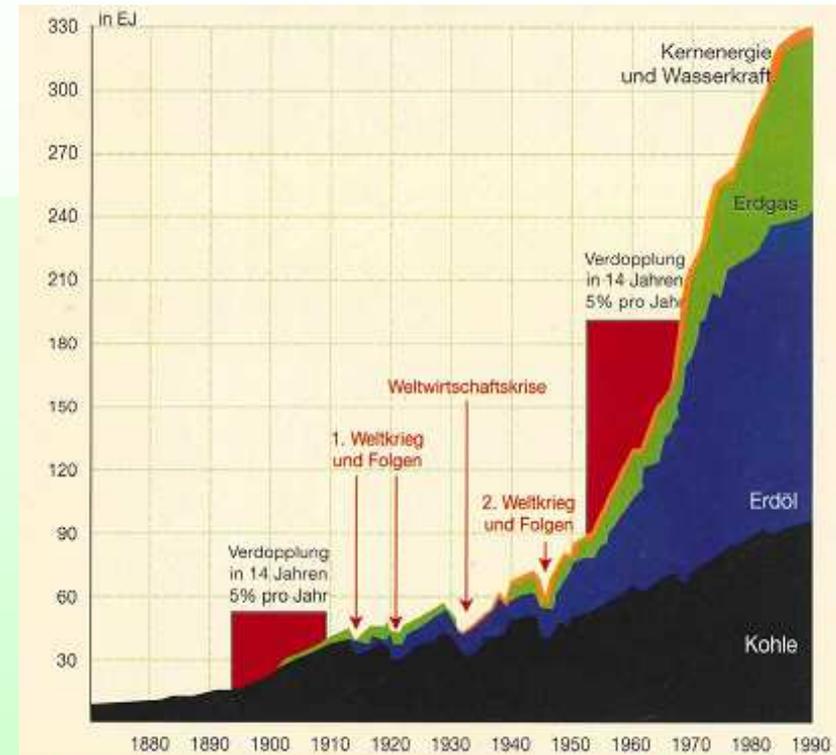
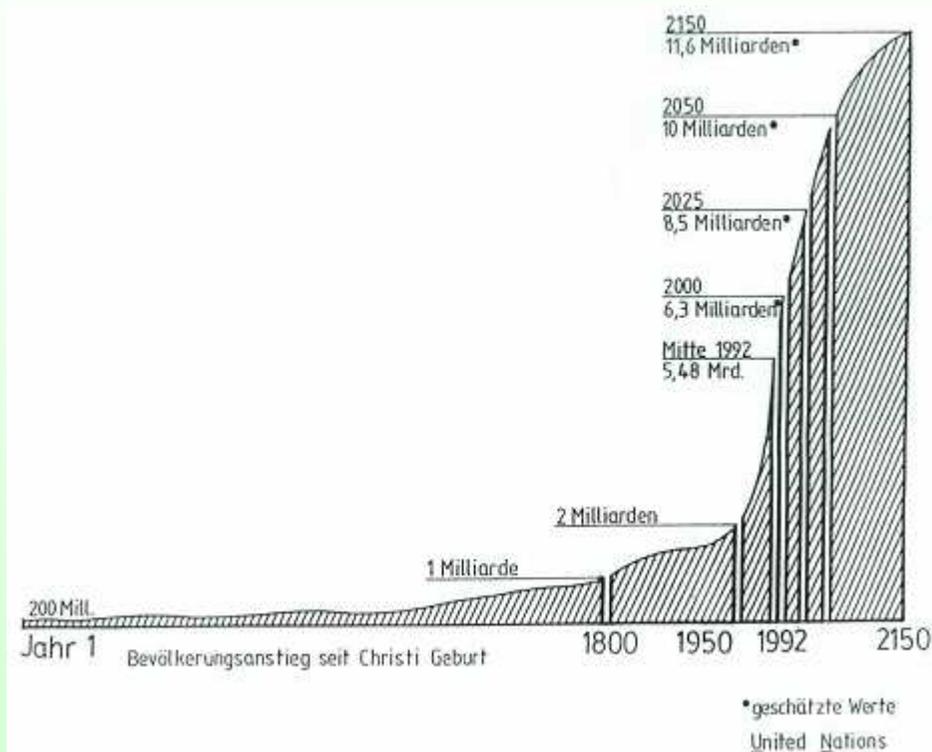


GEKKO / KoBE-Dialog im bau_werk-Sommer 2008

Kraft-Wärme-Kopplung für Wohn- und Geschäftsgebäude

Vortrag von
Dipl.-Ing. Rainer Heimsch, Oldenburg

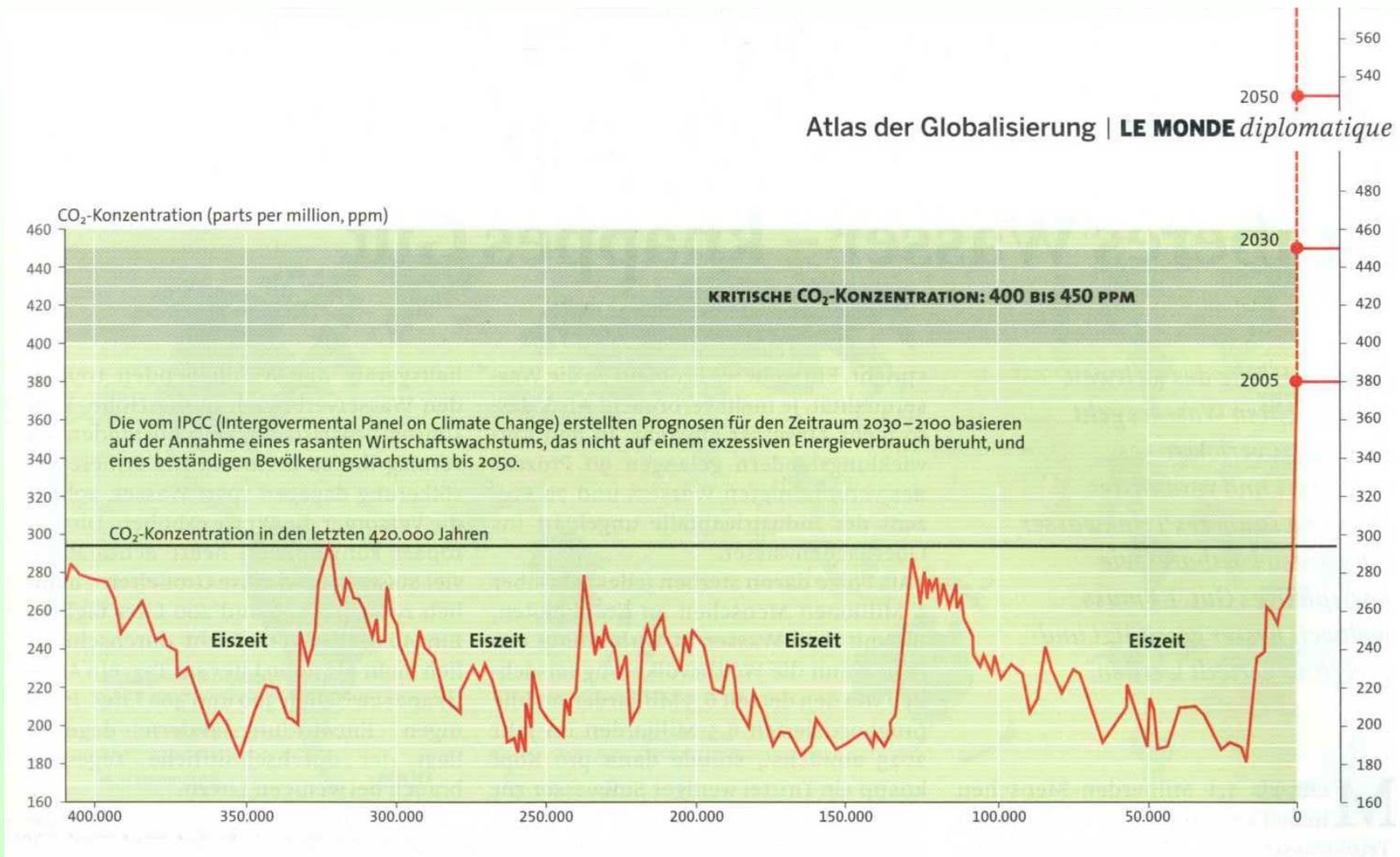


Entwicklung der Weltbevölkerung und des Weltenergieverbrauchs

Quelle: Der Weg zum Solarzeitalter, Eurosolar



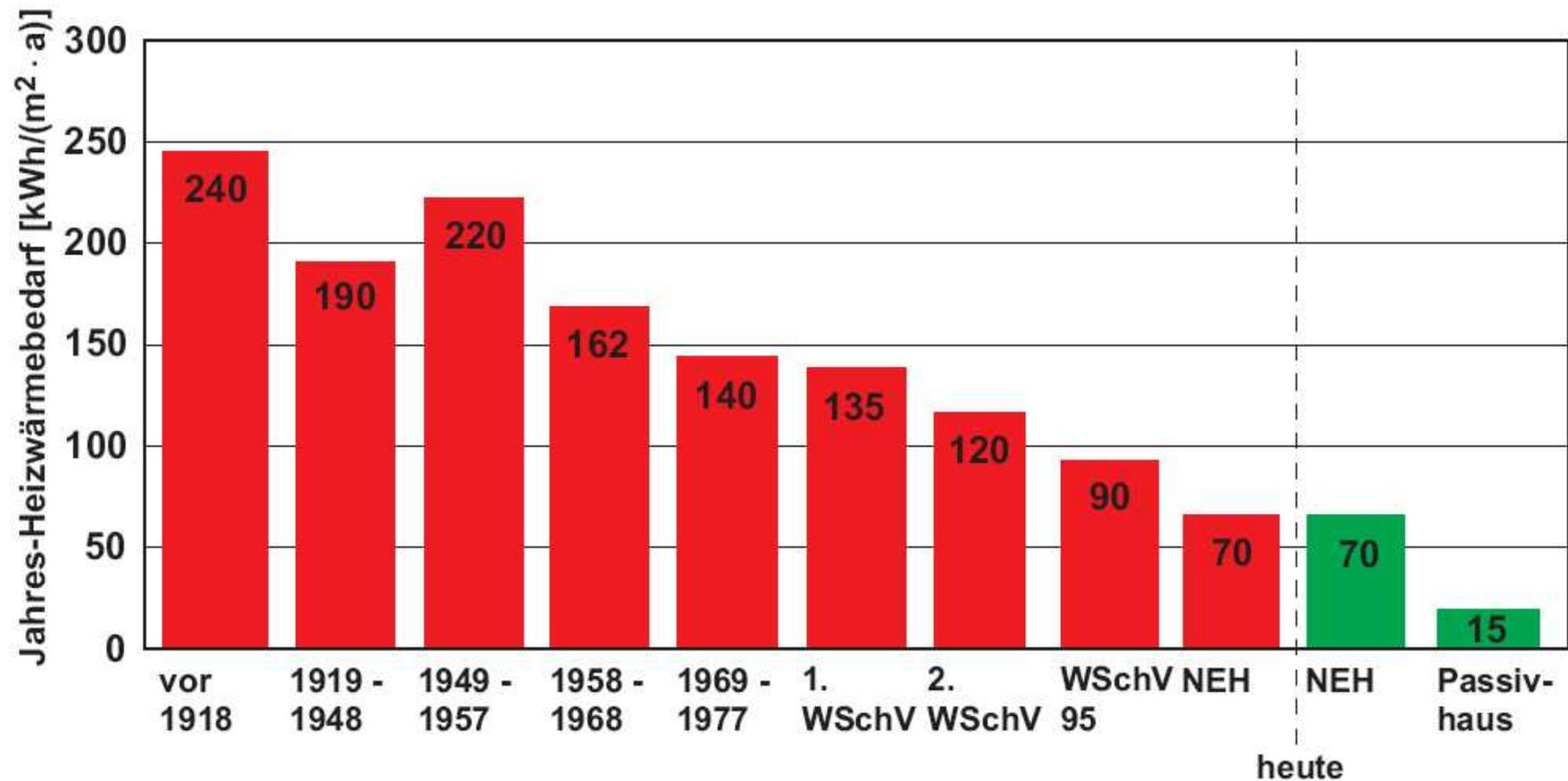
Quelle: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk Straubing



Langfristige Entwicklung der CO₂-Konzentration

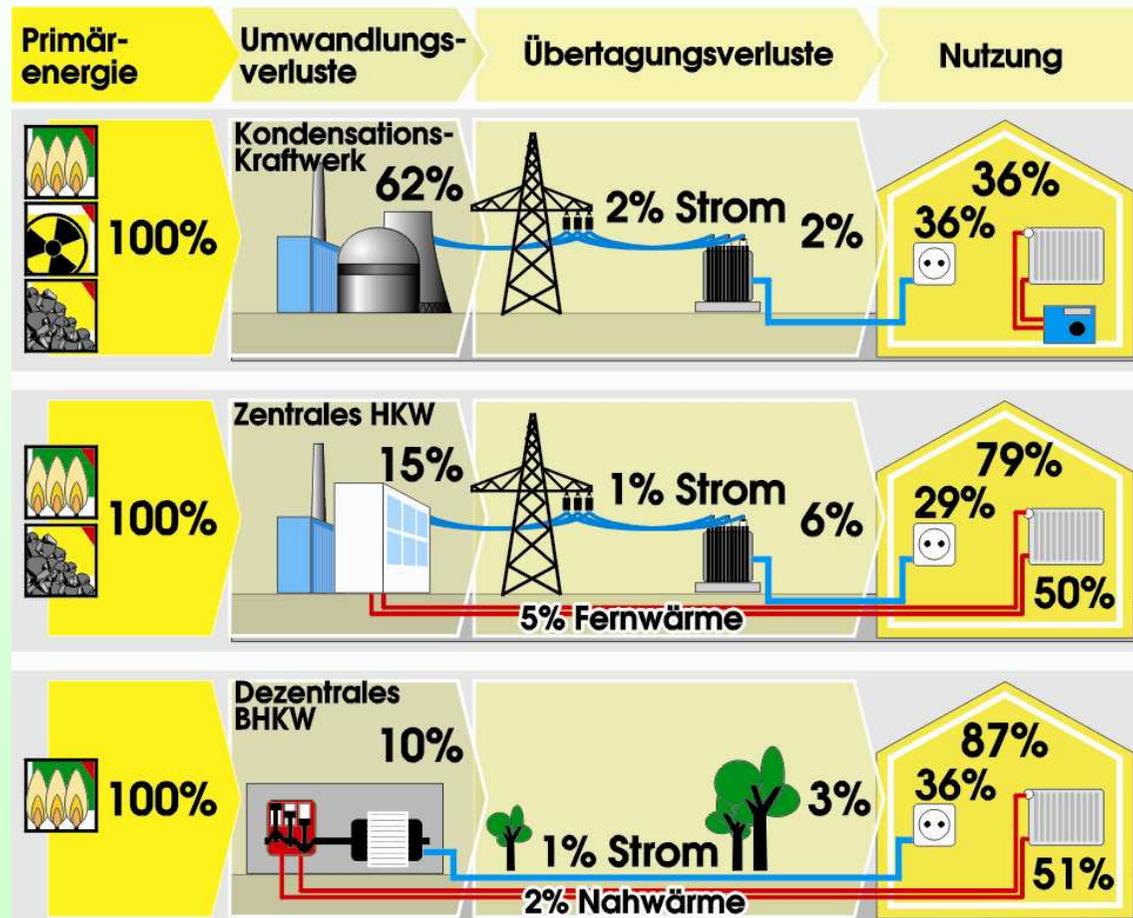
Quelle: Atlas der Globalisierung, LE MONDE diplomatique

Typische Jahres-Heizwärmebedarf nach Baujahr geordnet



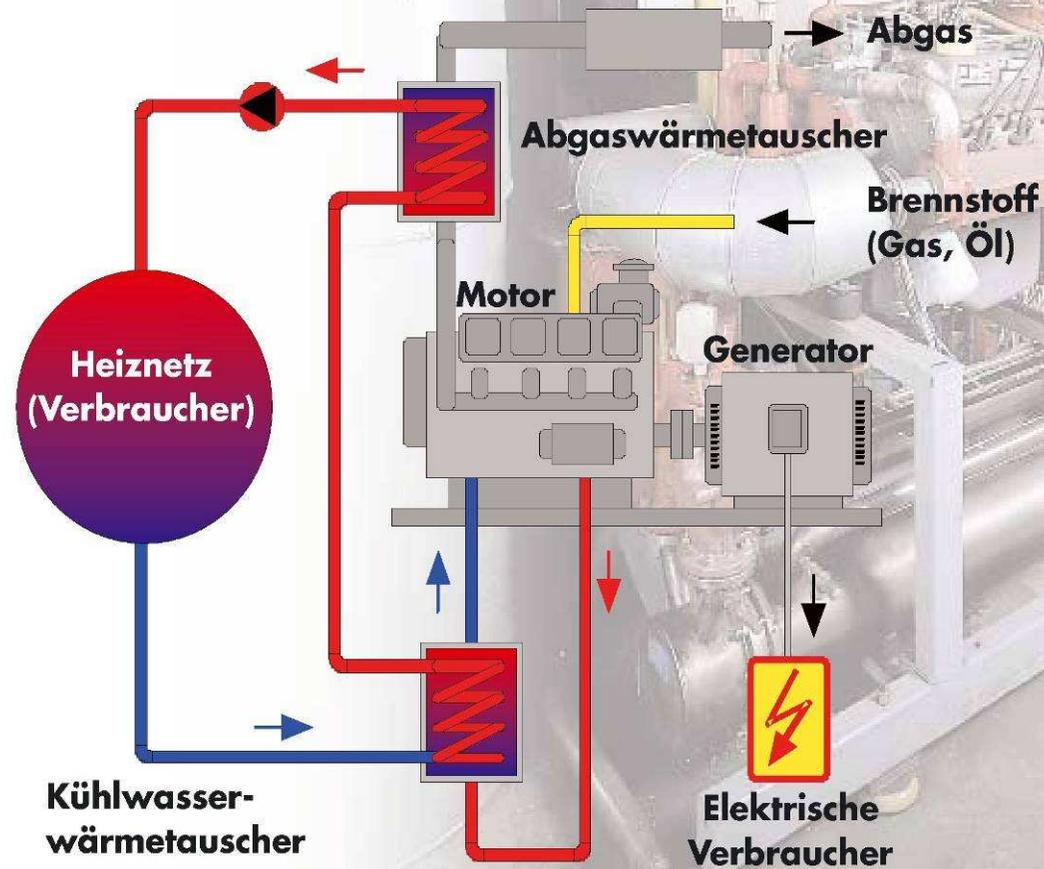
Quelle: GRE (Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V.)

Energieflüsse bei der reinen Stromerzeugung sowie der zentralen und dezentralen KWK



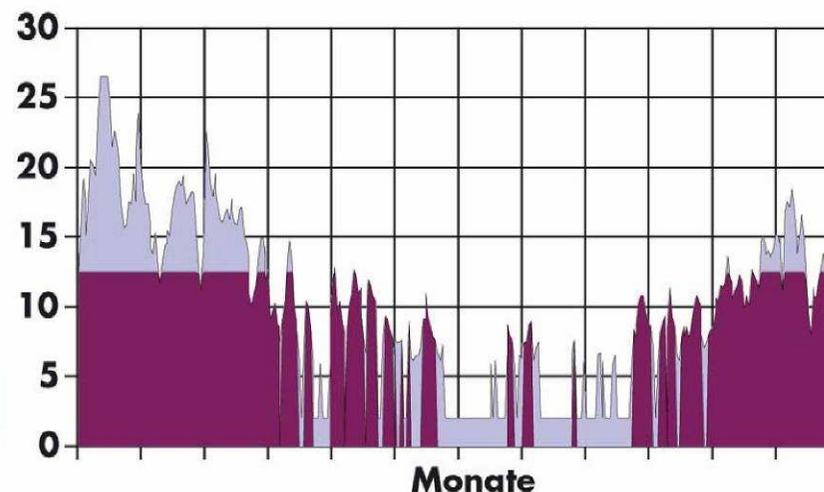
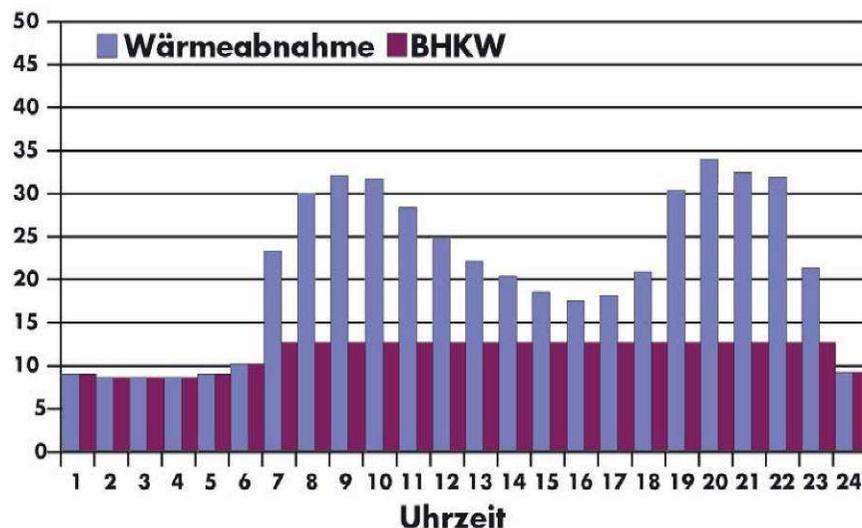
Quelle: ASUE

Funktionsprinzip eines BHKW



Klein-BHKW

Lastgänge am Tag und im Jahr

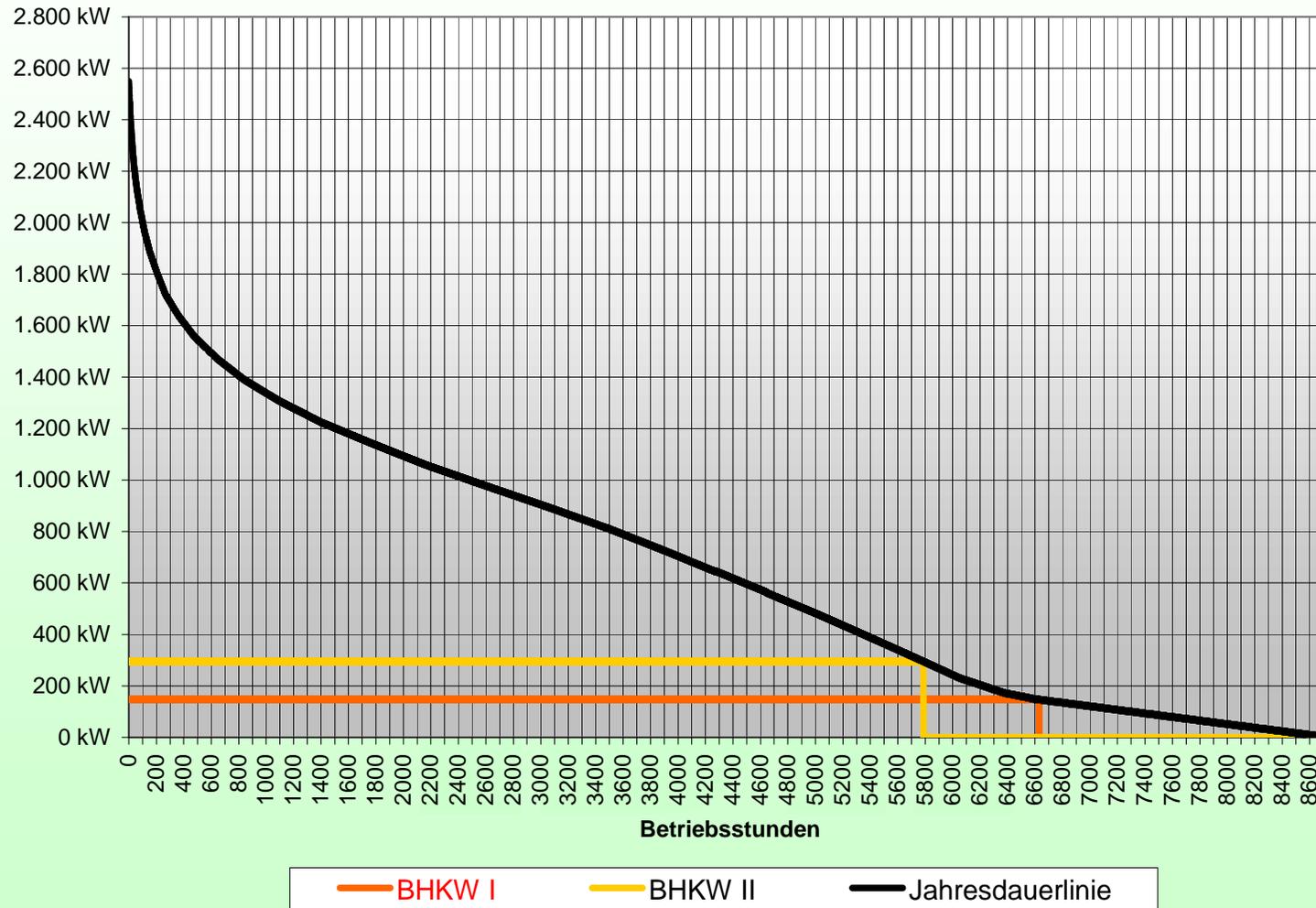


**Tagesgang Wärme an
einem Wintertag bei -4 °C**

Jahresgang Wärme
- Mittlerer Wärmebedarf
- Anteil BHKW-Erzeugung

Quelle: Bremer Energie-Konsens

Jahresdauerlinie



Kessel und Blockheizkraftwerk, Haus Meedland, Langeoog

Hauptformular

Datum: 11.04.2005
Uhrzeit: 12:22:28
Passwort: **Eingelogg!**

Fa. E-T-M GmbH
Gebäudeautomation

11,9°C

Stör.VL-Temp.-Überwach.

67,0°C Sollwert VL

64,1°C VL-Kessel
57,3°C RL-Kessel
70,7°C VL-BHKW
47,7°C RL-BHKW

WM
Pmax
STB extern

VL-Verteiler
WWB
RL-Max überschritten

Kesselanlage Haupthaus:

- Steuerung Kessel+BHKW
- Feiertag-Urlaubs-Uhran

STB intern **CE 315** (140 kW)
Modulation = 0,0%

- Freigabe
- Betr. St.1
- Betr. St.2
- Störung

Betr.-Std.: 7145,23 h
Starts.: 53157

Betr.-Std. (heute): 7,67 h
Starts (heute): 2

CO₂-Einsparung
Betr.-Std. * (3,63 kg CO₂/Std) = 160,64 h

- Freigabe
- Betrieb
- Wartung
- Sammelstörung

Betr.-Std.: 44253,74 h
Starts.: 48870

Temp. lesen T-Kurven Kessel

Passwort	Haupthaus	Personalhaus	Forum-Solar	Heimleiterhaus	Tagungshaus	Kommunikations-Status: ●○○○○○○○○○○ M 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Text-Editor	Jugendhaus I+II	UST Zähler JH	Photovoltaik JH	Solaranlage JH	Lüftung Forum	Schliessen

Blockheizkraftwerk



BHKW-Anlage OLantis



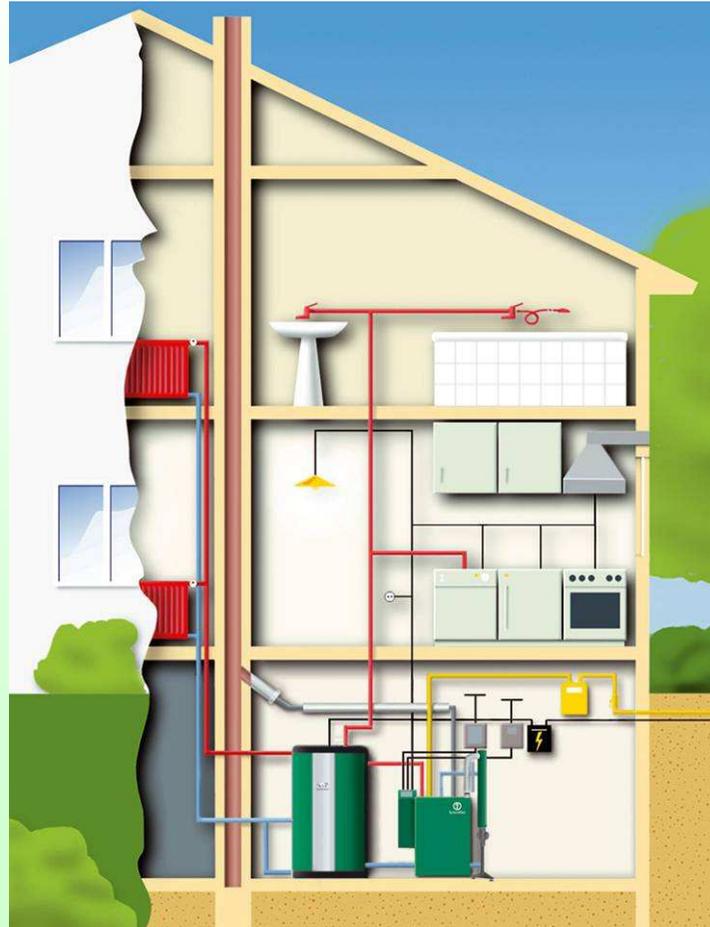
BHKW-Anlage OLantis

- 2 Module Sokratherm GG 140 S
- insgesamt 280 kW elektrische Leistung
- insgesamt 432 kW thermische Leistung
- Inbetriebnahme 01.08.2007

Amortisationszeiten BHKW OLaNTis

Betriebs- stunden	100% Eigenverbrauch		90% Eigenverbrauch 10% Einspeisung	
	Vollwartung	Teilwartung	Vollwartung	Teilwartung
6500 h	5,9 - 8,2 Jahre	4,6 - 5,9 Jahre	6,4 - 9,2 Jahre	4,9 - 6,4 Jahre
7500 h	5,2 - 7,3 Jahre	4,1 - 5,2 Jahre	5,7 - 8,2 Jahre	4,3 - 5,7 Jahre

Einbindung einer Mikro-KWK-Anlage mit Warmwasserspeicher



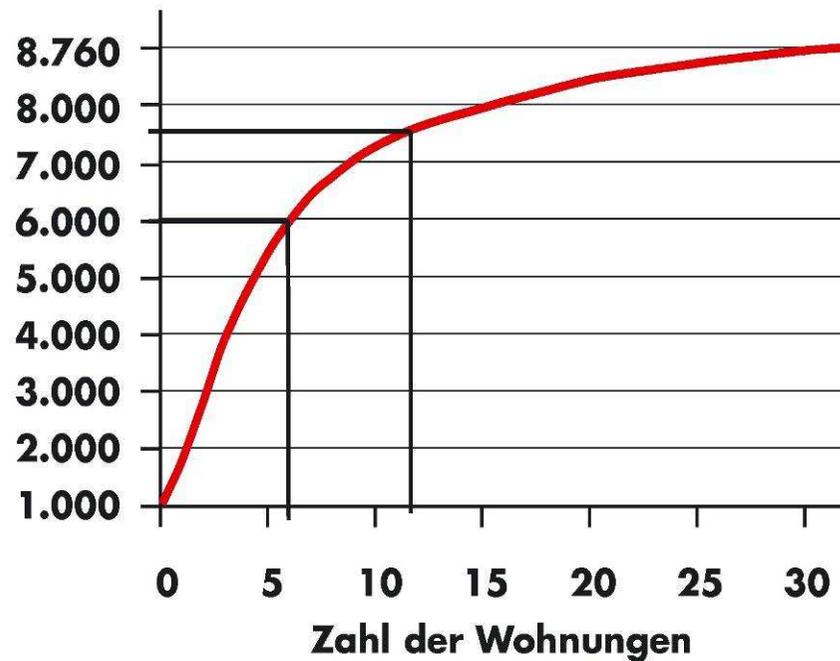
Quelle: ASUE/SenerTec

Vorbereitende Schritte zum Einbau eines Klein-BHKW

Auswahl Installateur	Hauptzollamt
<ul style="list-style-type: none">- Erfahrene Betriebe in der Nähe- Vollwartungsvertrag	<ul style="list-style-type: none">- Erlaubnis zur Verbrennung von steuerbegünstigtem Erdgas in einem ortsfesten Motor- Antrag auf Erstattung der Mineralöl-Steuer
Vertrag mit EVU über Stromeinspeisung	EnWG
<ul style="list-style-type: none">- Einspeisevertrag- Reservestrombezug	<ul style="list-style-type: none">- Keine Genehmigung mehr erforderlich

Einsatzmöglichkeiten von BHKW's bei Wohngebäuden

Laufzeit des BHKW in
Stunden pro Jahr



Ein wirtschaftlicher Betrieb
ist nur bei hohen jährlichen
Laufzeiten möglich

Einsatz von BHKW's im Einfamilienhaus

- **Monovalenter Betrieb ohne Kessel, d.h. nur mit BHKW, ist möglich**
- **Wärmeleistung 12,5 kW ist meistens ausreichend bzw. überdimensioniert**
- **Pufferspeicher zur Vermeidung von Teil-Last- und Taktbetrieb**
- **Ggfs. Elektro-Heizstab für wenige sehr kalte Tage oder den alten Kessel stehen lassen**
- **Strom kann meist nur zu max. 25-30% selbst genutzt werden**

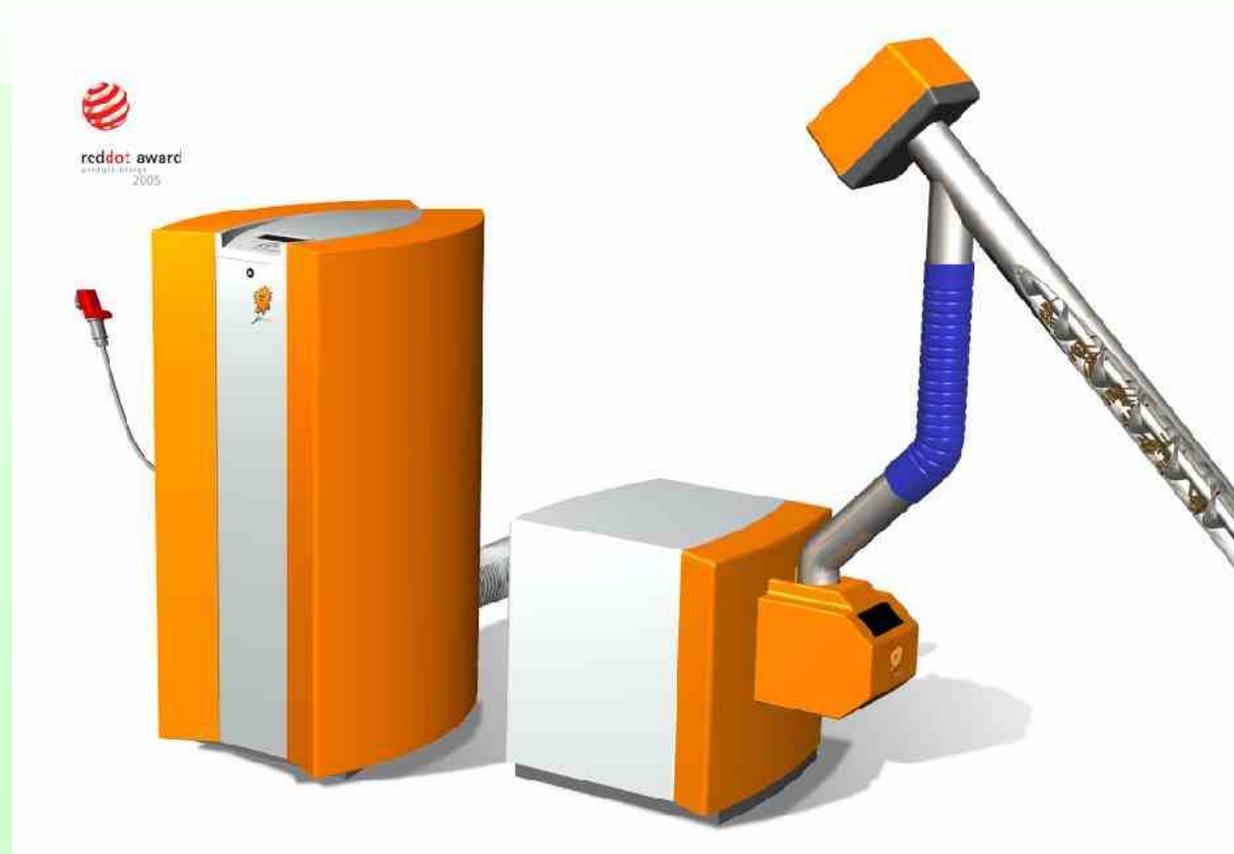


Klein-BHKW



Quelle: ASUE

lion Powerblock



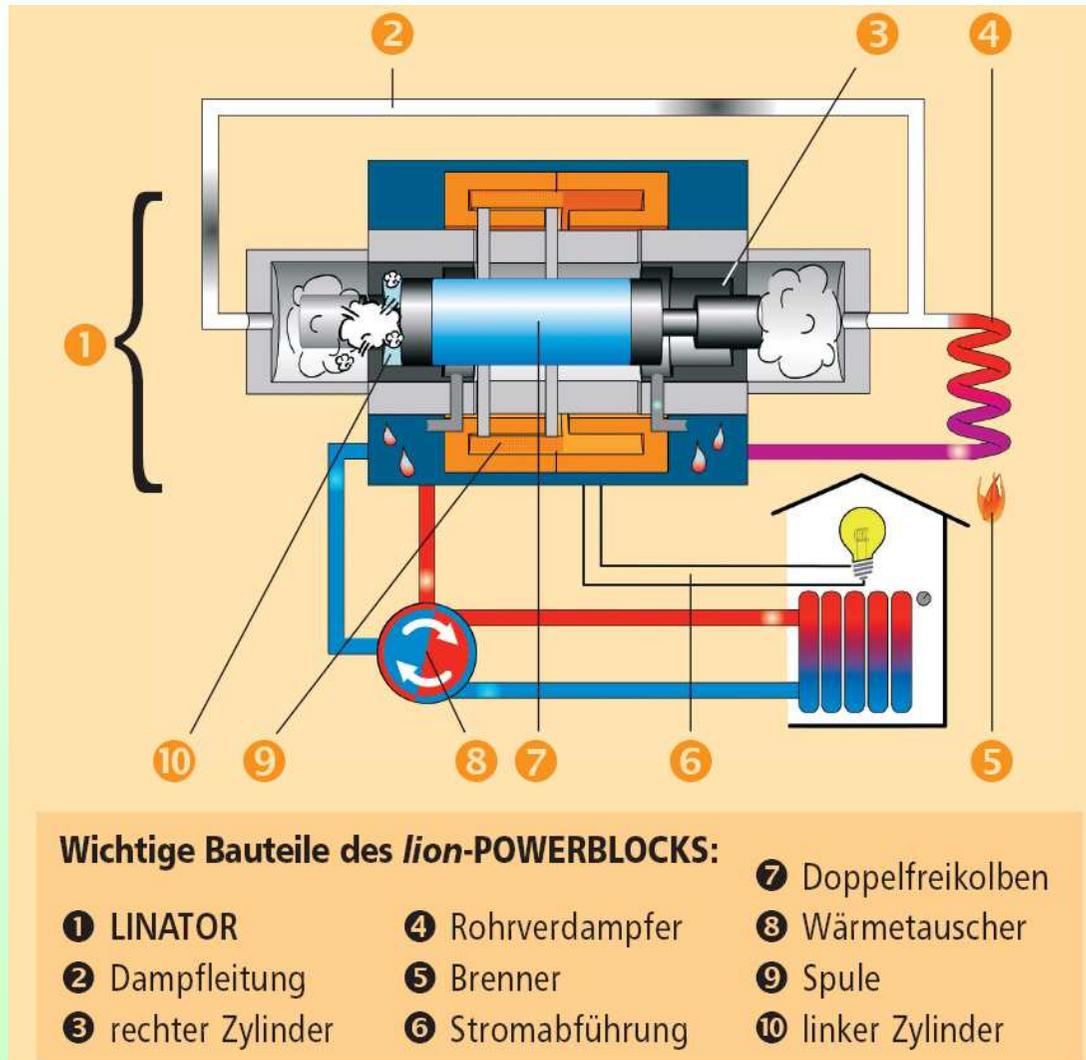
Quelle: OTAG

Technische Daten des Lion Powerblocks

- Kraftwandler LINATOR, Freikolbenmaschine mit integriertem Lineargenerator
- Brennstoff bisher Erdgas, Flüssiggas
- Spannung 230 V AC, 50 Hz
- Leistung 0,3-2,0 kW elektrisch ($\pm 10\%$)
3,0-16,0 kW thermisch ($\pm 5\%$)
- Gesamtnutzungsgrad 94%
- Abmessungen 126 x 62 x 83 cm (HxBxT)

Quelle: OTAG

Vereinfachtes Funktionsschema des lion



Quelle: OTAG

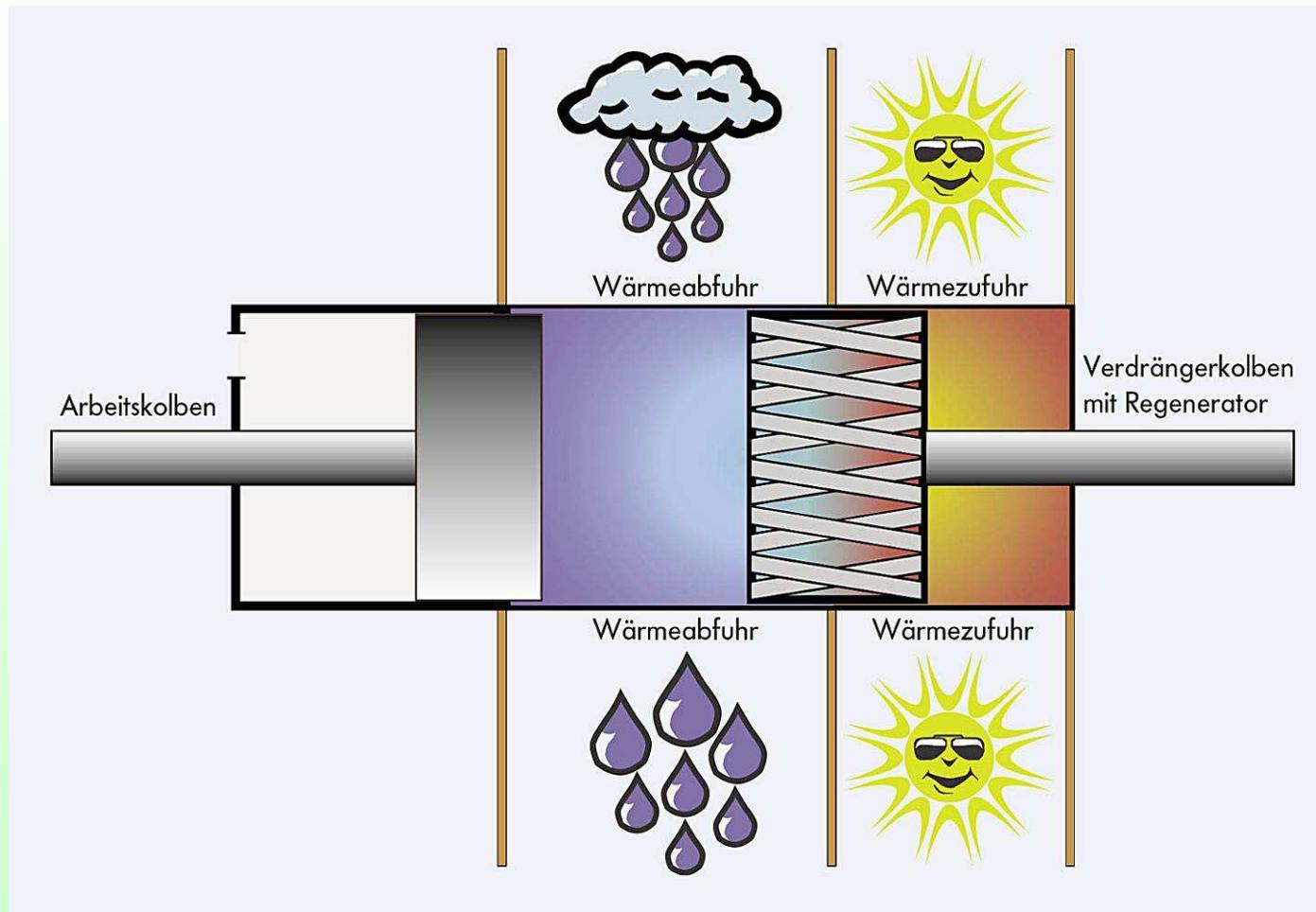
Stirlingmotor



- elektrische
Leistung: 2-9 kW
- thermische
Leistung: 8-24 kW
- die Leistung ist
stufenlos regelbar

Quelle: ASUE/Solo

Funktionsprinzip eines Stirlingmotors



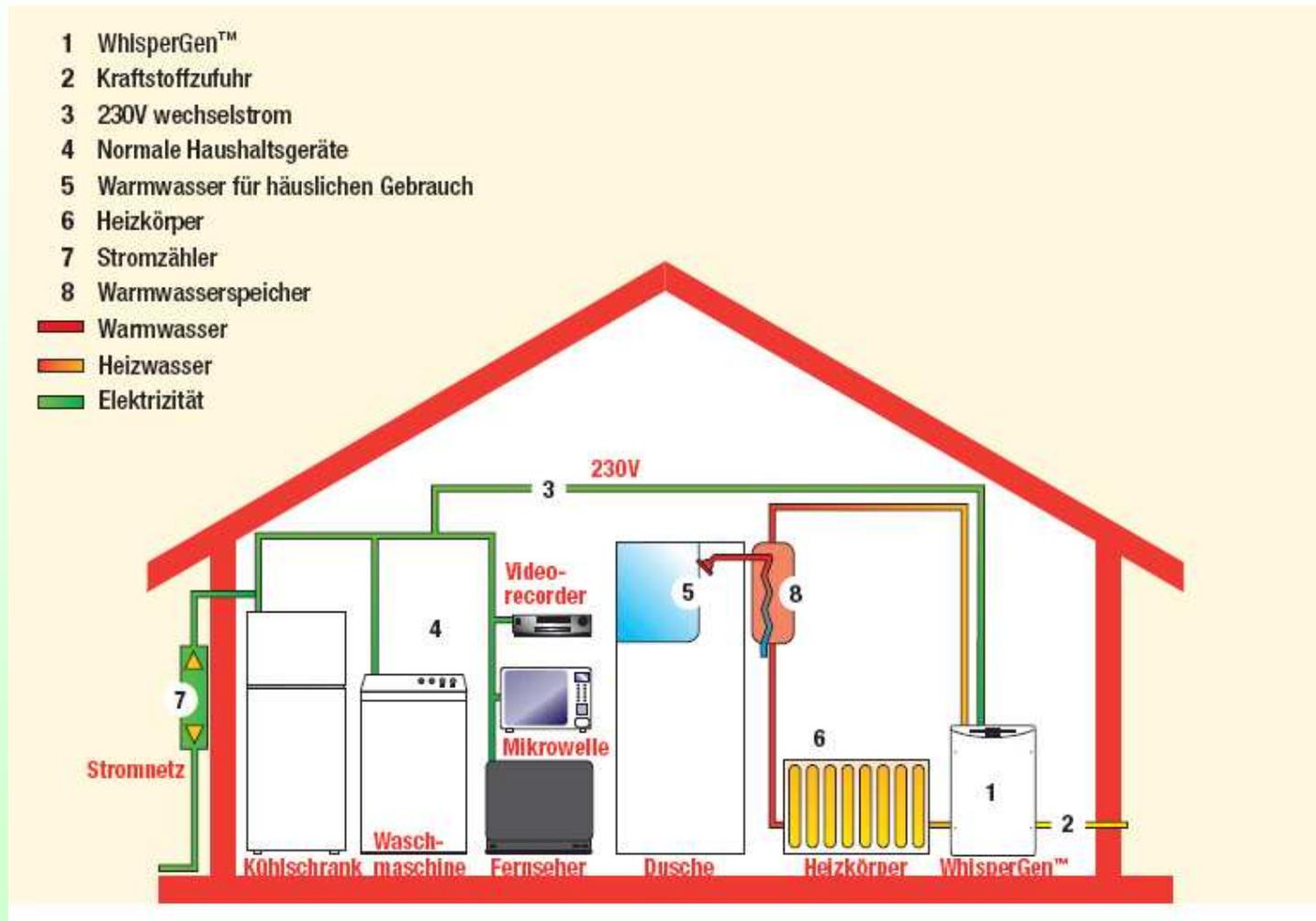
Quelle: ASUE

Technische Daten des WhisperGen

- Motor doppelt wirkender
4-Zylinder-Stirling-Zyklus
- Brennstoff Erdgas
- Spannung 230 V AC, 50 Hz
- Leistung bis 1,0 kW elektrisch
7,5-12,0 kW thermisch
- Gesamtnutzungsgrad 94%
- Abmessungen 84 x 48 x 56 cm (HxBxT)

Quelle: OTAG

WhisperGen microCHP



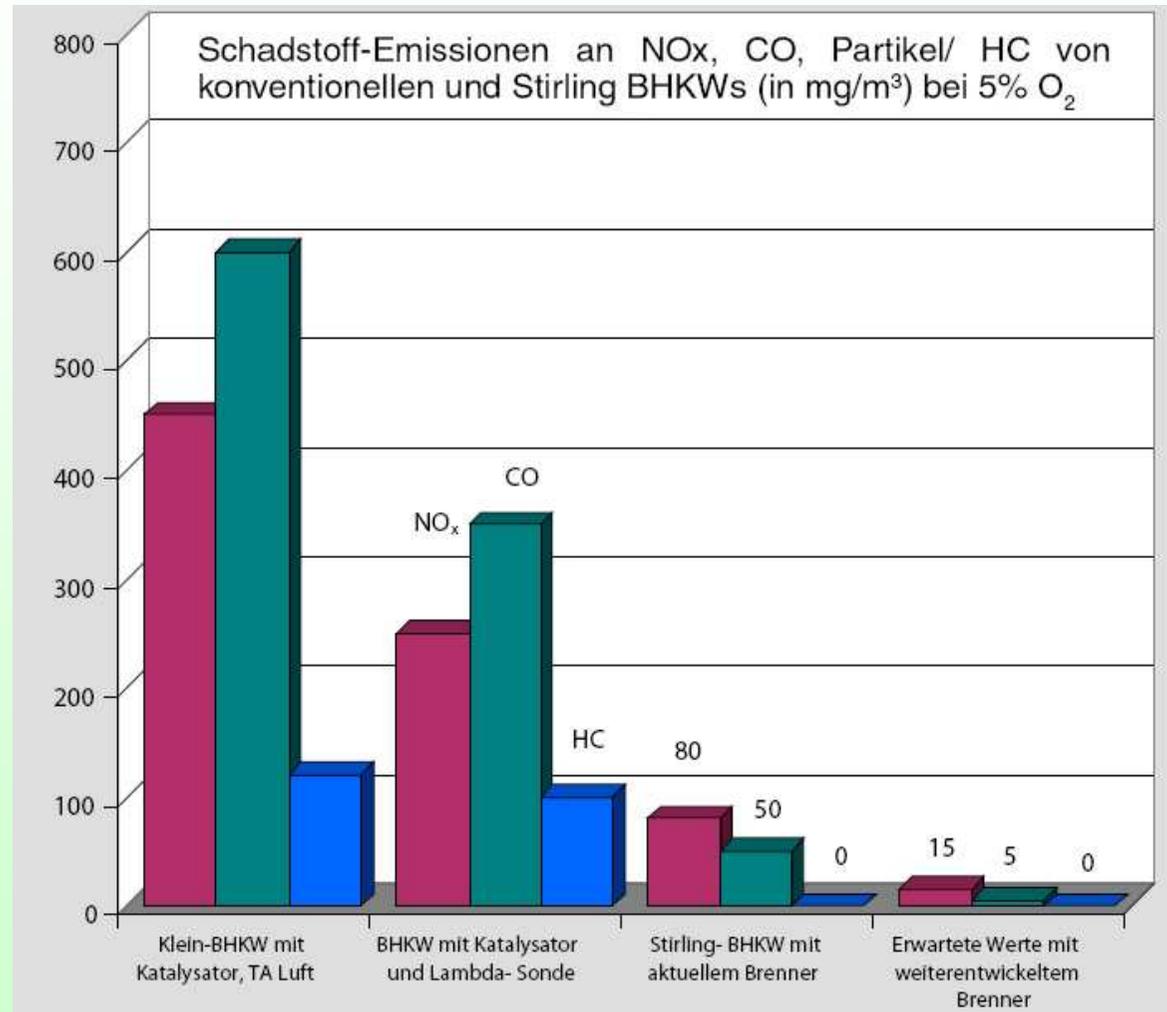
Quelle: WhisperGen

WhisperGen microCHP



Quelle: WhisperGen

Schadstoff-Emissionen im Vergleich

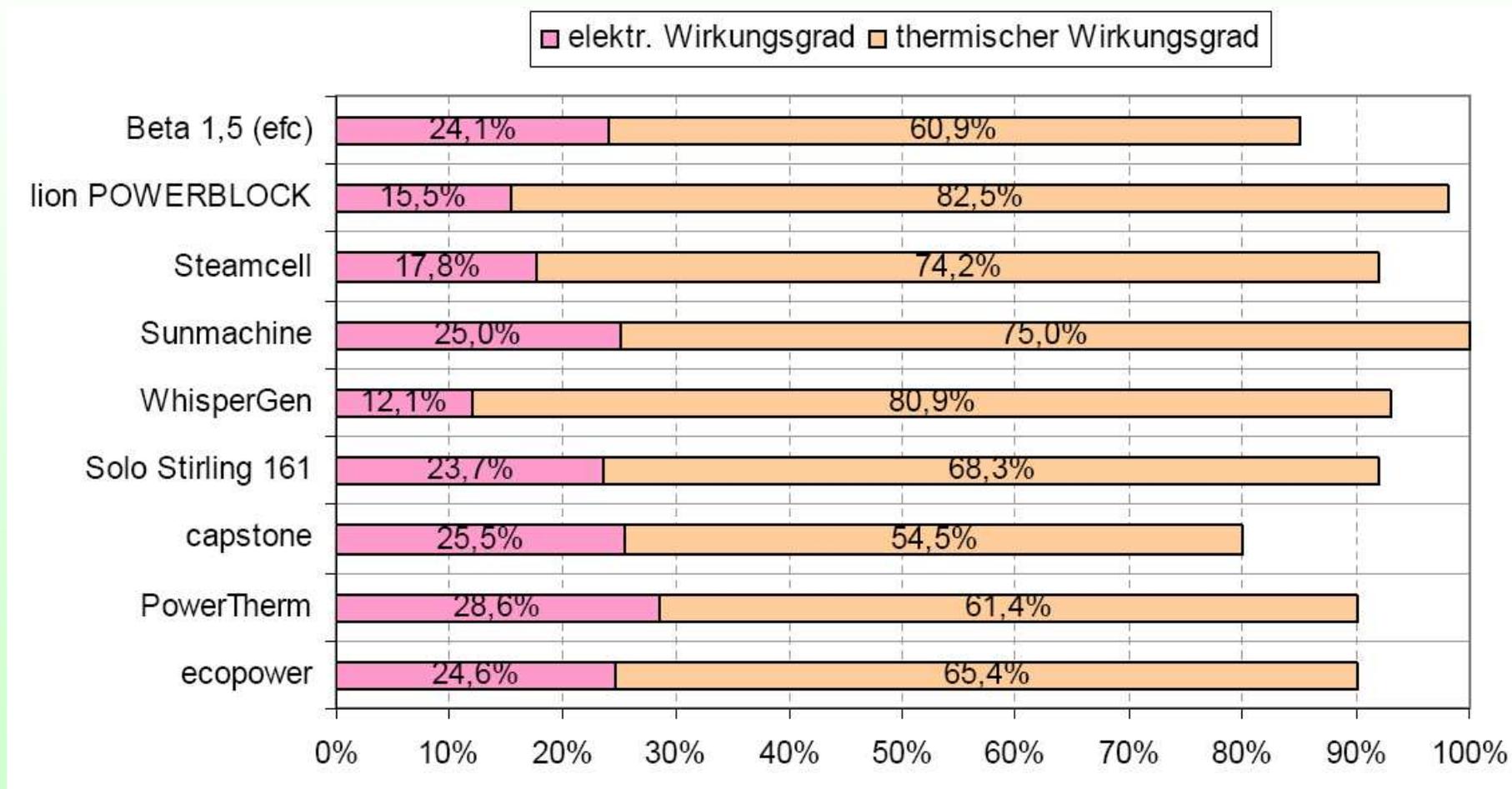


Quelle: Stirling Systems

Aggregat	Art	Generator	elektrische Leistung	thermische Leistung	Gesamt-Wirkungsgrad	elektr. Wirkungsgrad	Stromerz-Wirkungsgrad *
ecopower	Otto-Prozess	HF-Generator	4,7 kW	12,5 kW	90%	24,6%	85,1%
PowerTherm	Otto-Prozess	Generator Drehzahl moduliert	20,0 kW	43,0 kW	90%	28,6%	86,0%
capstone	Joule-Prozess	HF-Generator	28,0 kW	60,0 kW	80%	25,5%	62,5%
Solo Stirling 161	Stirling-Prozess	Drehstrom-Generator	9,0 kW	26,0 kW	92%	23,7%	92,0%
WhisperGen	Stirling-Prozess	Drehstrom-Generator	1,2 kW	8,0 kW	93%	12,1%	100,3%
Sunmaschine	Stirling-Prozess	Gleichspannungs-Ausgang (?)	1,5 kW	4,5 kW	88%	25,0%	135,3%
Steamcell	Clausius-Rankine-Prozess	Drehstrom-Generator	6,0 kW	25,0 kW	92%	17,8%	92,0%
lion POWERBLOCK	Clausius-Rankine-Prozess	Linear-Generator	3,0 kW	16,0 kW	98%	15,5%	150,3%
Beta 1,5 (efc)	Brennstoffzellen - Heizgerät	Gleichspannungs-Ausgang	1,5 kW	3,8 kW	85%	24,1%	71,3%

Quelle: Anlagen der kleinen Kraft-Wärme-Kopplung, Prof. Dr.-Ing. Fritz Richarts

Wirkungsgrade von Klein-KWK-Aggregaten

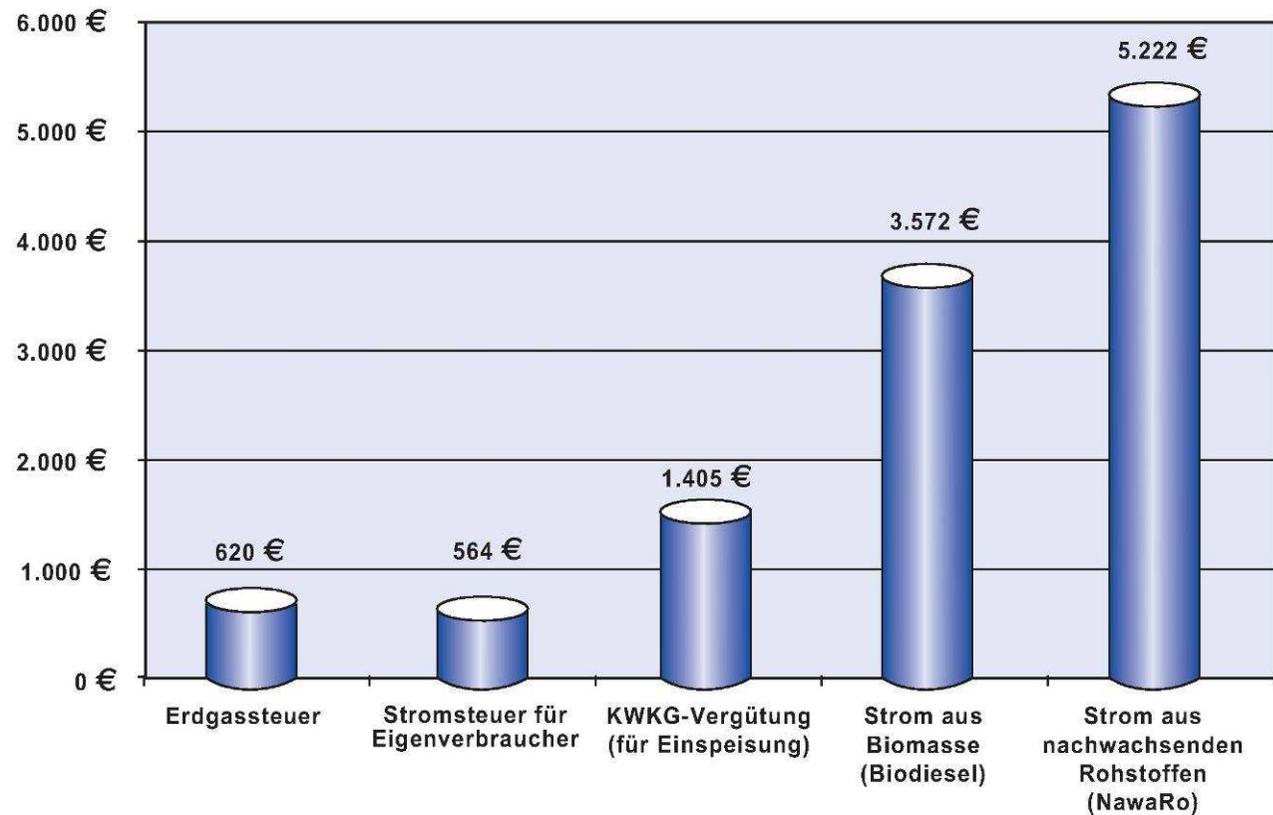


Quelle: Anlagen der kleinen Kraft-Wärme-Kopplung, Prof. Dr.-Ing. Fritz Richarts

Gesetzliche Vergünstigungen für Klein-BHKW am Beispiel eines Mehrfamilienhauses

- ➔ Befreiung von der Ökosteuern
- ➔ Einspeisevergütung entweder nach KWKG-Gesetz oder nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

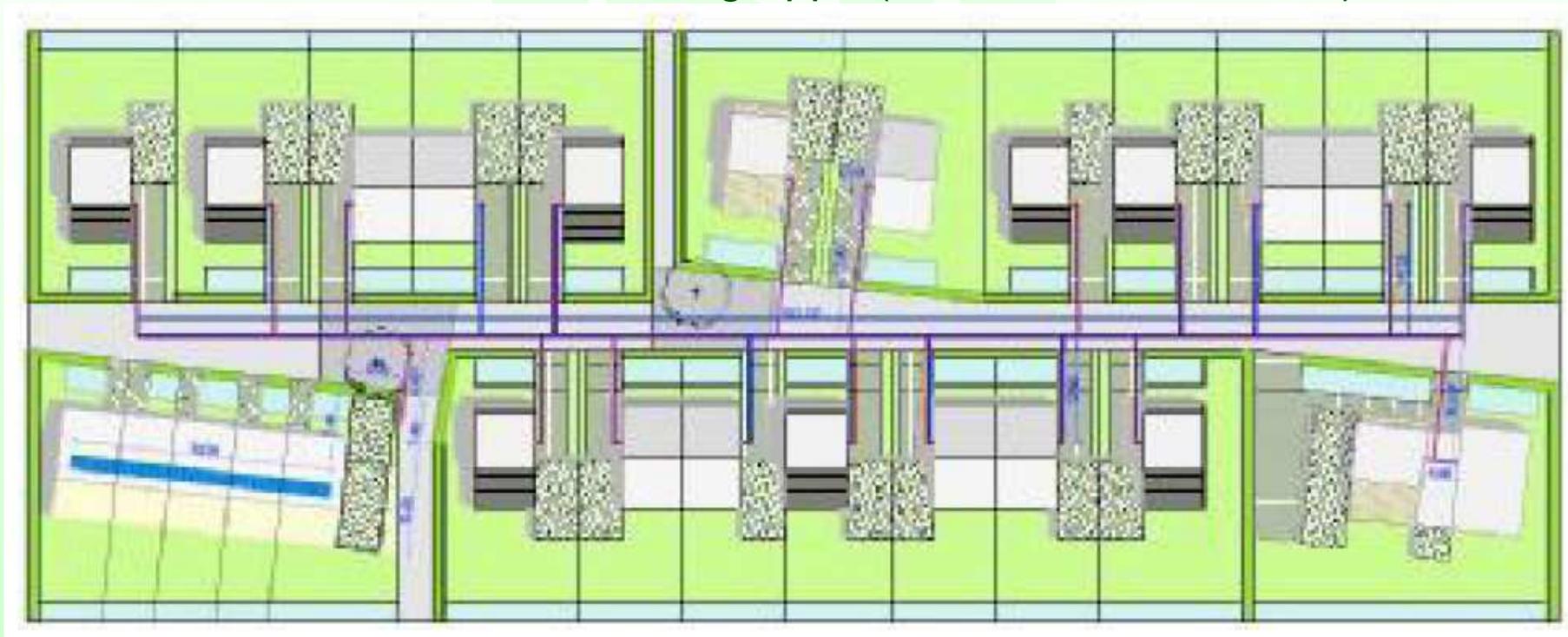
Vorteil in € pro Jahr



Kostenangaben netto für 2007

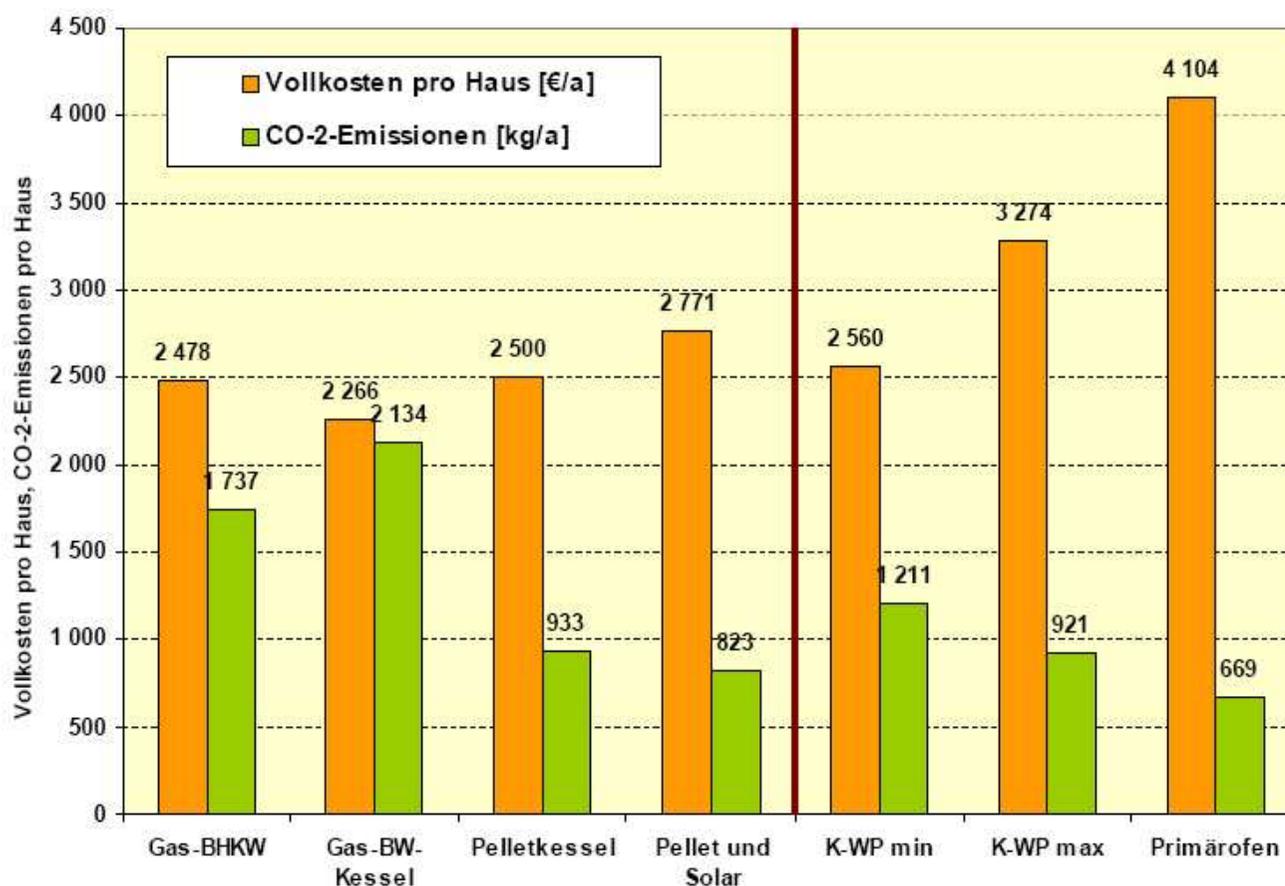
Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“

Untersuchte Musterbaugruppe (13 EFH, 8 DHH, 5 RH)



Quelle: Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“;
Dipl.-Ing. Chr. Schwenk, Ingenieurbüro f. Solarsimulation, Kassel;
Auftraggeber: Landeshauptstadt Hannover, Leitstelle f. Energie und Umwelt

Gemeinschaftliche Versorgung der oberen Bebauungskante mit 18 Häusern

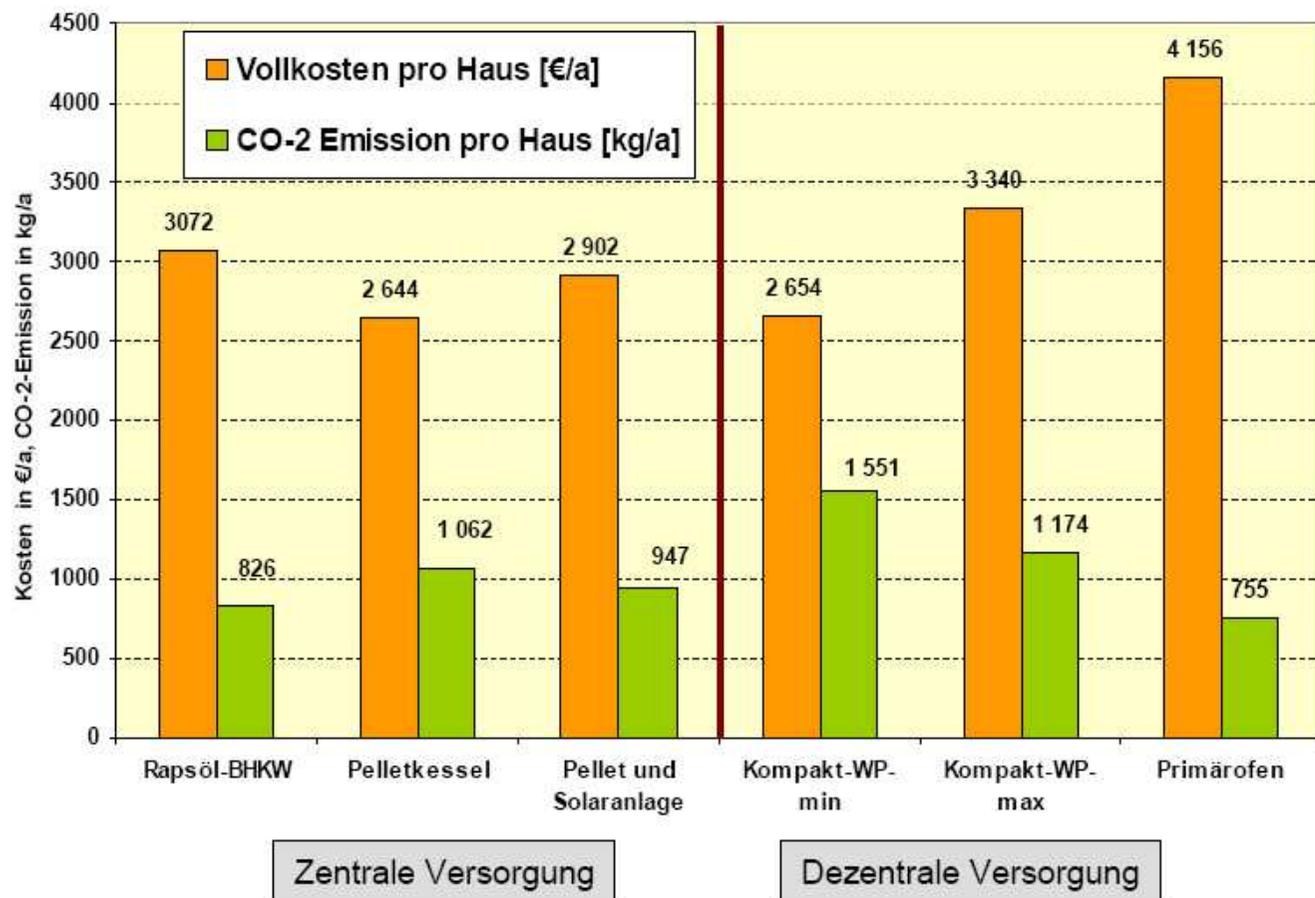


Investition pro Haus:

- Gas-BHKW: 22 033.- €
- BW-Kessel: 20 224.- €
- Pellet zentral: 22 506.- €
- Pellet+Solar zentral:
 -
 - 26 230.- €
- K-WP-min: 20 380.- €
- K-WP-max: 28 580.- €
- Primärofen: 34 775.- €

Quelle: Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“;
Dipl.-Ing. Chr. Schwenk, Ingenieurbüro f. Solarsimulation, Kassel;
Auftraggeber: Landeshauptstadt Hannover, Leitstelle f. Energie und Umwelt

Gemeinschaftliche Versorgung einer Nachbarschaft mit 26 Häusern



Investition pro Haus:

- Rapsöl-BHKW: 23 861.- €
- Pellet zentral: 23 960.- €
- Pellet+Solar zentral: 27 601.- €
- K-WP-min: 20 380.- €
- K-WP-max: 28 580.- €
- Primärofen: 34 775.- €

Quelle: Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“;
 Dipl.-Ing. Chr. Schwenk, Ingenieurbüro f. Solarsimulation, Kassel;
 Auftraggeber: Landeshauptstadt Hannover, Leitstelle f. Energie und Umwelt

Kenndaten Nahwärmenetz

	Reihenhauszeile	obere Bebauungskante	Nachbarschaft
	5 Häuser	18 Häuser	26 Häuser
Kessel, Speicher, Zubehör	17 511 €	33 542 €	49 554 €
Technikzentrale	8 925 €	17 850 €	26 775 €
Pumpe	1 230 €	1 904 €	2 380 €
Verrohrung Nahwärmenetz	16 660 €	161 840 €	249 900 €
Messen, Steuern, Überwachen	5 000 €	8 925 €	8 925 €
Übergabestationen	10 289 €	37 039 €	77 492 €
Lüftung mit WRG	40 000 €	144 000 €	208 000 €
Summe gesamt	99 615 €	405 101 €	623 025 €
Summe pro Haus	19 923 €	22 506 €	23 963 €

Kosten Nahwärmenetz: 238.- €/m_{verlegtes Rohr} Übergabestationen: 2058.- €/Stk (Reihenhaus) 3200.- €/Stk (DHH/EFH)

Quelle: Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“;
 Dipl.-Ing. Chr. Schwenk, Ingenieurbüro f. Solarsimulation, Kassel;
 Auftraggeber: Landeshauptstadt Hannover, Leitstelle f. Energie und Umwelt

Kosten Nahwärmenetz, Wärmeerzeugung und Lüftung (inkl. MwSt.)

	Reihenhauszeile	obere Bebauungskante	Nachbarschaft
	5 Häuser	18 Häuser	26 Häuser
erforderliche Kesselleistung [kW]	25	65	100
Trassenlänge in [m]	70	680	1050
Netzverlustleistung [kW]	0.5	4.8	7.4
Energiebedarf WW + RH [MWh/a]	21.7	79.8	126.7
Netzverluste [MWh/a]	4.3	41.7	64.4
Energiebedarf gesamt [MWh/a]	26.0	121.5	191.1

Annahme Netzverluste: $7 \text{ W/m}_{\text{verlegtes Rohr}}$, Betriebszeit: 24 h/d

Quelle: Energetische Detailuntersuchung Passivhaussiedlung „In der Rehre“;
 Dipl.-Ing. Chr. Schwenk, Ingenieurbüro f. Solarsimulation, Kassel;
 Auftraggeber: Landeshauptstadt Hannover, Leitstelle f. Energie und Umwelt

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!