



Landsberger Energieagentur e.V. informiert:

„Unter welchen Voraussetzungen arbeiten gasbetriebene Blockheizkraftwerke ökologisch sinnvoll und gleichzeitig finanziell gewinnbringend?“

Referent: Wolfgang Buttner

Vortrags-Inhalte

- Problemstellung (**12 t CO₂** pro Kopf in LL)
- Nicht ausgeschöpftes Potential **KWK**
- Paradigmenwechsel : Exergie statt Energie
Erhalt der **Arbeitsfähigkeit** muß künftig im Zentrum stehen
- 3 Beispiele für Gas-Motor-BHKWs
(rentabel, unrentabel, suboptimal)
- Bedeutung großer Wärmepufferspeicher für die Energiewende

Aktueller Anlaß

- **Gaskraftwerke und KWK für die Versorgungssicherheit**
- Für die Versorgungssicherheit in Bayern sei konventionelle Stromproduktion unverzichtbar, so Aigner. Darüber hinaus sieht die Ministerin erhebliches Potential in der Kraftwärmekopplung. KWK-Anlagen können zur Versorgungssicherheit vor Ort und zur Systemstabilität beitragen. Deshalb sei es im Rahmen der Novellierung des Kraftwärmekopplungsgesetzes wichtig, die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen wiederherzustellen.
- Mit einem eigenen Förderprogramm will Aigner die Eigenstromversorgung im privaten Bereich unterstützen. „**Wir fördern mit insgesamt 90 Millionen Euro zunächst das intelligente Zusammenspiel von Strom und Wärme in Ein- und Zweifamilienhäusern.**“ Ziel sei es, das Programm in einem zweiten Schritt auf größere Einheiten, wie Straßenzüge oder Gemeinden auszudehnen.
- <http://www.bayern.de/bayerns-energieministerin-ilse-aigner-beendet-energiedialog/>
- http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/index.html

2 Drittel der CO₂-Emissionen stammen aus einem Stoff: (Heiz-)Öl

Kreis LL Energiekennzahlen 2011:

Bevölkerung im Landkreis : **115.000 Personen**

Energiekosten gesamt 547 Millionen €

Davon verlassen 365 Millionen € den Landkreis

Emissionen aus Heizöl EL im Landkreis : 537.242 t

100 l Heizöl verursachen 320 kg CO₂ bei der Verbrennung

Pro Kopf werden 11,9 t CO₂ emittiert, ca. 8 t davon stammen aus fossilem Heizöl und Diesel (welche importiert werden müssen).

Pro Kopf werden im Kreis 5.100 kWh Strom verbraucht und 18.900 kWh thermische Energie benötigt. (Zufällig benötigt auch jeder Haushalt statistisch gesehen 18.900 kWh_{thermisch} zum Heizen.)

Jede(r) Berufstätige im Kreis muß pro Jahr 14.000 € Energiekosten erwirtschaften, davon verlassen 10.000 € den Kreis (schwächt die Wirtschaft und schafft ungewollte Abhängigkeiten).

Die Energiekosten pro Kopf waren 4750 € in 2011.

Die gesamte Wärmemenge von 2.179.000 MWh_{th}, die im Landkreis Landsberg am Lech verbraucht wird, entspricht rund 220 Millionen Litern Heizöl oder mehr als 12.000 Tanklastzügen mit Heizöl.



Abb. 15: Wärmeverbrauch im Landkreis Landsberg am Lech, gerechnet in Tankwagenladungen

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

- Nicht geeignet für Spitzenlastabdeckung aber sehr wohl für Residuallastdeckung.
- Zu kleine Anlagen rechnen sich selten bis gar nicht – nicht EFH-tauglich
„Wirkungsgrad“ ist vergleichbar einem Gaskessel – jedoch die Arbeitsfähigkeit des Brennstoffs wird genutzt statt vernichtet
- Vorteil für die Energiewende: dezentral!
(Stichwort „Schwarmstrom“)

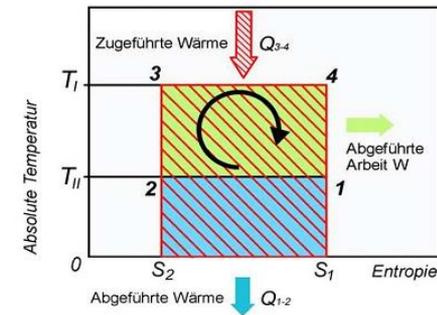
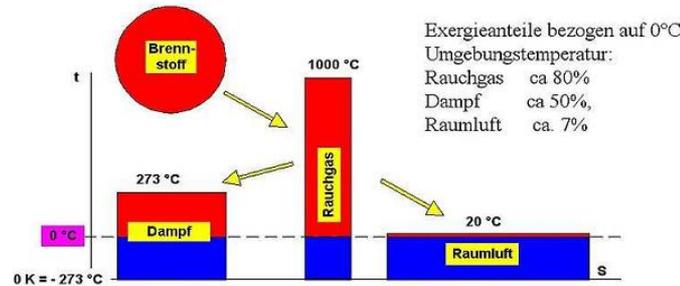
Ein kleiner Ausflug in die Thermodynamik oder: „weshalb **Wirkungsgrad** nur die halbe Wahrheit ist“

Exergieberechnung nach Carnot

(für eine wirtliche Umgebungstemperatur von $0^\circ\text{C} = 273\text{K}$)
Energie ist umso wertvoller je höher das Temperaturniveau

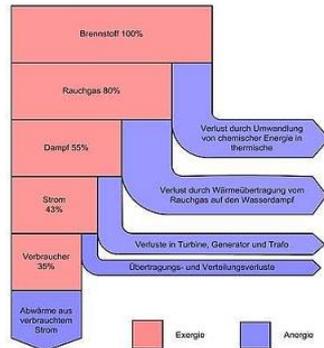
Exergieanteil	T_u [$^\circ\text{C}$]	T_o [$^\circ\text{C}$]	Quelle
7%	0	20	Raumwärme
50%	0	273	Dampf
79%	0	1000	Verbrennungsgase
17%	0	55	Warmwasser (Brauch WW)
23%	0	80	Warmwasser (Hzg. konv.)
28%	0	95	Warmwasser solar
11%	0	35	Warmwasser Fußb.hzg
12%	0	38	Warmwasser Dusche

Alle Grafiken sind aus wikipedia entnommen:

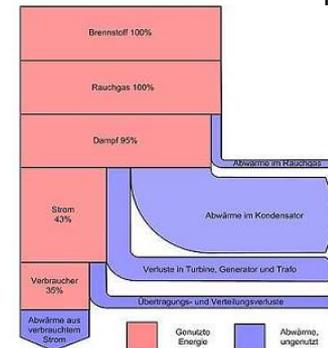


Exergieanteile in der Umwandlungskette vom Brennstoff zur Raumwärme bei 20°C

Exergieflussbild



Energieflussbild



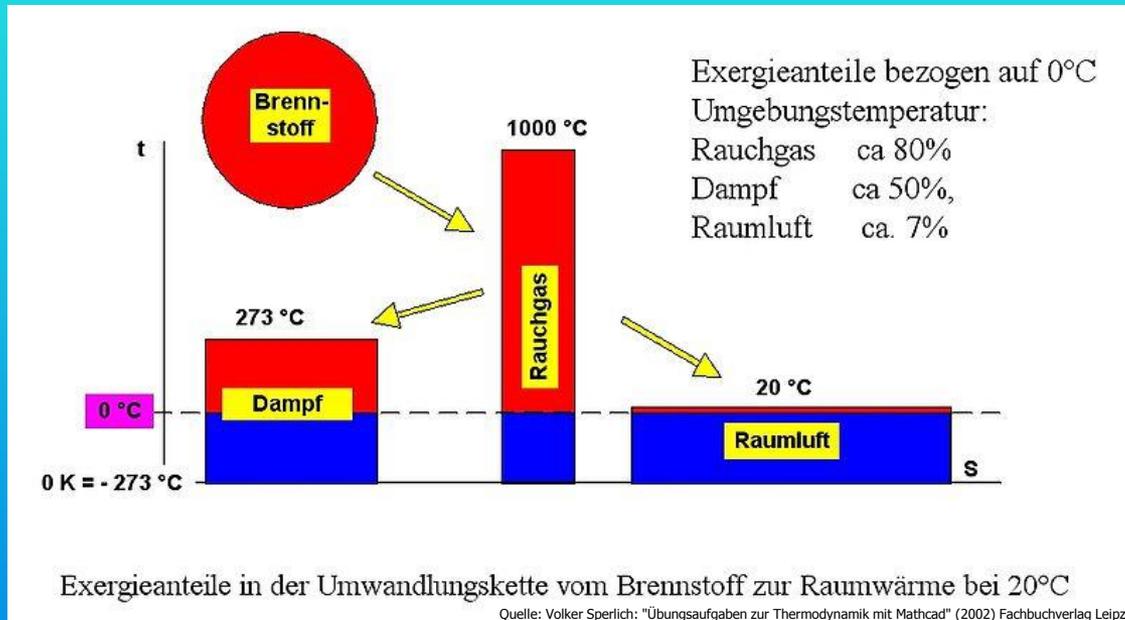
Quelle: Volker Sperlich: "Übungsaufgaben zur Thermodynamik mit Mathcad" (2002) Fachbuchverlag Leipzig

<http://de.wikipedia.org/wiki/Energie>

- „0. Hauptsatz“ der Thermodynamik salopp formuliert:
„Heißer Kaffee wird immer von alleine kalt aber nie von alleine heiß“-
- Die ENERGIE geht nicht verloren – sie verteilt sich nur anders (wie das Geld in der Lotterie)
- Wichtiger als ENERGIE ist der Begriff der **Arbeitsfähigkeit**: nur diese geht „verloren“
im Fachausdruck: Entropiezunahme; die Arbeitsfähigkeit hängt nur von T ab und nicht von Stoffen

Heizöl ist kein Müll sondern ein kostbarer Stoff u.a. mit hoher Energiedichte und hoher Arbeitsfähigkeit

- Wer Öl verbrennt nur um sein Haus zu heizen der wirft 93% der Arbeitsfähigkeit einfach weg!



Wirkungsgrad ist kein absoluter Maßstab für Effizienz

Nur **KWK** ist in der Lage auch die Arbeitsfähigkeit zu nutzen!

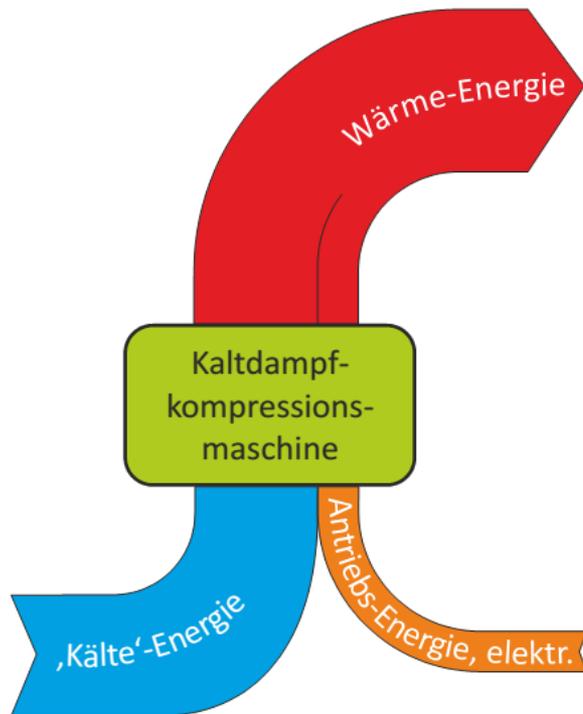
- Beim **Abkühlen** verschwindet nicht die Energie, sondern mit der **Temperatur** die Arbeitsfähigkeit - übrig bleibt immer (wertlose) Anergie (= Umweltwärme)
- Analog verhält es sich mit Wasser aus dem Speicherkraftwerk: das Wasser ist immer noch da, aber an der Turbine hat es ggf. seine Arbeitsfähigkeit verrichtet.

Alternativ: Wärmepumpen heben Anergie auf ein nutzbares Temperaturniveau



Energieflüsse einer Kaltdampf-Kompressionsmaschine

(vereinfachte Darstellung)



'Kälte' ist entzogene Wärme (z. B. Abwärme)

Wärme-Energie = 'Kälte'- + Antriebs-Energie

Bezeichnungen

Kältemaschine, wenn Nutzen ist 'Kälte'

Wärmepumpe, wenn Nutzen ist Wärme

• Grafik: Jörn Schwarz

Ein Temperaturniveau unter Zufuhr von Exergie anzuheben ist sinnvoller als beim Verbrennen von Öl Exergie zu vernichten!

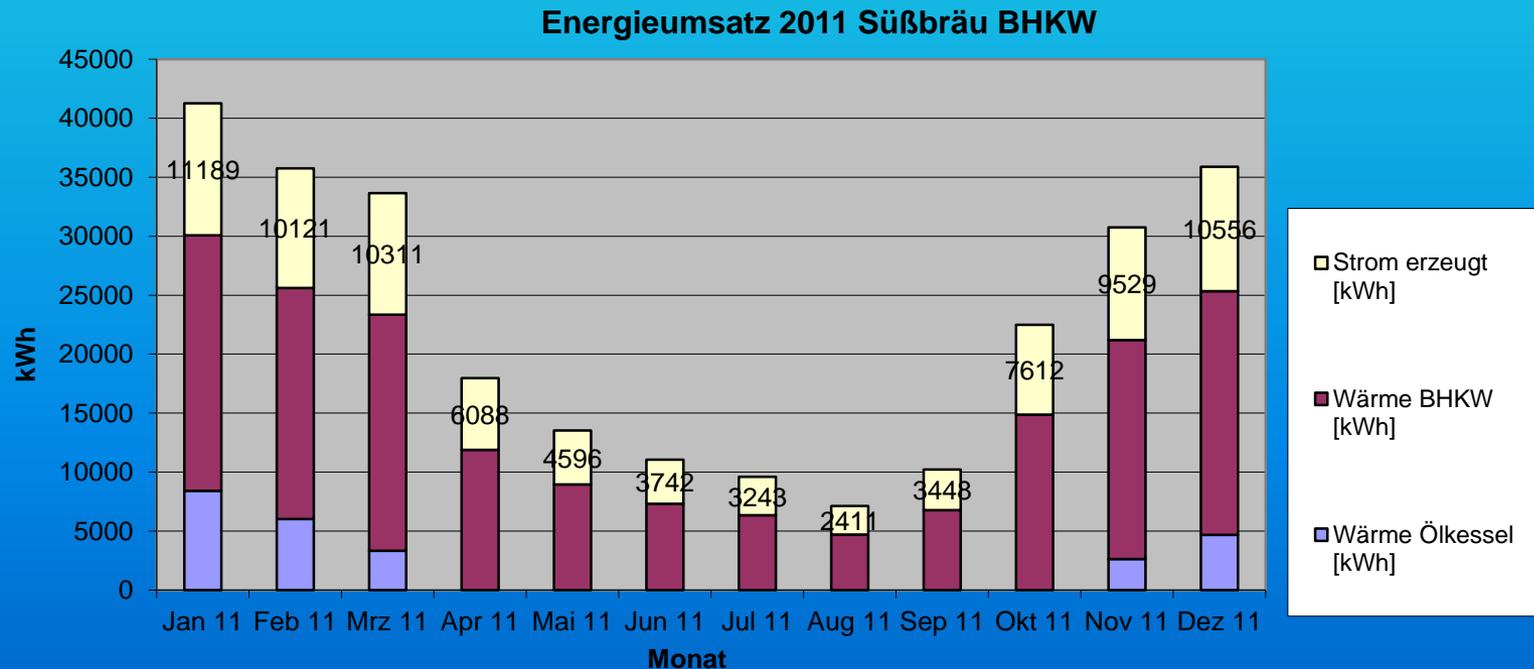
Exergievernichtung mal an einem alltäglichen Beispiel



- Energie wurde keine vernichtet aber Arbeitsfähigkeit - will man den Vorgang umkehren, so benötigt man Exergie!
- Aus genau diesem Grund sollte man auch mit einer Wärmepumpe nie eine höhere Temperatur anstreben wollen als die die man unbedingt benötigt!

Ein gelungenes Projekt in LL

- Gas-BHKW im Süßbräu Baujahr 2009
15 kW_{el} und 30 kW_{th}
- Ertrag in 2011: 14.375,40 €
(nach Abzug aller Kosten (auch der Abschreibung!))



Koppelprodukt Wärme wird vollständig genutzt: -> hohe Rendite

Unterschied Pufferspeicher zum Warmwasserspeicher



- Der **TWW**-Speicher **verkalkt** bei $>60^{\circ}\text{C}$ & Legionellenproblematik
- Der Puffer kann jedes Temperaturniveau von 5 bis 95°C

Ertragssituation 2010

Öl war billiger, 6431 Bh mod.

Abschreibung auf 15 Jahre

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für ein Gasmotor-BHKW Typ EC Power (15 kW elektrisch / 17 bis 30 kW thermisch)																
Investition	40.360,00 €															
lineare Abschreibung p.	224,22 €	pro Monat														
Ölpreis	0,65 €	pro Liter	0,072 €	pro kWh (Wärmekosten aus Ölheizung)												
Gaspreis	0,487 €	pro m³														
Einspeisevergütung	0,135 €	pro kWh														
Wartungskosten	0,013 €	pro kWhel														
thermodynamische Daten:											Kennzahlen					
	Ölverbrauch [l]	Gasverbrauch [m³]	Wärme Ölkessel [kWh]	Wärme BHKW [kWh]	Strom erzeugt [kWh]	Stromeinkauf	Stromverkauf	Eigenverbrauch	Einspeisevergütung	Bh	kWhel/Bh	kWhth/Bh	kWhges/Bh	ETA	ETAel.	
1	Jan 10	1437	3816	12933	21916	11322	24	7550	3796	2.878,19 €	742	15,3	29,5	44,8	87,1%	29,7%
2	Feb 10	1015	3498	9135	20120	9982	54	6000	4036		666	15,0	30,2	45,2	86,1%	28,5%
3	Mrz 10	453	3323	4077	19211	10391	304	6130	4565		689	15,1	27,9	43,0	89,1%	31,3%
4	Apr 10	10	2743	90	15935	7999	648	4949	3698		574	13,9	27,8	41,7	87,3%	29,2%
5	Mai 10		2309	0	13423	6585	1260	3949	3896	1.341,11 €	506	13,0	26,5	39,5	86,7%	28,5%
6	Jun 10		1323	0	7755	3722	1928	2064	3586		304	12,2	25,5	37,8	86,7%	28,1%
7	Jul 10		1070	0	6196	2963	2559	1641	3881	545,28 €	246	12,0	25,2	37,2	85,6%	27,7%
8	Aug 10		1317	0	7684	3694	2199	3042	2851		301	12,3	25,5	37,8	86,4%	28,0%
9	Sep 10		1785	0	10464	5047	1323	2072	4298	348,66 €	407	12,4	25,7	38,1	86,9%	28,3%
10	Okt 10	164	2880	1476	16687	8451	781	5011	4221	662,86 €	593	14,3	28,1	42,4	87,3%	29,3%
11	Nov 10	354	3285	3186	19029	9700	286	5716	4270	759,18 €	665	14,6	28,6	43,2	87,5%	29,5%
12	Dez 10	1072	3748	9648	21750	11224	54	6941	4337	893,53 €	738	15,2	29,5	44,7	88,0%	29,9%
		4505	31097	40545	180170	91080	11420	55065	47435	7.428,81 €	6431				87,2%	29,3%
Geldentwertung p.a.	2%															
Geldentwertung monatli	0,1667%															
Stromkosten netto	0,214 €	pro kWhel														
kaufmännische Werte:																
		Ölkosten	Gaskosten	Wartungskosten	Abschreibung	erzeugte Wärme	verbrauchter Strom	verkaufter Strom	Ertrag je Monat							
1	Jan 10	934,05 €	1.859,85 €	147,19 €	224,60 €	1.582,82 €	812,34 €	1.018,57 €	1.182,10 €							
2	Feb 10	659,75 €	1.704,86 €	129,77 €	224,97 €	1.453,11 €	863,70 €	809,46 €	1.066,68 €							
3	Mrz 10	294,45 €	1.619,57 €	135,08 €	225,35 €	1.387,46 €	976,91 €	827,00 €	1.211,37 €							
4	Apr 10	6,50 €	1.336,89 €	103,99 €	225,72 €	1.150,86 €	791,37 €	667,67 €	943,30 €							
5	Mai 10	- €	1.125,37 €	85,61 €	226,10 €	969,44 €	833,74 €	532,76 €	898,87 €							
6	Jun 10	- €	644,81 €	48,39 €	226,47 €	560,08 €	767,40 €	278,45 €	686,27 €							
7	Jul 10	- €	521,50 €	38,52 €	226,85 €	447,49 €	830,53 €	221,39 €	712,54 €							
8	Aug 10	- €	641,88 €	48,02 €	227,23 €	554,96 €	610,11 €	410,40 €	658,33 €							
9	Sep 10	- €	869,98 €	65,61 €	227,61 €	755,73 €	919,77 €	279,53 €	791,84 €							
10	Okt 10	106,60 €	1.403,66 €	109,86 €	227,99 €	1.205,17 €	903,29 €	676,03 €	1.042,99 €							
11	Nov 10	230,10 €	1.601,05 €	126,10 €	228,37 €	1.374,32 €	913,78 €	771,14 €	1.103,72 €							
12	Dez 10	696,80 €	1.826,71 €	145,91 €	228,75 €	1.570,83 €	928,12 €	936,41 €	1.233,99 €							
Jahreswerte		2.928,25 €	15.156,12 €	1.184,04 €	2.719,99 €	13.012,28 €	10.151,09 €	7.428,81 €	11.532,02 €							

Ertragssituation 2011

Öl teurer, 5544 Bh, $ETA_{el} = 29,7\%$

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für ein Gasmotor-BHKW Typ EC Power (15 kW elektrisch)										
Investition		40.360,00 €								
lineare Abschreibung p.		224,22 €	pro Monat							
Ölpreis		0,80 €	pro Liter	0,089 €	pro kWh (Wärmekosten aus Ölheizung)					
Gaspreis		0,471 €	pro m ³							
Einspeisevergütung		0,135 €	pro kWh							
Wartungskosten		0,013 €	pro kWhel							
thermodynamische Daten:										
		Ölverbrauch [l]	Gasverbrauch [m ³]	Wärme Ölkessel [kWh]	Wärme BHKW [kWh]	Strom erzeugt [kWh]	Stromeinkauf	Stromverkauf	Eigenverbrauch	
13	Jan 11	935	3721	8415	21670	11189	52	7325	3916	
14	Feb 11	669	3363	6021	19600	10121	62	6189	3994	
15	Mrz 11	371	3447	3339	20014	10311	256	6531	4036	
16	Apr 11	0	2074	0	11876	6088	1451	3777	3762	
17	Mai 11	0	1572	0	8945	4596	2138	2855	3879	
18	Jun 11	0	1289	0	7307	3742	2149	2370	3521	
19	Jul 11	0	1116	0	6348	3243	2688	1845	4086	
20	Aug 11	0	823	0	4712	2411	2533	1515	3429	
21	Sep 11	0	1185	0	6768	3448	2183	2232	3399	
22	Okt 11	0	2551	0	14866	7612	1137	4659	4090	
23	Nov 11	291	3207	2619	18589	9529	347	5943	3933	
24	Dez 11	521	3587	4689	20639	10556	130	6773	3913	
		2787	27935	25083	161334	82846	15126	52014	45958	
Geldentwertung p.a.		2%								
Geldentwertung monatlich		0,1667%								
Stromkosten netto		0,220 €	pro kWhel							
kaufmännische Werte:		Ölkosten	Gaskosten	Wartungskosten	Abschreibung	erzeugte Wärme	verbrauchter Strom	verkaufter Strom	Ertrag je Monat	
13	Jan 11	748,00 €	1.751,06 €	145,46 €	229,13 €	1.926,22 €	861,52 €	985,66 €	1.647,76 €	
14	Feb 11	535,20 €	1.582,59 €	131,57 €	236,49 €	1.742,22 €	878,68 €	832,80 €	1.503,05 €	
15	Mrz 11	296,80 €	1.622,12 €	134,04 €	236,89 €	1.779,02 €	887,92 €	878,82 €	1.552,71 €	
16	Apr 11	- €	976,00 €	79,14 €	237,28 €	1.055,64 €	827,64 €	508,24 €	1.099,10 €	
17	Mai 11	- €	739,76 €	59,75 €	237,68 €	795,11 €	853,38 €	384,17 €	995,47 €	
18	Jun 11	- €	606,59 €	48,65 €	238,08 €	649,51 €	774,62 €	318,91 €	849,73 €	
19	Jul 11	- €	525,18 €	42,16 €	238,47 €	564,27 €	898,92 €	248,27 €	905,64 €	
20	Aug 11	- €	387,29 €	31,34 €	238,87 €	418,84 €	754,38 €	203,86 €	719,58 €	
21	Sep 11	- €	557,65 €	44,82 €	239,27 €	601,60 €	747,78 €	300,34 €	807,98 €	
22	Okt 11	- €	1.200,47 €	98,96 €	239,67 €	1.321,42 €	899,80 €	626,92 €	1.309,05 €	
23	Nov 11	232,80 €	1.509,18 €	123,88 €	240,07 €	1.652,36 €	865,26 €	799,70 €	1.444,19 €	
24	Dez 11	416,80 €	1.688,00 €	137,23 €	240,47 €	1.834,58 €	860,86 €	911,38 €	1.541,13 €	
Jahreswerte		2.229,60 €	13.145,88 €	1.077,00 €	2.852,36 €	14.340,80 €	10.110,76 €	6.999,08 €	14.375,40 €	

Online-Daten-Sammlung beim Hersteller

Unten werden alle Gesamtsummen angezeigt, zu denen EC Power Zugang hat. Die Zahlen basieren auf den letzten Kontakt von EC Po
"Combined heat and power"

Status Vom ersten Anruf

Wählen Sie den Statistik-Zeitraum

Vom ersten Anruf



Letzte Aktualisierung:
30-01-15 06:15



Betriebsstunden:
30929,21 / 45960 Stunden



Stromproduktion (gemessen):
456418 kWh



Wärmeproduktion (berechnet):
892232 kWh

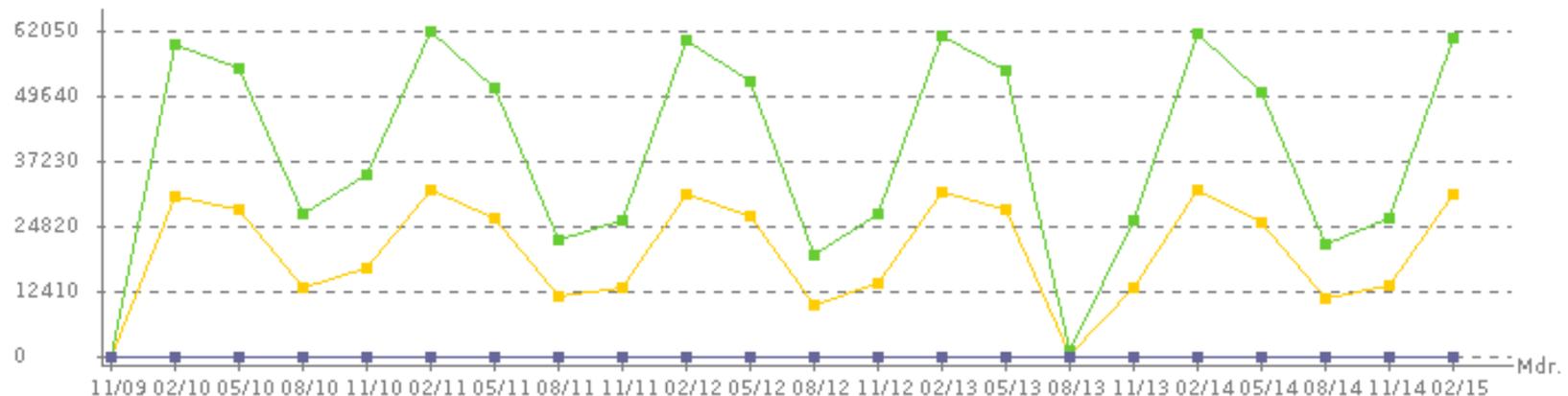


Verkaufter Strom:
0 kWh



Erste Meldung:
02-11-09 kl. 11:47

Ydelse kW



2010 *gerechnet* mit Abschreibung auf nur *5 Jahre*

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für ein Gasmotor-BHKW Typ EC Power (15 kW elektris									
Investition	40.360,00 €								
lineare Abschreibung p.	672,67 €	mit Abschreibung auf nur 5 Jahre !!							
Ölpreis	0,65 €	pro Liter		0,072 €	pro kWh (Wärmekosten aus Ölheizung)				
Gaspreis	0,487 €	pro m³							
Einspeisevergütung	0,135 €	pro kWh							
Wartungskosten	0,013 €	pro kWhel							
thermodynamische Daten:									
	Ölverbrauch [l]	Gasverbrauch [m³]	Wärme Ölkessel [kWh]	Wärme BHKW [kWh]	Strom erzeugt [kWh]	Stromeinkauf	Stromverkauf	Eigenverbrauch	
1	Jan 10	1437	3816	12933	21916	11322	24	7550	3796
2	Feb 10	1015	3498	9135	20120	9982	54	6000	4036
3	Mrz 10	453	3323	4077	19211	10391	304	6130	4565
4	Apr 10	10	2743	90	15935	7999	648	4949	3698
5	Mai 10		2309	0	13423	6585	1260	3949	3896
6	Jun 10		1323	0	7755	3722	1928	2064	3586
7	Jul 10		1070	0	6196	2963	2559	1641	3881
8	Aug 10		1317	0	7684	3694	2199	3042	2851
9	Sep 10		1785	0	10464	5047	1323	2072	4298
10	Okt 10	164	2880	1476	16687	8451	781	5011	4221
11	Nov 10	354	3285	3186	19029	9700	286	5716	4270
12	Dez 10	1072	3748	9648	21750	11224	54	6941	4337
		4505	31097	40545	180170	91080	11420	55065	47435
	Geldentwertung p.a.	2%							
	Geldentwertung monatlich	0,1667%							
	Stromkosten netto	0,214 €	pro kWhel						
	kaufmännische Werte:	Ölkosten	Gaskosten	Wartungskosten	Abschreibung	erzeugte Wärme	verbrauchter Strom	verkaufter Strom	Ertrag je Monat
1	Jan 10	934,05 €	1.859,85 €	147,19 €	673,79 €	1.582,82 €	812,34 €	1.018,57 €	732,91 €
2	Feb 10	659,75 €	1.704,86 €	129,77 €	674,91 €	1.453,11 €	863,70 €	809,46 €	616,73 €
3	Mrz 10	294,45 €	1.619,57 €	135,08 €	676,04 €	1.387,46 €	976,91 €	827,00 €	760,68 €
4	Apr 10	6,50 €	1.336,89 €	103,99 €	677,16 €	1.150,86 €	791,37 €	667,67 €	491,86 €
5	Mai 10	- €	1.125,37 €	85,61 €	678,29 €	969,44 €	833,74 €	532,76 €	446,68 €
6	Jun 10	- €	644,81 €	48,39 €	679,42 €	560,08 €	767,40 €	278,45 €	233,33 €
7	Jul 10	- €	521,50 €	38,52 €	680,55 €	447,49 €	830,53 €	221,39 €	258,84 €
8	Aug 10	- €	641,88 €	48,02 €	681,69 €	554,96 €	610,11 €	410,40 €	203,87 €
9	Sep 10	- €	869,98 €	65,61 €	682,82 €	755,73 €	919,77 €	279,53 €	336,63 €
10	Okt 10	106,60 €	1.403,66 €	109,86 €	683,96 €	1.205,17 €	903,29 €	676,03 €	587,01 €
11	Nov 10	230,10 €	1.601,05 €	126,10 €	685,10 €	1.374,32 €	913,78 €	771,14 €	646,99 €
12	Dez 10	696,80 €	1.826,71 €	145,91 €	686,24 €	1.570,83 €	928,12 €	936,41 €	776,50 €
	Jahreswerte	2.928,25 €	15.156,12 €	1.184,04 €	8.159,98 €	13.012,28 €	10.151,09 €	7.428,81 €	6.092,03 €

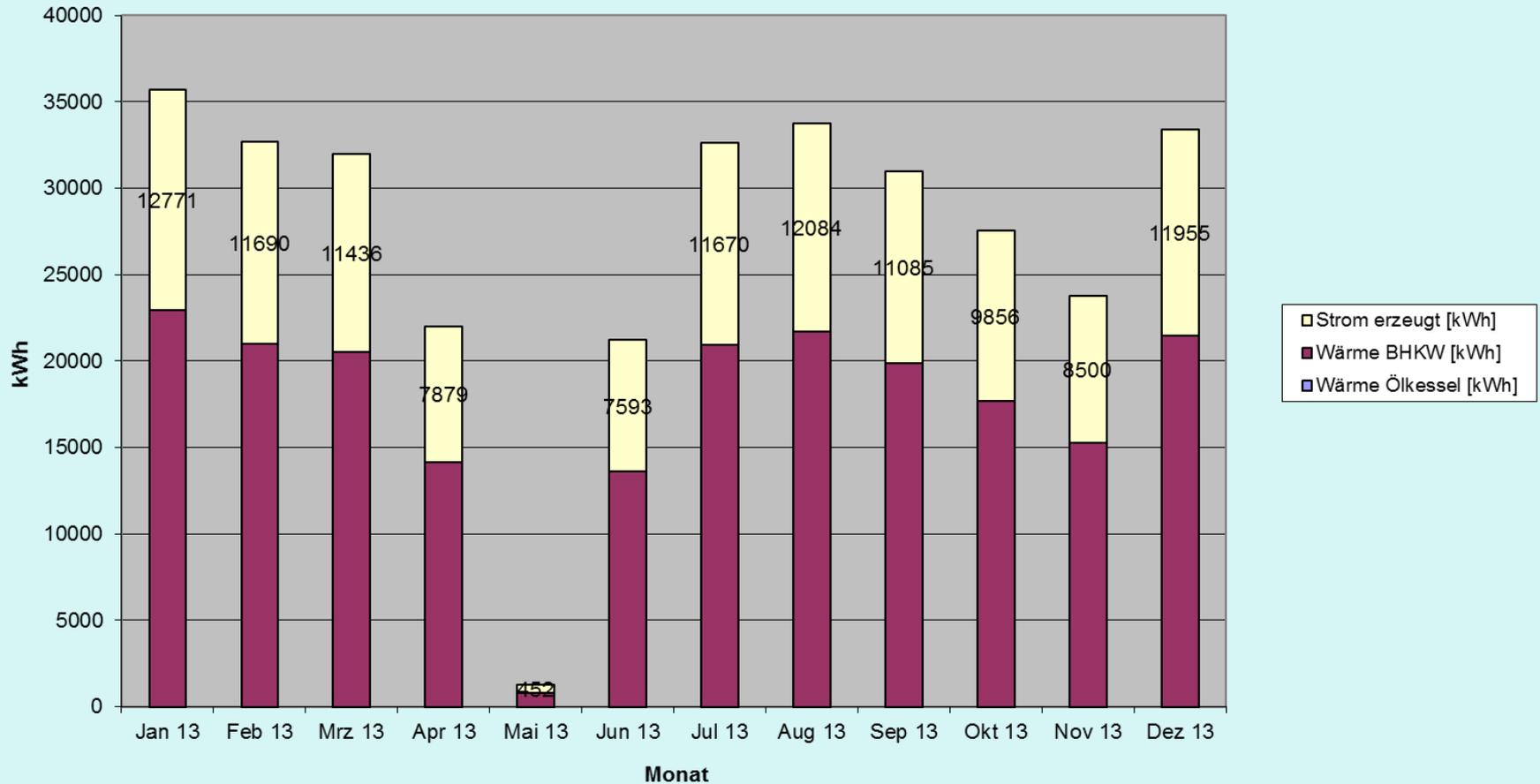
Beispiel: Hotel mit Schwimmbhalle

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für ein Gasmotor-BHKW Typ Loganova EN20 (18 kW _{el} und 32 kW _{thermisch} 56 kW Verbrauch)														
Investition	87.825,57 €	aus Email entnommen (brutto)												
lineare Abschreibung p.	665,35 €	pro Monat												
Gaspreis Kessel	0,0501 €	pro kWh (Wärmekosten aus Gasheizung mit 90% Kesselwirkungsgrad)												
Gaspreis	0,51 €	pro m ³												
"Einspeisevergütung"	0,0608 €	pro kWh												
Wartungskosten	0,042 €	pro kWhel												
thermodynamische Daten:														
3 verschiedene Werte zum Vergleich (Quelle verschieden)														
Kennzahlen														
Überbrauch [l]	Gasverbrauch Hzg. [m ³]	Gasverbrauch BHKW [m ³]	Wärme Ölessel [kWh]	Wärme BHKW [kWh]	Strom erzeugt [kWh]	Strom erzeugt [kWh]	Strom vergütet [kWh]	Eigenverbrauch ¹ Bh	kWhel/Bh	kWhth/Bh	kWhges/Bh	ETA ges.	ETAel.	
1 Jan 13	17.350	3.718	0	22920	12771	11.997		12771	716	17,8	32,0	49,8	94,7%	33,8%
2 Feb 13	16.144	3.612	0	20980	11690	11.675		11690	656	17,8	32,0	49,8	89,2%	31,8%
3 Mrz 13	16.616	3.840	0	20525	11436	11.436	41027	11436	641	17,8	32,0	49,8	82,1%	29,3%
4 Apr 13	12.101	2.285	0	14141	7879	7.230		7879	442	17,8	32,0	49,8	95,1%	33,9%
5 Mai 13	10.375	137	0	811	452	424		452	25	17,8	32,0	49,8	91,0%	32,4%
6 Jun 13	2.518	2.437	0	13627	7593	6.471	16227	7593	426	17,8	32,0	49,8	85,9%	30,6%
7 Jul 13	0	4.177	0	20944	11670	13.287		11670	655	17,8	32,0	49,8	77,0%	27,5%
8 Aug 13	0	4.001	0	21687	12084	11.786		12084	678	17,8	32,0	49,8	83,3%	29,7%
9 Sep 13	0	4.462	0	19895	11085	11.085	36659	11085	622	17,8	32,0	49,8	68,5%	24,4%
10 Okt 13	0	2.518	0	17689	9856	9.804		9856	553	17,8	32,0	49,8	107,9%	38,5%
11 Nov 13	0	2.393	0	15255	8500	7.569		8500	477	17,8	32,0	49,8	87,9%	31,3%
12 Dez 13	8.329	3.750	0	21456	11955	11.949	25918	11955	670	17,8	32,0	49,8		
	0	83433	37330	0	209931	116.971	116.231	119.831	116971	6560			86,4%	30,8%
Geldentwertung p.a.	2%													
Geldentwertung monatlich	0,1667%													
Strompreis 2013 brutto	0,2342 €	pro kWhel												
Aufwendungen														
Erlöse														
kaufmännische Werte:	Ölkosten	Gaskosten Kessel	Gaskosten BHKW	Wartungskosten	Abschreibung	erzeugte Wärme	verbraucher Strom	"Einspeisevergütung"	Ertrag je Monat					
1 Jan 13	- €	8.848,50 €	1.896,18 €	531,91 €	666,45 €	1.275,91 €	2.991,24 €	776,48 €	1.949,07 €					
2 Feb 13	- €	8.233,44 €	1.842,12 €	486,89 €	667,56 €	1.167,91 €	2.738,05 €	710,75 €	1.620,13 €					
3 Mrz 13	- €	8.474,16 €	1.958,40 €	476,31 €	668,68 €	1.142,53 €	2.678,55 €	695,31 €	1.413,01 €					
4 Apr 13	- €	6.171,51 €	1.165,35 €	328,16 €	669,79 €	787,16 €	1.845,43 €	479,04 €	948,33 €					
5 Mai 13	- €	5.291,25 €	69,87 €	18,83 €	670,91 €	45,16 €	105,87 €	27,48 €	581,10 €					
6 Jun 13	- €	1.284,18 €	1.242,87 €	316,25 €	672,03 €	758,59 €	1.778,44 €	461,65 €	767,54 €					
7 Jul 13	- €	- €	2.130,27 €	486,06 €	673,15 €	1.165,91 €	2.733,36 €	709,54 €	1.319,33 €					
8 Aug 13	- €	- €	2.040,51 €	503,30 €	674,27 €	1.207,27 €	2.830,33 €	734,71 €	1.554,23 €					
9 Sep 13	- €	- €	2.275,62 €	461,69 €	675,39 €	1.107,46 €	2.596,34 €	673,97 €	965,07 €					
10 Okt 13	- €	- €	1.284,18 €	410,50 €	676,52 €	984,68 €	2.308,48 €	599,24 €	1.521,21 €					
11 Nov 13	- €	- €	1.220,43 €	354,03 €	677,65 €	849,21 €	1.990,88 €	516,80 €	1.104,78 €					
12 Dez 13	- €	4.247,79 €	1.912,50 €	497,93 €	678,77 €	1.194,38 €	2.800,11 €	726,86 €	1.632,16 €					
Jahreswerte	- €	42.550,83 €	19.038,30 €	4.871,84 €	8.071,17 €	11.686,17 €	27.397,08 €	7.111,84 €	14.213,77 €					
thermische Energie die in die Heizungsanlage eingespeist wurde:			209.931 kWh			Dies entspricht einer Eigenkapitalrendite von:			16%					

- Auftrag : Rentabilität abklären
- Alle Beträge Brutto
- Lastgang erlaubt sogar ein weiteres BHKW

Lastgang ohne „Sommerloch“

Energieumsatz 2013 BHKW EN20



- Technische Störung konnte behoben werden

Das erste BHKW war eigentlich zu klein

Wirtschaftlichkeitshochrechnung für ein mögliches 2.Gasmotor-BHKW Typ Loganova EN20 (18 kWel und

Annahme: 20% weniger Betriebsstunden

Investition	87.825,57 €	aus Email entnommen (brutto)		
lineare Abschreibung p.	665,35 €	pro Monat		
Gaspreis Kessel	0,0501 €	pro kWh	0,056 €	pro kWh (Wärmekosten aus Gasheizung mit 90% Kesselwirkungsgrad)
Gaspreis	0,51 €	pro m³		
"Einspeisevergütung"	0,0608 €	pro kWh		
Wartungskosten	0,042 €	pro kWhel		
thermodynamische Daten:			3 verschiedene Werte zum Vergleich (Quelle verschieden)	

	Überbrauch [l]	Gasverbrauch Hzg. [m³]	Gasverbrauch BHKW [m³]	Wärme Ölkes	Wärme BHKW [kWh]	Strom erzeugt [kWh]	Strom erzeugt [kWh]	Strom vergütet [kWh]	Eigenverbrauch	Bh
1	Jan 13	17.350,00	2.974	0	17225	9.598	11.997		9597,6	538
2	Feb 13	16.144,00	2.890	0	16763	9.340	11.675		9340	524
3	Mrz 13	16.616,00	3.072	0	17607	9.810	12.263	41027	9810,4	550
4	Apr 13	12.101,00	1.828	0	10381	5.784	7.230		5784	324
5	Mai 13	10.375,00	1.828	0	10381	5.784	424		5784	324
6	Jun 13	2.518,00	1.950	0	9291	5.177	6.471	16227	5176,8	290
7	Jul 13	0,00	3.342	0	19077	10.630	13.287		10629,6	596
8	Aug 13	0,00	3.201	0	16922	9.429	11.786		9428,8	529
9	Sep 13	0,00	3.570	0	16908	9.421	11.776	36659	9420,8	528
10	Okt 13	0,00	2.014	0	14076	7.843	9.804		7843,2	440
11	Nov 13	0,00	1.914	0	10867	6.055	7.569		6055,2	340
12	Dez 13	8.329,00	3.000	0	17156	9.559	11.949	25918	9559,2	536
	0	83433	31582	0	176654	98.430	116.231	119.831	98429,6	5520

Geldentwertung p.a.	2%
Geldentwertung monatlich	0,1667%
Strompreis 2013 brutto	0,2342 € pro kWhel

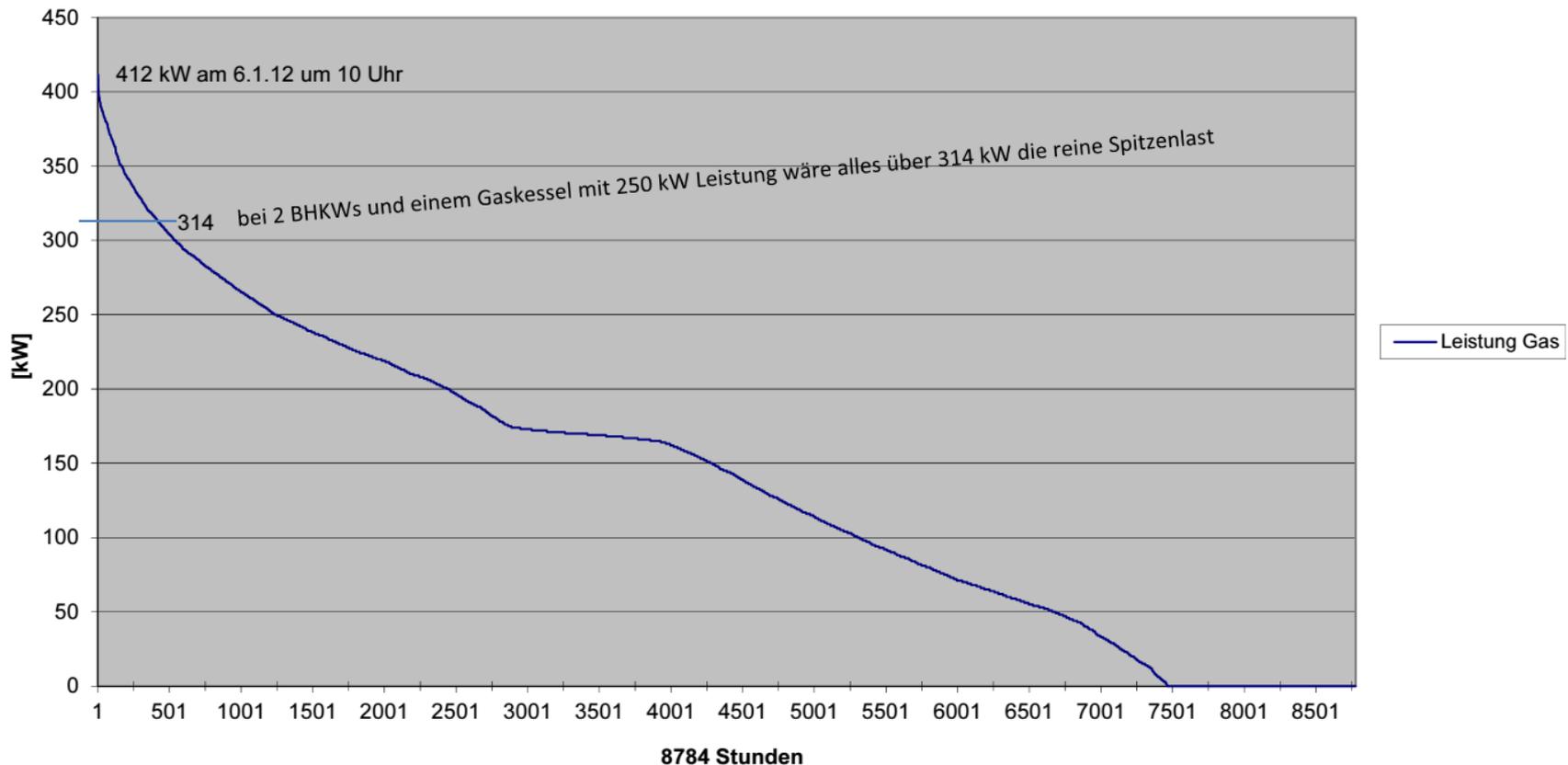
kaufmännische Werte:	Ölkosten	Gaskosten Kessel	Aufwendungen			Erlöse			Ertrag je Monat	
			Gaskosten BHKW	Wartungskost	Abschreibung	erzeugte Wärme	verbrauchter Strom	"Einspeisevergütung"		
1	Jan 13	- €	8.848,50 €	1.516,94 €	399,74 €	666,45 €	958,86 €	2.247,96 €	583,53 €	1.207,22 €
2	Feb 13	- €	8.233,44 €	1.473,70 €	389,01 €	667,56 €	933,13 €	2.187,63 €	567,87 €	1.158,35 €
3	Mrz 13	- €	8.474,16 €	1.566,72 €	408,60 €	668,68 €	980,12 €	2.297,80 €	596,47 €	1.230,40 €
4	Apr 13	- €	6.171,51 €	932,28 €	240,90 €	669,79 €	577,86 €	1.354,74 €	351,67 €	441,29 €
5	Mai 13	- €	5.291,25 €	932,28 €	240,90 €	670,91 €	577,86 €	1.354,74 €	351,67 €	440,17 €
6	Jun 13	- €	1.284,18 €	994,30 €	215,61 €	672,03 €	517,20 €	1.212,52 €	314,75 €	162,53 €
7	Jul 13	- €	- €	1.704,22 €	442,72 €	673,15 €	1.061,97 €	2.489,68 €	646,28 €	1.377,84 €
8	Aug 13	- €	- €	1.632,41 €	392,71 €	674,27 €	942,00 €	2.208,42 €	573,27 €	1.024,31 €
9	Sep 13	- €	- €	1.820,50 €	392,38 €	675,39 €	941,20 €	2.206,55 €	572,78 €	832,27 €
10	Okt 13	- €	- €	1.027,34 €	326,67 €	676,52 €	783,59 €	1.837,04 €	476,87 €	1.066,97 €
11	Nov 13	- €	- €	976,34 €	252,20 €	677,65 €	604,95 €	1.418,26 €	368,16 €	485,18 €
12	Dez 13	- €	4.247,79 €	1.530,00 €	398,14 €	678,77 €	955,03 €	2.238,97 €	581,20 €	1.168,28 €
Jahreswerte	- €	42.550,83 €	16.107,02 €	4.099,59 €	8.071,17 €	9.833,76 €	23.054,29 €	5.984,52 €	10.594,79 €	

thermische Energie die in die Heizungsanlage eingespeist wurde: 176.654 kWh Dies entspricht einer Eigenkapitalrendite von: 12%

- Ein weiteres 2. baugleiches BHKW könnte immer noch 12% Rendite bringen
- Strom kann man einspeisen und verkaufen, Wärme i.d.R. nicht

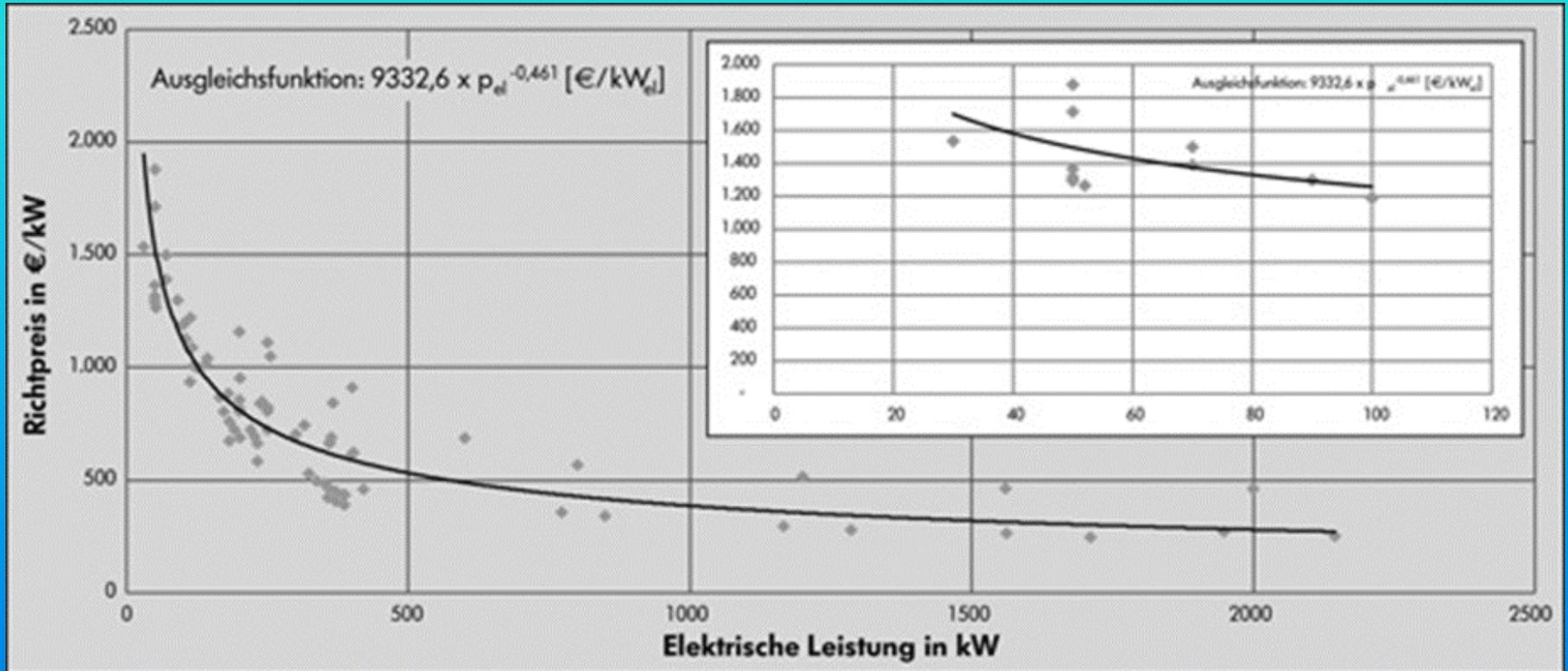
Lastgang Gas erlaubt eine 2. Maschine

geordnete Dauerlinie über 8784 Stunden
(Zeitraum 1.9.2011 bis 1.9.2012)
BHKW Einbau Mai 2012 mit 32 kWth



- Dank Aufzeichnung des Gasversorgers waren die Daten verfügbar!

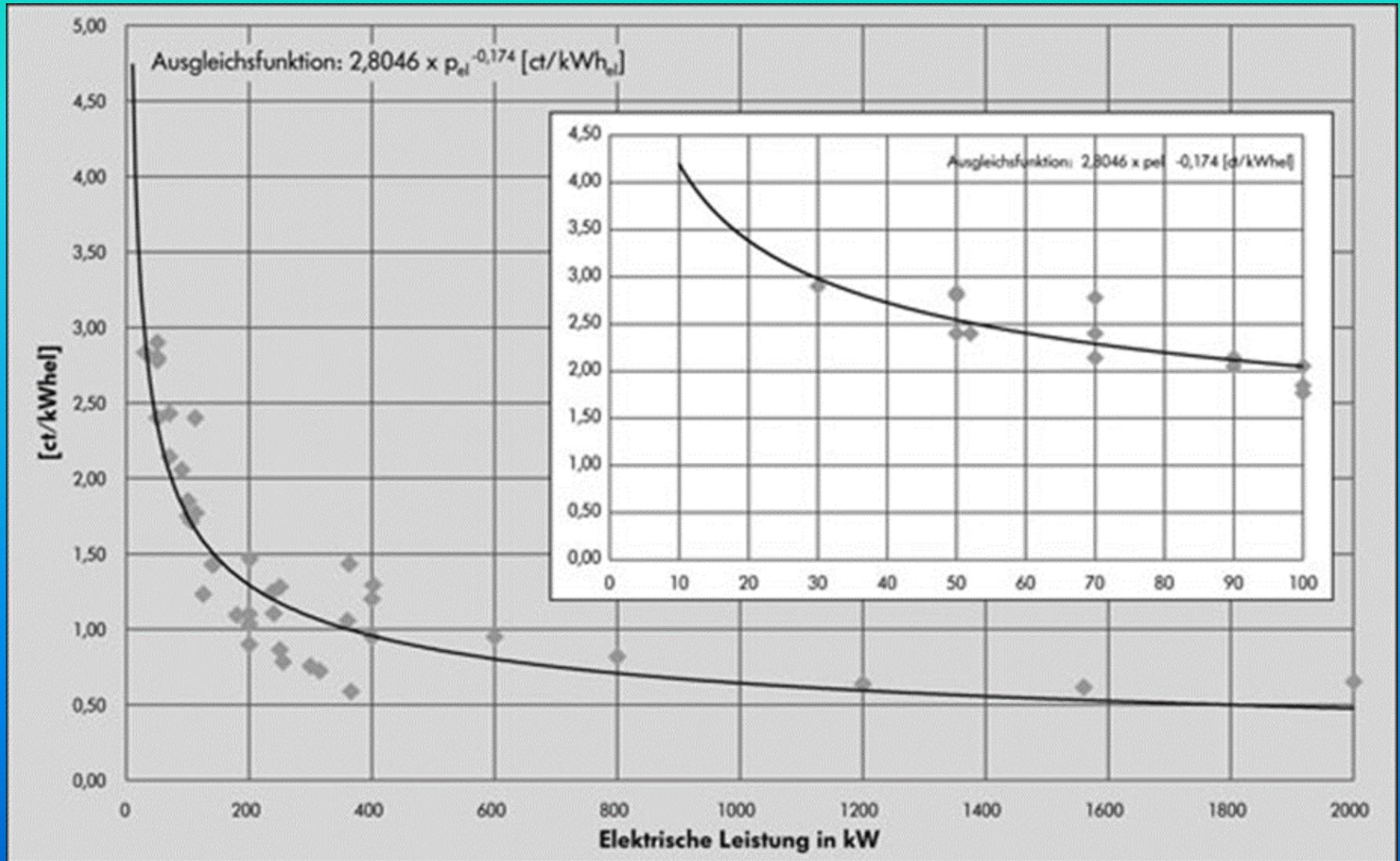
Investition ist degressiv mit der Leistung



Dies bedeutet, dass Mini-BHKWs sich schwer bis gar nicht rechnen;
Vgl. auch degressive Wartungskosten (= Skaleneffekt)

Quelle: www.asue.de (2011)

Wartungskosten degressiv mit der Leistung

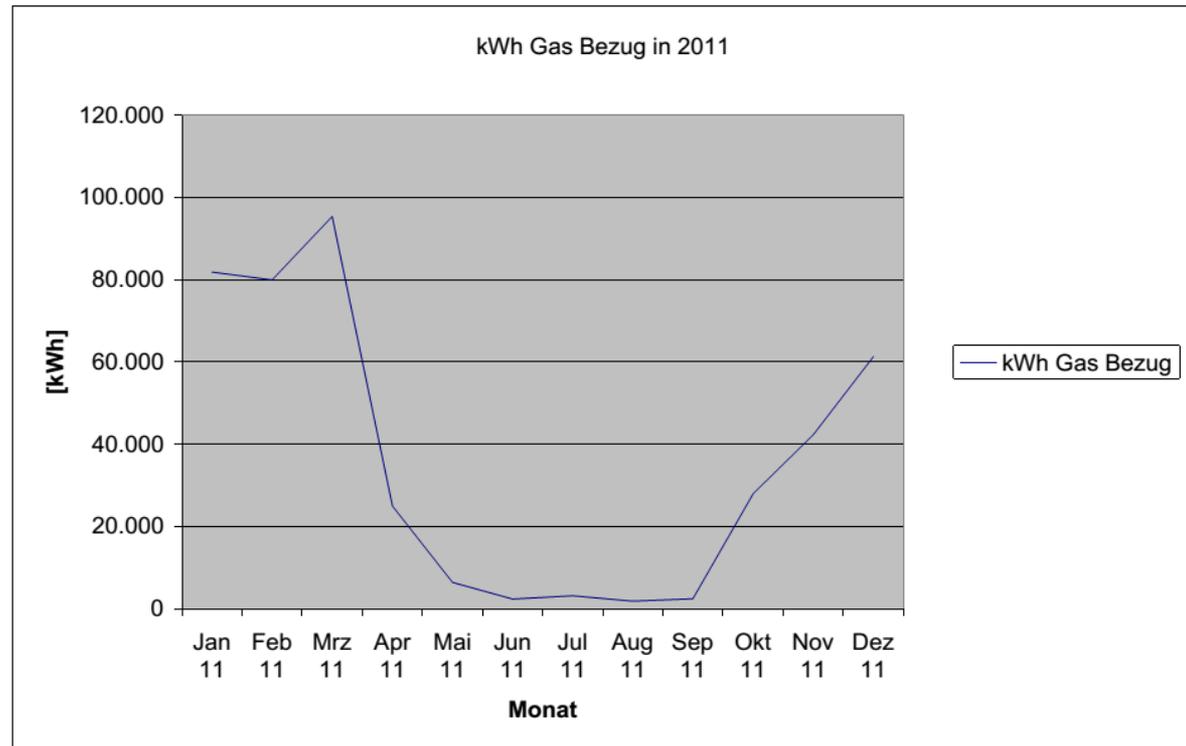


Quelle: www.asue.de (2011)

Gegenbeispiel Gartenbaubetrieb: ungünstiger Lastgang

Jahreslastgang Erdgas

h / Monat		Gasverbrauch [kWh]	kW dauer	kWh/Tag
744	Jan 11	81.919	110	2643
672	Feb 11	80.015	119	2858
744	Mrz 11	95.449	128	3079
720	Apr 11	25.008	35	834
744	Mai 11	6.401	9	206
720	Jun 11	2.354	3	78
744	Jul 11	3.160	4	102
744	Aug 11	1.832	2	59
720	Sep 11	2.451	3	82
744	Okt 11	28.011	38	904
720	Nov 11	42.329	59	1411
744	Dez 11	61.335	82	1979



- 1.) Wohin mit der Wärme im Sommer?
- 2.) Pufferspeicher notwendig mit 50 m³ Inhalt

Ergebnis : sinnvoll nur 3500 Bh/a

mit den Werten von 2011

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für ein Gasmotor-BHKW Typ VKW M-AT WS (70 kWel / 109 kW thermisch)									
Investition		119.950,00 €							
lineare Abschreibung / Bh		2,00 €	pro Bh						
Erdgaspreis		0,042 €	pro kWh (Ho)	0,047 €	pro kWh (Wärmekosten aus Gasheizung)				
Gaspreis (Biomethan)		0,076 €	pro kWh	0,200 €	pro kWh_el	Stromkosten netto			
Einspeisevergütung		0,233 €	pro kWh_el						
Wartungskosten		0,026 €	pro kWh_el						
Gas-Kesselwirkungsgrad		90%							
BHKW		thermodynamische Daten:			109 kW thermische Leistung	70 kW elektrische Leistung			
potentieller Mehrverbrauch:			1						
Monats-		Gasverbrauch	Nettowärme [kWh]	Wärme Gaskessel	Verluste	Laufzeit	Bh BHKW	Wärme BHKW	Strom erzeugt
stunden		[kWh]	[kWh]	[kWh]	Gaskessel alt	BHKW		[kWh]	[kWh]
744	Jan 11	81.919	73.727	0	8.192	676	676	73.727	47.348
672	Feb 11	80.015	72.014	0	8.002	661	661	72.014	46.247
744	Mrz 11	95.449	85.904	5.342	9.545	788	744	81.096	52.080
720	Apr 11	25.008	22.507	0	2.501	206	206	22.507	14.454
744	Mai 11	6.401	5.761	0	640	53	53	5.761	3.700
720	Jun 11	2.354	2.119	0	235	19	19	2.119	1.361
744	Jul 11	3.160	2.844	0	316	26	26	2.844	1.826
744	Aug 11	1.832	1.649	0	183	15	15	1.649	1.059
720	Sep 11	2.451	2.206	0	245	20	20	2.206	1.417
744	Okt 11	28.011	25.210	0	2.801	231	231	25.210	16.190
720	Nov 11	42.329	38.096	0	4.233	350	350	38.096	24.465
744	Dez 11	61.335	55.202	0	6.134	506	506	55.202	35.451
8.760		430.264	387.238	5.342	43.026	3.553	3.509	382.430	245.597
	kaufmännische Werte:	Verbrauch kWhth	Gaskosten (Biomethan)	Wartungskosten	Abschreibung / Rücklagenbildung		erzeugte Wärme	Einspeisevergütung	Ertrag je Monat
1	Jan 11	134.603	10.945,89 €	1.231,04 €	1.352,23 €		3.440,60 €	11.032,01 €	943,45 €
2	Feb 11	131.474	10.691,48 €	1.202,43 €	1.320,80 €		3.360,63 €	10.775,60 €	921,52 €
3	Mrz 11	148.056	12.039,91 €	1.354,08 €	1.487,38 €		3.784,48 €	12.134,64 €	1.037,75 €
4	Apr 11	41.091	3.341,53 €	375,81 €	412,80 €		1.050,34 €	3.367,82 €	288,01 €
5	Mai 11	10.518	855,29 €	96,19 €	105,66 €		268,84 €	862,02 €	73,72 €
6	Jun 11	3.868	314,54 €	35,37 €	38,86 €		98,87 €	317,01 €	27,11 €
7	Jul 11	5.192	422,23 €	47,49 €	52,16 €		132,72 €	425,56 €	36,39 €
8	Aug 11	3.010	244,79 €	27,53 €	30,24 €		76,94 €	246,71 €	21,10 €
9	Sep 11	4.027	327,50 €	36,83 €	40,46 €		102,94 €	330,08 €	28,23 €
10	Okt 11	46.025	3.742,79 €	420,94 €	462,37 €		1.176,46 €	3.772,23 €	322,60 €
11	Nov 11	69.552	5.655,94 €	636,10 €	698,72 €		1.777,82 €	5.700,43 €	487,50 €
12	Dez 11	100.781	8.195,49 €	921,71 €	1.012,45 €		2.576,07 €	8.259,97 €	706,39 €
	Jahreswerte	698.197	56.777,38 €	6.385,52 €	7.014,13 €		17.846,71 €	57.224,08 €	4.893,76 €

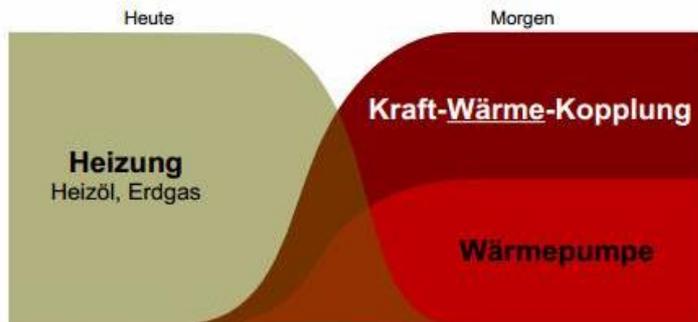
- > 150 T€ Invest und nur < 5T€ Ertrag ohne Bankzinsen

Vortrag Prof. Schmid,

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung
für Globale Umweltveränderungen

- Umbau der Energiesysteme
- Energiewelt wird 'elektrischer' (Wind-, Solarenergie)
- Wichtigste Elemente zur Energieeffizienz-Steigerung
 - Kältemaschinen/Wärmepumpen
 - Kraft/Wärme-Kopplung
 - Elektromobilität

46

Lösung: **Wärmepumpe** und Kraft/Wärme-Kopplung

gesamtes Einsparpotential: 40 - 50 %

47

Die Bedeutung des Wärmesektors für die Energiewende

- Ca. 100 Milliarden Liter Öl Äquivalent werden in Deutschland allein durch Stromerzeugung in Kondensationsgroßkraftwerken **verschwendet!**
- Die Gesetze der Physik sind auch dann noch gültig wenn eine gut zahlende „MEGAWATT“-Lobby die Politik für sich vereinnahmt.

Der Stromstaat



- Falls Sie tiefer einsteigen wollen in die Materie, so empfehle ich Ihnen die nebenstehende Lektüre.
- wer aus der Vergangenheit nichts lernt kann die Zukunft nicht bewältigen.

Abwärme nutzen statt fortblasen



Abwärmennutzung – Warum? Antworten

1. Verfügbarkeit der wichtigsten fossilen Energieträger geht zurück
2. Klimaschutz erzwingt Verzicht auf fossile Energieträger

→ Grundlegende Änderungen im Umgang mit Energie:

- Privatverbraucher
- Industrie
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung
- Verkehr

Quelle :
Jörn
Schwarz

Auch im Landkreis haben wir ungenutzte industrielle Abwärme

HINTERGRUND

Stromerzeugung aus Abwärme



- » 1/3 des Endenergieverbrauchs entfällt auf die Industrie.
- » Aus vorhandener industrieller Abwärme könnten alleine in Deutschland ca. 36 TWh Strom produziert werden.¹ Das entspricht einer Leistung von 5-6 AKW.

¹http://www.izes.de/cms/upload/pdf/20101029_Pressmeldung_Abwrme_potentiale.pdf

- Denken Sie mal z.B. an Fa. Hirschvogel bei dieser Folie
- Den Strom will man dort schon haben – die Kosten der Erzeugung werden externalisiert

Die Devise muß lauten: Heizen mit geringstem **Exergie**aufwand

- Extrem wichtig ist es herauszustellen, daß die Verbrennung von Öl und Gas um lediglich NT-Wärme (Raumluft mit 20°C) zu erzeugen ein ganz grotesker **Sündenfall** ist in der Thermodynamik.
- Es gibt deutlich schlauere Wege um an NT-Wärme von 20°C zu kommen.
- Es gibt die Solarthermie (ganz ohne Brennstoffkosten), es gibt sehr viel ungenutzte Abwärme in Deutschland und es gibt Wärmepumpen die immer besser werden, vor allem in Verbindung mit Flächenheizungen.
- KWK kann beides: Exergie auf Abruf erzeugen (als Ergänzung zu den sog. fluktuierenden Energien aus der Natur) und gleichzeitig die notwendige Wärme bereitstellen zum Beheizen unserer Gebäude, denn Wärme kann man „günstig“ speichern. Bei Strom ist das eine Kostenfrage in einer völlig anderen Dimension.
- In Dänemark kann man alles dieses bereits besichtigen.

Hohe ungenutzte Abwärmepotentiale in D



Energiebedarf Raumheizung
> 95 % fossile Energietrg.



theor. Abwärme
aus Kältemaschinen

Quelle :
Jörn
Schwarz

-
Sowie
1000 Mrd.
 kWh_{th} aus
Kondensations-
Kraftwerken

Eine mögliche Wärmequelle in Landsberg (Stadt): **der Lech**



Potenziale des Wärmepumpenprozesses

Nutzung von Niedertemperatur-Abwärmern möglich

hohe Jahresarbeitszahlen

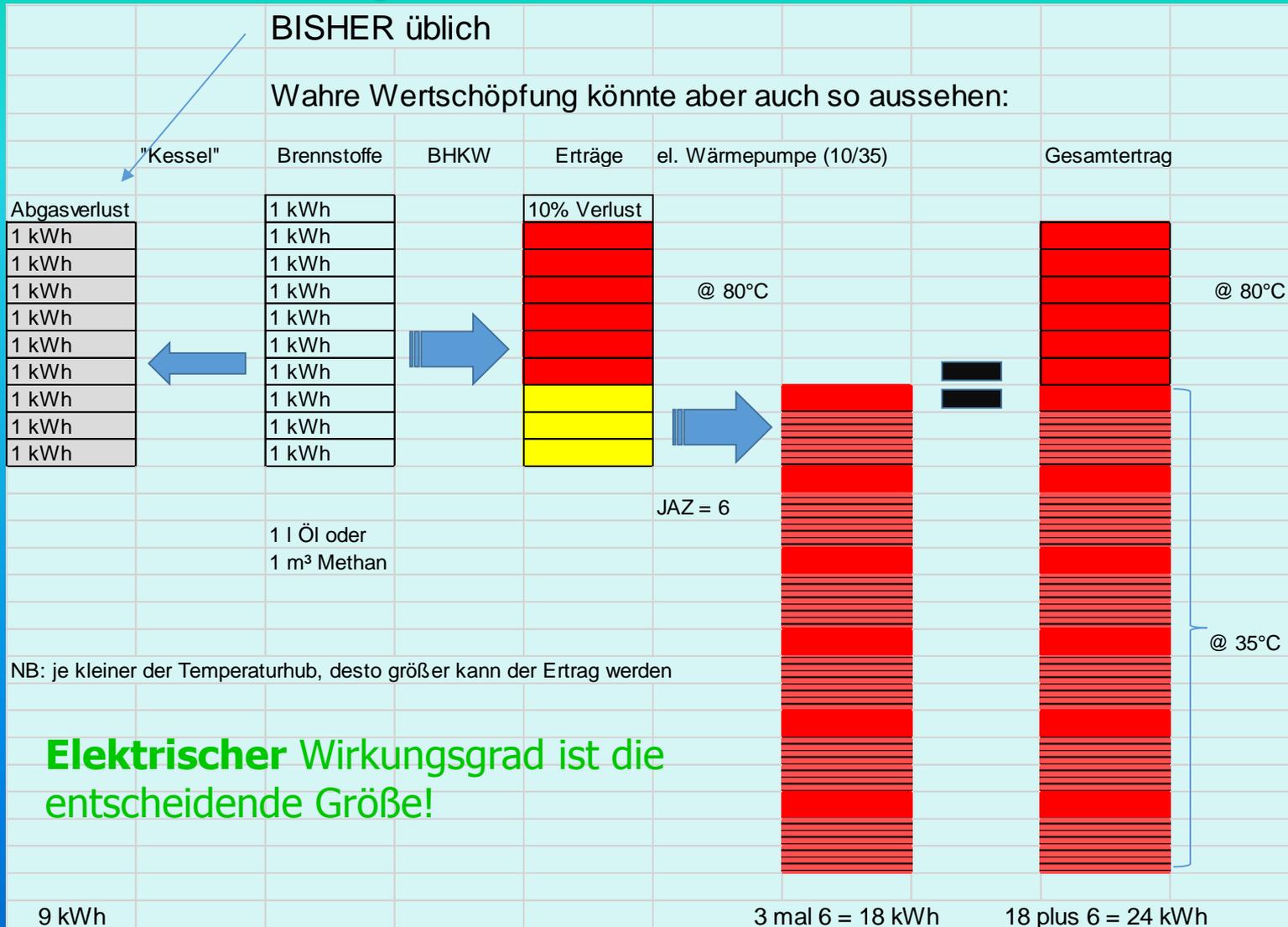
- > 7 bei Temperaturanhebung von 10 auf 35 °C (Fußbodenheizung)
- > 4 bei Temperaturanhebung von 10 auf 55 °C (Brauchwasser)
- > 3 bei Temperaturanhebung von 10 auf 65 °C (Brauchwasser)

Energiespeicherung für zeitversetzte Nutzung

Weiterverwendung der anfallenden Abwärme

- **Quelle : Jörn Schwarz (DKV, ASPO)**

Ein „Perpetuum mobile“?



- Dies ist keine "wundersame Energievermehrung" wie bei einem perpetuum mobile, sondern normale Physik aus dem Lehrbuch



Danke für ihre Aufmerksamkeit

Landsberger Energieagentur e.V.

Aus einer BN Pressemitteilung vom 02.02.2015:

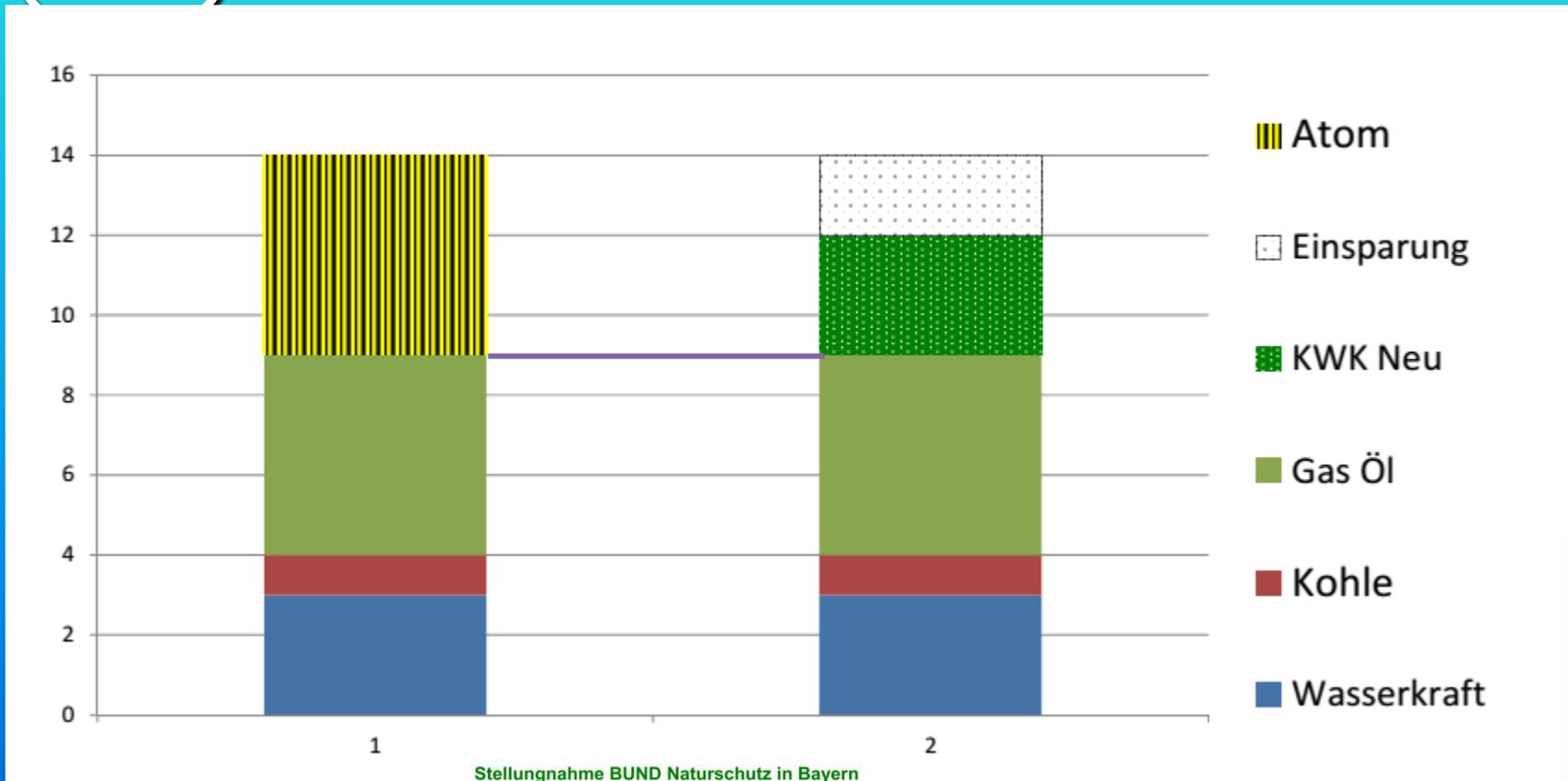
“Es liegt nun an der Staatsregierung, die Vorschläge für ein zukunftsfähiges bayerisches Energiekonzept umzusetzen“, so Richard Mergner, Landesbeauftragter des BUND Naturschutz. „Notwendig hierzu ist ein politisches und gesetzgeberisches Bekenntnis zur Förderung der dezentralen Kraftwärmekopplung: Schritt 1: Ministerpräsident Horst Seehofer und Staatsministerin Ilse Aigner setzen sich in Berlin für die Streichung der EEG-Umlage auf eigengenutztem Strom ein. Schritt 2: Bayern reanimiert den Bayernplan Biogas von 2012 mit Schwerpunkt Biogas-Block-Heiz-Kraft-Werke. Schritt 3: Bayern entwickelt ein „10.000 Gebäude Programm“ pro Block-Heiz-Kraft-Werke, gemeinsam mit dem bayerischen Handwerk“, so Mergner weiter.

Unsere Pressemitteilungen finden Sie auch online:



www.bund-naturschutz.de/presse

BN zu Stromversorgungssicherheit gesicherte Leistung 2010 bis 2023 (GW)

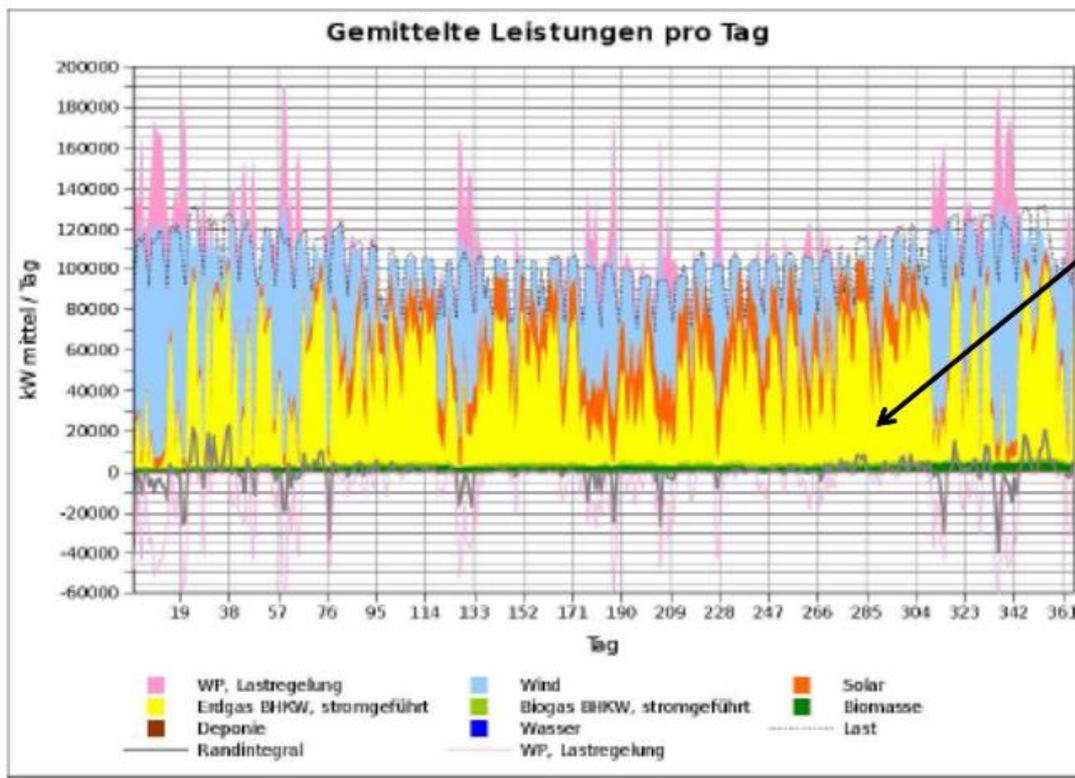


Stellungnahme BUND Naturschutz in Bayern
Energiedialog Bayern
AG 4 - Versorgungssicherheit
Dr. Werner Neumann

Deckung der Residuallast

**Ausgleich fluktuierenden Wind/Sonne-Stroms durch KWK
(mit Wärmespeicher) reduziert den Bedarf an
Pumpspeichern und neuen Stromleitungen**

Projekt: CO₂DEZ



**In Gelb
Ausgleich
durch KWK,
Blau= Wind,
Orange =
Solar**

Quelle:
Projekt CO₂DEZ
IZES,
Solarinstitut
Jülich, ISUSI im
Auftrag des
BMU

Abbildung 6-8: Jahresverlauf von Stromverbrauch und -erzeugung sowie des Austauschs mit der vorgelagerten Netzebene (Randintegral) im Szenario II, dargestellt als gemittelte Leistung für je einen Tag.

Beispiel Frankfurt

**5 große HKW + 300 BHKW in Frankfurt am Main
– das geht überall !**



Quelle: Energiereferat der Stadt Frankfurt am Main.
<http://stadtplan.frankfurt.de/klimaschutz/html/de/index.html>

Gemeinsame Beratungsangebote

KWK-Potentiale konkret erschließen!

- KWK kommt, aber nicht von selbst (Motto des B.KWK)
- systematisch Potentiale ermitteln und gezielt ansprechen
- Bundesweites KWK Potential 90 TWh/20 GW => Bayern ca. 15 TWh / 3 GW (Studie Fraunhofer IFAM et al. für BMWI Okt. 2014)
- Von 1,2 Mio. Heizungen in Bayern sind ca. 64.000 über 100 kW Leistung geeignet für KWK-Einsatz („Beistell BHKW“)
- Bei 15% KWK-elekt. Leistung von Wärmehöchstlast der Gebäude wären dies in ganz Bayern bis zu 3 GWel zusätzliche KWK-Leistung
- hinzu Ausbau Fernwärme-KWK und Ausbau/Umbau Industrie KWK
- **Systematisches Informieren, Ansprechen von Heizungsbesitzern mit/durch Kaminkehrer (dort Informationen im Kkehrbuch!)**
- **Gemeinsame Beratungsangebote von Kommunen, Energieagenturen, Verbraucherzentrale, BUND Naturschutz, Hersteller von KWK-Anlagen,**