

5. Vergleich der Einsparmaßnahmen

5.1. Vorgehensweise

In diesem Kapitel sollen unterschiedliche energetische Einsparmöglichkeiten miteinander verglichen werden. Für die Strom-, Wärme- und Kälteversorgung eines Wohnblocks, sowie einer Mehrfamilienhaussiedlung sollen baulicher Wärmeschutz, die Kraft-Wärme-Kopplung und die Solarenergienutzung primärenergetisch und ökonomisch verglichen werden. Das Ziel besteht darin, Anhaltspunkte für den Vergleich, nicht aber für die grundsätzliche Bewertung der Einzelmaßnahmen zu gewinnen.

5.2. Einzelvergleich für einen Wohnblock

Als Untersuchungsobjekt wird ein Wohnblock IW 79, wie er in Oederan mit folgenden Eigenschaften im Originalzustand vorlag, untersucht:

- 32 Wohnungen, 80 Bewohner
- Warmwasser 30 l/d bei 55 °C => 46 MWh/a + 20 MWh/a Zirkulation
- Wände aus Leichtzuschlagsbeton, zur Neuverputzung vorgesehen
- Fenster mit 2,2 W/m²K, zum Austausch vorgesehen
- 140 kW Heizleistung, 240 MWh/a Heizwärme, 306 MWh/a Gesamtwärme.
- Stromverbrauch 80 MWh/a

Im Folgenden sollen unterschiedliche Einsparvarianten untersucht werden. Alle Preise sind ohne Mehrwertsteuer gerechnet. Die Kostenrechnung bestimmt jährliche Gesamtpreise und basiert auf dem Annuitätenverfahren, bei folgenden Nettopreisen:

- Erdgas: 5 DPf /kWh_{Brennwert}, 16 DM/kWa (Kesselnutzungsgrad: 93 %)
- Strom: 18 DPf/kWh

Es sind folgende Maßnahmen zur Verringerung des Primärenergiebedarfs vorgesehen:

a) Wärmedämmung von 6 cm Dicke

- Verringerung des Bedarfs um 80 MWh/a und 40 kW
- Wanddämmung kostet 120 DM/m², abzgl. 60 DM/m² ohnehin => 68 TDM
- Kellerdämmung kostet 30 DM/m² => 15 TDM

b) Bessere Fenster

- Einsatz von k=1,4 W/m²K statt k=2,2 W/m²K beim ohnehin fälligen Neueinbau
- Verringerung des Bedarfs um 16 MWh/a und 8 kW
- Mehrkosten von 50 DM/m² => 11,5 TDM

c) Lüftung mit Wärmerückgewinnung /52/

- Rückgewinnungsgrad 60 % bei 20 % Gebäudeundichtigkeiten
- Verring. des Wärmebedarfs um 58 MWh/a und 28 kW, 6 MWh/a Stromverbrauch.
- 25 DM/m³ umbauter Raum => 115 TDM

d) Blockheizkraftwerk

- Leistungsanteil 20 % => 28 kW, Wärmeanteil 43 % => 132 MWh
- Gas-Otto-Motor, Stromkennzahl 0,6 => 79 MWh/a Stromerzeugung
- 1/3 Eigenverbrauch, 2/3 Netzeinspeisung (11 DPf/kWh) => 13,3 DPf/kWh
- 3000 DM/kW_{el} => 50 TDM + 20 TDM Nebeneinrichtungen und Montage

e) Solare Warmwasserbereitung

- 35 % Deckungsrate => 16 MWh/a
- 40 m² Kollektorfläche => 60 TDM

f) Solare Heizung mit saisonaler Wärmespeicherung

- 50 % Deckungsrate => 153 MWh/a
- 550 m² Kollektorfläche: 250 TDM; 500 m³ Speicher: 165 TDM
- sonstige Systemkosten: 50 TDM; Vergrößerung der Heizkörperfläche: 18 TDM

Die eingesparte Energie bewirkt neben der Verringerung der Mengen- und Leistungskosten des Gasbezuges auch eine Verringerung der Investition der Heizkörper von 200 DM/kW. In Tabelle 51 sind die entsprechenden Kosten zusammengetragen.

Tabelle 51: Versorgungsoptimierung eines Mehrfamilienhauses

				keine	Wd.	n.F.	L.m.WR.	BHKW	sol. WW	sol.Hzg.
Verbrauch	Wärme (Gas)	Leistung	kW	140	100	132	112	157	140	140
		Menge	MWh/a	306	226	290	248	385	290	153
	Strom	Menge		80	80	80	86	1	80	80
	Primärenergie	571		485	554	527	431	554	407	
Baumehr- aufwand	Inv.	TDM	0	83	11,5	115	70	60	465	
	Annuität	%/a		6,5	8,6	9,11	9,11	8,6	8	
	Kap.-k.	TDM/a	0	5,4	0,99	10,48	6,38	5,16	37,2	
Ifd. Kosten	Betriebskosten		TDM/a					4	1,2	3
	Erdgas	Leistung	kW	151	108	142	120	174	151	151
			TDM/a	2,71	1,94	2,55	2,17	3,14	2,71	2,71
		Menge	MWh/a	329	243	312	267	414	312	165
			TDM/a	18,1	13,37	17,15	14,67	22,77	17,15	9,05
Strom		TDM/a	14,4	14,4	14,4	14,4	3,89	14,4	14,4	
Heiz- körper	Inv.	TDM	30	20	28	23	30	30	48	
	Kap.-k.	TDM/a	3,3	2,2	3,08	2,53	3,3	3,3	5,28	
Gesamtkosten			TDM/a	38,5	37,3	38,2	44,2	43,5	43,9	71,6
Einsparung Primärenergie	absolut	MWh/a		86	17,21	44,2	141	17,21	165	
	relativ	%		15,05	3,01	7,73	24,6	3,01	28,79	
Mehrkosten	absolut	TDM/a		-1,21	-0,34	5,73	4,97	5,41	33,13	
	spezif.	DM/MWh		-14,1	-19,8	130	35,4	314	201	

Die Maßnahmen Wärmedämmung und Einsatz besserer Fenster sind wirtschaftlich, haben jedoch nur ein begrenztes Einsparpotential. Mehr Energie können mit der in diesem Fall unwirtschaftlichen Kraft-Wärme-Kopplung und der noch wesentlich teureren solaren Heizung gespart werden. Die solare Warmwasserbereitung und die Lüftung mit Wärmerückgewinnung sind ebenfalls unwirtschaftlich.

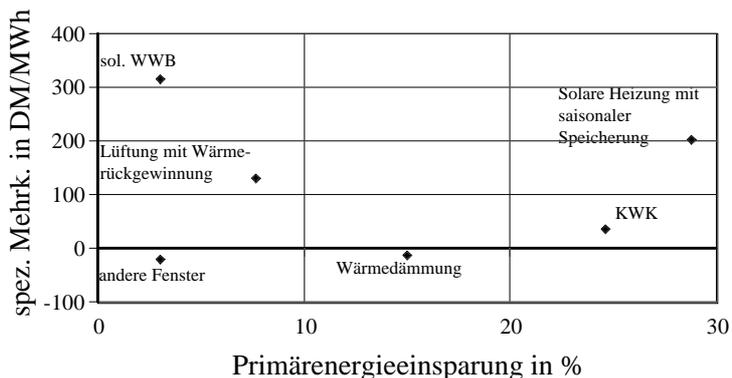


Bild 144: Versorgung eines Mehrfamilienhauses

Zu beachten ist, daß der günstige Wert der Dämmung sich in großem Maße aus der Einsparung an Heizflächen und Gasleistungskosten ergibt. Dies ist in der Praxis bisher noch nicht üblich und bei bestimmten Projekten auch nicht sinnvoll.

Die schlechte Wirtschaftlichkeit der Kraft-Wärme-Kopplung kann nicht befriedigen. Bei einem derart kleinen BHKW ist aufgrund hoher spezifischer Investitionskosten nicht mit einem besseren Ergebnis zu rechnen. Dies wird erst bei der Versorgung eines kompletten Wohngebietes möglich.

5.3. Einzelvergleich für eine Mehrfamilienhaussiedlung

Als Untersuchungsobjekt dient eine Siedlung mit 20 Wohnblöcken IW 79. Die Varianten Wärmedämmung, neue Fenster, Lüftung und solare Warmwasserbereitung bleiben im wesentlichen unverändert, es werden lediglich die zu erwartenden Rabatte berücksichtigt. Deren Höhe dürfte sich nach dem Grad der Unkonventionalität der Technik und dem verringerten Planungsaufwand richten. Zu berücksichtigen ist auch, daß der Ausführungsbetrieb bei einem solchen Großauftrag nur einen geringen spezifischen Akquisitionsaufwand hat. Es sind folgende Rabatte vorstellbar:

Dämmung: 5 % Fenster: 5 %
Lüftung: 10 % Solaranlage: 20 % .

Bei Kraft-Wärme-Kopplung und solarer Heizung ist die Situation anders. Dort ist die Installation eines Nahwärmenetzes sinnvoll:

spezifische Kosten: 500 DM/m ; Netzlänge: 1200 m => Netzkosten: 600 TDM
Hausanschlußstationen direkt: 20 * 12 TDM = 240 TDM
zentrale Kesselanlage: 400 TDM.
Verringerung Gastarif: 20 %
Ersparnis Einzelkessel: 20 * 45 TDM= 900 TDM
result. Mehrinvestition: 340 TDM gesamt => 17 TDM je Haus

Die Variante mit KWK verbessert sich gegenüber der dezentralen Variante hinsichtlich der Investition des BHKW, dessen Stromkennzahl und - bedingt durch Gleichzeitigkeitseffekte - auch beim Direktabsatz des Stroms. Die Stromkennzahl steigt durch Einsatz eines Dieselmotors auf 0,85 und der Direktabsatz des Stroms auf 50 %, was zu einem Mischerlös des erzeugten Stroms - soweit nicht mehr als 80 MWh/a erzeugt werden - von 14,5 DPf/kWh führt.

Die solare Heizung mit saisonaler Wärmespeicherung profitiert vor allem von der Vergrößerung des Speichers. Dessen spezifische Kosten sinken und sein Volumen/Oberflächen-Verhältnis verbessert sich, womit sich die Verluste reduzieren. Damit kann die Kollektorfläche verringert werden. Je Haus sind 450 m² Kollektorfläche zu 280 TDM und 600 m³ Speichervolumen zu 75 TDM einzuplanen. Der Anteil an Nebeneinrichtungen kostet 5 TDM. Es ergibt sich eine Investition von 360 TDM.

Tabelle 52: Primärenergieeinsparung und spez. Kosten bei einer Mehrfamilienhaussiedlung

Maßnahme	Primärenergieeinsparung in %	spez. Mehrkost. in DM/MWh
Wärmedämmung	15,05	-4,35
bessere Fenster	3,01	-9,27
Lüftung mit WRG	7,73	124,96
BHKW	32,8	1,34
sol. WW	3,01	253,71
sol. Hzg.	28,79	155,22

Im Gegensatz zur dezentralen Variante liegt die Kraft-Wärme-Kopplung an der Grenze der Wirtschaftlichkeit. Aufgrund der höheren Stromkennzahl hat sich die Energiebilanz ebenfalls verbessert. Wärmedämmung und bessere Fenster bleiben wirtschaftlich, verschlechtern sich jedoch geringfügig, da der Erdgaspreis stärker als die Baupreise rabattiert ist. Die anderen Varianten bleiben unwirtschaftlich, verbessern sich jedoch wesentlich. Am deutlichsten ist dies bei der solaren Heizung.

In Bild 145 sind Primärenergieeinsparung und spezifische Mehrkosten graphisch dargestellt. Für das BHKW ist neben dem Referenzfall die Funktion Mehrkosten = f(Primärenergieeinsparung) für die schrittweise Vergrößerung des KWK-Anteils dargestellt. Die Energieeinsparung steigt wesentlich an, während die Mehrkosten sich nur in geringerem Maße erhöhen.

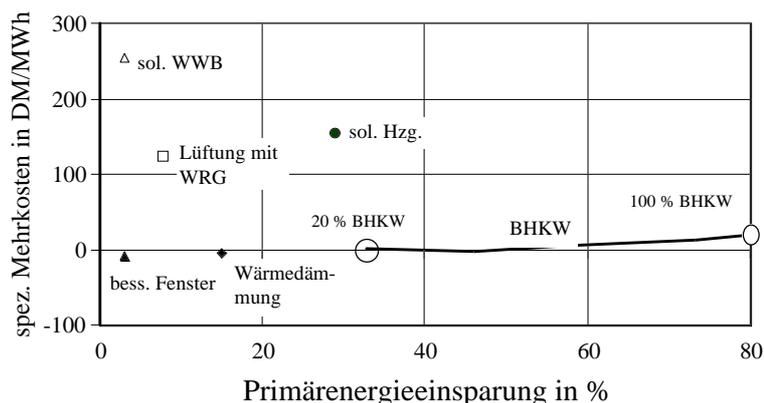


Bild 145: Versorgungvergleich Wohnsiedlung

Ursache ist, daß die spezifischen Investitionskosten aufgrund der Kostendegression fast im gleichen Maße wie die Vollbenutzungsstunden zurückgehen. Dies ist nur unter der Voraussetzung einer guten Teillastfähigkeit möglich, die gegenwärtig nicht immer gegeben ist. Unabhängig davon bleibt die Erkenntnis, das für die Energieeinsparung vorgesehene Geld besser für den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung bis zur vollständigen Deckung als für die Nutzung der Solarenergie auszugeben.

5.4. Kombination von Kraft-Wärme-Kopplung und Maßnahmen zur Verringerung des Wärmebedarfs

In Bild 145 wird deutlich erkennbar, daß eine wirtschaftlich vertretbare Primärenergieeinsparungen lediglich durch Maßnahmen des baulichen Wärmeschutzes und Kraft-Wärme-Kopplung möglich ist. Im Folgenden ist zu ermitteln, welche Potentiale die Kombination der vorgeschlagenen Maßnahmen besitzt. In Bild 3 sind die entsprechenden Primärenergieverbräuche aufgeführt. Die Berechnung basiert auf folgenden Annahmen:

- Auslegung des BHKW auf volle Leistung ; wärmegeführter Betrieb
- Stromkennzahl 0,6 ... 1 ; Gesamtwirkungsgrad 85 %
- volle Teillastfähigkeit ; keine Kennzahländerung im Teillastbereich
- Gesamtstromerzeugung unbegrenzt (a) bzw. auf Eigenverbrauch begrenzt (b)

Bei unbegrenzter Gesamtstromerzeugung und hohen Stromkennzahlen steigt mit sinkendem Wärmebedarf deutlich der Primärenergiebedarf. Dies ergibt sich aus der Verringerung der Auslastung des BHKW und dem damit ansteigenden Bezug von mit niedrigem Wirkungsgrad in Kondensationskraftwerken erzeugtem Strom. So lange das Potential der Kraft-Wärme-Kopplung in so geringem Maß wie heute genutzt wird, ist diese Betrachtungsweise korrekt.

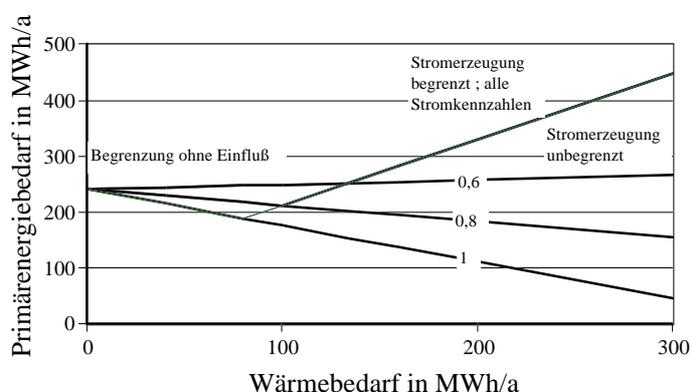


Bild 146: KWK und Primärenergie

Bei weiterem Ausbau wird ein Extremwert erreicht, bei dem keine Einspeisung des überschüssigen Stroms in das Netz mehr möglich ist und die Stromerzeugung daher auf den Eigenverbrauch begrenzt bleiben muß. In diesem Fall sinkt mit sich verringerndem Heizwärmebedarf zunächst auch der Primärenergiebedarf. In diesem Bereich deckt die KWK-Anlage den kompletten Strombedarf. Da die Stromerzeugung begrenzt wird, ist der Primärenergiebedarf von der Stromkennzahl unabhängig.

Bei einem von der Stromkennzahl abhängigen Schwellwert des Wärmebedarfs wird der Bereich der vollständigen Stromdeckung verlassen und der Primärenergiebedarf steigt mit sinkendem Wärmebedarf wieder.

Der Effekt des mit sinkendem Wärmebedarf ansteigenden Primärenergiebedarfs tritt erst ab einer kritischen Stromkennzahl auf:

$$\sigma = \frac{1}{\frac{1}{\eta_{KWK}} - \frac{1}{\eta_{el}}}$$

σ Stromkennzahl

η_{KWK} Gesamtwirkungsgrad KWK (th + el.)

η_{el} Wirkungsgrad zentrale Stromerzeugung und -verteilung

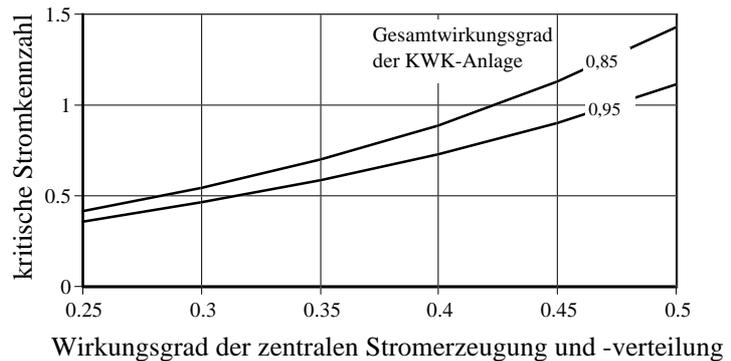


Bild 147: Kritische Stromkennzahl

Beim heute üblichen Gesamtwirkungsgrad der KWK-Anlage von 85 % und einem Wirkungsgrad der zentralen Stromversorgung von 33 % beträgt die kritische Stromkennzahl 0,635. Dieser Wert wird heute nur von mittleren und großen Anlagen überschritten. Gelingt es der Energiewirtschaft, den durchschnittlichen Wirkungsgrad der Stromerzeugung durch den Einsatz von GUD-Anlagen zu erhöhen, z. B. auf 45 %, so erreicht die kritische Stromkennzahl mit 1,12 einen Wert, der erst von KWK-Anlagen ab 100 MW erreicht wird. In diesem Fall wird die Verringerung des Wärmebedarfs wieder zur Notwendigkeit. Wenn der Gesamtwirkungsgrad der KWK-Anlagen erhöht werden kann, sinkt die kritische Stromkennzahl wieder.

Als Fazit bleibt, daß bei der jetzigen Struktur der Energieversorgung die Verringerung des Wärmebedarfs eines KWK-versorgten Objekts zu einer Erhöhung des Primärenergiebedarfs führen kann. Selbst bei einem starken Ausbau der KWK in Zukunft wird immer ein Restwert des Wärmebedarfs erhalten bleiben müssen, um damit gekoppelt die erforderliche Strommenge bereitstellen zu können.

Diese Betrachtung gilt unter Voraussetzung der Stromerzeugung in Kondensationskraftwerken mit einer Summe von Erzeugungs- und Verteilungswirkungsgrad von 33 %. Sie verliert ihre Gültigkeit, wenn der Strombedarf durch Einsparmaßnahmen wesentlich gesenkt und ein großer Teil durch regenerative Energiequellen, wie Wind- und Wasserkraft, erzeugt wird. Sie wird eingeschränkt, wenn sich der Wirkungsgrad in Kondensationskraftwerken wesentlich vergrößert.

Bei Untersuchung der auf die Eigenstromerzeugung begrenzten Kraft-Wärme-Kopplung wurde von einem ähnlichen Gang des Wärme- und Strombedarfs ausgegangen. Da ein Teil des Stroms durch das elektrische Netz vermittelt wird, dem neben Wohngebäuden auch Verbraucher mit wesentlich anderen Zeitgängen sowie Pumpspeicherwerke angehören, ist der Tagesgang ausgleichbar. Der Jahresablauf ist gesondert zu untersuchen:

In Bild 148 sind die einzelnen Jahrgänge für eine Variante mit sehr gutem Wärmeschutz und einer Stromkennzahl von 0,6 abgebildet. Es wird erkennbar, daß im Winter zuviel Strom erzeugt werden kann und im Sommer zu wenig. Während beim jetzigen Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung ein winterlicher Überschuß in das Netz eingespeist wird, muß die KWK-Anlage bei vollem Ausbau im Winter gedrosselt werden.

Im Sommer liegt stets ein Fehlbetrag an Strom vor. Im Rahmen des kompletten Netzes ist dies nur ein Problem, wenn die Kraft-Wärme-Kopplung soweit ausgebaut wird, daß sie im Winter mehr Strom erzeugt als von bisherigen Stromkunden verbraucht werden kann, gegenwärtig also noch nicht.

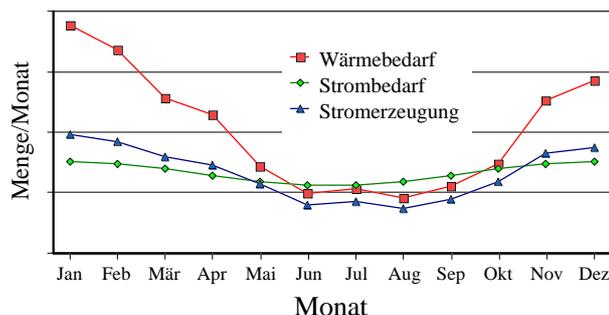


Bild 148: Jahressgänge von Erzeugung und Bedarf

In Bild 149 wird der Primärenergiebedarf in Analogie zu Bild 145 unter Berücksichtigung der Jahressgänge dargestellt. Es ist zu erkennen, daß der Primärenergiebedarf kontinuierlich mit dem Wärmebedarf absinkt, allerdings nicht mit der gleichen Intensität, mit der er ohne Berücksichtigung des Jahresganges gefallen ist.

Eine Möglichkeit, den Primärenergiebedarf weiter zu senken, besteht in der Nutzung der sonst überschüssigen winterlichen Stromerzeugung für den Betrieb von Wärmepumpen. Diese Wärmepumpen müssen nicht zur Versorgung der gleichen Gebäude dienen, sondern können lediglich als zusätzliche Senke an beliebiger Stelle im Netz arbeiten.

In Bild 149 sind ebenfalls die Ergebnisse dieser Variante dargestellt. Der Primärenergiebedarf wird durch den Einsatz einer Wärmepumpe im gesamten Bereich deutlich verringert. Erst bei einem Wärmebedarf unterhalb 100 MWh/a laufen die Kurven zusammen, da ab diesem Bedarf der gesamte vom BHKW erzeugte Strom für die Stromverbraucher benötigt wird und nicht mehr für die Wärmepumpe zur Verfügung steht. Im gesamten Bereich ist die Abhängigkeit des Primärenergiebedarfs von der Stromkennzahl beim Wärmepumpeneinsatz sehr viel größer als ohne Wärmepumpe. Ausbau der KWK

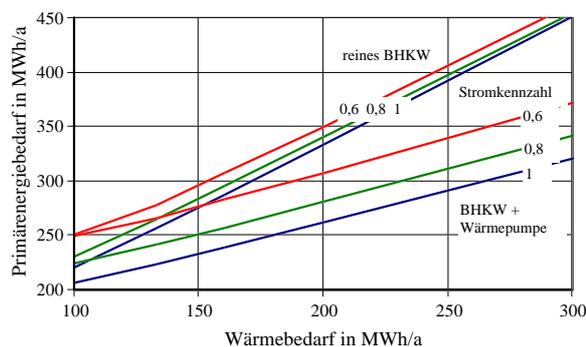


Bild 149: Extremer

5.5. Kombination von Kraft-Wärme-Kopplung und Solarenergie

In Bild 149 wurde nur der Einfluß einer Verringerung des Heizwärmebedarfs durch bauliche Maßnahmen untersucht. Diese beeinflussen vordergründig die absolute Höhe des Heizwärmebedarfs, aber nur in geringem Maß den Typ des Jahresgangs. Dies ist bei der solaren Heizung und der solaren Warmwasserbereitung anders. Beide greifen charakteristisch in den Jahresgang ein.

In Bild 150 ist in Analogie zu Bild 148, die durch den Solarenergieeinsatz geänderten Jahressganglinien der Stromerzeugung für das ungedämmte Gebäude dargestellt. Sie verursachen eine Einsenkung im Sommer bzw. in Sommer und Herbst. Dies sind jedoch Zeiten, in denen Strom fehlt, so daß die Stromerzeugung deutlich zurückgeht.

In Tabelle 53 sind die energetischen Eckdaten für die drei Varianten dargestellt. Durch den Einsatz der Solarenergie wird der Stromüberschuß verringert und dadurch der Primärenergieverbrauch erhöht.

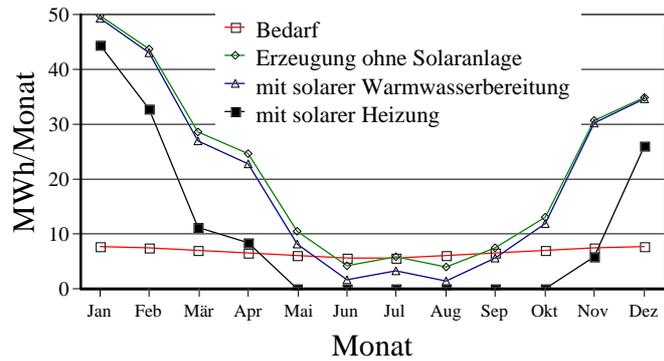


Bild 150: Solarenergie und Jahresgang

Tabelle 53 Energieströme in MWh/a

Variante	Wärmebedarf	Stromüberschuß	Primärenergie
ohne Solaranlage	302,6	177,2	27,5
solare WWB	280,6	158,5	36,29
solare Hzg.	151,3	48,6	87,9

Beide Varianten der Solarenergienutzung führen zu einer Erhöhung des Primärenergiebedarfs. Während dies bei der Warmwasserbereitung prinzipbedingt ist, kann die solare Heizung mit saisonaler Speicherung gegebenenfalls auch zu einer Verringerung führen. Dafür ist es erforderlich, eine KWK-Anlage zu installieren, im Sommer stromgeführt zu betreiben und deren Wärme einzuspeichern. Eine solche Anlage stellt jedoch ein vollkommen neues energiewirtschaftliches Problem dar, dessen Untersuchung zukünftigen Arbeiten vorbehalten bleiben soll.

5.6. Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Aus den Bildern 148 und 150 geht hervor, daß die KWK-Anlage aufgrund fehlender Wärmeabnahme im Sommer nicht ausgelastet ist und daher nicht genug Strom erzeugt werden kann. Abhilfe kann der Einsatz der KWK-Wärme für die Beheizung von Sorptionskältemaschinen, also die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung schaffen. Beispielhaft wird die Klimatisierung eines Wohnblocks mit folgenden Eigenschaften untersucht:

Klimakältebedarf: 35 W/m² => 70 kW
 Vollbenutzungsstunden: 930 h/a => 65 MWh/a

Die Betriebszeit erstreckt sich über 2100 h/a, in denen unabhängig von der Klimatisierung 13 MWh Strom und 11,8 MWh Wärme für die Warmwasserbereitung benötigt werden.

Es werden mehrere Varianten unterschieden:

- Einsatz einer Adsorptionskältemaschine gemäß Kapitel 3.3
Kälteverhältnis 0,6 bei 80 °C, Beheizung durch BHKW $\sigma = 0,85$; $\eta_{\text{ges}} = 0,85$
- Einsatz einer einstufigen Absorptionskältemaschine
Kälteverhältnis 0,7 bei 100 °C, Beheizung durch BHKW $\sigma = 0,85$; $\eta_{\text{ges}} = 0,85$
- Einsatz einer zweistufigen Absorptionskältemaschine
Kälteverhältnis 1,2 bei 170 °C, Beheizung durch eine Gasturbine $\sigma = 0,5$; $\eta_{\text{ges}} = 0,8$
- Einsatz einer einstufigen Absorptionskältemaschine
Kälteverhältnis 0,7 bei 100 °C, Beheizung durch einen Kessel $\eta = 0,9$
- Einsatz einer zweistufigen Absorptionskältemaschine
Kälteverhältnis 1,2 bei 170 °C, Beheizung durch einen Kessel $\eta = 0,85$
- Einsatz einer Kompressionskältemaschine, Leistungszahl 3,5
- keine Klimatisierung

Tabelle 54 Energiebilanz für unterschiedliche Klimatisierungsverfahren in MWh/Klimatisierungsperiode

Kältem.	Adsorpt.	Absorptionskältemaschine			Kompress.	keine Klim.	
		BHKW	Gasturbine	Kessel			
Stufenzahl KM	1	1	2	1	2		
Wärmebedarf	120,13	104,66	65,97	104,66	65,97	11,8	11,8
Strombedarf	13	13	13	13	13	31,57	13
Stromerzeugung	102,11	88,96	32,98	0	0	10,03	10,03
Gasbedarf	261,47	227,78	123,69	116,29	77,61	25,68	25,68
Primärenergie	-8,57	-2,4	63,13	155,68	117	90,96	34,68
Plazierung	1	2	4	7	6	5	3

Die günstigste Primärenergiebilanz entsteht bei der Variante, bei der am meisten Wärme benötigt wird, also bei Einsatz einer Adsorptionskältemaschine. Diese Variante ist noch wesentlich günstiger als der Verzicht auf Klimatisierung. Ursache ist der erhöhte elektrische Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerks gegenüber dem elektrischen Netz. Diese Tatsache ist bis zur kritischen Stromkennzahl gemäß Bild 147 wirksam.

Am ungünstigsten ist der vollständige Verzicht auf die Kraft-Wärme-Kopplung und die Beheizung der Kältemaschine und der Warmwasserbereiter durch Kessel. Dies gilt selbst bei zweistufigen Kältemaschinen mit erhöhtem Kälteverhältnis.

Die in Tabelle 54 zugrundegelegte vollständige Abdeckung des Desorptionswärmebedarfs durch die KWK-Anlage ist nicht in jedem Fall möglich. Für einen üblichen Auslegungskältebedarf von 40 W/m^2 ist eine Desorptionswärme von $55 \dots 70 \text{ W/m}^2$ erforderlich - ein Wert, der den Heizwärmebedarf von Neubauten übersteigt. KWK-Anlagen werden jedoch aufgrund der geringen Häufigkeit der Klimastippen niemals nach dem Klimabedarf ausgelegt. Es entsteht also eine Versorgungslücke. Diese entfällt, wenn nur ein Teil des Gebäudes klimatisiert wird oder die Versorgung aus dem Fernwärmenetz erfolgt.

Bei anderen Objekten muß die fehlende Desorptionswärme einer anderen Quelle entstammen. In den meisten Fällen wird dies eine Kesselanlage sein, die gemäß Tabelle 54 eine ungünstige Primärenergiebilanz besitzt. Besser ist die Installation einer Solaranlage - damit im Bereich KWK-versorgter Objekte die einzige Anwendung der Solarenergie mit einer positiven Primärenergiebilanz.