



WKK – Technik für die Energiewende

Die Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) lässt sich optimal in die Stromversorgung der Zukunft integrieren – die nicht nur volatiler ausfällt, sondern auch dezentraler. Neben Strom aus Solarenergie und Wasserkraft kann WKK einen verlässlichen und effizienten Beitrag zur Energiewende leisten. Denn Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen erzeugen neben Wärme auch hochwertigen Strom.

Dieser Mehrwert im Vergleich zur Wärmeproduktion in Heizkesseln ist das Hauptargument für die Wärme-Kraft-Kopplung. Grosskraftwerke lassen sich durch WKK-Anlagen und Systeme zur Gewinnung erneuerbarer Energien ersetzen. Und die bestehende Infrastruktur steht auch für gasgeführte Wärme-Kraft-Kopplung zur Verfügung. Denn die Versorgung mit Erdgas über das bestehende Verteilnetz ist in weiten Teilen der Schweiz gewährleistet. In den Heizzentralen und Kellern ist genügend Platz vorhanden und die Systeme und Komponenten sind bewährt.

Besonders geeignet sind Sanierungen

Die Nachrüstung der Wärmeversorgung im Rahmen einer Sanierung ist schon aus Gründen der Energieeffizienz empfehlenswert. Bei dieser Gelegenheit bildet die Wärme-Kraft-Kopplung eine ernsthafte Alternative zum Heizkessel respektive zur Elek-

tro-Wärmepumpe. Denn häufig bieten bestehende Bauten eine höhere Energiedichte, was WKK-Anlagen bei einer längeren Heizperiode besonders attraktiv macht. Zudem eignet sich die bestehende Bausubstanz und Energieversorgung mit Erdgasanschluss, Heizkeller, hydraulischer Heizverteilung und Wassererwärmung sehr gut für den Anschluss an eine WKK-Anlage.

Dezentral und bedarfsorientiert

Dass Angebot und Nachfrage häufig nicht übereinstimmen, ist ein zentrales Merkmal der Energieversorgung. Wärme lässt sich in Speichern bunkern, was allerdings – vor allem bei grösseren Volumen – zu erheblichen Kosten führen kann. Schon deshalb – und weil gesetzliche Vorgaben dies verlangen – richtet sich der Betrieb von WKK-Anlagen in der Regel nach dem Wärmebedarf, sind also wärmegeführt.



Bild 1: Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer Leistung von 240 kW_{el} und 365 kW_{th}

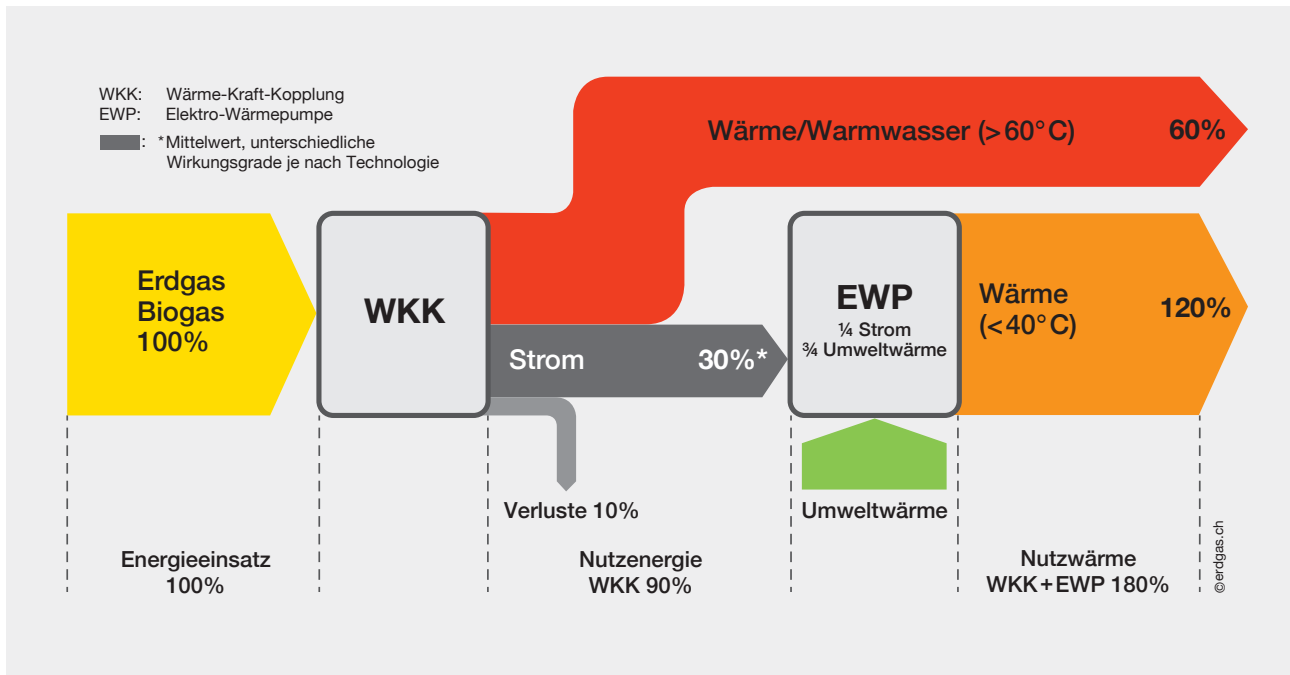


Bild 2: Die Kombination von WKK und EWP ermöglichen eine effiziente Energienutzung

WKK-Anlagen schaffen Mehrwert

Von den 90 Prozent der resultierenden Energie ist ein Drittel Strom. In einer Wärmepumpe ergeben diese 30 Prozent weitere 120 Prozent an Wärme, was zu einem Ertrag von 180 Prozent Wärme führt (Bild 2). Im eigenen Gebäude ersetzt der WKK-Strom den eingekauften Strom.

PV im Sommer – WKK im Winter

Bis zum Jahr 2035 sollte der Atomstrom (40 Prozent Anteil am Schweizer Strom-Mix) durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Im Winterhalbjahr ist laut Prognos-Studie mit einer Unterdeckung in der Stromversorgung mit in der Schweiz erzeugter Elektrizität zu rechnen. Am effizientesten wird dieses Defizit durch dezentrale Stromproduktion mit Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK) nachfragegerecht gedeckt.

Die in den letzten Jahren erfolgten Weiterentwicklungen der PV-Technologien lassen den Schluss zu, dass zukünftig Systemwirkungsgrade von 30 Prozent zu erwarten sind. Es wird angenommen, dass diese PV-Module auch überschüssigen Strom (primär im Sommer) erzeugen. PV-Strom lässt sich im Gegensatz zu Strom aus WKK nicht verlässlich terminieren.

Im Jahr 2035	Sommer	Winter	Jahr
Verbrauch Schweiz	27,0 TWh	33,0 TWh	60,0 TWh
Produktion Schweiz	29,5 TWh	25,5 TWh	55,0 TWh
Stromüberschuss	+2,5 TWh		
Stromdefizit		-7,5 TWh	-5,0 TWh

Quelle: BFE/Prognos

Bild 3: Stromproduktion/-verbrauch in der Schweiz 2035 in TWh

Vorteile einer Strategie mit WKK und PV:

- Die Sicherheit der Wärme- und Stromversorgung wird erhöht.
- Das Gasnetz übernimmt auch die Funktion eines Stromspeichers, was in Anbetracht der bereits vorhandenen Infrastruktur sehr wirtschaftlich ist.
- Die Installation einer PV-Anlage in einem WKK-versorgten Haus ist nicht zwingend. Denn die Kombination von PV und WKK ergibt sich in jedem Fall aufgrund der Netzkonvergenz.
- Da jedes Gebäude ein anderes Energiebedarfsprofil (Strom/ Wärme) hat, ist auch in den Wintermonaten eine zuverlässige Abdeckung gewährleistet.

Option «Elektrische Welle»

Mit einer mit Erdgas versorgten Wärme-Kraft-Kopplungsanlage ergibt sich eine interessante Option: die als elektrische Welle bezeichnete Ergänzung einer Wärmeerzeugung mit einer Wärmepumpe. Dadurch lassen sich mit einem Einsatz von 100 Prozent Erdgas respektive Biogas 180 Prozent Wärme erzeugen (Bild 2). Die Wärmeerzeugung mit drei Modulen – neben der WKK-Anlage, der Wärmepumpe und dem Gasspitzkessel – erlaubt die Zuschaltung der Aggregate je nach Wärmebedarf. Notwendig für diesen Betrieb in Kaskadenschaltung ist eine zentrale Steuerung, die alle drei Module, möglichst in Verbindung mit der übergeordneten Gebäudeautomation, bewirtschaftet. Im Gegensatz zur mechanischen Welle ist die elektrische «Brücke» völlig wartungsfrei. Der modulare Aufbau der Wärmeversorgung hat zudem den Vorteil, dass daraus eine sehr hohe Verfügbar-

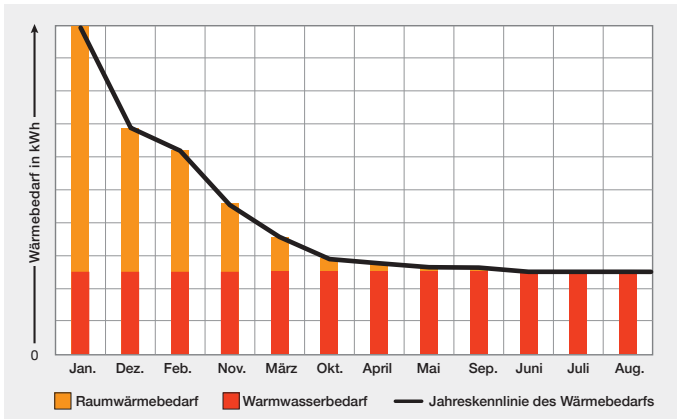


Bild 4: Geordnete Jahreskennlinie nach Wärmebedarf



Bild 5: BHKW mit einer Leistung von 5 kW_{el} und 14 kW_{th}

Laufzeit h/a	Kategorie 1		Kategorie 2		Kategorie 3		Kategorie 4		Kategorie 5	
	5 kW _{el}	14 kW _{th}	20 kW _{el}	40 kW _{th}	50 kW _{el}	70 kW _{th}	100 kW _{el}	120 kW _{th}	220 kW _{el}	250 kW _{th}
	Produktion elektrisch und thermisch in kWh/a									
250	1250	3500	5000	10 000	12 500	17 500	25 000	30 000	55 000	62 500
500	2500	7000	10 000	20 000	25 000	35 000	50 000	60 000	110 000	125 000
1000	5000	14 000	20 000	40 000	50 000	70 000	100 000	120 000	220 000	250 000
1500	7500	21 000	30 000	60 000	75 000	105 000	150 000	180 000	330 000	375 000
2000	10 000	28 000	40 000	80 000	100 000	140 000	200 000	240 000	440 000	500 000
2500	12 500	35 000	50 000	100 000	125 000	175 000	250 000	300 000	550 000	625 000
3000	15 000	42 000	60 000	120 000	150 000	210 000	300 000	360 000	660 000	750 000

Bild 6: BHKW Strom-/Wärmeproduktion in Abhängigkeit von Leistung und Laufzeit

keit resultiert. Bei einem – relativ unwahrscheinlichen – Ausfall eines Aggregates sind die beiden anderen voll einsatzfähig.

BHKW in Gebäude einbinden

Blockheizkraftwerke (BHKW) bieten wichtige Vorteile, sofern sie richtig in die Bedarfsstruktur der thermischen und elektrischen Energie im Gebäude eingebunden sind. BHKW sind wärmegeführt, stromgeführt und als Notstromaggregat einsetzbar. Die Auslegung eines BHKW auf den Strombedarf ist auch dann sinnvoll, wenn hohe Stromkosten mit einem BHKW gesenkt werden können. Da die Wärme gemäss gesetzlichen Vorgaben genutzt werden muss, ermöglicht ein Wärmespeicher mehr Flexibilität – die Stromerzeugung wird vom Wärmebedarf zeitlich entkoppelt. Der Speicher bietet diesbezüglich eine Alternative zum erwähnten modularen Aufbau. Sowohl bei der Auslegung des BHKW auf den Strombedarf wie auch auf den Wärmebedarf ist eine Zusatzheizung vorzusehen. Kleine BHKW (<20 kW_{el}) können auch monovalent betrieben werden.

Für die Bestimmung der BHKW-Leistungsgrösse ist der Jahreswärmebedarf massgebend. Die Wärmeabdeckung eines BHKW liegt je nach Auslegung zwischen 30 Prozent und 100 Prozent. Zuerst wird die Wärmebedarfskurve eines Jahres dargestellt.

Danach wird der Wärmebedarf in abfallender Reihenfolge des Verbrauchs aufgereiht (Bild 4). Anhand dieser geordneten Jahreskennlinie kann nun das BHKW optimal in die objektspezifischen Bedarfsstrukturen eingebunden werden.

Erdgas/Biogas – ein hochwertiger Energieträger

Die bewegende Kraft von Wärme hat schon vor 200 Jahren Sadi Carnot proklamiert: «Fallende Wärme, von oben nach unten», vergleichbar einem Wasserfall, treibt Maschinen an. Durch die exergetische Differenzierung entstehen Energien unterschiedlicher Wertigkeit – neben Wärme auch hochwertiger Strom. Dieser Mehrwert im Vergleich zur Wärmeproduktion in Heizkesseln ist das Hauptargument für die Wärme-Kraft-Kopplung. Erdgas und Biogas sind zwar weitverbreitete Brennstoffe, sie sind aber in zunehmendem Masse auch Treibstoff – und das nicht nur auf der Strasse. Vor allem mit Blick in die Zukunft zeigt sich das Potenzial dieser umweltfreundlichen Treibstoffe. Denn Bio-Erdgas lässt sich bis zur letzten Kilowattstunde «auswinden» und leistet dadurch einen Beitrag an die Energiewende.

Eigenstromnutzung mit WKK und EWP

Das 2012 erbaute Mehrfamilienhaus mit Minergie-Zertifikat ist nicht nur energetisch vorbildlich, der Ausbaustandard erfüllt auch die Ansprüche an eine hohe Wohnkultur. Deshalb entschied sich der Bauherr für ein Hybrid-Heizsystem mit WKK und EWP. Die Regelung ist so eingestellt, dass beide Geräte gleichzeitig laufen. Somit liefert das BHKW den Strom für die Wärmepumpe. Mit 1500 Stunden Laufzeit pro Jahr erzeugt die Anlage genügend Wärme und Warmwasser für das gesamte Haus. Auch WKK-Anlagen mit kurzen Laufzeiten sind sinnvoll, wenn sie wie in diesem Beispiel mit einer WP kombiniert sind.



«Ich möchte, dass sich meine Mieter rundum wohlfühlen und den Komfort wie in einer Eigentumswohnung geniessen können».
Willi Rutz, Eigentümer

MFH in Hüttwilen TG Minergie Nr. TG-1634		
Wärmeverbrauch total	53 117 kWh/a	Wärme und Warmwasser
Wärmeerzeugung durch WKK	19 919 kWh/a	1509 Stunden pro Jahr
Wärmeerzeugung durch EWP	33 198 kWh/a	1509 Stunden pro Jahr
Stromerzeugung durch WKK	7847 kWh/a	1509 Stunden pro Jahr
Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)	5,2 kW _{el} 13,2 kW	Dachs G 5.0 (Senertec)
Wärmepumpe (EWP)	4,4 kW _{el} 22,0 kW	1509 Stunden pro Jahr
Erdsonden mit Soleverteilung	2 Sonden à 200 m	Erdsonden parallel geschaltet
WW-Speicher	750 Liter	Für Solarkollektoren vorbereitet
Wärmespeicher	2 à 1000 Liter	Wärmespeicher parallel geschaltet
Energieträger	Erdgas Strom	

