Mit Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) die Versorgungssicherheit erhöhen

gaz energie

Wärme und Strom gleichzeitig produzieren

Die dezentrale Stromerzeugung mittels Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) hat grosses Zukunftspotenzial und bietet ideale Voraussetzungen für den Umbau des Energiesystems. WKK-Anlagen produzieren nicht nur Wärme, sondern auch Strom – man spricht auch von Strom erzeugenden Heizungen. Auf diese Weise können sie in den Wintermonaten einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit und zur Stabilität des Stromnetzes leisten.

WKK-Anlagen bestehen in der Regel aus einem Verbrennungsmotor und einem Generator. Die genutzte Abwärme stammt aus der Motorenkühlung und dem Abgas. WKK-Anlagen eignen sich besonders gut für den Einsatz in grösseren Wohnüberbauungen, Industrie- und Gewerbeanlagen, Spitälern, Hotels oder Sportanlagen – Objekte mit einem hohen Wärme- und Strombedarf.

Da WKK-Anlagen bei den Verbrauchern installiert sind, sind sie effizienter als thermische Grosskraftwerke, bei denen die Abwärme nur teilweise genutzt werden kann. Zudem sind die Übertragungsverluste von Grossanlagen sehr hoch, ganz abgesehen von den Investitionskosten für ein Fernwärmenetz.

Aufgrund des hohen Wirkungsgrades lassen sich durch WKK fossile Brennstoffe einsparen. Gleichzeitig ist damit eine deutliche Verringerung der Schadstoff- und CO_2-Emissionen verbunden; dies gilt besonders beim Einsatz von erneuerbaren Gasen.

In den folgenden Factsheets sind die Grundlagen erläutert für die Planung und die Realisierung von WKK-Anlagen. Zudem wird anhand von Referenzobjekten gezeigt, wie WKK-Anlagen erfolgreich eingesetzt werden können.

Weitere Informationen auf gazenergie.ch

Bei Neubausiedlung auf WKK und Biogas gesetzt

Die Baugenossenschaft Rotach bietet in der Neubausiedlung Huebacher in Rümlang hochwertigen Wohnraum für Familien an. Für ihre Wärmebereitstellung bezieht die Siedlung 100 Prozent zertifiziertes Biogas und wurde 2015 mit dem Prix Naturmade ausgezeichnet.

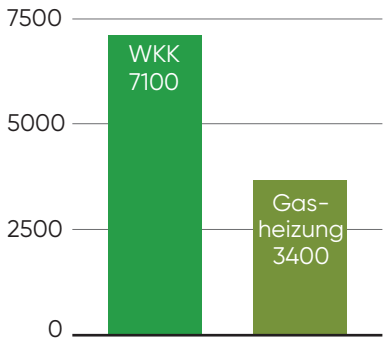
Die Neubausiedlung ist ein Musterbeispiel für nachhaltiges Bauen. So besteht die Überbauung aus einer kostengünstigen Holzkonstruktion, einer sogenannten Holztafelbauweise. Damit sind selbsttragende Mehrschichtplatten gemeint, die auf der Baustelle zusammengebaut werden. Neue Wege ging man auch bei der Komfortlüftung, die mit einem Enthalpietauscher ausgestattet ist. Dieser kann sowohl Wärme wie auch Feuchte aus der Abluft rückgewinnen und in die frische Zuluft übertragen. Damit erhalten die Wohnräume ein komfortables Innenraumklima, sowohl im Winter als auch im Sommer.

Auch bei der Wärmeversorgung hat man sich für eine effiziente und kluge Lösung entschieden. Ein kleines Blockheizkraftwerk, das gleichzeitig Wärme und Strom erzeugt, deckt den Wärmebedarf für Heizung und Wassererwärmung ab. Betrieben wird das BHKW mit 100 Prozent Biogas, das «naturmade star»-zertifiziert ist. Der selbsterzeugte Strom wird mit der KEV (Kostendeckende Einspeisevergütung) ins öffentliche Netz eingespeist. Zur Spitzenabdeckung dient eine ebenfalls mit Biogas betriebene Gasheizung. Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten

Baujahr Wohnsiedlung	2015
Energiebezugsfläche	3472 m^2
Anzahl Wohnungen	32 (16 Doppelhäuser mit je 2 Wohnungen)
Gütesiegel	Prix Naturmade
Energieträger	100 % Biogas «naturmade star»-zertifiziert
BHKW Stromerzeugung	5 kW (Einspeisung ins Stromnetz)
BHKW Wärmerzeugung	15 kW (Grundlastabdeckung)
Gas-Brennwertheizung	14 – 70 kW (Spitzenlastabdeckung)

Jahres-Betriebszeiten in Stunden



Dezentrale Stromversorgung mit Mini-BHKW

Die 14 Reiheneinfamilienhäuser am Gempenring in Dornach SO wurden 1995 in vier Zeilen errichtet. Die Beheizung übergaben die Eigentümer von Anfang an der ADEV Energiegenossenschaft, Liestal, welche sie im Contracting übernahm. Installiert wurden ein Fiat-BHKW mit einer Leistung von 15 kW (elektrisch) und 40 kW (thermisch) sowie ein 110-kW-Gas-Gebläsebrenner. Das damals innovative Blockheizkraftwerk verursachte während seines Einsatzes jedoch einen hohen Wartungsaufwand. So suchte ADEV 2010 nach einem neuen BHKW mit vergleichbaren Leistungsdaten. Zudem sollten auch die Abmessungen ähnlich klein sein, da die Heizzentrale ja bereits bestand.

Das Mini-BHKW EC Power mit einer Leistung von 15 kW respektive 30 kW erwies sich als geeigneter Ersatz mit geringerem Wartungsbedarf. Durch längere Laufzeiten erzeugt das neue BHKW nun bis zu 60 000 kWh Strom pro Jahr. Die Wärme liefert das neue BHKW an einen 2500-l-Speicher, der, wie die Steuerung, von der alten Anlage übernommen wurde. Der Zusatzheizkessel springt nur an, wenn die Vorlauftemperatur des Heizwassers zu tief liegt.
Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten	Vorher	Nachher
Baujahr	1995	2010
Energiebezugsfläche	2500 m²	2500 m²
Wärmeverbrauch	180 000 kWh	180 000 kWh
Stromerzeugung durch BHKW	ca. 30 000 kWh	ca. 60 000 kWh
Mini-Blockheizkraftwerk	Fiat-Totem BHKW, 15 kW/40 kW	EC Power XRGI, 15 kW/30 kW
Zusatzheizung	Gas-Gebläse-brenner 110 kW	Gas-Gebläse-brenner 110 kW

Das Mini-BHKW EC Power, vorn seine hydraulische Weiche.

Heizzentrale mit BHKW erfüllt höchste Ansprüche

Im Zentrum von Triesen versorgt ein 800 Meter langes Nahwärmeversorgungsnetz ein Konglomerat von Gebäuden mit thermischer Energie. Nach über 20 Betriebsjahren wurde die Heizzentrale 2013/2014 komplett erneuert. Für die Liechtensteinische Gasversorgung (LGV), Eigentümerin und Betreiberin der Anlage, war der Eins-zu-eins-Ersatz aber kein Thema. Die runderneuerte Heizzentrale sollte die europäische Richtlinie 2012/27/EU erfüllen, die einen Gesamtwirkungsgrad bei WKK-Anlagen von über 90 Prozent vorschreibt.

Die neue Heizzentrale wurde mit zwei BHKW in Kombination mit zwei Wärmepumpen sowie einer Gasbrennwertheizung zur Spitzenabdeckung und einer Ölheizung für den Notfall ausgestattet. Die Wärmepumpen nutzen die Strahlungswärme der BHKW-Verbrennungsmotoren, um die Rücklauftemperatur des Nahwärmenetzes auf ein höheres Temperaturniveau anzuheben. Das reduziert den Energieaufwand zusätzlich. Um die Energieeffizienz weiter zu steigern, wird auch aus dem Abgas mittels Rekuperatoren Wärme zurückgewonnen. Der Gesamtwirkungsgrad erhöht sich auf bis zu 95 Prozent. Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten

Nahwärmenetz	800 m	
Wärmebedarf Heizung + Warmwasser	3000 MWh	10 Kunden bzw. Übergabestationen
Stromerzeugung BHKW	1520 MWh	Eigenbedarf und Einspeisung
Wärmeerzeugung BHKW	2340 MWh	500 Stunden pro Jahr je BHKW
Wärmeerzeugung Wärmepumpe	180 MWh	
Wärmeerzeugung Gasheizung	630 MWh	Spitzenabdeckung

BHKW ersetzt alte Elektroheizung

Das Franziskanerkloster «Heilig Kreuz» in Freiburg entstand im Jahr 1256. Die imposante Klosteranlage umfasst auf einer Grundstücksfläche von 7500 m² neben der Kirche zwei Hauptgebäude sowie eine historische Gartenanlage. Das gesamte Bauvolumen beträgt 32 000 m³. 22 000 m³ davon beansprucht allein die Kirche. Die beiden siebengeschossigen Gebäude, die eine Bruttogeschossfläche von 8500 m² aufweisen, umfassen 255 Räume mit 400 Fenstern. Die anspruchsvolle Renovation der Klosteranlage, die knapp CHF 20 Mio. kostete, war bautechnisch eine komplexe Herausforderung. Denn die unter Denkmalschutz stehenden Gebäude stammen aus verschiedenen Epochen zwischen dem 14. und dem 20. Jahrhundert.
Im Rahmen der baulichen Massnahmen wurde auch die Energieversorgung auf den neuesten Stand gebracht. Die bisherige Heizanlage bestand zum einen aus einer Elektroheizung, die nur die Kirche mit Raumwärme versorgte (Stromverbrauch: 200 000 kWh). Für die Wärme und das Warmwasser in den beiden Hauptgebäuden sorgte zum anderen eine Ölheizung. Die neue Heizanlage besteht aus einem BHKW, das die Grundlast abdeckt, sowie einer Gasheizung für die Spitzenabdeckung.
Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten

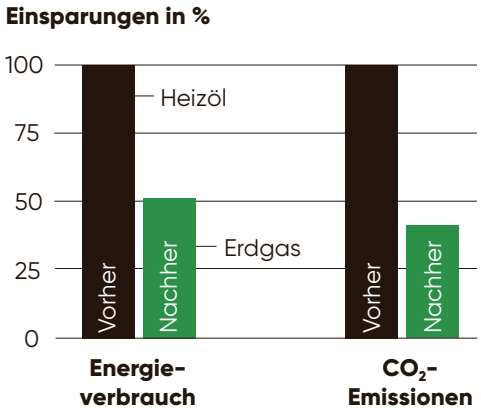
Gründungsjahr Kloster	1256
Grundstück Kloster	7500 m²
Bruttogeschossfläche Kloster	8500 m²
Bauvolumen Kloster	32 000 m³

	Vorher	Nachher
Heizungszentrale	Ölheizung	Gasheizung 80 – 395 kW
	Elektroheizung	BHKW 15 kW elektrisch, 30 kW thermisch
Energieverbrauch	1 200 000 kWh	507 000 kWh
Stromerzeugung BHKW		96 000 kWh

Wirtschaftlichkeit und Eigenstromnutzung erhöht

Am Standort Mont-sur-Lausanne betreibt die «Fondation Renée Delafontaine» eine Tagesschule für behinderte Kinder. In drei Etappen konnte der Energieverbrauch um 50 Prozent und der CO_2-Ausstoss um über 60 Prozent gesenkt werden.
Bei der zweiten von insgesamt drei Sanierungsrunden setzte die Schule 1998 auf Eigenstromerzeugung. Die bestehende Heizung wurde mit einer WKK-Anlage ergänzt. Ziel war es, neben einer effizienteren Energienutzung den Strom bedarfsgerecht selber herzustellen. Dazu wurden drei BHKW-Geräte mit 5 kW elektrischer und 10 kW thermischer Leistung eingebaut. Die dritte Modernisierungsrunde im Jahre 2013 stand ganz im Zeichen des Wechsels von Heizöl auf Erdgas. Die Heizanlage erhielt eine effizientere und besser regulierbare Gasheizung.
Die drei alten BHKW-Geräte wurden durch ein gasbetriebenes BHKW mit einer Leistung von 15 kW (elektrisch) respektive 30 kW (thermisch) ersetzt. Der modulierbare EC-Power deckt mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszeit von über 7000 Stunden ca. 60 Prozent des Strombedarfs der Tagesschule ab; und die Eigenstromnutzung liegt bei über 80 Prozent. Zudem unterzog man die Solaranlage einer gründlichen Revision.
Fazit: Auch mit kleinen Massnahmen sind markante Reduktionen des Energieverbrauchs problemlos realisierbar.
Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten	Vorher	Nachher
Heizungszentrale	BHKW DACHS	BHKW EC-Power
Wärmeverbrauch	1 075 000 kWh	827 000 kWh
Stromerzeugung BHKW	87 000 kWh	105 000 kWh
Stromverbrauch Gebäude	135 000 kWh	Total: 140 000 kWh Strombezug: 55 000 kWh Eigenstrom: 85 000 kWh Rückspeisung: 20 000 kWh
Zusatzheizung	Ölheizung 240 kW	Gasheizung 25 – 300 kW
Energieträger	Heizöl, Sonne	Erdgas, Sonne



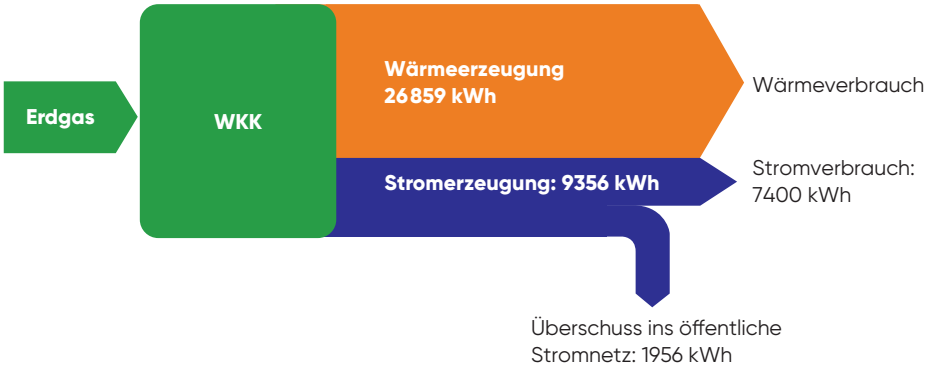
Wärme-Kraft-Kopplung aus Überzeugung gewählt

Die Vorteile der Wärme-Kraft-Kopplung kommen auch in Einfamilienhäusern zur Geltung. Im Doppel-Einfamilienhaus in Windisch, Kanton Aargau, liefert ein Mini-BHKW mit einer thermischen Leistung von 14 kW genügend Wärme und Warmwasser. Der vom BHKW gleichzeitig erzeugte Strom wird, soweit Bedarf besteht, im eigenen Doppel-Einfamilienhaus verbraucht und nur der Überschuss ins Netz eingespeist. Der 950 Liter fassende Kombispeicher ermöglicht einen flexiblen Einsatz. Das Mini-BHKW kann somit auch stromgeführt laufen – zur Deckung des Spitzenbedarfs. Mehr auf gazenergie.ch

Betriebsdaten Zweifamilienhaus in Windisch AG

Wärmeverbrauch total (Wärme/Warmwasser)	26 859 kWh
Stromerzeugung durch WKK	9356 kWh
Strombedarf im Haus	7400 kWh
Überschussstrom	1956 kWh
Stromerzeugende Heizung Leistung elektrisch/thermisch	Mini-BHKW Dachs: 5,0 kW; 14,4 kW
Speicher	Kombispeicher 950 Liter
Energieträger	Erdgas

Strom aus Erdgas und Biogas: Energiewerte in kWh pro Jahr



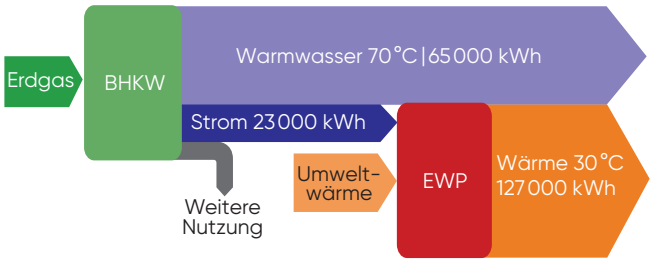
WKK mit Wärmepumpe in sanierter Wohnsiedlung

Die aus den 1950er-Jahren stammende Wohnsiedlung Fröschmatt in der Stadt Bern wurde nach dem Standard Minergie-P-Eco saniert. Bei der Gesamtsanierung wurde die alte Wohnungsstruktur mit 45 kleinen 3-Zimmer-Wohnungen verändert. Neu stehen 34 Wohnungen von 2½ bis 6½ Zimmern zur Verfügung. Die Wohnungen sind heute – dank des Einbaus von Aufzügen – altersgerecht, hindernisfrei und familienfreundlich.

Die Sanierung eines 60 Jahre alten Gebäudes nach Stan-dard Minergie-P-Eco ist anspruchsvoll. Neben einer hochwertigen und luftdichten Gebäudehülle muss auch die Haustechnik höchste Anforderungen erfüllen.

Das Gebäude besitzt neu drei Temperaturkreisläufe: 70 °C für das Warmwasser, 30 °C für die Raumwärme und 18 °C für die Kühlung. Das erhöht die Effizienz und den Komfort. Das gasbetriebene BHKW ist das Fundament der Haustechnik. Denn einerseits wird die Wärme zur Wassererwärmung genutzt und andererseits liefert das BHKW den Strom für die beiden Elektro-Wärmepumpen, die mittels Erdsonden den Raumwärmebedarf abdecken. Die Wärmeverteilung erfolgt über eine Fussbodenheizung, die bei Bedarf die Wohnungen im Sommer auch kühlen kann. Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten	Vorher	Nachher
Baujahr	1954	2014
Anzahl Wohnungen	45	34
Energiebezugsfläche	3150 m^2	4183 m^2
Wärme-Kraft-Kopplung, BHKW Dachs	5,5 kW elektrisch 14,8 kW thermisch	
Elektro-Wärmepumpen	42 kW	
CO_2-Emissionen pro Jahr	250 t	50 t
Energieträger	Strom, Umweltwärme, Erdgas	



Das BHKW deckt den Warmwasserbedarf (70 °C) und liefert Strom für die Elektro-Wärmepumpen.

BHKW und PV im Einklang mit Eigenstromnutzung

Gebäude mit einer gemischten Nutzung von Wohnen und Gewerbe eignen sich besonders gut für die Eigenstromnutzung von Photovoltaik und Wärmekraftkopplung. Der Bauherr des Wohn- und Gewerbehauses in Marnand VD, Jacky De Blasio, hatte bereits gute Erfahrungen mit dezentraler Stromerzeugung mittels BHKW gesammelt. Dies in seiner auf der anderen Strassenseite gelegenen Autogarage und seinem privaten Haus. Für sein Wohn- und Gewerbehaus ging er 2014 einen Schritt weiter. Der selbst erzeugte Strom von PV und WKK sollte im Gebäude selbst genutzt werden.

Das BHKW erzeugt, mit einer elektrischen Leistung von 6 – 15 kW, im Winter den Strom für die Verkaufsläden und Wohnungen. Die Wärme wird für den Heizungsbedarf und für Warmwasser eingesetzt. Die PV-Anlage liefert, mit einer Leistung von 30 kWp, primär im Sommer Strom. Der Überschussstrom der PV-Anlage wird ins öffentliche Netz eingespeist. Der grösste Einzelverbraucher ist die an 365 Tagen laufende 10-kW-Gewerbekühlanlage. Die daraus entstehende Abwärme wird im Sommer zur Wassererwärmung und im Winter zur Heizungsunterstützung genutzt. Allfällig fehlende Energie wird durch den bedarfsgerechten Betrieb des BHKW mit einer thermischen Leistung von 17 – 30 kW gedeckt. Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten

Energiebezugsfläche	1162 m²	Wohnungen: 492 m², Gewerbe: 670 m²
Wärmebedarf	90 000 kWh	Heizung: 75 000 kWh, Warmwasser: 15 000 kWh
Abwärme Kühlregale Denner	60 000 kWh	gemäss Planung
Strombedarf Gebäude total	50 000 kWh	gemäss Planung
Stromerzeugung durch WKK	15 000 kWh	1500 h (vorwiegend im Winter)
Stromerzeugung durch PV	30 000 kWh	vorwiegend im Sommer

Die 190 m² grosse Photovoltaik-Anlage.

Qualität zahlt sich langfristig aus

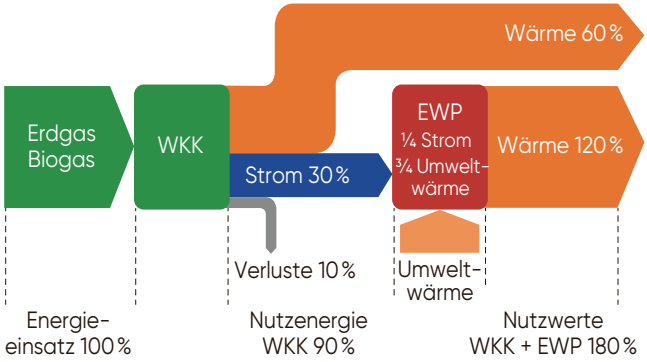
Das 2012 erbaute Mehrfamilienhaus mit Minergie-Zertifikat ist nicht nur energetisch ein Vorbild, auch der Ausbaustandard der neun Wohnungen erfüllt hohe Ansprüche. Willi Rutz, ein ehemaliger Inhaber einer Plattenlegerfirma, weiss aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen genau, was Mieter und Eigentümer am meisten schätzen. Als Bauherr konnte er sein persönliches Verständnis für hochwertige Qualität umsetzen. Das bedeutet nicht Luxus, sondern eine auf die Bewohnerinnen und Bewohner ausgerichtete, einfache und flexible Architektur sowie langlebige und wartungsfreundliche Materialien. Zudem müssen die Mieten bezahlbar sein. Als positiven Nebeneffekt gibt es praktisch keine Mieterwechsel.

Eine moderne Energieversorgung vervollständigt das Gebäude: Der Bauherr entschied sich für eine WKK-Anlage, kombiniert mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe. Den Strom für die Wärmepumpe liefert die WKK-Anlage, die während ca. 1300 Stunden pro Jahr rund 6700 kWh Strom erzeugt. Somit deckt der selbst erzeugte Strom über 90 Prozent des gesamten Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser. Trotz kurzen Laufzeiten ist der Einsatz von WKK-Anlagen dann sinnvoll, wenn sie mit Wärmepumpen kombiniert werden. Fazit: Das Mehrfamilienhaus in Hüttwilen ist ein gelungenes Bauwerk mit Vorbildfunktion. Mehr auf gazenergie.ch

Objektdaten

Energiebezugsfläche	758 m²
Wärmebedarf Heizwärme	24 500 kWh (WKK: 22 %)
Wärmebedarf Warmwasser	17 500 kWh (WKK: 78 %)
Wärme-Kraft-Kopplung	5,0 kW elektrisch 14,5 kW thermisch
BHKW-Energieerzeugung	Strom: 6650 kWh; Wärme: 19 040 kWh
Sole-Wasser-Wärmepumpe	15 kW, COP 4,0
Energieträger	Erdgas, Erdwärme

Kombination von Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) und Wärmepumpe (EWP)



Auf gazenergie.ch finden Sie weitere Informationen über aktuelle Themen der Schweizer Gaswirtschaft.

gaz energie

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C006498
www.fsc.org

PERFORMANCE
myclimate neutral Drucksache
No. 01-18-937413 – www.myclimate.org
© myclimate – The Climate Protection Partnership

gedruckt in der schweiz

VSG | Verband der Schweizerischen Gasindustrie | Grütlistrasse 44 | 8027 Zürich | +41 44 288 31 31 | vsg@gazenergie.ch | gazenergie.ch