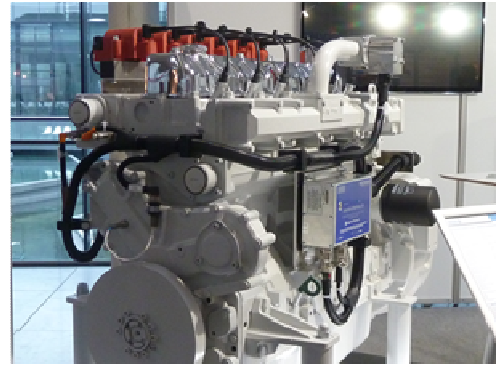




## BHKW nach EnEV, DIN V 18599

### Begriffe

Blockheizkraftwerke (BHKWs) verbinden die Stromerzeugung und die Wärmeproduktion in einem Gerät. Ein Diesel- oder Gasmotor betreibt einen Stromgenerator, die Motorabwärme wird gesammelt und zum Heizen verwendet. Der produzierte Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist oder auch teilweise im Gebäude verwendet. Dieses Prinzip der Nutzung von mechanischer Energie (Kraft) und thermischer Energie (Wärme), wird KWK Kraft Wärme Kopplung genannt.



Mit der Technik der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird der Energieinhalt des Brennstoffs deutlich besser genutzt. In der Addition von Strom und Wärme erreicht man Nutzungsgrade von 80% und mehr, wenn nur Strom produziert wird, ist der Nutzungsgrad < 35%.

Mit der Verbrennung von Gas oder Öl erreicht man zwar auch Nutzungsgrade von > 80% (um 100% sind möglich). Dabei wird aber nur geringerwertige Wärmeenergie gewonnen.

### Hauptbestandteile

Die wesentlichen Bestandteile eines BHKWs sind Motor, Synchron- und Wärmetauscher. Eingesetzt werden Motoren wie Gasmotor, Stirlingmotor, Turbine oder Brennstoffzelle, die in Regionen ohne Infrastruktur eingesetzt werden. BHKW-Anlagen werden konstant oder modulierend (die Leistung passt sich dem Bedarf an) betrieben.

### Brennstoff

KWK-Anlagen können mit fossilen Brennstoffen (Erdgas, Erdöl) oder mit erneuerbaren Brennstoffen, wie Rapsöl, Biogas usw. betrieben werden.

Beim Stirling-Motor (Heißluftmotor ohne innere Verbrennung) wird die mechanische Energie, die in Strom umgewandelt werden kann, mit heißer Luft erzeugt. Stirling-Motoren können daher z.B. auch mit Brennholz oder Holzpellets betrieben werden. Für KWK-Anlagen geeignet. Brennstoffzellen werden i.d.R. mit Wasserstoff betrieben.

### Nah- und Fernwärme

Fernwärmeversorger arbeiten oft mit großen BHKW-Anlagen, erzeugen also vor allem Strom und stellen die Abwärme als Fernwärme zur Verfügung. Weil die verschiedenen Anbieter mit unterschiedlichem Technik-Mix arbeiten, kann / muss man häufig mit individuell berechneten Primärenergiefaktoren rechnen.

Lokal installierte BHKW-Anlagen können als Nahwärmeversorgung angesehen werden. Ein Bezug zwischen der Berechnung von fP, Fernwärme aus DIN V 18599-1, Gl. A.1 zur Berechnung aus DIN V 18599-9 (BHKW, im Folgenden erläutert) kann aber nicht hergestellt werden.

### Betriebsweise

Die Wirtschaftlichkeit der BHKW-Anlage bedingt, dass der Motor möglichst lange und mit konstanter Drehzahl arbeitet. Angestrebt werden 6000 Stunden pro Jahr (> 8 Monate) im durchgehenden Betrieb. Um dies zu erreichen, wird die Motorleistung möglichst gering gehalten und oder es werden Pufferspeicher eingesetzt.



Die dabei entstehende, konstante Abwärmemenge kann in einem Pufferspeicher aufgefangen und dann möglichst vielen, wärmeverbrauchenden Prozessen im Gebäude zur Verfügung gestellt werden. Die Anlage sollte so dimensioniert werden, dass die Abwärme bestmöglich genutzt werden kann. Für die Spitzenbedarfszeiten ist häufig ein zweiter Wärmeerzeuger nötig. Bei kleineren Anlagen mit Stirlingmotor kann auf diesen verzichtet werden.

Für die Auslegung der Leistung des BHKWs sollte zusätzlich der Lastgang von Wärme- und Stromverbrauch berücksichtigt werden.

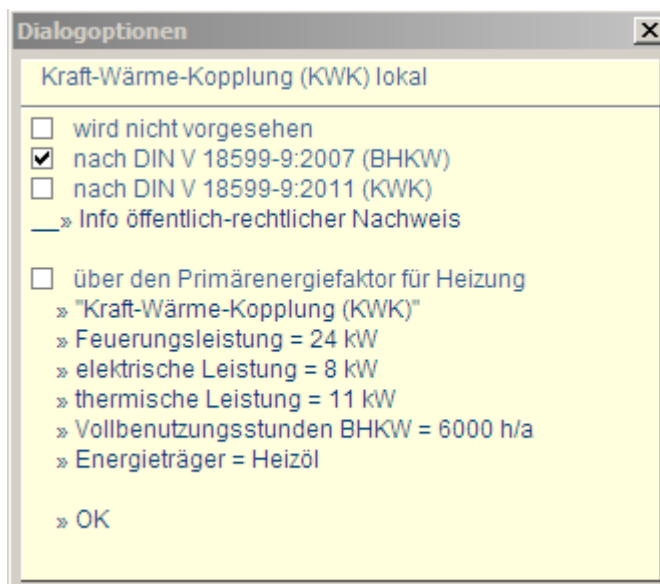
**Kennzahlen/  
Wirtschaftlichkeit** Wichtige Kennzahlen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von BHKW-Anlagen sind:

Stromkennzahl = Strom/Wärme= Menge elektr. Strom / Menge Wärme  
Wirkungsgrad = Nutzen/Aufwand= Menge elektr. Strom/ zugeführte Energie, bezogen auf den Heizwert

**Mikro-BHKW** Kleine BHKW-Anlage für Ein- und Zweifamilienhäuser. Diese kleinen Anlagen sind in der Betriebsweise flexibler. Sie werden gelegentlich auch zentral gesteuert.

**Klassifizierung/  
Einsatzbereich**

Art	Elektr. Leistung	Einsatzbereich
Mikro KWK	1- 2 kW <sub>el</sub>	Einfamilienhaus, Doppel
Mini KWK	5 - 30 kW <sub>el</sub>	Mehrfamilienhäuser, Seniorenwohnheim
Mini KWK	30- 50 kW <sub>el</sub>	Hotel, Kleingewerbe
Kleinst KWK	< 150 kW <sub>el</sub>	Krankenhäuser/Schwimmbäder
Klein KWK	< 2.000 kW <sub>el</sub>	Großgewerbe



BHKW-Anlagen werden nach DIN V 18599-9 mit einem Jahresertrag bilanziert.

Im örtlichen Parameterdialog sind die „Feuerungsleistung“ (Verbrennungsleistung) des BHKWs, die geplante, jährliche Laufzeit und der verwendete Energieträger anzugeben. Stromproduktion und Wärmeleistung werden vorgeschlagen, können aber manuell editiert werden.



## Bilanzierung

### 14.1 Stromerzeugende Systeme (Ref-No 5.14.1)

**BHKW-Anlage** Kraft-Wärme-Kopplung (KWK),  $p_{el,BHKW} = 8$  kW Strom,  $q_{h,BHKW} = 11$  kW Wärme, Feuerungsleistung = 24 kW (Heizöl), Vollbenutzungsdauer  $t_{BHKW} = 6.000$  h/Jahr

Wärmeabgabe der Wärmerezeuger $\Sigma Q_{h,outg}$	145.896 kWh/a
Stromproduktion $E_{CHP} = p_{el,BHKW} * t_{BHKW}$	48.000 kWh/a
Wärmeabgabe des BHKW-Moduls $Q_{outg,CHP} = q_{h,BHKW} * t_{BHKW}$	66.000 kWh/a
verbleibende Wärmeabgabe der Heizkessel $Q_{outg}$	79.896 kWh/a
Nutzungsgrad der Heizkessel $\eta_{HP}$	0,953
Anteil der mit KWK erzeugten Wärme $\beta$	0,452
Stromkennzahl des KWK-Moduls C	0,727
Nutzungsgrad des KWK-Moduls $\eta_{CHP}$	0,792
Endenergiebedarf mit BHKW $Q_{h,f} = ((1-\beta)/\eta_{HP} + (1+C)*\beta/\eta_{CHP})*Q_{h,outg}$	227.713 kWh/a (Gl.A.1)
Endenergiebedarf BHKW = $Q_{h,f,BHKW} - \Sigma Q_{h,f}$	81.817 kWh/a

Bezugsgröße für die anfallende BHKW-Wärmeproduktion ist der Nutzenergiebedarf der Erzeugung „ $Q_{h,outg}$ “, ggf. die Summe aus mehreren Heiz- und Warmwasser-Versorgungsbereichen, ggf. zzgl. dem Wärmebedarf von Absorptionskälteanlagen. Mit den oben gezeigten Zusammenhängen werden die nötigen Kennzahlen und Nutzungsgrade berechnet und daraus mit Gl.A.1 der Endenergiebedarf (Summe) mit BHKW „ $Q_{h,f,BHKW}$ “.

## EnEV-Berechnung, Energieausweis

### 14.2 Energiebedarf nach Energieträgern (Ref-No 5.14.2)

Energieträger	Prozessbereich	Zonen	Endenergie kWh/a	$f_P$	$f_{Hs}/H_i$	$Q_P$ kWh/a
Heizöl	BHKW Endenergie		81.817	1,10	1,06	84.905
Strom-Mix	BHKW Stromgutsc		-48.000	2,60	1,00	-124.800
Erdgas	Heizwärme	1/2/3/4/5/	138.724	1,10	1,11	137.474
Strom-Mix	Warmwasser	5/	14.391	2,60	1,00	37.418
Strom-Mix	Luftförderung	1/2/3/5/	22.011	2,60	1,00	57.228
Strom-Mix	Klimakälte		6.252	2,60	1,00	16.255
Strom-Mix	Beleuchtung	1/2/3/4/5/	34.081	2,60	1,00	88.611
Strom-Mix	Hilfsenergie		2.110	2,60	1,00	5.487
$\Sigma$ [kWh/Jahr]			251.387			302.578

Primärenergiefaktor für Strom  $f_P = 2.6$  (EnEV '09, A1, Abs.2.1.1)

$Q_P = \Sigma Q_{f,i} * f_{P,i} / f_{Hs}/H_i$  (DIN V 18599-1, Gl.23)

Jahres-Primärenergiebedarf  $q_P = 302.578 / 2.224 = 136,1$  kWh/(m<sup>2</sup>a) ( $\Sigma A_{NGF} = 2.224$  m<sup>2</sup>)

Endenergiebedarf: Hilfsenergie 0,9 kWh/(m<sup>2</sup>a), Heizöl 36,8 kWh/(m<sup>2</sup>a), Erdgas 62,4 kWh/(m<sup>2</sup>a), Strom-Mix 34,5 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Endenergie = Jahressummen aus den Prozessbereichen

$f_P$  = Primärenergiefaktoren energieträgerbezogen nach DIN V 18599-1, Tab.A.1

Der zusätzliche Energiebedarf für den Betrieb des BHKWs ist die Differenz zwischen „ $Q_{h,f,BHKW}$ “ und „ $Q_{h,outg}$ “. In der EnEV-Bilanz wird außerdem der produzierte Strom mit dem Primärenergiefaktor für Strom-Mix gutgeschrieben.

Eine Aufteilung der Wärmeproduktion auf die Prozessbereiche und Betrachtungsmonate des Projekts erfolgt nicht. Aus diesem Grund ist eine Übergabe in den Energieausweis derzeit nicht möglich.

## Alternative Bilanzierung

Die alternative Bilanzierung „über den Primärenergiefaktor“ kann im örtlichen Dialog gewählt werden. In diesem Fall wird ein „Primärenergiefaktor für Nahwärme“ inklusive Stromgutschrift und damit ein Endenergiebedarf mit BHKW berechnet. Die Differenz zwischen diesem Bedarf und „ $Q_{h,outg}$ “ wird im EnEV-Nachweis gutgeschrieben, eine Übernahme in den Energieausweis ist aber ebenfalls nicht möglich. Beide Verfahren führen zum selben Primärenergiebedarf.



Primärenergiefaktor für die Nahwärmeversorgung  $f_{p,BHKW}$   
 Endenergiebedarf mit BHKW  $Q_{h,t} = f_{p,BHKW} \cdot Q_{h,outg}$   
 Wärmegutschrift (Heizöl)

0,74  
 107.525 kWh/a  
 38.371 kWh/a

Verfahren nach  
 neuer Norm

Die Berechnungsverfahren werden in der Normfassung von 2011 leicht modifiziert und ergänzt, bleiben ansonsten aber erhalten.



EEWärmeG

Beim Nachweis nach EEWärmeG (Erneuerbare Energien Wärmegesetz) wird lediglich der Anteil Wärme aus KWK berücksichtigt. Er müsste gemessen am gesamten Nutzenergiebedarf 50% betragen, um die Forderungen des EEWärmeG allein zu erfüllen. Die Stromproduktion des BHKW, die in der Regel in das öffentliche Netz eingespeist wird, ist nicht Gegenstand des EEWärmeG

**17.0 Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien (EEWärmeG)**  
 (Ref-No 5.17.0)

Nachweis für privat genutzte Gebäude

Wärme- und Kälteenergiebedarf = 175.728 kWh/a (Nutzenergie)

darin enthaltene Deckungsanteile aus erneuerbaren Energiequellen oder Ersatzmaßnahmen

Energiequelle	Energieertrag kWh/a	Deckungsanteil		Nutzungs- anteil
		erzielt	gefordert	
Umweltenergie [Kälte-1]	29.062	16,5 %	50,0 %	33,0 %
KWK [BHKW]	66.000	37,6 %	50,0 %	75,2 %
				108,2 %

Kritik

In Systemen mit Wärmepumpen, in denen die Endenergie kleiner ist als die Nutzenergie, versagen die Berechnungsalgorithmen.