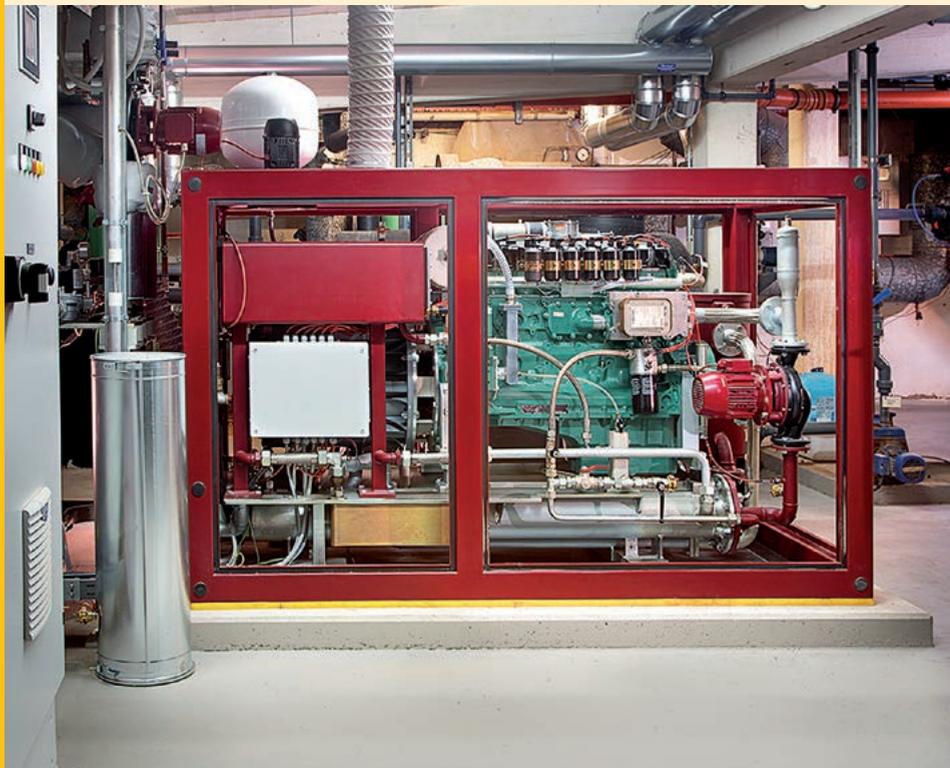


Wolfgang Suttor

# Blockheizkraftwerke

Ein Leitfaden für den Anwender

8., überarbeitete Auflage



Fraunhofer IRB  Verlag

<https://doi.org/10.51202/9783816793045-1>

Generiert durch IP '18.119.166.180', am 31.05.2024, 05:00:14.

Das Erstellen und Weitergeben von Kopien dieses PDFs ist nicht zulässig.

BINE-Fachbuch

Wolfgang Suttor

**Blockheizkraftwerke**



BINE-Fachbuch

# Blockheizkraftwerke

Ein Leitfaden für den Anwender

8., überarbeitete Auflage

Der Autor:

Wolfgang Suttor

Herausgeber



Leibniz-Institut für  
Informationsinfrastruktur

**Fraunhofer IRB**  **Verlag**



<https://doi.org/10.51202/9783816793045-1>

Generiert durch IP '18.119.166.180', am 31.05.2024, 05:00:14.

Das Erstellen und Weitergeben von Kopien dieses PDFs ist nicht zulässig.

BINE Informationsdienst berichtet über Themen der Energieforschung: Neue Materialien, Systeme und Komponenten, innovative Konzepte und Methoden. BINE-Leser werden so über Erfahrungen und Lerneffekte beim Einsatz neuer Technologien in der Praxis informiert. Denn erstklassige Informationen sind die Grundlage für richtungweisende Entscheidungen, sei es bei der Planung energetisch optimierter Gebäude, der Effizienzsteigerung industrieller Prozesse oder bei der Integration erneuerbarer Energien in bestehende Systeme.

BINE Informationsdienst ist ein Service von FIZ Karlsruhe GmbH und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Für weitere Fragen steht Ihnen zur Verfügung:

Uwe Friedrich (Redaktion)

BINE Informationsdienst, FIZ Karlsruhe GmbH, Büro Bonn

Kaiserstraße 185–197, 53113 Bonn

Tel. +49 2 28 9 23 79-0, E-Mail: [bine@fiz-karlsruhe.de](mailto:bine@fiz-karlsruhe.de), [www.bine.info](http://www.bine.info)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9303-8 | ISBN (E-Book): 978-3-8167-9304-5

Layout: Dietmar Zimmermann | Umschlaggestaltung: Martin Kjer | Herstellung: Angelika Schmid  
Satz: Fotosatz Buck, Kumhausen | Druck: Gulde Druck GmbH & Co. KG, Tübingen

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Titelbild: Jürgen Escher, COMUNA-metall Vorrichtung- und Maschinenbau GmbH

Umschlagrückseite: Duisburger Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH (links); Fraunhofer UMSICHT (Mitte); TU München, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (rechts)

© FIZ Karlsruhe GmbH, 2014

Verlag und Vertrieb:

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 9 70-25 00

Telefax +49 7 11 9 70-25 08

[irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	9
<b>1 Energiepolitische Zielsetzung und Rahmenbedingungen</b> .....	11
1.1 Energieeinsparung, Klimaschutz und Perspektiven .....	12
1.2 Energiewirtschaft im Umbruch .....	15
1.2.1 Vorräte, Verfügbarkeit und Verteilung von Energieträgern .....	15
1.2.2 Erzeuger, Verbraucher, Prosumer .....	16
1.2.3 Strompreise, Stromkosten, Einspeisevergütungen .....	16
1.2.4 Steuerungsmechanismen der Politik .....	19
1.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen .....	20
1.3.1 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) .....	22
1.3.2 Ökosteuer (Strom- und Energiesteuer) .....	22
1.3.3 Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft- Wärme-Kopplung (KWK-Gesetz [7]) .....	23
1.3.4 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) .....	25
1.3.5 Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz – (EEWärmeG) .....	27
1.3.6 Energieeinsparverordnung (EnEV) .....	27
1.3.7 Sonstige Gesetze und Regelwerke .....	27
1.4 Förderprogramme .....	29
1.5 Forschungsförderung .....	31
1.5.1 Das E-Energy Programm: Smart Grids made in Germany .....	31
1.5.2 Weitere Projekte der Bundesenergieforschung .....	31
1.5.3 Energieeffiziente Wärme- und Kältenetze (EnEff:Wärme) .....	33
1.6 Hemmnisse .....	34
<b>2 Von der KWK zum BHKW</b> .....	37
2.1 Die Grundidee der Kraft-Wärme-Kopplung .....	37
2.2 KWK-Techniken .....	40
2.2.1 Kleinanlagen von 50 kW <sub>el</sub> bis 2 MW <sub>el</sub> und Großanlagen über 2 MW <sub>el</sub> .....	40
2.2.2 Kleinstanlagen unter 50 kW <sub>el</sub> .....	45
2.3 Kältetechnologien .....	50
2.4 Speichertechnologien .....	51
2.4.1 Stromverbrauchsoptimierte Betriebsweise .....	51
2.4.2 Strompreis- und stromvergütungsoptimierte Betriebsweise .....	51
2.4.3 Überregionale Power-to-Gas Speicherung .....	51
<b>3 Auslegung, Einsatzbereiche und Umweltauswirkungen</b> .....	53
3.1 Auslegung .....	53
3.1.1 Mehrfamilienhäuser, Gewerbe und Industrie .....	53
3.1.2 Einfamilienhäuser .....	56
3.1.3 Einsatz eines Pufferspeichers .....	57
3.2 Zukünftige Einsatzbedingungen für die KWK .....	58
3.3 Umweltauswirkungen .....	59

<b>4</b>	<b>BHKW-Technik</b> . . . . .	61
4.1	Definition . . . . .	61
4.2	Bewertungskriterien . . . . .	62
4.3	Flächenbedarf und Gewicht . . . . .	63
4.4	Anlagenkomponenten . . . . .	65
4.4.1	Motoren . . . . .	65
4.4.2	Generatoren . . . . .	66
4.4.3	Steuerungstechnik . . . . .	67
4.4.4	Abgastechnik . . . . .	68
4.4.5	Schallschutztechnik . . . . .	71
4.5	BHKW-Integration . . . . .	72
4.5.1	Hydraulische Einbindung . . . . .	72
4.5.2	Steuer- und regelungstechnische Einbindung . . . . .	75
4.6	Wartungs- und Überwachungskonzepte . . . . .	76
4.6.1	Vollwartung . . . . .	76
4.6.2	Eigene Wartung und Teilwartung . . . . .	78
4.6.3	Betriebsüberwachung . . . . .	78
4.7	Technologische Einbindung . . . . .	79
4.7.1	Kälteerzeugung . . . . .	79
4.7.2	Speichertechnologien . . . . .	82
<b>5</b>	<b>Wirtschaftlichkeit</b> . . . . .	85
5.1	Grundlagen . . . . .	85
5.1.1	Berechnungsverfahren . . . . .	86
5.1.2	Beurteilungskriterien . . . . .	87
5.2	Kostenermittlung . . . . .	88
5.2.1	Kapitalkosten . . . . .	88
5.2.2	Brennstoffkosten . . . . .	91
5.2.3	Zusatz- und Reservekosten . . . . .	92
5.2.4	Sonstige Kosten . . . . .	93
5.3	Erlöse, Einsparungen . . . . .	94
5.3.1	Strom . . . . .	94
5.3.2	Wärme . . . . .	95
5.4	Beispiele . . . . .	95
5.4.1	BHKW mit 1 und 5,5 kW <sub>el</sub> . . . . .	95
5.4.2	Holz-BHKW mit 30 kW <sub>el</sub> . . . . .	99
5.4.3	BHKW mit 75 kW <sub>el</sub> in einer Biogasanlage . . . . .	99
5.4.4	Lichtblick-BHKW mit 19 kW <sub>el</sub> und 36 kW <sub>th</sub> . . . . .	102
<b>6</b>	<b>Organisatorische Konzepte, Betriebs- und Vermarktungsmodelle</b> . . . . .	103
6.1	Eigenversorgung . . . . .	104
6.1.1	Gewerbebetrieb, Eigentümer . . . . .	105
6.1.2	Gemeinschaften . . . . .	106
6.2	Fremdversorgung (Contracting) . . . . .	107
6.2.1	Contracting im Gewerbe . . . . .	107
6.2.2	Contracting in der Wohnungswirtschaft . . . . .	108
6.3	Betriebskonzepte . . . . .	109

6.3.1	Wärme- und Stromführung . . . . .	109
6.3.2	Optimierung der Betriebsführung . . . . .	109
6.3.3	Beispiele . . . . .	110
6.4	Vermarktungsmodelle. . . . .	113
6.4.1	Netzeinspeisung. . . . .	113
6.4.2	Stromabgabe an einen Fremdversorger (Contractor) . . . . .	114
6.4.3	Teilnahme an einem virtuellen Kraftwerk . . . . .	114
6.4.4	Verkauf am Regelleistungsmarkt . . . . .	114
6.4.5	Stromverkauf an Dritte . . . . .	115
6.4.6	Stromverkauf im »Objekt« aus einer Kundenanlage . . . . .	116
6.4.7	Deckung des Strom-Eigenbedarfs. . . . .	117
6.5	Ausblick . . . . .	118
6.5.1	Zukünftiger Strom- und Wärmemarkt. . . . .	118
6.5.2	Rolle der Kommunen . . . . .	118
<b>7</b>	<b>Anmeldung, Genehmigung, Anträge. . . . .</b>	<b>121</b>
7.1	Vor Inbetriebnahme . . . . .	121
7.2	Nach Inbetriebnahme . . . . .	121
7.3	Versicherungen. . . . .	122
<b>8</b>	<b>Planungsschritte . . . . .</b>	<b>124</b>
8.1	BHKW-Größe . . . . .	125
8.2	Pflichtenheft für den Objekt-Anwender . . . . .	125
8.3	Ausschreibung und Lieferumfang. . . . .	126
8.4	Beteiligung des Handwerks. . . . .	127
8.5	Pflichtenheft für den Projektbeauftragten. . . . .	128
<b>9</b>	<b>Neue Forschungstrends: KWK-Projekte der Förderinitiative EnEff:Wärme . . . . .</b>	<b>129</b>
9.1	Anlagentechnik . . . . .	129
9.2	Kombination von Technologien. . . . .	131
9.3	Dienstleistungs-, Betriebs- und Marktkonzepte sowie Kommunikations- und Informationstechniken. . . . .	136
9.4	Zusammenfassung – Forschungstrends . . . . .	138
9.5	Ausblick . . . . .	139
<b>10</b>	<b>Serviceteil. . . . .</b>	<b>140</b>
10.1	Förderung . . . . .	140
10.2	Baugenehmigung. . . . .	140
10.3	Zulassung und Meldung nach dem KWK-Gesetz. . . . .	140
10.4	Energiesteuerentlastung . . . . .	140
10.5	Stromlieferung . . . . .	140
10.6	Anmeldung beim örtlichen Stromversorger (Netzbetreiber) . . . . .	141
10.7	Ausschreibungsbeispiel für ein Energieliefer-Contracting. . . . .	141

<b>11</b>	<b>Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis</b> . . . . .	142
11.1	Zitierte Literatur . . . . .	142
11.2	Abbildungsverzeichnis . . . . .	144
<b>12</b>	<b>Forschungsvorhaben der Bundesregierung</b> . . . . .	147
12.1	Laufende und kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben . . . . .	147
12.2	Forschungsberichte . . . . .	150
<b>13</b>	<b>Weiterführende Literatur</b> . . . . .	152
13.1	Kraft-Wärme-Kopplung, Blockheizkraftwerke, Mini-Blockheizkraftwerke . . . . .	152
13.2	Stirling-Motoren . . . . .	155
13.3	Brennstoffzellen . . . . .	156
13.4	Zeitschriften . . . . .	157
13.5	Internet . . . . .	157
13.6	BINE Informationsdienst . . . . .	158
13.7	Forschungsportale des BMWi . . . . .	159
<b>14</b>	<b>Zum Autor</b> . . . . .	160

---

## Vorwort

Auch wenn sich die Versorgung mittels Kraft-Wärme-Kopplung in den letzten Jahrzehnten stark ausgebreitet hat, deckt sie aus der Sicht der gesamten Stromerzeugung bisher nur einen bescheidenen Anteil ab. Doch mit der im Sommer 2011 beschlossenen Energiewende hat sich die Bundesregierung ein ambitioniertes Ziel gesetzt: Bis 2050 soll die annähernde Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien sichergestellt werden. Die Energiewende bedeutet deshalb auch eine Abkehr von den zentralen zu mehr dezentralen Versorgungsstrukturen. Dabei zählt die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zu den effizientesten dezentralen Energiesystemen. Die rechtlichen und finanziellen Bedingungen werden nun so gestaltet, dass der KWK-Stromanteil von heute 13 auf 25 Prozent bis 2020 ausgebaut wird.

Die achte, überarbeitete Auflage dieses BINE-Fachbuchs trägt diesen neuen energiepolitischen Zielsetzungen und gesetzlichen Rahmenbedingungen Rechnung – und stellt ihre Auswirkungen für die KWK, für Blockheizkraftwerke und ihre Betreiber ausführlich vor. Das BINE-Fachbuch konzentriert sich auf dabei auf Fragen der praktischen Anwendung von BHKW. Schließlich soll dieser Leitfaden helfen, Hemmnisse bei der Umsetzung der Kraft-Wärme-Kopplung zu überwinden und u. a. einen einfachen und kostengünstigen Zugang zum Stromnetz zu ermöglichen.

Den thematischen Schwerpunkt bilden somit weiterhin technische und Betriebskonzepte, die Wirtschaftlichkeitsermittlung von BHKW-Anlagen sowie Organisations-, Finanzierungs- und Genehmigungsfragen. Der Serviceteil bietet in übersichtlicher Form neben Literatur und Links auch Hinweise auf Antrags- und Vertragsmuster für notwendige Genehmigungsschritte, für Betrieb und Wartung.

FIZ Karlsruhe GmbH  
BINE Informationsdienst

