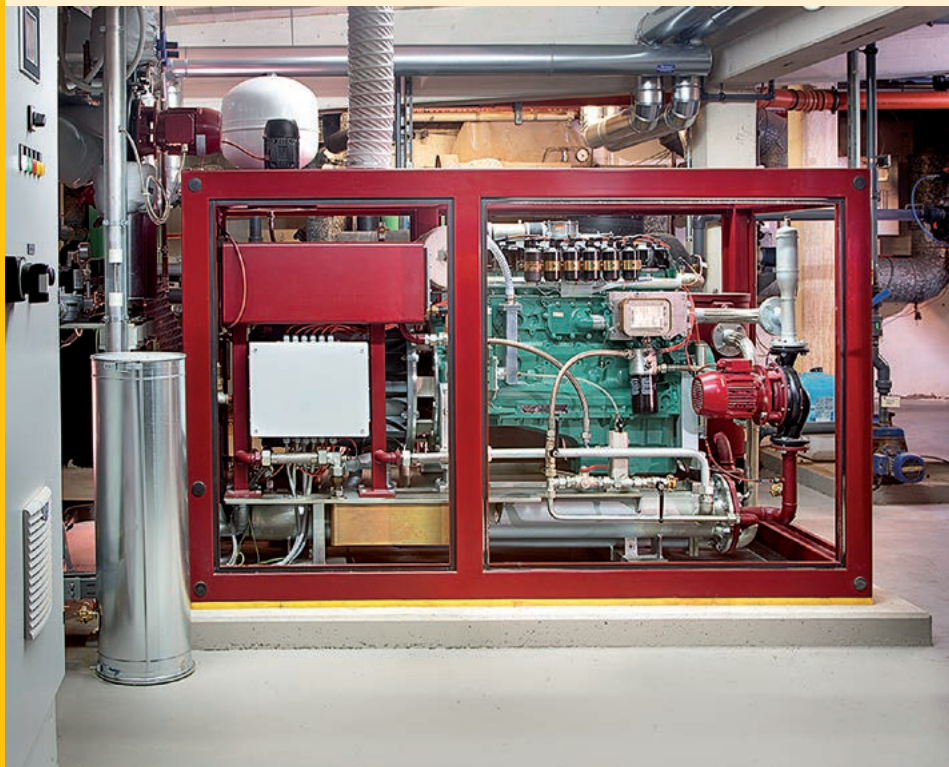



Wolfgang Suttor

Blockheizkraftwerke

Ein Leitfaden für den Anwender

8., überarbeitete Auflage



Fraunhofer IRB  Verlag

 **BINE**
Informationsdienst

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**



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, 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 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

www.baufachinformation.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Energiepolitische Zielsetzung und Rahmenbedingungen	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
2 Von der KWK zum BHKW	37
2.1 Die Grundidee der Kraft-Wärme-Kopplung	37
2.2 KWK-Techniken	40
2.2.1 Kleinanlagen von 50 kW _{el} bis 2 MW _{el} und Großanlagen über 2 MW _{el}	40
2.2.2 Kleinstanlagen unter 50 kW _{el}	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
3 Auslegung, Einsatzbereiche und Umweltauswirkungen	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

4	BHKW-Technik	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
5	Wirtschaftlichkeit	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 _{el}	95
5.4.2	Holz-BHKW mit 30 kW _{el}	99
5.4.3	BHKW mit 75 kW _{el} in einer Biogasanlage	99
5.4.4	Lichtblick-BHKW mit 19 kW _{el} und 36 kW _{th}	102
6	Organisatorische Konzepte, Betriebs- und Vermarktungsmodelle	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
7	Anmeldung, Genehmigung, Anträge.	121
7.1	Vor Inbetriebnahme	121
7.2	Nach Inbetriebnahme	121
7.3	Versicherungen.	122
8	Planungsschritte	124
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
9	Neue Forschungstrends: KWK-Projekte der Förderinitiative EnEff:Wärme	129
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
10	Serviceteil.	140
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

11	Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis	142
11.1	Zitierte Literatur	142
11.2	Abbildungsverzeichnis	144
12	Forschungsvorhaben der Bundesregierung	147
12.1	Laufende und kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben	147
12.2	Forschungsberichte	150
13	Weiterführende Literatur	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
14	Zum Autor	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

