

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Vorwort zur 2., vollständig überarbeiteten Auflage	9
1 Kraft-Wärme-Kopplung und Mini-Blockheizkraftwerke ..	15
1.1 Aufbau von Mini-Blockheizkraftwerken	19
1.2 Kenngrößen zur Beschreibung von Leistung und Effizienz	21
1.2.1 Elektrische Leistung	21
1.2.2 Thermische Leistung	22
1.2.3 Brennstoffleistung	24
1.2.4 Wirkungsgrade	26
1.3 Energetische Analyse von Mini-Blockheizkraftwerken ..	28
2 Technologieüberblick	41
2.1 Motor-BHKW	41
2.2 Stirlingmotor-BHKW	53
2.3 Brennstoffzellen-BHKW	65
2.4 Mikrogasturbinen-BHKW	72
2.5 Dampfmotor-BHKW	79
3 Aufstellung, Installation und Betriebsweise	85
3.1 Genehmigungs- und Anmeldeverfahren	86
3.2 Aufstellungsort	89
3.3 Brennstoffversorgung	91
3.4 Abgasführung	92
3.5 Elektrischer Anschluss	94
3.6 Betriebsführung	99
3.6.1 Wärmegeführter Netzparallelbetrieb	100
3.6.2 Stromgeführter Netzparallelbetrieb	105
3.7 Hydraulischer Anschluss	106
3.8 Regelungs- und Steuerungstechnik	114
4 Güte- und Effizienzkriterien für Mini-BHKW	117
4.1 Das Umweltzeichen «Der Blaue Engel»	117
4.2 Der Primärenergiefaktor nach EnEV	120
4.3 Die Primärenergieeinsparung nach EU-Richtlinie	126
5 Prüfstandsuntersuchungen	131
5.1 Prüfstand	132
5.2 Messgeräte	137

5.3	Fehlerrechnung	142
5.4	Versuchsdurchführung	147
6	Die DACHS HKA	149
6.1	Die DACHS HKA G/F für Erdgasbetrieb am Prüfstand ..	151
6.2	Versuchsergebnisse	155
6.2.1	Variation der Rücklauf­temperatur	155
6.2.2	Variation der Vorlauf­temperatur	157
6.2.3	Ein-/Ausschaltversuche	159
6.2.4	Auflösung des Startverhaltens	163
6.2.5	Schadgasemissionen	166
6.2.6	Messungen zum Umweltzeichen «Der Blaue Engel»	167
6.2.7	Zusammenfassung der Ergebnisse und Erfahrungen mit der DACHS HKA G/F	168
7	Das SOLO-Stirling-161-microKWK-Modul	171
7.1	Technik und Einbindung	171
7.2	Versuchsergebnisse	177
7.2.1	Variation der Rücklauf­temperatur	177
7.2.2	Leistungsvariation	179
7.2.3	Instationäres Verhalten	181
7.2.4	Messungen zum Umweltzeichen «Der Blaue Engel»	186
7.2.5	Leistungsvariation über die Drehzahl	188
7.2.6	Zusammenfassung der Ergebnisse und Erfahrungen mit dem SOLO-Stirling-BHKW	193
8	Das Mini-BHKW ecopower	197
8.1	Technik, Einbindung und Regelung	197
8.2	Versuchsergebnisse	203
8.2.1	Variation der Rücklauf­temperatur	205
8.2.2	Teillastverhalten, Variation der Drehzahl	208
8.2.3	Instationäres Verhalten	210
8.2.4	Schadgasemissionen	215
8.2.5	Messungen zum Umweltzeichen «Der Blaue Engel»	217
8.2.6	Zusammenfassung der Ergebnisse und Erfahrungen für das Mini-BHKW ecopower	219
9	Biogas-Stirlingmotor-BHKW SM5A	223
9.1	Technische Beschreibung	224
9.1.1	Einbindung und Steuerung des Mini-BHKWs SM5A	227
9.1.2	An- und Abfahrverhalten	230
9.2	Versuchsergebnisse	231
9.2.1	Variation der Rücklauf­temperatur	233
9.2.2	Teillastverhalten	236

9.3	Schadgasemissionen/Messungen zum Umweltzeichen «Der Blaue Engel»	242
9.4	Zusammenfassung der Ergebnisse und Erfahrungen mit dem BHKW SM5A	244
10	Das Dampfmotor-BHKW lion® Powerblock	247
10.1	Aufbau des lion® Powerblocks	249
10.2	Versuchsergebnisse	254
10.2.1	Variation der Rücklauftemperatur	254
10.2.2	Variation der Leistungsstufe	256
10.2.3	Instationäres Verhalten	260
10.3	Messungen zum Umweltzeichen «Der Blaue Engel» ...	264
10.4	Zusammenfassung der Ergebnisse und Erfahrungen mit dem lion® Powerblock	265
11	Das Motor-BHKW XRGI 15G-TO	269
11.1	Aufbau des BHKWs XRGI 15G-TO	270
11.2	Versuchsergebnisse	276
11.2.1	Variation der Rücklauftemperatur	276
11.2.2	Leistungsvariation	278
11.2.3	Instationäres Verhalten	281
11.3	Messungen zum Umweltzeichen «Der Blaue Engel» ...	286
11.4	Zusammenfassung der Ergebnisse und Erfahrungen mit dem BHKW XRGI 15G-TO	288
12	Vergleichende Betrachtung der untersuchten Mini-BHKW	291
12.1	Wirkungsgradvergleich	291
12.2	Schadgasemissionen	295
12.3	Primärenergiefaktor und Primärenergieeinsparung ...	297
12.4	Fazit	299
12.5	Referenzanlagen	302
13	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	305
13.1	Vergütung der erzeugten elektrischen Energie	306
13.2	Brennstoffkosten	308
13.3	Wartungskosten	312
13.4	Erlösberechnung, Kapitalkosten, Wirtschaftlichkeit ...	314
13.5	Schlussfolgerungen und Ausblick	318
13.5.1	Mehrfamilienhäuser, kleine Gewerbebetriebe ...	319
13.5.2	Einfamilienhäuser	321
14	Ausblick	323
Anhang	325

Verwendete Formelzeichen und Einheiten	333
Literatur- und Quellenverzeichnis	335
Stichwortverzeichnis	341