

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Verzeichnis der verwendeten Symbole</b>	IX
<b>1 Einleitung</b>	1
1.1 Entstehung und Entwicklung der GuD-Anlagen	1
1.2 Wirkungsgrade	4
1.3 Derzeitige Entwicklung	7
<b>2 Die Gasturbine</b>	10
2.1 Bauarten	10
2.1.1 Einwellige GT-Anlage	10
2.1.2 Zweiturbogruppe mit Zwischenkühlung und Zwischenerhitzung	13
2.1.3 Aeroderivative zweiwellige GT mit coaxialer Wellenanordnung	14
2.2 Thermodynamik und Parameter des GT-Kreislaufes	15
2.2.1 Der GT-Kreislauf	15
2.2.2 Luftzahl und Heißgasstrom	16
2.2.3 Kühlluft	18
2.2.4 Wirkungsgrad	18
2.2.5 Abgastemperatur am GT-Austritt und die spezifische Leistung	20
2.2.6 Wirkung der Druckverluste	22
2.2.7 Leistungsbedarf des Verdichters	23
2.3 Teillastverhalten	24
2.3.1 Einwellengasturbinenanlage	24
2.3.2 Teillastverhalten der aeroderivativen Zweiwellen- turbine	26
2.3.3 Stellgrößen der GT	26
2.4 Einwellen-GT mit Zwischenerhitzung	27

2.5	Verbrennungsvorgang . . . . .	30
2.5.1	Brenner . . . . .	30
2.5.2	Brennkammer . . . . .	33
2.5.3	Katalytische Verbrennung . . . . .	36
2.5.4	Stickoxidgehalt im Abgas . . . . .	37
2.6	Elemente des Heißgastemperaturbereiches . . . . .	37
2.6.1	Belastung und Werkstoffe . . . . .	37
2.6.2	Doppelschalenbauweise . . . . .	39
2.6.3	Kühlungsverfahren . . . . .	40
2.6.4	Luft- und Dampfkühlung der GT-Elemente . . . . .	41
2.7	Beschichtung der GT-Elemente . . . . .	44
2.8	Verbesserungsmöglichkeiten bei GT-Anlagen . . . . .	46
2.8.1	Luftkühlung vor Verdichter . . . . .	46
2.8.2	Zwischenkühlung der Luft . . . . .	47
2.8.3	Vorwärmung der verdichteten Luft durch Abgas . . . . .	47
2.8.4	Vorwärmung des Brennstoffes . . . . .	48
2.9	Anfahren und Abstellen der GT-Anlage . . . . .	49
2.10	Sicherheitselemente der GT . . . . .	50
2.11	Vergleich der Grenzleistung von Dampf- und Gasturbine . . . . .	51
<b>3</b>	<b>Abgasweg von der Gasturbine zum Abhitzeessel . . . . .</b>	<b>53</b>
3.1	Abgaskanal . . . . .	53
3.2	Abgasumleitung . . . . .	55
3.3	Kamin . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Abhitzeessel . . . . .</b>	<b>61</b>
4.1	Aufbau und Prozesse . . . . .	61
4.1.1	Bauarten des Abhitzeessels . . . . .	61
4.1.2	Schaltung der Massenströme und der Pinch-point . . . . .	64
4.1.3	Wärmeübertragung an das Rippenrohr . . . . .	68
4.1.4	Druckabfall auf der Abgas- sowie Arbeitsstoffseite . . . . .	71
4.1.5	Fest- und Gleitdruckbetrieb . . . . .	72
4.1.6	Massenstromdichte und Strömungsform in Siederohren . . . . .	73
4.1.7	Mehrdruckanlagen . . . . .	74
4.2	Trommelkessel . . . . .	75
4.2.1	Steilrohrkessel mit Naturumlauf . . . . .	75
4.2.2	Turmkessel . . . . .	78

4.2.3	Natur- und Zwangumlauf . . . . .	79
4.2.4	Teillastverhalten des Trommelkessels . . . . .	81
4.2.5	Umlauf bei Teillast . . . . .	83
4.2.6	Trommel . . . . .	84
4.2.7	Absalzung . . . . .	86
4.3	Durchlaufkessel . . . . .	87
4.3.1	Verdampferaufbau . . . . .	87
4.3.2	Wasserabscheider . . . . .	89
4.3.3	Abstimmung der Beheizung mit der Kesselspeisung . . . . .	91
4.3.4	Strömungsform im waagerechten Siederohr . . . . .	93
4.3.5	Aufwärtsströmung im Verdampfer . . . . .	95
4.3.6	Abwärtsströmung im Verdampfer . . . . .	100
4.3.7	Drossel am Eko- bzw. Verdampfereintritt . . . . .	102
4.3.8	Teillastverhalten des Durchlaufkessels . . . . .	104
4.4	Mehrdruckkessel . . . . .	105
4.4.1	Zweidruckkessel . . . . .	105
4.4.2	Dreidruckkessel . . . . .	107
4.4.3	Zwischenüberhitzung . . . . .	107
4.5	Heizflächen mit Einphasenarbeitsstoff . . . . .	109
4.5.1	Aufbau des Überhitzers und Zwischenüberhitzers . . . . .	109
4.5.2	Eko und Speisewassertemperaturbehälter . . . . .	111
4.6	Lage des NO <sub>x</sub> -Katalysators (Denox) . . . . .	113
4.7	Werkstoff der AK-Heizflächen . . . . .	114
4.8	Dynamik des AK . . . . .	114
4.8.1	Zweck der Dynamikuntersuchung . . . . .	114
4.8.2	Zeitverhalten der Rohrrippen . . . . .	115
4.8.3	Trommelkessel als Regelstrecke . . . . .	116
4.8.4	Durchlaufkessel als Regelstrecke . . . . .	117
4.8.5	Überhitzer und Zwischenüberhitzer . . . . .	119
4.9	Regelung . . . . .	119
4.9.1	Regelleistung . . . . .	119
4.9.2	Trommelkessel . . . . .	120
4.9.3	Durchlaufkessel . . . . .	120
4.9.4	Regelung der Dampftemperatur . . . . .	121
4.10	Anfahren und Abstellen . . . . .	122
4.10.1	Anfahren . . . . .	122
4.10.2	Abstellen . . . . .	126
4.10.3	Stillstand . . . . .	127

<b>5 Dampfkreislauf</b>	131
5.1 Aufbau und thermischer Wirkungsgrad des Dampfkreislaufes	131
5.2 Speisewasserbehälter und Entgaser	133
5.3 Mehrwellige Anlage mit Dampfschiene	133
5.4 Dampfturbine für GuD	135
5.5 Einwellenanordnung der GT und der Dampfturbine	137
5.6 Anfahren	138
5.7 Vollastabschaltung	139
<b>6 Nachfeuerung</b>	141
6.1 Zweck der Nachfeuerung	141
6.2 Wirkungsgrad der GuD mit Nachfeuerung	143
6.3 Nachbrenner	144
6.4 Vor- und Nachteile der Nachfeuerung	146
<b>7 GuD-Blöcke mit großen Dampferzeugern</b>	148
7.1 Vorliegende Verfahren	148
7.2 Dampfblock mit vorgeschalteter GT	150
7.3 Verbundkraftwerk	154
7.3.1 Mögliche Wärmeschaltungen	154
7.3.2 Betriebsverhalten	157
<b>8 Kohle als GuD-Brennstoff</b>	159
8.1 Mögliche Verfahren	159
8.2 Einige Eigenschaften der Kohle	160
8.2.1 Zusammensetzung der festen Brennstoffe	160
8.2.2 Aschenumwandlung beim Erhitzen	161
8.3 GuD mit Kohlevergasung	161
8.3.1 Anforderungen an den Vergaser	161
8.3.2 Integrierte Vergasung des Kohlenstaubes	162
8.3.3 Gasentschwefelung	165
8.3.4 Verdünnung und Aufsättigung des Kohlegases	166
8.3.5 Wirkungsgrad	168
8.3.6 Kohlezufuhr und Ascheabfuhr unter Druck	168
8.4 GT mit Kohlefeuerung	170
8.4.1 Wirbelschichtfeuerung	170

---

8.4.2	Stationäre und zirkulierende Wirbelschicht . . . . .	171
8.4.3	GuD mit stationärer Wirbelschicht . . . . .	172
8.4.4	GuD mit zirkulierender Wirbelschicht . . . . .	174
8.5	Standardgasturbine im Kohlegasbetrieb . . . . .	175
8.6	Anfahren und Schutz . . . . .	178
<b>9</b>	<b>GuD-Prozess ohne Dampfturbine . . . . .</b>	<b>181</b>
9.1	Cheng-Prozess (GDT) . . . . .	181
9.2	Prozesse mit Luftsättigung . . . . .	183
<b>10</b>	<b>Wasserpflege im GuD-Dampfkreislauf . . . . .</b>	<b>185</b>
10.1	Entscheidende Faktoren . . . . .	185
10.2	Wasseraufbereitung . . . . .	186
10.3	Anforderungen an Wasser und Dampf . . . . .	187
<b>Sachverzeichnis</b>	<b>. . . . .</b>	<b>189</b>

Kombinierte Gas- und Dampfkraftwerke

Dolezal, R.

2001, XIII, 197 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-67526-6