

Georg-Nikolaus Stamatelopoulos,
Braunschweig

Berechnung und Optimierung von Kraft- werkskreisläufen

Reihe **6**: Energietechnik

Nr. **340**

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	IX
1 Einleitung	1
1.1 Übersicht über Kreislaufberechnungsprogramme	1
1.2 Geschichte der Kombi-Anlage	7
2 ENBIPRO - Kreislaufberechnungsprogramm	10
2.1 Programmaufbau	11
2.1.1 Kurze Beschreibung der Unterprogramme	13
2.1.2 Vorgehensweise und mathematischer Algorithmus	19
2.2 Modellierung der einzelnen Komponenten	22
2.2.1 Wärmetauscher	25
2.2.2 Kondensator	27
2.2.3 Speisewasserbehälter	27
2.2.4 Trommel	28
2.2.5 Wasser/Dampf Abscheider	29
2.2.6 Pauschale Energiezufuhr oder -abfuhr	29
2.2.7 Dampfturbine	30
2.2.8 Gasturbine	32
2.2.9 Verzweigung eines Stromes	33
2.2.10 Mischstelle zweier Ströme	34
2.2.11 Pumpe	35
2.2.12 Verdichter	36

2.2.13	Brennkammer	37
2.2.14	Drosselstelle	38
2.2.15	Katalysator	38
2.2.16	Mühle	38
2.3	Stoffwerteprogramme	39
2.3.1	Stoffwerte für Wasser/Dampf	39
2.3.2	Stoffwerte für das Rauchgas	40
2.3.3	Stoffwerte für die Stahlsorten	40
2.4	Berechnete Anlagen	40
2.4.1	Überkritischer Dampferzeuger	41
2.4.2	Kombi-Anlage mit druckaufgeladener zirkulierender Wirbelschicht	45
2.4.3	Vorschaltung einer Gasturbine vor einem existierenden Dampferzeuger	51
3	Teillastverhalten energietechnischer Anlagen	53
3.1	Wärmetauscheranalyse	53
3.1.1	Grundlagen der Methode	54
3.1.2	Effektivität-kA Beziehungen	56
3.1.3	Anwendung der Methode bei der Teillastberechnung von Wärmetauschern	58
3.2	Teillastverhalten der Gasturbinenanlage	61
3.3	Berechnete Anlagen bei Teillast	65
3.3.1	TWS Münster	66
3.3.2	Vergleich mit der Methode der mittleren logarithmischen Temperaturdifferenz	66
3.3.3	VEGA 109F-R	70
3.3.4	Ergebnisse der Teillastberechnung	70
4	Wärmetechnische Auslegung	76
4.1	Berechnung der Wärmeübergangskoeffizienten	76
4.1.1	Wärmeübergang bei Strahlung	80

4.2	Auslegung der Wärmetauscher	80
4.2.1	Brennkammer	81
4.2.2	Heizfläche im Flammenraum	82
4.2.3	Auslegung der Wandheizflächen	84
4.2.4	Die Abmessungen des Rauchgaskanals	85
4.2.5	Die Berechnung der Rohrbündelheizflächen	85
4.2.6	Auslegung der Tragrohre	88
4.2.7	Auslegung anderer Wärmetauscherarten	88
4.3	Anwendung am Beispiel des Kessels von TWS Münster	89
4.3.1	Beschreibung von TWS Münster	89
4.3.2	Berechnung von TWS Münster mit ENBIPRO	91
4.3.3	Brennkammer	91
4.3.4	Flammenraum	93
4.3.5	Wandheizflächen	94
4.3.6	Bündelheizflächen	95
4.3.7	Tragrohre	96
4.3.8	Berechnung ohne vorgegebene Schichtdicke	97
4.3.9	Zusammenfassende Wertung	97
5	Optimierung von Kombi-Anlagen	99
5.1	Pinch Technologie	102
5.1.1	Veränderte Pinch Methode	102
5.1.2	Kombi-Anlage mit Zusatzfeuerung und katalytischer Nachverbrennung	109
5.1.3	Anwendung der veränderten Pinch Point Methode auf die Kombi-Anlage mit Zusatzfeuerung und katalytischer Nachverbrennung . . .	110
5.2	Exergoökonomische Optimierung - Exergoeconomics	117
5.2.1	Exergieanalyse	117
5.2.2	Exergiebilanz	119
5.2.3	Thermodynamische Bewertung	120

5.3	Wirtschaftlichkeitsanalyse	122
5.3.1	Jährliche Stromgestehungskosten	122
5.3.2	Spezifische Stromgestehungskosten	124
5.3.3	Investitionskosten von Kraftwerken	126
5.4	Exergoökonomische Analyse	127
5.4.1	Exergy Costing	128
5.4.2	Kostenbilanz	129
5.4.3	Exergoökonomische Bewertung	132
5.4.4	Anwendung der exergoökonomischen Optimierung auf die Kombi- Anlage mit Zusatzfeuerung und katalytischer Nachverbrennung . . .	134
6	Zusammenfassung	141
	Literaturverzeichnis	143