

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einführung	1
2 Ansätze und thermodynamische Grundlagen	3
2.1 Ansätze	3
2.2 Entropieproduktion bei einer chemischen Reaktion	6
2.3 Bewertungskriterien des Energieumwandlungsprozesses	7
3 Wirkungsgradminderung bzw. Entropieproduktion bei den Reaktions- schritten der einstufigen, zweistufigen und dreistufigen Verbrennung	10
3.1 Maximale technische Leistung eines EUP'es mit graphitischem Kohlenstoff als Primärenergie	10
3.2 Wirkungsgradminderung bei der einstufigen Verbrennung	11
3.3 Wirkungsgradminderung bei der zweistufigen Verbrennung	13
3.3.1 Vergasung des graphitischen Kohlenstoffs	14
3.3.2 Oxidation des bei der Vergasung erzeugten Gases	18
3.3.3 Gesamte Wirkungsgradminderung bei der zweistufigen Verbrennung	19
3.4 Wirkungsgradminderung bei der dreistufigen Verbrennung	21
3.4.1 Vergasung des graphitischen Kohlenstoffs	24
3.4.2 Reduktion von Hämatit	25
3.4.3 Oxidation der Eisenoxide zu Hämatit	27
3.4.4 Gesamte Wirkungsgradminderung bei der dreistufigen Verbrennung	32
3.5 Gegenüberstellung der einstufigen, zweistufigen und dreistufigen Verbrennung	33
4 Beurteilung der technologischen Realisierungsmöglichkeiten	35
4.1 Kohlevergasung	35
4.2 Reduktion von Eisenoxiden	38
4.2.1 Eisenerzeugung	38
4.2.2 Der Eisen-Dampf-Prozeß zur Wasserstofferzeugung	40
4.3 Oxidation von Eisenoxiden	42

4.4	Reaktionsapparate für die Reduktion/Oxidation von Eisenoxiden	43
4.4.1	Retorten-Verfahren	45
4.4.2	Schachtofen-Verfahren	47
4.4.3	Wirbelschicht-Verfahren	52
4.5	Betrachtung eines Wärmekraftprozesses mit integrierter Kohlevergasung und mit Eisenoxiden als Sauerstoffträger	55
5	Bilanzierung und thermodynamische Analyse eines Prozesses mit Verbrennung in zwei Reaktionsschritten unter Verwendung von Kohle als Primärenergie	60
5.1	Vorbemerkungen zur Bilanzierung	60
5.2	Bewertungskriterien	63
5.3	Beschreibung der Anlage	64
5.4	Thermodynamische Analyse und Exergieverlustanalyse	71
6	Zusammenfassung	75
7	Nomenklatur	77
8	Anhang	80
A.1	Auslegungsdaten und Annahmen für die Bilanzierung	80
A.2	Massen-, Enthalpie- und Entropiebilanz der Anlage	84
A.3	Energiebilanz und Exergieverlustbilanz der Anlageneinheiten	86
A.4	Wärmebilanz und Exergieverlustbilanz des Wärmetauschersystems	88
A.5	Massen-, Enthalpie- und Entropiebilanz des Wärmetauschersystems	91
9	Literaturverzeichnis	94