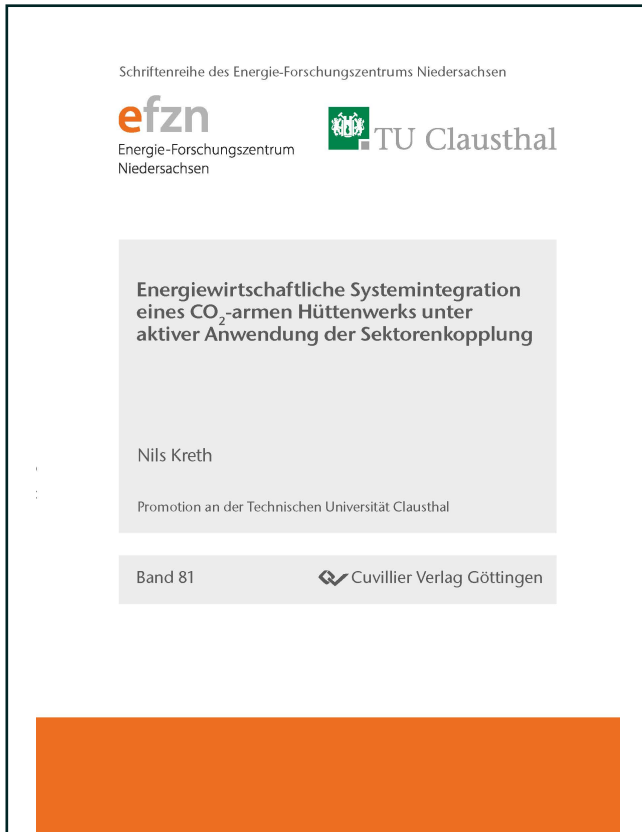




Nils Kreth (Autor)

# Energiewirtschaftliche Systemintegration eines CO<sub>2</sub>-armen Hüttenwerks unter aktiver Anwendung der Sektorenkopplung



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8959>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>vii</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>ix</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>Formelverzeichnis</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Energiesystemmodellierung einer dekarbonisierten Stahlindustrie</b>	<b>1</b>
1.1 Konzepte der Dekarbonisierung . . . . .	1
1.2 Das SALCOS®-Projekt der Salzgitter AG . . . . .	3
1.3 Bisherige Untersuchungen zur Dekarbonisierung eines Hüttenwerks . . . . .	3
1.4 Lineare Modellierung integrierter Hüttenwerke . . . . .	5
1.5 Ziel und Methodik der Arbeit . . . . .	7
<b>I Energiewirtschaft eines kohlenstoffbasierten Hüttenwerks</b>	<b>11</b>
<b>2 Modellierung der Energiewirtschaft eines Hüttenwerks</b>	<b>13</b>
2.1 Kokerei . . . . .	13
2.2 Hochofenanlage . . . . .	15
2.2.1 Hochöfen . . . . .	15
2.2.2 Windgebläse . . . . .	18
2.2.3 Kohlenstoffeinblasanlage . . . . .	19
2.3 Stahlwerk . . . . .	20
2.4 Walzwerke und Oberflächenbehandlung . . . . .	22
2.4.1 Warmwalzwerk . . . . .	22
2.4.2 Kaltwalzwerk und Oberflächenveredelung . . . . .	24
2.5 Kraftwerk . . . . .	25
2.5.1 Dampferzeuger . . . . .	28
2.5.2 Turbinen und Maschinen . . . . .	30
2.5.3 Fernwärme . . . . .	33
2.6 Sonstige Komponenten . . . . .	33
2.6.1 Erzvorbereitung . . . . .	34
2.6.2 Wasserstoffherstellung . . . . .	34
2.7 Übergeordnetes Modell des kohlenstoffbasierten Hüttenwerks . . . . .	36
2.7.1 Produktbilanzen . . . . .	36
2.7.2 Brennstoffbilanzen . . . . .	37
2.7.3 Dampfbilanzen . . . . .	39
2.7.4 Bilanzen der technischen Gase . . . . .	41
2.7.5 Elektrische Leistungsbilanz . . . . .	41

2.7.6	Optimierungsziel . . . . .	42
2.8	Modellvalidierung . . . . .	43
<b>3</b>	<b>Potenziale zur Energiekostenminimierung</b>	<b>49</b>
3.1	Datengrundlage des Basisszenarios . . . . .	49
3.2	Brennstoff- und Kraftwerkseinsatz . . . . .	50
3.3	Bewertung der Flexibilitätsoptionen . . . . .	55
<b>II</b>	<b>Flexibilitätsoptionen eines Hüttenwerks im Transformationsprozess</b>	<b>57</b>
<b>4</b>	<b>Modellierung der Komponenten einer CO<sub>2</sub>-armen Eisenerzeugung</b>	<b>59</b>
4.1	Elektrolyse . . . . .	59
4.2	Direktreduktionsanlage . . . . .	60
4.3	Elektrolichtbogenofen . . . . .	65
4.4	Übergeordnetes Modell des Hüttenwerks in der Transformation . . . . .	68
4.4.1	Produktbilanzen . . . . .	68
4.4.2	Brennstoffbilanzen . . . . .	69
4.4.3	Dampfbilanzen . . . . .	69
4.4.4	Bilanzen der technischen Gase . . . . .	70
4.4.5	Elektrische Leistungsbilanz . . . . .	70
4.4.6	Optimierungsziel . . . . .	70
<b>5</b>	<b>Flexibilitätspotenziale der Energieverbundwirtschaft</b>	<b>71</b>
5.1	Szenarienerstellung . . . . .	71
5.1.1	Produktionsplanung . . . . .	71
5.1.2	Entwicklung der Energiepreise . . . . .	72
5.2	Auswirkungen der Transformation auf die Brennstoffverteilung . . . . .	73
5.2.1	SALCOS <sup>®</sup> 1. Ausbaustufe . . . . .	73
5.2.2	SALCOS <sup>®</sup> 2. Ausbaustufe . . . . .	78
5.2.3	SALCOS <sup>®</sup> 3. Ausbaustufe . . . . .	82
5.3	Entwicklung des Energiebedarfs . . . . .	85
<b>III</b>	<b>Energiesystemintegration eines CO<sub>2</sub>-armen Hüttenwerks</b>	<b>93</b>
<b>6</b>	<b>Modell eines zukünftigen Hüttenwerks</b>	<b>95</b>
6.1	Abstraktion des Modells . . . . .	95
6.2	Modellierung der externen Energiebereitstellung . . . . .	99
<b>7</b>	<b>Möglichkeiten der Systemintegration</b>	<b>103</b>
7.1	Untersuchte Integrationsszenarien . . . . .	103
7.2	Systemintegration einer konstanten Stahlproduktion . . . . .	104
7.2.1	8000 h-Elektrolyse . . . . .	104
7.2.2	5000 h-Elektrolyse . . . . .	107
7.2.3	5000 h-Elektrolyse und integriertes Kraftwerk . . . . .	110
7.3	Systemintegration einer flexiblen Stahlproduktion . . . . .	112
7.3.1	8000 h-Elektrolyse . . . . .	113
7.3.2	5000 h-Elektrolyse . . . . .	116

7.3.3	5000 h-Elektrolyse und integriertes Kraftwerk . . . . .	119
7.4	Vergleich verschiedener Integrationsszenarien . . . . .	124
7.5	Schlussfolgerungen am Beispiel des SALCOS®-Projekts . . . . .	131
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>135</b>
	<b>Literatur</b>	<b>139</b>