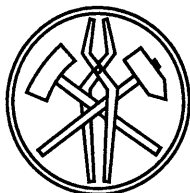


**Berichte aus dem  
Institut für Eisenhüttenkunde**



**IEHK**  
RWTH Aachen

**Andreas Opfermann**

---

**Online-Messung von  
Natrium, Kalium, Zink und Blei  
im Gichtgas des Hochofens**

---

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. W. Bleck  
Prof. Dr.rer.nat. Dr.-Ing.e.h. W. Dahl  
Prof. Dr.-Ing. T. El Gammal  
Prof. Dr.-Ing. H.W. Gudenau  
Prof. Dr.-Ing. D. Senk

---

Band 11/2003

Shaker Verlag  
D 82 (Diss. RWTH Aachen)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>EINFÜHRUNG IN DEN THEMENKREIS</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Hochofen</b>	<b>4</b>
2.1.1	Verfahrensbeschreibung	4
2.1.2	Verfahrensentwicklung	6
2.1.3	Reststoffe im Hochofenprozess	8
<b>2.2</b>	<b>Kreislaufstoffe im Hochofen</b>	<b>11</b>
2.2.1	Äußerer Kreislauf	11
2.2.2	Innere Kreisläufe im Hochofen	13
2.2.2.1	Alkalienkreislauf	13
2.2.2.2	Zinkkreislauf	40
2.2.2.3	Bleikreislauf	50
2.2.2.4	Zusammenfassung der Kreislaufstoffproblematik	55
<b>2.3</b>	<b>Messmethodik am Hochofen und Lasermesstechnik</b>	<b>56</b>
2.3.1	Konventionelle Messmethoden	56
2.3.2	Grundlagen des Lasers und Einsatz der Laserspektroskopie	57
2.3.3	Einsatz der Lasermesstechnik	61
2.3.4	Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)	64
<b>3</b>	<b>EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN</b>	<b>66</b>
<b>3.1</b>	<b>Untersuchung von Gichtstaubproben eines Hochofens</b>	<b>66</b>
3.1.1	Einfluss der Roheisentemperatur auf Roheisenqualität, Basizität und Alkaliengehalte der Schlacke	67
3.1.2	Ergebnisse der Staubprobenuntersuchungen	70
3.1.3	Vordiskussion der Staubuntersuchungen	74
<b>3.2</b>	<b>LIBS-Messungen unter Laborbedingungen am IEHK</b>	<b>77</b>
3.2.1	Versuchsmaterialien	77
3.2.2	Aufbau der Versuchsanlage	77
3.2.3	Versuchsdurchführung und Ergebnisse	80
3.2.3.1	Experimente zur Untersuchung des Plasmas	81
3.2.3.2	Linienauswahl	88
3.2.3.3	Optimierung der Verzögerungszeit für die Elemente	92
3.2.3.4	Einfluss von Messparametern auf das Messergebnis	95
3.2.3.5	Aufnahme von Kalibrationskurven für die Kreislaufelemente	102
3.2.4	Vordiskussion der Lasermessungen am IEHK	104

<b>3.3</b>	<b>LIBS-Messungen an Hochöfen</b>	<b>109</b>
3.3.1	Aufbau der Versuchsanlage	109
3.3.2	Messung bei der Thyssen Krupp Stahl AG (Deutschland)	111
3.3.2.1	Ergebnisse der Messungen bei TKS	113
3.3.2.2	Vordiskussion der Messungen bei der Thyssen Krupp Stahl AG	119
3.3.3	Messung bei Rautaruukki Steel Oy (Finnland)	119
3.3.3.1	Ergebnisse der Messungen bei Rautaruukki Steel Oy	121
3.3.3.2	Vordiskussion der Lasermessungen bei Rautaruukki Oy	130
3.3.4	Messung bei Aceralia (Spanien)	132
3.3.4.1	Ergebnisse der Messungen bei Aceralia	133
3.3.4.2	Vordiskussion der Lasermessungen bei Aceralia	138
<b>4</b>	<b>GESAMTDISKUSSION</b>	<b>140</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>157</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>160</b>