

I. Singulosilikate.

SiO ₂ %	FeO %	CaO %	Schmelzpunkt °C
29,20	70,80	0	1270
29,75	66,25	4	1250
30,09	61,91	8	1240
30,42	57,58	12	1220
30,76	53,24	16	1170
31,07	48,93	20	1205
31,40	44,60	24	1190
31,70	40,30	28	1170
32,10	35,90	32	1150
32,30	31,70	36	1130
32,70	27,30	40	1150
33,10	22,90	44	1190
33,44	18,56	48	1270
33,79	14,21	52	1430 +

II. Sesquisilikate.

SiO ₂ %	FeO %	CaO %	Schmelzpunkt °C
38,46	61,54	0	1120
38,90	57,10	4	1090
39,34	52,66	8	1060
39,78	48,22	12	1060
40,22	43,78	16	1090
40,66	39,34	20	1130
41,11	34,89	24	1150
41,54	30,46	28	1160
41,99	26,01	32	1165
42,42	21,58	36	1190
42,87	17,13	40	1250
43,31	12,69	44	1330 +
43,75	8,26	48	—
44,19	3,81	52	—

III. Bisilikate.

SiO ₂ %	FeO %	CaO %	Schmelzpunkt °C
45,45	54,55	0	1110
46,00	50,00	4	1070
46,53	45,47	8	1030
47,04	40,96	12	1050
47,56	36,44	16	1090
48,02	31,98	20	1130
48,57	27,43	24	1170
49,19	22,81	28	1200
49,60	18,40	32	1250
50,11	13,89	36	1330
50,63	9,37	40	1430
51,14	4,86	44	—
51,65	0,35	48	—
51,73	0,00	48,27	—

A n h a n g II.

(Zu S. 97.)

Beispiele von Beschickungsberechnungen für die Bleiarbeit im Schachtofen.

Schmelzbasis:

Erz Nr.	1. %	2. %	3. %	i. D. %
Mengenverhältnis	57	23	20	100
Pb	60,4	49,5	10,9	48,0
SiO ₂	9,8	21,1	22,5	14,9
Fe	4,9	6,9	16,7	7,7 = 9,9 % FeO
CaO	2,3	1,7	3,0	2,3
Zn	3,2	2,5	6,5	3,7 = 4,6 ZnO
S	16,5	9,6	17,0	15,0
Zuschläge	Eisenzuschlag %		Kalkstein %	
SiO ₂	28,0		3,7	
Fe	45,0 = 57,9 FeO		—	
CaO	—		53,4	

Zur Vereinfachung wird angenommen, daß der fallende Bleistein stets wieder in die Röstung zurückgeht; sein Fe-Gehalt wandert daher ständig in den Prozeß zurück, kann also vernachlässigt werden.

Zunächst ist die Silizierungsstufe des Erzgemisches zu ermitteln und festzustellen, wie die Schlacke zusammengesetzt sein würde, wenn Verschmelzen ohne Zuschläge erfolgte. Es sind daher die an SiO₂ und Basen gebundenen Gewichte an Sauerstoff, die „Sauerstoffwerte“, zu ermitteln. Dafür sind folgende Werte zugrunde zu legen¹⁾:

1 kg SiO ₂ enthält	0,53 kg O ₂ ,
1 kg FeO	„ 0,22 kg O ₂ ,
1 kg CaO	„ 0,28 kg O ₂ ,
(1 kg MgO	„ 0,40 kg O ₂),
1 kg ZnO	„ 0,20 kg O ₂ .

Die Berechnung ergibt dann für:

SiO ₂ : 14,9 × 0,53 =	7,897
FeO : 9,9 × 0,22 =	2,178
CaO : 2,3 × 0,28 =	0,644
ZnO : 4,6 × 0,20 =	0,920
<hr/> Summe:	<hr/> 7,897 : 3,742 = 2,1 : 1,0,
	(O ₂ in SiO ₂): (O ₂ in Basen)

d. h. die Schlacke würde nahezu ein Bisilikat mit folgender Zusammensetzung ergeben (SiO₂ + FeO + CaO + ZnO = 95% angenommen): 44,6% SiO₂, 29,7% FeO, 6,9% CaO, 13,8% ZnO.

¹⁾ Zugrunde liegen folgende Atomgewichte:
O = 16,000; Si = 28,06; Fe = 55,84; Ca = 40,07; Mg = 24,32; Zn = 65,37.

Eine solche Schlacke wäre viel zu sauer und vor allem zu kalkarm und damit zu reich; auch der FeO-Gehalt wäre im Vergleich zum ZnO-Gehalt zu niedrig.

1. Es soll die erforderliche Menge an Zuschlägen berechnet werden, um eine Schlacke von gegebener Zusammensetzung zu bilden. Diese soll z. B. sein: 32% SiO₂, 38% FeO, 20% CaO (SiO₂ + FeO + CaO = 90% angenommen).

Das vorgeschriebene Verhältnis ist also: 1,00 SiO₂ : 1,19 FeO : 0,625 CaO. In 100 kg Kalkstein entsprechen dann 3,7 kg SiO₂ $3,7 \cdot 0,625 = 2,3$ kg CaO, die durch den SiO₂-Gehalt kompensiert werden, d. h. es stehen nur $53,4 - 2,3 = 51,1\%$ CaO für die Verschlackung fremder Kieselsäure zur Verfügung.

100 kg Eisenzuschlag mit 28% SiO₂ benötigen $28 \cdot 0,625 = 17,5$ kg CaO entsprechend $17,5 : 0,511 = 34,25$, rd. 34 kg Kalkstein (Kalkbedarf des Eisenzuschlages), der seinerseits wieder $34 \cdot 0,037 = 1,26$, rd. 1,3 kg SiO₂ enthält; um diesen Betrag ist also der SiO₂-Wert von 100 kg Eisenzuschlag auf 29,3% zu erhöhen.

29,3 kg SiO₂ in 100 kg Eisenzuschlag (+ 34 kg Kalkstein) entsprechen $29,3 \cdot 1,19 = 34,9$ kg FeO; d. h. es stehen nur $57,9 - 34,9 = 23\%$ FeO für die Verschlackung fremder SiO₂ zur Verfügung.

	SiO ₂ kg	FeO kg	CaO kg
100 kg Erz enthalten	14,9	9,9	2,3
Das vorgeschriebene Verhältnis ist .	14,9	17,7	9,3
Es fehlen also	—	7,8	7,0
Die fehlenden 7,8 kg FeO sind enthalten in $7,8 : 0,23 = 33,9$, rd. 34 kg			
Eisenzuschlag mit	9,5	19,7	—

Die fehlenden 7,0 kg CaO sind enthalten in $7,0 : 0,511 = 13,7$ kg Kalkstein; 34 kg Eisenzuschlag erfordern außerdem $34 \times 0,34 = 11,6$ kg Kalkstein; gesamter Bedarf an Kalkstein also 25,3 kg

	SiO ₂ kg	FeO kg	CaO kg
rd. 25 kg Kalkstein mit	0,9	—	13,3
Gesamtmenge:	25,3	29,6	15,6

Da die Summe der vorgeschriebenen Mengen an SiO₂, FeO und CaO 90% beträgt, so ist die sich ergebende Schlackenzusammensetzung auch auf dieser Basis zu berechnen. Man erhält dann: 32,3% SiO₂, 37,8% FeO, 19,9% CaO (die geringen Abweichungen von den vorgeschriebenen Werten haben nichts zu bedeuten und sind z. T. auf die Abrundungen bei der Berechnung zurückzuführen).

Natürlich genügt es, die wirksamen Gehalte des Eisen- und Kalkzuschlages sowie den Kalkbedarf des Eisenzuschlages einmal zu berechnen, solange deren Gehalte sich nicht ändern.

Angenommen, 100 kg Erz ergeben 90 kg Röstgut, so erhält man beispielsweise folgende, auf 1000 kg Röstgut berechnete Beschickung:

	1000 kg Röstgut
340:0,9 = rd.	380 kg Eisenzuschlag
250:0,9 = rd.	270 kg Kalkstein ¹⁾
25 % =	<u>250 kg Retourschlacke</u>
Summe	1900 kg
8,5 % =	162 kg Koks.

Abgesehen von dem niedrigen zulässigen Kokssatz ist der Satz mit 65% Zuschläge außerordentlich teuer! sein Bleigehalt beträgt $(48 : 0,9) : 1,9 = 28,1\%$.

2. Es soll untersucht werden, wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn eine Schlacke erzeugt wird, die im Durchschnitt einem Sauerstoffverhältnis 3 (SiO_2) : 2 (Basen) entspricht, also ein sog. Sesquisilikat bildet. Dabei kann entweder das Verhältnis $\text{SiO}_2 : \text{FeO}$ oder das Verhältnis $\text{SiO}_2 : \text{CaO}$ willkürlich gewählt werden.

a) Das Verhältnis $\text{SiO}_2 : \text{FeO} = 1 : 1,19$ soll wie bei Ausführungsbeispiel 1 bestehen bleiben.

Auch in diesem Falle handelt es sich zunächst darum, den disponiblen CaO- und FeO-Gehalt der Zuschläge zu ermitteln; da bei diesen ein ZnO-Gehalt als Base nicht in Betracht kommt, so kann man zunächst feststellen, welche CaO-Menge auf eine Einheit SiO_2 kommen muß, um die Forderung nach einem Sesquisilikat zu erfüllen.

$$\begin{aligned} \text{Sauerstoff in 1,00 Gew.-Tl. } \text{SiO}_2 &: 1,00 \cdot 0,53 = 0,530, \\ \text{Sauerstoff in 1,19 Gew.-Tln. FeO} &: 1,19 \cdot 0,22 = 0,262. \end{aligned}$$

Da das Verhältnis 3 : 2 sein soll, so kommen nach Vorschrift auf 0,53 Gew.-Tle. O_2 als SiO_2 , 0,353 Gew.-Tle. O_2 als Basen; zu den 1,19 Gew.-Tln. FeO treten also $(0,353 - 0,262) : 0,28 = 0,325$ Gew.-Tle. CaO; das Verhältnis SiO_2 zu FeO:CaO muß daher, soweit es sich um die Zuschläge handelt, 1:1,19:0,325 sein.

In 100 kg Kalkstein entsprechen also 3,7 kg SiO_2 $3,7 \cdot 0,325 = 1,2$ kg CaO, der Gehalt an wirksamem CaO ist also $53,4 - 1,2 = 52,2\%$.

In 100 kg Eisenzuschlag entsprechen 28 kg SiO_2 $28 \cdot 0,325 = 9,1$ kg CaO, die in $9,1 : 0,522 = 17,4$, rd. 17 kg Kalkstein enthalten sind; d. h. auf je 100 kg Eisenzuschlag muß man 17 kg Kalkstein mit $17 \cdot 0,037 = 0,6$ kg SiO_2 setzen; dadurch erhöht sich der SiO_2 -Inhalt von 100 kg Eisenzuschlag auf 28,6 kg. Diese entsprechen $28,6 \cdot 1,19 = 34$ kg FeO. Mithin wirksamer FeO-Gehalt des Eisenzuschlages $57,9 - 34 = 23,9\%$.

	SiO_2 kg	FeO kg	CaO kg	ZnO kg
100 kg Erz enthalten	14,9	9,9	2,3	4,6
Vorgeschriebenes Verhältnis . . .	14,9	17,7	?	4,6
Es fehlen also	—	7,8	?	—

¹⁾ Da der CaO-Gehalt dieser Schlacke recht hoch ist und eine geringe Erhöhung des Eisenzuschlages eher günstig als ungünstig wirkt, so wurde dieser nach oben, jener nach unten abgerundet.

7,8 kg wirksames FeO sind in $7,8 : 0,239 = 32,6$, rd. **33 kg Eisenzuschlag** enthalten, denen nach obiger Berechnung $33 \cdot 0,17 = 5,6$, rd. **5 kg Kalkstein** entsprechen. Die schlackenbildenden Bestandteile des Erzes erhöhen sich dann

	SiO ₂	FeO	CaO	ZnO
aus 33 kg Eisenzuschlag um . . .	9,2	19,1	—	—
aus 5 kg Kalkstein um	0,2	—	2,7	—
auf:	<u>24,3</u>	<u>29,0</u>	<u>5,0</u>	<u>4,6</u>

Die Berechnung der Sauerstoffwerte ergibt für SiO₂ 12,879 und für die Basen 8,700; vorschriftsmäßig sollen auf 12,879 kg O₂ in SiO₂ $12,879 \cdot \frac{2}{3} = 8,586$ kg O₂ in Basen kommen; d. h. die Schlacke wird auch ohne weiteren Kalkzuschlag basischer als vorgeschrieben; indessen ist die Abweichung nicht sehr groß, da die resultierende Silizierungsstufe 1,48 : 1 anstatt 1,5 : 1 ist.

Zusammensetzung der Schlacke, analog Beispiel 1 berechnet (SiO₂ + FeO + CaO + ZnO = 95% angenommen): 36,7% SiO₂, 43,8% FeO, 7,6% CaO, 6,9% ZnO, und der sich ergebende Satz:

	1000 kg Röstgut
	370 kg Eisenzuschlag
	55 kg Kalkstein
	250 kg Retourschlacke
Summe	<u>1675 kg</u>
8,5% =	142 kg Koks:

Der Satz ist mit 42,5% Zuschläge zwar wesentlich billiger als der nach 1. berechnete, liefert aber infolge des niedrigen CaO-Gehaltes eine reiche, nicht absetzbare Schlacke, ist also nicht zu gebrauchen. Pb-Gehalt des Satzes: 31,8%.

b) Es soll das Verhältnis SiO₂ : CaO = 1 : 0,4 zugrunde gelegt werden; dann ergibt sich analog obiger Berechnung für die Zuschläge ein Verhältnis SiO₂ : FeO : CaO = 1 : 1,095 : 0,4. **Der wirksame CaO-Gehalt des Kalksteines ist dann 51,9%, der wirksame FeO-Gehalt des Eisenzuschlages 27,2%**; 100 kg Eisenzuschlag erfordern rd. 22 kg Kalkstein.

	SiO ₂ kg	FeO kg	CaO kg	ZnO kg
100 kg Erz enthalten	14,9	9,9	2,3	4,6
Vorgeschriebenes Verhältnis . .	<u>14,9</u>	?	<u>6,0</u>	<u>4,6</u>
Es fehlen also	—	?	3,7	—

3,7 kg wirksames CaO sind in $3,7 : 0,519 = 7,1$, rd. **7 kg Kalkstein** enthalten; die schlackenbildenden Bestandteile der Beschickung erhöhen sich dann um:

	0,3	—	3,7	—
auf:	<u>15,2</u>	<u>9,9</u>	<u>6,0</u>	<u>4,6</u>

Die Berechnung der Sauerstoffwerte ergibt für SiO₂ 8,056, für die Basen 4,778; es fehlen also noch 0,593 kg O₂ in Gestalt von Eisenzuschlag, d. i. $2,695$ kg FeO = 9,9, rd. 10 kg Eisenzuschlag; diese erfordern an Kalkzu-