

36.480
1977-010



o.Prof. Dr.mont. H.J. STEINER
Ergänzender Bericht über auf-
bereitungstechnische Unter-
suchungen von Roherzproben
aus der Kupferlagerstätte
WALCHEN bei Öblarn

1977-010

Prof. Dr. H. J. STEINER
Vorstand des Institutes für Aufbereitung
und Veredlung
Montanistische Hochschule
8700 Leoben (Österreich)

KUPFERERZ WALCHEN 77-2

Leoben, 15.12.1977

Ergänzender Bericht über aufbereitungstechnische Unter-
suchungen von Roherzproben aus der Kupferlagerstätte
WALCHEN bei Öblarn

Ergänzender Bericht über aufbereitungstechnische Untersuchungen von Roherzproben aus der Kupferlagerstätte WALCHEN bei Öblarn

1. Motivation und Zielsetzung

Über aufbereitungstechnische Untersuchungen an Roherzproben aus der Kupferlagerstätte WALCHEN bei Öblarn im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft "Steirische Rohstoffreserven" (Federführender: o.Prof. Dr.phil. F. WEBER) wurde vom Verfasser mit Datum vom 31.3.1977 ein Bericht abgegeben, der in gekürzter Fassung in den Mitteilungen der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau des Landesmuseums Joanneum 1977 veröffentlicht wurde.

In diesem Bericht wurde die Erzeugung eines Kupfer/Blei-Mischkonzentrates mit ca. 20 % Cu, 12 % Pb und einem Silbergehalt von 450 g/t bei einem zugeordneten Kupfer-Ausbringen von ≥ 80 % als technisch möglich bezeichnet.

Im damaligen Bericht wurde auch die enge Verwachsung der Roherzkomponenten als das Haupthindernis genannt, welches der Erreichung eines noch höheren Anreicherungsgrades bei gleichzeitig befriedigendem Metallausbringen entgegensteht. In Anbetracht des großen Einflusses des erreichbaren Anreicherungsgrades auf die Konzentratbewertung und damit auf den anlegbaren Preis des Roherzes erschien es nun noch wünschenswert, mit einer weiteren Untersuchungsreihe die sogenannte "Anreicherungsgrenze" abzutasten und zugleich den ausgeprägten Zusammenhang zwischen erreichbarer Anreicherung und erreichbarem Ausbringen aufzuzeigen. Die Randbedingungen der im vorliegenden Bericht beschriebenen Flotationsversuchsserie waren daher einseitig auf die Erzielung einer höchstmöglichen Anreicherung ausgerichtet.

Außerdem erschien es in Anbetracht der engen Verwachsung und der damit verbundenen Forderungen nach einem weitgehenden Aufschluß auch noch wünschenswert, zusätzliche Informationen über die Bruchcharakteristik und den Zerkleinerungswiderstand des Roherzes zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurden Zerkleinerungsversuche durchgeführt, wobei die Ermittlung der Dispersitätsgrade der Zerkleinerungsprodukte auch Messungen ihrer spezifischen Oberfläche einschloß.

2. Zusammenfassung der für die Praxis relevanten Untersuchungsergebnisse

Eine Nutzung des Kupferinhaltes der Lagerstätte ist nicht unbedingt an die Erzeugung eines Cu/Pb-Mischkonzentrates gebunden, sondern grundsätzlich auch im Wege der Erzeugung eines selektiven Kupferkonzentrates mit einem Cu-Gehalt > 25 % möglich. Auf Grund der engen Verwachsung ist dieser Weg jedoch mit hohen Ausbringungsverlusten verbunden.

Für die Schwierigkeit der Verwachsungsverhältnisse ist kennzeichnend, daß nur der Kupferinhalt der Kornfraktion < 40 μm für die Erzeugung eines hochselektiven Kupferkonzentrates geeignet ist.

Außerdem wird bei der Erzeugung eines hochselektiven Kupferkonzentrates auch der Silberinhalt des Roherzes ungenügend ausgebracht, da dieser jedenfalls aufbereitungstechnisch zu einem hohen Prozentsatz an den Bleiglanz gebunden ist.

Strafabzüge für Arsen im Metallkonzentrat sind nicht zu erwarten bzw. werden nicht ins Gewicht fallen. Dagegen werden sich die Strafabzüge für Antimon in dem im Bericht vom 31.3.1977 angegebenen Rahmen bewegen.

Die bei den Zerkleinerungsversuchen gewonnenen Daten über den Zusammenhang zwischen spezifischen Energieverbrauch und neugeschaffener spezifischer Oberfläche können zusammen mit dem gewonnenen neuen Einblick in die Bruchcharakteristik des Roherzes als eine ausreichende Grundlage für die technische Konzeption eines Zerkleinerungssystems angesehen werden.

3. Untersuchungen zur Frage der Bruchcharakteristik und des Zerkleinerungswiderstandes

3.1. Zerkleinerungsversuche mit der Roherzprobe Nr. 2201

Eine durch Absiebung bei 0.63 mm von den Feingutanteilen < 0.63 mm befreite Teilprobe der bereits im Bericht vom 31.3.1977 erwähnten vorzerkleinerten Roherzprobe 2201 wurde nach der Methode der Zyklenmahlung (Simulation einer Kreislaufmahlung) zu 100 Masse % unter die Prüfsiebgröße 0.63 mm zerkleinert. Das Zerkleinerungsprodukt der Zyklenmahlung erhielt daher die Bezeichnung "Zerkleinerungsprodukt < 0.63 mm".

Die Siebanalyse des bei 0.63 mm vorabgesiebten Aufgabegutes der Zyklenmahlung lautete: 51 Masse % Siebdurchgang bei 2.5 mm, 15.4 Masse % Siebdurchgang bei 1.2 mm, 0 Masse % Siebdurchgang bei 0.63 mm. Die obere Grenzkorngröße des Aufgabegutes lag im Bereich von 5 mm. Graphische Darstellung der Siebanalyse siehe Abb. 1.

Die Mahlung erfolgte in 6 Zyklen mit der Stabmühle 150 Ø x 300 mm bei einer Drehzahl der Mühle von 66.6 UpM und einer Mahlkörpercharge von 8 Stäben mit einem Gesamtgewicht von 8.465 kg. Über die Nettoleistungsaufnahme der Mühle liegt ein Erfahrungswert vor: ca. 28 Watt.

Bei der Zyklenmahlung wurde eine umlaufende Last (= Massenverhältnis von Rückgut nach der Absiebung bei 0.63 mm zu Frischaufgabe) von 100 % angestrebt und in den Gleichgewichts-

Zyklen Nr. 4, 5 und 6 auch erreicht. Die Feingutneubildung $< 630 \mu\text{m}$ war im Gleichmahlstadium (Zyklen Nr. 5 und 6) 2.93 g/sec . Die Siebanalyse des Feingutes $< 0.63 \text{ mm}$ der Zyklen Nr. 4, 5 und 6 ist in Zahlentafel 1 bzw. Abb. 1 festgehalten. Die graphische Darstellung der Siebanalyse des Zerkleinerungsproduktes $< 0.63 \mu\text{m}$ ergibt im GGS-Netz eine Ausgleichsgerade mit einem GGS-Exponenten von $n = 0.70$.

Die Feststoffdichte des Zerkleinerungsproduktes $< 0.63 \text{ mm}$ wurde mit dem BECKMAN-Luftpyknometer zu $\gamma = 3.71 \text{ g/cm}^3$ ermittelt. Die Packungskennwerte des Zerkleinerungsproduktes bzw. einzelner Siebfractionen des Zerkleinerungsproduktes sind aus Zahlentafel 2 ersichtlich.

Die spezifischen Oberflächen der Siebfractionen $100/40 \mu\text{m}$ und $40/0 \mu\text{m}$ aus dem Zerkleinerungsprodukt $< 0.63 \text{ mm}$ wurden mit dem PERMARAN-Gerät gemessen. Die Mittelwerte aus 3×3 Messungen ($100/40 \mu\text{m}$) bzw. 6×3 Messungen ($40/0 \mu\text{m}$) sind in Zahlentafel 3 festgehalten.

Aus den vorhandenen Angaben kann jederzeit die Rittinger-Konstante (cm^2/Wsec) der Eingangprobe Nr. 2201 errechnet werden.

3.2. Zerkleinerungsversuche mit der Probe Nr. 2020

3.2.1. Zerkleinerung auf $< 1 \text{ mm}$

Das Zerkleinerungsschema zusammen mit den näheren Einstell-daten bzw. Ergebnissen ist in Abb. 2 dargestellt. Die Feststoffdichte des Zerkleinerungsproduktes $< 1 \text{ mm}$ war 3.97 g/cm^3 (Ermittlung mit dem BECKMAN-Luftpyknometer). Die Packungskennwerte des Zerkleinerungsproduktes $< 1 \text{ mm}$ sind aus Zahlentafel 2 ersichtlich.

Die Siebanalyse des Zerkleinerungsproduktes <1 mm bzw. die Siebanalysen der sonstigen im Rahmen der Zerkleinerung der Eingangsprobe Nr. 2020 angefallenen Produkte sind in Zahlentafel 4 festgehalten. Die graphische Darstellung der Siebanalysen ist in Abb. 3 zu finden. Aus dieser Abbildung kann auch abgelesen werden, daß der GGS-Exponent des Zerkleinerungsproduktes <1 mm den Wert $n = 0.70$ hat.

Die Zahlentafel 3 enthält die Ergebnisse der Messungen der spezifischen Oberfläche von zwei Siebfraktionen des Zerkleinerungsproduktes <1 mm einschließlich der zugeordneten Prozentsätze des Siebdurchganges. Unter Berücksichtigung des vorhin erwähnten GGS-Exponenten $n = 0.70$ konnten daraus rohstofftypische Kenngrößen wie der Formfaktor f und die untere Grenzkorngröße k_0 errechnet werden. Die Kenngrößen sind ebenfalls in Zahlentafel 3 angeführt.

Anmerkung zur Vorabsiebung der vorzerkleinerten Eingangsprobe:

Vor der Durchführung der Zerkleinerung der Eingangsprobe Nr. 2020 auf <1 mm wurde - ebenso wie bei der Zerkleinerung der Roherzprobe Nr. 2201 auf <0.63 mm - der jeweilige Feingutanteil abgesiebt und verworfen. Mit dieser Vorgangsweise sollte verhindert werden, daß die Ergebnisse der Zerkleinerungsversuche durch die Oxydation des Roherzes verfälscht werden. Die hohe Oxydationsneigung des Roherzes wurde bereits im Bericht vom 31.3.1977 festgestellt.

3.2.2. Mahlung des Zerkleinerungsproduktes <1 mm auf Flotationsfeinheit

Zur Durchführung des Flotationsversuches wurde eine Teilprobe des Zerkleinerungsproduktes <1 mm auf 80 Masse% < 80 μ m gemahlen. Die Mahlung wurde als chargenweise Naßmahlung bei einem Feststoffgehalt der Mahltrübe von 75 Masse% in der Stabmühle 150 \emptyset x 300 mm bei einer Mahlkörpercharge von 8 Stäben mit einem Gesamtgewicht von

8.465 kg durchgeführt. Die Drehzahl der Mühle betrug 66.6 UpM. Die Nettoleistungsaufnahme lag gemäß Erfahrungswerten bei ca. 28 Watt.

Die spezifische Mahldauer wurde zu 26.5 min/kg gewählt. Unter Berücksichtigung des oben genannten Erfahrungswertes über die Nettoleistungsaufnahme der Mühle entspricht dies einem spezifischen Nettoenergieverbrauch von ca. 12.4 kWh/t.

Die Siebkennlinien des Vorlaufes der Mahlung und des Mahlproduktes sind in der Zahlentafel 4 bzw. in Abbildung 3 festgehalten. Demgemäß hatte der Vorlauf der Mahlung einen Korngrößenkennwert k_{80} von 750 μm , das Mahlprodukt einen k_{80} -Wert von 83 μm . Aus diesen Dispersitätskenngrößen sowie dem oben genannten Wert des spezifischen Energieverbrauchs errechnet sich als Kennzeichnung des Zerkleinerungswiderstandes ein Work-Index nach BOND von ca. 16.4 kWh/t.

Im Zusammenhang mit diesem Versuchsabschnitt ist noch zu erwähnen, daß die Mahlung des Flotationsvorlaufes unmittelbar vor der Durchführung des Flotationsversuches erfolgte, und daß bereits bei der Mahlung CaO in einer Menge von 3.0 kg/t zugegeben wurde.

4. Flotationsversuch

4.1. Bedingungen

Der Flotationsversuch wurde mit einem Mahlprodukt der Eingangsprobe Nr. 2020 durchgeführt. Die Mahlung des Flotationsvorlaufes wurde im vorangegangenen Abschnitt beschrieben. Das Schema des Flotationsversuches ist aus Abb. 4 ersichtlich. Der Flotationsversuch gliederte sich in 8 Abschnitte, d.h. 2 Rougherstufen, 3 Scavengerstufen,

3 Cleanerstufen und eine 2-stufige Zwischenproduktflotation. Durch die Entnahme von Teilproben aus den Schaumprodukten der Rougher- und Scavengerstufen sowie den Rückstandsprodukten der 3 Cleanerstufen war es auch möglich, einen Einblick in den zeitlichen Ablauf des Flotationsgeschehens zu gewinnen.

Flotiert wurde mit dem DENVER-Laborflotationsapparat. Für die Rougher- und Scavengerstufen wurde die Zelle mit dem Nennvolumen 2950 ml, für die Cleaner- und Zwischenproduktstufen die Zelle mit dem Nennvolumen 1580 ml verwendet. Weitere Daten über die verwendeten Zellen sind aus Zahlentafel 5 ersichtlich. Die Drehzahl des Rührwerkes war 1000 UpM bei der Konditionierung und 1400 UpM beim Ausschäumen. Die Flotationszeiten und die Kennwerte der Belüftung in den einzelnen Flotationsstufen sind in den Zahlentafeln 6 und 7 zusammengestellt.

Die Ergebnisse der Teilprobenentnahme aus weiterverarbeiteten Produktströmen sind in Zahlentafel 8 zusammengestellt.

Flotationsmilieu: Als pH-Regler wurde CaO verwendet. Bereits bei der Mahlung wurde eine Menge von 3 kg/t zugegeben. Die Verbrauchszahlen in den einzelnen Flotationsstufen und die daraus resultierenden pH-Werte sind aus den Zahlentafeln 9, 10, 11, 12 ersichtlich. In den beiden letztgenannten Zahlentafeln sind auch die Verbrauchszahlen für den Sammler (Kalium-Amyl-Xanthat) und die Schäumerreagenzien zu finden.

Um eine möglichst hohe Selektivität gegenüber dem im Roherz mengenmäßig vorherrschenden Pyrit sicherzustellen, wurde das als Sammler verwendete Kalium-Amyl-Xanthat kurz vor dem Flotationsversuch durch Waschen mit Diäthyläther,

Auflösen in Aceton, Filtrieren über eine Glasfritte und Ausfällen mit Diäthyläther aus der Acetonlösung von Dixanthogen und anderen selektivitätsmindernden Zeretzungsprodukten befreit.

4.2. Auswertung

Die zur Erstellung einer ausgeglichenen Massenbilanz notwendigen Berechnungen sind aus dem Anhang ersichtlich. Die notwendigen chemischen Analysen wurden freundlicherweise vom Institut für Allgemeine und Analytische Chemie der Montanuniversität Leoben (Vorstand: o.Prof. Dr.techn. H. ZITTER) durchgeführt. Die Ergebnisse der direkten chemischen Analysen sind aus dem Anhang ersichtlich, wobei die Zuordnung der Produkte aus den Angaben in den Zahlentafeln 13 und 14 hervorgeht. Aus den beiden letztgenannten Zahlentafeln sind auch die Feststoffgehalte der Flotationsprodukte ersichtlich.

Zahlentafel 17 faßt die Ergebnisse des Ausgleichs der Massen- und Metallbilanz zusammen. Zahlentafel 18 enthält die Angaben für den in Abb. 5 dargestellten Flotationsablauf in den Rougher- und Scavengerstufen.

Soweit ausreichende Probemengen anfielen, wurden die Produkte in Siebfraktionen zerlegt. Von den angefallenen Siebfraktionen wurden durch Einbetten in Kunstharz Körneranschliffe hergestellt, deren Zuordnung aus Zahlentafel 19 ersichtlich ist.

In den Zahlentafeln 20 und 21 bzw. 22 ist die Auswertung der Siebfraktionsanalysen des Flotationsvorlaufes, des Rückstandes der Scavengerstufe Nr. 3 und des Rückstandes der Zwischenprodukt-Rougherstufe zu finden. Aufbauend auf den Ergebnissen der Berechnung der letztgenannten Zahlentafeln wurden auch die Korngrößen-Häufigkeitsspektren

der Metall- bzw. Mineralinhalte ermittelt. Siehe Zahlentafeln 24 bis 27 und Abb. 6 bis 11.

Zahlentafel 23 bringt eine Zusammenstellung der aus den Analyseergebnissen berechneten Mineralgehalte in der Aufgabe und den Endprodukten des Flotationsversuches.

Dem vorliegenden Bericht sind auch Mikrofotos von Körneranschliffen beigelegt. Die zugeordneten Aufbereitungsprodukte stammen aus den im Bericht vom 31.3.1977 beschriebenen Versuchsreihen (Zuordnung siehe dort in den Zahlentafeln 27-30).

Siebgröße [μm]	Masse %	
	F %	D %
630	0.00	100.00
500	14.93	85.07
400	16.99	68.08
300	7.21	60.87
200	16.96	43.91
160	4.34	39.57
125	6.02	33.55
90	7.64	25.91
63	6.11	19.80
40	5.42	14.38
32	2.72	11.66
0	11.66	0.00

Probe Nr. 2201 :
 Siebanalyse des Feingutes der Zyklen
 Nr. 4 und 5 der Zyklenmahlung auf eine
 Prüfsiebgröße von 0.63 mm
 Die graphische Auswertung der obigen
 Zahlentafel im GGS-Netz ergibt eine GGS-
 Ausgleichsgerade mit dem GGS-Exponent $n=0.70$

Zahlentafel

1

Eingangsprobe Nr	Kornfraktion [μm]	Verdichtungszustand			
		lose geschüttet		gerüttelt	
		Schüttdichte [g/cm^3]	Feststoffanteil Vol%	Schüttdichte [g/cm^3]	Feststoffanteil Vol%
2201	630/0	1.92	52	2.32	63
	40/0	1.30	35	1.70	46
	630/100	1.78	48	2.07	56
	100/40	1.48	40	1.82	49
2220	1000/0	1.99	50	2.50	63

Feststoffdichte : (Ermittlung mit dem Luftpyknometer) :

Probe Nr. 2201 : Zerkleinerungsprodukt $< 0,63\text{mm}$
 $\rho = 3,71 [\text{g}/\text{cm}^3]$

Probe Nr. 2220 : Zerkleinerungsprodukt $< 1,0\text{mm}$
 $\rho = 3,97 [\text{g}/\text{cm}^3]$

- 1) Packungskennwerte verschiedener Zerkleinerungsprodukte bzw. von Siebfraktionen verschiedener Zerkleinerungsprodukte
- 2) Feststoffdichten von Zerkleinerungsprodukten

Zahlentafel

2

Produkt		Siebgröße [μm]	Siebdurchgang D %	Dichte [g/cm^3]	Spezifische Oberfläche [cm^{-1}]	GGS- Exponent (abgelesen)	Kenngrößen		
Eingang probe Nr.	Verfahrenstechnische Produktbezeichnung						Form- faktor f	Grenzkorn- größe k_0 [μm]	GGS- Exponent m
22020	Zerkleinerungs- produkt < 1mm	100	19	—	—	0.70	7.37	5.24	0.70
		40	10	3.97	1203				
		0	0	3.97	6953				
	Vorlauf Flotation	40	100	—	—	—	7.37 ^(x)	2.30	0.70 ^(xx)
		0	0	3.97	11090				
2201	Zerkleinerungs- produkt < 0,63 mm	100	27.5	—	—	0.70	11.4	7.52	0.70
		40	14.4	3.71	1773				
		0	0	3.71	8785				

Anmerkung: x übernommener Wert

xx Grenzwert des Körnungsbereich $k \rightarrow \phi$ (Siehe Abbildung)

Dispersitätskennzeichnungen von Siebfraktionen verschiedener Zerkleinerungsprodukte. Aus den Zahlenwerten der rechten Seite wurden die auf linken Seite der Tabelle angeführten rohstofftypischen Kenngrößen errechnet.

Zahlentafel 3

Sieb- größe [μm]	Zerkleinerungs- produkt < 6mm		Zerkleinerungs- produkt < 1mm		Rückgut Zyklusmahlung		Vorlauf Flotation	
	F%	D%	F%	D%	F%	D%		
6000	0.00	100.00						
5000	12.39	87.61						
4000	11.63	75.98						
3000	19.15	56.83			3.63	96.37		
2000	14.33	42.50			14.19	82.18		
1500	5.18	37.32			11.92	70.26		
1200					29.92	40.34		
1000	10.51	26.81	0.00	100.00	40.34	0.00		
750	3.88	22.93	21.89	78.11				
600	2.73	20.20						
500			20.50	57.61				
400	3.98	16.22						
300			15.88	41.73				
200	4.52	11.70	11.40	30.33				
160							0.51	99.49
120			6.92	23.41				
100			4.25	19.16			9.17	90.32
75			4.04	15.12			15.62	74.70
63			2.49	12.63				
60							13.54	61.16
40			3.11	9.52			9.01	52.15
0	11.70	0.00	9.52	0.00	0.00		52.15	0.00

Siebanalysen verschiedener Zerkleinerungsprodukte der Eingangsprobe
2220

Zahlentafel
4

Beschreibung des DENVER - Laborflotationsapparates

1) Rührwerk

Rührwerksgometrie

Durchmesser des Rotors, mm: 68

Außendurchmesser des Rotors, mm: 96

Außendurchmesser des Standrohres, mm: 43.2

Äußerer Querschnitt des Standrohres, cm^2 : 14,66

2) Flotationsbehälter („Zellen“)

Zelle Nr	1	2	3	Abkürzung
Gewicht der leeren Zelle [g]	2850	3930	6620	
Nennvolumen = Volumen bis zur Überlaufkante [ml]	1850	2950	5180	NV
Nenntiefe = Differenz Überlaufkante - Behälterboden [cm]	11.6	14.0	18.0	NT
Nennoberfläche = Oberfläche (freier Querschnitt innerhalb des Behälters) in Höhe der Überlaufkante [cm ²]	153.66	234.66	324.66	NA
Fassungsvermögen der Zelle bis zur Überlaufkante bei eingetauchtem Rührwerk aber ohne Belüftung $\hat{=}$ Effektivvolumen bis zur Überlaufkante ohne Belüftung [ml]	1420	2780	5000	EV
Freie Oberfläche (freier Zellenquerschnitt) in Höhe der Überlaufkante bei eingetauchtem Rührwerk $\hat{=}$ Effektive Oberfläche der Zelle [cm ²]	139	220	310	EA
Volumen des Rührwerks bei Klarwasserfüllung bis zur Überlaufkante [ml]	160	170	180	
Luftblasenvolumen in der Flüssigkeit bei Belüftung (1450 UpM, ungedrosselt) und Klarwasserfüllung bis zur Überlaufkante [ml]	250	330	370	
Zulässiges Trübevolumen ohne Belüftung, ml = Effektivvolumen bis zur Überlaufkante ohne Belüftung, minus Luftblasenvolumen minus Nominelles Schaumvolumen = (Effektive Oberfläche x nominelle Schaumhöhe h in cm); für h = 1 cm	1121	2390	4510	

Zahlentafel

5a

Trübevolumen = Effektivvolumen bis zur Überlaufkante minus nominelles Schaumvolumen.

Weitere Kenngrößen:

$$\text{Äquivalente Zelltiefe} = \frac{\text{Effektives Zellenvolumen bis zur Überlaufkante}}{\text{Effektive Zellenoberfläche}}$$

$$\text{Äquivalente Trübehöhe} = \frac{\text{Trübevolumen}}{\text{Effektive Zellenoberfläche}}$$

Fortsetzung der Zahlentafel 5a

Zahlentafel

5b

Flotations- stufe	Zeit [min]		Belüftung							Abgeleitete apparative Daten			
	Konditionierung	Flotation		Luft- strom [l/min]	Luftverbrauch			Belüftungsintensität			effektives Zellenvolu- men bis zur Über- laufkante [ml]	effektive Zellen- oberfläche [cm ²]	
		in der Stufe	Teil- summe		absolut (in der Stufe) [l]	spezifisch [cm ³ /cm ²]		spezifischer Luftstrom		Vol% Luft in der belüfteten Trübe			mittlere Flucht- geschwin- digkeit [cm/sec]
						in der Stufe	Teil- summe	oberflä- bezogen [cm ³ /cm ² .min]	Volums- bezogen (siehe Anm.) [cm ³ /cm ³ .min]				
R1	2	1.0		5.3	24.09	24.09							
R2		4.0		11.0	50.00	74.09							
S1		4.5		20.0	90.91	165.00							
S2		7.2		35.0	159.09	324.09							
S3		9.6		79.0	359.09	683.18							

Anmerkung: Bezugsgröße ist das Volumen der unbelüfteten Trübe in der Anfangs-Mittel-Endphase des Ausschäumvorganges.

Zahlentafel 6

Flotationsstufe	Zeit [min]		Belüftung								Abgeleitete apparative Daten	
	Konditionierung	Flotation		Luftstrom [l/min]	Luftverbrauch		Belüftungsintensität			mittlere Fluchtgeschwindigkeit [cm/s]	effektives Zellenvolumen bis zur Überlaufkante [ml]	effektive Zellenoberfläche [cm ²]
		in der Stufe	Teilsumme		absolut (in der Stufe)	spezifisch [cm ³ /cm ²] effektive Zellenoberfläche	spezifischer Luftstrom		Vol% Luft in der belüfteten Trübe			
							oberflächenbezogen [cm ³ /cm ² ·min]	volumsbezogen (siehe Anm.) [cm ³ /cm ³ ·min]				
				in der Stufe	Teilsumme							
C1		6.95			20.0							
C2		5.50			15.0							
C3		5.25			15.0							
ZR	2.0	6.40			20.0							
		8.20			10.0							
ZC		5.15			15.0							

Anmerkung: Bezugsgröße ist das Volumen der unbelüfteten Trübe in der Anfangs - Mittel - Endphase des Ausschäumvorganges.

Zahlentafel 7

Nr. Verfahrensstufe u. Benennung	Produktbezeichnung		Versuchsablauf mit Teilprobenentnahme							Feststoff- gehalt Masse%	Massenbilanz eines Versuchsablaufes ohne Teilproben- entnahme		
	Abkürzung	Benennung	Teilprobenentnahme Verjüngungsverhältnis		Durch direkte Wägung ermittelte Feststoffgewichte [g]		Errechnete Feststoff- produktgewichte [g]	Feststoff- gehalt Masse%	stufen- bezogene Bilanz Masse%		Gesamt- bilanz Masse%		
			Trübe (N _T)		Feststoff (N _F)							nach Versuchsab- schluß vorliegende Produkte	weiter verarbeitete Produkte
			ange- strebt	er- reicht	ange- strebt	er- reicht							
ange- strebt	er- reicht	ange- strebt	er- reicht	Teilproben	End- produkte	Produkt- gewicht nach der Beprobung	Produkt- gewicht vor der Beprobung						
R1	SR1	Schaum Rougher 1		184			0.70			12.86	21.3		
R2	SR2	Schaum Rougher 2		17.9			2.70			48.28	24.2		
S1	SS1	Schaum Scavenger 1		18.5			1.25			23.13	17.5		
S2	SS2	Schaum Scavenger 2		17.8			1.86			33.13	14.3		
S3	SS3	Schaum Scavenger 3		17.7			1.61			28.56	10.1		
C1	RC1	Rückst. Cleaner 1		18.5			1.93			35.71	20.1		
C2	RC2	Rückstand Cleaner 2		18.2			0.41			7.46	5.55		
C3	RC3	Rückstand Cleaner 3		18.6			0.20			3.72	1.35		

Anmerkung: Produktbezeichnung der
Teilproben:
T (Produktbezeichnung)

Zahlentafel 8

Flotations- stufe	Flotationsmilieu										Trübe- tempe- ratur [°C]	
	pH		Flotation		Redoxpotential ()			Leitfähigkeit ()				
			zu Beginn	am Ende	zu Beginn	nach Reagenz. Einwirkung I	nach Reagenz. Einwirkung II (Flot.beginn)	am Ende der Flotation	zu Beginn	nach Reagenz. Zugabe		am Ende der Flotation
	Einregulierung zu Beginn (Anfangsreg.)	nach Zugabe nach Zugabe des pH-Regulators regulators	zu Beginn	am Ende	zu Beginn	nach Reagenz. Einwirkung I	nach Reagenz. Einwirkung II (Flot.beginn)	am Ende der Flotation	zu Beginn	nach Reagenz. Zugabe		am Ende der Flotation
R1	8.18 Anm. 1		11.2									
R2												
S1				9.63								
S2				9.23								
S3				9.00								
Anmerkung 1: bei der Mahlung bereits cao 3kg/t zugegeben										Zahlentafel 9		

Flotationsmilieu

Flotations- stufe	PH		Redoxpotential ()				Leitfähigkeit ()			Tribe- temperat. [°C]
			nach Reagenz einwirkg I	nach Reagenzien einwirkg II (Flot. beginn)	am Ende der Flotation	zu Beginn	nach Reagenz Eingabe	am Ende Flotation		
	Flotation									
	Einregulierung zu Beginn (Anfangsres)	Nach Zugabe des pH- Hauptregulator Reagenzien	zu Beginn	am Ende						
C1	8.4	11.4								
C2	9.3	10.9								
C3		10.9		8.6						
ZR	8.4	11.4	10.8†	9.1						
ZC	8.85	11.2	10.7	8.65						
Zahlentafel 10										

Reagenzienregime

Flotations- stufe	Regulatoren und Regulatorfunktion						Sammelner			Schäumer			
	H ₂ -Hauptregulation						Verbrauch	Bezeich.	Verbrauch	Bezeich.	Verbrauch		
	Bezeich.	Verbrauch	Bezeich.	Verbrauch	Bezeich.	Verbrauch							
R1	CaO	2,5g → → pH = 12,1 Anm. 1					Kalium amyl- xanthat (KAX)	63mg		Dincöl Frother 65	1/2 Tr. 1/2 Tr.		
R2							KAX	38mg					
S1							KAX	19mg					
S2							KAX	19mg					
S3							KAX	19mg					
CaO - Stammlösung : 100 g/l							Anmerkung 1: Die Trübe färbt sich grünlich, nach zum Belüftung pH 12,06 Versuchsabgebrochen; durch Dekandieren von Klarwasser u. Zugabe von Frischwasser pH-Wert wieder auf 11,2 eingestellt.					Zahlentafel 11	
Anmerkung: KAX gereinigt!													

Reagenzien regime																	
Flotations- stufe	Regulatoren und Regulatorfunktion						Sammler						Schäumen				
	PH-Regulator			—			Verbrauch		Bezeichnung		Verbrauch		Bezeichnung		Verbrauch		
	Bezeichnung	Verbrauch	Bezeichnung	Verbrauch	Bezeichnung	Verbrauch	Bezeichnung	Verbrauch	Bezeichnung	Verbrauch	Bezeichnung	Verbrauch	Bezeichnung	Verbrauch	Bezeichnung	Verbrauch	
C1	CaO	200mg							KAX	5mg							
C2	CaO	50mg															
C3	CaO	70mg															
ZR	CaO	500mg							KAX	10mg*				Pineöl	1/4 Tr.		
ZC	CaO	100mg															
* bei dieser Sammlermenge noch keine Flotation													Zahlentafel 12				

Flotations- stufe	Produkte des Flotationsversuches												
	Verfahrenstechnische Bezeichnung		Trübe					Wasser	Feststoff			Proben- nummerierung	
	Abkürzung	Art des Produktes	Masse [g]	Volumen [ml]	Dichte [g/cm ³]	Feststoffgehalt		Masse [g]	Masse [g]	Volumen [cm ³]	Dichte [g/cm ³]	Produkt Nr.	Analysen Nr.
						Masse%	Vol.-%						
R1	VR1	Vorlauf											
	SR1	Schaum	60.3			21.9			(13.14)				37
	RR1	Rückst.											
R2	SR2	Schaum	199.6			24.7			(49.33)				38
	RR2												
S1	SS1	Schaum	132.4			17.6			(23.33)				31
	RS1												
S2	SS2	Schaum	231.9			14.4			(33.41)				32
	RS2												
S3	SS3	Schaum	281.7			10.2			(28.80)				33
	RS3	Rückst.							1100.95				

Probe des Vorlaufs : Feststoffgewicht 158.24g
 Feststoffinhalt des Rückwasserrestes ca. 1g
 (eingeklammerte Zahlenwerte sind berechnet)

Zahlentafel 13

Flotations- stufe	Produkte des Flotationsversuches											
	Verfahrenstechn. Bezeichnung		Trübe				Wasser (g)	Feststoff			Probenummer	
	Ab- kürzung	Art des Produk- tes	Masse (g)	Volumen (ml)	Dichte (g/cm ³)	Feststoffgehalt		Masse (g)	Volumen (cm ³)	Dichte (g/cm ³)	Produkt Nr.	Analyse Nr.
						Masse %	Vol. %					
C1	SC1	Schaum	177,4			13,0		(23,05)				
	RC1	Rückstand										34
C2	SC2	Schaum	134,5			11,5		(15,53)				
	RC2	Rückstand										35
C3	SC3	Schaum	134,0			9,0		12,08				
	RC3	Rückstand										36
ZR	SZR	Schaum	247,9			15,0		(37,30)				
	RZR	Rückstand						87,93				
ZC	SZC	Schaum	114,3			26,5		30,30				20
	RZC	Rückstand						7,00				8

Zohlentafel 14

Produkt- bezeichnung	Analysen der Flotationsprodukte												
	Masse %		Zusammensetzung (Gehalte), %						Dichte (g/cm ³)		Dispersität		
	stufen- be- zogen	frisch- auf- gabe bezogen	Analysenwerte %			Mineralgehalte				ge- messen	ge- rechne	Korn- größen- kenn- wert k (um)	spez. Ober- fläche cm ² /cm ³
			Cu	Pb	Zn								
VR1			2,29*	2,05*	2,71*								
SR1			6,56	6,47	181								
RR1													
SR2			6,85	5,28	2,17								
RR2													
SS1			13,20	4,05	3,30								
RS1													
SS2			9,06	6,13	4,36								
RS2													
SS3			4,51	8,75	5,15								
RS3			1,16*	2,18*	3,73*								

Zahlentafel 15

* errechnet über SFA

Produkt- bezeichnung	Analysen der Flotationsprodukte												
	Masse %		Zusammensetzung (Gehalte), %						Dichte (g/cm ³)		Dispersität		
	stufen- be- zogen	frisch- auf- gabe bezogen	Analysenwerte %			Mineralgehalte				ge- messen	ge- rechne	Korn- größen- kenn- wert k (um)	spez. Ober- fläche cm ² /cm ³
			Cu	Pb	Zn								
SC 1													
RC 1			2,44	5,68	1,94								
SC 2													
RC 2			7,60	6,12	2,24								
SC 3			32,00	1,79	1,15								
RC 3			19,30	4,52	2,07								
SZR													
RZR			2,95*	5,48*	4,60*								
SZC			20,80	7,16	5,73								
RZC			0,88	6,79	2,91								
										Zahlentafel 16			
* errechnet über SFA													

Stufe	Produkt- bezeichnung	Masse %	Cu			
			Gehalt, % lt. Analyse	Einheiten gemäß Analysenwerte	Einheiten abgeglichen	Verteilung %
Rougher	VR1	100,0000		195,5027	212,4473	100,00
	SR1	1,0521	6,56	6,9018	10,3066	21,90
	RR1					78,10
	SR2	3,9497	6,85	27,0554	40,4030	85,84
	RR2	94,9982		161,5455	161,7377	76,13
	(SR)			33,957	50,7096	23,87
Cleaner	VC1	5,0018		50,6515	50,7096	23,87
	SC1	1,9517				20,36
	RC1	3,0501	2,44	7,4422	7,4664	3,51
	SC2	1,3150				1,22
	RC2	0,6367	7,60	4,8389	4,8546	2,29
	SC3	1,0269	32,00	32,7328	32,7328	15,41
	RC3	0,2921	19,30	5,6375	5,6558	2,66
	RC			17,9186	17,9768	8,46
Scavenger	VS1	94,9982		161,5455	161,7377	76,13
	SS1	1,8679	13,20	24,656	24,7361	11,64
	RS1					64,48 ^{RR2} _{-SS1}
	SS2	2,6751	9,06	24,236	24,3148	11,45
	RS2					53,03
	SS3	2,3059	4,51	10,400	10,4338	4,91
	RS3	88,1493	1,16	102,253	102,2530	48,13
	SS			59,292	59,4847	28,00
Zwischenprodukt- Flotation	VZR	10,8278		77,4614	77,4614	36,46
	SZR	3,2256				
	RZR	7,6022	2,95	22,4265	22,4265	10,56
	SZC	2,6203	20,80	54,5022	54,5022	25,65
	RZC	0,6053	0,88	0,5327	0,5327	0,25

Zahlentafel

Produkt	Verteilungs- % Cu	Spezifischer Luftverbrauch (Teilsumme) $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-2}$
VR1	100,00	0,00
RR1	78,10	24,09
RR2	76,13	74,09
RS1	64,48	165,00
RS2	53,03	324,09
RS3	48,13	683,18

Flotations ablauf in den
Rougher- und Scavengerstufen

Zahlentafel

18

Produkt		Sieb- fraktion (μm)	Analyse- Nr.	Anschliff- Nr.
Bezeichnung	Abkür- zung			
Frischaufgabe	A	160/100	14	488
		100/75	15	489
		75/60	16	490
		60/40	17	491
		40/0	18	492
Rückstand Scavenger 3	RS3	160/100	2	493
		100/75	3	494
		75/60	4	495
		60/40	5	496
		40/0	6	497
Schaumprodukt Cleaner 3	SC3	<40	22	498
Schaumprodukt Zwischen- produktcleaner	SZC	<40	20	499

Verzeichnis der Körneranschliffe
 Anmerkung: Die Fraktionen 40/0 bzw
 <40 μm wurden durch Entschlärmen von
 den Feinstkornanteilen befreit

Zahlentafel 19

Korngröße [μm]	Analyse Nr.	Masse %	Analysenwerte, %				Mineralgehalte, %		Verteilung, %					
			Cu	Pb	Zn	Fe	Pyrit	Gangart	Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart	
160	13	0,51	—	—	—	—								
100	14	9,17	1,09	1,58	1,27	32,1	66,80	26,33	4,60	7,46	4,54	9,47	13,62	
75	15	15,62	1,50	1,99	1,67	32,8	67,51	23,35	10,21	15,15	9,64	15,46	19,50	
60	16	13,54	1,58	1,82	1,94	37,3	77,02	13,40	9,33	12,02	9,70	15,28	9,70	
40	17	9,01	2,06	2,20	2,09	34,9	70,94	17,43	8,09	9,67	6,96	9,37	8,39	
ϕ	18	52,15	2,98	2,19	3,59	33,4	65,97	17,50	67,77	55,70	69,16	50,42	48,79	
Σ		100,00	2,293	2,050	2,706	33,844	68,23	18,72	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

Siebfraktionsanalyse des Aufgabegutes A

Berechnung der Pyrit- und Gangartgehalte unter der Annahme folgender Erzkomponenten:
 Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, Pyrit, Restkomponente (= Gangart)
 Rückgerechnete Analysenwerte des Aufgabegutes: 2,05 % Cu, 31,79 % Fe;

Zahlentafel 20

Korn- größe [μm]	Analyse Nr.	Masse %	Analysenwerte, %				Mineralgehalte, %		Verteilung, %					
			Cu	Pb	Zn	Fe	Pyrit	Gangart	Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart	
160		0,75	-	-	-	-								
100	2	12,01	1,08	1,44	1,98	32,2	67,02	25,24	11,92	8,42	6,77	12,60	15,51	
75	3	18,31	1,41	1,64	2,52	33,7	69,61	20,66	22,34	13,76	12,36	18,78	18,25	
60	4	12,94	1,74	1,78	2,89	34,5	70,69	17,91	19,49	10,55	10,02	13,48	11,19	
40	5	11,21	1,73	0,83	3,21	32,8	67,06	22,18	16,78	4,26	9,64	11,08	12,00	
0	6	44,78	0,76	3,07	5,10	31,2	66,78	19,96	29,45	63,01	61,21	44,06	43,05	
Σ		100,00	1,1554	2,182	3,731	32,39	67,87	20,70	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

Siebfraktionsanalyse des Produktes RS3 (= Rückstand Scavenger Nr. 3)

Berechnung der Pyrit- und Gangartgehalte unter der Annahme folgender Erzkomponenten:
Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, Pyrit, Restkomponente (= "Gangart")

Zahlentafel 21

Korngröße [µm]	Analyse Nr.	Masse %	Analysenwerte, %				Mineralgehalt, %		Verteilung, %				
			Cu	Pb	Zn	Fe	Pyrit	Gangart	Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart
160	9	0,12	-	-	-	-							
71	10	3,70	2,29	3,88	3,49	32,6	65,56	18,11	2,97	2,71	2,90	3,85	4,90
40	11	6,90	2,66	4,12	3,34	31,6	62,70	20,03	6,22	5,19	5,02	6,74	9,79
φ	12	89,28	3,00	5,65	4,74	32,6	64,21	13,50	90,81	92,10	92,08	89,41	85,31
Σ		100,00	2,949	5,477	4,596	32,531	64,15	14,12	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Siebfraktionsanalyse des Produktes RZR
(Rückstand Zwischenprodukt Rougher)

Zahlentafel 22

Produkt	Kupferkies	Bleiglanz	Zinkblende	Pyrit	Gangart	Summe
Aufgabe	6,65	2,37	4,03	68,23	18,72	100,00
RZR	8,56	6,32	6,85	64,15	14,12	100,00
RS	3,35	2,52	5,56	67,29	21,28	100,00
RZC	2,55	7,84	4,33	52,60	32,68	100,00
SZC	60,36	8,27	8,53	20,16	2,68	100,00
SC3	92,86	2,07	1,71	5,32	-1,96 *	100,00

Zusammenstellung der berechneten Mineralgehalte der Produkte

Zahlentafel 23

Korngröße [µm]	Masse %	Verteilungs % F (aus Tabelle Nr. ...)					$\frac{K_2}{K_1}$	$A \cdot \log K =$ $= \log \frac{K_2}{K_1}$	$F / \Delta \log k$				
		Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart			Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart
160	0,51	—	—	—	—	—							
100	9,17	4,60	7,46	4,54	9,47	13,62	1,60	0,204	22,55	36,57	22,25	46,42	66,76
75	15,62	10,21	15,15	9,64	15,46	19,50	1,333	0,125	81,68	121,20	77,12	123,68	156,00
60	13,54	9,33	12,02	9,70	15,28	9,70	1,25	0,094	96,19	123,92	100,00	157,53	100,00
40	9,01	8,09	9,67	9,96	9,37	8,39	1,50	0,176	45,97	54,94	56,59	53,24	47,67
1,8*	52,15	67,77	55,70	69,16	50,42	48,79	22,22	1,35	50,20	41,26	51,23	37,35	36,14
Σ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00							

* berechnete untere Grenzkorngröße

Berechnung der Verteilungsspektren in Abhängigkeit
von der Korngröße für die Frischaufgabe A (= Vorlauf Flotation)

Zahlentafel 24

Korngröße [μm]	Masse %	Verteilung, F % (aus Tabelle Nr.)					$\frac{k_2}{k_1}$	$\Delta \log k =$ $\log \frac{k_2}{k_1}$	F / $\Delta \log k$				
		Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart			Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart
160	0,75	-	-	-	-	-							
100	12,01	11,92	8,42	6,77	12,60	15,51	1,6	0,204	58,43	41,27	33,19	61,76	76,03
75	18,31	22,34	13,76	12,36	18,78	18,25	1,333	0,125	178,72	110,08	98,88	150,24	146,00
60	12,94	19,49	10,55	10,02	13,48	11,19	1,25	0,097	200,93	108,76	103,30	138,97	115,36
40	11,21	16,78	4,26	9,64	11,08	12,00	1,50	0,176	95,34	24,20	54,77	62,95	68,18
2,3*	44,78	29,45	63,01	61,21	44,06	43,05	17,39	1,24	23,75	50,81	49,36	35,53	34,72
Σ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00							

* berechnete untere Grenzkorngröße

Berechnung der Verteilungsspektren in Abhängigkeit von der Korngröße für das Produkt RS3 (= Rückstand Scavenger 3)

Zahlentafel 25

Korngröße [μm]	Aufgabe				
	Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart
100	0,338	0,548	0,333	0,695	1
75	0,524	0,777	0,494	0,793	1
60	0,692	1,239	1,000	1,575	1
40	0,964	1,153	1,187	1,117	1
$\phi(1,8)^*$	1,389	1,142	1,418	1,033	1

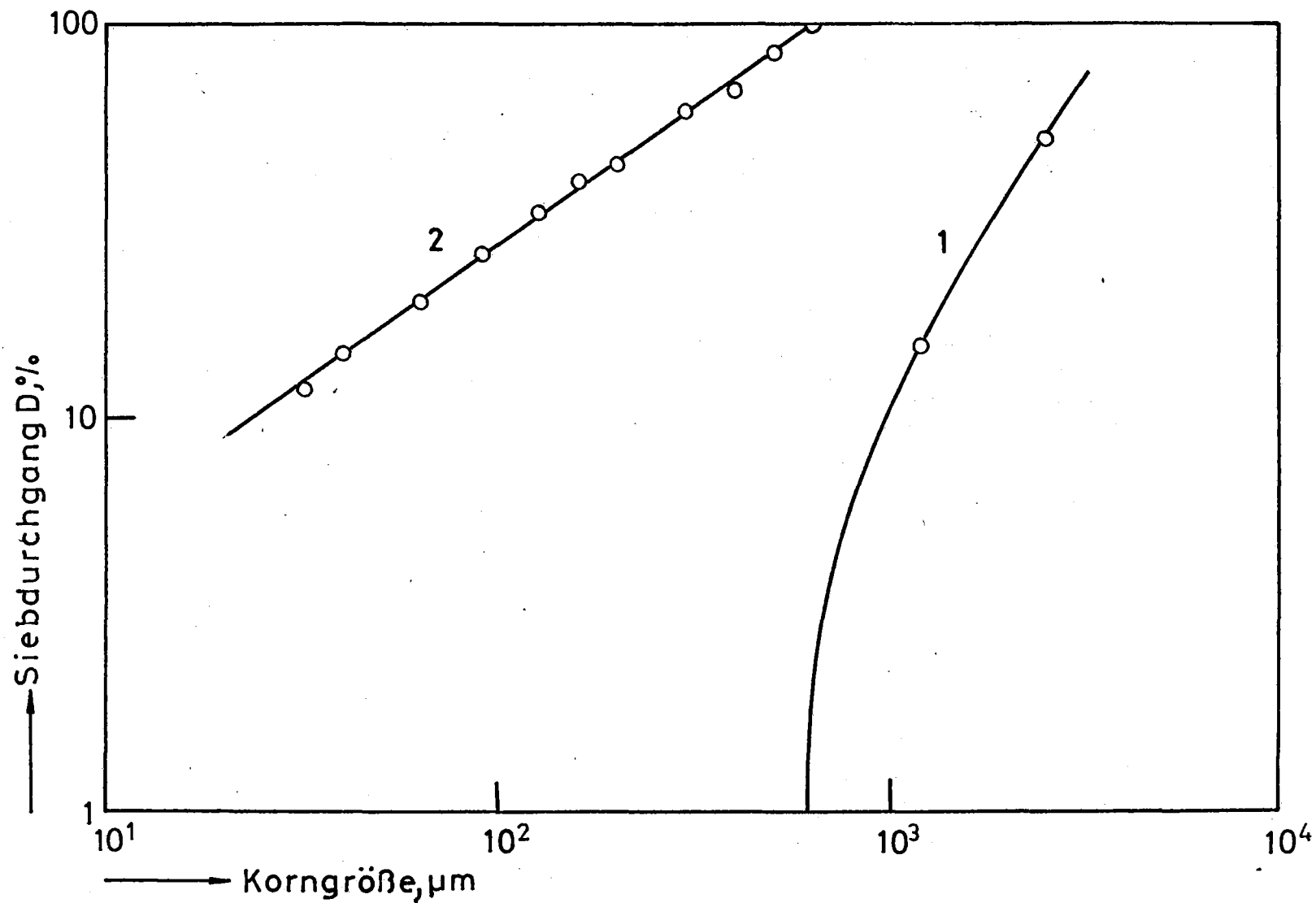
Korngröße [μm]	Rückstand Scavenger 3				
	Cu	Pb	Zn	Pyrit	Gangart
100	0,769	0,543	0,437	0,812	1
75	1,224	0,754	0,677	1,029	1
60	1,742	0,943	0,895	1,205	1
40	1,398	0,355	0,803	0,923	1
$\phi(2,3)^*$	0,684	1,463	1,422	1,023	1

* berechnete untere Grenzkorngröße

Verhältnisswerte der Korngrößenhäufigkeiten $F/A \log h$ der einzelnen Mineralphasen. Bezugsgrößen ($\equiv 10$) die Korngrößenhäufigkeiten der Gangart.	Zahlentafel 26
--	----------------

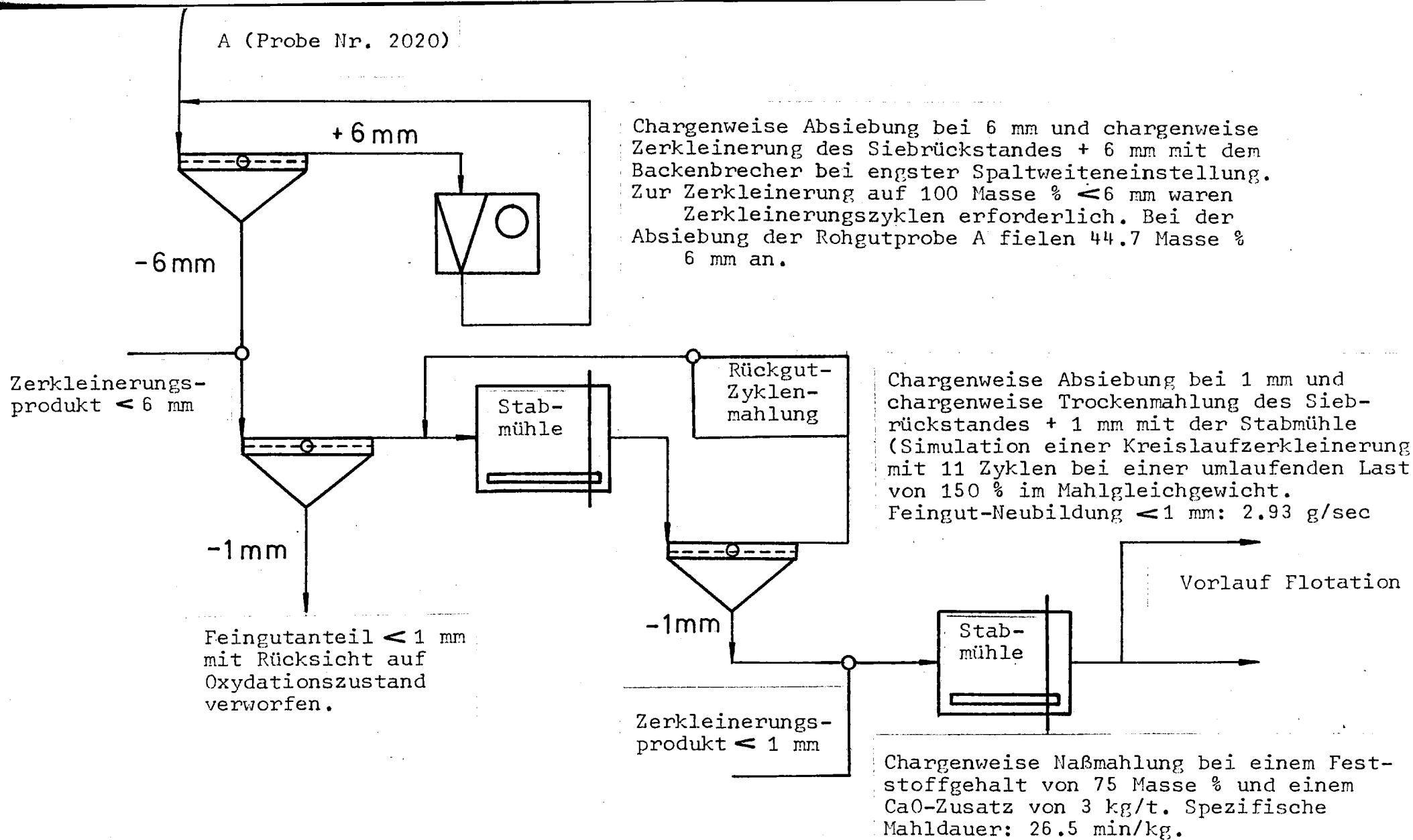
Mineralphase	Produkt bzw. Korngrößenkennwerte k_{80} (un)		Produkt bzw. Verhältnis (%) der Korngrößenkennwerte k_{80}	
	Aufgabe	Rückstand Scavenger 3	Aufgabe	Rückstand Scavenger 3
Kupferkies	70	90	76,1	97,80
Zinkblende	65	75	70,7	81,5
Bleiglanz	80	80	87,0	87,0
Pyrit	85	92	89,1	100,0
Gangart	92	95	100,0	101,0

Korngrößenkennwerte k_{80} (un) sowie Verhältniswerte der Korngrößenkennwerte k_{80} (Bezugsgröße: k_{80} - Wert der Gangart im Aufgabegut) für die einzelnen Boherzkomponenten	Zahlentafel 27
---	----------------



Siebanalyse des Aufgabegutes der Zyklenmahlung $< 0,63$ mm (1)
 Siebanalyse des Zerkleinerungsproduktes $< 0,63$ mm der
 Zyklenmahlung (2) Probe Nr.2201

Kupfererz Walchen
 77-2
 Abb.1

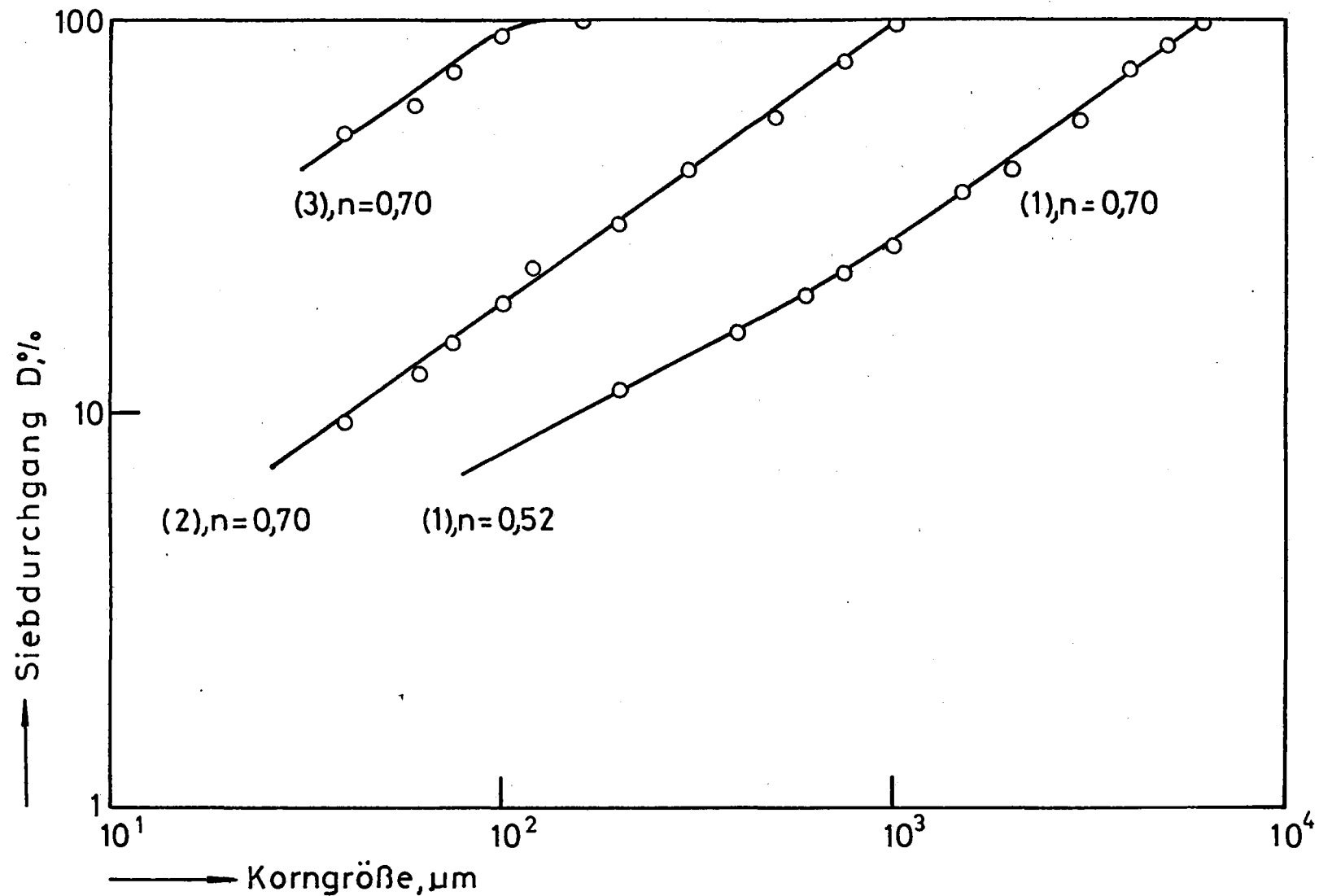


Schema der Zerkleinerung der Probe Nr. 2220-1. Vorbereitung eines Flotationsversuches.

Stabmühle 150 \varnothing x 300 mm. Mahlkörper: 8 Stäbe mit einem Gesamtgewicht von 8.465 kg. Drehzahl der Mühle: 66.6 UpM. Nettoleistungsaufnahme: ca. 28 W (Erfahrungswert).

Kupferz
Walchen
77-2

Abb.2

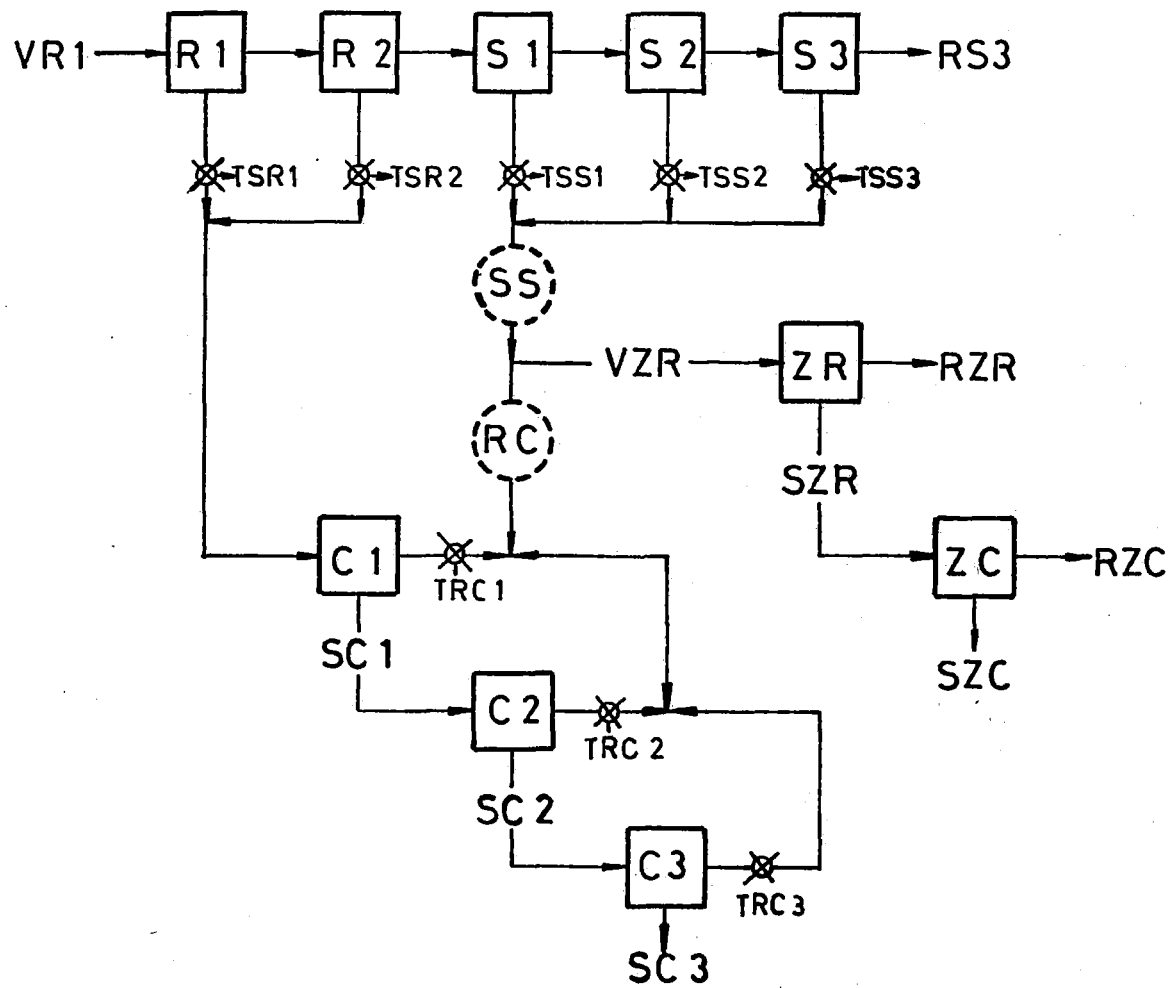


Siebanalysen verschiedener Zerkleinerungsprodukte im GGS-Netz.
 Parameter n: Exponent der GGS-Funktion.

Kurve (1): Zerkleinerungsprodukt ≤ 6 mm
 Kurve (2): Zerkleinerungsprodukt ≤ 1 mm
 Kurve (3): Vorlauf Flotation

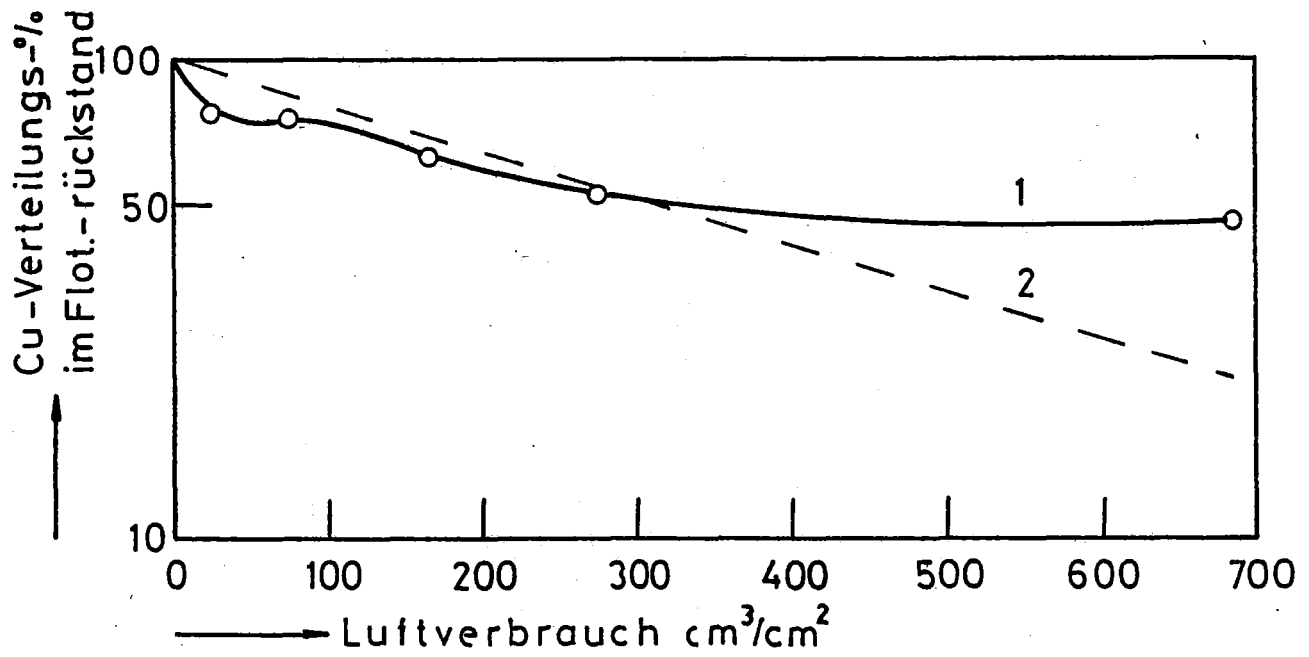
Kupfererz
 Walchen
 77-2

Abb. 3



Schema des Flotationsversuches

Kupfererz Walchen
77-2
Abb.4

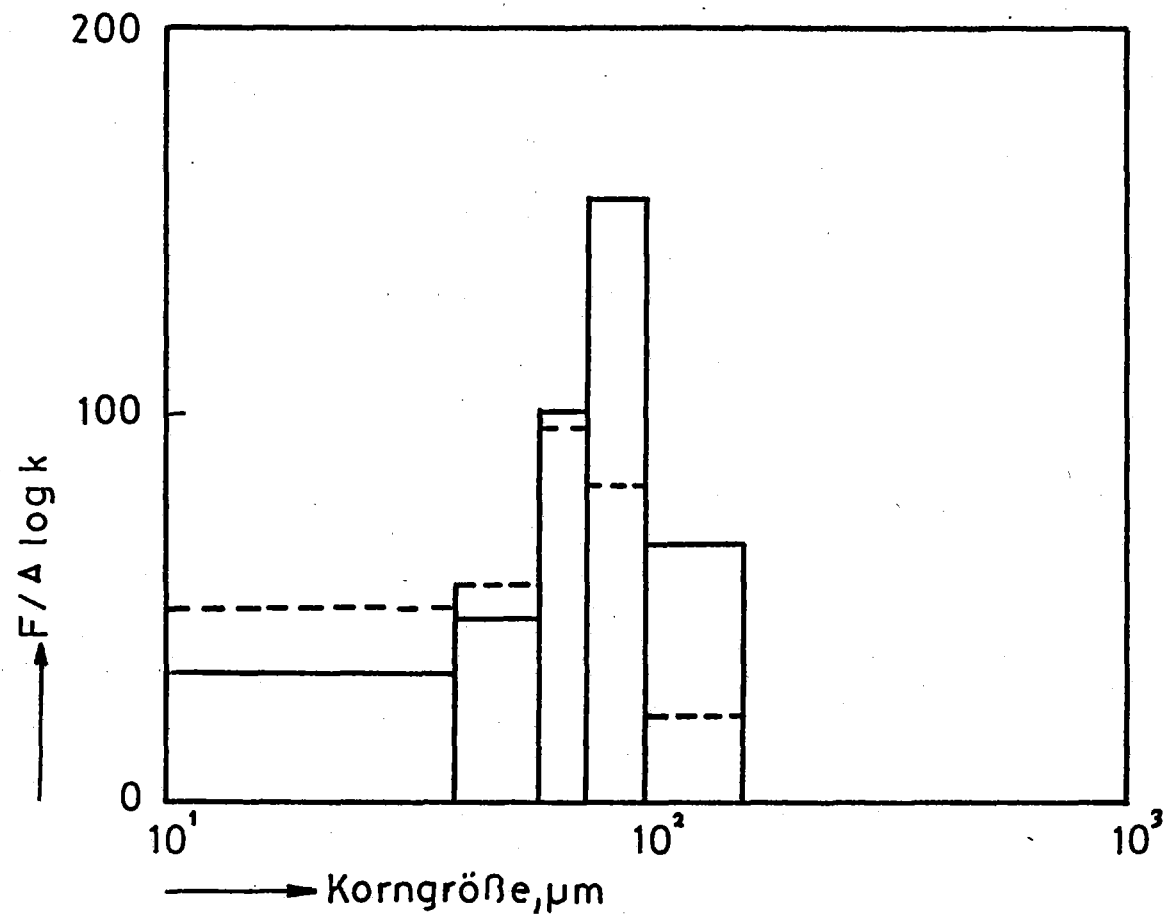


Flotationskinetik in den
Rougher- und Scavengerstufen

Kurve 1: Gesamter Cu-Inhalt
Kurve 2: Cu-Inhalt der Korn-
fraktion $<40 \mu\text{m}$

Kupfererz
Walchen
77-2

Abb.5



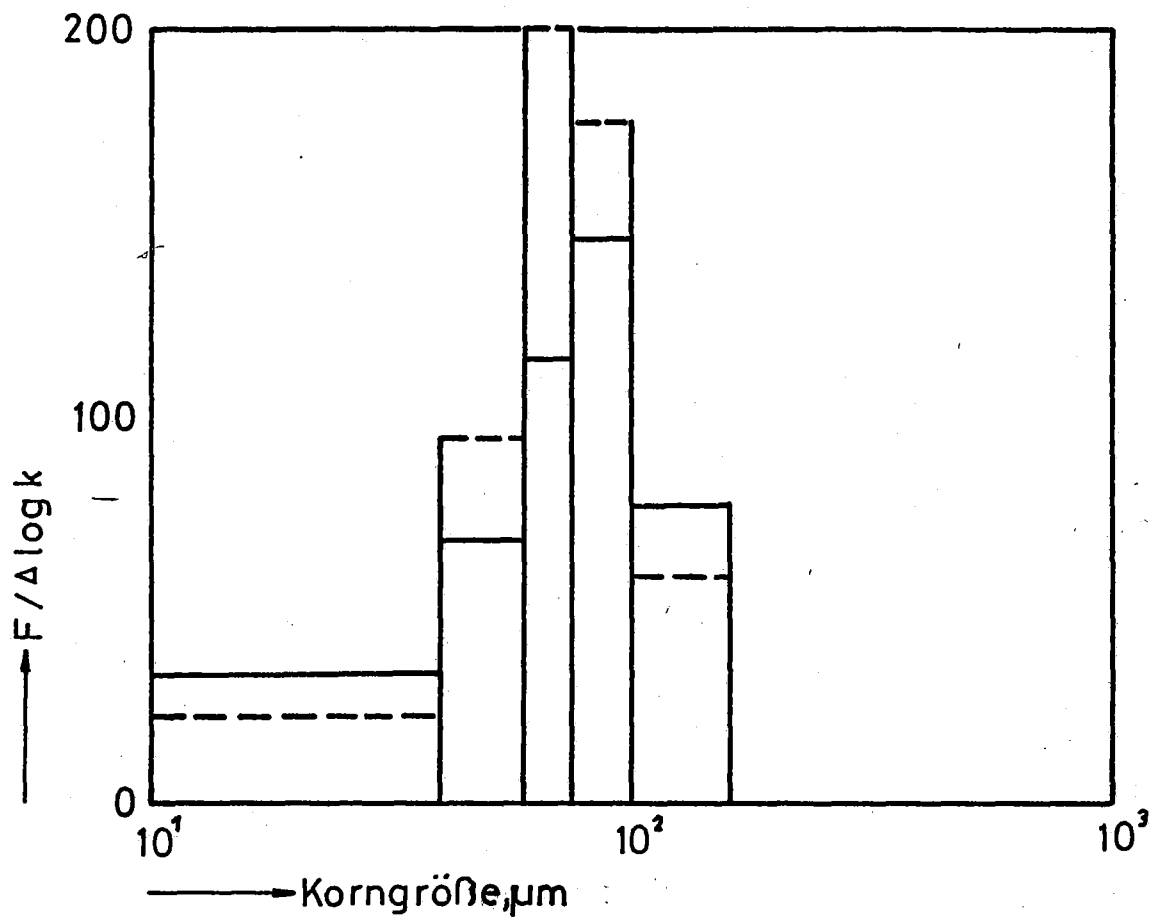
Korngrößenhäufigkeiten $F/\Delta \log k$ von Mineralphasen

Produkt: Aufgabe

————— Kurve 1 Gangart

- - - - - Kurve 2 Kupferkies

Abb. 6



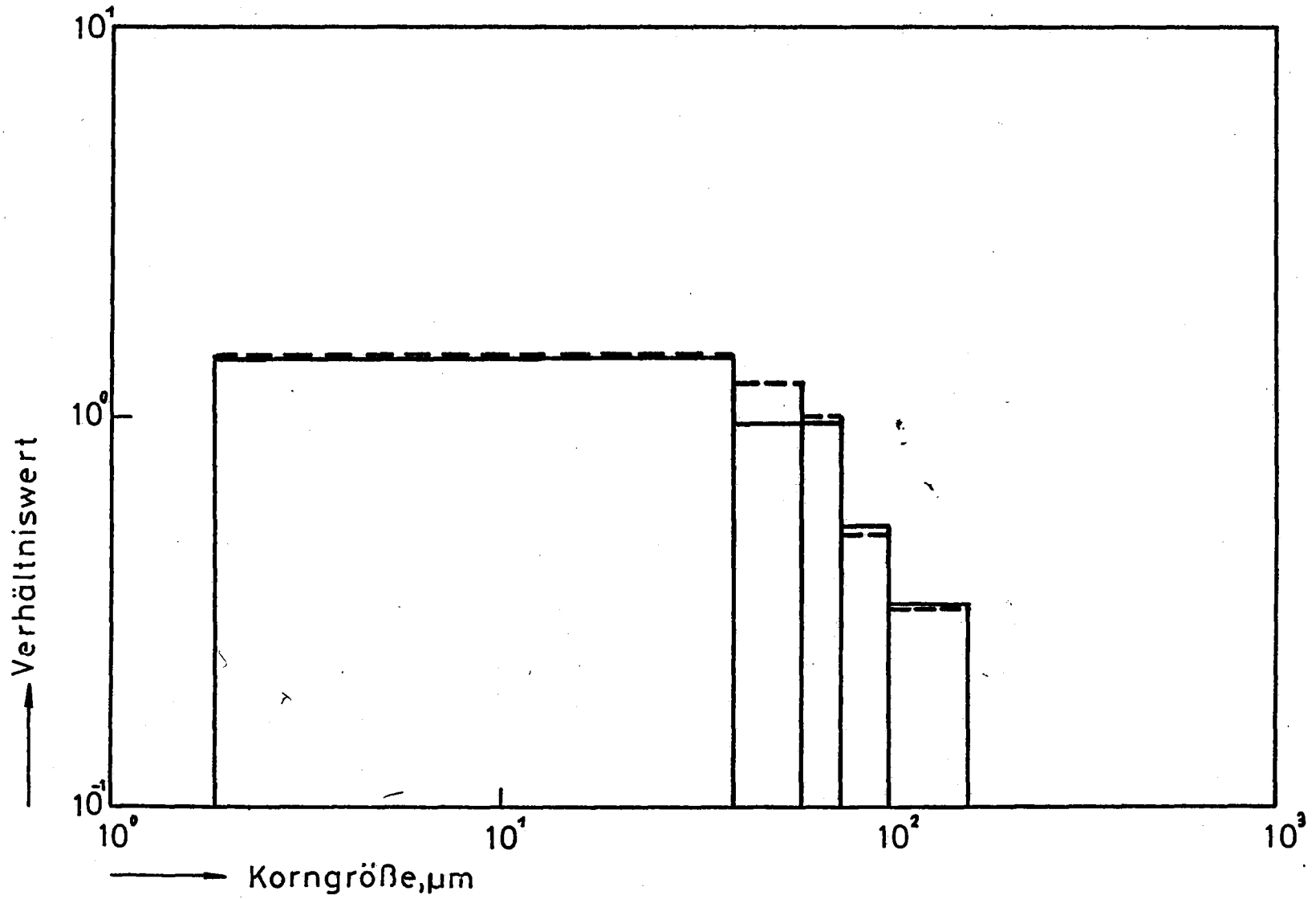
Korngrößenhäufigkeiten $F / \Delta \log k$ von Mineralphasen

Produkt: Rückstand Scavenger 3

— Kurve 1 Gangart

- - - Kurve 2 Kupferkies

Abb. 7



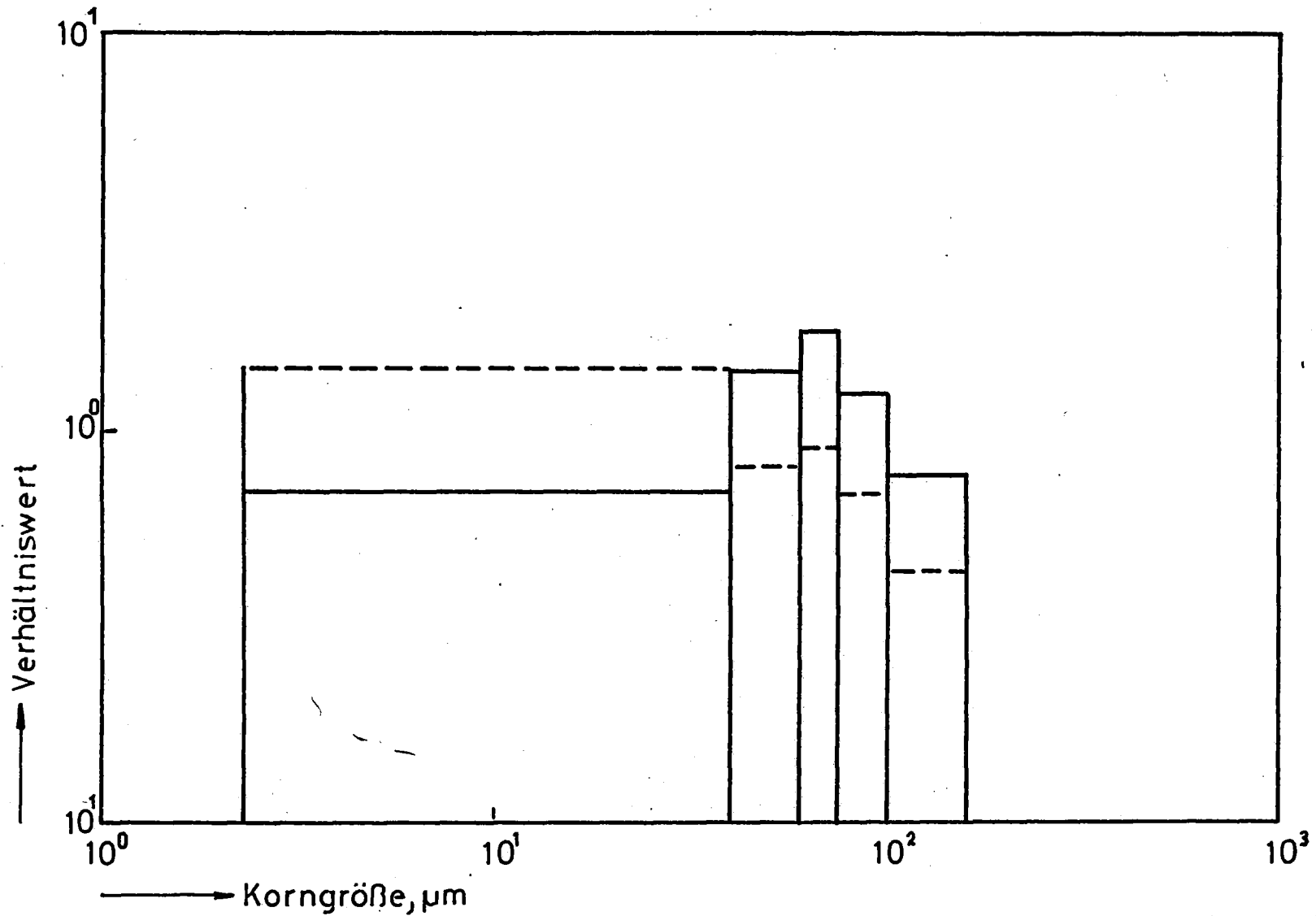
Quotienten der Korngrößenhäufigkeiten ($F/\Delta \log k$). Bezugsgröße (= 1.0) ist die Korngrößenhäufigkeit der Gangart.

Produkt: Aufgabe

————— Kurve 1 Kupferkies

----- Kurve 2 Zinkblende

Abb. 8



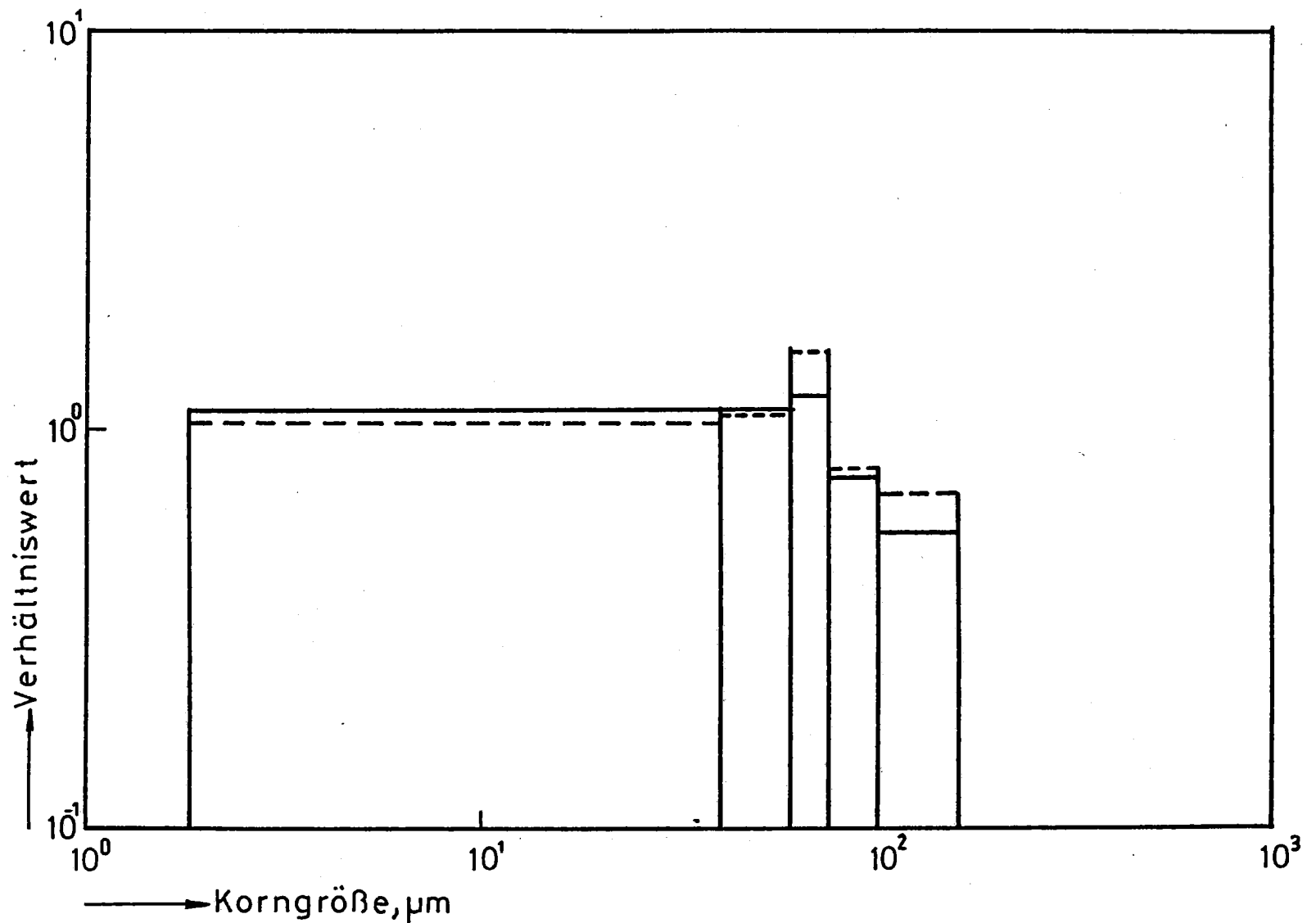
Quotienten der Korngrößenhäufigkeiten ($F/\Delta \log k$) Bezugsgröße (= 1.0)
 ist die Korngrößenhäufigkeit der Gangart.

Produkt: Rückstand Scavenger 3

— — — — — Kurve 1 Kupferkies

- - - - - Kurve 2 Zinkblende

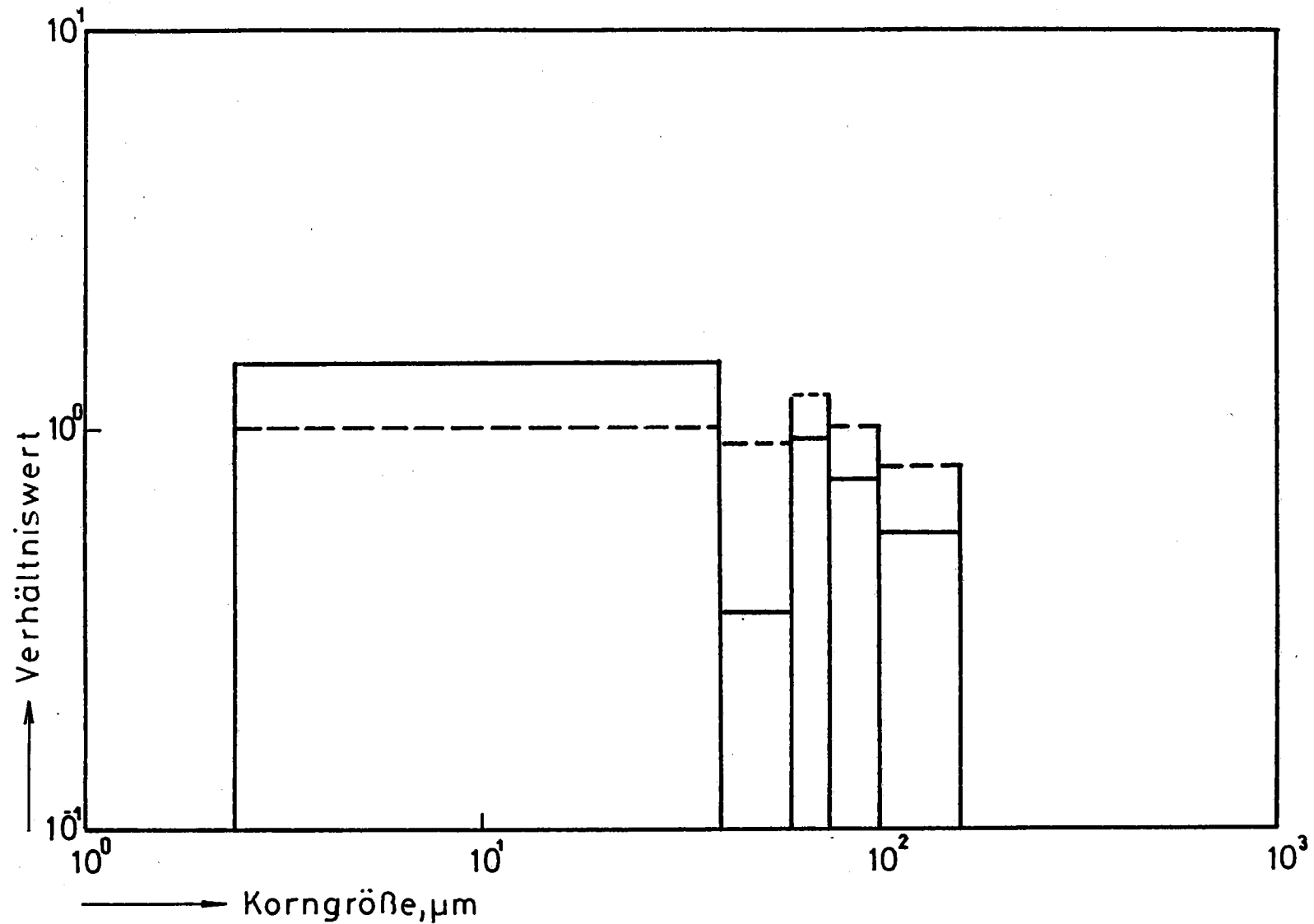
Abb. 9



Quotienten der Korngrößenhäufigkeiten ($F/\Delta \log k$). Bezugsgröße (= 1.0) ist die Korngrößenhäufigkeit der Gangart.

Produkt: Aufgabe
 ——— Kurve 1 Bleiglanz
 - - - - Kurve 2 Pyrit

Abb. 10



Quotienten der Korngrößenhäufigkeiten ($F/\Delta \log k$) Bezugsgröße (= 1.0)
ist die Korngrößenhäufigkeit der Gangart.

Produkt: Rückstand Scavenger 3

— Kurve 1 Bleiglanz

- - - Kurve 2 Pyrit

Abb. 11

ANHANG

Verfahrensstufe	Produkte	Masse (g)
Rougher 1	TSR1	0,70
Rougher 2	TSR2	2,70
Scavenger 1	TSS1	1,25
Scavenger 2	TSS2	1,36
Scavenger 3	TSS3	1,61
	RS3	1100,95
Cleaner 1	TRC1	1,93
Cleaner 2	TRC2	0,41
Cleaner 3	TRC3	0,20
	SC3	12,08
ZP-Rougher	RZR	87,93
ZP-Cleaner	RZC	7,00
	SZC	30,30
		1248,92

	Trübe		Feststoff (g)
	Masse g	Feststoff- gehalt, Masse%	
Einwaage in die Mahlung			2696,00
Teilprobe A	237,5	66,63	158,24
Vorlauf Flotation	1906,0	66,63	1270,00
Aufbewahrte Rest-Trübeprobe	1908,5	66,63	1271,63
Mahlprodukt nach Einstellung auf einen Feststoffgehalt von 66,6 Masse%	4052,0	66,63	2699,87

	Blatt 1
--	---------

Rückstand Zwischenprodukt(ZP) - Flotation

RZR	Rückstand ZP - Rougher	87,93 g
RZC	Rückstand ZP - Cleaner	7,00 g

RZ	Rückstand ZP - Flotation	94,93 g

Ermittlung von (RS + RZ) über die direkte Wägung

RS	Rückstand Scavengerflotation	1100,95 g
RZ	Rückstand ZP - Flotation	94,93 g

(RS + RZ)		1195,88 g

Ausgleich von Widersprüchen

1) Vorläufige Verechnung von VC1 über die Teilproben TSR

SR1	Schaum Rougher 1	18,4 x 0,70 =	12,86 g
SR2		17,9 x 2,70 =	48,28 g

SR Schaumprodukt Rougher
von Teilprobenentnahme 3,40 61,14 g

VC1 Vorlauf Cleaner 1 =
Schaumprodukt Rougher
nach Teilprobenentnahme $61,14 - 3,40 =$ 57,74 g

2) Vorläufige Berechnung von RC über die Teilproben TRC (siehe
Formblatt "Teilprobenentnahme")

RC1	Rückstand Cleaner 1	18,5 x 1,93 =	35,71 g
RC2		18,2 x 0,41 =	7,46 g
RC3		18,6 x 0,20 =	3,42 g

RC Rückstand Cleaner vor
Teilprobenentnahme 46,59 g

RC nach Teilprobenentnahme
(in die ZP - Flotation) $46,59 - (1,93 + 0,41 + 0,20) = 44,05$ g

3) Vorläufige Berechnung von SS über die Teilproben TSS

SS1	Schaum Scavenger 1	18,5 x 1,25 g	23,13 g
SS2		17,8 x 1,86 g	33,13 g
SS3		17,7 x 1,61 g	28,56 g

SS	vor Teilprobenentnahme	4,72	84,82 g
SS	nach Teilprobenentnahme (in die ZP - Flotation)		80,10 g

4) Vorläufige Berechnung des Vorlaufes der ZP - Flotation als Summe der vorläufigen Werte für RC un SS nach der Teilprobenentnahme

RC	nach Teilprobenentnahme	44,05 g
SS	nach Teilprobenentnahme	80,10 g

VZ(vorläufig) 124,15 g

5) Berechnung des tatsächlichen Vorlaufes der ZP - Flotation als Summe der Endprodukte der ZP - Flotation

SZ	Schaum ZP - Flotation	30,30 g
RZ	Rückstand ZP - Flotation	94,93 g

(SZ + RZ) = VZ_{endgültig} 125,23 g

6) Korrekturfaktor für die Berechnung der endgültigen Werte von RC und SS (Verbesserung der vorläufigen Werte)

$$\text{Korrekturfaktor } k = \frac{\text{endgültiger Wert von VZ}}{\text{vorläufiger Wert von VZ}}$$

$$= \frac{125,23}{124,15} = 1,009$$

7) Berechnung der endgültigen Werte von RC und SS
mit dem Korrekturfaktor aus 6)

$$\text{(endgültiger Wert von RC nach Teilprobeentnahme)} = k \cdot \text{(vorläufiger Wert von RC nach Teilprobenentnahme)}$$

$$\text{(endgültiger Wert von RC vor Teilprobenentnahme)} = (\text{TRC})_+ \text{(endgültiger Wert von RC nach Teilprobenentnahme)}$$

$$\text{RC}^{\text{(endgültig, nach Teilprobenentnahme)}} = 1,009 \times 44,05 = 44,45$$

$$\text{RC}^{\text{(endgültig, vor Teilprobenentnahme)}} = 44,45 + 2,54 = 46,99$$

Tatsächliches mittleres Verjüngungsverhältnis bei der
Teilprobenentnahme: $46,99/2,54 = 18,5$

$$\text{SS}^{\text{(endgültig nach Teilprobenentnahme)}} = 1,009 \times 80,10 = 80,82$$

$$\text{SS}^{\text{(endgültig vor Teilprobenentnahme)}} = 80,82 + 4,72 = 85,54$$

Tatsächliches mittleres Verjüngungsverhältnis bei der
Teilprobeentnahme: $85,54/4,72 = 18,1$

8) Berechnung des endgültigen Wertes von VC1, d.h. des
Schaumproduktes Rougher nach der Teilprobenentnahme

RC vor Teilprobenentnahme (endgültiger Wert)	46,99
SC (nach Wägung)	12,08

VC1 endgültig	59,07

- 9) Berechnung des endgültigen Wertes von SR (d.h. des Rougher-Schaumproduktes vor der Teilprobenentnahme) als Summe der (gewogenen) Teilprobe TSR und des endgültigen Wertes von VC1

VC1 endgültig	59.07 g
Teilproben TSR1 + TSR2	3.40 g
<hr/>	
SR (= SR1 + SR2)	62.47 g

Tatsächliches Verjüngungsverhältnis bei der Teilprobenentnahme in den Rougherstufen 62.47/3.40
Vergleich mit dem vorläufigen Wert von SR (siehe Pkt 1)

SR Endgültiger Wert	62.47 g
SR Vorläufiger Wert	61.14 g
<hr/>	

Korrekturfaktor k_R zur Verbesserung der vorläufigen (d.h. aus den Teilproben ermittelte) Werte für die Schaumprodukte der Rougherstufen (SR1 und SR2)

$$k_R = \frac{62.47}{61.14} = 1.022$$

Korrekturfaktor k_C zur Verbesserung der vorläufigen (d.h. auf Grund der Teilproben TRC ermittelten) Werte für die einzelnen Rückstände der Cleanerstufen (RC_i)

$$k_C = \frac{46.99 \text{ g}}{46.59 \text{ g}} = 1.009$$

Korrekturfaktor k_S zur Verbesserung der vorläufigen (d.h. auf Grund der Teilproben TSS ermittelten) Werte für die Schaumprodukte SS_i der einzelnen Scavengerstufen

$$k_S = \frac{85.54}{84.82} = 1.008$$

Berechnung der endgültigen Werte für die Schaumprodukte in den Rougher- und Scavengerstufen bzw. die Rückstände in den Cleanerstufen

Flot. Stufe	Produkt	Vorläufiger Wert g	Korrekturfaktor	Endgültiger Wert g
R1	SR1	12.86		13.14
R2	SR2	48.28		49.33
R	Σ SR	61.14	1.022	62.47
S1	SS1	23.13		23.33
S2	SS2	33.13		33.41
S3	SS3	28.56		28.80
S	Σ SS	84.82	1.008	85.54
C1	RC1	35.71		36.02
C2	RC2	7.46		7.52
C3	RC3	3.42		3.45
C	Σ RC	46.59	1.009	46.99

Zusammenstellung der endgültigen Werte und Berechnung der noch ausstehenden

<u>Rougher</u>		g	stufen- bezogen %	vorlauf- bezogen %
1)	SR1	13.14	1.0521	
2)	SR2	49.33	3.9497	
17)	RR2 = VS1	1186.49	99.9982	
18)	VR1	1248.96	100.0000	
14)	Σ TSR	3.40		

Kontrollen:

a) (1) + (2) - (14) = (21)

b) (7) + (8) + (9) - (15) + (3) + (4) + (5) - (16a) = VZ

Scavenger

		g	%	
			stufen- bezogen	vorlauf- bezogen
3)	SS1	23.33	1.9663	1.8679
4)	SS2	33.41	2.8159	2.6751
5)	SS3	28.80	2.4273	2.3059
6)	RS3	1100.95	92.7905	88.1493
16)	VS1 = RR2	1186.49	100.0000	94.9982
16a)	Σ TSS	4.72		
	SS			6.8489

Cleaner

21)	VC1	59.07	100.00	5.0018
7)	RC1	36.02	60.98	3.0501
20)	SC1 = VC2	23.05	39.02	1.9517
8)	RC2	7.52	12.73	0.6367
19)	SC2 = VC3	15.53	26.29	1.3150
9)	RC3	3.45	5.84	0.2921
10)	SC3	12.08	20.45	1.0229
15)	Σ TRC	2.54		
	RC			3.9789

ZP-Flotation

23)	VZR = VZ	125.23	100.00	10.8278
11)	RZR	87.93	70.21	7.6022
22)	SZR = VZC	37.30	29.79	3.2256
12)	RZC	7.00	5.59	0.6053
13)	SZC = SC	30.30	24.20	2.6203