

86.466

Prof. Dr. HANS-JÖRG STEINER  
Vorstand des Institutes für Aufbereitung und Veredlung  
Montanuniversität  
A-8700 Leoben (Österreich)  
Tel. (03842) 425 55 - 290

Kupfer/Uran-Erz  
Trieben 83-1

1983-11-07



VALL-Projekt Nr. P-46:

Aufbereitungstechnische Untersuchung einer Kupfer/  
Uran-Erz-Probe aus dem Raum Trieben/Steiermark

## 1.) Aufgabenstellung

Im Auftrag und mit finanzieller Unterstützung der Vereinigung für Angewandte Lagerstättenforschung in Leoben (Vorsitzender: O.Univ.Prof. Dr.phil. F. WEBER) war unter der VALL-Projekt Nummer P-46 eine kupfer- und uranhältige Gesteinsprobe aus dem Raum Trieben/Stmk hinsichtlich der grundsätzlichen Aufbereitungsmöglichkeiten zu untersuchen.

## 2.) Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Die durch Rückrechnung über die aufbereitungstechnischen Fraktionierungsprodukte gut abgesicherten Wertstoffgehalte der Rohgutprobe betragen ca. 0,3 % Cu und 0,1 % U.

Wegen der stofflichen Uneinheitlichkeit des Wertmineralbestandes und wegen der engen Verwachsung, die insbesondere den Aufschluß der Uranminerale behindert, kommt als Aufbereitungsverfahren nur eine Schwefelsäure-Laugung mit anschließender selektiver Lösungsmittelextraktion für Kupfer und Uran in Betracht.

Bei einer Mahlung auf  $< 200 \mu\text{m}$ , einem  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Verbrauch von ca. 60 kg/t und einer Laugungsdauer von ca. 24 h konnten ca. 95 % des Kupferinhaltes und ca. 80 % des Uraninhaltes in Lösung gebracht werden. Die Ausbringungsverluste sind im Falle des Kupfers teilweise auf ungelöste sulfidische Anteile, im Falle des Urans aber ausschließlich auf die Verwachsungsverhältnisse zurückzuführen.

Eine Laugung von Grobkornschüttungen hätte wegen der Verwachsungsverhältnisse keine Aussicht auf Erfolg.

Wegen der Verwachsungsverhältnisse sind auch die Möglichkeiten einer Voranreicherung der Wertmineralinhalte mittels physikalischer Aufbereitungsverfahren sehr eingeschränkt. Demgemäß konnte mittels Flotation bei einer Einengung auf 29 Masse % Vorkonzentrat nur ein Kupferausbringen von 80 % bzw. ein Uranausbringen von 50 % im Vorkonzentrat erreicht werden.

### 3.) Eingangsprobe

Überbringer der Probe war Herr Univ.Doiz. Dr. E. ERKAN vom Institut für Geowissenschaften der Montanuniversität Leoben. Die aus etwa faustgroßen Bruchstücken bestehende Probe hatte eine Gesamtmasse von ca. 15 kg und stammte aus einem unter der Leitung von o.Prof. Dr.phil. H. HOLZER durchgeführten montan-geologischen VALL-Projekt (Projekt-Nr. P-38/8).

Nach Mitteilung von Herrn Univ.Doiz. Dr. E. ERKAN lauten die Koordinaten des Probenahmebereiches: ca. 47°24' N, ca. 14°36' E.

Die Eingangsprobe erhielt die Institutsnummer: 3476

#### 4.) Gang der Untersuchung

##### 4.1. Voruntersuchung

Zur Gewinnung eines Einblickes in das Zerkleinerungsverhalten und die Aufschlußverhältnisse wurde die Eingangsprobe zunächst mit dem Backenbrecher und einem nachgeschalteten Sieb in simulierter Kreislaufschaltung auf 100 % < 6 mm zerkleinert. Eine Teilprobe dieses Backenbrecher-Zerkleinerungsproduktes < 6 mm wurde anschließend einer Kreislaufmahlung < 315 µm unterzogen. Wie aus der schematischen Darstellung des Verarbeitungsganges in Abb. 1 zu ersehen ist, erfolgte die Mahlung der Teilprobe auf < 315 µm ebenfalls in simulierter Kreislaufschaltung, sodaß in der Körnungskennlinie des Mahlproduktes die natürliche Bruchcharakteristik zum Ausdruck kam.

Für die Mahlung wurde eine Stabmühle mit den Nennmaßen 154 Ø x x 300 mm eingesetzt. Die Siebanalyse des Vorlaufes der Kreislaufmahlung (= Backenbrecher-Zerkleinerungsprodukt < 6 mm) ist in Zahlentafel 1 und in Abb. 2 wiedergegeben. Die Siebanalyse des Endproduktes der Mahlung auf 100 % < 315 µm ist aus Zahlentafel 2 und Abb. 3 ersichtlich.

Das Mahlprodukt wurde bei 200, 100 und 63 µm abgeseibt. Die Siebfractionen 315/200, 200/100 und 100/63 µm wurden ohne weitere Voranreicherung einer Schwimm/Sink-Analyse bei den Trennschnitten 2,82 g/cm<sup>3</sup> (Bromoform) und 3,31 g/cm<sup>3</sup> (Dijodmethan) unterzogen. Der Feingutanteil < 63 µm wurde zunächst mittels Sachsenarbeit vorangereichert und erst dann bei  $\rho = 3,31$  g/cm<sup>3</sup> (Dijodmethan) abgeschwommen. Die Ergebnisse der Schwimm/Sink-Analysen im Körnungsbereich 315/63 µm sind in Zahlentafel 3 erfaßt.

Wie die Korngrößenabhängigkeit des Schwergutanteils  $>3,31 \text{ g/cm}^3$  andeutet und wie auch die stereomikroskopische Untersuchung der Dichtefraktionen bestätigte, ist der im Körnungsbereich um  $200 \mu\text{m}$  erreichte Aufschluß noch sehr unvollkommen. Besonders eng verwachsen sind die uranführenden Minerale, wobei offenbar mehrere sich überlagernde Verwachsungsstrukturen vorhanden sind.

#### 4.2. Hauptversuchsreihe Nr. 1: Laugungsversuch

Die Prüfung auf Aufbereitbarkeit mittels einer kombinierten Laugung auf Kupfer und Uran erfolgte gemäß dem in Abb. 4 dargestellten Schema.

##### Mahlung

Aufgrund des in der Voruntersuchung gewonnenen Einblickes in die Rohgutcharakteristik wurde die obere Korngrößengrenze für den Vorlauf der Laugung mit  $200 \mu\text{m}$  festgelegt. Die Mahlung auf diese Grenz Korngröße erfolgte ebenfalls mit der Stabmühle  $154 \varnothing \times 300 \text{ mm}$  in Zusammenarbeit mit einer Absiebung, sodaß gemäß Abb. 4 eine Kreislaufmahlung ohne Vorklassierung simuliert wurde. Zahlentafel 4 stellt das Protokoll der Stabmühlmahlung dar. Aus Abb. 5 ist die Zeitabhängigkeit der Feingutbildung in der Stabmühlmahlung ersichtlich. Die Siebanalyse des Mahlproduktes ist in Zahlentafel 5 und Abb. 6 festgehalten.

### Laugung

Entsprechend dem Vorbild der konventionellen Laugung von Uranerzen oder oxydischen Kupfererzen wurde als Laugungsmittel Schwefelsäure verwendet. Wegen der Feinheit des Aufgabegutes wurde eine Rührwerkslaugung angewendet. Als Rührreaktor wurde die WEMCO-Flotationszelle verwendet. Die Frischaufgabe auf die Laugung betrug 1 kg in der Körnung  $< 200 \mu\text{m}$ . Der Feststoffgehalt des Vorlaufes der Laugung wurde auf ca. 12 Vol.% eingestellt.

Die Schwefelsäure wurde in einer Konzentration von 494,4 g/l über eine Dosiereinrichtung mit abschnittsweise variiertes Dosiergeschwindigkeit zugegeben. Der pH-Wert der Trübe wurde laufend mit einer Glaselektrode gemessen. Die Abhängigkeit des pH-Wertes vom Schwefelsäurezusatz (= Titrationskurve) ist in Abb. 7 dargestellt.

Die Laugung wurde in 2 Abschnitte unterteilt. Nach dem ersten Laugungsabschnitt wurde filtriert, der Filterkuchen aber nicht nachgewaschen, sondern nur wieder auf ca. 12 Vol.% verdünnt in die zweite Laugungsstufe eingesetzt.

In der ersten Laugungsstufe wurde der pH-Wert auf ca.  $\text{pH} = 2,0$  abgesenkt, wobei sich ein Schwefelsäureverbrauch von 42 kg/t Rohgut ergab. In der zweiten Laugungsstufe erniedrigte ein Schwefelsäureverbrauch von 17,3 kg/t Rohgut den pH-Wert der Trübe auf  $\text{pH} = 1,2$ . Der Gesamtverbrauch an  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (100 %) betrug somit 59,3 kg/t Rohgut.

Die Dauer der ersten Laugungsstufe betrug 18 Stunden, die der zweiten Laugungsstufe 6,4 Stunden. Die Verweilzeit in der Laugung stellte sich somit auf insgesamt 24,4 Stunden.

Nach der zweiten Laugungsstufe fiel eine Filtratmenge von 2.105 g  $\Delta$  2.093 ml sowie Waschwasser in einer Menge von 498 g an. Das Filtrat nach der zweiten Laugungsstufe und das Waschwasser wurden zu einer Lösung von 2.603 g vereinigt.

Zur Untersuchung des Laugungsrückstandes in bezug auf Wertstoffverluste wurde der nachgewaschene Laugungsrückstand auf einer Sachse in ein Leichtgut- und ein Schwergutprodukt zerlegt. Das Sachsenschwergut wurde bei 40  $\mu$ m abgesiebt. Die Massenbilanz der Laugung und der anschließenden Sachsenarbeit in bezug auf die Feststoffbilanz ist in Zahlentafel 6 dargestellt.

Die Massen- und Metallbilanz der Laugungsprodukte wird in Zahlentafel 7 wiedergegeben. Aus Zahlentafel 7 ist zu ersehen, daß durch die Schwefelsäurelaugung ca. 80 % des Uraninhaltes und ca. 95 % des Kupferinhaltes in Lösung gebracht wurden. Die Rückrechnung auf die Aufgabe ergibt Gehalte von 0,377 % Cu (0,28 % Cu nach der direkten Analyse) und 0,097 % U (0,095 % U nach der direkten Analyse).

#### Aufarbeitung der Laugen

Da eine detaillierte Untersuchung der Aufarbeitung der Laugen mittels Ionenaustausch (Lösungsmittel-Extraktion) den Rahmen der Arbeit gesprengt hätte, wurde lediglich eine Fällung zur Gewinnung von Analysenproben in fester Form durchgeführt. Interesshalber wurde die Fällung selektiv zu gestalten versucht, d.h. aus den Laugeproben wurde zuerst die Hauptmenge des Kupfers mit Natriumsulfid, anschließend die Restmenge von Kupfer, Eisen und Uran mit  $\text{NH}_4\text{OH}$  ausgefällt. Das Masseausbringen an Fällungsprodukten wird von Zahlentafel 8 wiedergegeben. In Zahlentafel 9 ist die Metallbilanz der Fällungsprodukte in bezug auf Kupfer und Uran ausführlich dargestellt.

Aus den Angaben in Zahlentafel 8 läßt sich ableiten, daß in der ersten Laugungsstufe 91,4 % des insgesamt in Lösung gegangenen Kupfers, aber nur 50,6 % des insgesamt in Lösung gegangenen Urans in der Lauge ausgebracht wurden.

#### Untersuchung des Laugungsrückstandes

Die Siebanalyse des Leichtgutes von der Sachsenarbeit mit dem Laugungsrückstand ist in Zahlentafel 10 erfaßt und in Abb. 8 bzw. Abb. 9 dargestellt.

Zahlentafel 11 zeigt die Massenbilanz von der Schwimm/Sink-Analyse des Sachsenschwergutes  $>40 \mu\text{m}$  bei den Trennschnitten 2,82 und 3,31 g/cm<sup>3</sup>. Zahlentafel 12 bringt die Massen- und Metallbilanz der Fraktionierungsprodukte des Laugungsrückstandes in bezug auf die Wertstoffe Kupfer und Uran.

Aus Zahlentafel 12 ist zu ersehen, daß ca. 68 % des Kupferinhaltes des Laugungsrückstandes auf das Sachsenleichtgut entfallen, im Falle des Urans aber ca. 96 % des Uraninhaltes des Laugungsrückstandes im Sachsenleichtgut verblieben. Man kann daraus schließen, daß die Uranverluste im Laugungsrückstand hauptsächlich auf eine sehr enge Verwachsung zurückzuführen sind, wogegen im Falle des Kupfers ein gewisser aufgeschlossener Anteil von Kupfermineralen durch die Schwefelsäurelaugung nicht in Lösung gebracht wurde. Dieser nicht gelöste Kupferanteil ist vorwiegend auf sulfidische Bindung zurückzuführen.



#### 4.3. Hauptversuchsreihe Nr. 2: Flotationsversuch

Zur Abklärung der Möglichkeiten einer Voranreicherung mittels Flotation wurde eine Teilprobe des Backenbrecher-Zerkleinerungsproduktes <6 mm durch Zyklenmahlung in der Stabmühle 150 Ø x 300 mm auf 100 % < 250 µm zerkleinert. Das Protokoll der aus 13 Zyklen bestehenden Stabmühlenmahlung ist in Zahlentafel 13 wiedergegeben. Zahlentafel 14 zeigt die Siebanalyse im Körnungsbereich 250/40 µm, Zahlentafel 15 die Ergebnisse von 2 Andreasen-Korngrößenanalysen des Kornanteils < 40 µm. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in Abb. 10 im GGS-Netz graphisch dargestellt.

Wie aus dem Schema des Flotationsversuches in Abb. 11 ersichtlich ist, wurde der Flotationsversuch als Teilsortenbildung mittels 5 aufeinanderfolgender Flotationsstufen durchgeführt. Zur näheren Kennzeichnung der Metallverluste und des Flotationsrückstandes wurde der Abgang RR 5 der Rougherstufe Nr. 5 mittels Sachsenarbeit nach der Dichte fraktioniert, wobei ein Leichtgut-, ein Mittelgut- und ein Schwergutprodukt anfielen.

Das Reagenzienregime ist zusammen mit der Massenbilanz der Fraktionierungsprodukte in Zahlentafel 16 erfaßt. In Zahlentafel 17 ist die Massen- und Metallbilanz der Fraktionierungsprodukte in bezug auf Kupfer und Uran dargestellt. In Zahlentafel 18 werden die Teilsorten des Flotationsversuches schrittweise aufsummiert und bilanzmäßig ausgewiesen.

Aus den genannten Zahlentafeln ist zu ersehen, daß die Flotation nicht an den aufbereitungstechnischen Wirkungsgrad der Säurelaugung heranreicht. Im Flotationsrückstand verblieben vom Kupferinhalt der Aufgabe ca. 20 %, vom Uraninhalt der Aufgabe sogar ca. 50 %. Die Betrachtung der Metallverteilung in den Produkten der Dichtefraktionierung des Flotationsrückstandes zeigt, daß die Ausbringungsverluste sowohl beim Kupfer als auch beim

Uran in der Hauptsache auf Verwachsungen zurückzuführen sind. Es deckt sich mit der Erfahrung, daß bei gleichem Aufmahlungsgrad der Wertstoffinhalt von Verwachsungen durch eine Laugung zu einem höheren Prozentsatz ausgebracht wird als durch physikalische Trennverfahren wie beispielsweise die Flotation.

Die Zusammenfassung aller Schaumprodukte der Flotation ergibt ein Masseausbringen von ca. 29 % bei einer Anreicherung des Kupfergehaltes von 0,29 % auf 0,80 % Cu, bzw. bei einer Anreicherung des Urangehaltes von ca. 0,1 % auf ca. 0,17 % U.

#### 4.4. Präparate für mikroskopische Untersuchungen

Die Aufbereitungsversuche wurden von mikroskopischen Untersuchungen an Streupräparaten unter dem Stereomikroskop, Körner-einbettungen unter dem Durchlichtmikroskop und Körneranschliffen unter dem Auflichtmikroskop begleitet. Aus Dokumentationsgründen werden hier die Präparatenummern angeführt:

- Streupräparate St 58, 59
- Durchlicht-Einbettungen DA 34, DA 38 - 41
- Körneranschliffe 509, 540 - 543, 637, 656

#### 4.5. Chemische Analyse der Produkte der Aufbereitungsversuche

Sämtliche im vorliegenden Bericht angeführten chemischen Analysen wurden vom Institut für Chemie der Montanuniversität Leoben/  
/O.Prof. Dr.techn. H. ZITTER durchgeführt. Die Analysenergebnisse wurden mit Schreiben vom 23.02.1983 mitgeteilt.

#### 4.6. Radiometrische Untersuchung eines Anreicherungsproduktes

Mit einer Teilprobe des auch für die Flotationsversuche verwendeten Mahlproduktes  $< 250 \mu\text{m}$  wurde zur Anreicherung nach der Dichte ein Herdversuch durchgeführt und das Konzentrat der Herdarbeit in Dijodmethan ( $\rho = 3,31 \text{ g/cm}^3$ ) abgeschwommen. Die Kornklasse  $< 160 \mu\text{m}$  des Schwergutproduktes wurde an das Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften/Wien eingesandt und dort entgegenkommenderweise kostenlos einer Strahlenanalyse unterzogen. Wie Herr Dr. H. FRIEDMANN vom o.g. Institut in einem Schreiben vom 07.03.1983 mitteilte, wurde das Gammaskpektrum mit einer Ge(Li)-Diode bei einer Meßdauer von 10.000 sec untersucht. In Zahlentafel 19 sind die mitgeteilten effektiven Zählraten angegeben. In Abb. 12 ist das Untergrundspektrum und das aus der Probenuntersuchung stammende Spektrum dargestellt. Nach Mitteilung von Herrn Dr. FRIEDMANN geht aus den Untersuchungsergebnissen hervor, daß die Radioaktivität der Mineralprobe im wesentlichen auf die Folgeprodukte des  $^{226}\text{Ra}$  zurückzuführen ist.

Siebgröße [ $\mu$ ]	Masse [g]	Fraktion [%]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
5000		9,75		90,25
4000		15,12		75,13
3000		19,10		56,03
2500		6,38		49,65
2000		9,43		40,22
1500		4,97		35,25
1000		9,72		25,53
750		3,48		22,05
500		4,19		17,86
315		2,38		15,48
200		2,65		12,83
100		2,91		9,92
63		2,36		7,56
40		1,78		5,78
0		5,78		0,00

Siebanalyse des Zerkleinerungsproduktes < 6 mm	Uranerz Trieben 83-1  Zahlentafel 1
---	--

Siebgröße [ $\mu$ ]	Masse [g]	Fraktion [%]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
315		0,00	0,00	100,00
200		19,82	19,82	80,18
100		21,30	41,12	58,88
63		16,05	57,17	42,83
0		42,83	100,00	0,00

Siebanalyse des Zerkleinerungsproduktes < 315 $\mu\text{m}$	Uranerz Trieben 83-1  Zahlentafel 2
--	---

Dichte g/cm <sup>3</sup>	Kornklasse, $\mu\text{m}$								
	315/200 $\mu\text{m}$			200/100 $\mu\text{m}$			100/63 $\mu\text{m}$		
	Masse			Masse			Masse		
	g	%		g	%		g	%	
		fraktionell	addiert		fraktionell	addiert		fraktionell	addiert
2,82	27,70	91,69	91,69	30,59	94,21	94,21	23,53	96,31	96,31
3,31	2,45	8,11	99,80	1,79	5,51	99,72	0,81	3,32	99,63
$\infty/\infty$	0,06	0,20	100,00	0,09	0,28	100,00	0,09	0,37	100,00
Summe	30,21	100,00		32,47	100,00		24,43	100,00	

Schwimm/Sink-Analyse verschiedener Kornfraktionen des Zerkleinerungsprodukts  
100 % < 315  $\mu\text{m}$

Uranerz Trieben  
83-1

Zahlentafel 3

Ab- schnitt Nr.	Mahldauer (sec)		Mahlgut Charge (g)	Grobgut (g)	Feingut (g)	
	$\Delta$	$\Sigma$			$\Delta$	$\Sigma$
1	300	300	598,4	340,6	257,8	257,8
2	270	570	597,1	327,5	269,6	527,4
3	330	900	598,1	299,2	298,9	826,3
4	720	1620	468,7	40,7	428,0	1254,3

Anmerkung: Mahlbedingungen: Mahltrommel: 150  $\emptyset$  x 300 mm  
 Mahlkörper: 7,25 kg

Protokoll der Stabmühlenmahlung  $< 200 \mu\text{m}$   
 der Aufgabe des Laugungsversuches  
 (graphische Darstellung siehe Abb.5 )

Uranerz  
 Trieben 83-1

Zahlentafel 4

Siebgröße [ $\mu$ ]	Masse [g]	Fraktion [%]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
200		0,00	0,00	100,00
160		5,56	5,56	94,44
100		18,21	23,77	76,23
63		18,67	42,44	57,56
40		17,54	59,98	40,02
32		8,78	68,76	31,24
0		31,24	100,00	0,00

Siebanalyse des Vorlaufes der Laugung	Uranerz Trieben 83-1  Zahlentafel 5
--	--



P r o d u k t			Masse	
			g	%
Aufgabe auf die Laugung			1000,00	
Laugungs- rückstand	Sachsenleichtgut		892,98	99,36
	Sachsen- schwer- gut	>40 µm	4,15	0,46
		<40 µm	1,63	0,18

Bilanz der Laugung der auf 100 % < 200 µm zerkleinerten Eingangsprobe	Uranerz Trieben 82-1
	Zahlentafel 6

	Masse g	Gehalt, %		Einheiten		Verteilungs %	
		Uran	Kupfer	Uran	Kupfer	Uran	Kupfer
Lauge 1	2017,00	0,024	0,168	48,408	338,856	50,002	89,919
Lauge 2 + + Waschwasser	2603,00	0,011	0,007	28,633	18,221	29,576	4,835
Laugungsrück- stand	898,69	0,022	0,022	19,771	19,771	20,422	5,246
Produkte der Laugung	5518,69			96,812	376,848	100,000	100,000

<p>Massen- und Metallbilanz der Laugungsprodukte, d.h. der angefallenen Laugen und des Laugungsrückstandes</p> <p>Anm.: Die Rückrechnung auf die Metallgehalte der Aufgabe ergibt 0,097 % Uran und 0,377 % Kupfer (zum Vergleich: Die direkte Analyse der Aufgabe ergibt 0,095 % Uran und 0,28 % Kupfer)</p>	<p>Uranerz Trieben83-1</p> <p>Zahlentafel 7</p>
--	---

Produkt	Masse, g	
	1. Laugung	2. Laugung
Fe-Fällung	8,16	6,05
Cu-Fällung	3,12	0,27

Anmerkung: Nach der 1. Laugung wurde filtriert, wobei eine Filtratmenge von 2017 g  $\hat{=}$  1997 ml anfiel. Der Filterkuchen wurde nicht nachgewaschen, sondern nur nach Verdünnung in die 2. Laugungsstufe eingesetzt.

Dem Filtrat der 1. Stufe wurde eine Belegprobe von 900 g entnommen, der Rest wurde für die Cu- und Fe-Fällung verwendet.

Nach der 2. Laugungsstufe fiel an Filtrat (2105 g  $\hat{=}$  2093 ml) und Waschwasser (498 g) eine Menge von insgesamt 2603 g Lösung an. Von dieser Lösung wurden 211 g als Belegprobe abgezweigt, der Rest wurde für die Cu- und Fe-Fällung verwendet. Der Feststoffeinsatz der 1. Laugung betrug 1000 g

Massenbilanz der Laugenaufbereitung durch stufenweise Fällung 1. Stufe (Cu-Fällung): Fällungsmittel: Natriumsulfid 2. Stufe (Fe-Fällung): Fällungsmittel: $\text{NH}_4\text{OH}$	Uranerz Trieben 83-1  Zahlentafel 8
---	--

		Masse g	Gehalt, %		Einheiten		Verteilungs %	
			Uran	Kupfer	Uran	Kupfer	Uran	Kupfer
1. Laugung	Cu-Fällung	3,12	0,03	39,0	0,09	121,68	0,33	64,80
	Fe-Fällung	8,16	3,40	8,1	27,14	66,10	99,67	35,20
	Lauge 1	1117,00	0,024	0,168	27,23	187,78	100,00	100,00
2. Laugung	Cu-Fällung	0,27	0,032	50,0	0,009	13,50	0,03	76,12
	Fe-Fällung	6,05	4,4	0,7	26,62	4,235	99,97	23,88
	Lauge 2 <del>⊗</del>	2392,00	0,011	0,007	26,629	17,735	100,00	100,00

~~⊗~~ einschließlich Waschwasser (siehe Zahlentafel 8)

Metallbilanz der Fällungsprodukte aus den Laugungstufen Nr. 1 und Nr. 2	Uranerz Trieben 83-1
	Zahlentafel 9

Siebgröße [ $\mu$ ]	Masse [g]	Fraktion [%]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
160		3,49	3,49	96,51
100		15,02	18,51	81,49
63		16,44	34,95	65,05
40		11,46	46,41	53,59
32		7,69	54,10	45,90
0		45,90	100,00	0,00

<p>Siebanalyse des Sachsenleichtgutes des Rückstandes der Laugung (Kurve 4 in Abb. )</p>	<p>Uranerz Trieben 83-1</p> <p>Zahlentafel 10</p>
--	---

Dichte- fraktion g/cm <sup>3</sup>	Masse	
	g	%
<2,82	2,59	63,48
2,82/3,31	0,68	16,67
>3,31	0,81	19,85

Sink/Schwimm-Analyse des Sachschwergutes >40 µm des Laugungsrückstandes	Uranerz Trieben 82-1  Zahlentafel 11
---	---

		Masse g	Gehalt, %		Einheiten		Verteilungs %		
			Uran	Kupfer	Uran	Kupfer	Uran	Kupfer	
Sachsenleichtgut		892,98	0,021	0,015	18,753	13,395	96,38	68,46	
Sachsen- schwergut	<40 µm	1,63	0,073	0,420	0,119	0,685	0,61	3,50	
	>40 µm	$f < 2,82$	2,59	0,023	0,012	0,060	0,031	0,31	0,16
		$2,82 < f < 3,31$	0,68	0,200	0,400	0,136	0,272	0,70	1,39
		$f > 3,31$	0,81	0,480	6,400	0,389	5,184	2,00	26,49
Laugungsrückstand		898,69	0,022	0,022	19,457	19,567	100,00	100,00	

Massen- und Metallbilanz der Fraktionierungsprodukte des Laugungsrückstandes	Uranerz Trieben 83-1  <i>Zahlentafel 12</i>
--	---

Zyklus Nr.	Mahldauer (sec)	Feingut (g)	Grobgut (g)	umlaufende Last (%)	U/min
1	360	319,31	179,12	71,87	
2	180	199,51	298,37	119,86	
3	240	260,82	237,47	95,31	
4	210	223,61	274,76	110,26	
5	225	243,38	256,89	103,11	
6	225	243,91	254,21	102,07	
7	225	234,70	262,40	105,57	
8	225	237,68	260,19	104,52	
9	225	235,83	262,74	105,40	
10	240	249,08	249,56	100,10	56,40
11	240	251,71	245,48	98,75	56,44
12	240	248,82	249,55	100,15	56,40
13	240	243,25	255,22	102,40	

Protokoll der Zyklenmahlung in der  
Stabmühle 150 Ø x 300 mm

Mahlkörperfüllung: 7,25 kg

Aufgabegut: Zerkleinerungsprod. < 6 mm

Mahlprodukt: 100 % < 250 µm

Uranerz Trieben  
83-1

*Zollentafel 13*



Siebgröße [ $\mu$ ]	Masse [g]	Fraktion [%]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
250	0,00	0,00	0,00	100,00
200	2,92	9,50	9,50	90,50
160	3,78	12,30	21,80	78,20
100	4,52	14,70	36,50	63,50
71	3,87	12,59	49,09	50,91
63	2,14	6,96	56,05	43,95
40	3,51	11,42	67,47	32,53
0	10,00	32,53	100,00	0,00

Siebanalyse des Stabmühlen-Kreislauf- mahlproduktes 100 % <250 $\mu$ m (Februar 1983)	Uranerz Trieben 83-1  Zahlentafel 14
--	--

Zeit- dauer  (sec)	Fallhöhe vor Probe- nahme  (cm)	Fallhöhe nach Probe- nahme  (cm)	mittlere Fallhöhe  (cm)	Tempe- ratur  (°C)	Schale  Nr.	Schale  (g)	Schale + Trocken- masse  (g)	Trocken- masse  (g)	Korn- größe  (µm)	Rück- stand  (%)	Durch- gang  (%)
180	200,0	19,65	19,825	18,4	1	14,5683	14,5842	0,0159	34,9	47,29	52,71
690	196,5	19,30	19,475	18,6	2	15,6924	15,7010	0,0086	17,7	71,49	28,51
1680	193,0	18,95	19,125	18,8	3	15,5981	15,6044	0,0063	11,2	79,12	20,88
3420	189,5	18,60	18,775	19,3	4	13,7645	13,7690	0,0045	7,6	85,08	14,92
6000	186,0	18,25	18,425	19,6	5	14,8387	14,8425	0,0038	5,7	87,40	12,60
9600	182,5	17,90	18,075	19,9	6	14,0203	14,0233	0,0030	4,4	90,06	9,94
360	201,0	19,75	19,925	18,4	7	16,2427	16,2533	0,0106	24,7	65,18	34,82
900	197,5	19,40	19,575	18,8	8	14,9789	14,9854	0,0065	15,5	78,65	21,35
2400	194,0	19,05	19,225	19,0	9	12,9961	13,0010	0,0049	9,4	83,90	16,10
4200	190,5	18,70	18,875	19,3	10	12,3017	12,3052	0,0035	6,8	88,50	11,50
8100	187,0	18,35	18,525	19,8	11	12,1219	12,1249	0,0030	4,9	90,14	9,86
12000	183,5	18,00	18,175	20,1	12	15,7529	15,7557	0,0028	4,0	90,80	9,20

Ergebnisse der Andreasen-Korngrößenanalyse des Kornanteils  
<40 µm aus dem Stabmühlen-Kreislaufmahlprodukt 100 % < 250 µm  
(Februar 1983)

Uranerz Trieben 83-1

Zahlentafel 15

Produkt		Masse	
		g	%
SR 1		6,25	2,11
SR 2		15,37	5,20
SR 3		11,58	3,92
SR 4		16,80	5,68
SR 5		35,38	11,97
RR 5	Sachsenleichtgut	193,83	65,68
	Sachsenmittelgut	14,87	5,03
	Sachsenschwergut	1,50	0,51

Anmerkung: Reagenzienschema:

Kalium-Amylaxanthat

MIBC für das Schaumprodukt SR 1 (pH = 8,25)

Natrium-Sulfide, Kalium-Amylaxanthat

MIBC für das Schaumprodukt SR 2 (pH = 8,80)

Sammler Cyanamid Nr. 801 für das Schaumprodukt SR 3

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (bis pH 4,9) und Cyanamid Nr. 801 für das

Schaumprodukt SR 4

Ölsäure für das Schaumprodukt SR 5

Massenbilanz des Flotationsversuches mit dem Zerkleinerungsprodukt 100 % < <200 µm	Uranerz Trieben 82-1  Zahlentafel 16
--	---

	Masse %	Gehalt, %		Einheiten		Verteilungs %		
		Uran	Kupfer	Uran	Kupfer	Uran	Kupfer	
SR 1	2,11	0,27	2,10	0,57	4,43	5,89	15,28	
SR 2	5,20	0,38	2,70	1,98	14,04	20,48	48,40	
SR 3	3,92	0,16	0,55	0,63	2,16	6,51	7,95	
SR 4	5,68	0,10	0,18	0,57	1,02	5,89	3,52	
SR 5	11,97	0,09	0,12	1,08	1,44	11,17	4,97	
RR 5	Sachsenleichtgut	65,58	0,06	0,08	3,93	5,51	40,65	19,00
	Sachsenmittelgut	5,03	0,11	0,06	0,55	0,32	5,69	1,10
	Sachsenschwergut	0,51	0,70	0,16	0,36	0,08	3,72	0,28
Aufgabe	100,00	0,10	0,29	9,67	29,00	100,00	100,00	

Massen- und Metallbilanz der einzelnen Produkte des  
Flotationsversuches

Uranerz Trieben 83-1

Zahlentafel 17

	Masse %	Gehalt, %		Einheiten		Verteilungs %	
		Uran	Kupfer	Uran	Kupfer	Uran	Kupfer
SR 1	2,11	0,27	2,10	0,57	4,43	5,89	15,28
SR 1 + SR 2	7,31	0,35	2,53	2,55	18,47	26,37	63,68
SR 1 + SR 2 + SR 3	11,23	0,28	1,84	3,18	20,63	32,88	71,13
SR 1 + SR 2 + SR 3 + SR 4	16,91	0,22	1,28	3,75	21,65	38,77	74,65
SR 1 + SR 2 + SR 3 + SR 4 + SR 5	28,88	0,17	0,80	4,83	23,09	49,94	79,62
RR 5	71,12	0,07	0,08	4,84	5,91	50,06	20,38
Aufgabe	100,00	0,10	0,29	9,67	29,00	100,00	100,00

Massen- und Metallbilanz der Summenprodukte des Flotationsversuches  
 Schrittweise zusammengefaßt wurden die Schaumprodukte SR 1 - SR 5,  
 pauschal zusammengefaßt wurden die in Zahlentafel ausgewiesenen  
 Fraktionierungsprodukte des Flotationsrückstandes RR 5.

Uranerz Trieben 83-1

Zahlentafel 18

Tabelle 1

ENERGIE keV	ÜBERGANG	EFFEKTIVE ZÄHLRATE	INTENSITÄT IM GLEICHGEWICHT
2615	$^{208}_{\text{TL}} \rightarrow ^{208}_{\text{Pb}}$	$12 \pm 12$	(Thoriumreihe)
2448	$^{214}_{\text{Bi}} \rightarrow ^{214}_{\text{Po}}$	$17 \pm 7$	1,77 %
2205	$^{214}_{\text{Bi}} \rightarrow ^{214}_{\text{Po}}$	$71 \pm 15$	5,4
1460	$^{40}_{\text{K}}$	$0 \pm 34$	(natürl. Kalium)
934	$^{214}_{\text{Bi}} \rightarrow ^{214}_{\text{Po}}$	$69 \pm 37$	3,1
609	$^{214}_{\text{Bi}} \rightarrow ^{214}_{\text{Po}}$	$2884 \pm 78$	43
351	$^{214}_{\text{Pb}} \rightarrow ^{214}_{\text{Bi}}$	$5663 \pm 110$	35
295	$^{214}_{\text{Pb}} \rightarrow ^{214}_{\text{Bi}}$	$3658 \pm 124$	18
242	$^{214}_{\text{Pb}} \rightarrow ^{214}_{\text{Bi}}$	$2096 \pm 119$	7,4

Es wurden nicht alle identifizierten Linien in dieser Tabelle zusammengefaßt.

Mitteilung des Institutes für Radiumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften/Wien. Ergebnisse der Untersuchung der Dichtefraktion  $\rho > 3,31 \text{ g/cm}^3$  aus der Kornklasse  $< 160 \mu\text{m}$ .  
Untersuchungsstelle: Institut für Radiumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften/Wien.  
Bearbeiter: Dr. FRIEDMANN/März 1983

Uranerz Trieben 83-1

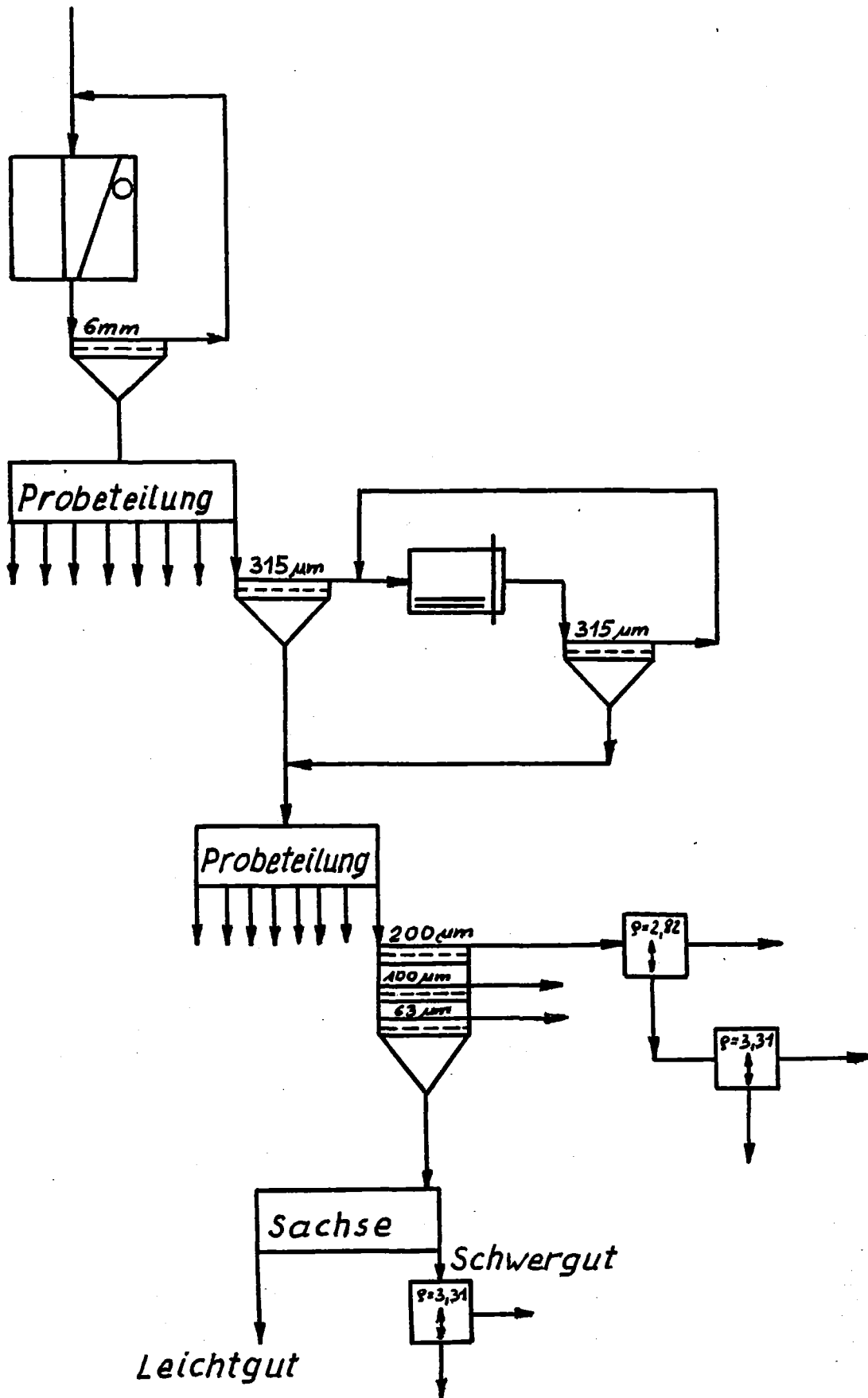
*Zollentafel 19*

Produkt Nr.	Analysen Nr.	Produktbeschreibung
		Untersuchungsabschnitt / Anmerkung
	1	1. Mutterlauge
	2	2. Mutterlauge + Waschwasser
	3	Cu-Fällung, 1. Laugung
	4	Cu-Fällung, 2. Laugung
	5	Fe-Fällung, 1. Laugung, Rückstand Ammoniumkarbonatfällung
	6	Fe-Fällung, 2. Laugung, Rückstand NH <sub>4</sub> OH-Fällung
	7	Flotationsversuch <200 µm, SR 1
	8	" " SR 2
	9	" " SR 3
	10	" " SR 4
	11	" " SR 5
	12	Flotationsversuch <200 µm, RR 5, Sachschwergut
	13	" " " Sachsenmittelgut
	14	" " " Sachsenleichtgut
	15	Laugungsrückstand, Sachschwergut < 40 µm
	16	Laugungsrückstand, Sachschwergut < 40 µm, $\gamma > 3,31$
	17	" " " = 2,82/3,31
	18	" " " $\gamma < 2,82$
	20	Zerkleinerung <200 µm, Teilprobe
	21	Laugungsrückstand, Sachsenleichtgut <200 µm, Restprobe

Probenverzeichnis für die chemischen  
Analysen

Uranerz Trieben 83-1

Zahlentafel 20

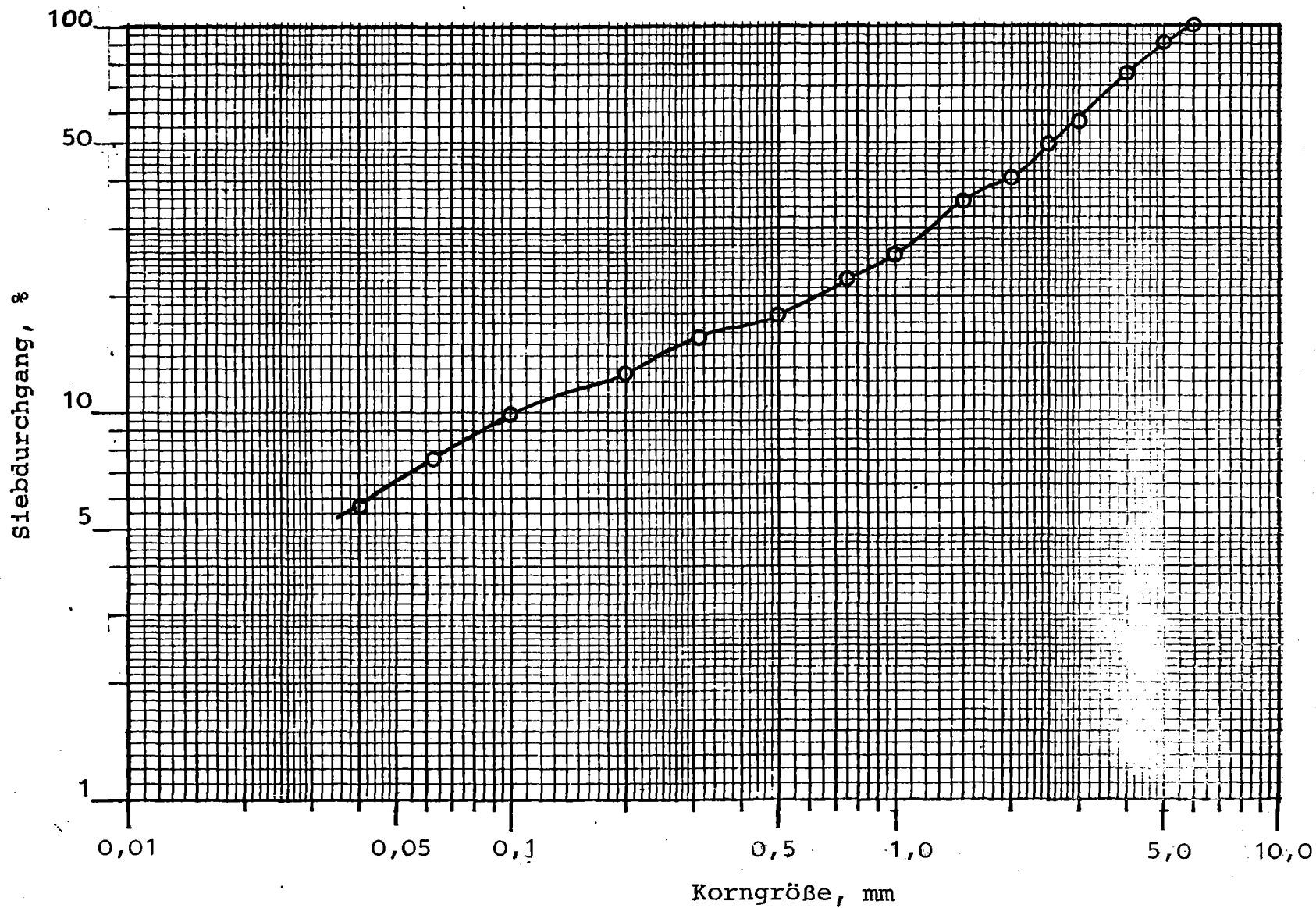


Verarbeitungsgang der Uranerzprobe  
(Voruntersuchung)

Uranerz Trieben  
82-1

Abb. 1

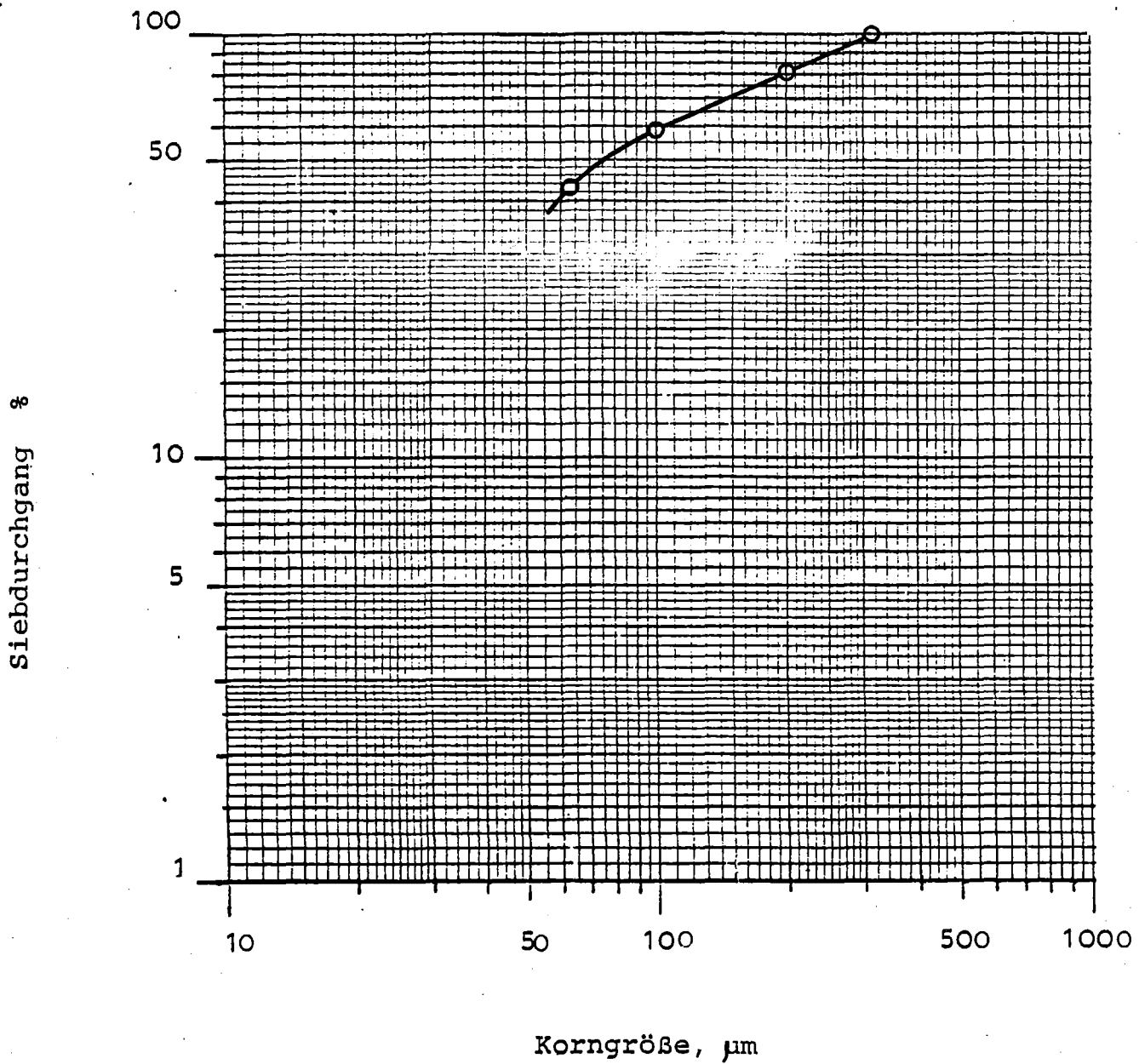




Siebanalyse nach der Zerkleinerung auf 100 % < 6 mm

Uranerz Trieben 82-1

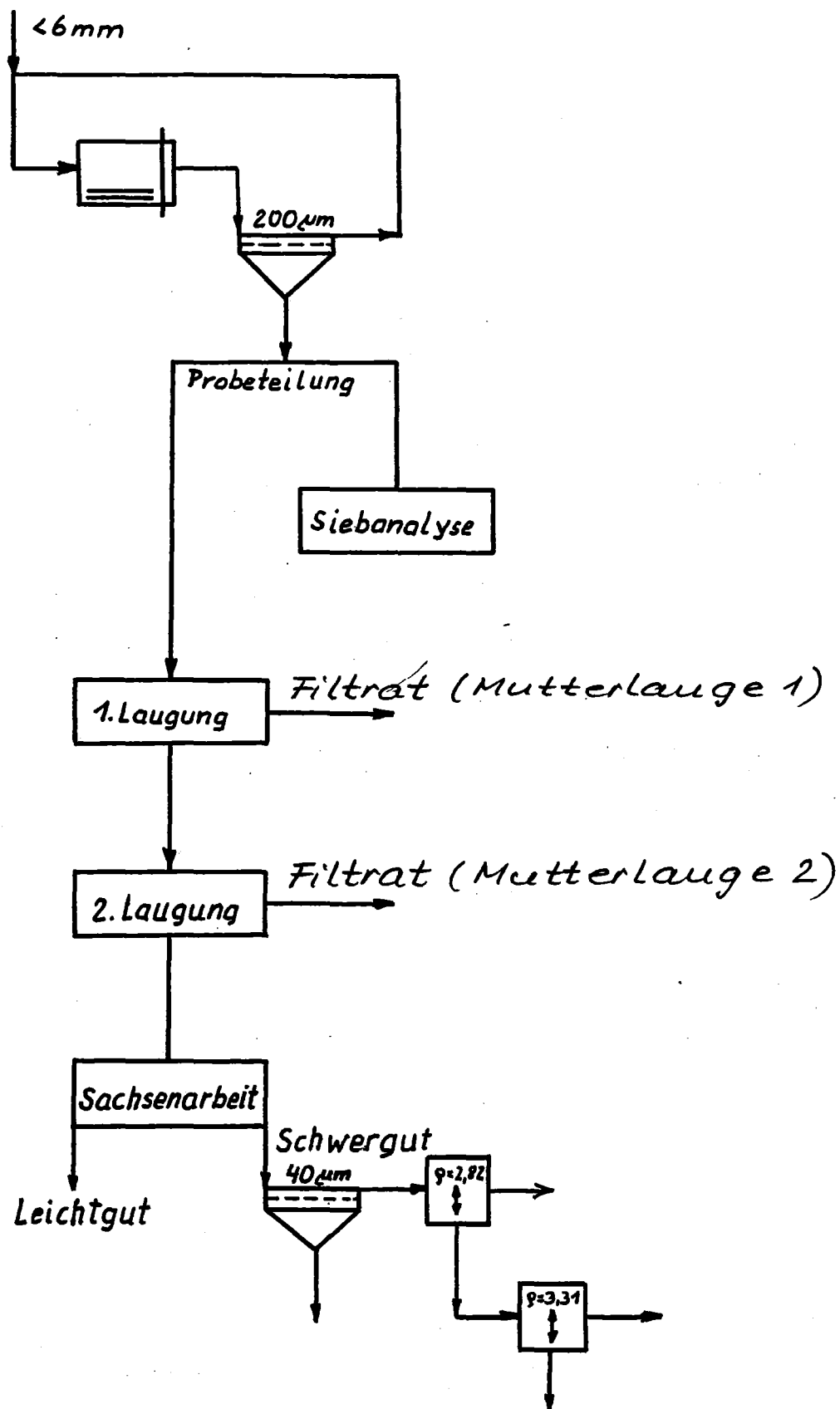
Abb. 2



Siebanalyse des Stabmühlenerkleinerungs-  
produktes (100 % < 315  $\mu\text{m}$ )

Uranerz Trieben  
82-1

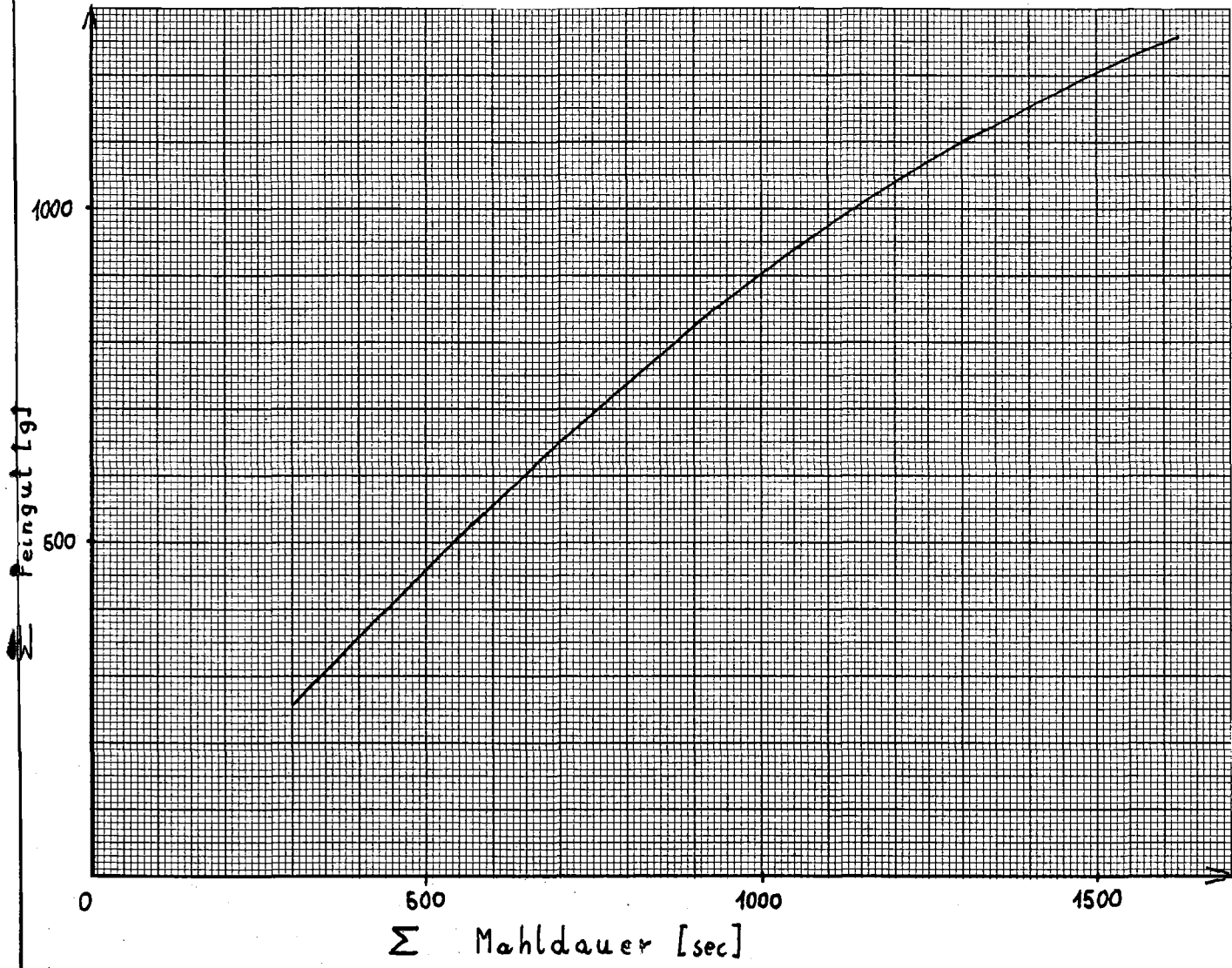
Abb. 3



Verarbeitungsgang der Uranerzprobe  
(Laugung)

Uranerz Trieben  
82-1

Abb. 4

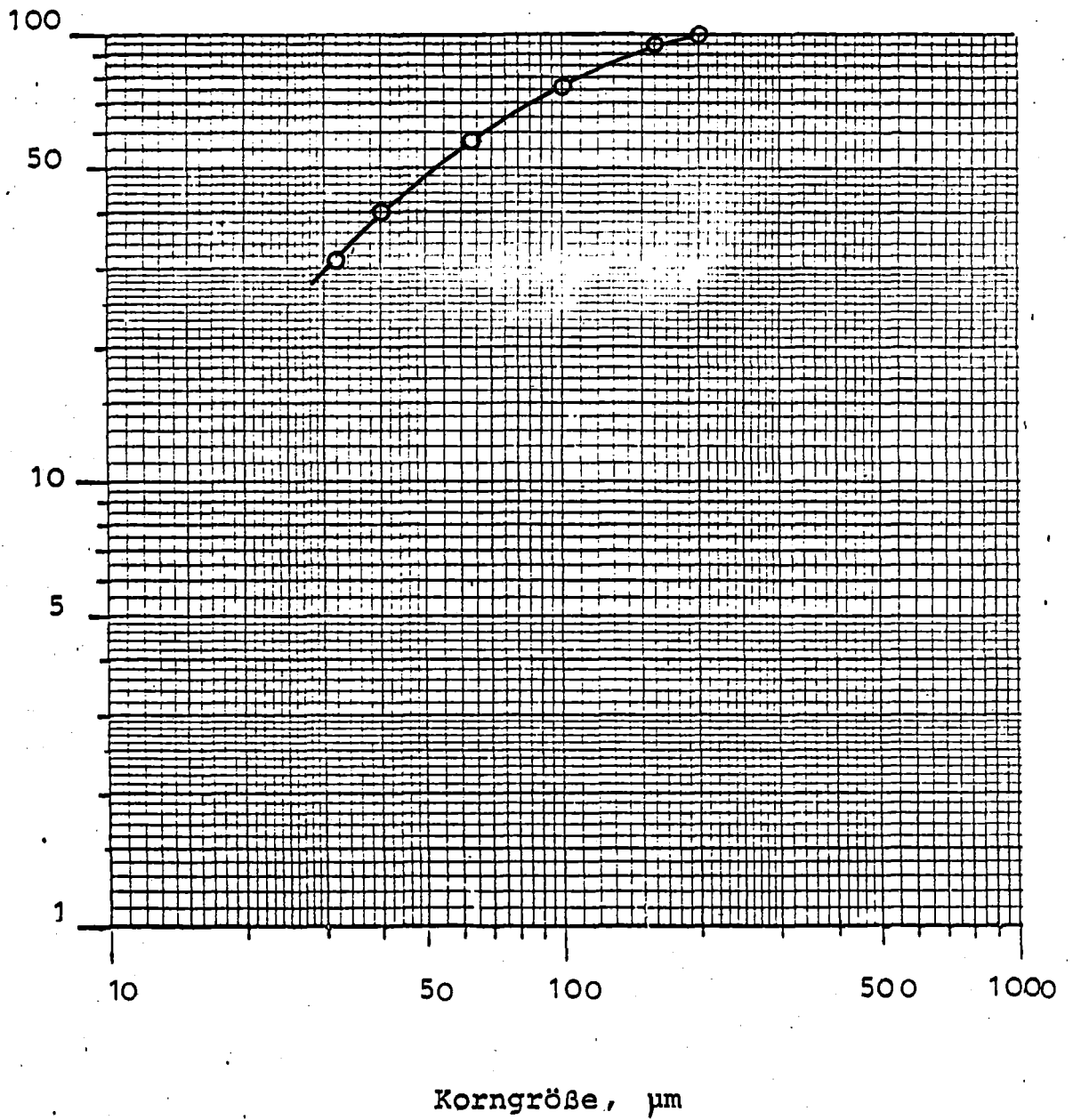


Graphische Darstellung der Feingutbildung in Abhängigkeit von der Mahldauer bei der Zyklenmahlung des Vorlaufes der Laugung (Mahlung <math>< 200 \mu\text{m}</math>)

Uranerz Trieben 83-1

Abb. 5

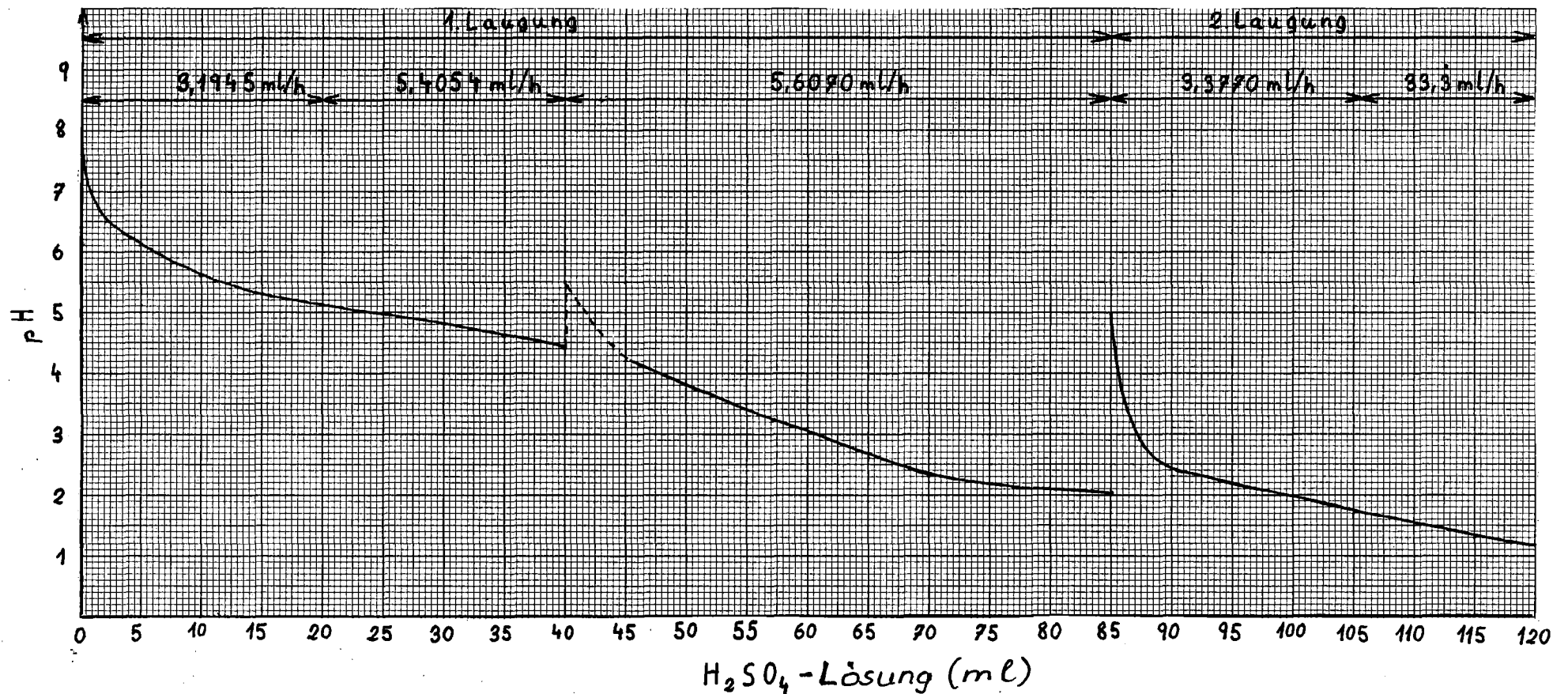
Siebdurchgang %



Siebanalyse der Aufgabe auf die Laugung

Uranerz Trieben  
82-1

Abb. 6

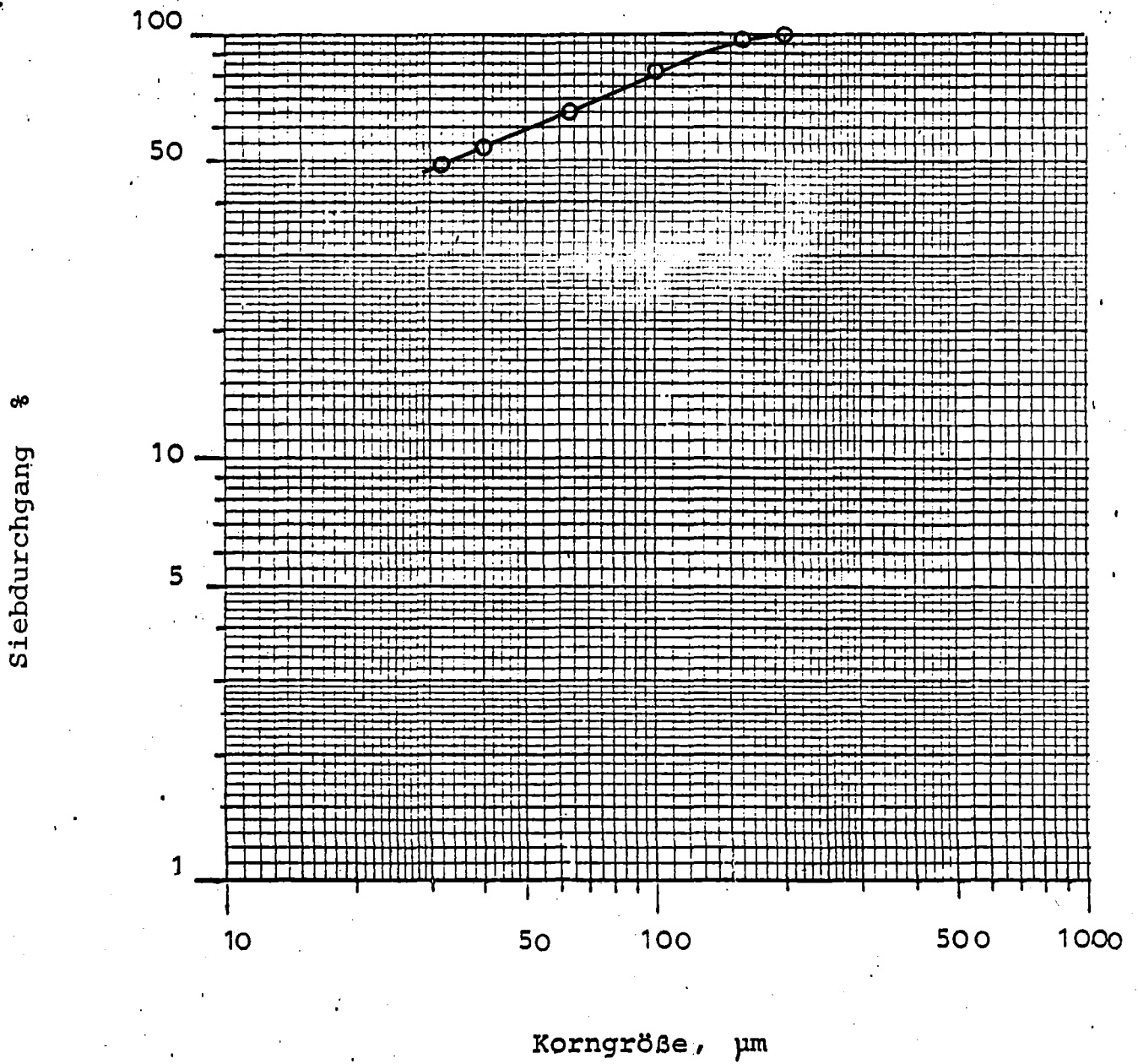


Anmerkung: Die Unstetigkeit in der Titrationskurve der 1. Laugung ist auf eine Unterbrechung in der Zugabe der Schwefelsäure zurückzuführen.

Titrationsskurve der Laugungsversuche mit Schwefelsäure.  
 Konzentration der Schwefelsäure: 494,4 g/l. (100 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
 Feststoffinhalt des Vorlaufes der 1. Laugung: 1 kg  
 Feststoffgehalt: ca. 12 Vol. %  
 Rührreaktor: WEMCO-Flotationszelle

Uranerz Trieben  
 83-1

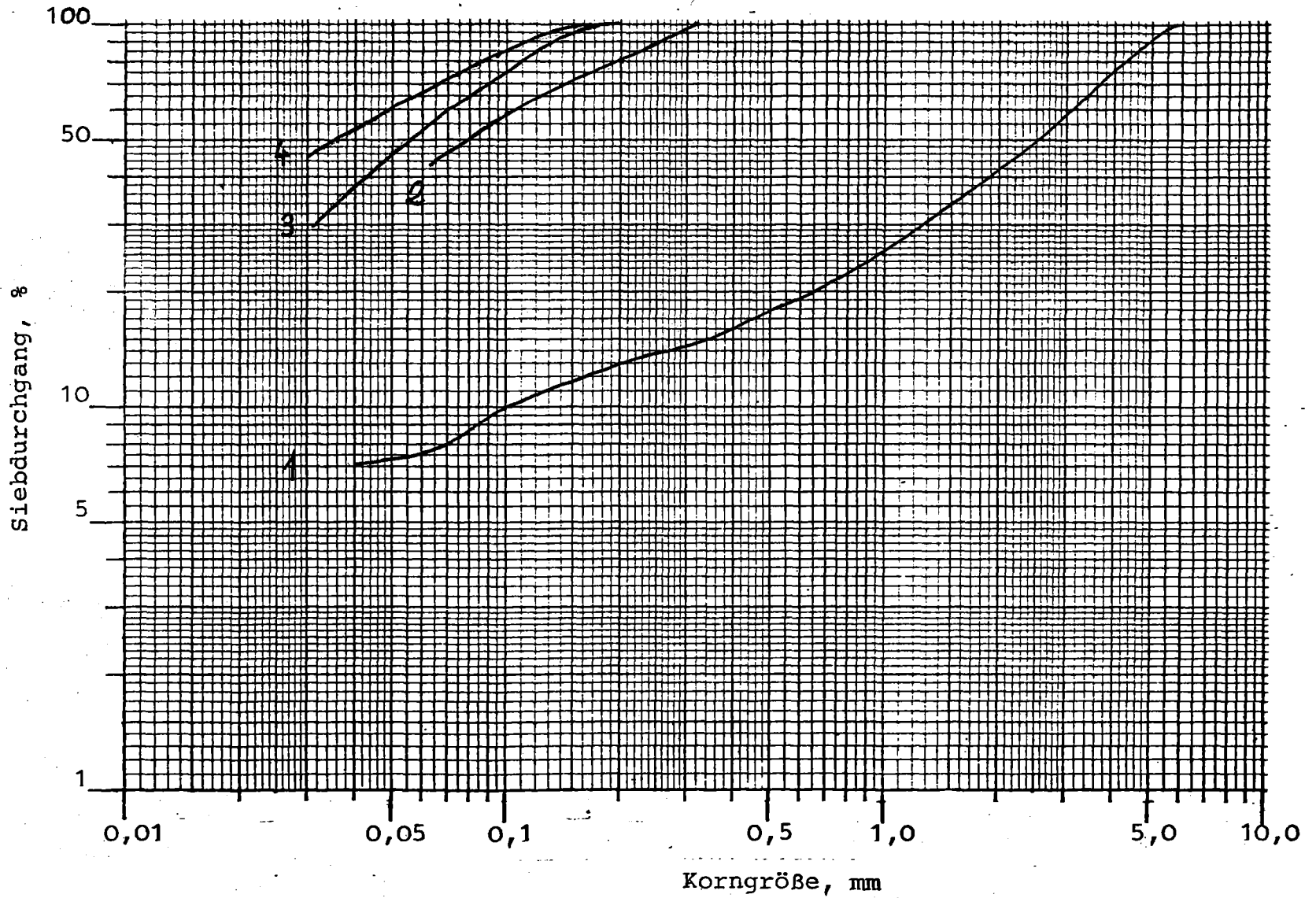
Abb. 7



Siebanalyse des Laugungsrückstandes

Uranerz Trieben  
82-1

Abb. 8



Siebanalyse verschiedener Produkte im GGS-Netz

1 ... Zerkleinerungsprodukt < 6 mm

2 ... Zerkleinerungsprodukt < 315  $\mu\text{m}$

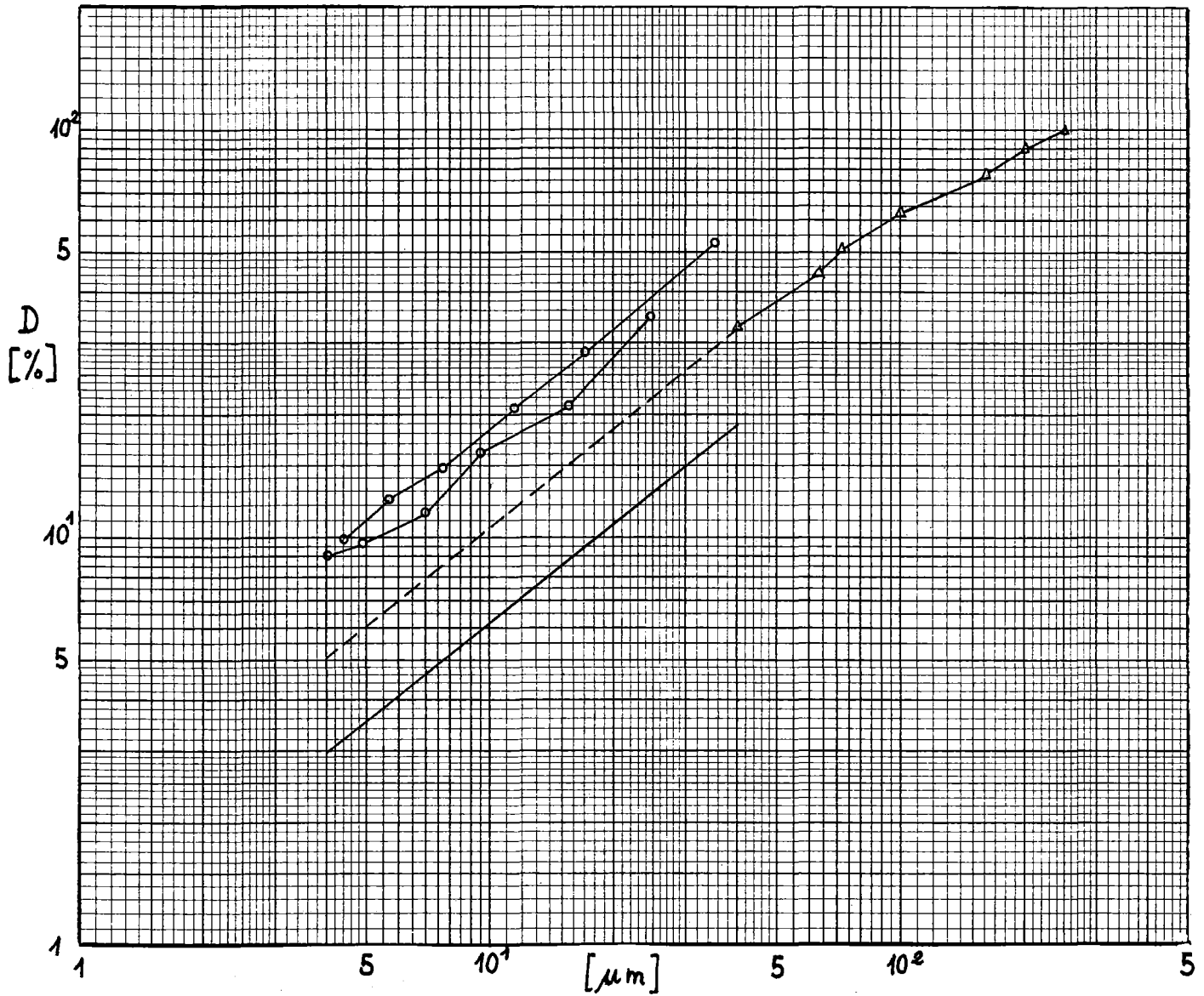
3 ... Vorlauf der Laugung

4 ... Sachsenleichtgut des Rückstandes der Laugung

Uranerz Trieben 83-1

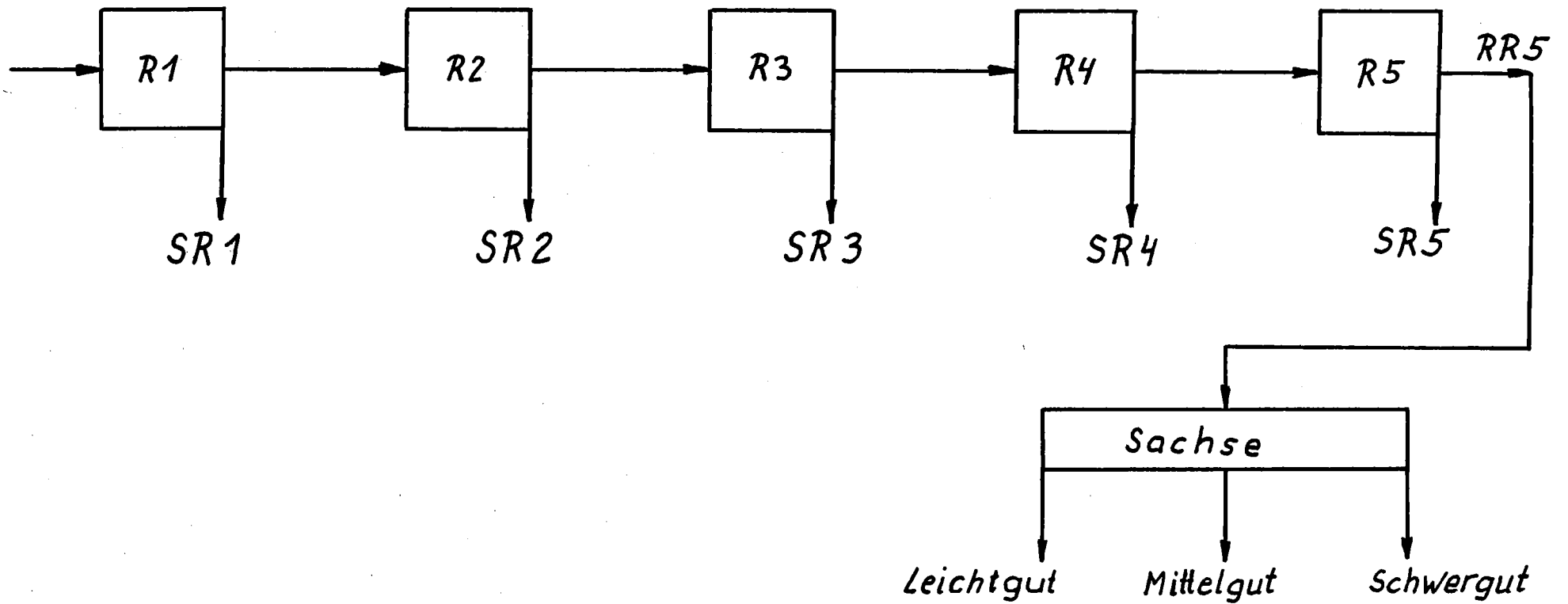
Abb. 9



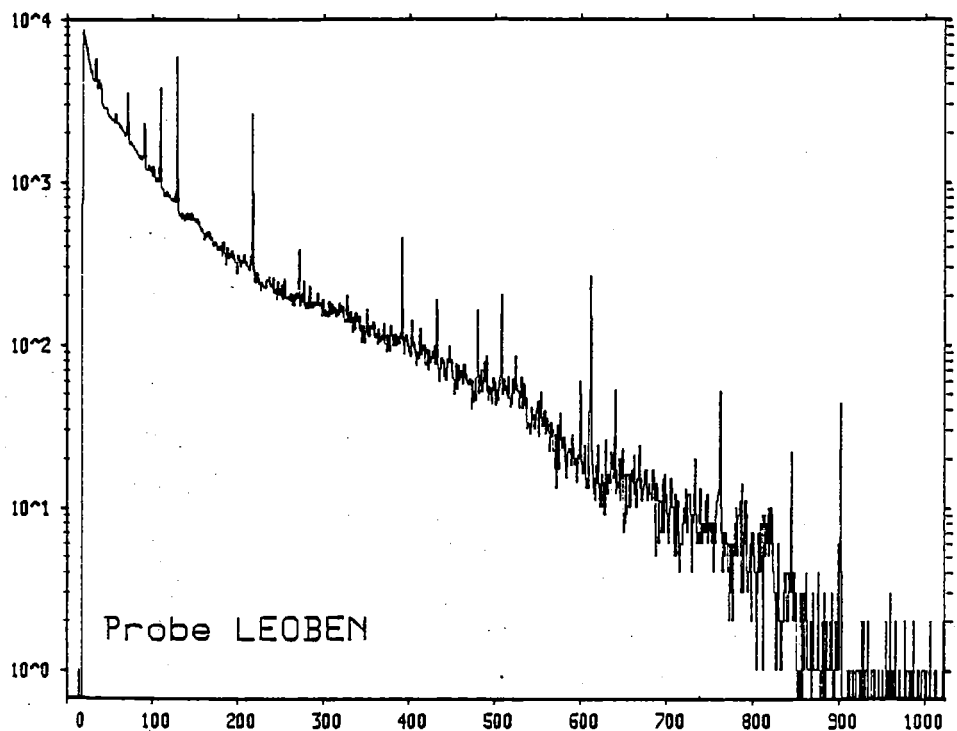
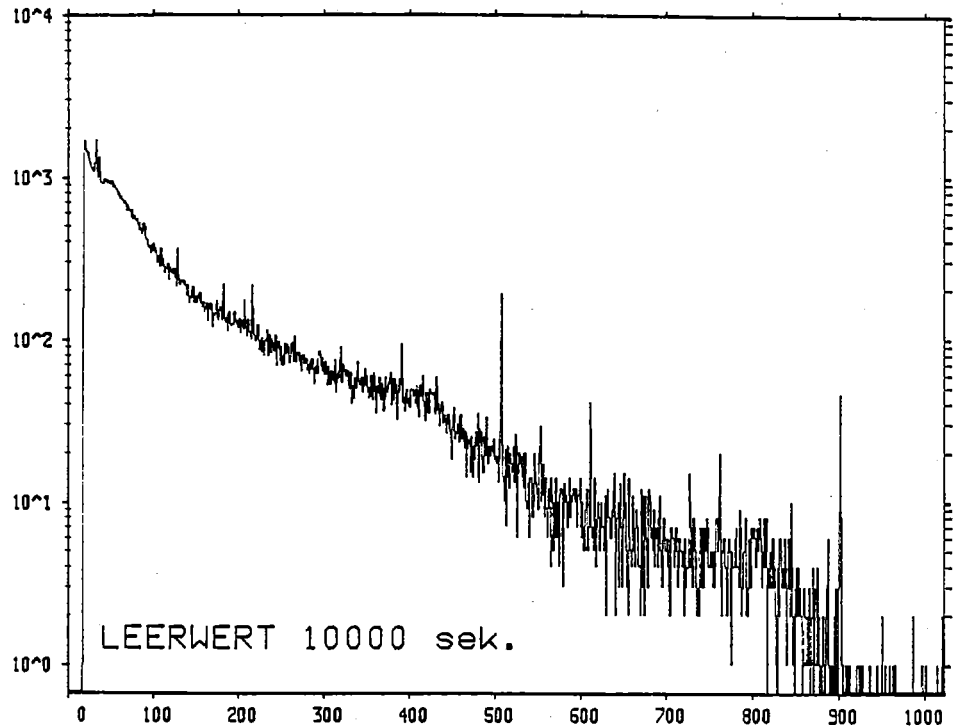


Anmerkung: Feststoffdichte laut Bestimmung mit dem Luftpyknometer: = 2,76

Korngrößenverteilung des Stabmühlen-Kreislaufmahlproduktes 100 % <250 μm		Uranerz Trieben 83-1
△—△—△	.... Siebanalyse	
○—○—○	.... Andreasen-Analyse des Kornanteiles <40 μm (Doppelbestimmung)	
—	.... Andreasen-Analyse des Kornanteiles <40 μm umgerechnet auf die gesamte Kornspanne <250 μm (Regressionsgerade)	
- - -	.... Andreasen-Analyse (Regressionsgerade) des Kornanteiles <40 μm angehängt an die Korngrößenverteilung der Siebanalyse	Abb. 101



<p><i>Schema des Flotationsversuches</i></p>	<p>Uranerz Trieben 83-1</p> <p>Abb. 11</p>
--	--



Ergebnisse der Untersuchung der  
 Dichtefraktion  $\rho > 3,31 \text{ g/cm}^3$  aus der  
 Kornklasse  $< 160 \text{ um}$ .  
 Untersuchungsstelle: Institut für  
 Radiumforschung der Österreichischen  
 Akademie der Wissenschaften/Wien.  
 Bearbeiter: Dr.FRIEDMANN/März 1983

Uranerz  
 Trieben  
 83-1

Abb. 12