

Abscheide-Effekt und Wirksamkeit von Streusichtern für Zementmahlanlagen

Autor(en): **Ruegg, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85 (1967)**

Heft 5

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-69363>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

7. Zusammenfassung

Bei der Konstruktion des vorliegenden Parkhauses liess sich der Konstrukteur von dem Gedanken leiten, mit minimalem Aufwand in möglichst kurzer Zeit dem immer aktueller werdenden Parkproblem zu Leibe zu rücken.

Die klar erkennbare, materialgerechte Konstruktion verzichtet auf alles Entbehrliche. Die serienmässige Herstellung der Fertigteile verlagert den grössten Teil der Arbeiten in die Fabrik und bietet zudem Gewähr für hochwertige und gleichmässige Qualität. Die «baukasten-

mässige» Montier- und Demontierbarkeit verschiedener Parkhaustypen gestattet eine weitgehende Anpassung an vorhandenes Bauland und die Wiederverwendung auf einem anderen Grundstück.

Die seit der Eröffnung des Parkhauses am Sihlquai im Herbst 1965 ständig zunehmende Beliebtheit dieser Parkierungsmöglichkeit belohnt den Projektverfasser und die Aufgeschlossenheit der Zürcher Behörden für die Verwirklichung dieses Projektes.

Adresse des Verfassers: Dieter Fleckenstein, dipl. Ing. ETH, Sophienstrasse 16, 8030 Zürich.

Abscheide-Effekt und Wirksamkeit von Streusichtern für Zementmahlanlagen

Von Dr. R. Ruegg, Escher Wyss AG, Zürich

DK 621.928.6.001.2:666.94

Einleitung

Bei Zementmahlanlagen im geschlossenen Kreislauf benötigt man zur Trennung des von der Mühle kommenden Mahlgutes in Grobgut und Feingut (Zement) meist sogenannte Streusichter. Diese sollen ein Fertigprodukt von einer bestimmten Feinheit liefern. Dabei ist meist der sogenannte Blainewert, das heisst die Oberfläche pro Gewichtseinheit (cm^2/g) vorgeschrieben. Von einem guten Streusichter wird verlangt, dass er möglichst scharf trennt; es soll also möglichst wenig Feingut in den Mahlprozess zurückkehren. Das Feingut würde eine unerwünschte Agglomeration und eine Pufferwirkung in der Mühle hervorrufen und zu höherem Energieverbrauch des Mahlprozesses führen.

In Bild 1 ist das vereinfachte Schema einer Mahlanlage im geschlossenen Kreislauf mit Streusichter dargestellt. Das Mahlgut durchströmt die Mühle und gelangt über ein Becherwerk in den Sichter, wo es in Feingut und Grobgut getrennt wird. Dieses strömt über den Rücklauf wieder zur Mühle zurück.

Der Streusichter von Escher Wyss

In Bild 2 ist ein Streusichter im Schnitt dargestellt. Das Aufgabegut fällt durch den Einlauf A auf den rotierenden Streuteller 1, wird von diesem verteilt und in den freien Raum zwischen Streutellerumfang und innerem Gehäuse 2 geschleudert. Durch das so ausgebreitete Material strömt durch den Ventilator 3 bewegte Luft, die die feinen

Materialpartikel mitnimmt. Bereits hier geht die erste Sichtung vor sich, da die schwereren Materialteilchen nach unten fallen.

Das im Luftstrom aufwärts strömende Material tritt nun in die Zone der Hauptsichtung ein. Diese erfolgt durch den Selektor-Ventilator 4, der die rotierende Bewegung des aufsteigenden Luftstromes wesentlich verstärkt. Diese verstärkte Rotation um die Sichterachse erzeugt auf die Partikel eine Fliehkraftwirkung, welche zur Folge hat, dass schwerere Teile weiter nach aussen geschleudert werden als leichte, schliesslich aus dem aufsteigenden Strom austreten und durch ihr Eigengewicht nach unten in den Grobgut-Auslauf G fallen. Der feine Staub strömt mit der Umluft durch den Ventilator 3 und tritt tangential in den Abscheideraum 5. Der Staub-Luftstrom bewegt sich anschliessend mit hoher Geschwindigkeit in einer Schraubenlinie abwärts, wobei das Feingut an die Wand des äusseren Gehäuses 6 geschleudert wird und nach unten in den Feingutauslauf F fällt. Die Umluft gelangt über feste Leitbleche 7 in das Innengehäuse 2 zurück.

Die Feinheit des Fertigproduktes lässt sich wie folgt auf den gewünschten Grad einstellen:

a) Durch Vergrössern oder Verkleinern der Zahl der Schaufeln 8 des Selektors 4, wozu dieser ausgewechselt werden muss.

b) Durch Verstellen der Schieber 9 kann zusätzlich eine Feinregulierung der Feinheit des Fertigproduktes erzielt werden.

Da bei dieser Bauweise die Feinheit nur im Stillstand der Anlage in

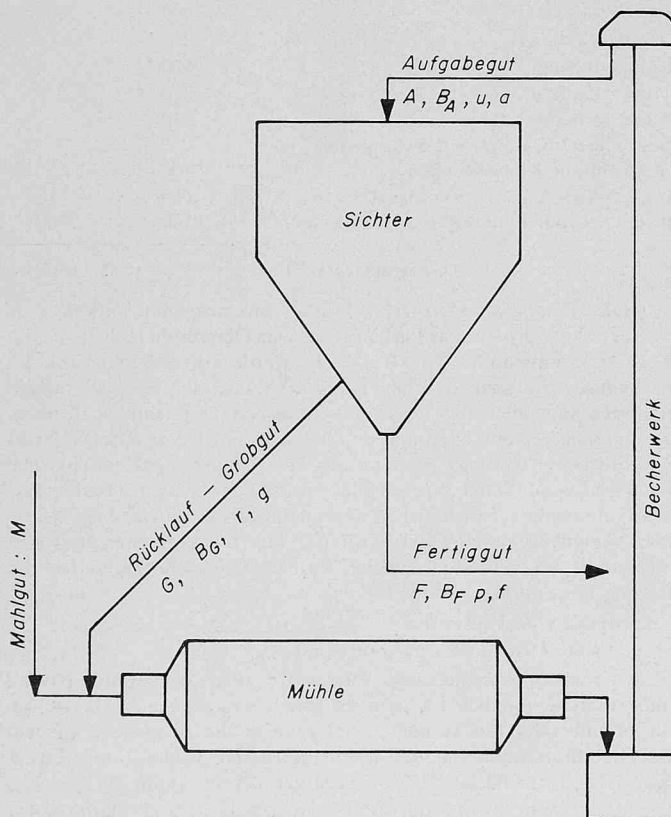


Bild 1. Prinzipschema einer Mahlanlage mit Streusichter

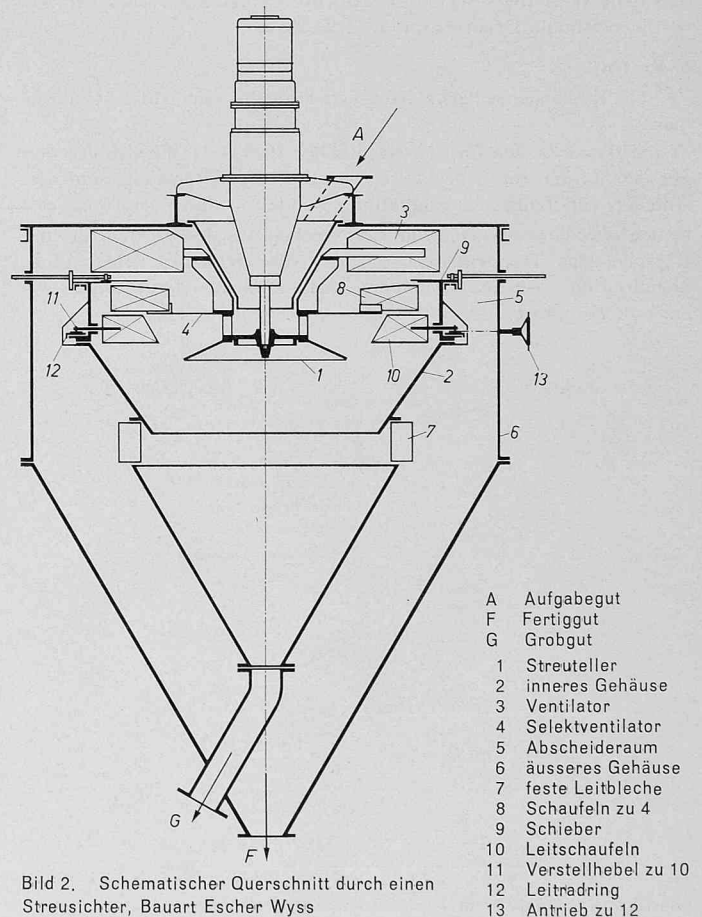


Bild 2. Schematischer Querschnitt durch einen Streusichter, Bauart Escher Wyss

einem grösseren Bereich eingestellt werden kann, besteht beim Escher Wyss-Streusichter noch eine andere Regulierart. Unmittelbar unter dem Selektor 4 befinden sich Leitschaukeln 10, die über Verstellhebel 11 durch einen Leitrad-Ring 12 in die jeweils gewünschte Lage gebracht werden. Der Leitradring kann durch einen Antrieb 13 von aussen, also auch während des Betriebes, verstellt werden.

Die Körnungskennlinien

Beim Durchmessen ausgeführter Anlagen geben die Kornanalysen wichtige Hinweise auf deren Betriebsverhalten und ganz besonders auf die Arbeitsweise des Sichters. Durch Auftragen der gefundenen Werte in Abhängigkeit von der Korngrösse x erhält man die Körnungskennlinien, Bild 3. Die Berechnung der massgebenden Grössen soll nachfolgend an einem Zahlenbeispiel gezeigt werden.

Dem Sichter werden A t/h an zu sichtendem Gut aufgegeben. Davon scheidet er F t/h als Fertiggut (Zement) aus, während G t/h als Grobgut wieder in die Mühle zurückgelangen. Aus diesen Stoffströmen lassen sich die folgenden beiden Verhältniszahlen bilden:

$$(1) \quad \sigma = A/F \quad \text{Umlaufzahl}$$

$$(2) \quad \varrho = G/F \quad \text{Rücklaufzahl}$$

Da ferner

$$(3) \quad A = F + G,$$

so ergibt sich

$$\sigma = 1 + \varrho; \quad \varrho = \sigma - 1$$

Zur Untersuchung des Gutes werden Proben entnommen und ausgesiebt. Das Gewicht des auf dem Prüfsieb verbleibenden Rückstandes setzt man in Beziehung zum Gesamtgewicht der Probe und erhält so für die drei Stoffströme folgende Verhältniszahlen:

für das Produkt (Fertiggut)	p
für die Umlaufmenge (Aufgabe)	u
für den Rücklauf (Grogut)	r

Für den Durchgang durch das Prüfsieb lauten die entsprechenden Verhältniszahlen:

für das Fertiggut	$f = 1 - p$
für die Aufgabe	$a = 1 - u$
für das Grogut	$g = 1 - r$

Je nach dem gewählten Prüfsieb ergibt sich jene Korngrösse x , für welche die gemessenen Werte p , u und r gelten. Nachstehend sind drei häufig verwendete Siebe nach DIN angegeben.

Gewebe DIN Nr.	Maschenzahl je cm^2	l. Maschenweite x mm	Drahtstärke mm
30	900	0,200	0,13
70	4900	0,088	0,055
100	10000	0,06	0,04

Mit dem feinsten Sieb (DIN Nr. 100) kommt man mit der Sieb-Methode bis zu $x = 0,06 \text{ mm} = 60 \mu\text{m}$. Für die Erstellung möglichst vollständiger Körnungskennlinien benötigt man aber Werte von p , u und r bei noch kleineren Werten von x . Der Kornanalysator nach Dr. W. Wieland ist in der Lage, die entsprechenden Werte bis zu $10 \mu\text{m}$ zu liefern.

Ausser den Verhältniszahlen p , u und r bzw. f , a und g werden die Fertigtugmenge F in t/h und die Blaine-Werte B gemessen, und zwar

für das Fertiggut	B_F in cm^2/g
für die Aufgabe	B_A in cm^2/g
für das Grogut	B_G in cm^2/g .

Die Werte σ und ϱ lassen sich durch die bei der Probenprüfung ermittelten Verhältniszahlen ausdrücken. Es ist:

$$(4) \quad \varrho = \frac{p - u}{u - r}$$

$$(5) \quad \sigma = \frac{r - p}{r - u}$$

Als Abscheidegrad η des Sichters bezeichnet man das Verhältnis des Feinanteils im Fertiggut zum Feinanteil in der dem Sichter zu-strömenden Aufgabe:

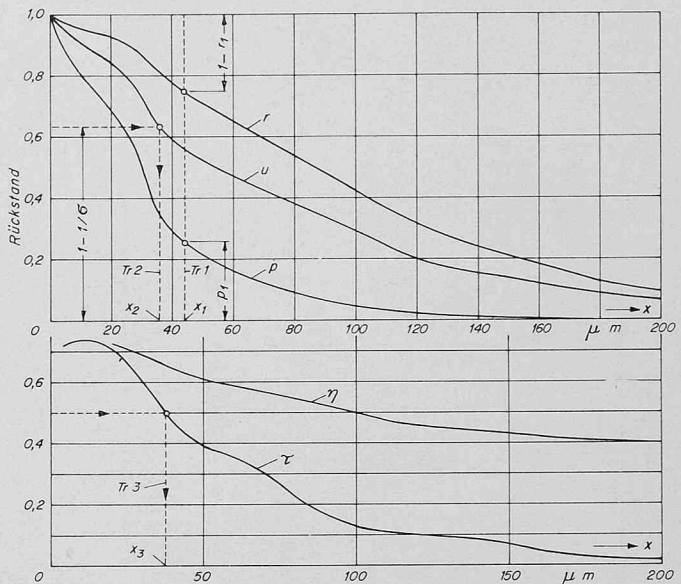


Bild 3. Diagramm zur Ermittlung der Trennkorngrössen Tr_1 , Tr_2 und Tr_3 . Oben: Körnungskennlinien, d. h. p -Werte für Fertiggut, u -Werte für Aufgabegut und r -Werte für Grogut. Unten: Abscheidegrad η nach Gl. (6) und Trenngrösse τ nach Gl. (13) in Abhängigkeit von der Korngrösse x

$$(6) \quad \eta = \frac{Ff}{Aa} = \frac{1 - p}{\sigma - 1 - u}$$

In Tabelle 1 sind für drei verschiedene Korngrössen x die gemessenen Werte für p , u und r sowie die nach den Gleichungen (5) und (6) berechneten Werte für σ und η zusammengestellt.

Tabelle 1. Kornanalysen und Werte σ und η

x μm	60	88	200	Mittel
p	0,158	0,064	0,010	
u	0,468	0,338	0,060	
r	0,656	0,488	0,096	
$r - p$	0,498	0,424	0,095	
$r - u$	0,188	0,150	0,036	
σ	2,65	2,82	2,64	2,7
η	0,59	0,54	0,39	

Beim Vorliegen guter Kornanalysen sind die Werte von ϱ und σ unabhängig von der Korngrösse. Grössere Abweichungen lassen auf Ungenauigkeiten schliessen. Es ist ziemlich schwierig, gute Übereinstimmung der ϱ - und σ -Werte zu erhalten, da die kleinsten Fehler in der Kornanalyse einen grossen Einfluss auf die Ergebnisse ausüben. Dagegen ist der so ermittelte Abscheidegrad η davon abhängig, bei welcher Korngrösse x er gemessen wird.

Eine weitere Kontrolle der Umlaufzahl σ ist mit Hilfe der Blaine-zahlen möglich. Wenn im Sichter keine neue Oberfläche geschaffen wird, so muss die eintretende Oberfläche des Aufgabegutes gleich der Summe der austretenden Oberflächen des Fertigtutes und des Grogutes sein. Also ist:

$$A B_A = F B_F + G B_G$$

$$\text{oder} \quad \sigma B_A = B_F + (\sigma - 1) B_G \quad \text{daraus}$$

$$(7) \quad \sigma = \frac{B_F - B_G}{B_A - B_G}$$

Verfahren zur Beurteilung der Sichter-Trennschärfe

Um die Wirkung verschiedener Sichter miteinander vergleichen zu können, wird meist auf Grund der Körnungskennlinien (Bild 3 oben) eine Trenngrösse Tr festgelegt. Dazu bestehen folgende Verfahren:

a) Als Trenngrösse Tr_1 wird die Korngrösse bestimmt, bei welcher der anteilmässige Rückstand des Feingutes gleich dem anteilmässigen Durchgang des Grogutes ist, d. h. es ist

$$p_1 = 1 - r_1$$

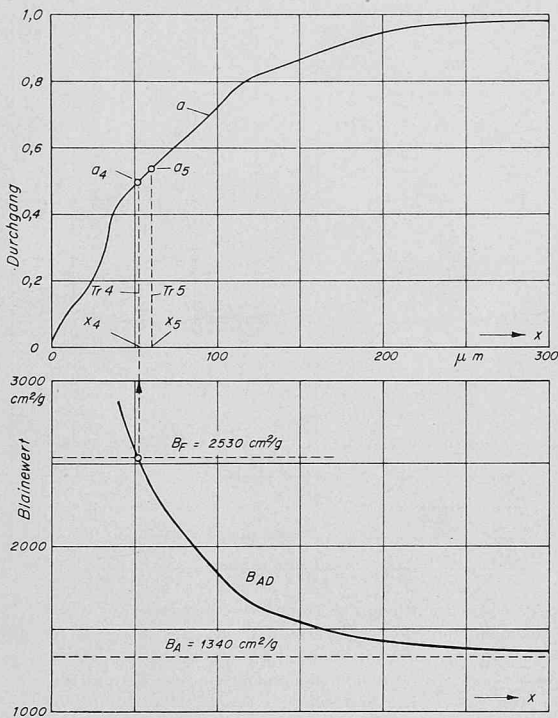


Bild 4. Diagramm zur Ermittlung der Trennkorngrößen Tr 4 und Tr 5 sowie der minimal möglichen Umlaufzahl σ_M . Oben: Kurve $a = 1 - u$; unten: Blainewert des Aufgabegutes B_{AD}

In Bild 3 ist diese Trenngrenze eingezeichnet und es ergibt sich Tr 1 zu $x_1 = 44 \mu\text{m}$.

b) Bei einer zweiten Methode wird die Trenngröße Tr 2 derart bestimmt, dass man die gesamte Menge des Feinanteils im Grobgut mit der Menge des Grobanteils im Feingut vergleicht; und zwar befindet sich die Trenngrenze gerade bei derjenigen Korngröße x , bei der diese beiden Mengen gleich gross sind. Diese äquivalente Trennkorngröße ergibt sich an der Stelle der Körnungsdigramme, an der das Überkorn des Fertigproduktes gewichtsmässig vollständig mit dem Unterkorn des Rücklaufes ausgetauscht werden könnte, d. h. es ist:

$$(8) \quad p_2 = \varrho (1 - r_2) \quad \text{oder}$$

$$(9) \quad \varrho = \frac{p_2}{1 - r_2}$$

Aus den Gleichungen (4) und (8) ergibt sich:

$$(10) \quad u_2 = \frac{p_2}{1 - r_2 + p_2}$$

Setzt man die Ausdrücke für ϱ und u_2 in Gleichung (6) ein, so ergibt sich:

$$(11) \quad \eta = 1 - p_2$$

und

$$(12) \quad \frac{1}{\sigma} = 1 - u_2$$

Diese Gleichung gestattet, die äquivalente Trennkorngröße zu finden, indem, wie in Bild 3 dargestellt, der Wert $1/\sigma$ als Horizontale im Körnungsdigramm eingetragen wird. Der Schnittpunkt mit der Körnungslinie für u (Umlauf) ergibt die äquivalente Trennkorngröße, die im vorliegenden Beispiel $x_2 = 36 \mu\text{m}$ beträgt.

c) Bei einem dritten Verfahren zeichnet man zunächst die Trennkurve $\tau = f(x)$ auf (die häufig auch als Teilungskurve oder als Trompsche Kurve, in der Entstaubungstechnik auch als Stufen- oder Fraktionsentstaubungsgradkurve bekannt ist). Sie gibt in Abhängigkeit von der Korngröße x die verhältnismässigen Gewichtsanteile an, die ins Grobgut oder ins Feingut gelangen, also ist

$$\tau = \frac{\text{Gewicht der Korngröße im Feingut}}{\text{Gewicht der Korngröße im Aufgabegut}}$$

Dazu werden aus den Messwerten von p und u für die verschiedenen Korngrößenstufen die Änderungen Δp und Δu in diesen Stufen bestimmt. Damit wird

$$(13) \quad \tau = \frac{F \Delta p}{A \Delta u} = \frac{1}{\sigma} \frac{\Delta p}{\Delta u}$$

Als Trenngrenze Tr 3 wird diejenige Korngröße definiert, bei der die Hälfte der im Aufgabegut enthaltenen Korngröße ins Fertiggut gelangt, wo also $\tau = 0,5$ ist. Aus dem Verlauf der Trennkurven innerhalb bestimmter Werte, z. B. zwischen 0,35 und 0,65, wird auf die Trennschärfe des Sichtvorganges geschlossen. In Bild 3 unten ist die zu den Körnungskennlinien gehörige Trennkurve dargestellt. Die Trenngrenze Tr 3 ergibt sich zu $38 \mu\text{m}$.

Nachstehend wird eine neue Definition der Trenngrenze Tr 4 und des Abscheidegrades vorgeschlagen und auf Grund von Versuchsergebnissen die entsprechenden Werte ermittelt. Im weiteren wird daraus eine Methode entwickelt, die als Näherungsverfahren eine Beurteilung des Betriebsverhaltens eines Sichters ermöglichen soll. Sie beruht nur auf den Blainewerten, so dass sich das Aufzeichnen und Auswerten von Körnungslinien erübrigt.

Die aus den spezifischen Oberflächen ermittelte Trennkorngröße

Wie aus Bild 1 hervorgeht, strömt dem Sichter Aufgabegut mit der Feinheit B_A zu. Je nach den Produktionserfordernissen (Normal- oder Spezialzement) wird der Sichter so eingestellt, dass das Fertigprodukt eine bestimmte Feinheit B_F aufweist. In Abhängigkeit von weiteren Faktoren, wie besonders der Belastung des Sichters, wird sich das Aufgabegut A in die Mengenströme F und G aufteilen, d. h. es wird sich eine bestimmte Umlaufzahl σ und eine bestimmte Feinheit B_F einstellen.

In Bild 4 oben ist die Körnungskennlinie $a = 1 - u$ entsprechend Bild 3 wiedergegeben, unten ist der Wert B_{AD} eingezeichnet, der die spezifische Oberfläche der Körner des Aufgabegutes zwischen 0 und x darstellt. Er kann bestimmt werden, indem der bei den Sichtproben erhaltene Durchgang noch einer Bestimmung des Blainewertes unterzogen wird. Solche Messungen liegen nur selten vor. Die Kurve B_{AD} kann auch durch Rechnung ermittelt werden, wobei allerdings gewisse Annahmen betreffend Formfaktor und spezifischem Gewicht des Zementes gemacht werden müssen. In Bild 4 unten ist die B_{AD} -Kurve unter Annahme eines Formfaktors von 1,0 eingezeichnet, welche rechnerisch ermittelt wurde.

Die B_{AD} -Kurve, welche für $u = 0$ in den Wert B_A übergeht, kann nun mit dem Wert B_F zum Schnitt gebracht werden, womit die Trenngröße x_4 (im vorliegenden Fall $52 \mu\text{m}$) erhalten wird, d. h. wenn der Sichter an der Stelle x_4 absolut trennscharf klassieren würde, dann würde er ein Fertigprodukt mit dem verlangten Wert von B_F liefern. An dieser Stelle beträgt der Rückstand u_4 und die minimal mögliche Umlaufzahl ist

$$(14) \quad \sigma_M = \frac{1}{1 - u_4}$$

Die effektive Umlaufzahl σ kann man sich aus zwei Faktoren σ_M und σ_S zusammengesetzt denken, wobei σ_S die Erhöhung von σ_M auf σ durch die nicht trennscharfe Wirkung des Sichters darstellt. Es ist also

$$(15) \quad \sigma = \sigma_M \sigma_S$$

Als die aus den Blainezahlen auf diese Weise ermittelte Abscheidewirkung soll bezeichnet werden

$$(16) \quad \eta_B = \frac{1}{\sigma_S}$$

Die Auswertung gemäss Bild 4 ergibt folgende Werte:

$$\begin{aligned} x_4 &= 52 \mu\text{m}, & a_4 &= 0,493, & u_4 &= 0,507 \\ \sigma_M &= 1/0,493 & &= 2,03 \\ \sigma &= 2,7 \text{ (aus Kornanalyse bestimmt)} \\ \sigma_S &= 2,7/2,03 & &= 1,33; & \eta_B &= 0,75. \end{aligned}$$

In Tabelle 2 sind oben die Ergebnisse von Versuchen an vier verschiedenen Escher Wyss-Mahlanlagen zusammengestellt sowie unten die Auswertungsergebnisse eingetragen. Nur für die Anlagen A und B liegen vollständige Kornanalysen vor. Es konnten daher auch nur für diese Versuchspunkte die Werte von σ_M , σ_S , η_B und κ_B ermittelt werden.

Tabelle 2. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse verschiedener Zementmahlanlagen

Anlage	A			B		C				D		
	1	2	3	1	2	1	2	3	4	1		
Versuchs-Nr.	Drehofenklinker			Drehofenklinker		Drehofenklinker + Schlacke				Drehofenklinker		
Mahlgut	Drehofenklinker			Drehofenklinker		Drehofenklinker + Schlacke				Drehofenklinker		
Zusammensetzung:	Klinker %	89,4	89,2	94,5	—	—	48,5	48,5	48,5	24	—	
	Schlacke %	4,7	5,0	—	—	—	48,5	48,5	48,5	73	—	
	Gips %	5,9	5,8	5,5	—	—	3,0	3,0	3,0	3	—	
Sichter												
Fertiggitmenge	F	t/h	29,6	28,3	20,1	9,5	10,0	10,0	19,8	22,15	11,4	17,6
Aufgabemenge	A	t/h	79,9	150,0	127,2	26,3	25,6	66	80	112	114	40,6
Umlaufzahl	σ	—	2,7	5,32	6,34	2,77	2,56	6,6	4,02	5,05	10	2,31
Sichterdurchmesser	d	m	4,8	4,8	4,8	3,6	3,6	4,8	4,8	4,8	4,8	4,2
Blainezahl Fertiggit	B_F	cm ² /g	2530	2810	4030	3130	2790	4200	2620	2540	3910	2480
Blainezahl Aufgabegut	B_A	cm ² /g	1340	1210	1610	1600	1550	1680	1330	1120	1340	1363
$\sigma_2 = B_F/B_A$	—	—	1,89	2,31	2,50	1,96	1,83	2,49	1,97	2,27	2,92	1,82
$\sigma_1 = \sigma/\sigma_2$	—	—	1,43	2,31	2,52	1,42	1,40	2,65	2,04	2,22	3,42	1,27
$1/\sigma_2$	—	—	0,53	0,43	0,4	0,51	0,55	0,4	0,51	0,44	0,34	0,55
$\varepsilon = 1/\sigma_1$	—	—	0,70	0,43	0,4	0,70	0,72	0,38	0,49	0,45	0,29	0,79
σ_M	—	—	2,03	2,53	2,77	2,07	1,93	—	—	—	—	—
σ_S	—	—	1,33	2,12	2,29	1,34	1,33	—	—	—	—	—
η_B	—	—	0,75	0,47	0,44	0,75	0,75	—	—	—	—	—
$\varkappa = (\sigma_2 - 1)/\sigma$	—	—	0,33	0,245	0,237	0,348	0,325	0,225	0,24	0,252	0,192	0,355
$\varkappa_B = (\sigma_M - 1)/\sigma$	—	—	0,377	0,288	0,279	0,386	0,363	—	—	—	—	—
Mühle												
Länge/Durchmesser	L/D	—	2,4			2,7		2,7				2,0
Füllungsgrad	%		30	30	30	—	—	27,3	27,3	30,2	30,2	24
Antriebsleistung	N	kW	750	750	750	275	275	602	607	640	621	475
N/d^3	kW/m ³		6,75	6,75	6,75	5,6	5,6	5,4	5,5	5,8	5,6	6,4

Dem Verhältnis B_F/B_A kommt offenbar für die Beurteilung eines Sichters grosse Bedeutung zu. In Bild 5 ist σ_M in Funktion von B_F/B_A aufgetragen. Danach lässt sich σ_M mit grosser Wahrscheinlichkeit auch für verschiedene Anlagen als Funktion von B_F/B_A darstellen. Weitere zukünftige Messungen werden zeigen müssen, ob diese Annahme mit genügender Genauigkeit zulässig ist. Sollte dies der Fall sein, so kann σ_M aus B_F/B_A näherungsweise bestimmt werden.

Die Ermittlung der Abscheidewirkung η_B erfordert neben der Durchführung zusätzlicher Blainewert-Messungen zwecks Darstellung der B_{AD} -Kurve auch eine vermehrte Auswertungsarbeit. Es soll daher noch auf eine andere vereinfachte Darstellungsmöglichkeit hingewiesen werden, die eine Auswertung auch beim Fehlen von Körnungskennlinien ermöglichen soll.

Der aus den spezifischen Oberflächen ermittelte Abscheideeffekt

Als Abscheideeffekt sei die vom Sichter im Fertiggit abgeschiedene Oberfläche im Verhältnis zur gesamten Oberfläche des Aufgabegutes bezeichnet:

$$(17) \quad \varepsilon = \frac{F B_F}{A B_A} = \frac{1}{\sigma} \frac{B_F}{B_A} \quad \text{oder}$$

$$(18) \quad \sigma = \frac{1}{\varepsilon} \frac{B_F}{B_A}$$

Die Umlaufzahl sei wiederum aus zwei Faktoren zusammengesetzt:

$$(19) \quad \sigma = \sigma_1 \sigma_2 \quad \text{wobei}$$

$$(20), (21) \quad \sigma_1 = \frac{1}{\varepsilon} \quad \text{und} \quad \sigma_2 = \frac{B_F}{B_A} \text{ ist.}$$

Der Wert von ε wird immer etwas kleiner sein als der Wert von η_B , da ε das Verhältnis der abgeschiedenen Oberfläche zur gesamten zugeführten Oberfläche darstellt, während η_B das Verhältnis der abgeschiedenen Fläche zur theoretisch optimal abscheidbaren Fläche ist.

Es folgt daraus, dass der Wert σ_M immer grösser ist als B_F/B_A . Im Grenzfall, wo $B_F = B_A$, wird $\sigma_M = \sigma_2 = 1$ (Bild 5).

Beschränkt man sich bei der Auswertung lediglich auf die Ermittlung von ε und nimmt σ_2 als Basis für die Ermittlung einer gedachten Trenngrenze Tr 5, dann ist analog Formel (14)

$$\sigma_2 = \frac{1}{1 - u_5}; \quad \text{oder} \quad a_5 = \frac{1}{\sigma_2}$$

In Bild 4 ist die Trenngrenze Tr 5 eingetragen; wie ersichtlich ist $x_5 = 60 \mu\text{m}$.

In Bild 6 sind die erhaltenen Werte von ε und η_B in Abhängigkeit von $1/\sigma_2$ aufgetragen. Der S-förmige Verlauf der Kurven zeigt, dass bei grossen Werten von σ_2 die Sichter ungünstig arbeiten, bei kleinen Werten jedoch wesentlich günstiger.

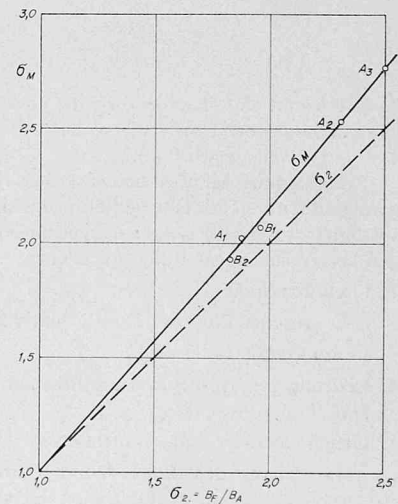


Bild 5. Darstellung der minimal möglichen Umlaufzahl σ_M in Abhängigkeit vom Verhältnis $\sigma_2 = B_F/B_A$

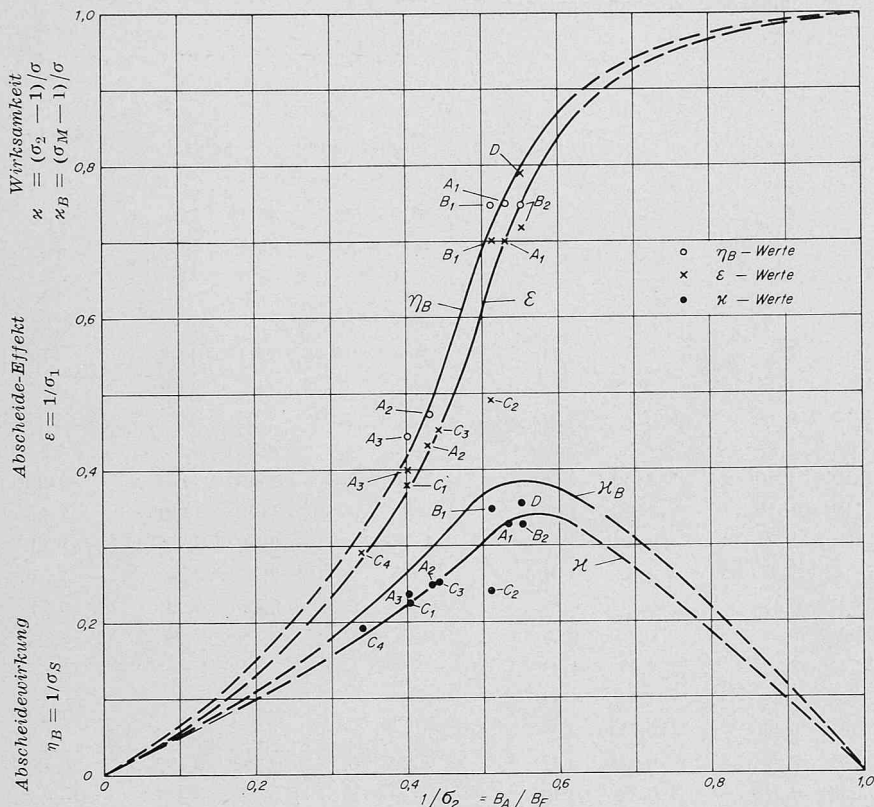


Bild 6. Darstellung der Werte η_B nach Gl. (16), ε nach Gl. (17), κ nach Gl. (22) und κ_B nach Gl. (23) in Abhängigkeit vom Verhältnis $1/\sigma_2 = B_A/B_F$. Die eingetragenen Punkte beziehen sich auf die Messungen nach Tabelle 2.

neuer Versuchsergebnisse weitere Untersuchungen in der angedeuteten Richtung durchzuführen.

Es sei noch erwähnt, dass die Körnungskennlinien der Anlagen A und B (Tabelle 2) mit dem Kornanalysator nach Dr. W. Wieland gemessen wurden. Den Ausgangswerten aller Anlagen A, B, C und D liegen Versuchsergebnisse der Technischen Stelle Holderbank zu Grunde. Für die Überlassung dieser Unterlagen sei bei dieser Gelegenheit bestens gedankt.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass die Beurteilung eines Sichters durch die vorgeschlagene Anwendung der Trenngrenzen Tr 4 und Tr 5 in Beziehung gebracht wird zu einer wesentlichen Anforderung an den Sichter, nämlich zum Feinheitsverhältnis σ_2 . Die Werte von η_B , ε , κ_B und κ werden in Abhängigkeit von σ_2 bzw. dessen reziprokem Wert $1/\sigma_2$ dargestellt. Die Auswertung von Versuchsergebnissen zeigt, dass sich mit nicht allzugrosser Streuung mittlere Kurven angeben lassen. Liegt ein Messpunkt über diesen Kurven, so arbeitet der Sichter besser und umgekehrt. Kennt man von einem Sichter die Werte von B_F , B_A und σ (Umlaufzahl), so ist bereits eine näherungsweise Beurteilung nach dem angegebenen Verfahren möglich.

Adresse des Verfassers: Dr. R. Ruegg, Escher Wyss AG, Zürich.

Bei der Beurteilung eines Sichters können die erreichten η_B - und ε -Werte allein nicht ausschlaggebend sein. Die sich einstellende Umlaufzahl σ ist namentlich auch von folgenden Grössen mitbedingt:

1. Vom Verhältnis von Länge zu Durchmesser (L/D) der Mühle
2. Vom Füllungsgrad der Mühle
3. Von der Mahlbarkeit des Klinkers
4. Von der verlangten Feinheit des Fertigproduktes.

Wählt man beispielsweise ein grosses Verhältnis L/D, so werden σ_1 , σ_2 und σ klein. Gehen diese Werte im Grenzfall gegen 1, dann kann der Sichter durch einen Bypass ersetzt werden. Der Sichter ist also wirkungslos. Damit stellt sich die Frage nach der Wirksamkeit des Sichters.

Die Wirksamkeit eines Sichters

Es wird davon ausgegangen, dass je höher das vom Sichter verlangte Feinheitsverhältnis B_F/B_A ist, um so grösser die Umlaufzahl σ und um so kleiner ε werden. Die Wirksamkeit κ soll daher durch

$$(22) \quad \kappa = \frac{\sigma_2 - 1}{\sigma_2} \varepsilon = \frac{\sigma_2 - 1}{\sigma_2 \sigma_1} = \frac{\sigma_2 - 1}{\sigma}$$

dargestellt werden. Geht man vom Wert σ_M aus, so lautet die analoge Formel für die Wirksamkeit:

$$(23) \quad \kappa_B = \frac{\sigma_M - 1}{\sigma}$$

In Bild 6 sind die κ -Kurve sowie die κ_B -Kurve eingetragen. Sie weisen ein Maximum bei $1/\sigma_2 = 0,5$ bis $0,6$ auf und fallen bei $1/\sigma_2 = 0$ und $1/\sigma_2 = 1$ jeweils gegen 0 ab.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass für die in den Bildern 5 und 6 gezeigten Kurven nur eine verhältnismässig kleine Zahl von Versuchen verfügbar waren, für welche einigermaßen gleichartige Voraussetzungen bestanden. Es sind dies vor allem:

1. Drehofenklinker
2. L/D zwischen 2,0 bis 2,7, also relativ kurze Mühlen
3. Füllungsgrad 24 bis 30%
4. Leistung der Mühle im Verhältnis zur Grösse des Sichters $N/d^3 = 5,4$ bis $6,75$
5. Gleiche Sichter- und Mühlenbauart

Die Kurven der Bilder 5 und 6 erheben daher keineswegs den Anspruch auf allgemeine Gültigkeit. Es ist vorgesehen, beim Vorliegen

Zur Frage der Ingenieurausbildung

Von Prof. Dr. H. Profos, ETH, Zürich

DK 62.002.2:37.007.2

Über dieses Thema ist hier schon verschiedentlich berichtet worden. Es wird in Europa eifrig besprochen. So sei auf die Tagungen der Fachgruppe der Ingenieure der Industrie im SIA vom 26. Oktober 1963 und 24. Oktober 1964 mit dem Titel «Konstruktion, eine Ingenieuraufgabe?»¹⁾ sowie auf entsprechende Tagungen der VDI-Fachgruppe Konstruktion mit dem Titel «Engpass Konstruktion» vom 22. Mai 1963 und 28. Februar 1964 in München hingewiesen, ebenso auf unseren Bericht: «Zur Frage der Hochschulreform in Deutschland»²⁾ und auf das Zweite Europäische Kolloquium über Aus- und Weiterbildung der Ingenieure vom 30. Sept. und 1. Okt. 1963 in Mailand³⁾. Dass die gleichen Fragen auch in den Kulturstaaten anderer Erdteile Gegenstand eingehender Aussprachen bilden, kam besonders deutlich am Weltkongress über Ingenieurausbildung zum Ausdruck, der von der American Society for Engineering Education (ASEE) vom 21. bis 25. Juni 1965 in den Räumen des Illinois Institute of Technology in Chicago zusammen mit der Jahresversammlung dieser Gesellschaft durchgeführt wurde. Über diesen Kongress hat Prof. Dr. P. Profos, ETH, einen überaus lesenswerten Bericht verfasst, der leider erst im Oktober 1966 in unsere Hände kam, obwohl er vom 18. August 1965 datiert ist. Trotz der Verspätung sei er unseren Lesern im Wortlaut bekannt gegeben. Red.

*

Erwartungsgemäss war der Kongress von amerikanischen Hochschullehrern und Ingenieuren gut besucht, und auch die übrige englisch sprechende Welt war relativ stark vertreten, ebenso Indien und Japan. Vergleichsweise schwach war dagegen die Delegation des

¹⁾ Die Vorträge und Diskussionsbeiträge der beiden Tagungen sind in der Publikation der SIA-Fachgruppe der Ingenieure der Industrie über diese beiden Tagungen vom August 1965 veröffentlicht, unsere Stellungnahme in SBZ 1964, H. 1, S. 1-10 und SBZ 1964, H. 49, S. 853-857.

²⁾ SBZ 1964, H. 45, S. 793-795.

³⁾ SBZ 1964, H. 1, S. 10-11.