

Siebanalyse von Zuschlagstoffen

Autor(en): **Egmond, Bram von / Hermann, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **64 (1996)**

Heft 6

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153816>

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.

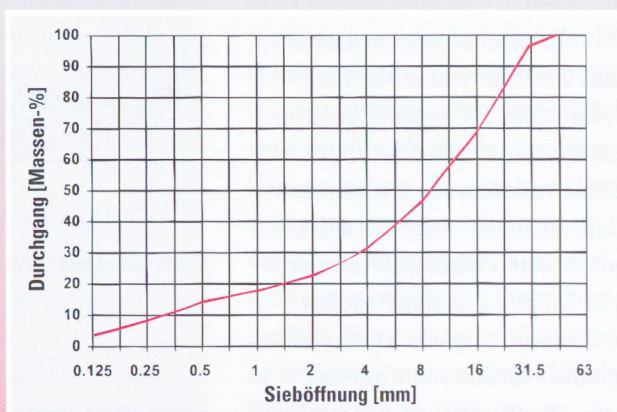
Siebanalyse von Zuschlagstoffen

Die Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe beeinflusst die Frisch- und Festbetoneigenschaften stark. Sie wird durch Sieblinien beschrieben, die das Resultat von Siebanalysen sind.

Zuschlagstoffe bilden mengenmässig den Hauptbestandteil des Betons. Ihre Eigenschaften üben deshalb nicht unerwartet einen grossen Einfluss auf die Eigenschaften des Betons aus. Sehr wichtig sind die Korngrössenverteilung, die durch die Siebanalyse ermittelt wird, die Kornform, die Kornoberfläche und das Grösstkorn.

Die Anforderungen an Zuschlagstoffe für die Betonherstellung sind in der Norm SIA 162 [1] unter Ziffer 5 14 aufgelistet, und die Prüfungen 11 bis 15 der Norm SIA 162/1 [2] betreffen die Siebanalyse sowie weitere Untersuchungen von Zuschlagstoffen. Auch mehrere VSS-Normen enthalten Abschnitte, die direkt oder indirekt mit der

Abb. 1 Die Sieblinie als grafische Auswertung der in Tabelle 1 zusammengefassten Siebanalyse.



Siebanalyse zu tun haben [3–7]. Für Siebanalysen werden – der Name besagt es – Siebe mit definierten Öffnungen (Loch- oder Maschenweiten) verwendet. Die üblichen

Sieböffnungen sind in *Abbildung 1* auf der horizontalen Achse aufgeführt. Beginnend mit dem obersten Sieb, also dem Sieb mit der grössten Lochweite, wird für jedes Sieb der Rückstand in g und daraus in Prozent der Gesamtmasse ermittelt. Durch Subtraktion des Rückstands vom Durchgang des Siebs mit der nächsthöheren Loch- bzw. Maschenweite erhält man den Durchgang des betreffenden Siebs in g oder Massen-%. In *Tabelle 1* ist dies für eine Sieblinie für Zuschlag 0–32 mm illustriert.

Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für die Darstellung der Kornabstufung eines Zuschlaggemisches durch Sieblinien bzw. Siebcurven (siehe *Abbildung 1*). Sieblinien zeigen also die Verteilung der ein-

Sieb [mm]	Rückstand		Durchgang	
	[g]	[Massen-%]	[g]	[Massen-%]
45	–	–	11400	100
31,5	456	4	10944	96
16	3192	28	7752	68
8	2508	22	5244	46
4,0	1778	15,6	3466	30,4
2,0	889	7,8	2577	22,6
1,0	479	4,2	2098	18,4
0,50	456	4,0	1642	14,4
0,25	661	5,8	981	8,6
0,125	502	4,4	479	4,2
< 0,125	479	4,2	0	0

Tab. 1 Ergebnis und Auswertung einer Siebanalyse von 11 400 g Zuschlag 0–32 mm.

zelen Korngrößen im Zuschlaggemisch auf. Der Korngrößenbereich zwischen 0,1 und 0,001 mm ist durch Siebanalysen nicht zugänglich. Er kann beispielsweise durch eine sogenannte «Schlammanalyse» erschlossen werden, die in der Norm SN 670 816 a [7] beschrieben wird. Die Kornverteilung in *Tabelle 2* ist das Resultat einer Schlammanalyse. Untersucht wurde die Fraktion mit Korndurchmesser $< 0,125$ mm, die bei der Siebanalyse des in *Tabelle 1* beschriebenen Zuschlaggemisches anfiel.

Das Sieben eines Zuschlaggemisches bringt keine Informationen über die Kornform und über die organischen Verunreinigungen, die einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Frisch- und Festbetoneigenschaften haben. Diese Eigenschaften werden nach Norm SN 670 710 d [3] bzw. nach Norm SIA 162/1 [2] bestimmt.

Einzelproben für Siebanalysen

Sowohl der Kieslieferant als auch der Betonhersteller haben ein Interesse an repräsentativen Zuschlag-

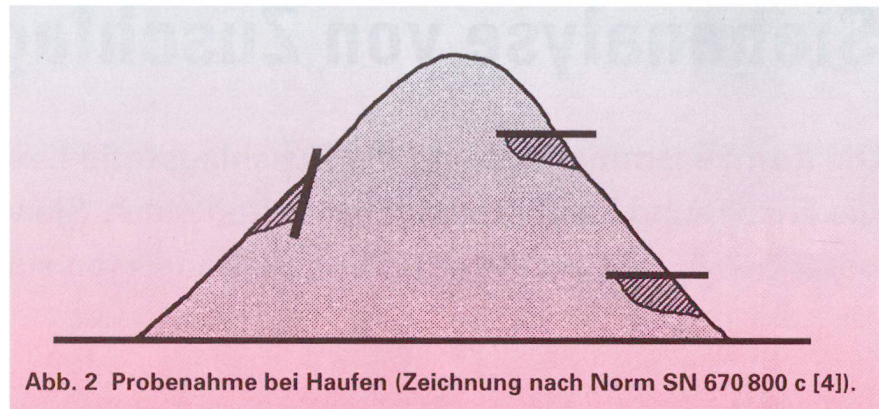


Abb. 2 Probenahme bei Haufen (Zeichnung nach Norm SN 670 800 c [4]).

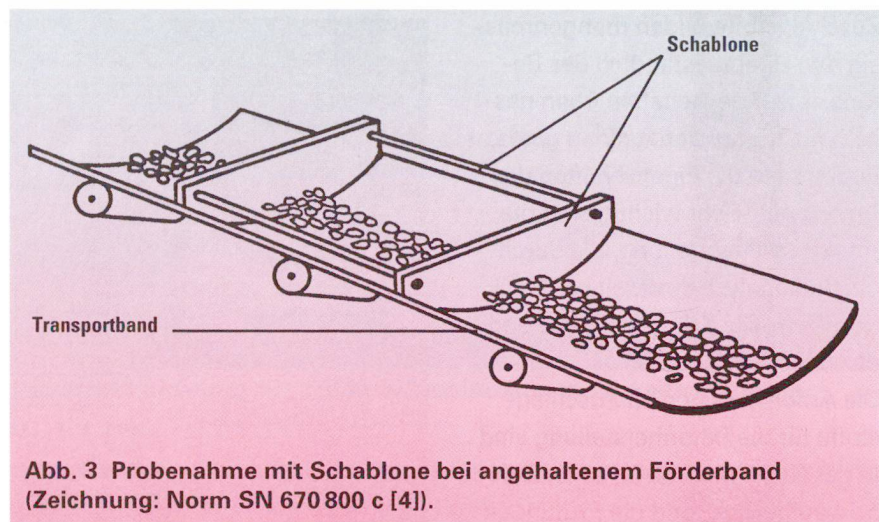


Abb. 3 Probenahme mit Schablone bei angehaltenem Förderband (Zeichnung: Norm SN 670 800 c [4]).

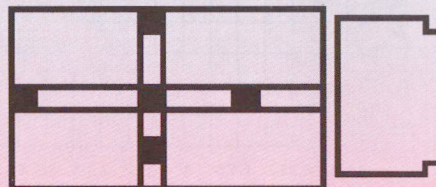
stoffproben für die Durchführung von Siebanalysen und weiteren Laboruntersuchungen. Angaben zur Probenahme von Zuschlagstoffen sind sowohl in der Norm SIA 162/1 [2] (Ziffer 2 1) als auch in der Norm SN 670 800 c [4] enthalten. Grundsätzlich wird zwischen Einzel-, Sammel-, Laboratoriums- und Analysenproben unterschieden. In der Regel werden mindestens drei Einzelproben an geeigneten Stellen des zu untersuchenden Materials entnommen. Sie sollten möglichst gleich gross sein. Ihre Mindestmasse hängt vom nominellen

Grösstkorn ab. Sie reicht von 2 kg bei Körnungen bis 4 mm zu 15 kg bei Körnungen bis 63 mm. Wenn Mineralstoffe mit Entmischungsneigung vorliegen, müssen die Einzelproben bei der Probenahme ab Depot nach Norm SN 670 800 c [4] in verschiedenen Höhen entnommen werden, «vorzugsweise bei einem Viertel, der Hälfte und drei Vierteln der Höhe» (siehe *Abbildung 2*). Proben ab Förderband können entweder bei angehaltenem Band (*Abbildung 3*) oder am Abwurfende gezogen werden. Im ersten Fall soll-

Korndurchmesser [mm]	0,0015	0,0032	0,0050	0,0083	0,0142	0,0242	0,0377	0,0516	0,0672
Massenanteil [%]	0,5	0,8	1,1	1,2	1,3	1,5	2,0	2,9	3,8

Tab. 2 Ergebnisse einer Schlammanalyse.

Abb. 4 Probenentnahmestellen auf Lastwagen
(Zeichnung Norm SN 670 800 c [4]).



te die Probe mit einer Schablone eingegrenzt und mit geeigneten Werkzeugen vollständig in ein Probengefäss eingefüllt werden. Bei Probenahmen ab laufendem Transportband muss das Auffanggefäss gross und tief sein, damit keine Materialverluste auftreten.

Feine Körner werden während des Transports nach unten gerüttelt. Bei Probenahmen ab Lastwagen dürfen deshalb keine Einzelproben von der Oberfläche genommen werden.

Proben sollen vielmehr nach Möglichkeit vor dem Beladen oder nach dem Entladen gezogen werden. In folgenden Ausnahmefällen sind allerdings Proben ab Lastwagen zugelassen, die gemäss *Abbildung 4* entnommen wurden:

- Mineralstoffgemische bis 11 mm Grösstkorn
- Einzelkörnungen
- Mineralstoffgemische bis 32 mm Grösstkorn, die nicht entmischert erscheinen

Von der Einzelprobe zur Analysenprobe

Durch Vereinigung und gründliches Mischen der Einzelproben wird die Sammelprobe gewonnen. Sie muss mindestens das 1,5fache der für die vorgesehenen Prüfungen notwendigen Probenmenge umfassen. Die Sammelprobe entspricht meistens

auch der Laboratoriumsprobe, die an die Prüfstelle gesandt wird. Sie muss genau gekennzeichnet werden. Mindestens folgende Angaben sind nötig:

- Auftraggeber
- Art der Probe
- Lieferwerk und Gewinnungsort
- Entnahmestelle, -datum und -zeit
- vorgesehene Untersuchungen
- Probenehmer

Im Labor werden aus der Laborprobe die für die vorgesehenen Einzelprüfungen notwendigen Analysenproben durch Probenteilung hergestellt. Im allgemeinen wird das sogenannte «Viertelsverfahren» angewendet, das die nachstehenden Schritte umfasst:

- Probe auf geeigneter Unterlage durch mehrfaches Umschaukeln mischen und zu Kegel aufschaukeln
 - Kegel abflachen
 - durch Ziehen zweier senkrecht zueinander stehender Durchmesser vierteln
 - Material von zwei gegenüberliegenden Vierteln restlos entfernen
 - Misch- und Trennvorgang mit verbleibendem Material wiederholen, bis benötigte Menge erreicht
- Zugelassen sind auch kommerziell erhältliche Probenteiler, wenn das Grösstkorn des Mineralstoffgemischs 32 mm nicht übersteigt.

Durchführung von Siebanalysen

Siebanalysen sind ein Teil der Qualitätssicherung. Sie sollen in regelmässigen Abständen durchgeführt werden. Als Minimalanforderungen können gelten: jährlich zehn Siebanalysen von Sand 0–4 mm und je vier Siebanalysen des Kiessandgemisches sowie der Einzelkomponenten. Sinnvoll ist es, Siebanalysen häufiger anzuordnen. Nützliche Kriterien für die Festsetzung von Prüfintervallen sind beispielsweise die Produktionsmenge, die Gleichmässigkeit der Zuschlagqualität (Kornverteilung) oder Änderungen an Betonrezepturen.

Die Durchführung von Siebanalysen ist in der Norm SN 670 810 c [6] beschrieben. In der Regel wird eine Trockensiebung durchgeführt. Bei stark verschmutztem Material und bei Material mit einem grossen Feinstanteil haben sich die in der Norm ebenfalls vorgesehene Trockensiebung mit vorgängigem Waschen und die Nasssiebung als nützlich erwiesen.

Trockensiebung

Die Analysenproben werden im Trockenschrank bei mindestens 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Für die Siebanalyse werden die oben erwähnten Analysen-

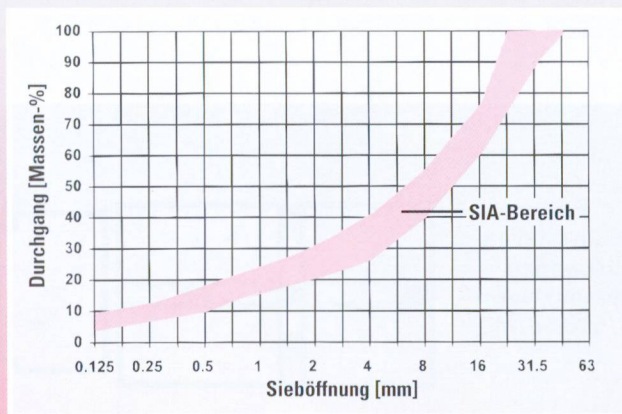


Abb. 5 Wenn die Siebkurve für natürliches gerundetes Material nicht durch Vorversuche festgelegt wird, muss sie nach Norm SIA 162 im schraffierten Bereich («SIA-Bereich») liegen.

siebe nach Öffnungsgrösse geordnet, unten mit der Auffangschale und dem kleinsten Sieb beginnend, oben mit dem Sieb endend, dessen Loch- bzw. Maschenweite dem nominellen Grösstkorn des Zuschlags entspricht.

Nach dem maschinellen Sieben und der Nachsiebung von Hand lässt sich die Masse des Rückstands in jedem Sieb durch Wägen ermitteln. Daraus kann der jeweilige prozentuale Anteil an der Gesamtmasse bestimmt werden. Der Rückstand im untersten Gefäss ergibt den Siebdurchgang im Sieb mit der kleinsten Lochgrösse bzw. Maschenweite. Wenn der Rückstand in diesem Sieb zum Siebdurchgang hinzugezählt wird, erhält man den Durchgang des nächstgrösseren Siebes usw. Nachprüfen lässt sich

dies anhand des Beispiels, das in *Tabelle 1* aufgeführt ist.

Nasssiebung

Nach dem Trocknen bei mindestens 105 °C wird die abgekühlte Analysenprobe gewogen und anschliessend in einem Gefäss mit Wasser bedeckt. Durch mehrmaliges kräftiges Rühren werden die einzelnen Mischungsbestandteile vollständig voneinander getrennt. Anschliessend wird alles auf das oberste Sieb (Sieb mit der grössten Loch- bzw. Maschenweite) gegeben. Die Siebung erfolgt mittels eines Wasserstrahls, der jeweils auf das oberste Sieb gerichtet wird. Die einzelnen Siebe werden samt Inhalt bei > 105 °C getrocknet. Die restlichen Operationen sind die gleichen wie bei der Trockensiebung.

Was Sieblinien nützen

Die Zusammensetzung der Zuschläge soll so gewählt werden, dass ein hohlraumarmes Gemisch mit möglichst geringem Zementleimbedarf entsteht. Meistens geschieht dies durch das Mischen von Einzelkomponenten. Wenn die Siebkurve nicht durch Vorversuche festgelegt wird, muss die Korngrössenverteilung bei natürlich gerundetem Kornmaterial nach Norm SIA 162 innerhalb des in *Abbildung 5* hervorgehobenen Bereichs liegen. Häufiger steht der Praktiker vor dem Problem, aus vorhandenen Sand- und Kieskomponenten mit bekannten Sieblinien ein Gemisch mit vorgegebener Sieblinie herzustellen. Für diesen Fall sind erprobte Verfahren vorhanden. Eine einfachere Aufgabe besteht darin, eine Sieblinie aufgrund der Sieblinien der Einzelkomponenten zu berechnen. Dies ist im Kasten «Von den Sieblinien der Einzelkomponenten zur Sieblinie des Gemisches» anhand eines Beispiels dargestellt. Weitere Anwendungen von Siebanalysen werden im folgenden «Cementbulletin» über Zuschlagstoffe vorgestellt.

Bram van Egmond und
Kurt Hermann, TFB

Literatur

Dieser Artikel basiert hauptsächlich auf den schriftlichen Unterlagen zum Workshop «Siebanalyse von Zuschlägen» der TFB in Wildegg (1995/96). Daneben wurden folgende Normen berücksichtigt:

- [1] Norm SIA 162: «Betonbauten», Ausgabe 1989 (Rev. 1993).
- [2] Norm SIA 162/1: «Betonbauten – Materialprüfung», Ausgabe 1989.
- [3] Norm SN 670710 d: «Sand, Kies, Splitt und Schotter für Beläge – Qualitätsvorschriften» (Oktober 1988).
- [4] Norm SN 670800 c: «Mineralische Baustoffe – Probenahme» (Februar 1991).
- [5] Norm SN 670808 a: «Mineralische Grundstoffe und Lockergestein – Analysensiebe, Anforderungen» (Februar 1985).
- [6] Norm SN 670810 c: «Mineralische Baustoffe und Lockergestein – Siebanalyse» (November 1985).
- [7] Norm SN 670816 a: «Mineralische Baustoffe, Schlämmanalyse nach der Aräometermethode» (November 1989).

Von den Sieblinien der Einzelkomponenten zur Sieblinie des Gemisches

Aufgabe: Berechnung der Sieblinie für ein Zuschlaggemisch, das aus den Komponenten 0–4 mm (32 Massen-%), 4–8 mm (9 Massen-%), 8–16 mm (29 Massen-%) und 16–32 mm (30 Massen-%) zusammengesetzt wird. In *Tabelle 3* sowie in *Abbildung 6* ist die Kornzusammensetzung der Einzelkomponenten tabellarisch und grafisch zusammengefasst.

Lösung: Für die Berechnung der Siebkurve müssen die jeweiligen Siebdurchgänge entsprechend dem Massenanteil einer Komponente umgerechnet werden (siehe *Tabelle 4*). Ein Beispiel: Die Komponente 0–4 mm macht 32 % des Gesamtgemisches aus. Bei 2,0 mm Sieböffnung weist sie einen Siebdurchgang von 73 % auf. Im Gesamtgemisch trägt sie damit zu $(32 \times 73/100) \% = 23 \%$ zum Gesamtsiebdurchgang bei 2,0 mm bei. Wenn diese Umrechnungen für sämtliche Körnungen durchgeführt worden sind, müssen nur noch die Einzelbeiträge zu den Siebdurchgängen zusammengezählt werden. Die resultierende Siebkurve ist in *Abbildung 7* dargestellt.

Sieb [mm]	Siebdurchgänge [Massen-%] der Fraktionen			
	0–4 mm	4–8 mm	8–16 mm	16–32 mm
32	100	100	100	100
16	100	100	100	6
8	100	100	20	0
4	97	3	0	–
2	73	2	–	–
1	49	0	–	–
0,5	31	–	–	–
0,25	17	–	–	–
0,125	10	–	–	–

Tab. 3 Siebdurchgang von vier Körnungen, aus denen ein Zuschlagstoffgemisch hergestellt wird.

Sieb [mm]	Korrigierte Siebdurchgänge [Massen-%] der Fraktionen				
	0–4 mm (32%)	4–8 mm (9%)	8–16 mm (29%)	16–32 mm (30%)	Total (100%)
32	32	9	29	30	100
16	32	9	29	1,8	72
8	32	9	5,8	–	47
4	31	0,3	–	–	31
2	23	0,2	–	–	23
1	16	–	–	–	16
0,5	9,9	–	–	–	9,9
0,25	5,4	–	–	–	5,4
0,125	3,2	–	–	–	3,2

Tab. 4 Berechnung des Siebdurchgangs einer Mischung aus vier Körnungen.

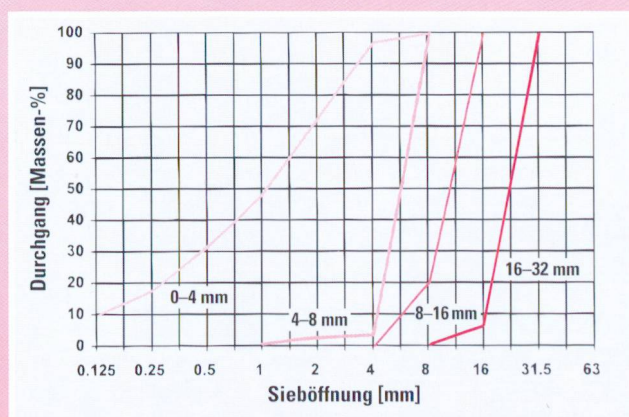


Abb. 6 Sieblinien der Einzelkomponenten.

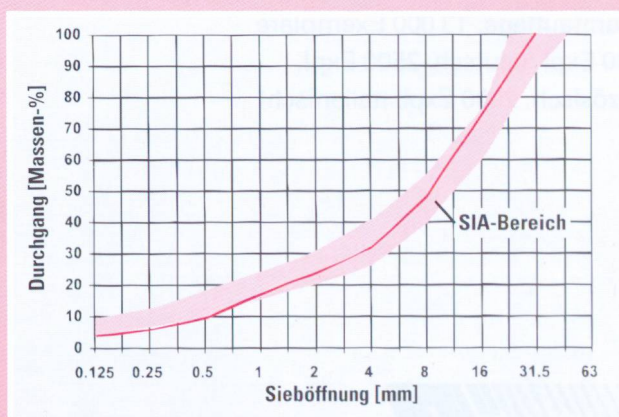


Abb. 7 Sieblinie des aus vier Körnungen zusammengesetzten Zuschlagstoffes.