

Gesteinskundliche Untersuchungen an Zuschlagstoffen der Bauindustrie

Von Otto W. Blümel

Bei der Eignungsprüfung von Zuschlagmaterialien für Mörtel und Beton ist es oft vorteilhaft, das Gesteinsmaterial nicht nur technologisch, sondern auch petrographisch zu charakterisieren. Es ist bekannt, daß z. B. gewisse Tonschiefer, Phyllite, Glimmerschiefer und auch Gneise oft deshalb unbrauchbar sind, weil sie der Sprengwirkung des Frostes nicht widerstehen und daher im Beton auch Schäden verursachen können. Bei der Untersuchung von Zuschlagmaterialien wird man daher solche frostunsicheren Zuschlaggesteine auslesen und ihren Gewichtsanteil feststellen. Anschließend wird man diese Gesteine auf ihre Frostbeständigkeit prüfen, indem man sie 25- bis 50mal dem Frosten und Auftauen oder dem Kristallisierungsversuch — Tränken der zu prüfenden Gesteine in gesättigter Natriumsulfatlösung und Trocknung — unterzieht. Aus dem Verhalten der Gesteine bei diesen Prüfungen und dem gewichtsmäßig ermittelten Anteil der zersprengten und frostunsicheren Gesteine ist dann auf die Frostgüte der Zuschlagstoffe zu schließen.

Aber auch bei der Untersuchung der Zuschlagstoffe auf chemisch-betonschädliche Mineralien und Gesteine sind petrographische und chemische Erkenntnisse von Nutzen. Es sind doch oftmals aus der geologischen Herkunft eines Kiessandes Mutmaßungen über das Vorhandensein chemisch-betonschädlicher Mineralien zu machen. Eine Beurteilung des zu erwartenden Ausmaßes der chemischen Beeinflussung des Zements im Beton durch solche betonschädliche Mineralien ist durch langwierige Vorversuche, durch chemische Richtzahlen und Erfahrungswerte möglich.

In die Gruppe dieser chemisch-schädlichen Mineralien gehören zum Beispiel mehr oder minder leicht lösliche Sulfate, die, wenn sie mit dem Portlandzement in Reaktion treten, Treiberscheinungen hervorrufen können. Es kommt dabei zur Bildung des sogenannten „Zementbazillus“, einer Verbindung, welche das Candlot'sche Salz heißt und in der Bauindustrie gefürchtet ist.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß es z. B. Zuschlagmaterialien gibt, die infolge geringer Prozentsätze von Opal mit den Alkalien des Portlandzements reagieren und ein Zertreiben des Betons

verursachen können. Man nennt diese Reaktion, die man heute noch nicht eindeutig klären kann, die Alkali-Zuschlagreaktion.

Die petrographische Beurteilung der Zuschlagmaterialien ist aber auch dann von Bedeutung, wenn besondere Anforderungen an die Betonelastizitätsmoduli gestellt werden. Hinweise in dieser Richtung sind in der Literatur anzufinden; unter anderem ist bei Graf (1) zu entnehmen, daß die E-Moduli der Betone sehr wesentlich durch das Gesteinsmaterial beeinflußt werden.

Bei der petrographischen Beurteilung der gröberen Zuschlagmaterialien ist es geboten, Gesteine in Gruppen zusammenzufassen, da eine genaue petrographische Analyse zeitraubend und nicht immer notwendig ist. Ein Beispiel darüber wird im nachfolgenden angeführt. Es handelt sich um einen Kies vom rechten Ufer der Mur bei Raach, Graz.

Tabelle 1: Rezenter Murkies aus Raach/Graz

Reine oder fast reine Quarzgerölle	14,1 Gewichtsprozent
Pegmatitgerölle	9,2 Gewichtsprozent
Aplite, Granite, Granodiorite	23,7 Gewichtsprozent
Augengneise, Migmatite, etwas Schiefergneise, etwas Granatglimmerschiefer	13,7 Gewichtsprozent
Amphibolite und etwas Diabase	10,6 Gewichtsprozent
Quarzreiche Knauern aus Phylliten, Quarzite, Lydite, Sandsteine und Arkosen	6,3 Gewichtsprozent
Kalksteine	18,0 Gewichtsprozent
Dolomite und Dolomitsandsteine	4,4 Gewichtsprozent
	<hr/> 100,0 Gewichtsprozent

Bei der Durchsicht dieses Gesteinsmaterials war zu erkennen, daß weder eine chemische noch eine physikalische Beeinflussung des Betons durch den Kies zu erwarten ist. Eine weitere Differenzierung des Kieses war daher unnötig und es genügte die angeführte gesteinskundliche Beschreibung des Zuschlagmaterials für die Betonherstellung.

Im nächsten Beispiel ist eine genauere Untersuchung eines Kiesandes aus der Umgebung von Leoben angeführt. Die Gesteine wurden in Gruppen zusammengefaßt und ihr Anteil entsprechend der Kornzusammensetzung festgestellt.

Aus dieser Aufstellung ist weiters zu ersehen, daß der Anteil der Gesteinsgruppen, die dem Kristallisierungsversuch nicht widerstehen, 11,1 Gewichtsprozent beträgt. Dieser Prozentsatz ist für die Herstellung von frostbeständigen Betonen schon als zu hoch zu bezeichnen.

Tabelle 2: Kiessand aus der Umgebung von Leoben

Die Verteilung der Gesteinsgruppen
entsprechend der Kornzusammensetzung 3/50 mm

Zusammengefaßte Gesteinsgruppen	Korngruppen				Summe der Gew.-0/0	Gesteinsgr., mit der Hand zerreiblich und leicht spaltbar Gew.-0/0	Gesteinsgr., die dem Kristallisierungs- versuch nicht widerstehen. Gew.-0/0	
	3—7 mm Gew.-0/0	8—15 mm Gew.-0/0	16—30 mm Gew.-0/0	31—50 mm Gew.-0/0				
A. Karbonatgest., grau-weiß, fein- und grobkörnig, Kalke, Marmore	0,2	21,0	28,5	8,5	58,2	—	—	Festes, kompaktes Gestein
B. Quarz-Seritit, Phyllit, feinkörnig feinschuppig	0,3	7,9	12,7	1,2	22,1	—	—	Festes, kompaktes Gestein
C. Phyllite, grau-grünlich, feinschuppig, feinfältelig	—	1,1	2,0	0,7	3,8	0,4	3,8	Schieferiges Ge- steinsmaterial mit z. T. schlechten Festigkeiten
D. Tonschiefer, dunkelgrau- schwarz, feinkörnig	—	0,4	2,1	0,5	3,0	—	—	Dickplattiges Gesteinsmaterial mit guten Festigkeiten
E. Tonschiefer, schwarz, feinkörnig, feingeschichtet	0,1	3,4	2,2	1,6	7,3	0,7	7,3	Schieferiges Ge- stein mit z. T. schlechten Festigkeiten
F. Quarzite und kristall. Schiefer, Grüngesteine	—	1,6	2,0	1,6	5,2	—	—	Kompaktes, festes Gestein
G. Konglomerate	—	0,4	—	—	0,4	—	—	Vollständig ver- kittetes, festes Gesteinsmaterial
Summe der Gew.-0/0	0,6	35,8	49,5	14,1	100,0	1,1	11,1	

Die petrographische und auch chemische Unter-
suchung der Feinteile der Zuschlagmaterialien sollte dann er-
folgen, wenn der Verdacht besteht, daß Zuschlagteilchen chemisch oder
physikalisch den Mörtel oder Beton schädlich beeinflussen können. Die
Fälle sind dann ähnlich zu behandeln wie im vorhergesagten. Zu be-
denken ist, daß diese Zuschlagteilchen mit wesentlich größerer Ober-
fläche vorliegen und bereits natürlich oder künstlich aufbereitete Mine-
ralien sind.

Die Heranziehung optischer Geräte, insbesondere des Polarisationsmikroskops, ist für die Untersuchung und Identifizierung der Feinteile erforderlich. So ist z. B. die Feststellung der Glimmerquantität in Sanden, vertreten durch den hellen Muskowit und den dunklen Biotit, von Bedeutung. Schon O. Graf (2), G. Kathrein (3) und U. Fischer (4) haben in Versuchen auf den ungünstigen Einfluß des Glimmers auf die Druckfestigkeit von Mörtel und Beton hingewiesen. Auch O. W. Blümel (5) macht Angaben über den Einfluß von Glimmerquantität und Glimmergröße auf die Druck-Biegezugfestigkeit und Frostbeständigkeit von Portlandzement-Mörtel. Es scheint gerade deshalb oft notwendig, Sande und Steinmehle z. B. mit verdächtigem Glimmergehalt petrographisch zu untersuchen.

Wie weit man solche petrographische Sanduntersuchungen in verhältnismäßig kurzer Zeit durchführen kann, wird im nachfolgenden gezeigt.

Es standen drei Sande der Grazer Umgebung zur Verfügung, und zwar ein pontischer Sand (tertiär) aus Talwinkel, Graz, hell lehm-gelb, ein Diluvialsand aus einer Schottergrube mit Sandbänken gegenüber der neuen Weinzödlbrücke, Gösting-Graz, hell- bis graugelblich, und ein rezenter Sand aus der Sandbank bei Raach, Graz, dunkler als der diluviale Sand von Gösting.

Nach optischer Untersuchung der Sande wurde der Mineralbestand ausgezählt und mit der Mineralausrechnung aus der Gesamtanalyse der Sande verglichen. Es wurde festgestellt, daß mit hinreichender Genauigkeit der Mineralbestand mit der optischen Mineralanalyse zu ermitteln ist, also eine Beurteilung der Feinteile von Zuschlagmaterialien erfolgen kann.

Die Kornzusammensetzung der einzelnen Sande wurde durch Siebung, die des feineren Kornanteiles mit der Kubiena'schen Schlämmapparatur festgestellt.

Tabelle 3: Kornzusammensetzung der Sandproben

	größer als 2 mm	2—1 mm	1—0,1 mm	0,1—0,02 mm	unter 0,02 mm
Pontischer Sand	1,4 %	3,3 %	78,5 %	16,8 %	unwägbar
Diluvialer Sand	—	0,8 %	94,1 %	5,1 %	unwägbar
Rezenter Sand	—	—	81,8 %	18,2 %	unwägbar

Die Kornanteile größer als 1 mm sind vollkommen uncharakteristisch, sie sind von Sandstrich zu Sandstrich wechselnd.

Entscheidend ist bei allen drei Sanden der Hauptanteil der Körnung von 1 mm bis 0,1 mm. Die nächst niedrige Körnung wird von 0,1 mm bis 0,02 mm eingenommen. Die feinste Abschlammung, kleiner als 0,02 mm,

ergab mit der Schlämmapparatur noch eine merkliche Trübe, war jedoch unwägbar. Diese Trübe besteht nach mikroskopischer Untersuchung aus Quarz, Muskowit und Tonmineralien. Festgestellt muß werden, daß keine wesentlichen Unterschiede in der mineralischen Zusammensetzung zwischen 1 mm und 0,02 mm vorhanden sind.

Die optische Untersuchung mit dem Polarisationsmikroskop erfolgte an Hand von Dauerpräparaten, und zwar wurde reichlich Sand in Kollolith gebettet. Die chemischen Analysen wurden nach den gebräuchlichen quantitativen Silikatmethoden durchgeführt.

Der beobachtete Mineralbestand wird in Tab. 4 dargestellt. Es sind dort auch Mineralien angeführt, die bei der Ausrechnung aus der chemischen Analyse nicht berücksichtigt werden konnten, da ihr Prozentsatz weniger als 1 Gewichtsprozent beträgt.

Tabelle 4: Der Mineralbestand

Pontischer Sand Thal bei Gösting	Diluvialer Sand Gösting	Rezenter Sand Raach bei Gösting
Quarz	Quarz	Quarz
Mikroclin	Mikroclin	Mikroclin
Albit bis Andesin	Oligoklas (Albit)	Oligoklas
Kalkspat	Kalkspat	Kalkspat-Dolomit
Zirkon, Rutil, Titanit	Zirkon, Rutil	Zirkon, Rutil
Magnetit	Magnetit	Magnetit
_____	_____	Glaukonit
Brauneisenerz	Brauneisenerz	Brauneisenerz
Muskowit	Muskowit	Muskowit
Biotit (braun)	Biotit (braun-rotbraun)	Biotit (braun-rot)
Klinochlor	Klinochlor, Pennin	Klinochlor, Pennin
_____	Antigorit	_____
_____	Chloritoid	Chloritoid
_____	Tonmineralien	Tonmineralien
Disthen, Sillimanit	Disthen	Disthen
Staurolith	Staurolith	Staurolith
Omphazit	_____	Diopsid
Karinthin (braun)	gem. Hornblende	gem. Hornblende
Grünblaue Hornblende	_____	Strahlstein
Kelyphit	_____	Tremolit
Zoisit und Epidot	Zoisit und Epidot	Zoisit und Epidot
Turmalin	Turmalin	Turmalin
Apatit	Apatit	Apatit
_____	_____	Metallsplitter
_____	_____	Melilith

Der Kornzustand ist bei allen drei Sandproben gleich. Was die Kornsorten betrifft, sind diese verschieden gebaut. Im nachfolgenden werden die einzelnen Kornsorten aller drei Sandproben behandelt.

a) Mineralien mit körniger Wuchsform

Quarz trat in allen Fraktionen auf, von den größten bis zu den feinsten. Meist ist er ganz klar und farblos, mit schlechter splittriger Rundung. Sehr scharf splittrig in den feinsten Fraktionen.

Mikrokline sind wenig anzutreffen; sie sind an der optischen Gitterung und Feinspindelung und durch die Lichtbrechung erkennbar.

Plagioklasse. Meistens liegen Albite, Albitoligoklasse und Oligoklasse vor, Andesin wurde nur wenig beobachtet. Diese Plagioklasse sind alle ganz klar; es sind nirgends Körner mit Füllung angetroffen worden; die Zwillingslamellierungen sind sparsam, nach dem Albit-Periklin-Gesetz verlaufend, schwache Zoneninversion gab es bei Körnern der mittleren Kornklassen zu sehen. Richtige Spalttäfelchen sind häufig unter den Kleinkörnern.

Kalkspat. Sehr selten handelt es sich um winzige, klare Spaltstückchen; häufiger um Körner, die aus einem feinsten Körnermosaik bestehen, also von dichten Kalksteinen herkommen. Diese Körner haben rauhe Oberflächen und sind deshalb oft grau-undurchsichtig und trübe. Sie enthalten auch oft etwas Graphitbestäubung. Auch durch Eisenhydroxyde gefärbte braune Kalkspäte wurden beobachtet.

Dolomit zeigt recht häufig kleine, modellscharfe Sechsrautner, aber auch rauhe, äußerst feinkörnige, trüb durchsichtige oder durchscheinende Körner; eine Unterscheidung war durch HCl möglich.

Granat. Dieses Mineral ist in leicht unterscheidbaren Körnern anzutreffen. Man findet deutlich rosarote Körner in reinen (110) Formen, Rutileinschlüsse enthaltend; ferner jene Granate, die Rutil und Ilmenit, sowie auch gelegentlich etwas Zoisit enthalten, und mit Graphit dicht durchstäubte Granatformen. Die zuletzt genannten Granate sind hauptsächlich im Diluvial- und rezenten Mursand enthalten.

Ganz selten waren Körner von ziegelroter Farbe und ohne Graphiteinschlüsse anzutreffen.

Ein Glaukonit-Korn wurde beobachtet. Es hatte Kugelform, war als Aggregat kleinerer Körner gebaut und erschien im durchfallenden Licht laubgrün.

Brauneisenerz konnte in undurchsichtigen, gelbbraun reflektierenden Körnern gelegentlich beobachtet werden. Im tertiären und

diluvialen Sand ist Brauneisenerz als gelbbraunes durchscheinendes Krümel und in den gelben Imprägnationen von Serizit und Kaolin vorhanden. Im rezenten Sand ist diese Form jedoch selten.

b) Blättrige Mineralien

Muskowit kommt in kleinen Schüppchen und Fetzen oder in Aggregaten in allen Sandmustern vor. Hat man mit Hilfe von Brechung und Achsenbild ein solches Schüppchen erkannt und das Auge daran gewöhnt, so überblickt man diesen Glimmeranteil sehr leicht.

Biotit. Im Tertiärsand erscheint der Biotit in tiefbraunen Tafeln, oft mit kristallkundlich guter Tafelumgrenzung. Im diluvialen und rezenten Sand aber erscheint er nur zum Teil in dieser Ausbildung, zum anderen Teil als deutlich rotgetönter Meroxen, mit pleochroitischen Höfen um Zirkonmikrolithen. Man trifft ferner vielfach auch den Bauerit als Biotitersatz. Man erkennt ihn an der Ausbleichung, welche das ursprüngliche Braun oder Braunrot ins hellgelb-braun bis gelb überführt, wobei das optische Achsenbild zu verschwimmen beginnt; die Blättchen werden rissig und die Doppelbrechung sinkt stark ab. Viele Blättchen, die zunächst makroskopisch als Muskowit im Sande angesehen wurden, entpuppten sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Bauerit. Man kann sagen, daß bei diesen Glimmerblättchen, die so gut ausgebildet aus dem Sand glitzern, stets erst untersucht werden muß, wieviel davon Muskowit und wieviel Bauerit ist.

Chlorit. Sowohl im tertiären als auch in den beiden jüngeren Sanden wurden Klinochlortafeln beobachtet, die in den gestaltlichen und Größenverhältnissen ganz den Biotiten entsprechen. Die Blättchen sind kräftig grasgrün durchsichtig, die Zweiachsigkeit ist deutlich. Im diluvialen Sand wurde ein Pennin gefunden, der im übrigen den Klinochloren ähnelt.

Nur im diluvialen Sand wurde ein Antigoritserpentin beobachtet. Im Tertiärsand wurde kein Chlortoid gesehen. In den beiden jüngeren Sanden aber treten zwei Abarten auf, und zwar als

1. grünblaue Abart (nach Basisschnitten beurteilt) sehr einschlußrein, und
2. eine graublaue bis bräunlichgraue Abart, gelegentlich mit feiner Graphitdurchstäubung.

c) Stengelige Gemengteile

Pyroxene. Als dickstengelige Gemengteile verzeichnen wir den Omphazit im Tertiärsand und den Diopsid im Raacher Sand. Beide sind

in sehr geringen Mengen vertreten. Der Omphazit hat eine grasgrüne Farbe, ist klar durchsichtig und sehr einschlußrein.

Der Diopsid hingegen erscheint fast farblos, mit 38° Auslöschung auf (010), den guten Spaltrissen nach Z und ist sehr einschlußrein.

Amphibole. Die Amphibole herrschen unter den stengeligen Gemengteilen stark vor. Man kann mehrere Abarten unterscheiden. Im Tertiärsand tritt der braune bis braungrüne, in tiefen Tönen farbwechselnde Karinthin auf. In beiden anderen Sanden herrscht die gemeine grüne Hornblende, sowie der Karinthin, in breit- und kurzstengeligen Körnern vor. Die Farben sind oft so tief, daß man sich versucht fühlt, diese Kornsorte unter undurchsichtig zu führen. Daneben treten im Tertiärsand jene ausgesprochen grünblauen bis blauen Hornblenden von dünnstengeligem Wuchs auf. In den jüngeren Sanden war diese Abart nicht zu sehen, es gab vielmehr hier einige wenige Nadeln von fast farblosem Tremolit.

Epidotgruppe. Hellgrüne bis zeisiggrüne Epidotkörner trifft man in allen drei Sandmustern. Im Tertiärsand war außerdem in beachtlicher Häufigkeit der stengelige Klinozoisit anzutreffen. Endlich auch, in geringerer Anzahl, stengelig-körniger Zoisit. Im Mursand fand sich auch ein Korn tiefbraunen Orthites.

Staurolith. Durch seine ausgesprochen goldgelbe, im Richtungs-farbwechsel in das Weißgelbe ziehende Farbe waren die vereinzelt Staurolithkörner sehr gut zu unterscheiden. Im Tertiärsand sind diese Körner bei recht kräftiger Farbe immer rein und klar gewesen. In den jüngeren Sanden fanden sich zwei Spielarten. Die eine ebenfalls sehr rein, mit sattgelber Farbe, die andere graphitdurchstäubt, mit blasser Farbe.

Disthen. Es handelt sich um jene Kleinform, die Angel aus Kor-alpentypen beschrieb. Diese sind ganz einschlußrein. Z. T. gab es aber auch hier dick durchstäubte, flache Stengel.

Sillimanit. Im Tertiärsand wurde unter über 1000 beobachteten Körnern ein Quarzkorn gesichtet, welches von einem Nadelbüschel langer Sillimanite durchwachsen war.

Melilith. Ein Melilithmaterial wurde bloß im rezenten Mursand gesichtet. Neben den optischen Eigenschaften war das hohe spezifische Gewicht verdächtig.

d) Nebengemengteile

1. Durchsichtige

Turmalin tritt uns sowohl als brauner, wiederholt in nadelfeiner Ausbildung mit Graphiteinschlüssen angetroffener Schiefer-Turmalin ent-

gegen. Die Nadeln sind mit ganz scharf erhaltenen Kristallenden ausgestattet. Daneben sieht man auch blauviolette oder düsterblaue, plump-säulige Splitter.

Rutil trifft man im Tertiärsand, und zwar honiggelbe oder hellgelbe, auch kolophoniumbraune Körner. In den jüngeren Sanden aber trifft man Rutil in Form feinsten Nadelchen, eingeschlossen in Glimmer oder in Form kurzer, schlanker Prismen, eingeschlossen in die Amphibole und Granaten, zuweilen auch im Chlorit. Diese Rutilmengen machten bei der Auszählung Schwierigkeiten. Die Menge wurde dabei regelmäßig unterschätzt.

Zirkon war nicht selten zu beobachten. Es wurden nur farblose Körner gesehen und diese in einfacher, unverletzter, kurz-säuliger Tracht.

Apatit war nur ganz selten anzutreffen, in geradezu mikrolithenartiger Feinheit, merkwürdigerweise aus Glimmern oder aus anderen Gemengteilsplittern frei herausragend.

Titanit wurde ein einziges Korn angetroffen.

2. Undurchsichtige

Magnetit ist optisch leicht an den blauschwarzen Kornreflexen kenntlich, magnetisch, in HCl löslich. Im Diluvialsand in spärlichen, aber modellscharfen Oktaedern. Im rezenten Mursand in Form von Kornaggregaten. Roteisen ist selten.

FeS ist als Industrieprodukt im Mursand. Diese Körner reflektieren im gedeckten Kornpräparat gelb, metallisch, ähnlich dem Magnetkies.

Gediegen Fe, zum Teil rostige Splitzer, kamen auch aus dem Industriegebiet oberhalb der Weinzödlänge in die Mur (Blechstückchen). Diese Körner reflektieren sehr hell, mit rostigen Flecken.

Kohle. Der als Graphit hier vorhandene C konnte nicht erfaßt werden; die mikroskopische Beobachtung läßt aber seine Bedeutung erkennen. Dagegen waren Holzkohlensplitterchen ausklaubfähig, der Gehalt daran ist im rezenten Sand erheblich (0,6. Prozent). Die Splitterchen verglimmen rasch und fast ohne Asche in der Bunsenflamme.

Mittels optischer Integrationsmethoden konnte nun der Mineralbestand quantitativ ermittelt werden. Im nachfolgenden werden nun die Analysenergebnisse, die Ausrechnungen aus den Analyseergebnissen auf Grund des ermittelten Mineralbestandes und die optische Auszählung angeführt.

Tabelle 5: 1. Rezenter Sand

Analyse		Kornbestand		
	Gew.-%	Aus der Analyse errechnet	Ausgezählt	
		Gew.-%	Gew.-%	
SiO ₂	57,62	Quarz	31,8	23,7
TiO ₂	0,95	Feldspat	23,1	22,5
Al ₂ O ₃	10,57	Kalkspat	1,7	5,0
Fe ₂ O ₃	6,65	Dolomit	3,4	5,0
FeO	5,17	Tonmineral ¹	2,8	
MnO	0,76	Muskowit	6,3	7,0
MgO	3,93	Biotit	4,5	5,5
CaO	5,84	Chlorit	1,0	
Na ₂ O	1,82	Granat	4,0	3,6
K ₂ O	1,09	Hornblende	4,5	4,0
CO ₂	2,97	Disthen	0,4	
P ₂ O ₅	0,00	Zoisit	1,6	1,4
C	0,60	Gehlenit	5,0	
S	0,39	Magnesit	7,7	
H ₂ O+	1,40	FeS	0,0	28,5 ²
H ₂ O—	0,48	Gediegen Fe	0,6	
	100,24	Rutil	0,7	

¹ Als Kaolin gerechnet.

² Undurchsichtig, dabei auch Quarz als Lydit, Graphitquarzit, Tonmineralien, Gehlenit.

2. Diluvialer Sand

Analyse		Kornbestand		
	Gew.-%	Aus der Analyse errechnet	Ausgezählt	
		Gew.-%	Gew.-%	
SiO ₂	77,50	Quarz	57,6	57,9
TiO ₂	0,73	Orthoklas	4,6	
Al ₂ O ₃	8,94	Albit	14,9	
Fe ₂ O ₃	3,20	Anorthit	4,8	29,0
FeO	1,51	Tonmineral ¹	3,3	
MnO	0,14	CaCO ₃	1,6	
MgO	0,44	Muskowit	3,5	3,6
CaO	3,05	Hornblende	1,5	1,4
Na ₂ O	1,54	Zoisit	0,5	0,6
K ₂ O	1,22	Disthen	0,3	0,2
CO ₂	0,70	Granat	4,5	4,9
P ₂ O ₅	0,00	Rutil	0,5	—
C	0,00	Magnetit	0,6	2,4
S	0,00	Limonit	1,8	
H ₂ O+	1,16			
H ₂ O—	0,19			
	100,32			

¹ Als Kaolin gerechnet.

3. Pontischer Sand

Analyse		Kornbestand		
		Aus der Analyse errechnet		Ausgezählt
	Gew.-%		Gew.-%	Gew.-%
SiO ₂	78,83	Quarz	61,90	64,10
TiO ₂	0,72	Orthoklas	3,55	
Al ₂ O ₃	8,15	Albit	13,80	23,48
Fe ₂ O ₃	3,14	Anorthit	3,40	
FeO	0,90	CaCO ₃	0,50	0,0
MnO	0,20	Muskowit	6,28	3,0
MgO	0,78	Amesit	0,83	2,0
CaO	2,10			(Klinochlor)
Na ₂ O	1,51	Serpentin	0,89	
K ₂ O	1,30	Hornblende	1,50	1,75
CO ₂	0,57	Zoisit	3,20	2,35
P ₂ O ₅	0,00	Disthen	0,20	0,15
C	0,00	Granat	0,39	0,30
S	0,00	Rutil	0,50	0,17
H ₂ O+	1,57	Magnetit	1,96	1,80
H ₂ O—	0,37	Limonit	1,10	mit Quarz
	100,14			

Aus den Ergebnissen ist zu ersehen, daß eine gute Übereinstimmung der Werte zu erzielen ist und daß mit der optischen, petrographischen Analyse eine ausreichende Klärung des Mineralbestandes von Sanden durchführbar ist.

L I T E R A T U R :

1. O. Graf, Die Eigenschaften des Betons, Springer-Verlag, Berlin 1950.
2. O. Graf, Zement, 1928, Nr. 13.
3. G. Kathrein, Zement, 1931, Nr. 38.
4. U. Fischer, Fortschritte und Forschungen im Bauwesen, Reihe A, Heft 6, 1941.
5. O. W. Blümel, Unveröffentlichtes Manuskript, T. H. Graz, 1952.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: [1 1952](#)

Autor(en)/Author(s): Blümel Otto W.

Artikel/Article: [Gesteinskundliche Untersuchungen an Zuschlagstoffen der Bauindustrie 1-11](#)