

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 72 (1954)  
**Heft:** 34

**Artikel:** Anwendungsgebiete für hochtonerdehaltige Zemente  
**Autor:** Brandt, Fritz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61240>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

wurden. Im Erdgeschoss wurden die Leitungen zwischen den Flanschen der ummantelten T-Stützen montiert.

Projekt und Pläne: Architekten Baerlocher & Unger, Zürich  
 Submission und Administration: F. Rueggsegger, Arch., Zürich  
 Generalunternehmung und Bauleitung: A. G. Eug. Scotoni-Gassmann, Zürich  
 Restaurantgestaltung: Küng und Aubry, Neuchâtel

## Anwendungsgebiete für hochtonerdehaltige Zemente

Von Dr. Fritz Brandt, Basel

DK 666.947.3

Hochtonerdehaltige Zemente werden je nach Sprachgebiet als «aluminous cement», «ciment fondu», «calcium aluminate cement», oder «Tonerde-Schmelzzement» bezeichnet. Sie bestehen im wesentlichen aus Calciumaluminaten und nicht vorwiegend aus Calciumsilikaten, wie z. B. die Portlandzemente. Ihre Eigenschaften sind trotz verschiedener Herkunft im allgemeinen sehr ähnlich, jedoch sind ihre Zusammensetzung und die Herstellungsverfahren verschieden.

Der deutsche Tonerde-Schmelzzement, Marke «Rolandshütte», weist dank seinem geringen Eisengehalt eine sehr helle Farbe auf. Er besteht aus 48 % (Gewicht) Tonerde ( $Al_2O_3$ ), 40 % Kalk ( $CaO$ ), 7 % Kieselsäure ( $SiO_2$ ) und weniger als 1 % Eisenoxydul ( $FeO$ ).

Wohl sind seine besonderen Eigenschaften heute dem Bauingenieur und dem Ofenkonstrukteur weitgehend bekannt, weniger aber seine vielfältige Verwendungsmöglichkeit. Es wird deshalb hier versucht, einen Ueberblick über die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten zu vermitteln und die charakteristischen Merkmale der mannigfachen Betonarten und Mörtel, die damit hergestellt werden können, kurz zu schildern<sup>1)</sup>.

Die drei Haupteigenschaften, welche die Verwendung dieses verhältnismässig teuren hydraulischen Zements rechtfertigen, sind folgende:

1. Aeusserst schnelles Erhärten bei normaler Abbindezeit.
2. Widerstandsfähigkeit gegenüber einer grossen Zahl aggressiver Stoffe, die Portlandzement angreifen können.
3. Eignung für den Gebrauch als hydraulisches Bindemittel für feuerfeste oder isolierende Zuschlagstoffe und somit für die Herstellung von feuerfesten oder isolierenden Betonarten. In Verbindung mit besonderen Zuschlagstoffen wird mit Tonerde-Zement «Rolandshütte» ein feuerfester Beton hergestellt, der einer Temperatur von 1400 ° C widersteht.

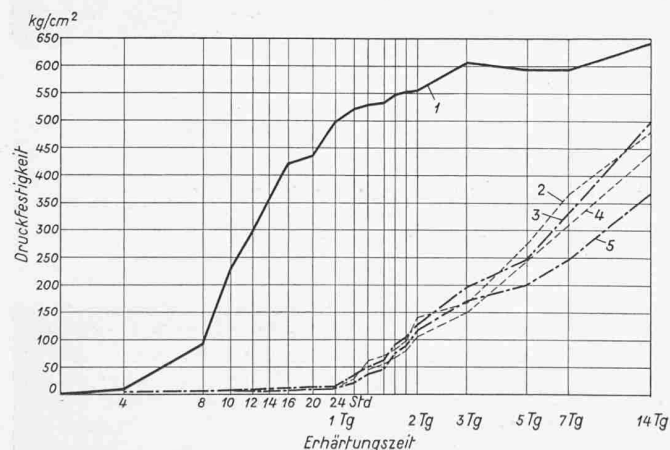


Bild 1. Erhärtungslinien von Rheinsandmörteln mit verschiedenen Zementarten bei Temperaturen von 3 bis 5 ° C nach Untersuchungen des Forschungsinstitutes der Hüttenzementindustrie Düsseldorf

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1 Tonerde-Schmelzzement,<br>«Rolandshütte» | 2 und 4 Portlandzemente |
|  | 3 und 5 Hochofenzemente |

1) Die S. I. A.-Normen für die Bindemittel des Bauwesens (1953) weisen auf folgende typische Eigenschaften des Tonerdezementes hin: Grössere Widerstandsfähigkeit gegen sulfathaltige, nicht aber gegen saure Wässer (insbesondere solche mit aggressivem  $CO_2$ ), raschere Festigkeitsentwicklung und höhere Hydrationswärme; im Abbinden und Erhärten empfindlich gegen Verunreinigungen (besonders durch Portland-Zement und Kalk) und gegen Temperaturen über 30 ° C.

Das sehr schnelle Erhärten ermöglicht es, dass ein Tonerde-Zementbeton schon 24 Stunden nach seiner Herstellung beansprucht werden kann. So weist Tonerde-Schmelzzement «Rolandshütte», wie aus Bild 1 hervorgeht, nach 24 Stunden eine Festigkeit von 500  $kg/cm^2$  auf. Diese Festigkeit ist gleich hoch oder höher als die von Portlandzementbeton nach 28 Tagen.

Entgegen der weitverbreiteten Ansicht ist der Tonerdezement kein Schnellbinder. Seine Abbindezeit ist, wie bereits erwähnt, normal, also ähnlich wie die von Portlandzement. Der Unterschied gegenüber Portlandzement liegt (bei Tonerdezement) in der äusserst schnellen Erhärtung und in dem damit verbundenen raschen Aufbau der Festigkeit.

Die grosse Aktivität des hochtonerdehaltigen Zementes bewirkt im Anfangsstadium eine beachtliche Temperaturerhöhung in jeder Betonmasse; dies ist sehr wertvoll zum Schutz vor Frost, wenn das Betonieren bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt vorgenommen werden muss. Andererseits muss bei hoher Lufttemperatur die Temperaturerhöhung des Betons begrenzt werden. Dies erreicht man entweder durch Beschränkung der Abmessungen, oder möglichst baldiges Entfernen der Formen und durch Berieseln mit Wasser. Man vermeidet hierdurch ein zu starkes Erwärmen und einen daraus sich ergebenden Festigkeitsverlust. Aus dem gleichen Grunde sollte hochtonerdehaltiger Zement nie mit Dampf behandelt werden, da sich dadurch niedrigere Festigkeiten ergeben. Um die besten Ergebnisse mit tonerdehaltigem Zement zu erzielen, sollten alle Betonteile vom Zeitpunkt des Abbindens bis mindestens zum Alter von 24 Stunden feucht und kühl gehalten werden.

Die chemische Widerstandsfähigkeit ist hauptsächlich der Tatsache zu verdanken, dass bei der Hydratation von hochtonerdehaltigem Zement kein freier Kalk entsteht, wie beim Abbinden von Portlandzement. Infolge seiner chemischen Beschaffenheit bildet der Tonerde-Zement ein sehr angriffbeständiges Kalkaluminatohydrat und ein Aluminiumoxydhydrat anstelle des hochaktiven Kalkhydroxyd beim Portlandzement. Dieses Aluminiumoxydhydrat verleiht dem Zement eine beachtliche Widerstandsfähigkeit selbst gegenüber verdünnten Säuren. Der Beton hält auch den Angriffen von Schwefeldioxyd und Schwefelwasserstoff stand. Dies gestattet, ihn für Wasserbehälter, Rohre, Gefässe, insbesondere auch zum Schutz von Behältern gegen den Angriff durch saure Rohöle zu verwenden, sowie für Abzugsgräben oder Rohrverkleidungen, die gegen aggressive Grundwasser oder Gebrauchsflüssigkeiten zu schützen sind. Als besondere Zuschlagstoffe werden hierbei Gesteine verwendet, die von den betreffenden Säuren nicht selbst angegriffen werden, wie z. B. Quarz-Sande und Quarz-Kiese, also Stoffe, die frei von Carbonaten sind.

Ein Beton aus hochtonerdehaltigem Zement ist im Gegensatz zu Portlandzementbeton immun gegen Angriffe von Erdalkalisulfaten, jedoch nicht von Alkalisulfaten und Alkalisalzen. Dies gestattet, Fundamente, Pfähle, Platten und andere Bauteile in mit Gips versuchten Böden herzustellen, ohne spätere Nachwirkungen befürchten zu müssen.

Bild 2 zeigt ein Säulenfundament einer Bahnhofhalle in einem gipshaltigen Boden. Kohlenwasserstoffe, hauptsächlich Schmieröle, pflanzliche Ölbestandteile u. dgl. üben häufig eine zersetzende Wirkung auf Portlandzementbeton aus; Tonerde-Zementbeton zeigt in solchen Fällen eine grössere Widerstandsfähigkeit und kann im allgemeinen als immun angesehen werden. Gegenüber Alkalien ist das Verhalten von einem Tonerdezementbeton nicht so gut wie das von Portlandzementbeton, da wahrscheinlich das schützende Aluminiumoxyd sich leichter in Alkalien auflöst als in verdünnten Säuren.

Das Fehlen von freiem Kalk in einem hochtonerdehaltigen Zementbeton ermöglicht seine Anwendung als feuerfestes hydraulisches Bindemittel. Diese Anwendung ist für einen Portlandzementbeton ausgeschlossen, da dieser nach einigen Ueberhitzungen zu Staub zerfallen kann. Die Höhe der zulässigen Temperaturgrenze eines feuerfesten Betons ist letzten Endes vom Zuschlagstoff abhängig.

Als Zuschlagstoffe dürfen quarzhaltige Sande und Kiese nur bei niedrigen Temperaturen angewendet werden. Bei höheren Temperaturen würde nicht nur der unterschiedliche Wärmedehnungskoeffizient quarzhaltiger Zuschlagstoffe stören, sondern es würde sich dann auch die Umwandlung des Quarzes nachteilig auswirken. Kalkstein- und Dolomitzu-

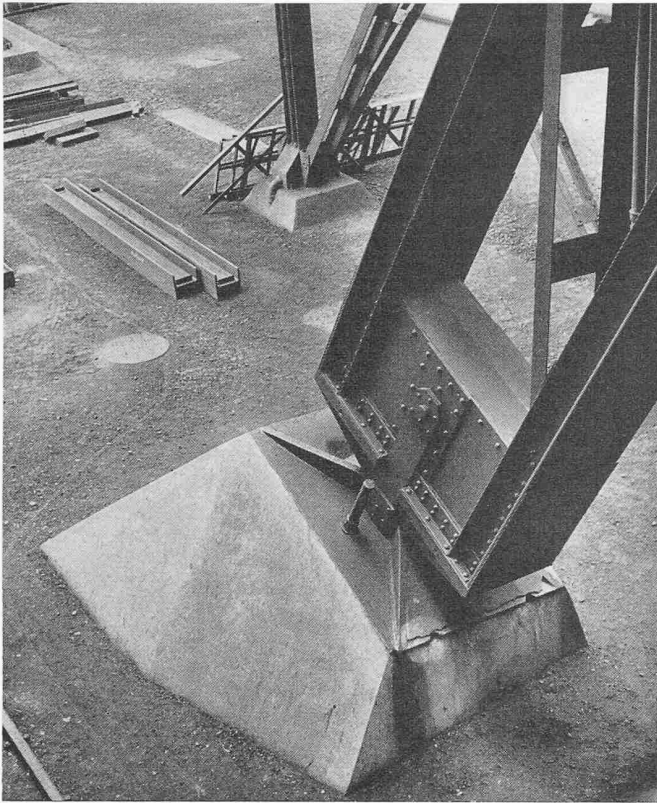


Bild 2. Trägerfundament in einem besonders aggressiven Boden aus Beton mit Tonerde-Schmelzzement

schläge sind bei niedrigen Temperaturen besser, aber, ihre obere Grenze liegt bei der Temperatur, bei der sich Magnesium- bzw. Calciumkarbonat zu zersetzen beginnt.

Basaltsteinzuschläge sind sehr nützlich in mittleren Temperaturbereichen, weil der damit hergestellte Beton dichter und abriebfester ist als Ziegelbeton. Zermahlene Tonziegel (Bauziegel) ergeben geeignete Zuschlagstoffe für Beton, der nicht über  $1000^{\circ}\text{C}$  erhitzt wird. Ein solcher Beton wird dann für hitzewiderstandsfähige Fundamente angewandt, wenn gemahlene Schamottesteine schwer zu erhalten sind. Der Begriff «feuerfester Beton» gilt gewöhnlich für eine Mischung von gemahlener Schamotte mit hochtonerdehaltigem Zement; dieser findet weitgehende Anwendung. Die obere Temperaturgrenze eines solchen Betons hängt von zwei Hauptfaktoren ab, nämlich: 1. vom Zementanteil in der Mischung und 2. vom Gehalt an Aluminiumoxyd in der Schamotte. Wenn ein Schamottezuschlag von guter Qualität (mit mehr als 40 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Tonerde-Schmelzzement «Rolandschütte» verwendet werden, hält der erzeugte Beton bei normalen Verhältnissen ohne weiteres Temperaturen von  $1350^{\circ}\text{C}$  und höher aus. Richtig hergestellter feuerfester Beton ist nach 24 Stunden gebrauchsfähig; es ist aber vorzuziehen, das erste Mal die Temperatur nur langsam steigen zu lassen, da noch eine beachtliche Menge Wasser ausgetrieben werden muss.

#### Anwendungen:

Als Beispiele für feuerfeste Betonkonstruktionen seien genannt: die Herstellung von Schmelzofenwänden, Gewölben, Herden, Türen, Brenneröffnungen, Verkleidungen von Reaktionsgefässen für hohe Temperaturen, Schornsteinen und Abzugrohren. Es gibt auf dem Markt fertig hergestellte Mischungen, zu welchen nur der Zusatz von Wasser notwendig ist, um einen feuerfesten Beton zu erhalten. Die Hersteller liefern vollständige Verarbeitungsanweisungen.

In vielen Fällen hat man mit Vorteil eine ausreichende Hitzebeständigkeit mit einer hochgradigen Wärmeisolierung verbunden. Hierfür eignet sich eine Mischung von Tonerdezement mit einem leichten Zuschlag. Derart hergestellte Betonarten werden hauptsächlich für Wärmeisolierungen bei höheren Temperaturen verwendet; man kann sie als «isolierende Betonarten» bezeichnen. Sie weisen grössere isolierende Eigenschaften, aber niedrigere mechanische Festigkeiten auf. Im

allgemeinen werden sie wegen ihrem niedrigeren Schmelzpunkt nur bei Temperaturen bis  $1000^{\circ}\text{C}$  verwendet.

Als interessante *Anwendungsbeispiele* für Konstruktionen aus verschiedenen Arten von tonerdehaltigem Zementbeton, die wegen ihrer Korrosionsbeständigkeit, ihres schnellen Erhärtens, ihres Widerstandes gegen Hitze oder weiterer Eigenschaften ausgeführt wurden, seien genannt: die Auskleidung von Gefässen der chemischen Industrie, Behältern, Rohren, Schornsteinen, Abzugskanälen, der Schutz von Stahlmänteln, die einer Temperatur von nicht mehr als  $250^{\circ}\text{C}$  ausgesetzt sind. Bei höheren Temperaturen stehen, wie erwähnt, andere Zuschlagstoffe zur Verfügung. Die Mischungen werden oft mit der Zementkanone aufgebracht, wobei eine sehr gute Haftfestigkeit erzielt wrd. Man hilft sich auch mit einem punktgeschweissten Drahtnetz. Um ein Abblättern des Betons zu vermeiden, trägt man darauf sogleich die volle Dicke auf. Auch hier ist das Mauerwerk nach Einbringen volle 24 Stunden feucht und kühl zu halten, da nur auf diese Weise höchste Festigkeit und Dauerhaftigkeit erreicht werden können. Feuerfesten oder isolierenden Beton hat man in Schornsteinen als Schutz gegen schweflige oder schwache Schwefelsäure eingebaut, in einem Fall sogar während des Betriebs des Schornsteins. Diatomit-Beton und -Mörtel sind für die Verkleidung von Wasserabscheidern und von Kühlbehältern verwendet worden. Feuerfester Beton bietet Schutz gegen durchdringende Hitze, die durch Öfen entwickelt wird.

Normaler Beton aus hochtonerdehaltigem Zement «Rolandschütte» wird ausserdem in folgenden Fällen verwendet: für die Herstellung von Ramppfählen und Betonarbeiten, bei denen es auf schnelle Erhärtung ankommt, für Fliesenarbeiten, bei denen die Fliesen angreifenden Lösungen ausgesetzt sind, für Dachkonstruktionen, die nach 48 Stunden gebrauchsfähig sein müssen, für Arbeiten in chemischen Unternehmungen, in welchen die Bauarbeiten verschiedener Art von wässrigen, neutralen Salzlösungen von Kochsalz, Kalisalz, Bittersalz ausgesetzt sind; ferner beim Abdichten von Abwasserkanälen, für die Herstellung von Quelfassungen, für Eisenbetonschwellen, für Fundamente von Gebäuden und Brücken im Bereich von aggressiven Gipswässern, für Latex-Zement-Fussböden, für Spannbetonelemente aller Art, für die Auskleidung von Brüdenleitungen von Bergwerken usw.

#### Literaturverzeichnis

- [1] O. Höhl, C. Weise, B. Wentz «Der Tonerdezement», 4. Auflage, August 1936.
- [2] T. D. Robson «World Petroleum, Annual Refinery Issue» (1953).
- [3] H. T. Coss, N. J. Gent — «Ceramic Age» 1932, S. 212.
- [4] Graf Zernin «Tonindustrie-Ztg.» 1934, S. 973—74, 987—89.
- [5] Rössmann «Das Gas- und Wasserfach» 1940, S. 393.
- [6] A. Leonhardt «Betonstein-Zeitung» 1952, S. 218.
- [7] Potocki, Deutsche Bundesbahn, Private Mitteilung an Firma Carl Spaeter G. m. b. H., Duisburg, über Arbeiten am Rehbergtunnel, 9. 8. 1952.
- [8] R. Grün, Erfahrungen mit Spezial-Zementen, «Angew. Chemie» 49, S. 93 (1936).

Adresse des Verfassers: Dr. Fritz Brandt, St. Albanvorstadt 94, Basel.

## Öffentlicher Personenverkehr in europäischen Grosstädten

DK 656.051

Anlässlich der Jahrestagung des Kuratoriums des Verkehrswissenschaftlichen Instituts an der Technischen Hochschule Stuttgart am 8. Juli 1954 sprach der Leiter des Instituts, Prof. Dr. C. Pirath, über das Grundproblem des öffentlichen Personennahverkehrs in europäischen Grosstädten und seine Lösungsmöglichkeiten. Wir entnehmen seinen Ausführungen folgende Einzelheiten:

Der tägliche Rhythmus der Reisen zwischen Wohnung und Arbeitsstätte beansprucht die Zeit der Berufstätigen in einem so hohen Masse, dass die Gesundheit des sozialen Gefüges einer Grosstadt primär von der Verbesserung der Verkehrsmittel bestimmt wird. Heute werden im Grosstadtverkehr 60 % der Reisenden durch die öffentlichen Verkehrsmittel und 34 % durch die individuellen Verkehrsmittel (Fahrräder und Kraftfahrzeuge) befördert. Der Personenkraftwagen beansprucht pro beförderte Person 15 bis 18 mal mehr Strassenfläche als die öffentlichen Verkehrsmittel. Die gewaltige Steigerung in der Flächenbelegung der Strassen bei nur wenig vergrößerter Kapazität des Strassenraumes hat die Verkehrsnot in der City der Grosstädte verursacht. Sie führt zu der Grundforde-