

Zur Frage eines Traßzusatzes bei Beton *)

Von Justus Bonzel, Düsseldorf

Übersicht

Für die Verwendung des Trasses im Beton gibt es verschiedene Möglichkeiten. Als allgemeingültig darf gelten, was in Richtlinien und amtlichen Bestimmungen festgelegt ist. Danach darf Traß als Bestandteil des Bindemittels und als Zusatzstoff zu Beton verwendet werden. Die neuere Entwicklung führt darüber hinaus zur Frage, in welchem Maße kann Traß bei Zugabe auf der Baustelle auf den Bindemittelgehalt angerechnet werden und wie verhält sich ein Traßzusatz bei Beton aus verschiedenen Zementen.

1. Allgemeines

Unter Traß versteht man fein gemahlene, vulkanischen Tuffstein, der nach Zugabe von Kalkhydrat oder Portlandzement an der Luft und unter Wasser erhärtet. Trasse aus verschiedenen Gegenden sind in der Regel auch chemisch verschieden zusammengesetzt, was sich auf ihre Eigenschaften auswirken kann. Rheinischer Traß enthält etwa 10 bis 15 Gew.-% Tonerde und 30 bis 35 Gew.-% in verdünnter Salzsäure lösliche Kieselsäure, von der man annimmt, daß sie sich im Laufe der Zeit mit Kalkhydrat zu schwerlöslichen Kalksilikaten umsetzt [1]. Als Maß für den Grad der hydraulischen Wirksamkeit wird auch die Höhe des Glühverlustes angesehen. Die Reinwichte (spezifisches Gewicht) des Trasses liegt etwa zwischen 2,3 und 2,5 g/cm³, sein Litergewicht bei einfacher Schüttung etwa zwischen 0,7 und 1,0 g/cm³. Traßvorschriften gibt es seit etwa 1910. Die Eigenschaften und die Prüfung des rheinischen Trasses sind genormt in DIN 51 043 und 51 044. Danach soll Traß u. a. mindestens 7 % Hydratwasser (chemisch gebundenes Wasser) enthalten. Sein Rückstand auf dem Prüfsieb 0,2 DIN 4188 darf 20 Gew.-% nicht überschreiten. Tatsächlich ist Traß heute viel feiner gemahlen, was bautechnisch sicher ein Vorteil, aber auch nötig ist. Im allgemeinen beträgt sein Rückstand auf dem Prüfsieb 0,09 DIN 4188 nur etwa 8 bis 10 % und auf dem Prüfsieb 0,06 DIN 1171 etwa 25 %.

Der bayerische Traß aus der Gegend von Nördlingen enthält etwa 5 bis 10 Gew.-% Tonerde und etwa 20 bis 25 Gew.-% in verdünnter Salzsäure lösliche Kieselsäure [1]. Er entspricht nicht den chemischen Anforderungen von DIN 51 043. Seine Wirksamkeit wird nach dem Verhalten des damit hergestellten Traßzementes beurteilt.

*) Kurzbericht auf der 12. Sitzung des Belontechnischen Ausschusses des Vereins Deutscher Zementwerke in Baden-Baden am 1. 6. 1960.

Die große spezifische Oberfläche des fein gemahlene Trasses, sein Wasserhaltevermögen [1] und die seinem kleineren spezifischen Gewicht entsprechende größere Stoffmenge verringern das Wasserabsondern und verbessern den Zusammenhalt und die Verarbeitbarkeit des Frischbetons mit mäßigem Mehlkornanteil [2, 3]. Nach bisherigen Erfahrungen [4, 5] zeichnet sich auch der erhärtete Beton mit Traßzusatz durch gute Eigenschaften aus, wenn der W/Z-Wert des Frischbetons durch den Traßzusatz nicht erhöht wird und der Beton möglichst lange feucht bleibt. Die Frostbeständigkeit des erhärteten Betons kann nach Untersuchungen von Czernin [6] und Schulze [7] bei Erhöhung des Feinststoffgehaltes ungünstig beeinflusst werden.

2. Traßzement

Unter Traßzement, der seit etwa 1930 in DIN 1167 genormt ist, versteht man ein Gemisch aus 30 bzw. 40 Gew.-% normengemäßem Traß und 70 bzw. 60 Gew.-% Portlandzementklinker nach DIN 1164, die im Fabrikbetrieb miteinander fein vermahlen werden. Die Baubehörden haben damals die Entwicklung eines Traßzementes gefordert, um alle Zufälligkeiten bei der noch nicht sicheren Traßzugabe auf der Baustelle auszuschalten. Inzwischen gibt es Puzzolanzemente in fast allen Kulturstaaten. — Traßzement muß — abgesehen von der Mahlfeinheit — die gleichen Anforderungen erfüllen wie die Normzemente nach DIN 1164. Sein Rückstand darf auf dem Prüfsieb 0,2 DIN 4188 höchstens 0,5 Gew.-% und auf dem Prüfsieb 0,09 DIN 4188 höchstens 8 Gew.-% betragen. Letzterer liegt aber in der Regel bei etwa 3 bis 5 Gew.-%.

Außer dem Traßzement nach DIN 1167 ist der Suevit-Traß-Zement aus 30 Gew.-% bayerischem Traß und 70 Gew.-% Portlandzementklinker amtlich zugelassen. Abgesehen von der Mahlfeinheit muß er die gleichen Anforderungen erfüllen wie ein Zement Z 275 nach DIN 1164. Sein Rückstand auf dem Prüfsieb 0,09 DIN 4188 darf 6 Gew.-% nicht überschreiten. Die Erhärtungsfähigkeit des Trasses ist durch Bestimmen der hydraulischen Kennzahl nachzuweisen.

Traßzemente werden vorzugsweise zu massigen Bauwerken, besonders des Wasserbaues, verwendet, da es dort neben einer guten Verarbeitbarkeit des Frischbetons in erster Linie darauf ankommt, daß der Beton auch bei nicht so hoher Festigkeit dicht ist und seine Hydratationswärme langsam entwickelt.

3. Sonstige Bindemittel mit Traßzusatz

Aus den gleichen Gründen hat man schon früher verschiedentlich im Wasser- und Tiefbau Gemische aus Portlandzement, Kalk und Traß verwendet. Ein fabrikmäßig hergestelltes Dreistoffbindemittel bestand z. B. aus 30 Gew.-% Portlandzement, 20 Gew.-% Kalk und 50 Gew.-% Traß.

Vor einigen Jahren hat man an diese Entwicklung wieder angeknüpft und ein Gemisch aus Portlandzementklinker, Hochofenschlacke und Traß herausgebracht, welches wie Traßzement verwendet werden darf. Da Hochofenschlacke und Traß den durch Hydrolyse abgespaltenen Kalk des Portlandzementes benötigen, muß für den Ablauf eines Erhärtungsvorganges, an dem Schlacke und Traß beteiligt sein sollen, ein Mindestgehalt an Klinker vorhanden sein. Das Mischungsverhältnis der drei Komponenten muß daher sorgfältig abgestimmt werden.

Nach den derzeitigen Festlegungen der DIN 1047 dürfen für unbewehrten Beton bis einschließlich der Güte B 160 (außer bei Brückenüberbauten und anderen hochbeanspruchten Brückenteilen) Mischbinder nach DIN 4207 als Bindemittel verwendet werden. Da als Bestandteil des Mischbinders in DIN 4207 hydraulische Stoffe genannt werden, die allein oder nach Zugabe von Anregern erhärten, kann auch hier Traß verwendet werden.

4. Traß als Zusatzstoff im Beton

Neben dem fabrikmäßigen Zumahlen von Traß beim Herstellen der Bindemittel kann Traß auch als Zusatzstoff dem Beton auf der Baustelle zugegeben werden. Dies geschieht oft bei Bauten des Wasserbaues und dann, wenn die Gesamtmischung zu wenig Mehlkorn (Zement und Feinstsand bis 0,2 mm) enthält.

Nach der Vorbemerkung in DIN 1047 ist bei unbewehrtem Beton seit knapp zwei Jahrzehnten eine teilweise Anrechnung des auf der Baustelle zugegebenen Trasses auf den Bindemittelgehalt des Betons möglich. Nachdem nun die neueren Baumaschinen eine gleichmäßiger Zugabe und Vermischung auf der Baustelle gestatten, besteht seit 1957 darüber hinaus eine Zulassung [8], wonach der auf der Baustelle zugegebene Traß bis zu höchstens 20 Gew.-% des Bindemittelanteils unter nachstehenden Bedingungen auf den Gehalt an Portlandzement angerechnet werden darf:

Der Traß muß so fein gemahlen sein, daß sein Rückstand auf dem Prüfsieb 0,09 DIN 4188 höchstens 20 % beträgt. Der Gesamtbindemittelgehalt (Zement und Traß) darf 300 kg/m^3 nicht unterschreiten. Die Baustelleneinrichtung muß eine gleichbleibende Zugabe des Trasses und seine gleichmäßige und innige Vermischung mit dem Zement gewährleisten. Ein solcher Beton darf nur bei massigen Bauteilen (bewehrt und unbewehrt) verwendet werden, die zum Schutz gegen Austrocknen länger feucht gehalten werden, nicht jedoch bei feingliedrigen Bauteilen, z. B. des Brückenbaues, und überhaupt nicht im Hochbau. Auch bei Unterwasserbeton ist diese Anrechnung zulässig, doch muß hier der Gesamtbindemittelgehalt mindestens 350 kg/m^3 (vgl. DIN 1047) betragen.

5. Traßzusatz zu Beton aus Hochofenzement

Verschiedentlich wird auch für Wasserbauten, die unter Verwendung von Hochofenzement hergestellt werden, ein Traßzusatz vorgeschrieben. Dadurch können unter bestimmten Voraussetzungen (vgl. Abschnitt 1, letzter Absatz) die Frischbetoneigenschaften und insbesondere die Dichtigkeit des erhärteten Betons verbessert werden. Damit die Betongüte im ganzen nicht vermindert wird, soll durch die Traßzugabe der W/Z-Wert nicht erhöht werden.

Es ist jedoch zu beachten, daß die Hochofenschlacke mindestens so gute hydraulische Eigenschaften aufweist wie der Traß und daß Hochofenschlacke und Traß den durch Hydrolyse abgespaltenen Kalk des Klinkers benötigen (vgl. Abschnitt 3, Absatz 2). Der Klinkeranteil der Hochofenzemente ist jedoch in der Regel nicht bekannt, bei vielen Hochofenzementen aber bereits auf den Schlackenanteil abgestimmt. Bei einem Beton aus Hochofenzement mit ausreichendem Mehlkornanteil und guter Verarbeitbarkeit wird daher ein Traßzusatz die Eigenschaften des erhärteten Betons, insbesondere auch die chemische Widerstandsfähigkeit, nicht immer verbessern können.

6. Traßzusatz zu Portlandzementen mit niedrigem Tricalciumaluminatgehalt (C_3A -Gehalt)

Über die Verwendung von Zusätzen bei Portlandzementen mit niedrigem oder keinem C_3A -Gehalt gibt es noch sehr unterschiedliche Auffassungen. Nachdem bereits in den Jahren 1952 bis 1954 beim Bau des Donaukraftwerkes Jochenstein ein Sonderzement aus Zementklinker mit niedrigem Tonerdemodul und aus 15 Gew.-% Traß verwendet worden ist, wird jetzt in Österreich ein Zement hergestellt, der aus 70 Gew.-% C_3A -freiem Klinker und 30 Gew.-% steirischem Traß besteht. – In Amerika folgert Benton [9] aus Untersuchungen über die Reaktion von Puzzolanen mit Zementen, daß ein Zusatz von tonerdereichen Puzzolanen die Sulfatwiderstandsfähigkeit C_3A -armer Zemente nicht herabsetzen muß.

Im Kreis der deutschen Zementhersteller wird die Auffassung vertreten, daß einem Beton aus C_3A -freiem Zement nicht beliebige Zusatzstoffe und Zusatzmittel zugegeben werden können. Koch und Steinegger [10] berichten, daß schon die Sulfatwiderstandsfähigkeit von Hochofenzement aus 40 Gew.-% Portlandzementklinker unter sonst gleichen Verhältnissen mit zunehmendem Tonerdegehalt der Schlacke vermindert wird. Laborversuche haben darüber hinaus gezeigt, daß durch einen Zusatz von aluminathaltigen Zusätzen der erhöhte Widerstand der C_3A -freien Zemente gegen Sulfatangriffe verschlechtert werden kann. Nicht alle Zusätze sprechen gleich an, sondern das Verhalten wird von ihrem Aluminatgehalt und der Art seiner Bin-

dung abhängig sein. Auch vor einer Verwendung von Traß zu C₃A-freien Zementen sollte man sich daher zunächst davon überzeugen, ob durch den Traßzusatz nicht die erhöhte Sulfatwiderstandsfähigkeit vermindert wird.

SCHRIFTTUM :

- [1] Ludwig, U.: Das mörteltechnische und das chemische Verhalten von Traßzement- und Traßkalkgemischen. Diss. T.H. Aachen, 1959.
- [2] Hummel, A.: Das Beton-ABC, 12. Auflage. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1959, S. 128.
- [3] Walz, K.: Anleitung für die Zusammensetzung und Herstellung von Beton mit bestimmten Eigenschaften. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1958.
- [4] Graf, O.: Versuche zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit von Betonkörpern mit und ohne Traß. Deutsch. Aussch. f. Eisenbeton, Heft 43, Berlin 1920.
- [5] Steopoe, A.: Sur la structure des suspensions aqueuses des ciments purs ou mélangés et sur les propriétés de ces suspensions durcies. Revue des matériaux de construction 1958 Nr. 508, S. 1 bis 9. Vgl. Zement-Kalk-Gips 12 (1959) H. 5, S. 223 bis 228.
- [6] Czernin, W.: Zur Frage der Frostbeständigkeit der Zemente. Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 101 (1956) H. 13/14, S. 141 bis 145.
- [7] Schulze, W.: Der Einfluß des Feinstkorns auf die Eigenschaften des Betons. beton 10 (1960) H. 2, S. 45 bis 52.
- [8] Anrechnung von Traß auf den Bindemittelgehalt bei Zugabe auf der Baustelle. Bestimmungen des DAfSt., 7. Auflage. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1960, S. 426.
- [9] Benton, E. J.: Cement-pozzolan reactions. Highway Res. Board Bull. 239 (1960), S. 56 bis 65.
- [10] Koch, A., u. H. Steinegger: Ein Schnellprüfverfahren für Zemente auf ihr Verhalten bei Sulfatangriff. Zement-Kalk-Gips 13 (1960) H. 7, S. 317 bis 324.