

# Eisenportlandzement im Wasserbau

Von Katrin Bollmann und Peter Lyhs, Rüdersdorf, und Peter Bilgeri, Dortmund

## 1 Einleitung

Schon zu Beginn des vorigen Jahrhunderts wusste man um die besondere Qualität von Portlandzement mit einem bestimmten Anteil „Hochofenschlacke“. Seit 1901 wurde Portlandzement mit höchstens 30 % Hüttensandzusatz als „Eisenportlandzement“ bezeichnet, bereits 1909 wurde er genormt. Aber erst 1916, nach umfangreichen amtlichen Prüfungen und mehreren Ministerialerlassen, erreichte der Verein deutscher Eisenportlandzement-Werke e.V. die völlige Gleichstellung mit dem Portlandzement [1].

Eisenportlandzement wurde über die Jahre in unterschiedlichsten Bauwerken eingesetzt – in Wohnbauten und öffentlichen Gebäuden ebenso wie in riesigen Industrieanlagen und Brückenbauten. Schon früh hatten die Ingenieure der damaligen Zeit festgestellt, dass dieser Zement auch unter extremen Bedingungen eine hohe Dauerhaftigkeit aufweist. Die positiven Erfahrungen von damals finden heute in der Entwicklung und Anwendung von hüttensandhaltigen Portlandkompositzementen (CEM II/A-S und CEM II/B-S) ihre Weiterführung.

## 2 Untersuchungen zur Beständigkeit

Eisenportlandzement hatte sich in vielen Versuchsreihen als außerordentlich beständig gegenüber Salzwasser und permanenter Feuchte erwiesen. Die positiven Ergebnisse

umfangreicher Untersuchungen zum Verhalten in Meerwasser, Moorwasser und anderen aggressiven Flüssigkeiten führten zu einem verstärkten Einsatz in Betonen für Wasserbauwerke, z.B. Kanäle, Kaimauern, Schleusen sowie Hafenanlagen, oder auch für den Bau von Schachtanlagen. So befassten sich die Materialprüfungsämter der damaligen Zeit auch mit dem Verhalten von Zementen in salzhaltigen Wässern, wie sie z.B. im Kalibergbau vorkommen. Beim Verhalten gegenüber Sulfaten, insbesondere Magnesiumsulfaten, stellten die Experten fest, dass Eisenportlandzement diesen Einwirkungen relativ gut widerstehen konnte.

Sie prüften Zementproben in unterschiedlichen Zeitabständen. In zementreicher (fetter) Mischung waren Proben mit Eisenportlandzement denen mit Hochofenzement gleichwertig, denen mit Portlandzement sogar überlegen. In zementarmer

(magerer) Mischung war Eisenportlandzement den beiden anderen Zementen gegenüber im Vorteil.

Ähnlich positive Ergebnisse erzielte Eisenportlandzement bei Laborversuchen mit freien Säuren, etwa Salzsäure und Schwefelsäurelösungen, die bereits 1915 in Berlin dokumentiert wurden. Das kalkarme Bindemittel Eisenportlandzement hatte auch bei Trasszusatz vergleichsweise geringere Festigkeitsverluste erlitten.

## 3 Besondere Eignung bei Meerwasser

Spezielles Augenmerk galt dem Verhalten von Eisenportlandzement in Hinblick auf seinen Einsatz bei Bauwerken an Küstengewässern. So sind z.B. Zementmörtelproben der Mischung 1:6 über sechs Jahre in künstlichem Meerwasser gelagert worden. Die Untersuchungen ergaben eine Zugfestigkeit bei Portlandzement von 5 kg/cm<sup>2</sup> (0,5 N/mm<sup>2</sup>), also nur etwa einem Drittel im Vergleich zu Eisenportlandzement mit 14,7 kg/cm<sup>2</sup> (1,44 N/mm<sup>2</sup>).

Mehrere Jahre lagerten verschiedene Zementproben auf Geheiß der für die Verwendung von Hochofen-



Bild 1: Ufermauer auf Sylt, Westerland (2.550 t Eisenportlandzement) (aus [1])

schlacke zuständigen Ministerialkommission auf Westerland und auf Sylt im Meerwasser. Auch dort kamen die Experten jeweils zu der Einschätzung, dass sich Mischungen aus Eisenportlandzement in „fetter“ und „magerer“ Mischung besser bewährten als reine Portlandzemente.

Aus diesem Grunde ist es nicht verwunderlich, dass kaiserliche Bauämter und die Bauämter der Weimarer Republik große Anlagen am Meer mit Eisenportlandzement haben fertigen lassen (Bild 1). Auch nach Jahren wurde der Bestand dieser Anlagen, das heißt ihre praktische Erprobung, lobend in der Literatur erwähnt. So hat beispielsweise das Kaiserliche Kanalamt seit dem Jahre 1911 große Ausführungen, wie z.B. Uferdecken am Außenhafen von Brunsbüttelkoog, die komplette Kaimauer und den Binnenhafen in Kiel-Wik, mit Eisenportlandzement ausführen lassen. Das Bauamt Lübeck setzte ihn u.a. für die Ufermauern in Travemünde und im Lübecker Hafen am Konstantinplatz ein. Weitere Beispiele sind zahlreiche Bühnenbauwerke an den ost- und nordfriesischen Inseln (Bild 2).

Daneben entstand eine Reihe von Wasserbauten im Ausland, die vor dem Krieg mit deutschem Eisenportlandzement realisiert wurden. So fanden allein für die Erweiterung des Freihafens von Bordeaux etwa 22.000 t Eisenportlandzement Verwendung. Auch beim Kraakosendamm in Norwegen (Bild 3) machten die Baumeister beste Erfahrungen. In einem Schreiben des ausführenden norwegischen Bauunternehmens an das deutsche Herstellerwerk aus den 20er Jahren liest sich das wie folgt: „Es freut uns, wieder hervorheben zu können, dass der Eisenportlandzement offenbar an allen Stellen des Dammes – als Mörtel, als Fugenmaterial, als Putzfläche, im Moorwasser



Bild 2: Buhne aus Schlackensteinen auf Eisenbetonpfählen, Sylt (aus [1])



Bild 3: Kraakosendamm, Norwegen (aus [1])

stehend, oder oberhalb des Wassers starken Temperaturwechseln ausgesetzt – sich tadellos bewährt hat.“ Die Meeresanlagen waren tagtäglich extremen Bedingungen, wie der Einwirkung von Salzwasser, starken Winden und ständig wechselnden Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen, ausgesetzt und mussten dennoch nach Jahren gleich bleibend stabil und dauerhaft sein.

#### 4 Vorteil – hohe Dichtigkeit

Von besonderer Bedeutung für die Anwendungen bei Kaimauern, Hochwasserbehältern, Schleusentoren oder Schachtbauten war, dass zementreicher Beton mit Eisenportlandzement auch höchsten Beanspruchungen in Bezug auf Wasserdurchlässigkeit genügte. Diese Vorteile machten sich die Ingenieure vieler Bauwerke der Zeit zu Eigen:

Beim Bau des Großschiffahrtswegs Berlin – Stettin 1910 musste ein dichtes Kanalbett als Brücke über die darunter liegende Eisenbahntrasse geführt werden. Eine anspruchsvolle Bauaufgabe, die die Brücken- und Kanalbauer unter Einsatz von 4.305 t Eisenportlandzement bewältigt haben (Bild 4).

Kraftwerke und Wasserkraftanlagen aus jener Zeit benötigten Staumauern und Oberwasserkanäle für ihre gezielte Wasserführung. Auch der Ausbau der Kanalisation und die wachsende Infrastruktur der Städte verlangten dichte und beständige Anlagen. So verarbeitete die Stadt München Eisenportlandzement bei ihren Kanalanlagen (Bild 5). Und auch das Berliner Wasserwerk Müggelsee verwendete ihn in Berlin-Friedrichshagen 1926 in einem großen Wasserbehälter für die Trinkwasserversorgung der wachsenden Groß-



Bild 4: Brückenkanal des Großschifffahrtswegs Berlin–Stettin (aus [1])



Bild 5: Kanalbau in München (600 t Eisenportlandzement) (aus [1])

stadt. Ein weiteres Beispiel hierfür ist der Wasserturm auf Sophienhütte Wetzlar, ein 105 m<sup>3</sup> fassendes Bassin aus Eisenbeton mit Eisenportlandzement (Bild 6). Der Schaft des Wasserturms besteht aus Schlackensteinen.



Bild 6: Wasserturm auf Sophienhütte Wetzlar – Bassin 105 m<sup>3</sup> fassend, aus Eisenbeton, Schaft aus Schlackensteinen (aus [1])

## 5 Nachbetrachtung

Feuerflüssige Hochofenschlacke wird zu Hüttensand granuliert und als Zementhauptbestandteil eingesetzt. Die Zemente mit einem Hüttensandanteil bis zu 35 % heißen heute nicht mehr Eisenportlandzement, sondern nach der neuen Zementnorm DIN EN 197-1 Portlandhüttenzement CEM II-S. Bei der Anpassung der deutschen Zementnorm DIN 1164 an die europäische Zementnorm EN 197 erfolgte eine Unterteilung des Portlandhüttenzements in die beiden Zementarten CEM II/A-S (6 % - 20 % Hüttensandanteil) und CEM II/B-S (21 % - 35 % Hüttensandanteil).

Der Inlandsversand von Portlandhüttenzement betrug 2001 rund 4,5 Mio. Tonnen, das entsprach etwa 16 % des gesamten Inlandszementversands. Aber auch wenn sich die Bezeichnung des Zements im Laufe der Jahre verändert hat – die vielseitigen Eigenschaften (gutes Wasserrückhaltevermögen, günstige Verarbeitungseigenschaften und Festigkeitsentwicklung, Dauerhaftigkeit) sind geblieben und werden gezielt genutzt. Und deshalb werden auch heute bedeutende Ingenieurbauwerke mit Portlandhüttenzement CEM II-S errichtet [2, 3].

Die Verwendung von Portlandhüttenzement ist auch ein aktiver Beitrag zum Umweltschutz. Bei der Herstellung von CEM II-S werden durch den Einsatz von Hüttensand der Energiebedarf gesenkt, die CO<sub>2</sub>-Emission verringert und die natürlichen Ressourcen geschont.

## 6 Literatur

- [1] Eisenportlandzement. Taschenbuch über die Erzeugung und Verwendung des Eisenportlandzements. Hrsg.: Verein deutscher Eisenportlandzement-Werke e.V. in Düsseldorf, 6. Auflage, Verlag Stahleisen m.b.H., Düsseldorf 1931.
- [2] Westendarp, A.: Entwicklungen und Tendenzen bei Baustoffen und Bauausführungen im Schleusenbau. Beton-Infomationen 41 (2001) H. 1., S. 3-8.
- [3] Mehrkammersilo in Gleitschalungsbauweise – Winterbau mit Portlandhüttenzement. Beton-Infomationen 41 (2001) H. 6, S. 11-12.