

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 92 (1974)  
**Heft:** 20: Baumaschinen und Baugeräte

**Artikel:** Vergleich der an Würfelproben ermittelten Festigkeiten mit der Quantität des Betons am Bauwerk  
**Autor:** Agthe, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-72373>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

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

Nur für die Feuerwehr zugänglich sind dagegen die in den Nischen untergebrachten Feuerlöscheinrichtungen. Die Länge der Schläuche erlaubt es, von zwei Seiten an ein brennendes Fahrzeug heranzugehen. Die Wasserversorgungsanlage steht ständig unter einem Betriebsdruck von 10 atü. Im Winter sind die Wasserzuführungen elektrisch beheizt.

Von einem Betriebsgebäude am Südportal des Tunnels aus lassen sich sämtliche Sicherheitseinrichtungen überwachen und steuern. Hier sind auch die Batterien und sonstigen Aggregate untergebracht, die ein Weiterfunktionieren der Anlagen bei einem Ausfall des öffentlichen Stromnetzes sicherstellen.

## Vergleich der an Würfelproben ermittelten Festigkeiten mit der Qualität des Betons am Bauwerk

Von R. Agthe, Genf

DK 666.972

Seit vielen Jahren sind die SIA-Normen die Grundlage, nach welcher der Ingenieur seine statischen Berechnungen aufstellt. Offenbar sind sich bis heute nur wenige Baufachleute klar bewusst, in welchem Umfang und nach welcher Gesetzmässigkeit die Ergebnisse der Probewürfel von der Qualität des Betons im Bauwerk abweichen können. Die bestehenden Nor-

men müssen jedoch auch weiterhin angewandt werden, da kein anderer Massstab für die Betonqualität besteht.

In Anbetracht dieses Zustandes kann man sich die Frage stellen, ob nicht gewisse Paragraphen einer Revision unterzogen werden sollten, falls sich die hier aufgestellte Theorie auch andernorts bestätigt.

### 1. Problemstellung

Die Ausführung einiger grösserer Bauwerke erforderte eine grosse Anzahl von Versuchen, um die Festigkeiten und die Regelmässigkeit der Betonherstellung zu kontrollieren. Die Analyse der zahlreichen Ergebnisse führte zu einigen Feststellungen, die auch weitere Kreise interessieren könnten. Die Übereinstimmung der Würfeldruckfestigkeiten mit der

Qualität des Betons im Bauwerk kann nur sehr bedingt angenommen werden. In zahlreichen Versuchen wurde festgestellt, dass die Ergebnisse von Würfeldruckproben im Sommer wesentlich mehr von den Werten des Betons im Bauwerk abweichen als im Winter. So wurde ein progressives Abfallen der Würfeldruckfestigkeit während der warmen und heissen Jahreszeiten festgestellt, wobei der Unterschied 100 bis 150

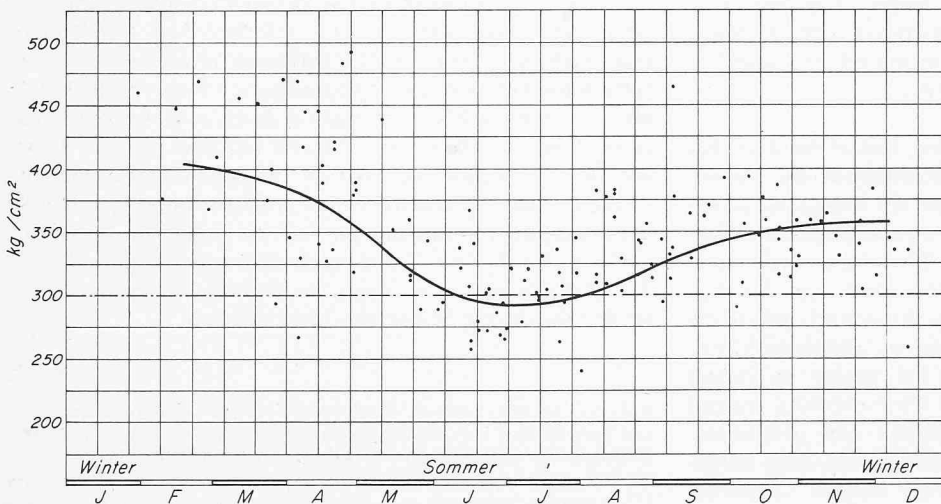


Bild 1. Verlauf der Betonfestigkeiten an Probewürfeln  $20 \times 20 \times 20$  cm gemessen (Jahr 1971). Es sind die Festigkeiten eines Pumpbetons mit normaler Portlandzementdosierung  $300 \text{ kg/m}^3$  dargestellt; die mittlere Festigkeit beträgt rd.  $380 \text{ kg/cm}^2$ .

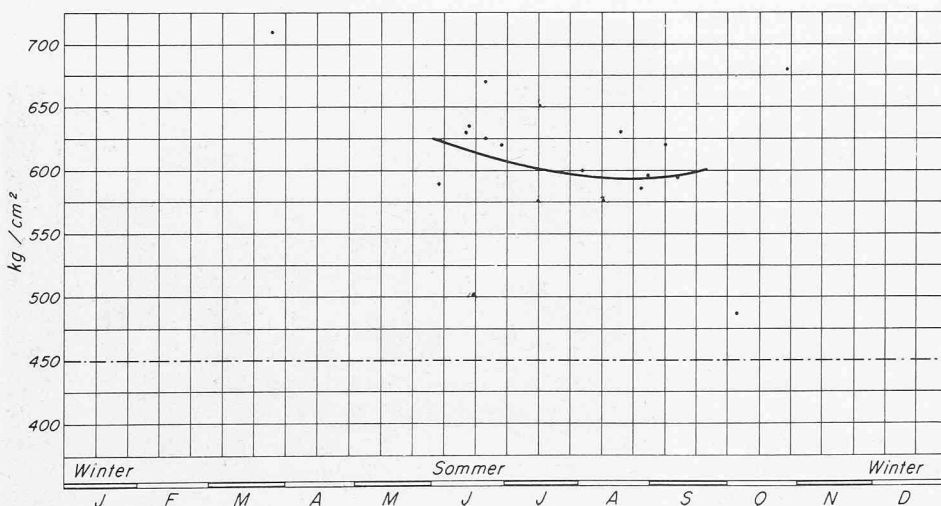


Bild 2. Verlauf der Betonfestigkeiten an Kernbohrungen, Durchmesser 5 cm gemessen (Jahr 1971). In diesem Diagramm, das mit Bild 1 zu vergleichen ist, sind die Probebohrungen eines traditionell eingebrachten Betons mit einer Dosierung von  $350 \text{ kg/m}^3$  in Spezialzement angegeben, welcher auf der gleichen Baustelle aber zur Herstellung der Pfeiler eingebracht wurde. Da auch dieser Beton ein wesentliches Absinken der Festigkeiten in den heissen Sommermonaten aufwies, wurden die Probebohrungen an diesen Pfeilern entnommen. Daher liegt die mittlere Festigkeit wesentlich höher als die im Bild 1 angegebene. Die Probeentnahmen wurden durch Kernbohrungen in jenen Pfeilern ausgeführt, wo die erforderliche Würfeldruckfestigkeit nicht erreicht wurde. Daher reduzieren sich diese Entnahmen auf die heissen Sommermonate. Die wenigen Probeentnahmen für den Pumpbeton PC 300 scheinen die allgemein skizzierte Tendenz zu bestätigen.

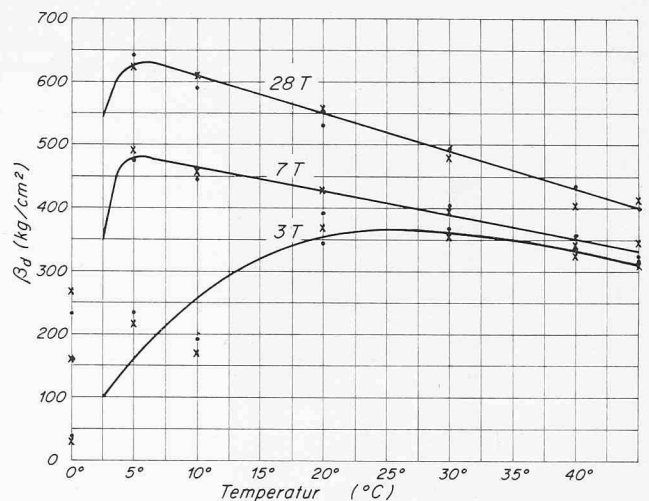
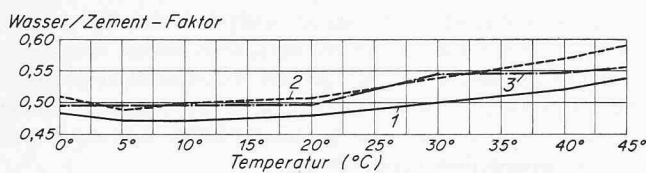
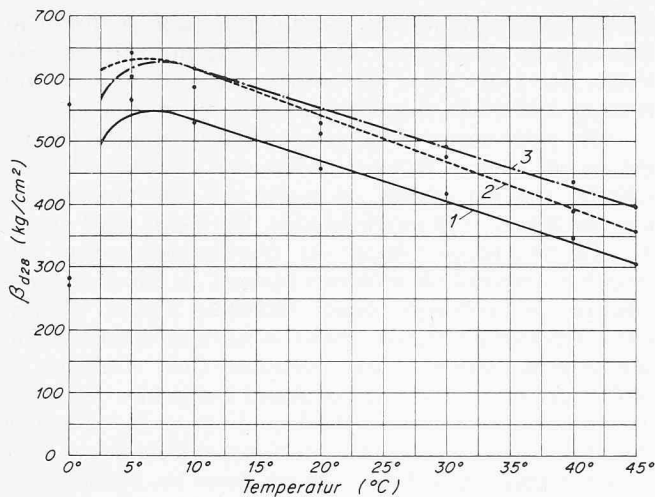


Bild 4. Druckfestigkeiten von Normenprismen nach 3, 7 und 28 Tagen. O und X SIA-Mörtel mit leicht verschiedener Zusammensetzung

Bild 3, links. Druckfestigkeit der Normenmörtel nach 28 Tagen im oberen Teil, Wasser/Zement-Faktor der Normenmörtel bei gleichbleibender Verarbeitbarkeit, gemessen durch einen «verkleinerten» Slumpversuch im unteren Teil. 1 normaler Portlandzement, 2 hochwertiger Portlandzement, 3 Portlandzement mit plastifizierendem Zusatzmittel

kp/cm<sup>2</sup> im Einzelfall und 80 bis 100 kp/cm<sup>2</sup> im Mittel erreichen kann, während die Qualität des Betons am Bauwerk nur geringfügig schwankt.

Die Bilder 1 und 2 verdeutlichen diese Feststellung, wobei im Diagramm 1 die Schwankungen der Probewürfel festgehalten sind, während im Diagramm 2 die Festigkeiten des Betons des Bauwerkes, umgerechnet auf ein Alter von 28 Tagen, dargestellt sind.

Voraussetzung zur oben aufgestellten Behauptung ist, dass sowohl Herstellung, Lagerung und Versuchsdurchführung der geprüften Betonproben ständig die gleichen sind und möglichst den SIA-Normen entsprechen.

## 2. Grundlagen und Feststellungen

Die heutigen SIA-Normen Nr. 162, Ausgabe 1968, setzen voraus, dass die hergestellten Würfel für den Beton des Bauwerkes repräsentativ sind (Art. 9.10, Alinea 2). Unsere neuesten Untersuchungen ziehen jedoch diese Voraussetzung in Zweifel, und dies besonders für die Jahreszeit, während der eine grosse Bautätigkeit herrscht. Wie wir erfahren haben, sind von verschiedenen Seiten ähnliche Beobachtungen gemacht worden. Allerdings liegen bis heute noch wenig feste Anhaltspunkte vor, da Herstellung, Ausschalen, Lagerung, Transport usw. der Betonproben nur in den seltensten Fällen streng einheitlich durchgeführt werden.

Die Prüfung von Bohrkernen mit einem Durchmesser von 5 cm aus den verschiedensten Bauwerken, von der EMPA (Ing. Maurer) entwickelt und seit einiger Zeit konsequent durchgeführt, scheint diese Auffassung weitgehend zu bestätigen.

Wir haben festgestellt, dass die Druckfestigkeiten von einwandfrei hergestellten Probewürfeln für Aussentemperaturen zwischen 5 und 20 °C einigermassen ein Bild der tatsächlichen Betonfestigkeiten im Bauwerk geben. Hingegen werden wesentliche Abweichungen festgestellt, falls die Zuschlagstoffe eine Temperatur von über 25 °C aufweisen. Kommt zudem noch heisser Zement (Messungen haben Werte bis 60 °C ergeben) in die Mischung, so werden die hergestellten Betonwürfel trotz aller Sorgfalt bei weitem nicht

die Festigkeiten erreichen, die der entsprechende Bauteil aufweisen wird.

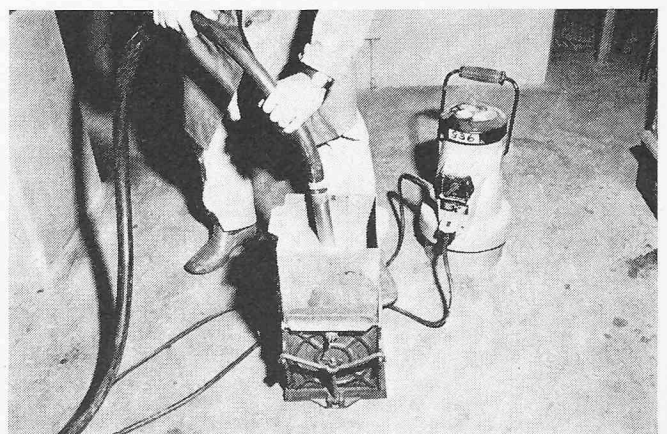
Der Einfluss der Aufbereitungstemperatur konnte auch im Labor anhand von Normenprismen, hergestellt mit gleicher Viskosität des Mörtels, unter Verwendung von normalem, also nicht besonders frischem, heissem Zement festgestellt werden. Die Ergebnisse sind aus den Diagrammen 3 und 4 ersichtlich. Sie stellen die Druckfestigkeit von Normenprismen dar, die bei verschiedenen Temperaturen gemischt und in die Formen eingebracht wurden. Das leichte Ansteigen des Wasser/Zement-Faktors und das starke Abfallen der Festigkeiten ab etwa 10 °C sind deutlich ersichtlich.

## 3. Erklärungsversuch

Wir nehmen an, dass bei hohen Mischtemperaturen eine «spontane Gelbildung» des Zementkornes eintritt, die den Beton versteift. Die obenerwähnten Laborversuche scheinen diese Theorie zu bestätigen, die auch mit den folgenden Überlegungen und Beobachtungen im Einklang steht:

Im Gegensatz zu der häufig gehörten Meinung, dass im Sommer mit einer Verminderung der Zementqualität zu

Bild 5. Fachgemässes Verdichten des Betons für einen Probewürfel



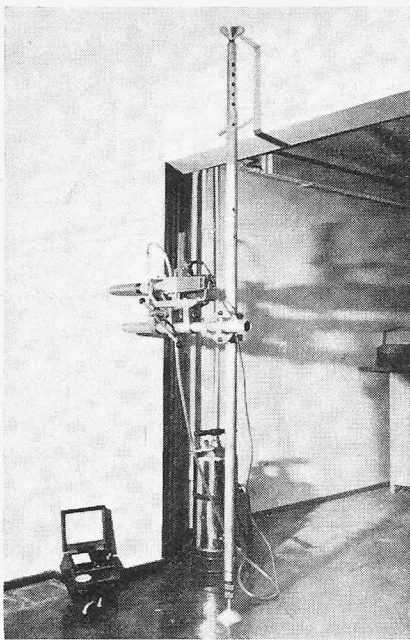


Bild 6. Gerät zur Entnahme der Bohrkerne von 5 cm Durchmesser

qualität untersuchen, haben uns diese Beobachtung bestätigt, besonders in den letzten Jahren. Hingegen stellt sich die Frage, ob nicht auch die erhöhte Temperatur von (zu) frischem Zement als Qualitätseinbusse zu betrachten sei.

Die nach unserer Theorie «spontane Versteifung» des Betons bei warmer Witterung wirkt sich offenbar sehr verschieden aus, je nachdem, ob es sich um Betonproben oder um den Beton im Bauwerk handelt. Der Beton wird besonders für die kleinen Mengen der Würfelproben schwer verarbeitbar, während die grösseren Mengen im Bauwerk durch intensive Innenvibration besser verdichtet werden können. Diese Verdichtungsenergie scheint meistens auszureichen, um den «spontan entstehenden thixotropen Gel» wiederum zu verflüssigen und somit einen genügend kompakten Beton für das Bauwerk zu erreichen. Wird im Sommer zur leichteren Verarbeitbarkeit, d.h. als Ausgleich der «Versteifung» mehr Wasser zugegeben, so kann auch der Beton im Bauwerk eine Qualitätseinbusse erleiden, dies jedoch bei weitem nicht im gleichen Verhältnis wie bei den Probewürfeln.

Die Ergebnisse von einigen hundert Probebohrungen wurden am Bauwerk sehr genau analysiert und die entsprechenden Variationskoeffizienten berechnet. Dieser Koeffizient erreicht in unserem Fall den gemäss ACI-Standard günstigen Wert von 14%, obwohl die Streuung von Probeentnahmen am Bauwerk normalerweise bedeutend höher liegt als für die separat hergestellten Probekörper.

Adresse des Verfassers: R. Agthe, dipl. Ing., AG Conrad Zschokke, Case postale 305, 1211 Genève 6.

rechnen sei, da die gesteigerte Nachfrage von der Industrie nicht immer ohne Qualitätseinbusse zu bewältigen sei, stellten wir fest, dass dies nicht oder nur in sehr geringem Masse der Fall ist. Andere Laboratorien, die systematisch die Zement-

## Schienenkran mit Batterieantrieb

DK 625 245.93

Im Auftrag der Schweiz. Bundesbahnen hat die Fabrikationsabteilung der Robert Aebi AG einen selbstfahrenden Schienenkran mit der offiziellen Bezeichnung Raco/Coles XTa96511 hergestellt. Da dieses Spezialfahrzeug hauptsächlich für Kranarbeiten in bewohnten Gebieten und Werkstätten eingesetzt wird, wurde anstelle des sonst üblichen Dieselmotorantriebs ein geräusch- und abgasfreier Batterieantrieb vorgesehen mit einer Batteriekapazität von 1000 Ah bei fünfständiger Entladung und einer Batteriespannung von 80 V. Das Dienstgewicht des Fahrzeugs beträgt 38 t.

Der allgemeine Aufbau und die Abmessungen gehen aus Bild 1 hervor. Die robuste Konstruktion des zweiachsigen Fahrgestells mit seinen Ballasttaschen verleiht dem Fahrzeug die geforderte 1,2fache Standsicherheit. Der 8-kW-Elektromotor (Fabrikat Bosch) treibt über ein Reduktionsgetriebe und zwei Kettenstränge die beiden Triebachsen an. Eine Bosch-Impulssteuerung gewährleistet ein sanftes Anfahren und

eine stufenlose Fahrgeschwindigkeits-Regulierung zwischen Null und max. 15 km/h. Als Betriebsbremse dient eine Gegenstrombremse, als Feststellbremse eine Spindelbremse und eine elektrisch gesteuerte Federspeicherbremse.

Der um 360° schwenkbare Kran-Teil ist ein Hydraulik-Teleskopkran des Typs MU90T der Coles Cranes Ltd., England. Die Tragkraft beträgt bei vierfachem Seilzug und einer Ausladung von 3,8 m max. 9 Mp, bei zweifachem Seilzug und einer Ausladung von 6 m max. 5 Mp bzw. 2,5 Mp bei der Maximalausladung von 9,85 m (Bild 2).

Anstelle des üblicherweise eingebauten Dieselmotors wurden vier Elektro-Hydraulik-Pumpen verwendet. Je nach der gewählten Anzahl der geschalteten Pumpen verändert sich die Hubgeschwindigkeit und kann so den Arbeitsbedingungen angepasst werden. Beispielsweise beträgt die Hubgeschwindigkeit bei einer Last von 5 t mit einer Pumpe 2 m/min, mit drei Pumpen 13 m/min und mit vier Pumpen 16 m/min. Max.

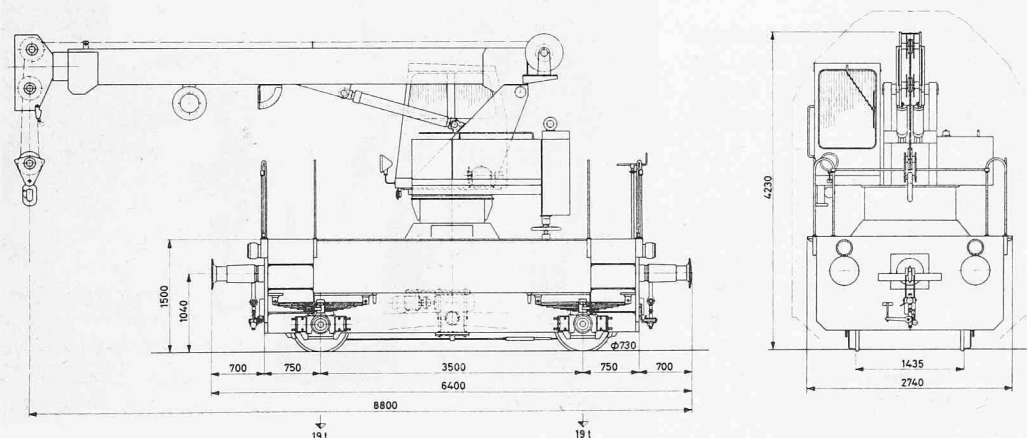


Bild 1. Typenskizze des batteriebetriebenen Schienenkrans