Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 68 (1950)

Heft: 28

Artikel: Der Beton-Prüfhammer: ein Gerät zur Bestimmung der Qualität des Betons im Bauwerk

Autor: Schmidt, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-58048

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: 13.12.2025

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

Der Beton-Prüfhammer

DK 666.97.085.73

Ein Gerät zur Bestimmung der Qualität des Betons im Bauwerk

Von E. SCHMIDT, Ingenieur, Basel

Im Bauwesen stellt sich häufig die Frage nach der Qualität des Betons eines fertigen (neuerstellten oder älteren) Bauwerks. Die Schätzung der Beton-Festigkeit nach seiner Zusammensetzung ist nur dann anwendbar, wenn diese genau bekannt ist und auch sorgfältig eingehalten wurde. Die in den Normen vorgeschriebenen Probewürfel oder -Prismen sind häufig unzuverlässig, weil ihre Verarbeitung (und manchmal auch ihre Dosierung) von derjenigen des Bauwerkbetons abweichen kann. Nicht selten sind weder Angaben über die Zusammensetzung des Betons noch Probewürfel erhältlich. Das bisher in dringenden Fällen vorgenommene Herausspitzen von Würfeln aus dem Bauwerk ist umständlich und kostspielig und weist den Nachteil auf, dass es gerade an schwer beanspruchten Stellen, wo es auf die Festigkeit des Betons ankommt, nicht angewendet werden kann, ohne die Konstruktion empfindlich zu schwächen.

Von einem praktisch brauchbaren Verfahren zur *zerstörungsfreien* Ermittlung der Festigkeit des Bauwerkbetons ist in erster Linie eine möglichst grosse Einfachheit der erforlichen Geräte und deren Anwendung zu verlangen, damit es an jeder beliebigen Stelle eines Bauwerks und von jedermann ohne grossen Zeitaufwand gebraucht werden kann[1]). Eine hohe Genauigkeit der Ergebnisse ist weniger wichtig, schon weil bekanntlich die Festigkeitswerte des Betons im selben Bauteil oft grosse Streuungen aufweisen.

Jeder Praktiker kennt ein Verfahren, das bei einiger Uebung brauchbare Ergebnisse qualitativer Art liefert: er schlägt den Beton mit einem leichten, langstieligen Hammer an und beurteilt seine Qualität nach dem Klang des Aufschlages und besonders nach der Intensität des Rückprallens des Hammers. Das neue Gerät (Bild 1) beruht auf dem selben Prinzip: ein leichter, in einem Rohr laufender Hammer wird von gespannten Federn gegen die Oberfläche des zu prüfenden Betons geschleudert und prallt nach dem Aufschlag gegen den elastischen Widerstand der selben Federn um ein bestimmtes Mass zurück, das mittels einer einfachen Vorrichtung gemessen wird. Die Anzeige R (Rückprall) kann als eine neue Qualität des Betons (etwa als «Prellhärte» zu bezeichnen) betrachtet werden; sie charakterisiert die Härte des Mörtels (Beton minus grobe Kieskörner) an *einer* Stelle nahe der Oberfläche und hängt im übrigen von der Konstruktion des Gerätes ab.

Zur Vornahme einer Qualitätsbestimmung wird folgendermassen vorgegangen:

1. Auswahl der zu prüfenden Stellen der Betonoberfläche. Alle früheren Schalungsflächen, nicht aber die freie Oberfläche des Betons sind hierfür brauchbar. Die Nachbarschaft offener Schalungsfugen, Kiesnester und poröse Stellen sind zu vermeiden.

Wenn notwendig: Vorbereitung der zu prüfenden Stellen im Umfang von 1 bis 2 dm²: Verputz oder Anstrich entfernen, Oberfläche des Betons mit Karborundum-Stein glätten.

3. Vornahme des Rückprall-Versuches an sechs bis zehn Punkten der vorbereiteten Fläche, Mittel der Werte R bestimmen. Bei ungewöhnlich grosser Streuung der Einzelresultate sind weitere Versuche durchzuführen, bis der Mittelwert eindeutig feststeht.

Der Zusammenhang zwischen der Prellhärte R und der Würfeldruckfestigkeit ${}_w\beta_d$ wurde durch eine ausgedehnte, an der EMPA durchgeführte Versuchsreihe untersucht, worüber an anderer Stelle ausführlicher berichtet werden soll[2]). Das wesentliche Ergebnis der Versuche ist in Bild 2 wiedergegeben: Jeder einzelne der etwa 550 Punkte stellt das Ergebnis einer Würfelprobe dar, die zunächst dem Rückprall-Versuch (10 Schläge) unterworfen und anschliessend in der Presse zerdrückt wurde. Etwa $^9/_{10}$ der Versuche wurden an Probewürfeln durchgeführt, die von vielen verschiedenen Baustellen zur Prüfung der Festigkeit eingeliefert worden waren; sie unterschieden sich daher wahllos bezüglich Alter, Zusammensetzung und Nachbehandlung. Der Rest der Probewürfel wurde zum Zwecke der Abklärung einiger bestimmter Einflüsse auf die Prellhärte eigens angefertigt; da die Ergebnisse dieser Sonderversuche ausnahmslos im gleichen, durch Bild 2 charakterisierten Streubereich liegen, können sie bei der praktischen Anwendung des Gerätes ausser Betracht bleiben.

In der gleichen Darstellung sind die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Versuche, nämlich die Mittelwertkurve und die Grenzen des mittleren Streubereiches eingetragen[3]). Bei zunehmender Festigkeit nimmt die Streuung der ${}_w\beta_d$-Werte in absoluten Zahlen zu, relativ zum betreffenden Festigkeitswert aber ab. Die mittlere Streuung m beträgt z. B. bei

${}_w\beta_d =$	100	200	400 kg/cm²
$m =$	24	42	64 kg/cm²
$=$	24	21	16 %

Die Unsicherheit der Bestimmung der Betonfestigkeit mit Hilfe des Rückprall-Versuchs dürfte in der Mehrzahl der praktischen Fälle bei weitem klein genug sein. Die Anwendung des Gerätes ist so einfach, dass es nach kurzer Instruktion von jedermann gehandhabt werden kann. Eine Festigkeitsbestimmung (6 bis 10 Schläge) erfordert höchstens eine Minute.

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, dass die bisher durchgeführten Versuche ausschliesslich Kiesbeton mit Zuschlagstoffen einwandfreier Qualität betreffen. Auf Beton mit Zuschlägen aus Ziegelschrot, Schlacken, oder etwa leicht spaltbarem Gestein dürfen ihre Ergebnisse nicht ohne weiteres übertragen werden, vielmehr müssen in jedem solchen Fall mindestens einige orientierende Festigkeitsversuche durchgeführt werden.

Der Beton-Prüfhammer ist nicht dazu bestimmt, die üblichen Würfelproben entbehrlich zu machen; er gewinnt im Gegenteil seinen vollen Wert erst, wenn er zur Ergänzung solcher Proben gebraucht wird, indem er einen Vergleich des Betons des Bauwerks mit demjenigen der Probewürfel und die Prüfung der Homogenität des Betons ermöglicht. Der erzieherische Wert des Gerätes auf der Baustelle ist offenkundig.

Das neue Gerät wird auf den Baustellen hauptsächlich angewendet werden zur Prüfung des Erhärtungszustandes des Betons vor der Ausrüstung, bei Zweifeln über die Güte der Ausführung von Neubauten, und zur Bestimmung der Betonqualität bei älteren Bauwerken, über deren Erstellung keine genügenden Unterlagen mehr zu erhalten sind.

Der Beton-Prüfhammer (Patent angemeldet) wird vom Bureau BBR in Zürich, Rämistrasse 6, vertrieben.

Bild 1. Der Beton-Prüfhammer im Gebrauch

[1]) Prof. Dr. Ing. *K. Gaede,* Hannover, gibt in: «Der Bauingenieur» 1941, S. 139 ff. eine sehr wertvolle Zusammenstellung der bis 1941 bekannten Versuche. Das von Gaede selbst propagierte Verfahren (Anwendung der Härteprüfung nach Brinell) scheint dem unseren bezüglich Genauigkeit der Ergebnisse gleichwertig zu sein; doch ist seine Anwendung umständlicher.

[2]) *Schmidt* und *Herzig:* Versuche mit dem Beton-Prüfhammer, «Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik», 1950.

[3]) Der mittlere Streubereich ist definiert durch

$$m = \sqrt{\frac{\Sigma (v\,v)}{n}}$$

wobei v die Abweichung eines EinzelResultates vom Mittelwert, n die Anzahl der Einzel-Resultate bedeutet.

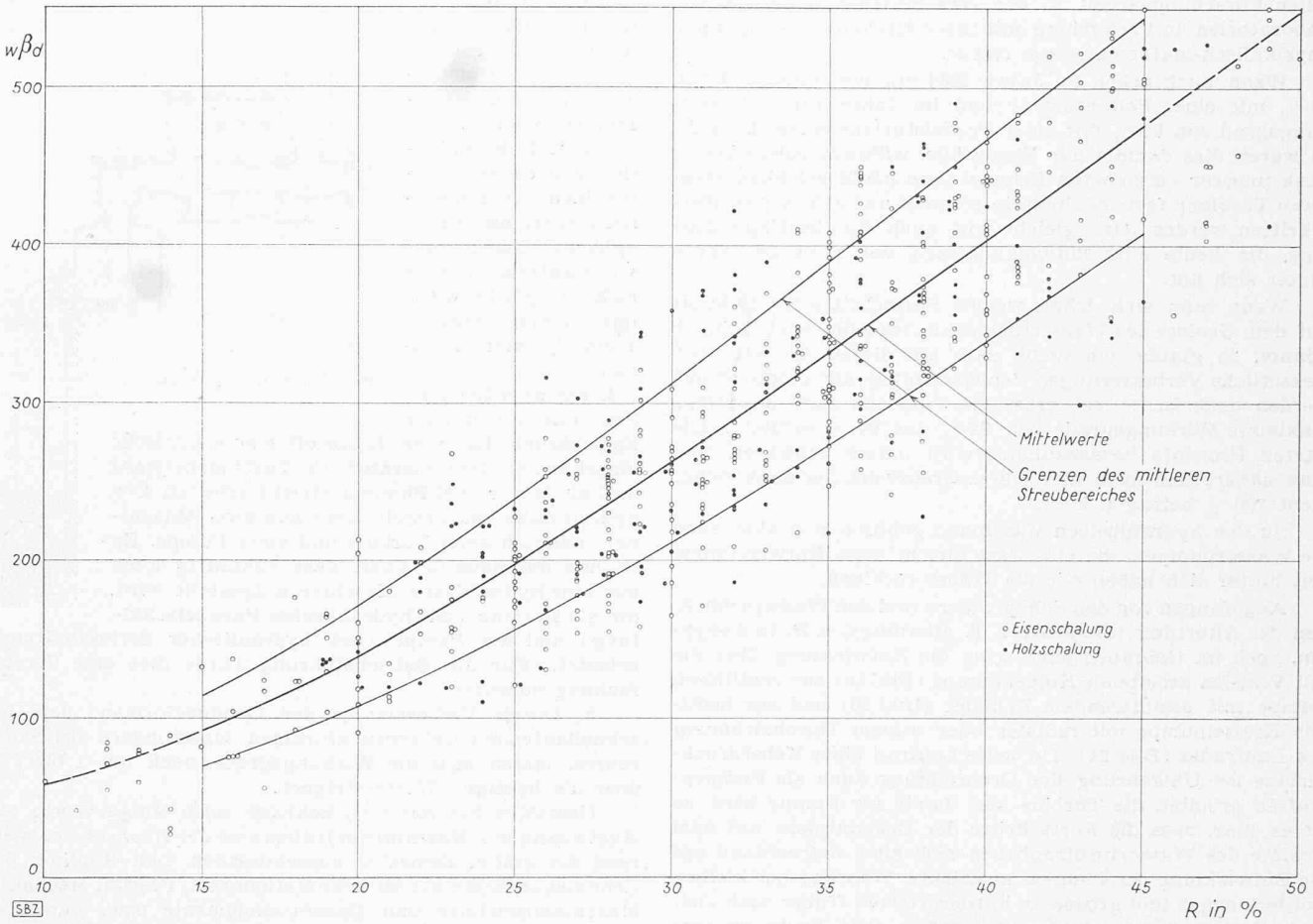

Bild 2. Zusammenhang zwischen der Würfeldruckfestigkeit $_w\beta_d$ und der Prellhärte R; Ergebnisse der EMPA-Versuche

Die hydraulische Energie und die Entwicklung der hydraulischen Maschinen

DK 621.2

Von Prof. R. DUBS, ETH, Zürich

Schluss von Seite 361

Bei der Entwicklung der Wasserturbine zu immer grösserer Schnelläufigkeit trat eine Erscheinung auf, die den Konstrukteuren grosse Schwierigkeiten bereitete, da am Anfang ihre Ursache nicht erkannt wurde. Die auf Grund aller Erfahrungsregeln berechneten und gebauten Wasserturbinen zeigten nämlich besonders bei grossen Leitschaufelöffnungen starke Vibrationen, die einen geordneten Betrieb auf die Dauer ausserordentlich erschwerten. Bei der Untersuchung von Laufrädern, die schon einige Zeit in Betrieb gestanden hatten, konnten an den Laufradschaufeln eigenartige Zerstörungserscheinungen beobachtet werden. Man konnte ferner feststellen, dass beim Auftreten der Vibrationen die Turbinenleistung und der Wirkungsgrad stark abfielen, so dass auch aus diesem Grunde eine Abklärung und Beseitigung dieser Erscheinung von grösster Bedeutung war. Die in dieser Richtung durchgeführten zahlreichen Forschungsarbeiten (unter denen ich besonders auch diejenige von Prof. J. Ackeret nennen möchte) ergaben als Ursache der störenden Erscheinung die Verdampfung des Wassers bei niedriger Temperatur, die als Kavitation oder Hohlraumbildung bezeichnet wird. Zunächst war zu untersuchen, ob an einer Stelle in der Turbine der Druck so klein werden kann, dass bei der gegebenen Wassertemperatur ein Sieden und damit eine Hohlraumbildung möglich ist. Für diese Untersuchungen leistete nun der Satz von Daniel Bernoulli, nach dem die Summe aus kinetischer und potentieller Energie, d. h. aus Geschwindigkeits- und Druckhöhe, stets konstant ist, ganz ausgezeichnete Dienste. Durch systematische experimentelle Forschungen in den verschiedenen Laboratorien der Turbinenfirmen gelang es dann, besonders für Kaplanlaufräder, die infolge ihrer hohen Schnelläufigkeit besonders kavitationsempfindlich sind, Schaufelformen zu finden, die auch bei hohen spezifischen Drehzahlen keine Kavitation aufweisen.

Als Kennzeichen für die Beurteilung, ob Kavitationsgefahr besteht, hat Prof. Dieter Thoma (München) die Einführung eines Kavitations-Koeffizienten vorgeschlagen, der im wesentlichen eine Funktion der spezifischen Drehzahl ist. Sorgt man dafür, dass beim Austritt des Wassers aus dem Saugrohr ein genügender Druck vorhanden ist, so kann bei richtiger Konstruktion die Hohlraumbildung stets vermieden werden. Um einen genügenden Druck zu schaffen, muss das Laufrad oft verhältnismässig tief unter dem Unterwasserspiegel angeordnet werden, was dann beim Bau des Kraftwerkes eine entsprechend tiefe Baugrube bedingt, und wegen der Entwässerung dieser Grube erhebliche Kosten verursacht. Damit wird das Vermeiden der Kavitation auch zu einem wirtschaftlichen Problem, und es ist deshalb von Fall zu Fall zu erwägen, ob man nicht zur Vermeidung von hohen Baukosten auf eine höhere Drehzahl verzichten und damit etwas höhere Maschinenkosten in Kauf nehmen will. Da ein Wasserkraftwerk eine Produktionsanlage zur Erzeugung von elektrischer Energie ist, so spielt der Wirkungsgrad der Umsetzung von hydraulischer in elektrische Energie bei einer solchen Entschlussfassung eine erhebliche Rolle. Da ist nun zu sagen, dass die Wahl einer kleineren Drehzahl bei gegebenem Gefälle und vorgeschriebener Leistung in den meisten Fällen eine Erhöhung des Wirkungsgrades mit sich bringt, und damit eine Vergrösserung der Produktion an kWh.

Für den Ausbau der Wasserkräfte kommen heute nur noch die folgenden drei Turbinentypen in Frage:

1. *Die Kaplanturbine*, für kleine und mittlere Gefälle, d. h. für die Ausnützung der Wasserkräfte der Flüsse und Ströme in Laufwerken bis zu einem maximalen Gefälle von etwa 60 m.

2. *Die Francisturbine*, für mittlere und höhere Gefälle, d. h. für die Ausnützung der Wasserkräfte der Bäche und Flüsse in Lauf- oder Speicherwerken bis zu einem maximalen Gefälle von etwa 400 m.

3. *Die Peltonturbine*, für hohe Gefälle, d. h. für die Ausnützung der Wasserkräfte der Bäche durch Speicherung in Stauseen bis zu einem maximalen Gefälle von etwa 2300 m.

Die Entwicklung der Wasserturbine bis zu ihrem heutigen Stand war nur möglich dank der systematischen experimen-