

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 2 (1936)

**Artikel:** Einfluss der petrographischen Eigenschaften der Zuschlagstoffe auf die  
Betonfestigkeit

**Autor:** Král, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-2786>

### **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:** 12.01.2026

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

## II b 3

### Einfluß der petrographischen Eigenschaften der Zuschlagstoffe auf die Betonfestigkeit.

Influence des propriétés pétrographiques des matériaux additionnels sur la résistance des bétons.

Effect of Petrographical Properties of Aggregates on the Strength of Concrete.

Dr. Ing. A. Král,

Professor der techn. Fakultät an der Universität Ljubljana.

Im Anschluß an die im Vorbericht zum 2. Internationalen Kongreß für Brückenbau und Hochbau veröffentlichten Abhandlungen II b erscheint es angezeigt, von einer zwar bescheidenen jedoch charakteristischen Versuchsreihe von Betonproben zu berichten, welche in der Materialprüfungsanstalt der technischen Fakultät der Universität in Ljubljana (Jugoslavien) durchgeführt wurde. Es handelte sich darum, das im Verwaltungsgebiet des Dravebanats reichhaltig verfügbare Steinmaterial hinsichtlich seiner Verwendbarkeit für die Erzeugung von hochwertigem Beton näher zu untersuchen.

Das erwähnte Gebiet bildet die nordwestliche Ecke des Reiches, umfaßt die östlichen Ketten der südlichen Kalkalpen und die nördlichsten Karstgebiete der Dinariden. Schon aus dieser orographischen Charakteristik ist ersichtlich, daß im ganzen Gebiet vorwiegend Kalkstein, teilweise Dolomit, auftritt. Doch gibt es im mittleren Dravetal im Übergang zu den östlichen Zentralalpen ein ziemlich ausgedehntes Vorgebirgsmassiv, das Pohorje (Bacherngebirge), welches vorwiegend aus Urgestein besteht und neben weicheren Schichtengesteinen ein vorzügliches Tiefengestein, den *Tonalit*, enthält, welcher eine Abart des Diorit darstellt und für Grenzgebiete zwischen den Zentralalpen und Südalpen typisch ist. Er unterscheidet sich vom Granit durch einen geringeren Quarzgehalt, der hier in veränderlichen Mengen von 16—31 % auftritt; den Hauptbestandteil bilden Plagioklase. Das Gestein ist gleichmäßig mittel- bis feinkörnig und kompakt.<sup>1</sup> In den Alpenketten treten porphyrartige Durchbruchgesteine auf; unter ihnen vorwiegend *Keratophyr*, der nach dem veränderlichen aber minderreichlichen Quarzgehalt ein Mittelglied zwischen der granitartigen und der syenitartigen Gruppe der magmatischen Gesteine bildet. Er weist eine feinkörnige Porphyrstruktur auf. In den Ausläufern der Alpen am Rand der panonischen

<sup>1</sup> Diese und alle folgenden mineralogisch-petrographischen Angaben sind den umfangreichen Gutachten des mineralogisch-petrographischen Institutes der Universität Ljubljana (Vorstand Prof. Ing. M. Nikitin) entnommen.

Ebene treten vielfach Adern und Blöcke von *Andesit* auf. Den Hauptbestandteil bilden wiederum Plagioklase mit eingestreuten Körnern von Magnesit und Vulkanglas. Die Struktur ist feinkörnig bis amorph. Die niedrige Kristallisationsstufe und der Inhalt an Vulkanglas haben eine ziemliche Sprödigkeit des Gesteins zur Folge. Im sonstigen ist auch dieses Material als gut und für vorerwähnte Zwecke als brauchbar zu bezeichnen.

Außer diesen einheimischen magmatischen Gesteinen wurde namentlich in früheren Jahren ein *Basalt* verwendet, der im kärntnerischen Lavantthal in nächster Nähe der jugoslawischen Grenze, aber schon auf österreichischem Boden, gewonnen wird. Günstige Eisenbahnverbindungen ermöglichten eine ziemlich ausgiebige Verwendung dieses Materials, auch in jugoslawischen Gebieten. Das Gestein weist die gewöhnlichen Qualitätsanzeichen eines normalguten Steinmaterials auf, ist sehr gleichmäßig und hat eine feinkörnige Struktur.

Diese vier Arten von magmatischen Gesteinen wurden zum Gegenstand der eingangs erwähnten Untersuchungen gemacht und dieser Reihe wurden dann zu weiteren Vergleichszwecken noch zwei Kalksteinarten und zwei Dolomite angeschlossen.

Der erste Kalkstein stammt aus dem Nordrand des Karstgebietes aus *Verd*, südlich von Ljubljana und ist ein palaeozoischer Kalkstein mit einem ziemlich hohen Inhalt an silikaten Beimengungen. Der zweite Kalkstein stammt aus *Trbovlje*, gehört stratigraphisch dem Trias an, und ist vorwiegend rein mit sehr geringen Beimengungen. Die beiden *Dolomite* stammen gleichfalls aus triadischen Schichten in den Vorbergen der Ostalpen und unterscheiden sich lediglich nur durch den Fundort *Trbovlje* und *Senovo*.

Der aus diesen Steinmaterialien erzeugte Sand und Splitt wurde möglichst anschießend an die *Fuller'sche* Siebkurve zusammengesetzt. Beim Tonalit und bei einer Serie von Proben mit Basalt wurde reiner Quarzsand als Füller unter 1 mm Korngröße beigemischt. Es wurde hochwertiger Zement mit nachstehender Normenfestigkeit verwendet:

	Zug	Druck
nach 2 Tagen	27	377
nach 7 Tagen	36	636

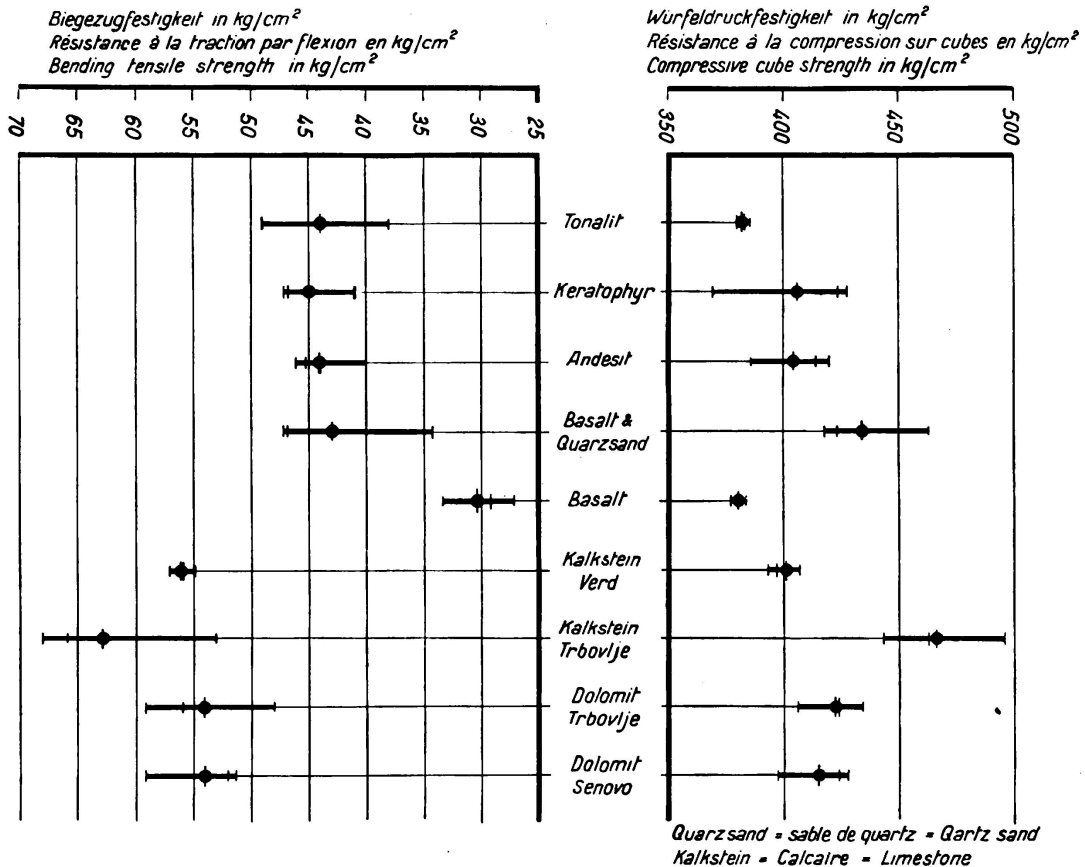
Die Probekörper waren nach den jugoslawischen Normen mit dem *Tetmajer-Klebe'schen* Rammapparat hergestellt.

Die Zementmenge von 400 kg auf einen m<sup>3</sup> Fertigbeton wurde unter Einhaltung eines Wasser-Zementfaktors von 0,5 angemacht, die Konsistenz wurde außerdem auch noch mit der amerikanischen Slumps-Methode kontrolliert, um eine weitgehendste Gleichmäßigkeit des angemachten Betongemenges bei allen Steinarten zu sichern.

Von den mannigfachen Untersuchungen, die mit dem obbeschriebenen Material vorgenommen wurden, werden im Nachstehenden nur die Würfeldruck- und Biegezugfestigkeiten nach 28 Tagen angeführt; die Resultate sind der Übersichtlichkeit halber zeichnerisch dargestellt. Aus der Darstellung lassen sich trotz des verhältnismäßig geringen Umfanges des statistischen Materials immerhin folgende Schlüsse ziehen:

Hinsichtlich der Druckfestigkeit ist kein wesentlicher Unterschied zwischen

den Betonarten mit magmatischem Gestein und denen mit Kalkgesteinen. Die meisten Mittelwerte liegen zwischen 400—450 kg/cm<sup>2</sup>, die Streuungsausschläge sind größtenteils unter 10 % und sind bei manchen Versuchsreihen ganz minimal. Prägnanter gestaltet sich das Schaubild bei den Zugfestigkeiten. Während sich die Zugfestigkeiten beim Beton mit magmatischen Gesteinen hart an dem Mittelwert von 45 kg/cm<sup>2</sup> halten, kann man bei der Kalksteingruppe klar erkennen, daß die Zugfestigkeit überall den Durchschnittswert nahe bei 55 kg/cm<sup>2</sup> erreicht. Selbst die verhältnismäßigen größeren Streuungen bei den Biegezug-



festigkeiten können an diesem interessanten Gesamtbild nichts ändern; auch die Mindestfestigkeiten der Kalksteingruppe sind noch merklich höher als die Höchstfestigkeiten der magmatischen Gruppe.

Interessant ist noch der Vergleich zwischen den Festigkeiten des Betons aus dem Kalkstein aus Verd und demjenigen aus dem Kalkstein aus Trbovlje. Das ganze, eingangs geographisch beschriebene Gelände liegt im Kontaktgebiet der Alpen und der Dinariden. Durch die bekannten orogenetischen Vorgänge ist die Erdkruste im beschriebenen Gebiet stark zerdrückt; das zeigt sich namentlich auch an der mikroskopischen Struktur der hiesigen Gesteine. Alle weisen Folgen mehrfach orientierter Gebirgsdrücke auf. Die Kohäsion des Gesteins hängt nun in diesen Gebieten wesentlich davon ab, ob die orogenetischen Gebirgsdrücke das Gestein in größeren Tiefen unter allseitigem Druck angetroffen haben oder ob sie durch spätere Kalcitinfiltration in den Bruch- und Sprengstellen

sekundär hinreichend fest verklebt wurden. Der Kalkstein von Verd, älter, offenbar in tieferen Lagen vom Gebirgsdruck erfaßt und außerdem bei seinem höheren Alter auch sekundär durch Kalcitinfiltration besser verklebt, ist viel gleichmäßiger als der Kalkstein aus Trbovlje. Hingegen ist der Kalkstein aus Trbovlje wesentlich reiner. Daher offenbar die höheren Festigkeiten beim letzteren Material, aber auch die größeren Streuungen sowohl bei Druck- als auch bei Biegezugfestigkeiten. Die Diaklasen in der Mikrostruktur bilden allem Anschein nach immer auch ein Störungselement in der Kohärenz der Betonmasse.

Aber trotz dieser Unregelmäßigkeit erscheint die Schlußfassung berechtigt, daß Kalkgesteine für den Zementmörtel eine weit höhere Adhärenz bieten und dabei als Mineralskelett im Beton bessere Zugfestigkeiten, wenn nicht auch bessere Druckfestigkeiten gewährleisten als im sonstigen wesentlich festere magmatische Gesteine.