

## VIF-ÖBB

Österreichischer Beton Benchmark zur Steigerung der Vorhersagequalität mechanischer Eigenschaften moderner Betone

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - VIF 2014	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2015	<b>Projektende</b>	28.02.2018
<b>Zeitraum</b>	2015 - 2018	<b>Projektlaufzeit</b>	29 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Eigenschaften moderner Betone sind mit klassischen Kennwerten und Formelwerken weniger zuverlässig vorhersagbar als Eigenschaften der früher üblichen portlandzementbasierten Betone. Zu Projektbeginn werden daher (a) theoretische Grundlagen für Beton-Kennwerte geltender Normen und (b) in Österreich typische Betonrezepturen recherchiert. Die Ergebnisse dienen zur Ausgestaltung des umfangreichen Versuchsprogramms auf Material- und Strukturniveau sowie von numerischen Simulationen auf Basis modernster Betonmodelle.

Materialtests dienen zur Quantifizierung der Entwicklung von Elastizitätsmoduln, Kriechen, Schwinden, linearen Temperaturexpansionskoeffizienten, einaxialen Druckfestigkeiten und Biegezugfestigkeiten von Betonen, die auf die Normtemperatur von 20 °C temperiert werden. Es werden standardisierte Materialversuche (1), 2, 7, 14 und 28 Tage nach Herstellung durchgeführt. Ergänzend kommen innovative Testmethoden zum Einsatz, die eine stündliche und somit quasi-kontinuierliche Messung von Elastizitätsmoduln, Kriechen und Schwinden in der Zeit von 24 Stunden nach der Herstellung bis zu einem Materialalter von einer Woche erlauben. Insgesamt erfassen die Versuche detailliert die Frühzeitentwicklung wesentlicher Kenngrößen moderner österreichischer Betone unter der Normtemperatur von 20 °C.

Ergänzende Materialversuche tragen dem Umstand Rechnung, dass reale Temperaturverläufe in Betonbauteilen von der Normtemperatur (20 °C) teilweise markant abweichen. Kalorimetrie-messungen dienen zur Ermittlung der temperaturabhängigen Abbindegeschwindigkeit der verwendeten Bindemittel. Die Kombination mit den bei 20 °C gemessenen Entwicklungen von Betoneigenschaften erlaubt die Vorhersage, wie sich Betoneigenschaften unter variablen Temperaturverläufen entwickeln. Zur Validierung dieser Prognosen werden Betonproben wieder in quasi-kontinuierlichen Versuchen getestet. Dabei werden Temperaturverläufe vorgegeben, die im Kern eines massigen Betonbauteils gemessen werden, wenn der Bauteil extremen Umweltbedingungen (Hochsommer/Winter) ausgesetzt ist.

Die massigen Bauteile bilden den zentralen Inhalt des strukturellen Versuchsprogramms. Zwei Betonkörper mit Abmessungen von 0,60 m x 0,60 m x 1,00 m werden im Hochsommer bzw. im Winter betoniert und eine Woche lang einem intensiven Monitoring unterworfen. Die Temperaturverläufe werden an der Oberfläche und im Inneren der Bauteile aufgezeichnet. Nach dem Ausschalen werden die Oberflächen entsprechend dem Stand der Technik nachbehandelt. Anschließend werden Deformationen einer Oberfläche berührungsfrei und flächenhaft erfasst, um mögliche trocknungsinduzierte Rissbildungen zu dokumentieren.

Numerische Simulationen auf Basis modernster Betonmodelle unterstützen die Planung der Strukturversuche und ihre Auswertung. Weiters dienen sie zur Übertragung der gesammelten Erkenntnisse auf die Vorhersage des Strukturverhaltens eines exemplarischen Ingenieurtragwerks. Die gesteigerte Vorhersagequalität betrifft das Früh- und das Langzeitverhalten, wobei Letzteres im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse bewertet wird.

Verbesserte Bemessungsformeln und Planungsgrundsätze, die praxisgerecht aufbereitet sind, fassen die Projektergebnisse zusammen. Eigenschaften moderner österreichischer Betone werden dadurch wesentlich zuverlässiger als bisher vorhersagbar.

## **Abstract**

The predictability of properties of modern concretes, based on existing characteristic values and formulas, is challenging compared to more traditional concretes which are produced with ordinary Portland cements. Therefore, theoretical fundamentals of characteristic values of current standards and typical composition of modern concretes in Austria are investigated. The results together with numerical simulations based on modern concrete models are used to define the details of the extensive test program on both material and structural level.

Material tests are used to quantify the development of Young's moduli, creep, shrinkage, linear thermal expansion coefficients, uniaxial compressive strength, and splitting tensile strength of concretes that are conditioned to the standard temperature of 20 °C. Standardized material tests are carried out (1), 2, 7, 14, and 28 days after production. They will be complemented by innovative test methods that allow an hourly and, hence, quasi-continuous measurement of Young's modulus, creep, and shrinkage, in the period of 24 hours after production up to a material age of one week. Overall, the experiments capture in detail early-age key properties of modern Austrian concretes under standard temperature. Additional material tests account for the fact that real temperature evolutions in concrete structures may deviate significantly from the standard temperature (20 °C). Calorimetry testing is used to determine the temperature-dependent hardening speed of the used binders. Combining the results with the development of concrete properties measured at 20 °C allows for predicting the development of concrete properties under variable temperature histories. In order to validate these predictions, concrete samples are tested again in quasi-continuous experiments. This time, temperature histories are prescribed which are measured in the core of a massive concrete component, when the component is exposed either to typical Austrian midsummer or winter conditions.

The massive concrete components are the focus of the structural test program. Two concrete bodies with dimensions of 0.60 m x 0.60 m x 1.00 m are produced during summer- and wintertime, respectively, and they are subjected to intensive monitoring during the first week after production. The temperature evolutions are recorded at the surface and in the interior of the components. After stripping of formworks, the surfaces will be treated according to the current state-of-the-art. Then, deformations of one surface will be monitored in a contact-free fashion, in order to document possible drying-induced cracking.

Numerical simulations based on the most modern concrete models support the design of the structural tests and their evaluation. Furthermore, numerical simulations serve as a vehicle to convey project findings up to the structural level of an exemplary investigated engineering structure. The increase of prediction quality concerns the early-age and the long-term behavior, whereby the latter is being evaluated in the framework of a life cycle analysis.

Improved design formulas and planning principles summarize the project results. They are made available in a practically exploitable fashion. Key properties of modern Austrian concretes will be accessible in a much more reliable fashion compared to the current state-of-the-art.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien

## **Projektpartner**

- Universität für Bodenkultur Wien
- Smart Minerals GmbH
- Vill ZT GmbH