

## **Forschungsbericht 288**

Dr.-Ing. Helmut Winkler

### **Über mechanische Eigenschaften von normalfestem und hochfestem Beton unter besonderer Berücksichtigung des Elastizitätsmoduls**

2010, ISBN 978-3-9813346-2-3

Alle mechanischen Eigenschaften haben direkt oder auch indirekt mit Spannungen und Verformungen zu tun. Die Kenntnis der elastischen Eigenschaften spielt deshalb eine sehr gewichtige Rolle. Diese lassen sich mit Hilfe verschiedener Kennwerte beschreiben. Der wichtigste unter ihnen ist der Elastizitätsmodul, den es in Kurzzeitversuchen an vorbereiteten Probekörpern festzustellen gilt. Im vorliegenden Bericht wird neben der Art der Versuchsdurchführung auf die teilweise sehr unterschiedlichen Bestimmungsmethoden zur Ermittlung des Elastizitätsmoduls von normalfestem und hochfestem Beton (C90/105) hingewiesen. Unterschiedliche Einflussfaktoren können das Ergebnis der Prüfung mehr oder weniger bedeutend verändern. Diese gestalten den Weg zu einer zuverlässigen Ermittlung sehr steinig. Alle europäischen Prüfungsvorschriften sehen eine mehrmalige Beanspruchung vor, bevor die Verformungen zur Berechnung des Elastizitätsmoduls aufgezeichnet werden. Die wiederholte Beanspruchung erfolgt in der Absicht, ein stabiles und plausibles Ergebnis zu erhalten. Doch oft sind die erzielten Werte nicht vergleichbar, denn die Ergebnisse verschiedener Prüfstellen können auch bei gleichem Prüfmaterial weit auseinander liegen. Die Ursachen dafür sind vielfältig.

Im Beitrag wird auf einige Einflussfaktoren eingegangen. Vom Einfluss bei der Prüfung über die Mischungszusammensetzung und die Lagerungsart nach der Herstellung der Probekörper bis hin zur zeitabhängigen Festigkeits- und Verformungsentwicklung kommen noch weitere auf das Ergebnis Einfluss nehmende Parameter zur Sprache. Immer geht es um Veränderungen des Elastizitätsmoduls. Dabei stellt sich die Frage, ob wegen relativ aufwändiger Versuchsdurchführung und dennoch großer Versuchsstreuung die Art der Elastizitätsmodulprüfung nach DIN zwingend erforderlich ist.

Im Lichte der gewonnenen Erkenntnisse lässt sich verdeutlichen, dass durchaus eine Berechtigung besteht, den Sehnenmodul, – die Steigung der Verbindungsgeraden von zwei Punkten der Spannungs-Dehnungslinie – als Kenngröße zu verwenden, ohne dass häufige Vorbeanspruchungen und Haltezeiten notwendig werden.

Die Auswertung bestätigt, dass eine einmalige Vorbeanspruchung bis etwa zur Hälfte der erwarteten Bruchspannung ausreicht, um die zweite Beanspruchung zur Kennwertbestimmung zu verwenden. Diese kann zügig bis zum Versagen geführt werden ohne dass die Ergebnisse ungenauer werden als nach der DIN-Vorschrift, zumal keiner zu sagen vermag, welcher Versuch „richtige“ bzw. „gute“ Ergebnisse liefert. Die erste Beanspruchung unterdrückt weitgehend die viskosen Verformungen, so dass sich aus der zweiten Spannungs-Dehnungslinie der Sehnenmodul abgreifen lässt. Bei dieser Prüfungsmethode entfielen auch die zusätzlichen Druckversuche, die nach DIN für die vorherige Bestimmung der Beanspruchungshöhe erforderlich sind.

In zahlreichen Versuchen an normalfesten und hochfesten Betonen werden Ergebnisse verschiedener Bestimmungs- und Messmethoden verglichen. Neben dem im statischen Versuch ermittelten Elastizitätsmodul wird die zeitliche Entwicklung eines hochfesten Betons bis zum Alter von fast zwölf Jahren mit der Bestimmung des dynamischen Elastizitätsmoduls verfolgt und dem statischen Elastizitätsmodul gegenüber gestellt. Darüber hinaus wurden an zahlreichen Probekörpern die Querdehnung und die Querkontraktionszahl ermittelt. In Schwingversuchen konnten an hochfesten Betonzylindern durch Aufzeichnung der Spannungen und Dehnungen mit Hilfe des Sehnenmoduls die Steifigkeitsänderungen und damit die Schädigung beurteilt werden. Schließlich wird nicht nur der elastische Bereich bei einer Druckbeanspruchung betrachtet, sondern auch vollständige Spannungs-Dehnungslinien von Normalbeton und hochfestem Beton präsentiert.