

Betonprüfung Automatisierung des Darrvorgangs

Neues Prüfgerät zur Bestimmung des Wassergehalts von Frischbetonen und Gesteinskörnungen

Kai Westphal ist stets offen für Neues – das zeigt sich auch darin, dass der gebürtige Schleswig Holsteiner vor 15 Jahren nach Island ausgewandert ist, um die Leitung eines der größten Transportbetonwerke des Landes zu übernehmen. Diese Neugierde erstreckt sich auch auf ein innovatives Prüfgerät, das er seit über einem Jahr in seinem Prüflabor einsetzt: ein elektronisches Gerät zur schnellen Bestimmung des Gesamtwassergehalts von Frischbeton und groben Gesteinskörnungen in wenigen Minuten. „Ich habe den DARRER zum ersten Mal auf der bauma in München auf dem Stand von QA-VERtec gesehen und es sofort bestellt, weil ich seinen erheblichen Nutzen im täglichen Betrieb erkannte“, sagt Kai Westphal, Geschäftsführer von CTO Concrete Produktion and Distribution in Reykjavik. Mittlerweile hat Westphal das Gerät seit über einem Jahr im Einsatz und damit über 400 Prüfungen durchgeführt. Das Transportbetonwerk produziert täglich rd. 1000 m³ Transportbeton. Das Labor prüft im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ständig den Wassergehalt der Gesteinskörnung und des Frischbetons über den dann der Wasserzementwert ermittelt wird.

Wassergehalt beeinflusst die Betoneigenschaften

Eine zuverlässige Bestimmung des Wassergehalts ist wichtig, um frühzeitig Aufschluss

über die Güte und Gleichmäßigkeit des Frischbetons zu erhalten und ggf. notwendige Korrekturen laufender Betonlieferungen vornehmen zu können. Beim Wassergehalt wird nach wirksamem Wassergehalt und Gesamtwassergehalt unterschieden. Maßgeblich für viele Frisch- und Festbetoneigenschaften ist bekanntlich das Masseverhältnis von wirksamem Wassergehalt und Zementgehalt, der Wasserzementwert (w/z-Wert). Der Wasserzementwert ist ein maßgeblicher Faktor für die Qualität und Dauerhaftigkeit des Betons, er beeinflusst die Verarbeitungseigenschaften wie z.B. die Verdichtungswilligkeit sowie die Neigung zum Entmischen und Wasserabsondern, das Schwindverhalten, die Früh- und Endfestigkeit, den Widerstand gegen Frostangriff sowie chemischen Angriff, die Rissneigung, die mechanische Beanspruchung, etc.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ist vom Betonhersteller regelmäßig der Wassergehalt der Gesteinskörnung und des Frischbetons zu bestimmen. DIN 1045-2:2023-08 sieht in Tabelle 32 „Kontrolle der Herstellverfahren und der Betoneigenschaften“ für Beton nach Eigenschaften vor:

- Wassergehalt der feinen Gesteinskörnung: Wenn nicht kontinuierlich, dann täglich; abhängig von örtlichen Bedingungen und Wetterbedingungen können mehr oder weniger häufige Prüfungen erforderlich sein.

- Wassergehalt der groben Gesteinskörnungen: Abhängig von örtlichen Bedingungen und Wetterbedingungen.

- Wassergehalt des Frischbetons: Jede Charge oder Ladung

In DIN 1045-2:2023-08 Anhang R Tabelle R.3 – Zusätzliche Kontrolle der Herstellverfahren und der Betoneigenschaften bei Beton der Druckfestigkeitsklassen ab C70/85 bis einschließlich C100/115 oder Leichtbeton ab LC55/60 bis einschließlich LC80/88 werden ähnliche Prüfanforderungen für den Hochfesten Beton/Leichtbeton gestellt:

- Wassergehalt der feinen Gesteinskörnung: laufend, Messung am Betoniertag vor Betonierbeginn

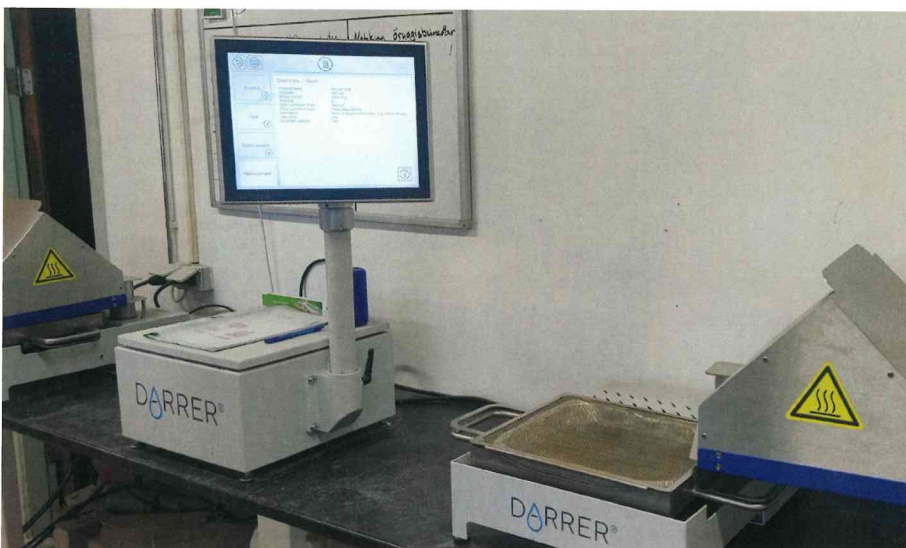
- Wassergehalt des Frischbetons: bei jeder Herstellung von Probekörpern für die Festigkeitsprüfung, jedoch höchstens dreimal je Betoniertag

DIN 1045-3:2023-08 schreibt zwar für die Abnahme des Frischbetons auf der Baustelle keine Prüfung des Wassergehalts vor, jedoch können zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (z.B. die ZTV-ING und die ZTV-W) das Bauunternehmen dazu verpflichten. Im BAW-Merkblatt „Entmischungssensibilität von Beton (MESB), Ausgabe 2019 – Anlage A Auswaschversuch (informativ)“ wird im Abschnitt A.3.5 „Begleitende Frischbetonprüfungen“ gefordert: Bei Beton aus einer Transportbetonmischanlage ist der Wassergehalt des Frischbetons im Darrversuch gemäß DBV-Merkblatt „Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton“ zu bestimmen.

Der Darrversuch

Den Wassergehalt des Frischbetons durch Wiegen und Trocknen bis zu Gewichtskonstanz zu ermitteln und daraus unter Berücksichtigung des Kernwassers der Zuschläge den Wasserzementwert zu errechnen, ist grundsätzlich nicht neu. Das konventionelle Verfahren ist aber aufwändig und zeitraubend. Mit dem DARRER steht nun der Betonindustrie ein Prüfgerät zur Verfügung, das die Abläufe strafft und vereinfacht. Mit dem DARRER kann frischer Beton oder entsprechende mineralische Gesteinskörnungen bis zu einer Einwaage von 2 kg im automatisch gesteuerten Durchgang bis zur Massenkonstanz gedarrt werden.

Die gängigste Methode in Deutschland zur Bestimmung des Wassergehalts von



Gleich zwei Geräte sind bei Concrete Produktion and Distribution in Reykjavik im Einsatz.

Foto: CTO Concrete Produktion and Distribution



Einfüllen der Probe in den DARRER.

Foto: Concrete Production and Distribution

Frischbeton ist der so genannte Darrversuch in Anlehnung an die zurückgezogene DIN 1048-1:1991-06 bzw. ZTV-ING – Teil 3 Massivbau – Abschnitt 1 Beton Kapitel 10.1.1 bzw. das DBV-Merkblatt „Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton“. Dabei wird der Wassergehalt durch schnelles Trocknen des Frischbetons mit einer Gasflamme bis zur Gewichtskonstanz ermittelt, während das Material kontinuierlich umgerührt wird. Mithilfe der bekannten Frischbetondichte, dem Anteil des Kernwassers der Gesteinskörnungen und des Zementgehalts kann dann anschließend der Wasserzementwert berechnet werden. Der Wassergehalt ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Anfangsgewicht der Frischbetonprobe und ihrer Masse nach dem Abkühlen.

Die Menge des Zugabewassers ist zwar bekannt, allerdings kann der tatsächliche w/z-Wert durch kleine Restwassermengen im Mischfahrzeug, durch Regen während des Transports oder durch die Feuchtigkeit der Gesteinskörnung – aber auch nicht erlaubte Wasserzugabe auf der Baustelle – vom berechneten Wert abweichen.

Das Verfahren ist in verschiedenen Regelwerken festgelegt und in Deutschland im DBV-Merkblatt „Besondere Verfahren

zur Prüfung von Frischbeton“ sowie in der ZTV-ING – Teil 3 Massivbau – Abschnitt 1 Beton beschrieben. Es hat den Vorteil, auf der Baustelle durchführbar zu sein, erfordert jedoch eine vergleichsweise große Probenmenge von 5 kg und ist anfällig für Fehler aufgrund von Restfeuchte und Materialverlust beim Rühren.

Das Mikrowellendarren ist eine alternative Methode zur Wassergehaltsbestimmung im Frischbeton. Im Gegensatz zum Darrversuch in der Pfanne, erfolgt die Trocknung im Mikrowellenherd mit kleineren Mengen. Dieses Verfahren setzt allerdings einen sorgfältigen Umgang beim Ein- und Auswiegen der Proben sowie bei der manuellen Berechnung des Wasserwerts voraus.

Eine weitere Methode zur Wassergehaltsbestimmung im Frischbeton ist die Abflammmethode oder das Trocknen mit Spiritus. Hierbei wird die Frischbetonprobe zunächst mit Spiritus vermischt, angezündet und dann erneut mit Spiritus behandelt, während sie kontinuierlich gerührt wird. Der Wasserverlust wird anhand der Farbveränderung der Probe festgestellt. Obwohl dieses Verfahren auf Baustellen durchführbar ist, hat es ähnliche Fehlerquellen wie die vorherbeschriebenen Darrversuche aufgrund der manuellen Durchführung.

Die in den meisten europäischen Ländern verbreitete übliche Bestimmung des Wassergehalts mittels Darren ist mit 30 Minuten bis 45 Minuten Dauer relativ zeitaufwändig und mit Ungenauigkeiten behaftet. Die häufigsten Fehlerquellen sind:

- Proben sind nicht vollständig getrocknet zu geringer Wassergehalt
- Beim Umrühren geht Problematerial verloren zu hoher Wassergehalt
- Proben werden zu langsam getrocknet – zu geringer Wassergehalt
- Kernfeuchte wird nicht berücksichtigt – zu hoher/niedriger Wasserzementwert

Der DARRER

Die Qualitätssicherung ist mit dem DARRER der QAVERTec deutlich einfacher. Das Gerät besteht aus der Station, einem hochwertigen, feuchtraumgeeigneten netzwerkfähigem Windows PC mit 15 Zoll Display inklusive der Steuerungshardware, und der Waage mit Trocknungseinheit. Mit dem Gerät können bis zu 2 kg Frischbeton oder alle anderen mineralischen Komponenten innerhalb von wenigen Minuten geprüft werden. Der Darrvorgang kann entweder direkt oder über ein hinterlegtes Produkt, z.B. eine bestimmte Betonzusammensetzung oder eine Gesteinskörnung, gestartet werden. Die Messergebnisse werden mittels eines Protokolls gespeichert. Ist der DARRER mit dem firmeneigenen Netzwerk verbunden, kann jeder der Zugriff auf dieses

hat die Ergebnisprotokolle ortsunabhängig einsehen. Des Weiteren kann der DARRER mit der Mischanlage kommunizieren, die Batch- oder Chargennummer der zu prüfenden Probe übernehmen und das Ergebnis anschließend zur elektronischen Weiterverarbeitung zur Verfügung stellen.

So z.B. bei Kai Westphal auf Island, da übernimmt die Software vom österreichischen Entwickler Simma Electronic die ermittelten DARRER Ergebnisse direkt in die Steuerung der Mischanlage und reguliert so die Zugabe des Wassers. Zusätzlich übernimmt das CMS System die Ergebnisse, um mittels der Frischbetonrohddichte den w/z-Wert zu berechnen. Der w/z-Wert wird dann mit dem entsprechenden Chargenprotokoll im Lieferschein mit aufgeführt.

Die Messprotokolle der Proben werden abgespeichert und einzelnen Lieferungen und Fahrmischern zugeordnet. Über das Netzwerk können die Protokolle über sämtliche Kanäle, wie Smartphone, etc. bereitgestellt werden.

Eine DARRER-Station kann insgesamt bis zu vier Units parallel betreiben.

Kai Westphal ist von den Vorteilen des Geräts begeistert. „Wir haben bislang mit der Mikrowelle gedarrt, so wie es in Skandinavien weit verbreitet ist. Der Nachteil dabei ist, dass man nie weiß, ob die Gewichtskonstanz wirklich erreicht ist. Beim DARRER wird der Darrprozess graphisch dargestellt und die eingebaute Waage registriert das Erreichen der Massekonstanz und beendet den Messvorgang automatisch. Gerade für Transportbetonwerke mit einem hohen Durchsatz und einem hohen Prüfaufkommen lohnt sich die Anschaffung des DARRERs, denn die Prüfung des Wassergehalts ist dadurch erheblich einfacher und schneller.“

„Früher, wenn ich nach herkömmlichen, zeitaufwändigen Prüfungen festgestellt habe, dass der w/z-Wert in der aktuellen Charge nicht stimmt, waren schnell einige 100 m³ umsonst produziert, bevor der Mischer neu eingestellt war“, so Kai Westphal

„Auch zur Ausstattung von Großbaustellen mit einem eigenen Baustoffprüflabor vor Ort eignet sich der DARRER“, ergänzt Sönke Hansen, Geschäftsführer der QAVERTec. „So wird z.B. eine Station mit vier Units in einem Prüflabor auf einer der größten Baustellen Nord-Europas eingesetzt. Hier laufen die DARRER im 24/7 Betrieb zur Überwachung der Rohstoffeigenschaften und zur Gegenprüfung der w/z-Werte an den Mischanlagen.“ hk

Literatur

- [1] Zimmer, U. P.; Reuter, H.-H.: Betonprüfung kompakt – Die 33 wichtigsten Untersuchungen in Wort und Bild. 2. überarbeitete Auflage, Verlag Bau+Technik, Düsseldorf 2019, ISBN 978-3-7640-0629-7