

Einfluss des Luftgehaltes im Frischbeton auf die Luftporenkennwerte

Text | Stefan Krispel
Bilder und Grafiken | © VÖZFI

Bei der Kombination von Luftporen- und Fließmitteln kommt es vor, dass sich selbst bei gleicher Betonzusammensetzung und gleichem Gesamtluftgehalt unterschiedliche Luftporensysteme einstellen. Ein wesentliches Ergebnis des BMVIT Forschungsprojektes – Straßenforschung 3.344 ist, dass die Luftporenverteilung bei einer Betonzusammensetzung und sonst gleichen Bedingungen bei hohem und niedrigem Luftgehalt nahezu gleich ist. Eine Errechnung der Luftporenkennwerte mit einem anderen Luftgehalt als jenem der Erstprüfung ist möglich.

Problemstellung

Bei der Kombination von Luftporen- und Fließmitteln kommt es vor, dass sich selbst bei gleicher Betonzusammensetzung und gleichem Gesamtluftgehalt unterschiedliche Luftporensysteme einstellen. Sinkt der Anteil der Luftporen mit Durchmesser $\leq 0,3$ mm unter etwa 60 % (bezogen auf den Luftgehalt von Luftporen bis 1 mm Durchmesser) besteht erfahrungsgemäß die Gefahr, dass die normativ geregelten Luftporenkennwerte (Mikroluft L300 und falls erforderlich Abstandsfaktor AF) nicht eingehalten werden. Die Überprüfung des Gesamtluftgehaltes am Frischbeton alleine liefert ohne Nachweis am Festbeton (im Zuge der Erstprüfung einer Betonsorte) keine ausreichende Aussage über die Porenverteilung.

Wenn es zu einem ungewollten bzw. unkontrollierten Eintrag von Luft kommt, ist diese zwar als Gesamtluftgehalt im Frischbeton prüf- und beurteilbar, eine positive Bestimmung des Gesamtluftgehaltes am Frischbeton bedeutet aber keinesfalls zwingend ein positives Ergebnis für das

Luftporensystem gemessen am Festbeton. Um zu vermeiden, dass die Erstprüfung zur Festlegung des erforderlichen Mindestluftgehaltes zur Erzielung der notwendigen Luftporenkennwerte mehrmals wiederholt werden muss, ist es sinnvoll zu untersuchen, ob mit der rechnerischen Ermittlung der Mindestluftgehalte nach Vorschlag der ONR 23302 auch zielsicher das gewünschte Luftporensystem erreicht wird. Zu klären war deshalb, ob die Luftporenverteilungen von nahezu identisch zusammengesetzten Betonen auch bei unterschiedlichen Gesamtluftgehalten vergleichbar sind.

Luftporenverteilung

In Abbildung 1 sind ein gutes und ein schlechtes Luftporensystem mit einem Gesamtluftgehalt von etwa 4 % dargestellt. Unschwer ist anhand der Verteilung und der Durchmesser der Luftporen der Unterschied zwischen einem guten und einem schlechten Luftporensystem zu erkennen.

In Abbildung 2 sind die Luftporensysteme von zwei nahezu identisch hergestellten Betonen (Bindemittelgehalt, Sieblinie, Mischwirkung, nicht identisch ist der Hersteller und die Dosierung des LP-Mittels) dargestellt. Beton 1 [rote Linie] zeigt ein positives Luftporensystem bei einem Gesamtluftgehalt von etwa 4 %, Beton 2 [blaue Linie] zeigt erst bei einem Luftgehalt von etwa 9 % ein knapp positives Luftporensystem.

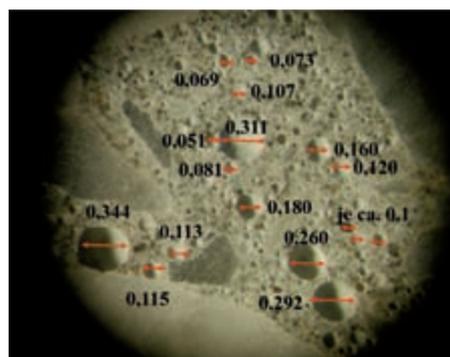
Im Rahmen des BMVIT Forschungsprojektes – Straßenforschung 3.344 wurden Untersuchungen an unterschiedlichsten Betonen durchgeführt um nachfolgende Voraussetzungen zur zielsicheren Herstellung von Luftporenbeton zu verifizieren:

- Zusammenhang des Luftgehaltes des Frischbetons mit den LP-Kennwerten bestimmt am Festbeton
- Möglichkeit der Umrechnung der Luftgehalte des Frischbetons (= L1000 analog ONR 23302) wie in der ONR 23302 vorgeschlagen

Mit der Umrechnung der LP-Kennwerte nach ONR 23302 kann die Untergrenze des Luftgehaltes im Frischbeton, bei der die Anforderungen an die Luftporenkennwerte (L300 und AF) eingehalten sind, ermittelt werden. Auf der Baustelle ist nach Festlegung des Mindestluftgehaltes in der Erstprüfung die Einhaltung desselben lt. bestätigtem Formblatt 1-1 zu überprüfen.

Abbildung 3 zeigt die Luftporenverteilung zweier Betone, welche mit einem Luftgehalt im Frischbeton von etwa 4 % hergestellt wurden. Beton MV1 [rote durch-

Abbildung 1: links: schlechtes Luftporensystem; rechts: gutes Luftporensystem



gehende Linie] weist ein gutes Luftporensystem mit einer ausreichenden Anzahl an feinen Luftporen auf. Beton MV2 [rote gestrichelte Linie] hingegen zeigt bei gleichem Gesamtluftgehalt ein schlechtes Luftporensystem mit einer geringen Anzahl an feinen und einer größeren Anzahl an für die Beständigkeit nicht relevanten größeren Luftporen.

In Abbildung 4 ist, basierend auf Abbildung 3, zusätzlich die Luftporenverteilung zweier Betone, welche mit einem Luftgehalt im Frischbeton von etwa 8 % hergestellt wurden, eingefügt. Beton MV3 [blaue durchgehende Linie] stellt ein gutes Luftporensystem mit einer ausreichenden Anzahl an feinen Luftporen dar. Beton MV4 [blaue gestrichelte Linie] hingegen zeigt bei gleichem Gesamtluftgehalt ein schlechtes Luftporensystem mit einer geringen Anzahl an feinen und einer größeren Anzahl an für die Beständigkeit nicht relevanten größeren Luftporen. Unabhängig vom Gesamtluftgehalt im Frischbeton (hier etwa 4 % und etwa 8 %) zeigt Abbildung 4, dass die Luftporensysteme der Betone ähnliche bzw. hier nahezu deckungsgleiche Verläufe der Luftporenverteilungen ≤ 1 mm aufweisen.

Daraus kann abgeleitet werden, dass unter sonst gleichen Bedingungen (Bindemittelgehalt, Konsistenz, Sieblinie, Mischwirkung) die Luftporenverteilung bei Betonen mit hohem Luftgehalt im Frischbeton und bei Betonen mit niedrigem Luftgehalt im Frischbeton gleich bzw. gleichwertig ist. Die Ergebnisse des BMVIT Forschungsprojekts – Straßenforschung 3.344 konnten somit die Festlegungen der ONR 23302 bestätigen.

Zusammenfassung

Wesentliches Ergebnis des Forschungsvorhabens ist, dass die Luftporenverteilung bei einer Betonzusammensetzung und sonst gleichen Bedingungen (Konsistenz, Sieblinie, Mischwirkung) bei hohem und niedrigem Luftgehalt nahezu gleich ist. Eine Errechnung der Luftporenkennwerte mit einem anderen Luftgehalt als jenem der Erstprüfung ist möglich. Wenn der Nachweis der LP-Kennwerte am Festbeton gemäß ÖNORM B 4710-1:2007 Anhang A.5 als erster Schritt nicht positiv absolviert werden kann, ist die Errechnung als erweiterter Nachweis durchzuführen. Die Festlegung der zulässigen Grenzen, die Vorgangsweise und die Errechnung sind in ONR 23302 geregelt. Diese Vorgangsweise ist insbesondere für die zielsichere Herstellung von Beton mit der Eigenschaft „Frost-Taumittel-Beständigkeit“ (z.B. Expositionsklasse XF4 gemäß ÖNORM B 4710-1 bzw. Ober- und Unterbeton gemäß RVS 08.17.02) hilfreich. Weiters erfolgt eine Vereinfachung der Überprüfung im Zuge der Anlieferung, da bauseits die Einhaltung der normativ vorgegebenen und in Formblatt 1-1 deklarierten Mindest- bzw. Höchstluftgehalte einfach kontrolliert werden kann.

Abbildung 2: Luftporensysteme von Beton mit stetiger Sieblinie

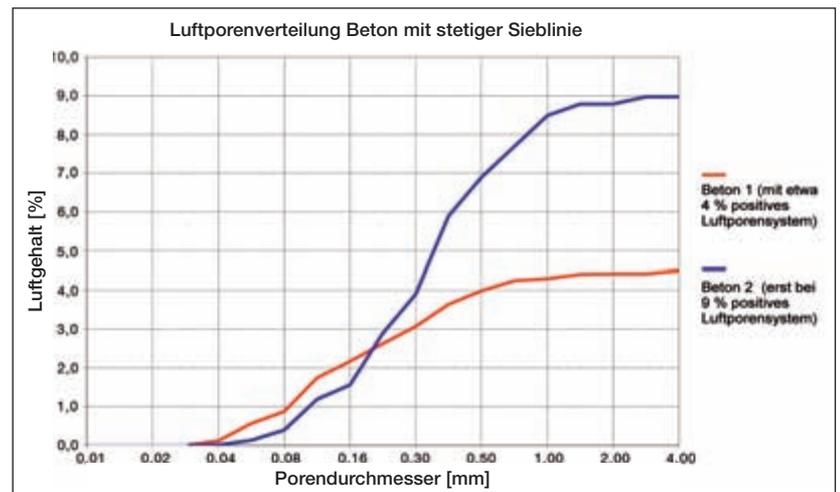


Abbildung 3: Gute und schlechte Luftporenverteilung bei einem Gesamtluftgehalt im Frischbeton von etwa 4 %

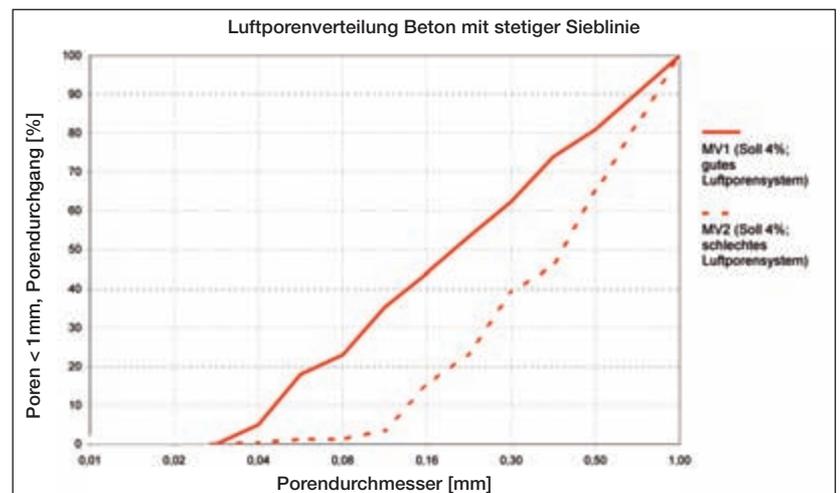
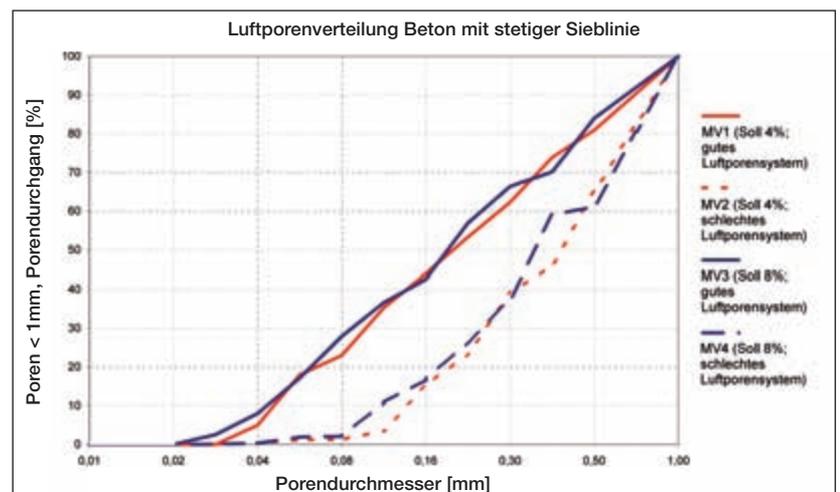


Abbildung 4: Gute und schlechte Luftporenverteilung bei einem Gesamtluftgehalt im Frischbeton von etwa 4 % und etwa 8 %



Autor:

Mag.(FH) DI Dr. Stefan Krispel,
Forschungsinstitut der VÖZ, Wien

www.zement.at