

Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen

1 Qualität von Betonbauteilen

Die Betonwerke müssen im Rahmen der Konformitätskontrolle gemäss Norm SN EN 206-1 die Betonqualität an Prüfkörpern nachweisen. Dies wird auch von den Überwachungsstellen kontrolliert und zertifiziert. Die Betonqualität des auf der Baustelle eingebauten Betons kann jedoch durch Probleme beim Transport, dem Einbau und/oder der Nachbehandlung schlechter sein als im Betonwerk. Folglich ist eine Qualitätskontrolle am fertigen Bauteil wünschenswert. Idealerweise sollte die Kontrolle zerstörungsfrei sein. Für einige wenige zerstörungsfreie bzw. -arme Prüfungen liegen Normen vor:

- Bohrkernfestigkeit, Prüfung nach SN EN 12504-1, Anforderung siehe SN EN 13791
- Rückprallzahl (Schmidhammer), Prüfung nach SN EN 12504-2
- Ultraschallgeschwindigkeit, Prüfung nach SN EN 12504-4
- Luftpermeabilität, Prüfung und Anforderung nach SIA 262/1

Die Luftpermeabilitätsmessung (Abb. 1) beruht auf folgendem Prinzip: In einer Saugglocke befinden sich eine Prüfkammer und ein diese Kammer umgebender Schutzring, die beide zur Betonoberfläche hin geöffnet sind. Mit einer Vakuumpumpe wird ein Unterdruck erzeugt. Danach wird die Verbindung von der Prüfkammer zur Vakuumpumpe luftdicht verschlossen. In der Prüfkammer wird der Druckanstieg durch die aus dem Beton einströmende Luft in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Der Druck im Schutzring wird laufend so geregelt, dass dieser identisch mit dem in der Prüfkammer ist. Aus der zeitlichen Veränderung des Drucks und weiteren Kenngrössen wird die Luftpermeabilität berechnet. In der Norm SIA 262/1, Anhang E, sind detaillierte Hinweise zur Auswahl und zur Vorbereitung der Prüfflächen sowie zur Durchführung enthalten. Da die Methode darauf beruht, dass die Poren im Beton nicht voller Wasser sind, muss vor der Messung der Feuchtegehalt des Betons bestimmt werden. Auch bestehen Anforderungen an die minimalen Bauteiltemperaturen. Zudem sind in der Norm Richtwerte für die Beurteilung der Ergebnisse von Luftpermeabilitätsmessungen gegeben (Tab. 1).

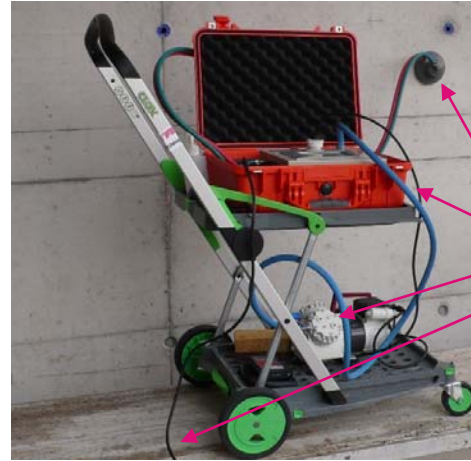


Abb. 1: Messung der Luftpermeabilität mit dem Messgerät PermeaTORR

Saugglocke
Steuergerät
Vakuumpumpe
Stromkabel

Diese Hinweise und Richtwerte wurden im Rahmen eines ASTRA-Forschungsprojektes erarbeitet [2].

Bei jeder zu untersuchenden Bauteilfläche werden 6 Messungen durchgeführt. Wenn 5 der 6 Ergebnisse die Anforderungen (Tab. 1) erfüllen, entspricht der Beton den Anforderungen. Liegen 2 von den 6 Ergebnissen über den Anforderungen, können weitere 6 Messungen vorgenommen werden. Von diesen 6 neuen Messungen müssen 5 Ergebnisse die Anforderungen von Tab. 1 erfüllen. Liegen 3 der ersten 6 Ergebnisse oberhalb der Anforderungen der Tab. 1, entspricht der Beton nicht den Anforderungen. Jede Messung dauert 6 Minuten; bereits während der Messung kann abgeschätzt werden, wo die Luftpermeabilität liegt (Abb. 2).



Abb. 2: Grafik mit Anzeige des Druckverlaufs während der Messung

Weitere Hinweise zum Messgerät finden sich unter www.permeatorr.ch.

Bezeichnung	Betonsorte						
	A	B	C	D	E	F	G
Druckfestigkeitsklasse	C20/25	C25/30	C30/37	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Expositionsklassen (CH)	XC1, XC2	XC3	XC4, XF1	XC4, XD1, XF2	XC4, XD1, XF4	XC4, XD3, XF2	XC4, XD3, XF4
Minimaler Zementgehalt [kg/m ³]	280	280	300	300	300	320	320
Maximaler w/z-Wert	0,65	0,60	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
Luftpermeabilität k_{Ts} [10 ⁻¹⁶ m ²]	-	-	2,0	2,0	2,0	0,50	0,50

Tabelle 1: Richtwerte für die Beurteilung der Ergebnisse der Luftpermeabilitätsmessungen von wenigen Wochen altem Beton, aus Norm SIA 262/1

2 Zustandsuntersuchung

Neben der Qualitätskontrolle an jungem Beton können mit der Luftpermeabilitätsmessung auch Hinweise auf die Qualität älterer Betonbauteile erhalten werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Frage des Korrosionsrisikos im Hochbau infolge Karbonatisierung, wenn die Bewehrungsüberdeckung im Vergleich zur Anforderung der Norm SIA 262 ungenügend ist (Abb. 3). Statt der nach Norm SIA 262 geforderten nominalen Bewehrungsüberdeckung von 40 mm bzw. minimalen von 30 mm war bei einem vier Jahre alten Gebäude die Bewehrungsüberdeckung bei den Sichtbetonfassaden teilweise zu gering. Es stellte sich somit die Frage, ob der vorliegende Mangel zu einer verkürzten Nutzungsdauer führen könnte bzw. vorgezogene Instandsetzungsarbeiten vorzunehmen wären. Um diese Fragen zu beantworten, wurde die Luftpermeabilität nach SIA-Norm 262/1 an sechs Sichtbetonwänden an jeweils 6 Stellen bestimmt.

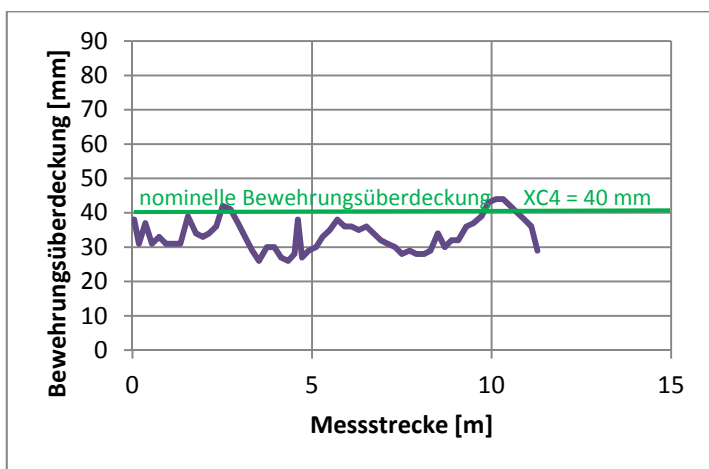


Abb. 3: Bewehrungsüberdeckung an Wand C

An zwei (A, B) der sechs (A – F) Sichtbetonwänden wurde die Betonqualität aufgrund der Luftpermeabilitätsergebnisse als ungenügend eingestuft, d.h. die Anforderungen von Tab. 1 für die Betonsorte C wurden nicht erfüllt. An den anderen vier Wänden (C-F) wurden nicht nur die Anforderungen an die Betonsorte C sondern auch an die Betonsorten F und G erfüllt; also ein dichter Beton. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- Die Wände C – F weisen eine ausreichende Betonqualität auf, um eine nennenswerte karbonatisierungsbedingte Bewehrungskorrosion während der geplanten Nutzungsdauer zu vermeiden
- Die Wände A und B weisen während der geplanten Nutzungsdauer ein klares Risiko bezüglich einer karbonatisierungsbedingten Bewehrungskorrosion auf.

Bei den Wänden A und B erfolgten dann weitere Untersuchungen an Bohrkernen.

Referenzen

- [1] SIA 262/1 (2013): Betonbau – Ergänzende Festlegungen
- [2] Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen (2009): VSS-Bericht 641

Dr. Frank Jacobs

NEUE NORMEN

- SN EN 12390-13: Elastizitätsmodul von Beton, ersetzt ab 1.5.2014 die Prüfung nach SIA 262/1, Anhang G
- Korrigenda SN EN 206-1/NE:2013; siehe SIA-homepage

WEITERBILDUNG BEI UNS IM HAUS



FEBRUAR 2014

- 17.-19.02. **Betontechnologie für Maschinisten**
- 25.02. **Auf der Baustelle überzeugen**
- 25.02. **Bodenstabilisierung**

MÄRZ 2014

- 18.03. **La norme SIA 267 (2013) révisée**
- 21.03. **Schäden und Mängel vermeiden durch Projektqualitätsmanagement im Bauwesen**
- 24.-25.03. **Betontechnologie für Neueinsteiger**

APRIL 2014

- 02.04. **Gesteinskörnung für Beton, die SN EN 12620**
- 03.04. **Befestigungen, Verbindungen und Verankerungen im Betonbau**
- 08.04. **Vertragsmanagement im Bauwesen**
- 15.04. **Zerstörungsfreie Prüfungen am Bauwerk**
- 29.04. **Bodenbeläge aus Zement**
- 30.04. **Weisse Wannen**

MAI 2014

- 14.05. **Erhaltungsmanagement im Siedlungsgebiet**
- 20.05. **Hangsicherungen und Baugrubenabschlüsse**
- 22.05. **Fissures dans le béton**
- 27.05. **Liegenschaftsentwässerungen**
- 28.05. **Anlagentechnik für Architekten und Ingenieure**

JUNI 2014

- 03.06. **Die revidierte Norm SIA 267 Geotechnik**
- 12.06. **Haftungsrisiken für Organe + leitende Angestellte**
- 24.06. **Naturgefahren begegnen im Hoch- und Tiefbau**
- 25.06. **Änderungen in der revidierten SIA 262**

ANMELDUNG unter: Weiterbildungszentrum TFB AG,
062 887 72 77, schulung@tfb.ch, <http://www.bauundwissen.ch>

AUSBLICK AUF KÜNFTIGE THEMEN

- Mikroskopieanwendungen
- Wasserdichte Betonkonstruktionen
- Betonieren bei extremen Temperaturen