

Nachbehandlung von Beton

1 Nachbehandlung

Gemäss Ziffer 6.4.5.5 der Norm SIA 262 „Betonbau“ darf der Frischbeton beim Einbringen ohne besondere Massnahmen nicht kälter als 5 °C und nicht wärmer als 30 °C sein. Das Anmachwasser und die Gesteinskörnung sind bei Bedarf vorzuwärmen bzw. abzukühlen. Nach dem Einbau ist der Beton auf eine geeignete Art und Weise nachzubehandeln.

Unter Nachbehandlung versteht die Norm SIA 262: Beton ist unverzüglich und solange gegen Auswaschen, vorzeitiges Austrocknen durch Sonnenbestrahlung oder Wind, starke Temperaturwechsel und schädliche Erschütterungen zu schützen, bis er eine genügende Festigkeit entwickelt hat. In der Ausgabe 2013 der Norm SIA 262 ist erstmals genauer geregelt, wie lange Beton nachzubehandeln ist. Es werden 4 Nachbehandlungsklassen definiert (Tab. 1), die vom Planer projekt- und bauteilspezifisch zu fordern sind. Der Nachweis, wann die geforderte Druckfestigkeit erreicht wurde, kann gemäss Norm SIA 262 mittels der Methode der gewichteten Reife, Modellierungen, Rückprallhammermessungen oder anderen geeigneten Methoden erfolgen.

Tabelle 1: Nachbehandlungsklassen

Nachbehandlungsklassen	1	2	3	4
Dauer (Stunden)	12 ¹⁾	-	-	-
Anteil der charakterist. Druckfestigkeit nach 28 Tagen	-	35 %	50 %	70 %
Anforderungen		normal	erhöht	hoch

1) Sofern das Abbinden nicht länger als 5 Stunden dauert und die Betontemperatur an der Oberfläche mindestens 5 °C beträgt.

In der Praxis wird man sich zumeist auf die in der Norm abgedruckte Tabelle (Tab. 2) mit den Richtwerten zur Mindestnachbehandlungsdauer abstützen, da deren Anwendung sehr einfach ist.

In der Regel besteht die Nachbehandlung bei Aussentemperaturen zwischen +10 °C und +25 °C aus Abdecken, Feuchthalten, in der Schalung Belassen oder dem Auftragen eines Nachbehandlungsmittels. Besondere Massnahmen sind bei Aussentemperaturen vorzusehen, die unter +10 °C oder über +25 °C liegen und bei massigen Bauteilen.

Im Zementmerkblatt B 8 ist die Nachbehandlungsmethode etwas detaillierter angegeben (Tab. 3). Es ist darauf zu achten, dass die Nachbehandlungsmittel zum richtigen Zeitpunkt (mattfeuchte Oberfläche) aufgetragen werden, um ihre grösstmögliche Wirkung zu entfalten. Wird die Betonoberfläche bewässert ist, ist darauf zu achten, dass kein Temperaturschock an der Betonoberfläche auftritt, wodurch Risse entstehen können.

2 Temperatur und Betonqualität

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass z.B. höhere Temperaturen kürzere Nachbehandlungsdauern ermöglichen. Dies könnte für einen schnelleren Baufortschritt genutzt werden. Dadurch entsteht eventuell der Eindruck, dass höhere Temperaturen besser für Beton sind. Es ist jedoch seit vielen Jahrzehnten bekannt, dass die Betonqualität im höheren Alter (mehrere Monate) umso weniger zunimmt, desto höher die Lagerungstemperatur im jungen Alter war. Auf der Baustelle zeigt sich dies wie folgt (Abb. 1): Die 3-Tage Würfeldruckfestigkeit ist umso höher desto wärmer es ist und bereits im Alter von 28 Tagen zeigt sich ein gegenteiliger Trend. Wären die Prüfkörper nicht nur während der ersten Tage sondern länger auf der Baustelle gelagert worden, wäre der Effekt noch deutlicher.

Tabelle 2: Mindestnachbehandlungsdauer für die Nachbehandlungsklassen

$$(r = f_{cm,2\text{Tage}} / f_{cm,28\text{Tage}})$$

		Mindestnachbehandlungsdauer [Tage] ¹⁾									
Festigkeitsentwicklung bei 20 °C		schnell			mittel			langsam			sehr langsam
		r ≥ 0.50			0.50 > r ≥ 0.30			0.30 > r ≥ 0.15			r < 0.15
Nachbehandlungsklassen		2	3	4	2	3	4	2	3	4	
T _{Oberfläche Beton} [°C]	t ≥ 25	1,0	1,5	3	1,5	2,5	5	2,5	3,5	6	festzulegen
	25 > t ≥ 15	1,0	2,0	5	2,5	4	9	5	7	12	
	15 > t ≥ 10	1,5	2,5	7	4	7	13	8	12	21	
	10 > t ≥ 5 ²⁾	2,0	3,5	9	5	9	18	11	18	30	

1) Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.

2) Bei Temperaturen unter 5 °C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeitspanne zu verlängern, während der die Temperatur unter 5 °C lag.

Tabelle 3: Nachbehandlungsarten gemäss Zement-Merkblatt B 8 „Nachbehandeln von Beton“

Art	Massnahmen	Oberflächen-, Lufttemperatur [°C]					
		< -3	-3 - +5	5 - 10	10 - 15	15 - 25	> 25
Folie oder Nachbehandlungsmittel	+ Wasser zusätzlich: - Holzschalung nässen - Stahlschalung vor Sonne schützen					(X) ²	X
	ggf. zusätzliche Massnahmen (siehe oben)			X	X	X	
	+ Wärmedämmung Verwendung wärmedämmender Schalung (z.B. Holz) sinnvoll, Stahlschalung mit Dämmmatten abhängen Arbeitsplatz Einhausen, ggf. Beheizung (z.B. Heizstrahler) zusätzlich: T _{Beton} mind. 3 Tage ≥ +10 °C		X ¹				
ständig sichtbaren Wasserfilm auf Betonoberfläche vorhalten				(X)	X	X	

1) nicht benetzen; Tau-/Regenwasser fernhalten.
2) bei ungünstigen Bedingungen (z.B. starker Wind) und Expositionsklassen XD, XF sinnvoll.

Im Rahmen eines vom ASTRA finanzierten Forschungsvorhabens an der TFB AG zum Einfluss der Nachbehandlung auf die Betonqualität bestätigte sich der deutliche Einfluss der Lagerungstemperatur auf die Festigkeit und die Dauerhaftigkeit des Betons. Es können somit deutliche Schwankungen in der Festigkeit und Dauerhaftigkeit auftreten, die nicht auf Schwierigkeiten bei der Betonherstellung oder dem Betoneinbau zurückzuführen sind. Da, wie erwähnt, der Temperatureinfluss auf die Betonqualität gross ist, verlangt die Norm SN EN 206-1 beim Konformitätsnachweis eine

Lagerung bei klar definierten, konstanten Bedingungen. Da bei höheren Temperaturen Zement schneller hydratisiert, entwickelt der Beton höhere Temperaturen, was wiederum zu einer vermehrten Rissbildung (Trennrisse) führt. Z.B. langsame reagierende Zemente oder Zusatzstoffe können hier Abhilfe schaffen. Bei der Festlegung von Anforderungen an die Betonqualität im Bauteil sollte der Einfluss der Temperatur berücksichtigt werden.

Dr. Frank Jacobs

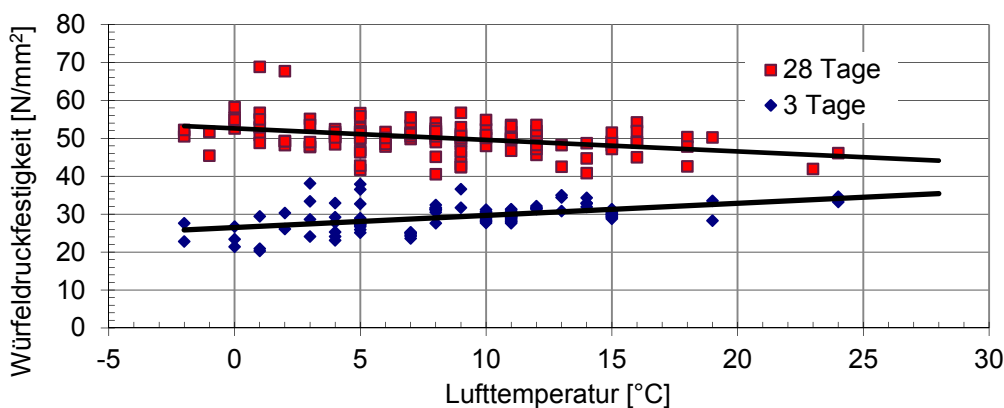


Abbildung 1: 3- und 28-Tage Druckfestigkeit in Abhängigkeit von der Lufttemperatur. Bei diesem Tiefbauobjekt erfolgte die Lagerung nur während der ersten Tage auf der Baustelle; danach wurden die Prüfkörper bei 20 °C und unter Wasser im Labor gelagert.

WEITERBILDUNG BEI UNS IM HAUS

BAU UND WISSEN
Das Forum für Wissenstransfer der Baubranche

ANMELDUNG bis September 2013 unter schulung@tfb.ch, später unter: Weiterbildungszentrum TFB AG, 062 887 72 77, schulung@tfb.ch, <http://www.bauundwissen.ch>

NOVEMBER

- 06.11.2013 Bauleitung
- 12.11.2013 SIA 262 (deutsch)
- 13.11.2013 Befestigungen im Betonbau
- 28.11.2013 SIA 262 (französisch)

DEZEMBER

- 03.12.2013 Stahlbetonverbundbau
- 05.12.2013 Burgdorfer Wasserbautagung 2013
- 12.12.2013 Änderungen in den Betonnormen

AUSBLICK AUF KÜNFTIGE THEMEN

- Karbonatisierungswiderstand von Beton
- Wasserdichte Betonkonstruktionen
- Merkblatt 2006: Durchführung und Interpretation der Potentialmessung an Stahlbetonbauten

Impressum

TFB-Bulletin wird mehrmals jährlich elektronisch versandt. Herausgeber: TFB AG Technik und Forschung im Betonbau, Lindenstrasse 10, 5103 Wildegg, Tel. 062 887 72 72, E-Mail bulletin@tfb.ch; Redaktion: Dr. Veronika Klemm