

Nachbehandlung von Beton



BASF Performance Products GmbH

Geschäftsbereich Betonzusatzmittel

Inhalt

- Was versteht man unter Nachbehandeln
- Zweck der Nachbehandlung
- Arten der Nachbehandlung
- Dauer der Nachbehandlung
- Zusammenfassung



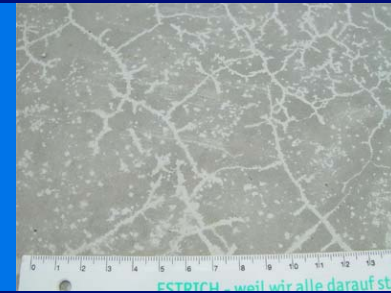
Was versteht man unter Nachbehandeln

- Unter Nachbehandlung versteht man den Schutz des jungen Betons bis zum ausreichenden Erhärten
- Ein wesentlicher Teil der Nachbehandlung ist der Schutz gegen Austrocknen
- Bei vorzeitiger Verdunstung würden Kapillarporen im Zementstein entstehen
 - das Gefüge bliebe poröse
 - die Festigkeit würde geringer Ausfallen
 - die Wasserundurchlässigkeit könnte nicht vorhanden sein
 - die Dauerhaftigkeit wäre nicht ausreichend
- Daher muss Beton bis zum genügenden Erhärten gegen zu schnelles Austrocknen geschützt werden



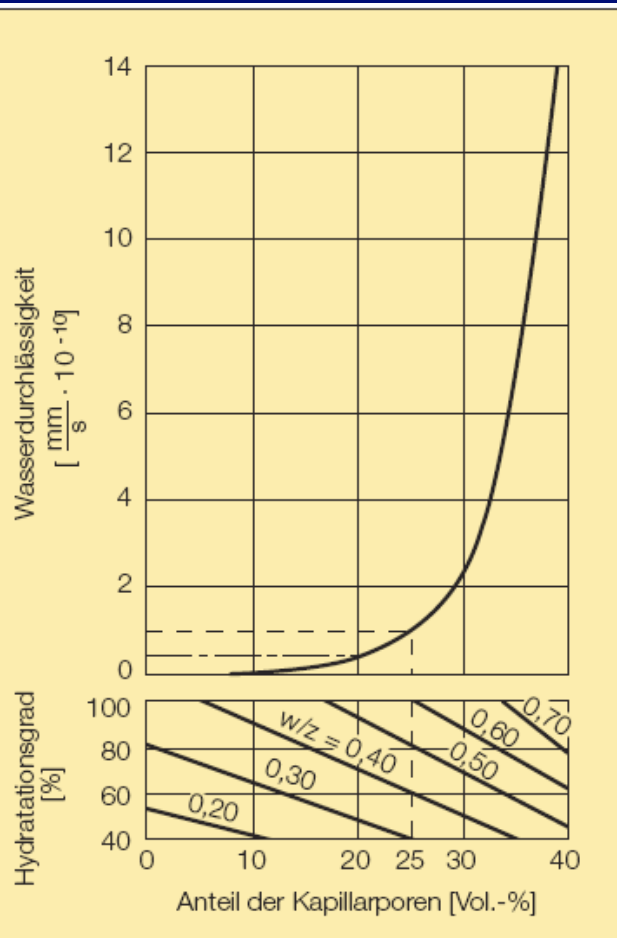
- Bis zur ausreichenden Erhärtung ist der frisch verarbeitete und junge Beton zu schützen gegen:
 - vorzeitiges Austrocknen
 - extreme Temperaturen und schroffe Temperaturänderungen
 - mechanische Beanspruchungen
 - chemische Angriffe
 - Erschütterungen
- Zusätzlich muß der Beton ggf. gegen schnelles Erwärmen bzw. Abkühlen und der noch frische Beton nichtgeschalter, freiliegender Oberflächen gegen Regen geschützt werden.

Schutz gegen vorzeitiges Austrocknen



- Ist erforderlich, damit die Festigkeitsentwicklung des Betons nicht infolge Wasserentzuges gestört wird
- Die Folgen zu frühen Wasserverlustes sind:
 - geringere Festigkeit an der Oberfläche,
 - Neigung zum Absanden
 - größere Wasserdurchlässigkeit,
 - verminderte Witterungsbeständigkeit
 - geringere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe,
 - Entstehung von Fröhschwindrissen
 - erhöhte Gefahr späterer Schwindrissbildung

Wasserdurchlässigkeit von Zementstein in Abhängigkeit von der Kapillarporösität und vom Wasserzementwert



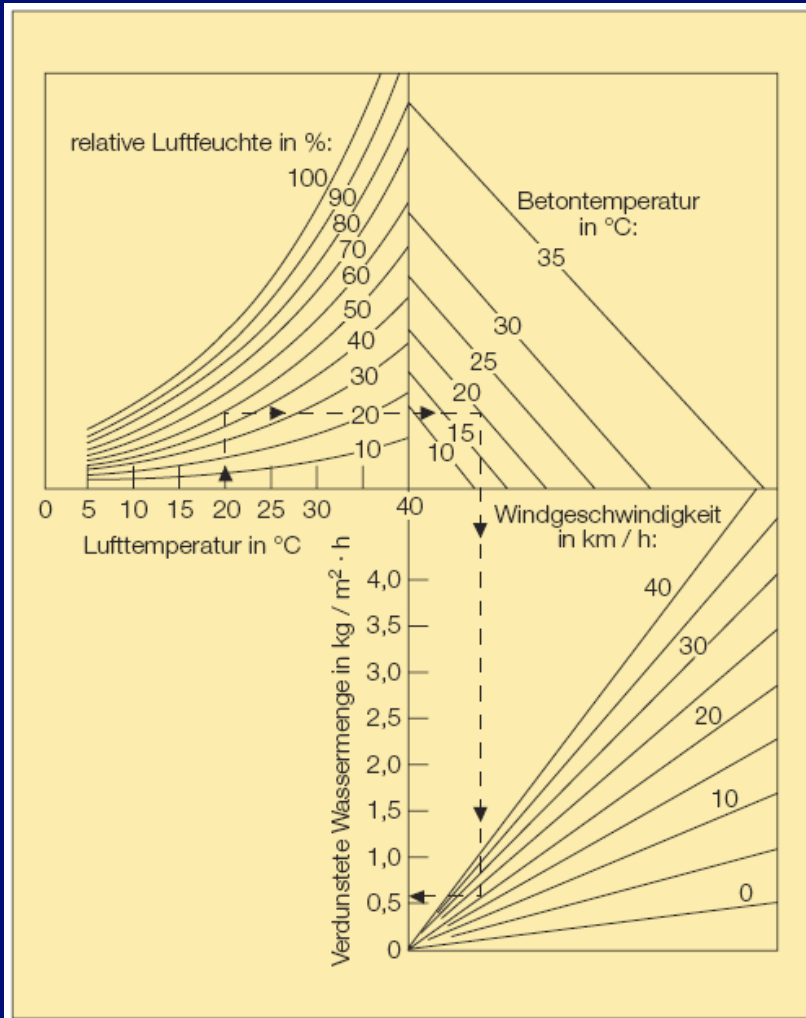
In dem Diagramm ist die Wasserdurchlässigkeit von Zementstein in Abhängigkeit vom Anteil der Kapillarporen aufgetragen und darunter der Zusammenhang zwischen Anteil der Kapillarporen, Wasserzementwert und Hydratationsgrad (der mit dem erreichten „Festigkeitsgrad“ einhergeht) dargestellt. Daraus ist einerseits abzulesen, daß bei vollständiger Hydratation Beton mit einem Wasserzementwert von 0,70 weitaus wasserdurchlässiger (und damit auch gasdurchlässiger) ist als mit einem von 0,50. Es geht weiter auch daraus hervor, dass die gleiche relativ große Wasserdurchlässigkeit ein Beton mit einem Wasserzementwert von 0,50 aufweist, wenn der Zement nur zu 60 % hydratisiert ist. Da die Hydratation bzw. Festigkeitsentwicklung und Zunahme der Dichte der Betonoberfläche aber direkt von der Dauer des ausreichenden Wasserangebots an den Zement abhängt, wird deutlich, wie ausschlaggebend die Nachbehandlung für die Güte und Dauerhaftigkeit von Betonoberflächen ist.

Schutz gegen vorzeitiges Austrocknen



- Beton trocknet um so schneller aus, je geringer die relative Luftfeuchte und je größer die Windgeschwindigkeiten sind
- Eine bedeutende Rolle spielt auch die Temperatur
 - insbesondere der Unterschied zwischen Beton- und Außentemperatur
 - ist die Betonoberfläche wärmer als die sie umgebende Luft, wird das Austrocknen der Betonoberfläche beschleunigt
 - darauf ist besonders zu achten bei freiliegenden und bei flächenhaften Bauteilen, wie z.B. Decken oder Estrichflächen

Wasserverdunstung je m² Betonoberfläche bei unterschiedlichen Bedingungen



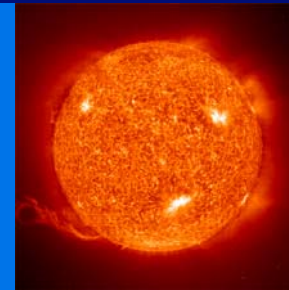
- Das Diagramm zeigt beispielsweise, dass bei:
- Luft- und Betontemperaturen von +20° C
- relativer Luftfeuchte von 50 %
- und einer mittleren Windgeschwindigkeit von 20 km/h

aus 1 m² Betonoberfläche
0,6 kg Wasser je Stunde
verdunsten kann

Ein Beispiel

- verdeutlicht die Bedeutung dieser Zahlen für die Praxis:
 - ein Frischbeton mit 180 l Wasser je m³ enthält je m² in einer 1 cm dicken Schicht 1,8 kg Wasser
 - die Verdunstungsrate von 0,6 kg/m² und Stunde bedeutet rechnerisch, dass dem Beton innerhalb von 3 Stunden bereits eine Wassermenge entzogen wird, die dem Gesamtwassergehalt einer 1 cm dicken Betonschicht entspricht
 - die negativen Auswirkungen auf Festigkeit, Verschleißwiderstand und Dichtigkeit der oberflächennahen Bereiche sind erheblich





- z.B. starke Sonneneinstrahlung, schroffe Temperaturänderung (z.B. Abkühlung durch Schlagregen), und die durch die Hydratation des Zementes entstehende Wärme führen zu Temperaturunterschieden zwischen Oberfläche und Kern eines Bauteils
- Die Folge sind – da die sich zwangsläufig ergebenden unterschiedlichen Verformungen im Bauteil behindert werden – Spannungen
- Diese Spannungen führen bei jungem Beton, dessen Zugfestigkeit noch gering ist, häufig zu Rissen
- Vor diesen äußeren Einwirkungen ist ein Witterungsschutz erforderlich
- Die Temperaturunterschiede zwischen Betonoberfläche und Kern infolge der abfließenden Hydratationswärme sind zu begrenzen (i. d. R. $< 20^{\circ}\text{C}$)

Mechanische Beanspruchungen



 **BASF**
The Chemical Company

- wie heftige Schwingungen und starke Erschütterungen während des Erstarrens und in der ersten Zeit des Erhärtens können den Beton schädigen, wenn hierdurch sein Gefüge oder der Verbund zwischen Beton und Bewehrungsstahl gelockert wird
- Der Arbeitsverlauf sollte so geplant werden, dass etwa bis 36 Stunden nach Einbringen des Betons keine derartigen Beanspruchungen auftreten
- Beschädigungen durch nachfolgende Arbeiten sind durch möglichst spätes Ausschalen bzw. auf nicht eingeschalten Betonflächen durch Anbringen von Kantenschutz und Schutzabdeckungen zu verhindern
- Auch Regentropfen und strömendes Wasser können bleibende Schäden am frischen oder jungen Beton verursachen

- durch Stoffe in Grundwasser, Boden oder Luft können bei zu früher Einwirkung selbst gut zusammengesetzten und verarbeiteten Beton schädigen oder sogar für den vorgesehenen Verwendungszweck unbrauchbar machen



Arten der Nachbehandlung

■ Schutzmaßnahmen gegen vorzeitiges Austrocknen sind:

- Belassen der Schalung
- Abdecken mit Folien
- Aufbringen wasserhaltender Abdeckungen
- Aufbringen flüssiger Nachbehandlungsmittel
- kontinuierliches Besprühen mit Wasser
- Unterwasserlagerung
- eine Kombination dieser Verfahren



Dauer der Nachbehandlung

2005			
Januar	Februar	März	April
1 Mi	1 Mi	1 Mi	1 Fr
2 Do	2 Mi	2 Mi	2 Sa
3 Fr	3 Do	3 Do	3 So
4 Sa	4 Fr	4 Fr	4 Mo
5 So	5 Sa	5 Sa	5 Di
6 Mo	6 So	6 So	6 Mi
7 Di	7 Mo	7 Mo	7 Do
8 Mi	8 Di	8 Di	8 Fr
9 Do	9 Mi	9 Mi	9 Sa
10 Fr	10 Do	10 Do	10 So
11 Sa	11 Fr	11 Fr	11 Mo
12 So	12 Sa	12 Sa	12 Di
13 Mo	13 So	13 So	13 Mi

- Die Dauer der Nachbehandlung hängt wesentlich von der Festigkeitsentwicklung des Betons ab und muss so bemessen sein, dass auch die oberflächennahen Zonen eine ausreichende Festigkeit und Dichtheit des Betongefüges erreichen, die für die Dauerhaftigkeit der Betondeckung und damit für den Schutz der Bewehrung ausschlaggebend sind
- Die Festigkeitsentwicklung wiederum hängt eng mit der Betonzusammensetzung, der Frischbetontemperatur, den Umgebungsbedingungen und den Bauteilabmessungen zusammen
- Bei Betonen mit langsamer Festigkeitsentwicklung (z.B. W/BM = 0,55 und Zement 32,5) muss unter sonst gleichen Bedingungen von einem langsameren Erhärtungsverlauf ausgegangen werden als bei Betonen mit schnellerer Festigkeitsentwicklung (z.B. W/BM = 0,50 und Zement 42,5 R)



- Im einzelnen ist dabei zu beachten, dass für Außenbauteile diese Nachbehandlungszeiten zu verlängern sind:
 - bei verzögertem Beton um die Verzögerungszeit
 - bei Temperaturen der Betonoberfläche unter 0 °C um die Frostdauer
 - bei Beton mit Flugasche unter gleichzeitiger Abminderung des Mindestzementgehalts und/oder Erhöhung des Wasserzementwertes um 2 Tage
 - bei allen Bauteilen, an deren Oberflächen besondere Anforderungen gestellt werden
 - z.B. hoher Widerstand gegen Frost und Tausalzeinwirkung, gegen chemischen Angriff, gegen Abrieb oder gegen das Eindringen von Flüssigkeiten und Gasen

Tabelle NAD 17 – Mindest-Nachbehandlungszeiten

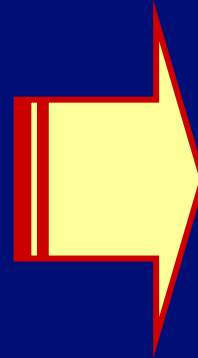
Zulässige Betonsorte	Mindestdauer der Nachbehandlung bei Festigkeitsentwicklungsstufe ¹⁾			
	ES	EM	EL	E0
X0	12 h	12 h	24 h	2 Tage
sämtliche Festigkeitsklassen, XC1, XC2, XC3, XF1, XA1, XM1	2 Tage	3 Tage	4 Tage	7 Tage
alle anderen Betonsorten	3 Tage	7 Tage	10 Tage	14 Tage

¹⁾ siehe Tabelle 12

- Die in Tabelle NAD 17 festgelegten Mindest-Nachbehandlungszeiten gelten für mittlere Tagestemperaturen von über +12 °C
- Tage mit einer mittleren Tagestemperatur zwischen +5 °C und +12 °C dürfen nur als 0,7 Tage
- solche mit einer mittleren Tagestemperatur zwischen 0 °C und +5 °C nur als 0,3 Tage in Rechnung gestellt werden

■ Warum nachbehandeln?

- Fast alle Angriffe wirken in erster Linie auf die Oberfläche!
- Wasserdruck
- Frost und Taumittel
- Chemische Angriffe
- Mechanische Angriffe
- Witterung
- Karbonatisierung



Erstes Ziel der Nachbehandlungsmaßnahmen ist es daher, an der Betonoberfläche die gleiche Betonqualität (Porosität) wie im Inneren des Bauteils zu erzielen

- Nicht nur die Festigkeit, sondern vor allem auch die Qualität der Oberfläche (Porosität!) entscheidet über die Dauerhaftigkeit

BASF Performance Products GmbH

Geschäftsbereich Betonzusatzmittel



A-8670 Krieglach
Roseggerstraße 101

Tel +43 3855 23 71 0
Fax +43 3855 23 71 23

Beton & Zusatzmittel – wirklich informativ:
www.basf-cc.at



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Adding Value to Concrete