

Betondeckung

Autor(en): **Hermann, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **68 (2000)**

Heft 6

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153861>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Betondeckung

«Die Bewehrung muss zur Gewährleistung des Verbundes zwischen Beton und Stahl und zur Sicherung eines dauerhaften Korrosionsschutzes eine ausreichend starke und dichte Betonüberdeckung aufweisen.» (Norm SIA 162)

Die Betondeckung hat einen grossen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit eines Bauwerks. Sie muss deshalb ausreichend dick und dicht sein, damit sie die zahlreichen Aufgaben erfüllen kann, die weit über den einfachen Schutz der Bewehrung hinaus gehen.

Beispielsweise muss sie

- den Verbund zwischen Beton und Bewehrung gewährleisten.
- die Bewehrung durch das alkalische Milieu des Zementsteins dauerhaft vor Korrosion schützen, das heisst, sie soll einen grossen Widerstand gegen die Karbonatisierung haben.
- den Transport von Schadstoffen wie Chlorid- und Sulfationen behindern.

Umgebungsbedingungen	Mindestbetondeckung
Tragwerke und Bauteile, die der Witterung oder entsprechenden Temperatur- und Feuchtigkeitswechseln oder anderen schädlichen Einwirkungen dauerhaft entzogen sind	- 20 mm
Alle übrigen Fälle – geschalte Flächen – ungeschalte Flächen	- 30 mm - 35 mm
Hohe oder ausserordentliche Anforderungen an F- und FT-Beständigkeit bzw. unmittelbare Berührung mit chemisch aggressiven Stoffen: – geschalte Flächen – ungeschalte Flächen	- 40 mm - 45 mm
Bei Abweichungen, die speziell belegt sind	- 15 mm

Tab. 1 Minimale Betondeckung (Überdeckung) der schlaffen Bewehrung von Tragwerken und Bauteilen nach Norm SIA 162 (ohne Vorhaltemass!) [1].

- die Bewehrung bei Bränden möglichst lang vor Hitze schützen. Zudem wird die Betondeckung bei Sichtbetonbauten als gestalterisches Element eingesetzt. Die Erkenntnis, dass die Betondeckung ein entscheidender Faktor

Was in der Norm SIA 162 steht

In Abschnitt 4.32 der Norm SIA 162 [1] werden einige Angaben zur minimalen Betondeckung bei schlaffer Bewehrung gemacht. Sie sind grösstenteils in *Tabelle 1* zusammengefasst.

für die Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauten ist, hat sich nur langsam durchgesetzt.

Dies wird anhand der *Abbildung 1* deutlich, in der die Veränderung der minimalen Überdeckung in zwei verschiedenen Normenwerken dokumentiert ist.

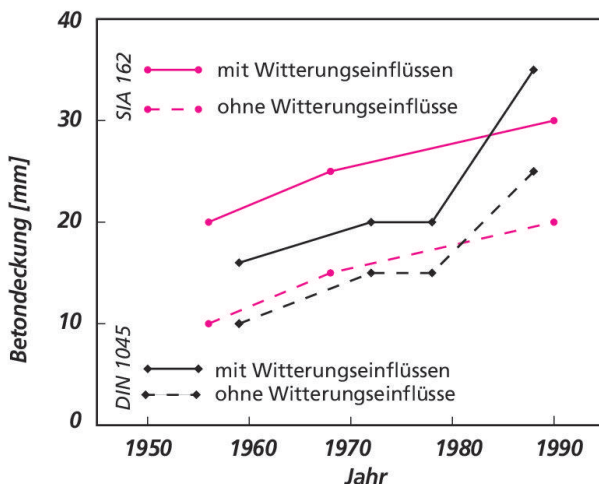


Abb. 1 Entwicklung der Mindestwerte für die Betondeckung in der Schweiz und in Deutschland ([2], mod.).

Klasse [4]	Umgebungsbedingungen	Beispiele	Betondeckung	
			c_{min}	ΔC
Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko				
X0	sehr trocken	Beton in Gebäuden mit sehr niedriger Luftfeuchte	10 mm	10 mm
Durch Karbonatisierung ausgelöste Korrosion				
XC1	trocken	Beton in Gebäuden mit niedriger Luftfeuchte	15 mm	10 mm
XC2	nass, selten trocken	langzeitig wasserbenetzte Oberflächen, viele Gründungen	25 mm	10 mm
XC3	mässige Feuchte	Beton in Gebäuden mit mässiger oder hoher Luftfeuchte vor Regen geschützter Beton im Freien	25 mm	10 mm
XC4	wechselnd nass und trocken	wasserbenetzte Oberflächen, die nicht der Klasse XC2 zuzuordnen sind	30 mm	10 mm
Durch Chloride ausgelöste Korrosion (ohne Meerwasser)				
XD1	mässige Feuchte	Betonoberflächen, die chloridhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind	45 mm	10 mm
XD2	nass, selten trocken	Schwimmbäder Beton, der chloridhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt ist	45 mm	10 mm
XD3	wechselnd nass und trocken	Teile von Brücken, die chloridhaltigem Spritzwasser ausgesetzt sind Fahrbahndecken, Parkdecks	45 mm	10 mm

Tab. 2 Minimale Betondeckung c_{min} und Vorhaltemass Δc von Bewehrungen in Abhängigkeit von der Expositionsklasse [4] (Auszug aus [3]).

Von den in Tabelle 1 angegebenen Werten kann abgewichen werden, wenn dies speziell belegt wird. Unabhängig davon muss die Betondeckung immer mindestens 15 mm betragen.

Die Betondeckung von Tragwerken und Bauteilen, die entweder Tausalzen oder anderen chemisch aggressiven Stoffen ausgesetzt sind, muss um 10 mm erhöht werden. Zu berücksichtigen sind auch spezielle Vorschriften bezüglich der Feuerbeständigkeit. Bei Spezialfällen, in denen die Betondeckung 50 mm übersteigt, muss der ausserhalb liegende Beton durch eine Oberflächenbewehrung gesichert werden.

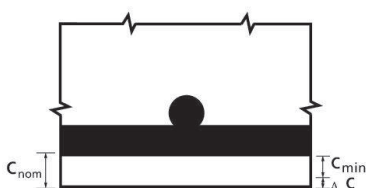


Abb. 2 Nominale Betondeckung $c_{nom} = c_{min} + \Delta C$.

Betondeckung in den Euronormen

In den Euronormen wird die Betondeckung ausführlicher behandelt als in Norm SIA 162. In der prEN 1992-1:2001 [3] wird von nominaler Betondeckung c_{nom} gesprochen, die sich aus der minimalen Betondeckung c_{min} und dem Vorhaltemass Δc zusammensetzt:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta C$$

Das Vorhaltemass Δc beträgt im Normalfall 10 mm. Die minimale Betondeckung c_{min} hängt einerseits von den Umgebungsbedingungen (Expositionsklasse) ab, die auf das Bauteil einwirken werden (siehe Tabelle 2). Andererseits müssen auch die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

$$c_{min} \geq \emptyset$$

bzw. $c_{min} \geq \emptyset + 5 \text{ mm}$ für $d_G > 32 \text{ mm}$

\emptyset Durchmesser der Bewehrungsstäbe
 d_G Durchmesser von Grösstkorn des Zuschlags

Selbstverständlich gibt es eine Reihe von Spezialfällen, in denen die nomi-

nale Betondeckung entweder erhöht werden muss (z.B. Feuerschutz) oder erniedrigt werden darf (z.B. Vorfabrikation). Darauf wird hier nicht eingegangen.

Abstandhalter

Mit Abstandhaltern wird die geforderte Betondeckung zwischen den äusseren Bewehrungsstäben und der Schalung vor und während des Betonierens gesichert. Ihre Eigenschaften sowie ihr Einsatz werden im Merkblatt «Abstandhalter» des Deutschen Betonvereins (DBV) [5] ausführlich beschrieben.

Abstandhalter dürfen die Dichtigkeit im fertigen Bauteil nicht beeinflussen, obwohl sie Inhomogenitäten in die Betondeckung bringen. Wenn Formstabilität gefordert wird oder hohe statische, chemische oder thermische Beanspruchungen bzw. das Auftreten grosser Zugkräfte vorausgesehen sind, sind zementgebundene Abstandhalter den Abstandhaltern aus Kunststoff vorzuziehen [5, 6].

Ein wichtiges Kriterium für Abstandhalter ist ihre Form [5]. Es gibt

- radförmige, punktförmige Abstandhalter (z.B. Klötze, Böcke),
- linienförmige Abstandhalter (Dreikantleisten, «Schlangen»),
- flächenförmige Abstandhalter (Ringe, Gitter).

Hinweise zur Eignung verschiedener Abstandhalter für ausgewählte Bauteile sind in *Tabelle 3* aufgeführt. Damit die Abstandhalter sich während des Bauvorgangs, beispielsweise beim Einfüllen und Verdichten des Betons, nicht verschieben oder verdrehen und die auftretenden Kräfte

ohne nennenswerte Verformungen aufnehmen können, müssen sie in ausreichender Anzahl eingebaut und sorgfältig fixiert werden.

Zerstörungsfreie Messung der Betondeckung

Zur Ortung der Bewehrung und zur Messung der Betondeckung stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl. Mit vernünftigem Aufwand einsetzbar sind aber nur diejenigen Verfahren, die die Magnetisierbarkeit der Bewehrung nutzen. Sie sind in [7] und [8] beschrieben.

Beim magnetischen Gleichfeldverfahren wird ein Permanentmagnet

hoher Polstärke eingesetzt. Als induktiv werden die Verfahren bezeichnet, bei denen magnetische Wechselfelder bzw. Wirbelströme eingesetzt werden.

Einigermassen zuverlässige Messwerte können nur dann erzielt werden, wenn die Durchmesser der Bewehrungsstäbe bekannt sind oder mit der Sonde direkt gemessen werden können. Eng liegende Bewehrungsstäbe können zu Problemen führen. Die Messresultate müssen unbedingt durch Aufspitzen oder Anbohren an ausgewählten Stellen überprüft werden.

Abstandhalter	Bauteil	Stütze		Wand		Balken		Decke/Fundament
		horizontale Bewehrung	horizontale Bewehrung	vertikale Bewehrung	horizontale Bewehrung	vertikale Bewehrung	horizontale Bewehrung	
A	Radform	0 ¹⁾	0 ¹⁾	-	-	-	-	-
B 1	Punktförmig, nicht befestigt (Klotz, Bock)	-	-	-	0	-	0	0
B 2	Punktförmig, befestigt (Klotz, Bock)	+ ²⁾	+ ²⁾	+ ²⁾	+	+ ²⁾	+	+
C 1	Linienförmig, nicht befestigt ³⁾	-	-	-	+	-	+	+
C 2	Linienförmig, befestigt ³⁾	+	+	0	+	0	+	+
D 1	Flächenförmig, nicht befestigt ³⁾	-	-	-	+	-	+	+
D 2	Flächenförmig, befestigt ³⁾	+	+	0	+	0	+	+

¹⁾ Vorsicht beim Zusammenspannen der Schalung, häufig nicht ausreichend kippstabil
²⁾ Wenn Kippen oder Verschieben nicht möglich ist
³⁾ Mit Längenbegrenzung (350 mm bzw. < 2 d oder < 0,25 b mit d = Bauteildicke und b = Bauteilbreite)

Tab. 3 Hinweise zur Auswahl von Abstandhaltern für ausgewählte Bauteile [5].

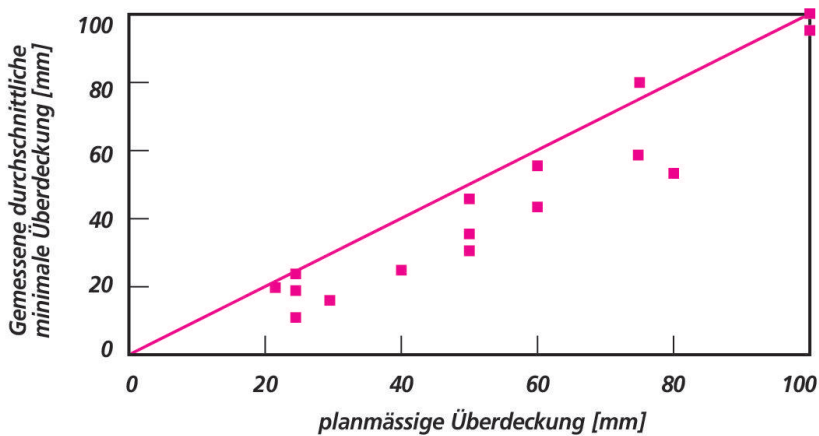


Abb. 3 Planmässige und gemessene durchschnittliche minimale Betondeckung in 0 bis 75 Jahre alten Gebäuden in Südafrika (nach [9]).

Betondeckung in der Realität

Die allermeisten Schäden an Stahlbetonbauten gehen auf ungenügende Betondeckungen zurück. Dafür verantwortlich können einerseits falsche

Planung und Unwissen, andererseits aber auch Fehler bei der Ausführung und die ungenügende oder fehlende Kontrolle durch die Bauleitung sein. In *Abbildung 3* sind die Resultate ei-

ner Untersuchung an bis zu 75 Jahre alten Gebäuden in Südafrika zusammengestellt. Die gemessene durchschnittliche minimale Betondeckung war dabei nur in einem von 16 Fällen grösser als die planmässige; in den meisten Fällen war sie eindeutig tiefer als vorgeschrieben.

Erfahrungsgemäss sind die Unterschiede in der Überdeckung bei einzelnen Bauteilen, Bau- oder Betonierabschnitten eines grösseren Bauwerks gering; über das gesamte Bauwerk gesehen aber können sie gross sein. Dies zeigt ein Beispiel aus Deutschland, wo die Betondeckung der Aussenschäfte von zwei ähnlich alten Turmbauwerken untersucht wurden [10]:

LITERATUR

- [1] Norm SIA 162: «Betonbauten» (Ausgabe 1993).
- [2] **Schenkel, M.**, «Zum Verbundverhalten von Bewehrung bei kleiner Betondeckung», herausgegeben vom Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH, 162 Seiten (1998).
- [3] prEN 1992-1: 2001 (1st draft): «Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1: General rules and rules for buildings» (december 1999).
- [4] prEN 206-1: Beton – Teil 1: Leistungsbeschreibung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität» (Schluss-Entwurf, Januar 2000).
- [5] «Abstandhalter», DBV-Merkblatt (Fassung Februar 1997).
- [6] **Bayer, E., Kampen, R., und Moritz, H.**, «Beton-Praxis: ein Leitfaden für Baustellen», 3. Auflage, Beton-Verlag, Düsseldorf (1989).
- [7] «Merkblatt für Bewehrungsnachweis und Überdeckungsmessung bei Stahl- und Spannbeton», Merkblatt B 2, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V., Berlin (April 1990).
- [8] **Flohrer, C.**, «Messung der Betondeckung und Ortung der Bewehrung», in «Bauwerksdiagnose – Praktische Anwendungen Zerstörungsfreier Prüfungen», DGZfP- Berichtsband 66-CD, Vortrag 4, Seiten 35–45 (1999).
- [9] **Mackechnie, J. R., and Alexander, M. G.**, «Durability findings from case studies of marine concrete durability», *Cement, Concrete, and Aggregates* **19** [1], 22–25 (1997).
- [10] **Schuhbauer, A.**, «Betonüberdeckung und Karbonatisierungstiefe – Statistische Untersuchungen an zwei Turmbauwerken», *Beton* **37** [4], 17–160 (1987).

- Die mittlere Betondeckung beim 15 Jahre alten Fernsehturm Mannheim betrug rund 34 mm, die mittlere Karbonatisierungstiefe 3,0 mm.
- Die mittlere Betondeckung beim 18 Jahre alten Fernsehturm Donnersberg betrug rund 27 mm, die mittlere Karbonatisierungstiefe 10,5 mm.

Aufschlussreicher als diese Zahlen sind die Angaben über die tatsächlich gemessenen Überdeckungen, die in *Abbildung 4* zusammengefasst sind: Zwischen den niedrigsten und höchsten Werten für die Betondeckung bestehen grosse Unterschiede.

Ungenügende Betondeckung in älteren Gebäuden

Wenn bei älteren Gebäuden ungenügende Betondeckungen festgestellt werden, können die folgenden Massnahmen ergriffen werden:

- Die planmässigen Vorgaben sollten mindestens den Normwerten entsprechen.
- Das Vorhaltemass (5...10 mm) ist auf Plänen und in Submissionsunterlagen zu berücksichtigen (Planer und Bauunternehmer).
- Es müssen Korrekturmassnahmen und Mindestwerte festgelegt werden.

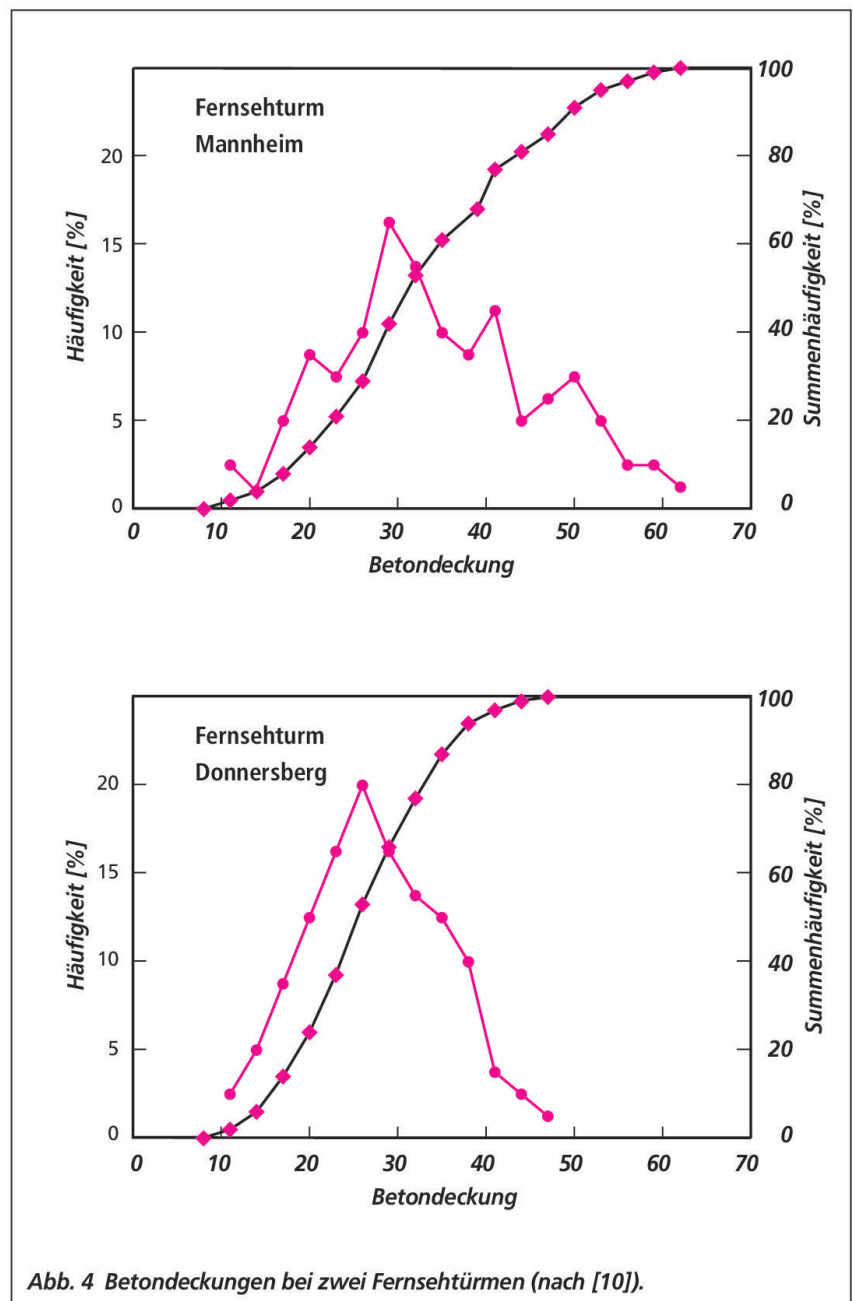


Abb. 4 Betondeckungen bei zwei Fernsehtürmen (nach [10]).