

REGELN FÜR DIE HERSTELLUNG UND ANWENDUNG VON ZIEGELDECKEN



Dauerhaftigkeit und Betondeckung sowie brandschutztechnische Einstufung von Ziegel-Elementdecken

Merkblatt 100 - 2018-03

1 Bauteilbeschreibung, Konstruktion und Bemessung

Ziegel-Elementdecken bestehen aus Deckenziegeln und mit Betonstahl bewehrten Betonrippen, die im Raster von 25 cm (Deckenziegelbreite) vorhanden sind (s. Abbildung 1). Die Deckenziegel nach DIN 4159 [1] sind mittragend und werden nicht –wie dies bei Ziegel-Einhängedecken teilweise der Fall ist- nur als Füllkörper eingesetzt. Sie nehmen also Kräfte in der Biegedruckzone, in den Ziegelstegen und den Betonrippen auf.

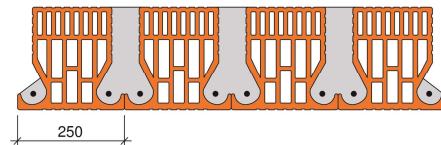


Abb. 1: Deckenquerschnitt

Die Berechnung, Bemessung und Ausführung der Decken erfolgt nach DIN 1045-100 [2]. Diese nationale Ziegeldeckennorm ist abgestimmt auf DIN EN 1992-1-1 [3], in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA [4]), d.h. sie greift auf die Grundlagen der Bemessung und Konstruktion im Eurocode 2 zurück und enthält nur die davon abweichenden Regeln für Ziegel-Elementdecken.

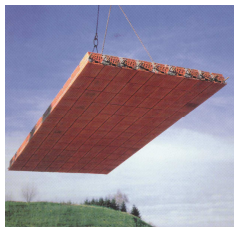


Abb. 2: Montage der Deckenfertigteile

Die Decken werden raumlang vorgefertigt, mit Breiten zwischen 1 m und 2,5 m und -wie beispielhaft in der Abbildung 2- gezeigt, an der Baustelle montiert. Die Betonrippen werden örtlich vergossen. In den Vorfertigungswerken erfolgt in der Regel auch die Tragwerksplanung der Ziegeldecken. Dem Anwender stehen aber auch geprüfte Tragfähigkeitstabellen unter www.ziegeldecke.de zur Verfügung, nach denen eine Bemessung oder Vordimensionierung auf einfache Weise erfolgen kann.

2 Dauerhaftigkeit und Betondeckung

2.1 Allgemeines

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit sind für den Beton der Rippen die Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen nach DIN EN 1992-1-1/NA [4] festzulegen. Dabei dürfen die Fußleisten der De-

ckenziegel für den Korrosionsschutz nicht berücksichtigt werden. Eine Abminderung der Betondeckung ist aber im Rahmen der Vorfertigung durch besondere Qualitätskontrolle möglich.

2.2 Festlegung der Betondeckung

Die Festlegungen der Bemessungsgrundlagen sind ähnlich formuliert, wie bei den Tragfähigkeitsnachweisen. Es wird eine Beanspruchungsseite definiert und eine Widerstandseite. Die Beanspruchungsseite wird durch sogenannte Expositionsklassen festgelegt. Diese sind so eingeteilt, dass sie die Korrosion der Bewehrung berücksichtigen und den Angriff auf den Beton. Für Ziegeldecken ist dabei die Einwirkung auf die Bewehrung ausgelöst durch Karbonatisierung des schützenden Betons wesentlich, d. h. die Expositionsklassen XC (C für Carbonation) nach Tabelle 4.1 aus [3].

In der Tabelle MB 1 sind die Expositionsklassen für XC und die davon abhängigen Mindestbetonfestigkeiten aufgelistet. Höhere Ziffern bei den einzelnen Klassen bedeuten eine jeweils stärkere Beanspruchung der Stahlbewehrung durch Korrosion.

Tabelle MB 1: Expositionsklassen XC für Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Karbonatisierung (Auszug aus Tafel 3 im Zement-Merkblatt B9 [5])

| Klasse | Beschreibung der Umgebung | Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen | Mindestbeton-Festigkeitsklassen |
|------------|----------------------------|--|---------------------------------|
| XC1 | Trocken oder ständig nass | Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte (einschließlich Küche, Bad und Waschküche in Wohngebäuden); Beton, der ständig unter Wasser ist | C16/20 |
| XC2 | Nass, selten trocken | Teile von Wasserbehältern; Gründungsbauteile | C16/20 |
| XC3 | Mäßige Feuchte | Bauteile zu denen die Außenluft häufig oder ständig Zugang hat, z. B. offene Hallen; Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit, z. B. in gewerblichen Küchen, Bädern, Wäschereien, in Feuchträumen von Hallenbädern und in Viehställen | C20/25 |
| XC4 | Wechselnd nass und trocken | Außenbauteile mit direkter Beregnung | C25/30 |

Im Regelfall werden Ziegeldecken in Wohngebäuden eingesetzt, so dass die Expositionsklasse XC1 (Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte) maßgebend ist. Als wertvolle Planungshilfe für die Zuordnung von Expositionsklassen zu bestimmten Bauteilen mit Mindestbetondruckfestigkeitsklassen, Mindestbetondeckung und Überwachungsklassen wurde von der Bauberatung Zement ein Bauteilkatalog [6] erstellt.

In Abhängigkeit von diesen Expositionsklassen werden nationalen Anhang zum EC 2 [4], die in Tabelle MB 2 angegebenen Mindestbetondeckungen $c_{min,dur}$ gefordert. Betondeckung und vorgegebene Mindestbetonfestigkeitsklasse stellen einen hinreichenden Schutz der Betonstahlbewehrung gegen Korrosion sicher.

Tabelle MB 2: Mindestbetondeckung $c_{min,dur}$ und Vorhaltemaß Δc_{dev} in Abhängigkeit von der Expositionsklasse (vgl. [4] Tab. NA 4.4)

| Klasse | Mindestbetondeckung $c_{min,dur}$ in mm | Vorhaltemaß Δc_{dev} in mm |
|--------|---|------------------------------------|
| XC1 | 10 | 10 |
| XC2 | 20 | 15 |
| XC3 | 20 | |
| XC4 | 25 | |

Unabhängig vom Korrosionsschutz ist zur Einleitung der Zugkräfte in den Beton eine Umhüllung des Betonstahls in bestimmter Dicke notwendig. Diese Bedingung ist nach Tab. 4.2 im Eurocode 2 [3] dann erfüllt, wenn $c_{\min,b}$ nicht kleiner als der verwendete Stabdurchmesser ϕ ist.

Zur Berücksichtigung von bauüblichen Toleranzen muss schließlich noch das in Tabelle MB 2 angegebene Vorhaltemaß ΔC_{dev} addiert werden, so dass die Mindestbetondeckung mit ausreichender Sicherheit an jeder Stelle des Bauteils eingehalten wird.

Das Nennmaß der Betondeckung c_{nom} ergibt sich damit zu:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta C_{dev}$$

mit $c_{min} \geq \phi$

Möglichkeiten zur Abminderung der Betondeckung sind gegeben durch Betonauswahl und Qualitätskontrolle:

Die in [3] festgelegte Mindestbetondeckung c_{min} darf für Bauteile, deren Betonfestigkeit um 2 Festigkeitsklassen höher liegt, als die höchste erforderliche Mindestbetonfestigkeitsklasse nach rechter Spalte in Tabelle MB 1, um 5 mm vermindert werden. Für Bauteile in der Expositionsklasse XC1 ist diese Abminderung allerdings nicht zulässig.

Die Werte für das Vorhaltemaß ΔC_{dev} dürfen darüber hinaus um 5 mm abgemindert werden, wenn dies durch eine entsprechende Qualitätskontrolle bei Planung, Entwurf, Herstellung und Bauausführung nach den Vorgaben des DBV-Merkblattes [7] gerechtfertigt werden kann.

Durch diese zusätzliche Reduzierungsmöglichkeit, die im Rahmen der werkmäßigen Vorfertigung gut umzusetzen ist, lassen sich aufgrund des Gewinns an statischer Höhe größere Deckenspanweiten erzielen.

Die erforderlichen Betondeckungsmaße sind in den Tabellen MB 3 und MB 4 für die Expositionsklassen XC1 und XC3 zusammengestellt.

Tabelle MB 3: Betondeckung in mm für XC1 nach [3] und [4]

| Ziegeldecken mit Mindestbetonfestigkeitsklasse C20/25 | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Stab | c_{min} | c_{nom} | c_{red} |
| 10 | 10 | 20 | 15 |
| 12 | 15 | 25 | 20 |
| 14 | 15 | 25 | 20 |
| 16 | 20 | 30 | 25 |
| 20 | 20 | 30 | 25 |

Tabelle MB 4: Betondeckung in mm für XC3 nach [3] und [4]

| Ziegeldecken mit Mindestbetonfestigkeitsklasse C20/25 | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Stab | c_{min} | c_{nom} | c_{red} |
| bis 20 | 20 | 35 | 30 |

| Ziegeldecken mit Mindestbetonfestigkeitsklasse C30/37 | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Stab | c_{min} | c_{nom} | c_{red} |
| bis 14 | 15 | 30 | 25 |
| bis 20 | 20 | 35 | 30 |

Die Längsrippen der Ziegeldecken, in denen die Bewehrungsstäbe liegen, müssen so beschaffen sein, dass die o. a. Deckungsmaße realisiert werden können. Dafür stehen in Deutschland zurzeit 3 unterschiedliche Ziegelformen zur Aufnahme von Einfach- oder Doppelstäben zur Verfügung. Diese Fußleistenformen sind in DIN 4159 [1] beispielhaft dargestellt. Abbildung 3 zeigt die Querschnitte mit denen die in Tabelle MB 3 angegebenen erforderlichen Betondeckungsmaße c_{nom} für die Expositionsklasse XC1 (Bauteile für Innenräume mit normaler Luftfeuchte) erreicht werden können.

Für Sonderfälle, in denen die Expositionsklasse XC3 vorliegt (z. B. offene Hallen, Viehställe) werden Ziegel mit größerer Rippenbreite hergestellt (Form B in Abb. 3). Damit können bei Verwendung eines Betons C30/37 Stäbe bis zu einem Durchmesser von 14 mm mit der erforderlichen Betondeckung von 25 mm eingesetzt werden.

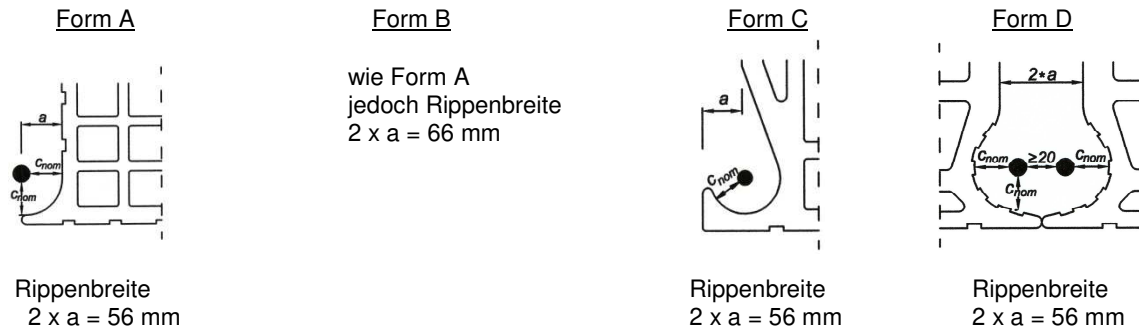


Abb. 3: Fußleistenformen mit Bewehrung und erforderlicher Betondeckung nach Tabelle MB 3

Aufgrund der in den Werken verwendeten radförmigen Abstandhalter werden die maximal erforderlichen Deckungsmaße auch seitlich eingehalten, obwohl in den Lochkanälen der Ziegel eine Expositionsklasse mit geringerem Beanspruchungsgrad vorliegt

3 Brandschutz

3.1 Allgemeines

Die Nachweise für den baulichen Brandschutz der unter Abs. 1 beschriebenen Ziegel-Elementdecken und gleichzustellender Ziegel-Massivdächer sind in der nationalen Restnorm DIN 4102-4 [8] unter Abs. 5.8 geregelt. Die Klassifizierung des Feuerwiderstandes der Deckensysteme erfolgt weiterhin nach nationalem System (z.B. F 60) und nicht nach europäischem Klassifizierungssystem (z.B. R 60).

3.2 Hinweise zur Nachweisführung

Zunächst muss beachtet werden, dass im Deckensystem nur solche Ziegel verwendet werden, bei denen die lichten Abstände b_0 der senkrecht oder geneigt verlaufenden Stege ≤ 60 mm sind (s. Abb. 4). Dann ist nachzuweisen, dass die Mindestdicke h der Decke und die Mindestachsabstände a der Feldbewehrung den Anforderungen der Tabelle MB 5 entsprechen.

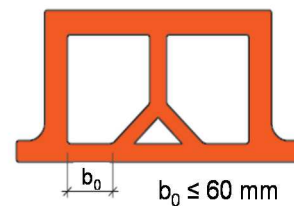

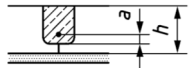
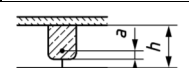
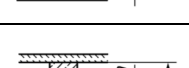


Abb. 4: Mindeststegabstand b_0

Im Gegensatz zum Korrosionsschutz bieten die Fußleisten der Deckenziegel gegenüber Brandbeanspruchung einen zusätzlichen Schutz, weil sie die Erwärmung der Bewehrung behindern. Die Reduzierung der Mindestachsabstände zur Berücksichtigung dieses Effektes ist in den Tabellenwerten bereits berücksichtigt (vgl. [9], Abs. 3.9.1).

Tabelle MB 5: Mindestdicke und Mindestachsabstände von Ziegel-Elementdecken
(Auszug aus Tabelle 5.15 in DIN 4102-4 [8])

| Zeile | Konstruktionsmerkmale | Feuerwiderstandsklasse ^a | | | |
|--|---|---|--------|--------|-----|
| | | F 30-A | F 60-A | F 90-A | |
| 1 | Mindestdicke h in mm von Ziegeldecken | | | | |
| 1.1 | ohne Berücksichtigung einer Bekleidung oder eines Estrichs |  | 115 | 140 | 165 |
| 1.2 | mit Berücksichtigung eines Putzes nach DIN 4102-4 [8] Abs. 5.1.4 (3) ≥ 15 mm Dicke |  | 90 | 115 | 140 |
| 1.3 | mit Berücksichtigung eines nicht-brennbaren Estrichs oder eines Gussasphaltestrichs in ≥ 30 mm Dicke |  | 90 | 90 | 115 |
| 1.4 | mit Berücksichtigung eines Putzes nach DIN 4102-4 [8] Abs. 5.1.4 (3) in ≥ 15 mm Dicke und eines nicht-brennbaren Estrichs oder eines Gussasphaltestrichs in ≥ 30 mm Dicke |  | 90 | 90 | 90 |
| 2.1 | Mindestabstand a in mm der Feldbewehrung unbedeckter Decken ^b bei statisch bestimmter Lagerung | | 10 | 10 | 20 |
| ^a Bei Anordnung von Gussasphaltestrich und bei Verwendung von schwimmenden Estrich mit einer brennbaren Dämmschicht nach Zeile 1.3 muss die Bezeichnung jeweils F 30-AB, F 60-AB und F 90-AB lauten. ^b Bei Anordnung eines Putzes nach DIN 4102-4 [8] Abs. 5.1.4 (3) darf der Mindestachsabstand a um 10 mm – maximal auf a = 10 mm abgemindert werden; bezüglich der Putzdicke siehe Tabelle 5.1, Zeile 1. | | | | | |

4 Fachliteratur

- [1] DIN 4159: 2014-05, Ziegel für Ziegeldecken und Vergusstafeln, statisch mitwirkend
- [2] DIN 1045-100:2011-12, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 100: Ziegeldecken
- [3] DIN EN 1992-1-1 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010; 2011-01 und Änderung A1; 2015-03
- [4] DIN EN 1992-1-1/NA Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; 2013-04 und Änderung A1; 2015-12
- [5] Zement-Merkblatt Betontechnik B9: Expositionsklassen für Betonbauteile im Geltungsbereich des EC2; Ausgabe 6.2014
- [6] Bauteilkatalog: Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile; 8. überarbeitete Auflage 2014; Hrsg.: Betonmarketing Deutschland GmbH, Erkrath
- [7] DBV-Merkblatt: Betondeckung und Bewehrung, Fassung Januar 2011 Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V.
- [8] DIN 4102-4:2016-05 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- [9] Kordina, K. / Meyer-Ottens, C. / Richter, E.: Beton Brandschutz Handbuch, 2. Auflage, Verlag Bau+Technik