

Rippendecken ertüchtigen

Mindestanforderungen an den Brandschutz und Sanierungsmaßnahmen im Bestand

Rippendecken wurden bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts als Ort-betondecken ausgeführt und z. B. häufig in Schul- und Verwaltungsbauten eingesetzt. Um das Eigengewicht zu reduzieren, wurden die Bauteilquerschnitte auf das statisch mindestens erforderliche Maß reduziert. Durch die filigrane Konstruktion besteht regelmäßig nur eine sehr geringe Betonüberdeckung, was einen geringen Feuerwiderstand zur Folge hat. Historische Rippendecken weisen als Betondecken sehr häufig nur einen Feuerwiderstand von 30 Minuten auf und müssen daher in vielen Fällen ertüchtigt werden.

■ Von Bert Wieneke

In Bestandsgebäuden sind häufig Geschossdecken anzutreffen, die nicht aus einer glatten Vollbetondecke bestehen, sondern aus tragenden Betonbalken, die oberseitig mit einer dünnen Betonplatte abgedeckt sind. Derartige Deckenkonstruktionen werden als Rippendecken bezeichnet. Das Tragverhalten dieser Decken entspricht dem Prinzip der Plattenbalken-Decken.

Rippendecken wurden eingesetzt, um große Spannweiten mit geringem Eigengewicht wirtschaftlich zu überspannen. Der Rippenabstand beträgt in der Regel

maximal 70 cm. Zwischen den Rippen können statisch nicht mitwirkende Füllkörper vorhanden sein, die als verlorene Schalung eingesetzt wurden oder für eine glatte Untersicht der Konstruktion sorgen und den Schallschutz verbessern. Aufgrund des Ziels, weitgespannte Decken mit möglichst geringem Eigengewicht zu bauen, wurde das Material auf das statisch erforderliche Minimum reduziert.

Auch bei Rippendecken beruht das Tragverhalten aus dem bekannten Zusammenspiel von Stahl- und Beton. Da der Beton

nur geringe Zugkräfte aufnehmen kann, jedoch auf Druck hoch belastbar ist, ist Beton allein als Deckenkonstruktion nicht geeignet. Zur Aufnahme der Zugkräfte, die durch die Durchbiegung der Deckenkonstruktion durch Eigenlast und Last aus der Nutzung entsteht, werden in Betonbauteile nahe der Unterseite Stahlstäbe (Bewehrung) eingelegt. Durch die Umhüllung der Stahlbewehrung mit Beton wird eine Verbundwirkung aus einem Baustoff, der Druckkräfte aufnehmen kann, und einem Baustoff, der Zugkräfte aufnehmen kann, erreicht. Gleichzeitig verhindert die Betonüberdeckung der Stahlbauteile die Korrosion des Materials. Stahl verliert zudem seine tragende Wirkung bei hohen Temperaturen, wie sie etwa bei einem Brand auftreten. Durch die Umhüllung mit Beton wird die Temperaturerhöhung des Stahls im Brandfall verzögert, sodass ein Stahlbetonbauteil im Brandfall eine deutlich längere Zeit tragfähig bleibt als ein reines Stahlbauteil. Je größer die Überdeckung des Stahls mit Beton und je massiver das Betonbauteil ist, desto länger dauert es, bis sich der Stahl innerhalb des



(1) Rippendecke im Bestand



(2) Rippendecke mit verlorener Holzschalung

Bilder: © Bert Wieneke

Bauteils erwärmt und hierdurch seine Tragfähigkeit verliert.

Entwicklung der Deckentypen

Insbesondere in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde eine große Anzahl unterschiedlichster Rippendeckentypen entwickelt und gebaut. Zunächst wurden die Deckenkonstruktionen in Ortbeton ausgeführt und benötigten daher eine Schalung. Durch den gleichmäßigen Rippenabstand konnten jedoch vorgefertigte Schalkörper eingesetzt werden.

Die heute bekannten Rippendecken wurden 1925 vom Deutschen Ausschuss für Eisenbeton definiert: „Unter Eisenbetonrippendecken werden (aufgelöste) Decken mit höchstens 70 cm lichtem Rippenabstand verstanden, die zur Erzielung der ebenen Unteransicht statisch unwirksame Hohlstein- oder Füllkörpereinlagen erhalten können.“

Die Stärke der Druckplatte muss mindestens 1/10 des lichten Rippenabstandes betragen und darf nicht kleiner als 5 cm sein.“

Um die Schalung zu sparen, wurden nach und nach die Ortbetonrippen durch Fertigteilbalken ersetzt. Dies hatte den Vorteil, dass die Balken bereits in der Bauzeit die Lasten aufnehmen konnten und daher keine aufwendige Schalung benötigten. Zwischen die Balken wurden Füllkörper eingesetzt und die Gesamtkonstruktion mit einer Ortbetondruckschicht abgedeckt. Derartige Konstruktionen wurden 1943 in DIN 4225 genormt.

In den 1950er-Jahren wurde aufgrund der vielen unterschiedlichen Deckentypen, die sich entwickelt hatten und im Einsatz waren, die F-Decke als Rippendecke mit und ohne Aufbeton sowie als Balkendecke erstmals genormt.

Brandschutztechnische Probleme von Rippendecken

Ziel bei der Entwicklung von Rippendecken war es, mit geringem Materialeinsatz große Spannweiten möglichst wirtschaftlich zu

überspannen. Hierzu wurden die Materialstärken auf das statisch erforderliche Minimum reduziert. Durch die schlanken Bauteilquerschnitte wird die in das Bauteil eingelegte Bewehrung aber nur unzureichend geschützt, sodass die Konstruktionen unter den Bedingungen eines Normbrands nur eine geringe Feuerwiderstandsdauer erreichen.

Stahl ist nichtbrennbar und schmilzt erst bei Temperaturen über 1.400 °C. Diese Temperaturen werden bei einem Normbrand gemäß Einheits-Temperatur-Zeitkurve (ETK) nicht erreicht. Nach ETK ist bei einer Brandbeanspruchung von 90 Minuten lediglich eine Temperatur von etwa 1.000 °C zu berücksichtigen. Warum ist also der Stahl in Bezug auf den Brandschutz von Stahlbetonbauteilen das kritische Material? Stahl hat eine ca. 25-mal höhere thermische Leitfähigkeit als Beton. Das bedeutet, dass sich der Stahlquerschnitt im Brandfall sehr schnell erwärmt. Der Betonstahl dehnt sich unter Hitzeeinwirkung aus und verliert gleichzeitig an Festigkeit. Die kritische Stahltemperatur beträgt (gemäß EC2-1-2 [1]) bei Betonstahl 500 °C. Damit das Stahlbetonbauteil im Brandfall nicht versagt, muss der Betonstahl durch den umhüllenden Beton vor einer Temperaturerhöhung auf über 500 °C geschützt werden. Der Zeitpunkt, an dem die Temperatur im Stahl bei einer Brandbeanspruchung nach ETK überschritten wird, entspricht somit (vereinfacht betrachtet) der Feuerwiderstandsdauer des Bauteils.

Brandschutztechnische Mindestanforderungen an Rippendecken

Die brandschutztechnischen Mindestanforderungen an Rippendecken sind in DIN 4102-4:2016-05, Abschnitt 5, geregelt [2]. Dabei wird unterschieden zwischen Rippendecken mit und ohne Zwischenbauteilen. Nachfolgend werden ausschließlich Rippendecken ohne Zwischenbauteile betrachtet.

Nach DIN 4102-4:2016-05 werden für einachsige gespannte Rippendecken die in Tabelle 3 enthaltenen Mindestquerschnitte gefordert. Bei konischem Querschnitt der

| Feuerwiderstand | Mindestbreite Rippe (b) | Mindestdicke Platte (h) |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| F30 | 80 mm | 80 mm |
| F60 | 100 mm | 80 mm |
| F90 | 120 mm | 100 mm |

Tabelle: © Bert Wieneke

(3) Mindestquerschnitte für einachsige gespannte Rippendecken

Rippe wird die Mindestbreite b in Höhe des Schwerpunkts der Zugbewehrung ermittelt.

Damit die geforderte Feuerwiderstandsdauer erreicht wird, ist zudem eine ausreichende Betonüberdeckung der Bewehrung erforderlich. Die Mindestüberdeckung ist in den Tabellen in Abschnitt 5.6 der DIN 4102-4:2016-05 für Rippendecken ohne Zwischenbauteile und in Abschnitt 5.7 für Rippendecken mit Zwischenbauteilen geregelt. Für die Betonplatte ist bis zu einer Feuerwiderstandsdauer von bis zu 90 Minuten eine Betonüberdeckung von lediglich 10 mm ausreichend. Kritisch ist dagegen die Betonüberdeckung an den Rippen, insbesondere bei sehr filigranen Bauteilen. Bei einachsigen gespannten F90-Rippendecken beträgt der mindestens erforderliche seitliche Achsabstand a_{sd} der Bewehrung bis zur Betonoberfläche 35 bis 65 mm, von der Unterseite der Rippe (a) 25 bis 55 mm (Bild 4). Sofern die bestehende Deckenkonstruktion die Rahmenbedingungen gemäß DIN 4102-4 nicht erfüllt, ist eine brandschutztechnische Ertüchtigung der Deckenkonstruktion erforderlich.

Rechenverfahren nach DIN EN 1992-1-2

Bei den Tabellenwerten der DIN 4102-4 handelt es sich um pauschale Werte, die eine Beurteilung „auf der sicheren Seite“ ermöglichen. Eine Berücksichtigung der konkreten Einbausituation ist nicht möglich. Mit einer genaueren Nachweisführung besteht jedoch gegebenenfalls die Möglichkeit, eine ausreichende Tragfähigkeit im Brandfall nachzuweisen. Hierzu kann auf das Heißbemessungsverfahren nach Eurocode (EC) zurückgegriffen werden. Das Rechenverfahren nach DIN EN 1992-1-2 [1] ermöglicht den rechnerischen Nachweis der Resttrag-

fähigkeit des Bauteils nach einer definierten Brandbeanspruchung. Dabei wird die Temperaturverteilung im Bauteilquerschnitt ermittelt und das temperaturabhängige Materialverhalten berücksichtigt. In Abhängigkeit von der erreichten Temperatur der Bewehrung wird die Festigkeit der Stähle bei der Berechnung nur noch reduziert angesetzt.

Sofern eine Heißbemessung nach Eurocode eine ausreichende Tragfähigkeit im Brandfall nachweist, ist in der Regel keine weitere Ertüchtigung der Decke erforderlich.

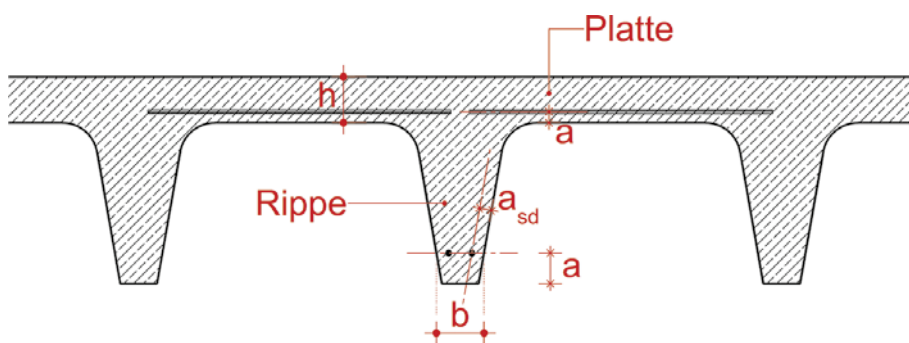
Putzbekleidung als Ersatz für fehlende Betondeckung

Grund für eine zu geringe Feuerwiderstandsdauer einer Rippendecke ist meist eine zu geringe Betondeckung der Bewehrung. Eine unzureichende Betondeckung kann nachträglich durch das Aufbringen einer Putzschicht erhöht werden. Dies ist jedoch nur bei Deckenkonstruktionen möglich, bei denen die Betonoberfläche frei liegt, nicht bei Konstruktionen mit sichtbarer verlorener Schalung.

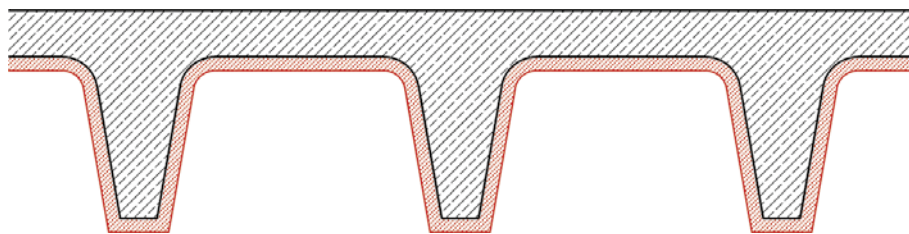
Eine Ertüchtigung einer vorhandenen Betonrippendecke ohne Massiv- oder Halbmassivstreifen ist nach den Regelungen der DIN 4102-4, Abschnitt 5.6.3 [2], nur zulässig, wenn

- die Rippen eine Mindestbreite von 80 mm aufweisen,
- die Platte eine Mindestdicke von 50 mm aufweist (DIN 4102-4, Nr. 5.4.2),
- eine Betondeckung a von mindestens 10 mm vorhanden ist.

Die Putze können dabei sowohl als Ersatz für einen zu geringen Achsabstand der Bewehrung als auch für ein zu geringes Querschnittsmaß verwendet werden (Bild 5). Bei der Verwendung von Gipsputz ersetzen 10 mm Putzstärke jeweils 10 mm Normalbeton. Die maximal zulässige Putzstärke beträgt 25 mm. Mit zweilagigen Vermiculite- oder Perlite-Putzen auf Gips- oder Zementbasis (Dämmputze) kann mit einer Putzdicke von 5 mm jeweils 10 mm fehlender Normalbeton ersetzt werden. Die maximal zulässige Putzdicke über dem Putzträger darf 30 mm betragen, sodass bis zu 60 mm Normalbeton durch eine 30 mm Putzbekleidung (zzgl. Putzträger) ersetzt werden können (DIN 4102-4, Tabelle 5.1). Diese Dämmputze müssen auf einem nichtbrennbaren Putzträger (z. B. Rippenstreckmetall) aufgebracht werden.



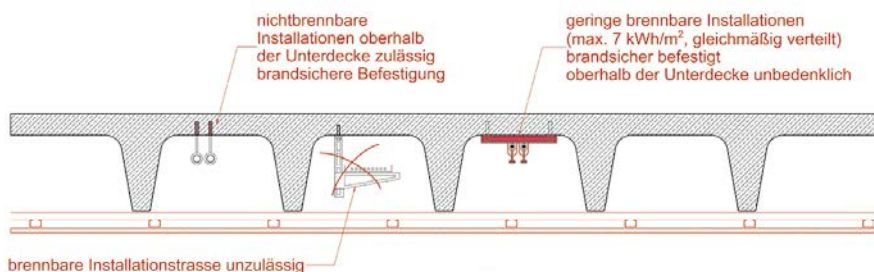
(4) Maßgeblich für den erreichten Feuerwiderstand einer Rippendecke ist eine ausreichende Betonüberdeckung a (Abstand der Achse der Bewehrung zur Bauteiloberfläche; Bezeichnungen gemäß DIN 4102-4:2016-05 [2]).



(5) Erhöhung der Feuerwiderstandsdauer durch Aufbringen einer unterseitigen Putzschicht

Unterdecken zur brandschutztechnischen Sanierung von Rippendecken

Anstelle von Putzen können bestehende Decken auch mit brandschutztechnisch wirksamen Unterdecken ertüchtigt werden. Diese Konstruktionen können auch eingesetzt werden, wenn an der Unterseite der Decke z. B. verlorene Holzschalungen vorhanden sind. Die Unterdecken müssen die Anforderungen des Abschnitts 10.10 der DIN 4102-4 [2] erfüllen. Sie sind lediglich für eine Brandbeanspruchung von unten ausgelegt. Das bedeutet, dass sich oberhalb der Unterdecken keine erheblichen Brandlasten (z. B. Kabeltrassen) befinden dürfen. Gleichmäßig verteilte Brandlasten (z. B. Elektrokabel, Kunststoffabwasserrohre oder brennbare Baustoffe) oberhalb der Decke mit einem Heizwert von maximal 7 kWh/m² sind jedoch unbedenklich. Im Zwischendeckenbereich verlegte Leitungen und Installationen müs-



(6) Unterdecken in Verbindung mit Rohdecken der Bauart III

Bilder: © Bert Weneke