

**Entwicklung eines Bemessungsvorschlags
für den Abgleich zwischen DIN 1045-1,
EN 1992-1-1 und EN 13369 in Bezug auf
die Betondeckung**

T 3016

T 3016

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2003, ISBN 3-8167-6520-3

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

e-mail info@irb.fhg.de

URL <http://www.IRBbuch.de>

Schlussbericht

Forschungsvorhaben P32-5- 7.220-1061/02

**„Entwicklung eines Bemessungsvorschlags für den Abgleich
zwischen DIN 1045-1, EN 1992-1-1 und EN 13369 in Bezug auf die
Betondeckung“**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konrad Zilch

Dipl.-Ing. Michael Cyllok

Bericht Nr.: cy – 2303429

vom: 04.07.2003

Auftraggeber: Deutsches Institut für Bautechnik
Kolonnenstraße 30L

10829 Berlin

Der Untersuchungsbericht umfasst 34 Textseiten einschließlich 13 Seiten
Anhang

Der Bericht darf nur ungekürzt veröffentlicht werden.

Die gekürzte oder auszugsweise Veröffentlichung bedarf der vorherigen Genehmigung des Lehrstuhls

Inhalt

1	Einführung	3
1.1	Normen-Situation im Stahlbetonbau und Spannbetonbau.....	4
1.2	Dauerhaftigkeit im Stahlbetonbau und Spannbetonbau.....	5
1.3	Formale Anforderungen an den Bericht	6
2	Vergleich der Regelungen zur Betondeckung	7
2.1	Mindestbetondeckung.....	7
2.1.1	Mindestbetondeckung zum Schutz der Bewehrung gegen Korrosion.....	7
2.1.2	Betondeckung zur Sicherstellung des Verbundes.....	9
2.1.3	Betondeckung als Opferbeton bei Verschleiß-Beanspruchung	10
2.2	Vorhaltemaß.....	11
2.3	Mindestbetonfestigkeitsklassen	11
3	Vorschlag zur Regelung der Betondeckung in EN 1992-1-1 (EC 2).....	13
3.1	Mindestbetondeckung zum Schutz der Bewehrung gegen Korrosion.....	13
3.2	Mindestbetondeckung zur sicheren Übertragung von Verbundkräften	14
3.3	Mindestbetondeckung als Opferbeton bei Verschleiß-Beanspruchung.....	15
3.4	Vorhaltemaß.....	15
3.5	Mindestbetonfestigkeitsklassen	15
3.6	Beispiel	16
4	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	17
5	Unterschriften	19
6	Literatur.....	20
Anhang A	Erforderliche Betondeckungen in Abhängigkeit der verwendeten Norm.....	22
Anhang B	Zusammenfassung des Vorhabens „Abgleich Betondeckung“	23
Anhang C	Kurzzusammenfassungen	25
Anhang D	Normentext Kapitel 4 aus prEN1992-1-1	28

1 Einführung

Das vom Deutschen Institut für Bautechnik finanzierte Forschungsvorhaben „Entwicklung eines Bemessungsvorschlags für den Abgleich zwischen DIN 1045-1, EN 1992-1-1 und EN 13369 in Bezug auf die Betondeckung“ zeigt Inkonsistenzen zwischen aktueller und künftiger Normungssituation im Bereich des Stahlbetons und Spannbetons einschließlich Fertigteile in Bezug auf die Betondeckung auf und schlägt vor, wie sich diese wissenschaftlich fundiert durch eine Modifizierung der künftigen Norm für den Stahlbetonbau und den Spannbetonbau EN 1992-1-1 überbrücken lassen. Dabei ist zu beachten, dass dieser Vorschlag sowohl den nationalen Sicherheitsinteressen als auch dem freien Warenaustausch dient.

Für die Umsetzung dieses Vorhabens findet sich in 1.1 ein kurzer Überblick über die aktuelle und zukünftige Normensituation und deren Zusammenhänge. Die Frage welche Rolle die Betondeckung im Rahmen der Maßnahmen zur Sicherung der Dauerhaftigkeit spielt, ist Gegenstand des Abschnitts 1.2. Abgerundet wird die Einleitung durch Abschnitt 1.3, in dem die Anforderungen an den Bericht zusammengestellt sind.

Kapitel 2 befasst sich mit dem eigentlichen Vergleich der in 1.1 beschriebenen Normen hinsichtlich ihrer Behandlung der Betondeckung. Hierbei wird auf Umweltbedingungen, Korrosionsschutz, Verbundkräfte und Verschleißwiderstand eingegangen. Der hierzu gehörende quantitative Vergleich der Mindestbetondeckung nach den verschiedenen Normen findet sich in Anhang A.

Die Herleitung des eigentlichen Kompromiss-Vorschlags, der die in Kapitel 2 gefundenen Widersprüche in der künftigen Norm für den Stahlbetonbau und Spannbetonbau EN 1992-1-1 aufhebt, findet sich in Kapitel 3, der ausformulierte Kompromiss-Vorschlag in Anhang D.

Abgeschlossen wird der Bericht in Kapitel 4 durch eine allgemein verständliche Zusammenfassung mit Wertung für die praktische Anwendung und Normung.

Als Vorbereitung zu diesem Vorhaben, diente eine Literaturstudie, die teilweise verschiedenen Ansätze zur Bestimmung der notwendigen Betondeckung zur Sicherung einer geforderten Dauerhaftigkeit für Bauteile aus Stahlbeton und Spannbeton zu beleuchten. Die hierbei benutzte und im Bericht zitierte Literatur findet sich als Übersicht in Kapitel 6.

1.1 Normen-Situation im Stahlbetonbau und Spannbetonbau

Die Betondeckung ist eine konstruktive Maßnahme zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit für Bauteile aus Stahlbeton und Spannbeton. Aus diesem Grund finden sich Regelungen zur Betondeckung anders als solche zu betontechnologische Maßnahmen in den Normen zur Bemessung und Konstruktion. In der Bundesrepublik Deutschland gilt hierfür die kürzlich eingeführte Norm DIN 1045-1 (2001-07) [1] Auf die älteren Normen wie DIN 1045 (1988-07) [7], die zwar übergangsweise noch gelten, jedoch von der neuen DIN 1045-1 [1] abgelöst werden, wird im Rahmen dieses Berichts nicht weiter eingegangen, da die neue Norm bereits den aktuellen Stand der Technik und Erfahrung widerspiegelt.

Im Rahmen der europäischen Harmonisierung werden einheitliche Normen EU-weit nationale Normen ablösen. Im Fall der Norm von Bemessung und Konstruktion von Stahlbetonbauteilen und Spannbetonbauteilen wird DIN 1045-1 durch die ihr ähnelnde EN 1992-1-1 (auch EC 2) ersetzt.

EN 1992-1-1, die im Moment als Entwurf prEN 1992-1-1 [2] vorliegt, ist allerdings nicht die einzige europäische Norm, die die Betondeckung von Bauteilen aus Stahlbeton und Spannbeton regelt. Die Allgemeinen Regeln für Betonfertigteile DIN EN 13369 [3] bzw. der vorliegende Stand der Überarbeitung, EN 13369:2002 [4], legt für Fertigteile eigene, niedrigere Betondeckungen fest, die damit begründet werden, dass in Fertigteilwerken höhere Qualitätsstandards möglich sind.

Welche Randbedingungen sind bei einem Vorschlag für die Regelung der Betondeckung in EN 1992-1-1 zu beachten? Normen dürfen durch andere Normen nicht diskriminiert werden. Das bedeutet im Zusammenhang mit Produktnormen, dass sich sämtliche, auf dem Markt befindliche Konstruktionen, Systeme und Bauprodukte in einer neuen Norm wieder finden sollen, also nicht durch sie eingeschränkt werden.

Zudem muss beachtet werden, dass Fragen des Sicherheitsniveaus und der Wirtschaftlichkeit den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten obliegen, weshalb die angestrebte Regelung flexibel gestaltet werden muss. Weiterhin muss der Vorschlag wissenschaftlich fundiert sein und den aktuellen Stand der Technik widerspiegeln. Konkret heißt das, dass der Vorschlag auch die Regelung der deutschen Norm DIN 1045-1 ermöglichen soll.

Für diesen Bericht werden als Arbeitsgrundlage die deutsche Norm DIN 1045-1 [1], der Abschluss-Entwurf prEN 1992-1-1, Stand Oktober 2001 [2] und die Allgemeinen Regeln für Fertigteile EN 13369:2002 [4] verwendet.

1.2 Dauerhaftigkeit im Stahlbetonbau und Spannbetonbau

Die Forderung nach Dauerhaftigkeit, beruht auf der Idee, dass ein Bauwerk über seine geplante Nutzungsdauer ausreichend widerstandsfähig gegenüber Einwirkungen ist. Im Gegensatz zu der früher vertretenden Meinung, dass Stahlbetonbauteile und Spannbetonbauteile nahezu wartungsfrei sind, müssen bei diesem Verbundbaustoff zum einen der Beton selbst aber auch die Bewehrung geschützt werden. Letztere im Besonderen vor Korrosion.

Wie sieht dieser Schutz aus? Als Grundlage wird versucht, Schädigungsmechanismen zu hemmen, also z.B. durch Schaffung von Porenräumen Frost-Tau-Wechsel zu entschärfen. Hierzu kann auch die Verwendung des basischen Milieus des Betons zum Schutz des eingelegten Stahls gezählt werden, welches die Korrosion durch die Bildung einer Passiv-Schicht um den Stahl herum verhindert.

Diese Grundlage reicht jedoch nicht aus, da sowohl Umwelteinflüsse als auch der Beton einem zeitlichen Wandel unterliegen. Beispielsweise sinkt der pH-Wert des Betons durch die fortschreitende, oberflächennahe Carbonatisierung, was dazu führt, dass die Schutzwirkung des Betons dort verloren geht (Depassivierung), wo auch der Stahl eingelegt ist.

Um diesem Umstand gerecht zu werden, versucht man, die Geschwindigkeit der Umwandlungs- bzw. Zerstörungsprozesse durch betontechnologische¹ und konstruktive Maßnahmen entsprechend des Risikopotentials zu verlangsamen. Das Risikopotential der Umwelteinwirkungen wird versucht über Expositionsklassen zu charakterisieren, siehe Kapitel 2.

Welche Rolle spielt die Betondeckung als konstruktive Maßnahme? Um diese Frage zu beantworten, betrachtet man die drei notwendigen Voraussetzungen für eine Stahlkorrosion. Erstens ist die Zerstörung der Passivschicht durch Carbonatisierung oder Einwirkung von

¹ Zu den betontechnologischen Maßnahmen, die den Umwandlungs- bzw. Zerstörungsprozess verlangsamen gehört z.B. das Herstellen einer hohen Dichtheit des Betons, um das Eindringen von schädigenden Stoffen zu vermindern. Weiterhin können bestimmte Anforderungen an die Gesteinskörnungen, an den Mindestluftgehalt, an den Mindestbindemittelgehalt und an den höchstzulässigen Wasser-Bindemittel-Wert (W/B-Wert) gestellt werden. Für weitere Informationen siehe z.B. Reinhardt [12].

Chloriden notwendig. Zweitens muss die elektrische Leitfähigkeit des Betons durch einen hohen Feuchtegehalt erhöht werden. Die dritte Voraussetzung ist, dass ausreichend Sauerstoff an den Stahl gelangen kann.

Es ist also nahe liegend, eine Schutzschicht aus genügend dichtem Beton zwischen die Umwelt und den Stahl zu legen. Damit dauert es länger bis die Carbonatisierungsfront bis zum Stahl vorgedrungen ist und Chloride und Sauerstoff müssen einen längeren Weg gehen, um an den Stahl zu kommen. Je intensiver die Einwirkung durch Carbonatisierung (z.B. in wechselnd feuchter und trockener Umgebung) oder Chlorid-Penetration, desto stärker muss die Betonschutzschicht in Form der Betondeckung sein, siehe 2.1.1.

Welche andere Wirkung zur Sicherung der Dauerhaftigkeit hat die Betondeckung noch? Für den Fall des Abriebs z.B. durch rollenden Verkehr, oder aufprallendes oder rutschendes Schüttgut, kann der Beton durch erhöhte Anforderungen an die Gesteinskörnung geschützt werden. Alternativ dazu lässt sich eine Schicht Opferbeton in Form einer erhöhten Betondeckung aufbringen, siehe 2.1.3.

1.3 Formale Anforderungen an den Bericht

Neben den inhaltlichen Anforderungen, die in den vorangegangenen Kapiteln dargelegt worden sind, bestehen auch formale Anforderungen an den Bericht.

Der Bericht soll durch eine allgemein verständliche Zusammenfassung (siehe Kapitel 4, bzw. Anhang B) abgeschlossen sein, die eine Wertung enthält, welche Rolle die Ergebnisse des Vorhabens für die praktische Anwendung haben. Zusätzlich soll dargelegt werden, wie die Resultate unmittelbar für die Normung verwendet werden können. Unterstützt wird dies durch den in Anhang D vorliegenden Vorschlag für den Nomentext des Kapitels 4 der EN 1992-1-1, der Anwendungsregeln für die Dauerhaftigkeit und damit verbunden die Betondeckung enthält.

Neben dieser Zusammenfassung soll ebenfalls eine Kurzzusammenfassung in deutscher, englischer und französischer Sprache dem Bericht beigelegt sein, siehe Anhang C.

2 Vergleich der Regelungen zur Betondeckung

Wie unter 1.1 beschrieben, behandelt dieser Bericht die Normen DIN 1045-1, EN 1992-1-1 (bzw. prEN 1992-1-1) und EN 13369 [4], die alle Regeln zur Betondeckung enthalten. Alle drei betrachteten Normen stützen sich auf die in DIN EN 206-1 [6] eingeführten Expositionsklassen. Mit Hilfe dieser, gegebenenfalls auch durch Kombination dieser, lassen sich Umweltbedingungen klassifizieren und in der Bemessung und der Konstruktion berücksichtigen. Damit bilden sie die Grundlage für die in den behandelten Normen teilweise unterschiedliche Bestimmung der Betondeckung.

Die Betondeckung setzt sich in allen drei Normen aus einer Mindestbetondeckung, siehe 2.1, und einem Vorhaltemaß, siehe 2.2, zusammen. Diese Bestandteile werden in den angegebenen Abschnitten einzeln, aber auch in ihrem Zusammenspiel für die verschiedenen Normen betrachtet.

Den oben angesprochenen Expositionsklassen zugeordnet sind jedoch nicht nur Betondeckungen, sondern auch Mindestbetonfestigkeiten, die ebenfalls Uneinheitlichkeiten bergen, siehe 2.3.

2.1 Mindestbetondeckung

Die Mindestbetondeckung hat verschiedene Aufgaben. Die Hauptaufgabe liegt in der Sicherstellung der Dauerhaftigkeit, wie in 2.1.1 beschrieben. Aber auch zur Sicherstellung der Übertragung von Verbundkräften, siehe 2.1.2, ist sie anzuordnen. Eine erhöhte Mindestbetondeckung kann weiterhin als Opferbeton bei Verschleißbeanspruchung verwendet werden, siehe 2.1.3.

2.1.1 Mindestbetondeckung zum Schutz der Bewehrung gegen

Korrosion

Eine Betondeckung zum Schutz der Bewehrung gegen Korrosion ist nur dann sinnvoll, wenn ein Korrosionsrisiko vorliegt. Deshalb beschränken sich die drei betrachteten Normen für diesen Fall auf die Expositionsklassen „Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Carbonatisierung“ (XC), „Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser“ (XD) und „Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser“ (XS).

Zusätzlich sehen EN 1992-1-1 und EN 13369 noch Werte für „Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko“ (X0) vor, da anders als in DIN 1045-1 bewehrte Bauteile in dieser Klasse möglich sind und die Betondeckung allein aus der Verbundbedingung, siehe 2.1.2, als unter Umständen zu gering eingeschätzt wurde.

Vergleicht man die drei Normen DIN 1045-1, EN 1992-1-1 und EN 13369, so lassen sich die 11 Expositionsklassen, die für Bewehrungskorrosion relevant sind, in 5 verschiedene Gefährdungspotenziale mit einer zugehörigen Betondeckung gruppieren. Unterscheidet man weiter, dann ergeben sich 7 verschiedene Gruppen, siehe Anhang A.

Was sind die Grundlagen für die Mindestbetondeckungen der verschiedenen Normen? Ausgangspunkt für DIN 1045-1 und EC2 sind in erster Linie Erfahrungen aus der Praxis. Diese konnten mit probabilistischen Untersuchungen von Gehlen [13] für Deutschland belegt oder erweitert werden. Eigene Untersuchungen [14], [15], die auf der Arbeit von Gehlen [13] beruhen, jedoch speziell auf die Anforderungen der europäischen Normung (z.B. größere Bandbreite von Klimata als allein für Deutschland) ausgelegt sind, bilden die Grundlage für die Dauerhaftigkeitsanforderungen in EC2. Die Fertigteilnorm EN 13369 orientiert sich an der Vornorm des EC 2 [9] und wird im Moment selbst überarbeitet. Bei dieser Überarbeitung fließen ebenfalls Erfahrungen ein, die spezifisch mit Betonfertigteilen gemacht wurden.

Diese Erfahrungen führten im Rahmen der Bearbeitung der Norm EN 13369 zur Annahme, dass sich bei der Herstellung von Betonfertigteilen betontechnologische Maßnahmen zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit (siehe 1.2) und schärfere Qualitätskontrollen leichter umsetzen lassen. Die Mindestbetondeckungen dieser Norm berücksichtigen dies und unterstellen implizit, dass die Fertigteil-Produzenten diesen Vorteil zugunsten einer höheren Qualität auch nutzen. Aus diesem Grund erhalten Betonfertigteile nach EN 13369 a priori einen Bonus für die Betonmindestdeckung.

Weder DIN 1045-1 noch EC2 schließen sich dieser Argumentation an. Deshalb finden sich gerade für die höheren Betonfestigkeiten (ab C30/37), die im Fertigteil-Werk stärker eingesetzt werden als die geringeren Betondruckfestigkeiten und deshalb von der Fertigteil-Norm besonders berücksichtigt werden, weder in DIN 1045-1 noch in EC2 so geringe Betondeckungen wie in EN 13369, siehe Anhang A.

Besonders deutlich erkennt man dies an der Stelle, an der sich der Effekt durch etwas andere Erfahrungen im Fertigteilbau noch verstärkt. Da in der Fertigteil-Norm Betondeckungen über

40 mm als nicht sinnvoll angesehen werden, kann es bei hohen Mindestbetondeckungen z.B. bei vorgespannten Bauteilen unter Seewasser-Einwirkung zu einem Unterschied zwischen den Mindestbetondeckungen gefordert nach EC2 bzw. EN 13369 von bis zu 15 mm kommen. EC2 und DIN 1045-1 selbst fordern in etwa die gleichen Mindestbetondeckungen, insbesondere wenn man das Nennmaß berücksichtigt, siehe 2.2.

Unterschiede lassen sich bei zulässigen Abminderungen finden. Der Bonus von 5 mm auf die Mindestbetondeckung für plattenförmige Bauteile findet sich bei EN 1992-1-1 und EN 13369, nicht jedoch bei DIN 1045-1.

Die Abminderung der Mindestbetondeckung um 5 mm für die Verwendung einer höheren Betondruckfestigkeitsklasse als mindestens nötig und damit die Verbesserung des Wasser-Bindemittel-Wert, siehe 2.3, ist den behandelten Normen gleich. Der Unterschied liegt hier im Detail, also welche Mindestdruckfestigkeitsklasse welcher Expositionsklasse zugeordnet ist, siehe 2.3.

Bei den oben genannten Abminderungen um 5 mm ist zu beachten, dass es sich ebenfalls um Erfahrungswerte handelt.

Fazit: Die Grundlage der Werte ist für alle drei Normen gleich. Unterschiede ergeben sich dadurch, dass bestimmte Boni in den Normen EC2 und DIN 1045-1 für Fertigteile nicht a priori gewährt werden, sondern an Qualitätsanforderungen geknüpft sind. Zusätzlich sind die Erfahrungen mit Ortbeton-Bauteilen und Beton-Fertigteilen auf denen die Werte für die Mindestbetondeckung basieren ähnlich aber nicht gleich.

2.1.2 Betondeckung zur Sicherstellung des Verbundes

Die sichere Übertragung von Verbundkräften ist eine mechanische Voraussetzung für den Stahlbeton und den Spannbeton. Ohne sie können diese Werkstoffe zu keinem Zeitpunkt funktionieren. Damit ist die Betondeckung zur sicheren Übertragung von Verbundkräften nicht direkt für die Dauerhaftigkeit relevant, sondern in erster Linie für die Tragfähigkeit. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird diese Anforderung jedoch in diesem Kapitel angeordnet.

Da es sich bei dieser Anforderung an die Mindestbetondeckung nicht um eine Anforderung an die Dauerhaftigkeit handelt, spielen auch die Expositionsklassen für ihre Bestimmung keine Rolle.

Während EN 13369 sich mit diesem Thema nicht auseinandersetzt, sehen EN 1992-1-1 und DIN 1045-1 Regelungen zur sicheren Übertragung von Verbundkräften vor.

Diese beiden Normen sind sich sehr ähnlich. Sie gleichen sich sogar in Bezug auf die Mindestbetondeckung von Betonstabstahlbewehrung und Stabbündeln, für die sie eine Mindestbetondeckung von einem Stabdurchmesser bzw. einem Vergleichsdurchmesser fordern. Gleich ist ebenfalls, dass für vorgespannten, gerippten Draht im sofortigen Verbund in beiden Normen der 3-fache Durchmesser des Drahts als Mindestbetondeckung gilt.

Bei Litzen (EN 1992-1-1 schließt auch glatte Drähte mit ein) gehen die Mindestwerte der Betondeckung auseinander. Während DIN 1045-1 eine Mindestbetondeckung von 2,5-mal dem Durchmesser der Litze fordert, begnügt sich die EN 1992-1-1 mit dem 2,0-fachen Durchmesser.

Ähnlich wiederum sind die Regelungen für Spannglieder im nachträglichen Verbund, da beide Normen hier als Mindestbetondeckung den Hüllrohrdurchmesser vorschreiben. Darüber hinaus bietet jedoch die EN 1992-1-1 eine Vorschrift für rechteckige Hüllrohre und eine obere Grenze der Mindestbetondeckung von 80 mm an.

2.1.3 Betondeckung als Opferbeton bei Verschleiß-Beanspruchung

In DIN 1045-1 finden sich für die Mindestbetondeckung (bzw. ihrer Erhöhung) bei Verschleißbeanspruchung zusätzliche Expositionsklassen, die in EN 206-1 [6], EN 1992-1-1 und EN 13369 nicht vorgesehen sind.

In allen vier Normen werden Verschleißbeanspruchungen mit einem erhöhten Abriebwiderstand berücksichtigt. Dieser wird nach EN 206-1 über bestimmte Anforderungen an die Gesteinskörnung erreicht.

Nach DIN 1045-1 ist zusätzlich eine konstruktive Lösung vorgesehen, die durch den Einbau einer Opferbetonschicht in Abhängigkeit von den oben erwähnten zusätzlichen Expositionsklassen hergestellt wird. Technisch erfolgt dies durch eine entsprechende Erhöhung der Mindestbetondeckung.

2.2 Vorhaltemaß

Das Vorhaltemaß berücksichtigt Toleranzen der Betondeckung in der Bauausführung und wird deshalb nicht von den Allgemeinen Produktregeln EN 13369 thematisiert, sondern nur von DIN 1045-1 und EN 1992-1-1 (EC2). Letztere bezieht sich hierbei auf die Ausführungsnorm für Betontragwerke, ENV 13670-1 [10].

Da die Bauausführung selbst nicht von den Expositionsklassen abhängt, gilt dies im Grunde auch für das Vorhaltemaß. Sobald jedoch Bewehrung eingelegt wird, ist auch eine Betondeckung und damit ein Vorhaltemaß erforderlich. Aus diesem Grund werden den Expositionsklassen die sich auf die Bewehrungskorrosion beziehen (einschließlich X0 für EC2) ein Vorhaltemaß zugeordnet, siehe 2.1.1.

Anders als in EC2 wird in Deutschland die Ansicht vertreten, dass einer für den Stahl risikoreicheren Expositionsklasse (ab XC2) auch ein höheres Vorhaltemaß von 15 mm anstelle von 10 mm zugeordnet werden sollte, was sich in der deutschen Norm DIN 1045-1 widerspiegelt.

Wie sehen die Nennwerte der Betondeckung, die sich aus der Summe von Mindestbetondeckung und Vorhaltemaß bilden quantitativ betrachtet aus?

Die Nennwerte bei maßgebender Dauerhaftigkeitsbedingung sind für EC2 und DIN 1045-1 praktisch für alle Fälle gleich. Dies bedeutet jedoch in der Konsequenz, dass wenn die sichere Übertragung von Verbundkräften maßgebend wird, sich für den EC2 geringere Betondeckungen einstellen können. Dies trifft bei XC2 und XC3 für Stäbe und Stabbündel mit einem (Vergleichs-) Durchmesser von mindestens 25 mm zu. Hierbei ergeben sich für die Betondeckung um 5 mm geringere Werte als nach DIN 1045-1, was aber eher als akademisches Problem zu werten ist.

2.3 Mindestbetonfestigkeitsklassen

Es fällt auf, dass in DIN 1045-1, EC2 und EN 13369 allen Expositionsklassen Mindestbetondruckfestigkeiten zugeordnet werden. Der Grund dafür ist, dass man für jede Einwirkung bzw. Expositionsklasse einen Mindestwiderstand des Betons benötigt, um die angestrebte Verlangsamung der Zerstörungsprozesse zu gewährleisten, siehe 1.2. Diese Verlangsamung ist nach Reinhardt [12] an Anforderungen an die Gesteinskörnungen, Mindestluftgehalt, Mindestbindemittelgehalt, Höchstzulässiger Wasser-Bindemittel-Wert (W/B-Wert) und die Mindestdruckfestigkeitsklasse gekoppelt.

Über die Mindestdruckfestigkeitsklassen lassen sich der W/B-Wert und damit die Dauerhaftigkeit des Betons ungefähr abschätzen. Bei einem vorgegebenen W/B-Wert (festgelegt in DIN EN 206-1 [6]) ist eine Mindestdruckfestigkeitsklasse eigentlich nicht notwendig, wird aber zur Erleichterung der Konformitätskontrolle gefordert.

Wie unterscheiden sich die nach den oben genannten Normen geforderten Mindestbetondruckfestigkeiten? Wie in Anhang A dargestellt, weicht EC2 von DIN 1045-1 dahingehend ab, dass von letzterer Norm geringere Mindestdruckfestigkeiten gefordert werden.

Dies stellt jedoch kein Problem dar, da die Mindestdruckfestigkeiten nur im Rahmen eines informativen Anhangs des EC2, also nicht verbindlich, angegeben sind.

Für die Harmonisierung der europäischen Normen in Bezug auf DIN 1045-1 ist der Umstand, dass sich EC2 und EN 13369 ähnlich sind und damit beide in den unteren Expositionsklassen von DIN 1045-1 abweichen, kein Problem. Für Fertigteile werden in der Regel die höheren Mindestdruckfestigkeitsklassen, wie sie in EN 13369 gefordert sind, verwendet und für Ort-beton können nach wie vor die angepassten oder die in EC2 vorgeschlagenen Klassen benutzt werden.

Die Unterschiede zwischen EN 13369 und EC2 finden sich im einzelnen bei der Expositionsklasse X0, bei der von EN 13369 eine um eine Klasse höhere Mindestbetondruckfestigkeitsklasse als von EC2 gefordert wird. Diese schärfere Regelung lässt sich darauf zurückführen, dass in Fertigteilwerken nahezu kein Beton unter C20/25 verwendet wird. Eine weitere Differenz liegt bei der Expositionsklasse XC3 vor, bei der von EC2 eine um eine Klasse höhere Mindestbetondruckfestigkeitsklasse als von EN 13369 gefordert wird.

3 Vorschlag zur Regelung der Betondeckung in EN 1992-1-1 (EC 2)

Nachdem in Kapitel 2 festgestellt wurde, bei welchen Regelungen Handlungsbedarf für eine Anpassung bzw. Harmonisierung des EC2 in Bezug auf die Betondeckung vorliegt, widmet sich dieses Kapitel einem Vorschlag zur Neuregelung.

Die einzelnen Abschnitte beinhalten Erklärungen zu den einzelnen Teilen des Vorschlags, der sich als Normenentwurf in Anhang D befindet. Zur besseren Übersicht sind in jedem Abschnitt Verweise angegeben, die zu der eigentlichen Vorschlagsformulierung führen.

In 3.1 befindet sich die Herleitung zum Hauptteil des Entwurfs. Es handelt sich hierbei um ein System zur Bestimmung der Mindestbetondeckung gegen Bewehrungskorrosion, das flexibel genug auf nationale Bedürfnisse reagieren und in sich nachvollziehbar und logisch ist.

Die Regelung zur Mindestbewehrung aus der Verbundbedingung bedarf, wie bereits dargestellt, keiner großen Änderungen außer einer nationalen Öffnung, siehe 3.2, ähnlich das Vorhaltemaß, siehe 3.4 und die Mindestbetondruckfestigkeitsklassen, siehe 3.5.

Neu hinzu kommt nach dem Entwurf zum Normtext eine Regelung zum Opferbeton, wie in 3.3 dargestellt.

Abgerundet wird das Kapitel in 3.6 durch zwei Beispiele zur Anwendung der neuen Regelung aus 3.1. Hierbei werden die Ergebnisse des Nennmaßes der Betondeckung mit denen nach DIN 1045-1 verglichen.

3.1 Mindestbetondeckung zum Schutz der Bewehrung gegen Korrosion

Die Regelung zur Bestimmung der Mindestbetondeckung zum Schutz der Bewehrung gegen Korrosion basiert auf einem flexiblen System, welches nationale Modifikationen zulässt und in sich geschlossen und sinnvoll ist. Dies bedeutet, dass das System Modifikationen für eine Auswahl besonderer Maßnahmen und erhöhter Anforderungen zulässt und verschiedene Gefährdungspotentiale von Umgebungsbedingungen in der Betondeckung nachvollziehbar berücksichtigt. Zu den zuerst genannten Modifikationen gehören:

- Erhöhte Nutzungsdauer von insgesamt 100 Jahren

- Verwendung einer Betondruckfestigkeitsklasse zwei Stufen über der Mindestbetondruckfestigkeitsklasse zur Verbesserung des Wasser-Bindemittel-Werts
- Plattengeometrie mit dem Vorteil nur eine Angriffs-Front zu haben (dass die Position der Bewehrung durch den Baubetrieb nicht verändert wird, wird explizit gefordert)
- Besondere Qualitätskontrolle des Betons

Abgerundet wird dieser Vorschlagsteil durch eine Empfehlung für die nationale Anwendung, wie das Guidance Paper L [11] der Europäischen Union fordert. Die Empfehlung orientiert sich an der aktuellen Regelung nach DIN 1045-1.

Wie ist der Entwurf aufgebaut?

Neben den Expositionsklassen werden im Sinne des Guidance Papers L [11] Anforderungsklassen eingeführt. Ausgehend von Klasse 4 für die Mindestbetondruckfestigkeit nach Anhang E des EC2 und eine geplante Nutzungsdauer von 50 Jahren wird die Anforderungsklasse nach Vorhandensein von besonderen Maßnahmen zum Schutz gegen Bewehrungskorrosion und erhöhten Anforderungen entsprechend abgemindert oder erhöht, wie es Tabelle 4.3N aus Anhang D vorsieht.

Den Anforderungsklassen sind im Rahmen zweier weiterer Tabellen für Betonstahl (Tabelle 4.4N) und Spannstahl (Tabelle 4.5N), die sich beide ebenfalls in Anhang D finden, in Abhängigkeit der Expositionsklasse Mindestbetondeckungen zugeordnet. Die Ausgangsanforderungsklasse 4 ist auf die aktuelle deutsche Normenlage angestimmt, siehe auch 3.6.

Die klare Gliederung mit 5 mm-Schritten und einer unteren Grenze von 10 mm für die Betondeckung kann den Vorlagen aus DIN 1045-1, EC2 und EN 13369 nicht in jedem Detail gerecht werden, da diese nicht über die gleiche Einheitlichkeit und Differenziertheit verfügen. Dennoch ist der Entwurf ein nachvollziehbarer Kompromiss.

3.2 Mindestbetondeckung zur sicheren Übertragung von Verbundkräften

Vorgeschlagen wird, die Mindestbetondeckungen zur sicheren Übertragung von Verbundkräften für Schlaffstahl beizubehalten und die Anforderungen für Spannbeton national beziehungsweise über die Zulassung zu regeln. Die bisherigen Regelungen können als Empfehlung für nationale Regelung weiter verwendet werden.

Grundsätzlich ist dieses Vorgehen für die europäische Normen-Harmonisierung nicht schädlich, wenn es mit Maß betrieben wird.

Die explizite Formulierung findet sich unter 4.4.1.2 (3) in Anhang D.

3.3 Mindestbetondeckung als Opferbeton bei Verschleißbeanspruchung

Da in EC2 keine Regelung zu Opferbeton oder Verschleißklassen vorhanden ist, jedoch in Deutschland Stand der Technik, ist es sinnvoll, die deutsche Regelung mit nationaler Öffnung, in den Eurocode zu übernehmen, siehe 4.4.1.2 (13) in Anhang D. Hierbei müssen innerhalb des Satzes die Verschleißklassen XM definiert werden, da eine Aufnahme als reguläre Expositionsklasse sich noch in weiteren Normen (z.B. EN 206-1) niederschlagen müsste.

Als Empfehlung im Rahmen der nationalen Öffnung können die Werte aus DIN 1045-1 verwendet werden. Die Öffnung selbst stellt kein Problem für die Harmonisierung dar, da das Handelsgut Fertigteile praktisch nicht betroffen ist.

3.4 Vorhaltemaß

Das Vorhaltemaß und eventuelle Abminderungen für besondere Maßnahmen bzw. die Erhöhung infolge eines unebenen Untergrunds sollten national regelbar sein. Obwohl die Mindestbetondeckungen bereits auf die deutschen Bedürfnisse hin zugeschnitten sind, könnte es zu einem späteren Zeitpunkt erwünscht sein, einige Werte für die Betondeckung noch einem Feinschliff zu unterziehen. Empfohlen wird das bereits vorher in EC2 verwendete Vorhaltemaß von 10 mm, siehe Abschnitt 4.4.1.3 in Anhang D.

3.5 Mindestbetonfestigkeitsklassen

Auch die Mindestbetondruckfestigkeitsklassen erfordern keine großen Änderungen. So sollte der Anhang E des EC2 nicht modifiziert werden und der Kompromiss aus den unterschiedlichen geforderten Mindest-Klassen in Tabelle 4.3N, Anhang D bei der Berücksichtigung einer erhöhten Druckfestigkeitsklasse in der Anforderungsklasse eingearbeitet werden.

Die genannte Tabelle ist hierbei wiederum als Empfehlung für die nationale Anwendung zu sehen und so an die nationalen Bedürfnisse der einzelnen Länder anpassbar.

Wie in 2.3 gezeigt wurde, ist eine Anpassung der Regelung an die deutschen Bedürfnisse für die Normen-Harmonisierung nicht schädlich bzw. wäre sie auch kein großer Eingriff.

3.6 Beispiel

Die folgenden Beispiele sind gültig unter Voraussetzung, dass die Empfehlungen für die nationale Anwendung übernommen werden.

Das erste Beispiel ist die Ermittlung des Nennwerts der Betondeckung für einen nicht vorgespannten Unterzug aus Ortbeton. Dieser wird, nachdem keine Modifikationen erforderlich sind, der Anforderungsklasse 4 zugeordnet. Die Ergebnisse für die verschiedenen Expositionsklassen finden sich in Tabelle 1.

Norm	XC1	XC2/3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
DIN 1045-1	10+10=20	20+15=35	25+15=40	40+15=55	40+15=55	40+15=55
EC2 Vorschlag	15+10=25	25+10=35	30+10=40	35+10=45	40+10=50	45+10=55

Tabelle 1 Nennbetondeckung Stahlbetonbauteil (stabförmig) in mm

Beim zweiten Beispiel handelt es sich um eine vorgespannte Fertigteil-Stütze. Die Anforderungsklasse ist zunächst 4, darf aber infolge der nachgewiesenen Verwendung der Betondruckfestigkeitsklasse C45/55 und einer besonderen Qualitätskontrolle um zwei Klassen auf die Anforderungsklasse 2 abgemindert werden. Die Ergebnisse für die verschiedenen Expositionsklassen finden sich in Tabelle 2.

Die 5 mm Unterschied ergeben sich aus der Bedingung, dass EC2 nach dem Vorschlag eine besondere Qualitätssicherung berücksichtigt, während dies in DIN 1045-1 nicht vorgesehen ist. Die größere Unterscheidung bei XD1/XS1 und XD3/XS3 von 10 mm und sogar 15 mm beruht auf der genaueren Differenzierung des Vorschlags.

Norm	XC1	XC2/3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
DIN 1045-1	20+10=30	30-5+15=40	35-5+15=45	50-5+15=60	50-5+15=60	50-5+15=60
EC2 Vorschlag	15+10=25	25+10=35	30+10=40	35+10=45	40+10=50	45+10=55

Tabelle 2 Nennbetondeckung Spannbetonbauteil (besondere Maßnahmen) in mm

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Das vorliegenden durch das Deutschen Institut für Bautechnik geförderte Forschungsvorhaben „Entwicklung eines Bemessungsvorschlags für den Abgleich zwischen DIN 1045-1, EN 1992-1-1 und EN 13369 in Bezug auf die Betondeckung“ entwickelt einen Vorschlag zur Regelung der Betondeckung in der europäischen Norm EN 1992-1-1 (EC2). Dieser beruht auf dem Vergleich dreier Normen, die jetzt oder in Zukunft relevant für die Bauweise mit Stahlbeton und Spannbeton einschließlich von Betonfertigteilen sind oder sein werden. Dies sind die deutsche Norm für Stahlbeton und Spannbeton DIN 1045-1, ihr in der Überarbeitungsphase befindliches europäisches Pendant EN 1992-1-1 und die ebenfalls gerade in der Überarbeitung befindlichen gemeinsamen Regeln für Betonfertigteile EN 13369.

Die europäischen Normen werden die nationalen und damit auch die deutschen Normen ablösen, um die in Europa heterogene Normensituation zu harmonisieren und so in erster Linie Handelshemmnisse abzubauen. Dabei ist darauf zu achten, dass national sicherheitsrelevante Aspekte nicht zu kurz kommen dürfen.

Als Grundlage für den Vergleich der Regelungen zur Betondeckung dient eine kurze Einführung in die Dauerhaftigkeit im Stahlbetonbau und im Spannbetonbau. Der Vergleich selbst stellt dar, dass und wo Unterschiede in den betrachteten Normen vorliegen und bietet jeweils einen Vorschlag bzw. eine Lösungsmöglichkeit zur sinnvollen Harmonisierung der Regelungen an.

Die Haupt-Unterschiede liegen in der Behandlung von betontechnologischen Maßnahmen die die Mindestbetondeckung zum Schutz vor Bewehrungskorrosion abmindern können, sowie in der unterschiedlich starken Differenzierung der Mindestbetondeckungen in Abhängigkeit von der Expositionsklasse.

Als Harmonisierungsmaßnahmen werden national offen die Angleichung des Differenzierungsgrades und die Einführung optionaler Boni bei der Betondeckung für betontechnologische Maßnahmen vorgeschlagen. Die Empfehlung für die nationale Anwendung ist hierbei an der deutschen Norm ausgerichtet, bildet jedoch einen guten Kompromiss mit den vorliegenden Normen EC2 und EN 13369.

Die technische Umsetzung erfolgt durch Bildung von differenzierter Anforderungsklassen, die erhöhte Anforderungen (Nutzungsdauer) und Maßnahmen zur Verbesserung der Wider-

standsseite widerspiegeln und über die Expositionsklassen mit einer Mindestbetondeckung verknüpfen.

Die Regelungen zu Mindestbetondeckung zur sicheren Übertragung von Verbundkräften, zum Vorhaltemaß und zu den Mindestbetonfestigkeitsklassen zeigen nur kleine Differenzen, die durch nationale Öffnungen angepasst werden können. Zusätzlich zu diesem Entwurf enthält der Bericht Empfehlungen, wie eine Anpassung sinnvoll bzw. für die Harmonisierung nicht schädlich ist. Konkret ist dies der Vorschlag, z.B. nur Änderungen durchzuführen, die den Ortbeton betreffen und die Regelungen für Fertigteile beizubehalten.

Die Behandlung einer erhöhten Mindestbetondeckung als Opferbeton für Verschleißbeanspruchungen ist in der europäischen Norm nicht vorhanden und wurde basierend auf dem deutschen Modell dem Vorschlag als Empfehlung für die nationale Anwendung hinzugefügt. Dies beeinträchtigt die Harmonisierung nicht, da die Regelung eigentlich nur Auswirkung auf Ortbetonbauteile hat.

Damit ist es gelungen, ein in sich stimmiges, einfach anzuwendendes Konzept zur Bestimmung der Betondeckung zu entwickeln. Es wird empfohlen, diesen Vorschlag zu übernehmen und im Sinne der europäischen Harmonisierung nicht über die aufgezeigten Grenzen hinaus zu modifizieren.

5 Unterschriften



Univ.-Prof. Dr.-Ing, Konrad Zilch
Antragsteller



Dipl.-Ing. Michael Cyllok
Sachbearbeiter

6 Literatur

- [1] DIN 1045-1, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Berlin: Beuth, Juli 2001
- [2] prEN 1992-1-1, Design of concrete structures – Part 1: General rules and rules for buildings, final draft, Brussels, October 2001
- [3] DIN EN 13369, Allgemeine Regeln für Betonfertigteile, Berlin: Beuth, Dezember 2001
- [4] EN 13369:2002, Common rules for precast concrete products, CEN/TC 229/WG4 Document 492, Brussels, 2002
- [5] DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1, Berlin: Beuth, Juli 2001
- [6] DIN EN 206-1, Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Berlin: Beuth, Juli 2001
- [7] DIN 1045, Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung, Berlin: Beuth, Juli 1988
- [8] prEN 1992-1-1, Design of concrete structures – Part 1: General rules and rules for buildings, Brussels, November 2002
- [9] DIN V ENV 1992-1-1, Planung von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken – Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau, Berlin: Beuth, Juni 1992
- [10] DD ENV 13670-1:2000, Execution of concrete structures. Part 1 – Common, London: BSPL, Juni 2000
- [11] Guidance Paper L „Application and Use of Eurocodes“, Europäische Union, Brüssel, 2001
- [12] Reinhardt, H.-W.: Beton, in: Betonkalender 2002 Teil 1, S. 1 – 152, Berlin: W. Ernst & Sohn, 2002
- [13] Gehlen, Ch.: Probabilistische Lebensdauerbemessung von Stahlbetonbauwerken Zuverlässigkeitsbetrachtungen zur wirksamen Vermeidung von Bewehrungskorrosion, DAfStb, Heft 510, Berlin: Beuth, 2000
- [14] Zilch, K., Schießl, A.: Überprüfung des Nennmaßes der Betondeckung im Falle von carbonatisierungsinduzierter Korrosion mit Hilfe einer Dauerhaftigkeitsbemessung, DIBt-Forschungsbericht P 32-5-7.145.18-959/00, München, 2001

- [15] Zilch, K., Schießl, A.: Überprüfung des Nennmaßes der Betondeckung im Falle von chloridinduzierter Korrosion mit Hilfe einer Dauerhaftigkeitsbemessung, DIBt-Forschungsbericht P 32-5-7.145.18-960/00, München, 2001

Anhang A Erforderliche Betondeckungen in Abhängigkeit der verwendeten Norm

In dieser Tabelle sind die Mindestbetondeckungen in Abhängigkeit der verwendeten Norm dargestellt.

	X0			XC1			XC2 / XC3			XC4			XD1			
	DIN ¹⁾	EC2 ²⁾	FT ³⁾	DIN ¹⁾	EC2 ²⁾	FT ³⁾	DIN ¹⁾	EC2 ²⁾	FT ³⁾	DIN ¹⁾	EC2 ²⁾	FT ³⁾	DIN ¹⁾	EC2 ²⁾	FT ³⁾	
Betonstahl Bewehrung	-	10	15	10	15	15	20	25	20	25	30	25	40	45	25	
inkl. Bonus für Plattengeometrie	-	5	15	10	10	15	20	20	15	25	25	20	40	40	20	
inkl. Bonus für erhöhte Betondruckfestigkeitsklasse	-	5	10	10	10	10	15	20	15	20	25	20	35	40	20	
inkl. beider Boni	-	0	10	10	5	10	15	15	10	20	20	15	35	35	15	
Spannstahl Bewehrung	-	20	25	20	25	25	30	35	30	35	40	35	50	55	35	
inkl. Bonus für Plattengeometrie	-	15	20	20	20	20	30	30	25	35	35	30	50	50	30	
inkl. Bonus für erhöhte Betondruckfestigkeitsklasse	-	15	20	20	20	20	25	30	25	30	35	30	45	50	30	
inkl. beider Boni	-	10	15	20	15	15	25	25	20	30	30	25	45	45	25	
Mindestbetondruckfestigkeitsklasse	C12/15	C12/15	C20/25	C16/20	C20/25	C20/25	C16/20 C20/25	C25/30 C30/37	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37

	XD2 / XS1			XD3 / XS2 / XS3		
	DIN ¹⁾	EC2 ²⁾	FT ³⁾	DIN ¹⁾	EC2 ²⁾	FT ³⁾
Betonstahl Bewehrung	40	45	30	40	45	40
inkl. Bonus für Plattengeometrie	40	40	25	40	40	35
inkl. Bonus für erhöhte Betondruckfestigkeitsklasse	35	40	25	35	40	35
inkl. beider Boni	35	35	20	35	35	30

Anmerkung: 1) DIN 1045-1
2) prEN 1992-1-1
3) EN 13369

Spannstahl Bewehrung	50	55	40	50	55	40
inkl. Bonus für Plattengeometrie	50	50	35	50	50	40
inkl. Bonus für erhöhte Betondruckfestigkeitsklasse	45	50	35	45	50	40
inkl. beider Boni	45	45	30	45	45	40
Mindestbetondruckfestigkeitsklasse	C35/45 C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C35/45

Anhang B Zusammenfassung des Vorhabens „Abgleich Betondeckung“

Das vorliegende durch das Deutsche Institut für Bautechnik geförderte Forschungsvorhaben „Entwicklung eines Bemessungsvorschlags für den Abgleich zwischen DIN 1045-1, EN 1992-1-1 und EN 13369 in Bezug auf die Betondeckung“ entwickelt einen Vorschlag zur Regelung der Betondeckung in der europäischen Norm EN 1992-1-1 (EC2). Dieser beruht auf dem Vergleich dreier Normen, die jetzt oder in Zukunft relevant für die Bauweise mit Stahlbeton und Spannbeton einschließlich von Betonfertigteilen sind oder sein werden. Dies sind die deutsche Norm für Stahlbeton und Spannbeton DIN 1045-1, ihr in der Überarbeitungsphase befindliches europäisches Pendant EN 1992-1-1 und die ebenfalls gerade in der Überarbeitung befindlichen gemeinsamen Regeln für Betonfertigteile EN 13369.

Die europäischen Normen werden die nationalen und damit auch die deutschen Normen ablösen, um die in Europa heterogene Normensituation zu harmonisieren und so in erster Linie Handelshemmnisse abzubauen. Dabei ist darauf zu achten, dass national sicherheitsrelevante Aspekte nicht zu kurz kommen dürfen.

Als Grundlage für den Vergleich der Regelungen zur Betondeckung dient eine kurze Einführung in die Dauerhaftigkeit im Stahlbetonbau und im Spannbetonbau. Der Vergleich selbst stellt dar, dass und wo Unterschiede in den betrachteten Normen vorliegen und bietet jeweils einen Vorschlag bzw. eine Lösungsmöglichkeit zur sinnvollen Harmonisierung der Regelungen an.

Die Haupt-Unterschiede liegen in der Behandlung von betontechnologischen Maßnahmen die die Mindestbetondeckung zum Schutz vor Bewehrungskorrosion abmindern können, sowie in der unterschiedlich starken Differenzierung der Mindestbetondeckungen in Abhängigkeit von der Expositionsklasse.

Als Harmonisierungsmaßnahmen werden national offen die Angleichung des Differenzierungsgrades und die Einführung optionaler Boni bei der Betondeckung für betontechnologische Maßnahmen vorgeschlagen. Die Empfehlung für die nationale Anwendung ist hierbei an der deutschen Norm ausgerichtet, bildet jedoch einen guten Kompromiss mit den vorliegenden Normen EC2 und EN 13369.

Die technische Umsetzung erfolgt durch Bildung von differenzierter Anforderungsklassen, die erhöhte Anforderungen (z.B. Nutzungsdauer) und Maßnahmen zur Verbesserung der Widerstandsseite widerspiegeln und über die Expositionsklassen mit einer Mindestbetondeckung verknüpfen.

Die Regelungen zu Mindestbetondeckung zur sicheren Übertragung von Verbundkräften, zum Vorhaltemaß und zu den Mindestbetonfestigkeitsklassen zeigen nur kleine Differenzen, die durch nationale Öffnungen angepasst werden können. Zusätzlich zu diesem Entwurf enthält der Bericht Empfehlungen, wie eine Anpassung sinnvoll bzw. für die Harmonisierung nicht schädlich ist. Konkret ist dies der Vorschlag, z.B. nur Änderungen durchzuführen, die den Ortbeton betreffen und die Regelungen für Fertigteile beizubehalten.

Die Behandlung einer erhöhten Mindestbetondeckung als Opferbeton für Verschleißbeanspruchungen ist in der europäischen Norm nicht vorhanden und wurde basierend auf dem deutschen Modell dem Vorschlag als Empfehlung für die nationale Anwendung hinzugefügt. Dies beeinträchtigt die Harmonisierung nicht, da die Regelung eigentlich nur Auswirkung auf Ortbetonbauteile hat.

Damit ist es gelungen, ein in sich stimmiges, einfach anzuwendendes Konzept zur Bestimmung der Betondeckung zu entwickeln. Es wird empfohlen, diesen Vorschlag zu übernehmen und im Sinne der europäischen Harmonisierung nicht über die aufgezeigten Grenzen hinaus zu modifizieren.

Anhang C Kurzzusammenfassungen

Abgleich der Betondeckung (Kurzzusammenfassung)

Das vorliegenden durch das Deutschen Institut für Bautechnik geförderte Forschungsvorhaben „Entwicklung eines Bemessungsvorschlags für den Abgleich zwischen DIN 1045-1, EN 1992-1-1 und EN 13369 in Bezug auf die Betondeckung“ entwickelt einen Vorschlag zur Regelung der Betondeckung in der europäischen Norm EN 1992-1-1 (EC2) unter Berücksichtigung der Harmonisierungsbestrebungen. Der Vorschlag beruht auf dem Vergleich der deutschen Norm für Stahlbeton und Spannbeton DIN 1045-1, ihrem in der Überarbeitungsphase befindlichen europäischen Pendant EN 1992-1-1 und den ebenfalls gerade in der Überarbeitung befindlichen gemeinsamen Regeln für Betonfertigteile EN 13369.

Die Haupt-Unterschiede liegen in der Behandlung von betontechnologischen Maßnahmen die die Mindestbetondeckung zum Schutz vor Bewehrungskorrosion abmindern können, sowie in der unterschiedlich starken Differenzierung der Mindestbetondeckungen in Abhängigkeit von der Expositionsklasse.

Die technische Umsetzung erfolgt durch Bildung von differenzierter Anforderungsklassen, die erhöhte Anforderungen (z.B. Nutzungsdauer) und Maßnahmen zur Verbesserung der Widerstandsseite widerspiegeln und über die Expositionsklassen mit einer Mindestbetondeckung verknüpfen. Die Empfehlung für die nationale Anwendung bildet einen guten Kompromiss zwischen den Normen DIN 1045-1, EC2 und EN 13369.

Die Regelungen zu Mindestbetondeckung zur sicheren Übertragung von Verbundkräften, zum Vorhaltemaß und zu den Mindestbetonfestigkeitsklassen zeigen nur kleine Differenzen. Vorgeschlagen werden nationale Öffnungen inklusive Empfehlungen zur nationalen Anwendung.

Die Behandlung einer erhöhten Mindestbetondeckung als Opferbeton für Verschleißbeanspruchungen wird der europäischen Norm national offen einschließlich einer Empfehlung für die nationale Anwendung als Entwurf hinzugefügt.

Damit ist es gelungen, ein in sich stimmiges, einfach anzuwendendes Konzept zur Bestimmung der Betondeckung zu entwickeln.

Mutual adjustment of the Concrete Cover (Summary)

This report “Development of a draft for the mutual adjustment of rules for the concrete cover according to DIN 1045-1, EN 1992-1-1 and EN 13369” was funded by the Deutsches Institut für Bautechnik and provides a draft for the harmonized rules for concrete cover in the European code EN 1992-1-1 (EC2). The draft bases on comparing the German code for plain, reinforced and prestressed concrete structures DIN 1045-1, its momentarily revised European pendant EN 1992-1-1 and the also momentarily revised common rules for precast products EN 13369.

The main differences are the treatment of special measures for the concrete which may reduce the concrete cover needed to protect the steel from corrosion and how values for the minimum concrete cover are allocated to exposure classes.

The reconciliation was technically done by creating subtle structural classes taking account of increased requirements (e.g. service life) and measures to augment the concrete resistance. These classes link the mentioned factors via the exposure classes to a minimum concrete cover. The recommended values and methods provide a good compromise between the codes DIN 1045-1, EC2 and EN 13369.

The rules concerning the minimum concrete cover to transmit bond forces safely, the allowance in design for deviation and the indicative strength classes for durability show only small differences. A national opening including recommendations for the use in a country is proposed.

The option of an increased minimum concrete cover serving as a sacrificial lining in case of concrete abrasion is included into the proposal. This comes nationally open including a recommendation for the use in a country.

With this a consistent, easy to use concept to design the concrete cover is achieved.

Ajustage mutuel des règles pour l'enrobage du béton

Ce report « Projeter de règles pour l'enrobage du béton balancée entre les normes DIN 1045-1, EN 1992-1-1 et EN 13369 » est financé par le Deutsches Institut für Bautechnik et projette des règles harmonisées en ce qui concerne l'enrobage du béton pour la norme européenne EN 1992-1-1. Le projet compare la norme allemande des structures en béton, béton armé et béton précontraint DIN 1045-1 avec son pendant européen (révisé en ce moment) EN 1992-1-1 et les règles communes pour les produits préfabriqués en béton (révisées également en ce moment) EN 13369.

Les différences principales se trouvent 1) dans le traitement des mesures du béton qui pourraient réduire l'enrobage du béton nécessaire pour abriter l'armature contre la corrosion et 2) les jugements nuancés différents des classes d'exposition pour calculer l'enrobage du béton minimal.

L'ajustage mutuel est réalisé en introduisant des classes structurelles nuancées, qui prennent en compte les exigences élevées (p.ex. durée de vie) et les mesures pour augmenter la résistance du béton. Ces classes associent les facteurs susvisés via les classes d'exposition et les enrobages du béton minimaux. Les valeurs et méthodes recommandées représentent un bon compromis entre les normes DIN 1045-1, EC2 et EN 13369.

Les règles qui affectent l'enrobage du béton minimal pour garantir la transmission de la force d'adhérence, l'enrobage nominal, la classe indicative de la résistance à la compression du béton pour la durabilité ne présentent que de différences secondaires. On propose une ouverture nationale qui contient des recommandations pour l'application nationale.

Finalement on est arrivé de présenter un concept consistant et facile à utiliser pour calculer l'enrobage du béton.

Anhang D Normentext Kapitel 4 aus prEN1992-1-1

SECTION 4 DURABILITY AND COVER TO REINFORCEMENT

4.1 General

(1)P A durable structure shall meet the requirements of serviceability, strength and stability throughout its intended working life, without significant loss of utility or excessive unforeseen maintenance.

(2)P The required protection of the structure shall be established by considering its intended use, service life (see EN 1990), maintenance programme and actions.

(3)P The possible significance of direct and indirect actions, environmental conditions (4.2) and consequential effects shall be considered.

Note: Examples include deformations due to creep and shrinkage (see 5.1.5).

(4) Corrosion protection of steel reinforcement depends on density, quality and thickness of concrete cover (see 4.4) and cracking (see 7.3). The cover density and quality is achieved by controlling the maximum water/cement ratio and minimum cement content (see EN 206-1) and may be related to a minimum strength class of concrete.

Note: Further information is given in Annex E.

(5) Where metal fastenings are inspectable and replaceable, they may be used with protective coatings in exposed situations. Otherwise, they should be of corrosion resistant material.

(6) Further requirements to those given in this Section should be considered for special situations (e.g. for structures of temporary or monumental nature, structures subjected to extreme or unusual actions etc.).

4.2 Environmental conditions

(1)P Exposure conditions are chemical and physical conditions to which the structure is exposed in addition to the mechanical actions.

(2) Environmental conditions are classified according to Table 4.1, based on EN 206-1.

(3) In addition to the conditions in Table 4.1, particular forms of aggressive or indirect action should be considered including:

chemical attack, arising from e.g.

- the use of the building or the structure (storage of liquids, etc)
- solutions of acids or sulfate salts (EN 206-1, ISO 9690)
- chlorides contained in the concrete (EN 206-1)
- alkali-aggregate reactions (EN 206-1, National Standards)

physical attack, arising from e.g.

- temperature change
- abrasion (see 4.4.1.2 (13))
- water penetration (EN 206-1).

Table 4.1: Exposure classes related to environmental conditions in accordance with EN 206-1

Class designation	Description of the environment	Informative examples where exposure classes may occur
1 No risk of corrosion or attack		
X0	For concrete without reinforcement or embedded metal: all exposures except where there is freeze/thaw, abrasion or chemical attack For concrete with reinforcement or embedded metal: very dry	Concrete inside buildings with very low air humidity
2 Corrosion induced by carbonation		
XC1	Dry or permanently wet	Concrete inside buildings with low air humidity Concrete permanently submerged in water
XC2	Wet, rarely dry	Concrete surfaces subject to long-term water contact Many foundations
XC3	Moderate humidity	Concrete inside buildings with moderate or high air humidity External concrete sheltered from rain
XC4	Cyclic wet and dry	Concrete surfaces subject to water contact, not within exposure class XC2
3 Corrosion induced by chlorides		
XD1	Moderate humidity	Concrete surfaces exposed to airborne chlorides
XD2	Wet, rarely dry	Swimming pools Concrete components exposed to industrial waters containing chlorides
XD3	Cyclic wet and dry	Parts of bridges exposed to spray containing chlorides Pavements Car park slabs
4 Corrosion induced by chlorides from sea water		
XS1	Exposed to airborne salt but not in direct contact with sea water	Structures near to or on the coast
XS2	Permanently submerged	Parts of marine structures
XS3	Tidal, splash and spray zones	Parts of marine structures
5. Freeze/Thaw Attack		
XF1	Moderate water saturation, without de-icing agent	Vertical concrete surfaces exposed to rain and freezing
XF2	Moderate water saturation, with de-icing agent	Vertical concrete surfaces of road structures exposed to freezing and airborne de-icing agents
XF3	High water saturation, without de-icing agents	Horizontal concrete surfaces exposed to rain and freezing
XF4	High water saturation with de-icing agents or sea water	Road and bridge decks exposed to de-icing agents Concrete surfaces exposed to direct spray containing de-icing agents and freezing Splash zone of marine structures exposed to freezing
6. Chemical attack		
XA1	Slightly aggressive chemical environment according to EN 206-1, Table 2	Natural soils and ground water
XA2	Moderately aggressive chemical environment according to EN 206-1, Table 2	Natural soils and ground water
XA3	Highly aggressive chemical environment according to EN 206-1, Table 2	Natural soils and ground water

Note: The composition of the concrete affects both the protection of the reinforcement and the resistance of the concrete to attack. Annex E gives indicative classes for the particular environmental exposures. This may lead to the choice of higher strength than required for the structural design. In such cases the value of f_{ctm} should be associated with the higher strength in the calculation of minimum reinforcement and crack width control (see 7.3.2 -7.3.4).

4.3 Requirements for durability

(1)P In order to achieve the required working life of the structure, adequate measures shall be taken to protect each structural element against the relevant environmental actions.

(2)P The requirements for durability shall be included when considering the following:

Structural conception,
Material selection,
Construction details,
Execution,
Quality Control,
Inspection,
Verifications,
Special measures (e.g. use of stainless steel, coatings, cathodic protection).

4.4 Methods of verification

4.4.1 Concrete cover

4.4.1.1 General

(1)P The concrete cover is the distance between the surface of the reinforcement closest to the nearest concrete surface (including links and stirrups and surface reinforcement where relevant) and the nearest concrete surface.

(2)P The nominal cover shall be specified on the drawings. It is defined as a minimum cover, c_{min} (see 4.4.1.2), plus an allowance in design for deviation, ΔC_{dev} (see 4.4.1.3):

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta C_{dev} \quad (4.1)$$

4.4.1.2 Minimum cover, c_{min}

(1)P Minimum concrete cover, c_{min} , shall be provided in order to ensure:

- the safe transmission of bond forces (see also Sections 7 and 8)
- the protection of the steel against corrosion (durability)
- an adequate fire resistance (see EN 1992-1-2)

(2)P The greater value for c_{min} satisfying the requirements for both bond and environmental conditions shall be used for design.

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm}\} \quad (4.2)$$

where:

- $c_{min,b}$ minimum cover due to bond requirement, see 4.4.1.2 (3)
- $c_{min,dur}$ minimum cover due to environmental conditions, see 4.4.1.2 (5)
- $\Delta C_{dur,\gamma}$ additive safety element, see 4.4.1.2 (6)
- $\Delta C_{dur,st}$ reduction of minimum cover for use of stainless steel, see 4.4.1.2 (7)
- $\Delta C_{dur,add}$ reduction of minimum cover for use of additional protection, see 4.4.1.2 (8)

(3) In order to transmit bond forces safely and to ensure adequate compaction, the minimum cover should not be less than $c_{min,b}$ given in table 4.2.

Table 4.2: Minimum cover, $c_{min,b}$, requirements with regard to bond

Bond Requirement	
Type of steel	Minimum cover $c_{min,b}$ *
Ordinary	Diameter of bar
Bundled	Equivalent diameter (ϕ_n)(see 8.9.1)

*: If the nominal maximum aggregate size is greater than 32 mm, $c_{min,b}$ should be increased by 5 mm.

Note: The values of $c_{min,b}$ for post-tensioned circular and rectangular ducts for bonded tendons, and pre-tensioned tendons for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended values for post-tensioned ducts are:

circular ducts: diameter

rectangular ducts: greater of the smaller dimension or half the greater dimension

There is no requirement for more than 80 mm for either circular or rectangular ducts.

The recommended values for pre-tensioned tendon:

2,0 x diameter of strand or wire

3,0 x diameter of indented wire.

(4) For prestressing tendons, the minimum cover of the anchorage should be provided in accordance with the appropriate European Technical Approval.

(5) The minimum cover values for reinforcement according to EN 10080 in normal weight concrete take account of the exposure classes and the structural classes is given by $c_{min,dur}$.

Note: Structural classification and values of $c_{min,dur}$ for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended Structural Class (service life of 50 years) is 4 for the indicative concrete strengths given in Annex E and the recommended modifications to the structural class is given in Table 4.3N. The recommended minimum Structural Class is 1.

The recommended values of $c_{min,dur}$ are given in Table 4.4N (reinforcing steel) and Table 4.5N (prestressing steel).

Table 4.3N: Recommended structural classification

Structural Class	Exposure Class according to Table 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Service Life of 100 years	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2	increase class by 2
Strength Class ^{1) 2)}	≥ C30/37 reduce class by 1	≥ C30/37 reduce class by 1	≥ C35/45 reduce class by 1	≥ C40/50 reduce class by 1	≥ C40/50 reduce class by 1	≥ C40/50 reduce class by 1	≥ C45/55 reduce class by 1
Member with slab geometry (position of reinforcement not affected by construction process)	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1
Special Quality Control ensured	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1	reduce class by 1

Notes to Table 4.3N

1. The strength class and w/c ratio are considered to be related values. Relationship is subject to a national code. A special composition (type of cement, w/c value, fine fillers) with the intent to produce low

permeability may be considered.

2. The limit may be reduced by one strength class if air entrainment of more than 4% is applied.

Table 4.4N: Values of minimum cover, $c_{min,dur}$, requirements with regard to durability for reinforcement steel

Environmental Requirement for c_{min} (mm)							
Structural Class	Exposure Class according to Table 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
1	10	10	10	15	20	25	30
2	10	10	15	20	25	30	35
3	10	10	20	25	30	35	40
4	10	15	25	30	35	40	45
5	15	20	30	35	40	45	50
6	20	25	35	40	45	50	55

Table 4.5N: Values of minimum cover, $c_{min,dur}$, requirements with regard to durability for prestressing steel

Environmental Requirement for c_{min} (mm)							
Structural Class	Exposure Class according to Table 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
1	10	15	20	25	30	35	40
2	10	15	25	30	35	40	45
3	10	20	30	35	40	45	50
4	10	25	35	40	45	50	55
5	15	30	40	45	50	55	60
6	20	35	45	50	55	60	65

- (6) The concrete cover may be increased by the additive safety element $\Delta c_{dur,\gamma}$.

Note: The value of $\Delta c_{dur,\gamma}$ for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended value is 0 mm.

- (7) Where stainless steel is used or where other special measures have been taken, the minimum cover may be reduced by $\Delta c_{dur,st}$. For such situations the effects on all relevant material properties should be considered, including bond.

Note: The value of $\Delta c_{dur,st}$ for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended value, without further specification, is 0 mm.

- (8) For concrete with additional protection (e.g. coating) the minimum cover may be reduced by $\Delta c_{dur,add}$.

Note: The value of $\Delta c_{dur,add}$ for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended value, without further specification, is 0 mm.

- (9) Where in-situ concrete is placed against other concrete elements (precast or in-situ) the minimum concrete cover of the reinforcement to the interface may be reduced to a value corresponding to the requirement for bond (see (3) above) provided that:

- the concrete class is at least C25/30,
- the exposure time of the concrete surface to an outdoor environment is short (< 28 days),
- the interface has been roughened.

- (10) For unbonded tendons the cover should be provided in accordance with the European Technical Approval.

(11) For uneven surfaces (e.g. exposed aggregate) the minimum cover should be increased by at least 5 mm.

(12) Where freeze/thaw or chemical attack on concrete (Classes XF and XA) is expected special attention should be given to the concrete composition (see EN 206-1 Section 6). Cover in accordance with this clause will normally be sufficient for such situations.

(13) For concrete abrasion special attention should be given on the aggregate according to EN 206-1. Optionally concrete abrasion may be allowed for by increasing the concrete cover (sacrificial lining). In that case the minimum cover c_{\min} should be increased by k_1 for Abrasion Class XM1, by k_2 for XM2 and by k_3 for XM3.

Note: Abrasion Class XM1 means a moderate abrasion like for members of industrial sites frequented by vehicles with air tyres. Abrasion Class XM2 means a heavy abrasion like for members of industrial sites frequented by fork lifts with air or solid rubber tyres. Abrasion Class XM3 means an extreme abrasion like for members industrial sites frequented by fork lifts with elastomer or steel tyres or track vehicles.

The values of k_1 , k_2 and k_3 for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended values are 5 mm, 10 mm and 15 mm.

4.4.1.3 Allowance in design for deviation

(1)P An addition to the minimum cover shall be made in design to allow for the deviation (Δc_{dev}). The required minimum cover shall be increased by the accepted negative deviation given in the standard for execution. This may depend on the type of structure.

(2) For Buildings, ENV 13670-1 gives the acceptable deviation. This is normally also sufficient for other types of structures. It should be considered when choosing the value of nominal cover for design. The nominal value of cover for design should be used in the calculations and stated on the drawings, unless a value other than the nominal cover is specified (e.g. minimum value).

Note: The value of Δc_{dev} for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended value is 10 mm.

(3) In certain situations, the accepted deviation and hence allowance, Δc_{dev} , may be reduced.

Note: The reduction in Δc_{dev} in such circumstances for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended values are:

- where fabrication is subjected to a quality assurance system, in which the monitoring includes measurements of the concrete cover, the allowance in design for deviation Δc_{dev} may be reduced:
 $10 \text{ mm} \geq \Delta c_{\text{dev}} \geq 5 \text{ mm}$ (4.3N)

- where it can be assured that a very accurate measurement device is used for monitoring and non conforming members are rejected (e.g. precast elements), the allowance in design for deviation Δc_{dev} may be reduced:
 $10 \text{ mm} \geq \Delta c_{\text{dev}} \geq 0 \text{ mm}$ (4.4N)

(4) For concrete cast against uneven surfaces, the minimum cover should generally be increased by allowing larger deviations in design. The increase should comply with the difference caused by the unevenness, but the cover should be at least k_1 mm for concrete cast against prepared ground (including blinding) and k_2 mm for concrete cast directly against soil. The cover to the reinforcement for any surface feature, such as ribbed finishes or exposed aggregate, should also be increased to take account of the uneven surface.

Note: The values of k_1 and k_2 for use in a Country may be found in its National Annex. The recommended values are 40 mm and 75 mm.

Bauforschung für die Praxis

- Brandschutzkosten im Wohnungsbau**
Karl Deters
Band 59, 2001, 245 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4258-0
€ 50,- | sFr 86,-
- Gemeinschaftliches Wohnen im Alter**
R. Weeber, G. Wölfle, V. Rösner
Band 58, 2001, 175 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4257-2
€ 46,- | sFr 79,-
- Entwicklung eines Bewertungssystems für ökonomisches und ökologisches Bauen und gesundes Wohnen**
C.J. Diederichs, P. Getto, S. Streck
Band 57, 2002, 230 S., mit CD-ROM, Abb., Tab., kart., ISBN 3-8167-4256-4
€ 50,- | sFr 86,-
- Vergabeverfahren und Baukosten**
Hannes Weeber, Simone Bosch
Band 56, 2001, 192 S., Abb., Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4255-6
€ 50,- | sFr 86,-
- Konzepte für die praxisorientierte Instandhaltungsplanung im Wohnungsbau**
Ralf Spilker, Rainer Oswald
Band 55, 2000, 71 S., 5 Abb., zahlr. Tab., kart., ISBN 3-8167-4254-8
€ 22,- | sFr 39,50
- Bewährung innen wärmedämmter Fachwerkbauten**
Problemstellung und daraus abgeleitete Konstruktionsempfehlungen
Reinhard Lamers, Daniel Rosenzweig, Ruth Abel
Band 54, 2000, 173 S., 123 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4253-X
€ 25,- | sFr 44,-
- Überprüfbarkeit und Nachbesserbarkeit von Bauteilen - untersucht am Beispiel der genutzten Flachdächer**
Rainer Oswald, Ralf Spilker, Klaus Wilmes
Band 53, 1999, 133 S., 49 Abb., 4 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4252-1
€ 37,- | sFr 63,-
- Bauschadensfibel für den privaten Bauherrn und Hauskäufer**
Rainer Oswald, Ruth Abel, Volker Schnapauff
Band 52, 1999, 140 S., 19 Abb., 3 Tab., fester Einband, ISBN 3-8167-4251-3
€ 25,- | sFr 44,-
- Balkone, kostengünstig und funktionsgerecht**
Hannes Weeber, Margit Lindner
Band 51, 1999, 146 S., 102 Abb., 26 Tab., kart., ISBN 3-8167-4250-5
€ 38,- | sFr 65,-
- Kostenfaktor Erschließungsanlagen**
Hannes Weeber, Michael Rees
Band 50, 1999, 226 S., 107 Abb., 15 Tab., kart., ISBN 3-8167-4249-1
€ 50,- | sFr 86,-
- Eigenleistung beim Bauen**
Wie Eigentümer und Mieter sich am Bau ihrer Wohnung beteiligen können
R. Weeber, H. Weeber, S. Kleebaur, H. Gerth, W. Pohrt
Band 49, 1999, 154 S., 25 Abb., 12 Tab.,
ISBN 3-8167-4248-3
€ 22,- | sFr 39,50
- Kosteneinsparung durch Bauzeitverkürzung**
Barbara Bredenbals, Heinz Hullmann
Band 48, 1999, 174 S., 38 Abb., 36 Tab.,
ISBN 3-8167-4247-5
€ 37,- | sFr 64,-
- Das wärme- und feuchteschutztechnische Verhalten von stählernen Fassadendurchdringungen**
Lutz Franke, Gernod Deckelmann
Band 47, 1998, 74 S., 38 Abb., 13 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4246-7
€ 15,- | sFr 26,-
- Kostengünstige bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Wohnungsbestand**
R. Oswald, R. Lamers, V. Schnapauff, R. Spilker, K. Wilmes
Band 46, 1998, 100 S., 57 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4245-9
€ 17,- | sFr 30,50
- Sicherung des baulichen Holzschutzes**
Horst Schulze
Band 45, 1998, 168 S., 136 Abb., 10 Tab., kart., ISBN 3-8167-4244-0
€ 22,- | sFr 39,50
- Luftdichtigkeit von industriell errichteten Wohngebäuden in den neuen Bundesländern**
Wolfgang Richter, Dirk Reichel
Band 44, 1998, 88 S., 34 Abb., 15 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4243-2
€ 15,- | sFr 26,-
- Leitfaden Kostendämpfung im Geschoßwohnungsbau**
Karl Deters, Joachim Arlt
Band 43, 1998, 162 S., 135 Abb., 34 Tab., kart., ISBN 3-8167-4242-4
€ 22,- | sFr 39,50
- Langzeitbewährung und Entwicklungstendenzen von Kunststoff-Bauprodukten im Wohnungsbau**
Dieter Arlt, Rainer Weltring
Band 42, 1998, 137 S., 90 Abb., 7 Graph., kart., ISBN 3-8167-4241-6
€ 20,- | sFr 35,-
- Ausschreibungshilfen für recyclinggerechte Wohnbauten**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 41, 1998, 172 S., 28 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4240-8
€ 22,- | sFr 39,50
- Gebrauchsanweisung für Häuser**
Volker Schnapauff, Silke Richter-Engel
Band 40, 1997, 116 S., 4 Abb., 7 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4239-4
€ 19,- | sFr 34,-
- Ergänzender Neubau in bestehenden Wohnsiedlungen**
H. Weeber, R. Weeber, M. Lindner, u. a.
Band 39, 1997, 194 S., 230 Abb., kart.,
ISBN 3-8167-4238-6
€ 25,- | sFr 44,-
- Lüftung in industriell errichteten Wohnhäusern**
Wilfried Jank
Band 37, 1997, 66 S., 17 Abb., 12 Tab., 13 Tafeln, kart., ISBN 3-8167-4236-X
€ 15,- | sFr 26,-
- Auswirkungen der neuen Wärmeschutzverordnung auf den Schallschutz von Gebäuden**
Siegfried Koch, Werner Scholl
Band 36, 1997, 72 S., 33 Abb., 2 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4235-1
€ 15,- | sFr 26,-
- Baukostensenkung durch gesicherte Schadensbeurteilung an haufwerksporigen Leichtbetonelementen der industriell errichteten Wohnbauten der ehemaligen DDR**
Mirko Neumann, Mathias Reuschel
Band 35, 1997, 320 S., 227 Abb., 105 Tab., kart., ISBN 3-8167-4234-3
€ 41,- | sFr 70,-
- Verhinderung von Emissionen aus Baustoffen durch Beschichtungen**
Lutz Franke, Martin Wesselmann
Band 34, 1997, 68 S., 11 Abb., 9 Tab., kart.,
ISBN 3-8167-4233-5
€ 15,- | sFr 26,-
- Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) im Wohnungsbau**
Institut für Bauforschung e.V., Hannover
Band 32, 1997, 250 S., 128 Abb., 20 Tab., kart., ISBN 3-8167-4231-9
€ 30,- | sFr 51,50

BESTELLSCHEIN

■ Titel ankreuzen und im Umschlag oder
■ per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07
■ senden an:

Fraunhofer IRB Verlag

■ Fraunhofer-Informationszentrum
■ Raum und Bau IRB
■ Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
■ Telefon (07 11) 970 - 25 00
■ E-Mail: info@irb.fhg.de
■ URL: <http://www.IRBbuch.de>

■ Absender

■

■

■

■ Straße/PF

■

■ PLZ/Ort

■

■ Datum

■

■ Unterschrift

- Niedrigenergiehäuser unter Verwendung des Dämmstoffes Styropor**
Teil 1, Konstruktionsempfehlungen und optimierte Anschlußsituationen (Details)
W.-H. Pohl, S. Horschler, R. Pohl
Teil 2, Quantitative Darstellung der Wirkung von Wärmebrücken
Gerd Hauser, Horst Stiegel
Band 31, 1997, 294 S., 169 Abb., kart., ISBN 3-8167-4230-0
€ 14,- | sFr 25,-
- Fenster - Sanierung und Modernisierung**
Hans-Rudolf Neumann
Band 30, 1997, 134 S., 90 Abb., 11 Tab., kart., ISBN 3-8167-4229-7
€ 20,- | sFr 35,-
- Schäden an nicht industriell hergestellten Wohnbauten der neuen Bundesländer**
R. Oswald, R. Spilker, V. Schnapauff, u. a.
Band 29, 1996, 116 S., 66 Abb., 30 Tab., kart., ISBN 3-8167-4228-9
€ 17,- | sFr 30,50
- Parkierungsanlagen im verdichteten Wohnungsbau**
Hannes Weeber, Rotraut Weeber
Band 28, 1997, 156 S., 60 Abb., 28 Tab., kart., ISBN 3-8167-4227-0
€ 22,- | sFr 39,50
- Möglichkeiten der Einsparung von Wohnkosten durch Mieterbeteiligung**
M. Eiff, K. Goldt, B. Harms, u. a.
Band 27, 1997, 157 S., 3 Abb., 8 Tab., kart., ISBN 3-8167-4226-2
€ 22,- | sFr 39,50
- Die Berechnung von Flachdecken über Zustands- und Einflußflächen**
Max Baerschneider
Band 26, 1996, 380 S., 196 Tab., kart., zweibändig, ISBN 3-8167-4225-4
€ 49,- | sFr 83,50
- Feuchttransportvorgänge in Stein und Mauerwerk - Messung und Berechnung**
M. Krus, H.-M. Künzel, K. Kießl
Band 25, 1996, 75 S., 31 Abb., 2 Tab., kart., ISBN 3-8167-4224-6
€ 15,- | sFr 26,-
- Wohngebäudesanierung und Privatisierung**
Hannes Weeber, Michael Rees
Band 24, 1996, 107 S., 51 Abb., 17 Tab., kart., ISBN 3-8167-4223-8
€ 20,- | sFr 35,-
- Der Feuchtehaushalt von Holz-Fachwerkwänden**
Helmut Künzel
Band 23, 1996, 85 S., 32 Abb., 10 Tab., kart., ISBN 3-8167-4222-X
€ 15,- | sFr 26,-
- Neue Konstruktionsalternativen für recyclingfähige Wohngebäude**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 22, 1996, 110 S., 26 Abb., 3 Tab., kart., ISBN 3-8167-4221-1
€ 17,- | sFr 30,50
- Standisicherheit der Wohnbauten in Fertigteilbauweise in den neuen Bundesländern**
E. Cziesielski, N. Fouad, F.-U. Vogdt
Band 21, 1996, 226 S., 71 Abb., kart., ISBN 3-8167-4220-3
€ 30,- | sFr 51,50
- Sicherheit von Glasfassaden**
X. Shen, H. Techen, J. D. Wörner
Band 20, 1996, 38 S., 26 Abb., 4 Tab., kart., ISBN 3-8167 4219-X
€ 12,- | sFr 21,50
- Kostengünstige Umnutzung aufgegebener militärischer Einrichtungen für Wohnzwecke, Wohnergängungseinrichtungen und andere Nutzungen**
B. Jacobs, J. Kirchhoff, J. Mezler
Band 19, 1996, 204 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4218-1
€ 28,- | sFr 47,50
- Holztafelbauweise im mehrgeschossigen Wohnungsbau**
Barbara Bredenbals, Heinz Hullmann
Band 18, 1996, 237 S., 116 Abb., 23 Tab., kart., ISBN 3-8167-4217-3
€ 30,- | sFr 51,50
- Gefährdungspotentiale asbesthaltiger Massenbaustoffe in den neuen Bundesländern**
Klaus Bergner, unter Mitarbeit von Franka Stodollik und Hans-Otto Eckler
Band 17, 1996, 75 S., 26 Abb., 9 Tab., kart., ISBN 3-8167-4216-5
€ 15,- | sFr 26,-
- Transparent gedämmte Altbauten**
G. H. Bondzio, K. Brandstetter, P. Sulzer, S. Al Bosta, u. a.
Band 15, 1996, 130 S., 44 Abb., 7 Tab., kart., ISBN 3-8167-4214-9
€ 22,- | sFr 39,50
- Kosten und Techniken für das "Überwintern" erhaltenswerter Bausubstanz**
Michael Rees, Hannes Weeber
Band 14, 1995, 190 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4213-0
€ 25,- | sFr 44,-
- Menschengerechte Raumklimatisierung durch Quelllüftung und Flächenkühlung**
Erhard Mayer (Hrsg.)
Band 13, 1995, 190 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4212-2
€ 25,- | sFr 44,-
- Zusätzliche Wärmedämmsysteme bei Fertigteilbauten**
Typenserie P2
P. Bauer, B. Loeser, H. Schwarzgig, T. Spengler
Band 12, 1995, 118 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4211-4
€ 20,- | sFr 35,-
- Körperschalldämmung von Sanitärräumen**
Karl Gösele, Volker Engel
Band 11, 1995, 76 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4210-6
€ 15,- | sFr 26,-
- Bauschäden an Holzbalkendecken in Feuchtraumbereichen**
Gertraud Hofmeister
Band 9, 1995, 210 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4208-4
€ 25,- | sFr 44,-
- Ökologische Auswirkungen von Hochhäusern**
Band 8, 1995, 418 S., 114 Abb., kart., ISBN 3-8167-4207-6
€ 50,- | sFr 86,-
- Wohnhochhäuser heute**
H. Weeber, R. Weeber, M. Hasenmaier, u. a.
Band 7, 1995, 165 S., zahlreiche Abb., kart., ISBN 3-8167-4206-8
€ 25,- | sFr 44,-
- Abfallvermeidung in der Bauproduktion**
Barbara Bredenbals, Wolfgang Willkomm
Band 6, 1994, 198 S., 75 Abb., 16 Tab., kart., ISBN 3-8167-4205-X
€ 25,- | sFr 44,-
- Barrierefreie Erschließungssysteme von Wohngebäuden**
R. Weeber, M. Rees, H. Weeber
Band 5, 1994, 64 S., 52 Abb., 6 Tab., kart., ISBN 3-8167-4204-1
€ 12,- | sFr 21,50
- Die Ausführung des Umkehrdaches bei erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz**
Lutz Franke, Gernod Deckelmann
Band 4, 1994, 80 S., zahlreiche Abb. und Tab., kart., ISBN 3-8167-4203-3
€ 20,- | sFr 35,-
- Niveaugleiche Türschwellen bei Feuchträumen und Dachterrassen**
R. Oswald, A. Klein, K. Wilmes
Band 3, 1994, 56 S., 48 Abb., kart., ISBN 3-8167-4202-5
€ 12,- | sFr 21,50
- Wohnbauten in Fertigteilbauweise in den neuen Bundesländern**
R. Oswald, V. Schnapauff, R. Lamers, u. a.
Band 2, 1995, 333 S., 515 Abb., kart., ISBN 3-8167-4201-7
€ 40,- | sFr 69,50
- Heizung und Lüftung im Niedrigenergiehaus**
Gerhard Hausladen, Peter Springl
Band 1, 1994, 214 S., 74 Abb., 17 Tab., kart., ISBN 3-8167-4200-9
€ 25,- | sFr 44,-
- Informieren Sie mich bitte laufend über neue **Fachbücher**

BESTELLSCHEIN

■ **Titel ankreuzen und im Umschlag oder per Fax (07 11) 970 - 2508 oder -2507 senden an:**

■ **Fraunhofer IRB Verlag**

■ Fraunhofer-Informationszentrum
■ Raum und Bau IRB

■ **Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart**

■ **Telefon (07 11) 970 - 2500**

■ **E-Mail: info@irb.fhg.de**

■ **URL: http://www.IRBbuch.de**

■ Absender

■

■

■

■ Straße/PF

■

■ PLZ/Ort

■ Datum

■ Unterschrift

Schadenfreies Bauen

Herausgegeben von Professor Günter Zimmermann

- Schadenfreies Bauen**
Gesamtausgabe Bände 1 – 26
 2002, alle Bände mit festem Einband
 ISBN 3-8167-5796-0
 € 1037,- | sFr 1744,-
 Bei Abnahme der Gesamtausgabe
 sparen Sie € 115,-
- Schäden an polymeren Beschichtungen**
 Robert Engelfried
 Band 26: 2001, 146 S., 94 Abb., 14 Tab.,
 ISBN 3-8167-5795-2
 € 40,- | sFr 68,50
- Schäden an Belägen und Bekleidungen mit Keramik- und Werksteinplatten**
 Günter Zimmermann
 Band 25: 2001, 200 S., 175 Abb., 16 Tab.,
 ISBN 3-8167-5791-X
 € 48,- | sFr 82,50
- Schäden an Installationsanlagen**
 Heizungs- und Raumluftechnische Anlagen,
 Trinkwasser-, Abwasser- und Gasinstallations-
 anlagen
 Heinz Wirth, Stefan Wirth
 Band 24: 2001, 270 S., 114 Abb., 33 Tab.,
 ISBN 3-8167-5790-1
 € 57,- | sFr 96,-
- Schäden an Türen und Toren**
 Ralf Schumacher
 Band 23: 2001, 372 S., 291 Abb., 32 Tab.,
 ISBN 3-8167-4169-X
 € 71,- | sFr 118,-
- Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen**
 Hans-Joachim Scheewe
 Band 22: 2001, 232 S., 80 überw. farb. Abb.,
 50 Tab.,
 ISBN 3-8167-4168-1
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Glasfassaden und -dächern**
 Peter Küffner, Oliver Lummertzheim
 Band 21: 2000, 132 S., 106 z.T. farb. Abb.,
 6 Tab.,
 ISBN 3-8167-4165-7
 € 40,- | sFr 68,50
- Schäden an Wärmedämm-Verbundsystemen**
 Erich Cziesielski, Frank Ulrich Vogdt
 Band 20: 2000, 202 S., 75 Konstruktionsskiz-
 zen, 28 Tab. u. Diagramme, 98 Fotos,
 ISBN 3-8167-4164-9
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwänden aus Mehrschicht-Betonplatten**
 Ralf Ruhnau, Nabil Fouad
 Band 19: 1998, 104 S., 61 Abb.; 7 Tab.,
 ISBN 3-8167-4160-6
 € 35,- | sFr 60,50
- Schäden an Deckenbekleidungen und abgehängten Decken**
 Hubert Satzger
 Band 18: 1998, 78 S., 59 Abb., 5 Tab.,
 ISBN 3-8167-4159-2
 € 23,- | sFr 40,50
- Schäden an Dränanlagen**
 Wilfried Muth
 Band 17: 1997, 114 S., 128 Abb., 10 Tab.,
 ISBN 3-8167-4154-1
 € 35,- | sFr 60,50
- Tauwasserschäden**
 Richard Jenisch
 Band 16: 2. überarb. Aufl., 2001, 129 S.,
 66 Abb., 6 Tab., ISBN 3-8167-5792-8
 € 37,- | sFr 62,50
- Schäden an Estrichen**
 Klaus G. Aurnhammer
 Band 15: 2., erg. Aufl., 1999, 216 S., 44 Abb.;
 17 Tab.,
 ISBN 3-8167-4162-2
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Tragwerken aus Stahlbeton**
 Bernhard Brand, Gerhard Glatz
 Band 14: 1996, 217 S., 129 Abb., 24 Tab.,
 ISBN 3-8167-4153-3
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Außenwänden aus Ziegel- und Kalksandstein-Verblendmauerwerk**
 Helmut Klaas, Erich Schulz
 Band 13: 1995, 224 S., 162 Abb., 13 Tab.,
 ISBN 3-8167-4152-5
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Metallfassaden und -dachdeckungen**
 Franz Lubinski, Fritz Röbber, Uwe Nagel, u. a.
 Band 12: 2. erw. Aufl., 2001, 415 S., 303
 Abb., 22 Tab.,
 ISBN 3-8167-4166-5
 € 76,- | sFr 127,-
- Schäden an Außenmauerwerk aus Naturstein**
 Martin Sauder, Renate Schloenbach
 Band 11: 1995, 274 S., 95 Abb., 31 Tab.,
 ISBN 3-8167-4150-9
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwänden mit Asbestzement-, Faserzement- und Schieferplatten**
 Klaus W. Liersch
 Band 10: 1995, 146 S., 86 Abb., 20 Tab.,
 ISBN 3-8167-4149-5
 € 38,- | sFr 65,-
- Schäden an Fassadenputzen**
 Helmut Künzel
 Band 9: 2. erw. Aufl., 2000, 142 S., mit zahlr.
 Abb. und Tab.,
 ISBN 3-8167-4167-3
 € 38,- | sFr 65,-
- Schäden an Abdichtungen in Innenräumen**
 Erich Cziesielski, Michael Bonk
 Band 8: 1994, 112 S., 55 Abb., 4 Tab.,
 ISBN 3-8167-4147-9
 € 33,- | sFr 57,-
- Rissschäden an Mauerwerk**
 Ursachen erkennen - Rissschäden vermeiden.
 Werner Pfefferkorn
 Band 7: 3. überarb. Aufl., 2002, 292 S.,
 290 Abb., 18 Tab.,
 ISBN 3-8167-5793-6
 € 53,- | sFr 89,-
- Schäden an Fenstern**
 Wolfgang Klein
 Band 6: 1994, 154 S., 92 Abb., 2 Tab.,
 ISBN 3-8167-4145-2
 € 37,- | sFr 64,-
- Schäden an Wänden und Decken in Holzbauart**
 Horst Schulze
 Band 5: 1993, 158 S., 140 Abb.,
 ISBN 3-8167-4144-4
 € 37,- | sFr 64,-
- Schäden an Industrieböden**
 Erich Cziesielski, Thomas Schrepfer
 Band 4: 2., erw. Aufl., 1999, 169 S., 69 Abb.,
 33 Tab.,
 ISBN 3-8167-4163-0
 € 46,- | sFr 78,-
- Schäden an Sichtbetonflächen**
 Heinz Klopfer
 Band 3: 1993, 123 S., 77 Abb., 9 Tab.,
 ISBN 3-8167-4142-8
 € 35,- | sFr 60,50
- Schäden an Flachdächern und Wannenaus wasserundurchlässigem Beton**
 Gottfried C.O. Lohmeyer
 Band 2: 3. neu bearb. Aufl., 2001, 272 S.,
 171 Abb., 28 Tab.,
 ISBN 3-8167-5794-4
 € 50,- | sFr 86,-
- Schäden an Außenwandfugen im Beton- und Mauerwerksbau**
 Ralf Ruhnau
 Band 1: 1992, 132 S., 87 Abb.,
 ISBN 3-8167-4140-1
 € 35,- | sFr 60,50

BESTELLSCHEIN

■ Titel ankreuzen und im Umschlag oder
 ■ per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07
 ■ senden an:

Fraunhofer IRB Verlag

■ Fraunhofer-Informationszentrum
 ■ Raum und Bau IRB

■ Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart

■ Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

■ E-Mail: info@irb.fhg.de

■ URL: <http://www.IRBbuch.de>

■ Absender

■

■

■

■

■ Straße/PF

■

■ PLZ/Ort

■

■ Datum

■

■ Unterschrift

Die »Bauschäden-Sammlung« in 13 Bänden

Herausgegeben von Professor Günter Zimmermann



In der Fachwelt hat diese Zusammenstellung von typischen Bauschadensfällen als wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Bau- und Planungsleistungen großes Ansehen erlangt.

Die 13 Bände mit dem Untertitel »Sachverhalt - Ursachen - Sanierung« enthalten Schadensberichte aus allen baukonstruktiven Bereichen und sind durch Themen- und Sachregister erschlossen.

Der Nutzer kann so auf Anhieb feststellen,

- ob ein gleicher oder ähnlicher Schaden bereits dokumentiert ist,
- welche Schäden für ein bestimmtes Bauteil typisch sind,
- wie diese Schäden vermieden werden können oder welche Maßnahmen zu ihrer Behebung in Frage kommen.

Seit 3 Jahrzehnten ist die »Bauschäden-Sammlung« eine ständige Rubrik des »Deutschen Architektenblattes«.

Bauschäden-Sammlung, Band 13 Sachverhalt - Ursachen - Sanierung

2001, 184 Seiten,
zahlreiche, überwiegend farbige
Abbildungen, fester Einband,
ISBN 3-8167-4185-1
€ 27,- | sFr 44,-

Der Herausgeber

Professor Günter Zimmermann, ein bekannter Bausachverständiger mit langjähriger Erfahrung, betreut seit 3 Jahrzehnten die »Bauschäden-Sammlung« im »Deutschen Architektenblatt« und ist auch für die Herausgabe der Buchausgabe verantwortlich.

BESTELLSCHEIN

- Band 1: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 2: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 3: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 4: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 5: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 6: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 7: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 8: 168 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 9: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 10: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 11: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 12: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-
- Band 13: 184 Seiten
€ 27,- | sFr 44,-

Sie sparen € 36,- bei Abnahme der

- Bände 1-13 komplett:
€ 315,- | sFr 476,-

Alle Bände im Format A 5 quer, mit zahlreichen, zum Teil farbigen Abbildungen, festem Einband und Fadenheftung

Titel ankreuzen und im Umschlag oder per Fax (07 11) 970 - 25 08 oder -25 07 senden an:

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB

Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
E-Mail: info@irb.fhg.de
URL: <http://www.IRBbuch.de>

Absender

.....

.....

.....

Straße/PF

PLZ/Ort

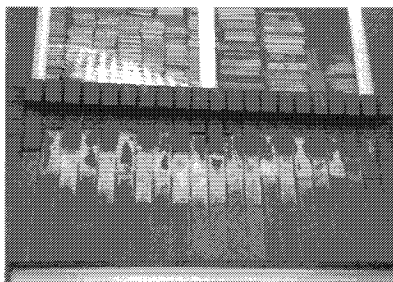
Datum

Unterschrift

Abb. 3: Starke Ausblühungen unterhalb von durchfeuchteten Fassadenbereichen.

Abb. 4: Durchfeuchtung mit Ausblühung unter einer Fensterbank.

Abb. 5: Fehlstellen und undichte Fugen in den Fensterbänken.



▽ Abb. 3

△ Abb. 4

Abb. 5 ▽

