

# Tragwerksplanung im Bestand

## - Bewertung bestehender Tragwerke

Frank Fingerloos

Steffen Marx

Jürgen Schnell

Unter Mitarbeit von:

**Uwe Angnes**

Guido Bolle

Gregor Schacht

Florian Stauder

Michael Weber

### Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Bestandsschutz .....	5
2.1	Grundlagen .....	5
2.2	Umsetzung .....	7
2.3	Zusammenfassung .....	12
3	Besonderheiten bei der Bewertung bestehender Tragwerke .....	13
3.1	Allgemeines .....	13
3.2	Bestandsaufnahme und Bestandsbewertung .....	15
3.2.1	Vorgehensweise .....	15
3.2.2	Durchzuführende Untersuchungen .....	17
3.3	Berücksichtigung baubetrieblicher Abläufe .....	24
3.4	Nachrechnung und Konstruktion .....	26
3.5	<b>Historische Bewehrungsregeln</b> .....	31
3.5.1	Einleitung .....	31
3.5.2	Eigenschaften historischer Betonstähle .....	32
3.5.3	Mindestbetondeckung .....	36
3.5.4	Stababstände von Betonstählen .....	40
3.5.5	Biegerollendurchmesser .....	41
3.5.6	Verankerung zugbeanspruchter Längsbewehrung .....	44
3.5.7	Übergreifungsstöße zugbeanspruchter Längsbewehrung .....	51
4	Historische Normen und Zulassungen des Beton- und Stahlbetonbaus .....	59
5	Ermittlung der maßgebenden Materialkennwerte bestehender Tragwerke .....	63
5.1	Materialkennwerte auf Basis vorliegender Planungsdokumente .....	63

5.1.1	Beton .....	63
5.1.2	Betonstahl.....	67
5.2	Materialkennwerte aus Werkstoffuntersuchungen .....	70
5.2.1	Beton .....	70
5.2.2	Betonstahl.....	73
6	Modifizierte Teilsicherheitsbeiwerte für Bestandsbauten .....	74
6.1	Allgemeines.....	74
6.2	Modifikation von Teilsicherheitsbeiwerten.....	75
6.3	Beispiel: Nachweis Büro-/Wohnhausdeckenplatte .....	81
6.3.1	Aufgabenstellung.....	81
6.3.2	Vorhandene Bemessung nach DIN 1045:1972-01 [62].....	82
6.3.2	Nachweis nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 [39], [40] mit Lasterhöhung.....	83
6.3.3	Nachweis mit modifizierten Teilsicherheitsbeiwerten .....	86
6.3.4	Vergleich der Ergebnisse.....	91
7	Ermittlung der Tragfähigkeit auf der Grundlage von Belastungsversuchen .....	92
7.1	Entwicklung und normative Grundlagen.....	92
7.2	Einordnung in die Bestandsbewertung .....	96
7.3	Grundlagen und Anwendungsbereiche.....	97
7.4	Planung von Belastungsversuchen .....	101
7.5	Versuchsdurchführung und Auswertung.....	106
7.6	Schlussfolgerungen .....	109
8	Abschätzung der Feuerwiderstandsdauer historischer Betonkonstruktionen.....	110
8.1	Allgemeines.....	110
8.2	Baustoffe .....	116
8.2.1	Beton .....	116
8.2.2	Betonstahl.....	117
8.2.3	Putze .....	129
8.2.4	Baustoffklassen .....	120
8.3	Bauteile.....	120
8.3.1	Stahlbetondecken.....	120
8.3.2	Stahlsteindecken.....	121
8.3.3	Kappendecken .....	121
8.3.4	Glasstahlbeton .....	122
8.3.5	Balken.....	123
8.3.6	Stützen.....	123
9	Übersicht historischer Bestimmungen für den Beton- und Stahlbetonbau.....	125
9.1	Die frühen Bestimmungen bis 1925 .....	125
9.2	DIN-Normen 1925 bis 2004.....	125
9.3	TGL-Standards 1960 bis 1990.....	128
9.4	Die Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton 1930 bis 2004.....	130
10	Literatur.....	132

## 1 Einleitung

Unter „Bauen im Bestand“ wird die Instandsetzung, die Ertüchtigung oder die Änderung bestehender baulicher Anlagen verstanden. Dabei ist zu entscheiden, welche technischen Baubestimmungen anzuwenden sind und in welchen Fällen nach dem Grundsatz des Bestandsschutzes verfahren werden darf. Das ist vor allem dann von Bedeutung, wenn sich die Anforderungen in den aktuell geltenden technischen Baubestimmungen gegenüber den zum Zeitpunkt der Errichtung der baulichen Anlage geltenden Bestimmungen verschärft haben und keine Regelungen für bestehende Gebäude getroffen worden sind. Die Beteiligten müssen dabei klären, auf welcher Grundlage bautechnische Nachweise zu führen sind.

In diesem Beitrag wird auf verschiedene Aspekte eingegangen, die für die Bewertung von Bestandstragwerken von Bedeutung sind. Darüber hinaus sind bei der Beurteilung bestehender baulicher Anlagen weitere Anforderungen, z. B. aus dem vorbeugenden Brandschutz, aus der Energieeinsparverordnung, aus dem Bauplanungs- und Umweltrecht oder aus länderspezifischen bauordnungsrechtlichen Regelungen zu beachten.

Die Zusammenarbeit der Autoren Dr.-Ing. *Frank Fingerloos* und Prof. Dr.-Ing. *Jürgen Schnell* geht auf die Erstellung der Merkblätter des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins „*Bauen im Bestand – Leitfaden*“ [1] und „*Modifizierte Teilsicherheitsbeiwerte für Stahlbetonbauteile*“ [2] zurück. Mit eigenen Beiträgen haben am vorliegenden Text die Mitarbeiter des Fachgebietes Massivbau und Baukonstruktion der Technischen Universität Kaiserslautern, Dipl.-Ing. (FH) *Uwe Angnes M. Eng.* (historische Bewehrungsregeln), Dipl.-Ing. *Florian Stauder* (modifizierte Teilsicherheitsbeiwerte) und Dipl.-Ing. *Michael Weber* (Materialkennwerte) mitgewirkt.

Die Themen Prüfverfahren und Belastungsversuche wurden von Prof. Dr.-Ing. *Steffen Marx* vor dem Hintergrund von eigenen Forschungsvorhaben vertieft. Eigene Beiträge haben hier Dipl.-Ing. *Gregor Schacht* (Bestandsaufnahme, Bestandsbewertung, Belastungsversuche) als Mitarbeiter der Universität Hannover vom Institut für Massivbau und Prof. Dr.-Ing. *Guido Bolle* (Belastungsversuche) vom Lehrstuhl Massivbau der Hochschule Wismar eingebracht.

## 3.5 Historische Bewehrungsregeln

### 3.5.1 Einleitung

Wenn die Nachrechnung bestehender Stahlbetontragwerke im Rahmen von Umnutzungs- oder Ertüchtigungsmaßnahmen nach aktuell gültigen Normen erfolgen muss, gelten die genormten Nachweisformate gemäß DIN EN 1992-1-1 [39], [40] grundsätzlich nur in Verbindung mit den zugehörigen Bewehrungs- und Konstruktionsregeln. Da Bestandstragwerke typischer Weise jedoch nicht über eine den aktuellen Normanforderungen entsprechende konstruktive Durchbildung verfügen, sind Abweichungen vom Tragwerksplaner hinsichtlich Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit zu bewerten. Oft liegen zur Bewehrungsführung in den Bauteilen nur ungenügende Informationen vor. Hier können häufig, in Ergänzung zur Bestandsaufnahme am Bauwerk, die zum Errichtungszeitpunkt gültigen Regelwerke weiterhelfen. Durch die Zuordnung bestehender Tragwerke zu einer bestimmten Normengeneration und Kenntnis der jeweiligen Regeln können potenzielle Defizite abweichender Ausführungen identifiziert und bewertet werden. Die wichtigsten historischen Bestimmungen für den Beton- und Stahlbetonbau wurden von *Fingerloos* in [46] zusammengestellt. Einen zusammenfassenden Überblick enthält Abschnitt 9 dieses Beitrags. Die Entwicklung der Bewehrungs- und Konstruktionsregeln wird von *Schnell et al.* in [47] und [48] kommentiert.

Nachdem in der Pionierzeit der Betonbauweise vorrangig konstruktive Anforderungen an die Bewehrungsführung die Standsicherheit der Stahlbetontragwerke sicherstellen sollten, führten zunehmende Erkenntnisse später zu Konstruktionen, die in Abhängigkeit vom Beanspruchungsniveau abgestuft wurden. Nach *Schnell et al.* [47], [48] konnten infolge intensiver Forschung viele der experimentell gewonnenen Bewehrungs- und Konstruktionsregeln anhand von Ingenieurmodellen nachvollzogen werden. Zeitweise fanden auch einige Regeln mit erheblichen Unsicherheiten Einzug in die Normung, was folgerichtig zu Korrekturen in späteren Regelwerken führte. Dies hat beim Bauen im Bestand große Bedeutung, wie nachfolgend erläutert wird.

Nach stetiger Weiterentwicklung der Regeln zur Bewehrungsführung von Bauteilen mit glatten Betonrundstählen von den Leitsätzen 1904 [53], über die erste Normausgabe DIN 1045:1925-09 [57] bis zur DIN 1045:1959-11 [61] brachte DIN 1045:1972-01 [62] mit der normativen Einführung des Betonrippenstahls eine Fülle von gravierenden Neuerungen. Fortan gab es genaue Regeln für die Bewehrungsführung von glatten und gerippten Stählen mit unterschiedlichen Streckgrenzen von 220 N/mm<sup>2</sup> bis 500 N/mm<sup>2</sup> und erstmals war bei gerippten Stählen eine Verankerung der Längsstäbe ohne Endhaken möglich. Bis dahin waren in Deutschland Betonrippenstähle ab 1952 über baupolizeiliche Zulassungen nach der DAfStb-Richtlinie *Zulassungen und Anwendungen von Stäben mit Nenndurchmessern bis 26 mm* [68], [69] geregelt. Wie *Rehm et al.* in [70] berichteten, waren jedoch

viele der neuen Bewehrungsregeln in DIN 1045:1972-01 [62] schwer verständlich, zu kompliziert und widersprüchlich. In Einzelfällen bestand sogar ein Sicherheitsrisiko. Deshalb wurden sie bereits in DIN 1045:1978-12 [63] komplett überarbeitet. Ab DIN 1045:1988-07 [64] sind zu glatten Stählen keine Regeln mehr enthalten, da sich die Rippenstähle wegen der besseren Verbundeigenschaften durchsetzten und Glattstähle in der Praxis nicht mehr verwendet wurden. Im Grundsatz entsprechen die aktuellen Bewehrungsregeln in DIN EN 1992 mit NA [39], [40] mit geringfügigen Abweichungen den Regeln der DIN 1045:1978-12 [63].

Da die Einführung neuer Normen regelmäßig mit Übergangsfristen erfolgte und außerdem vielfach längere Zeit mit den zuvor gültigen Regelwerken weitergearbeitet wurde, beschreiben die in diesem Beitrag angegebenen Jahreszahlen keine genauen Anwendungsgrenzen, sondern dienen lediglich der Orientierung. Ergänzend ist in jedem Einzelfall in geeigneter Form zu prüfen, ob die Bewehrung im bestehenden Tragwerk normgerecht eingebaut wurde.

Zur Unterstützung des Tragwerksplaners bei seiner täglichen Arbeit werden im Folgenden die wesentlichen historischen Bewehrungsregeln mit DIN EN 1992-1-1 [39], [40] verglichen und es wird erörtert, wie die Bewehrungsführung in bestehenden Stahlbetonbauteilen anhand historischer Normvorschriften aus ihrer Herstellungszeit bewertet werden kann und welche nachteiligen Abweichungen zum aktuellen Regelwerk zu erwarten sind. Ergänzend dazu werden einschlägige Arbeitshilfen für die Praxis vorgestellt. Zur vollständigen Aufarbeitung der historischen Regeln besteht jedoch weiterhin Forschungsbedarf.

### **3.5.2 Eigenschaften historischer Betonstähle**

.....

*Fortsetzung siehe Betonkalender 2015 Band 1 – II ab Seite 42!*

*Die gebundene Fassung sowie das E-Book erhalten Sie unter:*

<http://www.ernst-und-sohn.de/beton-kalender-2015>

*Eine Ausführung als PDF steht Ihnen nach erfolgreicher Registrierung unter*

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9783433603406.ch2/summary>

*zur Verfügung.*