
Sachstandsbericht

**Empfehlungen zur
Berücksichtigung aktueller
bautechnischer Normen bei
Anwendung der KTA-Regeln**

KTA-GS-78

Stand: November 2005

Bearbeiter: Mani Pradhan

GESCHÄFTSSTELLE DES KERNTÉCHNISCHEN AUSSCHUSSES (KTA)

beim BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ

Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

Telefon: 01888/333-1623
Telefax: 01888/333-1625
Email: mpradhan@bfs.de

Vorwort

Der KTA-Unterausschuss Anlagen- und Bautechnik (UA-AB) hat auf seiner 91. und 92. Sitzung darüber beraten, inwieweit die Reihen KTA 2201 sowie KTA 2501 und KTA 2502 mit den aktuellen bautechnischen Normen regelkonform sind. Für das weitere Vorgehen hat der UA-AB auf seiner 92. Sitzung einen Arbeitskreis Baunormen (AK-Baunormen), bestehend aus allen Gruppen des KTA und weiteren Fachleuten (Institutionen), einberufen.

Der AK-Baunormen hat festgestellt, dass zahlreiche Baunormen (z. B. DIN-Normen), auf die in den genannten KTA-Regeln und Regelentwürfen verwiesen wird, inzwischen zurückgezogen sind und durch neue Regelwerke mit modernem Bemessungskonzept ersetzt werden. Seit 1991 sind die DIN 18800 Teile 1 bis 4 (11/90) im Stahlbau und seit 2005 die DIN 1045-1 (7/01) im Beton-, Stahlbeton-, und Spannbetonbau bauaufsichtlich verbindlich anzuwenden. Beide Normen bilden derzeit zusammen mit DIN 1055-100 (3/01) „Einwirkungen auf Tragwerke - Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln“ die Basis für die Bemessung nach dem sogenannten Teilsicherheitskonzept bei bautechnischen Nachweisen im allgemeinen Bauwesen. Andere Normen werden zur Zeit dahingehend überarbeitet und werden in Kürze bauaufsichtlich bekannt gemacht. Sie sind dann bei Neubauten verbindlich anzuwenden, während die alten Normen nur bis zum Abschluss von laufenden Projekten angewendet werden dürfen. Die Bemessungskonzepte der alten und neuen Normengeneration sind nicht kompatibel. Das gilt auch für die Anwendung der auf dem alten Bemessungskonzept basierenden KTA-Regelwerke in Verbindung mit den neuen Baunormen.

Der AK-Baunormen hat den Umfang des Änderungsbedarfs bei den o.g. KTA-Regeln bzw. Regelvorhaben beraten und dem UA-AB vorgeschlagen, zunächst Empfehlungen zu geben, welche die Anwendung der existierenden KTA-Regelwerke in Verbindung mit dem neuen Bemessungskonzept ermöglichen. Anschließend sollen die KTA-Regelwerke sukzessiv überarbeitet und der neuen Normengeneration angepasst werden.

Der vorliegende Sachstandsbericht mit den Empfehlungen zur Anwendung wurde vom AK-Baunormen erarbeitet. Er entstand in enger Abstimmung mit der Überarbeitung der Norm DIN 25449. Bei der Erarbeitung dieses Sachstandsberichts haben folgende Fachleute (Institutionen) mitgewirkt:

Dipl.-Ing. M. Borgerhoff	Stangenberg und Partner Ingenieur-GmbH, Bochum
Dipl.-Ing. A. Fila	Framatome ANP GmbH, Offenbach a.M.
Dr.-Ing. E. Fischer (Obmann)	E.ON Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
Dr.-Ing. R. Meiswinkel	E.ON Kernkraft GmbH, Hannover
Dipl.-Ing. D. Raum	TÜV Industrie Service GmbH TÜV SÜD Gruppe, München
Dr.-Ing. J. Rensch	Hochtief Construction AG, Frankfurt a.M.
Dipl.-Ing. E. Rüdiger	Hochtief Construction AG, Frankfurt a.M.
BDir Dr.-Ing. G. Scheuermann	Innenministerium Baden-Württemberg, Stuttgart

Darüber hinaus haben als fachliche Berater mitgewirkt:

Dr.-Ing. R. Beutel	RWTH Aachen
Prof. Dr.-Ing. J. Hegger	RWTH Aachen
Dr.-Ing. W. Jonas	vormals Hochtief AG, Frankfurt a.M.
Dr.-Ing. F. Schlüter	Ing. Büro Eibl und Partner

Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle:

Dipl.-Ing. M. Pradhan	Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter
-----------------------	--

Der UA-AB hat auf seiner 96. Sitzung am 8. September 2005 über diesen Sachstandsbericht beraten, ihn zustimmend zur Kenntnis genommen und beschlossen, diesen dem KTA auf seiner 59. Sitzung am 22. November 2005 zur Kenntnisnahme vorzulegen. Der KTA hat auf seiner 59. Sitzung den Bericht des UA-AB zur Kenntnis genommen.

Salzgitter, den 28. November 2005

KTA-Sachstandsbericht

Empfehlungen zur Berücksichtigung aktueller bautechnischer Normen bei Anwendung der KTA-Regeln

Inhalt		Seite
1	Einleitung	7
1.1	Zielsetzung.....	7
1.2	Hintergründe	7
1.3	Inhalt und Vorgehen.....	7
2	Aktuelle bautechnische Normen.....	8
2.1	Allgemeines.....	8
2.2	Einwirkungen auf Tragwerke.....	8
2.3	Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton.....	8
2.4	Stahlbauten	8
2.5	Bautechnische Normen in KTA-Regeln.....	11
3	Empfehlungen zur Anwendung	12
3.1	Allgemeines.....	12
3.2	Neues Sicherheitskonzept.....	12
3.2.1	Prinzipielle Nachweisführung	12
3.2.2	Einwirkungen.....	13
3.2.3	Kombinationsregeln	13
3.2.4	Teilsicherheitsbeiwerte, Kombinationsbeiwerte für Einwirkungen	14
3.2.5	Teilsicherheitsbeiwerte für den Tragwiderstand	15
3.3	Nachweisverfahren	15
3.3.1	Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton.....	15
3.3.2	Bauteile aus Stahl	18
Anhang A	Begriffe	20
Anhang B	Zuordnung der Lastarten in Belastungsplänen und in einschlägigen KTA-Regeln zu den Einwirkungen gemäß DIN 1055-100.....	21
Anhang C	Regelwerke, auf die in diesen Empfehlungen verwiesen wird.....	22

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Die Überprüfung der KTA-Regeln der Sachgebiete Bautechnik und Einwirkungen von außen (EVA) hat ergeben, dass im Hinblick auf die Entwicklung neuer DIN-Normen und entsprechender europäischer technischer Regeln Änderungsbedarf bei den KTA-Regeln besteht. Die folgenden Empfehlungen sollen in der Übergangszeit bis zur vollständigen Anpassung der betreffenden KTA-Regeln an das gültige bautechnische Regelwerk dazu dienen, dass bei Anwendung der Regeln in diesem Zeitraum die notwendigen Auslegungsanforderungen erfüllt werden. Sie sind notwendig, um die KTA-Regeln zusammen mit den aktuellen gültigen bautechnischen Normen anwenden zu können. Eine Auflistung der betreffenden KTA-Regeln mit Zuordnung der darin zitierten, für die Bemessung bislang relevanten alten bautechnischen Normen ist in Abschnitt 2.5 enthalten.

1.2 Hintergründe

Im Rahmen der von der Europäischen Kommission betriebenen Harmonisierung von technischen Regeln wird in Deutschland zur Zeit die Umsetzung der Eurocodes als Technische Baubestimmungen vollzogen. Die Eurocodes schaffen einheitliche bauartübergreifende Bemessungsverfahren zum Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von baulichen Anlagen.

Der Nachweis der Standsicherheit basiert bei der bislang gültigen Normengeneration auf dem globalen Sicherheitskonzept. Dabei werden die Beanspruchungen, die aus der Kombination gleichrangiger Einwirkungen resultieren, der zulässigen bauartspezifischen Beanspruchbarkeit gegenüber gestellt. Der globale Sicherheitsfaktor, der sowohl die Unsicherheiten des Last- und Tragwerkmodells als auch die Streuung der Materialkennwerte beinhaltet, bestimmt dabei die Größe dieser zulässigen Beanspruchbarkeit.

Im Gegensatz dazu erfolgt bei dem Teilsicherheitskonzept, auf dem die neuen bautechnischen Normen basieren, die separate Zuordnung der Unsicherheiten bei den Modell- und Lastannahmen einerseits und der Streuungen der Materialkennwerte andererseits durch spezifizierte Sicherheitsfaktoren. Darüber hinaus wird bei der Kombination von Einwirkungen die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens dieser Einwirkungen durch Kombinationsbeiwerte berücksichtigt.

In verschiedenen KTA-Regeln wird auf inzwischen zurückgezogene bautechnische Normen Bezug genommen, deren Nachweisführung noch auf dem globalen Sicherheitskonzept basiert. Die neue Normengeneration ist mittlerweile überwiegend an das europäische Nachweiskonzept angepasst und als Technische Baubestimmung eingeführt. Die KTA-Regeln mit Bezug auf solche bautechnischen Normen sind daher ebenfalls zu überarbeiten.

1.3 Inhalt und Vorgehen

In Abschnitt 2 wird die aktuelle Entwicklung der bautechnischen Normung zusammenfassend dargestellt. Dabei werden die wesentlichen Unterschiede zu den ersetzten alten bautechnischen Normen deutlich gemacht. Die Gegenüberstellung beschränkt sich auf Bauwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton sowie Stahl- und Verbundtragwerke, da die übrigen Baustoffe in kerntechnischen Anlagen nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen. Abschnitt 2 schließt mit einer tabellarischen Auflistung von KTA-Regeln und den darin zitierten bemessungsrelevanten bautechnischen Normen der alten Normengeneration.

In Abschnitt 3 sind die Regelungen zusammengestellt, die bei der Anwendung der betroffenen KTA-Regeln empfohlen werden. Diese Empfehlungen werden den Grundlagen des neuen Teilsicherheitskonzeptes gerecht. Sie geben für bautechnische Auslegungsanforderungen in den KTA-Regeln, die noch auf der alten Normung basieren, entsprechende Ersatzregelungen an.

Auf die Bemessungssituationen bei außergewöhnlichen inneren und äußeren Einwirkungen (EVI/EVA) wird dabei im Besonderen eingegangen. Die bauliche Auslegung für diese Einwirkungen war bisher ausschließlich nach den Regeln des KTA und einigen für besondere Bauteile von Kernkraftwerken erstellten DIN-Normen möglich. In den alten bautechnischen Normen sind für diese Anwendungsbereiche keine Regelungen enthalten. In den neuen bautechnischen Normen werden hingegen neben den Kombinationsregeln für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen auch solche für außergewöhnliche Bemessungssituationen und Bemessungssituationen infolge von Erdbeben angegeben.

Im neuen Normenwerk wird zum Teil ebenso hinsichtlich der Beanspruchbarkeiten zwischen den verschiedenen Bemessungssituationen unterschieden. Ihre Zuordnung zu den Anforderungskategorien des kerntechnischen Regelwerks macht ergänzende Festlegungen erforderlich. Das gilt ebenso für die Bauanschlusslasten an den Schnittstellen zwischen dem Bauwerk und den anlagentechnischen Komponenten. Darüber hinaus werden die baustoff- und bauartabhängigen Regelungen im Zusammenhang mit den speziellen kerntechnischen Auslegungsbedingungen behandelt.

2 Aktuelle bautechnische Normen

2.1 Allgemeines

Vor dem Hintergrund einer einheitlichen europäischen Entwicklung des bautechnischen Normenwerks wird angestrebt, die nationalen deutschen Baunormen durch die entsprechenden Eurocodes zu ersetzen. Hierzu zählen unter anderem der Eurocode 1 „Einwirkungen auf Tragwerke“, der Eurocode 2 „Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbauten“ und der Eurocode 3 „Stahlbauten“.

Durch die sich seit Jahren verzögernde Einführung der Eurocodes hat man sich in Deutschland entschlossen, national die bautechnischen DIN-Normen den entsprechenden Eurocodes anzupassen. So wurden z. B. im Jahr 2003 die der EN 1990 entsprechende DIN 1055-100 und die dem Eurocode 2 entsprechende DIN 1045 Teile 1 bis 4 bauaufsichtlich eingeführt. Im Stahlbau setzte diese Entwicklung schon im Jahr 1990 mit der neuen DIN 18800 Teile 1 bis 4 ein.

Das gemeinsame Ziel dieser neuen Normen ist die Berücksichtigung eines baustoffübergreifenden Sicherheitskonzeptes, das als Teilsicherheitskonzept (partiell Sicherheitskonzept) das in den alten deutschen Normen verwendete globale Sicherheitskonzept ablöst. Die Grundlagen für dieses baustoffübergreifende Sicherheitskonzept sind in der DIN 1055-100 geregelt.

2.2 Einwirkungen auf Tragwerke

Die bisherige DIN 1055 „Lastannahmen für Bauten“ mit den Teilen 1 bis 6 aus den Jahren 1971 bis 1987 orientierte sich an einem in den baustoffspezifischen Normen üblichen globalen Sicherheitskonzept. Mit dem Übergang auf ein partielles Sicherheitskonzept wurde neben den Teilen 1 bis 10 der neuen DIN 1055, die seit 2001 einführungsreif entwickelt werden, der Teil 100 der DIN 1055 notwendig, der baustoffübergreifend die Grundlagen der Tragwerksplanung mit der Beschreibung des Sicherheitskonzeptes und der allgemeinen Bemessungsregeln beinhaltet.

2.3 Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton

Seit 2002 sind die Normen DIN 1045 Teile 1 bis 4 zusammen mit DIN 1055-100 bauaufsichtlich eingeführt. **Bild 2-1** zeigt die Normensituation der Stahlbeton-/Spannbetonnormen sowie der Normen auf der Einwirkungsseite.

Bild 2-2 stellt die wesentlichen Unterschiede des alten und neuen Bemessungskonzeptes bei den Stahlbeton-/Spannbetonnormen dar.

2.4 Stahlbauten

Wie in **Bild 2-3** dargestellt, entstand im Jahr 1990 die neue Normenreihe der DIN 18800 mit den Teilen 1 bis 4 als Ersatz für die DIN 18800-1 (03/81), DIN 4114-1 (07/52), DIN 4114-2 (02/53), DAST-Richtlinien (DAST Ri) DAST Ri 012 (10/78) und DAST Ri 013 (07/80). Seit 01.01.1996 gelten die o.g. alten Regelwerke nur noch im Zusammenhang mit Stahlbrückenbauten und Verbundtragwerken. Wesentliche Unterschiede zwischen alter und neuer Stahlbaunormung sind in **Bild 2-4** exemplarisch zusammengestellt.

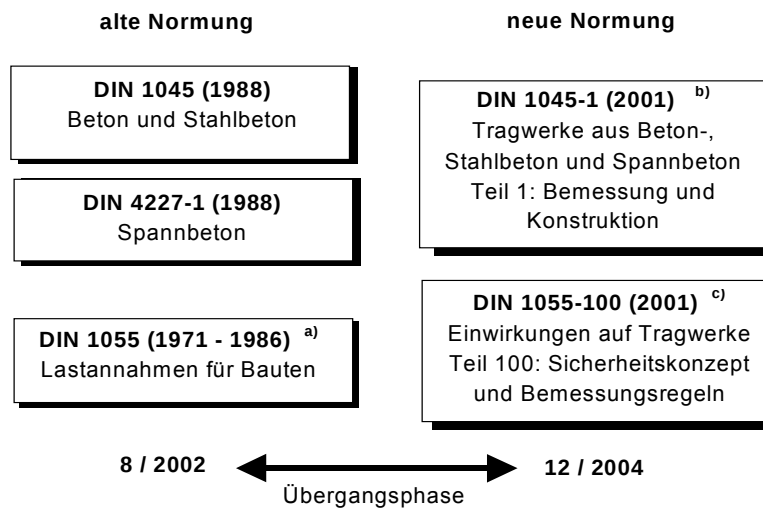
Das in der neuen Normenreihe der DIN 18800 zu Grunde gelegte Sicherheitskonzept berücksichtigt die zu erwartende europäische Norm (EN 1990). Die DIBt-Mitteilung, Sonderheft 11/2, enthält Festlegungen zu einzelnen Normenelementen sowie Fachnormen und DAST-Richtlinien, die noch auf dem alten Sicherheitskonzept basieren.

Die probeweise Anwendung der Vornorm DIN V ENV 1993-1-1 (04/93) (Eurocode 3), deren Regelungsumfang weitgehend DIN 18800 Teil 1 und Teil 2 entspricht, ist ebenfalls erlaubt. Hierbei sind die in dem nationalen Anwendungsdokument (umgesetzt mit der DAST Ri 103) enthaltenen Regelungen zu beachten.

Hinweis:

Die Vornorm DIN V ENV 1993-1-1 (04/93) wurde durch die Fassung DIN EN 1993-1-1 (07/05) und zugehörige Normenteile ersetzt (die Normenreihe ist bauaufsichtlich noch nicht eingeführt).

Im Unterschied zu der Normenreihe des Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbaus (DIN 1045) basiert die neue Normenreihe der DIN 18800 nicht unmittelbar auf DIN 1055-100.



^{a)} DIN 1055 Teile 1 bis 6

^{b)} zusätzlich DIN 1045 Teile 2 bis 4, DIN EN 206-1

^{c)} zusätzlich DIN 1055 Teile 1 bis 10; solange die neuen Normenteile der DIN 1055-er Reihe bauaufsichtlich nicht eingeführt sind, ist die alte Lastnormenreihe zusammen mit DIN 1055-100 anzuwenden.

Bild 2-1: Entwicklung der Stahlbeton- und Spannbeton- sowie Einwirkungsnormen

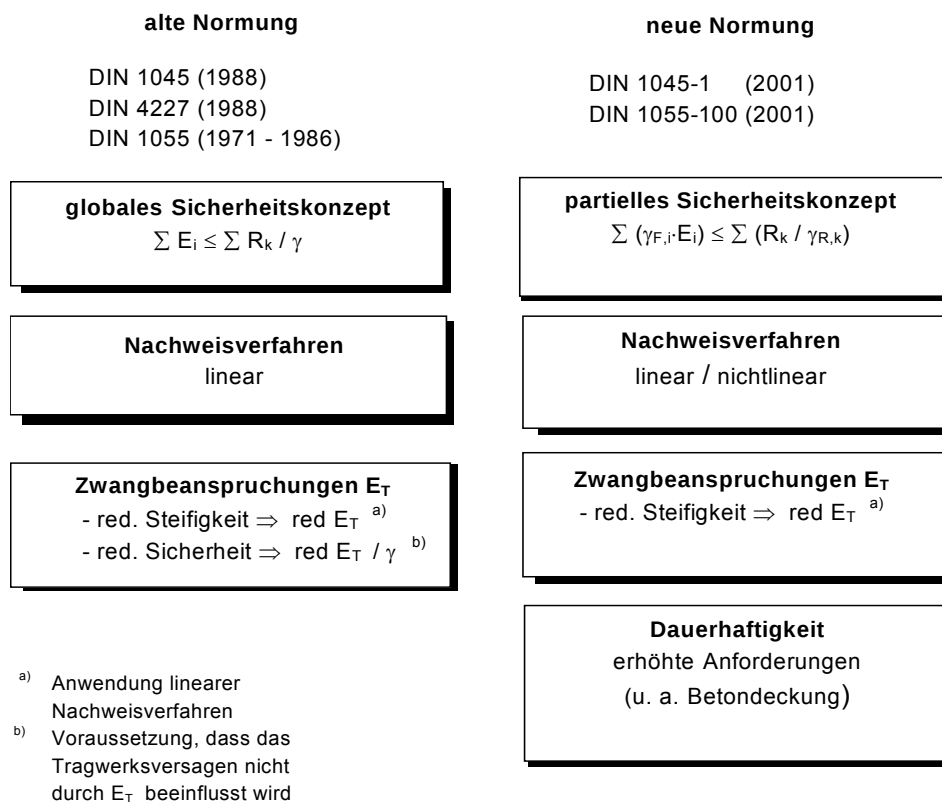


Bild 2-2: Vergleich alte / neue Normengeneration DIN 1045 / DIN 1055

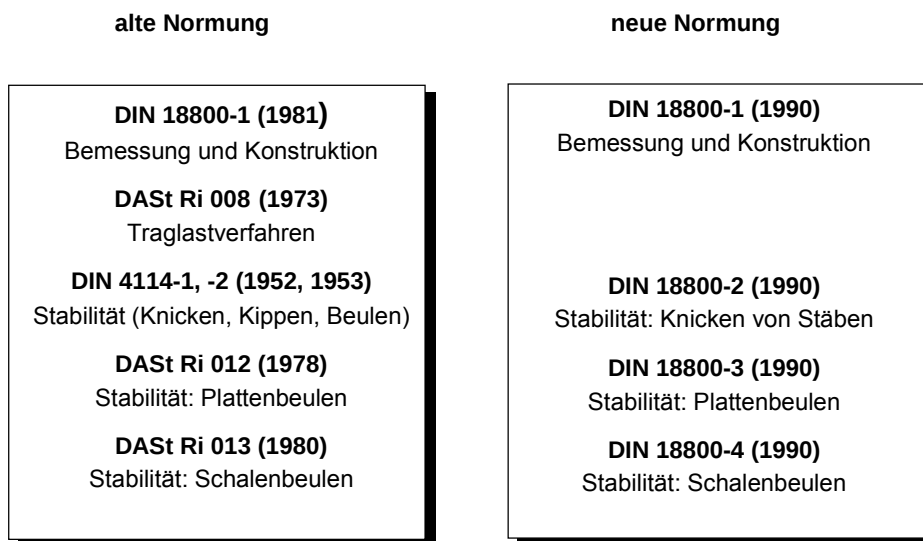


Bild 2-3: Normentwicklung DIN 18800

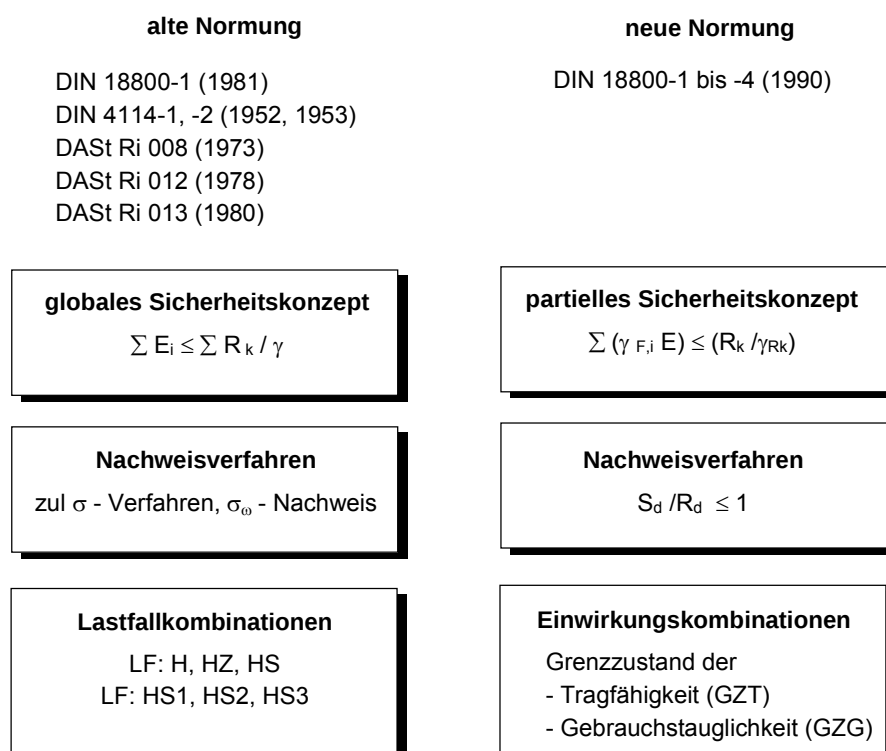


Bild 2-4: Vergleich alte / neue Normengeneration DIN 18800

2.5 Bautechnische Normen in KTA-Regeln

In **Tabelle 2-1** sind exemplarisch bautechnisch relevante KTA-Regeln aufgelistet, die auf nicht mehr aktuellen Normen des Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonbaus sowie des Stahlbaus verweisen. Bei Anwendung dieser KTA-Regeln werden die in Abschnitt 3 angegebenen Anwendungshinweise empfohlen.

KTA-Regel	Beton, Stahlbeton und Spannbeton	Stahlbau, Verbundbau
KTA 2201.3 E (6/90)	DIN 1045 (07/88) DIN 4227-1 (07/88)	DAST Ri 008 (03/73) DIN 4114-1 (07/52) DIN 18800-1 (03/81) DIN 18806-1 (03/84)
KTA 2201.4 (6/90)		DIN 4114-1 (07/52) DIN 18800-1 (03/81) DIN 18800-7 (05/83)
KTA 2502 (6/90)	DIN 1045 (07/88) DIN 1048-1 (12/78) DIN 1048-2 (02/76) DIN 4227-1 (07/88)	DIN 4114-1 (07/52) DIN 4114-2 (02/53) DIN 4133 (08/73) DIN 18800-1 (03/81) DIN 18800-7 (05/83)
KTA 3205.2 (6/90)		DAST Ri 008 (03/73) DAST Ri 012 (10/78) DAST Ri 013 (07/80) DIN 4114-1 (07/52) DIN 18800-1 (03/81) DIN 18800-7 (05/83)
KTA 3401.2 (6/85)		DAST Ri 013 (07/80) DIN 18800-1 (03/81) DIN 18800-7 (05/83)
KTA 3905 (6/99)	DIN 1045 (07/88)	DIN 1055-1 (07/88) DIN 1055-3 (06/71) DIN 18800-1 (03/81) DIN 18800-7 (05/83)

Tabelle 2-1: Nicht mehr aktuelle bautechnische Normen in KTA-Regeln
(exemplarische Auflistung: Stand 08/2005)

3 Empfehlungen zur Anwendung

3.1 Allgemeines

Hinweis:

Wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich die in den nachfolgenden Abschnitten genannten Normen auf die neuen Normenreihen.

Aus der neuen Normenreihe DIN 1045 Teile 1 bis 4 für Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton sowie DIN 18800 Teile 1 bis 4 für Stahlbauten ergeben sich im Allgemeinen keine erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit (Standicherheit) der Bauteile. Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit dagegen ist wesentlich detaillierter geregelt als in den früheren Ausgaben dieser Normen, insbesondere für Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. So ist gemäß DIN 1045-1 jedes Bauteil in Abhängigkeit der Umweltbedingungen einer Expositionsklasse zuzuordnen. Aus dieser Zuordnung ergeben sich eine vorgeschriebene Mindestbetonfestigkeitsklasse und eine Mindestbetondeckung einschließlich Vorhaltemaß, das gegenüber der früheren Ausgabe 07/1988 von DIN 1045 mit Ausnahme der Klasse XC1 von 10 mm auf 15 mm erhöht wurde.

Aufgrund des unterschiedlichen Bemessungskonzeptes von altem und neuem Normenwerk ist ein Mischungsverbot erforderlich. Regelungen nach dem neuen Normenwerk (siehe DIBt-Mitteilungen 1/2002 „Neues Normenwerk im Betonbau“) dürfen nicht mit denen nach dem alten Normenwerk verknüpft werden, mit einer Ausnahme: Die Bemessung von Fertigteilen und vergleichbaren Bauteilen nach einem anderen Normenwerk ist möglich, wenn die betreffenden Bauteile mit dem Gesamttragwerk nicht monolithisch verbunden sind und die Übertragung der Schnittgrößen innerhalb des Gesamttragwerkes sowie die Gesamtstabilität nicht berührt werden.

Im Folgenden ist ausgeführt, wie an einem nach dem alten Normenwerk ausgelegten Bauwerk eine bauliche Veränderung oder Ergänzung nach dem neuen Normenkonzept berücksichtigt werden kann.

Für Stahlbauten ist dies in der Anpassungsrichtlinie Stahlbau (DIBt-Mitteilung, Sonderheft 11/2) geregelt. Eine gleichartige Regelung lässt sich auch für Stahlbeton- und Spannbetonbauteile treffen, die hinsichtlich des Sicherheitskonzepts nach DIN 1055-100 behandelt werden.

Für die Anbindung von Bauteilen nach neuem Sicherheitskonzept an Bauteile nach altem Sicherheitskonzept wird in Anlehnung an die Anpassungsrichtlinie Stahlbau folgende Vorgehensweise empfohlen:

Für „ständige und vorübergehende Bemessungssituationen“ berechnete Schnitt- und Auflagergrößen nach neuem Sicherheitskonzept dürfen für den Nachweis von nach altem Sicherheitskonzept bemessenen Bauteilen umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt im Verhältnis der Schnittgrößen infolge der charakteristischen Werte der Einwirkungen zu den Schnittgrößen infolge der gemäß DIN 1055-100 berechneten Bemessungswerte. Die für außergewöhnliche Situationen und Situationen infolge von Erdbeben berechneten Schnitt- und Auflagergrößen dürfen in gleicher Größe für den Nachweis von nach altem Sicherheitskonzept bemessenen Bauteilen in Ansatz gebracht werden.

Die Bemessung des veränderten bzw. ergänzten Bauteils ist grundsätzlich nach gültigen bautechnischen Normen, d. h. nach dem neuen Normenkonzept durchzuführen. Diese Auslegung sollte neben dem veränderten bzw. ergänzten Bauteil auch die Anschlussbauteile des bestehenden Bauwerkes umfassen, in welchen die zusätzlichen Lasten noch als konzentrierte Belastung weiter geleitet werden. Für den Nachweis der Weiterleitung nach der Lastausbreitung im vorhandenen Bauwerk wird empfohlen, diesen mit den charakteristischen Werten der Einwirkungen (für außergewöhnliche Einwirkungen mit den Bemessungswerten) nach den bei der ursprünglichen Auslegung verwendeten bautechnischen Regeln durchzuführen.

Die neuen Normen enthalten wie die früheren Fassungen Angaben zu den betreffenden Baustoffen, die an den aktuellen Stand der Baustoffentwicklung angepasst worden sind.

Hinweis:

In DIN 1045-1 werden nur noch Betonstähle mit einer charakteristischen Streckgrenze von $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ aufgeführt (BSt 500), wobei neben der Erzeugnisform (S oder M) erstmals auch nach der Duktilität (A: normalduktil, B: hochduktil) unterschieden wird. Die früheren Betonstahlsorten BSt 420 S und BSt 500 S nach DIN 488-1 erfüllen die Anforderungen an hochduktilen Stahl. In DIN 18800-1 sind beispielsweise erstmalig Feinkornbaustähle und der Schraubenwerkstoff der Festigkeitsklasse 8.8 enthalten.

3.2 Neues Sicherheitskonzept

3.2.1 Prinzipielle Nachweisführung

Für die Nachweisführung sind entsprechend dem neuen Sicherheitskonzept in DIN 1055-100 Grenzzustände der Tragfähigkeit und Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit zu betrachten. Die Bemessung erfolgt getrennt für diese Grenzzustände nach folgendem Schema:

- Aufstellen von Tragwerks- und Lastmodellen für die in den jeweiligen Grenzzuständen maßgebenden Bemessungssituationen,
- Nachweis, dass die Grenzzustände nicht überschritten werden, wenn in den Rechenmodellen die Bemessungswerte der Einwirkungen und des Tragwiderstandes in Abhängigkeit der Bauteilgeometrie und der Baustoffeigenschaften verwendet werden.

3.2.2 Einwirkungen

In Anlehnung an DIN 1055-100 werden die folgenden Einwirkungen unterschieden:

- Unabhängige ständige Einwirkungen G_k
- Unabhängige Einwirkung infolge Vorspannung P_k
- Vorherrschende unabhängige veränderliche Einwirkungen Q_{k1}
- Andere unabhängige veränderliche Einwirkungen Q_{ki} ($i > 1$)
- Außergewöhnliche Einwirkungen A_d
- Einwirkungen infolge von Erdbeben A_{Ed}

Eine Zuordnung der aufgeführten Einwirkungen zu den bisher verwendeten Begriffen (ständige Regellasten, nicht-ständige Regellasten, etc.) ist im **Anhang B** aufgeführt.

Alle Einwirkungen, mit Ausnahme der außergewöhnlichen Einwirkungen, sind als charakteristische Werte anzugeben. Außergewöhnliche Einwirkungen werden als Bemessungswerte vorgegeben (Designwerte), so dass für außergewöhnliche Einwirkungen implizit ein Teilsicherheitsbeiwert von 1,0 vorausgesetzt wird.

Für das Bemessungserdbeben entsprechend KTA 2201.1 werden der Wichtungsfaktor γ_1 nach DIN 1055-100 ebenso wie der Bedeutungsbeiwert γ_1 nach DIN 4149 zu 1,0 angenommen, so dass der Bemessungswert A_{Ed} als Nennwert aufgefasst wird.

Der Schwerpunkt der folgenden Betrachtungen wird auf die in der Kernkraftwerksauslegung zu berücksichtigenden Einwirkungen von innen (EVI) und Einwirkungen von außen (EVA) gelegt, die in der **Tabelle 3-1** zusammengestellt sind.

Die bei der Auslegung von Kernkraftwerken als EVI und EVA bezeichneten Lastfälle können der Gruppe der „außergewöhnlichen Einwirkungen“ oder der „Einwirkungen infolge Erdbeben“ gemäß DIN 1055-100 zugeordnet werden, wobei zusätzlich entsprechend der Definition der Anforderungskategorien in Abschnitt 3.3.1.1 und 3.3.2.1 die Anforderungen an das betreffende Bauwerk oder Bauteil berücksichtigt werden müssen.

EVI- / EVA-Ereignisse			Daraus sich ergebende Einwirkungen
Auslegungsstörfälle (Sicherheitsebene 3)	Einwirkungen von innen	Lecks oder Brüche druckführender Komponenten	Strahlkräfte, Differenzdrücke, Auflager- und Festhaltekräfte, schlagende Rohrleitungen, Trümmerlasten, Temperatur, Wassersäule (statisch)
		Störungen und Störfälle bei der Brennelementhandhabung	Lastabsturz
		Anlageninterne Brände und Explosionen	Temperaturdifferenzen, Druckdifferenzen
		Anlageninterne Überflutung	Wassersäule (statisch)
	Einwirkungen von außen	Erdbeben	Massenkräfte durch Eigengewicht der Bauwerke und der Einrichtungen (Komponenten), Trümmerlasten, Verschiebungen, Berstdruckwelle infolge Bersten von Behältern mit großem Energiegehalt, die nicht gegen Erdbeben ausgelegt sind
		Hochwasser	Wassersäule (statisch)
Auslegungs- überschreitende Ereignisse (Sicherheitsebene 4a)	Einwirkungen von außen	Flugzeugabsturz	- Direkte Einwirkungen auf die getroffene Fläche und induzierte Erschütterungen - Sekundäre Einwirkungen aus Trümmerteilen
		Explosionsdruckwelle	Das gesamte Bauwerk betreffende Druckbelastung mit vorgegebenem zeitlichen Verlauf und induzierte Erschütterungen

Tabelle 3-1: Außergewöhnliche Einwirkungen (EVI / EVA)

3.2.3 Kombinationsregeln

Für jeden kritischen Lastfall muss der Bemessungswert der Beanspruchung aus Kombinationen der unabhängigen, gleichzeitig auftretenden Einwirkungen ermittelt werden, d. h. für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit sind die nachfolgend angegebenen Kombinationsregeln zu untersuchen (Begriffsdefinitionen: s. DIN 1055-100):

Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT):

- ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

$$E_d : \gamma_G \cdot G_k + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k1} + \sum(\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{ki})$$

- außergewöhnliche Bemessungssituationen

$$E_{dA} : G_k + P_k + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k1} + \sum(\psi_{2,i} \cdot Q_{ki})$$

- Bemessungssituationen infolge von Erdbeben

$$E_{dAE} : G_k + P_k + A_{Ed} + \sum(\psi_{2,i} \cdot Q_{ki})$$

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG):

- seltene (charakteristische) Kombinationen:

$$E_{d,rare} : G_k + P_k + Q_{k1} + \sum(\psi_{0,i} \cdot Q_{ki})$$

- häufige Kombination:

$$E_{d,frequ} : G_k + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k1} + \sum(\psi_{2,i} \cdot Q_{ki})$$

- quasi-ständige Kombination:

$$E_{d,perm} : G_k + P_k + \sum(\psi_{2,i} \cdot Q_{ki})$$

3.2.4 Teilsicherheitsbeiwerte, Kombinationsbeiwerte für Einwirkungen

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Vorspannung, die ständigen und die veränderlichen Einwirkungen sind entsprechend DIN 1045-1 anzunehmen. Die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte für allgemeine Nutzlasten, Verkehrslasten, Schnee- und Eislasten, Windlasten sowie Temperatureinwirkungen sind in DIN 1055-100 angegeben.

In **Tabelle 3-2** finden sich nähere Angaben zu Teilsicherheitsbeiwerten sowie Anhaltswerte für Kombinationsbeiwerte exemplarischer Einwirkungen.

Hinweis:

Abweichend zu Tabelle 3-2 werden in DIN 18800-1 die Kombinationsbeiwerte zu $\psi_0 = \psi_1 = \psi_2 = 0,9$ angenommen, da zum Zeitpunkt der Einführung von DIN 18800-1 die differenzierte Betrachtung der Kombinationsbeiwerte entsprechend DIN 1055-100 noch nicht bekannt war.

Einwirkungen		Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$	Kombinationsbeiwert		
			ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	Eigenlast	1,35 ¹⁾	-	-	-
P	Vorspannung	1,00	-	-	-
Q	Quasi-ständige Nutzlasten	1,50 ²⁾	1,0	1,0	1,0
	Veränderliche Nutzlasten	1,50 ²⁾	0,7 - 0,9	0,5 - 0,8	0,3 - 0,8
	Kranlasten	1,35	1,0	0,9 ⁴⁾	0
	Zwang aus Setzungen	1,50 ³⁾	1,0	1,0	1,0
¹⁾ 1,00 bei günstiger Auswirkung ²⁾ 1,35, wenn Einwirkungsgröße sehr genau erfassbar ³⁾ 1,00, wenn lineare Berechnung durchgeführt wird und im Tragwerk eine Abminderung der Steifigkeit z. B. durch Rissbildung oder Relaxation möglich ist ⁴⁾ bei Anforderungskategorie A3 (s. Abschnitt 3.3.1.1) ist die Kranlast als veränderliche Einwirkung nicht zu berücksichtigen, d. h. $\psi_1 = 0$.					

Tabelle 3-2: Anhaltswerte für Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte

3.2.5 Teilsicherheitsbeiwerte für den Tragwiderstand

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Bestimmung des Tragwiderstands im Grenzzustand der Tragfähigkeit hängen von der Bemessungssituation (ständig und vorübergehend, außergewöhnlich), von den Baustoffen (Beton, Betonstahl, Spannstahl, Baustahl) sowie von den Anforderungen an das betreffende Bauwerk oder Bauteil ab. Sie sind in den Abschnitten 3.3.1 und 3.3.2 definiert.

3.3 Nachweisverfahren

3.3.1 Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton

DIN 1045-1 lässt die folgenden Verfahren zur Ermittlung der Schnittgrößen zu:

- Linear-elastische Berechnung
- Linear-elastische Berechnung mit Umlagerung
- Verfahren nach der Plastizitätstheorie
- Nichtlineare Verfahren (siehe DIN 1045-1 Abschnitt 8.5)

3.3.1.1 Anforderungskategorien

An sicherheitstechnisch relevante Stahlbetonbauteile werden in Abhängigkeit von der Art der Einwirkungen unterschiedliche Anforderungen gestellt, wobei u. a. folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen sind:

- Eintrittswahrscheinlichkeit während der Nutzungsdauer
- Reparaturmöglichkeit
- Begrenzung des Schadensumfangs, so dass z. B. die Gebrauchstauglichkeit der betreffenden Bauteile oder die Standsicherheit und Funktionssicherheit von Anlagenteilen erhalten bleibt.

Für die Auslegung der Stahlbetonkonstruktionen werden die Bauteile in Abhängigkeit der genannten Gesichtspunkte einer der drei Anforderungskategorien A1, A2 oder A3 wie folgt zugeordnet:

Anforderungskategorie A1

Kombinationen von Einwirkungen, die im Sinne von DIN 1055-100 zu den ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen gehören, sind der Anforderungskategorie A1 zuzuordnen. Für diese Kombinationen werden die Teilsicherheitsbeiwerte für den Tragwiderstand aus DIN 1045-1 für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen übernommen (siehe **Tabelle 3-3**).

Anforderungskategorie A2

Kombinationen mit außergewöhnlichen Einwirkungen in Anlehnung an DIN 1055-100, deren mehrfaches Auftreten während der Nutzungsdauer zu unterstellen ist, sind der Anforderungskategorie A2 zuzuordnen (Teilsicherheitsbeiwerte für den Tragwiderstand gemäß **Tabelle 3-3**). Bei diesen Kombinationen ist sicherzustellen, dass nach ihrem Auftreten die weitere Nutzungsfähigkeit des zu bemessenden Bauteils sichergestellt ist.

Aus Gründen der Standsicherheit oder Funktionssicherheit von Anlagenteilen sind gegebenenfalls zusätzliche Bedingungen an definierten Stellen (z. B. Verformungs- und Rissbreitenbegrenzungen) einzuhalten.

Anforderungskategorie A3

Kombinationen mit außergewöhnlichen Einwirkungen geringer Eintrittswahrscheinlichkeit ($EVI/EVA \leq 10^{-4}$ / Jahr), deren einmaliges Auftreten während der Nutzungsdauer zu unterstellen ist, sind der Anforderungskategorie A3 zuzuordnen (Teilsicherheitsbeiwerte für den Tragwiderstand gemäß **Tabelle 3-3**). Große Rissbildungen und bleibende Verformungen sind zugelassen, sofern sicherheitstechnische Belange dem nicht entgegenstehen.

Aus Gründen der Standsicherheit oder Funktionssicherheit von Anlagenteilen sind gegebenenfalls zusätzliche Bedingungen an definierten Stellen (z. B. Verformungs- und Rissbreitenbegrenzungen) einzuhalten, die über die Mindestanforderung der Tragfähigkeit hinausgehen.

Im Zusammenhang mit der Anwendung nichtlinearer Verfahren zur Schnittgrößenermittlung wird nach DIN 1045-1 Abschnitt 8.5.1 für den Tragwiderstand ein integraler Sicherheitsbeiwert $\gamma_R = 1,1$ (außergewöhnliche Bemessungssituationen) bzw. $\gamma_R = 1,3$ (ständige und vorübergehende Bemessungssituationen) angegeben. Bei Einhaltung dieser integralen Sicherheiten und Ansatz der zugehörigen rechnerischen Mittelwerte für die Baustofffestigkeiten sind die in der **Tabelle 3-3** angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte für Beton und Betonstahl gemäß Anforderungskategorie A1 bzw. A2 implizit enthalten. Für Anforderungskategorie A3 sollten entsprechend **Tabelle 3-3** ein integraler Sicherheitsbeiwert $\gamma_R = 1,0$ sowie rechnerische Baustofffestigkeiten $f_{cR} = 1,0 \cdot f_{ck}$ (Beton) und $f_{yR} = 1,0 \cdot f_{yk}$ (Betonstahl) verwendet werden.

Anforderungskategorien	A 1	A 2	A 3
Baustoffe und Widerstände			
Teilsicherheitsbeiwert Beton	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_c = 1,3$	$\gamma_c = 1,0$
Teilsicherheitsbeiwert Betonstahl / Spannstahl	$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_s = 1,0$	$\gamma_s = 1,0$
Nichtlineare Verfahren			
Tragwiderstand ¹⁾ nach DIN 1045-1 Abschnitt 8.5.1	$\gamma_R = 1,30$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,0$
Rechenwert Betondruckfestigkeit f_{cr} ²⁾	$0,85 \alpha f_{ck}$	$0,85 \alpha f_{ck}$	$1,0 \alpha f_{ck}$
Rechenwert Streckgrenze Betonstahl f_{yR}	$1,1 f_{yk}$	$1,1 f_{yk}$	$1,0 f_{yk}$
Rechenwert 0,1%-Dehngrenze Spannstahl $f_{p0,1R}$	$1,1 f_{pk}$	$1,1 f_{pk}$	$1,0 f_{pk}$
¹⁾ In Tabelle 2 der DIN 1045-1 als Systemwiderstand bezeichnet ²⁾ Abminderungsbeiwert α entsprechend DIN 1045-1 (s. a. 3.3.1.2) Anmerkung: Anforderungskategorien A 1, A 2 und A 3 entsprechen Anforderungskategorien C, B und A nach DIN 25449 (05/87)			

Tabelle 3-3: Teilsicherheitsbeiwerte zur Bestimmung des Tragwiderstands im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Anforderungskategorien A1 bis A3 (Stahlbeton- und Spannbetonbau)

3.3.1.2 Empfehlungen zur Bemessung

Festigkeitskennwerte Stahlbeton:

Für die Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist von dem Bemessungswert der einaxialen Druckfestigkeit des Betons nach DIN 1045-1 Abschnitt 9.1.6 Gleichung 67 wie folgt auszugehen:

$$f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c \quad (3-1)$$

Mit dem Beiwert α werden die gegenüber der Kurzzeitfestigkeit geringere Dauerstandsfestigkeit sowie die deterministisch beschreibbaren Unterschiede zwischen der am Probekörper ermittelten Druckfestigkeit und der Festigkeit im Bauteil berücksichtigt (s. a. DAfStb, Heft 525, Erläuterungen zu Abschn. 5.2). Für Normalbeton ist der Beiwert α in der Regel mit 0,85 anzusetzen. Bei Kombinationen mit kurzzeitigen Einwirkungen kann der Beiwert α auf 1,0 angehoben werden.

Darüber hinaus können Abweichungen der bemessungsrelevanten Eigenschaften des Baustoffs Beton von den in DIN 1045-1 zugrunde liegenden Eigenschaften angesetzt werden, wenn dies begründet bzw. nachgewiesen wird. Dies betrifft insbesondere die Festigkeitserhöhung des Betons durch Nacherhärtung bei langjährig bestehenden Stahlbetonbauwerken sowie die Festigkeitserhöhung des Betons bei mehrachsigen Spannungszuständen oder bei hohen Dehnungsgeschwindigkeiten (z. B. bei Flugzeuganprall).

Hinweis:

Angaben über die Festigkeitserhöhung sind z. B. im Model Code 90 enthalten.

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_c wird entsprechend der Anforderungskategorie A1, A2, oder A3 (s. **Tabelle 3-3**) für das betreffende Bauwerk oder Bauteil angesetzt.

Der Bemessungswert f_{yd} der Streckgrenze des Betonstahls ergibt sich zu

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad (3-2)$$

mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_s entsprechend der Anforderungskategorie A1, A2, oder A3 (s. **Tabelle 3-3**). Die Festigkeitserhöhung bei hohen Dehnungsgeschwindigkeiten kann berücksichtigt werden.

Bei Berücksichtigung der dissipativen Effekte nichtlinearen Baustoffverhaltens im Rahmen von Erdbebenanalysen ist ein möglicher Festigkeitsabfall der Baustoffe infolge Schädigung durch zyklische Verformungen sowie eine Minderung der Tragfähigkeit infolge Abplatzen der Betondeckung in den kritischen Bereichen von Stahlbetonbauteilen zu berücksichtigen.

Grenzdehnungen für Betonstahl und Beton:

Im Allgemeinen gelten die in DIN 1045-1 angegebenen Grenzdehnungen. In begründeten Fällen können erhöhte Grenzdehnungen angenommen werden, wobei jedoch abmindernde Einflüsse zu beachten sind.

Querkraft:

Die Nachweise für die Querkraft-Tragfähigkeit eines Stahl- oder Spannbetonbauteils sind grundsätzlich nach DIN 1045-1 zu führen, sofern im Folgenden nichts anderes festgelegt ist. In jedem Querschnitt ist zu überprüfen, ob der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit den Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit übersteigt.

sungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} größer ist als der Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft eines Bauteils ohne Querkraftbewehrung $V_{Rd,ct}$, d. h. es gilt folgende Fallunterscheidung:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct} \rightarrow \text{keine Querkraftbewehrung}$$

Hinweis:

Balken, einachsig gespannte Platten mit $b/h < 5$: Mindestbewehrung

$$V_{Ed} > V_{Rd,ct} \rightarrow \text{Querkraftbewehrung erforderlich}$$

Der Bemessungswert $V_{Rd,ct}$ für Normalbeton ergibt sich in Anlehnung an DIN 1045-1 zu

$$V_{Rd,ct} = [c_d \cdot 0,10 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,12 \cdot \sigma_{cd}] \cdot b_w \cdot d \quad (3-3)$$

mit

c_d Beiwert gemäß **Tabelle 3-4** für die betreffende Anforderungskategorie A1, A2 oder A3

Die übrigen Eingangsgrößen sind aus DIN 1045-1 Gleichung 70 zu übernehmen.

Beiwert	Anforderungskategorie		
	A1	A2	A3
c_d	1,00	1,15	1,50

Tabelle 3-4: Beiwerte c_d für die Anforderungskategorien A1 bis A3

Für den Fall $V_{Ed} > V_{Rd,ct}$, ist eine Querkraftbewehrung erforderlich. Es ist entsprechend DIN 1045-1 eine Querkraftbemessung biegebeanspruchter Bauteile auf der Grundlage eines Fachwerkmodells durchzuführen. Hierbei ist die Neigung der Druckstreben des Fachwerks zu begrenzen und die Querkraftbewehrung mit $V_{Ed} \leq V_{Rd,sy}$ und $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$ nachzuweisen. Die Neigungsbegrenzung der Druckstreben sowie der Bemessungswert der durch die Tragfähigkeit der Querkraftbewehrung begrenzten aufnehmbaren Querkraft $V_{Rd,sy}$ und der Bemessungswert der durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzten maximal aufnehmbaren Querkraft $V_{Rd,max}$ ergeben sich unter Beachtung der verschiedenen Anforderungskategorien (siehe **Tabelle 3-4**) entsprechend DIN 1045-1 Abschnitt 10.3.4.

Durchstanzen:

Beim Durchstanznachweis ist hinsichtlich der Lasteinwirkung zu unterscheiden zwischen

- Bauteilen mit indirekter Lasteinwirkung, wie sie in DIN 1045-1 Abschnitt 10.5 vornehmlich behandelt werden (Stützen bei Platten oder Fundamenten) und
- Bauteilen mit direkter Lasteinwirkung, wie sie im kerntechnischen Ingenieurbau als Bauteile unter außergewöhnlichen Einwirkung der Anforderungskategorien A2 oder A3 auftreten (z. B. Flugzeugabsturz oder Strahlkräfte).

Die im Folgenden angegebenen Empfehlungen beziehen sich auf Bauteile mit indirekter Lasteinwirkung.

Beim Durchstanznachweis ist weiterhin zu unterscheiden zwischen Bauteilen (d. h. Platten oder Fundamenten) ohne Durchstanzbewehrung und Bauteilen mit Durchstanzbewehrung:

- Bei Bauteilen ohne Durchstanzbewehrung ist nachzuweisen, dass längs des kritischen Rundschnitts nach DIN 1045-1 Abschnitt 10.5.2 die je Längeneinheit aufzunehmende Querkraft v_{Ed} nicht größer als die Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,ct}$ ist, d. h. es muss gelten:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct} \quad (3-4)$$

Der Bemessungswert $v_{Rd,ct}$ ergibt sich für Normalbeton in Anlehnung an DIN 1045-1 zu

$$v_{Rd,ct} = [c_d \cdot 0,14 \cdot \kappa \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,12 \cdot \sigma_{cd}] \cdot d \quad (3-5)$$

mit

c_d Beiwert gemäß **Tabelle 3-4** für die betreffende Anforderungskategorie A1, A2 oder A3

Die übrigen Eingangsgrößen sind aus DIN 1045-1 Gleichung 105 zu übernehmen.

- Für Bauteile mit Durchstanzbewehrung ist die maximale Querkrafttragfähigkeit $v_{Rd,max}$ im kritischen Rundschnitt in der Regel begrenzt auf

$$v_{Rd,max} \leq 1,5 \cdot v_{Rd,ct} \quad (3-6)$$

Die Ermittlung der Durchstanzbewehrung erfolgt nach DIN 1045-1.

Für Bauteile mit direkter Lasteinwirkung ist der zuvor beschriebene Durchstanznachweis nur bedingt zutreffend. Zum Nachweis der konzentrierten Lasteinleitung bei Platten- oder Schalentragwerken darf ein modifizierter Querkraft- bzw. Durchstanznachweis geführt werden. Alternativ können genauere Nachweise unter Berücksichtigung dynamischer Effekte und des nichtlinearen Baustoffverhaltens geführt werden.

Zwangbeanspruchungen

Bei linearer Berechnung mit Zwangbeanspruchungen können die Steifigkeiten in begründeter Weise reduziert werden und die resultierenden Schnittgrößen mit denen aus Lastbeanspruchung superponiert werden. Dabei darf entsprechend DIN 1045-1 ein reduzierter Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_Q = 1,00$ angesetzt werden. Dies ist gleichbedeutend mit der Verwendung einer Steifigkeitsabminderung auf 2/3 des ungerissenen Querschnitts, d. h. $\gamma_Q = 2/3 \cdot 1,50 = 1,00$. Eine weitere Reduzierung ist entsprechend zu begründen, z. B. durch eine nichtlineare Vergleichsberechnung.

3.3.2 Bauteile aus Stahl

3.3.2.1 Anforderungskategorien

Die Kombination von Einwirkungen ist in den KTA-Regeln noch nicht an das neue Teilsicherheitskonzept angepasst. Auf der Grundlage der Auslegung von Komponentenstützkonstruktionen gemäß KTA 3205.1 und KTA 3205.2 werden daher die Zuordnungen zwischen Stahlbaulastfällen und Anforderungskategorien in **Tabelle 3-5** empfohlen. Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Beanspruchbarkeiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind in **Tabelle 3-6** angegeben. Die Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 18800-1 und DIN EN 1993-1-1 sind unabhängig von einer im Grenzzustand der Tragfähigkeit zu betrachtenden Bemessungssituation festzulegen.

Die Auslegungskriterien für die betreffenden Stahlbaulastfälle entsprechen mit gewissen Überschneidungen den Anforderungen an sicherheitstechnisch relevante Bauteile gemäß Kategorie A 1, A 2 und A 3 in Abschnitt 3.3.1.1 der vorliegenden Empfehlungen.

Stahlbaulastfälle	Auslegungskriterien	Anforderungskategorien
H, HZ	Volle Gebrauchseignung, wiederholt belastungsfähig, stets wiederverwendbar	A 1
HS1		A 1, A 2 ^{*)}
HS2	Erfüllung der Standsicherheit, Aufrechterhaltung notwendiger Funktionen (z. B. Lagerspiele), Begrenzung der Verformung, i. a. wiederverwendbar	A 2, A 3 ^{*)}
HS3	Große plastische Verformungen zulässig, keine Wiederverwendung vorgesehen	A 3
^{*)} Einstufung ist einzelfallbezogen vorzunehmen		

Tabelle 3-5: Zuordnung von Stahlbaulastfällen und Anforderungskategorien

Anforderungskategorie		A1 / A2 / A3	Anmerkungen
DIN 18800-1	γ_M	1,0 / 1,1 ^{*)}	s. a. DIN 18800-1 Abschnitt 7.3.1
DIN EN 1993-1-1	γ_{M0}	1,0	große Verformungen infolge Fließen sind zugelassen
	γ_{M1}	1,0 / 1,1 ^{*)}	für Beanspruchbarkeiten, die von der Fließgrenze f_y abhängen (z. B. für Stabilitätsversagen)
	γ_{M2}	1,25	für Beanspruchbarkeiten, die von der Zugfestigkeit f_t abhängen (z. B. für Nettoquerschnittsversagen bei Zug oder Schrauben oder Schweißnahtversagen)
^{*)} ist einzelfallbezogen festzulegen			

Tabelle 3-6: Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchbarkeiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Anforderungskategorien A1 bis A3 (Stahlbau)

Die in den Stahlbaulastfällen zu überlagernden Einwirkungen sind in KTA 3205.1 Tabelle 7-1 aufgeführt. Die darin als Regellasten bezeichneten Einwirkungen entsprechen den ständigen und veränderlichen Einwirkungen gemäß DIN 18800-1, die Sonderlasten den außergewöhnlichen Einwirkungen bzw. den Einwirkungen infolge Erdbeben (vgl. auch die Zuordnung im **Anhang B** der vorliegenden Empfehlungen).

3.3.2.2 Empfehlungen zur Bemessung

Nach DIN 18800-1 dürfen die Nachweisverfahren gemäß **Tabelle 3-7** angewendet werden. Zusätzlich sind in allen Querschnitten Grenzwerte von Schlankheiten einzuhalten, oder die Beulsicherheit nach DIN 18800-3 oder DIN 18800-4 ist nachzuweisen.

Nachweisverfahren	Ermittlung der	
	Schnittgrößen infolge der Einwirkungen	Beanspruchbarkeiten
Elastisch – Elastisch	Elastizitätstheorie	Elastizitätstheorie
Elastisch – Plastisch	Elastizitätstheorie	Plastizitätstheorie
Plastisch – Plastisch	Fließgelenktheorie	Plastizitätstheorie

Tabelle 3-7: Nachweisverfahren

Die angegebenen Nachweisverfahren sind, soweit sie die Plastizitätstheorie betreffen, auf die Fließgelenktheorie abgestellt. Nachweismethoden wie die nichtlinearen Berechnungsverfahren, die über die vereinfachten Methoden der Fließgelenktheorie hinausgehen, und z. B. das realitätsnahe elastisch-plastische Materialverhalten berücksichtigen, sind in dieser Norm nicht behandelt, werden aber als zulässig angesehen.

Die Ausnutzung plastischer Querschnitts- und Systemreserven in den Stahlbaulastfällen (insbesondere: HS1, HS2 und HS3) richtet sich nach den in der **Tabelle 3-5** angegebenen Auslegungskriterien.

Anhang A

Begriffe

Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Zustand des Tragwerks, dessen Überschreitung unmittelbar zu einem rechnerischen Einsturz oder anderen Formen des Versagens führt.

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Zustand des Tragwerks, bei dessen Überschreitung die für die Nutzung festgelegten Bedingungen nicht mehr erfüllt sind.

Teilsicherheitsbeiwerte γ_G, γ_Q für den GZT (DIN 1045-1; DIN 1055-100, A.3):

γ_G, γ_Q werden im Allgemeinen entsprechend den Bemessungsregeln für Hochbauten angenommen zu $\gamma_G = 1,00$ und $\gamma_Q = 0$ für eine jeweils günstige Auswirkung sowie $\gamma_G = 1,35$ und $\gamma_Q = 1,50$ für eine jeweils ungünstige Auswirkung.

Entsprechend DIN 1055-100, 6.1 (9) und DAfStb, Heft 525 darf bei genau erfassbaren Einwirkungen der Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen zu $\gamma_Q = 1,35$ (anstatt 1,50) angenommen werden.

Charakteristischer Wert Q_k

Q_k ist so festgelegt, dass er mit einer Wahrscheinlichkeit von 98 % während einer Bezugsdauer von einem Jahr nicht überschritten wird bzw. nicht häufiger als einmal in 50 Jahren (im Mittel) erreicht oder überschritten wird.

Kombinationswert $\psi_0 \cdot Q_k$

ψ_0 ist so festgelegt, dass bei der Verwendung des Kombinationswerts $\psi_0 \cdot Q_k$ in den Einwirkungskombinationen des GZT (und GZG) die angestrebte Zuverlässigkeit des Tragwerks nicht unterschritten wird.

Kombinationswert $\psi_1 \cdot Q_k$

ψ_1 ist so festgelegt, dass die Überschreitungswahrscheinlichkeit des häufigen Werts $\psi_1 \cdot Q_k$ auf 300-mal je Jahr bzw. auf 5% begrenzt ist.

Kombinationswert $\psi_2 \cdot Q_k$

ψ_2 ist so festgelegt, dass der quasi-ständige Wert $\psi_2 \cdot Q_k$ als zeitlicher Mittelwert betrachtet wird, der mit einer Häufigkeit von 50 % über bzw. unterschritten wird.

Anhang B

Zuordnung der Lastarten in Belastungsplänen und in einschlägigen KTA-Regeln zu den Einwirkungen gemäß DIN 1055-100

In der folgenden Tabelle sind beispielhaft die Begriffe für Lasten in Belastungsplänen und in den einschlägigen Regelwerken des Kerntechnischen Ausschusses den Einwirkungen gemäß DIN 1055-100 zugeordnet.

Regelwerk/Titel	Lastart	Zuordnung zur unabhängigen Einwirkung nach DIN 1055-100
Belastungsplan	ständige Regellast	ständig
	nicht ständige Regellast	veränderlich
Alle KTA-Regeln	Eigengewicht, ständige Regellasten, Erddruck, Wasserdruck (in Behältern, Becken)	ständig
	Zwang im Gebrauchszustand: z. B. Kräfte und Momente aus Temperatur bzw. Auflagerverschiebungen	ständig, u.U. veränderlich
KTA 2201.1 Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 1: Grundsätze	Reaktionen aus Erdbeben sowie hieraus resultierenden Folgewirkungen einschließlich äußeren Lasten infolge Schäden an nicht erdbebensicher ausgelegten Anlagenteilen (z. B. Strahlkräfte)	Erdbeben
KTA 2207 Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser	Einwirkungen infolge statischem Wasserdruck aus Bemessungswasserstand, strömendes Wasser, Wellen, Auftrieb, Treibgut, Eisdruck und Einwirkungen aus möglichen Folgeereignissen (z. B. Erosion, Unterspülung)	außergewöhnlich
KTA 2502 Mechanische Auslegung von Brennelement-lagerbecken in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren	Lasten aus Brennelement-Transportbehälter (beladen) mit Transportmittel	veränderlich
	Belastungen aus Temperatureinflüssen (Kühlmitteltemperatur T1 und T2)	veränderlich
	Belastungen aus Temperatureinflüssen (Kühlmitteltemperatur T3)	außergewöhnlich
	Lasten aus betriebsmäßigen Abstellvorgängen (Stoßfaktor)	veränderlich
	Kräfte, die beim Bewegen der Schütze auftreten (z. B. Reibkräfte)	veränderlich
	Lasten aus anlageninternen Störfällen (z. B. Strahlkräfte)	außergewöhnlich
KTA 3205.1 Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen; Teil 1: Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen für Primärkreis-komponenten in Leichtwasserreaktoren	behinderte Dehnungen aus Betriebstemperatur der Abstützung und der abgestützten Komponente	veränderlich
	Komponentenlasten A gemäß KTA 3201.2	ständig, u. U. veränderlich
	Komponentenlasten B und C ¹⁾ gemäß KTA 3201.2	veränderlich
	Komponentenlasten D gemäß KTA 3201.2	außergewöhnlich
	behinderte Dehnungen aus Störfalltemperatur	außergewöhnlich
	Rohrbruchlasten, Strahlkräfte, EVA-Lasten (ohne Erdbeben)	außergewöhnlich
	Erdbeben	Erdbeben
KTA 3205.2 Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen; Teil 2: Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen für druck- und aktivitätsführende Komponenten in Systemen außerhalb des Primärkreises	Komponentenlasten A gemäß KTA 3201.2	ständig, u. U. veränderlich
	Komponentenlasten B und C ¹⁾ gemäß KTA 3201.2	veränderlich
	Komponentenlasten D gemäß KTA 3201.2	außergewöhnlich
	behinderte Dehnungen aus Störfalltemperatur	außergewöhnlich
	Rohrbruchlasten, Strahlkräfte, EVA-Lasten (ohne Erdbeben)	außergewöhnlich
	Erdbeben	Erdbeben
¹⁾ Komponentenlasten C ggf. außergewöhnlich (im Einzelfall festlegen)		

Anhang C

Regelwerke, auf die in diesen Empfehlungen verwiesen wird

KTA 2201.1	(06/90)	Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 1: Grundsätze
KTA 2201.3 (E)	(06/90)	Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 3: Auslegung der baulichen Anlagen
KTA 2201.4	(06/90)	Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 4: Anforderungen an Verfahren zum Nachweis der Erdbebensicherheit für maschinen- und elektrotechnische Anlagenteile
KTA 2207	(11/04)	Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser
KTA 2502	(06/90)	Mechanische Auslegung von Brennelementlagerbecken in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren
KTA 3201.2	(06/96)	Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren Teil 2: Auslegung, Konstruktion und Berechnung
KTA 3205.1	(06/02)	Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen; Teil 1: Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen für Primärkreiskomponenten in Leichtwasserreaktoren
KTA 3205.2	(06/90)	Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen; Teil 2: Komponentenstützkonstruktionen mit nichtintegralen Anschlüssen für druck- und aktivitätsführende Komponenten in Systemen außerhalb des Primärkreises
KTA 3401.2	(06/85)	Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl; Teil 2: Auslegung, Konstruktion und Berechnung
KTA 3905	(06/99)	Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken
DIN 488-1	(09/84)	Betonstahl; Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
DIN 1045-1	(07/01)	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 1: Bemessung und Konstruktion (Siehe auch Berichtigung 1)
DIN 1045-2	(07/01)	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 (Siehe auch Berichtigung 1 und Änderung DIN 1045-2/A1)
DIN 1045-3	(07/01)	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 3: Bauausführung (Siehe auch Berichtigung 1 und Änderung DIN 1045-3/A1)
DIN 1045-4	(07/01)	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton; Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen
DIN 1055-1	(06/02)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1: Wichten und Flächenlasten von Baustoffen, Bauteilen und Lagerstoffen
DIN 1055-2	(02/76)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngrößen
DIN 1055-3	(10/02)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 3: Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten:
DIN 1055-4	(03/05)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten
DIN 1055-5	(07/05)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 5: Schnee- und Eislasten
DIN 1055-6	(03/05)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 6: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter
DIN 1055-7	(11/02)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 7: Temperatureinwirkungen
DIN 1055-8	(01/03)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 8: Einwirkungen während der Bauausführung
DIN 1055-9	(08/03)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 9: Außergewöhnliche Einwirkungen
DIN 1055-10	(07/04)	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 10: Einwirkungen infolge Krane und Maschinen
DIN 1055-100	(03/01)	Einwirkungen auf Tragwerke; Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung - Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln

DIN 4149	(04/05)	Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
DIN 18800-1	(11/90)	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
DIN 18800-2	(11/90)	Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Knicken von Stäben und Stabwerken;
DIN 18800-3	(11/90)	Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Plattenbeulen
DIN 18800-4	(11/90)	Stahlbauten; Stabilitätsfälle; Schalenbeulen
DIN 25449	(05/87)	Auslegung der Stahlbetonbauteile von Kernkraftwerken unter Belastungen aus inneren Störfällen (wird derzeit überarbeitet)
DIN EN 206-1	(07/01)	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206-1:2000
DIN EN 1993-1-1	(07/05)	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauteilen Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 (Siehe auch die Änderungen A1 und A2)
DIN EN 1990	(10/02)	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
DAST 103	(11/93)	Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1993-1-1-Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau
DIBt-Mitteilung, Sonderheft 11/2	(12/98)	Anpassungsrichtlinie zu DIN 18800 – Stahlbau – Teile 1 bis 4 (November 1990) – korrigierte Ausgabe Oktober 1998 -
DIBt Mitteilungen 1/2002	(02/02)	Neues Normenwerk im Betonbau, Bauaufsichtliche Einführung beschlossen – Festlegungen und Konsequenzen
DAfStb, Heft 525	(09/03)	Erläuterungen zu DIN 1045-1
CEB-FIP, Model Code 1990		CEB-Comité Euro-International du Béton: CEB-FIP Model Code 1990, Final Draft, Bulletin d'information, No. 203-205, Lausanne, Juni 1991

Zurückgezogenen Normen und Richtlinien:

Hinweis:

Die Regelungen sind z.T. noch bauaufsichtlich relevant.

DIN 1045	(07/88)	Beton und Stahlbeton; Teil 1: Bemessung und Ausführung
DIN 1048-1	(12/78)	Prüfverfahren für Beton; Frischbeton, Festbeton gesondert hergestellter Probekörper
DIN 1048-2	(02/76)	Prüfverfahren für Beton; Bestimmung der Druckfestigkeit von Festbeton in Bauwerken und Bauteilen, Allgemeines Verfahren
DIN 1055-1	(07/78)	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055-3	(06/71)	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 1055-4	(08/88)	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken
DIN 1055-5	(06/75)	Lastannahmen für Bauten; Schneelast und Eislast
DIN 1055-6	(05/87)	Lastannahmen für Bauten; Lasten in Silozellen
DIN 1055-3	(06/71)	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
DIN 4114-1	(07/52)	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung) Berechnungsgrundlagen, Vorschriften
DIN 4114-2	(02/53)	Stahlbau; Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung)
DIN 4133	(08/73)	Schornsteine aus Stahl; Statische Berechnung und Ausführung
DIN 4227-1	(07/88)	Spannbeton – Bauteile aus Normalbeton mit beschränkter oder voller Vorspannung Berechnungsgrundlagen, Richtlinien

DIN 18800-1	(03/81)	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
DIN 18806-1	(03/84)	Verbundkonstruktionen; Verbundstützen
DIN 18800-7	(05/83)	Stahlbauten – Herstellen, Eignungsnachweise zum Schweißen
DIN V ENV 1993-1-1	(04/93)	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauteilen Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau; Deutsche Fassung ENV 1993-1-1:1992 (Siehe auch die Änderungen A1 und A2)
DAST 008	(03/73)	Richtlinien zur Anwendung des Traglastverfahrens im Stahlbau
DAST 012	(10/78)	Beulsicherheitsnachweise für Platten (Diese Fassung ist noch gültig, aber nur in Verbindung mit DIN 18800-1, 3/81)
DAST 013	(07/80)	Beulsicherheitsnachweis für Schalen