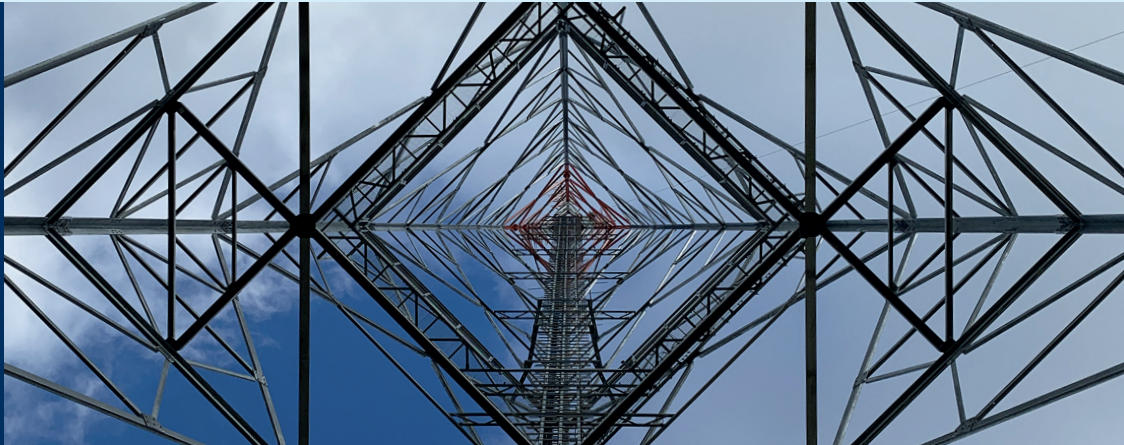


2026

# STAHLBAU KALENDER



Neue Normen in der Anwendung  
Schlanke Tragwerke

## Vorwort

Mit den beiden Schwerpunktthemen der **neuen Normen in der Anwendung und schlanke Tragwerke** setzt der Stahlbau-Kalender 2026 die Einführung der zweiten Generation der Eurocodes mit wertvollen Hinweisen und fundierten Fachbeiträgen fort. Dabei liegt der Fokus, nachdem in den früheren Jahren alle Grundlagen-Normen des Eurocode 3 vorgestellt wurden, auf der Anwendung und dort insbesondere der Anwendung für dünnwandige bzw. schlanke Stahltragwerke. Zu dem Normungsthema gehört auch als Ergänzung zum letztjährigen Beitrag über Schneelasten die Einführung in die Einwirkungen durch Eislasten nach Eurocode 1, Teil 1-9, die für schlanke Tragwerke wie Türme und Maste eine entscheidende Rolle spielen, aber bisher unzureichend geregelt waren. Türme, Maste und Schornsteine nach FprEN1993-3 oder Metallsilos sind Beispiele für schlanke Tragwerke, bei denen zurzeit sowohl die Einwirkungsnormen wie auch die Bemessungsnormen überarbeitet werden. Auch die Druckrohrleitungen im Beitrag aus dem Stahlwasserbau oder der Beitrag zum Gerüstbau behandeln „schlanke“ Tragwerke, die nicht alltäglich sind, und deren Planung, Bemessung und Ausführung besondere Kenntnisse verlangen. Damit bietet der Stahlbau-Kalender 2026 einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Normung sowie über neue technische Entwicklungen und wissenschaftliche Erkenntnisse.

Der Beitrag **„Stahlbaunormen – DIN EN 1993-1-1: 2025-04 Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“** von Ulrike Kuhlmann und Anna-Lena Bours enthält den Text der neuen Norm DIN EN 1993-1-1:2025-04, die in naher Zukunft die jetzige Fassung der DIN EN 1993-1-1:2010-12 ersetzen wird. Wie bei den bisherigen Originalnormenabdrucken von DIN EN 1993-1-1 sind die Regelungen des Nationalen Anhangs E DIN EN 1993-1-1/NA:2025 (Entwurf) an den entsprechenden Stellen eingefügt worden. Der Beitrag enthält außerdem zu ausgewählten Stellen der Norm erläuternde Kommentare. Diese liefern Hintergrundinformationen zu den Regelungen, geben Empfehlungen zur Anwendung sowie Hinweise darauf, wo möglicherweise Unklarheiten auftreten können. Ziel ist es, die Anwender:innen bei der Umsetzung der neuen Norm zu unterstützen und Sicherheit im Umgang mit den überarbeiteten Regelungen zu schaffen. Eine abschließende Literaturliste bietet weiterführende Quellen für eine vertiefte Auseinandersetzung mit einzelnen fachlichen Aspekten.

Karsten Kathage und Christoph Ortmann bieten in dem Beitrag **„Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Normen und Bescheide im Metallbau“** eine auf den Metallbau ausgerichtete Zusammenfassung des Inhalts der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) 2025/1 einschließlich einer Übersicht

relevanter Normen und Richtlinien. Ferner gibt er einen Überblick über die vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) im Bereich Metallbau erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ), allgemeinen Bauartgenehmigungen (aBG) und Europäischen Technischen Bewertungen (ETA) (Stand Mai 2025).

Auf einen ganz neuen Teil des Eurocodes gehen Bodo Wichura, Volker Cornelius und Frank Wolf im Beitrag **„Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-9 Eislasten – der neu erstellte Eurocode“** ein. Nach einem Rückblick auf die Entwicklung der Eislastvorschriften in Vergangenheit und Gegenwart werden die Grundlagen der Eislastbestimmung dargestellt und die Vorgehensweise bei der Analyse atmosphärischer Eisablagerungen erläutert. Im Rahmen der Erarbeitung der zweiten Eurocode-Generation wurde mit EN 1991-1-9 erstmals ein eigenständiger Teil zur Einwirkung der atmosphärischen Eisablagerung verfasst. Die neue EN 1991-1-9 wird vorgestellt und kommentiert. Sie führt das Konzept von Grundwerten der Einwirkung (Grundwert der Basiseisablagerung), Faktoren zur Bestimmung der Basiseisablagerung) ein und ist damit vergleichbar mit dem Ansatz für die Windeinwirkungen. Beispiele zur Ermittlung der Eisbeanspruchung für zwei Bauwerke demonstrieren die Eislastannahmen nach EN 1991-1-9.

Der Beitrag **„Neue Entwicklungen in FprEN 1993-3 – Türme, Maste und Schornsteine“** von Mathias Clobes, Kay-Uwe Bernhardt und Klaus Thiele stellt den aktuellen Stand des neuen Eurocode EN 1993-3 vor, kommentiert den aktuellen Stand des technischen Regelwerks und gibt weiterführende Hinweise. Durch die Zusammenführung der Normen EN 1993-3-1 und EN 1993-3-2 liegt nun ein gemeinsames Regelwerk für die Planung von Schornsteinen, Türmen und Masten vor- Tragwerke, die ohnehin viele Gemeinsamkeiten besitzen. In EN 1993-3 wurden zudem zahlreiche Änderungen am Regelwerk vorgenommen. Diese Änderungen betreffen vor allem die Überführung von Lastannahmen und Stabilitätsnachweisen in die Grundnormen, darüber hinaus wurden aber auch neue Regelungen, z. B. zu Ringflanschstößen, eingeführt.

In jüngerer Zeit sind – hauptsächlich aus ästhetischen Gründen – Hohlkastenbrücken entworfen worden, deren Untergurte und/oder Stege aus einem zylindrisch gekrümmten Stahlblech bestehen. Die geltenden Normen EN 1993-1-5 und EN 1993-1-6 erfassen weder stark gekrümmte Bleche noch die komplexe Geometrie adäquat. Diesem Thema widmen sich Luis Simões da Silva, Filip Ljubinković, João Pedro Martins und Sara Uszball im Beitrag **„Gekrümmte plattenförmige Bauteile: Bemessung, Hintergrund und Beispiele“**. Dieser Beitrag adressiert die fehlenden Bemessungsregeln zur Bewertung des Plattenbeulens, indem er

auf der Grundlage von jahrzehntelanger Forschung eine umfassende Bemessungsmethode für gekrümmte Stahlbleche vorstellt. Die Arbeit bietet zum ersten Mal einen praxisorientierten Ansatz zur Bewertung des Plattenbeulens von Stahlhohlkastenquerschnitten mit gekrümmten Untergurten im Brückenbau. Ein Beispiel illustriert die Anwendung. Ziel ist es, die Bemessung solcher Tragelemente zu standardisieren und deren Einsatz im praktischen Ingenieurbau zu fördern. Hintergründe zu Änderungen der DIN EN 1993-4 werden von Hannah Boehm, Martin Kaldenhoff und Cornelius Ruckenbrod in „**Silos aus Metallwerkstoffen**“ erläutert. Bei Metallsilos werden Tragwerksplaner:innen mit einem Thema von hoher konstruktiver Komplexität konfrontiert, das bereits bei den Einwirkungen ein Grundverständnis für die Interaktion zwischen Einwirkungsgröße und Strukturantwort erfordert. Dieser Beitrag umfasst zunächst einen allgemeinen Einstieg in die vielfältige Silowelt mit Praxisbeispielen für Ingenieur:innen und Studierende ohne besondere Vorkenntnisse sowie einen Überblick über die aktuell relevante Normensituation für Silos. Bei der Beschreibung der Einwirkungen auf Silos infolge Schüttguts werden die zu erwartenden wichtigsten Änderungen der DIN EN 1991-4 der zweiten Generation angesprochen. Darüber hinaus werden aktualisierte Informationen aus den beiden früheren Beiträgen im Stahlbau-Kalender über sonstige Einwirkungen auf Silos, Bemessung und Ausführung/Fertigung gegeben. Die Ausführung von Stahlaußkleidungen bei unterirdisch geführten Triebwasserwegen und von oberirdisch geführten Druckrohrleitungen als Stahlbauten ist eine typische Anwendung im Alpenraum. Für die Berechnung und Bemessung dieser speziellen Stahlwasserbauten hat sich im Laufe der Jahrzehnte eine traditionelle national geprägte Vorgehensweise etabliert, die in Teilbereichen durch Regeln des Eurocodes ergänzt wird. Im Beitrag „**Aktuelle Forschungsergebnisse im Stahlwasserbau und Aufbereitungen für die Baupraxis**“ geben Harald Unterweger und Alexander Ecker eine Einführung in diesen Anwendungsbereich. Insbesondere werden von ihnen aktuelle Forschungsergebnisse und zugehörige Aufbereitungen für die Baupraxis zu einer Reihe von Einzelthemen dargestellt, wie zum Beispiel das Außendruckbeulen bei Stahlpanzerungen oder das Trag- und Verformungsverhalten von Verteilrohrleitungen.

Die DASt-Richtlinie 024 ergänzt DIN EN 1090-2 hinsichtlich des Anziehens geschraubter Verbindungen. Sie wurde jüngst unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse und Hinweise aus der Praxis umfassend überarbeitet und liegt seit 2024 in aktualisierter Form vor. Der Beitrag „**Ausführung von Verschraubungen im Stahlbau nach DASt-Richtlinie 024**“ von Natalie Stranghöner, Dominik Jungbluth, Nariman Afzali und Lukas Mekevičius erläutert die Regelungen der

DASt-Richtlinie 024 und geht insbesondere auf die Änderungen zur Ausgabe 2018 ein. Vorgestellt werden u. a. die Regelungen zum Anziehen von nicht vorgespannten und vorgespannten HV- und Metallbaugarnituren einschließlich Kontrolle und Prüfung sowie zur Wiederverwendung von HV-Garnituren, zur Berücksichtigung von Vorspannkraftverlusten und zur Vorgehensweise bei nicht standardisierten Verschraubungsfällen. Über die Regelungen der DASt-Richtlinie 024 hinaus werden zusätzlich Hinweise zur Ermittlung von Haftreibungszahlen für gleitfeste Verbindungen sowie zum Vorspannen von Metallbaugarnituren aus nichtrostendem Stahl und deren Einsatz in gleitfesten Verbindungen gegeben.

Traggerüste, Arbeits- und Schutzgerüste sind Bestandteile nahezu jedes Bauvorhabens und werden vielfach durch Konstruktionen aus Systemgerüstbauteilen ergänzt. Der Beitrag „**Erweiterter Regelungsraum zum Stand der Gerüstbautechnik und Potenziale im Gerüstbau**“ von Manuel Friz, Tobias Schmidt, Drilon Gubetini und Martin Mensinger gibt einen umfassenden Einblick in die Gerüstbautechnik und beginnt mit einer Darstellung des Regelungsraums. Darauf aufbauend werden rechtliche und technische Grundlagen analysiert und auf Anwendungen wie Einhausungssysteme, Wetterschutzdächer und insbesondere auf Fluchttreppen im öffentlichen Raum übertragen. Danach stehen Erkenntnisse aus Forschungsergebnissen zu hochfesten Stählen im Fokus, deren Tragverhalten und Eigenspannungen sowohl experimentell als auch numerisch untersucht wurden. Abschließend werden Potenziale digitaler Planungsmethoden wie BIM und automatisierter Tragwerksplanung vorgestellt und durch einen Ausblick auf digitale Perspektiven im Gerüstprozess ergänzt.

Unser besonderer Dank gilt allen Autor:innen, die mit ihrem großen Engagement und den daraus resultierenden hervorragenden Beiträgen maßgeblich zum Gelingen dieses vielfältigen Bandes beigetragen haben. Ebenso danken wir den Teams im Ernst & Sohn Verlag sowie am Institut für Konstruktion und Entwurf, deren engagierter Einsatz die Umsetzung des diesjährigen Kalenders wesentlich unterstützte.

Am **Freitag, den 03. Juli 2026** werden die Autor:innen beim **Stahlbau-Kalender-Tag 2026** die Inhalte ihrer Beiträge vorstellen. Als Expert:innen können sie die wichtigen Punkte ihres Themas klar herausstellen und in der anschließenden Diskussionsrunde Fragen beantworten. Der Stahlbau-Kalender-Tag bietet den Teilnehmenden zudem die Möglichkeit des fachlichen Austausches miteinander und mit den Referent:innen. Wir laden Sie daher herzlich zum Wissensaustausch beim Stahlbau-Kalender-Tag 2026 ein.

Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann  
Januar 2026 Prof. Dr. sc. techn. habil. Markus Knobloch

---

## Inhaltsübersicht

- 1 **Stahlbaunormen – DIN EN 1993-1-1:2025-04: Eurocode 3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau** 1  
Ulrike Kuhlmann und Anna-Lena Bours
- 2 **Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Normen und Bescheide im Metallbau** 109  
Karsten Kathage und Christoph Ortmann
- 3 **Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-9 Eislasten – der neu erstellte Eurocode** 227  
Bodo Wichura, Volker Cornelius und Frank Wolf
- 4 **Neue Entwicklungen in FprEN 1993-3 – Türme, Maste und Schornsteine** 275  
Mathias Clobes, Kay-Uwe Bernhardt und Klaus Thiele
- 5 **Gekrümmte plattenförmige Bauteile Bemessung, Hintergrund und Beispiele** 331  
Luis Simões da Silva, Filip Ljubinković, João Pedro Martins und Sara Uszball
- 6 **Silos aus Metallwerkstoffen** 369  
Hannah Boehm, Martin Kaldenhoff und Cornelius Ruckenbrod
- 7 **Aktuelle Forschungsergebnisse im Stahlwasserbau und Aufbereitungen für die Baupraxis** 447  
Harald Unterweger und Alexander Ecker
- 8 **Ausführung von Verschraubungen im Stahlbau nach DAST-Richtlinie 024** 507  
Natalie Stranghöner, Dominik Jungbluth, Nariman Afzali und Lukas Makevičius
- 9 **Erweiterter Regelungsraum der Gerüstbautechnik und Potenziale im Gerüstbau** 581  
Manuel Friz, Tobias Schmidt, Drilon Gubetini und Martin Mensinger

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort III

Autor:innenverzeichnis XVII

## 1 Stahlbaunormen – DIN EN 1993-1-1:2025-04: Eurocode 3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau 1

Ulrike Kuhlmann und Anna-Lena Bours

Anmerkungen zum Abdruck von DIN EN 1993-1-1	5	4.1.1	Grundlegende Anforderungen	15
DIN EN 1993-1-1:2025-04 Eurocode3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau	5	4.1.2	Tragwerkszuverlässigkeit	17
Nationales Vorwort	5	4.1.3	Robustheit	17
Europäisches Vorwort	5	4.1.4	Nutzungsdauer bei Hochbauten	18
0 Einleitung	6	4.1.5	Dauerhaftigkeit	18
0.1 Einleitung zu den Eurocodes	6	4.2	Prinzipien der Bemessung nach Grenzzuständen	18
0.2 Einleitung zu EN 1993 (alle Teile)	6	4.3	Basisvariablen	18
0.3 Einleitung zu EN 1993-1-1	7	4.3.1	Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	18
0.4 Verwendung modaler Hilfsverben in Eurocodes	7	4.3.2	Werkstoff- und Produkteigenschaften und geometrische Eigenschaften	19
0.5 Nationaler Anhang zu EN 1993-1-1	7	4.4	Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	20
1 Anwendungsbereich	8	4.4.1	Bemessungswerte von Einwirkungen	20
1.1 Anwendungsbereich von EN 1993-1-1	8	4.4.2	Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften	20
1.2 Annahmen	8	4.4.3	Bemessungswerte von geometrischen Eigenschaften	20
2 Normative Verweisungen	8	4.4.4	Toleranzen	21
3 Begriffe und Symbole	9	4.4.5	Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit	21
3.1 Begriffe	9	4.5	Versuchsgestützte Bemessung	21
3.1.1 Tragwerk	9	5	Werkstoffe	22
3.1.2 Teiltragwerk	9	5.1	Allgemeines	22
3.1.3 Tragwerk mit verformbaren Anschlüssen	9	5.2	Baustahl	23
3.1.4 Tragwerk mit steifen Anschlüssen	9	5.2.1	Werkstoffeigenschaften	23
3.1.5 Gelenktragwerk	9	5.2.2	Anforderungen an die Duktilität	25
3.1.6 Systemlänge	9	5.2.3	Bruchzähigkeit	25
3.1.7 Knicklänge	9	5.2.4	Eigenschaften in Dickenrichtung	25
3.1.8 Ersatzstab	9	5.2.5	Werte von anderen Werkstoffeigenschaften	26
3.1.9 Einfluss der Schubverzerrung	9	5.3	Verbindungsmittel	26
3.1.10 Kapazitätsbemessung	10	5.4	Andere vorgefertigte Produkte im Hochbau	26
3.1.11 mehrteiliges Bauteil mit konstantem Querschnitt	10	6	Dauerhaftigkeit	26
3.1.12 Bauteil mit konstantem Querschnitt	10	7	Tragwerksberechnung	27
3.1.13 Gabellagerung	10	7.1	Statische Systeme	27
3.2 Symbole und Abkürzungen	10	7.1.1	Grundannahmen	27
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben	10	7.1.2	Berechnungsmodelle für Anschlüsse	29
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben	12	7.2	Untersuchung von Gesamttragwerken	29
3.2.3 Griechische Großbuchstaben	14	7.2.1	Berücksichtigung der Einflüsse nach Theorie II.Ordnung	29
3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben	14	7.2.2	Art der Tragwerksberechnung in Abhängigkeit von der Nachweisführung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	32
3.3 Symbole für die Bauteilachsen	15	7.3	Imperfektionen	36
4 Grundlagen für die Tragwerksplanung	15			
4.1 Allgemeine Regeln	15			

7.3.1	Grundlagen	36	8.2.10	Beanspruchung aus Biegung, Querkraft und Normalkraft	62
7.3.2	Schiefstellungen für die Tragwerksberechnung	36	8.2.11	Beanspruchbarkeit bei Querbelastung	63
7.3.3	Äquivalente Vorkrümmung für die Tragwerks- und Bauteilberechnung	38	8.3	Stabilitätsnachweise für Bauteile	65
7.3.3.1	Biegeknicken	38	8.3.1	Gleichförmige Bauteile mit planmäßig zentrischem Druck	65
7.3.3.2	Biegedrillknicken	39	8.3.1.1	Biegeknicken	65
7.3.4	Überlagerung von Anfangsschiefstellung und Stabvorkrümmung für die globale Tragwerksberechnung	40	8.3.1.2	Bezogener Schlankheitsgrad von druckbeanspruchten Bauteilen	66
7.3.5	Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme	40	8.3.1.3	Abminderungsfaktor für das Biegeknicken	66
7.3.5.1	Horizontal aussteifende Systeme	40	8.3.1.4	Abminderungsfaktoren für Drillknicken und Biegedrillknicken unter Normalkraft	70
7.3.5.2	Vertikale Aussteifungen	40	8.3.2	Gleichförmige Bauteile mit Biegung um die Hauptachse	71
7.3.6	Imperfektionen auf der Grundlage von Knickbiegelineien nach der Elastizitätstheorie	42	8.3.2.1	Biegedrillknicken	71
7.4	Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung nicht-linearen Werkstoffverhaltens	43	8.3.2.2	Bezogener Schlankheitsgrad für Biegedrillknicklinien	72
7.4.1	Allgemeines	43	8.3.2.3	Abminderungsfaktoren $\chi_{LT}$ für Biegedrillknicken	73
7.4.2	Tragwerksberechnung nach der Elastizitätstheorie	44	8.3.2.4	Vereinfachtes Bemessungsverfahren für das Biegedrillknicken von Trägern durch das äquivalente Biegeknicken des Druckflansches	77
7.4.3	Tragwerksberechnung nach der Plastizitätstheorie	44	8.3.3	Durch Biegung und Druck beanspruchte gleichförmige Bauteile	79
7.5	Klassifizierung von Querschnitten	45	8.3.4	Allgemeines Verfahren für Knick- und Biegedrillknicknachweise für Bauteile	83
7.5.1	Grundlagen	45	8.3.5	Biegedrillknicken von Bauteilen mit Fließgelenken in Hochbauten	84
7.5.2	Klassifizierung	45	8.3.5.1	Allgemeines	84
7.6	Querschnittsanforderungen für die Tragwerksberechnung nach der Plastizitätstheorie	46	8.3.5.2	Stützungen an Fließgelenken mit Rotationsanforderungen	84
8	Grenzzustände der Tragfähigkeit	50	8.3.5.3	Größtabstand von seitlichen Stützungen	85
8.1	Teilsicherheitsbeiwerte	50	8.4	Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile	85
8.2	Querschnittsbeanspruchbarkeit	51	8.4.1	Annahmen und konstruktive Durchbildung	85
8.2.1	Allgemeines	51	8.4.1.1	Annahmen	85
8.2.2	Querschnittswerte	52	8.4.1.2	Anordnung einfacher Vergitterungen	86
8.2.2.1	Bruttoquerschnitte	52	8.4.1.3	Anordnung von Bindeblechen	87
8.2.2.2	Nettofläche	52	8.4.2	Bemessungsschnittgrößen der Bauteile	87
8.2.2.3	Einfluss der Schubverzerrung	53	8.4.3	Tragfähigkeit von Elementen von Gitterstützen	88
8.2.2.4	Wirksame Querschnittswerte von Querschnitten mit Stegen der Klasse 3 und Flanschen der Klasse 1 oder 2	53	8.4.4	Tragfähigkeit von Komponenten von Stützen mit Bindeblechen	88
8.2.2.5	Wirksame Querschnittswerte für Querschnitte der Klasse 4	53	8.4.5	Mehrteilige Bauteile mit geringer Spreizung	89
8.2.2.6	Querschnittswerte für die charakteristische Beanspruchbarkeit	54	9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	90
8.2.3	Zugbeanspruchung	54	9.1	Allgemeines	90
8.2.4	Druckbeanspruchung	55	9.2	Verformungen und dynamische Einflüsse bei Hochbauten	91
8.2.5	Biegemomentenbeanspruchung	55	10	Ermüdung	91
8.2.6	Querkraftbeanspruchung	56	Anhang A (normativ) Auswahl der Ausführungsklasse	93	
8.2.7	Torsion	58	A.1	Anwendung dieses Anhangs	93
8.2.8	Beanspruchung aus Biegung und Querkraft	59	A.2	Gegenstand und Anwendungsbereich	93
8.2.9	Beanspruchung aus Biegung und Normalkraft	60	A.3	Ausführungsklasse	93
8.2.9.1	Querschnitte der Klasse 1 und Klasse 2	60	A.4	Auswahlprozess	93
8.2.9.2	Querschnitte der Klasse 3	61			
8.2.9.3	Querschnitte der Klasse 4	61			

A.5	Ausführungsklasse und Teilsicherheitsbeiwerte	95	C.2	Zusätzliche Regeln für gleichförmige Bauteile unter Biegung, Drucknormalkraft und Torsion	99
Anhang B (normativ) Bemessung semi-kompakter Querschnitte			Anhang D (normativ) Kontinuierliche Aussteifung von Trägern des Hochbaus		
B.1	Gegenstand und Anwendungsbereich	95	D.1	Gegenstand und Anwendungsbereich	100
B.2	Elastisch-plastisches Widerstandsmoment	95	D.2	Kontinuierliche seitliche Aussteifung	100
B.3	Querschnittstragfähigkeit	96	D.3	Kontinuierliche Drehbehinderung	101
B.4	Stabilitätsnachweise für Bauteile	97	Anhang E (informativ) Grundlagen für die Kalibrierung von Teilsicherheitsbeiwerten		
Anhang C (normativ) Zusätzliche Regeln für gleichförmige Bauteile mit einfach-symmetrischen Querschnitten sowie für gleichförmige Bauteile unter Biegung, Drucknormalkraft und Torsion			E.1	Anwendung dieses informativen Anhangs	103
C.1	Zusätzliche Regeln für gleichförmige Bauteile mit einfach-symmetrischen Querschnitten	97	E.2	Gegenstand und Anwendungsbereich	103
			E.3	Kalibrierung	103
			Literaturhinweise		
			Literatur zu den Kommentaren		
			107		
<b>2</b>	<b>Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Normen und Bescheide im Metallbau</b>				
Karsten Kathage und Christoph Ortmann					
1	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)	111	3.1	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen/allgemeine Bauartgenehmigungen	169
2	Normen und Richtlinien für den Metallbau	164	3.1.1	Sachgebiet Verbundbau	169
3	Bescheide des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt (Stand: Mai 2025)	169	3.1.2	Sachgebiet Metallbau–Werkstoffe	171
			3.1.3	Sachgebiet Metallbau–Metallbauarten	173
			3.1.4	Sachgebiet Gerüste	202
			3.2	Europäische Technische Bewertungen	214
<b>3</b>	<b>Eurocode 1–Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-9 Eislasten–der neu erstellte Eurocode</b>				
Bodo Wichura, Volker Cornelius und Frank Wolf					
1	Entwicklung der Eislastvorschriften in Deutschland	229	3.2	Anwendungsbereich der FprEN 1991-1-9: 2024 (D), Abschnitt 1.1	249
2	Atmosphärische Eisablagerungen	230	3.3	Definition der Eislastablagerungsgrößen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 3.1	249
2.1	Entwicklung der Beschreibung atmosphärischer Eisablagerungen	230	3.4	Bestimmung der Eislastannahmen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6	251
2.2	Messung von atmosphärischen Eisablagerungen	231	3.4.1	Basiswerte nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.1	251
2.3	Grundlagen zur Eisablagerung	237	3.4.2	Eisklassen und charakteristische Werte für Klareis und Raueis nach FprEN 1991-1-9: 2024 (D), Abschnitt 6.2	252
2.3.1	Übersicht zu Eisablagerungsarten	237	3.4.3	Klareis nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.3	253
2.3.2	Raueis	238	3.4.4	Raueis nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.4	254
2.3.3	Klareis (Glatteis)	238	3.4.4.1	Allgemeines nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.4.1	254
2.3.4	Höhenabhängigkeit der Eisablagerung	239	3.4.4.2	Raueis an einzelnen Bauteilen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.4.2	254
2.3.5	Abhängigkeit der Eisablagerung vom Objekt	240			
2.4	Klimatologie von Eisablagerungen in Deutschland	243			
2.4.1	Häufigkeit von Eisablagerungsbedingungen	243			
2.4.2	Maximale Eisablagerungen	245			
3	FprEN 1991-1-9:2024 (D)	247			
3.1	Entstehung der FprEN 1991-1-9:2024 (D)	247			

3.4.4.3	Rau eis an Gitterstrukturen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.4.4	256		
3.4.4.4	Klareis an Gitterstrukturen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.4.5	257	3.7.3	Nassschnee nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Anhang B (informativ), Abschnitt B.5
3.4.5	Änderung der Abhängigkeit von der Höhe über Grund nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 6.5	258	3.7.4	Ungleichmäßige Eislast nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Anhang B (informativ), Abschnitt B.6
3.5	Kombination von Eislasten nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 7	259	3.8	Arten und Messung von Eisablagerungen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Anhang C (informativ), Eisablagerungsarten, Abschnitt C.3
3.5.1	Allgemeines nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 7.1	259	4	Berechnungsbeispiele
3.5.2	Ergänzende Angaben für die Kombination von Eis- und Windlasten nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Abschnitt 7.2	259	4.1	Berechnungsmodelle zur Ermittlung der Kenngrößen der Eisablagerungen
3.6	Berücksichtigung von Eisabfall nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Anhang A (informativ), Abschnitt A.3 Auswirkungen von Eisabfall, Tabelle A.1	260	4.1.1	Berechnung vom Klareisablagerungen
3.7	Informationen über die Einwirkungen von Eislasten auf Tragwerke nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Anhang B (informativ)	260	4.1.2	Berechnung von Rau eisablagerungen
3.7.1	Allgemeine Überlegungen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Anhang B (informativ), Abschnitt B.3	260	4.2	Konischer Stahlrohrflutlichtmast, Höhe 33 m
3.7.2	Rau eisbildung an zur Windrichtung geneigten Bauteilen nach FprEN 1991-1-9:2024 (D), Anhang B (informativ), Abschnitt B.3	260	4.2.1	Eislastannahmen für Klareis
			4.2.2	Eislastannahmen für Rau eis
			4.3	Antennentragkonstruktion auf der Spitze eines abgespannten Mastes in Höhe +168 m
			4.3.1	Eislastannahmen für Klareis
			4.3.2	Eislastannahmen für Rau eis
			4.4	Abschließende Bemerkungen
				Literatur
<b>4</b>	<b>Neue Entwicklungen in FprEN 1993-3 – Türme, Maste und Schornsteine</b>	<b>275</b>		
	Mathias Clobes, Kay-Uwe Bernhardt und Klaus Thiele			
1	Einleitung	277	4.2.2	Kreiszyklrische Querschnitte
1.1	Überblick zu der Entwicklung und den Änderungen in FprEN 1993-3	277	4.3	Verbindungen
1.1.1	Entwicklungsprozess	277	5	Bemessung für Gebrauchstauglichkeit
1.1.2	Übersicht über die Änderungen	277	6	Schwingungsnachweise
1.2	Gegenstand und Verständnis des Beitrags	278	6.1	Nachweise der Ermüdungssicherheit
1.3	Einsatzgebiete von Türmen und Masten	278	6.2	Reduktion winderregter Schwingungen
1.4	Schornsteine	279	7	Besondere Bauteile, Anbauten und Zusatzeinrichtungen
1.5	Anwendungsbereich von EN 1993-3	279	8	Stabilitätsnachweise
2	Grundlagen der Tragwerksplanung	280	8.1	Allgemeine Regelungen und Knicklängenbeiwerte
2.1	Grundlegende Anforderungen	280	8.2	Regelungen für Eckstiele und Füllstäbe
2.2	Einwirkungen auf Türme, Maste und Schornsteine	281	8.3	Alternative Berechnungsmethoden für Druckstäbe mit Biegung
2.3	Windeinwirkungen	282	9	Ausfall von Seilen bei abgespannten Masten
2.4	Eislasten	284	10	Montage von Türmen, Masten und Schornsteinen
2.5	Weitere veränderliche Einwirkungen	287		Literatur
3	Tragwerksberechnung	288		
4	Teilsicherheitsbeiwerte und Bemessung für den GZT	291		
4.1	Teilsicherheitsbeiwerte und Allgemeines	291		
4.2	Querschnitts und Stabnachweise	291		
4.2.1	Polygonale Querschnitte	292		

**5 Gekrümmte plattenförmige Bauteile Bemessung, Hintergrund und Beispiele 331**

Luis Simões da Silva, Filip Ljubinković, João Pedro Martins und Sara Uszball

Symbole	333	3	Bemessungsregeln für gekrümmte Beulfelder	347	
1	Einleitung	333	3.1	Unausgesteifte gekrümmte Beulfelder unter axialer Druckbeanspruchung	347
1.1	Hintergrund	333	3.2	Ausgesteifte gekrümmte Beulfelder unter axialer Druckbeanspruchung	348
1.2	Geometrische Parameter gekrümmter Bleche	334	3.3	Unausgesteifte gekrümmte Beulfelder unter Schubbeanspruchung	350
1.3	Gekrümmte Stahlbleche in Brückenkonstruktionen	335	4	Bemessungsregeln für Hohlkästen mit gekrümmten Stahlblechen	351
2	Verhalten von ausgesteiften und unausgesteiften gekrümmten Einzelbeulfeldern	338	4.1	Übersicht	351
2.1	Elastisches Beulverhalten gekrümmter Stahlbleche	338	4.2	Modell der Biegemomentenbeanspruchbarkeit	351
2.1.1	Unausgesteifte gekrümmte Beulfelder mit Längsspannungen	338	4.3	Modell der Schubbeanspruchbarkeit	351
2.1.2	Unausgesteifte gekrümmte Beulfelder unter Schubbeanspruchung	340	4.3.1	Bemessungsregeln für ebene Stegbleche – EN 1993-1-5	351
2.1.3	Ausgesteifte Beulfelder mit konstanter Druckspannung	341	4.3.2	Modell des erweiterten Stegs	354
2.2	Beulen von gekrümmten Stahlblechen im überkritischen Bereich	343	4.4	M-V-Interaktion	354
2.2.1	Unausgesteifte Beulfelder mit Längsspannungen	343	5	Anwendungsbeispiel: Hohlkastenquerschnitt	356
2.2.2	Ausgesteifte Beulfelder mit konstanter Druckspannung	343	5.1	Einleitung	356
2.2.3	Unausgesteifte Beulfelder unter Schubbeanspruchung	345	5.2	Biegemomentenbeanspruchbarkeit	356
			5.3	Schubbeanspruchbarkeit	363
			5.4	Überprüfung der M-V-Interaktion	365
			6	Schlussbemerkungen	366
				Literatur	366

**6 Silos aus Metallwerkstoffen 369**

Hannah Boehm, Martin Kaldenhoff und Cornelius Ruckebrod

1	Einleitung	371	4.5	Windbelastung von Silos	386
2	Allgemeiner Überblick	371	4.5.1	Allgemeines	386
2.1	Einführung	371	4.5.2	Windbelastung von rechteckförmigen Silos	387
2.2	Was ist ein Silo?	371	4.5.3	Windbelastung von kreiszylindrischen Silos/ Außendruck	387
2.2.1	Verwendung	371	4.5.4	Winddruckverteilung für einzeln stehende Silos oder Silos in Gruppeneinstellung	390
2.2.2	Strukturelle Bestandteile	372	4.5.5	Windbelastung von kreiszylindrischen Silos/ Innendruck	391
2.2.3	Einwirkungen durch das Schüttgut und Allgemeines zur Lastabtragung	373	4.5.6	Windlasten auf das Silodach	392
2.3	Beispiele verschiedener Konstruktionstypen von Silos	374	4.5.7	Ankerkräfte infolge Windbeanspruchung	393
2.3.1	Kreiszylindrische Silos	374	4.6	Einwirkungen infolge Schüttgütern nach DIN EN 1991-4	394
2.3.2	Sonderfall kreiszylindrische Wellblechsilos	376	4.6.1	Allgemeines	394
2.3.3	Rechteckige Silos	378	4.6.2	Aufbau und Gliederung der DIN EN 1991-4	394
2.3.4	Trichter und Übergangszonen	380	4.6.3	Anwendungsbereich	395
3	Die aktuelle Normensituation	381	4.6.4	Klassifizierung der Einwirkungen, Bemessungssituationen	395
4	Einwirkungen	385	4.6.5	Schüttgutkennwerte	398
4.1	Allgemeines	385	4.6.6	Lasten auf vertikale Silowände	398
4.2	Grundlagen der Tragwerksplanung	385			
4.3	Eigen- und Nutzlasten	386			
4.4	Schneelasten	386			

4.6.7	Lasten auf vertikale Silowände bei der Entleerung mit großen Exzentrizitäten	405	5	Bemessung	418
4.6.8	Lasten auf Siloböden und Silotrichter	408	5.1	Allgemeines	418
4.6.8.1	Lasten auf ebene Siloböden	408	5.2	Rundsilos	420
4.6.8.2	Lasten in Trichtern und auf Trichterwände	409	5.2.1	Allgemeines	420
4.7	Weitere Einwirkungen/spezielle Bemessungssituationen	411	5.2.2	Spannungsnachweise	421
4.7.1	Allgemeines	411	5.2.3	Stabilitätsprobleme/Beulen von dünnwandigen Schalen	426
4.7.2	Teilsicherheitsbeiwerte	412	5.2.4	Stabilitätsprobleme/Werkstoffe	433
4.7.3	Einbauten	412	5.3	Rechteckige Silos/Kastentragwerke	439
4.7.4	Ungleichförmige Setzungen, Verformungen der Unterkonstruktion	412	6	Ausführung/Fertigung	439
4.7.5	Temperatureinwirkungen	413	6.1	Allgemeines	439
4.8	Erdbeben	413	6.2	Geometrische Toleranzen	440
4.9	Staubexplosion	417	6.3	Betriebsanweisung für den Betreiber	442
7	<b>Aktuelle Forschungsergebnisse im Stahlwasserbau und Aufbereitungen für die Baupraxis</b>	447		Literatur	442
	Harald Unterweger und Alexander Ecker				
1	Einleitung und Inhaltsübersicht des Beitrags	449	5.2	Vorgehensweise nach Stand der Technik	460
2	Stahlwasserbau – Allgemein	449	5.3	Empfohlene Vorgehensweise bei steifenlosen Stahlpanzerungen	462
2.1	Typische Anwendungsbereiche im Alpenraum	449	5.4	Empfohlene Vorgehensweise bei ringversteiften Lösungen	465
2.2	Auslegung im Stahlwasserbau – Abgrenzung der Verantwortung zwischen Bauingenieur und Maschinenbau	450	6	Längskraftausleitung bei Rohrleitungen und Panzerungen	467
2.3	Auslegung im Stahlwasserbau – nationales Regelwerk und Eurocode	451	6.1	Allgemeines und traditionelle Auslegung	467
2.3.1	Bedeutung nationaler Normenwerke und Richtlinien	451	6.2	Tragverhalten von Schubringen und zutreffendes Bemessungsmodell	468
2.3.2	Bedeutung des Eurocodes und dessen inhaltliche Einbindung	452	6.2.1	Stand der Technik und offene Fragen	468
3	Berechnungs- und Bemessungskonzept im Detail	452	6.2.2	Wesentliche Ergebnisse jüngerer Forschungsprojekte	469
3.1	Wesentliche Einwirkungen und Beanspruchungen	452	6.2.3	Elastisches Bemessungsmodell für Schubringe	473
3.2	Grenzzustände, Sicherheitsfaktoren sowie Differenzierung in Primär- und Sekundärspannungen	453	6.3	Zusammenwirken mehrerer Schubringe	476
3.3	Weiterentwicklung der Innendruckbemessung bei Stahlpanzerungen	455	6.3.1	Allgemeines Berechnungsmodell	476
3.4	Besonderheiten bei der Beurteilung von Bestandsanlagen	456	6.3.2	Bemessungsbehelf bei mehreren Schubringen	477
4	Basiswissen – Stahlpanzerungen und Druckrohrleitungen	457	6.4	Längskraftübertragung durch alleinige Rohrreibung	478
4.1	Innendruckbeanspruchung – Berücksichtigung der Gebirgsmitwirkung	457	6.5	Zusammenwirken von Schubringen und Rohrreibung	479
4.2	Innendruckbeanspruchung bei unterschiedlichen Lagerungsbedingungen	458	7	Trag- und Verformungsverhalten von Verteilrohrleitungen	480
4.3	Spannungen in Segmentkrümmern	458	7.1	Anlageverhältnisse und untersuchte Ausführungsformen	480
5	Außendruckbeulen bei Stahlpanzerungen bzw. Druckschächten	459	7.2	Ergebnisse aus aktuellem Forschungsprojekt	480
5.1	Allgemeines	459	7.2.1	Allgemeines	480
			7.2.2	Untersuchungsziele im Forschungsprojekt	480
			7.2.3	Analyse von zwei repräsentativen VRL im Sinne einer Grenzfallbetrachtung	481
			7.2.4	Beanspruchungszustand aus ständiger Last und Innendruck in der VRL	482

7.2.5	Lastfall Betriebsinnendruck bei geschlossenen Systemen – Einfluss des Knickwinkels auf die Rohrnormalkräfte 483	8	Ermüdungsnachweise bei Stahlpanzerungen und Druckrohrleitungen 490
7.2.6	Zutreffende 1D-Systemberechnung von VRL 484	8.1	Ermüdungsbeanspruchung im Überblick 490
7.2.7	Plastische Tragreserven der VRL unter Eigengewicht und einer gegenüber dem Betriebsinnendruck deutlich erhöhten Innendruckbelastung 484	8.2	Erfassung des mehrachsigen Spannungszustands 491
7.2.8	Günstiges elastisch-plastisches Tragverhalten der VRL bei Eigengewicht, Innendruck und großen Auflager- bzw. Festpunktsetzungen 485	8.3	Überblick und Empfehlungen hinsichtlich möglicher Spannungskonzepte 493
7.2.9	Ermüdungsnachweise von VRL – kritische Stellen und Auswirkungen einer geometrisch nichtlinearen Berechnung 486	8.4	Aufbereitete Ermüdungsnachweise für häufige Konstruktionsdetails 496
7.3	Empfehlungen für die Baupraxis 487	8.4.1	Allgemeines 496
7.3.1	Allgemeines 487	8.4.2	Längsnähte von Rohrleitungen 496
7.3.2	Beurteilung von Bestandsanlagen 488	8.4.3	Rundnähte mit/ohne Wanddickensprung von Rohrleitungen 496
7.4	Sonderfall – einbetonierte Verteilrohrleitungen 488	8.4.4	Ringsteifenanschluss an Rohrleitungen 499
		8.4.5	Aufbereitetes Bemessungsmodell für Injektionsnippel 500
		8.4.6	Vorgehensweise bei Segmentkrümmern 501
		8.4.7	Vorgehensweise bei Bauteilen mit komplexer Geometrie 501
		9	Ausblick und Danksagung 502
			Literatur 503

**8 Ausführung von Verschraubungen im Stahlbau nach DAST-Richtlinie 024 507**  
 Natalie Stranghöner, Dominik Jungbluth, Nariman Afzali und Lukas Makevičius

1	Einleitung 509	6	Vorspannen von Metallbaugarnituren der FK 8.8 auf $F_{p,C}^*$ 534
2	Schraubekategorien und Zielebenen des Vorspannens 514	6.1	Hintergründe 534
3	Nicht vorgespannte geschraubte Verbindungen 517	6.2	Regelungen zum Vorspannen von Metallbaugarnituren der FK 8.8 auf $F_{p,C}^*$ 537
3.1	Allgemeines 517	7	Wiederverwendung von HV-Garnituren 537
3.2	Einsatz von Schraubengarnituren M8–M10 518	8	Nicht standardisierte Verschraubungsfälle 538
4	Anziehverfahren zum Vorspannen 523	8.1	Allgemeines 538
4.1	Allgemeines 523	8.2	Kriterien zur Festlegung von Anziehparametern mittels einer Verfahrensprüfung 539
4.2	Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren (MDV) 523	8.3	Erforderliche Mindesteinschraubtiefe 542
4.3	Kombiniertes Verfahren (KV) 524	9	Vorspannkraftverluste 543
4.4	Einsatz von HRC-Schraubengarnituren – Tension Control Bolts (TCB) 525	9.1	Allgemeines 543
4.5	Direkte Kraftanzeiger – Direct Tension Indicators (DTI) 526	9.2	Aktuelle Regelungen zu Vorspannkraftverlusten in der DAST-Richtlinie 024:2024 544
4.6	Streckgrenzgesteuertes Anziehen 526	9.3	Berücksichtigung von Vorspannkraftverlusten in ausgewählten Normen und Regelwerken 546
4.7	Ziehendes Vorspannverfahren 527	9.3.1	Allgemeines 546
5	Vorspannen von HV-Garnituren 528	9.3.2	DIN EN 1090-2, Anhang I und ZTV-ING 546
5.1	Allgemeines 528	9.3.2.1	Kontaktflächen in (vorgespannten) geschraubten Verbindungen 546
5.2	Vorspannkraftniveaus 529		
5.3	Anziehen von HV-Garnituren auf $F_{p,C}$ 529		
5.4	Anziehen von HV-Garnituren auf $F_{p,C}^*$ 530		
5.5	Anziehen von HV-Garnituren auf beliebige Vorspannkraftniveaus $F_V$ 532		
5.6	Vorspannprotokolle und Angaben auf Plänen 533		

9.3.2.2	Vorgaben zur Berücksichtigung von Vorspannkraftverlusten	547	10.4.3	Klemmlänge	563
9.3.3	VDI-Richtlinie 2230-1	550	10.4.4	Vorspannkraftniveau	564
9.3.4	IEC 61400-6 und IEC 61400-6/AMD1	550	10.4.5	Unterschiedliche Oberflächenzustände	565
9.4	Resultierende Vorspannkraftniveaus unter Berücksichtigung von Vorspannkraftverlusten nach Makevičius [46]	551	10.4.6	Imperfektionen	566
9.5	Losdreh- und Verliersicherung	555	11	Vorspannen von Metallbaugarnituren aus nichtrostendem Stahl	568
10	Gleitfeste Verbindungen	555	11.1	Allgemeines	568
10.1	Allgemeines	555	11.2	Oberflächenpressungen	569
10.2	Bestimmung der Haftreibungszahl	556	11.3	Fressen/Kaltverschweißen	569
10.2.1	DIN EN 1090-2, Anhang G	556	11.4	Vorspannverfahren	570
10.2.2	US-Amerikanische Regelung RCSC, Anhang A	558	11.5	Vorspannkraftverluste– Einfluss des viskoplastischen Verformungsverhaltens	571
10.2.3	ISO 18900	560	11.6	Gleitfeste Verbindungen aus nichtrostendem Stahl	573
10.3	Einfluss des Prüfverfahrens auf die ermittelte Haftreibungszahl	562	11.6.1	Allgemeines	573
10.3.1	DIN EN 1090-2, Anhang G vs. RCSC, Anhang A	562	11.6.2	Oberflächenbehandlung–unbeschichtete Reiboberflächen	573
10.3.2	DIN EN 1090-2, Anhang G vs. ISO 18900	563	11.6.3	Oberflächenbehandlung–thermisch spritzalumierte Reiboberflächen	574
10.4	Einflussgrößen auf die Haftreibungszahl	563	11.6.4	Klassifizierung gleitfester Verbindungen aus nichtrostendem Stahl	574
10.4.1	Allgemeines	563		Literatur	575
10.4.2	Versuchsgeschwindigkeit	563			

**9 Erweiterter Regelungsraum der Gerüstbautechnik und Potenziale im Gerüstbau 581**  
 Manuel Friz, Tobias Schmidt, Drilon Gubetini und Martin Mensinger

1	Einleitung	585	2.3.2	Allgemeine Vorschriften	590
2	Aktueller Stand der technischen Bestimmungen für die Planung, Herstellung und die Verwendung von Bauteilen für temporäre Konstruktionen	585	2.3.3	Gefährdungsbeurteilung	590
2.1	Technische Grundlagen der Planung	585	2.3.4	Aufbau- und Verwendungsanleitungen	591
2.1.1	Technische Baubestimmungen	585	3	Ausgewählte baurechtliche Aspekte, Planungsgrundlagen und technische Anforderungen von Konstruktionen aus Systemgerüstbauteilen	591
2.1.1.1	Allgemeines	585	3.1	Einleitung	591
2.1.1.2	Rechtliche Grundlagen	585	3.2	Bemessungsgrundlagen temporärer Konstruktionen aus Systemgerüstbauteilen im öffentlichen Raum (ohne fliegende Bauten)	592
2.1.1.3	Technische Baubestimmungen für die Bemessung	586	3.2.1	Allgemeines	592
2.1.1.4	Herstellung und Ausführung	587	3.2.2	Baurechtlicher Rahmen	592
2.1.2	Bauaufsichtliche Nachweise	588	3.2.2.1	Baurechtliche Einordnung	592
2.1.2.1	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)	588	3.2.2.2	Genehmigungs- und Anzeigeverfahren	592
2.1.2.2	Allgemeine Bauartgenehmigung (aBG)	588	3.2.3	Bemessungsgrundlagen, Normen und Anwendungsbeispiel	593
2.1.2.3	Zustimmung im Einzelfall (ZiE)/vorhabenbezogene Bauartgenehmigungen (vBG)	588	3.2.3.1	Bemessungsgrundlagen und Normen	593
2.1.3	Typenprüfung	588	3.2.3.2	Beispiel: Anwendung von Bemessungsregeln bei temporären Treppen und Plattformen im öffentlichen Bereich	593
2.1.4	Aufbau- und Verwendungsanleitung	589	3.3	Anforderungen an Einhausungssysteme im Hinblick auf Emissions- und Immissionsschutz	594
2.2	Kennzeichnung und Verwendung von Gerüstbauteilen	589	3.3.1	Überblick zu Einhausungssystemen	594
2.2.1	Allgemeines	589	3.3.2	Besondere Anforderungen an Immissions- und Emissionsschutz	594
2.2.2	CE-Kennzeichnung	589	3.3.2.1	Elektrische Eigenschaften	594
2.2.3	Ü-Zeichen	589			
2.3	Sicherheitsrelevante Grundlagen der Planung	590			
2.3.1	Allgemeines	590			

3.3.2.2	Brandschutztechnische Eigenschaften	594	4.4.1	Versuchskonzeption	612
3.3.2.3	Fremdkörperschutz	595	4.4.2	Erzielte Traglasten	613
3.3.2.4	Schallschutz	595	4.4.3	Kraft-Dehnungs-Kurven	613
3.4	Ausgewählte Anforderungen an die Sicherheit und Bauabläufe bei Wetterschutzdächern	595	4.4.4	Erfassung des Versagens anhand digitaler Bildkorrelation	613
3.4.1	Einleitung und Relevanz	596	4.4.5	Analyse der Dehnsteifigkeit	613
3.4.2	Temporäre Systemdächer im Überblick	596	4.4.6	Ergebnisbewertung	618
3.4.2.1	Systemübersicht	596	4.5	Knickversuche	619
3.4.2.2	Kassettendächer	596	4.5.1	Versuchskonzeption Knickversuche	620
3.4.2.3	Kederdächer	596	4.6	Ergebnisse der Knickversuche	622
3.4.3	Arbeitssicherheit	597	4.6.1	Berücksichtigung von Lagerreibungseffekten	622
3.4.3.1	Allgemeine Anforderungen und PSAGA	597	4.6.2	Gegenüberstellung mit Knicklinien	622
3.4.3.2	Auf-, Um- und Abbauarbeiten	597	4.6.3	Ergebnisbewertung der Knickversuche	624
3.4.3.3	Instandhaltungsmaßnahmen und Kontrollbegehungen	597	4.7	Zusammenfassung	625
3.4.4	Zur Handhabung im Bauablauf	598	5	Entwicklungen und Potenziale digitaler Planungsmethoden in der Gerüstplanung	625
3.4.4.1	Serviceöffnungen	598	5.1	Potenziale der Digitalisierung entlang der Leistungsphasen nach HOAI	625
3.4.4.2	Kondenswasserbildung	598	5.1.1	Allgemeines	625
3.4.4.3	Sonstige Anforderungen an die Dachhaut	598	5.1.2	Grundlagenermittlung und Vorplanung	625
3.5	Zusammenfassung	599	5.1.3	Entwurfplanung, Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung	626
4	Potenzial hochfester Stähle im Gerüstbau	599	5.1.4	Vorbereitung und Mitwirkung bei der Vergabe	628
4.1	Einführung	600	5.1.5	Objektüberwachung in der Bauausführung sowie Objektbetreuung und Dokumentation	628
4.1.1	Vorbemerkungen	600	5.2	Tragwerksplanung und Standsicherheit	628
4.1.2	Motivation	600	5.2.1	Digitale Gerüstplanung	628
4.2	Versuchsmatrix und Verzinkungszustände	600	5.2.2	Potenziale in der Tragwerksplanung	629
4.3	Materialversuche	601	5.3	Der digitale Gerüstprozess – Perspektiven und Potenziale	629
4.3.1	Zugversuche nach DIN EN ISO 6892-1	602	6	Zusammenfassung	630
4.3.1.1	Ergebnisse der Zugversuche	603		Literatur	631
4.3.1.2	Diskussion der erzielten Ergebnisse	604			
4.3.2	Eigenspannungsmessungen	608			
4.3.2.1	Experimentelles Vorgehen	608			
4.3.2.2	Rückrechnung auf Eigenspannungsprofil	610			
4.4	Stub-Column-Tests	612			

**Stichwortverzeichnis** 635

Wesentliche Regelungen für die Bemessung und Konstruktion von Schornsteinen enthält auch die Normenreihe EN 13084. Einige Teile dieser Normenreihe sind auch bauaufsichtlich eingeführt. Der zitierte Teil 9 befasst sich mit der Zustandsüberwachung von freistehenden Industrieschornsteinen.

Dass Maste mit nur einer Abspannebene hier nicht mit erwähnt sind, resultiert aus der üblicherweise gelenkigen Ausbildung des Fußpunktes am Mastschaft, sodass bei Ausfall eines Seils der Abspannebene ohnehin kein Gleichgewicht mehr möglich ist. Wird bei einem in nur einer Ebene abgespannten Mast eine Versagensfolgeklasse 3 gefordert, sind besondere Überlegungen erforderlich.

## 2.2 Einwirkungen auf Türme, Maste und Schornsteine

### Neuer Normtext

#### 4.2 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

##### 4.2.1 Ständige Einwirkungen

###### 4.2.1.1 Eigengewichte

- (1) Das Eigengewicht sollte in Übereinstimmung mit EN 1991-1-1 ermittelt werden.
- (2) Das Eigengewicht von Abspannseilen sollte in Übereinstimmung mit EN 1993-1-11 ermittelt werden.
- (3) Die ständigen Einwirkungen sollten das abgeschätzte Eigengewicht aller ständig vorhandenen Bauteile und anderer Elemente, einschließlich aller Anschlüsse, Beschichtungen und anderer Lasten, beinhalten.
- (4) Das Eigengewicht von Schornsteinen und deren Innenrohren sollte unter der Berücksichtigung von Dämmmaterialien und der Langzeitwirkungen von Staublasten, Ascheanbackungen, Fluiden oder Feuchte auf die Dichte der Innenrohre, soweit maßgebend, bestimmt werden.
- (5) Bei der Berechnung des Eigengewichts sollte die volle Dicke des Tragwerks ohne korrosionsbedingte Abminderungen betrachtet werden. Hat das Eigengewicht einen günstigen Einfluss, sollte die korrosionsbedingte Dickenminderung berücksichtigt werden.

###### 4.2.1.2 Vorspannungen in Abspannseilen

- (1) Die Vorspannung in Abspannseilen sollte als ständige Kraft betrachtet werden.
- (2) Es sollten Nachstellmöglichkeiten für die Vorspannungen in Abspannseilen vorhanden sein. Sind diese Nachstellmöglichkeiten nicht vorhanden, sollte der Bereich der Vorspannungen, der entstehen könnte, angemessen bei der Bemessung berücksichtigt werden, siehe EN 1993-1-11.
- (3) Siehe E.6.2.3 für Empfehlungen zu Werten von Vorspannungen in Abspannseilen.

### Kommentar zu 4.2

Die von der Grundnorm abweichenden und von der Zuverlässigkeitsklasse abhängigen Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen sind in FprEN 1993-3:2025 nicht mehr vorhanden, eine ähnliche Zuordnung, speziell für Türme, Maste und Schornsteine, wird aber über sog. Versagensfolgefaktoren  $k_F$  in prEN 1990-1:2024 (E) vorgenommen. Es bleibt abzuwarten, welche Regelung im NA hierzu erfolgen wird.

#### Kommentar zu 4.2.1.2

Als Vorspannung ist im Allgemeinen diejenige Seilkraft definiert, die ohne äußere Einwirkungen (z. B. kein Wind, definierte Temperatur) nur unter Eigengewicht und in Seilmitte vorhanden ist. Am Fußpunkt muss demnach so vorgespannt werden, dass in Seilmitte die Vorspannkraft auftritt. Die Vorspannung eines Abspannseils (Pardune) enthält damit stets auch die Wirkung des Eigengewichts der Pardune. Sowohl in prEN 1993-1-11:2024 als auch in prEN 1990-1:2024 (E) werden Teilsicherheitsbeiwerte für die Vorspannung der Abspannseile von Masten geregelt. Leider nicht einheitlich, sodass hier noch Handlungsbedarf besteht. Bei abgespannten Masten treten zusätzlich folgende Probleme auf: Erhöht man die Vorspannung oder das Eigengewicht der Pardune mit einem Teilsicherheitsbeiwert, hat dies Einfluss auf die Steifigkeit der gesamten Konstruktion, da die Maststeifigkeit von der Seilkraft nichtlinear abhängt. Eine rechnerische Vergrößerung der Einwirkung führt also zu einer Überschätzung der tatsächlichen Maststeifigkeit. Verwendet man zudem unterschiedliche Teilsicherheitsbeiwerte für günstige und ungünstige Auswirkungen, kommt bei einem mehrfach abgespannten Mast schnell eine sehr große Anzahl an zu untersuchenden Lastfallkombinationen zusammen, müsste man doch die vorstehenden Teilsicherheitsbeiwerte für jedes Abspannseil variieren. Der Umfang einer statischen Berechnung würde sich erheblich ausweiten. Es wird deshalb für den zukünftigen NA wieder eine Regelung entsprechend dem aktuellen NA angestrebt, bei der das Tragwerk mit charakteristischen Lasten für die Pardunen gerechnet und die notwendigen Sicherheiten durch eine Vergrößerung der Seilkräfte erreicht werden.

In Deutschland wird üblicherweise die Vorspannung der Abspannseile regelmäßig überprüft. In der Regel werden dafür die Anziehvorrichtungen wieder eingebaut und angezogen, bis die Bolzen in den Passlaschen lastfrei sind. Die Kraft wird dann je nach Anziehsystem direkt über ein Dynafor oder indirekt über Druckmesser an Druck- und Zugpressen oder Spannzylindern abgelesen und dokumentiert (Bild 2). An großen abgespannten Masten ist ein Nachstellen der Vorspannung in der Regel nur mit erheblichem Aufwand möglich, da eine neue Passlasche eingebaut werden muss. Das ist aber selten notwendig, wobei im Falle von Abweichungen stets die Ursache geklärt werden muss. Durch Recken der Seile kann sich die



(a)



(b)

**Bild 2.** (a) Vorrichtung zur Einstellung der Vorspannung für späteren Einbau von Passlaschen, (b) Zugpresse mit Druckmessgeber zur Prüfung der Vorspannung (Foto: Turmbau Steffens und Nölle GmbH, Berlin)



(a)



(b)

**Bild 3.** (a) Seilspanner, (b) Schäkel an einem Windmessmast (Foto: EHS beratende Ingenieure, Kassel)

Vorspannung verringern, deshalb werden Maste oftmals für ein Jahr in den Anziehvorrichtungen stehen gelassen und die Passlaschen erst später eingebaut. Auch Bewegungen an den Abspannfundamenten sind eine mögliche Ursache.

Die oftmals bei kleineren Masten vorzufindenden Seilanschlusskonstruktionen mit Schäkeln, Spannschlössern oder unter Verwendung ähnlicher Produkte wie in Bild 3 müssen bezüglich ihrer Verwendbarkeit für den Einsatzzweck geprüft werden. Auf die Notwendigkeit eines Nachweises der Verwendbarkeit solcher Produkte als Bauprodukte, z. B. durch passende CE-Kennzeichnung, sei an dieser Stelle ausdrücklich hingewiesen. Sind solche Produkte aus dem Bereich der Lastaufnahmemittel für temporäre Zwecke, wie der Montage des Mastes geeignet, trifft dies nicht zwangsläufig auf den dauerhaften Einsatz am Tragwerk zu.

## 2.3 Windeinwirkungen

### Neuer Normtext

#### 4.2.2 Veränderliche Einwirkungen

##### 4.2.2.1 Windeinwirkungen

- (1) Windeinwirkungen sollten nach EN 1991-1-4 angesetzt werden.
- (2) Windlasten sollten auf die Außenflächen des Tragwerks und auf die dem Wind ausgesetzten Anbauteile, wie beispielsweise eine Steigleiter, angewendet werden.
- (3) Wirbelablösungen, die Querschwingungen verursachen, sollten berücksichtigt werden.
- (4) Ungleiche Winddruckverteilung (ovalisierende Querschnittsverformung) oder Interferenzeffekte sollten berücksichtigt werden, wenn die maßgebenden Grenzwerte überschritten werden, siehe 7.4.

- (5) Interferenz-Galloping, klassisches Galloping und durch Regen/Wind induzierte Schwingungen sollten berücksichtigt werden, wenn die maßgebenden Grenzwerte überschritten werden, siehe EN 1991-1-4.
- (6) Wind induzierte Schwingungen können durch das Einbauen von Dämpfungsvorrichtungen oder durch aerodynamische Maßnahmen verringert werden. Siehe Anhang A (normativ) zur Verwendung von Dämpfungsvorrichtungen, wenn Schwingungen zu Schäden oder zur Überschreitung der Kriterien des Grenzzustands der Gebrauchstauglichkeit führen können.
- (7) Abminderungen aufgrund temporärer Nutzung dürfen nach EN 1991-1-4 erfolgen.

#### Kommentar zu 4.2.2.1

Die Beanspruchungen von Türmen, Masten und Schornsteinen werden maßgeblich durch die Windlasten bestimmt. Wind ist eine regelmäßig wiederkehrende dynamische Beanspruchung. Die Windkräfte schwanken zeitlich und räumlich. Schlanke Bauwerke reagieren auf diese wechselnden Einwirkungen mit Schwingungen und gelten zudem als ermüdungsgefährdet. Der Beschreibung des Windes und seiner Auswirkungen auf Türme, Masten und Schornsteine kommt also die entscheidende Bedeutung bei der Beantwortung der Frage nach der Standsicherheit zu. Dynamische Probleme mit wirbelerregten Querschwingungen an Rohrmantelmasten führten insbesondere in den 1960er- und 1970er-Jahren zu Einstürzen von Türmen und Masten. Die technischen Regelwerke lassen seit den 1990er-Jahren entsprechende Auslegungen gegen wirbelerregte Querschwingungen zu. Durch die Errichtung von Fachwerkkonstruktionen wird diese Problematik konstruktiv umgangen. Trotzdem treten auch in jüngerer Vergangenheit immer wieder Ermüdungsschäden an Türmen, Masten und Schornsteinen auf, z. B. weil Aufsätze mit DVB-T-Antennen (Bild 4) oder Werbetafeln

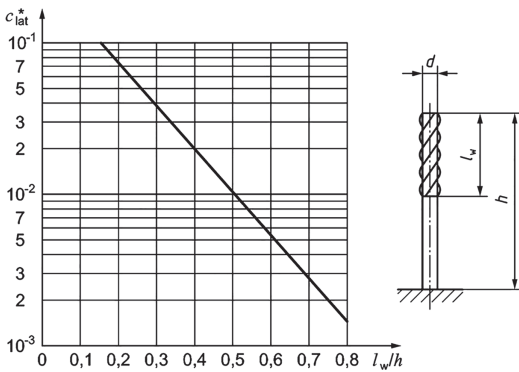
(Bild 14) ebenfalls eine harmonische Wirbelablösung zur Folge haben können.

Die Modellierung von Windeinwirkungen ist in EN 1991-1-4 geregelt. Auf EN 1991-1-4 [4] wird auch in der FprEN 1993-3:2025 verwiesen. Besonderheiten der Windlastermittlung für Türme, Masten und Schornsteine, wie z. B. Kraftbeiwerte für drei- und vierstellige Fachwerke sowie Berechnungsverfahren für abgespannte Konstruktionen, die aktuell im informativen Anhang B der DIN EN 1993-3-1:2010 geregelt werden, wurden in FprEN 1991-1-4:2025 [4] überführt. Diese Norm enthält nunmehr mit Anhang I (informativ) die Regelungen zur Berechnung der „Tragwerksantwort von Stahlfachwerktürmen sowie abgespannten Masten“ unter Windeinwirkung. Der deutsche Normenausschuss zu EN 1993-3-1 hielt seinerzeit aber das Verfahren zur Berechnung abgespannter Masten für zu kompliziert und in der Anwendung zudem eingeschränkt, sodass in DIN EN 1993-3-1/NA die Berechnungsannahmen für Windeinwirkungen in Anhang NA.B (normativ) gesondert geregelt wurden. So wurde beispielsweise die Beschränkung der Kragarmlänge auf die halbe Länge des darunter liegenden Mastfelds aufgehoben und dafür der Patch-Lastfall für den Kragarm mit dem  $c_{sc4}$ -Beiwert ermittelt. Ob dieser Anhang in einen NA überführt wird und ob dies der Nationale Anhang zu EN 1991-1-4 oder zu EN 1993-3 sein wird, muss noch zwischen den Ausschüssen abgestimmt werden.

Ebenso sind bisher in DIN EN 1993-3-2:2010 Besonderheiten zur Windbelastung von Schornsteinen niedergelegt. Der Anhang B (informativ) regelt „Aerodynamische und dämpfende Maßnahmen“ insbesondere zur Reduzierung wirbelerregter Querschwingungen, die in DIN EN 1993-3-1/NA:2024 [5] nochmals durch Regelungen zur Wirksamkeit von Schraubwendeln „Scruton-Wendel“ als aerodynamische Gegenmaßnahme für wirbelerregte Querschwingungen ergänzt werden (s. Bild 5). Diese Regelungen sind nicht in die Windlastnorm FprEN 1991-1-4:2025 übernommen worden und auch nicht in FprEN 1993-3 enthalten. Gleiches gilt für



**Bild 4.** Infolge Wirbelablösung am Antennenaufsatz durchgerissener Eckstiel eines Antennenturms in Fachwerkbauweise (Foto: M. Clöbes)



**Bild 5.** Grundwert  $c_{lat,0}$  des aerodynamischen Erregerkraftbeiwerts in Abhängigkeit von der Wendellänge  $l_w$  (gültig für  $Sc \geq 8$ ) aus DIN EN 1993-3-1/NA:2024

aerodynamische Kraftbeiwerte von Außenbauten an Schornsteinen, die in DIN EN 1993-3-2/NA:2017 [6] enthalten sind (s. Tabelle 4). Ob diese Regelungen in den Nationalen Anhang zu EN 1991-1-4 oder EN 1993-3 übernommen werden, muss noch zwischen den Ausschüssen abgestimmt werden. Es ist aber in jedem Fall das Bestreben des Ausschusses, die vorstehend genannten, benötigten und bewährten Regelungen zu erhalten. Die beobachtete Praxis, Maste, z. B. für temporäre Prognosemessung der Winderträge, fortlaufend wieder einzusetzen und jedes Mal von Reduktionen der Windbelastung aufgrund einer jeweils verkürzten Standzeit Gebrauch zu machen, muss kritisch hinterfragt werden.

## 2.4 Eislasten

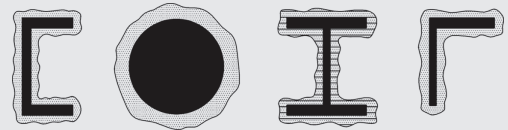
### Neuer Normtext

#### 4.2.2.2 Atmosphärische Eislasten

- (1) Eislasten sollten nach EN 1991-1-9 angesetzt werden.
- (2) Einwirkungen durch Eislasten sollten sowohl hinsichtlich ihrer Schwerewirkungen als auch hinsichtlich ihres Einflusses auf die Windeinwirkungen berücksichtigt werden.

*Anmerkung:* An Standorten, die Eislasten ausgesetzt sind, kann die Eisdickungsdicke an Tragwerken stark zunehmen, und der erhöhte Windwiderstand infolge der vereisten Bauteile kann in Kombination mit Wind die Bemessung stark beeinflussen.

- (3) Windlasten an vereisten Tragwerken sollten nach EN 1991-1-4 angesetzt werden.
- (4) Bei der Abschätzung der Masse des Eises an Gittertragwerken darf üblicherweise angenommen werden, dass alle tragenden Bauteile, Steigleiterteile, Außenbauten usw. mit einer Eisschicht überzogen sind, die über die gesamte Bauteiloberfläche die gleiche Dicke aufweist, siehe Bild 4.1.



**Bild 4.1.** Dicke der Eisschicht an tragenden Bauteilen

- (5) Es sollte berücksichtigt werden, dass der Eisansatz an Türmen und Masten asymmetrisch erfolgen kann.

*Anmerkung:* Asymmetrischer Eisansatz kann bei solchen Masten von besonderer Bedeutung sein, bei denen der Eisansatz an den verschiedenen Abspannseilen sehr unterschiedlich sein kann und dadurch Biegewirkungen im Mastschaft hervorgerufen werden können. Asymmetrische Vereisung an den Abspannseilen kann teilweise durch asymmetrisches Entstehen der Eisschicht aufgrund der Windrichtung und teilweise durch ungleichmäßiges Abfallen des Eises von den Abspannseilen verursacht werden.

- (6) Asymmetrischer Eisansatz an einem Mast sollte berücksichtigt werden, indem die normative Eislast auf den Mastschaft und auf alle Abspannseile aufgebracht wird, abgesehen von:
  - dem Seil bzw. den Seilen einer Richtung der obersten Abspannebene; und als getrennter Fall:
  - dem Seil bzw. den Seilen in zwei Richtungen der obersten Abspannebene.

- (7) Wird ein Tragwerk, an dem Eisbildung zu erwarten ist, in der Nähe von Verkehrsflächen oder Gebäuden errichtet, sollte das Risiko für Schäden durch das Auftreffen von herunterfallendem Eis nach EN 1991-1-9 berücksichtigt werden.

#### Kommentar zu 4.2.2.2

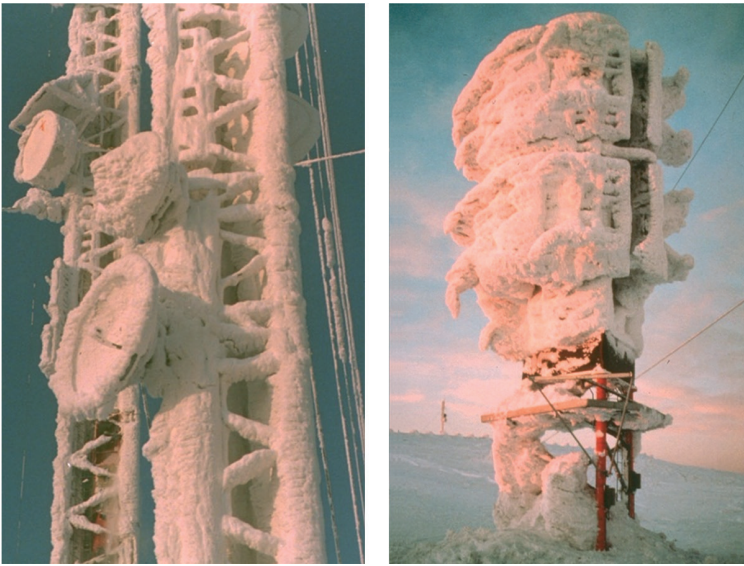
Für hohe Bauwerke mit filigranen Stäben wie Fachwerkträger-Konstruktionen von Türmen und Masten stellt die Eisbelastung eine wesentliche Einwirkung dar (Bild 6). Die Relevanz der Eisbelastung ergibt sich auch aus der Auflistung der Schadensfälle in [20]. Aus dem Eisansatz resultiert neben dem Eisgewicht, welches durchaus im Einzelfall höher sein kann als das Eigengewicht der Stahlkonstruktion, eine für die Windbelastung wesentliche Vergrößerung der Windangriffsfläche, die es zu berücksichtigen gilt. Auch bei vielfach abgespannten Masten mit Rohrmantelschaft kann eine nicht unwesentliche Beanspruchung aus dem Zusatzgewicht vereister Abspannseile resultieren, welche in der Vergangenheit schon zu Masteinstürzen geführt hat (Bild 7). EN 1993-3-1 enthielt mit Anhang C ein Kapitel, welches sich ausschließlich dem Thema „Eislasten“ widmete. Direkt anwendbare Regelungen, die eine zahlenmäßige Bestimmung der Eislasten für Türme und Maste an einem bestimmten Standort in Deutschland zulassen, waren dort aber nicht zu finden, sodass über DIN EN 1993-3-1/NA eine vereinfachte und bewähr-

**Tabelle 4.** Grundkraftbeiwerte  $c_{f0}$  und Bezugsflächen  $A$  bei Anordnung von Außenbauten an einem kreiszylindrischen Schaft aus DIN EN 1993-3-2/NA:2017

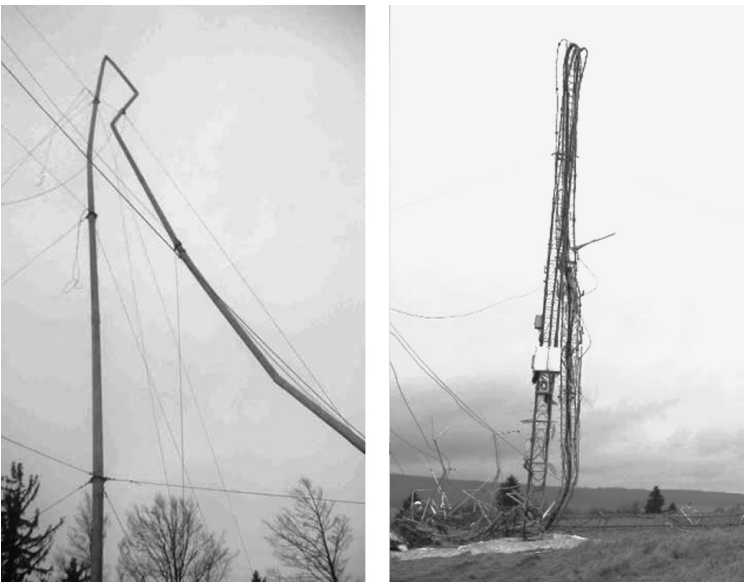
	Schaft			Außenbau		
	gültig für	$c_{f0}$	A	gültig für	$c_{f0}$	gültig für
	$s < d_k$ $s \geq d_k$	0,85 0,75	$b \cdot \Delta h$ $b \cdot \Delta h$	$t < 0,1 \cdot d_k$ $t > 0,1 \cdot d_k$	1,6 1,2	$d \cdot \Delta h$ $n \cdot d_k \cdot \Delta h$
	alle Abmessungsbereiche	1,1	$b \cdot \Delta h$	alle Abmessungsbereiche	0	0
	$d_k < 0,02 \cdot d$ $s < d_k$ $s \geq d_k$	0,75 0,85 0,75	$b \cdot \Delta h$ $b \cdot \Delta h$ $b \cdot \Delta h$	$\alpha \leq 50^\circ$	1,2	$n \cdot d_k \cdot \Delta h$
	alle Abmessungsbereiche	0,75	$b \cdot \Delta h$	alle Abmessungsbereiche	je nach Form des Außenbaues	
	$s < d_k$ oder $t < 0,1 \cdot d_k$	1,0	$b \cdot \Delta h$	$t < 0,1 \cdot d_k$	1,6	$d \cdot \Delta h$
	$s \geq d_k$ und $t < 0,1 \cdot d_k$	0,75		$t > 0,1 \cdot d_k$	1,2	$n \cdot d_k \cdot \Delta h$
Zylinder ohne Aufbauten	siehe DIN EN 1991-1-4			-		

$n$  Anzahl der Kabel  
 $\Delta h$  Abschnittslänge

Der Windrichtungspfeil gibt die ungünstigste Windrichtung an.



**Bild 6.** Vereisung von Fachwerkkonstruktionen



(a)

(b)

**Bild 7.** Infolge Vereisung und Sturm abgeknickte Windmessmaste, (a) Rohrmantelmast aus [17], (b) Gittermast aus [18]

te Regelung zum Eislastansatz erfolgt ist. Dank zahlreicher Forschungsprojekte ist mit prEN 1993-1-9 eine sich stark an der ISO 12494 orientierende Regelung, mit Einführung der nationalen Anhänge, auch inklusive einer detaillierteren Eiszonenkarte verfügbar. Regelungen zur Berücksichtigung des Eisansatzes bei der Bestimmung der aerodynamischen Kraftbeiwerte sind zukünftig in FprEN 1991-1-4:2025 enthalten. Die übliche baupraktische Behandlung des Lastfalls Eisansatz beschränkt sich auf die Annahme einer

gleichmäßigen, radial angesetzten Vereisung an jedem Bauteil des Mastchaftes und an jedem Seil. Eine Berechnung mit windrichtungsabhängiger und damit luvseitig stärkerer Vereisung würde die Anzahl der zu untersuchenden Lastfälle stark vergrößern. Wie in der Vergangenheit durchgeführte Parameterstudien gezeigt haben, bleiben für die in Deutschland zu erwartenden maximalen Eisdicken die Zusatzbeanspruchungen infolge unsymmetrischer Vereisung gering.

Ulrike Kuhlmann, Markus Knobloch (Hrsg.)

# Stahlbau-Kalender 2026

**Schwerpunkte: Neue Normen in der Anwendung;  
Schlanke Tragwerke**

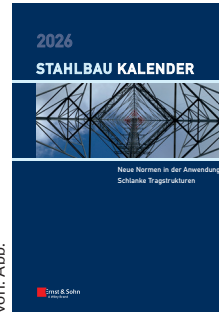
- enthält die aktuellsten Regelungen und Kommentare zur neuen Generation der Eurocodes (z. B. DIN EN 1993-1-1:2025-04) – inklusive Nationalem Anhang und praxisnahen Erläuterungen
- zahlreiche Beispielrechnungen und Anwendungsbezüge für Herausforderungen aus der Ingenieurpraxis
- Autor:innen aus der Praxis für die Praxis: Forschung und Normung, Industrie und Ingenieurbüros

Das Buch erläutert Teile der neuen EC-Generation mit konkreten Anwendungsbezügen, wie Eislasten auf hohe Tragwerke oder die Bemessung von Türmen, Masten und Schornsteinen. Außerdem enthält es Beiträge zur Gerüstbautechnik, zum Stahlwasserbau, zu Silos und zu Schraubverbindungen.

**Unverzichtbares Nachschlagewerk und einziges Referenzwerk für die Planung, Ausführung und Instandhaltung langlebiger Bauwerke**



**JETZT BESTELLEN**  
[www.ernst-und-sohn.de/3468](http://www.ernst-und-sohn.de/3468)



vorl. Abb.

4 / 2026 · ca. 700 Seiten ·  
ca. 40 Abbildungen · ca. 270 Tabellen

**Hardcover**

**978-3-433-03468-2**

ca. € 159\*

**Fortsetzungspreis**

ca. € 139\*

**Bereits vorbestellbar.**