

DIN EN 12812



ICS 91.220

Ersatz für
DIN EN 12812:2004-09

**Traggerüste –
Anforderungen, Bemessung und Entwurf;
Deutsche Fassung EN 12812:2008**

Falsework –
Performance requirements and general design;
German version EN 12812:2008

Etaisements –
Exigences de performance et méthodes de conception et calculs;
Version allemande EN 12812:2008

Gesamtumfang 47 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12812:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN TC/53 „Temporäre Konstruktionen für Bauwerke“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird. Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist der als Spiegelausschuss eingesetzte Arbeitsausschuss NA 005-11-16 AA „Traggerüste“.

Für zusätzliche zu den in dieser Norm genannte Werkstoffe ist der Nationale Anhang NA zu beachten.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12812:2004-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in der Norm wurden insgesamt Fehlerkorrekturen vorgenommen;
- b) Klarstellung zur Bestimmung der idiellen Schubsteifigkeit in 9.4.2.4.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12812: 2004-09

DIN 4421: 1982-08

Nationaler Anhang NA (normativ)

Zusätzliche Werkstoffe für tragende Gerüstbauteile in Deutschland

Es dürfen verwendet werden:

- Werkstoffe, für die die technischen Baubestimmungen Bemessungsangaben enthalten [z. B. DIN 18800-1:1990-11];
- zusätzlich Werkstoffe nach Tabellen 1 und 2.

Werkstoffe für Rohre nach Tabelle NA.1 sind vom Hersteller mindestens durch eine Bescheinigung nach DIN EN 10204 zu belegen.

Zur Ermittlung der Beanspruchbarkeiten von Bauteilen aus Werkstoffen nach Tabellen NA.1 und NA.2 sind die charakteristischen Werte nach Tabelle NA.3 heranzuziehen.

Tabelle NA.1 — Zusätzliche Werkstoffe für Gerüste

	1a	1b	2	4
Konstruktionsteile	Vergütungsstähle (vergütet TQ + T) nach DIN EN 10083:2006		Stahlguss nach DIN 1681:1985-06	Geschweißte/Nahtlose Rohre nach DIN 1626:1984-10 bzw. nach DIN 1629:1984-10
	Teil 2	Teil 1		
Rohre	—	—	—	St 37.0 St 44.0 St 52.0
Spindeln	1 C 35 1 C 45	—	—	—
Formstücke	—	—	GS-38 GS-45	—
Verbindungs- mittel	1 C 35 1 C 45 1 C 60	51 CrV 4 42 CrMo 4 50 CrMo 4	—	—

Tabelle NA.2 – Werkstoffe für Gerüste aus Altbeständen

	1	2	3	4	5	6
Konstruktionsteile	Allgemeine Baustähle nach DIN 17100:1987-12	Geschweißte Stahlrohre nach DIN 1626-3:1965-01	Nahtlose Rohre nach DIN 1629-3:1961-01	Vergütungsstähle nach DIN 17200:1984-11 oder DIN 17200:1969-12	Temperguss nach DIN 1692:1963-06	Gusseisen mit Kugelgraphit nach DIN 1693-1:1973-10
Allgemein	St 33	—	—	—	—	—
	St 33-1 ^a					
	St 37-1 ^a					
	St 44-2					
Rohre	—	St 34-2	St 35	—	—	—
			St 55			
Spindeln	St 42-2 ^a	—	—	C 35 V	—	—
				C 45 V		
Formstücke	—	—	—	—	GTW-35-04	GGG-35.3
					GTW-35 ^b	GGG-40
					GTW- S 38-12	
					GTW-S 38 ^b	
					GTW 40-05	
					GTW-40 ^b	
Verbindungs- mittel	St 50-2 St 60-1 K ^a St 60-2 St 60-2 K ^a	—	—	C 35 V	—	—
				C 45 V		
				C 60 V		
				50 CrV 4 V		
				42 CrMo 4 V		
				50 CrMo 4 V		
^a Nach DIN 17100:1966-09 ^b Nach DIN 1692:1963-06						

Tabelle NA.3 – Als charakteristische Werte für Werkstoffe nach Tabellen NA.1 und NA.2 festgelegte Werte

Werkstoff		Streckgrenze $f_{y,k}$ N/mm ²	Zugfestigkeit $f_{u,k}$ N/mm ²
Baustahl	St 33, St 33-1	190	330
	St 37-1	235	360
	St 42-2	260	420
	St 44-2	275	440
	St 50-2	300	500
	St 60-1 K, St 60-2, St 60-2 K	340	600
Geschweißte/ Nahtlose Röhre		190	330
	St 35, St 37.0	235	370
	St 44.0	275	440
	St 52.0	355	510
	St 55	300	550
Vergütungs- stähle	1 C 35, C 35 V	320	550
	1 C 45, C 45 V	370	630
	1 C 60, C 60 V	450	750
	42 CrMo 4 V, 42 CrMo 4	650	900
	50 CrV 4 V, 50 CrMo 4 V, 50 CrMo 4, 51 CrV 4	700	900
Stahlguss ^a	GS-38	180	380
	GS-45	215	450
Temperguss ^a	GTW-35-04, GTW 35	145	350
	GTW-S 38-12, GTW S 38	155	380
	GTW-40-05, GTW-40	160	400
	GTW-55	275	550
Gusseisen ^a	GGG-35.3	205	350
	GGG-40	230	400

^a Es ist zu beachten, dass der Elastizitätsmodul von Gusswerkstoffen wesentlich niedriger sein kann als der von Stahl.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Die folgenden zitierten Normen sind für die Anwendung des Nationalen Anhangs NA erforderlich.

DIN 1626:1984-10, *Geschweißte kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen*

DIN 1626-3:1965-01, *Geschweißte Stahlrohre aus unlegierten und niedrig legierten Stählen für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre mit Gütevorschriften — Technische Lieferbedingungen*

DIN 1629:1984-10, *Nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen — Technische Lieferbedingungen*

DIN 1629-3:1961-01, *Nahtlose Rohre aus unlegiertem Stahl für Leitungen, Apparate und Behälter; Rohre mit Gütevorschriften — Technische Lieferbedingungen*

DIN 1681:1985-06, *Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke — Technische Lieferbedingungen*

DIN 1692:1963-06, *Temperguß — Begriff, Eigenschaften*

DIN 1693-1:1973-06, *Gußeisen mit Kugelgraphit — Werkstoffsorten, unlegiert und niedriglegiert*

DIN 17100:1966-09, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Stählen für den allgemeinen Stahlbau*

DIN 17100:1987-12, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Stählen für den allgemeinen Stahlbau*

DIN 17200:1969-12, *Vergütungsstähle — Gütevorschriften*

DIN 17200:1984-11, *Vergütungsstähle — Technische Lieferbedingungen*

DIN 18800-1:1990, *Stahlbauten — Bemessung und Konstruktion*

DIN EN 10083-1:2006, *Vergütungsstähle — Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10083-2:2006, *Vergütungsstähle — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Stähle*

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

Deutsche Fassung

**Traggerüste —
Anforderungen, Bemessung und Entwurf**

Falsework —
Performance requirements and general design

Etaisements —
Exigences de performance et méthodes de conception et
calculs

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. Juni 2008 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Bemessungsklassen	7
4.1 Allgemeines.....	7
4.2 Bemessungsklasse A.....	7
4.3 Bemessungsklasse B.....	7
5 Werkstoffe	8
5.1 Allgemeines.....	8
5.2 Grundanforderungen an die Werkstoffe	8
5.3 Schweißeignung	8
6 Grundlegende Informationen für Entwurf und Bemessung	8
7 Konstruktive Anforderungen	9
7.1 Allgemeines.....	9
7.2 Mindestwanddicken.....	9
7.3 Anschlusskonstruktionen und Verbindungsmittel	9
7.4 Verformungsfähigkeit modularer Stützentürme.....	10
7.5 Gründung.....	11
7.6 Stützentürme	13
8 Einwirkungen	13
8.1 Allgemeines.....	13
8.2 Direkte Einwirkungen	13
8.3 Indirekte Einwirkungen	17
8.4 Lastkombinationen	17
9 Entwurf und Bemessung für die Bemessungsklassen B1 und B2	18
9.1 Technische Dokumentation.....	18
9.2 Bemessung.....	19
9.3 Imperfektionen und Randbedingungen.....	23
9.4 Ermittlung der Schnittkräfte	29
9.5 Charakteristische Widerstands- und Reibungsbeiwerte.....	36
Anhang A (informativ) Koordination der Traggerüstarbeiten	39
Anhang B (informativ) Reibungsbeiwerte	40
Literaturhinweise	41

Vorwort

Dieses Dokument (EN 12812:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 53 „Temporäre Konstruktionen für Bauwerke“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2009 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wird EN 12812:2004 ersetzen.

Diese Europäische Norm ist Teil einer Gruppe von Normen, zu der auch EN 12810-1, EN 12810-2, EN 12811-1, EN 12811-2, EN 12811-3 und EN 12813 gehören.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Traggerüste werden in der Regel zu Folgendem verwendet:

- um die durch den frisch eingebauten Beton erzeugten Lasten so lange aufzunehmen, bis die Konstruktion selbst eine ausreichende Tragfähigkeit erreicht hat;
- um die Lasten von Bauteilen, Anlagen und Ausrüstung, die aus dem Aufbau, der Instandhaltung, der Änderung oder dem Entfernen von Gebäuden oder anderen Bauwerken resultieren, aufzunehmen;
- zusätzlich als Unterstützungskonstruktion zur zeitweiligen Lagerung von Baustoffen, Bauteilen und Ausrüstung.

Diese Europäische Norm formuliert Anforderungen zur Ausschreibung und zur Anwendung von Traggerüsten und enthält Verfahren für die Bemessung (Tragwerksplanung) von Traggerüsten, die erforderlich sind, um diese Anforderungen zu erfüllen. Abschnitt 9 beschreibt die Bemessungsverfahren. Die Norm enthält außerdem vereinfachte Bemessungsverfahren für die Verwendung von Röhren und Kupplungen in Traggerüsten. Die Angaben zur Bemessung ergänzen die relevanten Eurocodes für das Bauwesen.

Die Norm beschreibt unterschiedliche Bemessungsklassen. Auf diese Weise kann der entwerfende Ingenieur zwischen komplexeren und weniger komplexen Bemessungsverfahren wählen und dabei dennoch ein vergleichbares Sicherheitsniveau erreichen.

Notwendige Maßnahmen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit werden in EN 12811-1 sowie weiteren Dokumenten behandelt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen und Verfahren für die Bemessung von Traggerüsten im Grenzzustand der Tragfähigkeit für zwei Bemessungsklassen fest.

Sie gibt die Regeln an, die für den Aufbau und die Verwendung von Traggerüsten zu beachten sind.

Sie gibt weiterhin Angaben für den Fall, dass Traggerüste zur temporären Unterstützung von „bestehenden Bauwerken/Bauteilen benötigt werden.

Diese Europäische Norm enthält auch Angaben zu Gründungen.

Die vorliegende Europäische Norm legt keine spezifischen Anforderungen an Schalungen fest, obwohl diese Teil der Traggerüstkonstruktion sein können. Sie formuliert ebenfalls keine Angaben zum Zugang und zu Arbeitsgerüsten; die entsprechenden Angaben sind in EN 12811-1 zu finden.

Diese Europäische Norm enthält keine Angaben zu Arbeiten auf der Baustelle. Sie macht keine Angaben zur Verwendung genormter Produkte auf der Baustelle, einschließlich Schalungsträger aus Holz nach EN 13377 und Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung nach EN 1065.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 74-1, *Kupplungen, Zentrierbolzen und Fußplatten für Arbeitsgerüste und Traggerüste — Teil 1: Rohrkupplungen — Anforderungen und Prüfverfahren*

prEN 74-2, *Kupplungen, Zentrierbolzen und Fußplatten für Arbeitsgerüste und Traggerüste — Teil 2: Spezialkupplungen — Anforderungen und Prüfverfahren*

EN 74-3, *Kupplungen, Zentrierbolzen und Fußplatten für Arbeitsgerüste und Traggerüste — Teil 3: Ebene Fußplatten und Zentrierbolzen — Anforderungen und Prüfverfahren*

EN 1065:1998, *Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung — Produktfestlegung, Bemessung und Nachweis durch Berechnung und Versuche*

EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*

EN 1090-3, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 3: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Aluminium*

EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1 — Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1993-1-1:2005, *Eurocode 3 — Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1997 (alle Teile), *Eurocode 7 — Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

EN 1998 (alle Teile), *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 1999 (alle Teile), *Eurocode 9 — Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*

EN 12810-1:2003, *Fassadengerüste aus vorgefertigten Bauteilen — Teil 1: Produktfestlegungen*

EN 12811-1:2003, *Temporäre Konstruktionen für Bauwerke — Teil 1: Arbeitsgerüste — Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung*

EN 12811-3, *Temporäre Konstruktionen für Bauwerke — Teil 3: Versuche zum Tragverhalten*

EN 12813, *Temporäre Konstruktionen für Bauwerke — Stütztürme aus vorgefertigten Bauteilen — Besondere Anforderungen*

EN 13377, *Industriell gefertigte Schalungsträger aus Holz — Anforderungen, Klassifikation und Nachweis*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1993-1-1:2005 und die folgenden Begriffe.

3.1

Fachwerkstrebe

Bauteil, das zwei Punkte eines Tragwerks verbindet, um zu dessen Aussteifung beizutragen

3.2

Bemessungsklasse

Klasse, die den Umfang der Bemessung für das Traggerüst festlegt

3.3

Traggerüst

temporäre Unterstützung für einen Teil eines Bauwerks, solange dieses nicht ausreichend tragfähig ist, sowie für die zugehörigen Verkehrslasten

3.4

Schalung

Teil der temporären Konstruktion, die dem Frischbeton die erforderliche Form gibt und ihm als Auflager dient

3.5

Gründung

zum Übertragen von Lasten in den Untergrund erforderliche Konstruktion

3.6

Ballast

Material, das auf einem Traggerüst positioniert wird, um ihm durch sein Gewicht Stabilität zu verleihen

3.7

Imperfektionen

Vorverkrümmung oder Schiefstellung eines Bauteils oder der Konstruktion zur Berücksichtigung struktureller und geometrischer Abweichungen vom Idealzustand

ANMERKUNG 1 Eine Vorverkrümmung kann sowohl in einem einzelnen Bauteil als auch in einer modularen Trägerkonstruktion auftreten. Sie tritt auf, weil das Bauteil nicht gerade ist oder nicht gerade hergestellt wurde, oder weil Bauteile bei der Montage nicht ausgerichtet wurden.

ANMERKUNG 2 Hierbei handelt es sich um Werte für die Bemessung; sie können oberhalb der zulässigen Abweichung für den Aufbau liegen.

3.8

Knotenpunkt

theoretischer Schnittpunkt von Bauteilen

3.9

Winkelabweichung

durch die Lastaufbringung erzeugte und als Winkel gemessene Verschiebung einer Stütze oder eines anderen Tragwerkes

4 Bemessungsklassen

4.1 Allgemeines

Die Bemessung muss einer der zwei folgenden Bemessungsklassen entsprechen: A oder B. Bemessungsklasse B ist in zwei Unterklassen unterteilt, B1 und B2, siehe 4.3. Der entwerfende Ingenieur entscheidet, welche Bemessungsklasse angewendet wird.

4.2 Bemessungsklasse A

ANMERKUNG Traggerüste der Bemessungsklasse A sind diejenigen Konstruktionen, die der bewährten Praxis entsprechen. Es ist anzunehmen, dass sie die Anforderungen an die Bemessung erfüllen.

Bemessungsklasse A deckt Traggerüste für einfache Konstruktionen, beispielsweise für vor Ort hergestellte Deckenplatten und Träger.

Bemessungsklasse A darf nur angewendet werden, wenn:

- a) die Querschnittsfläche der Deckenplatten $0,3 \text{ m}^2$ je Meter Breite der Deckenplatte nicht überschreitet;
- b) die Querschnittsfläche der Träger $0,5 \text{ m}^2$ nicht überschreitet;
- c) die lichte Spannweite der Träger und Deckenplatten $6,0 \text{ m}$ nicht überschreitet;
- d) die Höhe bis zur Unterseite des zu errichteten Bauteils weniger als $3,5 \text{ m}$ beträgt.

Die Bemessung für Traggerüste der Bemessungsklasse A muss den Anforderungen der Abschnitte 5 und 7 entsprechen.

4.3 Bemessungsklasse B

Für Traggerüste der Bemessungsklasse B ist eine vollständige Bemessung auf der Grundlage der entsprechenden Eurocodes durchzuführen. In dieser Norm gibt es für die Bemessungsklasse B1 und B2 zusätzliche Randbedingungen und Spezifikationen, die nachstehend im Einzelnen aufgeführt sind. Bemessungsklasse B2 verwendet ein einfacheres Bemessungsverfahren als Bemessungsklasse B1. Durch Berücksichtigung ergänzender Randbedingungen wird sichergestellt, dass die Sicherheitsniveaus der Bemessungsklassen B1 und B2 vergleichbar sind.

4.3.1 Bemessungsklasse B1

Die Bemessung muss den relevanten Eurocodes (EN 1990, EN 1991 bis EN 1999) und zusätzlich 9.1.1, 9.1.2.1, 9.1.3, 9.3.3 und 9.4.1 der vorliegenden Norm entsprechen.

ANMERKUNG Es wird vorausgesetzt, dass die bauliche Umsetzung des Traggerüsts der von Dauerbauwerken entspricht, siehe EN 1090-2 und EN 1090-3 für Tragwerke aus Metall.

4.3.2 Bemessungsklasse B2

Die Bemessung muss den Abschnitten 5, 6, 7, 8 und 9, mit Ausnahme von 9.1.2.1, 9.3.3 und 9.4.1, der vorliegenden Norm sowie den relevanten Eurocodes (EN 1990, EN 1991 bis EN 1999) entsprechen. Im Konfliktfall haben die Bestimmungen der vorliegenden Norm Vorrang.

ANMERKUNG Es wird auf die in 9.3 und 9.4 angegebenen vereinfachten Verfahren und die in 9.1.2 angegebenen Anforderungen an die Zeichnungen und die sonstige Dokumentation hingewiesen.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Es dürfen nur Werkstoffe verwendet werden, die für den vorgesehenen Anwendungszweck im Traggerüstbau geeignet sind.

5.2 Grundanforderungen an die Werkstoffe

5.2.1 Die Werkstoffe müssen den Europäischen Produktnormen entsprechen; gibt es diese Produktnormen nicht, sind nationale Normen zu anzuwenden.

5.2.2 Sofern die für die Bemessung wesentlichen Eigenschaften der Werkstoffe und Bauteile nicht den Normen entnommen werden können, auf die in 5.2.1 verwiesen wird, sind diese durch Versuche (siehe 9.5.2) zu ermitteln.

5.2.3 Stahl der Desoxidationsart FU (unberuhigt vergossener Stahl) darf nicht verwendet werden.

5.3 Schweißeignung

Der verwendete Stahl muss zum Schweißen geeignet sein. Ausgenommen hiervon sind Bauteile und/oder Baugruppen an denen nicht geschweißt werden darf, z. B. Knoten aus Stahlguß. Der Schweißvorgang muss den Anforderungen der EN 1090-2 und der EN 1090-3 entsprechen.

Aluminiumbauteile dürfen auf der Baustelle nicht geschweißt werden.

6 Grundlegende Informationen für Entwurf und Bemessung

Dem Entwurf und der Bemessung muss eine Beschreibung der Konstruktion zugrunde liegen, die sämtliche erforderlichen Daten für die Baumaßnahme und für das Traggerüst enthält, einschließlich der Angaben zu Aufbau, Anwendung, Abbau und Belastungsschemata.

ANMERKUNG 1 Beton stellt ein typisches Beispiel für eine Belastung dar.

ANMERKUNG 2 Es sollten Angaben über die auf der Baustelle vorliegenden Bedingungen vorliegen. Diese sollten in die Beschreibung der Konstruktion aufgenommen werden. Besonders wichtig sind Angaben zu Folgendem:

- Übersichtszeichnung mit den Höhenangaben, einschließlich der angrenzenden Bauwerke;
- Festlegung der Parameter zur Berechnung der Windlast für die vorliegenden Randbedingungen;
- Lage der Versorgungseinrichtungen, wie beispielsweise Wasserrohre oder Stromkabel;
- Anforderungen an den Zugang und die Sicherheit des Arbeitsplatzes;
- Angaben zur Beschaffenheit des Baugrunds.

7 Konstruktive Anforderungen

7.1 Allgemeines

Das Traggerüst muss so entworfen und bemessen werden, dass alle einwirkenden Lasten in den Untergrund oder in eine tragfähige Unterkonstruktion abgeleitet werden.

Bei Entwurf und Bemessung sollten die Qualifikation des Personals für den Aufbau und die Verwendung des Traggerüsts sowie die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt werden.

Zugänge zum Traggerüst zum Zwecke des Aufbaus, der Verwendung und des Abbaus sind zu berücksichtigen. Es wird auf EN 12811-1 verwiesen.

Entwurf und Bemessung sollten darauf abgestellt sein, dass das Traggerüst auf der Baustelle überprüft werden kann.

7.2 Mindestwanddicken

7.2.1 Stahl und Aluminiumbauteile

Die Nennwanddicke muss mindestens 2 mm betragen.

7.2.2 Gerüstrohre aus Stahl

Systemunabhängige Rohre aus Stahl, an denen Kupplungen nach EN 74-1, prEN 74-2 und Fußplatten und Zentrierbolzen nach EN 74-3 befestigt werden können, müssen EN 12811-1:2003, 4.2.1.2 entsprechen.

Für die Verwendung in vorgefertigten Bauteilen vorgesehene Rohre, an denen Kupplungen nach EN 74-1, prEN 74-2 und Fußplatten und Zentrierbolzen nach EN 74-3 befestigt werden können, müssen EN 12811-1:2003, 4.2.1.3 und EN 12810-1:2003, Tabelle 2 entsprechen.

7.2.3 Gerüstrohre aus Aluminium

Systemunabhängige Rohre aus Aluminium, an denen Kupplungen nach EN 74-1, prEN 74-2 und Fußplatten und Zentrierbolzen nach EN 74-3 befestigt werden können, müssen EN 12811-1:2003, 4.2.2.1 entsprechen.

7.3 Anschlusskonstruktionen und Verbindungsmittel

7.3.1 Verbindungsmittel

Verbindungen müssen so konstruiert sein, dass sie gegen unbeabsichtigtes Lösen während des Einsatzes gesichert sind.

Vertikale Stoßbolzenverbindungen zwischen druckbeanspruchten Hohlprofilen ohne zusätzliche Befestigungsmittel sind als sicher gegen unbeabsichtigtes Lösen anzusehen, wenn die Überdeckungslänge mindestens 150 mm beträgt.

7.3.2 Überdeckungslänge an Fuß- und Kopfspindeln

Die Überdeckungslänge der Spindel im Ständerrohr, l_0 , (siehe 9.3.2) muss entweder 25 % der Spindellänge l_1 oder 150 mm betragen, je nachdem, welches Maß das größere ist.

7.4 Verformungsfähigkeit modularer Stützentürme

Bei Berücksichtigung eines Setzungsunterschieds der Auflagerpunkte, δ_s , oder einer thermisch bedingten horizontalen Verschiebung des Kopfs eines Stützenturms δ_t , (siehe Bild 1), muss ein modularer Stützenturm eine Bemessungstragfähigkeit, R_d^* , besitzen, die wenigstens 90 % seiner Bemessungstragfähigkeit, R_d , beträgt.

Die Setzung, δ_s , ist nach Gleichung (1) zu ermitteln; der Höchstwert der thermisch bedingten Verschiebung ist nach Gleichung (2) zu berechnen, wobei für δ_s der kleinere der beiden Werte aus Gleichung (1) einzusetzen ist.

$$\delta_s = 2,5 \times 10^{-3} \times l \leq 5 \text{ mm} \tag{1}$$

$$\delta_t = \delta_s \times h / l \tag{2}$$

Dabei ist

R_d die Bemessungstragfähigkeit;

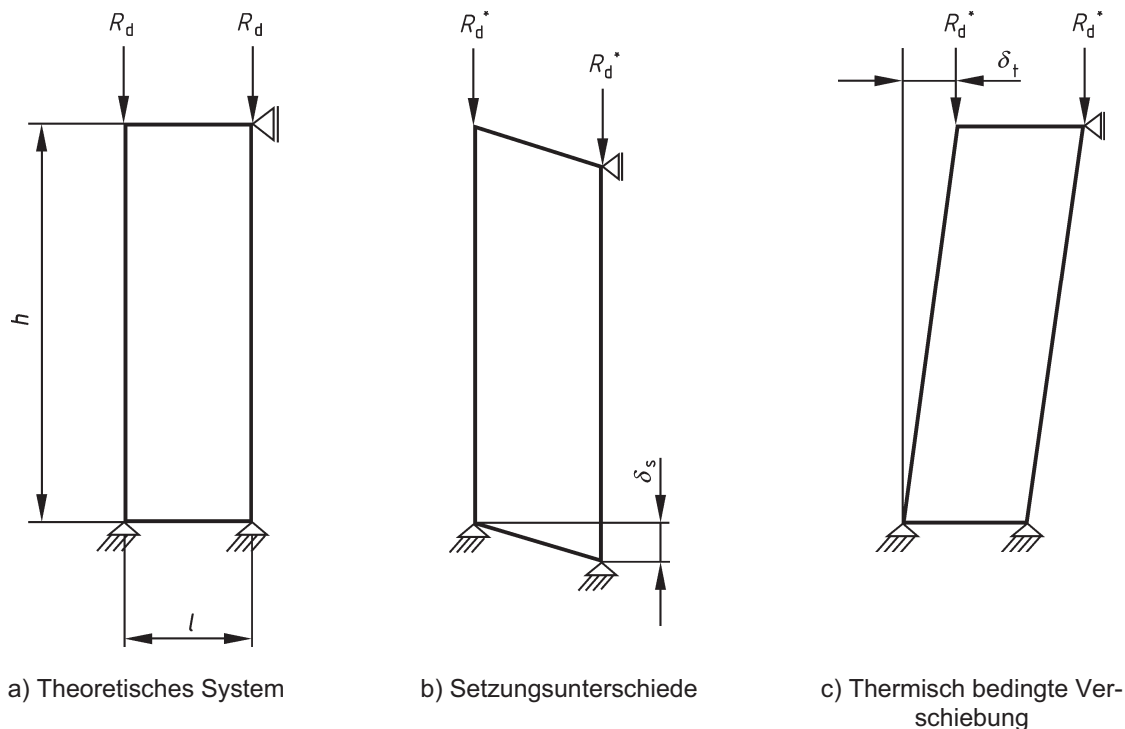
R_d^* die Bemessungstragfähigkeit nach Setzungsunterschied oder thermisch bedingter Bewegung;

h die Gesamthöhe des Stützenturms in mm;

l die horizontale Bezugslänge des Stützenturms in mm;

δ_s der Setzungsunterschied;

δ_t die durch die Temperatur verursachte horizontale Verschiebung.



ANMERKUNG Siehe 7.4 für die Definitionen der Symbole.

Bild 1 — Relative Verformungen aufgrund von Setzungsunterschieden oder thermisch bedingter Verschiebung für modulare Stützentürme

7.5 Gründung

7.5.1 Allgemeine Anforderungen an Gründungen

Das Traggerüst muss auf eine oder mehrere der folgenden Arten gegründet werden:

- durch eine für diesen Zweck vorgesehene Unterkonstruktion;
- auf der Oberfläche des vorhandenen Untergrunds, z. B. Fels;
- auf einer teilweise ausgeschachteten und vorbereiteten Oberfläche, z. B. im Baugrund;
- auf einem bereits vorhandenen Bauwerk;
- durch eine Flachgründung nach 7.5.2.

Mit Ausnahme der in 7.5.2 beschriebenen Bedingungen gelten die Eurocodes für die Bemessung der Gründung, wobei die erwartete Standzeit des Traggerüsts zu berücksichtigen ist.

7.5.2 Gründung ohne Einbindetiefe im Baugrund

Bei einer Flachgründung muss der Mutterboden stets entfernt werden.

Die Gründung darf nur dann ohne Einbindetiefe direkt auf einer ebenen Oberfläche erfolgen, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- die Gründung ist während der Standzeit des Traggerüsts gegen Beeinträchtigung durch Oberflächen- und Grundwasser gesichert;

ANMERKUNG 1 Dies kann durch Entwässerung oder Schutz der Oberfläche mit einer Betonschicht erreicht werden.

- es tritt kein Frost auf, der während der Standzeit des Traggerüsts den Untergrund negativ beeinflussen könnte;
- die Neigung des Gründungsauflegers zur Horizontalen ist nicht größer als 8 %, oder es werden – sofern die mittlere Neigung 8 % überschreitet – Maßnahmen getroffen, die die gesamte abtreibende Kraft entweder auf ein Drucklager oder mit anderen Hilfsmitteln in den Baugrund ableiten;
- im Falle bindiger Böden und bei großen Fundamentdimensionen werden Vorkehrungen für die Entwässerung unterhalb der Gründungsplatte getroffen;
- im Falle nichtbindiger Böden beträgt der Abstand zwischen Gründungssohle und Grundwasserspiegel mehr als 1 m;

ANMERKUNG 2 Das Ziel dieser Beschränkung besteht darin, die Setzung auf einem ausreichend niedrigem Niveau zu halten.

- die Grundbruchsicherheit wird nachgewiesen.

7.5.3 Abstützung auf einer vorhandenen Konstruktion

Die Tragfähigkeit vorhandener Konstruktionen unter den vom Traggerüst ausgehenden Lasten muss nachgewiesen werden.

7.5.4 Stapel

Gestapelte Bauteile, die aus rechteckigen Holzbauteilen oder ähnlichen Komponenten bestehen, können verwendet werden für:

- die Unterstützung von Stütztürmen;
- die Höhenanpassung der Gründung.

Die gestapelten Bauteile müssen kreuzweise angeordnet werden; die Basis ist mit jeder Lage von oben nach unten zu vergrößern. Die Unterstützung von Stütztürmen muss den gesamten Querschnitt des Turms abdecken (Bild 2 a)).

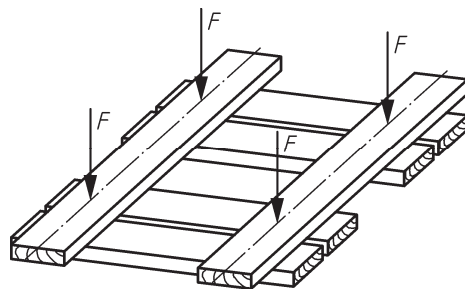
Das obere Ende der Unterstapelung ist als horizontal gehaltener Lagerpunkt zu konstruieren oder diese Ebene ist mit Hilfe von horizontalen Aussteifungen zu stabilisieren.

Die Unterstapelung ist als horizontal gehaltener Lagerpunkt anzusehen, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

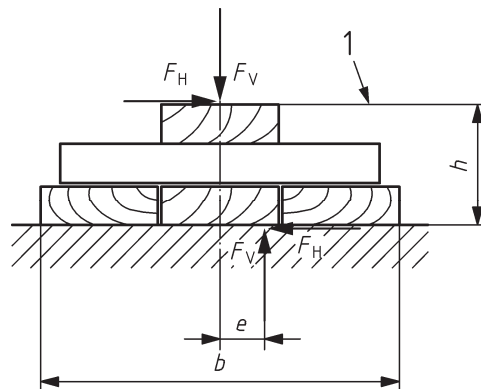
$$e = \frac{F_H \cdot h}{F_V} \leq \frac{b}{6} \quad \text{und}$$

$$h \leq 40 \text{ cm} \tag{3}$$

F_H , F_V , h und b siehe Bild 2 b)).



a) Unterstapelung eines Stützturms



Legende

1 Aufstandsfläche der Fußplatte

b) Unterstapelung zur Höhenanpassung

Bild 2 — Beispiele für Unterstapelungen

7.6 Stützentürme

Die Querschnittsform eines Stützenturms muss sichergestellt sein, beispielsweise durch Aussteifung oder Schotte; am oberen und unteren Teil können die Schalung und die Gründung, wenn entsprechend konstruiert, die Aussteifung ersetzen

8 Einwirkungen

8.1 Allgemeines

In den folgenden Unterabschnitten sind die typischen Einwirkungen auf Traggerüste, unterteilt in direkte und indirekte Einwirkungen (Q_1 bis Q_8), beschrieben. Sofern dies für ein bestimmtes Projekt angemessen ist, müssen auch weitere Lastfälle, (Q_9) wie z. B. die Einwirkungen aufgrund von bewegten Massen, berücksichtigt werden. Die Werte Q_1 bis Q_9 charakteristischen Werte der Einwirkung.

8.2 Direkte Einwirkungen

8.2.1 Ständige Einwirkungen „ Q_1 “

8.2.1.1 Eigenlast

Die Eigenlast muss berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die Eigenlast umfasst Folgendes:

- a) den Traggerüstaufbau;
- b) sofern zutreffend, die Schalung;
- c) den Ballast.

8.2.1.2 Baugrund

Der Erddruck ist nach EN 1997 zu berechnen.

8.2.2 Veränderliche Einwirkungen

8.2.2.1 Veränderliche andauernde vertikale Einwirkungen „ Q_2 “

8.2.2.1.1 Unterstützte Konstruktion

Sofern keine anderen Angaben zur Verfügung stehen, ist die Last der zu unterstützenden Konstruktion oder anderer zu unterstützender Einzelteile aus dem Volumen und der Dichte des Werkstoffs dieser Konstruktion zu berechnen. Bei Beton muss darin die Bewehrung enthalten sein.

Für gewöhnlichen Frischbeton mit Bewehrung ist eine Dichte von $2\,500\text{ kg/m}^3$ anzunehmen.

ANMERKUNG Zu Bemessungszwecken kann dieser Wert mit 25 kN/m^2 je Meter Dicke angenommen werden.

8.2.2.1.2 Lagerflächen

Zu Bemessungszwecken ist die durch die Lagerung von Baustoffen und Bauteilen hervorgerufene Belastung als gleichmäßig verteilte Flächenlast, entweder mit der tatsächlichen Pressung oder mit $1,5\text{ kN/m}^2$ anzunehmen, je nachdem, welcher Wert der größere ist. Diese Annahmen müssen entweder den gesamten Arbeitsbereich erfassen, oder sie sind, für den Fall eines speziell ausgewiesenen und auf dem Gerüst gekennzeichneten Bereichs, auf diesen zu beschränken.

8.2.2.1.3 Ersatzlast Arbeitsbetrieb

Bei allen vom Traggerüst unterstützten Zugangsbereichen und Gerüstlagen ist eine Verkehrslast von mindestens $0,75 \text{ kN/m}^2$ zu berücksichtigen. Diese Last ist beispielsweise auf die Arbeitsbühnen einer Vorschubrüstung im Verschiebezustand aufzubringen.

ANMERKUNG Je nach geplanter Nutzung des Traggerüsts kann eine höhere Ersatzlast aus Arbeitsbetrieb angemessen sein. Es ist auf EN 12811-1 zu verweisen.

8.2.2.1.4 Schnee und Eis

Die Belastung durch Schnee und Eis muss berücksichtigt werden, wenn sie eine gleichmäßig verteilte Flächenlast von $0,75 \text{ kN/m}^2$ überschreitet.

ANMERKUNG Bei hoher Luftfeuchtigkeit und Regen oder Schnee sowie Tragwerkstemperaturen unter dem Gefrierpunkt kann Vereisung auftreten. In diesem Fall sollte ein Zuschlag gemacht werden. Die Dichte des Eises beträgt maximal 920 kg/m^3 .

Die Berechnung der Horizontalkraft von treibendem Eis kann entsprechend der Annahmen für Treibgut erfolgen (siehe 8.2.5.2).

8.2.2.2 Veränderliche, andauernde horizontale Einwirkungen „ Q_3 “

Zusätzlich zu den Imperfektionen (siehe 9.3) ist eine horizontale Ersatzlast für den Arbeitsbetrieb zu berücksichtigen, die 1 % der Vertikallast entspricht und die am Angriffspunkt der Vertikallast Q_2 aufgebracht wird.

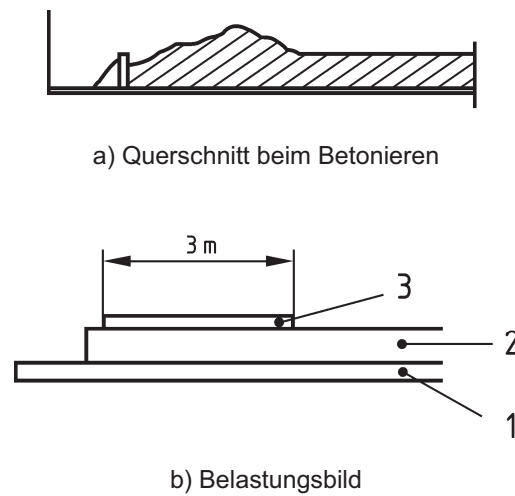
Die Ableitung dieser äußeren Last ist zur Unterseite bis in den Baugrund oder die dafür bemessene Unterkonstruktion des Traggerüsts zu verfolgen.

8.2.3 Veränderliche, kurzzeitige Einwirkungen „ Q_4 “

8.2.3.1 Zusatzlast für Belastung mit Ortbeton

Sofern Ortbeton einzubauen ist, muss zusätzlich zu der in 8.2.2.1.3 festgelegten vertikalen „Ersatzlast Arbeitsbetrieb“ eine weitere vertikale Ersatzlast zur Erfassung von Betonanhäufungen berücksichtigt werden. Die gesamte Zusatzbelastung für die Betonanhäufung muss 10 % der Eigenlast des Betons des Betonierabschnittes betragen. Diese zusätzliche Last muss mindestens $0,75 \text{ kN/m}^2$ betragen. Ihr Maximalwert ist mit $1,75 \text{ kN/m}^2$ nach oben begrenzt. Von dieser zusätzlichen Last ist anzunehmen, dass sie auf eine quadratische Fläche mit der Grundrissgröße von $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ wirkt, siehe Bild 3.

Sofern die Betondicke über die Fläche von $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ nicht konstant ist, ist als Grundlage für die Berechnung des Eigengewichts des Ortbetons der Mittelwert zu verwenden.



Legende

- 1 Zugangsbereiche: Mindestverkehrslast Klasse 1 nach EN 12811-1
- 2 Belastung durch die Masse des einzubauenden Betons
- 3 Betonanhäufung während des Betonierens

Bild 3 — Belastung des Traggerüsts durch Beton

8.2.3.2 Betondruck

Der senkrecht zur Schalhaut wirkende Frischbetondruck ist in der Bemessung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Im nationalen Anhang sind möglicherweise Angaben zum Frischbetondruck angegeben. Informationen sind auch veröffentlicht in:

- DIN 18218:1980;
- CIRIA Report Nr. 108, Concrete pressure on formwork, 1985;
- Manual de Technologie: Coffrage; CIB-FIB-CEB 27-98-83.

8.2.4 Wind „Q₅“

8.2.4.1 Maximaler Wind

Die Daten sind EN 1991-1-4 zu entnehmen. Der Staudruck ist dort für eine 50-jährige Wiederkehrperiode (der extremalen 3-Sekunden-Böe) angegeben.

ANMERKUNG Der Staudruck darf unter Berücksichtigung der Einsatzdauer des Traggerüsts nach EN 1991-1-4 modifiziert werden.

8.2.4.2 Arbeitswind

Für den Arbeitswind ist ein Staudruck von 200 N/m² anzuwenden.

8.2.5 Einwirkungen durch fließendes Wasser „Q₆“

8.2.5.1 Strömungsdruck

Der Strömungsdruck des fließenden Wassers, q_w , in Newton je Quadratmeter, ist nach Gleichung (4) zu berechnen:

$$q_w = 500 \times v_w^2 \quad (4)$$

Dabei ist

v_w die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, in Meter durch Sekunde.

Die Kraft, F_w , in Newton, auf die vom Wasser angeströmten Bauteile ist nach Gleichung (5) zu berechnen:

$$F_w = q_w \times \eta \times A \quad (5)$$

Dabei ist

A die effektive Fläche lotrecht zur Fließrichtung, in Quadratmeter;

η der von der Oberflächenform und –rauigkeit der Bauteile abhängige hydraulische Kraftbeiwert.

Die effektive Fläche A sollte unter Berücksichtigung des maximalen Wasserstands ermittelt werden.

ANMERKUNG 1 Nachfolgend sind einige Werte für η aufgeführt:

- 1,86 für ebene Oberflächen lotrecht zur Fließrichtung;
- 0,63 für zylindrische Oberflächen;
- 0,03 für stromlinienförmige Oberflächen.

ANMERKUNG 2 Abschirmungen dürfen berücksichtigt werden, vorausgesetzt, das Traggerüst ist so angeordnet, dass an den Bauteilen, die der Strömungsrichtung entgegengesetzt liegen, ein Strömungsbild im Wasser derart erzeugt wird, dass die in der Strömungsrichtung gelegenen Bauteile abgeschirmt werden. Werden derartige Anordnungen in der Bemessung berücksichtigt, darf die berechnete Gesamtkraft vermindert werden. Im Falle der abgeschirmten Bauteile um bis zu 20 %.

8.2.5.2 Einwirkungen aus Treibgut

Die durch die Ansammlung von Treibgut auf das Traggerüst ausgeübte Kraft darf analog zur Kraftermittlung auf einen rechteckigen Fangedamm bestimmt werden. Diese Kraft, F_w , in Newton, ist nach Gleichung (6) zu berechnen:

$$F_w = 666 \times A \times v_w^2 \quad (6)$$

Dabei ist

A die durch das Treibgut und das Traggerüst gebildete Anströmfläche, in Quadratmeter;

v_w die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, in Meter durch Sekunde.

ANMERKUNG 1 Falls nach starkem Regen die Möglichkeit besteht, dass Baumstämme oder Abfall angeschwemmt werden, sollte eine Abschätzung der möglichen Kräfte vorgenommen werden. Wenn möglich sind konstruktive Maßnahmen vorzusehen, die die Ansammlung von Treibgut an Traggerüsten verhindern.

ANMERKUNG 2 Sofern ein Traggerüst Wellen ausgesetzt ist, sind die Kräfte zu berücksichtigen, die durch die Wellen erzeugt werden.

8.2.6 Erdbebenbelastung „ Q_7 “

Belastungen infolge Erdbeben sollten berücksichtigt werden. Es wird auf EN 1998 verwiesen.

ANMERKUNG Es wird auf die nationalen Regelungen zur Erdbebenbemessung hingewiesen.

8.3 Indirekte Einwirkungen

8.3.1 Temperatur „ $Q_{8,1}$ “

Sind die zu unterstützenden Konstruktionen länger als 60 m, ist der Einfluss, den temperaturbedingte Verformungen dieser Konstruktionen auf das Traggerüst ausüben, für die folgenden Temperaturdifferenzen zu untersuchen:

- Bauwerke aus Stahl: ± 20 K;
- Bauwerke aus Beton: ± 10 K.

8.3.2 Setzungen „ $Q_{8,2}$ “

In der Bemessungsklasse B1 sind Differenzsetzungen in allen Fällen zu berücksichtigen.

In der Bemessungsklasse B2 sind Differenzsetzungen mit Ausnahme der folgenden Fälle zu berücksichtigen:

- a) bei Traggerüsten aus Rohren und Kupplungen oder aus Holz, unter der Voraussetzung, dass die Setzungsunterschiede, δ_s , weniger als 10 mm betragen;
- b) bei modularen Konstruktionen, wenn die Differenzsetzungen δ_s nicht größer als 5 mm sind.

8.3.3 Vorspannung „ $Q_{8,3}$ “

Der Einfluss des Vorspannvorgangs und die daraus resultierenden Verformungen der unterstützten Konstruktionen auf das Traggerüst sind zu berücksichtigen.

8.4 Andere Einwirkungen „ Q_9 “

Die Werte für alle anderen Einwirkungen sind zu ermitteln.

8.5 Lastkombinationen

In der Regel sind die folgenden Lastkombinationen zu berücksichtigen (siehe Anmerkung 1):

- Lastfall 1: Traggerüst ohne Last, z. B. vor dem Betonieren, bzw. vor dem Belasten;
- Lastfall 2: Traggerüst während des Aufbringens der Last, z. B. während des Betonierens;
- Lastfall 3: Traggerüst mit Last;
- Lastfall 4: Traggerüst mit Last unter Erdbebenbelastung.

Die in Tabelle 1 festgelegten Kombinationsfaktoren, ψ , sind in Verbindung mit den Einwirkungen nach 8.1 bis 8.3 anzuwenden.

ANMERKUNG 1 Liegen auf der Baustelle andere Bedingungen vor, kann es erforderlich sein, diese Kombinationen zu modifizieren oder weitere Lastkombinationen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 2 Bild 3 zeigt ein typisches Lastbild für Traggerüste in Verbindung mit Ortbeton.

ANMERKUNG 3 Für alle zugänglichen Bereiche ist eine Mindestverkehrslast anzusetzen. Diese Last wirkt zusätzlich zur Eigenlast des Betons und zur Ersatzlast für Betonanhäufungen.

Tabelle 1 — Kombinationsfaktoren ψ

Einwirkung	Art der Einwirkung	Kombinationsfaktoren ψ			
		Lastfall 1	Lastfall 2	Lastfall 3	Lastfall 4 ^a
	Direkte Einwirkungen				
Q_1	Ständige Einwirkungen	1,0	1,0	1,0	1,0
Q_2	Veränderliche andauernde vertikale Einwirkungen	0	1,0	1,0	1,0
Q_3	Veränderliche andauernde horizontale Einwirkungen	0	1,0	1,0	0
Q_4	Veränderliche kurzzeitige Einwirkungen	0	1,0	0	0
Q_5	Maximaler Wind	1,0	0	1,0	0
	Arbeitswind	0	1,0	0	0
Q_6	Einwirkungen durch fließendes Wasser	0,7	0,7	0,7	0,7
Q_7	Erdbebenbelastung	0	0	0	1,0
	Indirekte Einwirkungen				
$Q_{8,i}$	Temperatur	0	1,0	1,0	1,0
	Setzungen		0	1,0	1,0
	Vorspannung		0	1,0	1,0
Q_9	Weitere Lastfälle	0	1,0	1,0	1,0

^a Für diesen Lastfall gilt nach EN 1998-1-1: Außergewöhnliche Belastung.

9 Entwurf und Bemessung für die Bemessungsklassen B1 und B2

9.1 Technische Dokumentation

9.1.1 Angaben zur statischen Berechnung

Die statische Berechnung muss Folgendes umfassen:

- a) die Bemessungsklasse;
- b) eine Beschreibung des Gesamtkonzepts – konstruktiv und ausführungstechnisch – und eine Beschreibung, wie das Traggerüst zu verwenden ist, einschließlich einer Erläuterung der Lastverteilung durch die Konstruktion bis in den Baugrund;
- c) die Reihenfolge der Arbeitsschritte, z. B.:
 - 1) Aufbau;
 - 2) Betonierabfolge;
 - 3) Betoniergeschwindigkeit;
 - 4) Ausschalen;
 - 5) Abbau;
- d) eine Beschreibung des in der statischen Berechnung angewendeten Modells mit allen Annahmen;
- e) eine Auflistung aller Dokumente, auf die in den Berechnungen Bezug genommen wird;

- f) eine Werkstoff- und Bauteilspezifikation;
- g) ein Positionsplan, um die Bauteile auf dem Tragwerksplan identifizieren und mit der Berechnung sowie dem tatsächlichen errichteten Traggerüst in Zusammenhang bringen zu können.

9.1.2 Zeichnungen

9.1.2.1 Bemessungsklasse B1

Es müssen detaillierte Zeichnungen in Übereinstimmung mit den Anforderungen für permanente Konstruktionen vorliegen.

9.1.2.2 Bemessungsklasse B2

Auf den Zeichnungen muss das Traggerüst in Grundriss und Ansicht beschrieben sein, wobei wesentliche Details darzustellen sind.

Die Zeichnungen müssen mindestens Folgendes enthalten:

- a) typische Einzelheiten zur Konstruktion;
- b) sämtliche Maße und Werkstoffe;
- c) alle erforderlichen Verankerungspunkte;
- d) Angaben zur Überhöhung;
- e) Angaben zur Belastungsabfolge;
- f) bestimmte, für spezielle Zwecke geltende Anforderungen, wie z. B. Zufahrten und sämtliche erforderlichen Abstände;
- g) Einzelheiten zur Gründung.

9.1.3 Angaben für die Baustelle

Es müssen mindestens die folgenden Angaben auf der Baustelle verfügbar sein:

- a) Informationen zum baulichen Ablauf, einschließlich der Angaben nach 9.1.2.2 c);
- b) Zeichnungen (siehe 9.1.2);
- c) Angaben zum Einsatz besonderer Ausrüstung;
- d) besondere Anforderungen im Hinblick auf alte Werkstoffe;

ANMERKUNG Diese Angaben dürfen auf den Zeichnungen oder in Form schriftlicher Angaben geliefert werden.

- e) Anforderungen an Bereiche, die speziell für die Lagerung vorgesehen sind.

9.2 Bemessung

9.2.1 Allgemeines

Die Bemessung muss die folgenden Grenzzustände berücksichtigen:

- a) Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS, en: ultimate limit state) einschließlich der Grenzzustände der Lagesicherheit;
- b) Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS, en: serviceability limit state): Durchbiegung des Traggerüsts; Anforderungen an die Überhöhung; usw.

ANMERKUNG In der Regel erfolgt der Nachweis durch Berechnung; es kann jedoch auch erforderlich sein, Versuche hinsichtlich der Bestimmung der Widerstände und Steifigkeiten vorzunehmen.

9.2.2 Umfang der statischen Berechnung

9.2.2.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit

a) Es ist nachzuweisen, dass:

$$E_d \leq R_d \quad (7)$$

Dabei ist

E_d der Bemessungswert maßgebender Schnittgrößen/Einwirkungen;

R_d der Bemessungswert des Widerstands.

Der Wert für E_d muss mit den Bemessungswerten der Einwirkungen, Q_d , bestimmt werden, wobei Einflüsse der Theorie II. Ordnung zu berücksichtigen sind (für die Klasse B2 siehe 9.3.4.1).

b) Auf Grundlage der charakteristischen Werte der in Abschnitt 8 festgelegten Einwirkungen, $Q_{k,i}$, ist der jeweilige Bemessungswert in den Einwirkungskombinationen, $Q_{d,i}$, nach Gleichung (8) zu berechnen:

$$Q_{d,i} = \gamma_{F,i} \times \psi_i \times Q_{k,i} \quad (8)$$

Dabei ist

$Q_{d,i}$ der Bemessungswert der Einwirkung i ;

$Q_{k,i}$ der charakteristische Wert der Einwirkung i ;

$\gamma_{F,i}$ der Teilsicherheitsbeiwert;

— 1,35 für ständige Einwirkungen Q_1 ;

— 1,50 für weitere Einwirkungen (Q_2/Q_9);

ψ_i der Kombinationsfaktor für die Einwirkungen „i“ (siehe Tabelle 1).

c) Auf Grundlage der charakteristischen Werte der in Abschnitt 8 definierten Einwirkungen ist der Bemessungswert für die Einwirkung $Q_{d,i}$ für den Lastfall 4 (seismisch) nach Gleichung (8) zu berechnen, wobei $\gamma_{F,i}$ mit 1,0 anzunehmen ist.

d) Der Bemessungswert des Widerstands, $R_{d,i}$, für die Bemessungsklassen B1 und B2 ist nach Gleichung (9) oder Gleichung (10) zu berechnen:

1) für Bemessungsklasse B1:

$$R_{d,i,1} = \frac{R_{k,i}}{\gamma_{M,i}} \quad (9)$$

2) für Bemessungsklasse B2:

$$R_{d,i,2} = \frac{R_{k,i}}{\gamma_{M,i} \times 1,15} \quad (10)$$

Dabei ist

$R_{k,i}$ der charakteristische Wert des Widerstands des Werkstoffs „I“;

$\gamma_{M,i}$ der Teilsicherheitsbeiwert des Werkstoffs „I“ (siehe 9.5.1).

9.2.2.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Bei der Festlegung der Überhöhung des Traggerüsts müssen die Verformungen berücksichtigt werden, damit die zu erstellende Konstruktion die geforderte Form erhält.

Es sind mindestens die folgenden Einflüsse zu untersuchen:

- Setzung der Gründungen;
- elastische Verformungen und Spiel in den Verbindungen;
- Durchbiegung der Träger.

Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sind die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Werkstoffe, γ_F und γ_M , mit 1,0 anzunehmen.

9.2.2.3 Lagesicherheit

9.2.2.3.1 Allgemeines

Der Nachweis der Lagesicherheit – Gleiten, Umkippen und Abheben – ist unter den in 8.5 festgelegten Lastkombinationen zu führen. Dabei ist das Traggerüst als Starrkörper zu betrachten. Jede Einwirkung muss einzeln betrachtet werden, um zu bestimmen, ob sie stabilisierend oder destabilisierend wirkt. Die Teilsicherheitsbeiwerte, $\gamma_{F,i}$, sind in Tabelle 2 angegeben.

ANMERKUNG Die Masse des Ballasts darf als ständige Einwirkung, Q_1 , angesehen werden.

Tabelle 2 — Teilsicherheitsbeiwerte, $\gamma_{F,i}$, für den Nachweis der Lagesicherheit

Einwirkung	Stabilisierend	Destabilisierend
Q_1 und Q_2 nach 8.2.2.1.1	0,9	1,35
Alle sonstigen Einwirkungen	0	1,5

9.2.2.3.2 Globales Gleiten

Globales Gleiten muss entweder durch Reibung infolge Eigengewicht und Ballast, oder durch eine mechanische Schubsicherung oder durch eine Kombination aus beidem verhindert werden. Nur wenn gezeigt werden kann, dass die mechanische Schubsicherung und der Reibungswiderstand zusammenwirken, dürfen sie gleichzeitig berücksichtigt werden.

Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert der dem Gleiten entgegenwirkenden Kraft, $F_{stb,d}$, \geq dem Bemessungswert der das Gleiten verursachenden Kraft, $F_{dst,d}$, (siehe Tabelle 2) ist:

$$F_{dst,d} \leq F_{stb,d} \quad (11)$$

ANMERKUNG Wenn ein Fußpunkt eines Traggerüsts nachgiebig gelagert ist hat dies Verformungen und Schnittkräfte zur Folge, die entsprechend zu ermitteln sind. Siehe 9.2.2.4.

9.2.2.3.3 Kippen

Kippen muss durch Eigengewicht, Ballast, eine mechanische Befestigung oder eine Kombination aus diesen verhindert werden.

Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert des Standmoments, $M_{stb,d}$, \geq dem Bemessungswert des Kippmoments, $M_{dst,d}$, (siehe Tabelle 2) ist:

$$M_{dst,d} \leq M_{stb,d} \quad (12)$$

ANMERKUNG Kippen kann hohe örtliche Pressungen zur Folge haben, die bei der Bemessung der Gründung berücksichtigt werden sollten.

9.2.2.3.4 Abheben

Abheben muss durch Eigengewicht, Ballast, eine mechanische Befestigung oder eine Kombination aus diesen verhindert werden.

Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert des Widerstands gegen Abheben, $N_{stb,d}$, \geq dem Bemessungswert der das Abheben verursachenden Einwirkungen, $N_{dst,d}$, (siehe Tabelle 2) ist:

$$N_{dst,d} \leq N_{stb,d} \quad (13)$$

9.2.2.4 Lokales Gleiten

Lokales Gleiten ist entweder durch Reibung oder durch eine mechanische Schubsicherung oder durch eine Kombination aus beidem zu verhindern. Nur wenn gezeigt werden kann, dass eine mechanische Schubsicherung und der Reibungswiderstand zusammenwirken, dürfen sie gleichzeitig berücksichtigt werden.

Die Steifigkeit der mechanischen Schubsicherung sowie sämtliches Spiel dieser Konstruktion sind zu berücksichtigen.

Es ist nachzuweisen, dass:

$$F_d \leq R_{f,d} \quad (14)$$

Dabei ist

$R_{f,d}$ der Bemessungswert des Widerstands gegen ein zur Tragebene paralleles Gleiten (siehe Bild 4), der nach Gleichung (15) berechnet wird:

$$R_{f,d} = \frac{\mu}{\gamma_{\mu}} \times N_d + R_{m,d,i} \quad (15)$$

Dabei ist

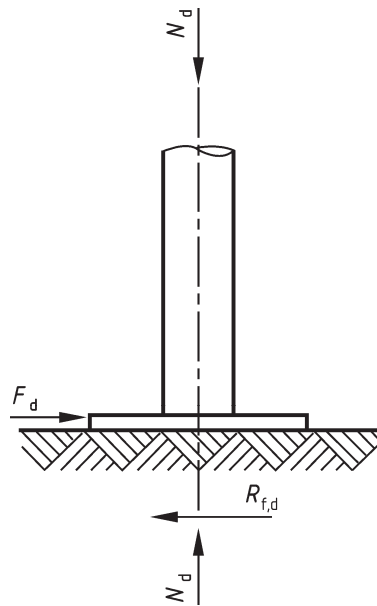
F_d der Bemessungswert der parallel zur Tragebene verlaufenden, das Gleiten verursachenden Kraft (siehe Bild 4);

N_d die lotrecht zur Gleitebene wirkende Beanspruchung (siehe Bild 4);

$R_{m,d,i}$ der Bemessungswert des Widerstands der mechanischen Schubsicherung;

γ_{μ} der Teilsicherheitsbeiwert für die Reibung, der mit 1,3 anzunehmen ist;

μ der Mindestreibungskoeffizient (siehe Anhang B).



ANMERKUNG Siehe 9.2.2.4 für die Definitionen der Symbole.

Bild 4 — Lokales Gleiten

9.3 Imperfektionen und Randbedingungen

9.3.1 Allgemeines

Der Einfluss von Imperfektionen, beispielsweise der folgenden, ist zu berücksichtigen:

- Lastexzentrizitäten;
- Winkelimperfektionen und Exzentrizitäten aufgrund des Spiels in Verbindungen;
- Abweichungen von der theoretischen Achse (Vorverkrümmungen, Schiefstellungen).

9.3.2 Winkelimperfektionen und Exzentrizitäten an Stoßbolzenverbindungen

9.3.2.1 Systemunabhängige Rohre

Bei systemunabhängigen Rohren sind die Winkelimperfektionen, φ_0 , gegenüber der theoretischen Achse aus den Nennmaßen der Bauteile zu errechnen. Beispiele sind Stoßbolzenverbindungen und Verbindungen zwischen Spindeln und Ständerrohren.

Die Winkelimperfektion, φ_0 , zwischen zwei Bauteilen ist nach Gleichung (16) zu berechnen:

$$\tan \varphi_0 = 1,25 (d_i - d_0) / l_0 \quad (16)$$

Dabei ist

- d_i der nominelle Innendurchmesser des Rohrs;
- d_0 der nominelle Außendurchmesser des Stoßbolzens oder der Spindel;
- l_0 die Überdeckungslänge;
- φ_0 der Winkel zwischen den beiden Bauteilen [siehe Bild 5 a)].

Betrifft die zu ermittelnde Imperfektion mehrere Ständer, ist der effektive Winkel, φ , an einem Knotenpunkt nach Gleichung (17) zu berechnen:

$$\tan \varphi = \sqrt{0,5 + \frac{1}{n_v}} \times \tan \varphi_0 \quad (17)$$

Dabei ist

n_v die Gesamtanzahl der betroffenen Ständer.

9.3.2.2 Rahmenbauteile und andere vorgefertigte Bauteile

Bei Rahmenbauteilen und anderen vorgefertigten Bauteilen, die mit Hilfe von Stoßbolzenverbindungen zusammengefügt werden, ist die Exzentrizität, e , zwischen aufeinanderfolgenden Rahmen zu berücksichtigen. Der Wert für die Exzentrizität, e , an der Verbindungsstelle zweier Rahmen ist nach Gleichung (18) zu ermitteln:

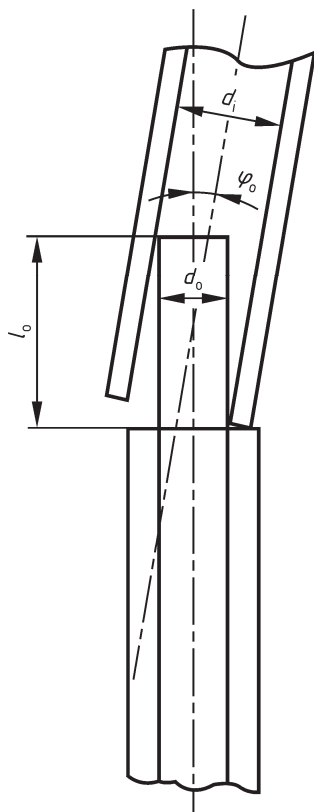
$$e = 1,25 \frac{(d_i - d_0)}{2} \quad (18)$$

Dabei ist/sind

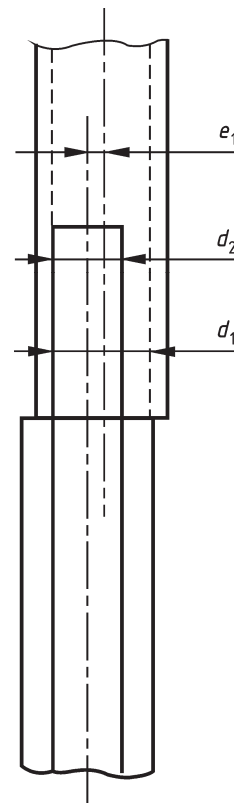
d_i und d_0 in 9.3.2.1 festgelegt; und

e der Abstand zwischen den Achsen der beiden zu verbindenden Rohre; siehe Bild 5 b).

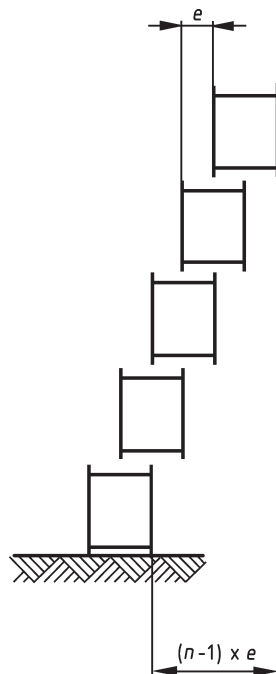
Bei der Bemessung ist die Gesamtexzentrizität einer Rahmenkonstruktion zu berücksichtigen. Wenn alle Rahmen in einer Richtung gegeneinander versetzt angeordnet sind, wie in Bild 5 c) gezeigt, ist dieser Versatz mit $(n - 1) \times e$ anzunehmen, wobei n die Anzahl der übereinander angeordneten Rahmen ist. Wenn der obere Teil direkt oberhalb der Grundfläche verankert ist, ist der Versatz in der Mitte mit $(n - 1)/2 \times e$ anzunehmen. Dieser Fall ist in Bild 5 d) dargestellt.



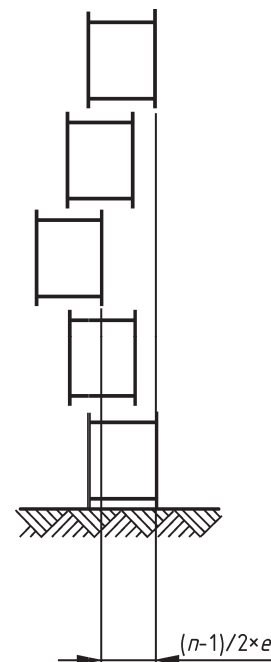
a) Winkelimperfektion bei einer Stoßbolzenverbindung



b) Exzentrizität bei einer Stoßbolzenverbindung



c) Globale Schiefstellung infolge Versatz



d) Globale Vorverkrümmung infolge Versatz

ANMERKUNG Siehe 9.3.2.1 und 9.3.2.2 für die Definitionen der Symbole.

Bild 5 — Beispiele für die Berechnung der geometrischen Imperfektionen von Verbindungen

9.3.3 Imperfektionen Bemessungsklasse B1

Werte für Vorverkrümmungen und Schiefstellungen für Stahlbauteile und Stahlkonstruktionen sind in EN 1993-1-1 angegeben. Werden die in der statischen Berechnung angesetzten Werte für die Imperfektion nicht auf der Baustelle durch entsprechende Vermessungen bestätigt und sichergestellt, sind die in 9.3.2 beschriebenen Winkelimperfektionen und Exzentrizitäten zu verwenden. Die bei der Bemessung verwendeten Winkelimperfektionen und Exzentrizitäten dürfen nicht kleiner sein als die in EN 1993-1-1 angegebenen.

9.3.4 Imperfektionen Bemessungsklasse B2

9.3.4.1 Vorverkrümmungen von Bauteilgruppen unter Druckbeanspruchung

Sowohl Einzelbauteile als auch Bauteilgruppen unter Druckbeanspruchung sind unter Berücksichtigung von lokalen und globalen Vorverkrümmungen zu bemessen. Dies gilt auch für Stabilisierungssysteme für Druckglieder – Theorie II.Ordnung – . Die globalen Vorverkrümmungen wirken zusätzlich zur Bauteilimperfektion eines einzelnen Bauelements, die in EN 1993-1-1 festgelegt ist. In Bild 6 sind die Gesamtvorverkrümmungen eines Druckglieds dargestellt.

Der Wert für die globale Vorverformung, e , in Millimeter für eine Bauteilgruppe unter Druckbeanspruchung ist nach Gleichung (19) zu berechnen:

$$e = \frac{l}{250} \times r \quad (19)$$

Dabei ist

l die Nennlänge der Bauteilgruppe, in Millimeter;

r der Reduktionsfaktor, nach Gleichung (20).

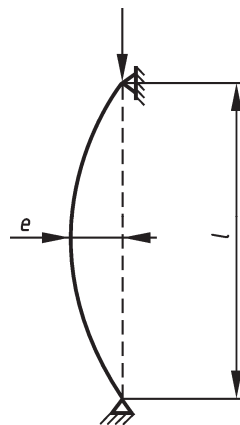
$$r = \sqrt{0,5 + \frac{1}{n_v}} \leq 1,0 \quad (20)$$

Dabei ist

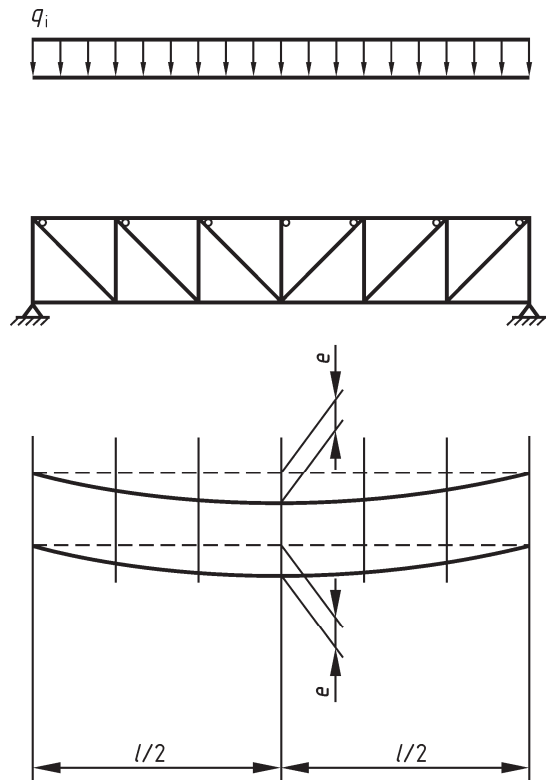
n_v die Anzahl von nebeneinander angeordneten und auf dieselbe Weise aufgelagerten und ausgesteiften druckbeanspruchten Elementen.

ANMERKUNG Die Position der Bauteilstöße braucht nicht berücksichtigt zu werden.

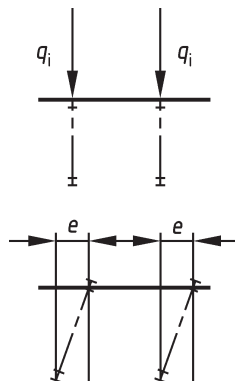
Alternativ können Vorverformungen zu Bemessungszwecken durch Messung nachgewiesen werden. Die bei der Bemessung verwendeten Imperfektionen dürfen nicht kleiner sein als die in EN 1993-1-1 angegebenen.



a) Ansicht einer ausgesteiften Stütze



b) Ansicht und Grundriss eines ausgesteiften Systems von Fachwerkträgern



c) Querschnitt durch zwei Fachwerkträger

Legende

q_i gleichförmig verteilte Last in der Ebene der Fachwerkträger.

ANMERKUNG Siehe 9.3.4.1 für die Definitionen der Symbole.

Bild 6 — Globale Vorverkrümmungen

9.3.4.2 Schiefstellungen bei Druckgliedern und Bauteilgruppen

Die Schiefstellung, φ , für Konstruktionen mit einer Höhe > 10 m ist nach Gleichung (21) zu berechnen:

$$\tan \varphi = 0,01 \cdot \sqrt{\frac{10}{h}} \tag{21}$$

Dabei ist

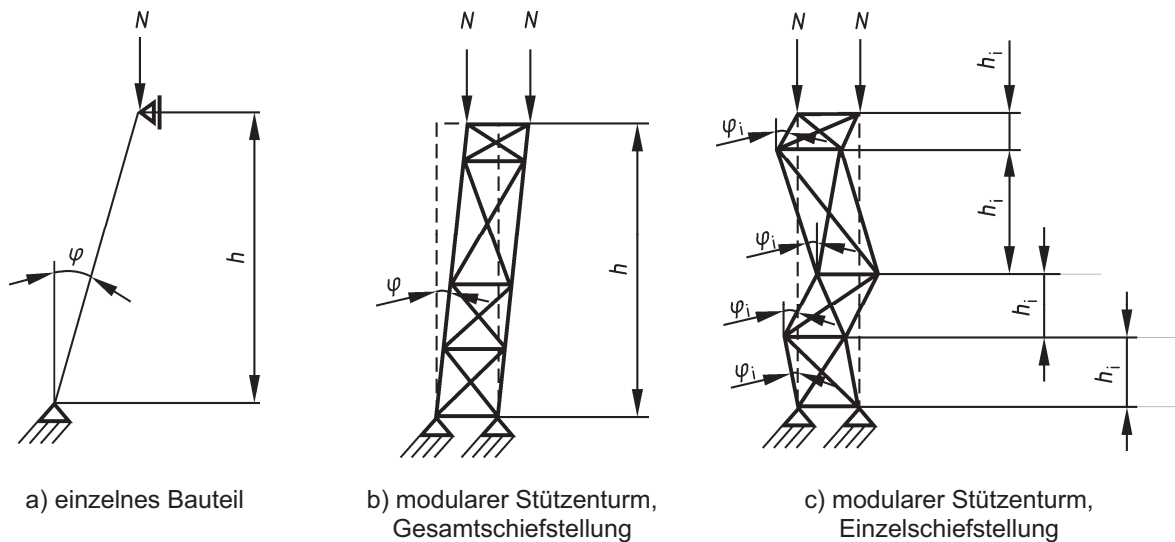
- h die Gesamthöhe, in Meter, der Konstruktion;
- φ die Schiefstellung.

Bei Traggerüsten mit $h < 10$ m, ist $\tan \varphi$ mit 0,01 anzunehmen.

Die Schiefstellung, φ , ist üblicherweise als Gesamtimperfection anzunehmen, siehe hierzu Bild 7 a) und Bild 7 b) für ein einzelnes Bauelement und einen Gittermast. Sind jedoch die Druckglieder keine durchgehenden Bauteile, muss auch die Schiefstellung für jedes einzelne Bauteil, wie z. B. in Bild 7 c) für die Höhe, h_i , dargestellt, berücksichtigt werden.

Die Gesamtschiefstellung und die Schiefstellung für die einzelnen Bauteile müssen nicht als gleichzeitig wirkend betrachtet werden. Die Winkelimperfection, φ , in Bild 7 c) ist in 9.3.2.1 festgelegt.

Alternativ kann die Schiefstellung zu Bemessungszwecken festgelegt werden, wenn diese Werte auf der Baustelle überprüft und bestätigt werden.



Legende

- h_i ist der vertikale Abstand zwischen übereinander angeordneten horizontalen Bauteilen;
- N ist die Normalkraft.

ANMERKUNG Siehe 9.3.2.1 und 9.3.4.2 für die Definitionen der weiteren Symbole.

Bild 7 — Schiefstellung von Druckgliedern und Bauteilgruppen

9.3.5 Fußspindeln

Innerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm werden keine spezifischen Anforderungen an Fußspindeln formuliert. Anforderungen an die Steifigkeit, die Tragfähigkeit und die Auflagerung von Fußspindeln mit einem Durchmesser von 38 mm und einer starr verbundenen Endplatte sind in EN 12811-1:2003, 10.2.3.2 angegeben.

9.3.6 Lastexzentrizität

Sofern keine Lastzentrierung vorgesehen ist, ist die Exzentrizität an den Lasteinleitungspunkten mit mindestens 5 mm anzunehmen. Ist eine Lastzentrierung vorhanden, kann die Exzentrizität auf einen Wert reduziert werden, der den zulässigen Abweichungen für die jeweiligen Bauteile entspricht.

9.4 Ermittlung der Schnittkräfte

9.4.1 Bemessungsklasse B1

Die Schnittkräfte sind auf der Grundlage der Europäischen oder Internationalen Normen für den konstruktiven Ingenieurbau zu ermitteln.

9.4.2 Bemessungsklasse B2

9.4.2.1 Allgemeines

Die Berechnungen sind unter Verwendung geeigneter mechanischer Modelle durchzuführen.

ANMERKUNG Die verwendeten Modelle sollten ausreichend genau sein, damit das Tragverhalten zuverlässig eingeschätzt werden kann. Wird die räumliche Untersuchung auf ebene Ersatzsysteme reduziert, so ist deren Interaktion zu berücksichtigen.

Wie in den folgenden Unterabschnitten dargestellt, können bei der Ermittlung der Schnittkräfte Vereinfachungen zugelassen sein. Für die Berechnung der Schnittkräfte und Verformungen dürfen nur Verfahren basierend auf der Elastizitätstheorie – Verfahren elastisch-plastisch – verwendet werden.

9.4.2.2 Lastverteilung

Für die Berechnung der Schnittgrößen ist es zulässig statisch bestimmte Teilsysteme zu verwenden. So dürfen zum Beispiel parallele, ebene Rahmen unabhängig voneinander analysiert werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Abbildung der Randbedingungen zwischen den einzelnen Teiltragwerken den realen Bedingungen entspricht.

9.4.2.3 Bemessung

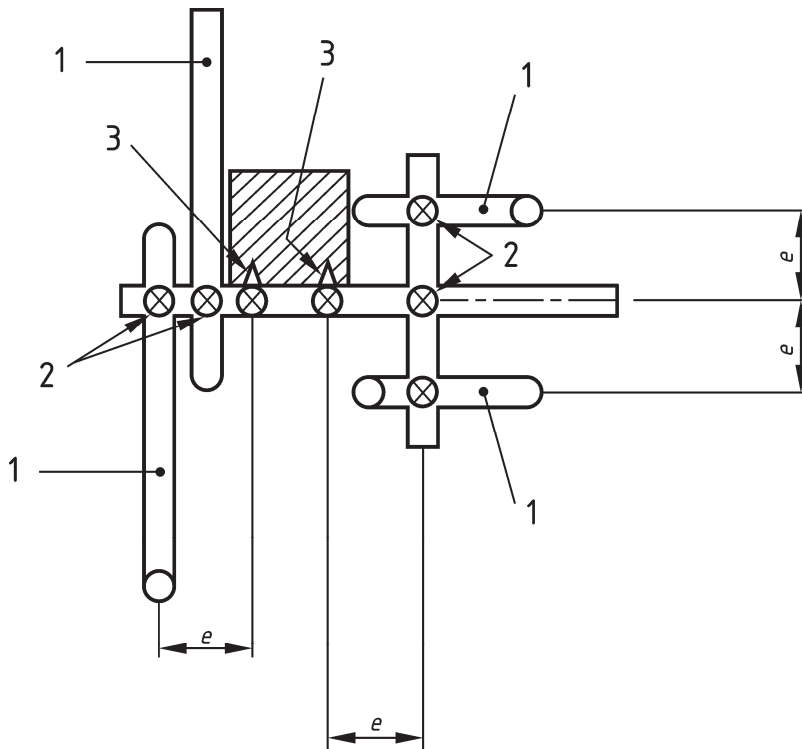
9.4.2.3.1 Exzentrizitäten in Rohr-Kupplungs-Konstruktionen

Bei Rohrkupplungskonstruktionen mit Rohren aus Stahl und einem Durchmesser von 48,3 mm und einer Wanddicke von mindestens 3,2 mm darf an Verbindungsstellen ein einzelner Knotenpunkt angenommen werden, wenn die Exzentrizität, e , der Systemlinien vom gewählten Knotenpunkt aller durch Kupplungen angeschlossenen Bauteile geringer als 160 mm ist (siehe Bild 8).

Die maximalen Normalkräfte in den anschließenden Stahlrohren dürfen je Knotenpunkt (Bild 11) betragen:

Streckgrenze des Werkstoffs des Querriegels $f_{y,k} = 355 \text{ N/mm}^2$; $N_d = 13,5 \text{ kN}$;

Streckgrenze des Werkstoffs des Querriegels $f_{y,k} = 235 \text{ N/mm}^2$; $N_d = 9,0 \text{ kN}$.



Legende

- 1 Diagonale
- 2 Kupplung
- 3 einzelne, an der Stütze befestigte Kupplung
- e* siehe 9.4.2.3.1

Bild 8 — Maximale Exzentrizitäten für Gerüstrohre aus Stahl mit einem Durchmesser von 48,3 mm

9.4.2.3.2 Aussteifung von Fachwerkträgern

a) Knicken von Druckgliedern

An den Druckgliedern sind Aussteifungselemente anzubringen, um seitliches Knicken zu verhindern.

b) Aussteifung von Fachwerkträgern durch Rohrkupplungsverbände

Direkt an den Druckgliedern sind Horizontalaussteifungen anzubringen, die so zu bemessen sind, dass sie das Knicken der Druckglieder von Fachwerkträgern verhindern und, falls erforderlich, die Kräfte im rechten Winkel zur lasttragenden Ebene übertragen können. Die Exzentrizitäten an den Verbindungen, *e*, dürfen bei der Bemessung vernachlässigt werden, vorausgesetzt, die folgenden Bedingungen sind gleichzeitig erfüllt (siehe Bild 9).

$$e \leq 1,5 b \quad e \leq 5,0 a$$

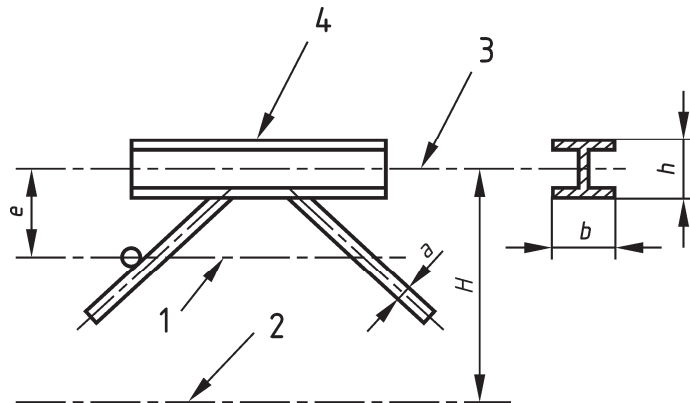
$$e \leq 1,5 h \quad e \leq 0,2 H$$

Dabei ist

- b* die Breite des Querschnitts des Druckglieds;
- h* die Höhe des Querschnitts des Druckglieds;
- a* die kleinste Querschnittsabmessung der Fachwerksdiagonalen;
- H* der Schwerpunktabstand vom Druck- und Zuggurt.

Zur Gewährleistung der Kippsicherheit eines am Untergurt aufgelagerten Trägers, ist entweder an beiden Enden eine Queraussteifung vorzusehen (siehe Beispiel in Bild 10) oder sind gleichwertige Maßnahmen zu ergreifen.

Der Abstand zwischen den Queraussteifungen entlang der Trägerachse darf 10 m nicht überschreiten.

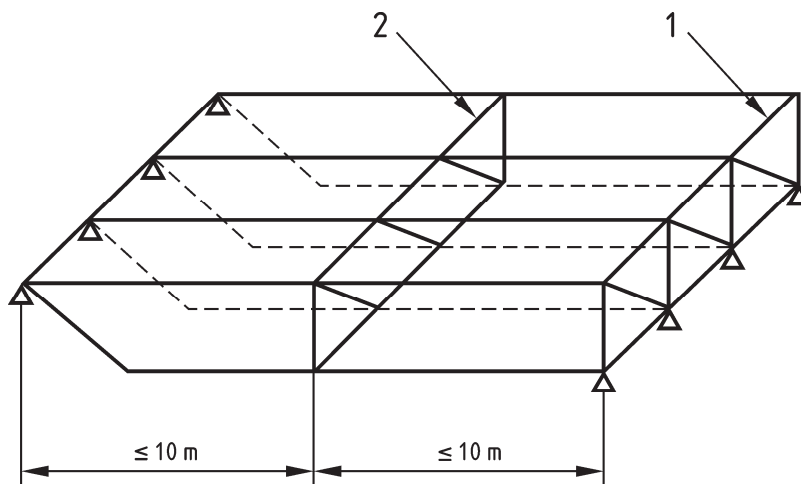


Legende

- 1 Aussteifungsebene (horizontale Aussteifung)
- 2 Achse des Untergurts
- 3 auszusteiende Ebene (Druckgurt)
- 4 Druckgurt

Siehe 9.4.2.3.2 für die Definitionen der Symbole.

Bild 9 — Exzentrizitäten der Horizontalaussteifung eines Fachwerkträgers



Legende

- 1 Queraussteifung am Ende
- 2 Queraussteifung in der Mitte

Bild 10 — Anordnung der Queraussteifung

9.4.2.4 Schubsteifigkeit

9.4.2.4.1 Ideelle Schubsteifigkeit von Rohrkupplungsverbänden

Sofern ein Traggerüst mit Stahlrohren mit einem Durchmesser von 48,3 mm in Verbindung mit Normal- oder Drehkupplungen nach EN 74-1 ausgesteift ist und die Exzentrizitäten an den Knotenpunkten innerhalb der in 9.4.2.3.1 festgelegten Grenzen liegen, ist die ideelle Schubsteifigkeit, S_{id} , für jede Gefachebene (siehe Bild 11) nach Gleichung (22) zu berechnen:

$$S_{id} = \frac{E}{\beta} \sum_{n=1}^m A_n \times \sin^2 \alpha_n \times \cos \alpha_n \quad (22)$$

Dabei ist

E der Elastizitätsmodul der Diagonalen;

m die Anzahl der Diagonalen in jeder Gefachebene (siehe Bild 12);

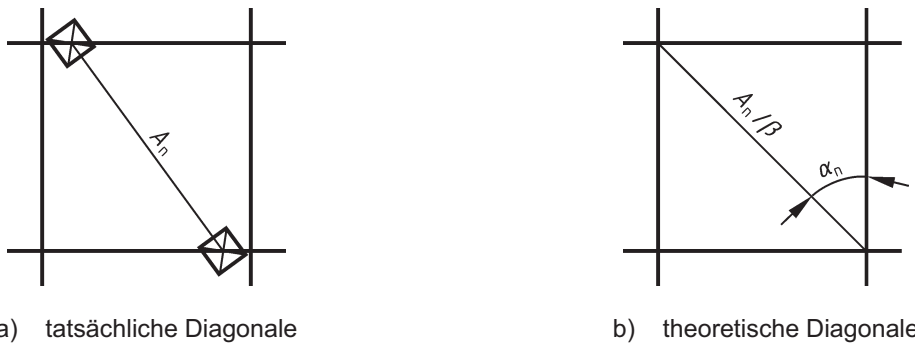
A_n die Fläche der Diagonalen n , in jedem Feld der Gefachebene (siehe Bild 11);

α_n der Winkel zwischen der Vertikalen und der theoretischen Diagonalen n , in jedem Feld der Gefachebene (siehe Bild 11);

ANMERKUNG α_n kann sich von Gefach zu Gefach ändern.

β ein Reduktionsfaktor, der die Exzentrizitäten und die Steifigkeit der Kupplungen berücksichtigt und der nach Gleichung (23) berechnet wird:

$$\beta = \frac{35 \times (1 + m)}{2 \times m} \quad (23)$$



ANMERKUNG Siehe 9.4.2.4.1 für die Definitionen der Symbole.

Bild 11 — Zusammenhang zwischen der tatsächlichen und der theoretischen Diagonale bei Rohrkupplungsverbänden

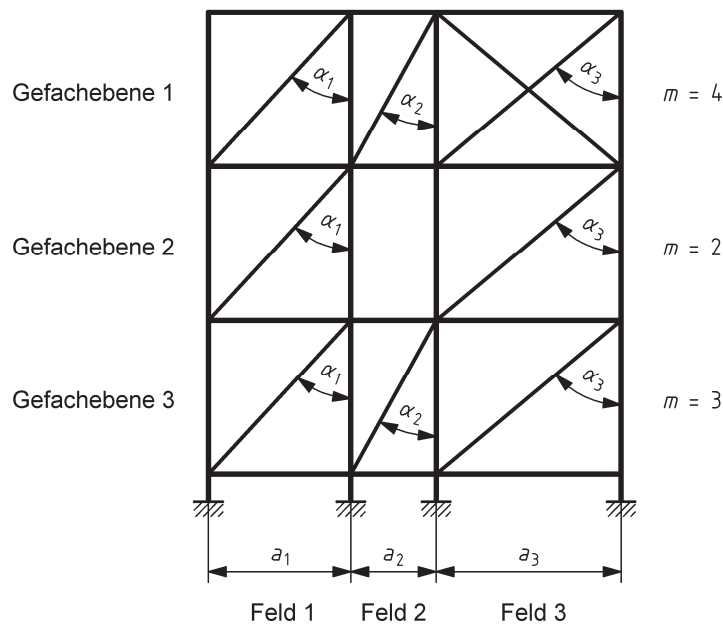


Bild 12 — Erläuterung der Symbole zur Berechnung der ideellen Schubsteifigkeit von Rohrkupplungsverbänden

9.4.2.4.2 Ideelle Schubsteifigkeit von Holzausfachungen

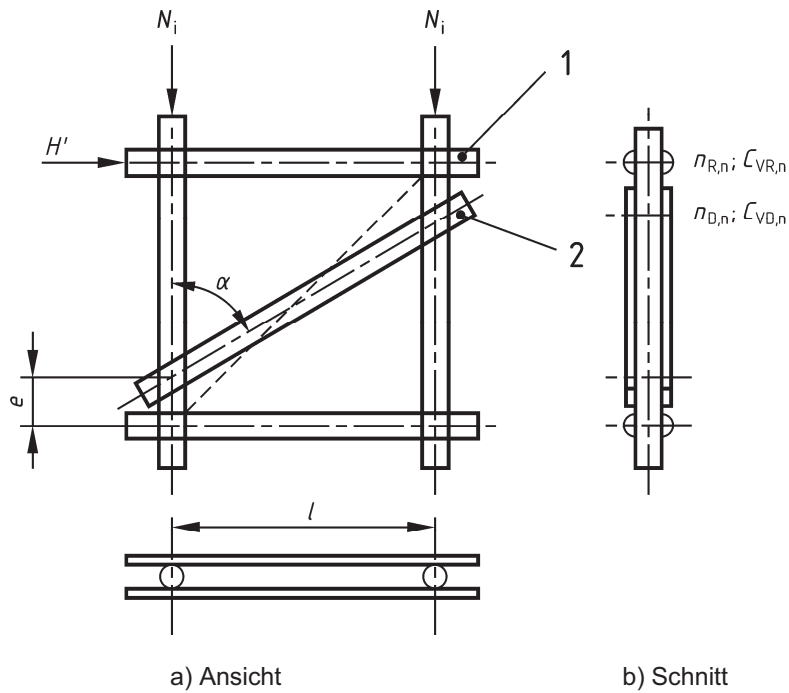
Erfolgt die Aussteifung über Holzausfachungen, bei denen die Fachwerkstreben mit Hilfe von Bolzen oder Dübeln befestigt sind, und überschreitet die Exzentrizität, e , an einem Knotenpunkt nicht 250 mm, ist die ideelle Schubsteifigkeit, S_{id} , nach Gleichung (24) zu berechnen:

$$S_{id} = \sum_{n=1}^m \frac{l_n \times \sin \alpha_n \times \cos \alpha_n}{2 \times \left[\left(\frac{1}{n_{D,n} \times C_{VD,n}} \right) + \left(\frac{\sin^2 \alpha_n}{n_{R,n} \times C_{VR,n}} \right) \right]} \quad (24)$$

Dabei ist/sind

- l_n der horizontale Abstand zwischen zwei vertikalen Bauteilen in jedem Gefach, in Millimeter;
- $C_{VD,n}$ und $C_{VR,n}$ die in Tabelle 3 für den Riegel- und den Diagonalenanschluss angegebenen Verschiebungsmoduln der Verbindungsmittel, in Newton je Millimeter;
- $n_{D,n}$ die Anzahl der Anschlußmittel jeder Diagonale in einem Knoten in jedem Gefach;
- $n_{R,n}$ die Anzahl der Anschlußmittel jedes Querriegels in einem Knoten in jedem Gefach;
- m die Anzahl der ausgesteiften Gefache in jeder Ebene;
- α_n der Winkel zwischen der Vertikalen und der theoretischen Diagonalen in jedem Gefach.

ANMERKUNG Siehe Bild 13 für die Erläuterung der Symbole für ein einzelnes Feld.



- Legende**
 1 Querriegel
 2 Diagonale

Bild 13 — Aussteifung durch Holzausfachungen

Tabelle 3 — Verschiebungsmoduln C_{VD} oder C_{VR} für Holzverbindungen

Art des Verbindungsmittels	Bolzen N/mm	Dübel N/mm
	$25d^2$	$34d^2$
	$11d^2$	$15d^2$

d ist der Durchmesser des Bolzens oder des Dübels, in Millimeter.

9.4.2.4.3 Ideelle Schubsteifigkeit bei Aussteifungen mit Spannstahl

Die ideelle Schubsteifigkeit von Stützensystemen, die mit Spannstahl ausgesteift ist, ist nach 9.4.2.4.1 zu berechnen, wobei jedoch β gleich 2,0 zu setzen ist.

9.4.2.5 Schnittgrößen

9.4.2.5.1 Aussteifung von freistehenden Rüsttürmen

Die Aussteifung von freistehenden Rüsttürmen kann näherungsweise mit Hilfe der Querkraft, H_d'' , eines Ersatzstabs berechnet werden. Die Stabilität sämtlicher Druckglieder ist nachzuweisen. Dabei ist der Abstand zwischen den Knotenpunkten als Knicklänge anzunehmen; siehe Bild 12.

Die auf den Rüstturm wirkende horizontale Beanspruchung, H_d'' , nach Theorie II. Ordnung, ist nach Gleichung (25) zu berechnen:

$$H_d'' = \frac{H_d + N_d \cdot \tan \varphi}{1 - (N_d / N_{cr})} \quad (25)$$

Dabei ist

N_{cr} die kritische Last – Verzweigungslast – des Rüstturms, nach Gleichung (26):

$$N_{cr} = \frac{1}{(1/S_{id}) + (1/N_E)} \quad (26)$$

Dabei ist

N_E die Eulerlast des Turms;

N_d der Bemessungswert der Summe der Druckkräfte;

H_d' die Summe der Querkräfte nach Theorie I. Ordnung;

S_{id} die ideale Schubsteifigkeit (siehe 9.4.2.4);

φ die Schiefstellung (siehe 9.3.4.2).

Das zugehörige Moment, M_d'' , ist nach Gleichung (27) zu berechnen:

$$M_d'' = H_d'' \times h \quad (27)$$

Dabei ist

H_d'' der Bemessungswert der Querkraft, nach Theorie II. Ordnung (Gleichung 25)

h die Gesamthöhe des Rüstturms;

M_d'' der Bemessungswert des Biegemoments unter Berücksichtigung der Theorie II. Ordnung.

9.4.2.5.2 Aussteifung von Fachwerkträgern

Die horizontale Aussteifung von Fachwerkträgern darf unter der Voraussetzung, dass die Summe der idealen Schubsteifigkeiten aller im Feld liegenden Queraussteifungsbauteile, ΣS_{id} , größer ist als 40 % der Summe der auf den Träger wirkenden Vertikalkräfte, mit nachfolgendem Verfahren nachgewiesen werden. Die entsprechende Aussteifung ist in Bild 10 dargestellt.

$$\Sigma S_{id} > 0,4 \times V_d \quad (28)$$

Dabei ist

V_d der Bemessungswert der Summe aller auf die Fachwerkträger vertikal wirkenden Lasten;

S_{id} die ideelle Schubsteifigkeit der horizontalen Aussteifung zwischen den Fachwerkträgern.

Der Bemessungswert der Beanspruchung des horizontalen Aussteifungsverbands zwischen den Obergurten der Fachwerkträger, H_d'' , ist nach Gleichung (29) zu berechnen:

$$H_d'' = \frac{H_d' + 5N_d \frac{e}{l}}{1 - \frac{N_d}{N_{cr}}} \quad (29)$$

Dabei ist

l die Spannweite der Fachwerkträger;

e die Vorverkrümmung nach 9.3.4.1;

N_d die Summe der Maxima der Bemessungswerte der Druckkräfte in den Obergurten der Fachwerkträger;

N_{cr} die kritische Last -Verzweigungslast- des Aussteifungssystems (Gleichung 26)

Der zugehörige Bemessungswert des Biegemoments in der Mitte der horizontalen Ebene, M'' , ist nach Gleichung (30) zu berechnen:

$$M'' = H'' \times \frac{l}{\pi} \quad (30)$$

9.5 Charakteristische Widerstands- und Reibungsbeiwerte

9.5.1 Allgemeines

In der Regel ist für die Ermittlung des Bemessungswerts des Widerstands eines Bauteils aus Stahl oder Aluminium der Teilsicherheitsfaktor, γ_M , mit 1,1 anzunehmen.

9.5.2 Durch Versuche ermittelte charakteristische Werte

Sind die wesentlichen charakteristischen Parameter der Werkstoffe und Bauteile nicht in den einschlägigen technischen Regeln definiert, sind die Werte durch Versuche nach Europäischen, Internationalen oder nationalen Normen zu ermitteln. Werden Versuche durchgeführt, sind die Vorgaben der EN 12811-3 zu berücksichtigen.

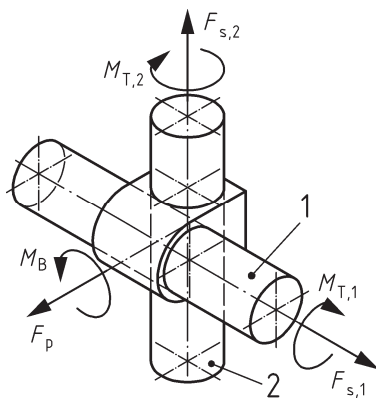
9.5.3 Kupplungen nach EN 74-1

Die charakteristischen Werte für Kupplungen nach EN 74-1 sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 — Charakteristische Werte des Widerstands für Kupplungen $R_{s,k}$

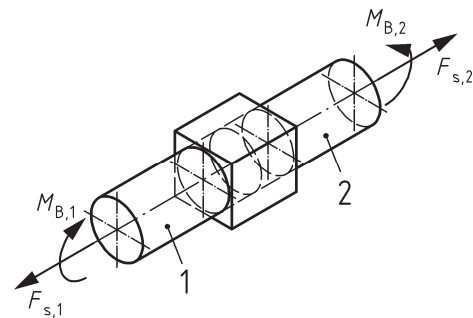
Kupplungstyp	Schnittgröße	Charakteristischer Wert				
		Klasse A	Klasse B		Klasse AA	Klasse BB
Normalkupplung (RA)	Rutschkraft, $F_{S,k}$, in kN	10,0	15,0		15,0	25,0
	Biegemoment, $M_{B,k}$, in kNm	–	0,8		–	–
	Kopfabreißkraft, $F_{p,k}$, in kN	20,0	30,0		–	–
	Torsionsmoment, $M_{T,k}$, in kNm	–	0,13		–	–
Stoßkupplung (SF)	Rutschkraft, $F_{S,k}$, in kN	6,0	9,0		–	–
	Biegemoment, $M_{B,k}$, in kNm	–	1,4		–	–
Drehkupplung (SW)	Rutschkraft, $F_{S,k}$, in kN	10,0	15,0		–	–
Parallelkupplung (PA)	Rutschkraft, $F_{S,k}$, in kN	10,0	15,0		–	–

Symbole siehe Bilder 14 a) und 14 b)



Legende
 1 Rohr 1
 2 Rohr 2
 s Rutschkraft
 p Kopfabreißkraft
 B Biegemoment
 T Torsionsmoment

a) Beanspruchung einer Normalkupplung



Legende
 1 Rohr 1
 2 Rohr 2
 s Rutschkraft
 B Biegemoment

b) Beanspruchung einer Stoßkupplung

Bild 14 — Beanspruchungen von Kupplungen

9.5.4 Verstellbare Fuß- und Kopfspindeln aus Stahl

Sofern in den in 5.2.1 genannten Normen keine charakteristischen Werte angegeben sind, müssen diese durch Berechnung oder Versuch ermittelt werden.

9.5.5 Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung

Die charakteristischen Werte der Tragfähigkeit und der Steifigkeit für Baustützen aus Stahl mit Ausziehvorrichtung nach EN 1065 darf dieser Norm entnommen werden.

9.5.6 Stützentürme

Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit eines Stützenturms nach EN 12813 darf mit einem der dort festgelegten Verfahren berechnet werden.

9.5.7 Spannstahl

Der charakteristische Wert der Zugtragfähigkeit von Spannstahl kann aus dem charakteristischen Wert der Streckgrenze des Werkstoffs und dem Spannungsquerschnitt bzw. dem Nennquerschnitt des Spannstahls, es gilt der kleinere Wert, berechnet werden.

9.5.8 Rohre mit Löchern

Die charakteristischen Werte sind nach EN 1065:1998, Anhang A zu berechnen.

9.5.9 Trägerklemmen

Der charakteristische Wert des Widerstands ist durch Versuche zu bestimmen.

ANMERKUNG Eine Trägerklemme verbindet Stahlbauteile kraftschlüssig.

9.5.10 Reibung

Reibungsbeiwerte können mehreren unterschiedlichen Quellen entnommen werden. Werden Reibungsbeiwerte als Mindest- und Höchstwerte angegeben, ist der niedrigste Beiwert anzuwenden, wenn der Reibungswiderstand stabilisierend wirkt, und der höchste Beiwert, wenn der Reibungswiderstand destabilisierend wirkt.

ANMERKUNG Eine Reihe von Reibungsbeiwerten ist in Anhang B angegeben.

9.5.11 Gründungen

Die charakteristischen Werte für den Baugrund sind nach den entsprechenden Normen zu ermitteln.

9.5.12 Industriell gefertigte Schalungsträger aus Holz

Die charakteristischen Werte für Schalungsträger aus Holz nach EN 13377 müssen der genannten Norm entsprechen.

Anhang A (informativ)

Koordination der Traggerüstarbeiten

Diese Europäische Norm beruht auf den Vorgaben in den zutreffenden Eurocodes:

- a) die Konstruktionsangaben, Zeichnungen, Angaben zu den Verfahren und weitere erforderliche Einzelheiten, siehe 9.1.3, zusammengestellt werden;
- b) die baustellenbezogenen Annahmen bezüglich der Bemessung mit den tatsächlichen Bedingungen übereinstimmen;
- c) alle für das Traggerüst wichtigen Arbeiten, z. B. Schalung, Traggerüst, Betonierabfolge, Gründungen und Aufbau, wirksam koordiniert werden;
- d) die Werkstoffe und Bauteile den Festlegungen für die Bemessung entsprechen [siehe 9.1.1 f)];
- e) das aufgebaute Traggerüst geprüft und überprüft wird und es der Bemessung entspricht.

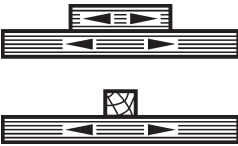

Diese Tätigkeiten müssen koordiniert werden.

Anhang B (informativ)

Reibungsbeiwerte

In Tabelle B.1 sind Reibungsbeiwerte, μ , für verschiedene Werkstoffkombinationen angegeben. Die in Tabelle B.1 aufgeführten Werte stammen aus in Deutschland durchgeführter Forschungsarbeit.

Tabelle B.1 — Reibungsbeiwerte, μ , für verschiedene Werkstoffkombinationen

Baustoffkombination		Reibungsbeiwert μ	
		Maximum	Minimum
1	Holz/Holz – Reibfläche parallel zur Faserrichtung oder rechtwinklig zur Faserrichtung 	1,0	0,4
2	Holz/Holz – mindestens eine Reibfläche rechtwinklig zur Faserrichtung (Querschnitt oder Hirnholz) 	1,0	0,6
3	Holz/Stahl	1,2	0,5
4	Holz/Beton	1,0	0,8
5	Stahl/Stahl	0,8	0,2
6	Stahl/Beton	0,4	0,3
7	Stahl/Mörtelbett	1,0	0,5
8	Beton/Beton	1,0	0,5

Die charakteristischen Reibungsbeiwerte dürfen aus den Ergebnissen weiterer Forschungsprojekte abgeleitet werden.

Literaturhinweise

- [1] EN 39, *Systemunabhängige Stahlrohre für die Verwendung in Trag- und Arbeitsgerüsten — Technische Lieferbedingungen*
- [2] EN 1992 (alle Teile), Eurocode 2 — *Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*
- [3] EN 1994 (alle Teile), Eurocode 4 — *Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*
- [4] EN 1995 (alle Teile), Eurocode 5 — *Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*
- [5] EN 1996 (alle Teile), Eurocode 6 — *Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*
- [6] DIN 18218:1980, *Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen*
- [7] CIRIA Report No. 108, *Concrete pressure on formwork*, 1985
- [8] *Manual de Technologie: Coffrage*; CIB-FIB-CEB 27-98-83.