

E DIN EN 15512:2017-02 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2017-01-27

Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl - Verstellbare Palettenregale - Grundlagen der statischen Bemessung; Deutsche und Englische Fassung prEN 15512:2017

Steel static storage systems - Adjustable pallet racking systems - Principles for structural design; German and English version prEN 15512:2017

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Symbole	14
5 Auslegungsgrundlagen	18
5.1 Anforderungen.....	18
5.1.1 Grundanforderungen	18
5.1.2 Regalsysteme ohne Aussteifungsverbände.....	19
5.1.3 Regalsysteme mit Aussteifungsverbänden	20
5.1.4 An der Gebäudekonstruktion abgestützte Regale	22
5.1.5 Bemessungslebensdauer	22
5.1.6 Schnittstelle zwischen Regal und Stützboden.....	23
5.2 Auslegungsmethoden.....	26
5.2.1 Allgemeines.....	26
5.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	26
5.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	26
5.3 Imperfektionen	27
5.3.1 Allgemeines	27
5.3.2 Vorverdrehungen in nicht ausgesteiften Systemen in Ganglängsrichtung	27
5.3.3 Vorverdrehung in ausgesteiften Systemen	28
5.3.4 Örtliche Aussteifungsimperfektionen	30
5.3.5 Bauteilimperfektionen	31
6 Einwirkungen und Kombinationen von Einwirkungen	31
6.1 Allgemeines.....	31
6.2 Permanente Einwirkungen	31
6.2.1 Allgemeines.....	31
6.2.2 Gewichte der Materialien und Konstruktionen.....	31
6.3 Veränderliche Einwirkungen	31
6.3.1 Allgemeines.....	31
6.3.2 Einzulagernde Ladeeinheiten.....	32
6.3.3 Vertikale Beschickungslasten	33
6.3.4 Horizontale Beschickungslasten	33
6.3.5 Horizontale Last der Aussteifung des Ständerrahmens	36
6.3.6 Auswirkungen von regalgeführten Geräten	36
6.3.7 Bühnen- und Laufgangbelastungen (siehe auch EN 1991-1-1)	38
6.3.8 Einwirkungen, die aus Montagevorgängen entstehen	40
6.4 Einwirkungen aus Stoßlasten (außergewöhnliche Lasten)	40
6.4.1 Allgemeines.....	40
6.4.2 Außergewöhnliche vertikale Einwirkungen	41

6.4.3	Außergewöhnliche horizontale Last.....	41
6.5	Windlasten	42
6.6	Schneelasten	42
6.7	Erdbebeneinwirkungen	42
6.8	Stabilität gegen Kippen	42
7	Teilsicherheitsfaktoren und Kombinationsregeln.....	42
7.1	Allgemeines.....	42
7.2	Kombinationen von Einwirkungen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	42
7.3	Kombination von Einwirkungen für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	43
7.4	Belastungsfaktoren	44
7.5	Materialfaktoren	44
8	Stahl.....	45
8.1	Allgemeines.....	45
8.2	Materialeigenschaften	45
8.2.1	Bemessungsmaterialkoeffizienten (allgemeine mechanische Eigenschaften).....	46
8.3	Stahltypen ohne garantierte mechanische Eigenschaften.....	46
8.3.1	Allgemeines.....	46
8.3.2	Zusatzprüfungen für Stahl.....	46
8.4	Ungeprüfte Stähle.....	47
8.5	Durchschnittsstreckgrenze von Profilen.....	47
8.6	Spezielle Auswahl von Produktionsmaterial	47
8.7	Bruchzähigkeit.....	47
8.8	Maßtoleranzen.....	47
8.8.1	Allgemeines.....	47
8.8.2	Materialdicke.....	48
8.8.3	Dickentoleranzen	48
8.8.4	Breite und Tiefe eines kaltgeformten Profils.....	48
8.8.5	Geradheit der Stabelemente	49
8.8.6	Verwindung.....	49
8.9	Dauerhaftigkeit.....	49
9	Konstruktionsanalyse.....	49
9.1	Strukturmodellierung zur Analyse und Grundvoraussetzung.....	49
9.2	Berechnung von Querschnittswerten.....	50
9.2.1	Allgemeines.....	50
9.2.2	Wirkung von Lochungen auf Steifigkeit.....	50
9.2.3	Wirkung von Lochungen auf Festigkeit	50
9.2.4	Einfluss von Querschnittsverwindung	52
9.2.5	Wirkung von örtlichem Beulen.....	53
9.2.6	Wirkung des Kaltumformens	54
9.3	Verstrebungsexzentrizitäten	54
9.4	Exzentrizitäten zwischen Trägern und Stützen	56
9.5	Träger	56
9.5.1	Allgemeines.....	56
9.5.2	Biegetragmoment von Stabelementen, die keinem Biegeknicken ausgesetzt sind.....	57
9.6	Auslegung von Trägern: Bestimmung der internen Kräfte und Durchbiegungen	57
9.6.1	Allgemeines.....	57
9.6.2	Belastungen auf Träger	58
9.6.3	Bemessungsbiegemomente der Trägerspannweiten.....	58
9.6.4	Bemessungsscherkraft für Träger.....	59
9.6.5	Durchbiegung von Trägern	60
9.6.6	Spielkorrektur	61
9.6.7	Träger als Bindeglied in ausgesteiften Palettenregalen.....	61
9.7	Auslegung von Trägern: Bemessungswiderstände	62
9.7.1	Bemessungsbiege­widerstände	62
9.7.2	Bemessungswiderstand bezogen auf Stegkrüppeln	62
9.7.3	Bemessungswiderstand bezogen auf Scherkräfte.....	62

9.7.4	Kombination von Scherkraft, Längskraft und Biegemoment.....	62
9.7.5	Kombination von Biegemoment und Stegkrüppeln.....	63
9.8	Auslegung von Trägeranschlusslaschen.....	63
9.8.1	Allgemeines.....	63
9.8.2	Bemessungsbiegemomente in Trägeranschlusslaschen.....	63
9.8.3	Bemessungswert der Scherkraft für Trägeranschlusslaschen.....	64
9.8.4	Bemessungswert der Scherkraft und Biegemoment für Trägeranschlusslaschen.....	64
9.8.5	Anforderungen an Trägeranschlusslaschen.....	64
9.9	Träger, die Biegung und Torsion ausgesetzt sind.....	64
9.9.1	Allgemeines.....	64
9.9.2	Biegedrillknicken in Trägern.....	64
9.10	Druck, Spannung und Biegung in Stabelementen.....	66
9.10.1	Ungelochte Druckstäbe.....	66
9.10.2	Gelochte Druckstäbe.....	66
9.10.3	Verifikation von Querschnitten.....	69
9.10.4	Bemessungstragfähigkeit in Bezug auf Biegeknicken.....	69
9.10.5	Drillknicken und Biegedrillknicken.....	77
9.10.6	Kombinierte Biegung und Längsbelastung.....	80
9.11	Auslegung von Stoßlaschen.....	83
9.12	Auslegung von Fußplatten.....	84
9.12.1	Allgemeines.....	84
9.12.2	Effektive Fläche A_{bp} für Fußplatten.....	84
9.12.3	Stützen unter Zuglast.....	85
9.13	Bodenmaterialien.....	86
9.13.1	Betonböden.....	86
9.13.2	Bitumenböden.....	86
9.13.3	Sonstige Bodenmaterialien.....	87
9.13.4	Auslegung der Fußverdübelung.....	87
9.14	Auslegung der Distanzstücke.....	88
10	Gesamtsystemanalyse von Palettenregalen mit Trägern.....	88
10.1	Allgemeine Erwägungen.....	88
10.1.1	Allgemeines.....	88
10.1.2	Torsion von kaltgeformten, dünnwandigen, offenen Profilen.....	89
10.1.3	Zweidimensionale Analyse.....	89
10.1.4	Höhere dreidimensionale Analyse.....	89
10.1.5	Toleranzen in Bezug auf Auslegung und Montage.....	90
10.1.6	Standfestigkeit des Regalsystems während der Montage.....	90
10.2	Auslegungsverfahren.....	90
10.2.1	Einwirkungen.....	90
10.2.2	Verfahren.....	90
10.2.3	Berechnung von nicht ausgesteiften Regalen in Ganglängsrichtung.....	93
10.2.4	Berechnung von ausgesteiften Regalen in Ganglängsrichtung.....	94
10.2.5	Moment/Verdrehungscharakteristiken von Träger/Stütze-Verbindungen.....	98
10.2.6	Moment/Verdrehungscharakteristiken der Bodenverbindungen.....	98
10.3	Bemessungskontrolle.....	99
10.3.1	Allgemeines.....	99
10.3.2	Stabilität außerhalb der Rahmenebene.....	99
10.3.3	Rahmenklassifizierung.....	100
10.4	Methoden der Gesamtsystemanalyse.....	102
10.5	Vereinfachte Berechnungsmethode für Stabilität in Gangquerrichtung.....	103
10.6	Auslegung von Stützen.....	103
10.6.1	Allgemeines.....	103
10.6.2	Bemessungslängskräfte und -biegemomente.....	103
11	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	104
11.1	Allgemeines.....	104
11.2	Grenzzustände der Regalgebrauchstauglichkeit.....	104

12	Kennzeichnung und Beschilderung.....	104
12.1	Kennzeichnung der Leistung von Regalanlagen	104
13	Prüfverfahren und Auswertung der Ergebnisse	105
13.1	Allgemeines.....	105
13.2	Anforderungen an Prüfungen	106
13.2.1	Ausrüstung	106
13.2.2	Auflagebedingungen	106
13.2.3	Ansetzen der Lasten	106
13.2.4	Laststufen	106
13.2.5	Zusammenstellen von Prüfstücken.....	106
13.2.6	Prüfberichte.....	107
13.3	Beurteilung der Prüfergebnisse.....	107
13.3.1	Definition der Versagenslast.....	107
13.3.2	Anpassung der Prüfergebnisse	107
13.3.3	Ableitung von charakteristischen Werten.....	110
13.3.4	Charakteristischer Wert für eine Prüfserie.....	111
13.3.5	Interpolation zwischen Prüfergebnissen	112
Anhang A (normativ) Prüfung		113
A.1	Materialprüfungen.....	113
A.1.1	Zugprüfung.....	113
A.1.2	Biegeprüfungen	113
A.2	Prüfungen an Bauteilen und Anschlüssen	114
A.2.1	Druckprüfung am kurzen Stützenstück.....	114
A.2.2	Druckprüfungen an Stützen — Prüfung des Einflusses von Beulen mit Veränderung der Querschnittsform	117
A.2.3	Druckprüfungen an (langen) Stützen — Ermittlung von Knicklängen.....	117
A.2.4	Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen	121
A.2.5	Ermittlung des Anschlussspiels an einer Anschlusslasche.....	128
A.2.6	Scherprüfung an Trägeranschlusslaschen und Sicherungselementen.....	131
A.2.7	Prüfungen an Stützenfußboden-Verbindungen	133
A.2.8	Schubsteifigkeitsprüfungen am Rahmen	140
A.2.9	Biegeprüfung an Stützenprofilen.....	146
A.2.10	Biegeprüfungen an Trägern.....	149
A.2.11	Prüfungen an Stützenstößen	152
A.2.12	Prüfung der Wechselwirkungen zwischen Moment und Scherkraft an Trägeranschlusslaschen	154
Anhang B (informativ) Stabilitätsanalyse in Ganglängsrichtung durch die Methode der verstärkten Verschiebung.....		157
B.1	Allgemeines.....	157
B.2	Lineare elastische Berechnung.....	158
B.3	Kritischer elastischer Wert.....	158
B.4	Verstärkungsfaktor	159
Anhang C (informativ) Näherungsgleichungen zur Bemessung eines gleichmäßigen Lagerregals in Ganglängsrichtung		160
C.1	Näherungsgleichung für regelmäßige Konstruktionen.....	160
C.2	Zusätzliche Biegemomente aufgrund von Schachbrettbelastung	162
C.3	Bemessungsbiegemomente	162
C.4	Bemessungslast in den Außenstützen.....	163
Anhang D (informativ) Hintergrundinformationen über die Annahme von Materialien mit niedrigem Verhältnis f_u/f_y (kaltgewalzter Stahl)		164
Anhang E (informativ) Positions-Ungenauigkeiten.....		165
Anhang F (informativ) Äquivalente Trägerlasten.....		166

Anhang G (informativ) Vereinfachte Berechnungsmethode für Stabilität in Gangquerrichtung, unter der Bedingung, dass die Fachlasten gleichmäßig über die Höhe des Ständerrahmens verteilt sind	168
G.1 Allgemeines	168
G.2 Allgemeines Knicken der Rahmen	168
G.3 Schersteifigkeit des Ständerrahmens	169
G.4 Multiplikationsfaktor β	169
Anhang H (informativ) Werkseigene Produktionskontrolle	172
H.1 Allgemeines	172
H.2 Prüfhäufigkeit	172
H.3 Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen	172
H.4 Biegeprüfungen	173
Anhang I (informativ) A-Abweichungen	174
I.1 Niederländische Abweichungen aufgrund nationaler Gesetzgebung	174
I.2 Deutsche Abweichungen aufgrund nationaler Gesetzgebung	174
Anhang J (informativ) Leitlinien zur Bestimmung der kritischen Länge für die Prüfung des Beulens in Verbindung mit Veränderungen der Querschnittsform	176
J.1 Einleitung	176
J.2 Länge in Relation zu den Endbedingungen im Prüfaufbau	176
J.3 Verfahren zur Bestimmung der kritischen Länge des Beulens in Verbindung mit Veränderungen der Querschnittsform	177
J.3.1 Schritt 1	177
J.3.2 Schritt 2	177
J.3.3 Schritt 3	180
J.3.4 Schritt 4	180
J.3.5 Schritt 5	181
J.3.6 Schritt 6	181
Anhang K (informativ) Prüfungen an Stützenfußboden-Verbindungen: Wiederverwendung von Proben	183
K.1 Einleitung	183
K.2 Prüfung der Wechselwirkung bei nicht verankerten Fußplatten	183
K.3 Beispiel eines Prüfverfahrens mit Wiederverwendung des Prüfstücks	183
Anhang L (informativ) Leitlinien zur Modellierung der Rückenverstrebung in ausgesteiften Palettenregalen	185
Anhang M (informativ) Spielkorrektur	190
Anhang N (informativ) Beispiele mit 80 % Belastung	192
Anhang O (informativ) Rahmenspiel	194
O.1 Allgemeines	194
O.2 Rahmenaussteifungstypen	194
O.3 Spiel	195
Anhang P (informativ) Wirkung von regelmäßig verteilten Lochungen auf die Eigenschaften der Steifigkeit	197
Anhang Q (informativ) Angaben zu 2xC-Kastenprofilen für Träger	199
Q.1 Allgemeines	199
Q.2 Ungefähre Grenzwerte	199
Literaturhinweise	201