

# 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	Bemessungsbiege- und Scherwiderstände .....	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

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