

# DIN EN 15512:2010-09 (D)

## Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl - Verstellbare Palettenregale - Grundlagen der statischen Bemessung; Deutsche Fassung EN 15512:2009

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	6
Einleitung .....	7
0.1 Regale .....	7
0.2 Bedarf an EN-Normen für Regale und Fachbodenregale in Ergänzung zu den Eurocodes ..	7
0.3 Zusammenarbeit .....	8
0.4 Regale und Arbeitsmittelvorschriften .....	8
1 Anwendungsbereich .....	10
2 Normative Verweisungen .....	10
3 Begriffe .....	11
4 Symbole .....	13
5 Auslegungsgrundlagen .....	15
5.1 Anforderungen .....	15
5.1.1 Grundanforderungen .....	15
5.1.2 Regalsysteme ohne Aussteifungsverbände .....	16
5.1.3 Regalsysteme mit Aussteifungsverbänden .....	17
5.1.4 Bemessungslebensdauer .....	19
5.1.5 Bodentoleranzen und -verformungen .....	19
5.2 Auslegungsmethoden .....	19
5.2.1 Allgemeines .....	19
5.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	20
5.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	20
5.3 Imperfektionen .....	20
5.3.1 Allgemeines .....	20
5.3.2 Rahmenimperfektionen in nicht ausgesteiften Systemen .....	20
5.3.3 Imperfektionen ausgesteifter Systeme .....	21
5.3.4 Imperfektionen in Regalen, die teilweise in der Ganglängsrichtung ausgesteift sind .....	24
5.3.5 Bauteilimperfektionen .....	24
6 Einwirkungen und Kombinationen von Einwirkungen .....	24
6.1 Allgemeines .....	24
6.2 Permanente Einwirkungen .....	24
6.2.1 Allgemeines .....	24
6.2.2 Gewichte der Materialien und Konstruktionen .....	24
6.3 Veränderliche Einwirkungen .....	24
6.3.1 Allgemeines .....	24
6.3.2 Einzulagernde Ladeeinheiten .....	25
6.3.3 Vertikale Beschickungslasten .....	26
6.3.4 Horizontale Beschickungslasten .....	26
6.3.5 Auswirkungen von regalgeführten Geräten .....	28
6.3.6 Bühnen- und Laufgangbelastungen (siehe auch EN 1991-1-1) .....	29
6.3.7 Einwirkungen, die aus Montagevorgängen entstehen .....	30
6.4 Einwirkungen aus Stoßlasten (außergewöhnliche Lasten) .....	31
6.4.1 Allgemeines .....	31
6.4.2 Außergewöhnliche vertikale Einwirkungen .....	31

6.4.3	Außergewöhnliche horizontale Last .....	32
6.5	Windlasten .....	32
6.6	Schneelasten .....	33
6.7	Erdbebeneinwirkungen .....	33
7	Teilsicherheitsfaktoren und Kombinationsregeln .....	33
7.1	Allgemeines .....	33
7.2	Kombinationen von Einwirkungen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	33
7.3	Kombination von Einwirkungen für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	34
7.4	Belastungsfaktoren .....	34
7.5	Materialfaktoren .....	35
7.6	Stabilität gegen Kippen .....	36
7.7	An der Gebäudekonstruktion abgestützte Regale .....	36
8	Stahl .....	36
8.1	Allgemeines .....	36
8.1.1	Vorüberlegungen .....	36
8.1.2	Materialeigenschaften .....	36
8.1.3	Bemessungsmaterialkoeffizienten (allgemeine mechanische Eigenschaften) .....	37
8.1.4	Stahltypen ohne garantierte mechanische Eigenschaften .....	37
8.1.5	Ungeprüfte Stähle .....	38
8.2	Durchschnittsstreckgrenze von Profilen .....	38
8.3	Spezielle Auswahl von Produktionsmaterial .....	38
8.4	Bruchzähigkeit .....	38
8.5	Maßtoleranzen .....	38
8.5.1	Allgemeines .....	38
8.5.2	Materialdicke .....	38
8.5.3	Dickentoleranzen .....	39
8.5.4	Breite und Tiefe eines kaltgeformten Profils .....	39
8.5.5	Geradheit der Stabelemente .....	39
8.5.6	Verwindung .....	39
8.5.7	Toleranzen in Bezug auf Auslegung und Montage .....	40
8.6	Verstrebungsexzentrizitäten .....	40
8.7	Exzentrizitäten zwischen Träger und Stützen .....	42
8.8	Anforderungen an Trägeranschlusslaschen .....	42
8.9	Dauerhaftigkeit .....	42
9	Konstruktionsanalyse .....	43
9.1	Strukturmodellierung zur Analyse und Grundvoraussetzung .....	43
9.2	Berechnung von Querschnitten .....	43
9.2.1	Allgemeines .....	43
9.2.2	Einfluss von Eckradien .....	43
9.2.3	Wirkung von Lochungen .....	43
9.2.4	Einfluss von Querschnittsverwindung .....	44
9.2.5	Wirkung von örtlichem Beulen .....	46
9.3	Träger .....	47
9.3.1	Allgemeines .....	47
9.3.2	Biegetragmoment von Stabelementen, die keinem Biegeknicken ausgesetzt sind .....	47
9.4	Auslegung von Trägern .....	48
9.4.1	Allgemeines .....	48
9.4.2	Belastungen auf Träger .....	48
9.4.3	Bemessungsbiegemomente für Träger .....	48
9.4.4	Bemessungsscherkraft für Träger .....	50
9.4.5	Durchbiegung von Trägern .....	51
9.4.6	Träger als Bindeglied in ausgesteiften Palettenregalen .....	52
9.4.7	Bemessungswiderstand bezogen auf Stegkrüppeln .....	53
9.4.8	Bemessungswiderstand bezogen auf Scherkräfte .....	53
9.4.9	Kombination von Scherkraft, Längskraft und Biegemoment .....	53
9.4.10	Kombination von Biegemoment und Stegkrüppeln .....	53
9.5	Auslegung von Trägeranschlusslaschen .....	53
9.5.1	Allgemeines .....	53
9.5.2	Bemessungsbiegemomente in Trägeranschlusslaschen .....	53

9.5.3	Bemessungswert der Scherkraft für Trägeranschlusslaschen .....	54
9.5.4	Bemessungswert der Scherkraft und Biegemoment für Trägeranschlusslaschen .....	54
9.6	Träger, die Biegung und Torsion ausgesetzt sind .....	54
9.6.1	Allgemeines .....	54
9.6.2	Biegedrillknicken in Trägern .....	54
9.7	Druck, Spannung und Biegung in Stabelementen .....	56
9.7.1	Ungelochte Druckstäbe .....	56
9.7.2	Gelochte Druckstäbe .....	56
9.7.3	Verifikation von Querschnitten .....	57
9.7.4	Bemessungstragfähigkeit in Bezug auf Biegeknicken .....	57
9.7.5	Drillknicken und Biegedrillknicken .....	63
9.7.6	Kombinierte Biegung und Längsbelastung .....	66
9.8	Auslegung von Stoßlaschen .....	69
9.9	Auslegung von Fußplatten .....	70
9.9.1	Allgemeines .....	70
9.9.2	Effektive Fläche Abas, für Fußplatten .....	70
9.10	Bodenmaterialien .....	71
9.10.1	Betonböden .....	71
9.10.2	Bitumenböden .....	72
9.10.3	Sonstige Bodenmaterialien .....	72
9.10.4	Auslegung der Fußverdübelung .....	73
9.11	Auslegung der Distanzstücke .....	73
10	Gesamtsystemanalyse von Palettenregalen mit Trägern .....	73
10.1	Allgemeine Erwägungen .....	73
10.1.1	Allgemeines .....	73
10.1.2	Zweidimensionale Analyse .....	74
10.1.3	Höhere dreidimensionale Analyse .....	74
10.2	Auslegungsverfahren .....	74
10.2.1	Einwirkungen .....	74
10.2.2	Verfahren .....	75
10.2.3	Berechnung von nicht ausgesteiften und ausgesteiften Regalen in Ganglängsrichtung ...	77
10.2.4	Moment/Verdrehungscharakteristiken von Träger/Stütze-Verbindungen .....	79
10.2.5	Moment/Verdrehungscharakteristiken der Bodenverbindungen .....	79
10.3	Berechnung von nicht ausgesteiften und ausgesteiften Regalen in Gangquerrichtung ....	79
10.3.1	Allgemeines .....	79
10.3.2	Stabilität außerhalb der Rahmenebene .....	80
10.3.3	Rahmenklassifizierung .....	80
10.4	Methoden der Gesamtsystemanalyse .....	82
10.5	Vereinfachte Berechnungsmethode für Stabilität in Gangquerrichtung .....	83
10.6	Auslegung von Stützen .....	83
10.6.1	Allgemeines .....	83
10.6.2	Bemessungslängskräfte und -biegemomente .....	83
11	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	84
11.1	Allgemeines .....	84
11.2	Grenzzustände der Regalgebrauchstauglichkeit .....	84
12	Kennzeichnung und Beschilderung .....	84
12.1	Kennzeichnung der Leistung von Regalanlagen .....	84
13	Prüfverfahren und Auswertung der Ergebnisse .....	85
13.1	Allgemeines .....	85
13.2	Anforderungen an Prüfungen .....	85
13.2.1	Ausrüstung .....	85
13.2.2	Auflagebedingungen .....	86
13.2.3	Ansetzen der Lasten .....	86
13.2.4	Laststufen .....	86
13.2.5	Zusammenstellen von Prüfstücken .....	86
13.2.6	Prüfberichte .....	86
13.3	Beurteilung der Prüfergebnisse .....	87
13.3.1	Definition der Versagenlast .....	87

13.3.2	Korrektur der Prüfergebnisse .....	87
13.3.3	Ableitung von charakteristischen Werten .....	87
13.3.4	Charakteristischer Wert für eine Versuchsserie .....	88
13.3.5	Korrekturen an Bruchlast oder -moment .....	89
Anhang A (normativ) Prüfung .....		90
A.1	Materialprüfungen .....	90
A.1.1	Zugversuch .....	90
A.1.2	Faltversuche .....	90
A.2	Prüfungen an Bauteilen und Anschlüssen .....	91
A.2.1	Druckversuch am kurzen Stützenstück .....	91
A.2.2	Druckversuche an Stützen -- Den Einfluss von Beulen mit Veränderung der Querschnittsform prüfen .....	93
A.2.3	Druckversuche an (langen) Stützen -- Ermittlung von Knicklängen .....	94
A.2.4	Biegeversuche an Trägeranschlüssen .....	98
A.2.5	Ermittlung des Anschlussspiels an einer Anschlusslasche .....	104
A.2.6	Scherversuch an Trägeranschlusslaschen und Sicherungselementen .....	106
A.2.7	Prüfungen an Stützenfußboden-Verbindungen .....	108
A.2.8	Ermittlung der Schubsteifigkeit von Ständerrahmen .....	111
A.2.9	Biegeversuche an Stützenprofilen .....	113
A.2.10	Biegeversuche an Trägern .....	114
A.2.11	Prüfungen an Stützenstößen .....	116
Anhang B (informativ) Stabilitätsanalyse in Ganglängsrichtung durch die Methode der verstärkten Verschiebung .....		119
B.1	Allgemeines .....	119
B.2	Lineare elastische Berechnung .....	120
B.3	Kritischer elastischer Wert .....	120
B.4	Verstärkungsfaktor .....	120
Anhang C (informativ) Näherungsgleichungen zur Bemessung eines gleichmäßigen Lagerregals in Ganglängsrichtung .....		121
C.1	Näherungsgleichungen für gleichmäßige Konstruktion .....	121
C.2	Zusätzliche Biegemomente aufgrund von Schachbrettbelastung .....	123
C.3	Bemessungsbiegemomente .....	123
C.4	Bemessungslast in den Außenstützen .....	124
Anhang D (informativ) Hintergrundinformationen über die Annahme von Materialien mit niedrigem Verhältnis $f_{yf}$ (kaltgewalzter Stahl) .....		125
Anhang E (informativ) Positions-Ungenauigkeiten .....		126
Anhang F (informativ) Äquivalente Trägerlasten .....		127
Anhang G (informativ) Vereinfachte Berechnungsmethode für Stabilität in Gangquerrichtung, unter der Bedingung, dass die Fachlasten gleichmäßig über die Höhe des Ständerrahmens verteilt sind .....		129
G.1	Allgemeines .....	129
G.2	Allgemeines Knicken der Rahmen .....	129
G.3	Schersteifigkeit des Ständerrahmens .....	130
G.4	Multiplikationsfaktor .....	130
Anhang H (informativ) Werkseigene Produktionskontrolle .....		132
H.1	Allgemeines .....	132
H.2	Prüfhäufigkeit .....	132
H.3	Biegeversuche an Trägeranschlüssen .....	132
H.4	Faltversuche .....	132

<b>Anhang I (informativ) A-Abweichungen .....</b>	<b>133</b>
<b>I.1      Niederländische Abweichungen aufgrund nationaler Gesetzgebung .....</b>	<b>133</b>
<b>I.2      Deutsche Abweichungen aufgrund nationaler Gesetzgebung .....</b>	<b>133</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>135</b>