

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

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