DIN EN 15512:2022-06 (D)

Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl - Verstellbare Palettenregale - Grundlagen der statischen Bemessung; Deutsche Fassung EN 15512:2020+A1:2022

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 7

Einleitung 8
0.1 Regale 8
0.2 Bedarf an EN-Normen für Regale in Ergänzung zu den Eurocodes 8
0.3 Zusammenarbeit 8
0.4 Regale und Arbeitsmittelvorschriften 8
0.5 Weitere, speziell für EN 15512 anzuwendende Informationen 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 11

4 Symbole 16

5 Annahmen und Konventionen 19
5.1 Allgemeines 19
5.2 Lot 19
5.3 Definition der Achse des Stabelements 19

6 Auslegungsgrundlagen 20
6.1 Anforderungen 20
6.1.1 Grundlegende Anforderungen 20
6.1.2 Bemessungslebensdauer 20
6.1.3 Anforderungen an Palettenregale 20
6.2 Grundsätzliches zur Auslegung mit Grenzzuständen 20
6.2.1 Allgemeines 20
6.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit 20
6.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 21
6.3 Einwirkungen 21
6.3.1 Allgemeines 21
6.3.2 Permanente Einwirkungen 21
6.3.3 Veränderliche Einwirkungen 21
6.3.4 Außergewöhnliche Einwirkungen 29
6.4 Kombination von Einwirkungen 30
6.4.1 Allgemeines 30
6.4.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit 31
6.4.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 31
6.5 Teilsicherheitsfaktoren 32
6.5.1 Belastungsfaktoren 32
6.5.2 Materialfaktoren 33

7 Materialien 33
7.1 Stahl 33
7.1.1 Allgemeines 33
7.1.2 Materialeigenschaften 34
7.1.3 Stahltypen ohne garantierte mechanische Eigenschaften 34
7.1.4 Ungeprüfte Stähle 35
7.1.5 Durchschnittsstreckgrenze von Profilen 35
7.1.6 Spezielle Auswahl von Produktionsmaterial 35

7.1.7 Bruchzähigkeit ... 35
7.1.8 Maßtoleranzen ... 36
7.2 Bodenmaterialien ... 37
7.2.1 Betonböden ... 37
7.2.2 Bitumenböden ... 37
7.2.3 Sonstige Bodenmaterialien ... 37

8 Dauerhaftigkeit ... 37

9 Konstruktionsanalyse ... 38
9.1 Strukturmodellierung zur Analyse ... 38
9.1.1 Strukturmodellierung zur Analyse und Grundvoraussetzung ... 38
9.1.2 Anschlussmodellierung ... 38
9.1.3 Wechselbeziehung von Tragwerk und Boden ... 41
9.1.4 An der Gebäudekonstruktion abgestützte Regale ... 44
9.2 Gesamtsystemanalyse ... 44
9.2.1 Auswirkungen deformierter Geometrie der Konstruktion ... 44
9.2.2 Analyseverfahren ... 45
9.2.3 Strukturstabilität von Rahmen ... 46
9.3 Imperfektionen ... 51
9.3.1 Allgemeines ... 51
9.3.2 Gesamtimperfektionen ... 51
9.3.3 Örtliche Aussteifungsimperfektionen ... 53
9.3.4 Bauteilimperfektionen ... 54

10 Grenzzustände der Tragfähigkeit ... 55
10.1 Widerstand der Profile und Stabelemente ... 55
10.1.1 Allgemeines ... 55
10.1.2 Querschnittswerte ... 55
10.1.3 Druckstäbe ... 56
10.1.4 Biegestäbe ... 58
10.1.5 Zugelemente ... 59
10.2 Auslegung von Trägern ... 60
10.2.1 Allgemeines ... 60
10.2.2 Auswirkungen der Wechselwirkung zwischen Ladeeinheit und Träger ... 60
10.2.3 Spielkorrektur ... 62
10.2.4 Bemessungswert des plastischen Widerstands ... 62
10.2.5 Knicklänge von Trägern in ausgesteiften Palettenregalen ... 62
10.2.6 Träger, die Biegung und Torsion ausgesetzt sind ... 63
10.2.7 Träger, die von Verformung beeinflusst werden ... 64
10.3 Auslegung von Stützen ... 64
10.3.1 Allgemeines ... 64
10.3.2 Knickkurven ... 64
10.3.3 Biegeknicklänge ... 64
10.3.4 Drillknicklänge ... 67
10.4 Auslegung der Rahmenaussteifung ... 69
10.4.1 Allgemeines ... 69
10.4.2 Robustheit ... 69
10.4.3 Knicklänge der Rahmenaussteifung ... 70
10.5 Auslegung der Reihen-Abstandhalter ... 71

11 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 72
11.1 Allgemeines ... 72
11.2 Träger ... 72
11.3 Träger von Laufgängen oder von Regalen abgestützten Bühnen ... 72

12 Bemessung von Anschlüssen ... 72
12.1 Allgemeines ... 72
12.2 Auslegung von Trägeranschlusslaschen ... 72
12.2.1 Bemessungswerte von Widerstandsmoment und Scherwiderstand ... 72

12.2.2 Kombination von Moment und Scherkraft ... 72
12.2.3 Umgekehrtes Moment ... 73
12.3 Auslegung von Trägersicherungselementen ... 73
12.4 Auslegung von Stoßlaschen ... 73
12.5 Auslegung von Fußplatten ... 74
12.5.1 Allgemeines ... 74
12.5.2 Druck ... 74
12.5.3 Spannung ... 75
12.6 Auslegung der Fußverdübelung ... 75
12.6.1 Allgemeines ... 75
12.6.2 Robustheit ... 75

13 Bemessung durch Prüfung ... 75
13.1 Allgemeines ... 75
13.2 Anforderungen an Prüfungen ... 76
13.2.1 Ausrüstung ... 76
13.2.2 Auflagebedingungen ... 77
13.2.3 Ansetzen der Lasten ... 77
13.2.4 Laststufen ... 77
13.2.5 Prüfmaterialien ... 77
13.2.6 Zusammenstellen von Prüfstücken ... 77
13.2.7 Prüfberichte ... 77
13.3 Beurteilung der Prüfergebnisse ... 78
13.3.1 Definition der Versagenslast ... 78
13.3.2 Anpassung der Prüfergebnisse ... 78
13.3.3 Ableitung von charakteristischen Werten ... 81
13.3.4 Charakteristische Werte für eine Prüfserie ... 82
13.3.5 Interpolation zwischen Prüfergebnissen ... 83

14 Kennzeichnung und Beschilderung — Kennzeichnung der Leistung von Regalanlagen ... 83

Anhang A (normativ) Prüfung ... 84
A.1 Materialprüfungen ... 84
A.1.1 Zugprüfungen ... 84
A.1.2 Biegeprüfungen ... 84
A.2 Prüfungen an Bauteilen ... 85
A.2.1 Druckprüfung am kurzen Stützenstück ... 85
A.2.2 Druckprüfungen an Stützen — Prüfung des Einflusses von Beulen mit Veränderung der Querschnittsform ... 87
A.2.3 Druckprüfungen an (langen) Stützen — Ermittlung von Knicklängen ... 90
A.2.4 Schubsteifigkeitsprüfungen am Rahmen ... 93
A.2.5 Biegeprüfungen an Stützenprofilen ... 99
A.2.6 Biegeprüfungen an Trägern ... 101
A.3 Prüfungen an Anschlüssen ... 104
A.3.1 Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen ... 104
A.3.2 Ermittlung des Anschlussspiels an einer Anschlusslasche ... 110
A.3.3 Scherprüfungen an Trägeranschlusslaschen und Sicherungselementen ... 113
A.3.4 Prüfung der Wechselwirkungen zwischen Moment und Scherkraft an Trägeranschlusslaschen ... 115
A.3.5 Prüfung von Bodenanschlüssen ... 117
A.3.6 Prüfung an Stützenstößen ... 123

Anhang B (informativ) Näherungsverfahren ... 125
B.1 Allgemeines ... 125
B.2 Näherungsberechnung der Stabilität in Ganglängsrichtung — Methode der verstärkten Verschiebung ... 125
B.2.1 Allgemeines ... 125
B.2.2 Verstärkungsfaktor ... 126
B.2.3 Lineare elastische Berechnung ... 126
B.2.4 Kritischer elastischer Wert ... 127

B.3 Näherungsberechnung eines gleichmäßigen Lagerregals in Ganglängsrichtung 127
B.3.1 Näherungsgleichung für regelmäßige Konstruktionen 127
B.3.2 Zusätzliche Biegemomente aufgrund von Schachbrettbelastung 129
B.3.3 Bemessungsbiegemomente 130
B.3.4 Bemessungslast in den Außenstützen 131
B.4 Näherungsberechnung der Stabilität in Gangquerrichtung 131
B.4.1 Allgemeines 131
B.4.2 Allgemeines Knicken der Rahmen 131
B.4.3 Schersteifigkeit des Ständerrahmens 132
B.4.4 Multiplikationsfaktor β 132
B.5 Näherungsbemessung für symmetrisch belastete Träger 135
B.5.1 Biegemoment an der Spannmitte 135
B.5.2 Durchbiegung 136
B.5.3 Scherkraft 136
B.5.4 Trägeranschlusslasche 137
B.5.5 Äquivalente Trägerlasten 137

Anhang C (informativ) Korrektur der Biegemomente und Durchbiegung von Trägern aufgrund des Spiels 139

Anhang D (informativ) Rahmenspiel 141
D.1 Allgemeines 141
D.2 Rahmenaussteifungstypen 141
D.3 Spiel 142

Anhang E (normativ) Widerstand von Druckstäben nach EN 1993-1-1 und -3 144
E.1 Verifikation von Querschnitten 144
E.2 Bemessungstragfähigkeit in Bezug auf Biegeknicken 144
E.2.1 Allgemeines 144
E.2.2 Knickkurven 145
E.3 Bemessungswiderstand bezogen auf Drill- und Biegedrillknicken 146
E.4 Kombinierte Biegung und Längsbelastung 146
E.4.1 Allgemeines 146
E.4.2 Biegung und Längsdruck — Widerstand von Profilen 147
E.4.3 Biegung und Längsdruck — Knickwiderstand von Stabelementen 147
E.4.4 Biegung und Zuglast 150

Anhang F (informativ) Leitlinien zur Bestimmung der kritischen Länge für die Prüfung des Beulens in Verbindung mit Veränderungen der Querschnittsform 151
F.1 Einleitung 151
F.2 Länge in Relation zu den Endbedingungen im Prüfaufbau 151
F.3 Verfahren zur Bestimmung der kritischen Länge des Beulens in Verbindung mit Veränderungen der Querschnittsform 152
F.3.1 Schritt 1 152
F.3.2 Schritt 2 152
F.3.3 Schritt 3 154
F.3.4 Schritt 4 154
F.3.5 Schritt 5 154
F.3.6 Schritt 6 155

Anhang G (informativ) Werte der äquivalenten Querschnitte 156

Anhang H (informativ) Leitlinien zur Modellierung der Rückenverstrebung in ausgesteiften Palettenregalen 159

Anhang I (informativ) Kaltgewalzter Stahl 166

Anhang J (informativ) Systeme mit zufälliger Einlagerung 167

Anhang K (informativ) Positions-Ungenauigkeiten 168

Anhang L (informativ) Trägerstabilität — einschließlich ineinandergreifende „C“-Profile 169
L.1 Allgemeines 169

L.2 Ungefähre Grenzwerte ... 169

Anhang M (informativ) Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) ... 170
M.1 Allgemeines ... 170
M.2 Prüfhäufigkeit ... 170
M.3 Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen ... 170
M.4 Biegeprüfungen ... 170

Anhang N (informativ) A-Abweichungen ... 171

Anhang O (informativ) Bitumenböden ... 173

Anhang P (informativ) Typisches Belastungsmuster bei einer gleichmäßigen Regalauslegung ... 174

Literaturhinweise ... 176