E DIN EN 15512:2019-01 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2018-12-14

Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl - Verstellbare Palettenregale - Grundlagen der statischen Bemessung; Deutsche und Englische Fassung prEN 15512:2018

Steel static storage systems - Adjustable pallet racking systems - Principles for structural design; German and English version prEN 15512:2018

Inhalt

Seite

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 Allgemeines 9
1.1 Anwendungsbereich 9
1.2 Normative Verweisungen 9
1.3 Annahmen — Toleranzen in Bezug auf Auslegung und Montage 10
1.3.1 Allgemeines 10
1.3.2 Lot 10
1.4 Begriffe 10
1.5 Symbole 16
1.6 Definition der Achse des Stabelements 20

2 Auslegungsgrundlagen 20
2.1 Anforderungen 20
2.1.1 Grundanforderungen 20
2.1.2 Bemessungslebensdauer 20
2.1.3 Anforderungen an Palettenregale 20
2.2 Grundsätzliches zur Auslegung mit Grenzzuständen 21
2.2.1 Allgemeines 21
2.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit 21
2.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 21
2.3 Einwirkungen 21
2.3.1 Allgemeines 21
2.3.2 Permanente Einwirkungen 21
2.3.3 Veränderliche Einwirkungen 22
2.3.4 Außergewöhnliche Einwirkungen 29
2.4 Kombination von Einwirkungen 31
2.4.1 Allgemeines 31
2.4.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit 31
2.4.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 32
2.5 Teilsicherheitsfaktoren 32
2.5.1 Belastungsfaktoren 32
2.5.2 Materialfaktoren 33

3 Materialien 34
3.1 Stahl 34
3.1.1 Allgemeines 34
3.1.2 Materialeigenschaften 34
3.1.3 Stahltypen ohne garantierte mechanische Eigenschaften 35
3.1.4 Ungeprüfte Stähle 35
3.1.5 Durchschnittsstreckgrenze von Profilen 36

3.1.6 Spezielle Auswahl von Produktionsmaterial 36
3.1.7 Bruchzähigkeit 36
3.1.8 Maßtoleranzen 36
3.2 Bodenmaterialien 37
3.2.1 Betonböden 37
3.2.2 Bitumenböden 38
3.2.3 Sonstige Bodenmaterialien 38

4 Dauerhaftigkeit 38

5 Konstruktionsanalyse 38
5.1 Strukturmodellierung zur Analyse 38
5.1.1 Strukturmodellierung zur Analyse und Grundvoraussetzung 38
5.1.2 Anschlussmodellierung 38
5.1.3 Wechselbeziehung von Tragwerk und Boden 42
5.1.4 An der Gebäudekonstruktion abgestützte Regale 45
5.2 Gesamtsystemanalyse 45
5.2.1 Auswirkungen deformierter Geometrie der Konstruktion 45
5.2.2 Analyseverfahren 46
5.2.3 Strukturstabilität von Rahmen 47
5.3 Imperfektionen 53
5.3.1 Allgemeines 53
5.3.2 Gesamtimperfektionen 53
5.3.3 Örtliche Aussteifungsimperfektionen 55
5.3.4 Bauteilimperfektionen 56

6 Grenzzustände der Tragfähigkeit 56
6.1 Widerstand der Profile und Stabelemente 56
6.1.1 Allgemeines 56
6.1.2 Querschnittswerte 57
6.1.3 Druckstäbe 57
6.1.4 Biegestäbe 60
6.1.5 Zugelemente 60
6.2 Auslegung von Trägern 62
6.2.1 Allgemeines 62
6.2.2 Auswirkungen der Wechselwirkung zwischen Ladeeinheit und Träger 62
6.2.3 Spielkorrektur 63
6.2.4 Bemessungswert des plastischen Widerstands 64
6.2.5 Knicklänge von Trägern in ausgesteiften Palettenregalen 64
6.2.6 Träger, die Biegung und Torsion ausgesetzt sind 64
6.2.7 Träger, die von Verformung beeinflusst werden 66
6.3 Auslegung von Stützen 66
6.3.1 Allgemeines 66
6.3.2 Knickkurven 66
6.3.3 Biegeknicklänge 66
6.3.4 Drillknicklänge 69
6.4 Auslegung der Rahmenaussteifung 71
6.4.1 Allgemeines 71
6.4.2 Robustheit 71
6.4.3 Knicklänge der Rahmenaussteifung 72
6.5 Auslegung der Reihen-Abstandhalter 73

7 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 73
7.1 Allgemeines 73
7.2 Träger 73
7.3 Träger von Laufgängen oder von Regalen abgestützten Bühnen 73

8 Bemessung von Anschlüssen 73
8.1 Allgemeines 73
8.2 Auslegung von Trägeranschlusslaschen 73

8.2.1 Bemessungswerte von Widerstandsmoment und Scherwiderstand ... 73
8.2.2 Kombination von Moment und Scherkraft ... 73
8.2.3 Umgekehrtes Moment ... 74
8.3 Auslegung von Trägersicherungselementen ... 74
8.4 Auslegung von Stoßlaschen ... 74
8.5 Auslegung von Fußplatten ... 75
8.5.1 Druck ... 75
8.5.2 Spannung ... 76
8.6 Auslegung der Fußverdübelung ... 76
8.6.1 Allgemeines ... 76
8.6.2 Robustheit ... 77

9 Bemessung durch Prüfung ... 77
9.1 Allgemeines ... 77
9.2 Anforderungen an Prüfungen ... 78
9.2.1 Ausrüstung ... 78
9.2.2 Auflagebedingungen ... 78
9.2.3 Aufbringen der Lasten ... 79
9.2.4 Prüflaststufen ... 79
9.2.5 Prüfmaterialien ... 79
9.2.6 Zusammenstellen von Prüfstücken ... 79
9.2.7 Prüfberichte ... 79
9.3 Beurteilung der Prüfergebnisse ... 80
9.3.1 Definition der Versagenslast ... 80
9.3.2 Anpassung der Prüfergebnisse ... 80
9.3.3 Ableitung von charakteristischen Werten ... 83
9.3.4 Charakteristischer Wert für eine Prüfserie ... 84
9.3.5 Interpolation zwischen Prüfergebnissen ... 84

10 Kennzeichnung und Beschilderung — Kennzeichnung der Leistung von Regalanlagen ... 84

Anhang A (normativ) Prüfung ... 85
A.1 Materialprüfungen ... 85
A.1.1 Zugprüfung ... 85
A.1.2 Biegeprüfungen ... 85
A.2 Prüfungen an Bauteilen ... 86
A.2.1 Druckprüfung am kurzen Stützenstück ... 86
A.2.2 Druckprüfungen an Stützen — Prüfung des Einflusses von Beulen mit Veränderung der Querschnittsform ... 88
A.2.3 Druckprüfungen an (langen) Stützen — Ermittlung von Knicklängen ... 91
A.2.4 Schubsteifigkeitsprüfungen am Rahmen ... 95
A.2.5 Biegeprüfungen an Stützenprofilen ... 102
A.2.6 Biegeprüfungen an Trägern ... 104
A.3 Prüfungen an Anschlüssen ... 107
A.3.1 Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen ... 107
A.3.2 Ermittlung des Anschlussspiels an einer Anschlusslasche ... 113
A.3.3 Scherprüfung an Trägeranschlusslaschen und Sicherungselementen ... 116
A.3.4 Prüfung der Wechselwirkungen zwischen Moment und Scherkraft an Trägeranschlusslaschen ... 118
A.3.5 Prüfung von Bodenanschlüssen ... 120
A.3.6 Prüfung an Stützenstößen ... 126

Anhang B (informativ) Näherungsmethoden ... 128
B.1 Allgemeines ... 128
B.2 Näherungsberechnung der Stabilität in Ganglängsrichtung — Verfahren der verstärkten Verschiebung ... 128
B.2.1 Allgemeines ... 128
B.2.2 Verstärkungsfaktor ... 129
B.2.3 Lineare elastische Berechnung ... 130
B.2.4 Kritischer elastischer Wert ... 130

B.3 Näherungsberechnung eines gleichmäßigen Lagerregals in Ganglängsrichtung ... 130
B.3.1 Näherungsgleichung für regelmäßige Konstruktionen ... 130
B.3.2 Zusätzliche Biegemomente aufgrund von Schachbrettbelastung ... 132
B.3.3 Bemessungsbiegemomente ... 133
B.3.4 Bemessungslast in den Außenstützen ... 134
B.4 Näherungsberechnung der Stabilität in Gangquerrichtung ... 134
B.4.1 Allgemeines ... 134
B.4.2 Allgemeines Knicken der Ständerrahmen ... 134
B.4.3 Schersteifigkeit des Ständerrahmens ... 135
B.4.4 Multiplikationsfaktor β ... 135
B.5 Näherungsbemessung für symmetrisch belastete Träger ... 137
B.5.1 Biegemoment an der Spannmitte ... 137
B.5.2 Durchbiegung ... 138
B.5.3 Scherkraft ... 139
B.5.4 Trägeranschlusslasche ... 139
B.5.5 Äquivalente Trägerlasten ... 140

Anhang C (informativ) Korrektur der Biegemomente und Durchbiegung von Trägern aufgrund des Spiels ... 141

Anhang D (informativ) Rahmenspiel ... 143
D.1 Allgemeines ... 143
D.2 Rahmenaussteifungstypen ... 143
D.3 Spiel ... 144

Anhang E (normativ) Widerstand von Druckstäben nach EN 1993-1-1 und -3 ... 146
E.1 Verifikation von Querschnitten ... 146
E.2 Bemessungstragfähigkeit in Bezug auf Biegeknicken ... 146
E.2.1 Allgemeines ... 146
E.2.2 Knickkurven ... 147
E.3 Bemessungswiderstand bezogen auf Drill- und Biegedrillknicken ... 147
E.4 Kombinierte Biegung und Längsbelastung ... 148
E.4.1 Allgemeines ... 148
E.4.2 Biegung und Längsdruck — Widerstand von Profilen ... 148
E.4.3 Biegung und Längsdruck — Knickwiderstand von Stabelementen ... 149
E.4.4 Biegung und Zuglast ... 152

Anhang F (informativ) Leitlinien zur Bestimmung der kritischen Länge für die Prüfung des Beulens in Verbindung mit Veränderungen der Querschnittsform ... 153
F.1 Einleitung ... 153
F.2 Länge in Relation zu den Endbedingungen im Prüfaufbau ... 153
F.3 Verfahren zur Bestimmung der kritischen Länge des Beulens in Verbindung mit Veränderungen der Querschnittsform ... 154
F.3.1 Schritt 1 ... 154
F.3.2 Schritt 2 ... 154
F.3.3 Schritt 3 ... 156
F.3.4 Schritt 4 ... 156
F.3.5 Schritt 5 ... 157
F.3.6 Schritt 6 ... 157

Anhang G (informativ) Eigenschaften der äquivalenten Querschnitte ... 158

Anhang H (informativ) Leitlinien zur Modellierung der Rückenverstrebung in ausgesteiften Palettenregalen ... 161

Anhang I (informativ) Kaltgewalzter Stahl ... 169

Anhang J (informativ) Systeme mit zufälliger Einlagerung ... 170

Anhang K (informativ) Positions-Ungenauigkeiten ... 171

Anhang L (informativ) Trägerstabilität — einschließlich ineinandergreifende „C“-Profile ... 173
L.1 Allgemeines ... 173

L.2 Ungefähre Grenzwerte ... 173

Anhang M (informativ) Werkseigene Produktionskontrolle ... 175
M.1 Allgemeines ... 175
M.2 Prüfhäufigkeit ... 175
M.3 Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen ... 175
M.4 Biegeprüfungen ... 176

Anhang N (informativ) A-Abweichungen ... 177
N.1 Niederländische Abweichungen aufgrund nationaler Gesetzgebung ... 177
N.2 Italienische Abweichungen aufgrund nationaler Gesetzgebung ... 177

Anhang O (informativ) Bitumenböden ... 179

Anhang P (informativ) Typisches Belastungsmuster bei einer gleichmäßigen Regalauslegung ... 181

Literaturhinweise ... 183