

DIN EN 15512:2021-06 (D)

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

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort	8
Einleitung	9
0.1 Regale.....	9
0.2 Bedarf an EN-Normen für Regale in Ergänzung zu den Eurocodes	9
0.3 Zusammenarbeit.....	9
0.4 Regale und Arbeitsmittelvorschriften	9
0.5 Weitere, speziell für EN 15512 anzuwendende Informationen	10
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	12
4 Symbole	17
5 Annahmen und Konventionen	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Lot.....	20
5.3 Definition der Achse des Stabelements	20
6 Auslegungsgrundlagen	21
6.1 Anforderungen	21
6.1.1 Grundlegende Anforderungen.....	21
6.1.2 Bemessungslebensdauer	21
6.1.3 Anforderungen an Palettenregale.....	21
6.2 Grundsätzliches zur Auslegung mit Grenzzuständen.....	21
6.2.1 Allgemeines	21
6.2.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit	21
6.2.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	22
6.3 Einwirkungen.....	22
6.3.1 Allgemeines	22
6.3.2 Permanente Einwirkungen.....	22
6.3.3 Veränderliche Einwirkungen.....	22
6.3.4 Außergewöhnliche Einwirkungen	30
6.4 Kombination von Einwirkungen.....	31
6.4.1 Allgemeines	31
6.4.2 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	32
6.4.3 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	32
6.5 Teilsicherheitsfaktoren.....	33
6.5.1 Belastungsfaktoren.....	33
6.5.2 Materialfaktoren.....	34
7 Materialien.....	34
7.1 Stahl	34
7.1.1 Allgemeines	34
7.1.2 Materialeigenschaften	35
7.1.3 Stahltypen ohne garantierte mechanische Eigenschaften	35
7.1.4 Ungeprüfte Stähle	36
7.1.5 Durchschnittsstreckgrenze von Profilen.....	36
7.1.6 Spezielle Auswahl von Produktionsmaterial	36

7.1.7	Bruchzähigkeit	36
7.1.8	Maßtoleranzen	37
7.2	Bodenmaterialien.....	38
7.2.1	Betonböden	38
7.2.2	Bitumenböden.....	38
7.2.3	Sonstige Bodenmaterialien.....	38
8	Dauerhaftigkeit.....	38
9	Konstruktionsanalyse.....	39
9.1	Strukturmodellierung zur Analyse.....	39
9.1.1	Strukturmodellierung zur Analyse und Grundvoraussetzung.....	39
9.1.2	Anschlussmodellierung.....	39
9.1.3	Wechselbeziehung von Tragwerk und Boden	42
9.1.4	An der Gebäudekonstruktion abgestützte Regale.....	45
9.2	Gesamtsystemanalyse.....	45
9.2.1	Auswirkungen deformierter Geometrie der Konstruktion	45
9.2.2	Analyseverfahren	46
9.2.3	Strukturstabilität von Rahmen	47
9.3	Imperfektionen	52
9.3.1	Allgemeines	52
9.3.2	Gesamtperfektionen	52
9.3.3	Örtliche Aussteifungsperfektionen	54
9.3.4	Bauteilperfektionen.....	55
10	Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	56
10.1	Widerstand der Profile und Stabelemente	56
10.1.1	Allgemeines	56
10.1.2	Querschnittswerte	56
10.1.3	Druckstäbe.....	57
10.1.4	Biegestäbe.....	59
10.1.5	Zugelemente.....	60
10.2	Auslegung von Trägern	61
10.2.1	Allgemeines	61
10.2.2	Auswirkungen der Wechselwirkung zwischen Ladeinheit und Träger	61
10.2.3	Spielkorrektur.....	63
10.2.4	Bemessungswert des plastischen Widerstands	63
10.2.5	Knicklänge von Trägern in aussteiften Palettenregalen.....	63
10.2.6	Träger, die Biegung und Torsion ausgesetzt sind	64
10.2.7	Träger, die von Verformung beeinflusst werden.....	65
10.3	Auslegung von Stützen.....	65
10.3.1	Allgemeines	65
10.3.2	Knickkurven.....	65
10.3.3	Biegeknicklänge.....	65
10.3.4	Drillknicklänge.....	68
10.4	Auslegung der Rahmenaussteifung	70
10.4.1	Allgemeines	70
10.4.2	Robustheit.....	70
10.4.3	Knicklänge der Rahmenaussteifung.....	71
10.5	Auslegung der Reihen-Abstandhalter.....	72
11	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	73
11.1	Allgemeines	73
11.2	Träger	73
11.3	Träger von Laufgängen oder von Regalen abgestützten Bühnen.....	73
12	Bemessung von Anschlüssen.....	73
12.1	Allgemeines	73

12.2	Auslegung von Trägeranschlusslaschen	73
12.2.1	Bemessungswerte von Widerstandsmoment und Scherwiderstand	73
12.2.2	Kombination von Moment und Scherkraft.....	73
12.2.3	Umgekehrtes Moment.....	74
12.3	Auslegung von Trägersicherungselementen.....	74
12.4	Auslegung von Stoßlaschen	74
12.5	Auslegung von Fußplatten	75
12.5.1	Allgemeines	75
12.5.2	Druck.....	75
12.5.3	Spannung	76
12.6	Auslegung der Fußverdübelung.....	76
12.6.1	Allgemeines	76
12.6.2	Robustheit.....	76
13	Bemessung durch Prüfung	76
13.1	Allgemeines	76
13.2	Anforderungen an Prüfungen	77
13.2.1	Ausrüstung.....	77
13.2.2	Auflagebedingungen.....	78
13.2.3	Ansetzen der Lasten	78
13.2.4	Laststufen	78
13.2.5	Prüfmaterialien.....	78
13.2.6	Zusammenstellen von Prüfstücken	78
13.2.7	Prüfberichte.....	78
13.3	Beurteilung der Prüfergebnisse.....	79
13.3.1	Definition der Versagenslast.....	79
13.3.2	Anpassung der Prüfergebnisse.....	79
13.3.3	Ableitung von charakteristischen Werten	82
13.3.4	Charakteristische Werte für eine Prüfserie.....	83
13.3.5	Interpolation zwischen Prüfergebnissen	84
14	Kennzeichnung und Beschilderung — Kennzeichnung der Leistung von Regalanlagen.....	84
Anhang A (normativ) Prüfung.....		85
A.1	Materialprüfungen.....	85
A.1.1	Zugprüfungen.....	85
A.1.1.1	Allgemeines.....	85
A.1.1.2	Zugprüfung von Trägeranschlüssen.....	85
A.1.2	Biegeprüfungen.....	85
A.2	Prüfungen an Bauteilen.....	86
A.2.1	Druckprüfung am kurzen Stützenstück	86
A.2.1.1	Zweck der Prüfung	86
A.2.1.2	Prüfanordnung und -verfahren	86
A.2.1.3	Korrekturen an den Beobachtungen.....	87
A.2.1.4	Ableitung der Ergebnisse.....	88
A.2.2	Druckprüfungen an Stützen — Prüfung des Einflusses von Beulen mit Veränderung der Querschnittsform	88
A.2.2.1	Zweck der Prüfung	88
A.2.2.2	Prüfanordnung und -verfahren	88
A.2.2.3	Korrekturen an den Beobachtungen.....	89
A.2.2.4	Ableitung der Prüfergebnisse	89
A.2.3	Druckprüfungen an (langen) Stützen — Ermittlung von Knicklängen.....	91
A.2.3.1	Zweck der Prüfung	91
A.2.3.2	Prüfaufbau.....	91
A.2.3.3	Prüfverfahren.....	92
A.2.3.4	Korrekturen an den Beobachtungen.....	93
A.2.3.5	Ableitung der Stützenkurve.....	93

A.2.4	Schubsteifigkeitsprüfungen am Rahmen.....	94
A.2.4.1	Zweck der Prüfungen	94
A.2.4.2	Verfahren A, Beaufschlagung des Rahmens in Längsrichtung.....	94
A.2.4.2.1	Prüfaufbau.....	94
A.2.4.2.2	Prüfverfahren.....	96
A.2.4.2.3	Korrekturen an den Beobachtungen.....	96
A.2.4.2.4	Ableitung der Ergebnisse.....	96
A.2.4.3	Alternatives Verfahren „B“ mittels umkehrbarer Scherbelastung an einem Rahmen in Gangquerrichtung	97
A.2.4.3.1	Allgemeines.....	97
A.2.4.3.2	Prüfaufbau.....	97
A.2.4.3.3	Prüfverfahren.....	99
A.2.4.3.4	Korrekturen an den Beobachtungen.....	99
A.2.4.3.5	Ableitung der Ergebnisse.....	99
A.2.5	Biegeprüfungen an Stützenprofilen	100
A.2.5.1	Zweck der Prüfung	100
A.2.5.2	Prüfaufbau.....	100
A.2.5.3	Prüfverfahren.....	102
A.2.5.4	Korrekturen an den Beobachtungen.....	102
A.2.5.5	Ableitung der Ergebnisse.....	102
A.2.6	Biegeprüfungen an Trägern	102
A.2.6.1	Zweck der Prüfung	102
A.2.6.2	Prüfaufbau.....	102
A.2.6.3	Prüfverfahren.....	104
A.2.6.4	Korrekturen an den Beobachtungen.....	104
A.2.6.5	Ableitung der Ergebnisse.....	104
A.3	Prüfungen an Anschlüssen.....	105
A.3.1	Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen	105
A.3.1.1	Zweck der Prüfung	105
A.3.1.2	Prüfaufbau.....	105
A.3.1.3	Prüfverfahren.....	107
A.3.1.4	Korrekturen an den Beobachtungen.....	107
A.3.1.5	Ableiten von Ergebnissen und Verfahren zur Definition der Kurven	108
A.3.1.5.1	Verfahren 1:.....	108
A.3.1.5.2	Verfahren 2:.....	108
A.3.1.5.3	Allgemeines.....	108
A.3.1.5.4	Verfahren zur Ableitung einer bilinearen Kurve.....	109
A.3.1.5.5	Verfahren zur Ableitung einer multilinearen Kurve.....	110
A.3.2	Ermittlung des Anschlussspiels an einer Anschlusslasche	111
A.3.2.1	Zweck der Prüfung	111
A.3.2.2	Alternative Prüfanordnung „A“ mittels doppelwirkendem Lastgeber	111
A.3.2.2.1	Allgemeines.....	111
A.3.2.2.2	Prüfverfahren.....	111
A.3.2.2.3	Korrekturen an den Beobachtungen.....	112
A.3.2.2.4	Ableitung von Ergebnissen.....	112
A.3.2.3	Alternative „B“ mittels zweier Kragträger und einer zentralen Stütze	112
A.3.2.3.1	Prüfaufbau.....	112
A.3.2.3.2	Prüfverfahren.....	113
A.3.2.3.3	Korrekturen an den Beobachtungen.....	114
A.3.2.3.4	Ableitung von Ergebnissen.....	114
A.3.3	Scherprüfungen an Trägeranschlusslaschen und Sicherungselementen.....	114
A.3.3.1	Zweck der Prüfung	114
A.3.3.2	Prüfaufbau.....	114
A.3.3.3	Prüfverfahren.....	116
A.3.3.4	Korrekturen an den Beobachtungen.....	116

A.3.3.5	Ableitung der Ergebnisse.....	116
A.3.4	Prüfung der Wechselwirkungen zwischen Moment und Scherkraft an Trägeranschlusslaschen	116
A.3.4.1	Zweck der Prüfung	116
A.3.4.2	Prüfaufbau.....	116
A.3.4.3	Prüfverfahren.....	116
A.3.4.4	Korrekturen an den Beobachtungen.....	116
A.3.4.5	Ableitung des Biege- und Scherwiderstands	116
A.3.4.6	Ableitung der Wechselwirkungskurve zwischen Moment und Scherkraft.....	117
A.3.4.7	Verallgemeinertes Verhältnis zwischen Moment und Scherkraft.....	117
A.3.5	Prüfung von Bodenanschlüssen.....	118
A.3.5.1	Zweck der Prüfung	118
A.3.5.2	Wiederverwendung von Betonblöcken.....	118
A.3.5.3	Alternative „A“ mittels zweier Stützenlängen mit zentralem Betonblock.....	118
A.3.5.3.1	Prüfaufbau.....	118
A.3.5.3.2	Prüfverfahren.....	120
A.3.5.4	Alternative B mittels einzelner Stützenprofilstück und einem Endbetonblock.....	121
A.3.5.4.1	Prüfaufbau.....	121
A.3.5.4.2	Prüfverfahren.....	122
A.3.5.5	Korrekturen an den Beobachtungen.....	123
A.3.5.6	Ableitung der Ergebnisse.....	123
A.3.6	Prüfung an Stützenstößen.....	124
A.3.6.1	Zweck der Prüfung	124
A.3.6.2	Prüfaufbau.....	124
A.3.6.3	Prüfverfahren.....	125
A.3.6.4	Korrektur der Beobachtungen.....	125
A.3.6.5	Ableitung der Ergebnisse.....	125
	Anhang B (informativ) Näherungsverfahren	126
B.1	Allgemeines	126
B.2	Näherungsberechnung der Stabilität in Ganglängsrichtung — Methode der verstärkten Verschiebung.....	126
B.2.1	Allgemeines	126
B.2.2	Verstärkungsfaktor	127
B.2.3	Lineare elastische Berechnung	127
B.2.4	Kritischer elastischer Wert.....	128
B.3	Näherungsberechnung eines gleichmäßigen Lagerregals in Ganglängsrichtung	128
B.3.1	Näherungsgleichung für regelmäßige Konstruktionen	128
B.3.2	Zusätzliche Biegemomente aufgrund von Schachbrettbelastung	130
B.3.3	Bemessungsbiegemomente	131
B.3.4	Bemessungslast in den Außenstützen	132
B.4	Näherungsberechnung der Stabilität in Gangquerrichtung	132
B.4.1	Allgemeines	132
B.4.2	Allgemeines Knicken der Rahmen	132
B.4.3	Schersteifigkeit des Ständerrahmens	133
B.4.4	Multiplikationsfaktor β	133
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.....	138
B.5.4	Trägeranschlusslasche	139
B.5.5	Äquivalente Trägerlasten.....	139
	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.....	148
E.4	Kombinierte Biegung und Längsbelastung.....	149
E.4.1	Allgemeines	149
E.4.2	Biegung und Längsdruck — Widerstand von Profilen.....	149
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	156
F.3.6	Schritt 6.....	157
Anhang G (informativ) Werte der äquivalenten Querschnitte.....		158
Anhang H (informativ) Leitlinien zur Modellierung der Rückenverstrebung in ausgesteiften Palettenregalen.....		161
Anhang I (informativ) Kaltgewalzter Stahl.....		168
Anhang J (informativ) Systeme mit zufälliger Einlagerung.....		169
Anhang K (informativ) Positions-Ungenauigkeiten		170
Anhang L (informativ) Trägerstabilität — einschließlich ineinandergreifende „C“-Profile.....		171
L.1	Allgemeines	171
L.2	Ungefähre Grenzwerte	171
Anhang M (informativ) Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)		172
M.1	Allgemeines	172
M.2	Prüfhäufigkeit.....	172
M.3	Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen	172
M.4	Biegeprüfungen.....	172
Anhang N (informativ) A-Abweichungen.....		173
Anhang O (informativ) Bitumenböden.....		175
Anhang P (informativ) Typisches Belastungsmuster bei einer gleichmäßigen Regalauslegung		176
Literaturhinweise.....		178