

# 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 ausgesteiften 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	<b>Schubsteifigkeitsprüfungen am Rahmen</b> .....	94
A.2.4.1	Zweck der Prüfungen .....	94
A.2.4.2	<b>Verfahren A, Beaufschlagung des Rahmens in Längsrichtung</b> .....	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	<b>Alternatives Verfahren „B“ mittels umkehrbarer Scherbelastung an einem Rahmen in Gangquerrichtung</b> .....	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	<b>Biegeprüfungen an Stützenprofilen</b> .....	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	<b>Biegeprüfungen an Trägern</b> .....	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	<b>Prüfungen an Anschlüssen</b> .....	105
A.3.1	<b>Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen</b> .....	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	<b>Ableiten von Ergebnissen und Verfahren zur Definition der Kurven</b> .....	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	<b>Ermittlung des Anschlussspiels an einer Anschlusslasche</b> .....	111
A.3.2.1	Zweck der Prüfung .....	111
A.3.2.2	<b>Alternative Prüfanordnung „A“ mittels doppelwirkendem Lastgeber</b> .....	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	<b>Alternative „B“ mittels zweier Kragträger und einer zentralen Stütze</b> .....	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	<b>Scherprüfungen an Trägeranschlusslaschen und Sicherungselementen</b> .....	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
	<b>Anhang B (informativ) Näherungsverfahren .....</b>	<b>126</b>
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 $\beta$ .....	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
	<b>Anhang C (informativ) Korrektur der Biegemomente und Durchbiegung von Trägern aufgrund des Spiels .....</b>	<b>141</b>
	<b>Anhang D (informativ) Rahmenspiel .....</b>	<b>143</b>

D.1	Allgemeines .....	143
D.2	Rahmenaussteifungstypen.....	143
D.3	Spiel .....	144
<b>Anhang E (normativ) Widerstand von Druckstäben nach EN 1993-1-1 und -3.....</b>		<b>146</b>
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
<b>Anhang F (informativ) Leitlinien zur Bestimmung der kritischen Länge für die Prüfung des Beulens in Verbindung mit Veränderungen der Querschnittsform .....</b>		<b>153</b>
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
<b>Anhang G (informativ) Werte der äquivalenten Querschnitte.....</b>		<b>158</b>
<b>Anhang H (informativ) Leitlinien zur Modellierung der Rückenverstrebung in ausgesteiften Palettenregalen.....</b>		<b>161</b>
<b>Anhang I (informativ) Kaltgewalzter Stahl.....</b>		<b>168</b>
<b>Anhang J (informativ) Systeme mit zufälliger Einlagerung.....</b>		<b>169</b>
<b>Anhang K (informativ) Positions-Ungenauigkeiten .....</b>		<b>170</b>
<b>Anhang L (informativ) Trägerstabilität — einschließlich ineinandergreifende „C“-Profile.....</b>		<b>171</b>
L.1	Allgemeines .....	171
L.2	Ungefähre Grenzwerte .....	171
<b>Anhang M (informativ) Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) .....</b>		<b>172</b>
M.1	Allgemeines .....	172
M.2	Prüfhäufigkeit.....	172
M.3	Biegeprüfungen an Trägeranschlüssen .....	172
M.4	Biegeprüfungen.....	172
<b>Anhang N (informativ) A-Abweichungen.....</b>		<b>173</b>
<b>Anhang O (informativ) Bitumenböden.....</b>		<b>175</b>
<b>Anhang P (informativ) Typisches Belastungsmuster bei einer gleichmäßigen Regalauslegung .....</b>		<b>176</b>
<b>Literaturhinweise.....</b>		<b>178</b>