

Sicherheit von Regalen

Veranstaltung des VDRI bei der BGHM in Mainz 11.04.2013

Franco Rovedo, Fachbereich „Handel und Logistik“
April 2013

Inhalt

- Rechtsgrundlagen
- Prüfung von Regalen
- Reparatur von Regalen
- Statische Reserven

Rechtsgrundlagen



- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG; seit 1.12.2011)
- Maschinenverordnung (kraftbetr. Regale)
- Betriebssicherheitsverordnung

Konkretisierung durch:

- Europäische Normen
- BGR 234 (enthält Bau- und Ausrüstungs- sowie Betriebsbestimmungen)

Seite 3

Normen im CEN/TC 344 bzw im CEN/TC 149:



EN 15512: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – verstellbare Palettenregale – Grundlagen der statischen Bemessung

EN 15620: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – verstellbare Palettenregale – Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume

EN 15629: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Spezifikation von Lagereinrichtungen

EN 15635: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Anwendung und Wartung von Lagereinrichtungen

EN 15095: Kraftbetriebene verschiebbare Paletten- und Fachbodenregale, Umlaufregale und Lagerlifte – Sicherheitsanforderungen

Seite 4

Anwendungsbereich BGR 234 „Lagereinrichtungen und -geräte



1.1 Diese BG-Regel findet Anwendung auf Lagereinrichtungen und -geräte.

1. **Lagereinrichtungen** sind ortsfeste sowie verfahrbare Regale und Schränke.
2. **Lagergeräte** sind zur Wiederverwendung bestimmte Paletten mit oder ohne Stapelhilfsmittel sowie Stapelbehälter.

Seite 5

Weiterhin durch BGR 234 abgedeckt:



- Bau- und Ausrüstungsbestimmungen nicht kraftbetriebener Regale und Schränke, mit Ausnahme von Palettenregalen
- Stapelung von Ladeeinheiten mit Lagergeräten / Bau und Ausrüstung

Seite 6

DIN EN 15635

DEUTSCHE NORM

August 2009

DIN EN 15635**DIN**

ICS 53.080

**Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl –
Anwendung und Wartung von Lagereinrichtungen;
Deutsche Fassung EN 15635:2008**

Alter Titel des Entwurfes: Verstellbare Palettenregale-Leitlinien zum sicheren Arbeiten

Zu den Inhalten im einzelnen:

Seite 7

1 Anwendungsbereich

*Im Anwendungsbereich zwar nicht eindeutig definiert, aber faktisch
enthalten dadurch, dass die Norm Regelungen hierzu enthält:*

Palettenregale
Fachbodenregale
Einfahrregale
Durchfahrregale
Kragarmregale



Seite 8

1 Anwendungsbereich



Im Anwendungsbereich zwar nicht eindeutig definiert, aber faktisch enthalten dadurch, dass die Norm Regelungen hierzu enthält:

Durchlaufregal

Einschubregal

Verschieberegale (ortsfest?)

Regalbühnen



Seite 9

5 Wichtige Daten für den Benutzer



Um eine sichere Nutzung der Lagereinrichtung sicherzustellen:

.....
.....
.....

h) Die Lagereinrichtung wird für keine besonderen Einwirkungen ausgelegt, außer den normalen Belastungen und der Kräfte, die durch sorgfältige und richtige Benutzung des Fördermittels durch geschultes Bedienpersonal entstehen, es sei denn, die Spezifikation enthält eine Anforderung für Stoßwiderstand und der Vermeidung von Zusammenstößen.

D.h., das Anfahren von Stützen ist bei der Bemessung der Regale völlig unberücksichtigt geblieben.

Seite 10

8.1.1 Beauftragter für die Lagersicherheit



Der Benutzer muss einen Beauftragten für die Lagersicherheit benennen und der Name des Sicherheitsbeauftragten sollte den Mitarbeitern im Lagerbetrieb bekannt gegeben werden.

Seite 11

9 Sicherheit der Lagereinrichtung im Gebrauch und Bewertung von beschädigten Bauteilen



*Verantwortung des Betreibers wird in diesem Abschnitt 9
Besonders groß geschrieben*

Der Benutzer der Lagereinrichtung trägt die Verantwortung für die Sicherheit der Personen, die in der Nähe der Einrichtungen arbeiten. Weiterhin ist er verantwortlich für den sicheren Betriebszustand der benutzten Einrichtungen.

Seite 12

9.4.1 Allgemeines



Lagereinrichtungen sind regelmäßig auf Sicherheit und speziell auf etwaige entstandene Beschädigungen zu kontrollieren. Reparaturen sind in wirksamer Weise zeitnah zu erledigen unter Beachtung der ständigen Sicherheit des Systems, denn dies ist die Grundlage der Auslegung.

Seite 13

Regelmäßige Prüfung nach Betriebssicherheitsverordnung



Lagereinrichtungen: Arbeitsmittel im Sinne der
Betriebssicherheitsverordnung

§3, Abs. 3: Für Arbeitsmittel sind insbesondere Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen zu ermitteln. Ferner hat der Arbeitgeber die notwendigen Voraussetzungen zu ermitteln und festzulegen, welche die Personen erfüllen müssen, die von ihm mit der Prüfung oder Erprobung von Arbeitsmitteln zu beauftragen sind.

*§10: Unterliegen Arbeitsmittel Schäden verursachenden Einflüssen, die zu gefährlichen Situationen führen können, hat der Arbeitgeber die Arbeitsmittel entsprechend den nach § 3 Abs. 3 ermittelten Fristen durch hierzu **befähigte Personen** überprüfen und erforderlichenfalls erproben zu lassen.*

Seite 14

Befähigte Person entsprechend TRBS 1203



In Abschnitt 9.4.2.3 „Experteninspektionen“ wird eine Inspektion durch eine "fachkundige Person“ gefordert; hierbei dürfte es sich um die befähigte Person entsprechend der TRBS 1203 „Befähigte Personen“ handeln:

Fachkenntnisse, erworben durch:

1. *Abgeschlossene Berufsausbildung,*
2. *Berufserfahrung und*
3. *zeitnahe berufliche Tätigkeit im Umfeld der anstehenden Prüfung des Prüfgegenstandes und eine angemessene Weiterbildung*

Die befähigte Person unterliegt bei ihrer Prüftätigkeit keinen fachlichen Weisungen und darf wegen dieser nicht benachteiligt werden.

Seite 15

Sachkundiger entsprechend BGR 234:



"Sachkundiger ist, wer auf Grund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse über das jeweilige Arbeitsmittel besitzt und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. BG-Regeln, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technische Regeln soweit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand des Arbeitsmittels beurteilen kann.

Diese Anforderungen erfüllen z.B. die einschlägig ausgebildeten und erfahrenen Monteure der Hersteller und Wartungsfirmen sowie entsprechend ausgebildetes betriebszugehöriges Personal"

Seite 16

9.4.2 Inspektion



Die Inspektion sollte systematisch und regelmäßig durchgeführt werden. Sie ist üblicherweise vom Boden aus durchzuführen,, es sei denn, es gibt Anzeichen von Problemen,

9.4.2.2 Sichtkontrollen

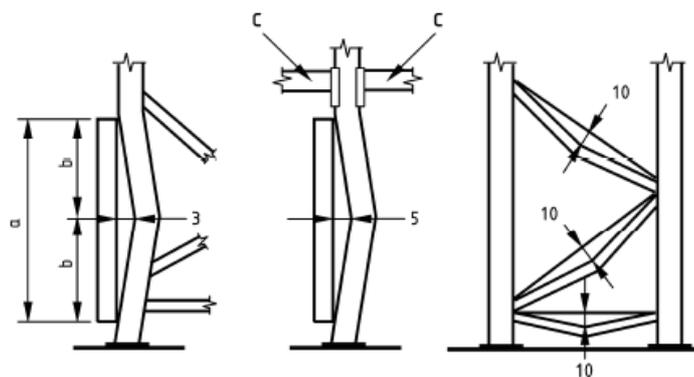
Der Sicherheitsbeauftragte muss sicherstellen, dass Inspektionen wöchentlich durchgeführt werden, bzw. in anderen regelmäßigen Abständen, die einer Risikoanalyse zugrunde liegen.

inoffizielle Definition: Interne Prüfung

Unter den Buchstaben a) bis l) sind die einzelnen Prüfpunkte aufgeführt:

Seite 17

a) Schäden durch Stoßeinwirkung, an Stützen, Verbände



Legende

- a Messlänge 1 000 mm
- b Hälfte der Messlänge
- c Palettenregalträger

Grenzwerte für **GRÜNE GEFAHRENSTUFE**: Werte aus Skizze

Grenzwerte für **ORANGENE GEFAHRENSTUFE**: Doppelte Werte

Grenzwerte für **ROTE GEFAHRENSTUFE**: größer als doppelte Werte

Bild 14 — Ansicht mit Schadensmessverfahren typischer Stützen- und Aussteifungsprofile von verstellbaren Palettenregalen

Seite 18

a) Schäden durch Stoßeinwirkung, an Stützen, Verbände



GRÜNE GEFAHRENSTUFE, die nur eine Überwachung erfordert

Keine Verminderung der auf dem Belastungsschild angegebenen Tragfähigkeit erforderlich; Regalbauteile sicher und betriebsfähig

**AUSSAGE STEHT IM WIDERSPRUCH ZU DEN AUSFÜHRUNGEN
IN ANHANG D !!**

9.5.3 ORANGE GEFAHRENSTUFE — gefährliche Beschädigung, die
baldmöglichstes Handeln erfordert

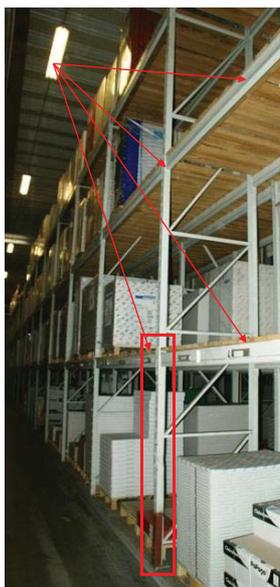
Nach der Entlastung darf nicht wieder belastet werden.

9.5.4 ROTE GEFAHRENSTUFE — sehr schwere Beschädigung, die
umgehendes Handeln erfordert

Sofortige Entladung und Sperrung des Regals, bis die Reparatur
Durchgeführt worden ist

Seite 19

a) Schäden durch Stoßeinwirkung, an Stützen



Entlastete Regalfelder wegen
schwerer Beschädigung
einer Stütze. Sperrung erforderlich

Zusätzlicher Mangel:
Reparaturschweißung ohne
Nachweis



Seite 20

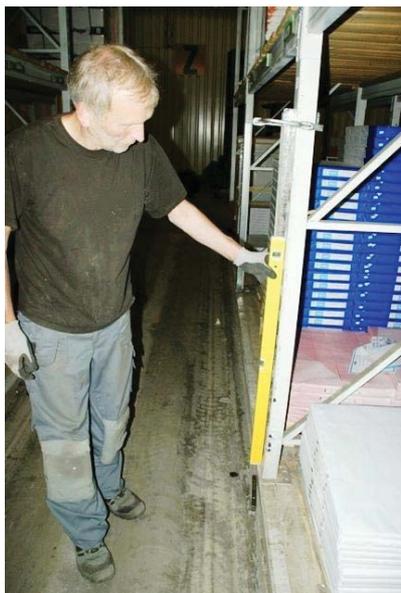
a) Schäden durch Stoßeinwirkung,
an Stützen



Schäden auch in höheren Bereichen möglich; Systematik anwenden

Seite 21

a) Schäden durch Stoßeinwirkung,
an Stützen



Seite 22

a) Schäden durch Stoßeinwirkung, an Stützen



Max.
5mm



Seite 23

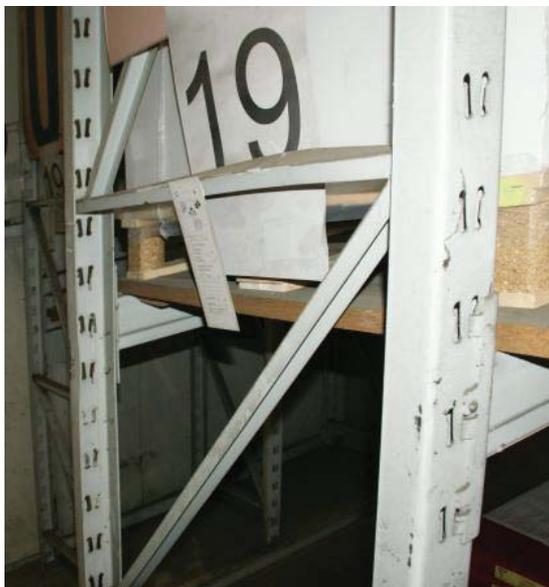
a) Schäden durch Stoßeinwirkung an Stützen



Schäden in der
„freien Länge“
kritischer als in
Der Nähe von
„Festpunkten“
(Fußplatte,
Trägeranschluss)

Seite 24

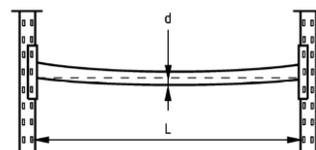
a) Schäden durch Stoßeinwirkung an Verbänden



Verformungen an Verbänden eher unkritisch, wenn nur auf Zug Beansprucht. (10 mm/m zulässig)
Wichtig: Verbindung zur Stütze

Seite 25

a) Schäden durch Stoßeinwirkung oder Überlastung an Träger



Durchbiegung:

- elastisch:
bei Nennlast maximal $1/200$ der Spannweite oder 5mm/m
- plastisch:
unbelastet maximal 20% der Durchbiegung bei Nennlast (d.h max $1/1000$ der Spannweite Oder 1mm/m)

Horizontale plastische Verformung:
maximal 50 % der elastischen Durchbiegung bei Nennlast (d.h max $1/400$ der Spannweite oder 2,5mm/m)

Seite 26

a) Schäden durch Stoßeinwirkung oder Überlastung an Träger



Überlastung lässt sich leicht feststellen durch Blick entlang der Gasse



Trägereinhängung vermutlich beim Auslagern ausgerissen

Seite 27

b) Lotrechte Regalstützen



Schiefstellung einer Stütze 2,6 % aufgrund defekter Sicherung der Fußplatte gegen Verschieben; gemessen mit digitaler Wasserwaage

Maximal zulässig: 0,5 %

Seite 28

c) Zustand und Wirksamkeit von Sicherungen



- Aushebesicherungen
- Sicherung gegen Verschieben der Stützen
- Anfahrerschutz in Eckbereichen

Seite 29

c) Zustand und Wirksamkeit von Sicherungen



Fehlende Aushebesicherungen



neu: Aushebekraft mindestens 5kN, ohne Maximalwert, bei FFZ.
BGR 234: zwischen 7,5kN und 10kN

Seite 30

c) Zustand und Wirksamkeit von Sicherungen



Sicherung gegen Verschieben der Stützen (Dübel, Schweißnaht)



Seite 31

c) Zustand und Wirksamkeit von Sicherungen



Verdrehte Stütze, beschädigte Dübelverbindung

Abgerissene Schweißnaht



Seite 32

c) Zustand und Wirksamkeit von Sicherungen



neu: $h_{\min} = 400 \text{ mm}$

Seite 33

d) Risse in Schweißnähten oder im Grundmaterial



Gerissene Schweißnaht

Seite 34

e) Zustand des Gebäudebodens



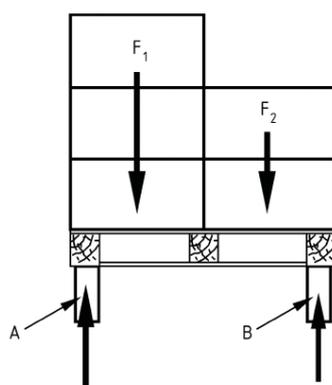
- ausreichende Festigkeit, keine Setzungen
- keine Gegenstände auf der Fahrbahn,
- Keine Schlaglöcher



eventuell Druckverteiler
Erforderlich (Fundamente,
Druckverteilungsbleche)

Seite 35

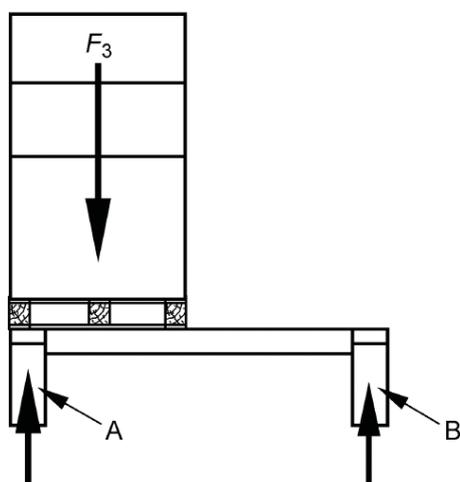
f) Lage der Lasten auf der Palette



Unsymmetrische Lastverteilung auf der Palette führt bei Ausnutzung der Tragfähigkeit zu einer Überlastung des Trägers „A“.

Seite 36

g) Position des Ladehilfsmittels auf dem Regal und auf dem Boden



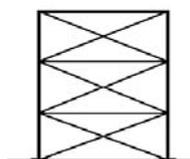
Bei einem Trägerabstand von 1m ergibt ein Versatz von 6 cm eine um 12% höhere Beanspruchung

Seite 37

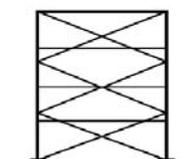
h) Regal ist nach der Montageanleitung gebaut



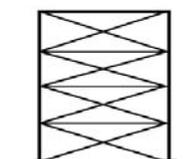
eventuell erforderliche Horizontal- und Vertikalverbände sind vorhanden und richtig angeordnet



a) Ursprüngliche Auslegung



b) Trägeranordnung geändert, evtl. unwirksame Rückenverstärkung



c) Rückenverstärkung entsprechend der neuen Auslegung geändert

Seite 38

h) Regal ist nach der Montageanleitung gebaut



eventuell erforderliche Distanzstücke zwischen Doppelregalen sind vorhanden, Richtung der Verbände stimmt



h) Regal ist nach der Montageanleitung gebaut



die Tragfähigkeitsangaben entsprechen den vorhandenen Feldweiten, Fachhöhen und eventuell der Anzahl der Felder



Palettenregal		
Baujahr	2004	
Regaltyp	S	
Auftrags-Nr.	1112002402	
Max. Feldlast	10.800	
Max. Etagenhöhe	2.500 mm	
Ständerprofil	100/20	
Lichte Weite	Profil	Fachlast
1.800 mm	85 - 20	1.500 kg
2.700 mm	100 - 20	2.250 kg
3.600 mm	135 - 30	3.000 kg
4.500 mm	1140	3.750 kg

Die Tragfähigkeitsangaben sind die maximale Feldlast nicht überhöhter Lagerung und gegebenenfalls anderer Lager. Bei Lagerung über erhöhten Regalen sind möglicherweise Tragfähigkeitsangaben zu berücksichtigen. Bitte die Aufbau- und Bedienungsanleitung beachten.

JUNGHEINRICH

Technische Daten:		
Oberkante:	1.000 mm	
1. Auflage:	2 x 1.000 mm	
Weitere Fachhöhen:	mm	
max. Belastung eines Auflagenpaares:		
Lichte Weite in mm	Profil	kg
2400	K115	2746
max. Feldlast: 8960 kg		
Regalhöhe: 5400 mm		
Bei Umbau ist die Bedienungsanleitung zu beachten!		

i) Belastungs- und Informationshinweise vorhanden und aktuell



! Regelmäßige Inspektion durchführen, Überprüfen:
 *die richtige Anwendung und Nutzen
 *Belastungen liegen innerhalb der zulässigen Sicherheitswerte
 *unfallbedingte Schäden bzw. Verwickeln von Konstruktionsstellen

! **SÄMTLICHE SCHÄDEN SIND DEM FÜR DIE SICHERHEIT DER LAGEREINRICHTUNG VERANTWORTLICHEN ZU MELDEN**

⊘ Keine Veränderungen der Konstruktion vornehmen ohne:
 *Überprüfung der Auswirkungen anhand der leistungswichtigen Daten des Herstellers oder
 *Genehmigung des Lieferanten zu besorgen

⊘ **REGALE NICHT BESTEIGEN**

! Vgl. EN 15635 „Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Anwendung und Wartung von Lagereinrichtungen“

! Im Zweifelsfall **IMMER** den Lieferanten einschalten

Lieferdatum: 01.01.2008	Projekt-Nr. 1234
----------------------------	---------------------

sämtliche Lasten müssen gleichmäßig verteilt sein

Einrichtungslieferant:



Neu: Angabe des maximal zulässigen Gewichtes der Ladeinheit (DIN EN 15512, Abschnitt 12.1)

j) keine Lagerplätze zu schwer beladen



Korrekturfaktor Spannung Korrekturfaktoren Durchbiegung

Tabelle G.1 – Trägerlastbeiwerte

Belastungsmuster	β_{s1}	β_b	β_{s3}
	1,0	1,0	1,0
	2,0	1,5	1,6
	1,2	1,2	1,21

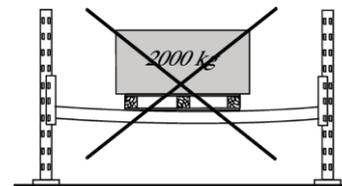


Bild E.7 – Gefährliche Überbelastung

k) die Stabilität der Ladeeinheiten ist zufriedenstellend



Seite 43

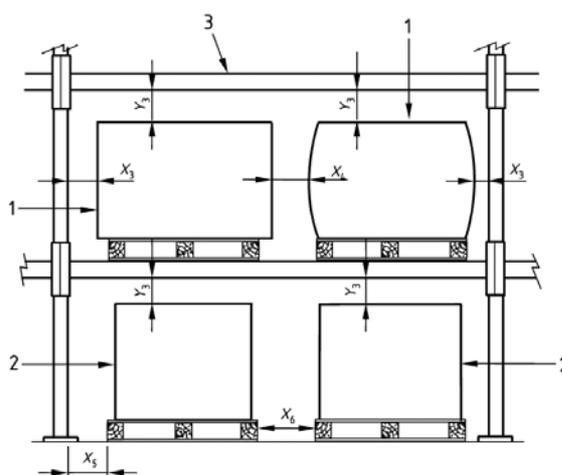
l) Maße der Ladeeinheiten sind zufriedenstellend



H	X	Y
3000	75	75
6000	75	100
9000	75	125
13000	100	150

Legende

- 1 Palette mit Ladungsüberhang
- 2 Palette ohne Ladungsüberhang
- 3 Träger ohne Durchbiegung



(Auszug aus DIN EN 15620)

Seite 44

Vorlage für Prüfung



Prüfung Palettenregal

Datum:

Adresse: Fa. Muster
Nahestr. 10
66666 Musterstadt

Gebäude: Halle 1

Regalart: Palettenregal

Hersteller: Regalhersteller
Straße 10
11111 Hausen

Regaltyp: XYZ 20

Montage- / Betriebsanleitung vorhanden ja / nein

Max. Feldlast: 20 t

Max. Fachlast: 2,25 t

Max Last Ladeinheit 750 kg

Prüfgegenstand

B = Belastungsangaben
D = Diagonalverband
E = Eck-Anfahrerschutz
L = Lotrechter Zustand der Regale
S = Stütze
Se = Seitliche Herabfallsicherung
Si = Sicherungsstift
T = Traverse
V = Verankerung

Beschädigung/Mangel

b = beschädigt
f = fehlt

Maßnahmen

i = instand setzen
m = montieren
e = ersetzen

Seite 45

Vorlage für Prüfung



Pos.	Reihe	Platz	Bauteil	Beschädigung/Mangel	Maßnahme	Bemerkung	Erledigt
1	12	84	S	b, rot	e	Feld entlasten	
2	12	93	S	b,orange	i		
3	14	112	S	b,rot	i	Feld entlasten	
4	15	145	Si	f	m		
5	15	155	L	Schiefstellung Stütze	ausrichten	Felder entlasten	
6	16	182	T	b, 2. T v. U.	e	Fach entlasten	

Seite 46

9.4.2.3 Experteninspektionen



In Abständen von nicht mehr als 12 Monaten ist eine Inspektion von einer fachkundigen Person durchzuführen.

Dem Sicherheitsbeauftragten ist ein schriftlicher Bericht über Beobachtungen und Vorschlägen zu jeglichen erforderlichen Handlungen zu übergeben.

9.4.3 Inspektionen von automatischen und Hochregalanlagen

....

b) eine Experteninspektion alle 12 Monate, die mindestens 20 % der Anlage umfasst, rollierend, sodass die gesamte Anlage alle 60 Monate inspiziert wird

.....

Seite 47

9.4.2.3 Experteninspektionen



Es bleibt zweifelhaft, welche Regale durch die befähigte Person einer Regelmäßigen Prüfung zu unterziehen sind.

Müssen Fachbodenregale, die von Hand be- und Entladen werden, geprüft werden?

Seite 48

Reparatur von Regalen



Zum Abschnitt 9.7.1 weist der NA 020-00-17 AA darauf hin, dass der Hersteller ... nur für eigenes schuldhaftes Verhalten haftet.

Dies ist regelmäßig nicht der Fall, wenn für den Schaden der Reparateur ursächlich ist, **indem er ohne Genehmigung des Herstellers selbst Reparaturen an Regalsystemen ausführt** oder Teile austauscht.

9.7.1 Auswechseln von beschädigten Bauteilen

Reparaturen an beschädigten Bauteilen sind nicht zulässig, es sei denn, sie sind **vom Lieferanten der Einrichtung genehmigt** worden.

Seite 49

Fachausschusssitzung



Am 16.02.2011 : Sitzung des Fachausschusses
„Förder- und Lagertechnik,
Sachgebiet „Lagereinrichtungen und –geräte“

Ergebnis: Reparatur von Regalen zulässig, auch ohne Zustimmung des Regalherstellers.

Voraussetzung: Reparateur garantiert und bescheinigt, dass Tragfähigkeit mindestens so gut ist wie im Neuzustand. Er muss auf Anfrage von Behörden (BG, Gewerbeaufsicht) einen Nachweis über die ausreichende Tragfähigkeit vorlegen (Berechnung, Versuche)

Seite 50

Reparierte Regalstütze



Reparatur von Regalen ist grundsätzlich nicht zu beanstanden, wenn der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit durch Berechnung und/oder Versuch erbracht wurde

Seite 51

Entlastung des Regals vor dem Richten?



Grundsätzlich Gefahr des Zusammenbruchs beim Richten
Von voll belasteten Stützen bei schweren Schäden.

Entlastung ohnehin erforderlich, wenn Roter Bereich erreicht wurde

Bis zum „Roten Bereich“ ist ein Richten ohne Entlastung denkbar, wenn während des gesamten Richtvorganges eine Verstärkung der Stütze durch das Richtwerkzeug gegeben ist.

Erfahrung und Verantwortungsbewusstsein der Firma, die die Reparatur durchführt, ist maßgebend

Seite 52

Bemessung von Palettenregalen



Es muss gelten:

$$F \cdot \gamma_f \cdot \gamma_M \leq R$$

F = Beanspruchung

R = Beanspruchbarkeit

γ_f = Lastfaktor

γ_M = Materialfaktor

S = R/F = $\gamma_f \cdot \gamma_M$ = Gesamt-Sicherheitsfaktor

Seite 53

Bedeutung der Sicherheitsfaktoren



γ_f : Streuungen in den Lasten, z. B.:

- ungleichmäßige Verteilung der Lasten im Fach
- Zusatzlasten durch Absetzen der Lasten
- Montageimperfectionen
- Einflüsse aus Unebenheiten des Hallenbodens

γ_M : • Toleranzen und Imperfectionen der Profilierung
 • Toleranzen der Materialstärke
 • Ungünstige Effekte aus Eigenspannungen
 • (Streuungen in der Materialgüte)

Seite 54

Sicherheit nach BGR 234



BGR 234 „Lagereinrichtungen und Geräte“,
Abschnitt 4.1.2.1:

Sicherheit gegen Bruch

Bei Belastungsversuchen an Lagereinrichtungen und -geräten muss die Sicherheit gegen Bruch mindestens das Zweifache der vorgesehenen Belastung (Summe der zulässigen Nutzlasten + Summe der Eigengewichte) betragen. Bei nur zwei gleichartigen Versuchen ist der kleinere der beiden Werte anzunehmen.

$$S = 2$$

Seite 55

Sicherheit nach Güte- und Prüfbestimmungen RAL-RG 614



Gütegemeinschaft Lager- und Betriebseinrichtungen e.V. erteilt Gütezeichen, wobei Etwa bis zur Jahrtausendwende ein Sicherheitsbeiwert von 1,75 zugrunde gelegt wurde. Dieser Wert wurde u. A. mit der Begründung der niedrigeren Sicherheitsfaktoren im Ausland auf 1,65 entsprechend der DIN 18800-1 reduziert.

Faktoren DIN 18800-1: $\gamma_f = 1,5$ (1,35)

$\gamma_M = 1,1$

$\gamma_f \cdot \gamma_M = 1,65$ (1,5)

Faktor RBG



Seite 56

Sicherheit nach DIN EN 15512

Tabelle 2 — Belastungsfaktoren γ_r

Belastungsfaktor γ_r	Grenzzustand der Tragfähigkeit	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
ständige Einwirkungen γ_G		
— mit ungünstiger Auswirkung	1,3	1,0
— mit günstiger Auswirkung	1,0	1,0
veränderliche Einwirkungen γ_Q		
Nutzlasten	1,5 γ_f	1,0
Lasteinheiten	1,4	1,0
Lasteinheiten in RFZ-System	1,4 oder 1,3 ¹	1,0
Beschickungslasten	1,4	
		für Regalbediengeräte
außergewöhnliche Einwirkungen		
Y _A	1,0	
Y _{GA}	1,0	
Y _{QA}	1,0	

¹ Gilt für ein Lagersystem mit RFZ, einschließlich dem Wiegen sämtlicher Lasteinheiten und die Rückweisung aller Lasteinheiten, die mehr als die Solllast des Regals wiegen. Der Belastungsfaktor für Lasteinheiten kann von 1,4 auf 1,3 reduziert werden.

Seite 57

Sicherheit nach DIN EN 15512

Tabelle 3 — Material Sicherheitsfaktoren γ_M

Materialfaktor γ_M	Grenzzustand der Tragfähigkeit	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Widerstand der Profile	1,0	1,0
Widerstand der Anschlüsse	1,25	1,0
Widerstand der Anschlüsse, die Prüf- und Qualitätskontrollen unterliegen (z. B. Verbindungslaschen)	1,1	1,0

Faktoren DIN EN 15512: $\gamma_f = 1,4 (1,3)$

$\gamma_M = 1,0$ Faktor RBG

$S = \gamma_f \cdot \gamma_M = 1,4 (1,3)$

Seite 58

Nationale Abweichung



Nationaler Anhang NA (informativ)

Nationale Abweichungen

Mit Hinweis auf Anhang E „A-Abweichungen“ wurden vom nationalen Arbeitsausschuss auf seiner Sitzung am 24.5.2006 folgende nationale Abweichungen beschlossen (die Abweichungen sind unterstrichen):

Tabelle 1 — Materialsicherheitsfaktoren γ_M

Materialfaktor γ_M	Grenzzustand der Tragfähigkeit	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
Widerstand der Profile	<u>1,1</u>	1,0
Widerstand der Anschlüsse	1,25	1,0
Widerstand der Anschlüsse, die Prüf- und Qualitätskontrollen unterliegen (z. B. Verbindungslaschen)	1,1	1,0

$$S = \gamma_f \cdot \gamma_M = 1,4 (1,3) \times 1,1 = 1,54 (1,43)$$

Seite 59

Reduzierung der Sicherheit



Unterschied zwischen Faktor 1,4 und 1,65, wenn nur der Sicherheitsanteil betrachtet wird:

$40 / 65 = 0,61$ d.h. nur noch 61 % der ursprünglichen Sicherheit

Seite 60

Einfluss der zugelassenen Toleranzen



- Profilhöhe eines Trägers: $h=120 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$
- Materialdicke: $t=1,5 \text{ mm} \pm 0,065 \text{ mm}$

Bei Untertoleranz ca. 6% verringerte Tragfähigkeit

Seite 61

Einfluss der zugelassenen Toleranzen



Weitere 6% aus Idealisierung „Streckenlast“:

Korrekturfaktor Spannung Tabelle G.1 — Trägerlastbeiwerte Korrekturfaktoren Durchbiegung

Belastungsmuster	β_{M1}	β_B	β_{Δ}
	1,0	1,0	1,0
	2,0	1,5	1,6
	1,2	1,2	1,21

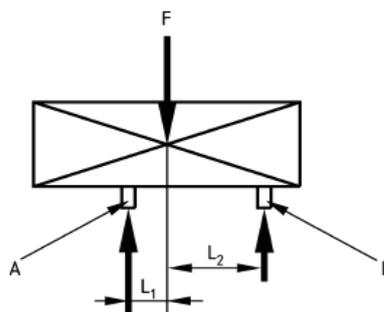
Seite 62

Einfluss der zugelassenen Toleranzen



12% höhere Beanspruchung durch außermittige Lasteinlagerung dürfen statisch unberücksichtigt bleiben.

Bei einem Trägerabstand von 1m ist die höhere Beanspruchung bereits bei einem Versatz von 6 cm erreicht



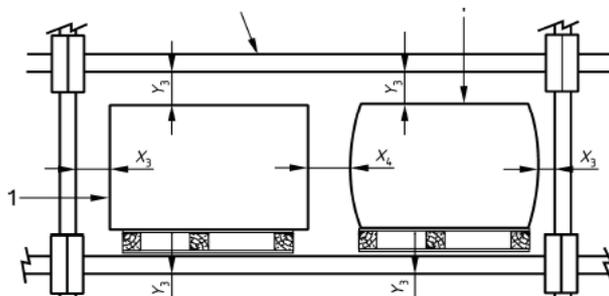
Seite 63

Einfluss dynamischer Kräfte



Dynamische Absetzkkräfte werden mit einer Erhöhung der Nennlast um 25% nur dann berücksichtigt, wenn nur eine Ladeinheit je Ebene und Feld vorhanden ist.

Angenommener Faktor bei mehreren Ladeeinheiten je Ebene und Feld: 1,1



Seite 64

Gleichzeitigkeit ungünstiger Faktoren



Toleranz Abmessung und Materialstärke:	1,06
Annahme Streckenlast:	1,06
Außermittige Lasteinlagerung:	1,12
Dynamik beim Absetzen:	1,10

$$1,06 \times 1,06 \times 1,12 \times 1,1 = 1,38$$

Dies bedeutet, dass zumindest theoretisch unter ungünstigen Voraussetzungen bereits bei Nennlast ein Versagen hervorgerufen werden kann

Seite 65

DIN EN 15635, Anhang D



Mäßige Schäden können zu einer erheblichen Tragkraftverminderung führen. Druckversuche haben gezeigt, dass die abgebildeten Schäden zu einer Minderung der Tragfähigkeit von ca. 30 % bis 40 % führen, (siehe Bild D.1 und D.2).

Bild D.1 —

Bei einem Druckversuch führten Schäden der angezeigten Größenordnung zu einem Tragkraftverlust von etwa 30 % bis 40 %

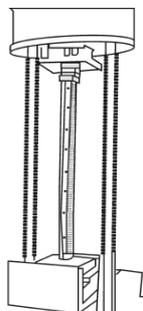
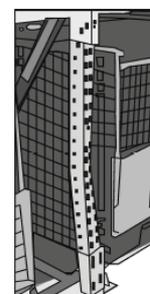


Bild D.2 — Stützenschäden in einer Höhe von etwa 1000 mm über Bodenebene an einem Regal, wo sich ein schwerer Zusammenbruch ereignet hat



Seite 66

DIN EN 15635, Anhang D



Für eine Stützenkonstruktion, die prEN 15512 erfüllt, könnte diese Situation zu einer Tragfähigkeitsminderung von 40 % führen. Dies bezieht sich auf Schäden bis zur GRÜNEN GEFAHRENSTUFE, wodurch die Tragfähigkeit verringert wird.



Seite 67

DIN EN 15635, Anhang D



Nichtsdestoweniger sind die Skizzen (siehe Bild D.3) von einer Palettenregalanlage unter Vollauslastung ohne Zusammenbruch angefertigt.

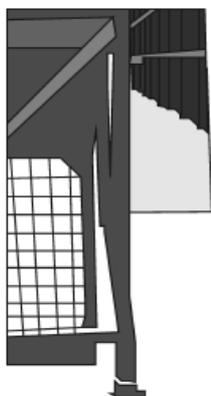


Bild D.3 —
Schäden in einer Höhe von etwa 450 mm über Bodenebene

Seite 68

DIN EN 15635, Anhang D



Erklärung dieses Phänomens:

- die Festigkeit des Stahls der Regalbauteile könnte höher liegen als die angegebenen Mindestwerte für die Stahlgüte (z. B. bis zu 15 %)
- das tatsächliche Gesamtgewicht der Palettenlasten könnte etwas niedriger liegen als der angegebene Bemessungswert. Diese reduzierte Belastung kann unter Umständen erheblich sein
- die Fertigungs- und Montagetoleranzen könnten besser als die festgelegten Toleranzen sein, wodurch ein weiterer kleiner Vorteil entstehen könnte.

Seite 69

DIN EN 15635, Anhang D



Die neue verminderte Schätzung des Lastfaktors (Sicherheitsreserve) wird z. B. wie folgt berechnet:

$$\frac{(\text{verminderte Tragfähigkeit}) \cdot (\text{Bemessungslastfaktor}) \cdot (\text{erhöhte Stahlfestigkeit})}{(\text{reduzierte, tatsächlich aufgelegte Last})}$$

Die verminderte Sicherheitsreserve beträgt daher :

$$(1,0 - 0,4) \cdot 1,4 \cdot 1,15 / 0,8 = 1,21$$

Dieser Wert **1.21** ist niedriger als der Grundbemessungswert aus (Lastfaktor) · (Materialfaktor) = **1,4 · 1,0 = 1,4**, führt aber nicht zu einem sofortigen Zusammenbruch. Sollten diese positiven Einflüsse jedoch nicht zufällig vorhanden sein, ergibt dies eine tatsächliche Sicherheitsreserve von **(1,0 - 0,4) · 1,4 = 0,84** bei gleichem Schadensszenario. Da 0,84 kleiner ist als 1,0, besteht die Gefahr eines Zusammenbruchs mit entsprechenden ernsthaften Auswirkungen für die Gesundheit, das Produkt und die Produktivität.

Seite 70

Empfehlung



Insbesondere beim Einsatz von nicht geführten Flurförderzeugen Stützenschutzeinrichtungen empfehlen.

Regale „eine Nummer stärker“ anschaffen



Seite 71

Informationsmaterial:



Die BGI 5166 „Sicherheit von Regalen“ kann als pdf-Datei im Internet heruntergeladen oder als Druckversion beim zuständigen Unfallversicherungsträger bestellt werden.

Seite 72

Sicherheit von Palettenregalen ?



Seite 73



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Franco Rovedo

Fachbereich „Handel und Logistik“

Arbeitsgebiete:
Regalbediengeräte, Regalanlagen, Ballenpressen, Stetigförderer

Berufsgenossenschaft
Handel und Warendistribution (BGHW)
D-68145 Mannheim
Tel.: +49 (0) 621 183 5912
Mobil: +49 (0) 178 5000106
E-Mail: f.rovedo@bghw.de

Seite 74