

**DIN EN 15620**

ICS 53.080

**Entwurf**

Einsprüche bis 2020-03-17  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 15620:2010-05

**Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl –  
Verstellbare Palettenregale –  
Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume;  
Deutsche und Englische Fassung prEN 15620:2020**

Steel static storage systems –  
Adjustable pallet racking –  
Tolerances, deformations and clearances;  
German and English version prEN 15620:2020

Systèmes de stockage statiques en acier –  
Rayonnages à palettes réglables –  
Tolérances, déformations et jeux;  
Version allemande et anglaise prEN 15620:2020

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-01-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [naebm@din.de](mailto:naebm@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Eisen-, Blech- und Metallwaren (NAEBM), Wiesenstr. 21 a1, 40549 Düsseldorf.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 143 Seiten

DIN-Normenausschuss Eisen-, Blech- und Metallwaren (NAEBM)

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gesetzes über die Neuordnung des Geräte- und Produktsicherheitsrechts (Produktsicherheitsgesetz – ProdSG).

Dieses Dokument (prEN 15620:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 344 „Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl“, dessen Sekretariat von UNI (Italien) gehalten wird, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 020-00-17 AA „Statische Regale aus Stahl“ im DIN-Normenausschuss Eisen-, Blech- und Metallwaren (NAEBM).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die in den Literaturhinweisen aufgeführten FEM-Dokumente können bei der VDMA Verlag GmbH, [www.vdmashop.de](http://www.vdmashop.de) oder unter [verlag@vdma.org](mailto:verlag@vdma.org) bestellt werden.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 15620:2010-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Abschnitt „Begriffe“ wurde überarbeitet, da neue Begriffe nach DIN EN 15878 gelten;
- b) die Bodengrenzabweichungen wurden gestrichen, statt dessen wird auf FEM 9.831-1 verwiesen;
- c) die Grenzabweichungen für durch Regalförderzeuge bediente Regale wurden gestrichen;
- d) das Klassifizierungssystem für von Flurförderzeugen beschickte Regale wurde gestrichen;
- e) Anforderungen für Kragarm- und Einfahrregale wurden aufgenommen;
- f) der Abschnitt 9 „Lagergrenzabweichungen und Verformungen“ wurde gestrichen und ein neuer Abschnitt 9 „Schnittstelle von Regal zu Lager“ aufgenommen;
- g) der Anhang H „Empfehlungen für die Grenzabweichungen der oberen Führungsschiene“ wurde gestrichen;
- h) ein neuer Anhang H „Sprinklersysteme“ wurde aufgenommen;
- i) Literaturhinweise wurden aufgenommen;
- j) die normativen Verweisungen wurden aktualisiert.

## **Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl — Verstellbare Palettenregale — Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume**

*Systèmes de stockage statiques en acier — Rayonnages à palettes réglables — Tolérances, déformations et jeux*

*Steel static storage systems — Adjustable pallet racking — Tolerances, deformations and clearances*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

## Inhalt

|                                                                                      | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                           | 5     |
| Einleitung .....                                                                     | 6     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                            | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                       | 7     |
| 3 Begriffe .....                                                                     | 8     |
| 4 Regalausführungen .....                                                            | 11    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                | 11    |
| 4.2 Klasse 100, bedient durch Regalförderzeuge .....                                 | 12    |
| 4.3 Klasse 200, bedient durch Regalförderzeuge .....                                 | 12    |
| 4.4 Sehr schmaler Gang .....                                                         | 12    |
| 4.4.1 Allgemeines .....                                                              | 12    |
| 4.4.2 Sehr schmaler Gang (Bedienperson oben) .....                                   | 13    |
| 4.4.3 Sehr schmaler Gang (Bedienperson unten) .....                                  | 13    |
| 4.4.4 Betrieb .....                                                                  | 14    |
| 4.5 Regalanlagen mit breiten und schmalen Gängen .....                               | 14    |
| 4.5.1 Breiter Gang .....                                                             | 14    |
| 4.5.2 Schmaler Gang .....                                                            | 14    |
| 4.6 Kragarmregale .....                                                              | 15    |
| 4.7 Einfahrregale .....                                                              | 16    |
| 5 Regal, das mit Flurförderzeugen bedient wird .....                                 | 16    |
| 5.1 Montagegrenzabweichungen .....                                                   | 16    |
| 5.1.1 Allgemeines .....                                                              | 16    |
| 5.1.2 Grenzabweichungsbereich für die Rahmen in X-Richtung .....                     | 19    |
| 5.2 Grenzwerte für die Verformung .....                                              | 23    |
| 5.2.1 Grenzwerte für die Trägerverformung in Y-Richtung .....                        | 23    |
| 5.2.2 Verformungen des Rahmens .....                                                 | 23    |
| 5.2.3 Führungsschienenverformung (Anwendungen mit sehr schmalem Gang) .....          | 24    |
| 5.3 Freiräume für Ladeeinheiten und Bediengeräte .....                               | 24    |
| 5.3.1 Freiräume für die Beschickung der Ladeeinheiten .....                          | 24    |
| 5.3.2 Horizontale und vertikale Freiräume in einem Feld .....                        | 24    |
| 5.3.3 Freiräume für Stützen-Anfahrerschutz .....                                     | 27    |
| 5.3.4 Horizontaler Freiraum in Tiefenrichtung .....                                  | 27    |
| 5.3.5 Freiräume von Gangbreiten (nicht VNA) .....                                    | 30    |
| 5.3.6 Freiräume für Laufgänge .....                                                  | 30    |
| 5.3.7 Breitenmaße des Ganges (VNA) .....                                             | 32    |
| 5.4 Übergabeplätze .....                                                             | 32    |
| 6 Regalförderzeug-Klassen 100 und 200 .....                                          | 33    |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                | 33    |
| 6.2 Grenzabweichungen für den Boden .....                                            | 33    |
| 6.3 Verformung der Bodenplatten durch Bodensetzung und Durchbiegung der Platte ..... | 33    |
| 6.4 Grenzabweichungen für Herstellung und Montage der Führungsschiene .....          | 33    |
| 6.5 Montagegrenzabweichungen (einfache und doppelte Tiefe) .....                     | 33    |
| 6.6 Grenzwerte für die Verformung .....                                              | 33    |
| 6.6.1 Grenzwerte für die Verformung des Trägers in Y-Richtung .....                  | 33    |
| 6.6.2 Verformungen des Rahmens in X- und Z-Richtung .....                            | 34    |

|                                                                                                   |                                                                                                                                                          |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.6.3                                                                                             | Verformungen des Rahmens in X- und Z-Richtung für Regale in Silobauweise und Windlasten.....                                                             | 34 |
| 6.6.4                                                                                             | Elastische Längenverkürzung der Stützen.....                                                                                                             | 35 |
| 6.7                                                                                               | Durchschubsicherung.....                                                                                                                                 | 35 |
| 6.7.1                                                                                             | Verformungen.....                                                                                                                                        | 35 |
| 6.7.2                                                                                             | Freiräume.....                                                                                                                                           | 35 |
| 7                                                                                                 | Kragarmregale.....                                                                                                                                       | 35 |
| 7.1                                                                                               | Grenzabweichungen in vertikaler Richtung in Bezug auf Auslegung und Montage .....                                                                        | 35 |
| 7.2                                                                                               | Verformungen von Kragarmregalen .....                                                                                                                    | 35 |
| 7.2.1                                                                                             | Allgemeines .....                                                                                                                                        | 35 |
| 7.2.2                                                                                             | Armverformungen .....                                                                                                                                    | 35 |
| 7.3                                                                                               | Verformungen des Pfostens in X- und Z-Richtung.....                                                                                                      | 36 |
| 7.4                                                                                               | Freiräume für Ladeeinheiten und Bediengeräte .....                                                                                                       | 37 |
| 7.4.1                                                                                             | Freiräume für die Beschickung der Ladeeinheiten .....                                                                                                    | 37 |
| 7.4.2                                                                                             | Horizontale und vertikale Freiräume in einem Feld.....                                                                                                   | 37 |
| 7.5                                                                                               | Montagegrenzabweichungen .....                                                                                                                           | 38 |
| 8                                                                                                 | Einfahrregale .....                                                                                                                                      | 42 |
| 8.1                                                                                               | Montagegrenzabweichungen .....                                                                                                                           | 42 |
| 8.2                                                                                               | Grenzwerte für die Verformung.....                                                                                                                       | 45 |
| 8.2.1                                                                                             | Grenzwerte für die Auflageschienenverformung in Y-Richtung.....                                                                                          | 45 |
| 8.2.2                                                                                             | Verformungen des Rahmens .....                                                                                                                           | 46 |
| 8.3                                                                                               | Mindestpalettenauflage .....                                                                                                                             | 46 |
| 8.4                                                                                               | Freiräume für Ladeeinheiten und Bediengeräte .....                                                                                                       | 46 |
| 8.4.1                                                                                             | Anforderungen an Flurförderzeuge .....                                                                                                                   | 46 |
| 8.4.2                                                                                             | Freiräume für die Beschickung der Ladeeinheiten .....                                                                                                    | 47 |
| 8.4.3                                                                                             | Horizontale und vertikale Freiräume.....                                                                                                                 | 47 |
| 8.4.4                                                                                             | Horizontale Freiräume in Tiefenrichtung.....                                                                                                             | 48 |
| 8.4.5                                                                                             | Freiräume für Flurförderzeuge in horizontaler Richtung .....                                                                                             | 48 |
| 8.4.6                                                                                             | Vertikale Freiräume .....                                                                                                                                | 49 |
| 9                                                                                                 | Schnittstelle von Regal zu Lager .....                                                                                                                   | 50 |
| Anhang A (informativ) Bauteile für verstellbare Palettenregale .....                              |                                                                                                                                                          | 51 |
| Anhang B (informativ) Allgemeine Sicherheitsphilosophie .....                                     |                                                                                                                                                          | 53 |
| B.1                                                                                               | Allgemeines .....                                                                                                                                        | 53 |
| B.2                                                                                               | Manövrierfreiraum in Regalen mit breiten oder schmalen Gängen .....                                                                                      | 54 |
| B.3                                                                                               | Umgebungen mit zusätzlichem Risiko.....                                                                                                                  | 54 |
| B.4                                                                                               | Anforderungen an die Stapler .....                                                                                                                       | 55 |
| B.5                                                                                               | Bodengrenzabweichungen und -verformungen .....                                                                                                           | 56 |
| B.5.1                                                                                             | Böden mit Gefälle .....                                                                                                                                  | 56 |
| B.5.2                                                                                             | Quasistarre Böden .....                                                                                                                                  | 56 |
| Anhang C (informativ) Aufnahme der Regalmaße .....                                                |                                                                                                                                                          | 57 |
| C.1                                                                                               | Allgemeines .....                                                                                                                                        | 57 |
| C.2                                                                                               | Vereinbarte Bezugslinien und Bezugspunkte.....                                                                                                           | 57 |
| C.3                                                                                               | Wichtigste Bezugslinien und Bezugspunkte .....                                                                                                           | 57 |
| C.4                                                                                               | Bericht über die Aufnahme der Regalmaße .....                                                                                                            | 57 |
| C.4.1                                                                                             | Allgemeines .....                                                                                                                                        | 57 |
| C.4.2                                                                                             | Messbedingungen.....                                                                                                                                     | 57 |
| Anhang D (informativ) Einflüsse von Durchbiegung und Aufwölbung der Träger auf die Freiräume..... |                                                                                                                                                          | 58 |
| D.1                                                                                               | Auswirkungen von Durchbiegung und Aufwölbung für nicht freitragende Träger auf die Freiräume $X_3$ , $X_4$ und $Y_1$ , $Y_2$ und $Y_3$ .....             | 58 |
| D.2                                                                                               | Auswirkungen von Durchbiegung und Aufwölbung für freitragende Träger auf die Freiräume $X_3$ , $X_4$ und $Y_1$ , $Y_2$ und $Y_3$ (P- und D-Plätze) ..... | 61 |

|                                                                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Anhang E (informativ) Zusätzliche Informationen zur Bestimmung von Maßen und Freiräumen in Tiefenrichtung des Regals (Z-Richtung) bei palettierten Ladungen .....</b> | <b>63</b> |
| <b>E.1 Beschickungsgrenzabweichungen in Tiefenrichtung des Regals .....</b>                                                                                              | <b>63</b> |
| <b>E.2 Größere Werte für <math>Z_{2a}</math> und <math>Z_{2b}</math> .....</b>                                                                                           | <b>64</b> |
| <b>Anhang F (informativ) Zusätzliche Informationen für Schmalgangstapler in verstellbaren Palettenregalen .....</b>                                                      | <b>66</b> |
| <b>F.1 Betrachtungen für die Z-Richtung .....</b>                                                                                                                        | <b>66</b> |
| <b>F.2 Betrachtungen für die Y-Richtung .....</b>                                                                                                                        | <b>66</b> |
| <b>F.3 Betrachtungen für die X-Richtung .....</b>                                                                                                                        | <b>66</b> |
| <b>Anhang G (informativ) Berücksichtigung von Grenzabweichungen und Verformungen bei der Bestimmung von Freiräumen .....</b>                                             | <b>67</b> |
| <b>G.1 Allgemeines .....</b>                                                                                                                                             | <b>67</b> |
| <b>G.2 Andere Regalsysteme als verstellbare Palettenregale mit einer Palette in der Tiefe .....</b>                                                                      | <b>67</b> |
| <b>Anhang H (informativ) Sprinklersysteme .....</b>                                                                                                                      | <b>68</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>                                                                                                                                           | <b>72</b> |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 15620:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 344 „Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 15620:2008 ersetzen.

In diesem Dokument

- wurden Bodengrenzabweichungen gestrichen (es wird auf alternative Quellen verwiesen),
- wurden Grenzabweichungen für Einfahrregale und Kragarmregale aufgenommen,
- wurden Grenzabweichungen für durch Regalförderzeug bediente Regaleinrichtungen gestrichen (es wird auf alternative Quellen verwiesen),
- wurde das Klassifizierungssystem für mit Flurförderzeugen bediente Regale gestrichen.

## Einleitung

Die Bestimmung der sicheren Tragfähigkeit von Regalen ist eine Aufgabe der Baustatik, die in Eurocodes erfasst wird, speziell in EN 1993. Die für Regale relevantesten Teile sind EN 1993-1-1 und EN 1993-1-3.

Um für mit der Konstruktion dieser Produkte Befasste eine zuverlässige, dem Stand der Technik entsprechende Richtlinie anzubieten, werden bedingt durch Unterschiede hinsichtlich der Form der Bauteile, der Einzelheiten und der Verbindungsarten zusätzlich zu den Eurocodes weitere fachliche Angaben benötigt.

In den Anwendungsbereich des CEN/TC 344 fällt die Erarbeitung Europäischer Normen, die Richtlinien für Spezifikation, Konstruktion, Montageverfahren und für die Genauigkeit beim Aufbau festlegen sowie für den Benutzer Hinweise für die sichere Benutzung ortsfester Lagersysteme aus Stahl enthalten.

Der Bedarf für diese Richtlinien ist zusammen mit der Notwendigkeit zur Abstimmung der Bemessungsregeln der Grund, dass die europäische Regalvereinigung ERF/FEM Regale und Fachbodenregale (FEM R&S) die Initiative für CEN/TC 344 ergriffen hat. Von diesem Technischen Komitee wird gegenwärtig eine Anzahl Europäischer Normen für Regale aus Stahl erarbeitet.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume/Zwischenräume fest, die bei Herstellung, Zusammenbau und Montage von Palettenregalen und Kragarmregalen zu beachten sind. Diese Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume sind wichtig, um die funktionellen Anforderungen zu erfüllen und eine geeignete Wechselwirkung mit den Regalbediengeräten sicherzustellen, für deren Bedienung qualifiziertes, kompetentes Personal eingesetzt wird, das eine Einweisung für das jeweilige Regalsystem erhalten hat. Die Wechselwirkungsbedingungen sind auch zur Bestimmung der Zuverlässigkeit des Lagersystems wichtig, um sicherzustellen, dass die Möglichkeit von Zusammenstößen mit Fördermitteln, Paletten oder Zusammenbruch des Regalsystems vertretbar gering ist. Dieses Dokument ist zusammen mit FEM 10.2.14/4.103 und FEM 9.831-1 für die Sicherheitsphilosophie von EN 15512 von wesentlicher Bedeutung.

Dieses Dokument beschränkt sich auf:

- verstellbare Palettenregale mit einfacher Tiefe, die mit Flurförderzeugen bedient werden,
- verstellbare Palettenregale mit einfacher und doppelter Tiefe, die mit Regalförderzeugen bedient werden,
- Einfahrregalsysteme, die mit Flurförderzeugen bedient werden,
- Kragarmregalsysteme, die mit Flurförderzeugen bedient werden.

Dieses Dokument gilt nicht für Spezialgeräte wie selbstfahrende Flurförderzeuge, Kleinteileregalbediengeräte, Satellitensysteme, Systeme, für die Stapler mit Knicklenkung erforderlich sind, Flurförderzeuge mit Einschubtechniken oder Regale in Silobauweise, die von Flurförderzeugen bedient werden.

Dieses Dokument schließt ausdrücklich Grenzabweichungen und Verformungen für Flurförderzeuge, Regalförderzeuge und Böden aus.

Es liegt in der Verantwortung des Planers, in Zusammenarbeit mit dem Kunden oder Benutzer sicherzustellen, dass die in diesem Dokument für die Regalsysteme angegebenen Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume bei Berücksichtigung aller Einflussfaktoren für einen sicheren Betrieb des Gesamtsystems geeignet sind und der Benutzer durch Mittel wie Betriebsanweisungen informiert wurde. Der Planer darf geeignete Bemessungen/Berechnungen vornehmen, um einige der Parameter zu variieren, vorausgesetzt, ein gleich sicherer Betrieb wird erreicht.

Dieses Dokument gibt Leitlinien, die in Verbindung mit Informationen zum Fördermittel und Boden anzuwenden sind.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 15512, *Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl — Verstellbare Palettenregale — Grundlagen der statischen Bemessung*

EN 15629, *Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl — Spezifikation von Lagereinrichtungen*

EN 15635:2008, *Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl — Anwendung und Wartung von Lagersystemen*

EN 15878, *Ortsfeste Regale aus Stahl — Begriffe*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 15878 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

#### 3.1

##### **Regalgangbreite**

Mindestmaß, das rechtwinklig zur Ganglängsrichtung und in einer beliebigen Trägerhöhe zwischen den Regalteilen gemessen wird

#### 3.2

##### **Koordinatenpositionierung**

Positionierung des Regalförderzeugs anhand von globalen (x- und y-)Koordinaten

#### 3.3

##### **Verformung**

Verschiebung, die durch Fremdeinwirkung verursacht wird

#### 3.4

##### **Laufgang/Umsetzergang**

Platz für Bewegung bzw. Transport, der keinen Zugang zu den Beschickungs- bzw. Kommissionierflächen der Regale bietet

#### 3.5

##### **Feinpositionierung**

örtliche Justierung der Maschine bezogen auf die Regalbauteile in die X- und/oder Y-Richtung mittels Sensoren am Regalförderzeug und Richtflächen am Regal

#### 3.6

##### **Monteur**

Personal, das durch Ausbildung und Qualifikation kompetent für den Zusammenbau und Aufbau des Regals am Standort ist

#### 3.7

##### **Einschubtechnik**

Ein- oder Auslagern einer Ladeeinheit mit einem Flurförderzeug, dessen Wenderadius oder Gabellänge größer als die Bedienungsgangbreite ist, so dass während des Wendens zur Ein- oder Auslagerung einer Ladeeinheit ein Teil der entsprechenden Lagerfläche von den Staplergabeln beansprucht wird

#### 3.8

##### **Fördermittel**

##### **MHE (en: mechanical handling equipment)**

mechanische oder elektromechanische Einrichtung, mit der Ladeeinheiten transportiert, angehoben, aufgenommen und abgesetzt wird

#### 3.9

##### **frei bewegliches Flurförderzeug**

Flurförderzeug, das sich im Gang in jede Richtung frei bewegen und für Ein- und Auslagerungen eine 90°-Drehung hin zur Regalfront durchführen kann

### 3.10

#### **Stützen-Anfahrerschutz**

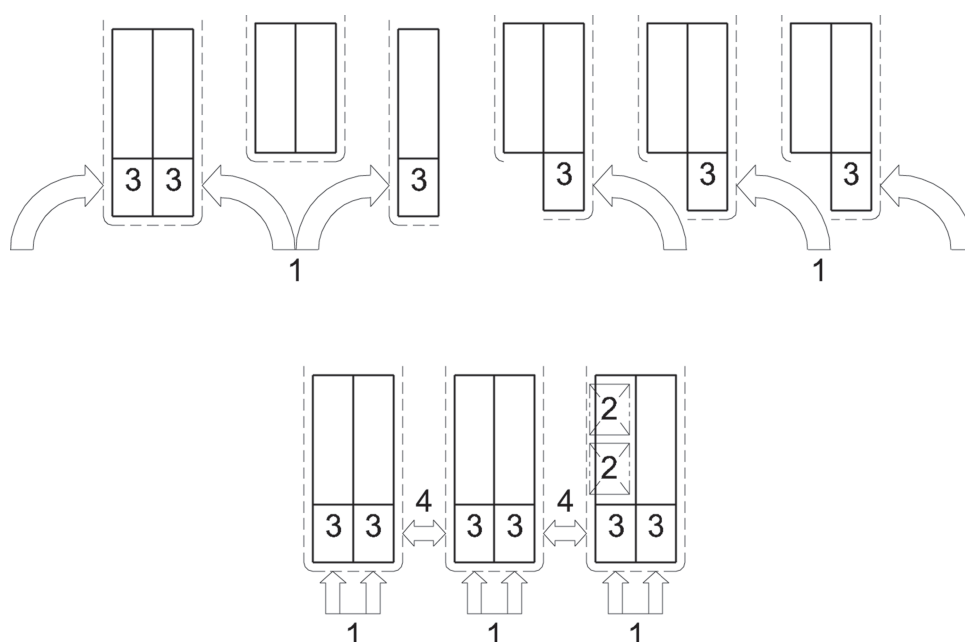
Bauteil zum Schutz des unteren Teils von Stützen gegen unbeabsichtigte Stöße durch das Fördermittel. Kann entweder freistehend oder mit der Stütze verbunden sein

### 3.11

#### **Übergabeplatz (P- und D-Platz)**

Konstruktion am Ende eines Bedienungsgangs, die als Schnittstelle zwischen unterschiedlichen Arten von Fördermitteln dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Der P- und D-Platz, wie in Bild 1 gezeigt, kann als Schnittstelle zwischen dem Fördermittel für die Ladeinheit dienen, das dem Regalgang zugeordnet ist (z. B. einem Schmalgangstapler oder einem Regalförderzeug) und den zur Bedienung der Anlage vorgesehenen Fördermittel oder vorgesehenen frei beweglichen Flurförderzeugen. Der P- und D-Platz kann auch als Vorrichtung zur genauen Positionierung der Ladeinheit im Regal verwendet werden.



#### **Legende**

- 1 Zugriff für frei bewegliche Flurförderzeuge
- 2 Positionen der Ladeeinheiten in den Regalen
- 3 Übergabeplätze (P- und D-Plätze)
- 4 sehr schmaler Gang (VNA)

**Bild 1 — Beispiele für P- und D-Plätze**

### 3.12

#### **Regalausführungen**

#### **3.12.1**

##### **Breitgangregal**

Palettenregale, deren Gangbreite so ausgelegt ist, dass sie mit frei beweglichen Flurförderzeugen bedient werden können

### 3.12.2

#### **Regal mit schmalem Gang**

Palettenregale, die ähnlich wie Breitgangregale und zur Bedienung durch frei bewegliche Flurförderzeuge ausgelegt sind, deren Gänge jedoch eine reduzierte Breite haben und die mit Spezialflurförderzeugen bedient werden müssen

### 3.12.3

#### **Regal mit sehr schmalem Gang**

##### **VNA (en: very narrow aisle)**

Palettenregale, die auf eine Gangbreite ausgelegt sind, die der Breite von Flurförderzeug und Ladeinheit zuzüglich eines kleinen Arbeitszwischenraums entspricht, wobei in den Gängen keine 90°-Drehung des Förderzeugs hin zur Regalfront zwecks Durchführung von Ein- und Auslagerungen möglich ist

### 3.12.4

#### **Regalklassen 100 und 200 für Regalförderzeuge**

Palettenregale, die von einem Regalförderzeug bedient werden, das auf einer bodenmontierten Schiene läuft und am oberen Ende des Masts durch eine obere Führungsschiene stabilisiert wird

### 3.12.5

#### **Einfahrregal**

##### **DIR (en: Drive-in Rack)**

Regalsystem, das eine Lagerung ermöglicht, bei der zwei oder mehr Paletten hintereinander gelagert werden und bei der ein Gabelstapler, der in einen Kanal einfährt, Zugang zu Paletten hat, die an ihren Seiten von Auflageschienen unterstützt sind, die von den Stützen getragen werden. In einem Einfahrregal fährt das Flurförderzeug in einen Kanal und rückwärts wieder hinaus

### 3.12.6

#### **Durchfahrregal**

##### **DTR (en: Drive-Through Rack)**

ähnlich zu DIR, aber beim DTR könnte das Flurförderzeug durch den Kanal fahren, wenn sich keine Paletten im Kanal befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Kanäle von Durchfahrregalen sind nicht als Zugangswege durch die Regale gedacht, sondern ermöglichen den vollständigen Zugang für Paletten, die von beiden Seiten des Gangs eingelagert werden, welches dem Logistikprinzip First In – First Out entspricht.

### 3.13

#### **Bezugsrichtungen**

um 90° zueinander versetzte Richtungen in Bezug auf die Ausrichtung des Regals

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezugsrichtungen X, Y und Z sind in Bild A.1 festgelegt. Die X-Richtung verläuft in der Längsrichtung des Ganges, die Y-Richtung ist die dazu rechtwinklig nach oben verlaufende Richtung, und die Z-Richtung entspricht der Querrichtung des Ganges.

### 3.14

#### **Planer**

Person oder Firma, die dem Lieferanten eine detaillierte Spezifikation der Anforderungen des Endbenutzers zur Verfügung stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Planer kann ein Gutachter, ein anderer Spezialist, der Benutzer oder der als Planer handelnde Lieferant der Lagereinrichtung sein.

### 3.15

#### **Regalförderzeug**

Regalbediengerät für die Durchführung der Ein- und Auslagerungen (SR-Gerät), das auf einer Schiene läuft und am oberen Ende des Masts durch eine obere Führungsschiene geführt wird

### 3.16

#### **Grenzabweichungen**

Maßabweichungen gegenüber dem Nennmaß oder Positionsabweichungen, die bei Herstellung, Zusammenbau und Montage auftreten

### 3.17

#### **Benutzer**

Firma oder Person, die täglich die Anlage leitet und betreibt und für die ständige Sicherheit der Anlage verantwortlich ist

### 3.18

#### **Kragarm**

lasttragendes Bauteil, das an einem Ende mit dem Kragarmpfosten in Gangquerrichtung verbunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Kragarme können entweder fest oder verstellbar sein, je nach Regalausführung.

### 3.19

#### **Kragarmfuß**

unten am Kragarmpfosten befestigtes waagerechtes Bauteil, das den Lasttransfer erlaubt und im Boden verankert werden kann

### 3.20

#### **Kragarmpfosten**

vertikales Bauteil, das die Kragarme unterstützt, die einseitig oder zweiseitig angeordnet sein können

### 3.21

#### **doppelseitiges Kragarmregal**

Regal mit Kragarmen an zwei entgegengesetzten Seiten des Kragarmpfostens

### 3.22

#### **einseitiges Kragarmregal**

Regal mit Kragarmen an lediglich einer Seite des Kragarmpfostens

### 3.23

#### **Kragarmendanschlag**

geschraubte oder geschweißte Aufkantung an den Enden der Kragarme oder des Fußes

Anmerkung 1 zum Begriff: Kann entweder fest oder abnehmbar sein.

### 3.24

#### **Bezug**

Bezugspunkt, -linie oder -ebene

## **4 Regalausführungen**

### **4.1 Allgemeines**

Für Montagegrenzabweichungen, Verformungen und Freiräume wurde eine Einteilung in Gruppen vorgenommen, um die allgemeinen Anforderungen an die Bediengeräte-Gruppen zu erfassen. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, benötigen die Regale der jeweiligen Gruppe einen eigenen Standard für Montagegrenzabweichungen, Verformungen und Mindestfreiräume. Für weitere Informationen zur allgemeinen Sicherheitsphilosophie siehe Anhang B.

## 4.2 Klasse 100, bedient durch Regalförderzeuge

Palettenregale, die wie Regalsysteme mit sehr schmalen Gängen ausgelegt sind, aber von einem Regalförderzeug bedient werden. Die Gangbreite ist gerade ausreichend für die Breite des Regalförderzeugs oder der Ladeeinheit zuzüglich des in Bild 2 gezeigten Arbeitszwischenraums.

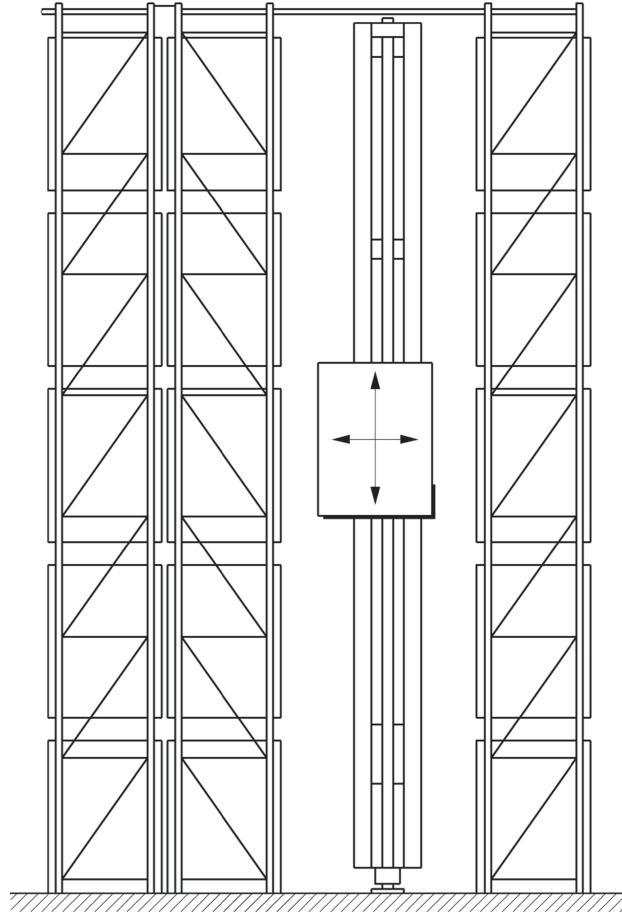


**Bild 2 — Durch Regalförderzeuge bedientes Regal**

Die Regalförderzeuge werden automatisch gesteuert; sie haben kein Feinpositioniersystem an den Lagerplätzen der Ladeeinheiten und werden üblicherweise für Lagersysteme mit einer Höhe bis etwa 18 m angewendet.

## 4.3 Klasse 200, bedient durch Regalförderzeuge

Mit Förderzeugen bediente Anlagen, bei denen die Regalförderzeuge automatisch gesteuert werden und ein Feinpositioniersystem an den Lagerplätzen der Ladeeinheiten haben. Es sind auch die Anlagen einbezogen, bei denen das Regalförderzeug manuell gesteuert wird.

## 4.4 Sehr schmaler Gang

### 4.4.1 Allgemeines

Palettenregale mit sehr schmalen Gängen sind so ausgelegt, dass sie nur die Breite des Flurförderzeugs und der Ladeeinheit aufnehmen, zuzüglich des in Bild 3 gezeigten Arbeitszwischenraums.

Die Ladeeinheiten werden innerhalb der Gänge verladen, ohne dass sich das Flurförderzeug hin zur Regalfront drehen muss.

Die Flurförderzeuge werden üblicherweise in die und innerhalb der Gänge geführt und haben feste oder höhenfahrbare Fahrerinnenkabinen.

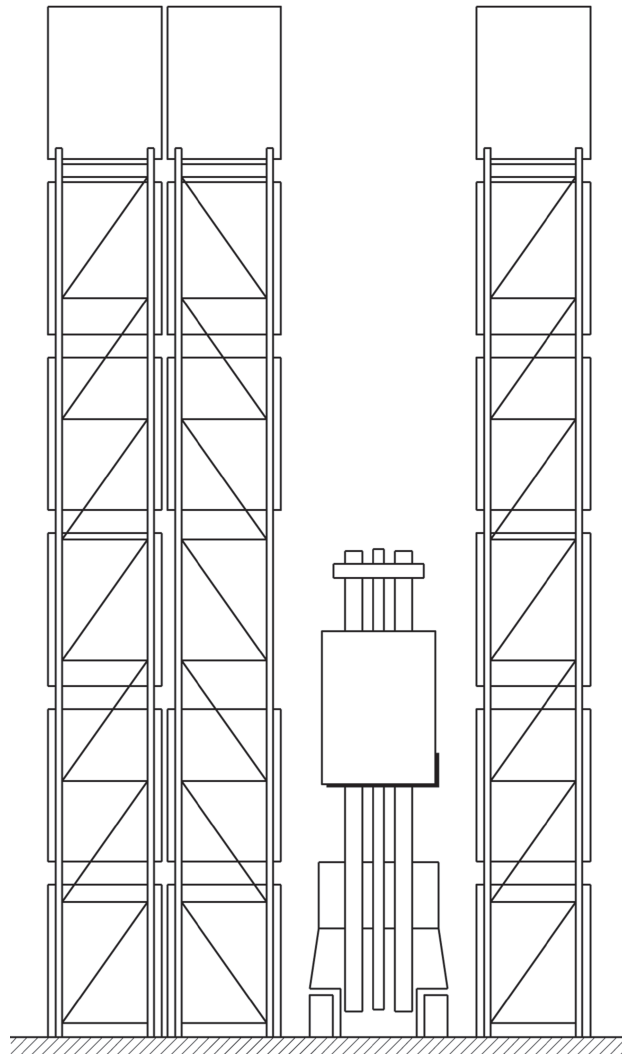


**Bild 3 — Regal mit sehr schmalen Gang**

#### **4.4.2 Sehr schmaler Gang (Bedienperson oben)**

Regalanlagen mit sehr schmalen Gängen, bei denen der Fahrer des Flurförderzeugs zusammen mit der Ladeinheit angehoben und abgesenkt wird und die zum Positionieren der Ladeinheit eine manuelle Höhenverstellung haben. Alternativ bleibt die Bedienperson auf der Bodenebene und verwendet eine indirekte Sichthilfe, z. B. eine Überwachungskamera (CCTV) oder ein entsprechendes System, um die Bedienperson zu leiten.

#### **4.4.3 Sehr schmaler Gang (Bedienperson unten)**

Bei Regalanlagen mit sehr schmalen Gängen, für die „Mann unten“ gilt, d. h. die Bedienperson bleibt auf der Bodenebene und muss keine indirekte Sichthilfe anwenden.

#### 4.4.4 Betrieb

Bei Arbeiten mit Schmalgängen wird der maximale Hub des Flurförderzeugs einzeln für jede Anwendung festgestellt. Die in diesem Dokument angegebenen Grenzwerte, Verformungen und Freiräume beruhen auf einem betrieblichen Verfahren, bei dem der Schmalgangstaplerfahrer für die Feinpositionierung bei der Einlagerung und der Auslagerung der Palette geschult und angeleitet wird.

### 4.5 Regalanlagen mit breiten und schmalen Gängen

#### 4.5.1 Breiter Gang

Breitgangregale sind wie in Bild 4 dargestellt ausgelegt.

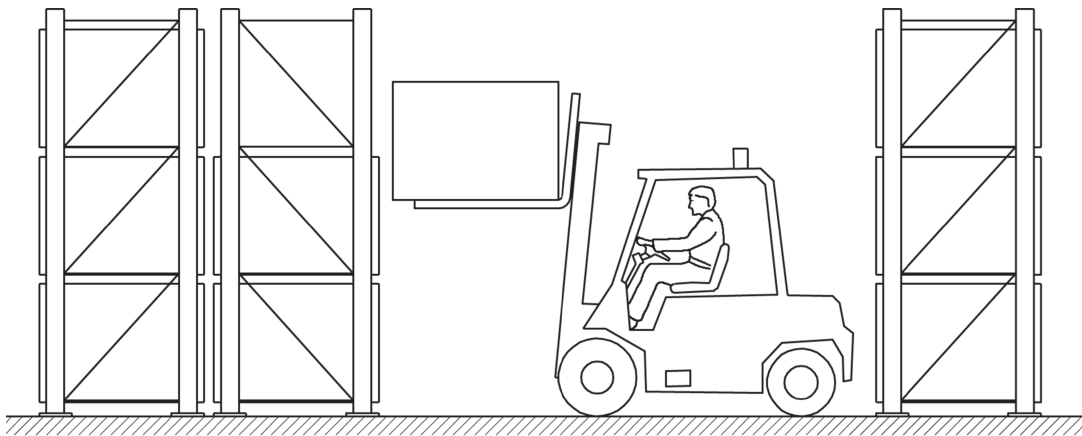


Bild 4 — Breitgangregal mit Frontstapler

#### 4.5.2 Schmaler Gang

Schmalgangregale sind wie in Bild 5 dargestellt ausgelegt.

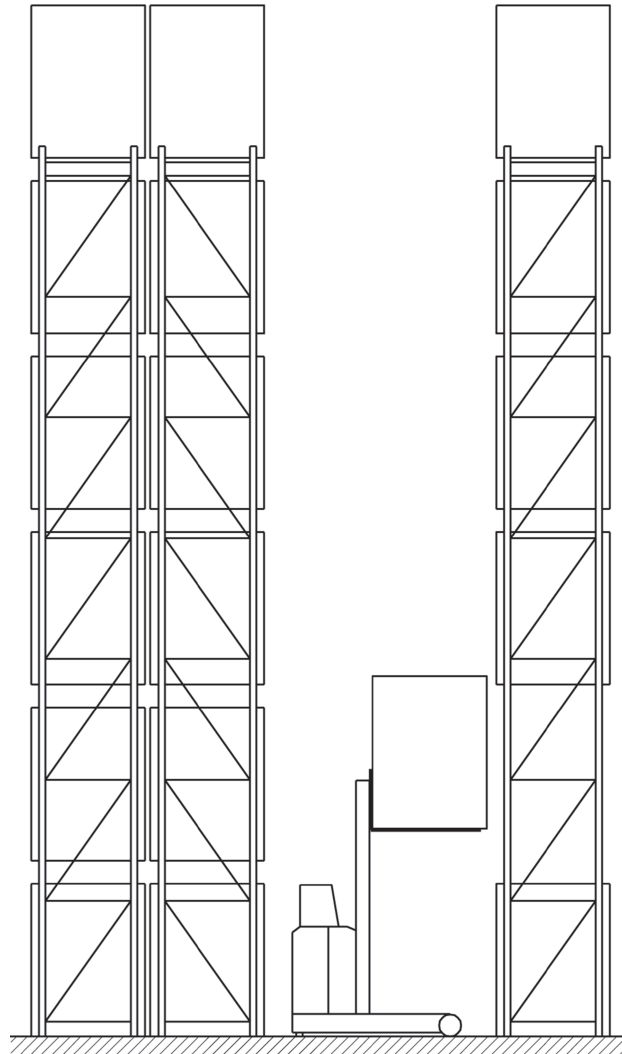


**Bild 5 — Regal mit schmalem Gang und Schubmaststapler**

#### **4.6 Kragarmregale**

Kragarmregale werden oft zur Lagerung langer oder unregelmäßiger Einheiten verwendet. Kragarmregale werden normalerweise für durch strombetriebene Bediengeräte wie Seitenstapler oder Flurförderzeuge bedient, wie in Bild 6 gezeigt.

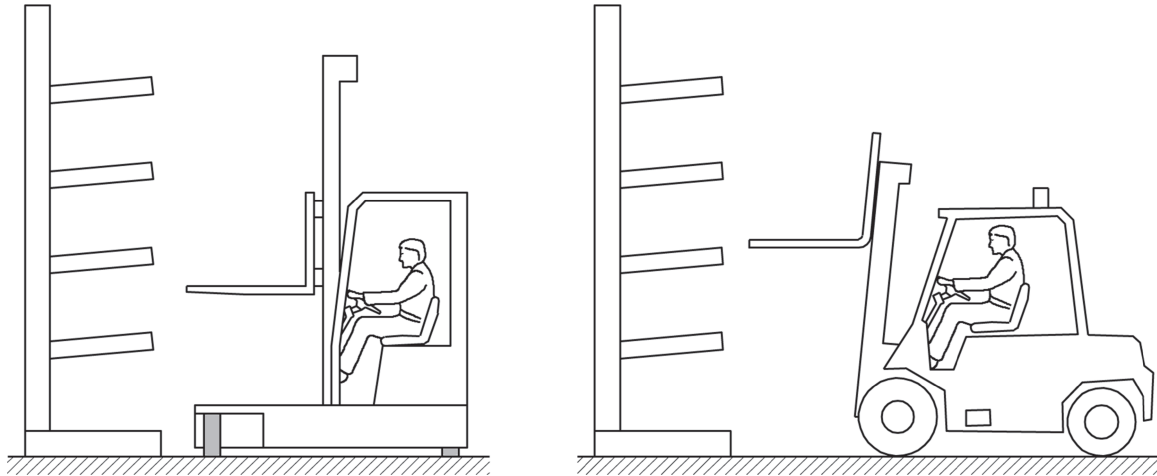


Bild 6 — Kragarmregal

## 4.7 Einfahrregale

Einfahrregale sind so ausgelegt, dass ihre Kanäle nur die Breite des Flurförderzeugs und der Ladeinheit aufnehmen, zuzüglich des in Bild 7 gezeigten Arbeitszwischenraums.

Die Flurförderzeuge sind üblicherweise Schubmaststapler oder Frontstapler und werden meistens innerhalb der Gänge durch Führungsschienen oder am Boden verlegte Führungsschienen geführt.

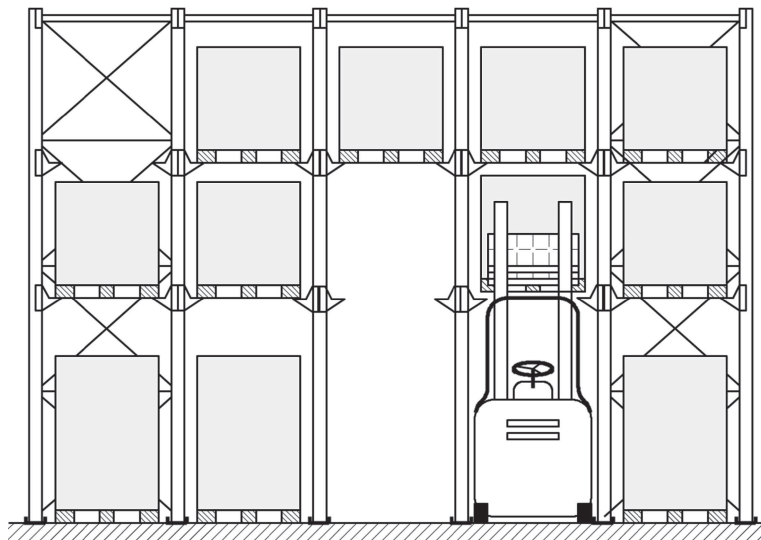


Bild 7 — Einfahrregal (und Durchfahrregal)

## 5 Regal, das mit Flurförderzeugen bedient wird

### 5.1 Montagegrenzabweichungen

#### 5.1.1 Allgemeines

Die maximal zulässigen Grenzabweichungen nach Montage bei nicht beladenem Regal müssen so sein, wie in Tabelle 1, Tabelle 2, Bild 8 und Bild 9 angegeben.

ANMERKUNG 1 Die Montagegrenzabweichungen gelten auch, wenn das Regal demontiert und dann erneut montiert wird.

**Tabelle 1 — Grenzabweichungen, gemessen in horizontaler Richtung**

| Grenzwerte für die horizontalen Grenzabweichungen in der XZ-Ebene<br>mm                                                                                                                                                                                                   |                                                                         |                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Messvorschrift und Beschreibung der Grenzabweichung                                                                                                                                                                                                                       | Montagegrenz-<br>abweichungen für<br>Breitgang- und<br>Schmalgangregale | Montagegrenz-<br>abweichungen für<br>Regale mit sehr<br>schmalem Gang     |
| <b>δA</b> Abweichung vom Nennmaß für die lichte Zugangsbreite zwischen zwei Stützen in einer beliebigen Trägerhöhe                                                                                                                                                        | ±3                                                                      | ±3                                                                        |
| <b>δA<sub>t</sub></b> Abweichung vom Nennmaß für die Gesamtlänge des Regals, kumulativ für die Anzahl „n“ der Felder, gemessen etwa in Bodenhöhe                                                                                                                          | ±3n                                                                     | ±3n                                                                       |
| <b>B</b> Fehlausrichtung der Stützen in Gangquerrichtung, kumulativ für die Anzahl „n“ der Felder, gemessen etwa in Bodenhöhe<br>Bei Bedienperson oben gilt dies nur für die Gangstützen<br>Bei Bedienperson unten gilt dies für die Gangstützen und die hinteren Stützen | Nicht zutreffend                                                        | Es gilt der größere der folgenden Werte:<br>±10<br>oder<br>±1,0n<br>±0,5n |
| <b>δB<sub>0</sub></b> Abweichung vom Nennmaß der Regalfront oder des Endes der Übergabestelle bezogen auf die jeweilige „Bezugslinie des Regalsystems Z“, gemessen etwa in Bodenhöhe                                                                                      | ±10                                                                     | ±10                                                                       |
| <b>BF</b> Fehlausrichtung von Regalstützen quer zum Rahmen (über die gesamte Höhe)                                                                                                                                                                                        | 40                                                                      | Nicht zutreffend                                                          |
| <b>C<sub>x</sub></b> Abweichung der Stütze vom Lot in X-Richtung                                                                                                                                                                                                          | ±H/350                                                                  | ±H/500                                                                    |
| <b>C<sub>z</sub></b> Abweichung der Stütze vom Lot in Z-Richtung                                                                                                                                                                                                          | ±H/350                                                                  | ±H/500                                                                    |
| <b>δD</b> Abweichung vom Nennmaß für die Regaltiefe                                                                                                                                                                                                                       | Einfachrahmen ±6                                                        | Einfachrahmen ±3<br>Doppelrahmen ±6                                       |
| <b>δE</b> Abweichung vom Nennmaß für die Regalgangbreite etwa in Bodenhöhe                                                                                                                                                                                                | ±15                                                                     | ±5                                                                        |
| <b>δE<sub>1</sub></b> Abweichung vom Nennmaß für die Breite zwischen den Führungsschienen                                                                                                                                                                                 | Nicht zutreffend                                                        | Siehe FEM 10.2.14–1/4.103–1                                               |
| <b>δE<sub>2</sub></b> Abweichung zwischen den Stützen auf einer Seite der Führungsschiene                                                                                                                                                                                 | Nicht zutreffend                                                        | ±5                                                                        |
| <b>δF</b> Abweichung vom Nennmaß für die Gang-Geradheit, gemessen etwa in Bodenhöhe mit Bezug auf die „Bezugslinie des Gangsystems X“ oder entsprechend der Festlegungen des Lieferanten des Staplers.                                                                    | ±15                                                                     | ±10                                                                       |
| <b>F<sub>1</sub></b> Abweichung zwischen benachbarten Stützen, gemessen etwa in Bodenhöhe in Z-Richtung                                                                                                                                                                   | Nicht zutreffend                                                        | ±5                                                                        |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Grenzwerte für die horizontalen Grenzabweichungen in der XZ-Ebene<br>mm                                                        |                                                                                       |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Messvorschrift und Beschreibung der Grenzabweichung                                                                            | Montagegrenzabweichungen für Breitgang- und Schmalgangregale                          | Montagegrenzabweichungen für Regale mit sehr schmalem Gang                            |
| <b>G<sub>z</sub></b> Geradheit des Trägers in Z-Richtung                                                                       | $\pm A/400$                                                                           | $\pm A/400$                                                                           |
| <b>J<sub>x</sub></b> Geradheit der Stützen in X-Richtung zwischen Trägern, die in einem Abstand HB voneinander angeordnet sind | Es gilt der größere der folgenden Grenzabweichungswerte:<br>$\pm 3$ oder $\pm HB/400$ | Es gilt der größere der folgenden Grenzabweichungswerte:<br>$\pm 3$ oder $\pm HB/750$ |
| <b>J<sub>z</sub></b> Anfangskrümmung eines Ständerrahmens in Z-Richtung                                                        | $\pm H/500$                                                                           | $\pm H/500$                                                                           |
| <b>δM</b> Grenzabweichung für die obere Führungsschiene                                                                        | Nicht zutreffend                                                                      | Wird vom Planer oder Hersteller des Flurförderzeugs festgelegt                        |
| <b>Tw</b> Trägerverdrehung in der Feldmitte (je m)                                                                             | 1°                                                                                    | 1°                                                                                    |

**Tabelle 2 — Grenzabweichungen, gemessen in vertikaler Richtung**

| Vertikale Grenzabweichungen in Y-Richtung<br>mm                                                                              |                                                          |                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Messvorschrift und Beschreibung der Grenzabweichung                                                                          | Montagegrenzabweichungen für Breit- und Schmalgangregale | Montagegrenzabweichungen für Regale mit sehr schmalen Gang                                         |
|                                                                                                                              | Es gilt der größere der folgenden Werte:                 |                                                                                                    |
| <b>G<sub>y</sub></b> Geradheit der Träger in Y-Richtung                                                                      | ±3 oder ±A/500                                           | ±3 oder ±A/500                                                                                     |
| <b>δH<sub>1A</sub></b> Abweichung der Oberseite des unteren Trägerniveaus gegenüber der Fußplatte                            | ±10                                                      | ±7                                                                                                 |
| <b>δH<sub>1</sub></b> Abweichung der Oberkantenhöhe irgendeines Trägers H <sub>1</sub> über der unteren Trägerhöhe           | ±5 oder ±H <sub>1</sub> /500                             | Bedienperson oben ±5 oder ±H <sub>1</sub> /500<br>Bedienperson unten ±3 oder ±H <sub>1</sub> /1000 |
| <b>δH<sub>3</sub></b> Grenzabweichung für die obere Führungsschiene                                                          | Nicht zutreffend                                         | Wird vom Planer oder Lieferanten des Flurförderzeugs festgelegt                                    |
| <b>H<sub>y</sub></b> Abweichung der Aufnahmehöhen der Ladeeinheiten zwischen den vorderen und hinteren Trägern in einem Fach | ±10                                                      | ±10                                                                                                |

ANMERKUNG 2 Eine Aufnahme der Regalmaße zur Messung der Montagegrenzabweichungen kann vor Beladung des Regals durchgeführt werden. Die in diesem Dokument angegebenen Grenzabweichungen sind möglicherweise nicht anwendbar, nachdem das Regal beladen wurde.

Die in diesem Dokument angegebenen einzelnen Freiräume sind Mindestwerte. Der Planer ist für die Festlegung der Freiräume des Gesamtsystems unter Anwendung der in diesem Dokument angegebenen Freiräume und Grenzabweichungen verantwortlich. Falls größere Freiräume gefordert werden, sollten diese vom Lieferanten des Flurförderzeugs oder vom Planer festgelegt werden (siehe Anhang F).

Aufnahmen der Regalmaße können vervollständigt werden, wenn individuelle Verträge dies erfordern (siehe Anhang C).

### 5.1.2 Grenzabweichungsbereich für die Rahmen in X-Richtung

Der Grenzabweichungsbereich für gegenüberliegende Rahmen, der sich aus dem Versatz der Stützen, der Abweichung der Fußplatten vom Lot und der Krümmung der Stützenprofile ergibt, darf das Maß WE nicht überschreiten.

Diese Grenzabweichung gilt nur für Regale mit sehr schmalem Gang (Bedienperson unten).

$$WE = W + 2C_x + B_{\max} + 2J_x \quad (1)$$

Dabei ist

WE der Grenzabweichungsbereich für einander gegenüberliegende Rahmen, der sich aus dem Versatz der Stützen, der Abweichung der Unterlagen vom Lot und der Krümmung der Stützenprofile ergibt;

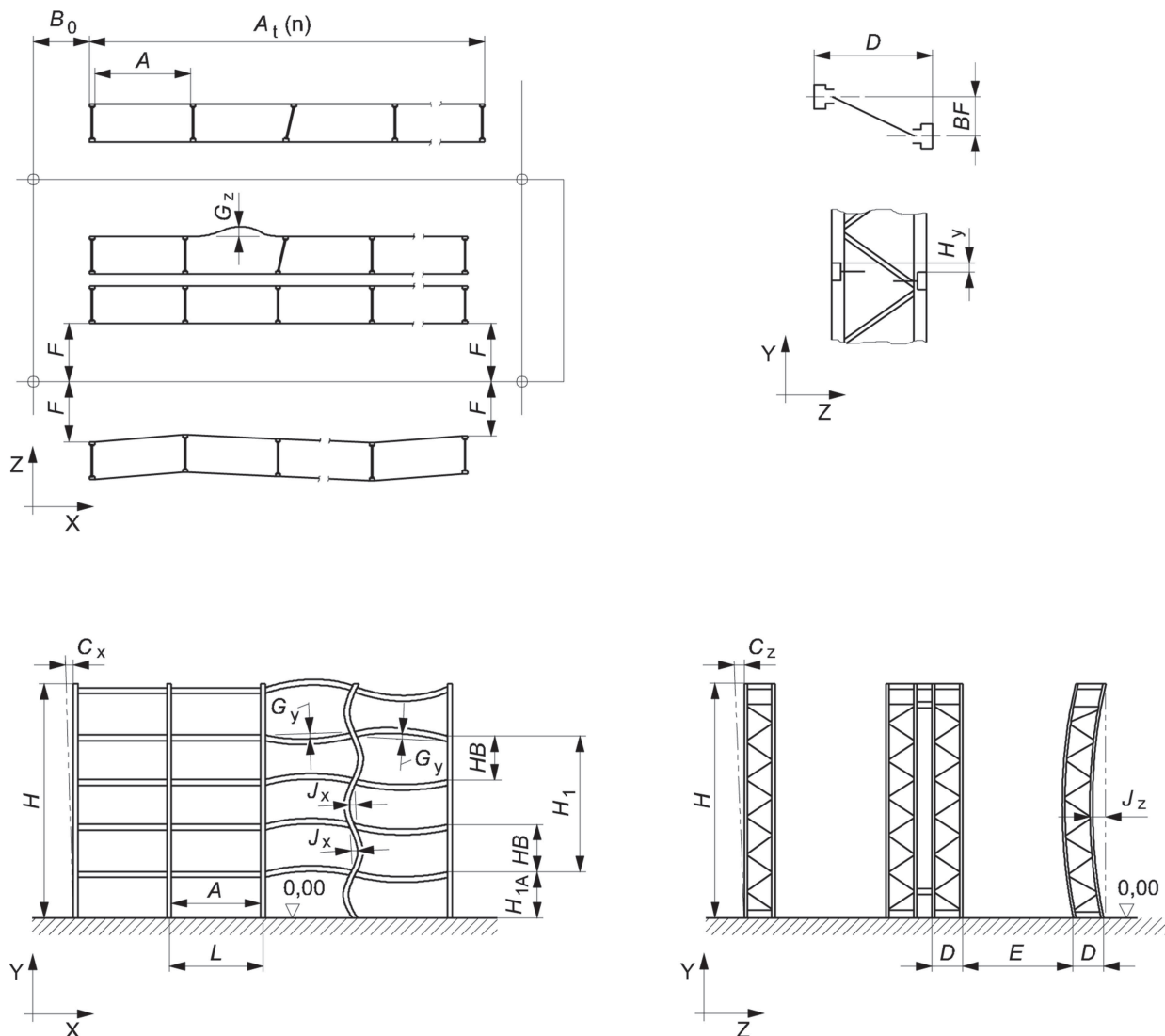
W die Stützenbreite;

$C_x$  die Abweichung der Stützen vom Lot nach Tabelle 1;

$B_{\max}$  10 mm oder 0,5n nach Tabelle 1;

$J_x$  die Geradheit der Stützen zwischen den in Tabelle 1 angegebenen Trägerhöhen.

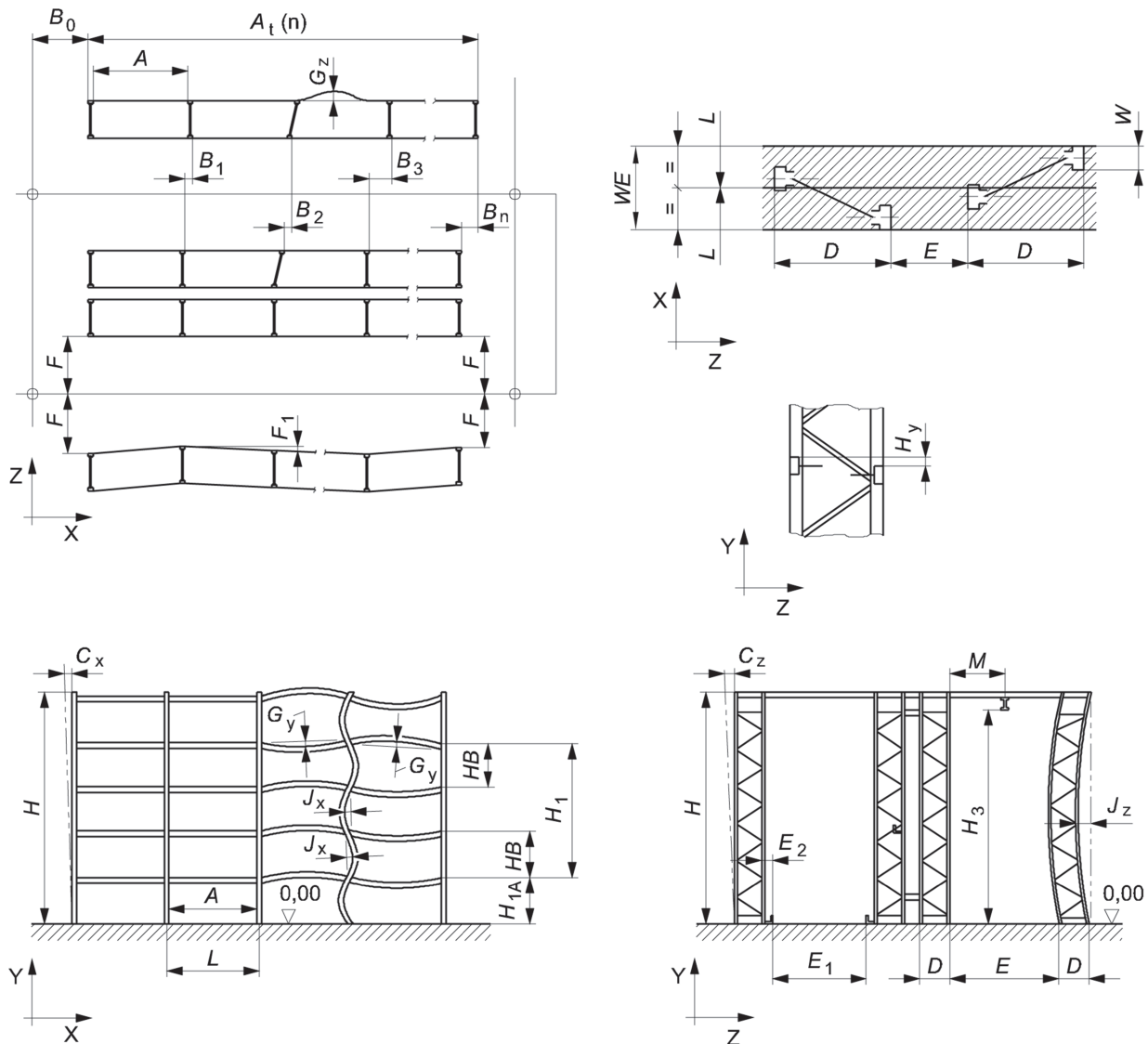
**ANMERKUNG** Diese Grenzabweichung hilft der am Boden arbeitenden Bedienperson die Palette unter Sichtkontrolle zu platzieren, indem sie die gegenüberliegenden Lagen benutzt.



### Legende

- $A$  lichte Zugangsbreite zwischen zwei Stützen
- $B_0$  Abstand zwischen Bezugslinie des Regalsystems Z und der Regalfront
- $BF$  Fehlausrichtung von Regalstützen quer zum Rahmen
- $C_z, C_x$  Abweichung des Rahmens vom Lot in Z- bzw. X-Richtung
- $D$  Regaltiefe (Einfachrahmen)
- $E$  Regalgangbreite
- $F$  Abstand zwischen Bezugslinie X des Gangsystems und Frontseite der Regalstütze
- $G_z, G_y$  Geradheit des Trägers in Z- bzw. Y-Richtung
- $H$  Höhe von der Oberseite des Fußplattenniveaus zur Oberseite der Regalstütze
- $HB$  Höhe von der Oberseite des Plattenniveaus zum nächsthöheren Plattenniveau
- $H_y$  Abweichung der Höhen der Paletten-Aufnahmestellen zwischen den vorderen und hinteren Trägern in einem Fach
- $H_{1A}$  Höhe von der Oberseite des unteren Trägerniveaus zur Oberseite des Fußplattenniveaus
- $H_1$  Höhe von der Oberseite des Fußplattenniveaus zu irgendeinem anderen Plattenniveau
- $J_x$  Geradheit der Stützen in X-Richtung zwischen benachbarten Trägern
- $J_z$  Anfangsgeradheit einer Stütze in Z-Richtung
- $L$  Abstand von der Mitte zur Mitte der Regalstützen

**Bild 8 — Grenzabmaße für Breitgang und Schmalgang in horizontaler und vertikaler Richtung**



### Legende

- $A$  lichte Zugangsbreite zwischen zwei Stützen
- $B_0$  Abstand zwischen Bezugslinie des Regalsystems Z und der Regalfront
- $B_1, B_2$  Fehlausrichtung der Stützen in Gangquerrichtung in die Felder 1 bzw. 2
- $C_z, C_x$  Abweichung der Stütze vom Lot in Z- bzw. X-Richtung
- $D$  Regaltiefe (Einfachrahmen)
- $E$  Regalgangbreite
- $E_1$  Abstand zwischen Führungsschienen
- $E_2$  Abstand zwischen Führungsschiene und Frontseite der Regalstütze
- $F$  Abstand zwischen Bezugslinie X des Gangsystems und Frontseite der Regalstütze
- $F_1$  Abweichung zwischen benachbarten Stützen, gemessen etwa in Bodenhöhe in Z-Richtung
- $G_z, G_y$  Geradheit des Trägers in Z- bzw. Y-Richtung
- $H$  Höhe von der Oberseite des Fußplattenniveaus zur Oberseite der Regalstütze
- $HB$  Höhe von der Oberseite des Plattenniveaus zum nächsthöheren Plattenniveau
- $H_y$  Abweichung der Höhen der Paletten-Aufnahmestellen zwischen den vorderen und hinteren Trägern in einem Fach
- $H_{1A}$  Höhe von der Oberseite des unteren Trägerniveaus zur Oberseite des Fußplattenniveaus
- $H_1$  Höhe von der Oberseite des Fußplattenniveaus zu irgendeinem anderen Plattenniveau
- $J_x$  Geradheit der Stützen in X-Richtung zwischen benachbarten Trägern
- $J_z$  Anfangsgeradheit eines Ständerrahmens in Z-Richtung
- $L$  Abstand von der Mitte zur Mitte der Regalstützen
- $M$  Abstand von der Frontseite der Regalstütze zur Oberkante der Führungsschiene

**Bild 9 — Grenzabweichungen für sehr schmale Gänge in horizontaler und vertikaler Richtung**

## **5.2 Grenzwerte für die Verformung**

### **5.2.1 Grenzwerte für die Trägerverformung in Y-Richtung**

Die Grenzwerte für die Durchbiegung müssen für jedes Projekt entsprechend den Projektgrundlagen mit dem Planer unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anlage vereinbart werden.

Die maximalen Verformungen der belasteten Träger des Regals dürfen die Gebrauchsfähigkeitskriterien nicht überschreiten.

Bei kontinuierlichen Trägerstützweiten über zwei oder drei Felder muss sowohl eine Biegung der Träger nach unten (Durchhängen) als auch nach oben (Aufwölben) berücksichtigt werden (siehe Anhang D).

Fehlen spezifische Anforderungen, sollten folgende Durchbiegungsgrenzwerte angewendet werden:

**Tabelle 3 — Maximale angegebene Verformung der belasteten Träger (mm)**

| Trägerart                                                                                      | breiter und schmaler Gang | Regalanlagen mit sehr schmalen Gang (Bedienerperson oben) |            | Regalanlagen mit sehr schmalen Gang (Bedienerperson unten) |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------|------------|
|                                                                                                |                           | Durchbiegung                                              | Aufwölbung | Durchbiegung                                               | Aufwölbung |
| üblicher Träger                                                                                | $L/200^a$                 | $L/200^a$                                                 | $L/200^a$  | $L/200^a$ max. 10 mm für Trägerhöhen über 6 m              | $L/200^a$  |
| freitragender Träger                                                                           | $L/100^b$                 | $L/100^b$ max. 15 mm                                      |            | $L/100^b$ max. 15 mm max. 10 mm für Trägerhöhen über 6 m   |            |
| <sup>a</sup> L ist die Stützweite des Trägers (zwischen den Mittellinien benachbarter Stützen) |                           |                                                           |            |                                                            |            |
| <sup>b</sup> L ist die Länge des freitragenden Trägers, gemessen ab Stützenmitte               |                           |                                                           |            |                                                            |            |

### **5.2.2 Verformungen des Rahmens**

Die Grenzwerte für die Durchbiegung müssen für jedes Projekt entsprechend den Projektgrundlagen mit dem Planer unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anlage vereinbart werden.

Fehlen spezifische Anforderungen, sollten folgende Durchbiegungsgrenzwerte angewendet werden.

Die Querverschiebung (Bewegung) der Regalstützen in X- oder Z-Richtung, die durch die aufgebrachte Beladung entsteht, soll 1/200 der Regalhöhe nicht überschreiten, die ohne Beladung nach Abschluss der Montage der Regalanlage an den Stellen gemessen werden, an denen die Regalstützen angeordnet sind.

ANMERKUNG Zum Beispiel könnte ein 15 m hohes Regal seitlich um  $\pm 75$  mm durchbiegen.

In einer beliebigen Trägerhöhe hängt die Verschiebung in der Y-Achse von den angesammelten Druckspannungen in den einzelnen Stützenlängen zwischen den Trägerhöhen unterhalb der betrachteten Höhe ab; sie muss vom Planer bei der Festlegung des Höhenauswahlsystems einer Anwendung mit sehr schmalen Gang berücksichtigt werden.

Diese Werte müssen vom Lieferanten des Regalsystems vorgelegt werden.

### 5.2.3 Führungsschienenverformung (Anwendungen mit sehr schmalem Gang)

Die Verformung der oberen und unteren Führungsschienen wird von der Art des Schmalgangstaplers beeinflusst. Das Führungsschienenprofil und die Anforderungen an Größe und Befestigung müssen vom Planer des Fördermittels bereitgestellt werden.

## 5.3 Freiräume für Ladeeinheiten und Bediengeräte

### 5.3.1 Freiräume für die Beschickung der Ladeeinheiten

Für die Freiräume müssen die Höchstmaße von der Ladeeinheit berücksichtigt werden, die vom Planer oder Benutzer festzulegen sind. Gibt es keine projektspezifischen Werte, gelten die folgenden Abschnitte, und der Planer muss sicherstellen, dass die Werte entsprechend der Anforderungen an das Gesamtsystem annehmbar sind.

Folgende Betrachtungen müssen während der Entscheidungsphase bezogen auf Freiräume bei Bemessung von Regalanlagen mit sehr schmalen Gängen besonders beachtet werden:

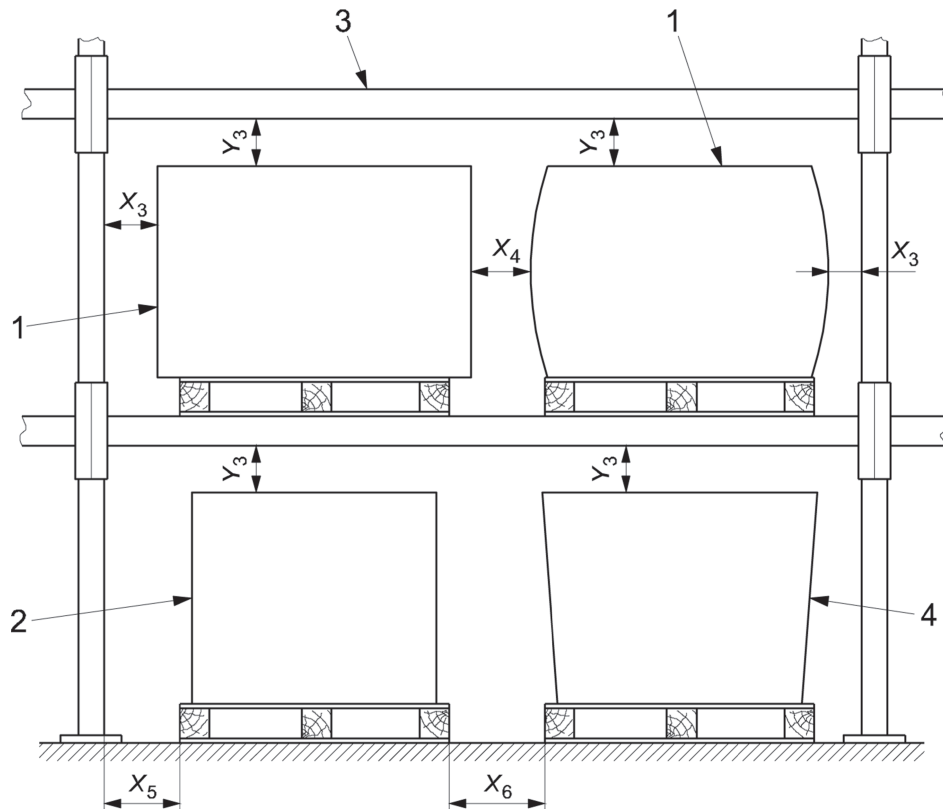
- Die Verformungen des Schmalgangstaplers vergrößern sich bei zunehmender Höhe der Ladung und Reichweite der Gabel. Es sollten sowohl die Situationen für Bewegung als auch für Stapelung berücksichtigt werden. Diese Verformungen in X-, Y- und Z-Richtung werden durch Verschleiß im Getriebe des Staplers, in den Reifen usw. beeinflusst.
- Die Senkrechtstellung des Staplers verändert sich sowohl in der X- als auch in der Z-Richtung aufgrund kleiner Schwankungen der Bodenhöhe, wenn der Stapler durch den Gang fährt. Die Veränderungen der Senkrechtstellung werden durch größere Höhen von Schmalganganlagen verstärkt.

### 5.3.2 Horizontale und vertikale Freiräume in einem Feld

#### 5.3.2.1 Allgemeines

Die horizontalen und vertikalen Freiräume für Stapler dürfen die in Bild 10 und Tabelle 4 gezeigten Werte nicht unterschreiten.

ANMERKUNG Größere Freiräume dürfen zur Erhöhung der Leistung oder zur Aufrechterhaltung sicherer Arbeitsbedingungen in Bereichen mit höherem Risiko bereitgestellt werden (siehe B.3).



### Legende

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

**Bild 10 — Horizontale und vertikale Freiräume für Stapler**

**Tabelle 4 — Horizontale und vertikale Freiräume**

|                                                       | Regalanlagen mit breiten und schmalen Gängen<br>mm          |                  | Regalanlagen mit sehr schmalen Gang<br>(Bedienerperson oben)<br>mm |                | Regalanlagen mit sehr schmalen Gang<br>(Bedienerperson unten)<br>mm |                  |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|------------------|
| Höhe des Trägers vom Boden bis in einer Höhe von (mm) | X <sub>3</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>6</sub> | Y <sub>3</sub>   | X <sub>3</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>6</sub>        | Y <sub>3</sub> | X <sub>3</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>6</sub>         | Y <sub>3</sub>   |
| 3 000                                                 | 75                                                          | 75               | 75                                                                 | 75             | 75                                                                  | 75               |
| 6 000                                                 | 75                                                          | 100              | 75                                                                 | 75             | 75                                                                  | 100              |
| 9 000                                                 | 75                                                          | 125              | 75                                                                 | 75             | 75                                                                  | 125              |
| 12 000                                                | 100                                                         | 150              | 75                                                                 | 75             | 100                                                                 | 150              |
| 15 000                                                | 100                                                         | 175              | 75                                                                 | 75             | 100                                                                 | 175              |
| Mehr als 15 m                                         | Nicht zutreffend                                            | Nicht zutreffend | 75                                                                 | 75             | Nicht zutreffend                                                    | Nicht zutreffend |

Für andere Werte von Trägerhöhen können die Freiräume durch lineare Interpolation ermittelt werden.

#### 5.3.2.2 Schmalgangstapler

Der Freiraum  $Y_3$  bis zum ersten Trägerniveau in Tabelle 4 muss um die Höhe der Führungsschiene vergrößert werden, wenn der Stapler die untere Ladeeinheit auf dem Boden über einer bodenmontierten Führungsschiene absetzen muss.

#### 5.3.2.3 Flurförderzeuge mit Bedienperson unten

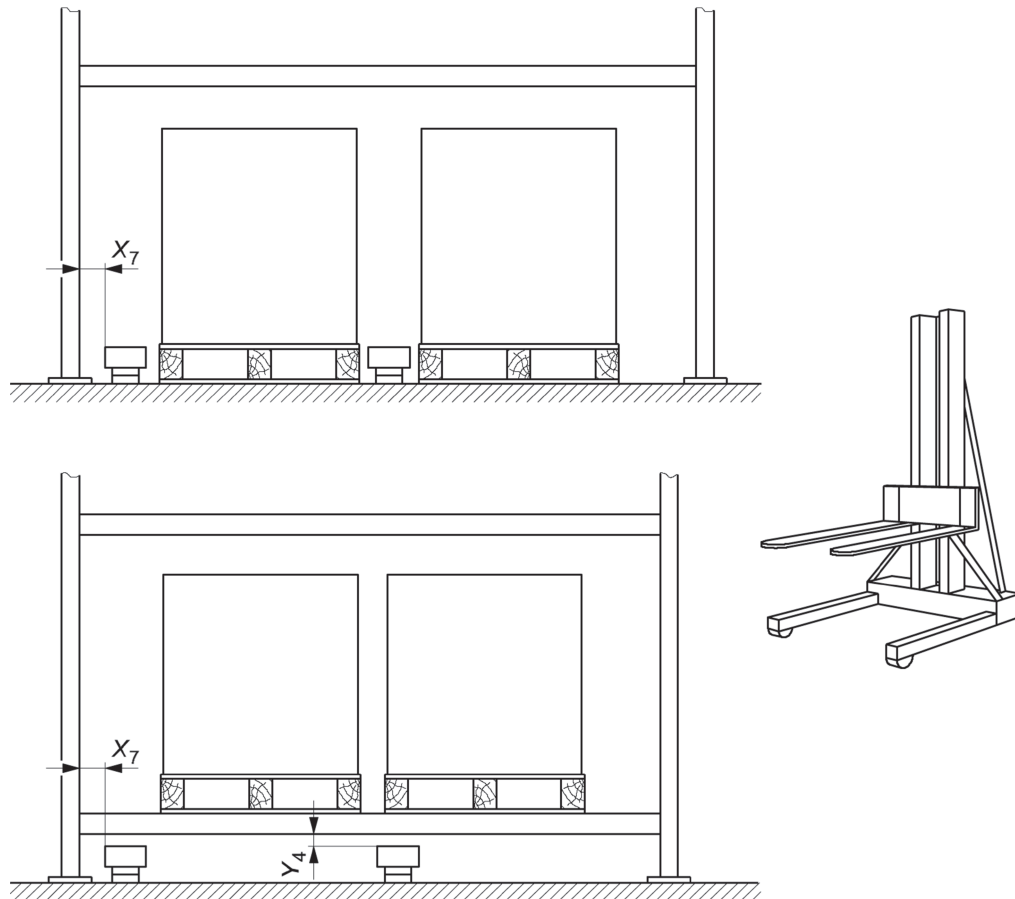
Für  $Y_3$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$  und  $X_6$  dürfen in Abhängigkeit davon, ob eine indirekte Sichthilfe für die Bedienperson vorgesehen ist, z. B. Überwachungskamerasysteme (CCTV) oder ähnliche Systeme zur Leitung der Bedienperson, niedrigere Werte angewendet werden, jedoch nicht kleiner als 75 mm. Markierungen am Staplermast dürfen nicht als ausreichende Rechtfertigung angesehen werden.

#### 5.3.2.4 Schubmaststapler

Der Mindestfreiraum auf Bodenhöhe muss 75 mm plus  $Y_b$  betragen, wobei  $Y_b$  beim Aus- oder Einlagern der Palette der notwendige Zwischenraum zwischen Boden und Palettenunterseite ist, wie bei einem Schubmaststapler, um die Höhe des ausfahrbaren Fußauslegers aufzunehmen, falls die Palette oder ihre Beladung breiter ist als der Abstand zwischen den ausfahrbaren Fußauslegern.  $Y_b$  ist vom Staplerlieferanten anzugeben.

#### 5.3.2.5 Gabelhochhubwagen

Bei der Aufnahme einer Ladeeinheit vom Boden bzw. Absetzen einer Ladeeinheit auf den Boden muss an jeder Seite der Palette ein lichter Abstand eingehalten werden, so dass die Fußausleger an beiden Seiten der Last vorbeifahren können. Zwischen den Fußauslegern und den Regalstützen muss ein Abstand von mindestens 75 mm eingehalten werden, siehe  $X_7$  in Bild 11. Falls ein Bodenträger vorhanden ist, muss der Fußausleger von der Trägerunterseite mindestens 40 mm entfernt sein, siehe  $Y_4$  in Bild 11.



#### Legende

$X_7$  Abstand zwischen Stütze und Fußausleger des Gabelhochhubwagens

$Y_4$  Abstand zwischen Trägerunterseite und Fußausleger des Gabelhochhubwagens

**Bild 11 — Abstandsmaße für Gabelhochhubwagen**

### 5.3.3 Freiräume für Stützen-Anfahrerschutz

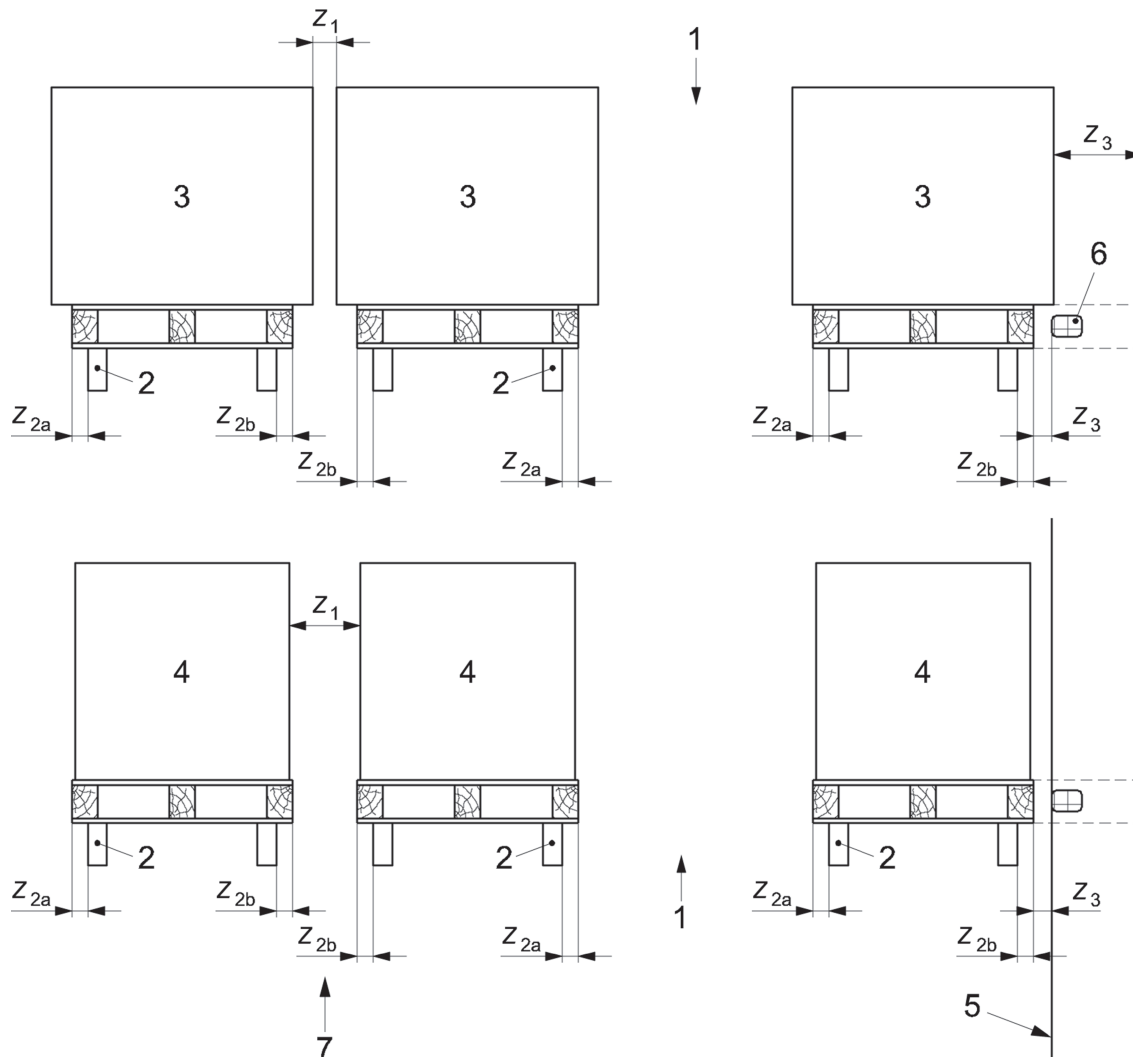
Freiräume für Stützen-Anfahrerschutz werden in FEM 10.2.16 angegeben (siehe [14]). Der Stützen-Anfahrerschutz darf die Mindestbedienungsgangbreite oder die Mindestgangbreite nicht verringern.

Beim Nachrüsten mit einem Anfahrerschutz dürfen die Freiräume verringert werden. Der Benutzer sollte sich der Folgen von Nachrüstungen bewusst sein, die unter Umständen aufgrund von verringerten Freiräumen und erhöhtem Schaden zu schwierigeren Betriebsbedingungen für Fördermittel führen können.

### 5.3.4 Horizontaler Freiraum in Tiefenrichtung

#### 5.3.4.1 Anforderungen

Die horizontalen Freiräume in Tiefenrichtung werden in Bild 12 gezeigt.



### Legende

- 1 Gang
- 2 Träger
- 3 Palette mit Ladungsüberhang
- 4 Palette ohne Ladungsüberhang
- 5 Hindernisse (z. B. Aussteifung, Durchschubsicherung) oder Wand hinter den Ladeeinheiten
- 6 Durchschubsicherung
- 7 keine Hindernisse hinter den Ladeeinheiten
- $Z_1$  Freiraum zwischen hintereinander liegenden Paletten oder ihrem Ladehilfsmittel
- $Z_{2a}, Z_{2b}$  Palettenüberhang vorne bzw. an den hinteren Trägern
- $Z_3$  Freiraum zwischen Palette oder ihrem Ladehilfsmittel und Durchschubsicherung oder anderes Hindernis (Aussteifung, Wand) hinter den Ladungen

**Bild 12 — Horizontale Freiräume in Tiefenrichtung**

Der horizontale Freiraum in der Tiefe Z bezieht sich auf:

- a) den maximalen Ladungsüberhang an der Regalrückseite;
- b) die Beschickungsgrenzabweichung für die Ladeinheit in Z-Richtung ( $Z_2$ ).

Für Doppelregale muss der Freiraum  $Z_1$  zwischen zwei hintereinander liegenden Paletten und/oder ihrem Ladehilfsmittel größer als oder gleich  $2Z_2$  sein, mindestens jedoch 100 mm betragen.

Wenn Doppelregalzeilen keine Distanzstücke haben, muss der Freiraum  $Z_1$  mindestens  $2Z_2$  oder 100 mm und  $H/100$  betragen (dabei ist  $H$  die Höhe des oberen Trägers).

Wenn hinter der Ladeeinheit eine Durchschubsicherung vorhanden ist, muss  $Z_3$  größer als oder gleich  $Z_2$  sein, mindestens jedoch 50 mm betragen.

#### 5.3.4.2 Symmetrische Anordnung bei manueller Positionierung in Z-Richtung

Dies ist die symmetrische Anordnung bei manueller Positionierung der Palette in Z-Richtung, wobei:

- a) die Ladeeinheit von einem Paar Regalträger vorn und hinten abgestützt wird;
- b) das Ladehilfsmittel (die Palette) an den Regalträgern vorn und hinten gleichmäßig einen Nennüberhang  $Z_2 = 50$  mm in Bezug auf den Träger bildet.

Wenn der Abstand zwischen der Stützenstirnfläche und der Trägerstirnfläche weniger als 5 mm beträgt, darf der Überhang in Bezug auf die Stützenstirnfläche berücksichtigt werden.

Die Beschickungsgrenzabweichung in Z-Richtung muss  $\pm 50$  mm gegenüber der Nennposition betragen.

Für mit Distanzstücken ausgestattete Doppelregale muss der Nennabstand  $Z_1$  zwischen den hintereinander liegenden Ladeeinheiten größer als oder gleich 100 mm sein ( $2Z_2$ ).

Wenn Doppelregalzeilen keine Distanzstücke haben, muss der Freiraum  $Z_1$  mindestens  $2Z_2$  oder 100 mm zuzüglich  $H/100$  betragen (dabei ist  $H$  die Höhe des oberen Trägers).

#### 5.3.4.3 Nichtsymmetrische Anordnung und/oder $Z_2 \neq 50$ mm

Diese sind nichtsymmetrische Fälle, bei denen der Überhang der Ladeeinheit an den vorderen oder hinteren Trägern vom Planer bzw. vom Lieferanten des Staplers festgelegt ist.

Die gegenüber der Nennposition zulässige Beschickungsgrenzabweichung in Z-Richtung muss vom Planer oder vom Lieferanten des Staplers festgelegt werden.

Für Doppelregale muss der Nennabstand  $Z_1$  zwischen zwei hintereinander liegenden Ladeeinheiten gleich oder größer als die doppelten, vom Planer oder vom Lieferanten des Staplers festgelegten Beschickungsgrenzabweichungen in Z-Richtung sein, mindestens jedoch 100 mm.

Wenn Doppelregalzeilen keine Distanzstücke haben, muss der Freiraum  $Z_1$  mindestens  $2Z_2$  oder 100 mm zuzüglich  $H/100$  betragen (dabei ist  $H$  die Höhe des oberen Trägers).

ANMERKUNG Es dürfen Zubehörteile, z. B. Palettenauflagen oder eine Holzschalung, angewendet werden, so dass der zulässige Tiefenbereich beträchtlich vergrößert wird.

Für zusätzliche Informationen siehe Anhang E und Anhang F.

### 5.3.5 Freiräume von Gangbreiten (nicht VNA)

#### 5.3.5.1 Mindestzwischenraum für eine 90°-Drehung des Staplers

Die Breite von Stapler und Ladung, für die eine 90°-Drehung durchführbar ist, muss vom Lieferanten des Staplers unter Einbeziehung der festgelegten Bemessungsdaten für die Ladeeinheit festgelegt werden (siehe Anhang B).

Der Mindestfreiraum im Gang muss vom Planer auf der Basis einer Risikobewertung festgelegt werden, wobei eine Mindestzugabe von 200 mm für das Manövrieren vorzusehen ist, d. h. ein Mindestfreiraum muss 100 mm an jeder Seite betragen (siehe Anhang B).

ANMERKUNG FEM 4.005 gibt zu diesem Thema eine Anleitung (siehe [1]).

Im Falle von Gegenverkehr innerhalb eines Ganges gelten zusätzlich die Anforderungen an Freiräume nach 5.3.6.

#### 5.3.5.2 Unterste Ladeeinheit

Die Freiräume im Gang basieren auf der Anforderung, dass die unterste Ladeeinheit so angeordnet werden muss, dass die lichte Gangbreite nicht beeinträchtigt wird.

### 5.3.6 Freiräume für Laufgänge

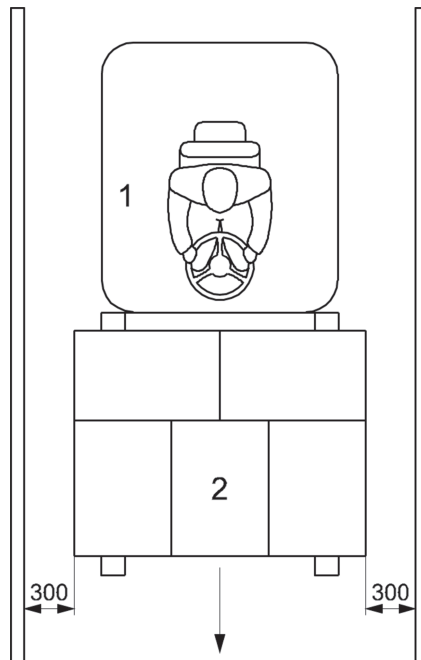
Für Laufgänge für Flurförderzeuge-, die in nur einer Richtung zu benutzen sind, muss die Mindestgangbreite größer sein als die Gesamtbreite des Staplers oder der Ladung zuzüglich 600 mm, wie in Bild 13 dargestellt.

Für Laufgänge für Flurförderzeuge, die in zwei Richtungen zu benutzen sind, muss die Mindestgangbreite größer sein als das Doppelte der Gesamtbreite des Staplers oder der Ladung zuzüglich 900 mm, wie in Bild 14 dargestellt.

Der Fußgängerverkehr sollte, wenn möglich, vom motorbetriebenen Fahrzeugverkehr getrennt erfolgen, dies darf eine nationale Anforderung sein. Wenn ein getrennter Fußgängerverkehr nicht möglich ist, muss an mindestens einer Seite ein Mindestabstand von 500 mm vorgesehen werden.

ANMERKUNG Nationale Vorschriften dürfen andere Mindestwerte als die in diesem Abschnitt angegebenen erfordern.

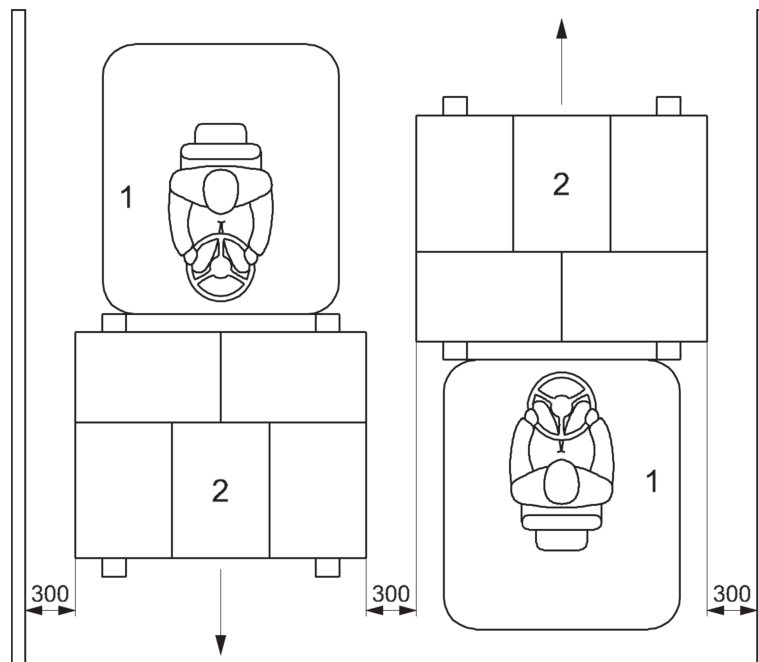
Maße in Millimeter



**Legende**

- 1 motorgetriebenes Fahrzeug
- 2 Ladeinheit

**Bild 13 — Freiräume für in einer Richtung zu benutzenden Laufgängen für Flurförderzeuge, ohne Fußgängerverkehr**



#### Legende

- 1 motorgetriebenes Fahrzeug
- 2 Ladeeinheit

**Bild 14 — Freiräume für in zwei Richtungen zu benutzenden Laufgängen für Flurförderzeuge, ohne Fußgängerverkehr**

### 5.3.7 Breitenmaße des Ganges (VNA)

#### 5.3.7.1 Mindestfreiraum für Stapler und Ladeinheit in einem Gang

Der Gang-Mindestfreiraum muss vom Planer oder dem Lieferanten des Staplers unter Einbeziehung sämtlicher Einflussfaktoren definiert werden (siehe Anhang F).

#### 5.3.7.2 Unterste Ladeeinheit

Die Freiräume im Gang basieren auf der Anforderung, dass die unterste Ladeeinheit so angeordnet werden muss, dass die lichte Bedienungsgangbreite nicht beeinträchtigt wird.

### 5.4 Übergabepätze

Wenn die Anwendung und das Betriebsverfahren festgelegt sind, muss die Bemessung des Übergabeplatzes im Hinblick auf den spezifizierten Einsatz eines Schmalgangstaplers in Übereinstimmung mit den für die Ladeinheit am Schmalgangstapler angegebenen Grenzwerten für die Grenzabweichungen in X- und Z-Richtung, die bei Bestimmung der Mindest-Freiräume für Gang und Fächer angewendet werden, erfolgen.

Für Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume sowie das Verfahren zur Anwendung des Übergabeplatzes ist der Planer, der Benutzer oder der Lieferant des Schmalgangstaplers verantwortlich.

**ANMERKUNG** Der Schmalgangstaplerfahrer ist dafür ausgebildet und angewiesen, die Ladeinheit in der korrekten Position am Übergabepplatz auf dem Schmalgangstapler zu positionieren. Daher ist es nicht erforderlich, dass der Übergabepplatz als Positionierungshilfe dient.

## 6 Regalförderzeug-Klassen 100 und 200

### 6.1 Allgemeines

FEM 9.831-1 (siehe [5]) muss für Grenzabweichungen von mit Regalförderzeugen bediente Regale der Klassen 100 und 200 in Bezug genommen werden.

### 6.2 Grenzabweichungen für den Boden

Die Regale sind bezogen auf einer Grundebene zu nivellieren (horizontal oder mit Neigung).

ANMERKUNG Da das Regalförderzeug auf seiner Schiene und das Regal auf Ausgleichsscheiben oder Vergussmaterial beide unabhängig von der Bodenhöhe ausgerichtet werden, kann ein breiterer Bereich von Bodengrenzabweichungen zulässig sein.

### 6.3 Verformung der Bodenplatten durch Bodensetzung und Durchbiegung der Platte

Die Durchbiegung der Bodenplatte führt zu zusätzlichen Spannungen und zur Neigung der Regalkonstruktion.

Die Durchbiegung der Bodenplatte muss vom Planer oder vom Kunden bereits in der Planungsphase berücksichtigt und zu den Freiräumen und Verformungen entsprechend den Anforderungen an das jeweilige Projekt addiert werden; EN 15512 und FEM 9.831-1 (siehe [5]) sollten in Bezug genommen werden.

### 6.4 Grenzabweichungen für Herstellung und Montage der Führungsschiene

Die Grenzabweichungen für die Herstellung und Montage der oberen Führungsschiene werden in FEM 9.831-1 festgelegt (siehe [5]).

### 6.5 Montagegrenzabweichungen (einfache und doppelte Tiefe)

Die maximal zulässigen Grenzabweichungen nach der Montage müssen, bei Regalen in unbeladenem Zustand, den in FEM 9.831-1 angegebenen Werten entsprechen (siehe [5]).

ANMERKUNG 1 Die Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume der Anlage gelten auch, wenn das Regal demontiert und erneut montiert wird.

ANMERKUNG 2 Eine Aufnahme der Regalmaße zur Messung der Montagegrenzabweichungen und Freiräume kann vor Beladung des Regals durchgeführt werden. Die angegebenen Grenzabweichungen sind möglicherweise auf beladene Regale nicht anwendbar. Aufnahmen der Regalmaße erfolgen, wenn individuelle Verträge dies erfordern (siehe Anhang C).

### 6.6 Grenzwerte für die Verformung

#### 6.6.1 Grenzwerte für die Verformung des Trägers in Y-Richtung

Die maximalen Verformungen der belasteten Träger des Regals dürfen die Gebrauchsfähigkeitskriterien nicht überschreiten.

Die Grenzwerte für die Durchbiegung müssen für jedes Projekt entsprechend den Projektgrundlagen mit dem Planer unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anlage vereinbart werden.

Wenn spezifische Anforderungen fehlen, sollten die in FEM 9.831-1 angegebenen Grenzwerte für die Lage der Gabelspitzen angewandt werden.

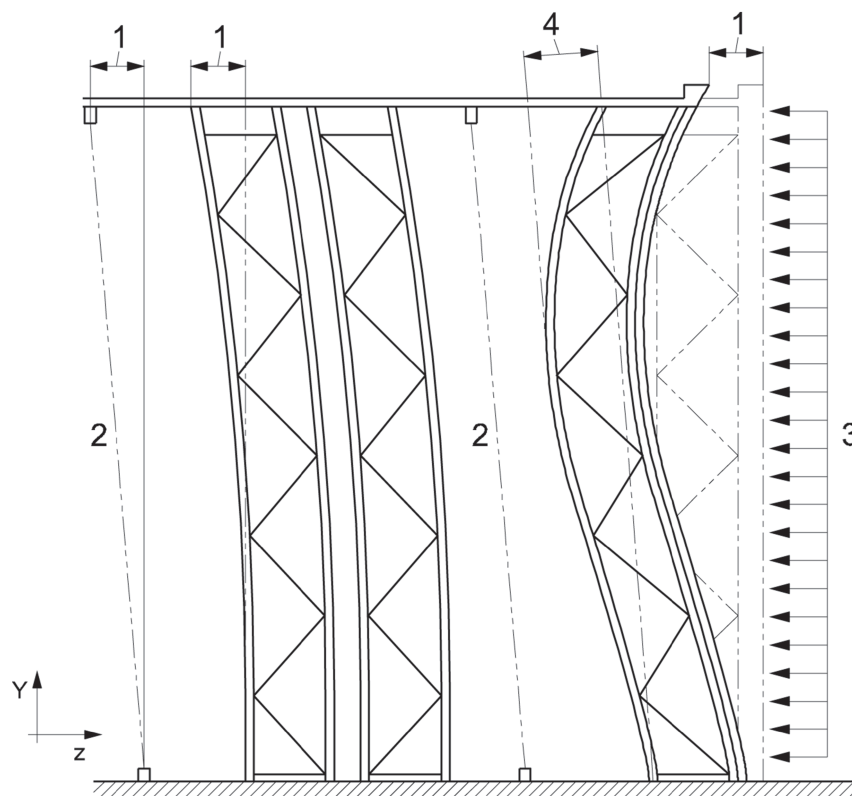
### 6.6.2 Verformungen des Rahmens in X- und Z-Richtung

Die auf dem Grenzzustand der Gebrauchsfähigkeit beruhenden maximal zulässigen Verformungen des Rahmens (Lastfaktor  $\gamma = 1,0$ ) müssen den Angaben in FEM 9.831-1 entsprechen. Die Berechnung der Verformungen ist nach EN 15512 und sonstigen relevanten Europäischen Normen durchzuführen.

**ANMERKUNG** Die Anfangslotabweichung der Rahmen nach Erstmontage erhöht sich unter dem Einfluss von Schwerkraftlasten, RFZ-Kräften und Windlasten und kehrt nicht vollständig in die ursprüngliche Montagegrenzabweichung zurück.

### 6.6.3 Verformungen des Rahmens in X- und Z-Richtung für Regale in Silobauweise und Windlasten

Die Windlastverformung der Regalkonstruktion in Z-Richtung wird in Bild 15 dargestellt. Die Verformung des Regals ist für eine Windgeschwindigkeit zu berechnen, die 70 % des Wertes entspricht, der in der einschlägigen nationalen oder Europäischen Norm (EN) angegeben wird, sofern in der Spezifikation zur Bemessung des Projekts nicht anders festgelegt.



#### Legende

- 1 Durchbiegung von Rahmen und Mast
- 2 Neigung des Staplermastes
- 3 Wind
- 4 Durchbiegung des Endrahmens (wird von einer Geraden zwischen unterem und oberem Ende der Stütze gemessen)

**Bild 15 — Windlastverformung der Regalkonstruktion in Z-Richtung**

Sofern es in der Spezifikation zur Bemessung des Projekts nicht anders festgelegt ist, sollten die Grenzwerte für die Rahmendurchbiegung „1“, Mastneigung und die Vorkrümmungsdurchbiegung des Endrahmens „4“ wie in FEM 9.831-1 (siehe [5]) angegeben sein.

Falls die Verformungen die Grenzwerte überschreiten, muss der Konstrukteur des Regalsystems dem Planer und/oder dem Hersteller des Regalförderzeugs die berechneten Durchbiegungswerte vorlegen.

ANMERKUNG Abweichungen von den oben angegebenen Grenzwerten für die Durchbiegung können in Abhängigkeit von der Art der zu lagernden Ladeinheit und den angewendeten Lastaufnahmetechniken zulässig sein.

#### 6.6.4 Elastische Längenverkürzung der Stützen

In einer beliebigen Trägerhöhe hängt die Verschiebung in der Y-Achse von den angesammelten Druckspannungen in den einzelnen Stützenlängen zwischen den Trägerhöhen unterhalb der betrachteten Höhe ab; sie muss vom Planer oder vom Lieferanten des Regalförderzeugs bei Festlegung des Höhenauswahlsystems berücksichtigt werden.

Diese Werte müssen vom Lieferanten des Regalsystems vorgelegt werden.

### 6.7 Durchschubsicherung

#### 6.7.1 Verformungen

Die horizontale Verformung der Durchschubsicherung muss vom Lieferanten des Regalförderzeugs oder vom Planer festgelegt und so eingeschränkt werden, dass das sichere Tragen der Ladeinheit auf dem Regal gewährleistet wird (siehe EN 15629).

#### 6.7.2 Freiräume

Der Freiraum zwischen der Ladeinheit und der Durchschubsicherung ist vom Regalförderzeuglieferanten festzulegen (siehe FEM 9.831-1).

## 7 Kragarmregale

### 7.1 Grenzabweichungen in vertikaler Richtung in Bezug auf Auslegung und Montage

Die maximale Lotabweichung eines beliebigen Pfostens in irgendeiner Richtung muss sich in Höhe/500 befinden und sofort nach der Montage im nicht beladenen Zustand gemessen werden.

Falls der Konstrukteur eine Anfangsschiefstellung vorschreibt, muss das Montageverfahren kontrolliert werden, um nachzuweisen, dass die Bemessungsannahmen nicht überschritten werden.

### 7.2 Verformungen von Kragarmregalen

#### 7.2.1 Allgemeines

Folgende Durchbiegungsgrenzwerte sollten verwendet werden, sofern keine strengeren Anforderungen festgelegt sind:

#### 7.2.2 Armverformungen

- maximale Verdrehung eines Arms =  $6^\circ$
- maximale Durchbiegung =  $\text{Armlänge}/200$  (für den Arm zuzüglich der Verbindung unter Vernachlässigung der Auswirkungen der Stütze)

Es wird empfohlen, dass der Kragarm sich nicht bis unter die Horizontale durchbiegen sollte (siehe Bild 16). Wenn der Arm sich bis unter die Horizontale durchbiegt, sollten geeignete Maßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass alle Ladeeinheiten, die gelagert werden dürfen, sich nicht aufgrund dieser Durchbiegung bewegen.

ANMERKUNG Eine Neigung des Kragarms im unbeladenen Zustand von mehr als 3° nach oben kann betriebliche Probleme bei der Einlagerung und Auslagerung verursachen.

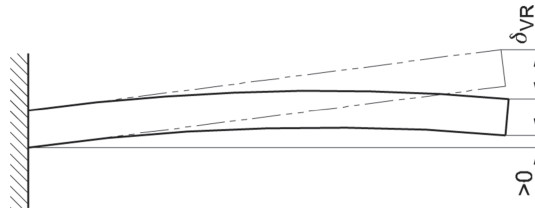


Bild 16 — Durchbiegung des Kragarms (unter Vernachlässigung der Durchbiegung der Stütze)

### 7.3 Verformungen des Pfostens in X- und Z-Richtung

Die zulässige Verformung der Kragarmpfosten in X- oder Z-Richtung aufgrund der aufgetragenen Beladung sollte die folgenden Werte nicht überschreiten.

— Durchbiegung eines Pfostens in X-Richtung (Ganglängsrichtung)  $\delta = \frac{H}{200}$ .

— Durchbiegung eines Pfostens in Z-Richtung (Gangquerrichtung) wie folgt (siehe Bild 17):

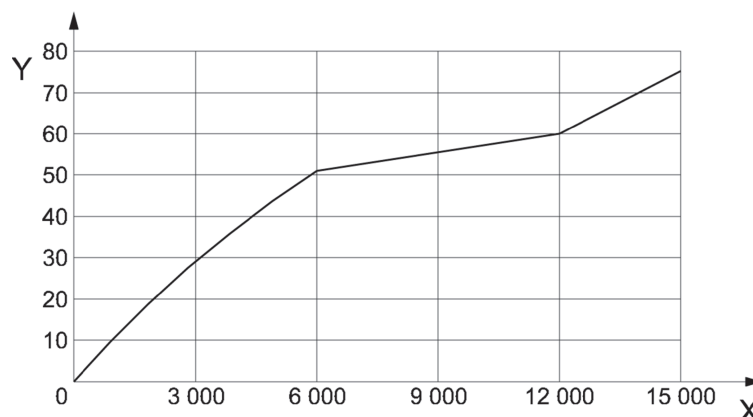
— Bis zu 6 m  $\delta = \frac{H}{100 + \frac{H^2}{2000000}}$

— 6 m bis 12 m  $\delta = 41,6 + \frac{9,2H}{6000}$

— Ab 12 m  $\delta = \frac{H}{200}$

Dabei ist

$H$  die Höhe (in mm)



#### Legende

X Höhe (mm)

Y Durchbiegung (mm)

Bild 17 — Durchbiegung der Stütze in Gangquerrichtung

## 7.4 Freiräume für Ladeeinheiten und Bediengeräte

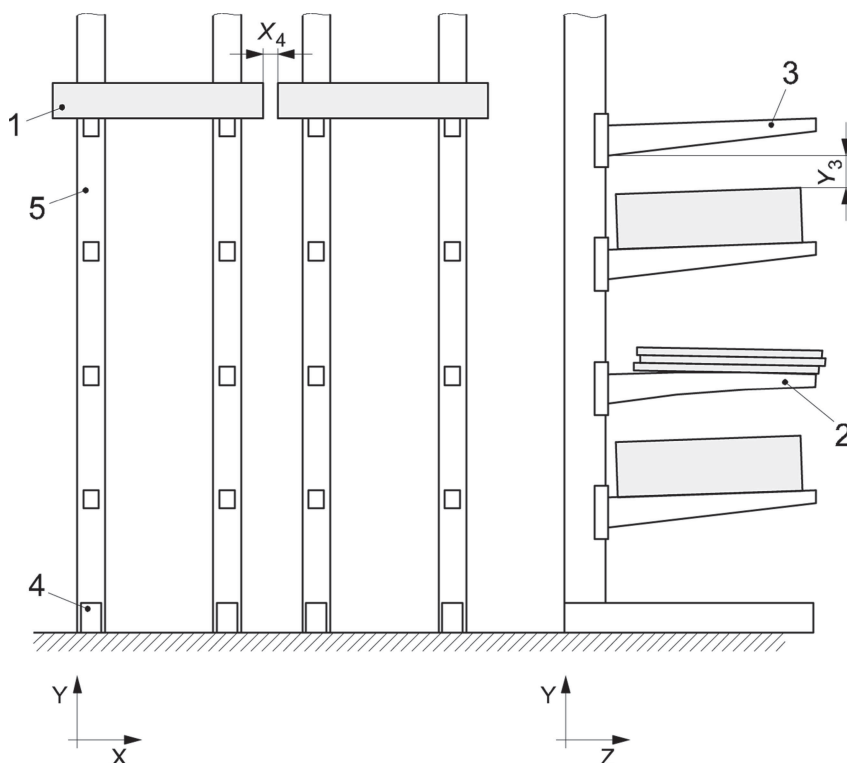
### 7.4.1 Freiräume für die Beschickung der Ladeeinheiten

Für die Freiräume müssen die maximalen Außenmaße der Ladeeinheit berücksichtigt werden (d. h. einschließlich jedes Ladungsüberhangs).

### 7.4.2 Horizontale und vertikale Freiräume in einem Feld

Die horizontalen und vertikalen Freiräume dürfen die in Bild 18 und Tabelle 5 gezeigten Werte nicht unterschreiten.

ANMERKUNG In Umgebungen mit hohem Risiko (siehe B.3), die vom Planer definiert werden, können größere Freiräume erforderlich sein, um sichere Arbeitsbedingungen aufrechtzuerhalten.



#### Legende

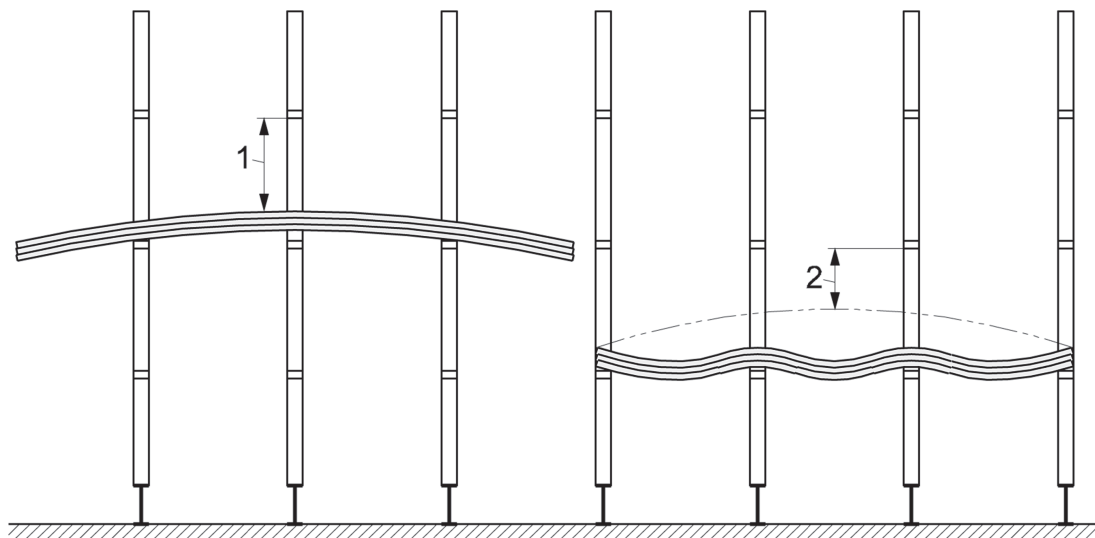
- 1 Ladeeinheit mit Ladungsüberhang
- 2 Arm mit Durchbiegung dargestellt
- 3 Arm ohne Durchbiegung dargestellt
- 4 Fuß
- 5 Pfosten

Bild 18 — Horizontale und vertikale Freiräume

Tabelle 5 — Horizontale und vertikale Freiräume

| Armhöhe<br>mm<br>vom Boden bis Armhöhe | X <sub>4</sub><br>mm<br>Ladeeinheit-<br>länge bis 3 m | X <sub>4</sub><br>mm<br>Ladeeinheit-<br>länge von 3 m<br>bis 6 m | X <sub>4</sub><br>mm<br>Ladeeinheit-<br>länge ab 6 m | Y <sub>3</sub><br>mm |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------|
| 3 000                                  | 200                                                   | 250                                                              | 300                                                  | 75                   |
| 6 000                                  | 250                                                   | 300                                                              | 350                                                  | 100                  |
| 9 000                                  | 300                                                   | 350                                                              | 400                                                  | 150                  |
| 13 000                                 | 400                                                   | 450                                                              | 500                                                  | 200                  |

Es muss eine Erhöhung von Y<sub>3</sub> für flexible Ladungen berücksichtigt werden (siehe Bild 19). Für andere Werte von Y<sub>3</sub> dürfen die Freiräume durch lineare Interpolation ermittelt werden.



#### Legende

- 1 Y<sub>3</sub> aufgrund von Ladungsflexibilität verringert
- 2 Y<sub>3</sub> aufgrund von Ladungsflexibilität bei Einlagerung/Auslagerung verringert

Bild 19 — Flexible Ladung auf Kragarmregalen

Es bestehen keine Anforderungen für den Freiraum in Gangquerrichtung zwischen dem hinteren Ende der Ladung und dem Pfosten. Bei der Ein- und Auslagerung der Ladung sollte darauf geachtet werden sicherzustellen, dass keine Stoßbelastungen auf die Frontseite des Pfostens aufgebracht werden. Der Pfosten ist nicht als Palettenanschlag nach EN 15512 zu betrachten.

### 7.5 Montagegrenzabweichungen

Die maximal zulässigen Grenzabweichungen nach Montage bei nicht beladenem Kragarmregal müssen so sein, wie in Tabelle 6 und Tabelle 7 aufgeführt und in Bild 20 und Bild 21 abgebildet.

**Tabelle 6 — Grenzabweichungen, gemessen in horizontaler Richtung**

| Grenzwerte für die horizontalen Grenzabweichungen in der XZ-Ebene<br>mm |                                                                                                                                |                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Messvorschrift und Beschreibung der Grenzabweichung                     |                                                                                                                                | Montagegrenzabweichungen für Kragarmregale                                                |
| $\delta A$                                                              | Abweichung vom Nennmaß für die Feldbreite zwischen den Achsen zweier Pfosten auf jeder Armhöhe                                 | $\pm 5$                                                                                   |
| $\delta A_t$                                                            | Abweichung vom Nennmaß für die Gesamtlänge des Kragarms, kumulativ für die Anzahl „n“ der Felder, gemessen etwa in Bodenhöhe   | $\pm 3n$                                                                                  |
| $\delta B_0$                                                            | Abweichung vom Nennmaß der Kragarmfront bezogen auf die jeweilige „Bezugslinie des Regalsystems Z“, gemessen etwa in Bodenhöhe | $\pm 10$                                                                                  |
| $B_A$                                                                   | Fehlausrichtung gegenüberliegender Kragarmpfosten quer zum Gang, gemessen etwa in Bodenhöhe                                    | $\pm 25$                                                                                  |
| $C_x$                                                                   | Abweichung der Stütze vom Lot in X-Richtung                                                                                    | $\pm H/500$                                                                               |
| $C_z$                                                                   | Abweichung der Stütze vom Lot in Z-Richtung                                                                                    | $\pm H/500$                                                                               |
| $\delta D$                                                              | Abweichung vom Nennmaß für die Kragarmtiefe                                                                                    | $\pm 6$                                                                                   |
| $\delta E$                                                              | Abweichung vom Nennmaß für die Regalgangbreite etwa in Bodenhöhe                                                               | $\pm 15$                                                                                  |
| $\delta F$                                                              | Abweichung vom Nennmaß für die Ganggeradheit, gemessen etwa in Bodenhöhe mit Bezug auf die „Bezugslinie X des Gangsystems“     | $\pm 15$                                                                                  |
| $G_x$                                                                   | Geradheit des Kragarms oder des Fußes in Y-Richtung                                                                            | $\pm L/100$                                                                               |
| $J_x$                                                                   | Geradheit der Stützen in X-Richtung zwischen Aussteifungsträgern, die in einem Abstand $H_B$ voneinander angeordnet sind       | Es gilt der größere der folgenden Grenzabweichungswerte:<br>$\pm 5$ oder<br>$\pm H_B/300$ |
| $J_z$                                                                   | Anfangskrümmung einer Stütze in Z-Richtung                                                                                     | $\pm H/500$                                                                               |

Tabelle 7 — Grenzabweichungen, gemessen in vertikaler Richtung

| Grenzwerte für die vertikalen Grenzabweichungen in Y-Richtung mm |                                                              |                                            |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Messvorschrift und Beschreibung der Grenzabweichung              |                                                              | Montagegrenzabweichungen für Kragarmregale |
| $G_y$                                                            | Abweichung des Kragarms von der Nennposition in Y-Richtung   | $\pm L/250$                                |
| $\delta H_{1A}$                                                  | Abweichung in der Höhe der Oberfläche der benachbarten Füße  | $\pm 5$                                    |
| $\delta H_1$                                                     | Abweichung der Oberseite des untersten Kragarms über dem Fuß | $\pm 10$                                   |
| $\delta H_2$                                                     | Abweichung des Abstands zwischen benachbarten Kragarmen      | $\pm 10$                                   |

ANMERKUNG Eine Aufnahme der Regalmaße zur Messung der Montagegrenzabweichungen kann vor Beladung des Regals durchgeführt werden. Die in dieser Norm angegebenen Grenzabweichungen sind möglicherweise auf beladene Regale nicht anwendbar. Aufnahmen der Regalmaße können vervollständigt werden, wenn individuelle Verträge dies erfordern.

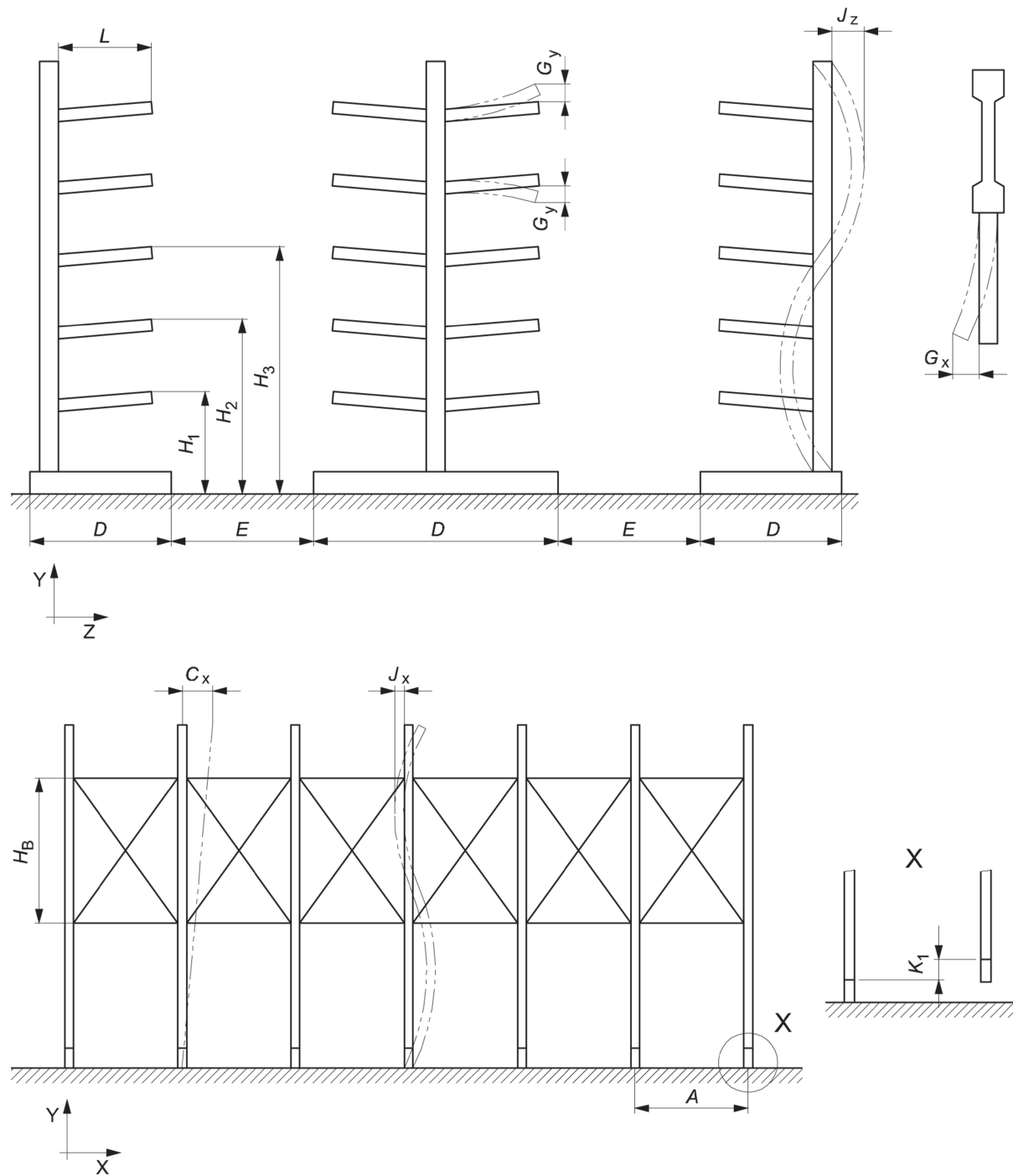


Bild 20 — Grenzabweichungen