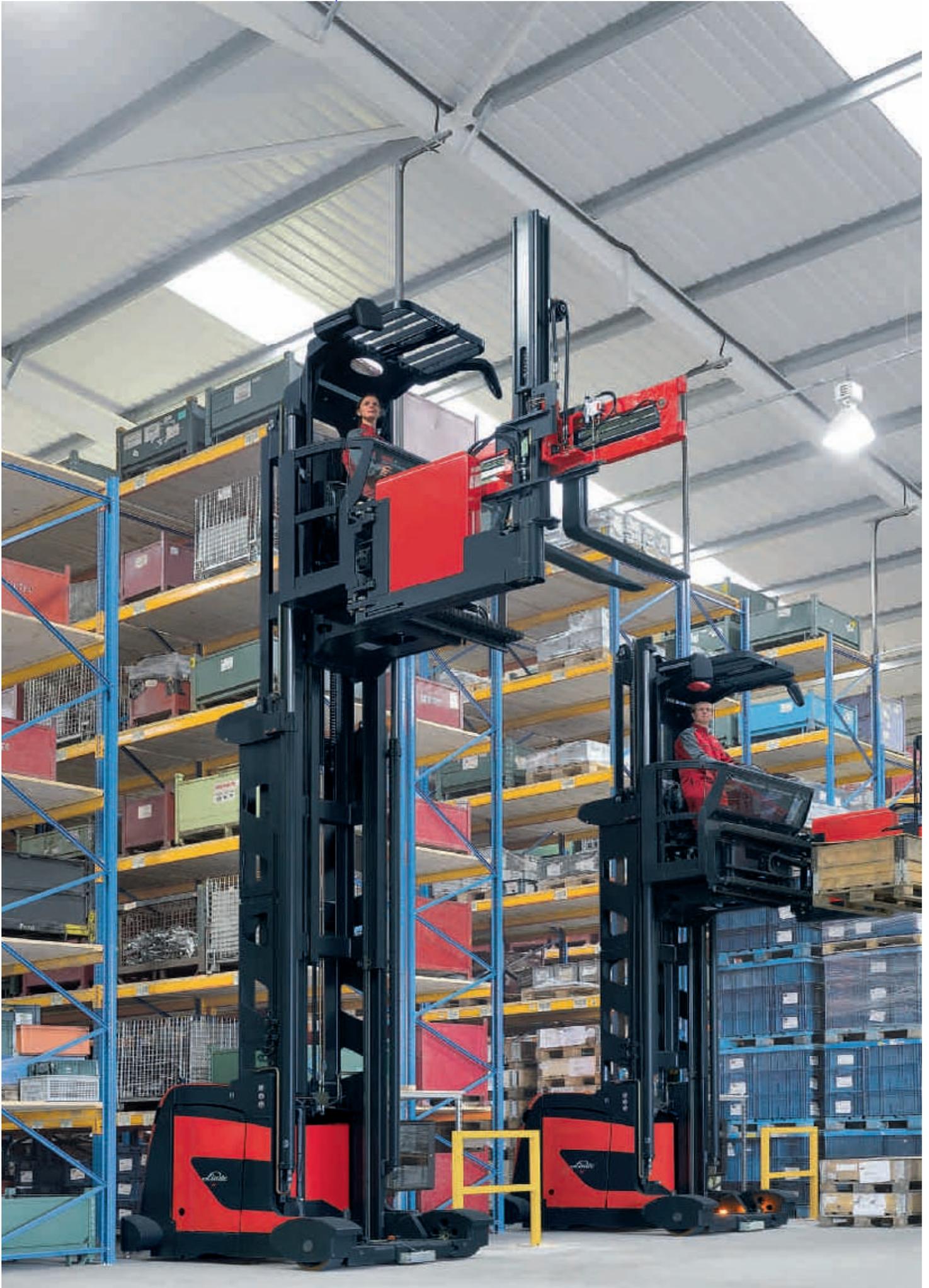


# Leitfaden zur Planung und Realisierung von Schmalganglagern.

Linde Material Handling

*Linde*





# Inhaltsverzeichnis

<b>Fußboden</b> .....	<b>6</b>
Spezifikationen des Fußbodens.....	7
Höhenunterschiede und Ebenheitstoleranz.....	8
<b>Regal</b> .....	<b>14</b>
Montagetoleranzen der Regale und zulässige Verformungen.....	16
Sicherheitsabstände im Regal.....	18
<b>Führungssysteme</b> .....	<b>19</b>
Mechanische Führung: Schienenführung.....	20
a.) Aufbau und Montage Führungsschienen.....	22
b.) Übersicht Schienenarten.....	22
Induktive Leitlinienführung.....	24
a.) Verlegung induktiver Leitdraht.....	24
b.) Ein- und Ausfahrt Arbeitsgang/Gangwechsel.....	26
c.) Frequenzgenerator.....	27
<b>Fahrerassistenzsysteme</b> .....	<b>28</b>
1. Systeme zur Bestimmung der Fahrzeugposition.....	29
a.) Magnete.....	30
b.) Lichtschranken .....	31
c.) Barcode .....	32
d.) RFID .....	32
2. Sicherheitsfunktionen im Schmalgang .....	33
a.) Gangendesicherung.....	33
b.) Höhenabhängige Abschaltung.....	34
c.) VNA-Navigation .....	35
<b>Personenschutzanlage</b> .....	<b>37</b>
Rechtsvorschriften .....	38
Stationäre Absicherung .....	38
Mobile Absicherung.....	39
<b>Normen</b> .....	<b>41</b>

## Leitfaden zur Planung und Realisierung von Schmalganglagern

Schmalganglager haben einen besonders hohen Raumnutzungsgrad und zeichnen sich durch sehr geringen Flächenbedarf und große Hubhöhen aus. Schon aus diesen Gründen erfordern sie bei der Planung und Realisierung besondere Aufmerksamkeit.

Mit diesem Leitfaden geben wir Ihnen ein Instrument zur Hand, das Ihnen beim Bau eines möglichst wirtschaftlichen, sicheren und funktionsfähigen Schmalganglagers behilflich sein soll. Und das vor allem eine effiziente Ausschöpfung Ihrer Flächen- und Raumressourcen und eine optimale Realisierung der Schnittstellen von Fahrzeug, Regal und Fußboden bei Ihrem Vorhaben sicherstellt.

Unsere nachfolgenden Empfehlungen und Richtlinien sollen Fehlinvestitionen sowie Baumängeln wirksam vorbeugen und zu professionellen Lösungen führen.



# Der Fußboden

Hochregallager, in denen Schmalgangstapler eingesetzt werden, sind heute technisch ausgereifte Systeme. Der Einsatz von Vertikalkommissionierern, Regalstaplern und von Kommissionierstaplern in solchen Lagerhallen erfordert nicht nur technisch hoch entwickelte Flurförderzeuge, sondern auch qualitativ überdurchschnittliche Fußböden.

Sie müssen tragfähig, eben und plan verlegt sein und dürfen sich plastisch nicht verformen. Die Fahrspuren sollten den in der VDMA-Richtlinie festgelegten Toleranzen entsprechen (Die Toleranzen nach DIN 18202 gelten für die restlichen Flächen).

Nur bei Einhaltung der Anforderungen der VDMA-Richtlinien kann der volle Leistungsgrad der Geräte und die damit verbundene hohe Produktivität garantiert werden.

Die Prüfung der Fußbodenoberfläche auf Ebenheit sollte direkt nach der Verlegung, vor Beginn der Folgearbeiten durchgeführt werden. Der Nachweis für die Einhaltung der Toleranzen ist durch den Bodenverleger oder ein neutrales Vermessungsbüro zu erbringen.



## Spezifikationen des Fußbodens

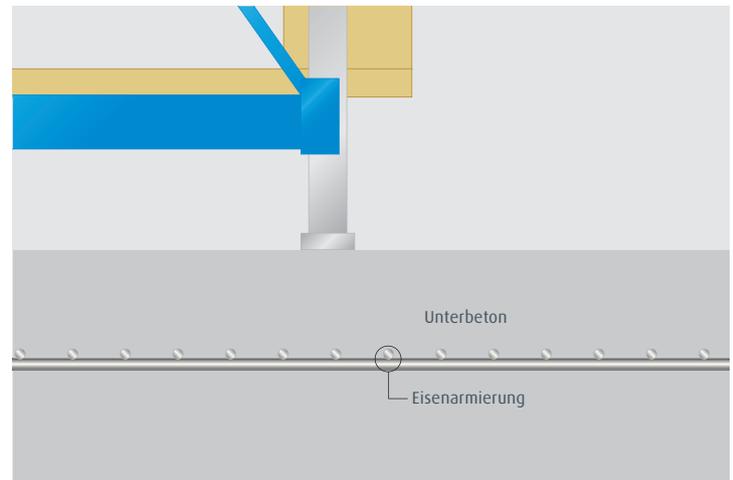
Die nachfolgend aufgeführten Werte und Toleranzbereiche sind ausschlaggebend für die zulässigen Fahrgeschwindigkeiten, Diagonalfahrhöhen, Laufruhen und Positioniergenauigkeiten der eingesetzten Fahrzeuge. Schenken Sie den „Bodentoleranzen“ daher besondere Beachtung. Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, empfehlen wir Ihnen, diese Richtlinien zum Bestandteil Ihres Auftrags an den Fußbodenbauer zu machen.

### Unterboden:

- Der tragende Untergrund ist nach DIN EN 1045-1 und -2 mit einer Betongüte von mindestens B25 und nach DIN 18202 auszuführen.

### Nutzschicht (Oberfläche):

- Die Beanspruchungsgruppe II (mittel) DIN EN 18560, Teil 7, Tabelle 1 (resistent gegen Öle und Fette) erfordert einen ca. 10 – 30 mm starken Industriefußboden.
- Die Oberfläche muss griffig sein (ca. 0,5 µ), rutscharm, frei von Nässe, Schmutz und Ölfilmen und darf sich unter Belastung nicht plastisch verformen, um die Bremswege nach ISO 6292 zu erreichen. Der Erdableitungswiderstand RE darf höchstens  $10^6$  Ohm (nach DIN EN 1081) betragen.
- Achten Sie darauf, dass die gesamte Fahrbahnfläche die erlaubten Toleranzen nirgends überschreitet und dem geforderten Stand der Technik entspricht.
- Bodenunterbrechungen z. B. durch Kanäle oder Schächte erfordern einen Mindestabstand von 200 mm zu den Fahrspuren und sollten im Arbeitsgang wenn immer möglich vermieden werden.



## Ebenheitstoleranzen

Diese Vorgabe orientiert sich an der VDMA-Richtlinie „Böden für den Einsatz von Schmalgang-Flurförderzeugen“. Für die Fahrspuren in Schmalganglagern gelten strengere Anforderungen als in allen anderen Lagerbereichen. In Schmalgängen und überall, wo mit angehobener Last gefahren wird, sind die Toleranzen nach VDMA-Richtlinie einzuhalten (siehe Tabellen 1+2+3). Die Ebenheit der restlichen Fläche hingegen muss der DIN 18202, Tab. 3, Zeile 3 entsprechen.

Für den Schmalgangbereich werden Vorgaben für die Ebenheit in drei verschiedenen Bereichen definiert:

- a.) Höhenunterschiede quer zur Fahrbahn
- b.) Höhenunterschiede längs zur Fahrbahn
- c.) Kurzwelligkeit der Fahrspuren

Diese drei Faktoren haben einen hohen Einfluss auf die Fahrperformance und können bei Nichteinhaltung zu einer Reduzierung der Umschlagsleistung führen.

### Höhenunterschiede quer zur Fahrspur

Abweichend zur DIN 18202 gelten nach VDMA quer zur Fahrspur folgende Toleranzen (siehe Tab. 1):

**Tabelle 1:** Zulässige Höhenunterschiede quer zur Fahrspur

Hubhöhe (m)	Z <sub>slope</sub>	dz = Z x Z <sub>slope</sub>
bis 6	2.0	Z x 2.0 mm/m
10	1.5	Z x 1.5 mm/m
15	1.0	Z x 1.0 mm/m

Für Hubhöhen  $\geq 6$  m ist eine Interpolation erforderlich (siehe Abb. 2).

### Z<sub>slope</sub>

Zulässige Neigung quer zum Gang zwischen der Mitte der Lasträder des Flurförderzeuges (a, b) in mm/m (der Wert von Z<sub>slope</sub> ist in Abhängigkeit der Hubhöhe vorgegeben)

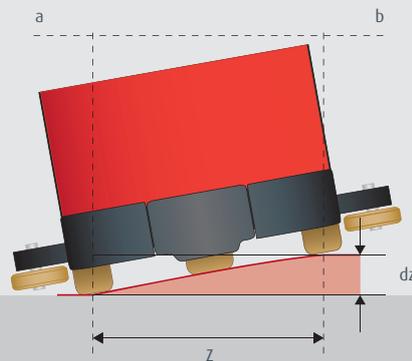
### Z

Maß zwischen den Mitten der Lasträder des Flurförderzeuges (a, b) in m

### dz

Maximal zulässiger Höhenunterschied zwischen den Mitten der Lasträder des Flurförderzeuges (a, b)

**Abb.1:** Schema Höhendifferenz quer zur Fahrspur



Höhenunterschied = dz  
Spurweite = Z  
Lasträder = a, b

**Beispiel zur Ermittlung von  $Z_{slope}$ :**

Annahme: Hubhöhe = 8 m; Fahrspur  $Z = 1,5$  m

Berechnung von  $Z_{slope}$  mithilfe von Abb. 2:

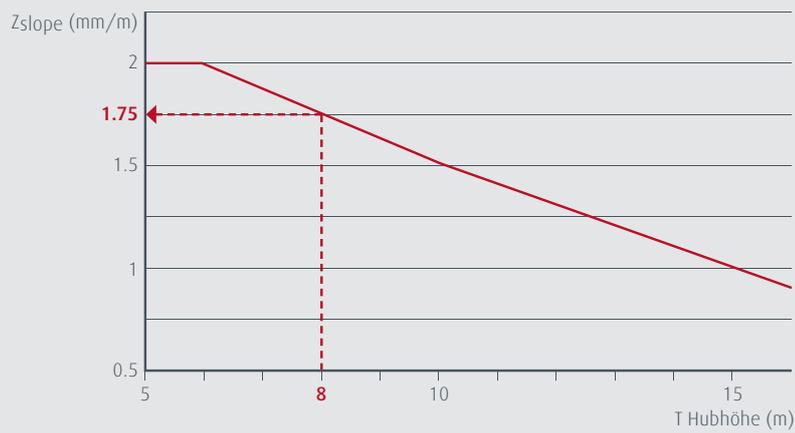
Hubhöhe = 8 m;  $Z_{slope} = 1,75$  mm/m

Berechnung von  $dZ$  mithilfe von Abb. 3:

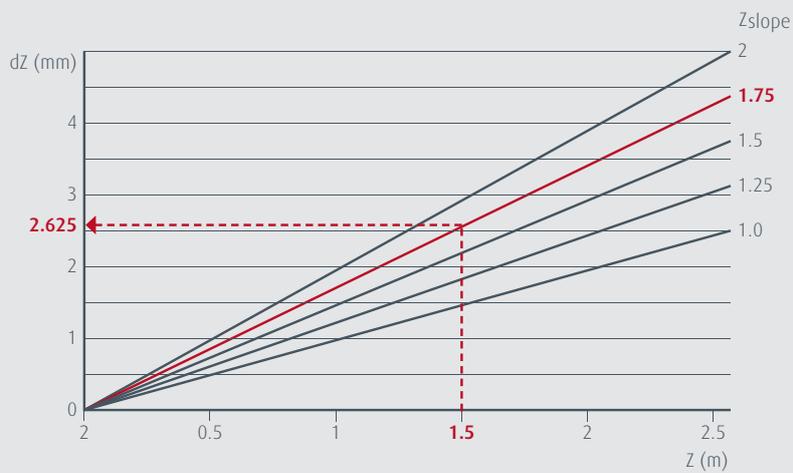
$dZ = Z \times Z_{slope} = 2,625$  mm

Der maximal zulässige Höhenunterschied ( $dZ$ ) darf in diesem Fall 2,625 mm nicht überschreiten.

**Abb. 2:** Beispiel zur Ermittlung von  $Z_{slope}$



**Abb. 3:** Beispiel zur Ermittlung von  $dZ$



Nach Ermittlung des maximal zulässigen Höhenunterschieds  $dZ$  lässt sich über eine Formel die entsprechende seitliche Abweichung des Staplers an einer bestimmten Höhe berechnen.

**Generelle Formel zur Ermittlung der seitlichen Abweichung (siehe Abb. 4):**

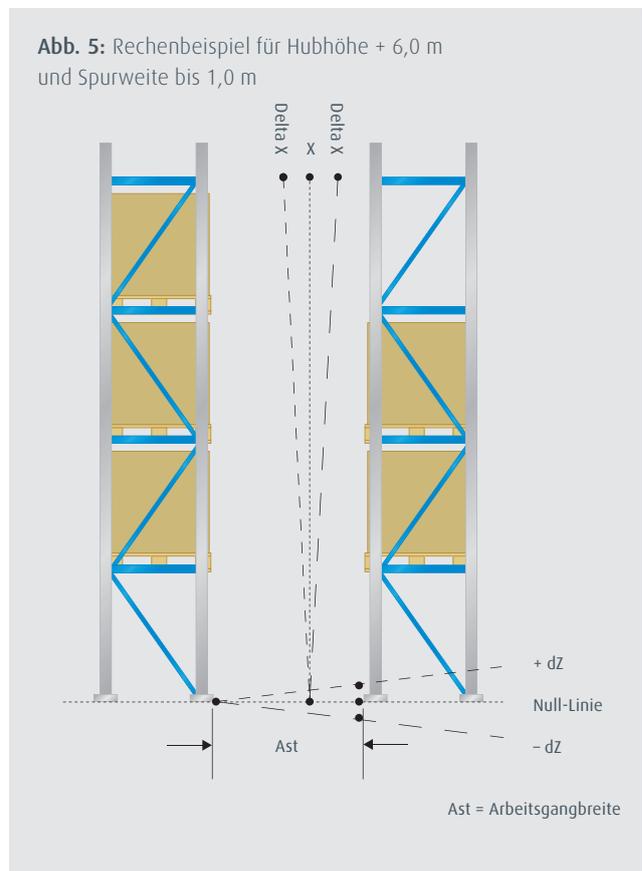
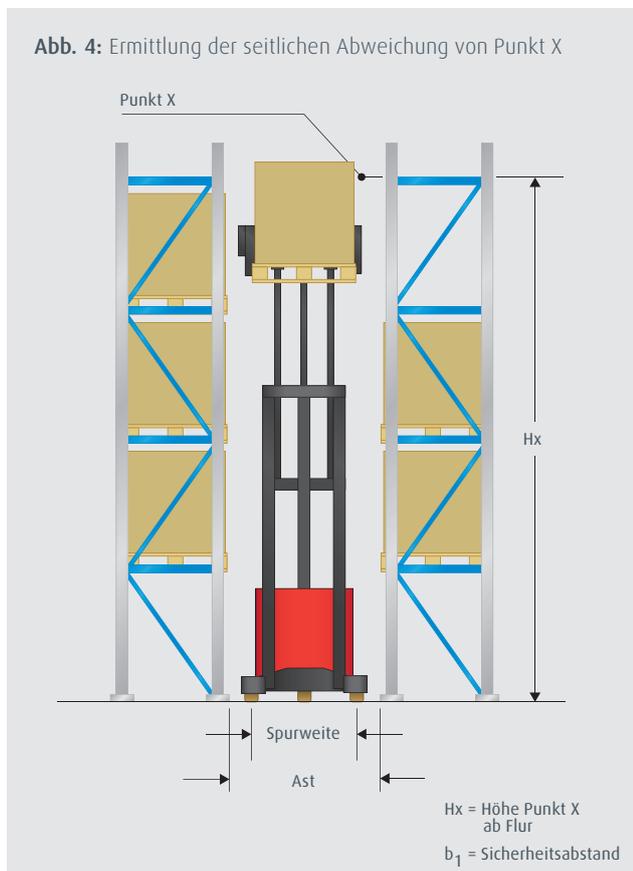
Seitliche Abweichung bei maximaler Höhe =  
 $\Delta X = dZ \text{ (mm/m)} \times H_x \text{ (m)}$

**Rechenbeispiel für Hubhöhe 10 m und Spurweite 1,0 m (siehe Abb. 5):**

Bei einer Hubhöhe von 10 m und einer Spurweite von 1,0 m ergibt sich ein  $dZ$ -Wert von 1,5 mm/m

$H_x = \text{Höhe des Punktes } X = 10 \text{ m}$

$\Delta X = 1,5 \text{ mm/m} = 15 \text{ mm}$  seitliche Abweichung von Punkt X



### Ebenheitstoleranzen längs zu den Fahrspuren

Die Ermittlung der Ebenheitstoleranzen nach VDMA längs zur Fahrspur erfolgt nach der in DIN 18202 beschriebenen Messmethode (siehe Tab. 2 und Abb. 2):

#### Beispiel:

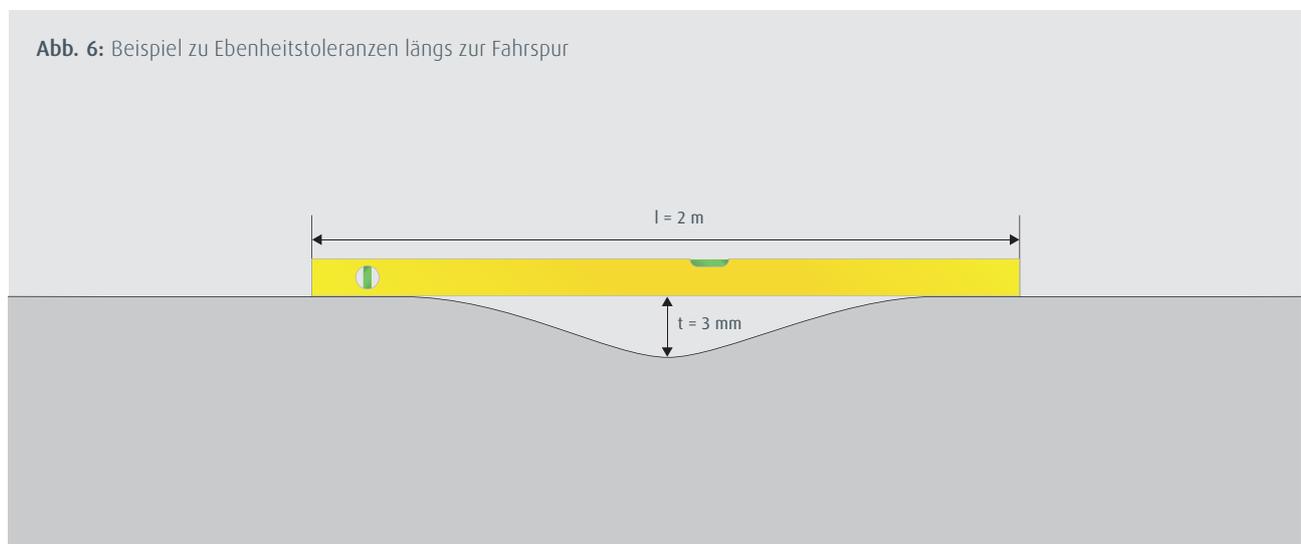
Das Stichmaß unter einer 2 m langen Richtlatte darf nicht mehr als 3 mm betragen (siehe Abb. 6).

**Tabelle 2:** Ebenheitstoleranzen längs zur Fahrspur

Abstand zwischen Messungen $l$	Spalt unter Messlineal $t$
1 m	2 mm
2 m	3 mm
3 m	4 mm
4 m	5 mm

Die Prüfung der Ebenheit erfolgt nach DIN 18202.

**Abb. 6:** Beispiel zu Ebenheitstoleranzen längs zur Fahrspur



### Kurzwelligkeit für Industrieböden in Schmalganglagern

Zusätzlich zu den Anforderungen an die absoluten Höhenunterschiede im Schmalgang werden auch Anforderungen an regelmäßig wiederkehrende Bodenunebenheiten gestellt.

Auf den Fahrspuren dürfen keine kurzwelligen Bodenunebenheiten oder regelmäßigen Querneigungswechsel auftreten, da sie zum Aufschaukeln der Flurförderzeuge führen. Die Kurzwelligkeit definiert sich durch die Höhendifferenzen zwischen zwei benachbarten Punkten entlang der Fahrspur und wird gemessen im „Welligkeitsfaktor Fx“. Dieser wird aus einer Reihe von Höhendifferenzen mehrerer benachbarter Messpunkte nach einem vorgegebenen Algorithmus gemittelt. Je kleiner der Fx-Wert, desto größer die Kurzwelligkeit bei größeren Amplituden bzw. desto unebener der Boden.

In den VDMA-Richtlinien ist die Berechnung dieser Kennzahl detailliert beschrieben, darüber hinaus wird eine Tabellenkalkulation zum Download angeboten, die Ihnen eine automatische Berechnung der Kennzahl aus den Rohdaten ermöglicht.

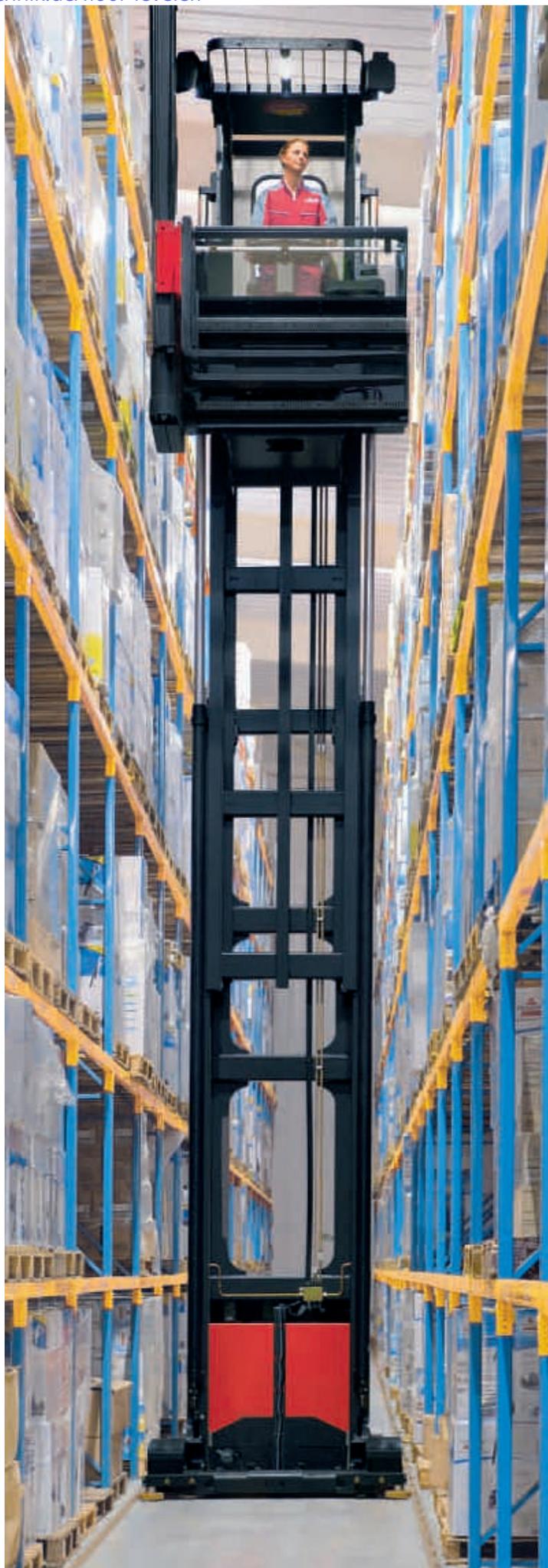
Die Richtlinie und das erwähnte Berechnungstool finden Sie auf der Homepage des VDMA.

Der auf diese Weise errechnete Welligkeitsfaktor Fx ist entsprechend der Tabelle 3 einzuhalten.

Tabelle 3: Welligkeitsfaktor Fx

Hubhöhe (m)	Fx oder Ø-FX
15	≥ 525
10	≥ 400
up to 6	≥ 300

Für Hubhöhen > 6 m ist eine Interpolation erforderlich (siehe Abb. 5).



### Messverfahren zur Kurzweiligkeit

Die genaue Messmethode wird wie erwähnt in der VDMA-Richtlinie definiert. Eine Hilfestellung zur Ermittlung von  $F_x$  finden Sie in der unten stehenden schematischen Zeichnung (siehe Abb. 7).

### Rechenbeispiel:

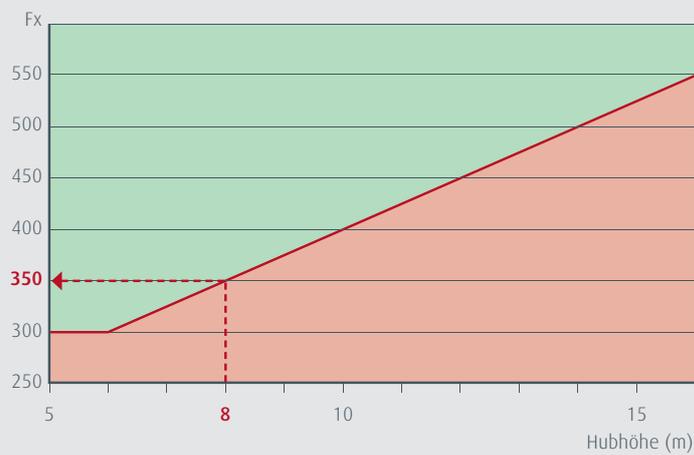
Annahme: Hubhöhe = 8 m; Fahrspur  $Z = 1,5$  m

Berechnung  $Z_{slope}$  mithilfe Abb. 2: 1,75 mm/m

Berechnung  $dZ$  mithilfe Abb. 3:  $Z \times Z_{slope} = 2,625$  mm

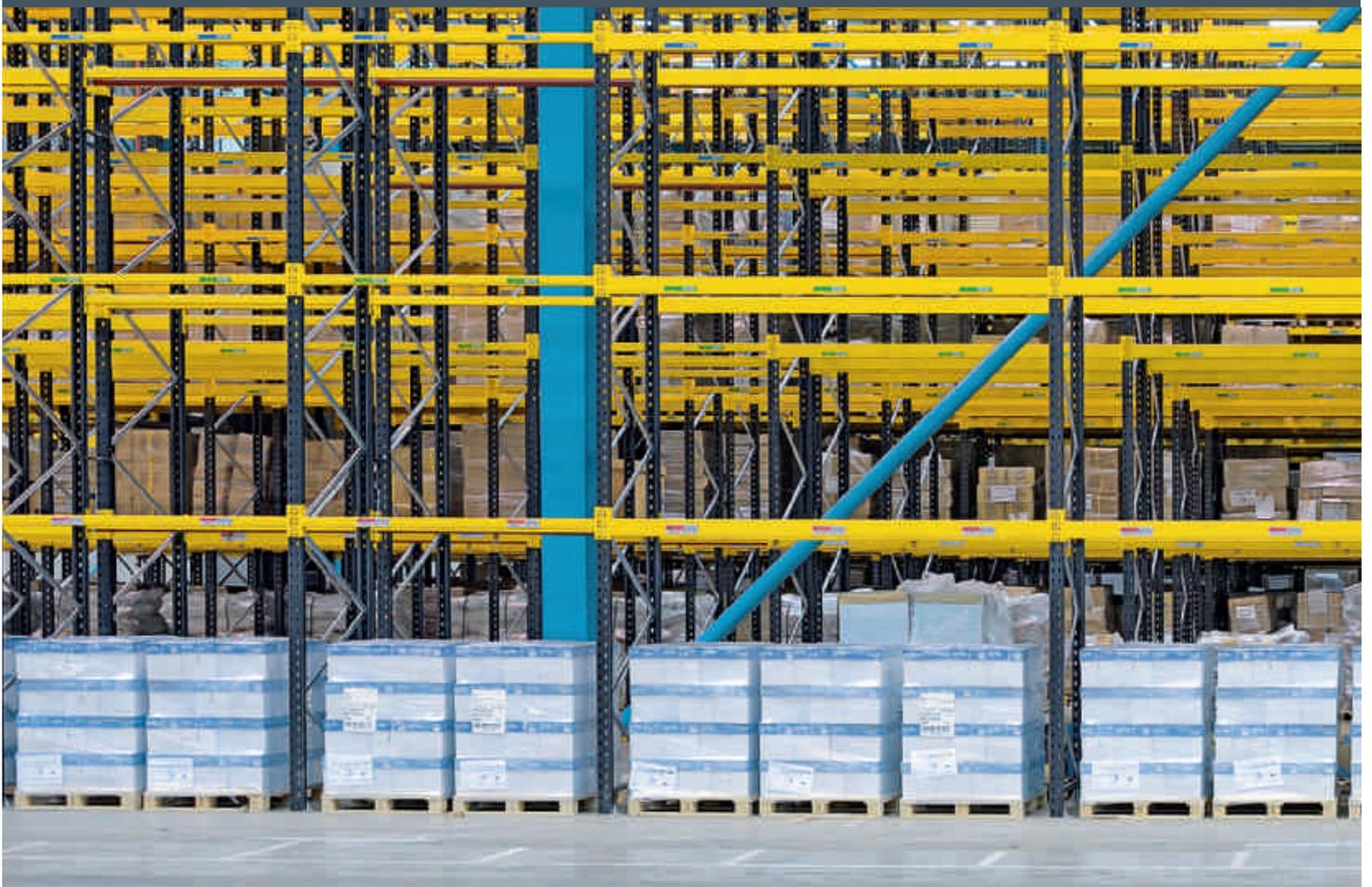
Berechnung  $F_x$  mithilfe Abb. 6:  $F_x \geq 350$

Abb. 7: Beispiel zur Ermittlung von  $F_x$



# Das Regal

Die am Markt verfügbaren Regalsysteme lassen sich passgenau auf unterschiedlichste Anforderungen und Raumverhältnisse zuschneiden. Dabei sind die verwendeten Gewichte und Abmaße der Lasten, die Ladehilfsmittel und die genutzten Flurförderzeuge die wichtigsten Parameter für die Auslegung eines Regals. Für Schmalgangsysteme werden heute vor allem Palettenregale und Fachbodenregale verwendet.



Palettenregale bestehen aus vertikalen Ständern und horizontalen Traversen (DIN EN 15620). Auf diese können je nach Einsatzprofil Tiefenauflagen, Gitterrost, Stahlpanele oder Spanplatten aufgelegt werden. Ist der Abstand zwischen den Innenseiten der eingelagerten Lasten bei Doppelregalen kleiner als 100 mm, wird zur Absicherung eine Durchschubsicherung montiert.

Freistehende Plattenregale sind nicht fest mit dem Gebäude verbunden. Sie lassen sich flexibel aufstellen und sind später durch Umstellen auch für andere Einsatzbedingungen verwendbar.

Grundlage der statischen Nachweisführung beim Bauen solcher Regale bildet die DIN EN 15512 „Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Verstellbare Palettenregale – Grundlagen der statischen Bemessung“. Ein weiterer wichtiger Faktor beim Bau des Regallagers sind die Anforderungen des Brandschutzes. Wir empfehlen Ihnen, mit der zuständigen Behörde, Baufirma und mit dem Versicherungspartner

frühzeitig Kontakt aufzunehmen und den entsprechenden Raumbedarf für die Brandschutzmaßnahmen bei den Sicherheitsabständen im Regal zu berücksichtigen.

Beachten Sie unbedingt auch die Vorschriften für die Tragfähigkeit des Fußbodens. Fußböden in Lagereinrichtungen und darin genutzte Geräte müssen den Anforderungen der DIN EN 15512, der DIN 15629 und der DIN 15635 entsprechen, damit das Eigengewicht des Regales und die Lasten sicher vom Fußboden getragen werden können.

Die Übergabepätze werden normalerweise von den auskragenden Auflagen des letzten Regalfaches gebildet. Bei teil- und vollautomatischer Regalbedienung ist die Verwendung von Zentrierhilfen an der Übergabestation erforderlich. Dadurch können die Lasten von den frei beweglichen Zubringer-Flurförderzeugen in einer festgelegten Position auf dem Übergabepplatz für den Schmalgangstapler abgesetzt werden.



## Montagetoleranzen der Regale und zulässige Verformungen

Nach der DIN EN 15620 werden Palettenregale für Schmalgangfahrzeuge in zwei unterschiedliche Klassen eingeteilt:

### Regalklasse 300A:

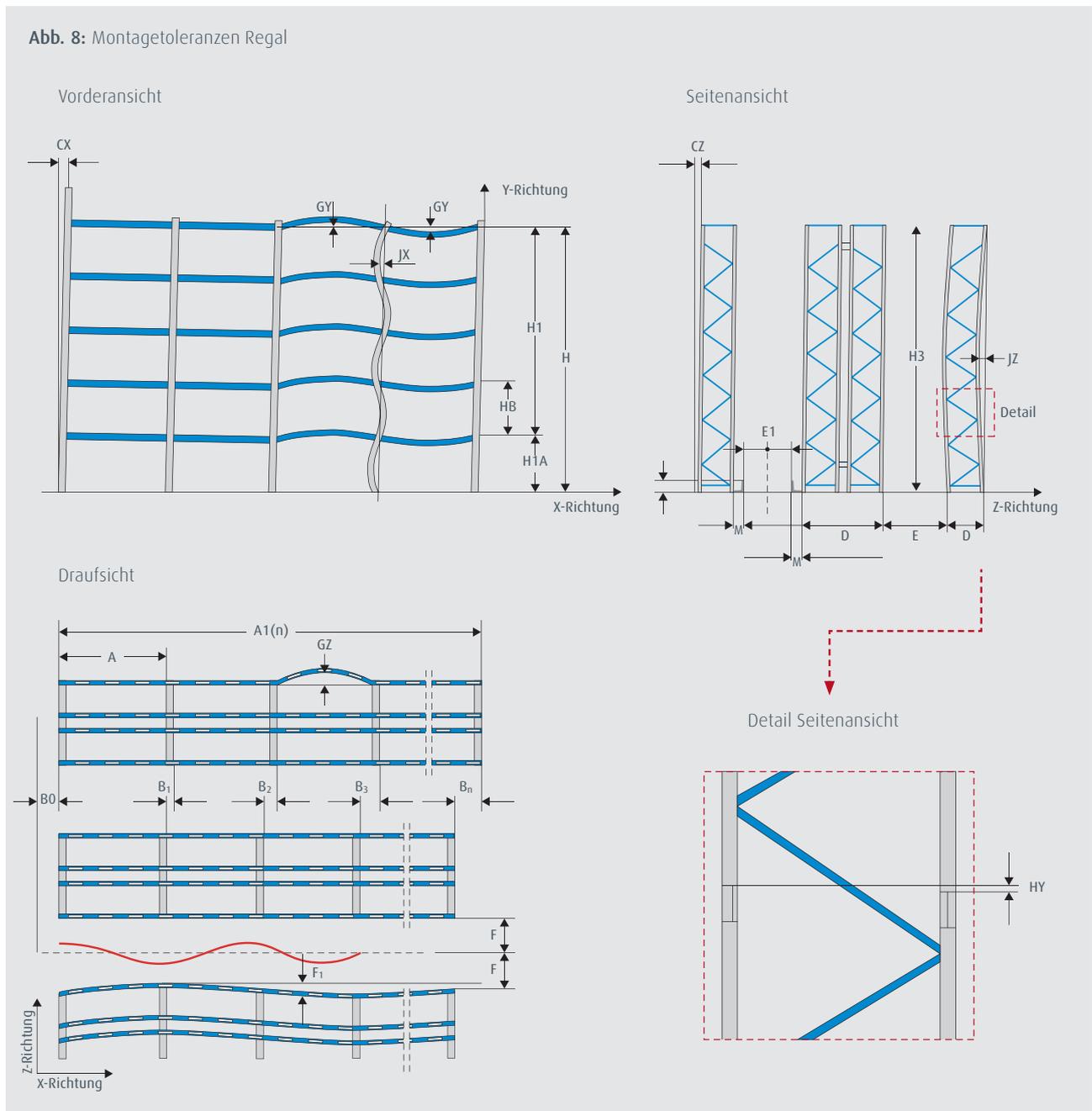
Schmalgangstapler mit „Mann oben“-Betrieb

### Regalklasse 300B:

Schmalgangstapler mit „Mann unten“-Betrieb

Die jeweiligen Montageteranzen sind in Abb. 8 dargestellt, die zugehörige Toleranzbeschreibung gemäß DIN EN 15620 finden Sie in Tabelle 4.

Abb. 8: Montageteranzen Regal



**Tabelle 4:** Toleranzbeschreibung gemäß EN 15620

Horizontale Grenzabweichungen für die XZ-Ebene		
Messvorschrift und Beschreibung der Grenzabweichung		Montagegrenzabweichungen für Regalklasse 300
delta A	Abweichung vom Nennmaß für die lichte Zugangsbreite zwischen zwei Stützen in einer beliebigen Trägerhöhe	± 3
delta A1	Abweichung vom Nennmaß für die Gesamtlänge des Regals, kumulativ für die Anzahl „n“ der Felder, gemessen etwa in Bodenhöhe	± 3n
B	Fehlausrichtung der Stützen in Gangquerrichtung, kumulativ für die Anzahl „n“ der Felder, gemessen etwa in Bodenhöhe. Für Klasse 300B gilt dies für die Gangstützen und die hinteren Stützen.	± 10 oder für Klasse 300A: ± 1,0 n für Klasse 300B: ± 0,5 n
delta B0	Abweichung vom Nennmaß der Regalfront bezogen auf die jeweilige „Bezugslinie des Regalsystems Z“, gemessen etwa in Bodenhöhe	± 10
CX	Abweichung des Rahmens vom Lot in X-Richtung	± H/500
CZ	Abweichung des Rahmens vom Lot in Z-Richtung	ohne festen Hub: ± H/500 mit festem Hub: ± H/750a
delta D	Abweichung vom Nennmaß für die Regaltiefe (Einfachrahmen)	Einfachrahmen: ± 3 Doppelrahmen: ± 6
delta E	Abweichung vom Nennmaß für die Gangbreite etwa in Bodenhöhe	± 5
delta E1	Abstand zwischen Führungsschienen	+ 5 0
delta E2	Abstand zwischen Führungsschiene und Frontseite der Regalstütze	± 5
delta F	Abweichung vom Nennmaß für die Gang-Geradheit, gemessen etwa in Bodenhöhe mit Bezug auf die „Bezugslinie X des Gangsystems“	± 10
F1	Abweichung zwischen benachbarten Stützen, gemessen etwa in Bodenhöhe in Z-Richtung	± 5
GZ	Geradheit des Trägers in Z-Richtung	± A/400
JX	Geradheit der Stützen in X-Richtung zwischen Trägern, die in einem Abstand HB voneinander angeordnet sind	± 3 oder ± HB/750
JZ	Anfangskrümmung eines Ständerrahmens in Z-Richtung	± H/500
M	Abstand von der Frontseite der Regalstütze zur Oberkante der Führungsschiene	wird vom Spezifikationsverfasser oder vom Hersteller des Staplers festgelegt
T <sub>w</sub>	Trägerverdrehung in der Feldmitte	1° je m

Vertikale Grenzabweichungen in Y-Richtung		
Messvorschrift und Beschreibung der Grenzabweichung		Montageabweichungen für Regalklasse 300
GY	Geradheit des Trägers in Y-Richtung	± 3 oder ± A/500
delta H1	Abweichung der Höhe von der Oberseite des Fußplattenniveaus zu irgendeinem anderen Plattenniveau	300A: ± 5 oder ± H1/500 300B: ± 3 oder ± H1/1.000
delta H1A	Abweichung der Höhe von der Oberseite des unteren Trägerniveaus zur Oberseite des Fußplattenniveaus	± 7
delta HY	Abweichung der Höhen der Paletten-Aufnahmestellen zwischen den vorderen und hinteren Trägern in einem Fach	± 10
H	Höhe von der Oberseite des Fußplattenniveaus zur Oberseite der Regalstütze	
HB	Höhe von der Oberseite des Plattenniveaus zum nächsthöheren Plattenniveau	

## Sicherheitsabstände im Regal

Fachreimaße sind die Abstände der Lasten innerhalb des Regals. Man unterscheidet die Abstände zwischen eingelagerter Palette und nächster Regaltraverse (Maß Y) und zwischen eingelagerter Palette und Regalständer bzw. danebenstehender Palette (Maß X) oder auch zwischen den Palettenrückseiten zueinander (Maß Z). Je großzügiger diese Werte bemessen sind, desto schneller können die Paletten ein- und ausgelagert werden.

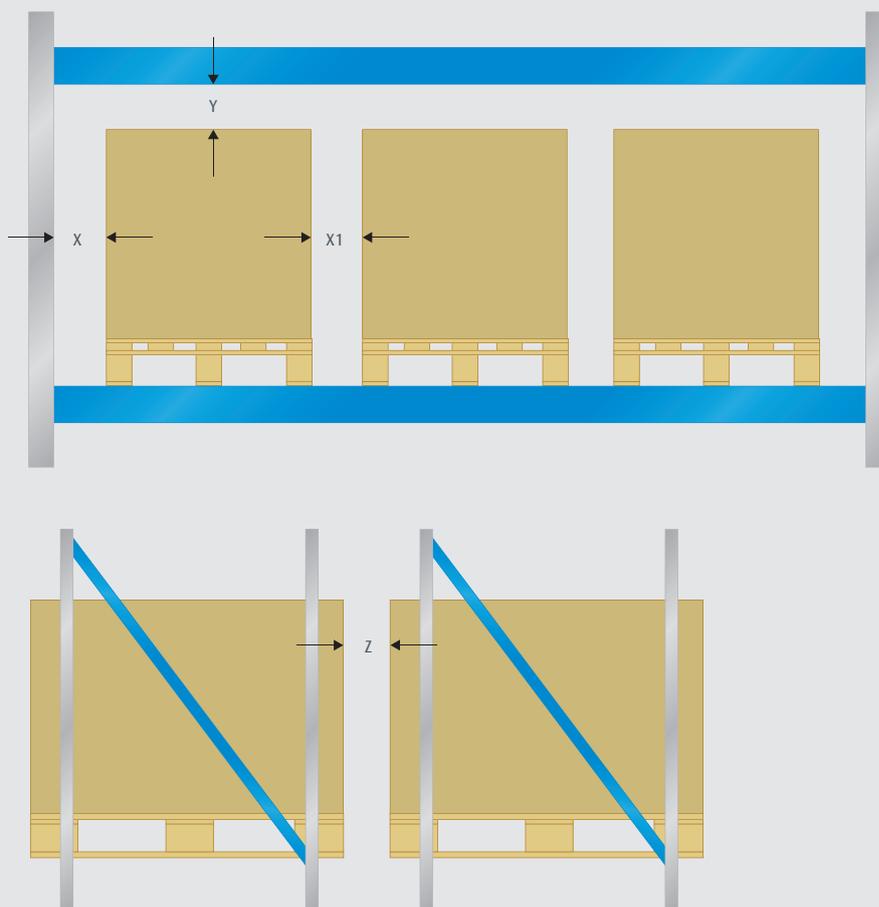
Es ist somit ratsam, bei hohem Umschlag die Sicherheitsabstände größer auszulegen als die definierten Mindestabstände.

### Einzuhaltende Mindestabstände:

Maß X (Abstand Palette zu Regalständer):	75 mm
- Bei Regalklasse 300B ab 12 m Hubhöhe:	100 mm
Maß X1 (Abstand Paletten zueinander):	75 mm
- Bei Regalklasse 300B ab 12 m Hubhöhe:	100 mm
Maß Y (Abstand Palette zu Traverse):	75 mm
- Bei Regalklasse 300B ab 6 m Hubhöhe:	100 mm
- Bei Regalklasse 300B ab 9 m Hubhöhe:	125 mm
- Empfehlung Linde: Mindestabstand	+ 25 mm
Maß Z (Abstand Palettenrückseiten zueinander):	100 mm

(berücksichtigen Sie hier bitte zusätzlich den Platzbedarf für Sprinklerrohre)

Abb. 9: Mindestabstände



# Die Führungssysteme

Um den Flächenbedarf im Schmalgang optimal auszuschöpfen, ermöglichen die entsprechenden Flurförderzeuge das Arbeiten mit sehr geringen Abständen zum Regal. Vorgeschrieben wird durch DIN EN 1726 Teil 2 ein Mindestabstand von 90 mm zwischen aufgenommener Last und Palette im Regal. Abhängig von Parametern wie Palettengröße, Fahrzeugtyp und Führungssystem sind manchmal auch größere Abstände erforderlich. Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Führungssysteme: Die induktive Leitlinienführung ermöglicht Fahrgeschwindigkeiten bis zu 9 km/h. Lastaufnahmen vom Boden sind mit induktiver Führung problemlos zu realisieren. Mechanische Führungssysteme stehen für hohe Fahrgeschwindigkeiten mit bis zu 12 km/h. Lastaufnahmen vom Boden sind lediglich mit kleinen Schienen und Sondergabeln möglich.



## Mechanische Führung: Schienenführung

Bei der mechanischen Führung leiten am Gerät angebrachte Rollen und am Boden befestigte Stahlprofile das Flurförderzeug. Die seitlich montierten Rollen halten das Gerät zwischen den Profilen in der Gangmitte.

Abb.10 zeigt die Mindestbreite des Arbeitsgangs (Ast) unter Berücksichtigung der relevanten Parameter.

### Ast

Arbeitsgangbreite, lichtetes Maß zwischen den Lasten bzw. zwischen den Regalen

$$F = \text{Ast}/2$$

Zulässige Abweichung der Gangbreite von der Mittellinie

- F Regalklasse 300 n. DIN EN 15620

-  $\Delta F = \pm 10 \text{ mm}$

### b26

Lichtes Maß zwischen den Schienen

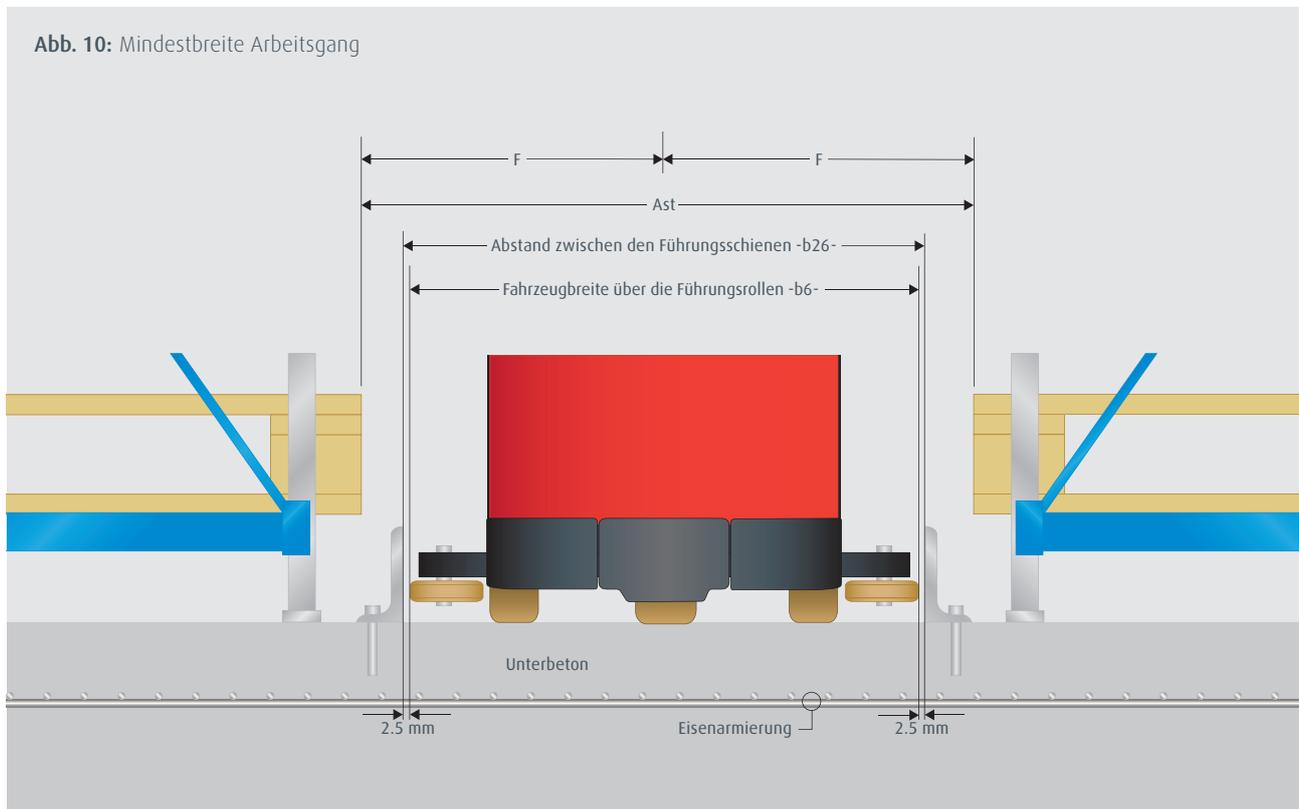
### b6

Fahrzeugbreite über Führungsrollen  $b6 = b26 - 5 \text{ mm}$

Zulässige Abweichung:

- auf der gesamten Länge:  $-0/+5 \text{ mm}$

- auf 1 Meter Länge:  $-0/+2 \text{ mm}$



### Sicherheitsabstände bei mechanischer Führung

#### Abstand Führungsschiene zu Lastrad:

Für die mechanische Führung ist zwischen Führungsschiene und Lastrad ein Mindestabstand von 50 mm vorgeschrieben – in Hinblick auf Sicherheit und Umschlagsleistung ist ein Sicherheitsabstand von 100 mm zu empfehlen (siehe Abb. 11).

#### Abstand aufgenommene Last zu Palette im Regal (a21/a23):

Vorgeschrieben wird durch DIN EN 1726 Teil 2 ein Mindestabstand von 90 mm zwischen aufgenommener Last und Palette im Regal. Abhängig von Parametern wie Palettengröße, Gerätetyp und Führungssystem sind manchmal auch größere Abstände erforderlich. Die Unterscheidung nach Hubhöhe gewährleistet eine maximale Umschlagsleistung bei maximaler Sicherheit.

Bei mechanischer Führung ist zu empfehlen:

Hubhöhe < 7 m -> a21/a23 = mind. 90 mm

Hubhöhe > 7 m -> a21/a23 = mind. 120 mm

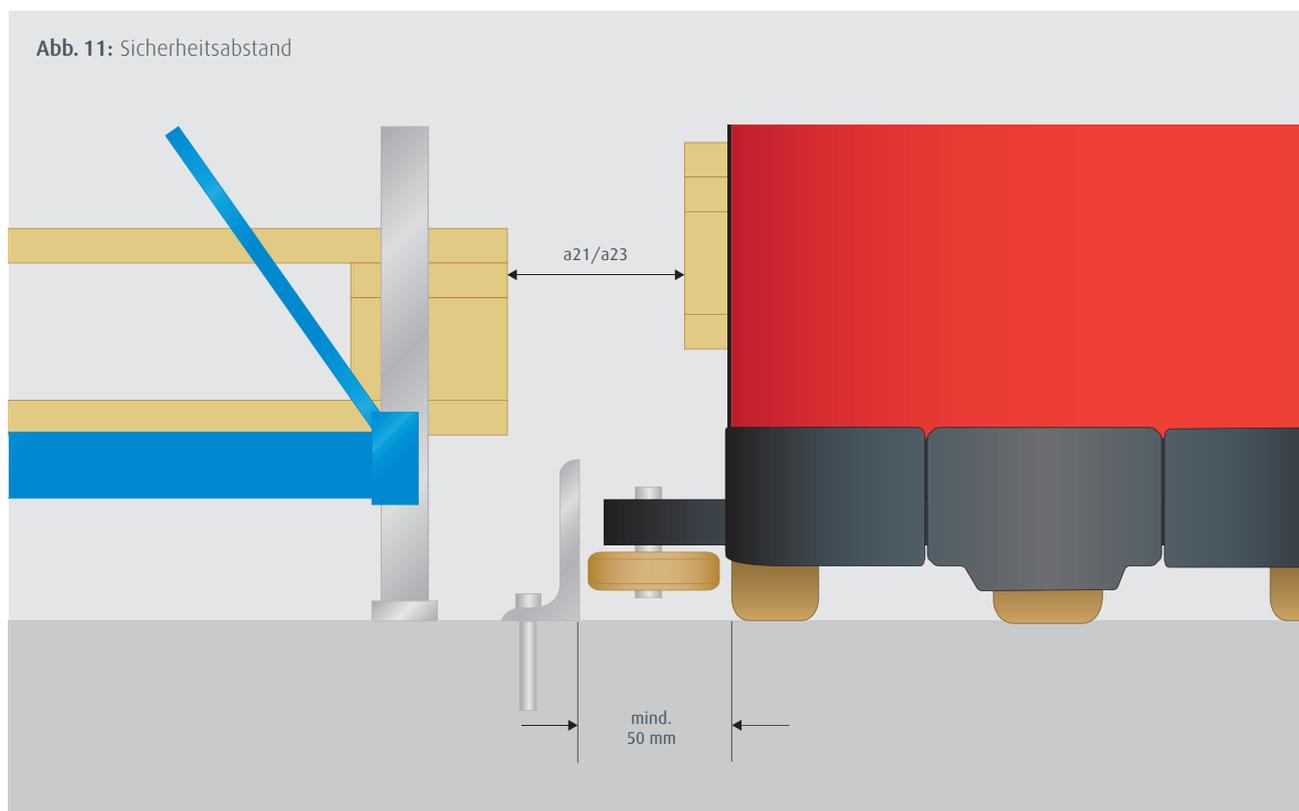
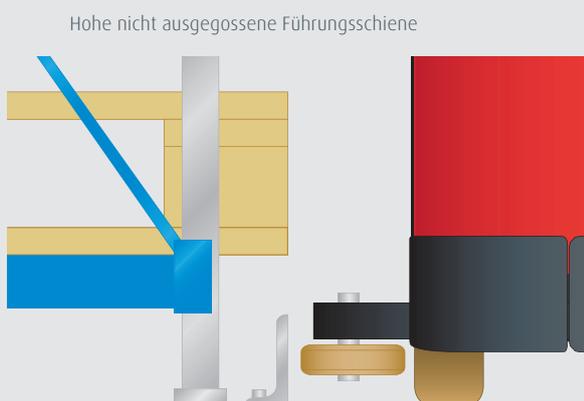
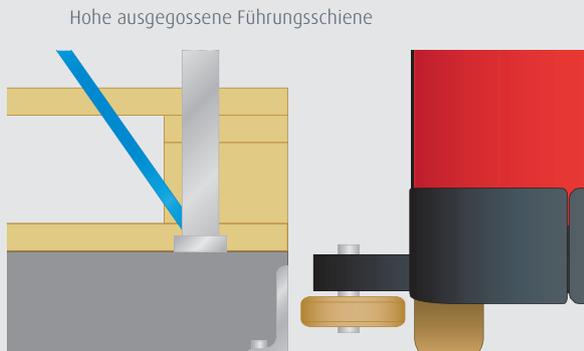


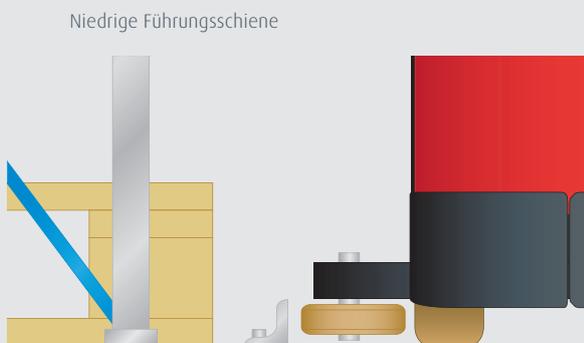
Abb. 12: Die verschiedenen Schienenführungssysteme



Hohe nicht ausgegossene Führungsschiene



Hohe ausgegossene Führungsschiene



Niedrige Führungsschiene

#### Schienenführungsarten:

Es wird in mehrere Arten von Schienenführungen unterschieden. Die im Markt gängigsten Profile sind L-Schienen mit einer Profilhöhe von 100 mm (hohe Schiene) oder 50 mm (niedrige Schiene). Darüber hinaus sind jedoch auch andere Höhen bis zur kleinstmöglichen Schienenhöhe von 38 mm realisierbar. Die Profilschienen können sowohl montiert sein, als auch im Betonsockel integriert werden (ausgegossene Führungsschiene).

#### Aufbau und Montage Führungsschienen:

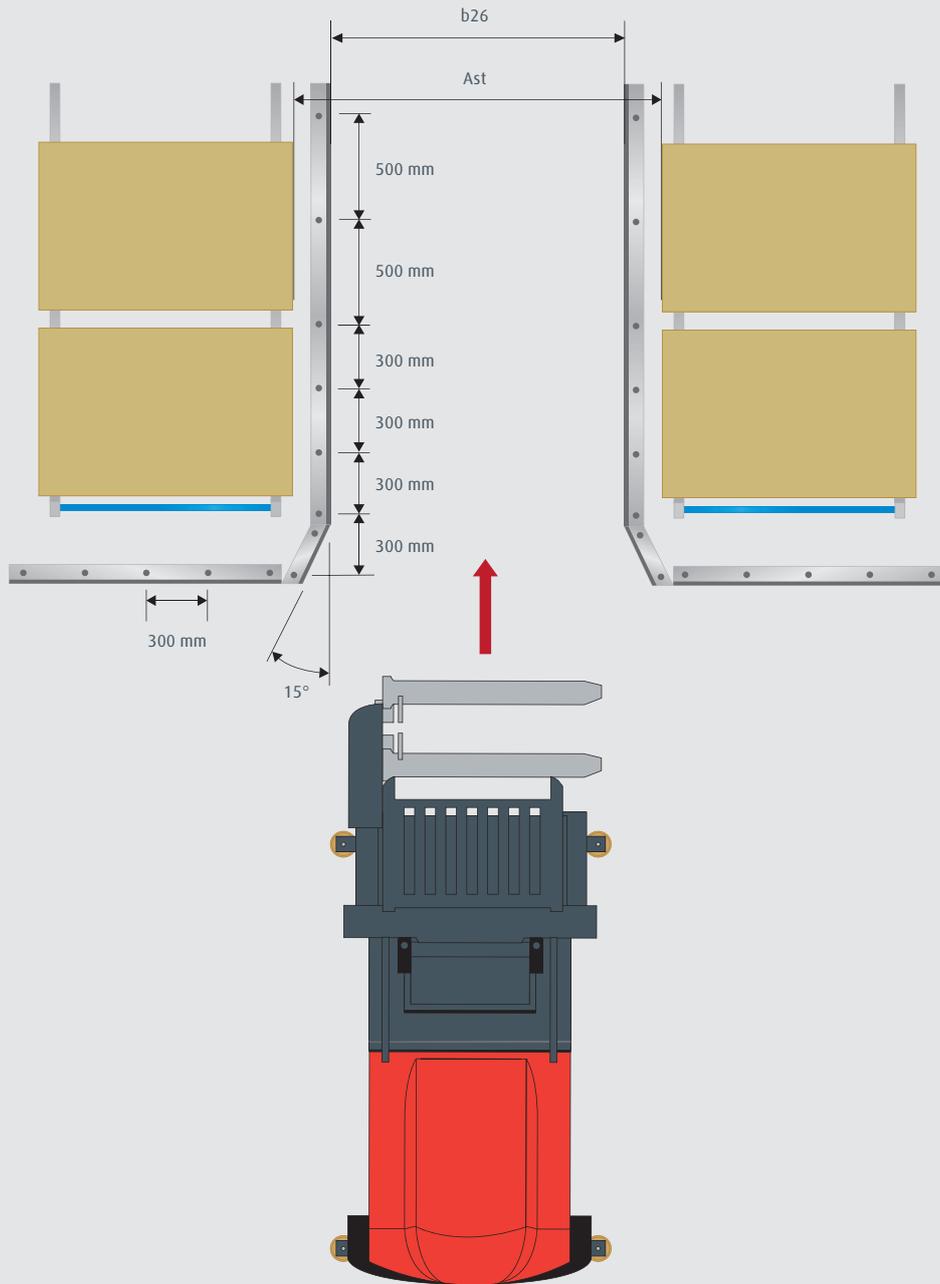
Um das Einspuren des Fahrzeugs in den Schmalgang zu erleichtern, verfügt der Ganganfang über einen Einfahrtrichter von ca. 300 mm Länge mit einem Öffnungswinkel von 15°. In diesem Trichter und den dahinterliegenden ersten Metern, dem ca. 2.500 mm langen Einspurbereich, wirken die stärksten horizontalen Kräfte. Diese Kräfte von bis zu 25 kN treten im Einspurbereich auf, da hier das Flurförderzeug nur mit den vorderen Rollen geführt wird. Danach gelangen auch die hinteren Rollen in die Schienenführung und somit reduzieren sich im weiteren Verlauf des Gangs die Kräfte auf ca. 4 – 10 kN.

Um ein sicheres Einspuren zu gewährleisten, empfehlen wir Ihnen, für den Trichter hohe Profile zu verwenden. Die Führungsschienen werden nach dem Verlegen im Boden verankert. Die unterschiedlichen Kräfteinwirkungen in Fahr- und Einspurbereich erfordern unterschiedliche Verdübelungsabstände. Im Fahrbereich liegt der Abstand bei 500 mm. Im Einspurbereich empfiehlt es sich für die ersten 4 Dübel, ihn auf ca. 300 mm zu reduzieren. Dieser Dübelabstand gilt auch für die Frontseite der Schiene zum Umsetzungsgang (siehe Abb. 13). Die Führungsschiene sollte 8 mm stark sein, um Deformierungen aufgrund der seitlichen Kräfte zu vermeiden.

Aufgrund der unterschiedlich hohen Führungsschienen erfordern auch die Seitenführungsrollen am Flurförderzeug unterschiedliche Höhen (Unterkante Führungsrolle):

- 40 – 65 mm bei hoher Führungsschiene
- 20 – 23 mm bei niedriger Führungsschiene
- Bodenfreiheit der Führungseinrichtung min. 15 mm

Abb. 13: Aufbau und Montage Führungsschienen



## Induktive Leitlinienführung

Die induktive Leitlinienführung ersetzt die Führungsschienen. Eine im Boden verlegte Drahtschleife verkörpert die Leitlinie. Der Leitdraht wird von einem Frequenzgenerator mit Wechselstrom (Niederspannung) gespeist. Antennen am Schmalgangstapler tasten das sich um den Leitdraht gebildete Magnetfeld ab. Die nachgeschaltete Elektronik wertet die Signale aus und steuert die Servoeinheit. Dadurch bewegt sich das Fahrzeug immer mittig im Regalgang über dem Leitdraht.

## Verlegung induktiver Leitdraht

Der Leitdraht wird als geschlossene Schleife verlegt und sein Anfang und Ende mit dem Frequenzgenerator verbunden. Eine ungerade Anzahl der Gänge erfordert die Installation einer zusätzlichen Rückführung (siehe Abb. 14).

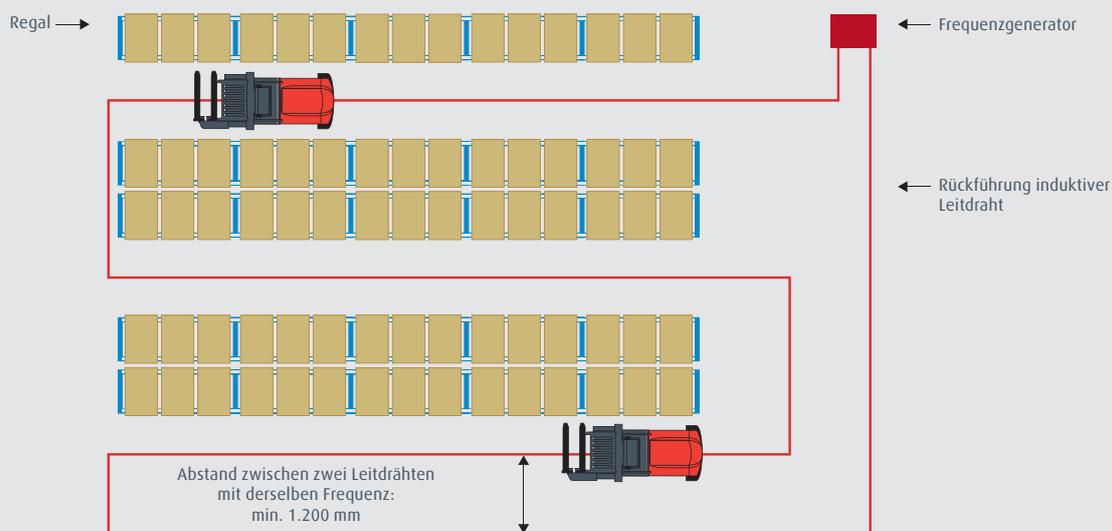
### Technische Daten

Standardfrequenz: 6,25 Hz

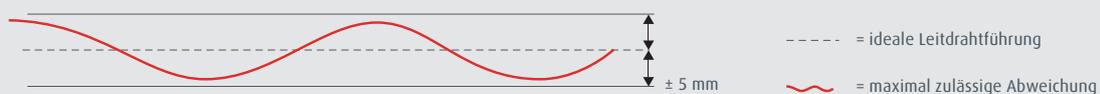
Stromstärke: 8...120 mA

(weitere Frequenzen und Stromstärken auf Anfrage)

Abb. 14: Verlegung induktiver Leitdraht



### Toleranzen bei induktiver Leitdrahtführung



### Toleranz bei induktiver Leitdrahtführung

Eine Abweichung des Leitdrahtes von der theoretischen Mittellinie auf der gesamten Ganglänge  $\pm 5$  mm (siehe Abb. 14) liegt innerhalb des Toleranzbereichs. Damit diese Abweichungstoleranzen nach DIN 15 185 Teil 1 realisierbar sind, sollte der Leitdraht erst nach Montage der Regale verlegt werden.

### Abstände bei induktivem Leitdraht

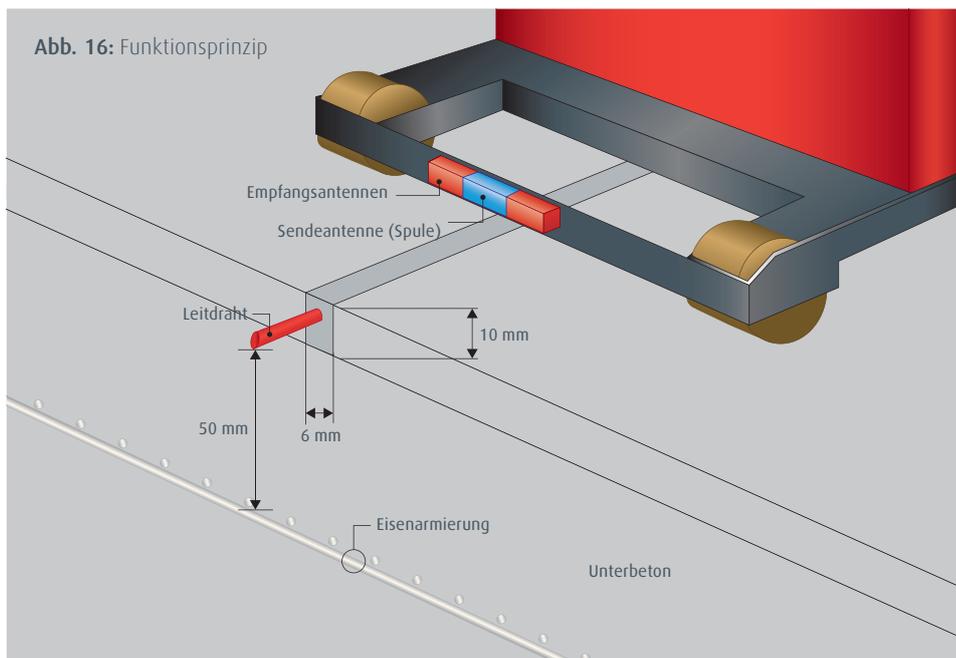
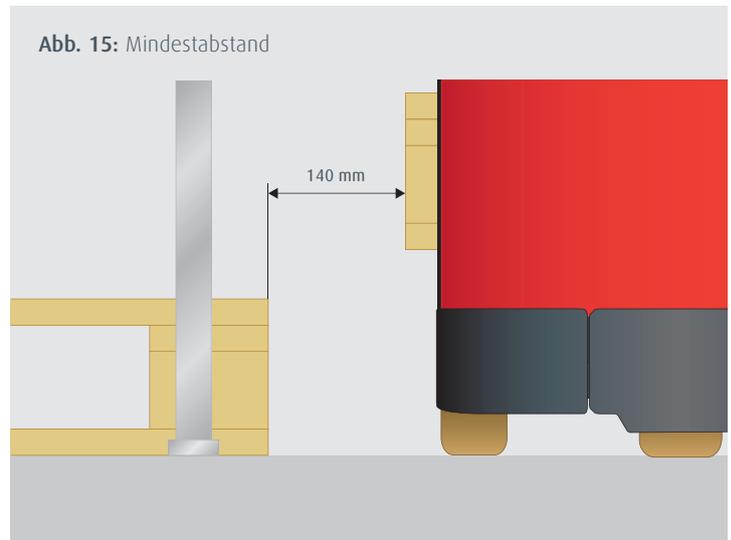
Grundsätzlich gilt ein Abstand der Armierung zum Leitdraht (c) von mindestens 50 mm. Ein geringerer Abstand zwischen Armierung und Leitdraht ist möglich, muss aber mittels Feldmessung eruiert werden. Links und rechts neben dem Leitdraht ist ein Bereich von je 200 mm von Metall (Kabelkanäle, Dehnfugenwinkel usw.) freizuhalten.

### Sicherheitsabstand

Bei induktiven Leitlinienführungen ist ein Mindestabstand von 140 mm erforderlich (siehe Abb. 15).

### Abstand zwischen zwei Leitdrähten

Mit derselben Frequenz: min. 1.200 mm (siehe Abb. 16). Wird dieser Abstand unterschritten, kann eine Störung der Magnetfelder auftreten (Ausnahme: Rückleitungen, die nicht als Fahrspur genutzt werden).



### Ein- und Ausfahrt Arbeitsgang/Gangwechsel

#### Einfahrt in den Arbeitsgang

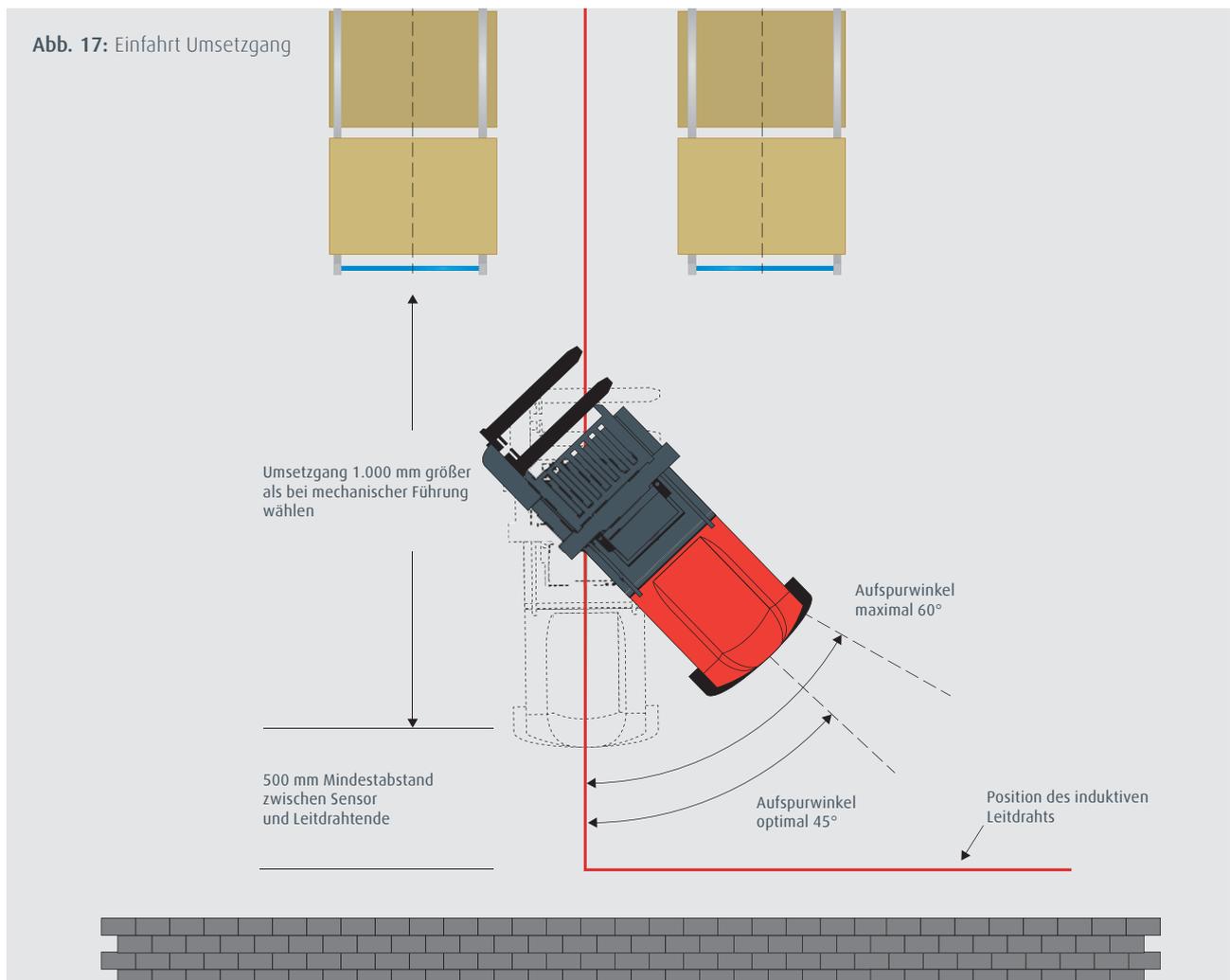
Bei der induktiven Zwangsführung ist die Umsetzgangbreite gegenüber der alternativen Schienenführung um ca. 1.000 mm zu vergrößern (siehe Abb. 17).

Im Umsetzgang fährt der Staplerfahrer das Fahrzeug im spitzen Winkel in Richtung des Leitdrahtes und schaltet dabei auf Automatikbetrieb. Je geringer der Aufspurwinkel, desto schneller fädelt sich das

Fahrzeug auf (angezeigt durch optische und akustische Meldung). Der Leitdraht sollte so weit wie möglich in den Umsetzgang hineingezogen werden. Das Mindestmaß hierfür ist eine Gerätelänge plus 500 mm (siehe Abb. 17).

#### Ausfahrt aus dem Arbeitsgang

Nach Ausfahrt aus dem Gang schaltet der Fahrer auf Handbetrieb zurück und das Gerät kann wieder frei gefahren werden.



## Frequenzgenerator

Der Frequenzgenerator mit Anschlüssen für max. 8 separate Schleifen für bis zu 2.000 mm je Schleife speist den Leitdraht mit hochfrequentem Wechselstrom. Wird eine einzelne Fahrtschleife beschädigt oder fällt sie komplett aus, bleiben die restlichen Lagerbereiche funktionsfähig.

Für die Montage des Frequenzgenerators sollte eine geschützte, leicht zugängliche Position im Lager gewählt werden. Bei Stromausfall kann eine unabhängige Spannungsquelle (Pufferbatterie) als Notstromversorgung dienen und den Betrieb für ca. 2 weitere Stunden aufrechterhalten.

Die Versorgungsspannung liegt bei 230 V Wechselstrom mit 50 Hz oder 115 V Wechselfspannung mit 50 Hz. Die Frequenz kann zwischen 300 Hz und 20 kHz in 10-Hz-Schritten festgelegt werden.

Als einstellbarer Schleifenstrom sind entweder 35 mA, 80 mA oder 100 mA wählbar oder stufenlos eine Einstellung von 30 bis 110 mA.



# Die Fahrerassistenzsysteme

Fahrerassistenzsysteme unterstützen den Fahrer bei der Bedienung des Fahrzeugs und dienen insbesondere der Sicherheit im Lager. Zu den Fahrerassistenzsystemen zählen die Gangende-Sicherheitsfunktionen, höhenabhängige Abschaltungen sowie das Linde Navigationssystem. Während die Gangendesicherungen und Fahrgeschwindigkeitsreduzierung durch die DIN 15185 Teil 2 vorgeschrieben sind, ist das Linde Navigationssystem ein ergänzendes System, durch das sowohl die Umschlagsleistung erhöht als auch eine fehlerhafte Einlagerung vermieden werden kann.



## Systeme zur Positionsbestimmung

### Generell

Assistenzsysteme im Schmalgang, wie Fahr- und Hubabschaltungen, können mit verschiedenen Systemen realisiert werden. Die aktuell gängigen Systeme werden durch Magnetschalter, Reflexlichtschranken, Barcodes und RFID-Tags angesteuert. Während Magnete und Reflexlichtschranken für Fahr- und Hubabschaltungen verwendet werden können, geht die Funktionalität von Barcodes und RFID noch etwas weiter und kann zusätzlich bei der VNA-Navigation eingesetzt werden.

Nachfolgend möchten wir einen kleinen Überblick über die verschiedenen Systeme zur Schmalgangstapler-Steuerung geben.

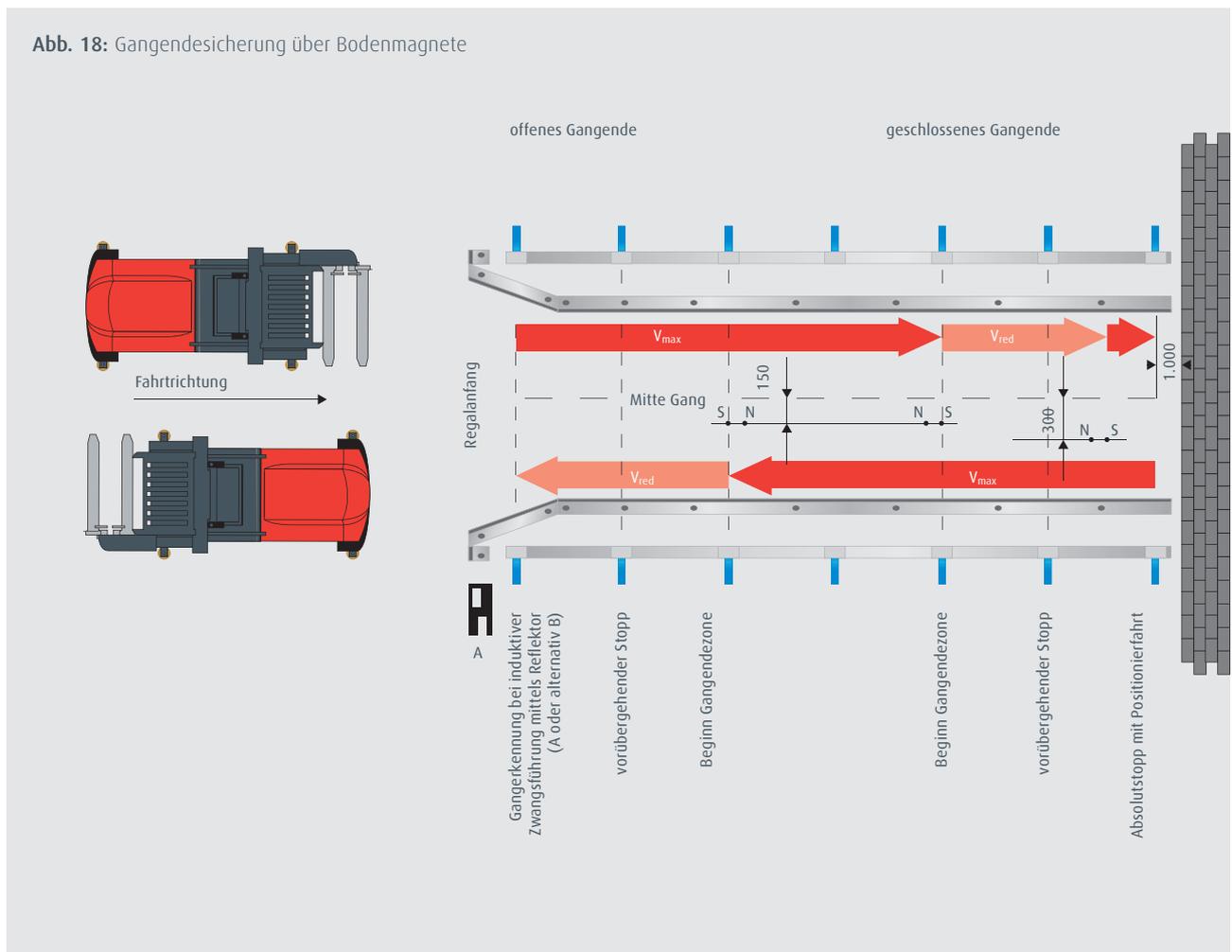
	Gangende-sicherungen	Hub- und Fahrab-schaltungen	VNA-Navigation
Magnete	x	x	
Reflexlicht-schranken	x	x	
Barcode	x	x	x
RFID	x	x	x

### Magnete

Linde Magnete sind in ihren Abmessungen sehr klein (31 mm Durchmesser, 25 mm Höhe) und somit sehr einfach und kostengünstig zu installieren. Es werden zwei Magnetpaare in ca. 6 cm Abstand hintereinander im Boden verlegt. Die Fahrzeugsteuerung erkennt, je nachdem ob der Südpol- oder der Nordpol-Magnet zuerst überfahren wird, in welche Richtung der Stapler unterwegs ist und somit, ob und wie das Fahrzeug abbremsen muss. Um zusätzliche Funktionen abbilden zu können, besteht zudem die Möglichkeit, die Magnete entweder 150 mm oder 300 mm außermittig zu platzieren. Magnete sind ideal in Lagern, in denen einfache Fahr- und Hubreduzierungen notwendig sind.



Abb. 18: Gangendesicherung über Bodenmagnete



### Reflexlichtschranken

Linde Reflektoren werden in Sichthöhe an den Regalständern angebracht. Ihre einfache Anbringung an den Regalen ist kostengünstig und schnell. Bei den Reflektoren wird in A, B, C, D unterschieden. Diese haben jeweils zugeordnete Funktionen:

A-Reflektor: Gangerkennung bzw. Beginn der Gangendzone

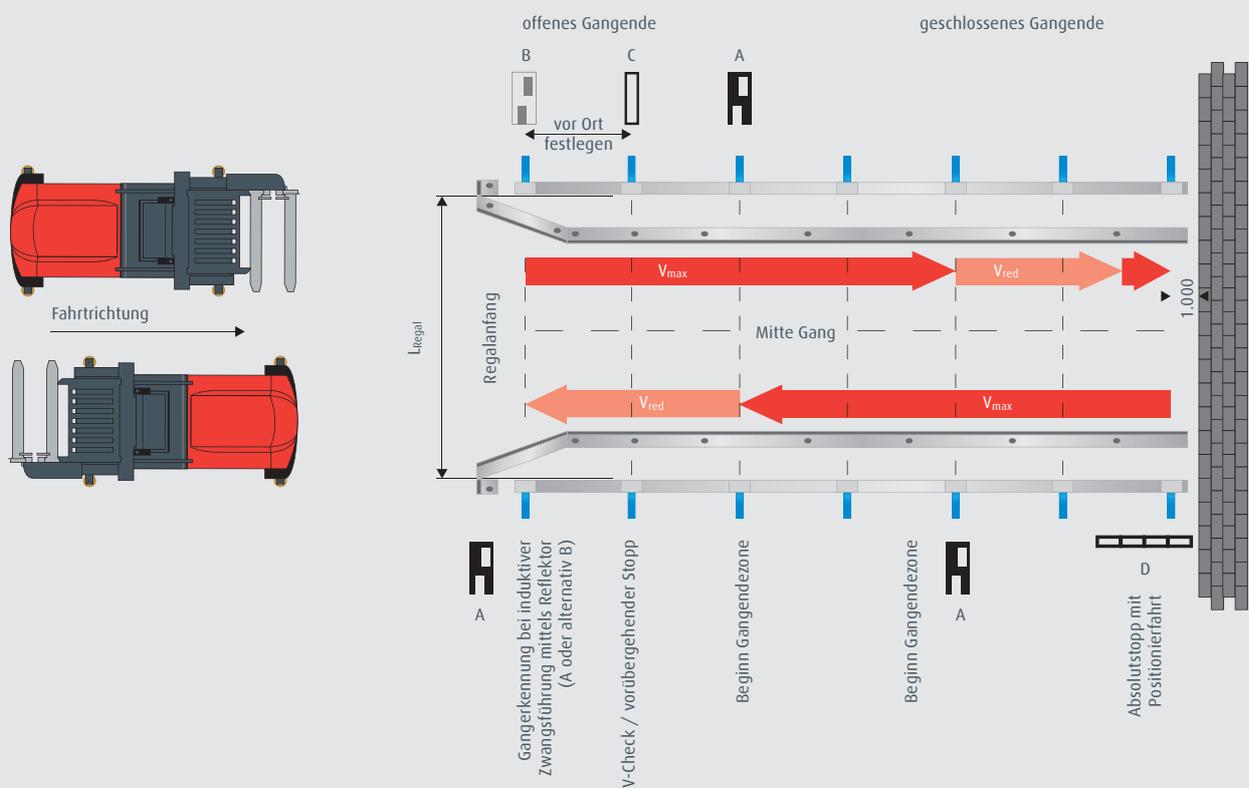
B-Reflektor: Gangerkennung (alternativ, wenn A-Reflektor nicht möglich bzw. ...)

C-Reflektor: Prüfung der reduzierten Sollgeschwindigkeit

D-Reflektor: Absolutstopp mit Positionierfahrt



Abb. 19: Gangendesicherung über Reflexlichtschranken





### Barcode

Linde Barcodes werden ca. 50 cm oberhalb des Bodens an allen Regalstehern angebracht. Das Fahrzeug scannt den Barcode und kann dadurch seine Position im Lager exakt bestimmen. Durch die exakte Bestimmung des Ortes ist es möglich, die verschiedenen Reaktionen des Fahrzeugs einem Ort zuzuordnen. Auf diese Weise können unterschiedlichste Fahrzeugfunktionen, wie z. B. Hub- und Fahreinschränkungen, realisiert werden. Die exakte Bestimmung des Ortes ist zudem Grundlage für das Linde Schmalgang-Navigations-system, das den Fahrer bei der Ein- und Auslagerung der richtigen Paletten unterstützt und somit Fehler vermeiden hilft.



### RFID

Linde RFID-Tags sind besonders klein und können mit einer Standard-Bohrmaschine sehr schnell und einfach im Boden installiert werden. Sie arbeiten mit einer Frequenz, die das schnelle Lesen und auch Schreiben auf den Tags ermöglicht. Selbst wenn die Tags einmal nass werden sollten, sind sie geschützt und behalten ihre Funktionalität. Das Fahrzeug liest den Datensatz des Tags und kann dadurch seine Position im Lager exakt bestimmen. Durch die exakte Bestimmung des Ortes ist es möglich, die verschiedenen Reaktionen des Fahrzeugs einem Ort zuzuordnen. Auf diese Weise können unterschiedlichste und komplizierte Fahrzeugfunktionen, wie Hub- und Fahreinschränkungen, realisiert werden. Die exakte Bestimmung des Ortes ist zudem Grundlage für das Linde Schmalgang-Navigations-system, das den Fahrer bei der Ein- und Auslagerung der richtigen Paletten unterstützt und somit Fehler vermeidet.

## Gangendesicherung

Unter Gangendesicherung versteht man das Anhalten oder Abbremsen des Flurförderzeuges ohne Einwirkung durch die Bedienperson an den Enden des Schmalganges. Diese Maßnahme gilt auch für Quergänge mit Ausnahme von solchen, die ausschließlich als Fluchtwege vorgesehen sind und von außen nicht begangen werden können.

Bitte beachten Sie, dass o. g. Einrichtung „Gangendesicherung“ eine Notfalllösung darstellt. Als Betriebsbremse stehen dem Fahrer andere Bremsen (je nach Modell) wie Generatorbremse, Gegenstrombremse, Lastradbremse und die mechanische Bremse am Antriebsrad zur Verfügung.

### Zonen und Funktionen

#### Fahrgeschwindigkeitsreduzierung

Ab Beginn Gangendzone bis offenes Gangende wird die Geschwindigkeit von  $V_{\max}$  auf  $V_{\text{red}} = 2,5 \text{ km/h}$  reduziert.  
Bei der Fahrt aus dem Gang heraus ist  $V_{\text{red}} = 2,5 \text{ km/h}$ .

#### Fahrstopp

#### Vorübergehender Stopp

Ab Beginn der Gangendzone wird das Fahrzeug bis in den Stillstand abgebremst. Nach 2 Sekunden erfolgt eine erneute Fahrtfreigabe Richtung Gangende mit  $V_{\text{red}} = 2,5 \text{ km/h}$ .

#### Absolutstopp

Bremsen mit Absolutstopp erfolgt bei geschlossenem Gangende. Nach erfolgter Bremsung wird das Fahrzeug gestoppt. Eine Positionierfahrt in Richtung Gangende ist über „Q“-Taste (Quittierungstaste gedrückt halten) mit  $V_{\text{red}} = 1 \text{ km/h}$  möglich.

#### Geschwindigkeitscheck

Zusätzlicher Kontrollpunkt: Prüfung der reduzierten Sollgeschwindigkeit  $V_{\text{soll}} < V_{\max}/2$  (nur bei System mit Reflexlichtschranken).



## Höhenabhängige Abschaltungen

Wenn anlagebedingte Einbauten, wie z. B. Unterzüge, Rohre oder Kabeltrassen, den Wirkungsbereich des Flurförderzeuges in der Höhe einschränken, müssen hubhöhenabhängige Abschaltungen vorgesehen werden.

### Überbrückbare Zwischenhubbegrenzung

Bei dieser Verriegelung wird die Hubbewegung immer vor Erreichen der kritischen Durchfahrtshöhe abgeschaltet.

Der Fahrer kann, nachdem er sich davon überzeugt hat, dass sich das Flurförderzeug nicht im Gefahrenbereich befindet, durch Betätigen der Quittiertaste die Hubfunktion freigeben und die Hubbewegung fortsetzen. Solange die größte Höhe des Flurförderzeuges die kritische Höhe überschritten hat, ist das Fahren nur mit Kriechgeschwindigkeit möglich.

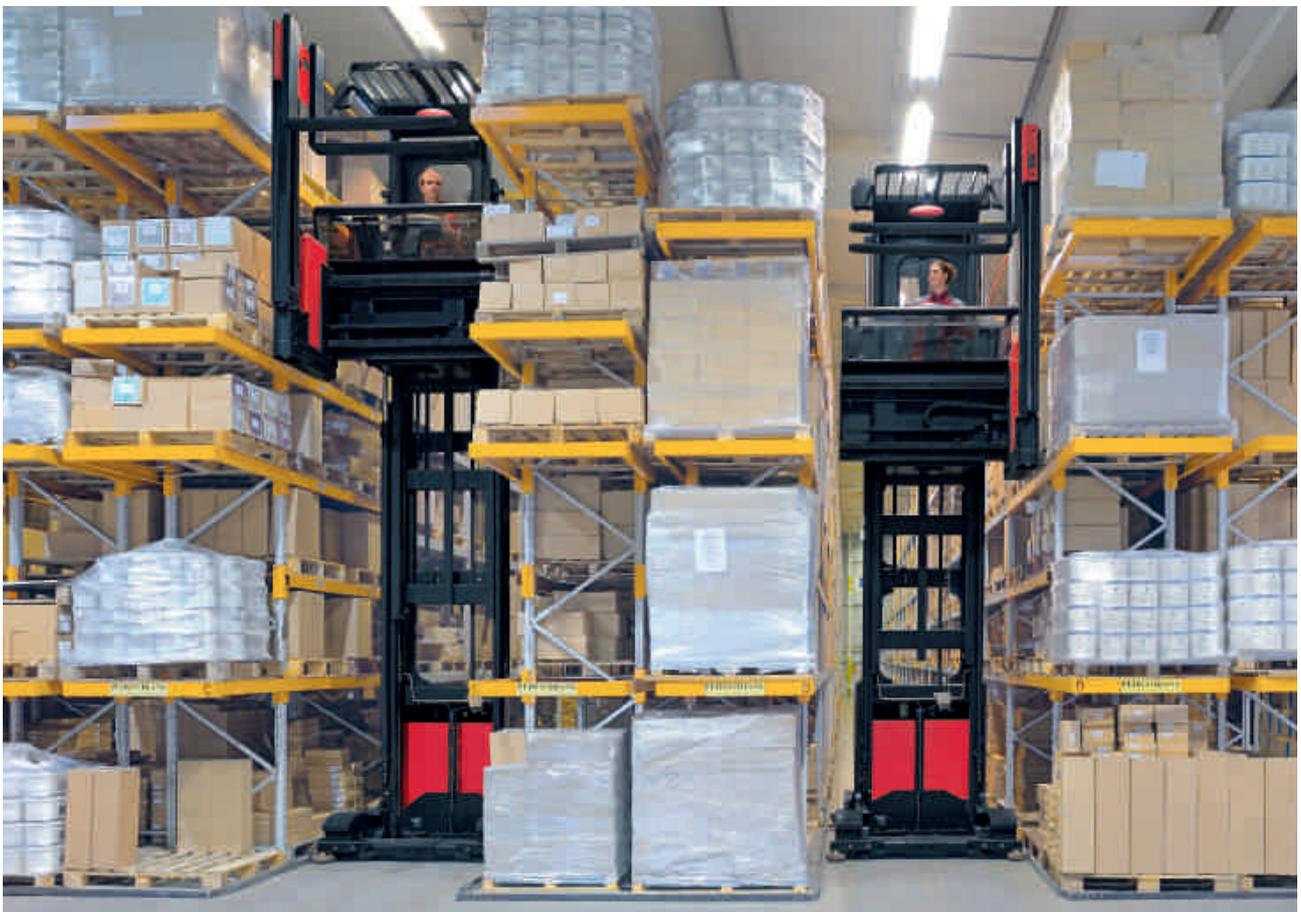
### Automatische Hub- bzw. Fahrabschaltung

Durch die Kombination von Höhenabfrage am Hubgerüst und den Systemen zur Positionsbestimmung (Magnete, RFID etc.) kann diese Hub- bzw. Fahrabschaltung automatisiert werden.

Fährt z. B. ein Flurförderzeug mit einer aktuellen Höhe, die kleiner ist als die kritische Höhe, in einen solchen Bereich ein, so kann es ungehindert mit der entsprechenden Geschwindigkeit weiterfahren.

Fährt das Flurförderzeug in diesen Bereich ein, hält dort an und die Hubbewegung wird ausgelöst, so wird diese kurz vor Erreichen der kritischen Höhe abgeschaltet. Eine Überbrückung dieser Abschaltung ist nicht möglich.

Fährt das Flurförderzeug mit einer aktuellen Höhe, die größer ist als die kritische Höhe, in diesen Bereich ein, wird die Fahrbewegung abgebremst und die Hubbewegung abgeschaltet. Weiterfahrt ist erst nach Absenken unter die kritische Höhe möglich. Hubabschaltungen werden häufig mit Fahrabschaltungen kombiniert.



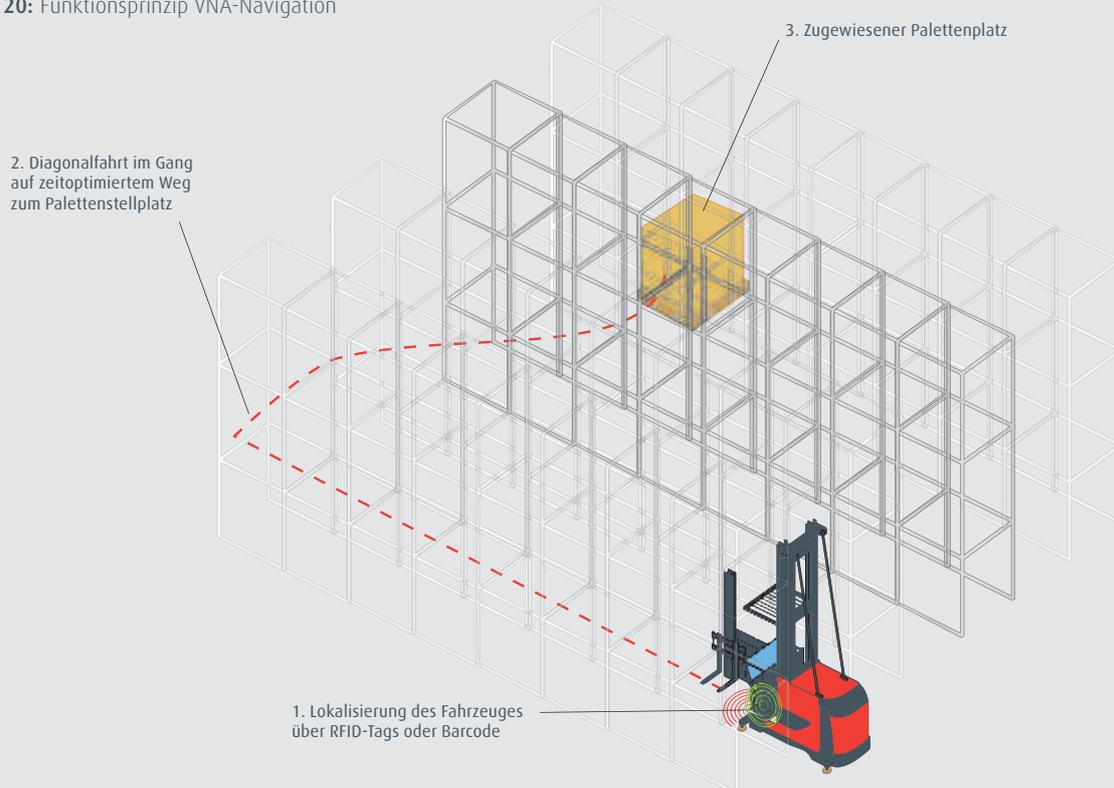
## VNA-Navigation

Mithilfe des Linde Schmalgang-Navigationssystems kann die Umschlagsleistung erhöht und gleichzeitig durch das Verhindern von Fehlern sicheres Ein- und Auslagern gewährleistet werden. Des Weiteren erleichtert das Navigationssystem dem Bediener die Arbeit und macht es möglich, dass auch neue Bediener schnell effizient arbeiten können.

Die Linde Schmalgang-Navigation überzeugt durch ihre schnelle, präzise und einfache Funktionsweise. Grundlage für alle Funktionen des Linde Schmalgang-Navigationssystems ist die exakte Bestimmung der Position des Fahrzeugs. Diese Positionsbestimmung kann zum einen durch RFID-Tags und zum anderen durch Barcodes erfolgen (siehe Abb. 20).

Das Fahrzeug erhält seinen jeweiligen Transport- oder Kommissionierauftrag per Datenfunk vom Warehouse Management System auf das Fahrzeugterminal. Mithilfe des Navigationssystems kann das Fahrzeug auf dem schnellstmöglichen Weg von seiner aktuellen Position zum geforderten Palettenstellplatz fahren. Der Bediener muss hierfür lediglich Fahr- und Hubhebel betätigen. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Bediener beide Hände innerhalb der Fahrzeugkonturen hat und sich somit nicht verletzen kann. Das Fahrzeug fährt in idealer Kurve zum angegebenen Palettenstellplatz. Ein Einlagern der Palette in einen falschen Stellplatz ist ausgeschlossen.

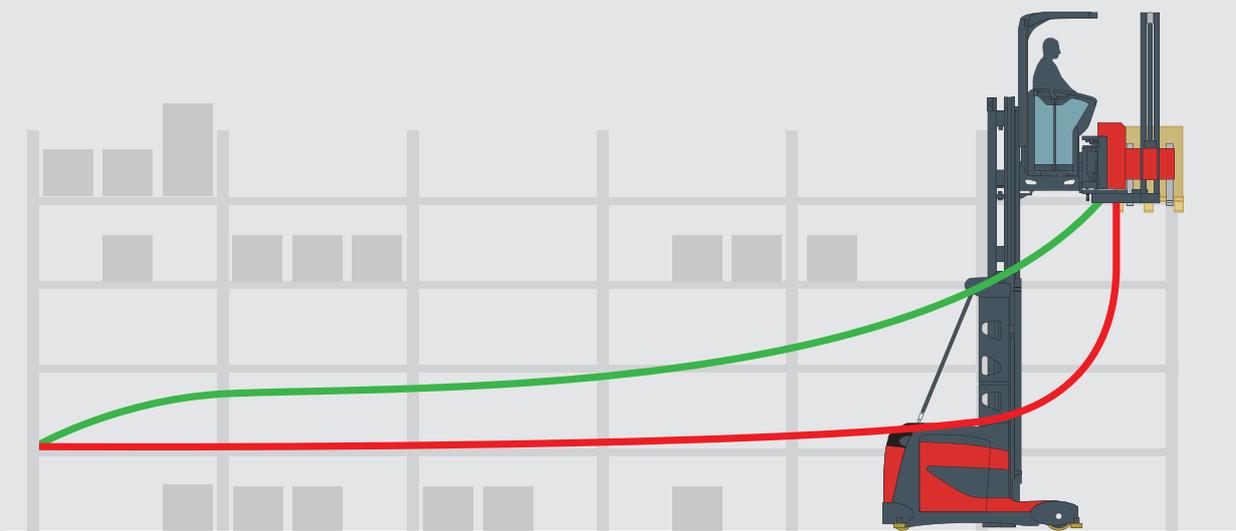
Abb. 20: Funktionsprinzip VNA-Navigation



Diese Kombination aus Positionserkennung und Erkennung des geforderten Palettenstellplatzes macht das System effizient und verhindert Fehleinlagerungen.

Ein durch Lagernavigation optimierter Betrieb führt zu Zeiterparungen von bis zu 25 %. Die grüne Linie in Abbildung 21 zeigt die schnellste Route mit geringstmöglichem Energie- und Zeitverbrauch.

**Abb. 21:** Zeitersparnis mit VNA-Navigation



# Personenschutzsysteme

Um ein Schmalganglager betreiben zu dürfen, sind in Deutschland nach Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV) Maßnahmen zum Schutz der Personen im Lager zu ergreifen. Hierzu stehen nach DIN 15185 Teil 2 folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- bauliche Maßnahmen
- technische Maßnahmen an den Zugängen der Schmalgänge (Warnanlagen)
- technische Maßnahmen am Flurförderzeug (Sensoren)



### Rechtsvorschriften

Gemäß § 17 Abs. 2 der Arbeitsstättenverordnung müssen Verkehrswege so beschaffen sein, dass beidseitig des Flurförderzeuges noch mindestens 0,50 m seitlicher Freiraum ist. In § 28 Abs. 1 BGV D27 Flurförderzeuge ist gesetzlich festgeschrieben, dass der Unternehmer Regal- und Kommissionierstapler in Schmalgängen nur einsetzen darf, wenn dem gleichzeitigen Aufenthalt von Fußgängern in den Schmalgängen durch bauliche oder technische Maßnahmen entgegengewirkt wird. Wer vorsätzlich oder fahrlässig den Bestimmungen zuwiderhandelt, begeht eine Ordnungswidrigkeit im Sinne des § 209 Abs. 1 Nr. 1 SGB VII.

In der DIN 15185 Teil 2 werden grundsätzliche Möglichkeiten zum Schutz von Personen in Schmalganglagern durch technische oder bauliche Maßnahmen beschrieben, wobei bauliche Maßnahmen in der Regel sehr aufwendig sind und sich damit meist eine technische Lösung anbietet. Hier wird zwischen stationären (Lichtschrankeneinrichtungen an den Schmalgangzufahrten) oder mobilen (am Stapler installierten mitfahrenden) Systemen unterschieden.

Wenn Sie ein Schmalganglager betreiben oder ein neues Schmalganglager in Betrieb nehmen wollen, muss dieses nach den Vorgaben der DIN 15185 Teil 2 abgesichert werden. Die eingesetzten Schutzmaßnahmen müssen mindestens der Sicherheitskategorie 2 oder der Sicherheitskategorie 3 entsprechen. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, erhalten Sie vom zuständigen Amt für Arbeitsschutz bzw. Ihrem Gewerbeaufsichtsamt eine Ausnahmegenehmigung von § 17 Abs. 2 ArbStättV gemäß § 4 ArbStättV.

### Stationäre Absicherung

Jeder Zugang des Schmalgangs wird mit einem Lichtschrankensystem abgesichert. Das Lichtschrankensystem muss so ausgelegt sein, dass Fußgänger von Flurförderzeugen unterschieden werden können. Der Überwachungslichtstrahl in der Höhe von 400 mm und 900 mm verhindert ein Unterkriechen bzw. Übersteigen durch Fußgänger (siehe Abb 22/23). Je nach technischer Auslegung sind im System verschiedene Betriebsarten realisierbar.

Abb. 22: Fahrzeugerkennung

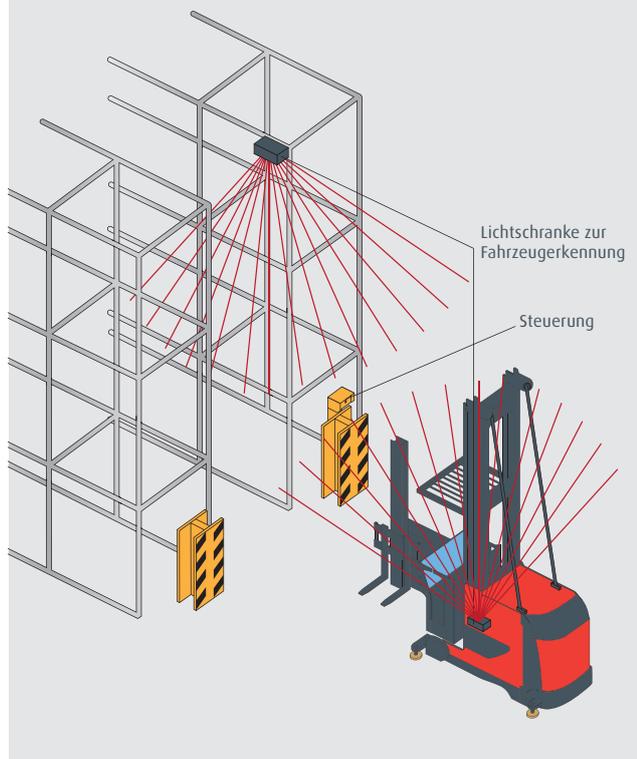
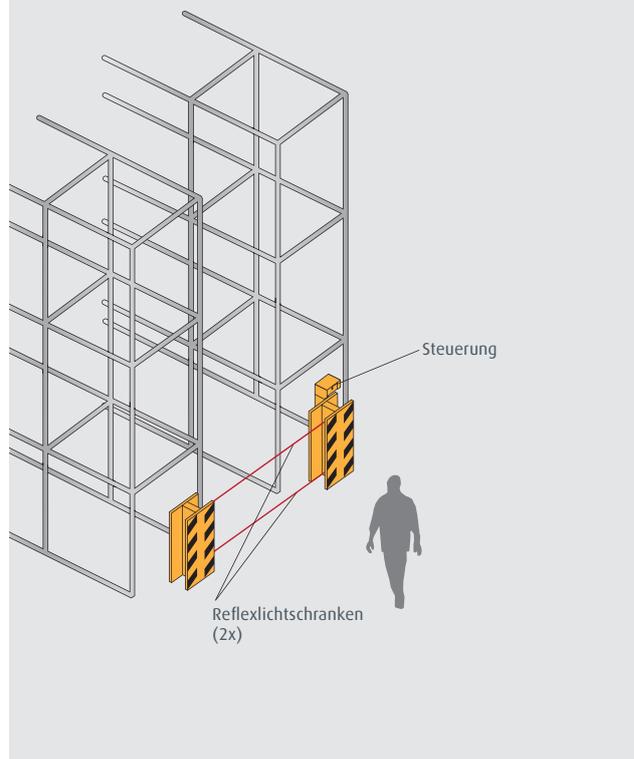


Abb. 23: Personenerkennung



#### **Betriebsart „Personenberechtigung“**

In der Betriebsart „Personenberechtigung“ ist der Gang frei für Zutritt durch Personen, jeder Versuch der Einfahrt eines Fahrzeuges würde unverzüglich optischen und akustischen Alarm auslösen, welcher nur mittels eines Schlüsselschalters von einer berechtigten Person unter Einsicht in den Gang zurückgesetzt werden kann.

#### **Betriebsart „Fahrzeuggestattung“**

In der Standardbetriebsart „Fahrzeuggestattung“ wird das Fahrzeug automatisch bei Einfahrt des Ganges erkannt. Betritt in dieser Betriebsart eine Person den Gang, wird optischer und akustischer Alarm ausgelöst, welcher nur mittels eines Schlüsselschalters von einer berechtigten Person unter Einsicht in den Gang zurückgesetzt werden kann.

#### **Fahrzeuggestattung durch Weitwinkellichtschranken**

Bei dieser Lösung werden zwei Weitwinkelsender links und rechts am Flurförderzeug und ein Empfänger mit zwei Empfangselementen am Regal angebracht. Durch die beiden Sender wird das Flurförderzeug erkannt, egal ob es vorwärts oder rückwärts in den Schmalgang einfährt.

#### **Fahrzeuggestattung durch Reflexlichtschranken**

Bei dieser Lösung werden an jeder Säule zwei Reflexionslichtschranken und an jeder Seite des Fahrzeuges zwei Reflexmarken angebracht. Sobald das Fahrzeug in den Schmalgang einfährt, erkennen die Reflexlichtschranken die Reflexmarken und das Fahrzeug wird identifiziert.

#### **Mobile Absicherung**

Das Flurförderzeug wird auf der Antriebsseite und Lastseite mit Laserscannern ausgerüstet. Diese überwachen den Fahrweg und erkennen, wenn eine Person in das Warnfeld oder das Alarmfeld gelangt. Wird eine Person im Warnfeld erkannt, wird die Geschwindigkeit automatisch auf Schleichfahrt (max. 2,5 km/h) reduziert. Wird eine Person im Alarmfeld erkannt, wird Alarm ausgelöst und das Fahrzeug automatisch bis zum Stillstand abgebremst. Aus Sicherheitsgründen kann der Alarm vom Fahrer erst zurückgesetzt werden, nachdem das Fahrzeug zum vollständigen Stillstand gekommen ist. Außerhalb der Schmalgänge ist die Überwachungseinrichtung nicht aktiv.

#### **Montage der Scanner**

Aus Platzgründen kann der Scanner an der Vorderseite in den meisten Fällen nur hinter der Gabel angebracht werden. Das bedeutet, dass der Scanner bei abgesenkter Gabel keine Sicht in den Regalgang hat und damit keine Sicherheitsfunktion vorhanden ist. In diesem Fall darf das Flurförderzeug nur mit Schleichfahrt (max. 2,5 km/h) fahren. Über Magnetschalter am Hubmast wird festgestellt, ob der Scanner freie Sicht hat. Der Scanner wird dann aktiviert. Sind keine weiteren Geschwindigkeitsbeschränkungen gegeben (Quergänge oder Ende des Schmalgangs), kann sich das Flurförderzeug mit maximaler Geschwindigkeit im Schmalgang bewegen.

### Zusätzliche Funktion

Um die gesamte Funktion einer mobilen Personenschutzmaßnahme – z. B. Erkennung von Fahrtrichtung, Gangende, Quergängen oder Gangausfahrt – zu erreichen, sind weitere Zusatzelemente erforderlich.

### Fahrtrichtungsgeber

An einem der beiden nicht angetriebenen Laufräder wird ein Fahrtrichtungsgeber angebracht. Dieser erfasst die Bewegungsrichtung sowie die Geschwindigkeit und führt eine Wegmessung durch.

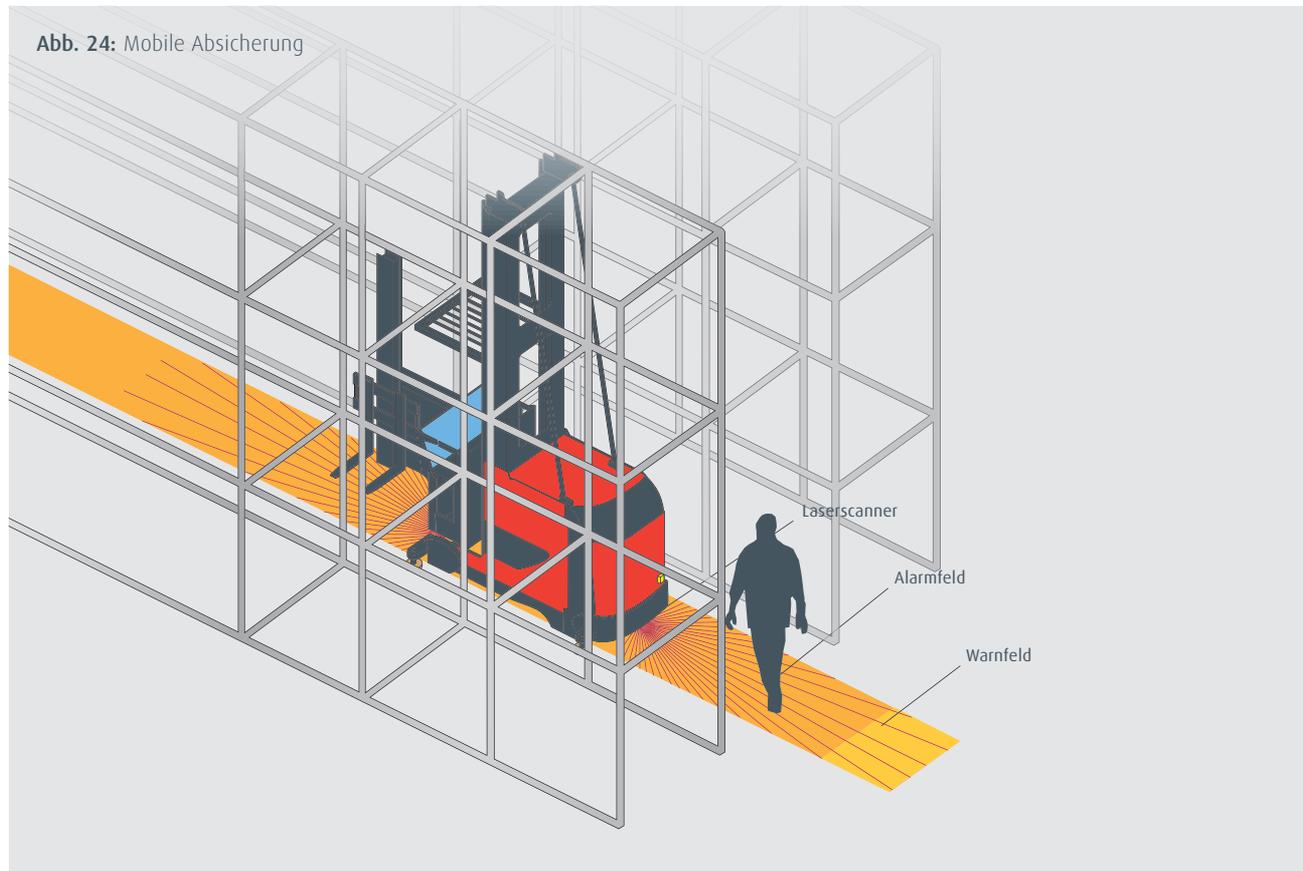
### Positionserkennung

Die Positionserkennung kann aus Reflexlichtschranken mit codierten Reflexmarken am Regal oder aus Gangmagneten mit Magnetschaltern bestehen. Die erste Codierung befindet sich am Zugang zum Schmalgang. Bei Erkennung dieser Codierung wird das Schutzsystem initialisiert, d. h., der Fahrtrichtungsgeber startet die Wegmessung und ermittelt die Fahrtrichtung, die Schutzfelder werden aktiviert. Die zweite Codierung befindet sich ca. zwei Lagerplätze hinter der ersten Codierung und dient zur Geschwindigkeitsreduzierung bei der

Ausfahrt aus dem Schmalgang. Die dritte Codierung befindet sich am Ende eines einseitig geöffneten Schmalganges. Bei Erkennung dieser Codierung wird die Geschwindigkeit automatisch auf Schleichfahrt (max. 2,5 km/h) reduziert. Das Flurförderzeug kann jetzt noch bis zu einem eingestellten Endpunkt kurz vor die Wand fahren. Damit ist die Fahrt bis zum letzten Regalfach ohne Einschränkung möglich. Weitere Codierungen können zur Geschwindigkeitsreduzierung vor oder hinter Quergängen eingesetzt werden.

### Zusatzfunktionen

Zur Erhöhung der Sicherheit können über den Fahrtrichtungsgeber weitere Funktionen realisiert werden. Bei Inbetriebnahme wird der Bremsweg des Flurförderzeuges aus voller Fahrt bis zum Stillstand gemessen. Bremsweg und Verzögerung werden anschließend in der Steuerung gespeichert. Bei jedem Bremsvorgang wird der tatsächliche Bremsweg gemessen und mit dem gespeicherten Bremsweg verglichen. Eine nachlassende Bremswirkung wird dem Fahrer über das Terminal mitgeteilt. Das Fahrzeug kann danach aus Sicherheitsgründen nur noch in Schleichfahrt betrieben werden.



# Normen

## Zitierte Normen

- DIN EN 1045 Teil 2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- DIN EN 1045 Teil 3: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung
- DIN 18202: Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
- DIN EN 18560 Teil 7: Estriche im Bauwesen – Teil 7: Hochbeanspruchte Estriche (Industriestriche)
- DIN 15185 Teil 1: Lagersysteme mit leitliniengeführten Flurförderzeugen; Anforderungen an Boden, Regal und sonst. Anforderungen
- DIN 15185 Teil 2: Lagersysteme mit kraftbetriebenen Flurförderzeugen; Beispielhafte Lösungen für den Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen.
- DIN EN 1081: Elastische Bodenbeläge – Bestimmung des elektrischen Widerstandes
- DIN EN 15620: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Verstellbare Palettenregale – Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume
- VDMA-Richtlinie „Böden für den Einsatz von Schmalgang-Flurförderzeugen“
- DIN EN 15635: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Anwendung und Wartung von Lagereinrichtungen
- DIN EN 15512: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Verstellbare Palettenregale – Grundlagen der statischen Bemessung
- DIN EN 15629: Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Spezifikation von Lagereinrichtungen
- DIN EN 1726 Part 2: Sicherheit von Flurförderzeugen – Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge bis einschließlich 10000 kg Tragfähigkeit und Schlepper bis einschließlich 20000 N Zugkraft – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen für Flurförderzeuge mit hebbarem Fahrerplatz und Flurförderzeuge, die zum Fahren mit angehobener Last gebaut sind

- DIN ISO 6292: Kraftbetriebene Flurförderzeuge und Schlepper – Bremsleistung und Komponentenfestigkeit
- DIN EN ISO 13849 Part 1: Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze
- DIN EN 349: Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen

## Weitere Normen, Verordnungen und Richtlinien

- DIN 15184: Kraftbetriebene Flurförderzeuge; Flurförderzeuge für die Regalbedienung; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
- FEM 9.831: Berechnungsgrundlagen für Regalbediengeräte-Toleranzen, Verformungen und Freimaße im Hochregallager
- FEM 10.3.01: Palettenregale – Toleranzen, Verformungen und Freiräume
- EU-Richtlinie 89/654 EWG
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
- Technische Regel für Arbeitsstätten (ASR A1.8 – Verkehrswege)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- BGV D27 Unfallverhütungsvorschrift (ehem. UVV Flurförderzeuge VBG 36)
- VdS CEA 4001 – Verband der Sachversicherer, Planung und Einbau von Sprinkleranlagen
- VDMA-Richtlinie „Böden für den Einsatz von Schmalgang-Flurförderzeugen“



Linde Material Handling gehört weltweit zu den führenden Herstellern von Flurförderzeugen. Dieser Erfolg hat gute Gründe. Denn Linde Produkte überzeugen nicht nur durch anerkannt leistungsstarke, innovative Technik, sondern vor allem durch niedrige Energie- und Betriebskosten, die bis zu 40 % unter denen des Wettbewerbs liegen.

Die hohe Qualität in der Fertigung ist auch der Maßstab für die Qualität unserer Dienstleistungen. Mit zehn Produktionsbetrieben und einem dichten Netz von Vertriebspartnern stehen wir Ihnen rund um die Uhr und rund um die Welt zur Verfügung.

Ihr Linde Partner vor Ort bietet Ihnen ein komplettes Leistungspaket aus einer Hand. Von der kompetenten Beratung über den Verkauf bis hin zum Service. Selbstverständlich mit der passenden Finanzierung. Ob Leasing, Miete oder Mietkauf – Sie bleiben flexibel. In Ihrer Arbeit und in Ihren Entscheidungen.