

# LÖSUNGEN FÜR SCHMALGANGLAGER

Planung, Realisierung und Betrieb eines  
Schmalganglagers mit Linde Systemtechnik





21

4970



## Beste Raumnutzung

# VORTEILE VON SCHMALGANG-ANWENDUNGEN AUF EINEN BLICK

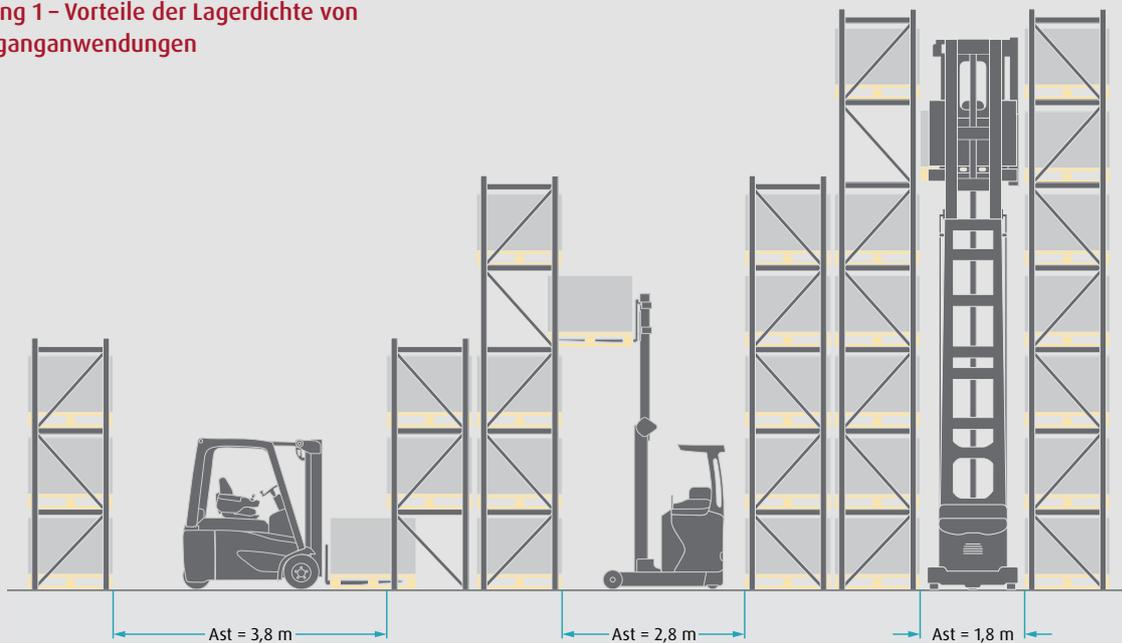
Schmalgangsysteme (auch "Very narrow aisle" (VNA) Anwendungen genannt) bieten im Vergleich zu konventionellen Lagersystemen viele Vorteile. Vor allem wenn Sie einen hohen Palettendurchsatz haben oder eine größere Lagerkapazität benötigen, können Schmalganglager wirtschaftlich sinnvoll sein. Verglichen mit Shuttle-Systemen oder automatischen Palettenlagern mit Regalbediengeräten sind die Investitionskosten für Schmalganglager niedriger und die Flexibilität ist größer.

## WIE SYSTEMTECHNIK DEN RAUMNUTZUNGSGRAD ERHÖHT

Für konventionelle Gegengewichtstapler braucht man eine Gangbreite von mehr als 3,8 m (siehe Abbildung 1). Ein Schubmaststapler benötigt etwa 2,8 m Gangbreite, um effizient arbeiten zu können, aber die Gänge in einem Schmalganglager sind nur etwa 1,8 m breit. Allein dieser Aspekt entspricht einem Flächengewinn von rund +25 % im

Vergleich zur Schubmastvariante. Darüber hinaus können Schmalgangregale wesentlich höher gebaut werden. Dort, wo es die Raumhöhe erlaubt, können Waren bis zu 18 m hoch eingelagert werden, wodurch eine größere Lagerdichte erreicht wird. Durch eine Kombination dieser beiden Faktoren kann die Lagerkapazität für Paletten erheblich erhöht werden.

Abbildung 1 – Vorteile der Lagerdichte von Schmalganganwendungen



## ZIEL DIESES LEITFADENS

Bei der Planung eines Schmalganglagers müssen gewisse Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Diese Broschüre dient als Leitfaden, in dem Sie alle notwendigen Informationen finden, um ein Schmalganglager zu bauen, das wirtschaftlich, sicher und funktionell ist. Der Leitfaden unterstützt Sie dabei, Ihre Bodenflächen und räumlichen Ressourcen effizient zu nutzen und gibt Ihnen alle notwendigen Informationen für die optimale Umsetzung von Regalen, Fußboden und Fahrzeuglösungen.

Zur Prozessoptimierung bietet Linde mehrere sicherheitsrelevante Systeme und Assistenzsysteme an, die näher erläutert werden. Unsere Empfehlungen und Richtlinien sollen Fehlinvestitionen und Mängel in der Konstruktion vermeiden und professionelle Lösungen liefern. Jedes Lager muss individuell betrachtet werden, insbesondere wenn es um die Sicherheit geht. Ihr/Ihre Linde BeraterIn wird Sie dabei unterstützen.

# INHALT



## Der Fußboden

6–11

Schleifen des Fußbodens  
Anforderungen an den Fußboden in der Lagerhalle  
Innerhalb des Schmalgangs  
Außerhalb des Schmalgangs



## Das Regal

12–17

Übersicht über das Schmalgangregal  
Besondere Anforderungen für Schmalgangregale  
Montagetoleranzen der Regale und zulässige Verformungen  
Brandschutz  
Fluchtwege, Rettungswege und Kreuzungen  
Inspektion



## Führungssysteme

18–25

Mechanische Zwangsführung mit Führungsschienen  
Induktives Führungssystem  
Ein- und Ausfahrt Arbeitsgang/Gangwechsel  
Checkliste für die Auswahl des Führungssystems



## Assistenzsysteme

26–35

Linde System Control – Prozessoptimierung mit jeder Last  
Dynamic Reach Control – Prozessoptimierung beim Handling  
Active Stability Control – die Alternative für nicht normgerechten Fußboden  
Gangsicherheitsassistent – Betriebssicherheit erhöhen  
Linde VNA-Navigation – der schnellste Weg zur nächsten Palette



## Personenschutzsysteme

36–39

Gangende – Sicherheit beim Verlassen des Gangs  
Personenschutzsysteme  
Linde BlueSpot™ – das stille Sicherheitssignal



## Technologien zur Positionsbestimmung

40–41

Magnete  
RFID  
Barcode



## Energie

42–45

Energieverbrauch der Fahrzeuge  
Verfügbare Batterietypen für VNA  
Aufladen von Batterien und Bedingungen für Laderäume  
Stromschienen für die Stromzuführung



## Spezielle Schmalganglösungen

46

Kühlhaus-Ausführung  
Kundenspezifische Lösungen



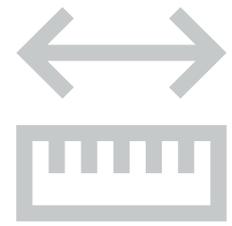
## Normen

47



## Grundlagen für einen sicheren und effizienten Betrieb

# DER FUSSBODEN



Hochregallager mit Schmalgangstaplern sind technisch ausgereifte Systeme. Der Einsatz von Staplern und Kommissionierern in solchen Lagerhallen erfordert nicht nur technisch hoch entwickelte Flurförderzeuge, sondern auch qualitativ hochwertige Fußböden.

Für die volle Fahrleistung des Schmalgangstaplers braucht man einen extrem ebenen Fußboden. Die FEM<sup>1)</sup> für den Einsatz von Schmalgangstaplern regelt in Kapitel 9.2.3 die maximalen Toleranzen von Fußböden in den Gängen. Darüber hinaus müssen die Bodentoleranzen in allen anderen Bereichen, in denen Schmalgangstapler betrieben werden, die in Kapitel 9.2.3 geregelten Anforderungen erfüllen.

Alternativ kann für eine volle Fahrleistung auf einem Fußboden, der nicht die Vorgaben der FEM erfüllt, das Assistenzsystem Active Stability Control verwendet werden.

Das System scannt kontinuierlich die Bodenoberfläche und kompensiert durch eine elektrisch verstellbare Achse eventuell auftretende Unebenheiten.

Die Prüfung der Fußbodenoberfläche auf Ebenheit sollte direkt nach einem angemessenen Zeitraum nach Einbringung des Bodens und vor Beginn von Folgearbeiten durchgeführt werden. Der Nachweis für die Einhaltung der Toleranzen ist durch den Bodenbauer oder ein neutrales Vermessungsbüro zu erbringen.

## SCHLEIFEN DES FUSSBODENS

Um die Vorgaben für die Ebenheit zu erreichen ist es aus Sicht von Linde nicht empfehlenswert, einzelne Fahrspuren im Gang zu fräsen oder zu schleifen. Je nach Tiefe des Schleifens können Kanten entlang der geschliffenen Wege entstehen und zu Problemen führen. Im schlimmsten Fall fährt das Fahrzeug auf diese Kante auf: Das Fahrzeug wird durch diesen „Bordsteineffekt“ unkontrollierbar und unberechenbar und verursacht gefährliche Situationen.

Empfehlung: Wenn das Schleifen des Fußbodens die einzige Möglichkeit ist, empfehlen wir für die erforderliche Ebenheit, die Gänge über die gesamte Gangbreite hinweg zu fräsen oder zu schleifen. Sollen nur die Fahrspuren gefräst oder geschliffen werden, sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten. Darüber hinaus sind alle auffälligen und sichtbaren Höheunterschiede zwischen den Fahrspuren und anderen Fahrbereichen zu vermeiden. Das Schleifen von Arbeitsgängen wird in der FEM<sup>3)</sup> definiert.

### Spezifikationen des Fußbodens für eine optimale Fahr- und Hubleistung

Die nachfolgend aufgeführten Werte und Toleranzbereiche sind ausschlaggebend für die maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeiten, Hubhöhen, Laufruhe und Positioniergenauigkeiten der Fahrzeuge. Die Bodentoleranzen sind aus diesem Grund unbedingt einzuhalten. Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, empfehlen wir Ihnen, diese Richtlinien zum Bestandteil Ihres Auftrags an den Fußbodenbauer und Regalhersteller zu machen.

## ANFORDERUNGEN AN DEN FUSSBODEN IN DER LAGERHALLE

### Unterboden

Die tragende Betonplatte ist nach DIN EN 1045-1 und -2 mit einer Betongüte von mindestens C20/25 und nach DIN 18202 bzw. EN 206 auszuführen.

### Nutzschicht (Estrich)

Der Estrich muss der Beanspruchungsgruppe II (mittel) DIN EN 18560, Teil 7, Tabelle 1 (resistent gegen Öle und Fette) entsprechen.

Die Oberfläche muss griffig sein (ca. 0,5 µ), rutscharm, frei von Nässe, Schmutz und Ölfilm und darf sich unter Belastung nicht plastisch verformen, um die Bremswege nach ISO 6292 zu erreichen. Der Erdableitungswiderstand RE darf höchstens 10<sup>6</sup> Ohm<sup>4)</sup> betragen.

Bodenunterbrechungen, z. B. durch Kanäle oder Schächte, erfordern einen Mindestabstand von 200 mm zu den Fahrspuren und sollten im Arbeitsgang soweit möglich vermieden werden.

Achten Sie darauf, dass die Ebenheit der gesamten Fahrbahnfläche einschließlich Dehnungsfugen und anderen Unregelmäßigkeiten nirgends die erlaubten Toleranzen überschreitet und dem geforderten Stand der Technik entspricht (das Schleifen der Oberfläche über nivellierte Führungsschienen garantiert in der Regel nicht die erforderlichen Ebenheitstoleranzen für Schmalgangstapler in den Arbeitsgängen).

1) FEM 4.103 – 1 und FEM 10.2.14 – 1

2) DIN 18202 | Kapitel 5.4

3) FEM 4.103 – 2 und FEM 10.2.14 – 2 | Anhang D

4) DIN EN 1081 | Kapitel 5

## INNERHALB DES SCHMALGANGS

Für Fahrspuren in Schmalgängen gelten strengere Anforderungen als in anderen Bereichen der Lagerhalle. Diese Spezifikation basiert auf der Leitlinie FEM 4.103 – 1/FEM 10.2.14 – 1 „Tolerances, deformations, methods of measurement and additional requirements for VNA truck operation“.

Ebenheitsspezifikationen für den Schmalgangbereich werden folgendermaßen definiert (siehe Abbildung 2):

1. Grenzwerte quer zum Gang:  $Z_{SLOPE}$  und  $dZ$
2. Grenzwerte entlang des Ganges
3. Kurzwelligkeit entlang des Ganges:  $F_x$ -Wert

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

### Grenzwerte quer zum Gang: $Z_{SLOPE}$ und $dZ$

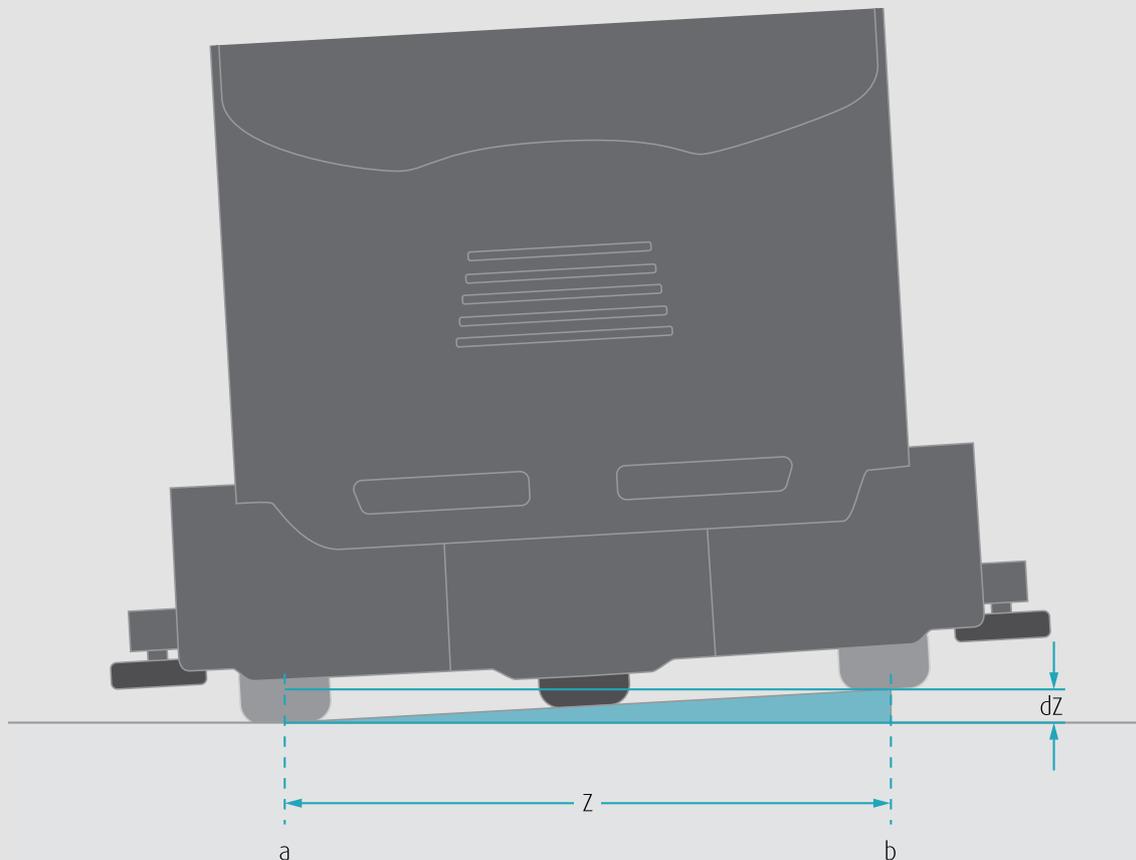
Die Grenzwerte quer zum Gang werden durch  $Z_{SLOPE}$  und  $dZ$  (siehe Tabelle 1) definiert.

- $Z_{SLOPE}$  wird als  $dZ/Z$  [mm/m] definiert: Neigung quer zum Gang zwischen den Mitten der Lasträder des Fahrzeugs in mm/m.  
Z wird als Distanz zwischen den Mitten der Lasträder des Fahrzeugs in m definiert.
- $dZ$  wird als Höhenunterschied zwischen den Mitten der Lasträder von Flurförderzeugen in mm definiert.

Tabelle 1 – Grenzwerte quer zum Gang

Hubhöhe (m)	$Z_{SLOPE}$	$dZ = Z \times Z_{SLOPE}$
bis 6	2,0	$Z \times 2,0$ mm/m
10	1,5	$Z \times 1,5$ mm/m
15	1,0	$Z \times 1,0$ mm/m

Abbildung 2 – Abmessungen quer zum Gang



### Beispiel zur Ermittlung von $Z_{SLOPE}$

#### Annahme

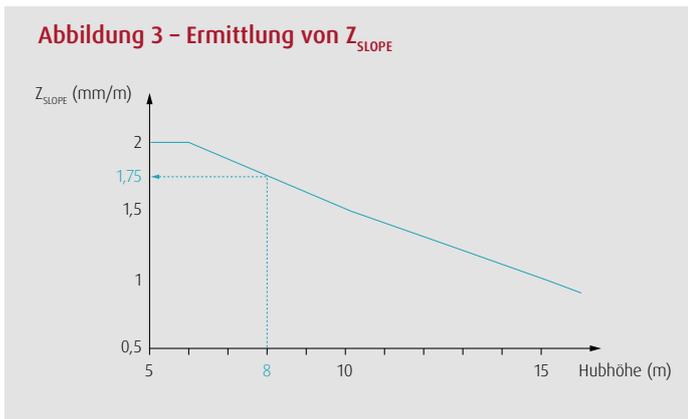
Hubhöhe = 8 m

$Z = 1,5 \text{ m}$  (= b10 VDI<sup>5)</sup>)

#### Berechnung von $Z_{SLOPE}$ mit Abbildung 3

Hubhöhe = 8 m

$Z_{SLOPE} = 1,75 \text{ mm/m}$



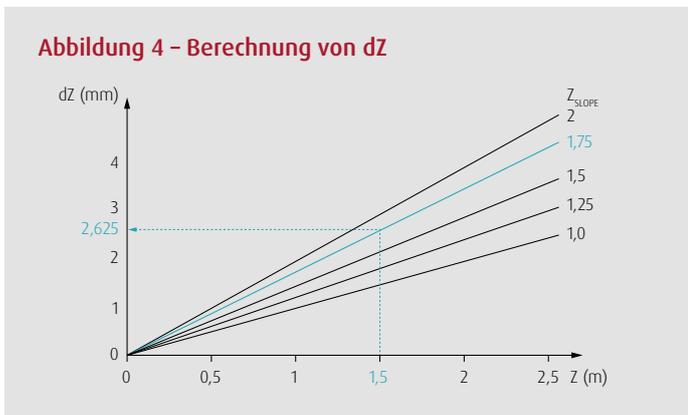
### Beispiel zur Berechnung von $dZ$

#### Berechnung von $dZ$ mit Abbildung 4

$$dZ = Z \times Z_{SLOPE}$$

$$dZ = 1,5 \text{ m} \times 1,75 \text{ mm/m} = 2,625 \text{ mm}$$

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



### Zum Verständnis: Je größer $dZ$ ist, desto mehr schwankt das Fahrzeug.

Um ein Gefühl für die Auswirkung der Unebenheit von  $dZ$  zu bekommen, kann folgende Berechnung durchgeführt werden (siehe Abbildung 5).

Die Formel zur Ermittlung der ungefähren lateralen Abweichung:

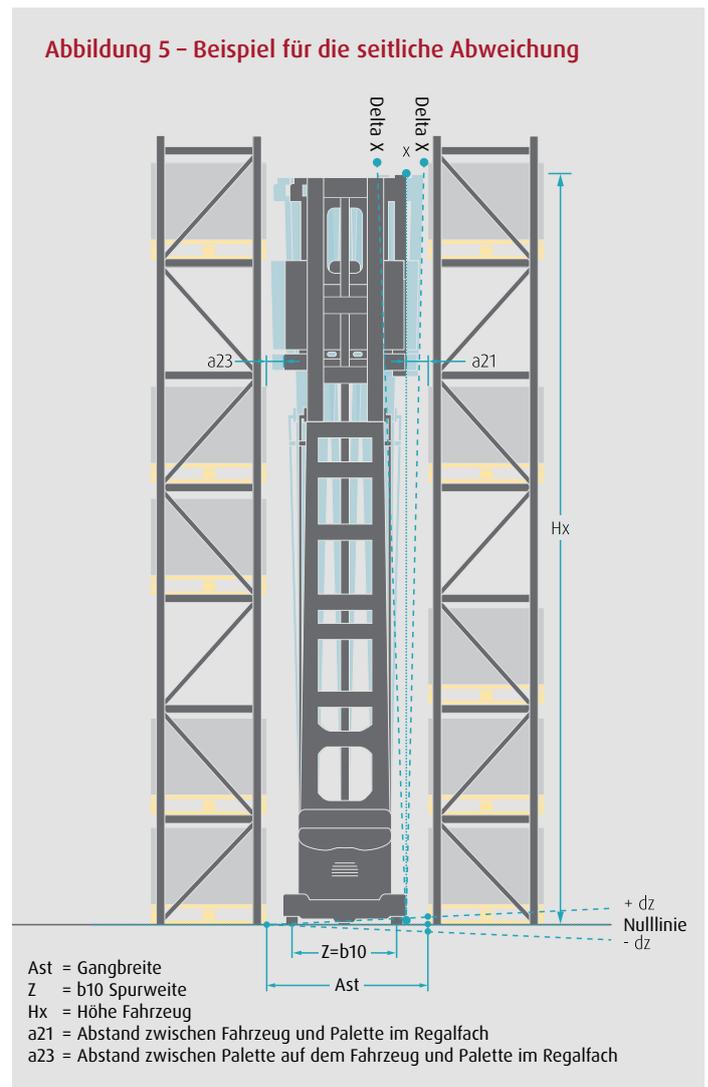
$$\Delta X = Z_{SLOPE} \times h$$

$$\Delta X = 1,75 \text{ mm/m} \times 8 \text{ m}$$

$$\Delta X = 14 \text{ mm}$$

Die seitliche Abweichung des Fahrzeugs wird umso größer, je höher das Fahrzeug hebt.

Neben der seitlichen Abweichung des Masts muss auch eine leichte Mastbiegung berücksichtigt werden. Alle Berechnungen für die Sicherheitsabstände  $a21$  und  $a23$  werden mit dem Projektplanungstool von Linde durchgeführt.



5) Identische Abmessung: Fahrzeugbreite  $Z = b10$

### Grenzwerte längs zur Fahrspur

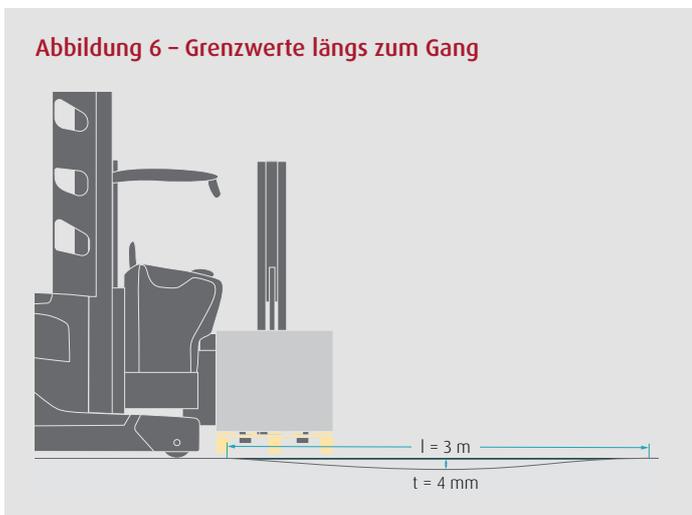
Die Grenzwerte gemäß FEM werden in Tabelle 2 aufgeführt und beschreiben den maximalen Spalt (Stichmaß) unterhalb einer Geraden entlang der Fahrspuren.

Tabelle 2 – Grenzwerte längs zur Fahrspur

Abstand zwischen den Messpunkten (l)	Spalt unter dem Messlinieal (t)
1 m	2 mm
2 m	3 mm
3 m	4 mm
4 m	5 mm

### Beispiel

Der Spalt (Stichmaß) unterhalb einer 3 m langen Geraden darf nicht größer als 4 mm sein (siehe Abbildung 6). Die Messung muss wie in der FEM<sup>6)</sup> beschrieben durchgeführt werden.



### Kurzwelligkeit längs im Gang: Fx-Werte

Zusätzlich zu den Anforderungen an die absoluten Höhenunterschiede in Schmalgängen werden auch Anforderungen an regelmäßig wiederkehrende Bodenunebenheiten gestellt.

Es 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 in „Fx-Werten“ gemessen. Der Fx-Wert wird aus einer Reihe von Höhendifferenzen mehrerer benachbarter Messpunkte nach einem vorgegebenen Algorithmus gemittelt. Je kleiner der Fx-Wert, desto stärker die Kurzwelligkeit bei größeren Amplituden bzw. desto unebener der Boden (siehe Tabelle 3).

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

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

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

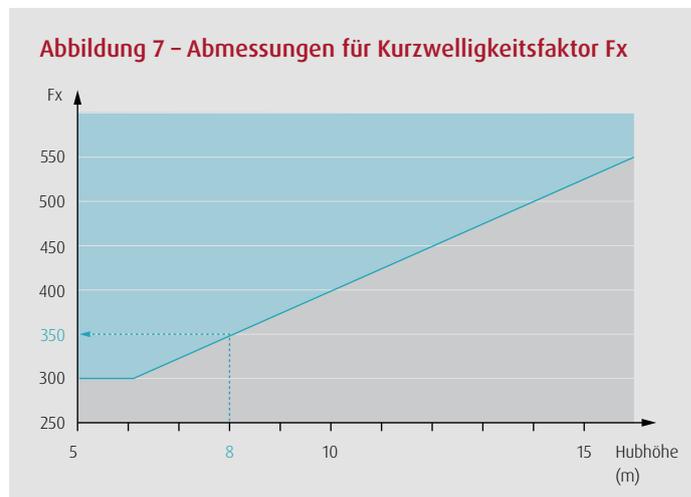
Tabelle 3 – Grenzwerte für die Kurzwelligkeit längs zum Gang

Hubhöhe (m)	Kurzwelligkeit Fx
15	≥ 525
10	≥ 400
bis 6	≥ 300

### Rechenbeispiel

Annahme: Hubhöhe = 8 m; Breite Fahrspur Z = 1,5 m  
 Berechnung von  $Z_{SLOPE}$  mit Abbildung 3: 1,75 mm/m  
 Berechnung von dZ mit Abbildung 4:  $Z \times Z_{SLOPE} = 2,625$  mm  
 Berechnung von Fx mit Abbildung 7:  $Fx \geq 350$

Weitere Informationen zur Ermittlung, Berechnung und Messung finden Sie in der FEM<sup>7)</sup>.



6) FEM 4.103 – 1 und FEM 10.2.14 – 1 | Kapitel 8.1.2 basierend auf Abschnitt 14.3

7) FEM 4.103 – 1 und FEM 10.2.14 – 1 | Kapitel 9.2.3.2 | Kapitel 9.2.3.3 | Kapitel 9.3

## AUSSERHALB DES SCHMALGANGS

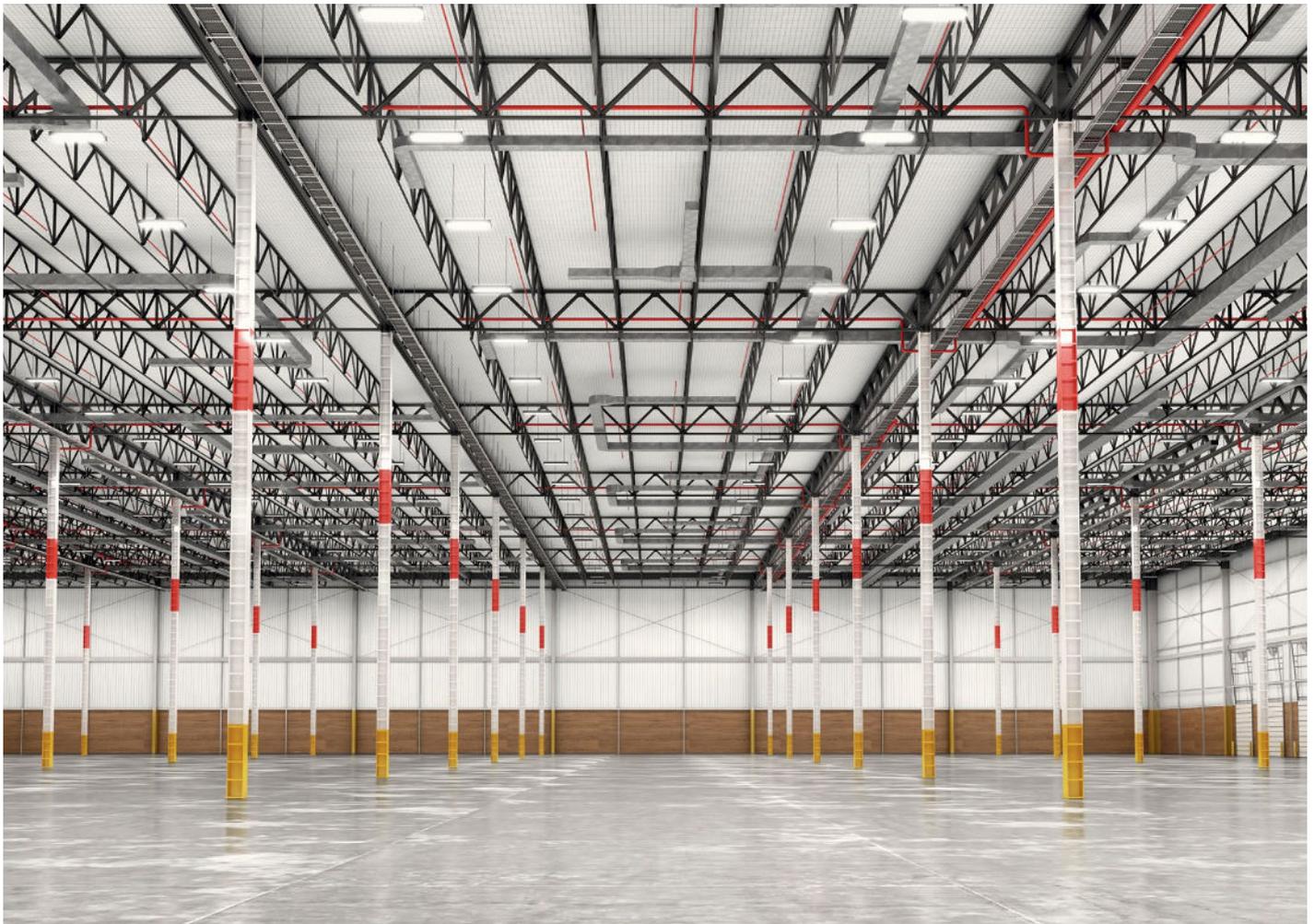
Außerhalb des Schmalgangs sind geringere Anforderungen an die Bodenebenheit möglich.

Die Toleranzen sind im Kapitel 9.2.2 der FEM 4.103 definiert und entsprechen weitgehend Zeile 3 der Tabelle 3 der DIN 18202 (Industrieböden). Diese Mindestbedingungen an die Bodenebenheit sind für alle Schmalgangstapler-Fahrbereiche, einschließlich der Bereiche unter dem Regal, erforderlich (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 – Grenzwerte außerhalb des Gangs<sup>8)</sup>

Klassifizierung	Höhenunterschied (mm)	Stichmaß unter Bezugslinie (mm) gerade Kante			
		1 m gerade Kante Bezugslinie	2 m gerade Kante Bezugslinie	3 m gerade Kante Bezugslinie	4 m gerade Kante Bezugslinie
FM3	8,5	4,0	6,0	8,0	10,0

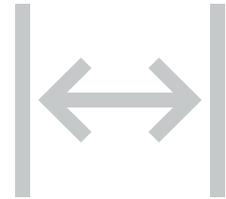
Alle Höhenunterschiede der Messpunkte auf dem Boden in dem betreffenden Bereich müssen innerhalb  $\pm 15$  mm (Toleranzfeld = 30 mm) von einem Bezugspunkt liegen.



8) FEM 4.103 – 1 and FEM 10.2.14 – 1 | Kapitel 8.1.2

## Anforderungen für die Auslegung von Lagerlösungen

# DAS REGAL

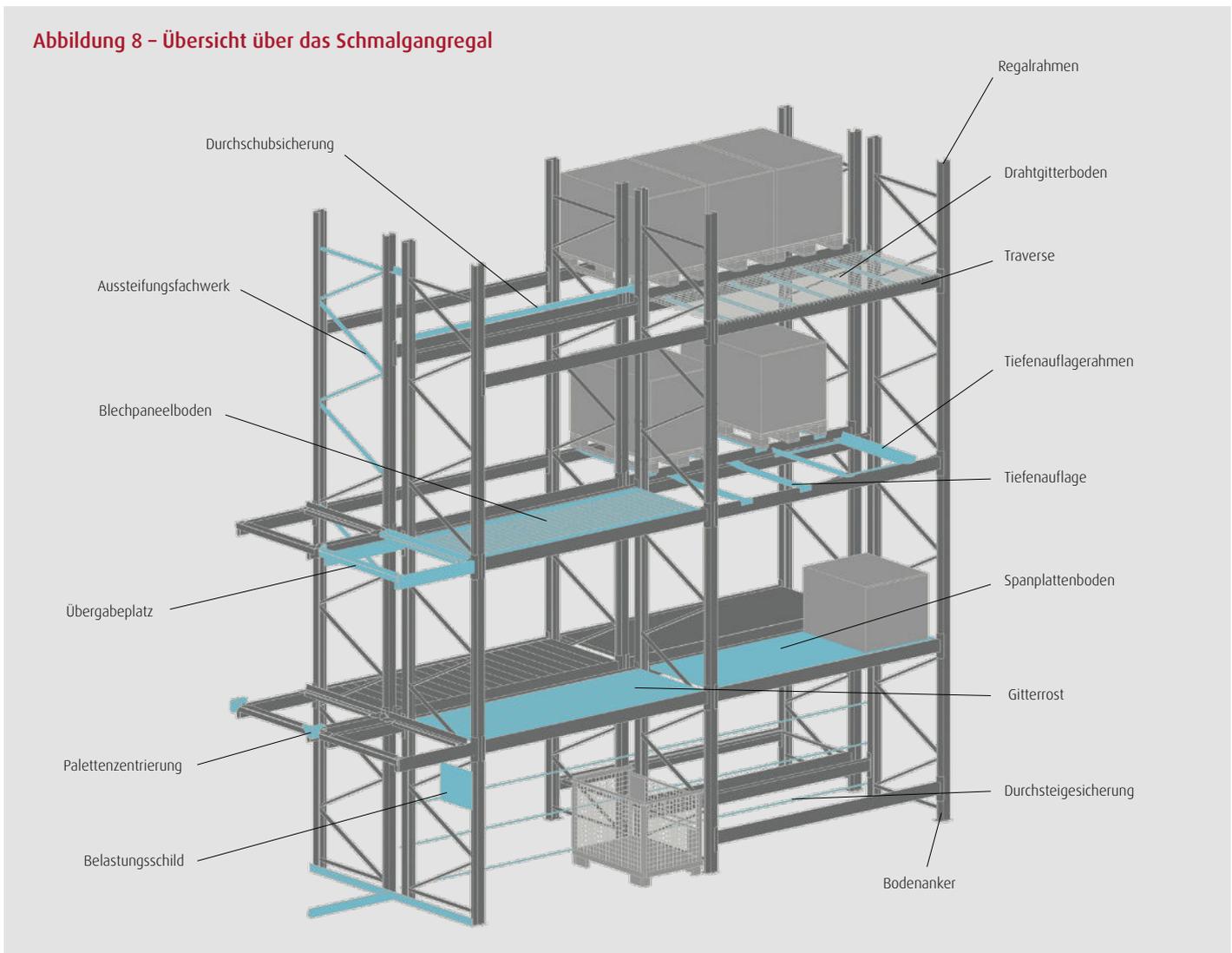


Die am Markt verfügbaren Palettenregalsysteme für Schmalganganwendungen lassen sich passgenau auf die unterschiedlichsten Anforderungen und Lagereigenschaften zuschneiden. Dabei sind die verwendeten Gewichte und Abmessungen der Lasten, die Ladehilfsmittel und die eingesetzten Flurförderzeuge die wichtigsten Parameter für die Auslegung eines Regals. Schmalganglösungen haben den Vorteil, dass sie in allen manuellen und automatischen Schmalganganwendungen eingesetzt werden können und den direkten Zugang zu allen Warenpositionen für die Lagerung und Kommissionierung ermöglichen.

## ÜBERSICHT ÜBER DAS SCHMALGANGREGAL

Palettenregale für Schmalganganwendungen werden aufgrund der erhöhten Anforderungen durch das Bedienfahrzeug und wegen der Bauhöhe (Hubhöhen bis 18m) in eine eigene Regalklasse 300A bzw. 300B eingruppiert. Die dort normativ vorgegebenen technischen Vorgaben für die Toleranzen und die Sicherheitseinrichtungen entsprechen den spezifischen Schmalganganforderungen. Vielfältige Möglichkeiten beim Zubehör gewährleisten eine sichere Ausführung.

Abbildung 8 – Übersicht über das Schmalgangregal



## BESONDERE ANFORDERUNGEN FÜR SCHMALGANGREGALE

Grundsätzlich bestehen alle Palettenregale aus vertikalen Ständern und horizontalen Traversen. Darüber hinaus sind in DIN EN 15512<sup>10)</sup>, DIN EN 15620<sup>11)</sup>, DIN EN 15629<sup>12)</sup> und DIN EN 15635<sup>13)</sup> grundlegende Standards geregelt. Die Ebenheit des Bodens unter den Regalen wird ebenfalls durch die FEM<sup>14)</sup> definiert. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel „Der Fußboden“.

### Regaltypen

Üblicherweise bestehen Schmalgangregale aus Einfach- und Doppelregalzeilen. Für eine maximale Nutzung des Lagerplatzes sollten beide Typen verwendet werden. Einfachregale sind nur von einer Seite zugänglich, so dass sie am besten an den Wänden in den äußeren Gängen positioniert werden. Doppelregale sind von beiden Seiten zugänglich, so dass sie ihr volles Potenzial in den Innengängen Ihres Regals entfalten. Eine Ausnahme ist die doppeltiefe Lagerung, bei der zwei Paletten hintereinander positioniert werden.

### Übergabeplätze

Übergabeplätze dienen zur Bereitstellung für die Ein- und Auslagerung und bilden die Schnittstelle zwischen den frei beweglichen Zubringer-Flurförderzeugen und den Schmalgangstaplern. Sie können sich entweder direkt auf dem Boden oder in verschiedenen Höhen als freiliegende Stellplätze außerhalb der Regalgassen befinden. Das Regal wird oft um einige wenige Plätze in den frei beweglichen Raum verlängert. Für einen effizienten und sicheren Palettentransport empfehlen wir immer, diese Übergabestellen mit Palettentriervorrichtungen auszurüsten. Das spart Zeit und vermeidet Kollisionen bei der Ein- und Auslagerung im Gang.

### Sicherheitsfreiraum im Regal

Es werden Sicherheitsabstände, sogenannte Freiräume, zwischen den Lasten im Regalfach definiert. Man unterscheidet die Freiräume zwischen den eingelagerten Paletten und der nächsten Regaltraverse (vertikaler Freiraum in Y-Richtung), zwischen den eingelagerten Paletten und dem Regalständer bzw. der danebenstehenden Palette (horizontaler Freiraum in

X-Richtung), und auch zwischen den Palettenrückseiten zueinander (Freiraum in Tiefenrichtung Z-Richtung).

Vertikaler Freiraum Y: Linde empfiehlt für eine schnelle und sichere Lasthandhabung einen größeren vertikalen Freiraum von möglichst 200 mm (siehe Abbildung 9).

Besondere Anforderungen gelten für den vollautomatischen Regalbetrieb. Details zu eventuell erforderlichem Zubehör (z.B. Tiefenaufgaben) und zu den Freiräumen müssen mit dem Bediengerätehersteller abgestimmt werden.

### Besondere Anforderungen für Deutschland

In Deutschland gelten zusätzlich zu den normativen Anforderungen die Vorschriften der DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) sowie die baurechtlichen Anforderungen aus dem Baurecht. Folgende Vorschriften sollten eingehalten werden:

Zum Schutz der Mitarbeiter gegen herabfallende Gegenstände ist am Ende des Regals ein Endrahmen vorgeschrieben, der 500 mm höher ist als die Oberkante der höchsten Quertraverse<sup>15)</sup> (siehe Abbildung 10). Für an Laufgänge angrenzende Einzelregalzeilen empfiehlt Linde ein Rückwandgitter, um Mitarbeiter gegen herabfallende Gegenstände zu schützen. Für alle Durchgänge im Regal ist eine Mindesthöhe von 2000 mm vorgeschrieben. Bei Durchfahrten ist auf einen ausreichenden Freiraum über dem Flurförderzeug zu achten (mind. 200 mm). Das Regalfach über der Durchfahrt muss mit einer Absicherung gegen herabfallende Güter ausgestattet sein. An den Durchfahrtsseiten sind Anfahrtschutzsysteme zu installieren.

Die Fluchtbreite ist gemäß den baurechtlichen Vorschriften zu dimensionieren. Die Mindestbreite von Fluchtwegen von 800 mm muss immer frei von Hindernissen sein<sup>16)</sup>. Die lichte Höhe eines Fluchtwegs muss mindestens 2000 mm betragen.

Abbildung 9 – Freiräume im Regal

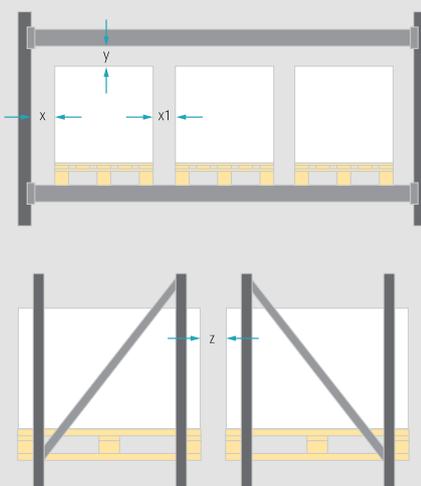
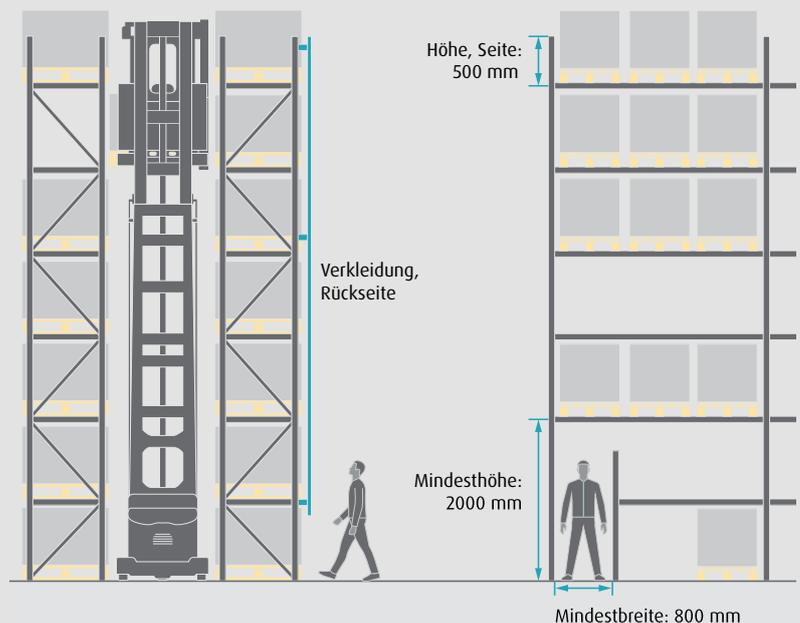


Abbildung 10 – Weitere Sicherheitsanforderungen



10) DIN 15512

11) DIN EN 15620

12) DIN 15629

13) DIN 15635

14) ASR 2.3 Punkt 5 | Kapitel 3 | Kapitel 4

15) DIN EN 15620 | Kapitel 4.4

16) ASR 2.3 Punkt 5 | Kapitel 3 | Kapitel 4

# MONTAGETOLERANZEN DER REGALE UND ZULÄSSIGE VERFORMUNGEN

Gemäß DIN EN 15620<sup>16)</sup> werden Palettenregale für Schmalgangstapler in zwei Klassen unterteilt:

**Regalklasse 300A:**

Schmalgangstapler mit „Man-Up“-Bedienung.

**Regalklasse 300B:**

Schmalgangstapler mit „Man-Down“-Bedienung.

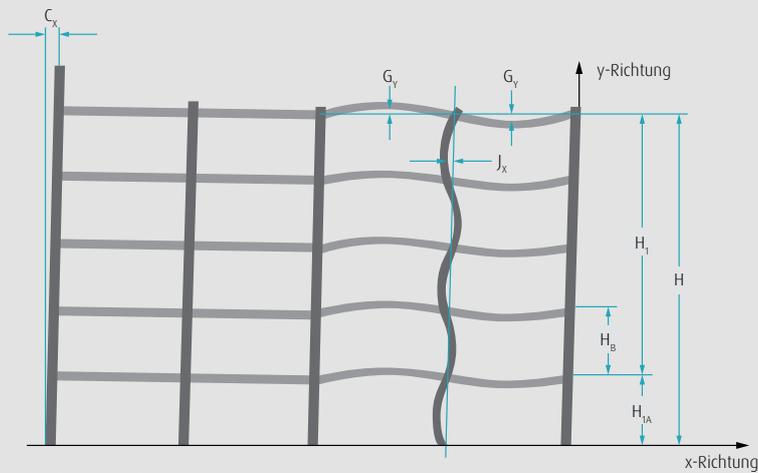
Die Darstellung der Montageteranzen sehen Sie in Abbildung 11. Die zugehörigen Toleranzwerte und -beschreibungen gemäß DIN EN 15620 finden Sie in Tabelle 5 und Tabelle 6 auf der folgenden Seite.

**Tabelle 5 – Horizontale und vertikale Freiräume gem. Regalklasse**

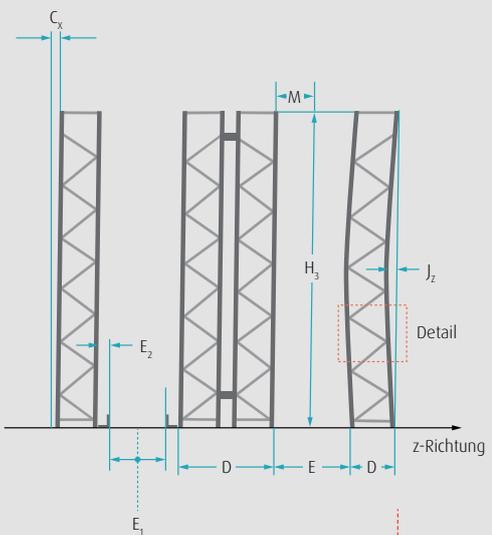
Höhe $Y_n$ Träger vom Boden bis (mm)	Regalklasse 300A		Regalklasse 300B	
	X $X_1$	Y	X $X_1$	Y
3000	75	75	75	75
6000				100
9000				125
12000			150	
15000			175	

**Abbildung 11 – Montageteranzen für Regale**

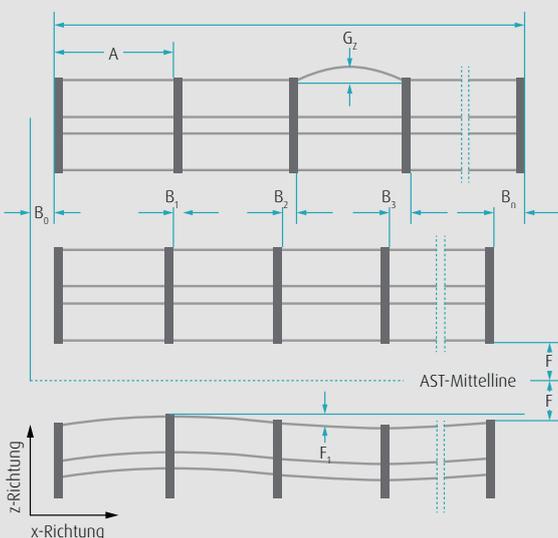
Vorderansicht



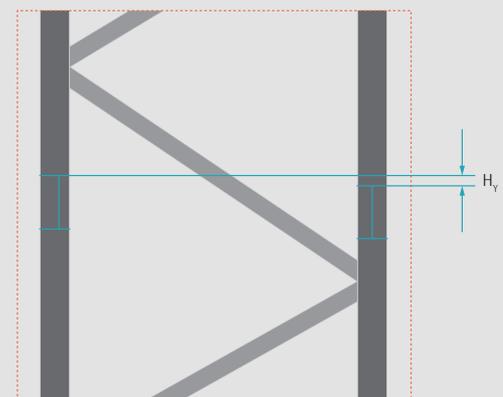
Seitenansicht



Ansicht von oben



Seitenansicht - Detail



**Tabelle 6 – Montagetoleranzen und zulässige Verformungen der Regale gemäß DIN EN 15620**

Horizontale Grenzabweichungen für die XZ-Ebene (mm)		
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 A <sub>1</sub>	Abweichung vom Nennmaß für die Gesamtlänge des Regals, kumulativ für die Anzahl „n“ der Felder, gemessen etwa in Bodenhöhe	± 3n
delta B <sub>0</sub>	Abweichung vom Nennmaß der Regalfront bezogen auf die jeweilige „Bezugslinie des Regalsystems Z“, gemessen etwa in Bodenhöhe	± 10
C <sub>x</sub>	Abweichung des Rahmens vom Lot in X-Richtung	± H/500
C <sub>z</sub>	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 (Einfach- oder Doppelrahmen)	Einfachrahmen: ± 3 Doppelrahmen: ± 6
delta E	Abweichung vom Nennmaß für die Gangbreite etwa in Bodenhöhe	± 5
delta E <sub>1</sub>	Abweichung vom Nennmaß für die Breite zwischen Führungsschienen	+ 5 0
delta E <sub>2</sub>	Abweichung zwischen den Stützen auf einer Seite der Führungsschiene	± 5
F	Abweichung vom Nennmaß für die Gang-Geradheit, gemessen etwa in Bodenhöhe mit Bezug auf die „Bezugslinie X des Gangsystems“ oder gemäß den Spezifikationen des Fahrzeuglieferanten	± 10
F <sub>1</sub>	Abweichung zwischen benachbarten Stützen, gemessen etwa in Bodenhöhe in Z-Richtung	± 5
G <sub>z</sub>	Geradheit des Trägers in Z-Richtung	± A/400
J <sub>x</sub>	Geradheit der Stützen in X-Richtung zwischen Trägern, die in einem Abstand HB voneinander angeordnet sind	± 3 oder ± H <sub>B</sub> /750*
J <sub>z</sub>	Anfangskrümmung eines Ständerrahmens in Z-Richtung	± H/500
delta M	Grenzabweichung für die obere 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		Montagegrenzabweichungen für Regalklasse 300
G <sub>y</sub>	Geradheit des Trägers in Y-Richtung	± 3 oder ± A <sub>15</sub> /500*
delta H <sub>1</sub>	Abweichung der Oberkantenhöhe eines Trägers H1 über der unteren Trägerhöhe <sub>1</sub>	300A: ± 5 oder ± H <sub>v</sub> /500 300B: ± 3 oder ± H <sub>10</sub> /1000*
delta H <sub>1A</sub>	Abweichung der Oberkante des unteren Trägers an jeder Stütze gegenüber der Bodenhöhe	± 7
delta H <sub>3</sub>	Grenzabweichung für die obere Führungsschiene, falls vorhanden	Falls vorhanden, vom Lieferanten oder vom Hersteller des Staplers festgelegt
H <sub>y</sub>	Abweichung der Aufnahmhöhen der Ladeeinheiten zwischen den vorderen und hinteren Trägern in einem Fach	± 10
H	Höhe von der Bodenebene bis zur Oberkante der Regalstütze	
H <sub>B</sub>	Höhe von der Oberkante eines Trägers bis zur nächsthöheren Trägeroberkante	

\* Es gilt der größere der folgenden Werte: H/500 ist ebenfalls zulässig, vorausgesetzt der Überstand der Palettenkufen oder -klötze an den vorderen Trägern beträgt 75 mm oder mehr und die Kufen bzw. Klötze werden von Trägern unterstützt.



**YV**

**YU**

**ONLY ONE  
TRUCK IN A  
NARROW AISLE  
AT ANY ONE TIME**

**SAFETY**  
UNIKO

PR  
MISTE

123



## BRANDSCHUTZ

Beim Bau von Regallagern spielen die Anforderungen an den Brandschutz eine wichtige Rolle. Wir empfehlen, dass Sie sich frühzeitig mit Ihrem Linde Partner in Verbindung setzen und einen Entwurf zur räumlichen Umsetzung ihres Hochregallagers besprechen. Mit diesem Layout-Entwurf können Sie dann den Genehmigungsprozess in die Wege leiten. Möglicherweise müssen Sie zusätzlich mit Ihrem Versicherungspartner sprechen.

### Unterschiedliche Systeme je nach Brandgefahr

Zu Beginn der Planungsphase muss ein Brandschutzkonzept definiert werden.

Die Brandgefahr von gelagerten Gütern hängt von der Entflammbarkeit und der Brandlast des gelagerten Materials, der Verpackung und der Art der Lagerung ab.

Für die Bemessung einer Sprinkleranlage muss in der Planungsphase eine Brandgefahrenklasse festgelegt werden. Die Richtlinien von FM Global<sup>17)</sup> und die VdS CEA 4001<sup>18)</sup> regeln diese Standards.

Neben den wasserführenden Sprinkleranlagen gibt es weitere Möglichkeiten wie Inertgas-Löschsysteme oder Oxyred-Systeme. Weitere Einzelheiten finden Sie bei FM Global<sup>19)</sup>.

## FLUCHTWEGE, RETTUNGSWEGE UND KREUZUNGEN

In jeder Lagerhalle sollten Fluchtwege, Rettungswege und Kreuzungen in Übereinstimmung mit den örtlichen Vorschriften vorgesehen werden. In Deutschland definiert die ASR einen maximalen Abstand von 35 m von jedem Punkt in einer Lagerhalle zum nächsten Brandabschnitt oder Außenbereich<sup>20)</sup>.

## INSPEKTION

Gemäß der europäischen Norm EN 15635<sup>21)</sup> ist der Betreiber der Lagerhalle verpflichtet, seine Anlagen zu schützen und sie innerhalb der vorgeschriebenen Inspektionszeiträume von qualifizierten Personen überprüfen zu lassen.

Beschädigte Teile müssen gemäß der genannten Vorschrift ersetzt werden.

17) VdS CEA 4001

18) FM Global: Kohlendioxid-Löschanlagen

19) ASR 2.3: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan

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

21) FEM 4.103 – 1 and FEM 10.2.14 – 1 | Kapitel 9.4.2.2

## Sicheres Fahren im Schmalgang

# FÜHRUNGSSYSTEME



Für die optimale Raumnutzung mit Schmalgangfahrzeugen ist ein möglichst geringer Abstand zu den Regalen und zum Ladegut erforderlich. Gemäß DIN EN ISO 3691 Teil 3 ist ein Mindestsicherheitsabstand von 90 mm vorgeschrieben. Ein sicheres Fahren ohne Zwangsführung wäre in diesen schmalen Gängen nicht mehr möglich. Freies Fahren und gleichzeitiges Lenken ist in Schmalgängen nicht mehr praktikabel. Deshalb ist aus Sicherheitsgründen ein Führungssystem erforderlich. Grundsätzlich gibt es zwei Führungssysteme: induktive Zwangsführung und mechanische Zwangsführung. In Abhängigkeit von Parametern wie Palettengröße, Fahrzeugtyp und Führungssystem wird auch der notwendige Sicherheitsabstand angepasst.

## MECHANISCHE ZWANGSFÜHRUNG MIT FÜHRUNGSSCHIENEN

Bei der mechanischen Führung leiten am Schmalgangstapler seitlich angebrachte Rollen und am Boden befestigte Stahlprofile das Fahrzeug. Die seitlich angebrachten Rollen (2 Rollen pro Fahrzeugseite) halten das Fahrzeug zwischen den Führungsprofilen in der Gangmitte.

Abbildung 12 zeigt die lichte Gangbreite (Ast) unter Berücksichtigung der relevanten Parameter. Mit der mechanischen Führung ist eine maximale Geschwindigkeit von 14 km/h im Gang möglich. Für jedes Schmalganglager muss eine spezifische Planung und Leistungsberechnung durchgeführt werden.

### Sicherheitsabstände bei mechanischer Führung

Der Sicherheitsabstand  $a_{21}/a_{23}$  ist als Abstand zwischen den hebbaren Bauteilen des Schmalgangfahrzeuges (z.B. Gabelträger) oder der Last

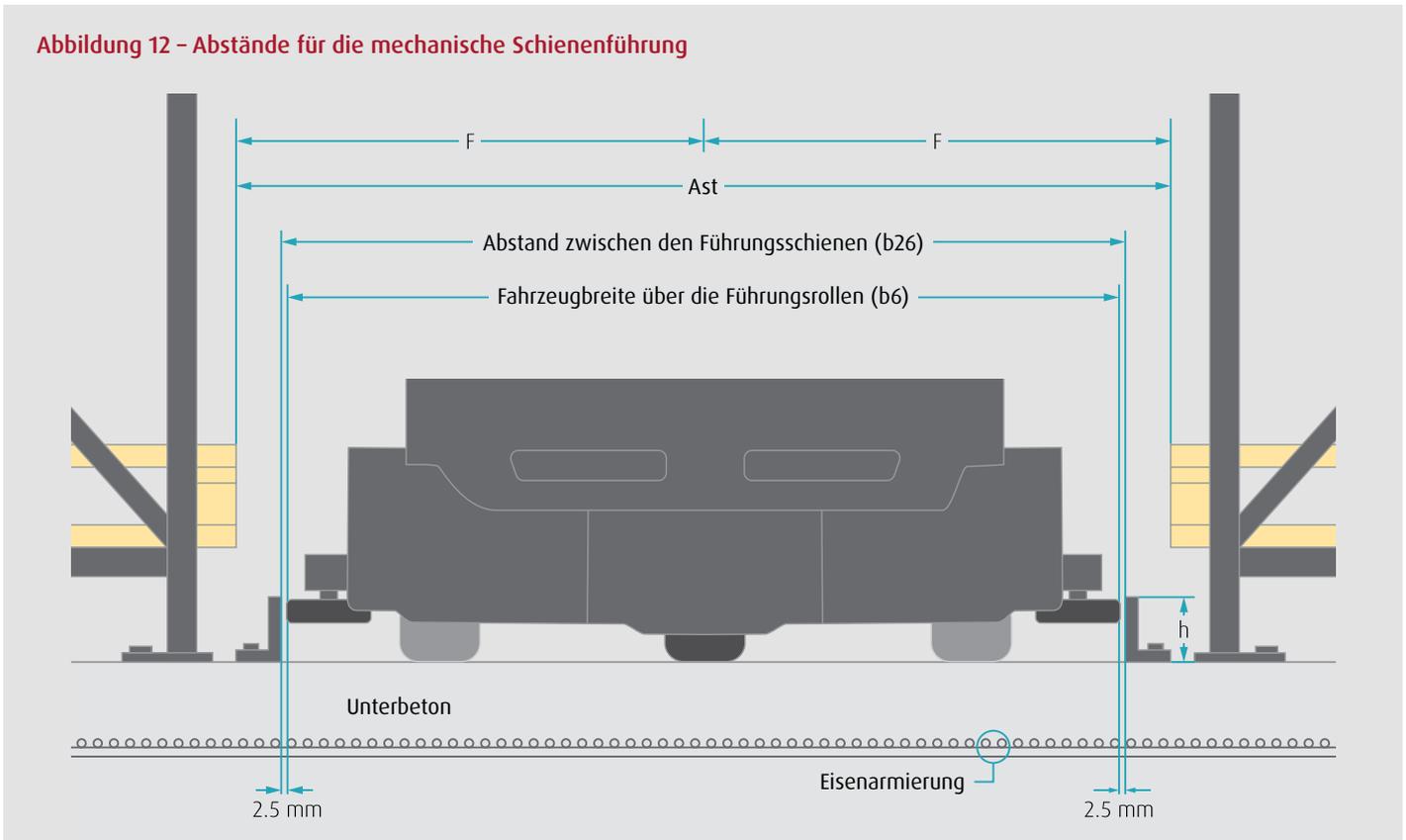
auf den Gabeln und der Vorderkante der Regalzeile (normalerweise Vorderkante der Paletten) definiert (siehe Abbildung 13).

Gemäß DIN EN ISO 3691 Teil 3 ist ein Mindestsicherheitsabstand von  $a_{21}/a_{23} = 90$  mm bei mechanischer Führung vorgeschrieben. In Abhängigkeit von Parametern wie Palettengröße, Regalhöhe und Führungssystem können für eine optimale und maximale Systemleistung größere Sicherheitsabstände erforderlich sein.

Ein ausreichender Sicherheitsabstand ist die Voraussetzung für eine höhere Systemleistung. Jede Lagerhalle und jedes Fahrzeug erfordert eine individuelle und maßgeschneiderte Systemauslegung. Mit dem Konfigurations- und Projektplanungstool von Linde können Sie ein individuelles, maßgeschneidertes und für Ihre Anwendung ideales Fahrzeug konfigurieren.



Abbildung 12 – Abstände für die mechanische Schienenführung



**Ast**

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

**F**

Abweichung der Arbeitsgangbreite von der Mittellinie über 20 m (Meter)  
 $F = Ast/2$   
 zulässige Abweichung +/- 5 mm

**b26**

Abstand von Schiene zu Schiene, lichtetes Maß zwischen den Schienen  
**Zulässige Abweichung:**  
 → auf der gesamten Länge: 0/+ 5 mm  
 → auf 1 Meter Länge: 0/+ 2 mm

**b6**

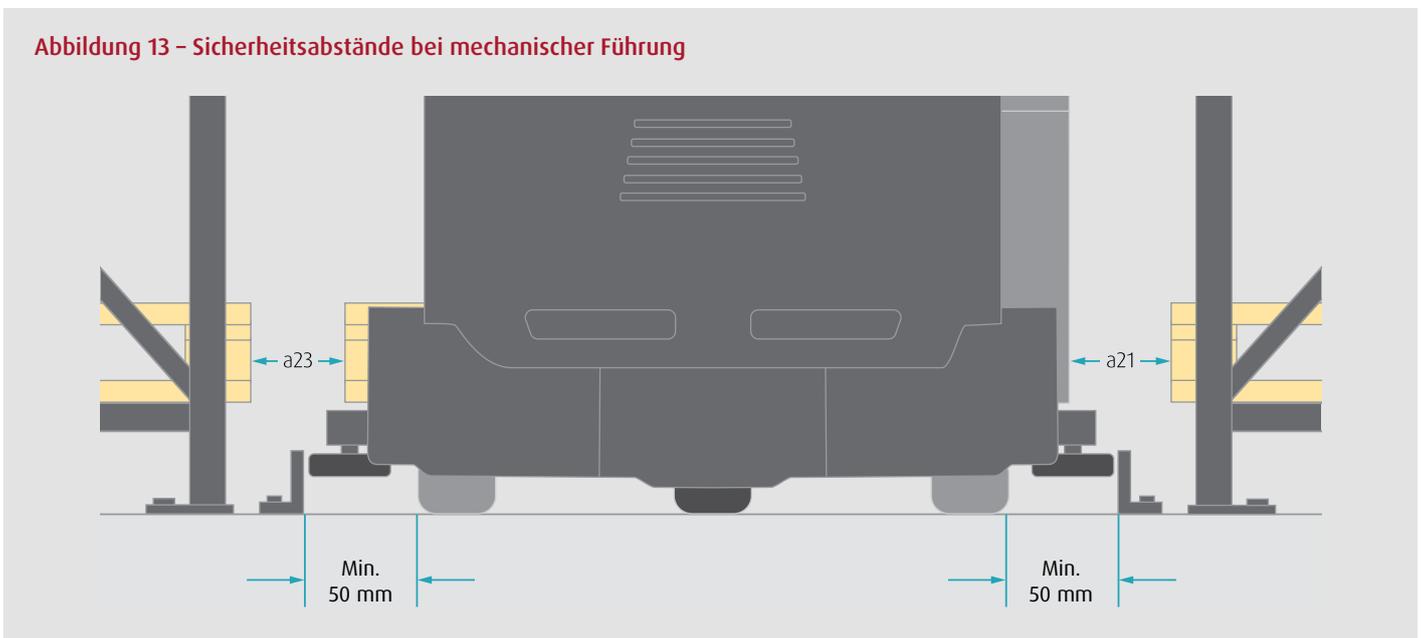
Breite über die Führungsrollen, Fahrzeugbreite von Außenkante Führungsrolle zu Außenkante Führungsrolle  
 $b6 = b26 - 5 \text{ mm}$

**h**

Höhe Schienenführung (gängige Höhen: 50 mm oder 100 mm)  
 Die minimale Schienenhöhe beträgt 35 mm.

Allgemeine Empfehlung für die Schienenhöhe: Je höher die Führungsschiene, desto funktioneller und sicherer die Führung.

Abbildung 13 – Sicherheitsabstände bei mechanischer Führung



## Führungsschienen

Es gibt verschiedene Arten von Schienenführungen (siehe Abbildung 14). Die am Markt gängigsten Profile sind L-Schienen mit einer Profilhöhe von 100 mm (hohe Schiene) oder 50 mm (niedrige Schiene). Die Schienenprofile können sowohl freistehend montiert werden oder auch in einen Betonsockel integriert werden (ausgegossene Führungsschiene). Es können auch andere Profile eingesetzt werden, wenn die gemäß FEM geforderten Querkräfte ein anderes Schienensystem erfordern.

Niedrige Schienen haben einen funktionellen Vorteil: In den Regalen muss keine bodennahe Traverse angebracht werden. Die Paletten können direkt auf den Boden gestellt werden. Zum Aufnehmen von Paletten auf Bodenhöhe sind dann aber spezielle Gabelzinken (Messergabeln), die weniger dick und dafür breiter als Standard-Gabelzinken sind, erforderlich.

Die größten Seitenkräfte werden beim Einspuren des Fahrzeugs in die Führungsschiene erzeugt. Dieser Bereich der Schienenführung muss in Übereinstimmung mit der FEM verstärkt ausgeführt werden.

Empfehlung: Sofern möglich, empfiehlt Linde für mehr Stabilität, eine bessere Führung und mehr Sicherheit die Verwendung eines L-Profils mit 100 mm × 50 mm und einer Dicke von 10 mm.

Unabhängig von den Nachteilen können andere Höhen bis zur kleinstmöglichen Schienenhöhe von 35 mm realisiert werden.

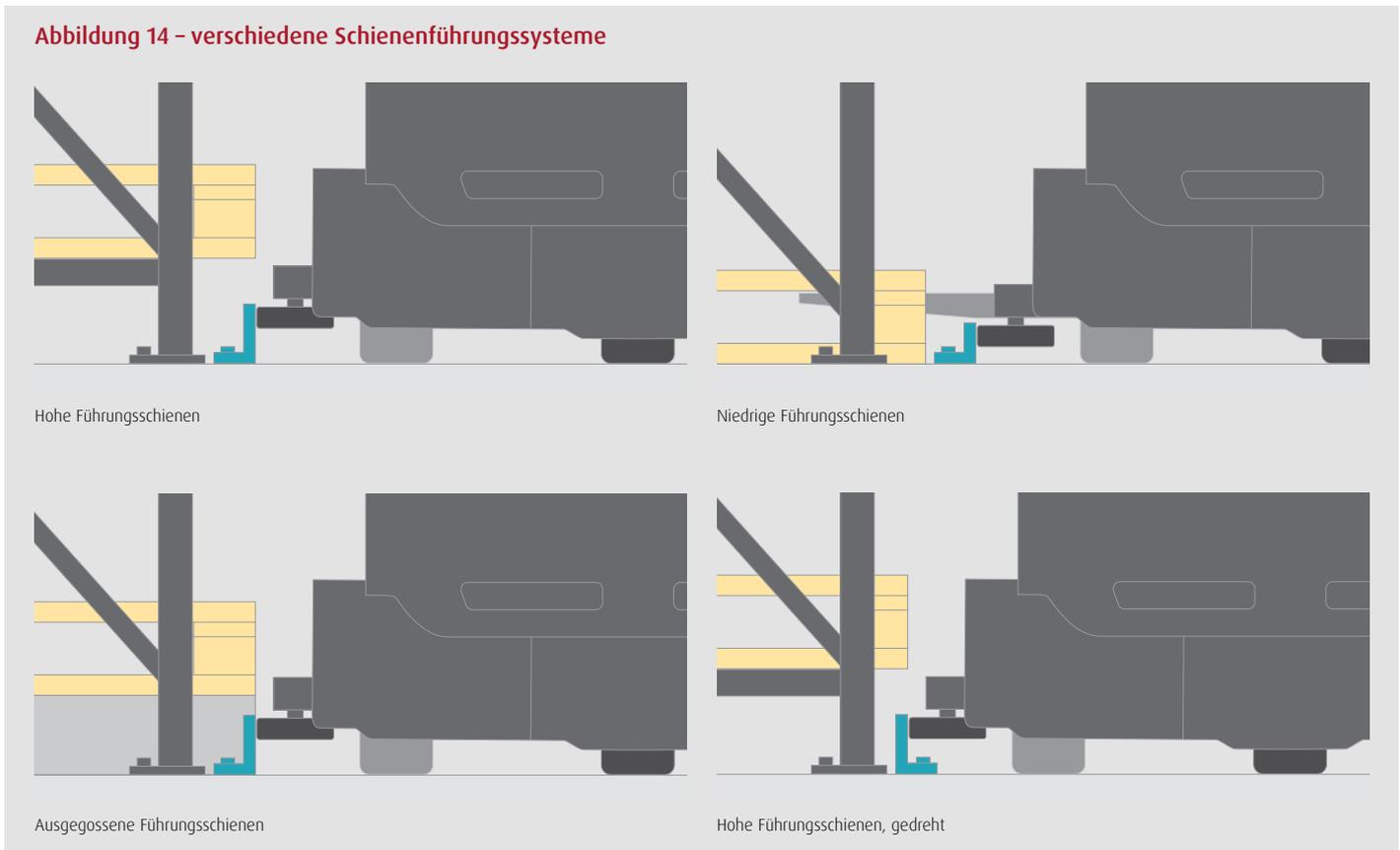
Aufgrund der unterschiedlichen Höhen der Führungsschienen müssen die Höhen der seitlichen Führungsrollen am Schmalgangstapler angepasst werden, was vor der Bestellung festgelegt werden muss.

### Bodenfreiheit der seitlichen Führungsrollen

26 – 50 mm für hohe Führungsschienen

10 – 26 mm für niedrige Führungsschienen

Abbildung 14 – verschiedene Schienenführungssysteme



## Aufbau und Montage von Führungsschienen

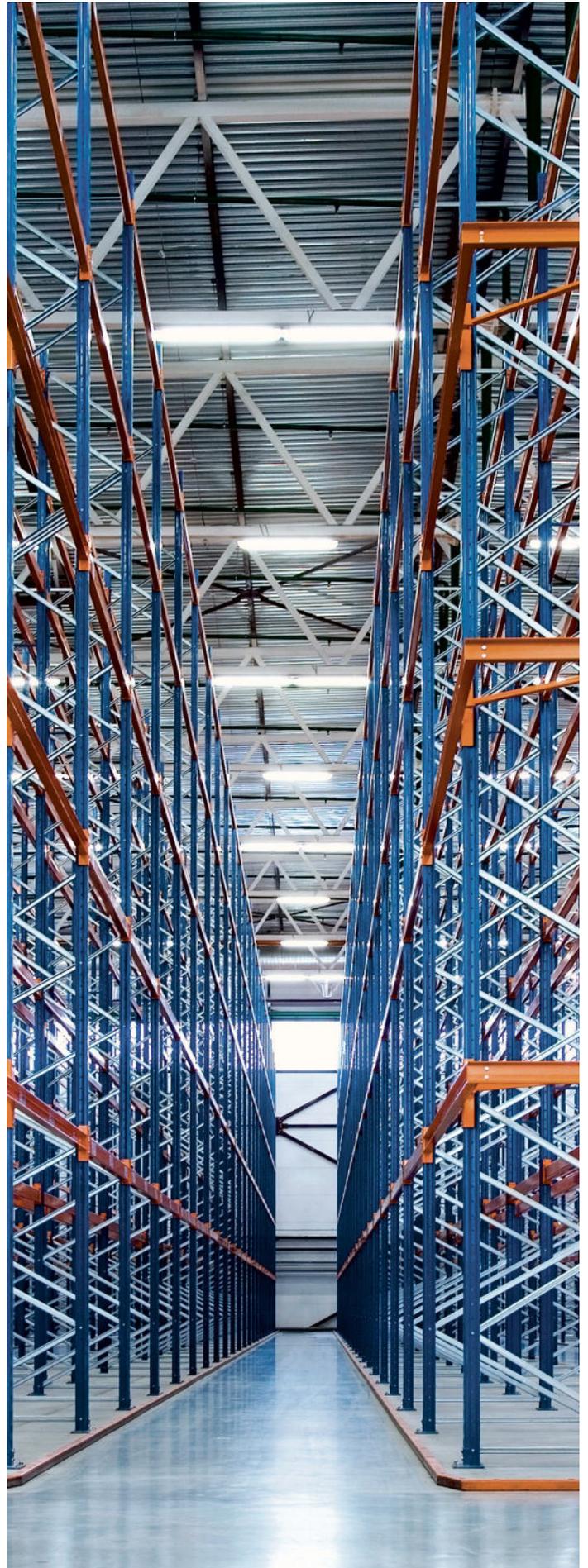
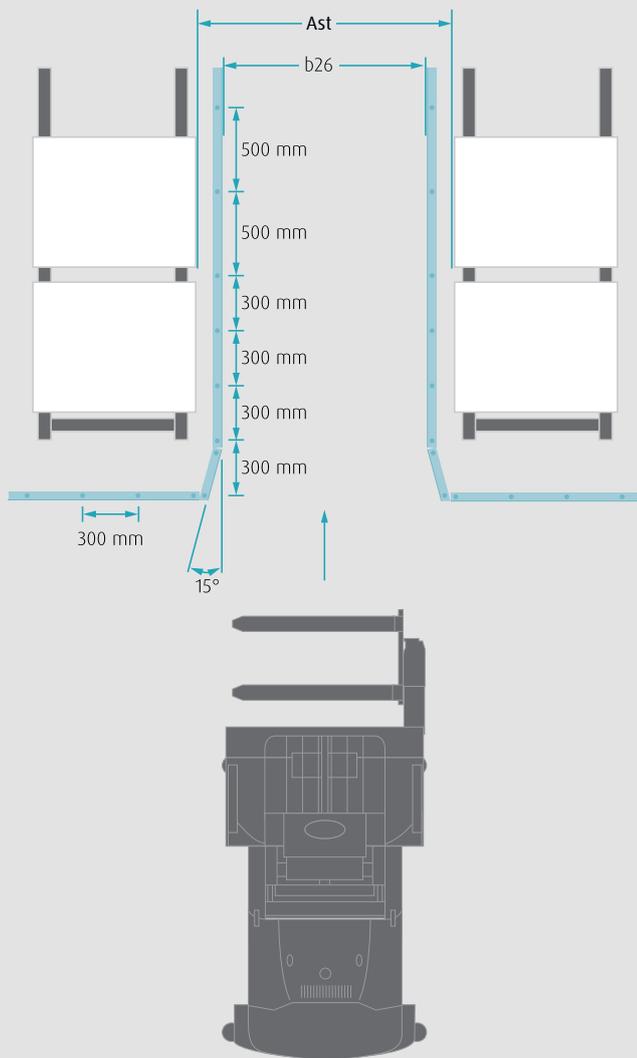
Entscheidend für eine gut funktionierende mechanische Führung ist die exakt parallele Verlegung der Führungsschienen zueinander und zu den Regalzeilen. Damit wird das Fahrzeug genau in der Mitte des Gangs geführt. Um das Einspuren des Fahrzeugs in den Schmalgang zu erleichtern, verfügt der Ganganfang über einen Einfahrtrichter von ca. 300 mm Länge mit einem Öffnungswinkel von 15°. In diesem Trichter

und den dahinterliegenden ersten Metern, dem ca. 3.000 mm langen Einspurbereich, wirken die stärksten seitlichen Führungskräfte. Danach greifen auch die hinteren Rollen in die Schienenführung und reduzieren die Kräfte im weiteren Verlauf des Gangs auf ca. 4 – 10 kN<sup>23)</sup>. Um auf der sicheren Seite zu sein wird empfohlen für alle Schmalgangstapler eine Querkraft von ca. 10 kN zu berücksichtigen.

23) FEM 4.103 – 1 and FEM 10.2.14 – 1 | Kapitel 9.4.2.2

Um ein sicheres Einspuren zu gewährleisten empfehlen wir hohe Profile für den Einfahrtrichter zu verwenden. Die Führungsschienen werden mit Schwerlastankern im Betonboden verankert. Der Abstand der Verankerung wird entsprechend der unterschiedlichen Kräfteinwirkungen in Fahr- und Einspurbereich festgelegt. Im Fahrbereich liegt der Abstand bei 500 mm. Im Einspurbereich werden die Abstände für die ersten 4 Anker auf ca. 300 mm reduziert. Dieser Ankerabstand gilt auch für die Stirnseite der Führungsschiene zum Umsetzgang (siehe Abbildung 15). Das Führungsprofil sollte mindestens 10 mm stark sein, um Verformungen aufgrund der seitlichen Kräfte zu vermeiden.

**Abbildung 15 – Aufbau und Montage von Führungsschienen**



## INDUKTIVES FÜHRUNGSSYSTEM

Das induktive Führungssystem ist eine Alternative zum mechanischen Führungssystem. Ein in der Mitte des Ganges verlegter Leitdraht dient als Leitlinie für den Schmalgangstapler. Der Leitdraht wird von einem Frequenzgenerator mit Wechselstrom (Niederspannung) gespeist. Zentral unter dem Fahrzeug angebrachte Antennen tasten das Magnetfeld ab, das sich um den Leitdraht bildet. Die nachgeschaltete Elektronik verarbeitet die Signale und steuert das Fahrzeug automatisch mittig über den Leitdraht. Mit der induktiven Führung können im Gang Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 10 km/h erreicht werden.

### Verlegen eines induktiven Leitdrahts

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. 16).

Um Interferenzen und Störungen zu vermeiden, definiert die FEM<sup>24)</sup> Mindestabstände (einschließlich Fertigungstoleranzen) und Verlegehinweise für die Leitdrahtinstallation:

- 200 mm zwischen Leitdraht und anderen Metallelementen (z. B. Kabelkanälen, horizontale Bewegungsfugen).
- 150 mm Abstand für Magnete anderer Fahrzeuglieferanten (200 mm Abstand zur Magnetmitte).

→ 1.500 mm zwischen Leitdrähten mit derselben Frequenz.

→ Wenn ein zusätzlicher Estrich auf der Konstruktionsbetonplatte vorgesehen ist, müssen auch die Nenndicke und die Dickentoleranzen dieses Estrichs berücksichtigt werden.

### Systemanforderungen und Toleranzen bei induktiver Leitlinienführung

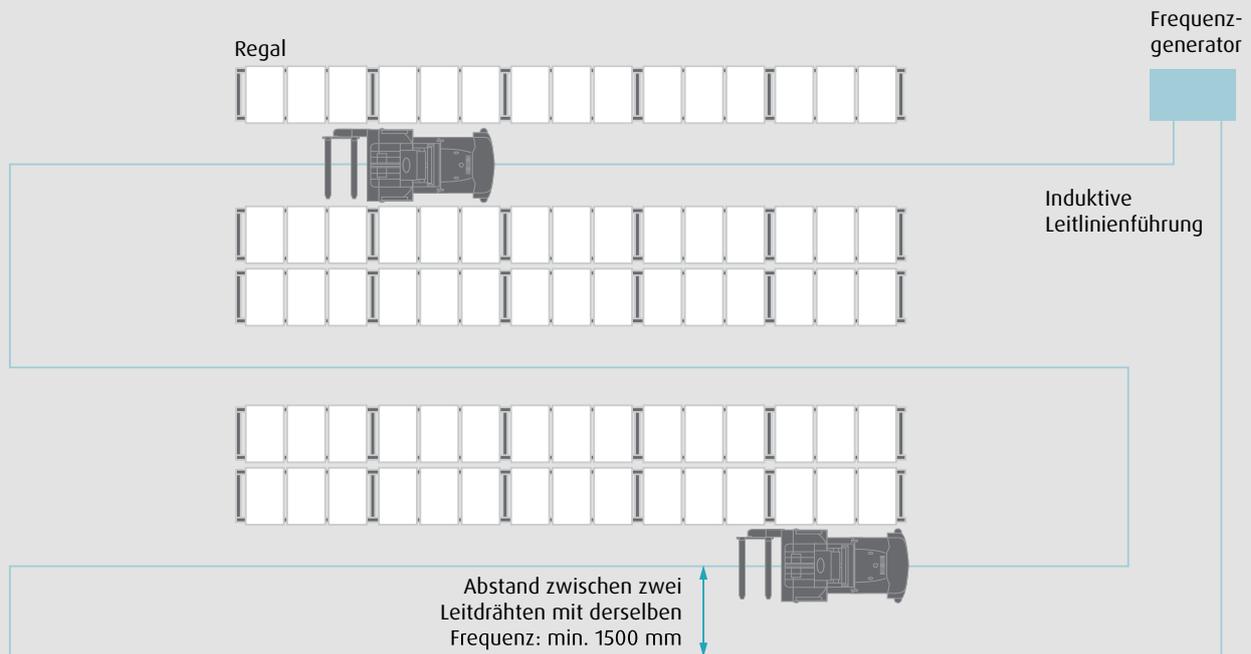
Die FEM<sup>25)</sup> schreibt vor, dass eine Abweichung vom Leitdraht von der theoretischen Mittellinie auf der gesamten Ganglänge von  $\pm 5$  mm innerhalb des Toleranzbereichs liegt. Die Abweichung von der Mittellinie darf zudem 2 mm/m nicht überschreiten.

Wir empfehlen den Fugenschnitt und die Leitdrahtverlegung erst nach der Montage der Regale durchzuführen. Es ist von entscheidender Bedeutung den Leitdraht zentral in der Mitte des Arbeitsganges zu positionieren.

### Abstand zwischen zwei Leitdrähten

Um Störungen zu verhindern, sollten Leitdrähte mit derselben Frequenz in einen Mindestabstand von mindestens 1.500 mm (siehe Abbildung 16) verlegt werden. Wird dieser Abstand nicht eingehalten, kann es zu Fehlfunktionen der induktiven Leitlinienführung kommen (Ausnahme: Rückleitungen, die nicht im Bereich der Fahrspuren verlegt sind).

Abbildung 16 – Verlegen von induktiven Leitdrähten



### Toleranz bei induktiver Leitlinienführung



G = Querabweichung des Leitdrahts von der Ast-Mittellinie

-- Ideale induktive Leitlinienführung    ^ Maximale Änderungsrate = 2 mm/m

24) FEM 4.103 – 1 und FEM 10.2.14 – 1 | Kapitel 9.4.2.3

25) FEM 4.103 – 1 und FEM 10.2.14 – 1 | Kapitel 9.4.2.3

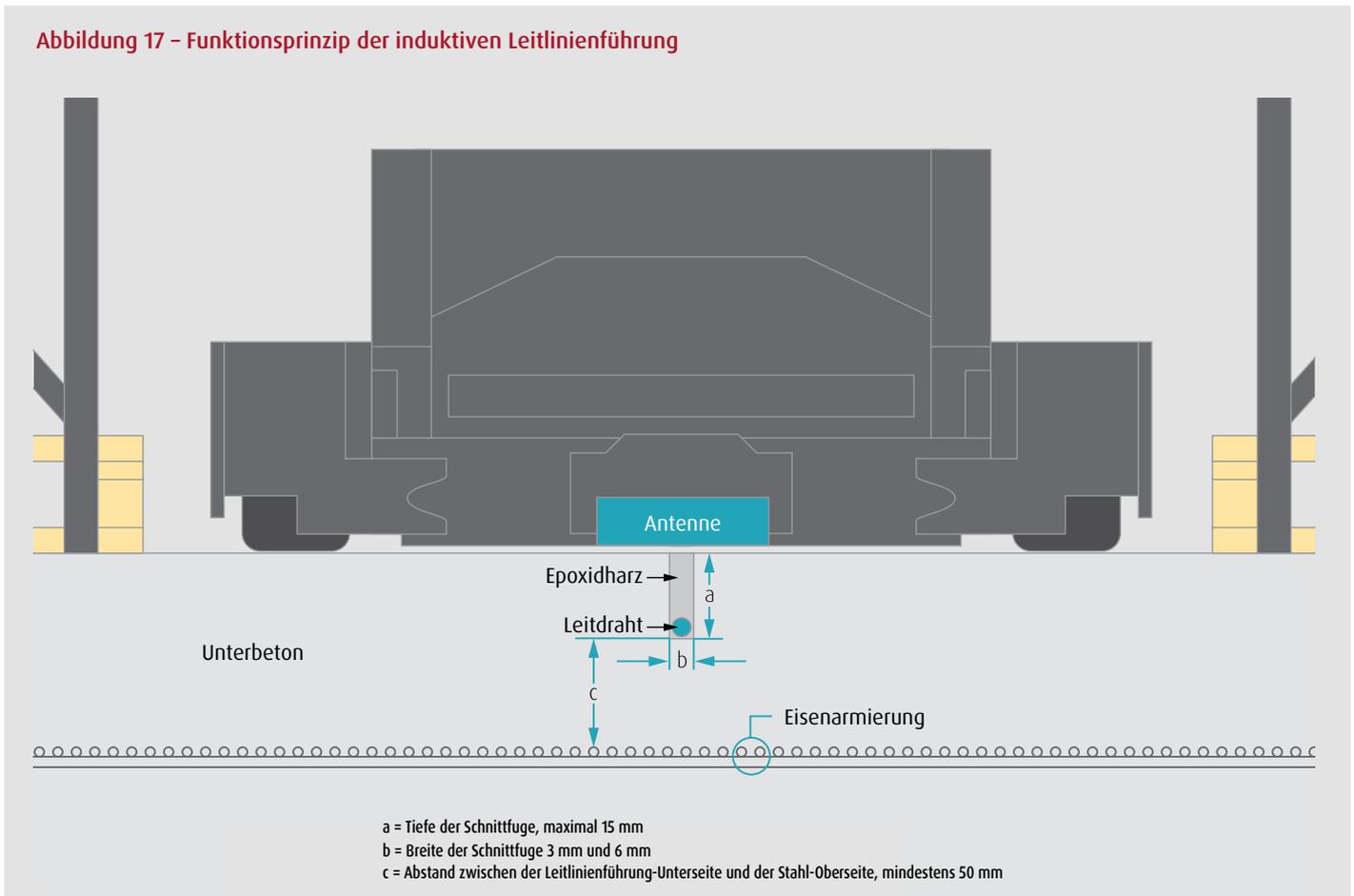
### Abstände bei induktivem Leitdraht

Grundsätzlich gilt ein Abstand der Stahlarmierung zum Leitdraht (c) von mindestens 50 mm (siehe Abbildung 17). Ein kleinerer Abstand zwischen Armierung und Leitdraht ist möglich. Jedoch muss hierfür projektspezifisch eine Feldmessung durchgeführt werden. Links und rechts neben dem Leitdraht ist ein Bereich von je 200 mm von Metall (Kabelkanäle, Dehnfugenwinkel usw.) freizuhalten.

Bei Verwendung von Stahlfasern anstelle einer Eisenarmierung darf die maximale Menge an Eisenfasern im Beton  $30 \text{ kg/m}^3$  nicht überschreiten. Eine gleichmäßige Verteilung der Stahlfasern im Beton muss sichergestellt werden.

Der Leitdraht hat einen Querschnitt von  $1,5 \text{ mm}^2$  und muss doppelt geschirmt sein. Nach dem Verlegen des Leitdrahtes wird die Schnittfuge mit Epoxidharz versiegelt.

Abbildung 17 – Funktionsprinzip der induktiven Leitlinienführung

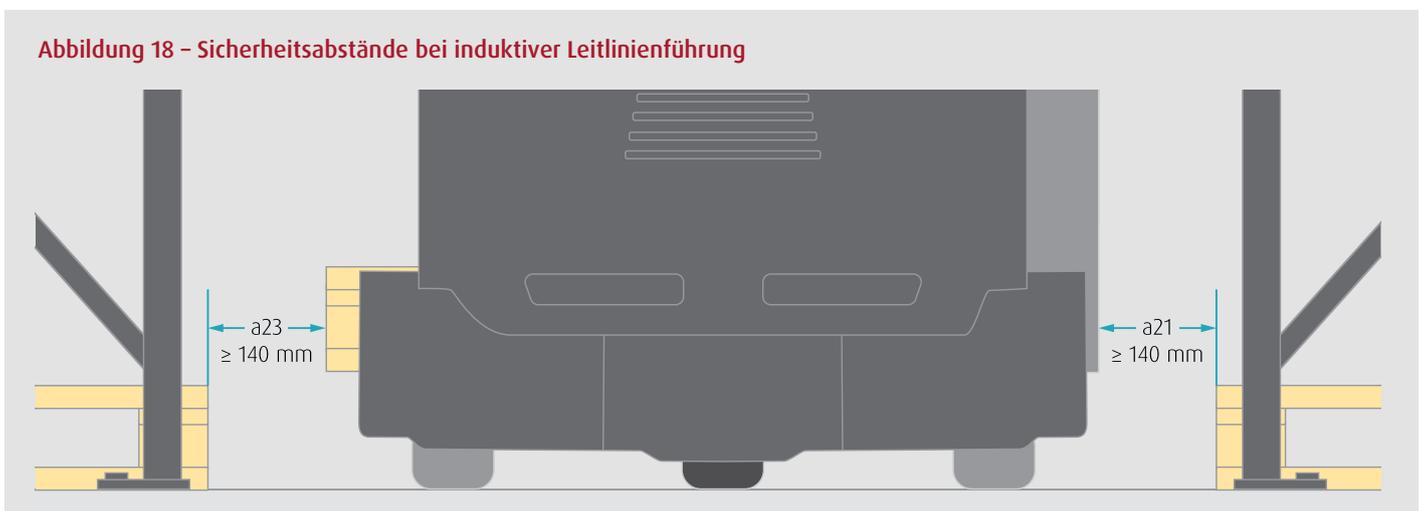


### Sicherheitsabstände bei induktiver Leitlinienführung

Um mit voller Leistung in einem Gang mit Leitlinienführung fahren zu können, ist ein seitlicher Sicherheitsabstand zwischen den Lasten im

Regal und dem Fahrzeug oder der Last auf dem Fahrzeug von mindestens 140 mm erforderlich<sup>26)</sup> (siehe Abbildung 18).

Abbildung 18 – Sicherheitsabstände bei induktiver Leitlinienführung



26) Linde: Bei einem kleineren Abstand wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs reduziert.

### Der Linde Frequenzgenerator

Der Frequenzgenerator hat Anschlüsse für maximal acht separate Schleifen für bis zu 2.000 m je Schleife und einer maximalen Gesamtlänge von 16.000 m. Er speist den Leitdraht mit hochfrequentem Wechselstrom. Wird eine einzelne Fahrtschleife beschädigt, fällt sie komplett aus. Um Ausfallzeiten zu reduzieren, empfiehlt es sich daher, die Leitlinienführung in einer Lagerhalle in verschiedene Schleifen aufzuteilen.

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

Die Versorgungsspannung liegt bei 230 V Wechselstrom mit 50 Hz. Die Frequenz kann zwischen 300 Hz und 20 kHz in 10-Hz-Schritten festgelegt werden. Die Stromstärke kann zwischen 30 mA und 110 mA eingestellt werden. Geräte für weitere Frequenzen und Stromstärken auf Anfrage.

## EIN- UND AUSFAHRT ARBEITSGANG/ GANGWECHSEL

Die Assistenzfunktion zum Aufspuren auf und Abspuren vom Leitdraht wird durch optische und akustische Meldungen angezeigt.

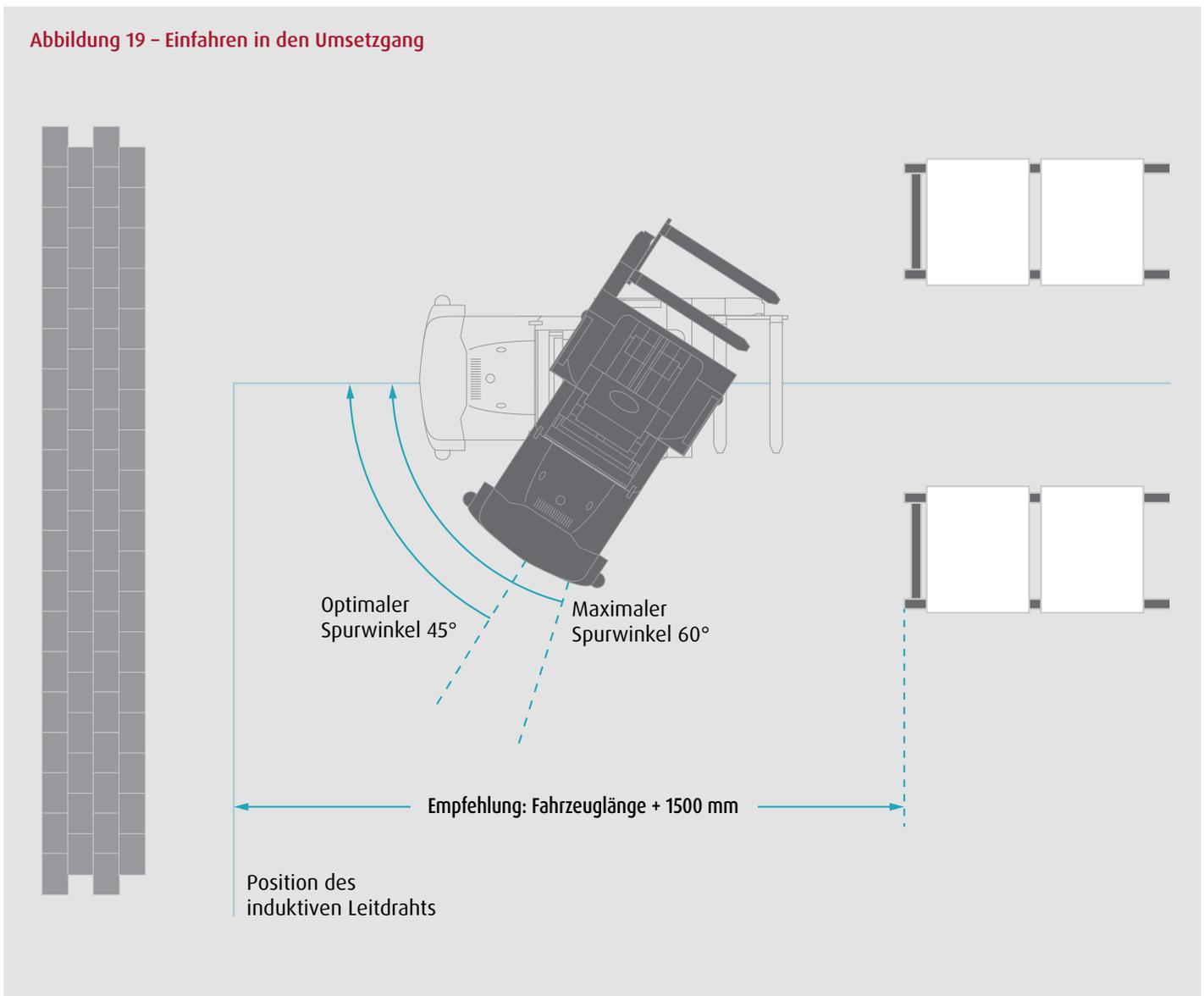
### Einfahrt in den Arbeitsgang

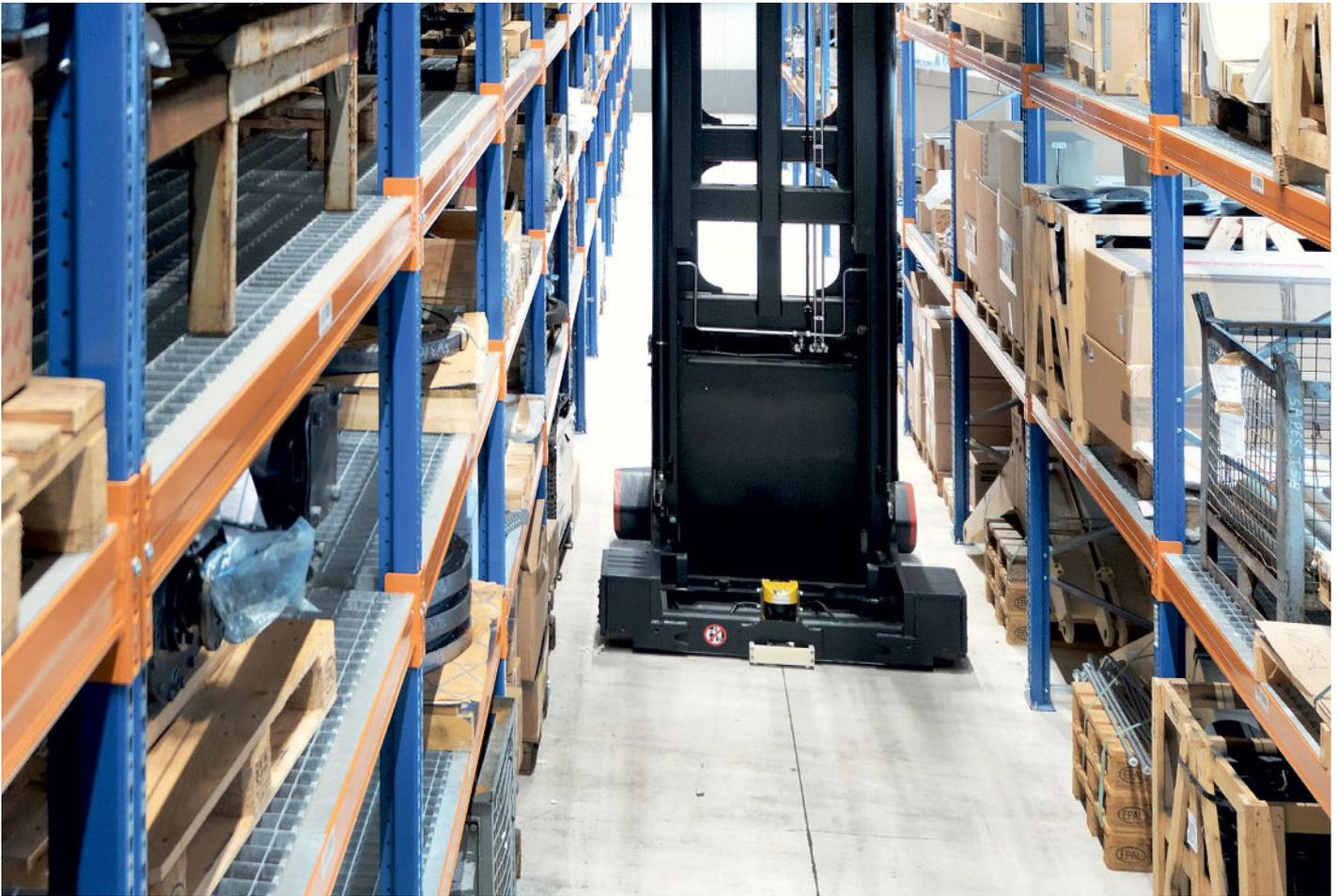
Im Umsetzgang fährt der Bediener das Fahrzeug in einem Winkel  $< 60^\circ$  in Richtung des Leitdrahtes und schaltet per Tastendruck auf Automatikbetrieb. Je kleiner der Aufspurwinkel, desto schneller fädelt sich das Fahrzeug auf. Der Leitdraht sollte so weit wie möglich in den Umsetzgang hineingezogen werden. Das empfohlene Mindestmaß zwischen dem Beginn des Arbeitsgangs und dem Ende des induktiven Leitdrahtes im Umsetzgang entspricht der Fahrzeuglänge plus 1.500 mm. Für weitere Einzelheiten wenden Sie sich bitte an unser Linde Team (siehe Abbildung 19).

### Ausfahrt aus dem Arbeitsgang

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

Abbildung 19 – Einfahren in den Umsetzgang





## CHECKLISTE FÜR DIE AUSWAHL DES FÜHRUNGSSYSTEMS

In der folgenden Tabelle finden Sie einen Überblick über die Kriterien, die bei der Wahl des Führungssystems je nach Anwendung berücksichtigt werden sollten (siehe Tabelle 7).

Aus funktionaler Sicht gibt es keine falsche Entscheidung bezüglich des Systems, wenn die Anforderungen und die individuellen Präferenzen erfüllt wurden. Die wirtschaftlich günstigste Lösung muss projektspezifisch ermittelt werden. Unsere Systemberater bei Linde stehen Ihnen mit professionellem Rat zur Seite.

**Tabelle 7 – Checkliste für die Auswahl des Führungssystems**

Kriterium	Mechanische Führung	Induktive Führung
Funktionale Unterschiede	Maximal mögliche Geschwindigkeit: 14 km/h Einfahrt in den Arbeitsgang: Manuelle Steuerung zum Einfädeln in den Gang erforderlich	Maximal mögliche Geschwindigkeit: 10 km/h Einfahrt in den Arbeitsgang: Halbautomatische Steuerung durch unterstützendes Aufspur-Assistenzsystem
Unterschiede bei der Sicherheit	Einfache, sichere Technik durch formschlüssige (mechanische) Zwangsführung (Führungsrollen zwischen fixierten Schienen)	Ausgereifte Technologie gewährleistet Sicherheit, die durch eine redundante Systemarchitektur und eine vollautomatische Führung im Regalgang gewährleistet wird.
Wirtschaftliche Aspekte	Tendenziell die günstigere Lösung, wenn weniger Fahrzeuge und insgesamt eine kleinere aufsummierte Ganglänge benötigt wird.	Tendenziell die günstigere Lösung, wenn mehrere Fahrzeuge und insgesamt eine größere aufsummierte Ganglänge benötigt wird.
Unterschiede im Betrieb	Die Führungsschienen werden im Arbeitsgang vor den Regalzeilen auf dem Boden verankert. Die Einfahrtrichter ragen auch bis in den Umsetzgang.  → Der Zugang für die Reinigung des Lagers wird erschwert. → Palettenhandling mit anderen Fahrzeugen, z. B. Niederhub- oder Hochhubwagen, nicht möglich.	Der im Boden verlegte Draht bietet einen barrierefreien Zugang.  → Lager einfacher zu reinigen. → Das Palettenhandling in der untersten Ebene ist auch mit anderen Fahrzeugen, z. B. mit Niederhub- oder Hochhubwagen, möglich.  Erhöhte Anforderungen an Umgebungsbedingungen (z.B. Stahlbewehrung im Beton)

## Optionen für mehr Leistung, Komfort und Sicherheit

# ASSISTENZSYSTEME



Selbstverständlich erfüllen alle Fahrzeuge von Linde die in Normen und Standards vorgeschriebenen Anforderungen. Jedoch ist Linde im Markt bekannt dafür, die Bedürfnisse von Kunden besonders gut zu verstehen. Aus diesem Grund bieten wir ein umfangreiches Portfolio mit sicherheitsrelevanten Systemen und Assistenzsystemen für mehr Leistung und Komfort an. Denn sie machen im Alltag oft den Unterschied aus. Mit smarten Funktionen wird die Arbeit produktiver und sicherer. Linde hat unterschiedliche Systeme entwickelt, die auf dem Markt Maßstäbe setzen. In diesem Kapitel erhalten Sie einen Überblick über unsere ausgezeichneten Assistenzsysteme und eine Beschreibung der Funktionsweisen.

## LINDE SYSTEM CONTROL – PROZESSOPTIMIERUNG MIT JEDER LAST

Linde System Control (LSC) optimiert Ihren Umschlagprozess und unterstützt den Bediener bei der komfortablen und sicheren Arbeit. Einer der vielen Vorteile des LSC ist beispielsweise die integrierte Höhenmessung. Auf der Anzeige erscheint die aktuelle maximale Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Hubhöhe, auf der sich die Gabelzinken befinden. Die maximale Fahrgeschwindigkeit wird ebenfalls entsprechend der Hubhöhe angepasst. Die Funktion Linde Curve Assist garantiert Sicherheit beim Gangwechsel, indem die Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Lenkwinkel reduziert wird (siehe Abbildung 20).

Abbildung 20 – Dynamische Resttragfähigkeit



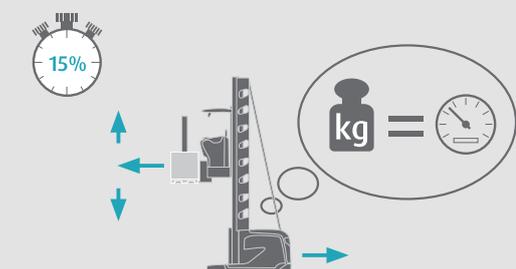
Abbildung 21 – Lasterkennung



Eine weitere Erhöhung der Umschlagsleistung kann mit der zusätzlichen Option LSC Last erreicht werden. Ein Sensor zeigt an, ob sich auf den Gabelzinken eine Last befindet. LSC Last nutzt diese Information zusammen mit dem Wissen über die aktuelle Hubhöhe um Nebenbewegungen, wie das Schieben oder Drehen der Gabel, sowie das Anheben des Zusatzhubes zu optimieren. Ohne Last kann das Fahrzeug die Nebenbewegungen bis zu 30 % schneller ausführen (siehe Abbildung 21).

Fahrzeuge, die mit LSC Gewicht ausgestattet sind, erkennen das Gesamtgewicht der Palette und optimieren die Fahrzeug-Performance entsprechend. Leichte Lasten können schneller bewegt werden als schwere. Diese Funktion ist vor allem in Situationen vorteilhaft, in denen Lasten mit unterschiedlichem Gewicht bewegt werden (siehe Abbildung 22).

Abbildung 22 – Gewichtserkennung





## DYNAMIC REACH CONTROL – PROZESSOPTIMIERUNG BEIM HANDLING

Die Option Dynamic Reach Control (DRC) kombiniert alle LSC-Funktionen und fügt eine intelligente Stabilisierung des Mastsystems hinzu. Beim Ein- und Auslagern von Lasten passt LSC DRC den Schub entsprechend dem aktuellen Lastgewicht an und eliminiert seitliche Mastschwingungen. Dadurch können Lasten schneller bewegt werden. Durch die Reduzierung der Mastschwingungen werden zusätzlich

Schäden an den Lasten und Regalen reduziert. (siehe Abbildung 23).

### Funktionsweise von DRC

Die Schubbewegung, mit welcher die Lasten ins Regal eingelagert werden, wird auf eine spezielle Weise angesteuert. Die initiale Ausschubbewegung, die den Mast zum Schwingen bringt, wird durch eine aktive Gegenbewegung ausgeglichen. Hierzu berücksichtigt das patentierte System das Lastgewicht und die Hubhöhe des Fahrzeugs.

So profitieren Sie von einem um bis zu 20 % höheren Durchsatz im Vergleich zum LSC-Standard, was sich durch eine höhere Produktivität und mehr Sicherheit während des Lasthandlings äußert.

Abbildung 23 – Dynamic Reach Control



## ACTIVE STABILITY CONTROL – DIE ALTERNATIVE FÜR NICHT NORMGERECHTEN FUSSBODEN

Wie im Kapitel „Der Fußboden“ beschrieben, spielt die Qualität der Bodenoberfläche bei Schmalganganwendungen eine entscheidende Rolle. Volle Leistung und hoher Fahrkomfort mit einem Schmalgangstapler können nur erreicht werden, wenn der Fußboden die Anforderungen der FEM 4.103-1/FEM 10.2.14-1 erfüllt.

Aufgrund des höheren Aufwandes, der für den Boden erforderlich ist, unterscheidet sich der Preis eines FEM-Bodens im Vergleich zu einem "normalen" Industrieboden um etwa 30 %.

Eine andere Möglichkeit die FEM-Anforderungen zu erfüllen, ist das

Schleifen des Bodens. Neben den hohen Kosten für das Schleifen muss die Lagerhalle während der Bauphase allerdings auch für den Betrieb gesperrt werden.

Wenn der Boden entgegen der Planung nicht die Anforderungen erfüllt, muss der Kunde entweder die höheren Kosten für die Nachbearbeitung in Kauf nehmen oder aber mit Leistungsverlusten durch die notwendigen Geschwindigkeitsreduzierungen rechnen.

Mit Active Stability Control ist die volle Performance auch auf nicht FEM-konformen Industrieboden möglich.

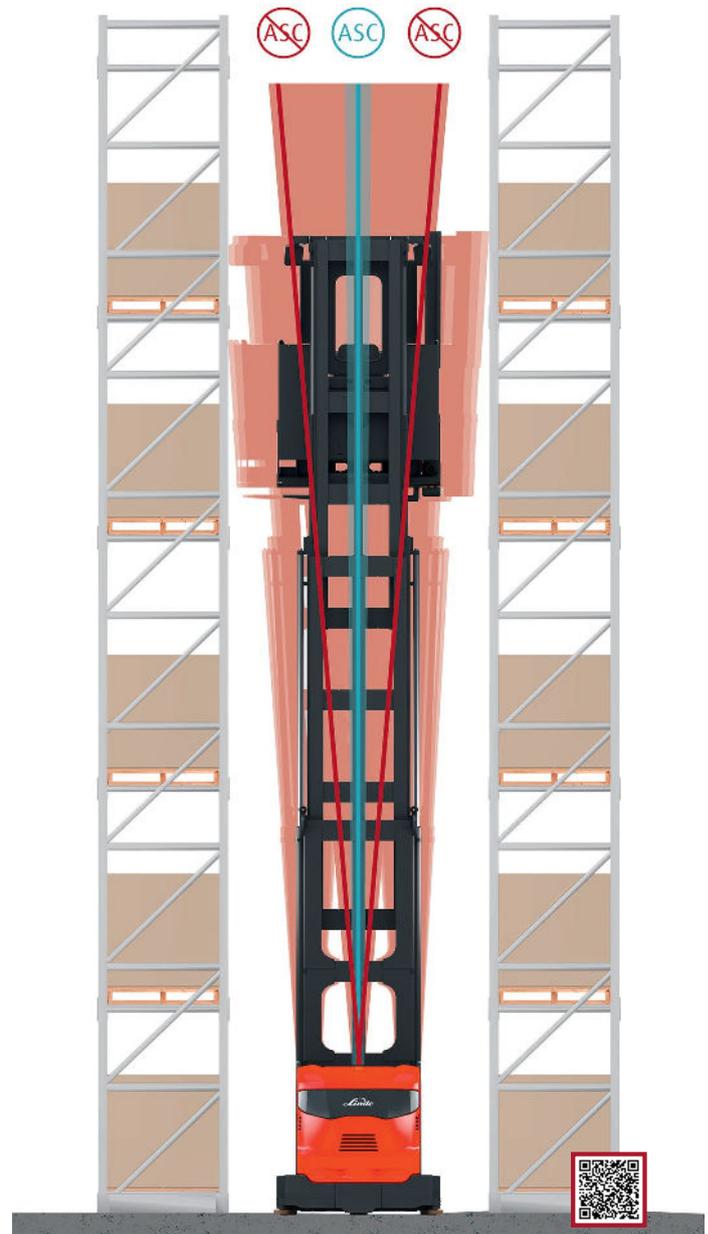
### ACTIVE STABILITY CONTROL

Active Stability Control (ASC) stellt eine hervorragende Alternative zum Einbringen eines teuren Bodens dar, da das Fahrzeug Bodenunebenheiten erkennt und aktiv ausgleicht. Das patentierte System wurde entwickelt, um maximale Stabilität und maximale Produktivität des Fahrzeugs zu gewährleisten, auch wenn der Fußboden die FEM-Spezifikationen nicht voll erfüllt. ASC kann einen Höhenunterschied zwischen dem linken und rechten Lastrad ( $dZ$ ) von bis zu 10 Millimetern ausgleichen (siehe Abbildung 24). Auch mit ASC können Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 14 km/h erreicht werden und Paletten in Hubhöhen von bis zu 18 Metern sicher bewegt werden. Das ASC System verhindert, dass sich das Fahrzeug aufschaukelt und ermöglicht eine ergonomische und sichere Arbeitsumgebung für den Bediener (siehe Abbildung 25).

Der Man-Up-Stapler von Linde (K modular) kann ab Werk mit ASC geliefert werden. Allerdings können die Fahrzeuge auch so vorbereitet werden, dass das System zu einem späteren Zeitpunkt nachgerüstet werden kann.



**Abbildung 25 – ASC reduziert Mastschwankungen auf ein Minimum**



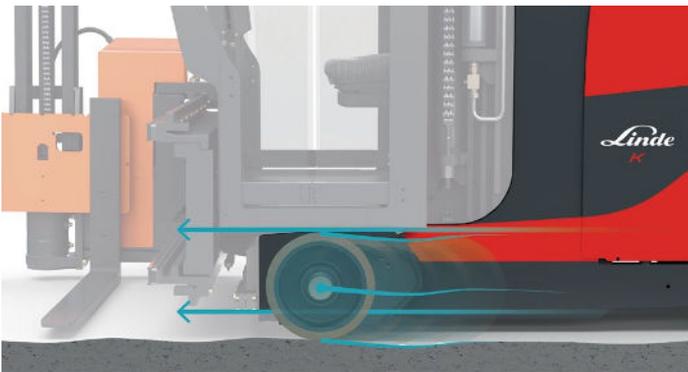
### Funktionsweise von ASC

Die Lasträder werden basierend auf einer präzisen Sensor-Technologie durch ein aktiv reagierendes Steuerungssystem eingestellt.

Unabhängig von der Fahrtrichtung misst das Fahrzeug den Höhenunterschied zwischen dem linken und dem rechten Lastrad senkrecht zum Boden. Die Bodenoberfläche wird kurz vor und kurz nach dem Lastrad gemessen. Die Sensoren des Messsystems sind vor Verschmutzungen und Kleiteilen geschützt. Stellt das System Unregelmäßigkeiten bei der Ebenheit fest, werden die Lasträder sofort nachgestellt, um ein Aufschaukeln des Fahrzeugs zu verhindern. Unebenheiten werden elektromechanisch in Echtzeit und bei voller Fahrzeug-Geschwindigkeit von 14 km/h ausgeglichen (siehe Abbildung 26).

Seitliche Schwingungen und Schwankungen werden über das aktive Fahrwerk ausgeglichen und werden nicht auf das ganze Fahrzeug übertragen. Dadurch ist das aktive ASC-System effizienter als passive Ausgleichssysteme, die Schwingungen im Fahrzeug nur dämpfen.

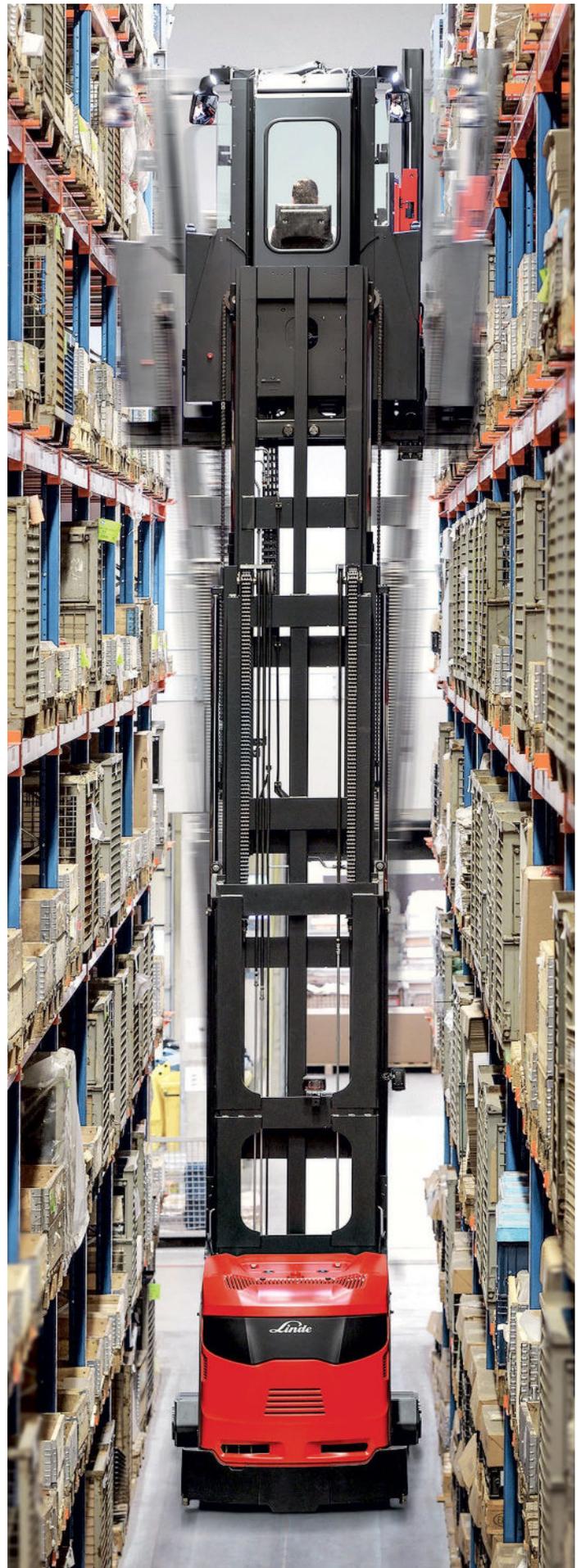
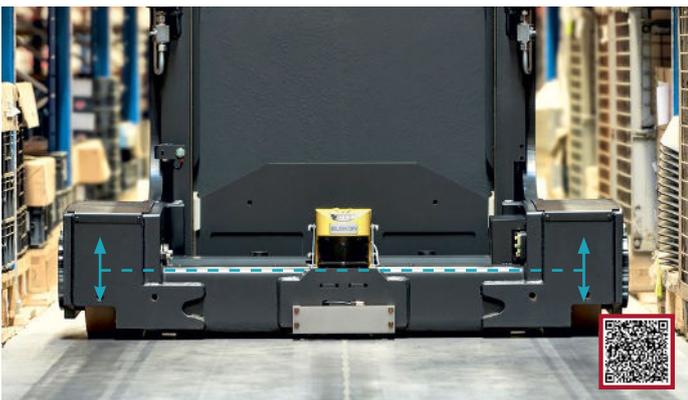
Abbildung 26 – Ausgleich von Unebenheiten



### Der Ausgleichsmechanismus

Im Gegensatz zu einem normalen Schmalgangstapler sind die Lasträder mechanisch mit einer Achse verbunden (siehe Abbildung 27). Die Lasträder auf der Achse sind exzentrisch in entgegengesetzter Richtung gelagert. Die Lagerung der Lasträder selber ist frei beweglich. Bei Drehung der Achse bewegt sich ein Lastrad nach unten und das andere nach oben. Durch den Anpassungsbereich von jeweils +/- 5 mm können Unebenheiten von insgesamt 10 mm ausgeglichen werden.

Abbildung 27 – Funktionsweise von ASC



**Leistung von ASC**

Grundlage des innovativen Systems ist seine schnelle Reaktionsfähigkeit. ASC arbeitet in Echtzeit und gleicht Unebenheiten von maximal 10 mm zwischen der linken und der rechten Lastradspur aus. Seitliche Bewegungen sind nicht spürbar. Durch den Ausgleich von Unebenheiten durch das Fahrzeug kann die volle Performance auch bei Bodenunebenheiten gemäß Zeile 3 bzw. 4 in der Tabelle 3 der DIN 18202 erreicht werden (siehe Tabelle 8). Das redundante System bietet volle Leistung für höhere Durchsätze und erhöht den Fahrkomfort für den Bediener.

Unabhängig von der Art der Führung (induktiv oder mechanisch) ist eine sanfte Fahrt mit voller Leistung auf einem Boden möglich, der nicht der Spezifikation nach FEM entspricht.

Da die Lastradachse des Fahrzeugs immer waagrecht bleibt, gibt es einen weiteren positiven Aspekt. Durch den Ausgleich der Schiefstellung mit ASC sind die Paletten unabhängig von der Höhe beim Einlagerungsvorgang immer im gleichen Abstand zum Regal. Die Mastbiegung wird ja mit der Option Linde System Control (LSC) und Dynamic Reach Control (DRC) ausgeglichen (siehe Abbildung 28).

**Tabelle 8 – Grenzwerte für einen Industrieboden**

Spalte	1	2	3	4	5	6
Gruppe	Referenz	Zulässige Ebenheitsabweichung in mm für Abstände zwischen Messpunkten in m oben				
		0,1	1 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	15 <sup>a,b</sup>
...						
3	Flächenfertige Böden (z. B. Estrich als Nuttschicht oder Estrich für Bodenbeläge, Bodenbeläge einschließlich gefliester, geglätteter oder verklebter Bodenbeläge)	2	4	10	12	15
4	Wie bei Zeile 3, jedoch mit erhöhten Anforderungen (z. B. selbstnivellierende Massen)	1	3	9	12	15
...						

a: Zwischenwerte sind den Abbildungen 5 und 6 zu entnehmen und auf ganze mm zu runden.  
 b: Die Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen der Spalte 6 gelten auch für Messpunktabstände über 15 m.

**Abbildung 28 – Schmalganganwendung mit ASC**





### ASC als Nachrüstlösung

Trotz detaillierter Planung und sorgfältiger Ausführung entspricht ein Boden im Schmalganglager manchmal nicht den geplanten Ebenheitsanforderungen für Schmalgangstapler. Diese Probleme können mit einem Fahrzeug behoben werden, bei dem die Option ASC vorkonfiguriert ist. Das Konfigurationstool von Linde kann im Vorfeld prüfen, ob und bis zu welchen Toleranzen ASC zu einem späteren Zeitpunkt installiert werden kann.

Die Möglichkeit einer ASC-Nachrüstlösung sollte immer in Erwägung gezogen werden.

### Grenzen des Systems

Auch ASC hat seine Grenzen. Beispielsweise können keine Dehnungsfugen ausgeglichen werden. Auch bei der Kurzweiligkeit gibt es Reaktionsgrenzen.

Es muss auch darauf geachtet werden, dass tiefere Löcher oder Senken professionell saniert werden. Es besteht die Gefahr von Schäden am ASC-System und am Fahrzeug selber.

Jedes Schmalganglager muss individuell betrachtet und bewertet werden. Das professionelle Konfigurationsprogramm von Linde hilft Ihnen, die beste Fahrzeuflösung für Ihre Anwendung zu finden.

## GANGSICHERHEITSSASSISTENT (GSA) – BETRIEBSSICHERHEIT ERHÖHEN

Der Gangsicherheitsassistent (GSA) kennt alle definierten Grenzen, Einschränkungen und Umgebungsbedingungen jedes einzelnen Schmalganges und passt die Fahrzeugfunktionen entsprechend an.

Ähnlich wie ein Fahrerassistenzsystem in einem Auto unterstützt der GSA den Staplerfahrer im Schmalgang und reduziert so die Unfallgefahr. Dadurch hilft der GSA, Schäden am Fahrzeug, an der Last und der Arbeitsumgebung zu vermeiden. Das System stellt sicher, dass der Bediener selbst unter Zeitdruck optimal und sicher arbeiten kann.

### Funktionsweise des GSA

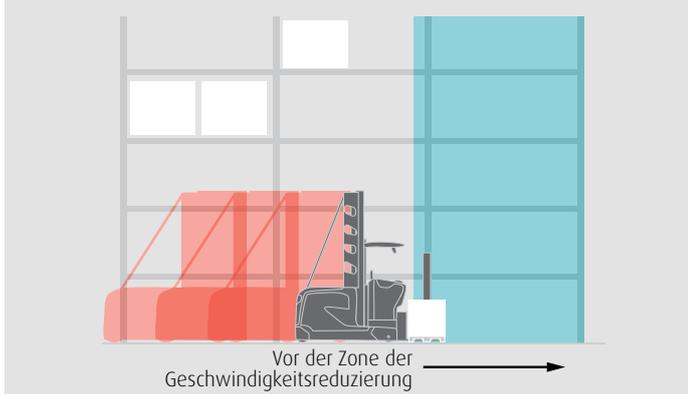
Die horizontale Position des Fahrzeugs im Schmalgang wird mittels RFID-Transponder oder Barcodes erkannt. Die Fahrzeugkonturen werden über die vertikale Position der Fahrerkabine und der Gabelzinken unter Zuhilfenahme des integrierten Hubhöhenmesssystems berechnet. Durch das Einfahren in einen vordefinierten Bereich können entsprechend der vorhandenen Gegebenheiten Einschränkungen der Fahrzeugbewegungen wie z. B. eine Reduzierung der Fahr- und Hubgeschwindigkeit, eine Limitierung der Hubhöhe oder eine Reduzierung des Ausschubs erfolgen.

In Schmalgängen kann es Einschränkungen für die Bedienung des Fahrzeugs geben (Hindernisse, Gebäude- oder Dachbegrenzungen, Bodenqualität usw.). Zum Beispiel werden in einzelnen Schmalgängen oder nur in bestimmten Bereichen eines Ganges, aufgrund von Lampen oder Dachunterzügen, Hubhöhenbegrenzungen benötigt. Mit Hilfe der GSA-Funktionen kann das Fahrzeug auf die vorhandenen Störkonturen im Schmalgang reagieren. Dabei wird die horizontale und die vertikale Lage der Störkontur im Gang definiert bzw. der Beginn und das Ende der GSA-Funktion festgelegt. Die GSA-Funktionen werden individuell für jeden Schmalgang erstellt, um das Fahrzeug nur in den Bereichen in der Bewegung einzuschränken, in denen es notwendig ist. Dabei berücksichtigt das Fahrzeug zu jeder Zeit die aktuell vorhandene maximale Fahrzeugkontur.

### Schnelle Inbetriebnahme des Systems

Alle Einschränkungen in den Gängen müssen durch einen Servicetechniker zunächst aufgenommen und anschließend in einer Software definiert werden. Für eine schnelle Inbetriebnahme werden sich wiederholende Standardfunktionen im System gespeichert und können nach ihrer Erstellung in die verschiedenen Gänge überspielt werden. Die in der Software definierten GSA-Funktionen sind unabhängig vom Fahrzeug. Das bietet den großen Vorteil, dass die Funktionen/Einschränkungen nur einmal definiert werden müssen und die Information anschließend auf die Fahrzeugsteuerung jedes einzelnen Schmalgangfahrzeugs übertragen werden kann.

**Abbildung 29 – Dynamische Geschwindigkeitsreduzierung mit dem GSA**

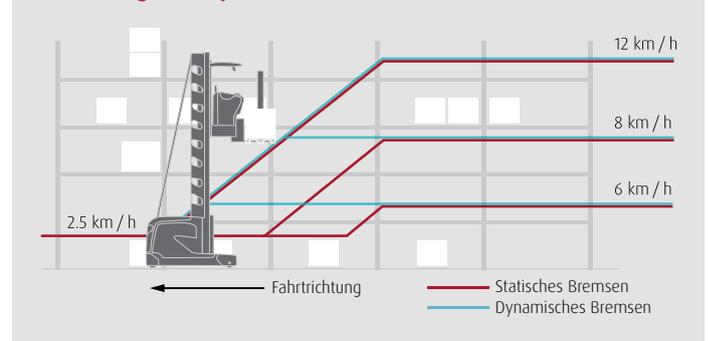


Linde hat eine eigene Software entwickelt, mit welcher die GSA-Funktionen für das Kundenlager abgebildet werden können. Die Software wird für die Projektplanung, die Inbetriebnahme und spätere Anpassungen eingesetzt.

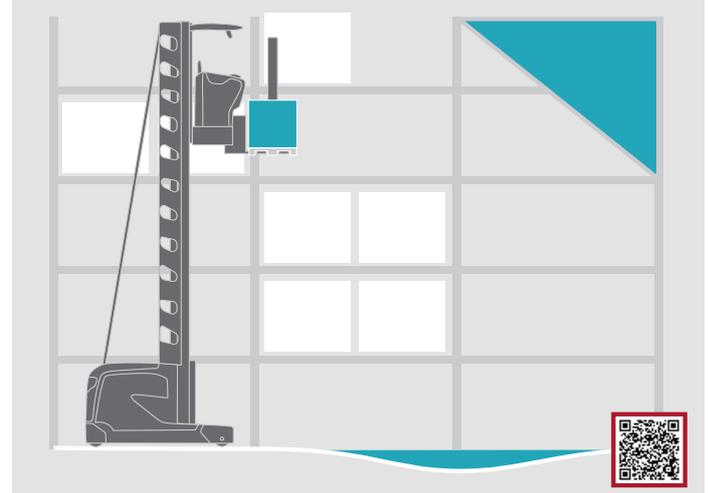
Die Definition von Schmalgängen mit individuellen Merkmalen für den Gangsicherheitsassistenten hat die folgenden Vorteile:

- Dauerhafte Hindernisse wie Stahlträger oder Sprinkleranlagen werden durch das Fahrzeug nicht beschädigt.
- Lokal begrenzte Geschwindigkeitsreduzierung: Abbildung 29 zeigt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs vor und innerhalb einer Bremszone. In den definierten Bremszonen reduziert das Fahrzeug seine Geschwindigkeit auf einen definierten Wert. So werden Schäden an Waren und dem Fahrzeug selbst vermieden.
- Dynamisches Bremsen am Ende des Ganges: Wie in Abbildung 30 dargestellt, bremsen die GSA das Fahrzeug immer zum optimalen Zeitpunkt ab, um am Ende des Ganges die gewünschte Geschwindigkeit zu erreichen oder anzuhalten.
- Vermeidung von Zusammenstößen durch die Definition von Hindernissen: Durch die Definition der horizontalen und vertikalen Position eines Hindernisses in der GSA-Software, kann eine Kollision zwischen Fahrzeug und Hindernis vermieden werden.
- Die Fahrzeugbewegungen können an die Anforderungen und Einschränkungen bestimmter Gänge angepasst werden, so dass jederzeit eine sichere und effiziente Bedienung gewährleistet ist (siehe Abbildung 31).
- Viele weitere nützliche Zusatzfunktionen und -einschränkungen wie z. B. eine Schwenkverriegelung und Ausschubreduzierung innerhalb des Ganges oder eine Lenkverriegelung außerhalb des Ganges sind möglich. Ein hohes Maß an Flexibilität ermöglicht eine einfache Anpassung an Änderungen innerhalb der Lagerhalle.

**Abbildung 30 – Dynamisches Bremsen mit dem GSA**

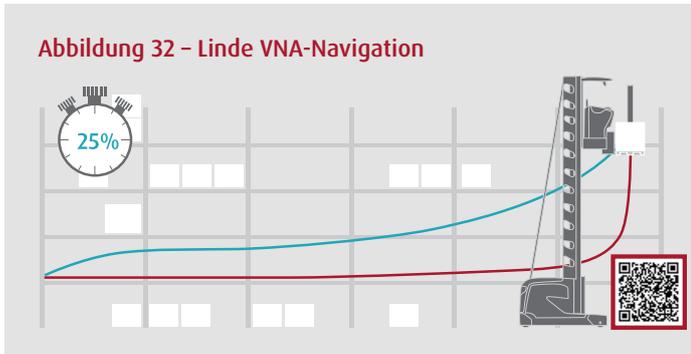


**Abbildung 31 – Individuelle Konfiguration von Einschränkungen mit dem GSA**



# LINDE VNA-NAVIGATION – DER SCHNELLSTE WEG ZUR NÄCHSTEN PALETTE

Sicherheit und Geschwindigkeit müssen nicht im Widerspruch stehen. Mit der Linde VNA-Navigation kann der Durchsatz erhöht und gleichzeitig ein sicheres Paletten-Handling durch das Verhindern von Bedienfehlern gewährleistet werden. Die Fahrzeugsteuerung kommuniziert mit dem Lagerverwaltungssystem und ermittelt den schnellstmöglichen kombinierten Fahrweg (Fahren und Heben) zum nächsten Palettenplatz. (siehe Abbildung 32).



Die optimierte Navigation kann zu Zeiteinsparungen von bis zu 25 % führen. Die blaue Linie zeigt die ideale Fahrtrinie, für die am wenigsten Zeit und Energie gebraucht wird.

Sie haben Ihr Ziel erreicht: Die Linde VNA-Navigation führt zu Zeiteinsparungen von bis zu 25 % und zeigt dem Bediener den schnellstmöglichen Weg zum Ziel.

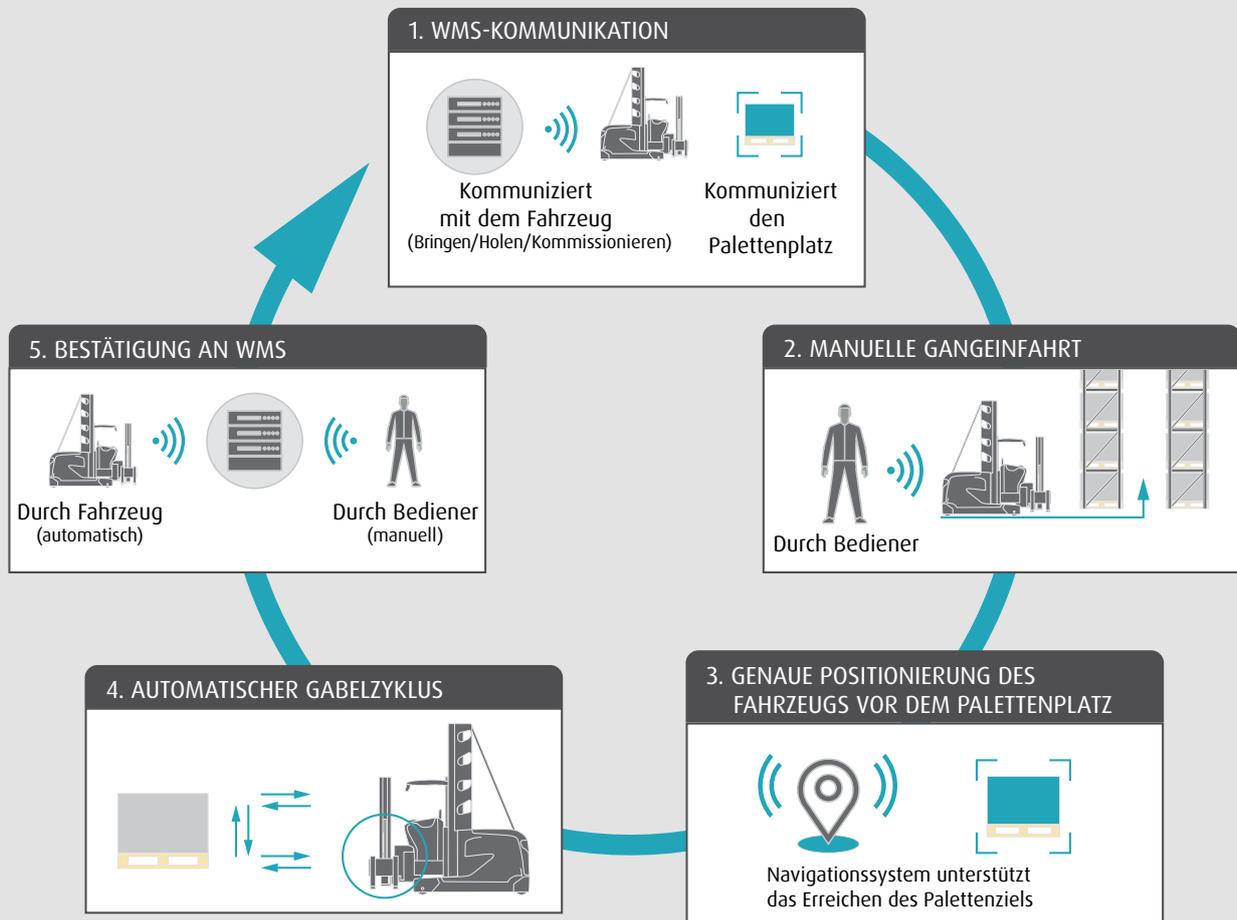
## Prozessoptimierung

Mit der Linde VNA-Navigation kann das Fahrzeug Aufträge direkt aus dem Lagerverwaltungssystem empfangen. Wie ein Navigationssystem in einem Auto unterstützt die Linde VNA-Navigation den Bediener bei seiner täglichen Arbeit, indem es ihn auf dem schnellsten Weg zum richtigen Palettenplatz führt (siehe Abbildung 33).

Das Fahrzeug-Display zeigt dem Bediener seine aktuelle Position sowie das Ziel im Gang an. Horizontale und vertikale Pfeile zeigen die Richtung zum Ziel an. Wenn das Fahrzeug an der Zielposition ankommt, werden die Gangkoordinaten per Datenfernübertragung (in der Regel Wi-Fi) an das WMS zurückübertragen. Eine falsche Platzierung oder Kommissionierfehler werden vermieden. Das Assistenzsystem entlastet den Bediener und ermöglicht einen höheren Durchsatz, unabhängig von den Erfahrungen und Fähigkeiten der einzelnen Bediener.

Abbildung 33 – Navigationsprozess

Das Kundenlager wird in der Linde VNA-Navigationssoftware abgebildet. Anpassungen am Layout sind leicht möglich..



### Funktionsweise der Linde VNA-Navigation

Jeder Arbeitsauftrag (Einlagerung, Entnahme oder Kommissionierung) kommt vom Lagerverwaltungssystem. Die Intelligenz und die Strategie, welche Aufgaben das Fahrzeug zu erledigen hat, wird durch das WMS vorgegeben.

Die Informationen für die nächste Position werden über ein Datenfunkterminal an das Fahrzeug übermittelt. Das auf dem Fahrzeug installierte Terminal kommuniziert über die Standard-Schnittstelle RS-232 mit der Fahrzeugsteuerung.

Sobald das Fahrzeug den Auftrag erhalten hat, werden die aktuelle Position des Fahrzeugs und die Zielposition auf dem Fahrzeug-Display angezeigt. Innerhalb des Gangs wird zusätzlich die Richtung angezeigt (horizontal und vertikal), in welcher sich das Ziel befindet.

Der Schmalgangstapler wird manuell in den entsprechenden Gang gefahren. Nach dem Einspuren des Fahrzeugs im Gang fährt der Bediener durch eine einfache und ergonomische Bedienung des Fahrhebels halbautomatisch den optimalen Weg zur nächsten Zielposition. Die andere Hand muss auch das Bedienfeld berühren, um eine sichere Zweihandbedienung zu gewährleisten.

Zur Messung der Fahrstrecke ist das Fahrzeug am Lastrad mit einem Wegstreckenmesser ausgestattet. Für die Positionskontrolle werden die

Messwerte mit den RFID-Transpondern oder Barcodes abgeglichen. So ist jederzeit die genaue Gangposition des Fahrzeugs bekannt. Die genaue Höhe des Fahrzeugs wird durch ein im Fahrzeug integriertes Höhenmesssystem erfasst.

Da das Fahrzeug seine aktuelle Position und die Zielposition kennt, kann es den optimale Fahrweg in Relation zur Fahr- und Hubbewegung berechnen, um auf dem effizientesten Weg zum Zielort zu gelangen.

Das Fahrzeug hält nach Erreichen der (horizontalen und vertikalen) Zielposition an und gibt ein optisches und akustisches Signal ab. Die Zielposition wird mit einer Genauigkeit von  $\pm 20$  mm erreicht. Der Bediener kann die Position des Fahrzeugs nach Erreichen der Zielposition innerhalb des Zielfensters korrigieren. Das Zielfenster ist in den Standardeinstellungen vertikal auf  $\pm 200$  mm und horizontal auf  $\pm 300$  mm begrenzt. In Abhängigkeit von den Anforderungen kann das Zielfenster vertikal in einem Bereich von  $\pm 100$  –  $1000$  mm und horizontal in einem Bereich von  $\pm 100$  –  $1500$  mm parametrisiert werden.

Der automatische Gabelzyklus gewährleistet einen schnellen und sicheren Lastwechsel an der Zielposition. Zusammen mit der Lasterkennung wird ein hohes Maß an Sicherheit und eine optimale Umschlagsleistung garantiert.





## Die Vorteile im Überblick

### Effizienz

- Die Umschlagsleistung wird durch ein koordiniertes Fahren und Heben für jede Palettenbewegung optimiert. Das spart Zeit und führt zu einem höheren Durchsatz von bis zu 25 %.
- Die Fahraufträge werden vom WMS an das Datenterminal übermittelt, das über eine RS-232-Schnittstelle mit der Fahrzeugsteuerung verbunden ist. Eine Datenkommunikation mit dem WMS ist gegeben.

### Zuverlässigkeit

- Durch die genaue digitale Erfassung der Palettenstellplätze werden Fehler beim Ein- und Auslagern minimiert bzw. ausgeschlossen.
- Volle Transparenz der Lastbewegungen. Alle Arbeitswege und -manöver im Hochregal können in Echtzeit verfolgt werden.
- Bei Änderungen am Layout oder bei Erweiterungen am Lager können unsere Servicetechniker die Parameter für die Palettenpositionierung schnell und einfach anpassen.
- Höhen- und lastabhängige Einstellung der Reichweite: Die Mastdurchbiegung bei hohen Hubhöhen kann durch eine Reduzierung der Ausschubtiefe ausgeglichen werden. Lastabhängige Einschränkungen können bei Bedarf auch individuell berücksichtigt werden.
- Die Ein- und Auslagerung kann an nicht gewünschten Einlagerpositionen (außerhalb des definierten Zielfensters) gesperrt werden. Das Ergebnis ist ein präziser und zuverlässiger Arbeitsprozess

### Sicherheit

- Das Fahrzeug arbeitet mit einer sehr hohen Genauigkeit von  $\pm 20$  mm bei der Positionierung vor einem Palettenplatz. Auf diese Weise werden Schäden an den Waren, Fahrzeugen und Regalen vermieden.
- Bereiche mit unterschiedlichen Dachhöhen, Gänge mit unterschiedlicher Länge und Regale mit unterschiedlichen Trägerhöhen können kombiniert werden: Die gesamte VNA-Navigation innerhalb des Schmalganglagers ist frei programmierbar und basiert auf einem modularen Programmkonzept.
- Definition von individuellen Hubhöhen und Schubbewegungen je nach Palettenplatz: In Abhängigkeit von der individuellen Einlagerposition können unterschiedliche Parameter wie z. B. eine reduzierte Schubbewegung definiert werden.

### Schnittstelle für die Linde VNA-Navigation

Das auf dem Fahrzeug angebrachte Datenterminal empfängt die Aufträge vom WMS des Kunden und sendet sie über die serielle Schnittstelle RS-232 an die Fahrzeugsteuerung. Die Fahrzeugsteuerung kann nur eine bestimmte Programmiersprache verarbeiten, in der eine eindeutig definierte Syntax die Position beschreibt. Die Übersetzung einzelner Aufträge für das Lagerverwaltungssystem des Kunden in die korrekte Syntax der Programmiersprache stellte in der Vergangenheit oft eine Herausforderung dar.

Mit der Schnittstelle der Linde Navigation bietet Linde eine Standardsoftware an, die für die meisten WMS verwendet werden kann. Darüber hinaus können auch Auftragslisten als Excel-Datei direkt importiert und verarbeitet werden. Die Schnittstelle der Linde Navigation ermöglicht die Kommunikation zwischen dem IT-System des Kunden (ERP, WMS) und der Linde VNA-Navigation. Linde bietet auch ein eigenständiges Lagerverwaltungssystem an. Für weitere Informationen setzen Sie sich bitte mit Ihrem Linde Berater in Verbindung.

**Unfälle vermeiden**

# PERSONEN- SCHUTZSYSTEME



Schmalgangstapler müssen grundlegende Anforderungen gemäß DIN EN ISO 3691-1 und DIN EN ISO 3691-3 erfüllen. Diese Normen legen Standards für alle Flurförderzeuge fest. Darüber hinaus sind weitere Anforderungen wie die persönliche Schutzausrüstung obligatorisch.

Die DIN EN ISO 13854 schreibt einen seitlichen Abstand von 50 cm auf jeder Seite des Flurförderzeugs vor. Fußgänger und Fahrzeuge sollten sich nie gleichzeitig im selben Schmalgang aufhalten. Jede mögliche gefährliche Situation in einem Schmalgang sollte proaktiv vermieden werden.

Gemäß DIN EN ISO 3691-3 muss für Lagerhallen mit Fahrzeugen, bei denen die Plattform höher als 3 m angehoben wird, ein Rettungskonzept erstellt werden<sup>27)</sup>. Alle Fahrzeuge von Linde, bei denen ein

Rettungskonzept vorgeschrieben ist, sind mit einem normgerechten Abseilsystem ausgestattet.

Je nach Land müssen eventuell weitere spezifische Normen und Standards eingehalten werden. In Deutschland sind beispielsweise die Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV) und bei Schmalganganwendungen die DGUV 208-030 und DGUV 68 Kapitel F zwingend vorgeschrieben.



## GANGENDE-SICHERUNG – SICHERHEIT BEIM VERLASSEN DES GANGS

Die Gangende-Sicherung ist die automatische Geschwindigkeitsreduzierung bzw. der automatische Stopp des Flurförderzeugs am Ende des Schmalgangs. Die Norm legt eine Höchstgeschwindigkeit von 2,5 km/h fest, wenn ein Fahrzeug einen Schmalgang verlässt. Diese Maßnahme gilt auch für Quergänge mit Ausnahme von solchen, die ausschließlich als Fluchtwege vorgesehen sind und von außen nicht betreten werden können.

### Zonen und Funktionen

#### Fahrgeschwindigkeitsreduzierung

- Ab Beginn der Gangende-Zone bis zum offenen Gangende wird die Geschwindigkeit von  $V_{max}$  auf  $V_{red} = 2,5$  km/h reduziert.
- Die Ausfahrt aus dem Gang erfolgt mit  $V_{red} = 2,5$  km/h.

#### Fahrstopp

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

#### Absolutstopp

- Bremsen mit Absolutstopp erfolgt bei geschlossenem Gangende.
- Mit der Bremsung wird das Fahrzeug gestoppt. Eine Positionierfahrt in Richtung Gangende ist über die „Q“-Taste (Quittierungstaste gedrückt halten) mit  $V_{red} = 1$  km/h möglich.
- Mit der RFID-Technologie ist die Positioniergeschwindigkeit nach einem Absolutstopp zwischen 0 und 2,5 km/h konfigurierbar.

## PERSONENSCHUTZSYSTEME

Die DIN 15185-2 definiert unterschiedliche Sicherheitsanforderungen für den Schmalgang. Linde bietet verschiedene Lösungen, um die Sicherheit zu gewährleisten. Der Betreiber der Lagerhalle bleibt für den sicheren Betrieb im Schmalganglager verantwortlich.

- Bauliche Trennung dieses Lagerbereichs
- Stationäres Warnsystem (stationäre Zutrittsüberwachung)
- Sicherheitssysteme am Fahrzeug

Darüber hinaus sollten auch organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, um ein möglichst hohes Sicherheitsniveau zu erreichen. Dies kann durch Betriebsanleitungen, Schulungen für das Personal, schriftliche Anweisungen an die Bediener oder internen Verkehrsregeln mit Schildern in der Lagerhalle umgesetzt werden.

### Bauliche Trennung dieses Lagerbereichs

VNA-Lagerbereiche, in denen nur Fahrzeuge fahren und sich bestimmungsgemäß keine Fußgänger aufhalten dürfen, können baulich durch Wände, Zäune, Türen oder Fördertechnikanlagen abgetrennt werden (siehe Abbildung 34). Diese Barrieren müssen mindestens 2 m hoch sein. Das Öffnen einer Tür in einem abgetrennten Bereich darf nur mit einem Schlüssel möglich sein. Der Weg nach draußen sollte jedoch immer frei möglich sein.

Auch außerhalb des baulich abgesicherten Bereiches muss bei der Planung ein sicheres Arbeiten gewährleistet werden. Für Fußgänger darf keine Quetsch- und Schergefahr bestehen.

### Berührungslose Zutrittsüberwachung

Die Zutrittsüberwachung erfolgt über ein Lichtschrankensystem, das vor dem Regaleingang platziert ist und zwischen Personen und Flurförderzeugen unterscheiden kann. Abbildung 35 zeigt die Anordnung der Lichtschranksen für die Personen- und Fahrzeugerkennung

Wenn bestimmungsgemäß nur Fahrzeuge oder nur Personen im Gang arbeiten dürfen, ist eine Unterscheidung bei der Zutrittsüberwachung nicht notwendig. Das System löst einen optischen und akustischen Alarm aus, wenn sich zwei Objekte in einem Gang bewegen.

Bei einem Alarm muss das Warnsystem deutlich hör- und sichtbar sein. Das optische Warnsignal muss am Eingang jedes Gangs platziert werden und das akustische Warnsignal muss im gesamten Lagerbereich hörbar sein.

Abbildung 34 – Bauliche Trennung des Schmalgangbereiches

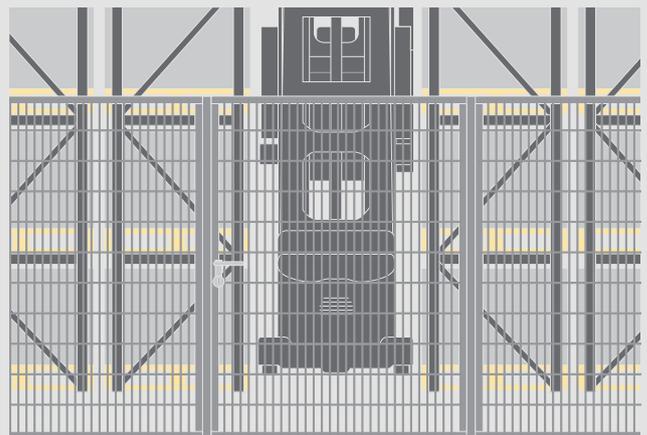
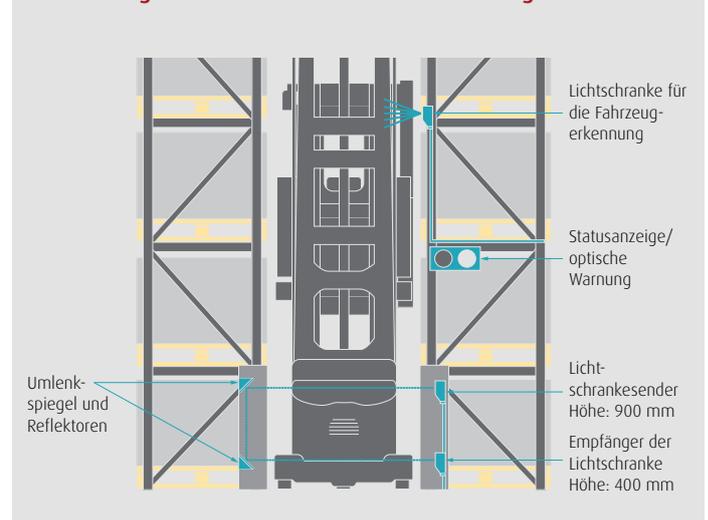


Abbildung 35 – Stationäre Zutrittsüberwachung



Das Zutrittsüberwachungssystem muss seine Funktion mindestens stündlich automatisch überprüfen. Ein negativer Selbsttest löst einen optischen und akustischen Alarm aus.

**Sicherheitsystem am Fahrzeug**

Für das sichere Arbeiten im Schmalgang sind heute überwiegend mobile Personenschutzsysteme Standard (siehe Abbildung 36).

Das Flurförderzeug wird auf der Antriebsseite und Lastseite mit Sicherheitslaserscannern ausgerüstet. Diese überwachen den Gang auf einer horizontalen Scan-Ebene zwischen 20 und 50 cm über dem Boden. Wenn etwas, z. B. eine Person, im Warnfeld erkannt wird, wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 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. Das System berücksichtigt die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs kombiniert mit der Höchstlast des Fahrzeugs.

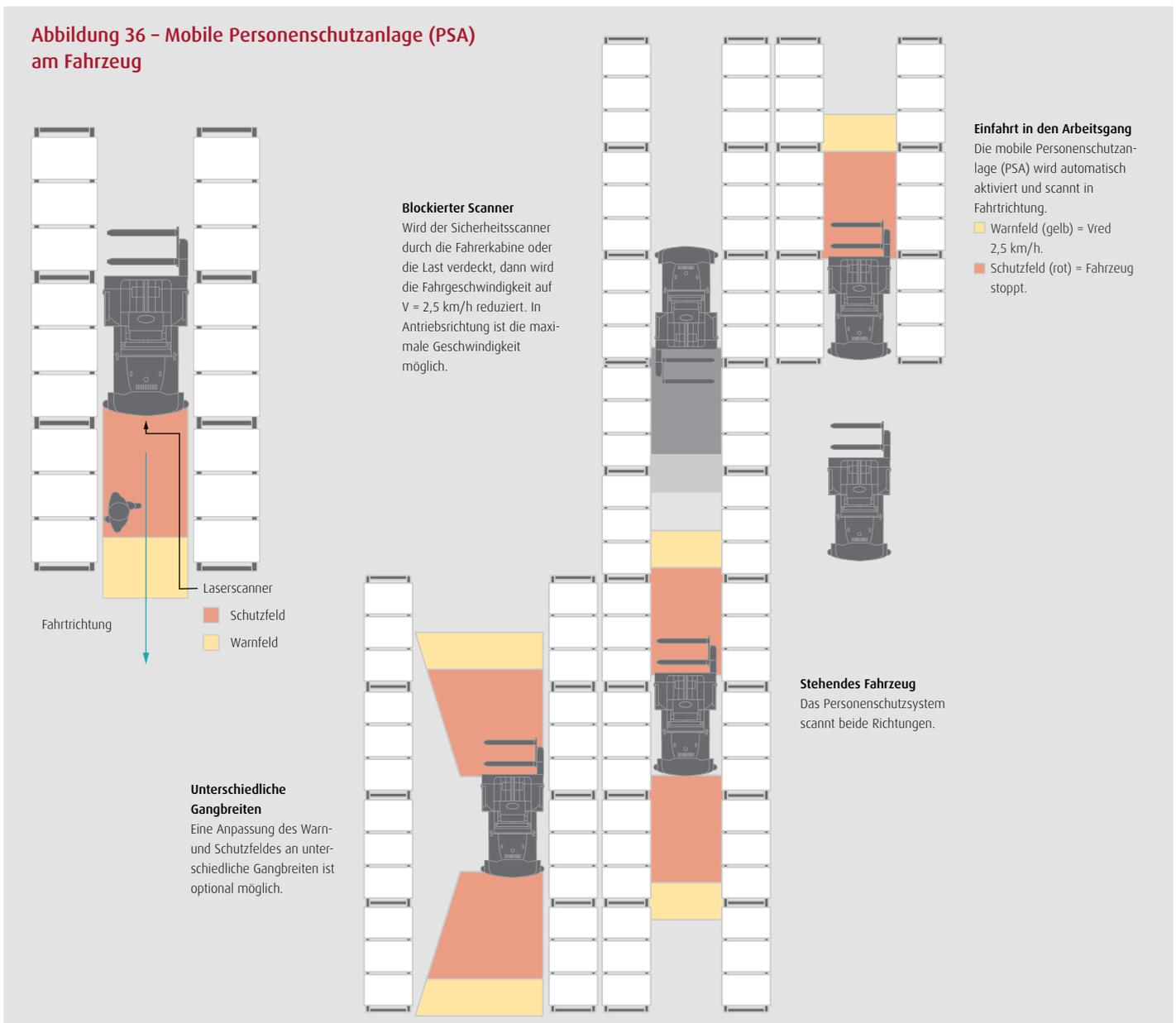
Wenn das Fahrzeug mit Höchstgeschwindigkeit fährt und mit maximaler Last beladen ist, muss das Fahrzeug bis zum Stillstand abbremsen, bevor das erkannte Hindernis erreicht wird. Aus Sicherheitsgründen kann der Alarm vom Bediener erst zurückgesetzt werden, nachdem das Fahrzeug

zum vollständigen Stillstand gekommen ist. Außerhalb der Schmalgänge ist die Überwachungseinrichtung nicht aktiv.

**Montage der Scanner**

Aus Platzgründen kann der Scanner auf der Lastseite nur hinter den Gabelzinken bzw. unterhalb der Kabine angebracht werden. Das bedeutet, dass es bei abgesenkten Gabelzinken keine Sicht und damit keine Sicherheitsfunktion gibt. In diesem Fall darf das Flurförderzeug nur mit Schleichfahrt (max. 2,5 km/h) fahren. Über einen Schalter am Mast wird bestimmt, 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 der durch das Personenschutzsystem zulässigen maximalen Geschwindigkeit im Schmalgang bewegen.

**Abbildung 36 – Mobile Personenschutzanlage (PSA) am Fahrzeug**



### Aktivierung des Personenschutzsystems

Die Fahrzeugposition kann mit Reflexlichtschranken mit kodierten Reflexmarken am Regal ermittelt werden. Die erste Kodierung befindet sich am Zugang zum Schmalgang. Bei Erkennung dieser Codierung wird das mobile Personenschutzsystem aktiviert, d. h. der Fahrtrichtungsgeber startet die Wegmessung und ermittelt die Fahrtrichtung. Die Schutzfelder werden aktiviert.



### Inbetriebnahme

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 Bediener über das Terminal mitgeteilt. Das Fahrzeug kann danach aus Sicherheitsgründen nur noch in Schleichfahrt betrieben werden.

## LINDE BLUESPOT™ – DAS STILLE SICHERHEITSSIGNAL

Unabhängig davon, ob die Belegschaft ein Fahrzeug fährt oder zu Fuß geht, verliert sie bei der Arbeit schnell die potenziellen Risiken aus den Augen. Entweder ist sie unaufmerksam oder in ihre Arbeit vertieft. Laute Geräusche lenken ab und können wichtige Warnsignale übertönen. Diese Umstände können zu gefährlichen Unfällen auf dem Betriebsgelände führen. Die innovative Fahrwegwarneinrichtung Linde BlueSpot™ minimiert dieses Risiko geräuschlos.

Die elektrischen Bauteile in der Fahrwegwarneinrichtung sind für die Schutzart IP67 zugelassen. Eine einfache Möglichkeit, um die Sicherheit außerhalb des Gangs zu erhöhen.



Fahrzeug-Lokalisierung



# TECHNOLOGIEN ZUR POSITIONSBESTIMMUNG

Assistenzsysteme in Schmalgängen brauchen Orientierung. Dabei benötigen die Systeme verschiedene Genauigkeiten. Fixe Orientierungspunkte in Kombination mit Wegmessensensoren ermöglichen eine horizontale Positioniergenauigkeit von bis zu 5 mm.

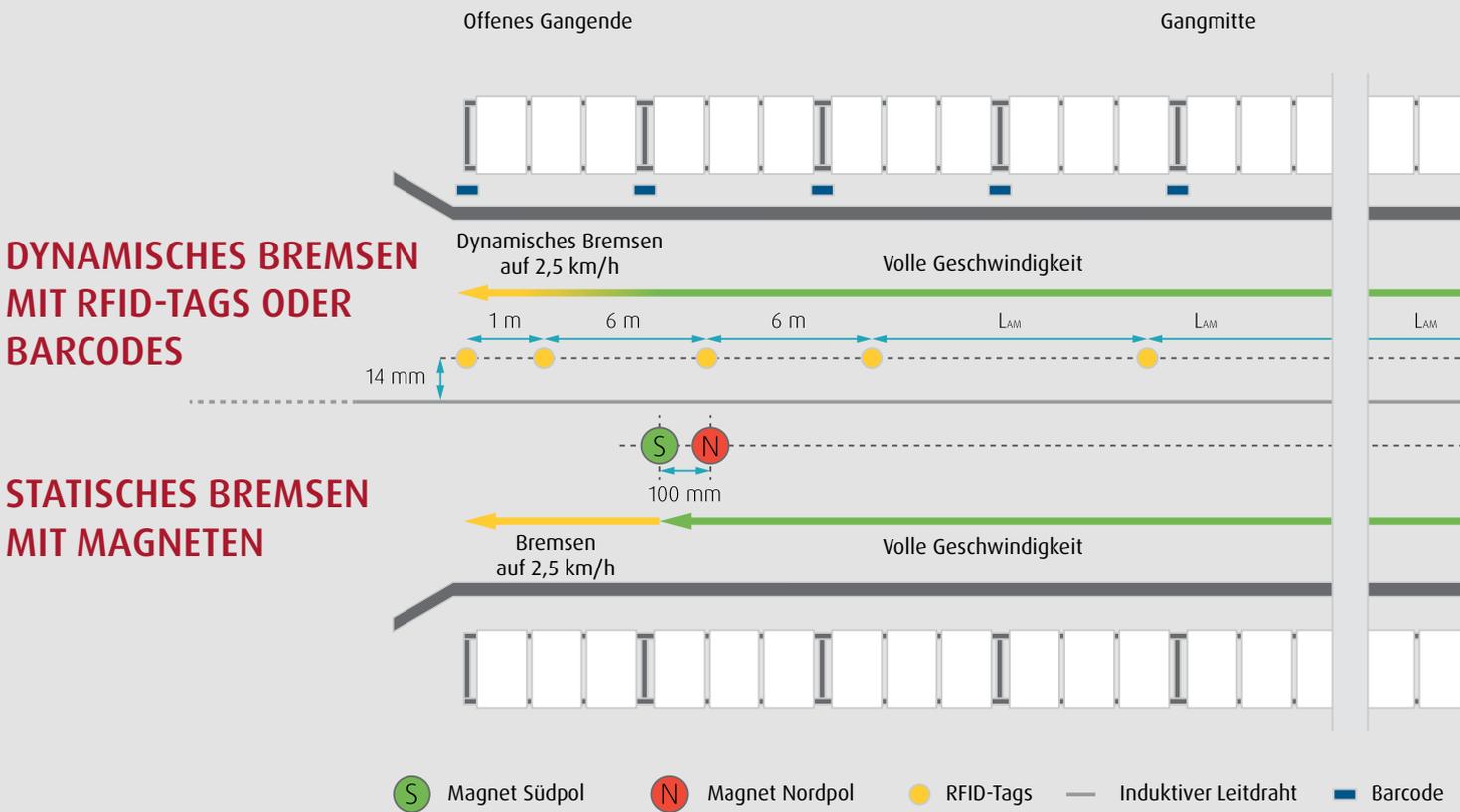


## MAGNETE

Linde Magnete sind sehr klein und somit sehr einfach und kostengünstig zu installieren. Es werden zwei Magnetpaare hintereinander im Boden verlegt. Die Fahrzeugsteuerung erkennt, je nachdem, ob der Südpol- oder der Nordpol-Magnet zuerst überfahren wird, in welche Richtung das Fahrzeug unterwegs ist, und somit, ob und wie das Fahrzeug abbremsen muss. Magnete sind ideal in Lagerbereichen, in denen einfache Fahr- und Hubbewegungen notwendig sind.



Abbildung 37 – Plan für das Bremsen am Gangende



Im Folgenden möchten wir Ihnen einen kurzen Überblick über die unterschiedlichen Systeme geben. Jedes dieser Systeme hat Vor- und Nachteile, so dass keine allgemeine Empfehlung für jedes Lager abgegeben werden kann.

**Tabelle 9 – Systeme zur Positionsbestimmung**

	Gangende-Sicherung	Hub- und Fahrbewegung	Gangsicherheitsassistent	Linde Navigation
Magnete	X	X		
Barcodes	X	X	X	X
RFID	X	X	X	X

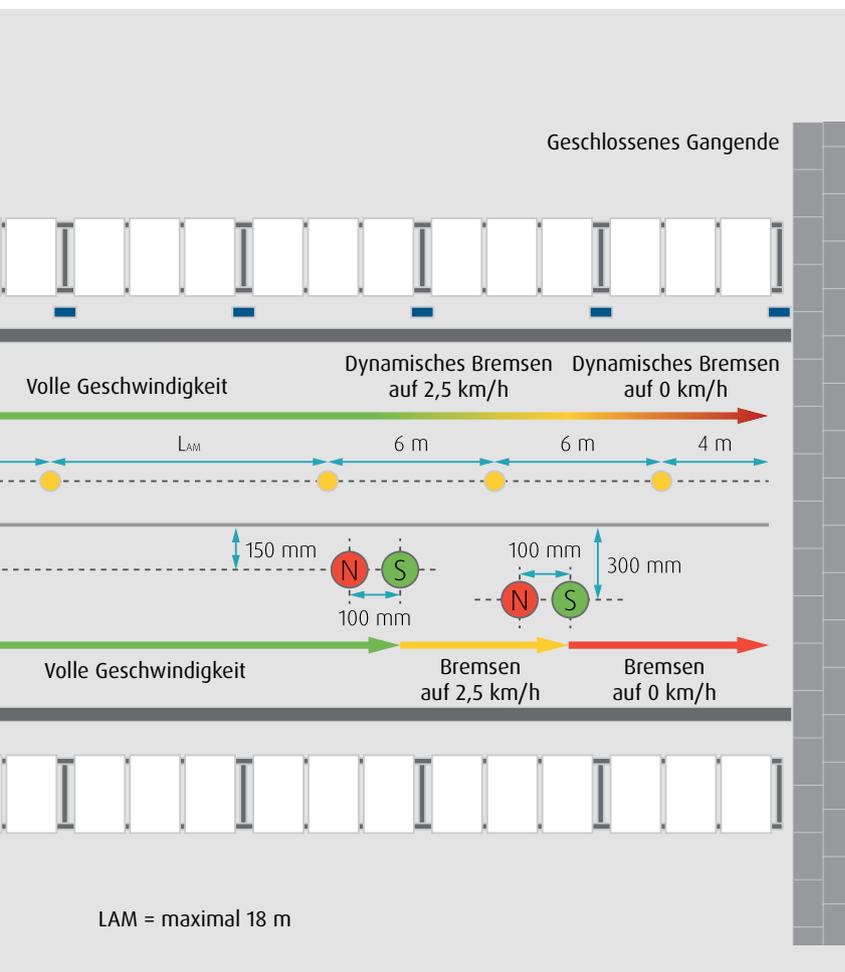
## RFID

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. Zusammen mit dem Wegmesssystem am Lastrad kennt das Fahrzeug seine genaue horizontale Position. Beim Fahren über einen RFID-Tag wird das Fahrzeug referenziert.

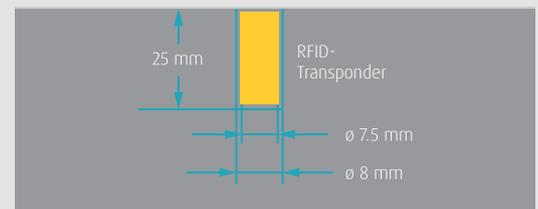


## BARCODE

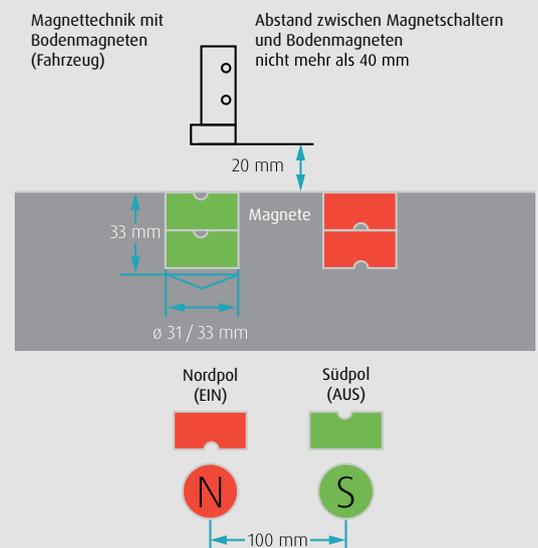
Im Vergleich zu den RFID-Tags müssen bei der Barcode-Technologie keine Löcher in den Boden gebohrt werden. Linde Barcodes werden ca. 50 cm oberhalb des Bodens an allen Regalstehern angebracht. Das Fahrzeug scannt den Barcode und kann dadurch seine Position im Lager exakt bestimmen. Das Fahrzeug hat dasselbe redundante Wegmesssystem wie ein mit RFID ausgestattetes Fahrzeug. Mit jedem Barcode wird die neue Position des Fahrzeugs referenziert.



**Abbildung 38 – Installationstiefe von RFID-Tags**



**Abbildung 39 – Installationstiefe von Magneten**



## Intelligente Energielösungen

# ENERGIE



Schmalgangstapler müssen unterschiedliche Herausforderungen meistern, darunter eine hohe Verfügbarkeit und Kosteneffizienz. Alle Schmalgangstapler im Lager werden elektrisch angetrieben. Die Auswahl der Energietechnologie sollte sehr sorgfältig erfolgen, da sie großen Einfluss auf die Investitions- und Betriebskosten hat.



## ENERGIEVERBRAUCH DER FAHRZEUGE

Energieeinsparungen sind von großer Bedeutung, wenn es um die Betriebskostenentwicklung geht. Darüber hinaus gewinnt der ökologische Fußabdruck immer mehr an Bedeutung.

Aufgrund der unvorhersehbaren Entwicklung bei den Energiekosten und neuen gesetzlichen Anforderungen müssen Lagerbetreiber in Zukunft auch bei der Lagerplanung und beim Betrieb noch stärker auf die Energieeffizienz achten, um die neuen Vorschriften zur Energieeinsparung zu erfüllen und trotzdem wettbewerbsfähig zu bleiben.

Durch das modulare Baukastensystem von Linde mit unzähligen Möglichkeiten wird jedes Fahrzeug individuell auch im Hinblick auf den Energieverbrauch optimiert. Der Linde Energie-Kalkulator berechnet anhand festgelegter Zyklen (VDI 3561) den individuellen Energieverbrauch für jedes Fahrzeug und den Palettendurchsatz in Abhängigkeit von Parametern wie Schichtzeiten, Anteil an Einzel- oder Doppelspiel, Abmessungen der Last oder der Regale.

### Um den Energieverbrauch dauerhaft auf das bekannt niedrige Niveau zu senken, haben die Schmalgangstapler von Linde

- regeneratives Bremsen und regeneratives Absenken für eine effektive Energierückgewinnung
- aktives Energiemanagement für einen niedrigen Stromfluss
- aktives Batteriemanagement für niedrige Stromspitzen
- hoch effiziente Hydraulik

## VERFÜGBARE BATTERIETYPEN FÜR VNA

Schmalgangstapler können mit Bleisäure und mit Li-ION-Batterien ausgestattet werden. Je nach Anwendung hat Linde für Ihre individuellen Ansprüche das richtige Energiesystem.

Bleisäure-Batterien sind seit Jahrzehnten auf dem Markt bekannt und haben niedrige Investitionskosten. Mit einer bestehenden Infrastruktur kann es sinnvoll sein, weiterhin Bleisäure-Batterien zu nutzen. Als Faustregel gilt Folgendes: Wenn ein Kunde eine einzige Schicht fährt und den Tag mit einer Batterieladung meistert, dann sollte Bleisäure die bevorzugte Option sein. Sind aber Batteriewechsel notwendig, machen Lithium-Ionen-Batterien Sinn.

Die Li-ION-Technologie ist aus vielen Gründen der Stand der Technik: Linde Li-ION-Batterien bieten eine kurze Ladezeit, hohe Energieeffizienz und eine sehr lange Produktlebensdauer sowie Wartungs- und Emissionsfreiheit (siehe Abbildung 40).

Experten gehen davon aus, dass die Lithium-Technologie in naher Zukunft der Standard auf dem Markt sein wird.

Die Linde Li-ION-Technologie wurde in enger Zusammenarbeit mit Batterieherstellern entwickelt, um höchste Sicherheit und Leistung zu erreichen. Ein wichtiges Highlight bei der Lebensdauer der Li-ION-Batterien sind die mindestens 2500 vollen Ladezyklen mit mindestens 80 % Restkapazität. In Kombination mit einer höheren Batterieeffizienz garantiert dies insgesamt mehr Nutzkapazität für den Kunden und seine Anwendung. Das System als Ganzes, bestehend aus Fahrzeug, Batterie und Ladegerät, ist optimal aufeinander abgestimmt.

Linde hat einen Energie-Kalkulator entwickelt, um die beste Lösung für jeden Kunden zu ermitteln. Dieses Beratungs- und Berechnungstool simuliert die Anwendung des Kunden im Detail und liefert die perfekte Kombination aus Batterie und Ladegerät für die Anwendung.

Bitte wenden Sie sich an Ihren Vertriebsmitarbeiter bei Linde.

### Abbildung 40 – Die wichtigsten Vorteile der Li-ION-Technologie



#### Kurze und schnelle Zwischenladung

Batterien können während kurzer Pausen aufgeladen werden, wodurch die Verfügbarkeit der Fahrzeuge erhöht wird.



#### Reduzierte Emissionen

Keine Leckage von gefährlichen Batteriegasen und -säuren.



#### Kein Batteriewechsel mehr

Sie sparen Zeit und Kosten, weil Ersatzbatterien und Bereiche für den Batteriewechsel nicht mehr benötigt werden.



#### Wartungsfreier Betrieb

Eine Reinigung und ein Befüllen mit Wasser entfallen.



## AUFLADEN VON BATTERIEN UND BEDINGUNGEN FÜR LADEBEREICHE

### Aufladen der Batterie

Neben dem Parken des Fahrzeugs und dem Laden einer Bleisäure-Batterie über einen längeren Zeitraum kann die Batterie auch gewechselt werden. In diesem Fall wird die entladene Batterie durch eine voll aufgeladene Bleisäure-Batterie ersetzt. Nach wenigen Minuten ist das Fahrzeug wieder für den Einsatz bereit. Linde bietet zu diesem Zweck Batteriewechselgeräte. Die entladene Batterie kann in einem separaten Bereich mit dem Linde Ladegerät, das den individuellen Anforderungen an die Energieversorgung entspricht, geladen werden. Der Ladevorgang muss in einem separaten Raum erfolgen, was bei der Planung berücksichtigt werden muss.

Ein Vorteil von Li-ION-Batterien ist die Zwischenladung. Ein zweiter Batteriestecker am Fahrzeug bietet die Möglichkeit für eine Schnellaufladung. Als Faustregel kann man sagen, dass 10 Minuten Ladezeit 60 Minuten Fahrzeit ergeben. Während des Zwischenladevorgangs bleiben das Fahrzeug, das Terminal und die Drucker eingeschaltet. Das Linde Li-ION-Ladegerät kommuniziert mit der Batterie und verhindert, dass das Fahrzeug während des Ladevorgangs bewegt wird.

### Anforderungen an den Ladebereich

Für den Betrieb von Ladestationen und der separaten Räume sind besondere Sicherheitsanforderungen zu berücksichtigen. Je nach Technologie und Land müssen unterschiedliche Standards erfüllt werden.

Der VDMA bietet auf seiner Homepage ein Broschüre über Li-ION-Batterien an. Alle weiteren Standards sind in DIN EN 62483-3 definiert.

## STROMSCHIENEN FÜR DIE STROMZUFÜHRUNG

Stromschienensysteme eignen sich für den Mehrschichtbetrieb oder für automatisierte Fahrzeuge mit Bleisäure-Batterien. Durch die Aufladung während des Betriebs kann eine Beeinträchtigung der Lebensdauer auf ein Minimum reduziert werden. Neben der Zeitersparnis kann auch auf den für Bleisäure-Batterien vorgesehenen separaten Ladebereich verzichtet werden. Aufgrund des hohen Investitionsbedarfs sind Stromschienensysteme nicht so verbreitet.

### Funktionsweise

Während des geführten Betriebs im Regalgang wird ein Stromabnehmer

automatisch in die am Regal angebrachte Stromschiene eingeführt. Diese Schiene ist normalerweise auf einer Höhe von etwa 2 – 3 Metern angebracht. Das am Fahrzeug angebrachte mobile Batterieladegerät lädt nun die Batterie während der Fahrt auf. Ladegeräte sind als 48 V- und 80 V-Version erhältlich.

Auf dem Markt haben sich zwei Systeme bewährt: die „geschlossenen und offenen Stromschienen“. Sie werden hauptsächlich von Wampfler und Vahle angeboten (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10 – Vergleich zwischen geschlossener und offener Stromschiene

	Geschlossene Stromschiene	Offene Stromschiene
Funktionsweise	Bei der geschlossenen Stromschiene wird der Stromabnehmer durch einen Einführungstrichter in das geschlossene U-Profil der Schiene geführt.	Beim offenen System befindet sich der Kontakt des Stromabnehmers auf der Vorderseite der Stromschiene.
Eigenschaften	Geringe Verschmutzung der Stromschienen. Kein Platzverlust im Gang durch den Eingangstrichter. Optimale Steuerung des Stromabnehmers am Fahrzeug.	Niedriges Aufbaumaß zur Gangseite. Besserer Zugang für Sichtinspektion und Reparatur.
Investition	Ist tendenziell günstiger	Ist tendenziell teurer

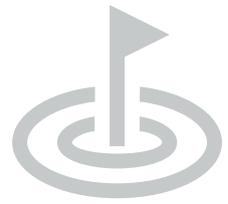
### Voraussetzungen für die Stromschiene

Die Qualität des Fußbodens muss die im Kapitel „Der Fußboden“ beschriebene FEM-Norm erfüllen. Die abweichenden Toleranzen zwischen Stromschiene und Stromschienenführung und Führungsdraht dürfen  $\pm 5$  mm betragen. Für die Träger ist eine maximale Biegung von 9 mm erlaubt. Zwischen der Stromversorgung des Kunden und der Stromversorgung der Stromschiene ist ein Verteilerkasten im Regal anzubringen. Aus sicherheitstechnischen Gründen muss ein Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB) installiert werden. Ein RCCB ist eine elektrische Verdrahtung, die den Stromkreis unterbricht, wenn der Strom nicht ausgeglichen ist.



## Individuelle Lösungskonzepte für Ihre Anwendung

# SPEZIELLE SCHMALGANGLÖSUNGEN



Kaum ein Schmalganglager gleicht dem anderen. Dank der modularen Bauweise der Linde Schmalgangstapler bietet Linde das umfassendste Angebot an Schmalgangstaplern auf dem Markt. Mit Standardoptionen können vielfältige Kombinationslösungen erstellt werden.

## KÜHLHAUS-AUSFÜHRUNG

Fahrzeuge in Kühlhäusern unterliegen mitunter den härtesten Anforderungen. Kühlhausanwendungen sind eine großartige Gelegenheit, die Stärke der Linde Schmalgangstapler unter Beweis zu stellen. Die Fahrzeuge von Linde können in einem dauerhaften Minus-Temperaturbereich von bis zu  $-30\text{ °C}$  betrieben werden. Neben speziellen Ölen und Fetten führen weitere speziell angepasste Komponenten dazu, dass das Fahrzeug für den Einsatz in Kühlhäusern geeignet ist.

Die Linde Kühlhauskabine garantiert eine angenehme Temperatur am Arbeitsplatz bei Außentemperaturen von bis zu  $-30\text{ °C}$ . Die Kabine kann für den Bediener mit thermostatischer Heizung, Funktechnik, Notausstieg und Belüftungssystem ausgestattet werden.

### Wichtige Aspekte für die Anwendung in Kühlhäusern

- Das Fahrzeug muss vor dem Einfahren in das Kühlhaus trocken sein.
- Ein Wechselbetrieb (warm/kalt/warm/kalt) ist nicht zulässig.
- Batterien können im Kühlhaus gewechselt werden.
- Die Li-ION-Technologie ist ab Werk möglich, wenn das Fahrzeug in wärmeren Bereichen ( $-20\text{ °C}$  –  $0\text{ °C}$ ) geladen wird.
- Fahrzeuge für Kühlhäuser können im „normalen“ Bereich nur begrenzt eingesetzt werden.
- Instandhaltungsintervalle sind etwa alle 500 Betriebsstunden zu planen.
- Reduzierte Batterielevensdauer (zusätzliche Heizlüfter, Sitzheizungen usw.).
- Teilweise verlängerte Reparaturzeiten aufgrund der Einsatzbedingungen sind zu berücksichtigen.



## KUNDENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN

Natürlich liefern wir die Fahrzeuge auch gerne in einem kundenspezifischen Farbdesign. Aber auch Änderungen an der Konstruktion oder Konzeption sind möglich. Es ist eine der Stärken von Linde Material Handling, die perfekte Lösung für Ihre Anwendung zu finden. Viele Sonderlösungen für Schmalgangstapler wurden bereits an unsere Kunden geliefert. Ein kurzer Überblick:

- Unterschiedliche Anbaugeräte, zum Beispiel Klammern für "weiße Waren" wie Kühlschränke oder Waschmaschinen, oder Gabelzinken für eine doppelt tiefe Einlagerung.
- Fahrzeuge für EX-Zone 2.
- Führungen für unterschiedliche Regale, z. B. mobile Regalsysteme.
- Kommissionierstapler mit mehr als 17 m Kommissionierhöhe.
- Individuelle Plattformen und Kommissioniergestelle.



# NORMEN



## BODEN

### DIN EN 1045 Teil 2

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

### DIN EN 1081

Elastische Bodenbeläge – Bestimmung des elektrischen Widerstandes

### DIN EN 1045 Teil 3

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung

### DIN EN 18560 Teil 7

Estriche im Bauwesen – Teil 7: Hochbeanspruchte Estriche (Industrieestriche)

### DIN 18202

Toleranzen im Hochbau – Bauwerke

### FEM 4.103 – 1 und 10.2.14 – 1

Warehouse floors – Storage system areas operated by Industrial Trucks – Tolerances, deformations, methods of measurement and additional requirements for VNA truck operation (ehemals DIN 15185-1 und VDMA Richtlinie)

## REGALE

### DIN EN 15512

Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Verstellbare Palettenregale – Grundlagen der statischen Bemessung

### DIN EN 15620

Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Verstellbare Palettenregale – Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume

### DIN EN 15635

Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Anwendung und Wartung von Lagereinrichtungen

### DIN EN 15629

Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Spezifikation von Lagereinrichtungen

### DIN ISO 6292

Kraftbetriebene Flurförderzeuge und Schlepper – Bremsleistung und Komponentenfestigkeit

### VdS CEA 4001

Richtlinien für Sprinkleranlagen – Planung und Einbau

## SICHERHEIT

### DIN 4102 Teil 1-5

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

### DIN ISO 6292

Kraftbetriebene Flurförderzeuge und Schlepper – Bremsleistung und Komponentenfestigkeit

### DIN EN ISO 13849 Teil 1

Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen –

Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze

### DIN EN ISO 13854

Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen

### DIN EN ISO 3691 Teil 1

Sicherheit von Flurförderzeugen – Sicherheitsanforderungen und Verifizierung – Teil 1: Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge mit Ausnahme von fahrerlosen Flurförderzeugen, Staplern mit

veränderlicher Reichweite und Lastentransportfahrzeugen (ISO 3691-1: 2011, einschließlich Cor 1:2013)

### DIN EN ISO 3691 Teil 3

Flurförderzeuge – Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung – Zusätzliche Anforderungen für Flurförderzeuge mit hebbarem Fahrerplatz und Flurförderzeuge, die zum Fahren mit angehobener Last ausgelegt sind

### DIN EN ISO 3691 Teil 6

Flurförderzeuge – Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung – Teil 6: Lasten- und Personentransportfahrzeuge (ISO 3691-6: 2013)

### DIN 15185 Teil 2

Flurförderzeuge – Sicherheitsanforderungen Teil 2: Einsatz in Schmalgängen

## ENERGIE

### DIN EN ISO 50001

Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung

### VdS 2259

Batterieladegeräte für Elektrofahrzeuge, Richtlinien zur Schadenverhütung

### EN 16247

Energieaudits – Allgemeine Anforderungen, Gebäude, Prozesse, Transport

### DIN EN 62483 Teil 3

Intelligente Verkehrssysteme – DATEX II Datenaustauschspezifikationen für Verkehrsmanagement und Verkehrsinformationen

### VDMA-Richtlinie

Lithium-Ionen-Batteriesysteme in Flurförderzeugen

### VDI 3561 Testspiele

Testspiele zum Leistungsvergleich und zur Abnahme von Regalförderzeugen

### ASR A1.8

Verkehrswege. Technische Regel für Arbeitsstätten.

### ASR A2.3

Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan. Technische Regel für Arbeitsstätten.

### DGUV Vorschrift 68

Flurförderzeuge (ehemals BGV D27)

### DGUV Regel 108-007

Lagereinrichtungen und -geräte (ehemals BGR 234)

### DGUV Informationen 208-030

Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen

### Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Es handelt sich um die deutsche Umsetzung der Richtlinie 2009/104/EG über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit und den Betrieb von überwachungsbedürftigen Systemen im Rahmen der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes.

### Für Deutschland

Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) Technische Regel für Arbeitsstätten (ASR A1.8 – Verkehrswege)

## **Linde Material Handling GmbH**

Die Linde Material Handling GmbH, ein Unternehmen der KION Group, ist ein weltweit führender Hersteller von Gabelstaplern und Lagertechnikgeräten sowie Anbieter von Dienstleistungen und Lösungen für die Intralogistik. Mit einem Vertriebs- und Servicenetzwerk in mehr als 100 Ländern ist das Unternehmen in allen wichtigen Regionen der Welt vertreten.

**LINDE – FOR YOUR PERFORMANCE**



**Linde Material Handling GmbH** | Carl-von-Linde-Platz | 63741 Aschaffenburg, Deutschland  
Tel.: +49 6021 99 0 | Fax: +49 6021 99 1570 | [www.linde-mh.com](http://www.linde-mh.com) | [info@linde-mh.com](mailto:info@linde-mh.com)  
Gedruckt in Deutschland