

208-057

DGUV Information 208-057



Einsatz von Schleppern und Anhängern als Routenzüge

kommmitmensch ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Intralogistik und Handel
des Fachbereichs Handel und Logistik der DGUV

Ausgabe: Oktober 2020

DGUV Information 208-057
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p208057

Bildnachweis

Titelbild: © Studio Gi/stock.adobe.com;
Abb. 1, 2, 4, 8, 10, 11, 13-15, 20, 22, 24, 25, Tabelle 2 Spalten 3, 6-8, 10,11:
© Gabriel-Transportsysteme GmbH;
Abb. 3, 5-7, 9, 12, 16, 21, 23, 26: © Jungheinrich AG;
Abb. Tabelle 2 Spalten 2, 9: © STILL GmbH;
Abb. Tabelle 2 Spalten 4, 5: © JUNG Hebe- und Transporttechnik GmbH;
Abb. 17-19: © DGUV

Einsatz von Schleppern und Anhängern als Routenzüge

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite		
Orientierungshilfe für den Arbeitsschutz	5	7	Sondereinsätze von Routenzügen	31	
1	Definition der Begrifflichkeiten	6	7.1	Mitnahme von Personen	31
2	Ausbildung von Routenzugfahrern und Routenzugfahrerinnen	8	7.2	Befahren von Steigungen und Gefällstrecken	31
3	Gesundheitliche Belastungen für Routenzugfahrerinnen und Routenzugfahrer	9	8	Instandhaltung und Prüfung	32
3.1	Physische Belastungen	9	Literatur	33	
3.2	Psychische Belastung	10			
4	Betriebsanweisung und Unterweisung	11			
5	Beschaffenheitsanforderungen	14			
5.1	Allgemeines	14			
5.2	Sicherheitstechnik	14			
5.3	Zugfahrzeug/Schlepper	15			
5.4	Anhänger	17			
6	Sicherer Betrieb von Routenzügen	21			
6.1	Allgemeine Anforderungen an Fahrzeuge und Anhänger	21			
6.2	Sicht- und Funktionsprüfung durch die Zugführerin oder den Zugführer vor Einsatz des Routenzugs	21			
6.3	Verkehrswege und Verkehrsflächen	21			
6.3.1	Fahrwege beim Einsatz von Routenzügen	23			
6.3.2	Ungeeignete Geometrie der Verkehrswege ..	23			
6.3.3	Fahrwege im Kurvenbereich	24			
6.3.4	Funktionsflächen (Be-/Entladebereich)	24			
6.4	Fahrzeuge/Anhänger	24			
6.4.1	Nicht angepasste Geschwindigkeit	24			
6.4.2	Unkontrolliert bewegte Ladung	24			
6.4.3	Ungeeignete Routenzuglänge	24			
6.4.4	Be- und Entladestellen	26			
6.4.5	Kuppelprozess	26			
6.4.6	Beleuchtung	27			
6.5	Fahrerinnen und Fahrer von Routenzügen und Beschäftigte an den Schnittstellen	28			
6.5.1	Wie wird die Sicht des Fahrers bzw. der Fahrerin beeinflusst?	28			
6.5.2	Wie wird vermieden, dass Personen beim (An-)Fahren zwischen die Anhänger treten?	28			
6.6	Fahrerlose Routenzüge	29			

Orientierungshilfe für den Arbeitsschutz

In den letzten Jahren kann eine steigende Verbreitung von Routenzügen als innerbetriebliches Transportmittel z. B. in der Automobilindustrie und verstärkt auch in anderen Branchen beobachtet werden. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass mit einem Routenzug auf effiziente Weise unterschiedlichste Ladungsträger in kleinen Losen und hoher Frequenz gebündelt an unterschiedliche Orte transportiert werden können. Hierdurch kann der innerbetriebliche Staplerverkehr reduziert und das Unfallgeschehen durch innerbetrieblichen Transport verringert werden.

Neben herkömmlichen Systemen, die vollständig vom Menschen bedient und gesteuert werden, setzen sich halbautonome Fahrzeuge sowie fahrerlose Transportsysteme (FTS) immer mehr durch. Die fahrerlosen Routenzugsysteme zählen zur Gruppe der FTS.



Abb. 1
Routenzug mit Sitzschlepper
und Anhänger U-Frame

1 Definition der Begrifflichkeiten

Routenzug

Ein Routenzug ist ein Verbund aus Schlepper und Anhänger(n), der als Transportmittel im Routenzugsystem dient. Routenzüge gibt es in verschiedenen Ausprägungen:

- manuelle Fahrt mit manuellem Lasthandling
- automatisierte Fahrt mit manuellem Lasthandling
- manuelle Fahrt mit automatisiertem Lasthandling
- automatisierte Fahrt mit automatisiertem Lasthandling

Routenzugsystem

Unter einem Routenzugsystem versteht man ein innerbetriebliches Transportsystem, in dem Transporteinheiten gebündelt bewegt werden. Es besteht aus einem oder mehreren Routenzügen sowie einem Konzept, bei dem verschiedene Bereitstellorte mit unterschiedlichen Materialien auf einer Tour versorgt oder verschiedene Materialien von mehreren Orten auf einer Tour eingesammelt werden können. Ein Routenzug fährt üblicherweise auf einer festgelegten Route (einem festgelegten Fahrweg). In einigen Fällen verkehrt er gemäß einem festen Fahrplan bzw. in einem festen Takt. Das System lässt sich daher mit einem Bussystem im öffentlichen Personennahverkehr vergleichen.

Fahrerloses Flurförderzeug

Ein **fahrerloses Fahrzeug** ist ein angetriebenes Fahrzeug (ggf. einschließlich Ladung), konstruiert um automatisch zu fahren, wobei die Sicherheit des Betriebs nicht von einem Fahrer oder einer Fahrerin abhängt.

Ein **Fahrerloses Transportfahrzeug (FTF)** ist ein flurgebundenes Fördermittel mit eigenem Fahrentrieb, das automatisch gesteuert und berührungslos geführt wird. Fahrerlose Transportfahrzeuge dienen dem Materialtransport, und zwar zum Ziehen oder Tragen von Fördergut mit aktiven oder passiven Lastaufnahmemitteln. Typische Einsatzgebiete sind die Intralogistik bei Stückgut-Herstellern, Montagelinien in der Serienmontage, Krankenhauslogistik und Hafenlogistik. Bei den FTF handelt es sich meist um Einzelfahrzeuge, mit denen Materialien sowohl vertikal als auch horizontal bewegt werden können.

Fahrerloses Transportsystem (FTS)

Fahrerlose Transportsysteme (FTS) sind flurgebundene Systeme, die innerbetrieblich innerhalb und/oder außerhalb von Gebäuden eingesetzt werden. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem oder mehreren automatisch



Abb. 2 Routenzug mit Stehschlepper und Palettenfahrrahmen



Abb. 3 Materialversorgung in der Produktion mit einem Routenzug

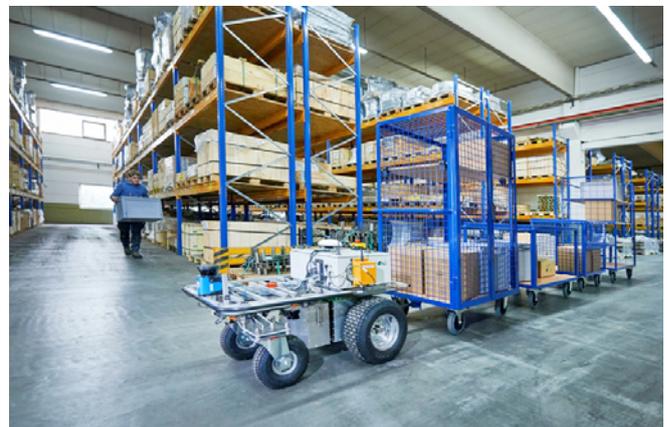


Abb. 4 Routenzug mit FTS und Regalwagen

gesteuerten, berührungslos geführten Fahrzeugen mit eigenem Fahrtrieb und bei Bedarf aus

- einer Leitsteuerung,
- Einrichtungen zur Standortbestimmung und Lageerfassung,
- Einrichtungen zur Datenübertragung sowie
- Infrastruktur und peripheren Einrichtungen.

Die wesentliche Aufgabe eines fahrerlosen Transportsystems ist der automatisierte Materialtransport. Im weiteren Sinne zählen zu FTS auch solche Systeme, die für Dienstleistungsaufgaben wie z. B. Handhabung, Überwachung, Reinigung, mobile Auskunft und Führung – auch in öffentlich zugänglichen Bereichen – eingesetzt werden.

Anmerkung:

Ausgenommen hiervon sind Geräte, die als Verbraucherprodukte gemäß Produktsicherheitsgesetz auf dem Markt bereitgestellt werden, z. B. selbstfahrende Staubsauger, Rasenmäher.

Die Fahrzeuge können durch aktive und passive Leitlinien gesteuert werden. Bei den aktiven Leitlinien erfolgt die Führung induktiv durch Leitdraht im Boden. Bei der passiven Leitlinie werden Metallstreifen oder farbige Klebebänder am Boden fixiert, diese werden von Sensoren abgetastet.

Alternativ ist die Wegführung durch eine virtuelle Leitlinie möglich. Hierbei wird im Flurförderzeug meist über rechnergestützte Systeme der Fahrweg gespeichert. Im Außenbereich eines Betriebes, also beispielsweise auf Verlade- oder Lagerplätzen, ortet das System die Gabelstapler via GPS. Im Innenbereich, also etwa in Lagerhallen oder einer überdachten Warenannahme, übernehmen Kameras, Laser oder Funkwellen diese Aufgabe. Bis auf wenige Zentimeter genau erfassen sie bis zu 25 Mal pro Sekunde, wo sich das Fahrzeug gerade befindet. Dies gewährleistet eine Bestimmung der aktuellen Position des Flurförderzeugs.

Fahrerloser Routenzug

Ein fahrerloser Routenzug ist eine Kombination aus einem fahrerlosen Flurförderzeug (automatisierte Zugmaschine, Schlepper) und einer variablen Anzahl von Anhängern.



Abb. 5 Produktionsversorgung mit einem fahrerlosen Routenzug

Bodenroller

Handgeführte Flurfördergeräte, die in den Routenzuganhänger eingeschoben werden, auch genannt Trolleys, Ladungsträgeruntergestelle, Rollenuntersetzer.



Abb. 6 Typischer Rollunterwagen zum manuellen Verschieben von Ladehilfsmitteln



Abb. 7 Rollunterwagen mit ergonomischer Ausstattung, Handbügel und Ladehilfsmittel-Erhöhung

2 Ausbildung von Routenzugfahrern und Routenzugfahrerinnen

Die Zugmaschinen von Routenzügen sind Flurförderzeuge. Haben diese einen Fahrersitz oder einen Fahrerstand, müssen deren Fahrerinnen und Fahrer wie in der DGUV Vorschrift 68 und 69 „Flurförderzeuge“ in § 7 festgelegt, vom Unternehmer bzw. der Unternehmerin zum selbständigen Steuern schriftlich beauftragt werden.

Dazu müssen die Routenzugfahrerinnen und Routenzugfahrer

- mindestens 18 Jahre alt sein,
- für diese Tätigkeit geeignet sowie theoretisch und praktisch ausgebildet sein,
- ihre Befähigung nachgewiesen haben, indem sie eine Fahrprüfung erfolgreich abgelegt haben,
- geistig und körperlich geeignet sein.

Der Nachweis der körperlichen Eignung kann über die arbeitsmedizinische Vorsorge in Anlehnung an die DGUV Information 240-250 „Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 25 ‚Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten‘“ erbracht werden.

Bei der allgemeinen und betriebsspezifischen Ausbildung ist der DGUV Grundsatz 308-001 „Ausbildung und Beauftragung der Fahrer von Flurförderzeugen mit Fahrersitz und Fahrerstand“ zu berücksichtigen.

Wird der Routenzug im öffentlichen Verkehr bewegt, ist neben der geschilderten Ausbildung eine gültige Fahrerlaubnis nach Straßenverkehrsordnung erforderlich.

3 Gesundheitliche Belastungen für Routenzugfahrerinnen und Routenzugfahrer

3.1 Physische Belastungen

Hinsichtlich der physischen Belastungsfaktoren, die aus der Arbeit mit Routenzügen resultieren, müssen folgende Kategorien betrachtet werden:

- Manuelle Lastenhandhabung, etwa beim Ziehen und Schieben von Ladungsträgern vom Entladepunkt zur Montagestelle
- Aktionskräfte, etwa beim Entladen einzelner Transportkisten
- Repetitive Tätigkeiten, etwa bei schnellen Anlieferungen oder beim Entladen einzelner Transportboxen bzw. Kleinladungsträgern
- Schwingungen
- Lärm

Die Ermittlung der möglichen Belastungen an den Arbeitsplätzen kann durch Screening- oder Messverfahren erfolgen (z. B. Checkliste DGUV Information 240-460 „Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 ‚Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen‘“, Leitmerkmalmethoden, IAD-Verfahren, CUELA-System). Betriebsärztinnen und Betriebsärzte sind bei der Ermittlung einzubinden.

Physische Belastungsfaktoren beeinflussen das gesamte Muskel- und Skelettsystem. Sie stehen in Wechselwirkung mit den psychischen Belastungsfaktoren.



Abb. 8
Ergonomische Belastung beim Bestücken von Routenzügen

3.2 Psychische Belastung

Bezogen auf die Mensch-Arbeitsmittel-Schnittstelle in Verbindung mit den Transportsystemen können die in der folgenden Tabelle aufgeführten psychischen Belastungsfaktoren relevant sein.

Tabelle 1 Mögliche psychische Belastung

Mögliche psychische Belastung	
Arbeitsinhalt/ Arbeitsaufgabe	Eingeschränkte Handlungsspielräume durch ständige Wiederholung gleichartiger Arbeitsabläufe beim Be- und Entladen
	Verantwortlichkeiten sind nicht eindeutig geklärt, z. B. bei Störungen oder Schäden an den Routenzügen
	Unzureichende Qualifikation durch fehlende oder falsche Unterweisung über den Umgang mit Routenzügen
Mensch-Maschinen-Schnittstelle	<p>Gebrauchstaugliche Schnittstellengestaltung, Dialogprinzipien</p> <p>Nummer 6.5 des Anhangs der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) bezieht sich auf die Schnittstellengestaltung/Softwareergonomie (vgl. auch „gute arbeit“, Ausgabe 7-8, 2017) und ist im Zusammenspiel mit der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) (Inbetriebnahme des Arbeitsmittels erst nach Gefährdungsbeurteilung – die dann die Vorgabe der ArbStättV zu berücksichtigen hat) zu sehen.</p> <p>Zwei wesentliche Schriften konkretisieren die Anforderungen – u. a. durch die benannten Dialogprinzipien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DGUV Information 215-450 „Software-Ergonomie“: http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/215-450.pdf • DIN EN ISO 9241-110 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung“: Die benannten Dialogprinzipien sind hier sehr schön beschrieben: http://www.fit-fuer-usability.de/archiv/einfuehrung-in-die-iso-9241-110/
Arbeitsumgebung	Psychischer Faktor Lärm, z. B. aufgrund der akustischen Warnsignale
	Weitere psychische Faktoren wie schlechte Beleuchtung, schlechte klimatische Bedingungen
Arbeitsumgebung/ Arbeitsablauf	Zu schnelle oder zu langsame Takte in denen die Routenzüge an- und abfahren
	Störungsbedingte Ausfälle der Systeme
Soziale Beziehungen	Streitigkeiten aufgrund von Systemausfällen, etwa zwischen Instandhaltungs- und Montageteams
	Angst vor Arbeitsplatzverlust aufgrund der Automatisierung von Logistikprozessen, Stichwort „Low Cost Flurförderzeuge“

4 Betriebsanweisung und Unterweisung

Für den Betrieb von Routenzügen muss der Betreiber anhand seiner Gefährdungsbeurteilung eine schriftliche Betriebsanweisung erstellen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt machen. Diese sollte die Betriebsanleitung des Herstellers des Routenzuges sowie die örtlichen und betrieblichen Gegebenheiten berücksichtigen.

Nachfolgend ist ein Beispiel einer möglichen Betriebsanweisung dargestellt.

Beschäftigte müssen entsprechend § 12 BetrSichV (oder gemäß § 4 DGUV Vorschrift 1) in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal jährlich, durch die Unternehmerin oder den Unternehmer unterwiesen werden. Vor der Verwendung eines Routenzuges sind die Beschäftigten tätigkeitsbezogen anhand der Gefährdungsbeurteilung zu unterweisen. Die Betriebsanweisung kann hierbei hilfreich sein.

Folgende Punkte sollten bei der Unterweisung besondere Berücksichtigung finden:

- das Beachten von Aufenthaltsverboten
- das Beachten von Gefahrbereichen
- Kenntnis über Fahrbereiche
- das Verhalten in Fahrbereichen
- Befolgen von Warnzeichen und Warnsignalen
- Melden von Mängeln
- Verhalten bei Störungen
- zulässige Höchstgeschwindigkeiten und Abstandsregelungen

	<h2 style="margin: 0;">Betriebsanweisung</h2> <h3 style="margin: 0;">Umgang mit Routenzügen mit E-Gestell-Anhängern</h3> <p style="margin: 0;">(Ausdruck nur zur Information)</p>	Dok.-Nr.: Erstellt: Version: Gültig ab:
Anwendungsbereich/Verteiler		
Diese BA gilt für den Einsatzbereich „Routenzug mit E-Gestell-Anhängern“.		
Gefahren für Menschen und Umwelt		
<p>Unfallgefahren gehen von folgenden Faktoren aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unsachgemäße Beladung sowie Ladungssicherung • Technische Mängel • Unaufmerksames Auf- und Absteigen (Stolpern, Umknicken, Gefahren durch andere vorbeifahrende Flurförderzeuge (FFZ) bzw. Fahrzeuge) • Schleuder- und Kippgefahr im Fahr- bzw. Bremsvorgang • Erhöhte Unübersichtlichkeit durch Zuglängen • Menschliches Fehlverhalten: Selbst bei Genuss geringer Mengen alkoholischer Getränke wird die Fahrtüchtigkeit eingeschränkt. Ebenso gilt dies bei Drogenkonsum und ggf. bei Einnahme bestimmter Medikamente. • Unsachgemäße Fahrweise • Anstoßgefahr an der Karosserie und Fördertechnik (Beliefern eines Bandes im Innenbereich) • Stolpern und Stürzen durch Bodenunebenheiten und Hindernisse beim Ver- und Entsorgen der Montageplätze • Verletzungsgefahr durch herabfallende Teile • Handling schwerer und großer Behälter, Quetschgefahr bei Kontakt zu anderen Gegenständen und feststehenden Einrichtungen • Verletzungsgefahr beim manuellen Umgang mit Kleinteiletransportwagen • Gefährdung durch vorbeifahrende FFZ auf angrenzenden Fahrstraßen • Unfallgefahren durch falsches Parken mit dem FFZ vor Automatenstationen oder Pausenräumen • Lithium-Ionen-RZ: Beim Fahren mit Lithium-Ionen-RZ ist nicht mit einer Beeinflussung von aktiven Implantaten zu rechnen, da zu den Quellen der Felder ein entsprechender Abstand gewährt ist. • Bei einem Unfall (Aufprall, Herunterfallen, Zusammenstoß) kann die Lithium-Ionen-Batterie beschädigt oder deformiert werden. Es kann ungewöhnlicher Geruch, eine ungewöhnliche Temperaturerhöhung > 80 °C, eine Veränderung der Form oder eine andere Anomalie auftreten. • Ausgasen einer defekten Lithium-Ionen-Batterie 		
Schutzmaßnahmen		
<p>Um Unfälle zu vermeiden, müssen zwingend folgende Punkte beachtet werden:</p> <p>Gilt für Routenzüge mit E-Frame:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zugmaschinen dürfen nur von unterwiesenen und autorisierten Mitarbeitenden mit einem Fahrausweis für Zugmaschinen und aktueller G25-Untersuchung benutzt werden. • Es sind Sicherheitsschuhe zu tragen. • Auf eine sachgemäße Bedienung ist zu achten. • Der/die Fahrer/-in ist verpflichtet, vor der Inbetriebnahme eine Sichtprüfung durchzuführen (→ Bremsen, Druckluftversorgung der Anhänger, Räder, Anhängervorrichtung, Deichseln). • Beim Verlassen der Zugmaschine hat der/die Fahrer/-in die Maschine gegen unbefugtes Benutzen zu sichern. • Der/die Fahrer/-in hat sich bei Fahrtbeginn zu vergewissern, dass die Anhänger ordnungsgemäß gekuppelt sind. • Es darf kein Material auf der Zugmaschine transportiert werden. • Der/die Fahrer/-in ist für die sachgemäße und sichere Beladung des Zuges verantwortlich. • An Zugmaschinen dürfen maximal vier E-Gestelle-Anhänger angehängt werden. • Die Geschwindigkeit ist den Gegebenheiten anzupassen. • Der entsprechende Bremsweg des Routenzugs ist jederzeit zu berücksichtigen. • Das Mitnehmen einer Person auf der Zugmaschine ist nicht gestattet, zum Anlernen kann ein zweiter Routenzug verwendet werden. • Im Werk wird grundsätzlich nach den allgemein gültigen Regeln der Straßenverkehrsordnung gefahren. 		

An Wegkreuzungen, Torein- und -ausfahrten, Kurven und sonstigen unübersichtlichen Stellen muss besonders vorsichtig und mit reduzierter Geschwindigkeit gefahren werden.

- Zugmaschinen ohne Beleuchtung dürfen nur im Inneren der Halle bewegt werden.
- Das Fahren und Bedienen von Routenzügen und Zugmaschinen unter Alkohol- oder Drogeneinfluss sowie bei Einnahme von Medikamenten, die die Wahrnehmung beeinflussen, ist untersagt. Bei Unsicherheiten, ob ein Medikament zu Fahruntüchtigkeit führt, ist der/die Werksarzt/-ärztin zu befragen.
- Grundsätzlich gilt ein Überholverbot. Das Vorbeifahren an einem stehenden Zug ist außerhalb der orange gekennzeichneten Engstellen erlaubt.
- Vor dem Anfahren mit einem Blick nach hinten den Verkehrsraum auf sich nähernde Fahrzeuge oder Personen kontrollieren.
- Abstieg erst bei Zugstillstand.
- Notausgänge und Feuerwehruzufahrten sind freizuhalten.
- Besondere Vorsicht bei Nässe oder Ölspuren.
- Die betriebsinternen Fahrwegs- und Bodenmarkierungen sind zu beachten, insbesondere die Engstellen in der Montage.
- Beim Fahren oder bei betriebsbedingten Wartezeiten (z.B. Bahnhof) ist die Benutzung privater Medien (Handy, Smartphone, MP3-Player etc.) und Scanner untersagt.
- Ein Rückwärtsfahren mit Anhängern ist verboten.
- Das Fahren mit Indoor-Zugmaschinen im Außenbereich ist untersagt.
- Privatfahrten (Kantine, Automatenstation etc.) sind untersagt.
- Parkplätze, Automatenbefüller, Fußwege und Notausgänge nicht verstellen. Fahrzeuge nur an dafür vorgesehenen Plätzen abstellen.
- Das Rauchen auf der Zugmaschine ist verboten.
- Band nur zwischen den Karossen queren.
- Erhöhte Aufmerksamkeit beim Queren des Bandes zur Materialbereitstellung.
- Beim Fahren dürfen keine Körperteile über die Kontur des Fahrzeuges hinausragen.
Ausnahme: Handzeichen beim Abbiegen
- Reparaturarbeiten am RZ sind ausschließlich durch Fachpersonal durchzuführen, Herzschrittmacher- und Höreräteträger/-innen sollten diese keinesfalls durchführen.

Gilt nur für Routenzüge mit E-Frame:

- Nur bei abgesenkten E-Frames darf die Druckluftleitung abgekuppelt werden.
- Die Anhänger dürfen nur bis zur Höhe eines Kommissionierwagens beladen werden.
- Es dürfen nur E-Gestelle gezogen werden, die zur besseren Erkennbarkeit mit Fähnchen gekennzeichnet sind.
- Beim Laden oder Zusammenstellen des Zuges ist möglichst darauf zu achten, dass schwere Teile vorne, leichtere Teile hinten aufgeladen werden.

Die Betriebsanweisung setzt andere Vorschriften und Unterweisungen nicht außer Kraft.

Verhalten bei Störungen

- Zugmaschinen und Anhänger mit technischen Mängeln an Pneumatik, Bremse, Anhängervorrichtung usw. dürfen **nicht** eingesetzt werden → Fahrzeug gegen Benutzung sichern und Vorgesetzte/n umgehend verständigen und FFZ entsprechend kennzeichnen.
- Bei Beschädigung von Teilen, Einrichtungen oder Inventar den/die Vorgesetzte/n umgehend informieren, Eigeninstandsetzung ist **nicht** zulässig → entsprechende Stelle verständigen.
- Bei Fahrfehlern dürfen Anhänger von Routenzügen nicht eigenhändig wieder in die Spur zurückgehoben werden.

Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

Notruf: 112

Verletzte/n retten, Erste Hilfe leisten und sofort den Rettungsdienst verständigen.
Vorgesetzte/n informieren.

Angabe beim Notruf:

WER (Name des Anrufers/der Anruferin)

WO (Unfallort: Werk, Gebäude, Stockwerk und Achse)

WAS (Art des Unfalls/der Verletzung,
Anzahl der Verletzten)

WARTEN (auf Rückfragen)

5 Beschaffenheitsanforderungen



Abb. 9 Transport von Großladungsträgern (GLT) mit dem Routenzug in die Produktion

Um einen sicherheitstechnischen Mindeststandard für deren Auslegung zu gewährleisten, ist es empfehlenswert, unter anderem nachfolgend beschriebene Beschaffenheitsanforderungen zu berücksichtigen.

5.1 Allgemeines

Bestandteile eines Routenzugs sind je nach Einsatzzweck ein Zugfahrzeug mit Anhängern, welche als Rahmen, Bodenroller, einem Palettenrollwagen oder anderen Anhängerformen ausgeführt sein können.



Abb. 10 Routenzug mit Steherschlepper und verschiedenen Anhängerformen

Eine **Kombination unterschiedlicher Anhängerarten** ist denkbar, kann aber wegen unterschiedlicher Fahreigenschaften und entsprechender Herstellervorgaben zu Problemen führen, die es bei einheitlichen Zügen nicht gibt! Gefahrensituationen können z. B. entstehen, wenn sich beim Bremsen bergab die Anhänger ziehharmonikaartig zusammenschieben, in Kurven ausbrechen oder wenn die Fahrbahn quer zur Fahrtrichtung uneben ist. Auf diese und weitere Gefährdungen wird in Abschnitt 6 „Sicherer Betrieb“ noch eingegangen.

5.2 Sicherheitstechnik

Fahrerrückhaltesysteme werden bisher bei Schleppern und Schubmaststaplern in der DIN EN ISO 3691-1 nicht gefordert. Ausnahme davon sind in einem anderen Normenkreis für Flughafengeräte die gleichen Schlepper, sofern sie auf dem Flughafen eingesetzt werden. Im Ergebnis gibt es die meisten Schlepper in zwei Ausführungen.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung des Arbeitgebers ist zu prüfen, ob Kippgefahr für den Schlepper und ob Gefährdungen für die Fahrerin oder den Fahrer durch Bauteile beim Kippen des Schleppers bestehen. Trifft beides zu, muss der Schlepper mit einer Fahrerrückhalteinrichtung ausgestattet werden (BetrSichV, Anhang 1, Nummer 1.4).

Personenerkennungssystem und **Anlaufwarneinrichtung** müssen für fahrerlose Systeme gemäß DIN EN 1525 bzw.



Abb. 11 Bodenroller mit Etagenböden für Routenzug

ISO 3691-4 vorgesehen werden; bei bedienergesteuerten Fahrzeugen, wenn die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung dies erforderlich machen.

Lichtpunktprojektion

Eine optische Fahrweg-Warneinrichtung für Flurförderzeuge kann insbesondere in Fahrgassen und unübersichtlichen Kreuzungsbereichen für mehr Sicherheit sorgen. Personen werden vor herannahenden Fahrzeugen durch lichtstarke LED-Leuchten, die einen großen farbigen Punkt auf den Fußboden projizieren, gewarnt.

Geschwindigkeitsreduzierung bei Kurvenfahrt

Sicheres Fahrverhalten, auch in Kurven, kann durch eine automatische Geschwindigkeitsreduzierung bei Kurvenfahrt erreicht werden.

Weitere sicherheitstechnische Anforderungen beim Einsatz fahrerloser Flurförderzeuge in Routenzügen siehe Abschnitt „Fahrerlose Routenzüge“.

5.3 Zugfahrzeug/Schlepper

Schlepper und Zugmaschinen gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. Nicht alle Kombinationen sind sicherheitstechnisch zu akzeptieren. Bei der Auswahl sind u. a. folgende Punkte zu berücksichtigen:

Arbeitsumgebung

Die Umgebungsbedingungen, in denen ein Routenzug mit seinem Schlepper betrieben wird, können sehr verschieden sein: Bodenbeläge, zulässige Flächenlast, Übergänge zwischen verschiedenen Böden, Bodenunebenheiten, Steigungen, Lärm, Staub, Engstellen, Begegnungsverkehr u. v. m. Die Schlepper können an verschiedene Situationen mit den passenden Konfigurationen für Räder, Fahrwerk, Sitze, Assistenzsysteme, Kabinen und vielen weiteren Ausstattungen angepasst werden. Es sollte eine auf die arbeitstechnischen Anforderungen und ergonomischen Ansprüche abgestimmte Konfiguration aus den verschiedenen Möglichkeiten ausgewählt werden.

Böden sollten möglichst eben sein. Bei versiegelten Böden sollte eine ausreichende Ableitfähigkeit von statischen Aufladungen gegeben sein.

Anhängelastbeschaffenheit

Der Schlepper muss hinsichtlich Abmessungen (Länge, Breite) und Gewicht auf die Anhängelast abgestimmt sein. Die Höhe des Schwerpunkts sollte berücksichtigt werden, um einer Kippgefahr bei Kurvenfahrten entgegen zu wirken. Die Ladung muss auf/in den Anhängern während des Transports gegen Verrutschen und Herausfallen gesichert sein, damit diese keine unkontrollierten Bewegungen ausführen kann. Eine sichere und ergonomische Handhabung bei der Be- und Entladung ist zu gewährleisten.

Innen- und Außeneinsatz

Beim Außeneinsatz von Schleppern sind in der Regel bei der Beschaffung weitere Aspekte zu beachten. Kabinen und eine Klimatisierung helfen gegen Witterungseinflüsse, Bodenfreiheit ist wegen der oft größeren Fahrbahnunebenheiten hilfreich, ein gefedertes Fahrwerk und angepasste Bereifung ermöglichen eine ausreichende Traktion und ergonomische Sitze reduzieren auf den oft längeren Fahrstrecken auf dem Betriebsgelände die körperliche Belastung für die Fahrerinnen oder Fahrer.

Beim Outdoor-Einsatz von Routenzügen sind in der Gefährdungsbeurteilung die Aspekte der Witterungseinflüsse, Bewegung im öffentlichen Bereich, Zuglängen und Ladungssicherung etc. zu berücksichtigen.



Abb. 12 Auf Außeneinsatz angepasster Schlepper im Einsatz

Ergonomische Rahmenbedingungen

Für die verschiedenen Anwendungsfälle gibt es verschiedene Ausführungen von Zugmaschinen. So gibt es Steh- und Sitzschlepper, um Fahrdauer und Häufigkeit des Auf-/Absteigens im Routenzugbetrieb gerecht zu werden. Weitere ergonomische Ausstattungselemente sind ein niedriger Einstieg, elektrische Lenkungen, Stehhilfen und Sitze, gefederte Fahrwerke und Standplattformen, Lichtausstattungen, Rückspiegel u. v. m.

Technische Rahmenbedingungen

Bei der Konfiguration eines Schleppers sind technische Anforderungen zu berücksichtigen. Dazu gehören u. a. die Anschlüsse der Anhänger für Medien und Energie, eine passende Kupplung, ggf. eine Einbindung in das Informationssystem des Betreibers, passende Batterien und evtl. eine Anbindung an vorhandene Batteriewechselsysteme.

Anzugkräfte des Schleppers/Lastwechselreaktionen

Der Schlepper muss auf die Anhänger und Lasten eines Routenzuges abgestimmt sein. Starke Lastwechsel durch zu hohe Zugkräfte und zu viel Spiel in den Kupplungen führen zu verstärktem Verschleiß und können Komponenten überlasten bzw. zerstören.

Gesamtzuggewicht

Bei der Auslegung eines Routenzuges ist das Gesamtzuggewicht zu ermitteln. Das Gewicht aller Anhänger (Eigengewicht, Anzahl, maximales Ladungsgewicht) und Ladehilfsmittel (Rollwagen) zusammen ergibt das Gesamtzuggewicht. Dieses muss der Schlepper nicht nur ziehen, sondern auch abbremsen können. Dabei sind ggf. auch Steigungen und Gefällstrecken zu berücksichtigen.

Geschwindigkeit

Die Höchstgeschwindigkeit des Routenzuges wird nicht nur vom Schlepper und dessen Leistungsfähigkeit festgelegt, sondern auch von den Anhängern. Die Herstellerangaben zu zulässigen Höchstgeschwindigkeiten sind zu beachten. Weitere Einschränkungen zur Geschwindigkeit können aus betrieblichen Gegebenheiten entstehen: Fahrwegbeschaffenheit und -breite, Engstellen, Begegnungsverkehr und andere Gefahrstellen können zu einer Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit führen.

Kupplungssysteme

Um die Anhänger mit den Schleppern zu verbinden, gibt es verschiedene Kupplungssysteme, bestehend aus Kupplung und Deichsel. Die Kupplungssysteme von Schleppern und Anhängern müssen zueinander passen, um alle Kräfte beim Anfahren, Bremsen und bei Kurvenfahrten sicher übertragen zu können. Die Auswirkungen von nicht zueinander passenden Kupplungssystemen sind gravierend. Die jeweiligen Herstellerangaben müssen berücksichtigt werden.

Medien- oder Energieanschlüsse

Am Zugfahrzeug müssen entsprechende Medien- oder Energieanschlüsse berücksichtigt werden, wenn die Routenzuganhänger (z. B. B-, E-, U-Frame) auf eine Medienversorgung (z. B. 24 V, 25 A) angewiesen sind, um die Bodenroller anheben bzw. absenken zu können.

Bremsen

Die Bremsen des Zugfahrzeuges müssen mindestens die Anhängelast ungebremster Anhänger sicher abbremsen können. Neben der Anhängelast sind außerdem die Geschwindigkeit des Zuges, die Bodenbeschaffenheit, Verschmutzung des Bodens, Nässe, Gefälle etc. zu berücksichtigen.

Bei Ausführung und Wirkungsgrad der Bremsen gibt es große Unterschiede.

Die **Betriebsbremse** kann eine hydraulische **Trommelbremse** für vorn und hinten sein und auf alle Räder wirken.

Eine elektrisch betätigte, automatische **Federspeicherbremse** wirkt, wenn die Zugmaschine zum Stillstand kommt oder die fahrende Person ihren Platz verlässt. Die Federspeicherbremse wird beim Betätigen des Fahrpedals automatisch wieder gelöst. Beim Anhalten an der Rampe wird das Zugfahrzeug elektrisch gehalten, bis die Federspeicherbremse wirkt. Beim Losfahren wird vor dem Lösen der Federspeicherbremse ein Drehmoment am Fahrmotor aufgebaut, das ein Zurückrollen des Flurförderzeugs verhindert. Diese automatische Bremse ist nicht bei jedem Schlepper Standard.

Bei einer **elektromotorischen Bremse** oder auch *elektrischen Generatorbremse* wird die Bewegungsenergie in elektrische Energie umgeformt. Sie ist im Grunde ein im Generatorbetrieb arbeitender Asynchronmotor oder Drehstromsynchronmotor und arbeitet verschleißfrei. Die Bremse kann die elektrische Energie in den Akkumulator einspeisen (Rekuperation).

Die Verzögerung kann überwacht und über ein Bremslicht angezeigt werden.

Herstellerabhängig kann z. B. bei höheren Anhängelasten und auf Gefällestrecken der Einsatz von gebremsten Anhängern erforderlich werden.

5.4 Anhänger

Einsatzanforderungen

Im operativen Betrieb unterscheiden sich die Anhängerbauformen bzgl. der Anforderungen an die Zugmaschine, dem Wartungsaufwand und den benötigten Handhabungshilfen.

Anhänger mit pneumatischen, hydraulischen oder elektromotorischen (Hub-)Vorrichtungen für Bodenroller müssen oftmals über Leitungssysteme durch das Zugfahrzeug mit den entsprechenden Energien versorgt werden. Es existieren jedoch auch innovative Lösungen, bei denen der Anhänger über eine autonome Hubvorrichtung verfügt, welche die für das Anheben benötigte Energie während der Fahrt gewinnt. Allerdings entsteht bei allen frei hebenden Anhängern ein zusätzlicher, nicht zu vernachlässigender Wartungsaufwand für die Hubvorrichtung. Auch bei Wagen mit integrierten Rollenbahnen müssen die Rollen regelmäßig gewartet und ausgetauscht werden.

Grundsätzlich sollte eine Unterscheidung der Anhänger nach Achsenanzahl und Bauform erfolgen.

Bei einachsigen Anhängern können ein optimiertes Nachlaufverhalten und minimale Kurvenradien erzielt werden, sofern eine starre Deichsel mit nur einem Kupplungspunkt die Anhänger verbindet und die Deichsellängen der Anhänger aufeinander angepasst sind.

Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass ein einzelner Anhänger nicht nickstabil ist, d. h. dass ein Anhänger um die mittig angeordnete Radachse kippt, sofern dieser nicht durch die Deichseln waagrecht gehalten wird. Soll dieser auch abgekuppelt standsicher sein, müssen zusätzliche Unterstützungsrollen oder Abstützungen vorgesehen werden.

Der „Nickeigenschaft“ kann auch durch eine rhombenförmige Radanordnung entgegengewirkt werden. Die beiden Lenkrollen müssen in der Bauhöhe je nach Bodenbeschaffenheit etwas kleiner als die beiden mittleren feststehenden Räder sein.

Bei zweiachsigen Anhängern kann ein gutes Fahrverhalten hingegen nur durch ein geeignetes Lenksystem, beispielsweise eine Allradlenkung, erreicht werden.

Bauformen

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Anhänger-Bauformen nach den o.g. technischen Auswahlkriterien vergleichend gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass sich die Bewertung auf allgemeine Eigenschaften bezieht, welche bei der Auswahl einer geeigneten Bauform beachtet werden sollten. Zum Teil können sich auch trotz gleicher Bauform Unterschiede zwischen einzelnen Herstellern ergeben (Tabelle 2).

Die verbreitetsten Bauformen sind Rahmen, mit denen die Ladungsträger aufgenommen werden können.

Die Ladungsträger werden zum Transport ebenerdig in die Rahmen oder Bodenroller eingeschoben. Die Rahmen oder Bodenroller tragen Viertel-, Halb- und Vollpaletten mit verschiedenen Abmessungen oder auch Rollgitterwagen und Regalwagen.

Für die Fahrt können die Ladungsträger hydraulisch oder pneumatisch angehoben werden, so dass nur die größeren Rollen der Rahmen oder Bodenroller Bodenkontakt haben. Durch das Anheben sollen die Bodenrollerräder idealerweise frei sein und nicht mitlaufen.

An den Be- und Entladestellen senken sich die Ladungsträger automatisch ab, lassen sich aus dem Routenzug ziehen und an die Arbeitsplätze rollen. Genauso leicht

Tabelle 2 Vergleich der unterschiedlichen Anhänger-Bauformen

Vergleich der unterschiedlichen Anhänger-Bauformen										
	Ein- und Aufschubkonzepte						Transportwagen			
	E-Frame	C-Frame	U-Frame	H-Frame	B-Frame	Taxiwagen	Plattformwagen	Rollenbahnflächig	Regalwagen (mit 2x Lenk- und Bockrädern)	Palettenfahrrahmen
										
Be- und Entladung (Seite)	einseitig	einseitig	beidseitig	beidseitig ¹⁾	beidseitig	beidseitig	beidseitig	beidseitig/einseitig	beidseitig	beidseitig
Be- und Entladung (Reihenfolge)	frei	frei	frei	frei	frei	frei	nacheinander ²⁾	frei	frei	frei
Flexibilität Anhänger/ Bodenroller/ Ladungsträger	untersch. Größen	untersch. Größen	untersch. Größen/ einheitlich ³⁾	einheitlich	untersch. Größen	einheitlich	untersch. Anhänger	einheitlicher Rahmen	untersch. Größen	untersch. Größen
Komplexität der Routenplanung	hoch	hoch	gering	mittel	gering	gering	hoch	mittel	mittel	mittel
Direkte Beladung mit Stapler notwendig	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein
Bodenroller notwendig	ja	ja	ja	ja		ja	nein	nein	nein	nein
Bodenroller läuft mit (Lärm)	ja/nein ³⁾	nein	ja/nein ³⁾	ja	nein	nein	–	–	ja	ja
Benötigte Medien Anhänger	Pneumatik Hydraulik Strom keine ⁴⁾	Pneumatik Hydraulik Strom ⁴⁾	Pneumatik Hydraulik Strom ⁴⁾	Pneumatik Hydraulik Strom ⁴⁾	Pneumatik Hydraulik Strom ⁴⁾	keine	keine	keine	keine	keine
Instandhaltungsaufwand Anhänger ⁵⁾	mittel/gering	mittel/gering	mittel/gering	gering	mittel/gering	gering	gering	mittel	gering	gering

¹⁾ Beidseitige Beladung > Beladeseite definiert Entladeseite

²⁾ Abkuppeln des letzten Anhängers möglich – Anhänger aus der Mitte des Verbundes nur bei geringen Gewichten der Ladungsträger

³⁾ Vom Anbieter abhängig

⁴⁾ Abhängig von Anbieter und Bauform

⁵⁾ Abhängig von benötigten Medien, Mechanik und Antrieben, Rollen; Systeme, die Medien benötigen oder spezielle Installationen haben – mittel, ansonsten gering

können die leeren Ladungsträger eingeladen werden. Die benötigte Lagerfläche in der Produktion wird hierdurch reduziert.

Bei den automatischen Absenk- und Hebevorgängen und den automatisierten Be- und Entladevorgängen sind mögliche Quetsch- und Scherstellen zu sichern sowie ggf. Notaus-Einrichtungen vorzusehen.

Anhänger-Lenkssysteme

Es kommen unterschiedliche Lenksysteme abhängig von der Achsenzahl und den zur Verfügung stehenden Flächen zum Einsatz. Verbreitet sind die Drehschemellenkung, die Allrad-Achsschenkellenkung, die Verwendung von zwei Lenk- und zwei Bockrädern.

Eine autonom elektronisch gelenkte Routenzugachse gehört zu den neuesten Entwicklungen.

Drehschemellenkung:

Besonders verbreitet für Routenzuganhänger sind Drehschemellenkungen, bei denen die gesamte Radachse drehbar mit der Anhängerplattform verbunden ist. In Kurvenfahrten überträgt die Deichsel die Lenkbewegung auf die Radachse.

Bei 1-Achs-Drehschemellenkungen wird nur die vordere Achse gedreht, bei 2-Achs-Lenkungen wird über eine Lenkstange die hintere Achse entgegengesetzt zur Vorderachse gedreht. Vorteil von zwei gelenkten Achsen ist, dass im Falle von starken Lenkeinschlägen der Anhänger nicht instabil wird.

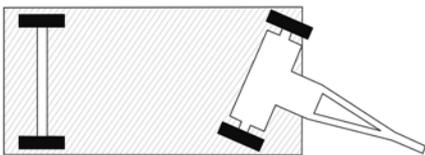


Abb. 13 Darstellung 1-Achs-Drehschemellenkung

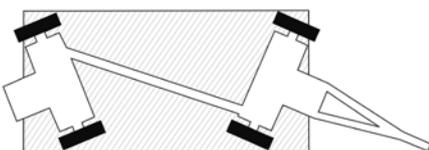


Abb. 14 Darstellung 2-Achs-Drehschemellenkung

Eine Drehschemellenkung zeichnet sich durch eine robuste, relativ einfache Bauweise und eine hohe Traglast aus, hat aber bzgl. Spurtreue und Wenderadius nur mäßig gute Fahreigenschaften. Besonders verbreitet ist diese Lenkung bei Plattformwagen, Routenzügen mit nur einem Anhänger und zum Einsatz in Außenbereichen (breitere Fahrstraßen, Verschmutzungsgefahr).

Allrad-Achsschenkellenkungen:

Ein weiteres Lenkkonzept stellen Allrad-Achsschenkellenkungen dar, bei denen nicht wie bei einer Drehschemellenkung die gesamte Achse gedreht wird, sondern jedes Rad einzeln gelenkt wird. Die Lenkbewegungen werden über die Deichseln und ein Lenkstangen-System auf die einzelnen Radschenkel übertragen. Dadurch können sehr enge Kurven gefahren und ein ideales Nachlaufverhalten realisiert werden. Die Anhänger bleiben auch bei starken Lenkeinschlägen stabil, wodurch eine hohe Traglast garantiert wird.

Durch die aufwändige Lenkkonstruktion ergeben sich jedoch ein höherer Wartungsaufwand und eine größere Anfälligkeit gegenüber Verschmutzungen. Allradgelenkte Anhänger werden deshalb, neben einachsigen Anhängern, häufig bei langen Routenzügen und engen Fahrwegen eingesetzt.

Zudem können sich bei bodenrollerbasierten Lösungen Einflüsse auf das Fahrverhalten ergeben, sofern die Rollen der Bodenroller während der Fahrt mitlaufen. Dies kann das Fahrverhalten negativ beeinflussen, da hier zunehmend die un gelenkten Rollen des Bodenrollers belastet werden. Eine Entlastung der (gelenkten) Laufräder des Anhängers kann ein Schlingern besonders in Kurven zur Folge haben. Auch erhöht sich die Lärmentwicklung, wenn die Rollen der Bodenroller während der Fahrt mitlaufen.

Einige Anhänger bieten daher die Möglichkeit, die Bodenroller während der Fahrt anzuheben und somit die negativen Einflüsse auf das Fahrverhalten, die Lärmemissionen und auch den Rollenverschleiß zu reduzieren. Die entsprechenden Hubeinrichtungen in den C-, E- und U-Frame-Anhängern werden dabei entweder hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch betrieben.

Weiterhin gibt es Konzepte, bei denen die Bodenroller über zwei Rollenbahnschienen manuell auf den Anhänger geschoben werden.

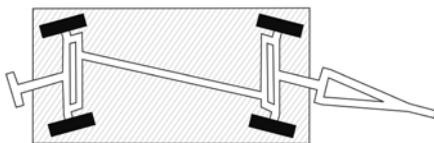


Abb. 15 Darstellung 4-Rad-Achsschenkellenkung



Abb. 16 Allradgelenkter Anhänger mit einer anhebbaren Ladefläche erlaubt auch ergonomisches Durchschieben der Ladung

Zwei Lenk- und zwei Bockräder:

Bei der einfachen Lenklösung mit zwei Lenk- und zwei Bockrädern ist es wichtig, dass der Schlepper über eine Deichsel verfügt. Der erste Anhänger hat auf der Lenkrollenseite die Kupplung und auf der Bockrollenseite

wieder eine feststehende Deichsel. Durch das optimale Verhältnis von Radstand und Deichsellänge erhält man mit diesem Lenksystem auch eine gute Spurtreue.

Es ist auch die Variante starre Deichsel mit Lenkrollen deichselseitig und Bockrollen hinten im Einsatz. Diese Variante hat den Nachteil, dass sie wenig Spurtreue speziell bei Kurvenfahrten besitzt, da die Anhänger die Kurven schneiden.

Fahreigenschaften und Kurvenradius

Die Fahreigenschaften der einzelnen Anhängertypen spielen eine wichtige Rolle bei der Technikauswahl. Gerade bei kompakten Fabriklayouts und schmalen Fahrstraßen sind Merkmale wie ein enger Kurvenradius und eine hohe Spurtreue von Bedeutung. Entscheidend hierfür sind im Besonderen das Achs- und Lenksystem des Anhängers.

Die Spurtreue der Routenzüge ist abhängig vom verwendeten Lenkkonzept der Anhänger und der Zuglänge (siehe Tabelle 3 Achs- und Lenksysteme).

Die VDI-Richtlinie 2406 „Anhänger für Flurförderzeuge“ enthält u. a. weitere Informationen zu Lenkung und Fahrwerk.

Bodenrollerbremsen:

Laut DIN EN 1757-3, Punkt 5.4 müssen handbetriebene Flurförderzeuge über eine Feststellbremse verfügen.

Tabelle 3 Achs- und Lenksysteme für Routenzuganhänger

	Lenksystem	Spurlaufend	Wenderadius	Eigenschaften
Einachsige Anhänger	ungelenkt	Ja (bei starrer Deichsel)	Klein	<ul style="list-style-type: none"> Einfachste Bauweise Begrenzte Traglast Abgekuppelt nicht standsicher (Nicken um Radachse)
Zweiachsige Anhänger	Drehschemellenkung (1 Achse)	Nein	Mittel	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Traglast Einfache Bauweise Kippgefahr bei großem Lenkeinschlag
	Drehschemellenkung (2 Achsen)	Nein/Ja (bauartabhängig)	Groß/Klein	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Traglast kipp- und nicksicher
	Allrad-Achsschenkellenkung	Ja	Klein	<ul style="list-style-type: none"> Höchste Traglast kipp- und nicksicher Aufwendige Lenkkonstruktion

6 Sicherer Betrieb von Routenzügen

Bewegte Transport- und Arbeitsmittel fallen in den Regelungsbereich der BetrSichV.

Vor der Beschaffung ist eine Abstimmung zwischen Hersteller und Betreiber notwendig. Hilfreiche Hinweise gibt die Bekanntmachung zur Betriebssicherheit BekBS 1113.

Von Herstellerseite ist eine Betriebsanleitung und gegebenenfalls eine CE-Konformitätserklärung zu liefern.

Zentrale Pflicht des Betreibers ist die Erstellung der Gefährdungsbeurteilung und die Unterweisung der Beschäftigten.

Die folgenden Kapitel können dabei unterstützen.

6.1 Allgemeine Anforderungen an Fahrzeuge und Anhänger

Schleppende Flurförderzeuge müssen so betrieben werden, dass ein sicheres Fahren und Abbremsen des Schleppzuges bei allen Fahrbewegungen gewährleistet ist.

Bei der Zusammenstellung des Zuges sind die Inbetriebnahme-Vorschriften der Hersteller zu berücksichtigen (Kupplungskonzept, Breite, zulässiges Gesamtgewicht, Anzahl der Anhänger, Stabilität, Signale, Medienversorgung).

6.2 Sicht- und Funktionsprüfung durch die Zugführerin oder den Zugführer vor Einsatz des Routenzugs

Mängel an Bauteilen können wichtige Schutzfunktionen beeinträchtigen. Aus diesem Grund muss das Zugfahrzeug und dessen Anhänger täglich vor Arbeitsbeginn einer Sicht- und Funktionsprüfung unterzogen werden. Erst wenn keine Mängel erkannt wurden, darf sich der Routenzug in Bewegung setzen.

Folgende Punkte sollten u. a. beachtet bzw. durch visuelle Prüfungen kontrolliert werden:

Tägliche Funktionsprüfung (vor jedem Schichtbeginn)

- Sind Achsen oder Räder beschädigt und können dadurch zum Kippen des Routenzugs führen?
- Sind Kupplungen, Deichseln, Abweiser in Ordnung?
- Funktioniert das Personenerkennungssystem?
- Funktioniert die Anlaufwarneinrichtung?
- Funktioniert die Beleuchtungsanlage?
- Funktionieren die Bremsen der Zugmaschine?

Prüfung bei jeder Fahrt

- Wurden nur geeignete Anhänger angekuppelt (Länge/Breite/Spurtreue)?
- Wurde die maximal zugelassene Nutzlast von Anhänger und Zug eingehalten?
- Ist die Ladung gesichert?
- Sind Verriegelungen der Ladung oder wenn Bodenroller angehoben werden in Ordnung?
- Sind alle Behälter gesichert?
- Muss der Zug nach dem Abstellen durch einen Keil gegen das Wegrollen gesichert werden?



Stets gilt:

Bei Mängeln nicht weiterfahren!

Mängel sofort melden!

Nie versuchen, die festgestellten Mängel selbst zu beheben!

Beim FTS ist die Sicht- und Funktionsprüfung durch den Betreiber zu organisieren.

6.3 Verkehrswege und Verkehrsflächen

Beim Betrieb von Routenzugsystemen können mechanischen Gefährdungen wie Anfahren, Überfahren und Quetschen auftreten, wenn sich Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter im Fahrbereich des Schleppzuges aufhalten.

Die wirksamste Maßnahme um diese Gefährdungen zu verhindern sind trennende Schutzeinrichtungen, welche zwischen den Fahrwegen der Routenzüge, den Arbeitsplätzen der Versicherten und den Verkehrsflächen für den Personenverkehr vorzusehen sind.

Dies ist jedoch in den meisten Anwendungsfällen nicht durchgängig möglich.

Dann kann die Gefahr des An-, Überfahrens und des Quetschens durch organisatorische Maßnahmen verhindert werden. Die Einhaltung der vorgeschriebenen Mindestsicherheitsabstände nach ASR A1.8 „Verkehrswege“ ist eine solche Maßnahme.

Die Mindestbreite der Wege für den Fahrzeugverkehr berechnet sich aus der Summe (siehe Abb. 17)

- der größten Breite des Transportmittels oder Ladegutes (a_T),
- des Randzuschlags (Z_1) und
- des Begegnungszuschlags (Z_2).

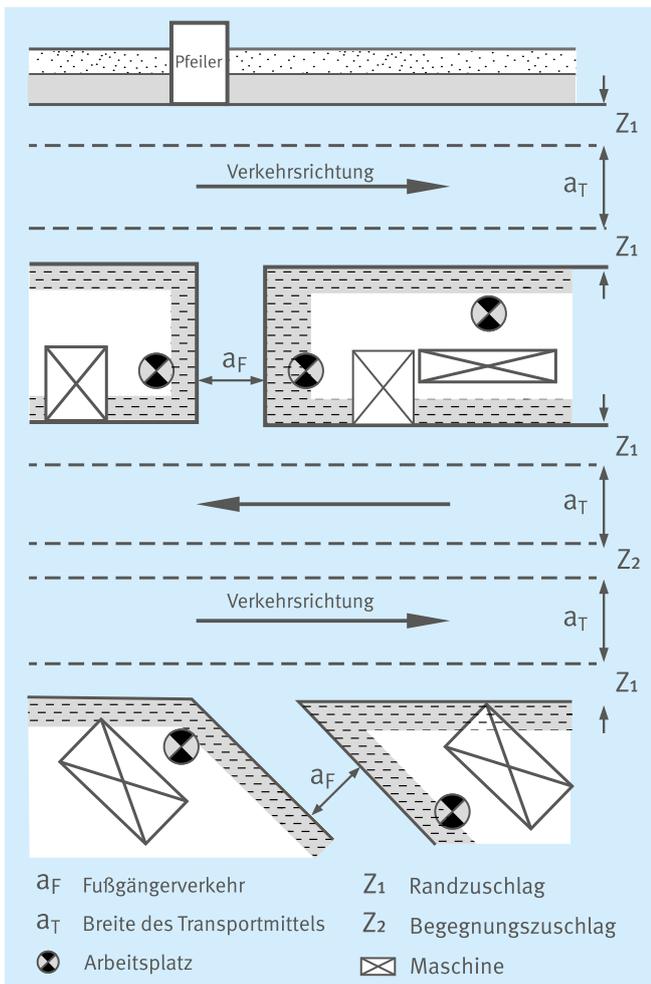


Abb. 17 Verkehrswegbreiten, Sicherheitszuschläge

Sicherheitszuschläge (Rand- und Begegnungszuschläge) sind abhängig von der Fahrgeschwindigkeit und der Kombination von Fußgänger- und Fahrzeugverkehr (siehe Tabelle 4). Bei Geschwindigkeiten des Fahrzeugverkehrs größer als 20 km/h sind größere Werte für Z_1 und Z_2 erforderlich.

Tabelle 4 Sicherheitszuschläge

Betriebsart	Randzuschlag	Begegnungszuschlag
Fahrzeugverkehr	$2 Z_1 = 2 \times 0,50 \text{ m} = 1,00 \text{ m}$	$Z_2 = 0,40 \text{ m}$
Gemeinsamer Fußgänger- und Fahrzeugverkehr	$2 Z_1 = 2 \times 0,75 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$	$Z_2 = 0,40 \text{ m}$

Bei einer geringen Anzahl von Verkehrsbegegnungen (ca. 10 pro h) darf die Summe aus doppeltem Rand- und einfachem Begegnungszuschlag bis auf 1,10 m herabgesetzt werden, wenn dadurch keine zusätzliche Gefährdung für die Beschäftigten entsteht.

Bei manuell zu bewegenden Flurförderzeugen sind die Sicherheitszuschläge entsprechend der Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

An Kurven und zweckmäßigerweise auch an Kreuzungen ist die Breite des Verkehrsweges in Abhängigkeit von den Wenderadien der Fahrzeuge einschließlich des Ladegutes zu bemessen. Hierbei sind die entsprechenden Angaben der Hersteller zu berücksichtigen.

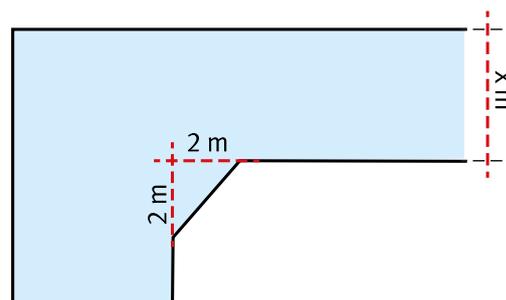


Abb. 18 Beispiel zur Auslegung innerbetrieblicher Verkehrs- und Gehwege

Die Mindesthöhe über Verkehrswegen für Transportmittel ergibt sich aus der größten Höhe des Fahrzeugs einschließlich Ladung in Transportstellung sowie der stehenden oder sitzenden fahrenden Person. Zu dieser Höhe ist ein Sicherheitszuschlag von mindestens 0,20 m anzusetzen. Die lichte Höhe muss über die gesamte Breite des Verkehrsweges, der von Transportmitteln genutzt werden kann, eingehalten werden.

Werden Verkehrswege auch als Feuerwehzufahrten genutzt, so sind diese mindestens mit einem Lichtraumprofil von 3,50 m × 3,50 m einzurichten. Sie sind ständig freizuhalten und dürfen, z. B. durch nachträgliche Einbauten, nicht eingeeignet werden.

Werden geeignete Personenerkennungssysteme beim Einsatz von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) verwendet, sind Abweichungen aufgrund der Gefährdungsbeurteilung bei der Bemessung der Rand- und Begegnungszuschläge zulässig (aus ASR A1.8, Kapitel 4.3).

Wege für den Fahrzeugverkehr müssen in einem Mindestabstand von 1 m an Türen und Toren, Durchgängen, Durchfahrten und Treppenaustritten vorbeiführen.

Die Platzverhältnisse in den Werkshallen können zu Problemen bei der Planung und Umsetzung von Routenzugkonzepten führen. Oft können beispielsweise die geforderten Mindestsicherheitsabstände nicht eingehalten werden, z. B. beim Einfahren in den Bereich der Be- und Entladestellen.

Dann können diese **Bereiche als Gefahrenbereiche gekennzeichnet** werden. Dies ist vorzugsweise durch Bodenmarkierungen gemäß ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ auszuführen.“

Beim Einfahren in Gefahrenbereiche kann beispielsweise die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf 0,3 m/s reduziert werden und zusätzlich ein akustisches Warnsignal ertönen.

Transponder im Fahrweg können eine automatische Geschwindigkeitsreduzierung bewirken.

Wege, auf denen der Zug fährt, können durch Punkte oder Linien gekennzeichnet werden.

Organisatorisch können Gefahren durch Aufstellen von Verkehrsregeln für den innerbetrieblichen Verkehr, etwa der Festlegung von Höchstgeschwindigkeiten und Vorfahrtsregeln, verhindert werden. Weitere organisatorische Maßnahmen können etwa Ampel- oder Schrankenregelungen in Kreuzungsbereichen darstellen.

6.3.1 Fahrwege beim Einsatz von Routenzügen

Schlechte Beschaffenheit der Routen bzw. des Untergrunds können das Umkippen des Routenzugs zur Folge haben. Aufgrund dessen ist auf die folgenden Punkte zu achten:

- Einsatz nur auf befestigten, tragfähigen und ebenen Böden
- Einsatz nur auf gut einsehbaren und vom Betreiber freigegebenen Fahrwegen
- Fahrwege müssen frei von Hindernissen und Verschmutzungen gehalten werden.
- Die Bodenbeschaffenheit für Indoorfahrten muss den Anforderungen der ASR A1.5/1, 2 „Fußböden“ entsprechen. Hier ist insbesondere auf die geeignete Oberfläche und Neigung zu achten.
- Beim Betrieb eines Fahrerlosen Transportsystems (FTS) sind die Vorgaben zu den Bodenbeschaffenheiten gemäß VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 „Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“ zu beachten
- Outdoorfahrten nur auf befestigten, tragfähigen und ebenen Böden

6.3.2 Ungeeignete Geometrie der Verkehrswege

Fahrbahnverengungen durch in den Verkehrsweg ragende bauliche Einrichtungen wie Pfeiler oder sonstige feste Gebäudeteile oder auf der Fahrbahn abgestellte Hindernisse wie Materialcontainer können zu kritischen Fahrbahnbreiten führen.

Insbesondere bei Ausweich- oder Überholvorgängen oder bei Gegenverkehr an dieser Stelle können die hinteren Anhänger des Zuges mit dem entgegenkommenden Zug oder dem Hindernis zusammenstoßen.

Zur Vermeidung von Unfällen können u. a. folgende mögliche Ersatzmaßnahmen beitragen: Beschilderung, (automatische) Geschwindigkeitsreduzierung, Einbahnverkehr, Ampelanlage.

6.3.3 Fahrwege im Kurvenbereich

Bei **Kurvenfahrten** mit zu engen Kurvenradien oder zu hohen Geschwindigkeiten können die Anhänger aus der Kurve rutschen. Gefährdungen für Personen sind möglich durch Quetschen und Scheren zwischen Anhängern und festen Teilen der Umgebung.

Die Reduzierung der Geschwindigkeit bei Kurvenfahrten kann dem entgegenwirken.

Bei Kurvenfahrten mit langen Anhängern und Anhängerzügen muss beachtet werden, dass die Anhänger ein anderes Kurvenfahrverhalten (Spurtreue) haben als das Zugfahrzeug (Versatz nach innen oder außen).

- Die Geschwindigkeit ist zu reduzieren und einem sicheren Durchfahren der Kurve anzupassen, durch Aktionen des Fahrers bzw. der Fahrerin oder durch technische Maßnahmen.
- Durch Sensoren kann z. B. ein Lenkwinkelschlag von mehr als 6° erfasst und dadurch die Geschwindigkeit automatisch reduziert werden bis der letzte Anhänger des Zuges durch die Kurve ist.
- Bei zu engen Fahrwegen sind bauliche Maßnahmen, z. B. Eckabschrägungen hilfreich.

6.3.4 Funktionsflächen (Be-/Entladebereich)

Die nachfolgend aufgeführten Bilder (Abb. 19) beschreiben beispielhaft die notwendigen Flächen für verschiedene Betriebssituationen.

6.4 Fahrzeuge/Anhänger

6.4.1 Nicht angepasste Geschwindigkeit

Durch nicht an die Situation angepasste Geschwindigkeit des Routenzuges kann es zu Kollisionen z. B. mit Gebäudeteilen oder Personen kommen.

Die Geschwindigkeit des Schleppzuges kann technisch oder über Verkehrsführung begrenzt werden.

Eine definierte Maximalgeschwindigkeit für Routenzüge gibt es nicht. Diese ist unter Berücksichtigung von folgenden Faktoren zu ermitteln:

- maximale Last
- Reibung
- vorhandene Bodenverhältnisse
- Bremsverschleiß
- Realumgebung bei bestimmungsgemäßem Betrieb (Personen, FFZ, Verkehrswege, Übersichtlichkeit, Kreuzungen etc.)
- Kippstabilität bei Kurvenfahrt
- Radkombination
- Herstellerangaben

Eine Geschwindigkeitsbegrenzung des Schleppers muss erfolgen, wenn die Anhänger/Rahmen für eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit vorgesehen sind.

Die Maximalgeschwindigkeit des Routenzuges wird durch die maximal zulässige Geschwindigkeit des Anhängers und die Zahl der Anhänger (Peitscheneffekt) begrenzt.

6.4.2 Unkontrolliert bewegte Ladung

Mit den verwendeten Anhängern dürfen nur die dafür vorgesehenen Lasten transportiert werden.

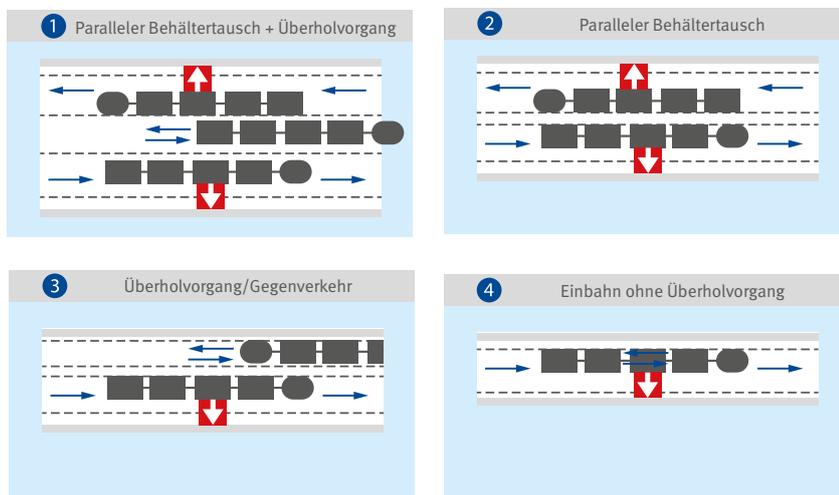
Die Sicherheitsabstände sind durchgängig einzuhalten. Das Lastaufnahmemittel muss so ausgebildet sein, dass sich die Last in jeder Betriebsart, einschließlich Not-Halt und Lastübergabe, nicht aus der vom Hersteller festgelegten Lage bewegen kann.

Durch unkontrolliert bewegte und verrutschte Ladung können Personen in der Umgebung der Routenzüge getroffen werden. Vergleichbare Gefährdungen gehen von einzelnen Ladungsträgern aus, welche in die Anhänger eingeschoben werden und sich aus den Gestellen lösen. Durch Vorrichtungen oder Hilfsmittel zur kraft- oder formschlüssigen Ladungssicherung lassen sich diese Gefährdungen verhindern. Die Lasten- und Positionierungsangaben des Herstellers sind zu beachten und einzuhalten.

6.4.3 Ungeeignete Routenzuglängen

Beim Zusammenstellen der Routenzüge darf nur die vom Hersteller vorgegebene Anzahl von Anhängern verwendet werden.

Die maximale Anhängerzahl ist abhängig vom eingesetzten Schlepper und von den örtlichen Gegebenheiten.



- Fahrwegbegrenzung
- Rand-/Begegnungszuschlag oder Handlingszuschlag
- Fahrtrichtung
- Routenzug
- ⬇ Behälterentnahme zur Bereitstellung

	E-Frame Standard GLT (1200x800)	E-Frame ÜGLT (Adapter Konzept 1800x1200)	V-Frame GLT und ÜGLT
RU = Rolluntersetzer RZ = Routenzug GLT = Großladungsträger ÜGLT = Übergroßer GLT			
1 Paralleler Behältertausch + Überholvorgang	7.600 mm	9.300 mm	9.300 mm
2 Paralleler Behältertausch	6.200 mm	7.600 mm	7.600 mm
3 Überholvorgang/Gegenverkehr	4.800 mm	5.800 mm	5.800 mm
4 Einbahn ohne Überholvorgang	3.400 mm	4.100 mm	4.100 mm

Anmerkung: Findet der Behälterwechsel auf der zum Fahrweg angrenzenden Bereitstellungsfläche statt, so sind für die Fahrwegbreiten die allgemeinen Vorgaben an die Mindestbreite einzuhalten.

Abb. 19 Verkehrswege, Mindestbreiten bei Routenzugverkehr

Die **maximale Zuglänge** bzw. die maximale Anhängeranzahl kann in Abhängigkeit von der verwendeten Anhängerart vorgegeben werden.

Eine maximale Anhängerzahl kann nicht allgemein angegeben werden, da diese von verschiedenen Einzelheiten des Routenzuges und insbesondere von den örtlichen Gegebenheiten abhängt.

Zu beachtende Punkte sind:

- Anhänger-Typ bzw. -größe
- Art der Anhängerlenkung und damit Führung der Anhänger (Platzbedarf bei Kurvenfahrt, Spurtreue)
- Material der Anhängerräder
- Auflaufkräfte beim Abbremsen, durch die die Anhänger aus der Spur gedrückt werden können
- Beschaffenheit des Fahrwegs
- Fahrwegbreite
- Beladung

So benötigt beispielsweise ein Routenzug mit Anhängern eines bestimmten Typs eine Fahrwegbreite von 200 cm bei zwei Anhängern, während ein Zug mit fünf Anhängern desselben Typs 340 cm Fahrwegbreite benötigt. Die Herstellerangaben sind zu beachten.

6.4.4 Be- und Entladestellen

Der Routenzuganhänger darf nur auf ebenem Boden be- und entladen werden, ansonsten können durch unkontrollierte und unbeabsichtigte Bewegungen der Anhänger, Bodenroller und Ladungsträger Gefahren für die Beschäftigten entstehen.

Bei der **Bereitstellung des Transportgutes** werden die Bodenroller oft geschoben.

Quetschgefahren bestehen beim **Ein- und Ausfahren** der Bodenroller in die Routenzuganhänger.

Einrichtungen mit denen die Bodenroller während des Be- und Entladens fixiert werden oder die selbsttätige Auslösung der Brems- und Feststelleinrichtung können hier als technische Maßnahmen dienen um unkontrollierte Bewegungen zu verhindern.



Abb. 20 Einschieben von Bodenroller in den Routenzug



Abb. 21 Ergonomisches Entladen im Routenzug mit Durchschieben der Last

6.4.5 Kuppelprozess

Beim Zusammenkuppeln der Anhänger sind die Herstellerangaben zu beachten.

Quetschgefahren bestehen beim manuellen An- und Abkuppeln von Anhängern und Zugmaschine.

- Die Schlepper und Anhänger müssen mit einer Zug- und Kupplungseinrichtung ausgestattet sein, die so konstruiert und angebracht sind, dass Gefahren beim An- und Abkuppeln vermieden werden und dem unbeabsichtigten Abkuppeln während des Betriebs vorgebeugt wird.
- An den verwendeten Hebeln und Griffen ist darauf zu achten, dass in jeder möglichen Stellung ein Sicherheitsabstand von mindestens 25 mm zu anderen Teilen der Anhängerkupplung und zu angrenzenden Teilen des Schleppers sichergestellt wird.



Abb. 22
Quetschgefahr
beim Ankoppeln
von Routenzügen

- Mit Hilfe von Betriebsanweisungen und entsprechender Unterweisung zur richtigen Handhabung der Kupplungselemente können Unfälle vermieden werden.
- Beim Einsatz spezieller Anhängerkupplungen sind die Vorschriften des Kupplungsherstellers zu berücksichtigen.
- Beim An- und Abkuppeln von Anhängern müssen Schlepper und Anhänger auf ebenem Untergrund stehen.
- Die Anhänger sind vor dem Ankuppeln gegen Wegrollen zu sichern.
- Alle Bedienelemente müssen sich in Neutralposition befinden.
- Beim An- oder Abkuppeln kann es vorkommen, dass nicht richtig gekuppelt wird und dies von der kuppelnden Person nicht bemerkt wird. Geeignete Kupplungstypen können diese Gefahr minimieren.

Die Medien- bzw. Energieversorgung der Anhänger beeinflusst den An- und Abkuppelvorgang zwischen Zugmaschine und Anhänger. Sind beim Kuppelvorgang neben der Deichsel noch Anschlussleitungen zu lösen, so ist der zeitliche Aufwand höher. Der Einsatz von automatischen Kupplungen ist in diesem Fall auch nicht sinnvoll, da der Routenzugfahrer oder die Routenzugfahrerin trotzdem absteigen muss, um die Medienversorgung zu lösen bzw. zu befestigen.

Ist im Prozess ein häufiges An- und Abkuppeln des Anhängerverbundes vorgesehen, so empfiehlt sich nicht der Einsatz von Anhängern, die von der Zugmaschine mit Energie versorgt werden müssen. Lässt sich dies nicht vermeiden, sind die Kupplungen der Anschlussleitungen für das häufige Anschließen auszulegen, andernfalls kann es vermehrt zu Störungen kommen.



Abb. 23 Elektrisch verbundener E-Frame-Anhänger

Medien unter Druck können eine Gefährdung darstellen. Oft (mit Ausnahme von Plattformwagen) bleibt der Anhängerverbund als eine Einheit bestehen. Hier spielt der Kuppelvorgang deshalb nur eine untergeordnete Rolle.

6.4.6 Beleuchtung

Das Flurförderzeug sollte ausschließlich in Arbeitsbereichen bewegt werden, in denen ausreichend Beleuchtung vorhanden ist, um eine Gefährdung von Personen und Material zu verhindern.

Für den Betrieb des Flurförderzeugs bei unzureichenden Lichtverhältnissen ist eine Zusatzausstattung erforderlich.

Auffahrunfälle durch dem Routenzug folgende Fahrzeuge können vermieden werden, wenn die Schlepper mit einem Bremslicht ausgestattet werden. Verdecken Ladung oder Aufbauten der Anhänger das Bremslicht des Schleppers, kann das Bremslicht am Schlepper erhöht angebracht werden, sodass dies von einem hinter dem Routenzug fahrenden Fahrzeug gesehen werden kann. Alternativ kann das Bremslicht auch an den Anhängern angebracht werden.



Abb. 24
Rückleuchte für Routenzüge

6.5 Fahrerinnen und Fahrer von Routenzügen und Beschäftigte an den Schnittstellen

6.5.1 Wie wird die Sicht des Fahrers bzw. der Fahrerin beeinflusst?

Schlepper leisten beim Transport von Lasten auf längeren Strecken einen Beitrag zur Sicherheit. Der Fahrer oder die Fahrerin kann beim Schlepper immer den Fahrweg in Fahrtrichtung überblicken, keine Last behindert die Sicht. Dadurch, dass die Schlepper immer vorwärts fahren, ist für andere Personen in den Gängen auch absehbar, wo sich ein Schleppzug hinbewegt, auch dies verbessert die Sicherheit.

Anhänger von Routenzügen können die Sicht des Fahrers bzw. der Fahrerin einschränken, wenn z. B. der Anhänger beladen ist oder mit einem durch Planen umhüllten Überbau versehen ist. Zwischen den Anhängern stehende Personen können dann vom Fahrer bzw. der Fahrerin nicht erkannt werden

Wird beim Kuppelprozess eine zwischen den Bodenrollern stehende Person vom Fahrer oder von der Fahrerin nicht gesehen und der Routenzug fährt los, kann dies zu Unfällen führen.

Auch zwischen den Anhängern stehende Personen, die ungesehen vom Fahrer oder der Fahrerin in die Fahrbahn eines vorbeifahrenden Routenzuges treten, sind gefährdet.

An Stellen, an denen der Fahrer oder die Fahrerin eines Schleppzugs nicht bis an das Ende des Zugs schauen kann, weil dieser z. B. um eine Ecke fährt, können stationär über dem Fahrweg Spiegel angebracht werden. Auch Kameras, deren Bilder kabellos auf einen Monitor auf dem Schlepper übertragen werden, ermöglichen dem Fahrer oder der Fahrerin des Schlepperzugs die Kontrolle darüber, ob sich beim Anfahren Personen zwischen den Anhängern befinden.

6.5.2 Wie wird vermieden, dass Personen beim (An-)Fahren zwischen die Anhänger treten?

Abhängig von der Gefährdungsbeurteilung (des Betreibers) sind Maßnahmen zur Verhinderung des Zwischentretens von Personen zwischen die Anhänger erforderlich. Bei der Auswahl der Maßnahmen sind vorrangig technische Maßnahmen zu ergreifen, die durch organisatorische Maßnahmen ergänzt werden können. Beispiele sind:

- Fahrwege des Zugs und Fußwege können komplett getrennt werden.
- Durchlaufsicherungen (z. B. Ketten, Bänder oder Gummis) zwischen den Anhängern parallel zur Deichsel können Personen davon abhalten, quer zur Fahrtrichtung über die Deichsel zu steigen.
- Vor dem Anfahren kann ein akustisches Signal für mindestens zwei Sekunden gegeben werden. Aufgrund vieler Anfahrvorgänge im Produktionsbetrieb können Anfahrwarnungen (akustisch, optisch) mit verzögertem Start ungeeignet sein.
- Die Anfahrgeschwindigkeit kann auf 0,3 m/s für mindestens fünf Sekunden begrenzt sein. Aufgrund vieler Anfahrvorgänge im Produktionsbetrieb sind Anfahrwarnungen (akustisch, optisch) mit verzögertem Start ungeeignet.
- Die Deichseln der Anhänger können mit schwarz-gelben oder rot-weißen Warnstreifen versehen sein.
- Ein Hinweisschild („Durchtritt verboten“) kann an der Deichsel angebracht werden.
- Beim Betrieb eines Fahrerlosen Transportsystems (FTS) sind die Vorgaben zum Betrieb mit Anhänger gemäß DIN EN 1525, Absatz 5.10 „Betrieb mit Anhängern“ bzw. Abschnitt 4.10 der ISO 3691-4 zu beachten.



Abb. 25 Durchtrittsicherung bei Routenzügen

6.6 Fahrerlose Routenzüge

Fahrerlose Routenzüge, die in allgemeinen Verkehrsbereichen eingesetzt werden, müssen mit Systemen zur Erkennung von Personen und Hindernissen im Fahrweg ausgestattet sein. Die sicherheitsbezogenen Teile von Einrichtungen zum Erkennen von Personen müssen dem Performance Level PL= d nach DIN EN ISO 13849-1 entsprechen.

Bei Kurvenfahrten muss berücksichtigt werden, dass nach vorne gerichtete Personenerkennungssysteme und die ggf. seitlich erforderlichen Erkennungssysteme die gesamte Schleppkurve erfassen. Fahrerlose Routenzüge müssen nach Ansprechen der Schutzeinrichtungen im Fahrweg zum Stillstand kommen, bevor feste Teile des Flurförderzeuges auf die Person treffen.

Konzepte für Feualarm und für das Freifahren im Bereich von Brandschutz Türen sind zu berücksichtigen.

Das FTS muss sich manuell aus einem Gefahrenbereich entfernen lassen können.

Die DIN EN 1525 bzw. ISO 3691-4 fordert, dass Zugfahrzeuge mit Not-Aus-Einrichtungen (nachfolgend als „Not-Halt“ entsprechend der gültigen Norm bezeichnet) entsprechend DIN EN ISO 13850 ausgestattet sein müssen. In der folgenden Tabelle 5 werden weitere erforderliche Maßnahmen gelistet.

Die Zugkraftbegrenzung der Schlepper ist eine weitere technische Schutzmaßnahme. Sie kann risikomindernd in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.

Organisatorisch muss die Gefahr des An-, Überfahrens und des Quetschens durch die Einhaltung der vorgeschriebenen Mindestsicherheitsabstände nach ASR A1.8 „Verkehrswege“ (siehe Kap. 7.1) und Anhang A der DIN EN 1525 bzw. ISO 3691-4 verhindert werden.

Laut ASR A1.8 Abschnitt 4.3 (9) sind Abweichungen aufgrund der Gefährdungsbeurteilung bei der Bemessung der Rand- und Begegnungszuschläge zulässig, wenn geeignete Personenerkennungssysteme beim Einsatz automatisch gesteuerter Transportmittel (fahrerlos betrieben) verwendet werden.

Ist dies nicht möglich, sind wirksame Ersatzmaßnahmen zu treffen. Können die geforderten Sicherheitsabstände nicht eingehalten werden, müssen diese Bereiche als Gefahrbereiche gekennzeichnet werden. Dies ist vorzugsweise durch Bodenmarkierungen gemäß ASR A1.3 auszuführen.

Beim Einfahren in Gefahrbereiche muss die Geschwindigkeit des Fahrzeugs reduziert werden und ein akustisches Warnsignal ertönen.

Tabelle 5 Maßnahmen am fahrerlosen Routenzug gegen Anfahren, Überfahren, Quetschen

Maßnahmen am fahrerlosen Routenzug gegen Anfahren, Überfahren, Quetschen			
	Maßnahmen technisch	Wirkung	Regelung
FTS	Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion: Schaltleiste/Bumper	FTS stoppt bei Berührung von Hindernissen (Person/Gegenstand). Fährt erst weiter, wenn kein Hindernis an der Schaltleiste erkannt wird.	BetrSichV, TRBS 2111, TRBS 2111-1 DIN EN 1525; ISO 3691-4, Teile der Steuerungen nach DIN EN ISO 13849-1
	Näherungssensoren mit Schaltfunktion	Reduziert zunächst Geschwindigkeit beim Erkennen von Hindernissen (Person/Gegenstand) im überwachten Fahrweg, bevor der Routenzug gestoppt wird. Routenzug fährt erst weiter, wenn kein Hindernis im Fahrweg erkannt wird.	
	Not-Halt-Taster – von allen Seiten erreichbar	FTS stoppt bei Betätigung.	DIN EN 1525, ISO 3691-4, DIN EN ISO 13850
	Selbsttätig wirkendes Bremsssystem	FTS stoppt bei Energieausfall und bei Verlassen der Leitlinie.	BetrSichV Anhang 1.1 , DIN EN 1525, ISO 3691-4, Teile der Steuerungen nach DIN EN ISO 13849-1
	Begrenzung Anfahrgeschwindigkeit	Fahrgeschwindigkeit für die ersten fünf Sekunden und für eine Fahrstrecke von mindestens 500 mm plus Höchstabstand zwischen den Anhängern oder Anhänger und Flurförderzeug, je nachdem was größer ist auf 0,3 m/s beschränkt.	TRBS 2111-1, DIN EN 1525, ISO 3691-4
	Durchlauf Sicherungen im Bereich der Deichseln: – gespannte Bänder	Verhindert, dass Personen zwischen die Anhänger treten.	TRBS 2111
		Maßnahmen organisatorisch	Wirkung
FTS	Optische und akustische Warneinrichtungen		
	Akustisches Signal vor automatischem Anfahren mindestens zwei Sekunden	Akustisches Signal warnt Personen, die sich zwischen den Anhängern bzw. in Gefahrenbereichen befinden.	BetrSichV, TRBS 2111/TRBS 2111-1, DIN EN 1525, ISO 3691-4
	Optische Warneinrichtung (z. B. Blinklicht, Lichtpunktprojektion)	Optisches Signal warnt Personen in der Umgebung.	BetrSichV, TRBS 2111/TRBS 2111-1, DIN EN 1525, ISO 3691-4
	Optische Richtungsanzeige (Blinker)	Anzeige der Fahrtrichtung.	DIN EN 1525, ISO 3691-4
	Warnmarkierung an Deichseln (gelb/schwarz oder rot/weiß) Informationsschilder (max. Last + Abmessungen) Warnhinweise (Mitfahrt verboten)	Hinweisende Maßnahme.	DIN EN 1525, ISO 3691-4

7 Sondereinsätze von Routenzügen

7.1 Mitnahme von Personen

In der DGUV Vorschrift 68 und 69 „Flurförderzeuge“ sind in § 25 die Bedingungen aufgeführt, die zur Mitnahme von Personen erfüllt sein müssen.

U. a. darf der Fahrer oder die Fahrerin eines Routenzugs Personen nur mitnehmen, wenn dies von Hersteller und Unternehmer zugelassen ist und das Fahrzeug über geeignete Vorrichtungen hierzu verfügt.

Während der Fahrt ist das Auf- und Absteigen, Übersteigen auf andere Fahrzeuge sowie das „Herausstellen“ von Körperteilen über den Rand des Fahrzeuges hinaus verboten.

7.2 Befahren von Steigungen und Gefällstrecken

Das Befahren von Schrägen ist grundsätzlich kritisch zu betrachten, da hier Kippgefahr besteht.

Systembedingt sollte folgendes berücksichtigt werden:

- Vorgaben des Zugfahrzeug- und Anhänger-Herstellers sind zu beachten
- Die ausgewiesene zulässige Höchstlast gilt nur für das Schleppen in der Ebene auf tragfähigem, rutschsicherem Untergrund.
- Bei schwierigen Einsatzbedingungen (Gefällstrecken, glatte oder rutschige Fahrbahn) muss die Anhängelast gegebenenfalls reduziert werden, so dass ein sicheres Abbremsen möglich ist.
- Die Scheitelpunktradien der Rampen-Ein- und Ausfahrten müssen auf das System abgestimmt sein.
- Steigungen dürfen nicht quer oder schräg befahren werden.
- Wenden auf Steigungen ist verboten.
- Das Anhalten an Steigungen ist zu vermeiden.
- Das Be- und Entladen eines Lastenträgers auf Schrägen oder Rampen ist zu vermeiden.
- Bei Rampenfahrten sind Kupplungssysteme zu verwenden, die ein unbeabsichtigtes Entkuppeln ausschließen.
- Der Zugverband darf auf Rampen an keiner Stelle getrennt werden.



Abb. 26
Schleppereinsatz auf dem Frachtbereich
eines Flughafens

8 Instandhaltung und Prüfung

Im Rahmen von regelmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen durch Fachpersonal, bei denen die Herstellerangaben zu beachten sind, muss die Funktionalität der Bauteile gewährleistet werden.

Der Unternehmer bzw. die Unternehmerin (im Sinne Betreiber) legt im Ergebnis seiner oder ihrer Gefährdungsbeurteilung für dieses Arbeitsmittel Prüffristen, Prüfumfang, Anforderungen an den Prüfer bzw. die Prüferin fest (vgl. §3 BetrSichV).

Die Herstellerangaben in den technischen Unterlagen sind hier eine gute Hilfestellung.

Sicherheitseinrichtungen wie z. B. Not-Halt-Einrichtung, Gurt, Laserscanner müssen nach Herstellerangaben regelmäßig geprüft werden.

Literatur

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle:

Buchhandel und Internet: z. B. www.gesetze-im-internet.de

- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV
- Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“
- Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A1.5/1, 2 „Fußböden“
- Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A1.8 „Verkehrswege“
- Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV
- Bekanntmachung zur Betriebssicherheit BekBS 1113 „Beschaffung von Arbeitsmitteln“
- Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 2111 „Mechanische Gefährdungen – Allgemeine Anforderungen“
- Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 2111-1 „Mechanische Gefährdungen – Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen beim Verwenden von mobilen Arbeitsmitteln“

2. DGUV Regelwerk für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle:

Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Vorschrift 68 und 69 „Flurförderzeuge“

Informationen

- DGUV Information 215-450 „Software-Ergonomie“
- DGUV Information 240-250 „Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 25 ‚Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten‘“
- DGUV Information 240-460 „Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 46 ‚Belastungen des Muskel- und Skelettsystems einschließlich Vibrationen‘“

Grundsätze

- DGUV Grundsatz 308-001 „Ausbildung und Beauftragung der Fahrer von Flurförderzeugen mit Fahrersitz und Fahrerstand“

3. Normen/VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle:

Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin und VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

- VDI-Richtlinie 2406 „Anhänger für Flurförderzeuge“; Ausgabe 2017-02
- VDI-Richtlinie 2510 Blatt 1 „Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“; Ausgabe 2009-12
- DIN EN 1525:1997-12 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“
- DIN EN 1757-3:2003-07 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Handbetriebene und teilweise handbetriebene Flurförderzeuge – Teil 3: Plattformwagen“
- DIN EN ISO 3691-1:2017-05 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Sicherheitsanforderungen und Verifizierung – Teil 1: Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge mit Ausnahme von fahrerlosen Flurförderzeugen, Staplern mit veränderlicher Reichweite und Lastentransportfahrzeugen“
- ISO 3691-4:2020-02 „Flurförderzeuge – Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung – Teil 4: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“
- DIN EN ISO 9241-110:2008-09 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung“
- DIN EN ISO 13849-1:2016-06 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze“
- DIN EN ISO 13850:2016-05 „Sicherheit von Maschinen – Not-Halt-Funktion – Gestaltungsleitsätze“

Anforderungen an die Standsicherheit des Anhängers können z. B. in Anlehnung an die folgende Norm ermittelt werden:

- DIN EN 1757-3:2003-07 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Handbetriebene und teilweise handbetriebene Flurförderzeuge – Teil 3: Plattformwagen“
- DIN 8452:1962-03 „Flurförderzeuge; Lenkkränze ohne Mittelzapfen, für Handwagen und Anhänger“

- DIN 8454:1962-06 „Flurförderzeuge; Deichseln für Anhänger, Hauptmaße“
- DIN 15170:1987-03 „Flurförderzeuge; Anhängerkupplungen; Anschlußmaße, Anforderungen, Prüfungen“
- DIN 15172:1988-12 „Kraftbetriebene Flurförderzeuge; Schlepper und schleppende Flurförderzeuge; Zugkraft, Anhängerlast“
- DIN 74051-1:1989-01 „Mechanische Verbindungen für Kraftfahrzeuge und Anhänger; Selbsttätige Bolzenkupplungen 40; Maße und Rechenwerte“
- DIN 74052-1:1989-01 „Mechanische Verbindungen für Kraftfahrzeuge und Anhänger; Selbsttätige Bolzenkupplung 50; Maße und Rechenwerte“
- DIN 74054-1:1989-01 „Mechanische Verbindungen für Kraftfahrzeuge und Anhänger; Zugöse 40 mit Buchse“
- DIN 74054-2:1977-08 „Mechanische Verbindungen für Kraftfahrzeuge und Anhänger; Zugöse 40 ohne Buchse, Abmessungen“
- DIN EN 1915-1:2013-05 „Luftfahrt-Bodengeräte – Allgemeine Anforderungen – Teil 1: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“
- DIN EN 12312-15:2020-06 „Luftfahrt-Bodengeräte – Besondere Anforderungen – Teil 15: Gepäck- und Geräteschlepper“
- DIN EN ISO 3691-1:2017-05 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Sicherheitsanforderungen und Verifizierung – Teil 1: Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge mit Ausnahme von fahrerlosen Flurförderzeugen, Staplern mit veränderlicher Reichweite und Lastentransportfahrzeugen“
- DIN EN 1525:1997-12 „Sicherheit von Flurförderzeugen – Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“; Deutsche Fassung EN 1525:1997.
- ISO 3691-4:2020-02 „Flurförderzeuge – Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung – Teil 4: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“
- DIN EN ISO 3691-5:2017-02 „Flurförderzeuge – Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung – Teil 5: Mitgängerbetriebene Flurförderzeuge“
- DIN EN ISO 13854:2020-01 „Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen“
- DIN EN ISO 13857:2020-04 „Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen“
- VDI-Richtlinie 2406 „Anhänger für Flurförderzeuge“; Ausgabe 2017-02
- VDI-Richtlinie 3973 „Kraftbetriebene Flurförderzeuge; Schleppzüge mit ungebremsten Anhängern“; Ausgabe 2018-07
- VDI-Richtlinie 2510 Blatt 1 „Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“; Ausgabe 2009-12

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de