

# HANSER



## Leseprobe

zu

## „Sicherheit in der Logistik“

von Uwe Arens

Print-ISBN: 978-3-446-46189-5

E-Book-ISBN: 978-3-446-46549-7

Weitere Informationen und Bestellungen unter  
<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-46189-5>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Sicherheit in der Logistik</b> .....	<b>1</b>
1.1 Einführung .....	1
1.2 Stand .....	5
1.2.1 Arbeitsunfälle .....	5
1.2.2 Güterschaden .....	9
1.2.3 Gefahrgut .....	12
1.2.4 Schlussfolgerungen .....	13
1.3 Herausforderungen .....	14
<b>2 Grundlagen der Sicherheit</b> .....	<b>21</b>
2.1 Sicherheit und Schaden .....	21
2.2 Modelle der Schadensentstehung .....	27
2.3 Schadensquellen .....	34
<b>3 Organisation der Sicherheit</b> .....	<b>41</b>
3.1 Überbetriebliche Akteure .....	41
3.1.1 Institutionen der Legislative .....	42
3.1.2 Behörden .....	44
3.1.3 Träger der gesetzlichen Unfallversicherung .....	47
3.1.4 Sonstige Institutionen .....	49
3.1.5 Rechtliche Grundlagen .....	51
3.2 Innerbetriebliche Funktionsträger .....	55
3.2.1 Unternehmer und Führungskräfte .....	56
3.2.2 Beauftragte .....	59
3.3 Instrumente zur Verbesserung der Wirksamkeit .....	65

<b>4</b>	<b>Risikobeurteilung</b>	<b>71</b>
4.1	Grundlagen und Begriffe	71
4.2	Ausgewählte Verfahren und Werkzeuge	75
4.2.1	PAAG-Verfahren	75
4.2.2	Ereignisbaumanalyse	77
4.2.3	Folge-/Wahrscheinlichkeitsmatrix	79
4.2.4	Anwendungsbeispiel	80
4.3	Bewertungsmaßstäbe	84
4.3.1	Orientierungsrahmen	84
4.3.2	Vorgehensweise	86
4.4	Sonderfälle	87
4.4.1	Gefährdungsbeurteilung	87
4.4.2	Risikobeurteilung für Maschinen	91
4.5	Risikominderung	94
<b>5</b>	<b>Managementsysteme für Sicherheit</b>	<b>99</b>
5.1	Einführung	99
5.2	Modelle	104
5.2.1	Arbeitsschutzmanagementsysteme	106
5.2.2	Umweltmanagementsysteme	116
5.2.3	Sonstige Managementsysteme mit Sicherheitsbezug	120
5.3	Sicherheitskultur	123
<b>6</b>	<b>Sicherheit in der Intralogistik</b>	<b>131</b>
6.1	Einführung	132
6.2	Einsatz von Flurförderzeugen	136
6.2.1	Begriffe und Bauarten	136
6.2.2	Funktionale Sicherheit	145
6.2.3	Gestaltung des Arbeitsplatzes	149
6.2.4	Anforderungen an die Arbeitsperson	154
6.3	Fahrerlose Transportfahrzeuge	156
6.3.1	Grundlagen	157
6.3.2	Sicherheitssysteme	161
6.3.3	Exkurs: Autonomes Fahren	164

<b>7</b>	<b>Gefahrgut- und Gefahrstofflogistik</b>	<b>171</b>
7.1	Einordnung	172
7.2	Gefahrgut	174
7.2.1	Rechtsrahmen	175
7.2.2	Klassifizierung	180
7.2.3	Abwicklung der Beförderung	183
7.3	Gefahrstoffe	188
7.3.1	Rechtsrahmen	188
7.3.2	Einstufung und Kennzeichnung	193
7.3.3	Gefährdungsbeurteilung	197
<b>8</b>	<b>Menschengerechte Arbeitsgestaltung</b>	<b>207</b>
8.1	Grundlagen	207
8.2	Physische Belastung durch Lastenhandhabung	215
8.2.1	Leitmerkmalmethode	217
8.2.2	Einsatz von Exoskeletten	224
8.3	Psychische Belastung	228
8.3.1	Einordnung und Vorgehen	228
8.3.2	Einsatz von Datenbrillen	235
<b>9</b>	<b>Kritische Infrastruktur</b>	<b>241</b>
9.1	Grundlagen	241
9.2	Vorgehensweise	244
9.2.1	Risikobeurteilung bei gewollten menschlichen Handlungen	245
9.2.2	Notfall- und Krisenmanagement	251
	<b>Index</b>	<b>263</b>

# Vorwort

Sicherheit gehört zu den Grundbedürfnissen des Menschen. Aber auch Unternehmen und Organisationen haben ein Interesse an der Sicherheit. Das gilt insbesondere für die Logistik. Schließlich gehört es zu ihren Kernaufgaben, Güter sicher zu verwahren und schadensfrei an ihren Bestimmungsort zu bringen. Obwohl die Akteure sich über diese Kernaufgabe im Grunde einig sind, versteht dennoch jeder Einzelne etwas anderes unter dem Begriff der Sicherheit. Dem Supply Chain Manager geht es um den Erhalt der Lieferketten. Der Fuhrparkleiter und der Disponent sorgen sich um die Zuverlässigkeit der Lieferung und um eine nachhaltige Leistungserbringung. Und die Lagerleitung kümmert sich um den Schutz der Mitarbeitenden. Was auch immer im Fokus des Einzelnen steht, letztlich geht es immer um die Frage, wie Mensch, Umwelt und Güter zu schützen sind.

Und die Bedeutung der Sicherheit für die Logistik steigt. Diese These lässt sich mit Blick auf die gesellschaftlichen Diskussionen im Zusammenhang mit „Industrie 4.0“ und dem „Klimawandel“ ableiten. Es gibt kaum eine Branche, die so fundamental von den Veränderungen betroffen sein wird wie die Logistik. Die Einrichtung cyber-physischer Systeme, die Umrüstung auf alternative Antriebsenergien oder die Überlegungen zum autonomen Fahren: die Logistikbranche ist stets Teil der Veränderungen. Und die Diskussionen über das Für und Wider drehen sich fast ausschließlich um Fragen der Sicherheit.

Das Kernanliegen dieses Buches ist es, die verschiedenen Aspekte der Sicherheit in der Logistik zusammenzuführen und mögliche Veränderungen durch „Logistik 4.0“ aufzuzeigen. Dabei wird besonders auf die Risikobeurteilung eingegangen, von der zu erwarten ist, dass sie künftig zu den wichtigsten methodischen Kompetenzen der Führungskräfte in der Logistik gehören wird. Dieses Buch beansprucht jedoch keine vollumfängliche Darstellung aller relevanten Sicherheitsthemen der Logistik. Vielmehr ergibt sich die Zusammenstellung der Themen aus den zahlreichen Gesprächen und Diskussionen, die mit Verantwortlichen verschiedener Logistikunternehmen geführt wurden.

Das Buch richtet sich daher vorwiegend an Führungskräfte und Entscheider aus der Logistik sowie den in der Branche tätigen Sicherheitsexperten. Sicherlich eignet es sich auch für Studierende Logistik-orientierter Studiengänge.

Dieses Buch ist in neun Kapitel untergliedert. In den Kapiteln 1 bis 5 geht es zunächst um Grundlagen. Die Kapitel 6 bis 9 enthalten Anwendungsbeispiele.

Nach einer Standortbestimmung (Kapitel 1) geht es zunächst einmal um die Grundlagen der Sicherheit (Kapitel 2). Es folgen Ausführungen zur betrieblichen und überbetrieblichen Sicherheitsorganisation (Kapitel 3). In Kapitel 4 werden die Elemente und das Vorgehen der Risikobeurteilung auf Basis der internationalen Norm DIN ISO 31000 dargestellt und an unterschiedlichen Beispielen erläutert. Kapitel 5 befasst sich mit der Einbindung der betrieblichen Risikobeurteilung in übergeordnete Führungssysteme.

Die zweite Hälfte des Buches beginnt mit Ausführungen zur Sicherheit im innerbetrieblichen Transport und dem Stand der Automatisierung. Der sicherheitsaffinen Gefahrgut- und Gefahrstofflogistik ist das Kapitel 7 gewidmet. Kapitel 8 erläutert die Auswirkungen neuer Technologien auf die menschengerechte Arbeitsgestaltung. Das letzte Kapitel befasst sich mit dem Notfall- und Krisenmanagement, von dem anzunehmen ist, dass dessen Bedeutung im Hinblick auf den Erhalt der Lieferketten zunehmen wird.

Dieses Buch wäre nicht ohne die Begleitung und Unterstützung vieler Personen entstanden. Ihnen allen möchte ich an dieser Stelle recht herzlich danken. Mein besonderer Dank gilt indes Herrn Volker Herzberg, der als Lektor wertvolle Hinweise geliefert und es stets verstanden hat, mich in schwierigen Phasen zu ermutigen. Danken möchte ich auch meiner Kollegin Lieselotte Prax, die mir bei der Recherche und der Erstellung so mancher Abbildungen behilflich war. Nicht zuletzt gebührt meiner Frau ein ausdrücklicher Dank für ihre Geduld und ihr Verständnis, wenn ich mich so manchen Abend und an vielen Wochenenden ins Arbeitszimmer zurückgezogen habe.

Mit diesem Buch soll ein erster Schritt auf einem Weg gewagt werden, der zu einem umfassenden Werk über die Sicherheit in der Logistik führt. Dieses Ziel kann nur gemeinsam mit Ihnen als interessierten Leser erreicht werden. Ich freue mich daher über Ihre Anregungen, Vorschläge und Überarbeitungshinweise.

Bremen, im September 2020

*Uwe Arens*

# 6

## Sicherheit in der Intralogistik

Intralogistik ist eine recht junge Bezeichnung für einen Teilbereich der Logistik, der sich ausschließlich mit dem innerbetrieblichen Materialfluss beschäftigt (Arnold, 2006, S.1). Diese hat in den zurückliegenden Jahren durch die fortschreitende Informationstechnik eine rasante Entwicklung genommen. In demselben Maße sind die Anforderungen an die Zuverlässigkeit technischer Systeme gestiegen. Und es ist zu erwarten, dass dieser Prozess noch nicht am Ende ist. Der Grad der Automatisierung wird zunehmen. Kurze Produktlebenszyklen, kleine Losgrößen und die Just-in-Time-Produktion lassen sich nur mit moderner Förder-technik realisieren. Wo heute noch Flurförderzeuge das Bild prägen, werden morgen fahrerlose Transportsysteme eingesetzt, die die Aufträge selbstständig und störungsfrei abwickeln.

Aus sicherheitstechnischer Sicht ist diese Entwicklung von besonderem Interesse. Die Herausforderung besteht darin, den Menschen vor den neuen Risiken der technischen Einrichtungen zu schützen, die als Teil eines Mensch-Maschine-Systems für einen optimalen Materialfluss sorgen, oder aber mögliche Störungen und Unterbrechungen schnellstmöglich zu beheben.

In diesem Kapitel soll die gegenwärtige Situation in der Fördertechnik ebenso betrachtet werden wie die mögliche zukünftige. Der Fokus liegt auf den Flurförderzeugen. Zunächst erfolgt eine einführende Betrachtung zur Sicherheit in der Fördertechnik. Daran schließen sich Ausführungen zur sicherheitstechnischen Gestaltung und Verwendung von Flurförderzeugen an. Den Abschluss bilden die fahrerlosen Transportsysteme.

## ■ 6.1 Einführung

Zu den Kernaufgaben der Intralogistik gehören das Fördern, das Lagern, das Kommissionieren und das Sortieren. Diese Arbeiten werden von Menschen initiiert und mit Unterstützung technischer Systeme ausgeführt. Vor allem die Fördertechnik ist es, die für eine schnelle Be- und Entladung der Regale sorgt, bei der Kommissionierung unterstützt und sicherstellt, dass die benötigte Ware pünktlich und schadensfrei am vorgesehenen Ort ankommt. Die Fördertechnik wird definiert als

*... das Fortbewegen (Fördern) von Gütern und Personen über begrenzte Entfernung innerhalb einer örtlich begrenzten und zusammenhängenden Betriebseinheit unter Einsatz von technischen Mitteln, den Fördermitteln.*

*Wagner et al., 2018, U 2*

Fördermittel, Fördergut und Förderstrecke sind daher die bestimmenden Größen für Planung und Durchführung logistischer Aufgaben. Das Fördergut unterteilt sich in Stückgut und Schüttgut. Die Förderstrecke wird durch Quelle und Senke beschrieben und bleibt in der Intralogistik ausschließlich auf den innerbetrieblichen Einflussbereich beschränkt. Die Fördertechnik umfasst die Gestaltung der Fördermaschinen und deren Betrieb (Griemert, Römisch, 2015, S. 2). Sie prägen das Bild der Intralogistik.

Die Fördermaschinen lassen sich nach Unstetigförderer und Stetigförderer unterteilen und unterscheiden sich daher nur durch die Art, wie das Fördergut bewegt wird. Unstetigförderer arbeiten diskontinuierlich. Sie sind abgesehen von wenigen Ausnahmen in der Lage, die Förderstrecke frei auszuwählen. Die Arbeiten erfolgen in Arbeitsspielen, bei denen auf eine Lastfahrt eine Leerfahrt folgt. Unstetigförderer werden entweder automatisch oder durch einen Menschen bewegt und gesteuert. Ihr Haupteinsatzbereich ist daher die Förderung kleiner bis mittlerer Fördermengen (Schulte, 2017, S. 212). Die Förderstrecke kann auf dem Boden („Flur“ genannt), vom Boden unabhängig oder aber stationär angeordnet sein. Typische Vertreter der Unstetigförderer sind Flurförderzeuge oder Krane.

Stetigförderer bewegen das Fördergut kontinuierlich auf einer festgelegten Förderstrecke von der Quelle zur Senke. Die Bewegung und Steuerung erfolgen automatisch. Im Vergleich zu den Unstetigförderern erzielen sie höhere Durchsätze. Weitere Stärken sind der geringe Personalbedarf und die Möglichkeit zur Automatisierung (Schulte, 2017, S. 208). Die Mehrheit der Stetigförderer ist flurgebunden. Bild 6.1 gibt einen Überblick über mögliche Bauformen.



<b>Beispiele</b>		
<b>Unstetigförderer</b>	flurgebunden	Handwagen Schlepper, Schleppzüge Gabelhubwagen Gegengewichtstapler, Schubmaststapler Querstapler, Portalstapler Fahrerlose Transportsysteme
	flurfrei	Brückenkrane, Portalkrane, Auslegerkrane Elektrohängebahn
	stationär	Hebebühnen, Aufzüge
<b>Stetigförderer</b>	flurgebunden	Bandförderer, Rollenförderer Schneckenförderer, Kratzerförderer Schwingförderer Kreisförderer, Umlaufförderer Becherwerke
	flurfrei	Rutschen Rohrpost

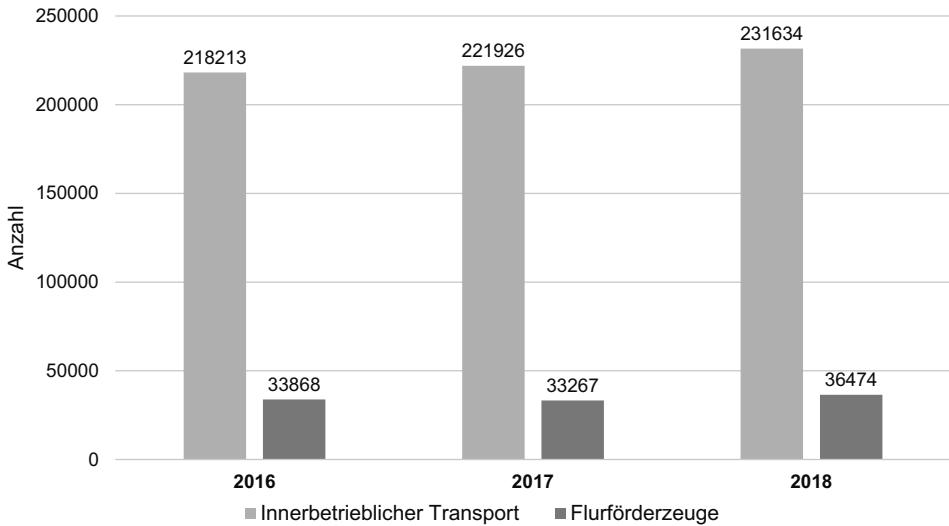
**Bild 6.1** Übersicht zu den Fördermaschinen in der Intralogistik (nach Schulte, 2017, S. 207)

Unter Sicherheitsaspekten sind besonders die flurgebundenen Unstetigförderer von Interesse. Zu ihnen gehört die Gruppe der Flurförderzeuge. Sie sind definiert als

*... auf dem Boden (Flur), nicht auf Schienen fahrende Fördermittel für den innerbetrieblichen Transport. Sie dienen je nach Bauart zum Befördern, Ziehen, Schieben, Heben, Stapeln oder zum Ein- und Auslagern von Lasten in Regale, zum Kommissionieren sowie zum Be- und Entladen von Verkehrsmitteln.*

*Bruns, 2018, U 51*

Flurförderzeuge sind überproportional am Unfallgeschehen beteiligt. Ihr Anteil an der Gesamtzahl der Arbeitsunfälle im innerbetrieblichen Transport liegt mit nahezu 16% seit Jahren unverändert hoch (DGUV 2019, S. 80). Allein im Zeitraum von 2016 bis 2018 stieg die Zahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle um fast 8% (Bild 6.2). Auch beim Anteil der schweren Unfälle, gemessen an den Unfallzahlen, die zu einer Rentenzahlung führen, dominieren die Flurförderzeuge. Ihr Anteil liegt mit 16,5% für das Jahr 2018 deutlich höher als bei den Stetigförderern (zum Vergleich 2018: 1,7%) oder den Kranen (zum Vergleich 2018: 1,6%) (DGUV 2019, S. 80).



**Bild 6.2** Unfallentwicklung meldepflichtiger Arbeitsunfälle im innerbetrieblichen Transport und unter Beteiligung der Flurförderzeuge

Die Art der Unfallstatistik erweckt den Eindruck, dass allein die Flurförderzeuge für das Unfallgeschehen verantwortlich sind. Dieser Eindruck täuscht. Das Unfallgeschehen ist stets im Kontext mit dem Arbeitssystem zu betrachten (s. Abschnitt 2.3) – und hierzu gehört der Arbeitsplatz ebenso wie die Arbeitspersonen.

In der Intralogistik umfasst der Arbeitsplatz den Betrieb oder den Betriebsteil. Flurförderzeuge werden sowohl innerhalb von Gebäuden als auch im Freien auf dem Betriebsgelände eingesetzt. Im Gegensatz zum überbetrieblichen Transport befindet sich das Arbeitssystem damit vollständig im Einflussbereich des Unternehmens.

Zu den Arbeitspersonen gehören sowohl die Bediener als auch alle weiteren Mitarbeitenden im Umfeld der Flurförderzeuge. Insbesondere an die Bediener werden spezielle Anforderungen gestellt. Neben körperlichen Voraussetzungen ist für die Bedienung eine spezifische Qualifikation erforderlich.

Die Frage nach der sicherheitsgerechten Gestaltung des Arbeitssystems „Flurförderzeuge“ ist Gegenstand rechtlicher Regelungen. Insbesondere sind zu berücksichtigen:

- **Arbeitsmittel**

Grundsätzlich sind alle Produkte, die in den Verkehr gebracht werden, so zu gestalten, dass Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährdet sind (§ 3 Abs. 1 ProdSG). Für Flurförderzeuge bedeutet dies, dass die Anforderungen der Maschinenverordnung zu berücksichtigen sind, (s. Abschnitt 3.1.5).

Um den technischen Zustand über die Lebensdauer aufrechtzuerhalten, sind regelmäßige Prüfungen notwendig. Art und Umfang der Prüfungen gehen zurück auf die Betriebssicherheitsverordnung (s. Abschnitt 3.1.5).

Weiter Anforderungen an den Betrieb von Flurförderzeugen stellen die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung durch die DGUV Vorschrift „Flurförderzeuge“

- Arbeitsplatz

Die Arbeitsstättenverordnung formuliert Anforderungen an Einrichtung und Gestaltung des Arbeitsplatzes. In der Intralogistik sind vor allem die Anforderungen an die Gestaltung von Verkehrswegen von Belang. Hierzu finden sich Empfehlungen in den zugehörigen Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR).

Beim Einsatz verbrennungsmotorischer Flurförderzeuge ist außerdem die Gefahrstoffverordnung und das zugehörige technische Regelwerk (TRGS) zu berücksichtigen.

- Arbeitsperson

Anforderungen an die Mitarbeitenden beim Einsatz von Flurförderzeugen enthält die DGUV Vorschrift „Flurförderzeuge“ sowie der DGUV Grundsatz „Ausbildung und Beauftragung der Fahrer von Flurförderzeugen mit Fahrersitz und Fahrerstand“ (DGUV Grundsatz 308-001).

Eine Übersicht über die zu berücksichtigenden Regelungen und deren Zusammenwirken zeigt Bild 6.3.

	Arbeitsmittel	Arbeitsplatz	Arbeitsperson
Gesetze	Produktsicherheitsgesetz Arbeitsschutzgesetz	Arbeitsschutzgesetz	Arbeitsschutzgesetz
Verordnung	Maschinenverordnung BetriebssicherheitsVO	ArbeitsstättenVO GefahrstoffVO	Arbeitsmedizinische Vorsorge VO
Unfallverhütungsvorschrift	DGUV Vorschrift „Flurförderzeuge“	DGUV Vorschrift „Flurförderzeuge“	DGUV Vorschrift „Flurförderzeuge“
Regel der Technik	TRBS	ASR, TRGS	DGUV Grundsatz 308-001

**Bild 6.3** Überblick über das Regelwerk beim Einsatz von Flurförderzeugen in der Intralogistik

Trotz der Vielfalt der Regelungen sind Gemeinsamkeiten erkennbar. Zu ihnen zählen das Schutzziel, das in erster Linie auf die Personen ausgerichtet ist, und das prozessorientierte Sicherheitskonzept, bei dem die Anwendung der Risikobeurteilung im Vordergrund steht.

## ■ 6.2 Einsatz von Flurförderzeugen

Flurförderzeuge sind weit verbreitet. Es gibt kaum ein Unternehmen, das ohne sie auskommt. Die Vielfalt der Bauformen und die Flexibilität im Einsatz sind sicherlich zwei Aspekte, die den Boom der Flurförderzeuge antreiben. Aber die große Verbreitung hat auch Kehrseiten. Seit Jahren führen Flurförderzeuge die Unfallstatistiken an. Dabei hat sich die Sicherheitstechnik in den vergangenen Jahren stetig weiterentwickelt.

Im Folgenden geht es darum, das durch Flurförderzeuge geprägte Arbeitssystem in sicherheitstechnischer Hinsicht zu beschreiben. Hierzu gehört eine Vorstellung der Bauarten. Ausführungen zur Sicherheitstechnik sowie zum Arbeitsplatz schließen sich an. Die Leistungsvoraussetzungen des Menschen beschließen dieses Kapitel.

### 6.2.1 Begriffe und Bauarten

Flurförderzeug wird als Bezeichnung für eine Reihe von Fördermaschinen mit sehr unterschiedlichen Bauarten verwendet. Ihnen gemeinsam sind der Einsatz im innerbetrieblichen Verkehr sowie der Einsatz auf dem Boden (Flur). Die DGUV Vorschrift „Flurförderzeuge“ und die VDI-Richtlinie „Flurförderzeuge – Begriffe, Kurzzeichen, Beispiele“ nennen andere Definitionen (Tabelle 6.1).

**Tabelle 6.1** Definition „Flurförderzeuge“ – Auswahl bekannter Definitionen

Quelle	Definition
VDI-Richtlinie „Flurförderzeuge – Begriffe, Kurzzeichen, Beispiele“ (VDI 3586)	Als Flurförderzeuge (FFZ) im Sinne dieser Richtlinie gelten alle auf dem Boden (Flur), nicht auf Schienen fahrende Fördermittel. Sie dienen im innerbetrieblichen Transport ihrer Bauart nach dem Befördern, Ziehen, Schieben, Heben, Stapeln oder In-Regale-Einlagern von Lasten aller Art. Sie sind fahrerlos, mitgängergeführt oder von einem Fahrer bedient, der auf dem Flurförderzeug oder einem hebbaren Fahrerplatz sitzt oder steht.

Quelle	Definition
DGUV Vorschrift „Flurförderzeuge“ § 2 Abs. 1, 2	<p>Flurförderzeug im Sinne dieser Unfallverhütungsvorschrift sind Fördermittel, die ihrer Bauart nach dadurch gekennzeichnet sind, dass sie</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. mit Rädern auf Flur laufen und frei lenkbar,</li> <li>2. zum Befördern, Ziehen oder Schieben von Lasten eingerichtet und</li> <li>3. zur innerbetrieblichen Verwendung bestimmt sind.</li> </ol> <p>Flurförderzeuge mit Hubeinrichtung im Sinne dieser Unfallverhütungsvorschrift sind zusätzlich zu Absatz 1 dadurch gekennzeichnet, dass sie</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zum Heben, Stapeln oder In-Regale-Einlagern von Lasten eingerichtet sind und</li> <li>2. Lasten selbst aufnehmen und absetzen können.</li> </ol>

Unter Berücksichtigung der genannten Definitionen zählen folgende Fördermaschinen zu den Flurförderzeugen:

- Handwagen

Der Wagen gehört zu den einfachsten Fördermitteln (Bild 6.4). Er besteht aus einem Aufbau zur Aufnahme der Last und einem Rahmen, der von einer Achse oder aber von zwei Achsen (Vierrad-Bauweise) getragen wird. Die beiden vorderen Räder werden an einem Drehschemel geführt, der mit einer Deichsel zum Ziehen und Lenken ausgestattet ist. Die Aufbauten werden an das Fördergut angepasst (Griemert, Römisch, 2015, S. 188).



**Bild 6.4**

Handgabelhubwagen im Einsatz  
(Quelle: Jungheinrich AG)

- Schlepper und Schleppzüge

Schlepper werden zum Ziehen von Lasten oder aber zum Bewegen von Anhängern eingesetzt. Sie werden in Drei-Rad- und in Vier-Rad-Bauweise angeboten. Der Antrieb erfolgt in der Regel durch einen Elektromotor. Für Einsätze im Freien sind Schlepper mit Verbrennungsmotoren möglich. Die Bedienperson befindet sich auf dem Fahrerplatz oder auf einem Fahrerstandplatz (Bild 6.5).



**Bild 6.5** Schlepper im Einsatz (Quelle: Still GmbH)

In der Produktionslogistik werden Schleppzüge eingesetzt, die auch unter der Bezeichnung "Routenzug" bekannt sind (Bild 6.6). Sie bestehen aus einem Schlepper und mehreren Anhängern. Der Routenzug eignet sich zu Versorgung von Montagearbeitsplätzen in der Produktion. Die Anhänger weisen ein spurtreues Fahrverhalten auf und lassen sich in der Regel von beiden Seiten be- und entladen (Bruns, 2018, S. U 56). Neben manuellen Systemen gibt es auch vollautomatische Routenzüge, die zu den fahrerlosen Transportsystemen zählen (DGUV 2018, S.2).



**Bild 6.6** Routenzug bei der Be- und Entladung (Quelle: Still GmbH)

- Gabelhubwagen

Gabelhubwagen verfügen über eine Hubeinrichtung, mit der die Last je nach Ausführung in unterschiedliche Höhen angehoben werden kann. Sie werden zum horizontalen Transport von Paletten und Behältern sowie zum Be- und Entladen von Lastkraftwagen eingesetzt. Die Last wird von U-förmigen Gabelzinken unterfahren und durch eine mechanische oder hydraulische Hubeinrichtung angehoben, um eine Bewegung zu ermöglichen (Griemert, Römisch, 2005, S.190). Der Fahrbewegung erfolgt manuell oder aber durch einen Elektroantrieb. In diesem Fall ist die Fahrgeschwindigkeit auf Schrittgeschwindigkeit begrenzt. Die Lenkung und Bedienung erfolgen über eine Deichsel. Die Tragfähigkeiten liegen im Allgemeinen zwischen 0,5 bis 3 t (Bruns, 2018, S. U 53).

Eine Sonderform ist der Gabelhochhubwagen (Bild 6.7). Dieser eignet sich für das Ein- und Ausstapeln in Boden- oder Regallagern. Gabelhochhubwagen werden sowohl für den Mitgängerbetrieb als auch für die Mitfahrt der Bedienerperson auf einem klappbaren Standplatz oder einem seitlichen Sitz konzipiert (Bruns, 2018, S. U 54).



**Bild 6.7** Gabelhochhubwagen im Einsatz (Quelle: Jungheinrich AG)

- Stapler

Die Stapler gehören zu den Fördermitteln, die am häufigsten anzutreffen sind. Gemeinsames Merkmal ist eine Hubeinrichtung, die das Ein- und Auslagern auch in großen Höhen erlaubt. Stapler sind vielseitig verwendbar, können je nach Bauform auf engstem Raum operieren und sind durch den Einsatz von Anbaugeräten flexibel. Zu den Schwächen gehört die Standsicherheit, die je nach Bauform durch Gegengewichte sichergestellt werden muss. Das führt zu höheren Eigengewichten und Achslasten, so dass Stapler in Arbeitsbereichen mit eingeschränkter Tragfähigkeit nur bedingt eingesetzt werden können (Griemert, Römisch, 2015, S. 192).

Der am weitesten verbreitete Stapler ist der Gegengewichtsstapler (Bruns, 2018, U 54). Dieser besteht aus einem Fahrzeugkörper und einer Hubmastanlage, die unmittelbar vor der Vorderachse außerhalb der Radaufstandsfläche angebracht ist (Bild 6.8). Um eine ausreichende Standsicherheit zu gewährleisten, wird ein Gegengewicht benötigt, das im Heck des Staplers angebracht ist. Die Hubmastanlage ist am unteren Rahmen des Gegengewichtsstaplers gelagert und lässt sich durch einen Neigezylinder horizontal neigen. Die Hubmastanlage setzt sich zusammen aus einem Hubgerüst, der Hydraulikanlage und einem Gabelträger, an dem die Gabelzinken zur Aufnahme palettierter Lasten angebracht sind. Das Hubgerüst besteht aus einem äußeren Rahmen, in dem je nach Ausführung ein oder mehrere innere Rahmen beweglich angeordnet sind. Die inneren Rahmen werden über Hydraulikzylinder teleskopartig ausgefahren, so dass Höhen bis zu 6 m erreicht werden können (Griemert, Römisch, 2015, S. 195). Der Gegengewichtsstapler wird mit drei oder vier Rädern



ausgeführt. Die Lenkachse befindet sich im Heck und ist in der Vier-Rad-Ausführung als Pendelachse konstruiert. Dadurch wird eine hohe Wendigkeit gewährleistet. Allerdings geht diese zu Lasten der dynamischen Standsicherheit. Der Antrieb erfolgt durch Elektro- oder Verbrennungsmotoren (Diesel, Treibgas). Auch Brennstoffzellenantriebe für Wasserstoff sind verfügbar, wenngleich deren Verbreitung in Deutschland noch eingeschränkt ist. Die Bedienung erfolgt von einem Fahrerplatz, der sich direkt vor der Hubmastanlage befindet. Das führt je nach Ausführung zu Einschränkungen der Sicht. Für den Gegengewichtsstapler ist eine Vielzahl von Anbaugeräten erhältlich, durch die sich der Einsatzbereich erweitern lässt (Bruns, 2018, U 54).



**Bild 6.8** Gegengewichtsstapler (Quelle: Jungheinrich AG)

Außer dem Gegengewichtsstapler gibt es weitere Stapler-Bauformen. Zu den bekanntesten zählen:

- Schubmaststapler

Der Schubmaststapler wird zum Ein- und Auslagern in Regalgassen verwendet (Bild 6.9). Der Hubmast kann in Längsrichtung verfahren werden, so dass die Last außerhalb der Radaufstandsfläche aufgenommen und innerhalb transportiert werden kann. So ist es möglich, die Fahrzeugabmessungen zu verringern, so dass ein Einsatz in schmalen Regalgassen möglich ist. Eine weitere Besonderheit stellt die Bedienposition dar. Sie ist quer zur Fahrtrichtung angeordnet (Grote et al., 2018, U 54; BGHW, 2012, S. 6).

# Index

## A

ADN 176  
ADR 175  
AEUV 42  
Allgemein anerkannte Regeln der Technik 53  
Arbeitsgestaltung 207  
Arbeitsmittel 35, 134  
Arbeitsobjekte 35  
Arbeitsperson 135  
– Anforderungen 154  
Arbeitsplatz 135  
Arbeitsplatzgestaltung 149  
Arbeitsschutzausschuss 67  
Arbeitsschutzgesetz 57, 106  
Arbeitsschutzmanagementsysteme 106  
Arbeitsschutzpflichten 56  
Arbeitssituationsanalyse 233  
Arbeitssystem 35  
Arbeitsunfähigkeit 8  
Arbeitsunfälle 5, 7, 23, 133  
ASCA 108  
Audit 105  
Aufsichtspflicht 57  
Auswahlpflicht 57  
automatisierte Transportsysteme 157  
Autonomes Fahren 164

## B

BAuA 219  
Beauftragte 59

Beförderung  
– gefährlicher Güter 183  
Beförderungseinheiten  
– Kennzeichnung 186  
Behörden 44  
Belastung  
– physische 215  
– psychische 230  
Belastungs-Beanspruchungs-Modell 212  
Berufsgenossenschaften 48  
Berufskrankheiten-Verordnung 24  
Beschlüsse 43  
Betriebsanleitung 146  
Betriebsarzt 61  
Bottom-up-Ansatz 67  
Bremsystem 163  
Brennstoffzellenantriebe 153  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 219  
Bundesbehörden mit Bezug zum Arbeits- und Umweltschutz 47  
Bürgerliches Gesetzbuch 56  
Business-Impact-Analyse 122

## C

CE-Kennzeichnung 147  
Chemikaliengesetz 190  
CLP-Verordnung 44, 190, 193  
COTIF 176

## D

Datenbrillen 235  
 Demographischer Wandel 16  
 Detektion 96  
 Deutsche Akkreditierungsstelle  
 105  
 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung  
 e. V. 48  
 – Regelwerk 54  
 Deutsches Institut für Normung e. V.  
 50  
 DGUV 48  
 Diebstahl 186  
 Digitalisierung 15  
 DIN 820-12:2014-06 22  
 DIN EN ISO 12100 91  
 DIN EN ISO 13849-1 163  
 DIN EN ISO 14001:2015 116  
 DIN EN ISO 22301 121  
 DIN ISO 31000 Risikomanagement-  
 Leitlinien 72  
 DIN ISO 45001 115  
 Dokumentation 186  
 Domino-Modell 27

## E

Eisenbahnunfall Bad Münder 31  
 EMAS-Verordnung 117  
 EMKG-Prinzip 201  
 Entstehungsmodell nach Rasmussen  
 32  
 Entstehungsmodell nach Reason 31  
 Entzündbare Flüssigkeiten 197  
 Ereignisbaumanalyse 77, 82  
 Erkrankung 23  
 EU-Richtlinien 51  
 Exoskelette 207, 224  
 explosionsgefährdete Bereiche 154

## F

Fachkraft für Arbeitssicherheit 59  
 Fahrerassistenzsystem 164

Fahrerlaubnisklassen für Flurförderzeuge  
 156

Fahrerschutzdach 148  
 Fehler der Person 28  
 Flurfördermittel  
 – Unfallentwicklung 144  
 Flurförderzeuge 133, 136  
 Fördergut 132  
 Fördermaschinen 132  
 Frachtdiebstähle 11  
 Führungskräfte 56  
 funktionale Sicherheit 161  
 Funktionale Sicherheit 145  
 Funktionsträger  
 – innerbetriebliche 55

## G

Gabelhubwagen 139  
 Gabelstapler 29, 58  
 Gefahr 22  
 Gefährdung 73  
 Gefährdungen  
 – gewollte 248  
 Gefährdungsbeurteilung 87, 89, 197  
 Gefährdungsfaktoren 88  
 Gefährdungssituation 74  
 Gefahrenhinweise 196  
 Gefahrenpiktogramme 195  
 Gefahrgut 12, 174  
 Gefahrgutbeauftragtenverordnung  
 179  
 Gefahrgutbeauftragter 63  
 Gefahrgutbeförderungsgesetz 178  
 Gefahrgutlogistik 171  
 Gefahrgutverordnung See 179  
 Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn,  
 Binnenschifffahrt 178  
 Gefahrklassen 182  
 Gefahrstoffe 188, 198  
 Gefahrstoffverordnung 190  
 Gefahrzettelmuster 185  
 Gegengewichtsstapler 140  
 Gesamttransportmenge 13  
 Gestaltungsfelder 208

Gesundheitsschaden 211  
Gesundheitsschutz 17  
Gewerbeaufsicht 45  
GGBefG 178  
GGVSEB 178  
Grenzrisiko 84  
Grundbetreuung 60  
Grundpflichten 89  
Güterschaden 9, 26  
Gütesiegel 112

## H

Handelsgesetzbuch 57  
Handwagen 137  
Head-Mounted-Display 235  
High-Level-Structure 115  
HMD 235  
Hochregallager 33  
Huckepack-FTF 160

## I

ICAO 177  
IMDG-Code 177  
Immissionsschutzbeauftragter 63  
Industrie 4.0 14  
Infrastruktur  
– kritische 241  
Interessengruppen 86  
Intervention 96  
Intralogistik 131  
Inverkehrbringen 147  
ISO Guide 51 22

## K

Klassifizierung 180  
Konformitätsbewertungsverfahren  
146  
Konformitätserklärung 147  
Krisenkommunikation 259  
Krisenmanagement 251  
Krisenstab 258  
KRITIS 85

Kritische Infrastrukturen 85  
Kultureller Wandel 17

## L

Ladungsdiebstähle 10  
Lagersystem 151  
Lastenhandhabung 215  
Lastwichtung 220  
Leistungsbereitschaft 209  
Leistungsfähigkeit 209  
Leistungsprozesse 246  
Leitmerkmalmethode 217, 223

## M

Managementsysteme 99  
Maschinenrichtlinie 91  
Maschinenschutz 95  
Menschliche Handlungen 36  
Mitarbeiterorientierung 102

## N

Nachhaltigkeit 18  
Naturgewalten 37  
Nenntragfähigkeit 148  
Not-Aus-Einrichtung 163  
Notfallbeauftragte 256  
Notfallkommunikation 259  
Notfallmanagement 251

## O

Occupational Health- and Safety  
Assessment Series 107  
OHRIS 110  
OHSAS 107  
Ordnungswidrigkeitengesetz 57  
Organisationskultur 123  
Organisationspflicht 57  
Orientierungsrahmen 86  
OTIF 177

## P

PAAG-Verfahren 75, 81  
 Performance Level 163  
 Personenschaden 23  
 Portalstapler 142  
 Produktsicherheitsgesetz 145  
 Protektion 96  
 Prozessdefinition 246  
 Prüforganismen 49

## Q

Querstapler 142

## R

REACH-Verordnung 44, 189  
 Rechtsaufbau 55  
 Regelbetreuung 59  
 Richtlinie 2006/42/EG 146  
 Richtlinien 43  
 Risiko 22  
 Risikoanalyse 75  
 Risikobeurteilung 71, 245  
 Risikobeurteilung für Maschinen 91  
 Risikobewertung 84  
 Risikomanagement 72  
 Risikomatrix 79  
 Risikominderung 92, 94

## S

Sachversicherung 9  
 Safety and Quality Assessment Series 114  
 Safety Culture Ladder 125  
 SCC 108  
 SCC-Checkliste 113  
 Schaden 21  
 Schadensarten 26  
 Schadensentstehung 27  
 Schadensentstehungsmodelle 36  
 Schadensereignis 74  
 Schadenshöhe 25

Schadensquellen 34, 38  
 Schlepper 138  
 Schleppzüge 138, 158  
 Schmalgangstapler 142  
 Schubmaststapler 141  
 Schutzausrüstungen 44  
 Schutzeinrichtungen 161  
 – berührungslos wirkende 162  
 Schutzgut 73  
 Schutzmaßnahmen nach  
 Gefahrstoffverordnung 200  
 Schweizer-Käse-Modell 30  
 Schwerlast-FTF 160  
 SCL 125  
 Sicherheit 21  
 – Organisation 41  
 Sicherheitsaufgaben 65  
 Sicherheitsbeauftragter 62  
 Sicherheits Zertifikat Contraktoren 108  
 Sicherheitskultur 123  
 Sicherheitskulturleiter 125  
 Sicherheitslichtschranke 162  
 Sicherheitsmanagementsystem 99  
 Sicherheitsschaltleisten 162  
 Sicherheitssysteme 161  
 Sicherheitsziele 86  
 Sicher mit System 111  
 Signalwort 196  
 SmS 111  
 SOLAS 177  
 SQAS 114  
 Stand der Technik 54  
 Standsicherheit 148  
 Stand von Wissenschaft und Technik 54  
 Stapler 140  
 Stetigförderer 132  
 STOP 94  
 Störfallbeauftragter 64  
 Störfallereignisse 120  
 Störfall-Verordnung 192  
 SVHC-Stoffe 189  
 Systemtheorie 35

**T**

Technik 35  
Technische Regeln für Gefahrstoffe 191  
Technisch-wissenschaftliche Vereine 50  
Top-down-Ansatz 66  
Transported Asset Protection Association  
10  
Transportfahrzeuge  
– fahrerlose 156, 158  
TRGS 191

**U**

Umwelt 37  
Umweltmanagementsysteme 116  
Umweltschaden 24  
Unfallereignis 29  
Unfallpyramide 28  
Unfallverhütungsvorschriften 52  
Unfallversicherung  
– gesetzliche 47  
UN-Nummer 182  
Unsichere Handlungen 28  
Unterfahr-FTF 159  
Unternehmer 56  
Unterstützungsprozesse 247  
Unterweisung 187

**V**

VDI 3586 143  
VdS-Richtlinien 85  
Verantwortung 56  
Verbrennungsmotorische Antriebe 153  
Verkehrswege 149  
Verletzung 29  
Verordnungen 43  
Verpackung für flüssige Gefahrgüter  
184  
Vertragliche Verpflichtungen 85  
Vertrag über die Arbeitsweise der  
Europäischen Union 42  
Verwaltungsaufbau 45

**W**

Wahrscheinlichkeitsmatrix 83  
Warneinrichtungen 163  
Wasserhaushaltsgesetz 192  
Wirksamkeit 119

**Z**

Zeitwichtung 220  
Zertifizierung 105  
Zielorientierung 102