

# FTS-Leitfaden Sicherheit von mobilen Robotern Leitfaden für Betreiber

Dieser Leitfaden richtet sich an Betreiber von  
Fahrerlosen Transportsystemen (FTS).



**Herausgeber:**

**Forum-FTS ([www.forum-fts.com](http://www.forum-fts.com))**

*Ausgabe: März 2022, erarbeitet durch Mitglieder des VDI Fachausschuss „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“*

*Autoren: Frank Bauder (Leuze electronic), Bernd Dahlhoff (Oppent), Christian Fischmann (BASF), Mark Hruszczak (Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik), David Korte (IFT, Universität Stuttgart), Karl Rapp (DS Automotion), Rolf Schumacher (SICK), Roland Senninger (BASF), Peter Stoiber (Schiller Automatisierungstechnik), Rolf Trabold (Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik), Dr. Günter Ullrich (Forum-FTS)*

Dieses Dokument liegt der technischen Redaktion des VDI zur Erstellung eines VDI-Statusreports vor.  
Mit Veröffentlichung des VDI-Statusreports wird dieses Dokument zurückgezogen.

## INHALT

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
1.1	Rechtlicher Hinweis .....	4
1.2	Motivation.....	4
1.3	Zielgruppe .....	4
<b>2</b>	<b>Rechtlicher Rahmen</b> .....	<b>5</b>
2.1	Gesetze und Richtlinien.....	5
2.2	Normen .....	6
2.3	Konformitätsvermutung.....	6
2.4	FTS-Sicherheit .....	7
2.4.1	Systemsicherheit.....	7
2.4.2	Fahrzeugsicherheit.....	7
<b>3</b>	<b>Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>8</b>
3.1	Fahrerloses Transportsystem .....	8
3.1.1	Fahrerloses Fahrzeug .....	8
3.1.2	FTS-Leitsteuerung.....	8
3.1.3	Infrastruktur .....	8
3.1.4	Periphere Einrichtungen .....	9
3.2	Hersteller und Betreiber.....	9
3.2.1	Hersteller .....	9
3.2.2	Betreiber .....	9
3.3	Gefahrenübergang .....	10
3.3.1	In Betrieb nehmen .....	10
3.3.2	Probetrieb .....	10
3.3.3	Inbetriebnahme .....	11
3.3.4	Betrieb und Instandhaltung.....	11
<b>4</b>	<b>Verantwortung des Betreibers</b> .....	<b>12</b>
4.1	Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG .....	12
4.2	Stand der Technik .....	13
4.2.1	Grundpflichten des Betreibers .....	13
4.2.2	Anpassung an den Stand der Technik .....	13
4.3	Anforderungen aus Normen und Richtlinien.....	15
4.3.1	Sicherheitsrelevante Aspekte gemäß VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Abs. 4.2.....	15
4.3.2	Ergänzende Schutzmaßnahmen gemäß VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Abs. 6.....	15
4.3.3	Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit.....	16
4.3.4	Reinhaltung von Fahrwegen .....	17

<b>4.4</b>	<b>Kennzeichnung und Abgrenzung von Verkehrswegen gemäß Arbeitsstättenregel ASR A1.8</b> .....	<b>17</b>
<b>4.5</b>	<b>Prüfung von Arbeitsmitteln</b> .....	<b>18</b>
<b>4.6</b>	<b>Veränderungen an FTS</b> .....	<b>19</b>
4.6.1	<b>Nicht wesentliche Veränderung</b> .....	<b>21</b>
4.6.2	<b>Wesentliche Veränderung</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Übersicht relevanter Gesetze, Normen und Richtlinien</b> .....	<b>23</b>
5.1	<b>Relevante Gesetze und Vorschriften in Deutschland</b> .....	<b>23</b>
5.2	<b>Normen (für den Hersteller)</b> .....	<b>24</b>
5.3	<b>Relevante Richtlinien</b> .....	<b>24</b>
5.4	<b>Sonstiges</b> .....	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Verweis</b> .....	<b>26</b>

### Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1 - Übersicht Europäischer Richtlinien .....	5
Abbildung 2 - Lebensphasen einer Maschine .....	10
Abbildung 3 - Empfehlungen zur Betriebssicherheit EmpfBS 1114 .....	14
Abbildung 4 - BMAS Entscheidungshilfe - wesentliche Veränderung von Maschinen.....	20

# 1 Einleitung

## 1.1 Rechtlicher Hinweis

Aus den folgenden Ausführungen lassen sich keinerlei Ansprüche - gleich aus welchem Rechtsgrund - ableiten. Eine rechtsverbindliche Zusicherung der Vollständigkeit der Darstellung besteht nicht. Die Ausführungen beschreiben die Anforderungen für einen Betrieb von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums.

Der Hersteller hat Fahrerlose Transportsysteme so zu konstruieren und zu bauen, dass sie ihrer Funktion gerecht werden und unter den vorgesehenen Bedingungen – aber auch unter Berücksichtigung einer vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung des Systems – betrieben und gewartet werden können, ohne dass Personen einer Gefährdung ausgesetzt sind. Siehe Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) Anhang 1, 1.1.2 (modifiziert).

Der Betreiber trifft die erforderlichen Vorkehrungen, damit die den Arbeitnehmern im Unternehmen bzw. Betrieb zur Verfügung gestellten Fahrerlosen Transportsysteme für die jeweiligen Arbeiten geeignet sind oder zweckentsprechend angepasst werden, so dass bei der Benutzung die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer gewährleistet sind. Siehe Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie (2009/104/EC) Artikel 3 (modifiziert).

## 1.2 Motivation

Dieser Leitfaden gibt dem Betreiber zusätzlich eine Übersicht über wichtige Aufgaben und Verantwortlichkeiten, welche für den Gefahrenübergang vom Hersteller auf den Betreiber zu beachten sind.

## 1.3 Zielgruppe

Der Leitfaden „Sicherheit für Betreiber“ richtet sich vornehmlich an die Betreiber von Fahrerlosen Transportsystemen im industriellen Umfeld. Er gibt dem Betreiber der Anlage Hinweise für die erstmalige Inbetriebnahme, den laufenden Betrieb sowie die Wartung und Instandhaltung.

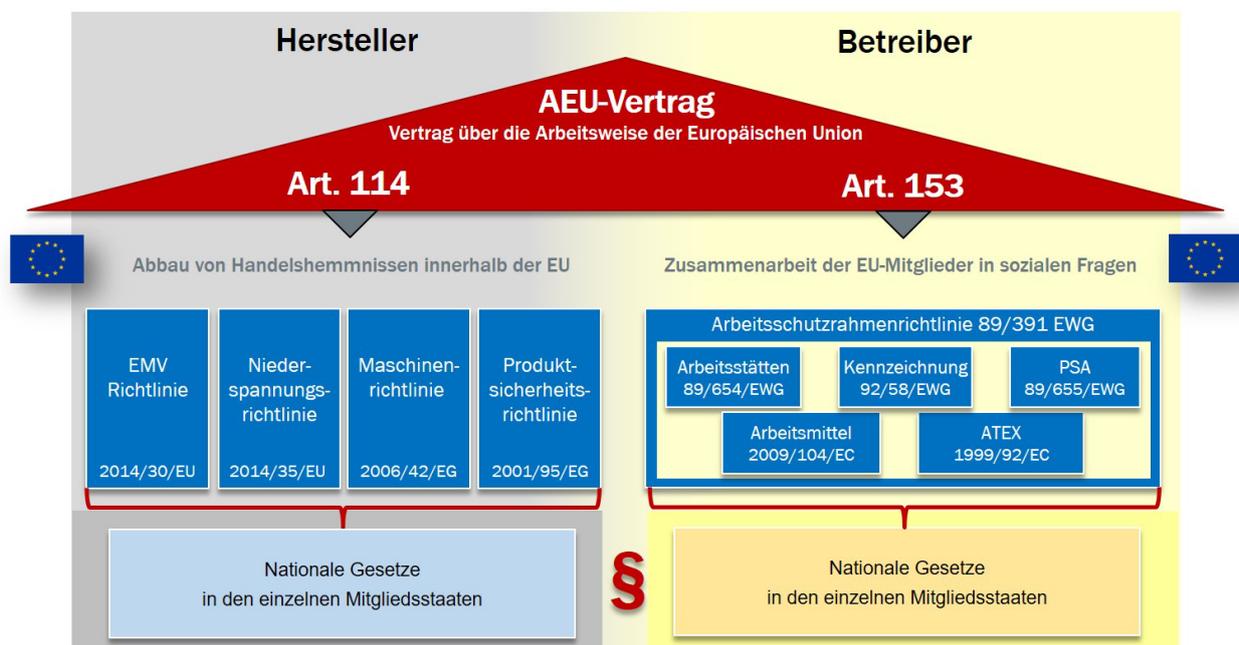
Informationen für den Hersteller finden Sie in der VDI-Richtlinie 2510 Blatt 2, Fahrerlose Transportsystem (FTS) - Sicherheit von FTS.

Weitere Informationen für die Beteiligten an der Planung von FTS finden Sie im VDI-Statusreport „Sicherheit von mobilen Robotern - Leitfaden für Planer“.

## 2 Rechtlicher Rahmen

### 2.1 Gesetze und Richtlinien

Einer der Grundgedanken der Europäischen Gemeinschaft ist der Schutz der Gesundheit ihrer Bürger sowohl im privaten wie im beruflichen Umfeld. Ein anderer Grundgedanke ist die Schaffung eines einheitlichen Marktes mit freiem Warenverkehr. Damit die Ziele des freien Warenverkehrs und des Schutzes der Bürger gleichzeitig verwirklicht werden können, hat die EU-Kommission bzw. der Rat der Europäischen Union verschiedene Richtlinien erlassen. Diese müssen von den Mitgliedsstaaten in nationale Gesetze umgesetzt werden.



**Abbildung 1 - Übersicht Europäischer Richtlinien**  
Quelle: SICK AG, Waldkirch i.Br.

Die Richtlinien definieren grundsätzliche Ziele und Anforderungen und sind so weit wie möglich technologieneutral gehalten. Im Bereich der Maschinensicherheit und des Arbeitsschutzes wurden folgende Richtlinien erlassen:

- die Maschinenrichtlinie, die sich an den Hersteller von Maschinen richtet
- die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie, die sich an den Betreiber von Maschinen richtet
- zusätzliche Richtlinien, wie z. B. Niederspannungsrichtlinie, EMV-Richtlinie.

Die Richtlinien sind für jedermann frei erhältlich, z. B. unter <http://eur-lex.europa.eu/>.

## 2.2 Normen

Normen sind standardisierte Regelwerke, welche einen Katalog von Anforderungen für den Hersteller enthalten. Diese Anforderungen können sich auf Produkte, aber auch auf Prozesse beziehen. Die Standardisierung führt die Wünsche und Vorschläge aller relevanten Institutionen wie Hersteller, Verbraucherverbände, Juristen, Forschungseinrichtungen, Prüf- und Zertifizierungsstellen zu einem allgemein anerkannten Werk zusammen.

Jede Norm hat einen Geltungsbereich. Er beschreibt das Umfeld oder den Anwendungsbereich der Norm. Daher unterliegen viele Produkte mehreren Normen.

Die wichtigsten Normen sind

- internationale Normen wie die IEC- und ISO-Normen, die von einer Vielzahl von Nationen auf der ganzen Welt anerkannt werden
- europäische Normen, etwa die EN-Normen in der Europäischen Union
- nationale Normen, etwa die DIN-Normen in Deutschland

Die Anwendung von Normen ist zu empfehlen, weil sie die allgemein anerkannten Regeln der Technik beschreiben.

## 2.3 Konformitätsvermutung

Eine harmonisierte Norm begründet eine Vermutung der Konformität einer Maschine mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, die sie abdeckt, sobald ihre Fundstelle im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht ist. Die Veröffentlichung der Fundstelle einer Norm im Amtsblatt ist noch keine Gewähr dafür, dass die Norm alle möglichen Risiken der jeweiligen Anwendung abdeckt. Um auf der sicheren Seite zu sein, müssen Hersteller zusätzlich eine Risikobeurteilung durchführen.

Die Anwendung der im Amtsblatt der Europäischen Union angeführten harmonisierten Normen, die eine Konformitätsvermutung begründen, ist freiwillig. Der Hersteller entscheidet, ob er auf diese Normen Bezug nehmen will. Falls sich der Hersteller jedoch dafür entscheidet, diese Normen nicht anzuwenden, muss er unter Verwendung weiterer Mittel seiner Wahl (z. B. mithilfe bestehender technischer Spezifikationen einschließlich aller anderen verfügbaren Normen) nachweisen, dass seine Produkte die wesentlichen Anforderungen der Maschinenrichtlinie sowie weiterer relevanter Richtlinien erfüllen und zu den harmonisierten Normen vergleichbar sicher sind. Angewandte harmonisierte Normen müssen vom Hersteller in der EU-Konformitätserklärung aufgeführt werden. Fehlende Angaben sollten vom Planer und den weiteren Projektbeteiligten hinterfragt werden.

Die bekannte Norm für fahrerlose Fahrzeuge war die Europäische Norm „Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“ (DIN EN 1525). Als Nachfolger wurde die DIN EN ISO 3691-4 veröffentlicht und beschreibt den derzeitigen Stand der Technik. Mit der Veröffentlichung der DIN EN ISO 3691-4 wurde die DIN EN 1525 endgültig zurückgezogen.

Das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel entbindet den Betreiber aber nicht von der Pflicht zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.

## 2.4 FTS-Sicherheit

### 2.4.1 Systemsicherheit

Die Systemsicherheit bezieht sich auf die Sicherheit von FTS im Gesamten. Die betreiberrelevanten Themen werden in diesem Leitfaden beschrieben. Herstellerrelevante Themen beschreibt die VDI-Richtlinie 2510 Blatt 2, Fahrerlose Transportsystem (FTS) - Sicherheit von FTS.

Planungsrelevante Themen sind im VDI-Statusreport „Sicherheit von mobilen Robotern - Leitfaden für Planer“ beschrieben. Dieser Leitfaden ist auf der Homepage des Forum-FTS (<https://forum-fts.com/vdi-fa-fts/>) verfügbar.

### 2.4.2 Fahrzeugsicherheit

Die Fahrzeugsicherheit bezieht sich auf die Sicherheit der mobilen Roboter. Die Anforderungen an mobile Roboter im nicht öffentlichen Bereich enthält die Norm DIN EN ISO 3691-4 „Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“.

Der Einsatz von Fahrerlosen Transportsystemen in der Krankenhauslogistik ist im Buch „VDI Praxis - FTS-Einsatz in der Krankenhaus-Logistik“ beschrieben.

Die Anforderungen an mobile Serviceroboter enthält die DIN EN ISO 13482 „Roboter und Robotikgeräte - Sicherheitsanforderungen für persönliche Assistenzroboter“.

Die Anforderungen an Industrieroboter enthält die DIN EN ISO 10218-1 „Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter“.

Die Integration von Industrierobotern wird in der DIN EN ISO 10218-2 „Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen - Teil 2: Robotersysteme und Integration“ beschrieben.

Die Anforderungen an Stetigförderer werden in der DIN EN 619 „Stetigförderer und Systeme - Sicherheits- und EMV-Anforderungen an mechanische Fördereinrichtungen für Stückgut“ beschrieben.

## 3 Begriffsbestimmungen

### 3.1 Fahrerloses Transportsystem

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

#### 3.1.1 Fahrerloses Fahrzeug

Ein fahrerloses Fahrzeug ist im Sinne dieses Leitfadens ein angetriebenes Fahrzeug (ggfs. einschließlich Ladung) für FTS, konstruiert, um automatisch zu fahren, wobei die Sicherheit des Betriebs nicht von einem Fahrer abhängt.

Neben den automatischen Funktionen bei fahrerlosen Fahrzeugen werden zur Zeit Funktionen implementiert, um die Autonomie der mobilen Roboter (AMR) zu erhöhen, wie z.B. das Befahren einer Fläche anstatt einer vorgegebenen Fahrspur. Hierdurch können sich komplexere Fahrbewegungen bzw., ein nicht vorhersehbareres Fahrverhalten ergeben. Der Hersteller muss dies in seiner Risikobeurteilung berücksichtigen. Diese potenziellen Risiken müssen vom Betreiber in der Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden.

Weitere Hinweise zu den Autonomiefunktionen im „Leitfaden Autonomie für mobile Roboter“.

#### 3.1.2 FTS-Leitsteuerung

Eine FTS-Leitsteuerung übernimmt die automatisierte Koordination mehrerer fahrerloser Fahrzeuge und/ oder dient der Integration des FTS in die innerbetrieblichen Abläufe.

#### 3.1.3 Infrastruktur

Zur Infrastruktur gehören der Boden im Bereich der Fahrwege, die Übergabestationen / Stellplätze, die Einrichtung zur Energieversorgung (z.B. Batterieladestationen / Batteriewechselstationen) und Einrichtungen zur drahtlosen Kommunikation (z.B. W-LAN / 5G) mit ein.

### 3.1.4 Periphere Einrichtungen

Zu den peripheren Einrichtungen gehören unter anderem Türen, Tore, Aufzüge / Heber und Krananlagen.

## 3.2 Hersteller und Betreiber

Bezüglich der Feststellung von Verantwortlichkeiten unterscheiden wir in diesem Leitfaden die Wirtschaftsakteure „Hersteller“ und „Betreiber“ von FTS. Beide Parteien tragen ihren Anteil an der Sicherheit und Leistungsfähigkeit des FTS.

### 3.2.1 Hersteller

Der in diesem Leitfaden benutzte Begriff „Hersteller“ entspricht dem für die Leistungsfähigkeit des fahrerlosen Fahrzeuges / des Fahrerlosen Transportsystems verantwortlichen Wirtschaftsakteur in der Lieferkette.

Ein Hersteller ist jede natürliche oder juristische Person, die ein Produkt herstellt bzw. entwickeln oder herstellen lässt und dieses Produkt unter ihrem eigenen Namen oder ihrer eigenen Marke vermarktet [siehe Artikel 2.3, Europäische Verordnung zur Vermarktung von Produkten Nr. 765/2008].

Zu den Herstellern entsprechend der Lieferkette zählen:

- „Fahrzeughersteller“;  
dies sind Hersteller eines oder mehrerer fahrerloser Fahrzeuge als vollständige oder unvollständige Maschine.
- „Hersteller von Infrastruktur und peripheren Einrichtungen“;  
dies sind Hersteller von Einrichtungen, die für den Betrieb eines fahrerlosen Fahrzeuges erforderlich sind.
- „Systemhersteller“;  
dies sind Hersteller von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS), bestehend aus mindestens einem fahrerlosen Fahrzeug und Infrastruktur.
- „Generalunternehmer“;  
dies sind natürliche oder juristische Personen, die in einem Projekt die Hauptverantwortung für die Ausführung der Gewerke (z.B. FTS, Fördertechnik, Lager oder Arbeitsstationen) übernehmen und mit ihrer Ausführung weitere Firmen beauftragt. Rechtsbeziehungen entstehen grundsätzlich nur zwischen dem Generalunternehmer und seinem Auftraggeber einerseits und dem Generalunternehmer und den Subunternehmern andererseits.
- „Betreiber“;  
ein Betreiber wird zum Hersteller, wenn er
  - sich selbst ein FTS aus eigenen oder zugekauften Komponenten herstellt, oder
  - eine vorhandene Anlage wesentlich verändert (siehe Kapitel 4.6), oder
  - eine vorhandene Anlage in eigener Verantwortung wesentlich verändern lässt.

### 3.2.2 Betreiber

In diesem Leitfaden wird der Betreiber eines FTS als eine dem Arbeitgeber untergeordnete Organisationseinheit betrachtet. Der Arbeitgeber hat alle für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer erforderlichen Maßnahmen zu treffen.

Ein Arbeitgeber ist jede natürliche oder juristische Person, die als Vertragspartei des Beschäftigungsverhältnisses mit dem Arbeitnehmer die Verantwortung für das Unternehmen bzw. den Betrieb trägt [siehe Artikel 3b, Arbeitsschutzrahmenrichtlinie 89/391/EWG].

### 3.3 Gefahrenübergang

Der Gefahrenübergang vom Hersteller auf den Betreiber erfolgt nach dem in Betrieb nehmen durch den Hersteller mit der Inbetriebnahme und der weiteren Nutzung durch den Betreiber.

Die folgende Abbildung zeigt die Abfolge der einzelnen Phasen und den jeweils Verantwortlichen:

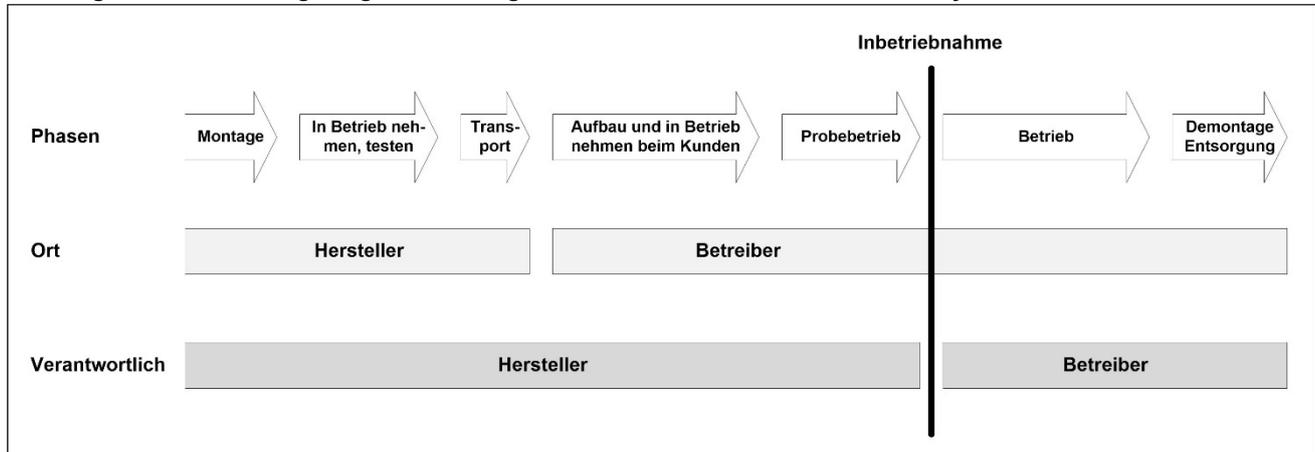


Abbildung 2 - Lebensphasen einer Maschine

#### 3.3.1 In Betrieb nehmen

In der DIN EN ISO 12100 vom März 2011 wird dieser Begriff wie folgt erläutert:

„Das *In Betrieb nehmen* von Maschinen und Anlagen dient der Überprüfung von Funktionen und Eigenschaften sowie der Erkennung und Beseitigung von Fehlern und entspricht somit der Endprüfungsphase einer Maschine oder Anlage und liegt daher, auch in den Betriebsräumen des Betreibers, in der Verantwortung des Herstellers“.

Im Gegensatz zur *Inbetriebnahme* [siehe 0] wird hier ein Zeitraum beschrieben, der u. a. vom Umfang der Anlage bestimmt wird und bei einem FTS bestehend aus mehreren Fahrzeugen, der Infrastruktur und den peripheren Einrichtungen durchaus mehrere Wochen oder Monate dauern kann.

#### 3.3.2 Probetrieb

Der Probetrieb liegt als Teil des Herstellungsprozesses noch vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Grundsätzlich sollten die Arbeitsschutz- und Gesundheitsschutzmaßnahmen des Normalbetriebes bereits beim Probetrieb soweit wie möglich ergriffen sein. Wegen der Unvollständigkeit der noch im Aufbau befindlichen Anlage sowie noch stattfindender Montagetätigkeiten lässt sich dies jedoch nicht immer realisieren. Daher muss der Hersteller ggfs. weitere Schutzmaßnahmen für einen sicheren Probetrieb ergreifen (z.B. Mitgänger). Auch der Probetrieb kann mehrere Wochen oder Monate dauern.

### 3.3.3 Inbetriebnahme

Unter Inbetriebnahme ist der Zeitpunkt der erstmaligen Verwendung der Anlage/des FTS durch ihren Endbenutzer zu verstehen. Der Zeitraum des in Betrieb Nehmens endet mit dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme.

Maschinen und Anlagen müssen daher bei der Inbetriebnahme durch den Betreiber alle anzuwendenden Richtlinien erfüllen! Es besteht daher ein Bedürfnis nach einer Regelung des sog. „Sicherheitstechnischen Gefahrenüberganges“, d.h. des Zeitpunktes, zu dem der Probetrieb des Anlagenherstellers abgeschlossen ist, die Anlage/das FTS den öffentlich-rechtlichen Anforderungen wie z.B. der MRL entspricht und in Verkehr gebracht werden kann.

Ab diesem Zeitpunkt ist dann der Betreiber/Käufer gem. § 7 (5) BetrSichV dafür verantwortlich, dass dieses Sicherheitsniveau während des weiteren Betriebs der Maschinenanlage nicht unterschritten wird.

### 3.3.4 Betrieb und Instandhaltung

Der Betrieb ist die Gesamtheit von Vorgängen, die erforderlich sind, damit eine Anlage arbeitet. Der Betrieb schließt neben allen Arbeitsvorgängen auch Schalt-, Steuer- und Regel-, Überwachungs- und Instandhaltungsvorgänge ein (Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch IEV 151-11-28).

Die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie bzw. die Betriebssicherheitsverordnung als deren nationale Umsetzung verpflichtet den Betreiber, bei der Errichtung von Arbeitsmitteln, dem Auf- und Abbau, der Erprobung sowie der Instandhaltung und Prüfung von Arbeitsmitteln, unter Berücksichtigung der sicherheitsrelevanten Aufstellungs- und Umgebungsbedingungen, nach dem Stand der Technik vorzugehen und diese sicher durchzuführen. Nähere Angaben hierzu enthält die TRBS 1112 „Instandhaltung“.

## 4 Verantwortung des Betreibers

### 4.1 Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG

Die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie richtet sich an den Arbeitgeber. In Deutschland wird sie durch das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) sowie die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in nationales Recht umgesetzt.

Das Arbeitsschutzgesetz dient dazu, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern. Nach dem Arbeitsschutzgesetz (§ 5 Abs. 1) hat der Arbeitgeber durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind. Diese Forderung wird durch § 3 der Betriebssicherheitsverordnung konkretisiert.

Die Betriebssicherheitsverordnung gilt für die Verwendung von Arbeitsmitteln. Ziel dieser Verordnung ist es, die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit von Beschäftigten bei der Verwendung von Arbeitsmitteln zu gewährleisten. Dies soll insbesondere erreicht werden durch:

1. die Auswahl geeigneter Arbeitsmittel und deren sichere Verwendung,
2. die für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignete Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren sowie
3. die Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten.

Nach der Betriebssicherheitsverordnung hat der Arbeitgeber (hier und im Folgenden der FTS-Betreiber) vor der Verwendung von Arbeitsmitteln die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten. Das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel entbindet ihn nicht von der Pflicht zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.

In die Beurteilung sind alle Gefährdungen einzubeziehen, die bei der Verwendung von Arbeitsmitteln ausgehen, und zwar von

1. den Arbeitsmitteln selbst,
2. der Arbeitsumgebung und
3. den Arbeitsgegenständen, an denen Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln durchgeführt werden.

So ist beispielsweise beim Einsatz fahrerloser Fahrzeuge besonderes Augenmerk auf die Gestaltung der Verkehrswege (z.B. Kennzeichnung), die Ausführung der am Fahrzeug angebrachten Personenerkennungssysteme und auf die Konzeption der Lastübergabestellen zu legen. Der Betreiber muss dabei bereits in der Planungs- bzw. Angebotsphase entscheiden, welche Anforderungen die Geräte erfüllen müssen und entsprechende Absprachen mit Herstellern und Planern treffen.

Vom Hersteller vorgegebene Anforderungen (z.B. Kennzeichnung von Gefahrenbereichen, Reinhaltung des Bodens) sind durch den Betreiber entsprechend umzusetzen. Der Betreiber hat die Vorgaben bezüglich der bestimmungsgemäßen Verwendung des Arbeitsmittels aus der Original-Betriebsanleitung des Herstellers zu beachten. Die Verantwortung für die hier genannten Punkte bleibt immer beim Betreiber. Er kann diese nicht abgeben oder abtreten. Er kann lediglich Unterstützung bei einem kompetenten Hersteller/Dienstleister suchen.

## 4.2 Stand der Technik

Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme oder Vorgehensweise zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Stands der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind.

### 4.2.1 Grundpflichten des Betreibers

Arbeitsmittel dürfen erst verwendet werden, nachdem der Betreiber

1. eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt hat,
2. die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen hat und
3. festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist.

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung, dass Gefährdungen durch technische Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik nicht oder nur unzureichend vermieden werden können, hat der Betreiber geeignete organisatorische und personenbezogene Schutzmaßnahmen zu treffen. Technische Schutzmaßnahmen haben Vorrang vor organisatorischen, diese haben wiederum Vorrang vor personenbezogenen Schutzmaßnahmen. Die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung ist für jeden Beschäftigten auf das erforderliche Minimum zu beschränken.

Die Aufrechterhaltung der Sicherheit des Arbeitsmittels nach § 10 Absatz 1 der BetrSichV legt fest, dass der Betreiber Instandhaltungsmaßnahmen treffen muss, damit das Arbeitsmittel während der gesamten Verwendungsdauer den Anforderungen, die zum Zeitpunkt des erstmaligen Verwendens zutrafen, entspricht.

Sofern sich der Stand der Technik in Bezug auf das zu erreichende Schutzniveau ändert, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

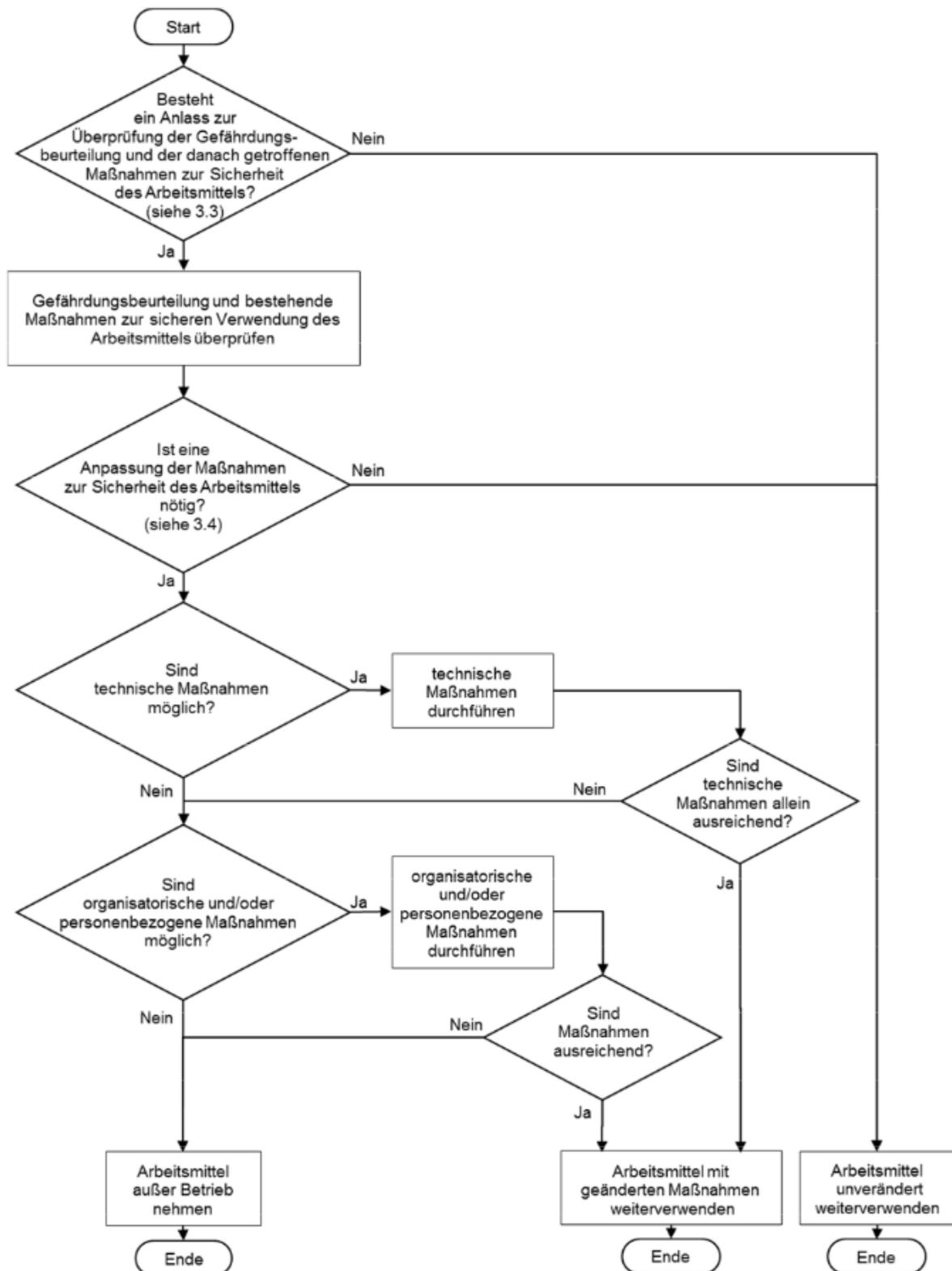
### 4.2.2 Anpassung an den Stand der Technik

Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig (Empfehlung: alle 12 Monate) zu überprüfen. Dabei ist der aktuelle Stand der Technik zu berücksichtigen. Soweit erforderlich, sind die Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln entsprechend anzupassen.

Der Betreiber hat die Gefährdungsbeurteilung unverzüglich zu aktualisieren, wenn

1. sicherheitsrelevante Veränderungen der Arbeitsbedingungen einschließlich der Änderung von Arbeitsmitteln dies erfordern,
2. neue Informationen, insbesondere Erkenntnisse aus dem Unfallgeschehen oder aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge, vorliegen oder
3. die Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen nach § 4 Absatz 5 der BetrSichV ergeben hat, dass die festgelegten Schutzmaßnahmen nicht wirksam oder nicht ausreichend sind.

Ergibt die Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung, dass keine Aktualisierung erforderlich ist, so hat der Betreiber dies unter Angabe des Datums der Überprüfung in der Dokumentation zu vermerken.



**Abbildung 3 - Empfehlungen zur Betriebssicherheit EmpfBS 1114**  
 Ablauf der Überprüfung der Gefährdungsbeurteilung und Anpassung der  
 Maßnahmen zur sicheren Verwendung eines Arbeitsmittels  
 Quelle: GMBI 2019, S. 310 [Nr. 13-16]

## 4.3 Anforderungen aus Normen und Richtlinien

### 4.3.1 Sicherheitsrelevante Aspekte gemäß VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Abs. 4.2

Fahrerlose Fahrzeuge fahren häufig im allgemeinen Verkehrsbereich, das heißt in einem Bereich, der nicht ausschließlich dem automatischen Verkehr vorbehalten ist. Lastübergabestationen müssen so ausgebildet sein, dass Personen durch die Bewegung des Fahrzeugs und/oder seiner Last nicht gefährdet werden können. Speziell bei der Übergabe der Last sind mögliche Gefährdungen (Quetschen und Scheren) durch bauliche und/oder technische Maßnahmen an der Lastübergabestation und/ oder dem Fahrzeug zu vermeiden.

Generell müssen die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen in Abhängigkeit von den örtlichen und betrieblichen Gegebenheiten sowie der Art und Größe der Lasten und des Fahrzeugs festgelegt und gegebenenfalls mit der nationalen Arbeitsschutzbehörde abgestimmt werden (in Deutschland die Gewerbeaufsicht bzw. das Amt für Arbeitsschutz). Zusätzlich ist eine Abstimmung mit dem Träger der gesetzlichen Unfallversicherung (in Deutschland die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) empfehlenswert.

Im Idealfall erfolgt die Lastübergabe in einem abgeschlossenen Bereich, zu dem Personen keinen Zutritt haben. Wo dies nicht möglich ist, können zur Vermeidung der Gefährdung von Personen z.B. folgende Maßnahmen in Betracht gezogen werden:

- Bodenmarkierungen zur Kennzeichnung von Gefahrenbereichen
- Stehverhinderer oder Leitbleche an der Einfahrt zur Lastübergabestation
- mobile Schutzeinrichtungen zur Personen-/Hinderniserkennung am Fahrzeug
- stationäre Schutzeinrichtungen zur Gefahrenbereichsabsicherung, z.B. Sicherheits-Schaltmatten und Sicherheits-Laserscanner
- optische und akustische Warnsignale durch das Fahrzeug bei der Anfahrt an eine Lastübergabestation

### 4.3.2 Ergänzende Schutzmaßnahmen gemäß VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Abs. 6

Ergänzend zu den am fahrerlosen Fahrzeug angebrachten fahrzeugspezifischen mobilen Schutzeinrichtungen (siehe VDI-Richtlinie 2510) kann es erforderlich sein, zusätzlich ergänzende stationäre Schutzmaßnahmen einzusetzen.

Möglichkeiten für ergänzende stationäre Schutzmaßnahmen sind:

Sicherheitselement/-maßnahme	Einsatzzweck
Parabolspiegel	Sind immer sinnvoll in schwer einsehbaren Kreuzungen, besonders dann, wenn neben den fahrerlosen Fahrzeugen auch andere Flurförderzeuge die gleichen Verkehrswege benutzen.
Ampelanlage	Für nicht einsehbare Kreuzungen. In der Regel wird von dem fahrerlosen Fahrzeug die Vorfahrt angefordert und so schnell zugeschaltet, dass es nicht anhalten muss.
Schranken	Der Einsatz von Schranken kann sinnvoll sein, wenn zu bestimmten Zeiten (Schichtwechsel, Feierabend, Mittagszeit etc.) ein großer Personenfluss den Verkehrsweg des fahrerlosen Fahrzeugs kreuzt.
Rundumleuchte	Zur Warnung von Personen vor herannahenden fahrerlosen Fahrzeugen in unübersichtlichen Streckenabschnitten.
Lichtschranken	Z.B. zur Absicherung von Lagergassen.

Sicherheitselement/-maßnahme	Einsatzzweck
Abgehängte Flatterbänder oder Ketten	Erschweren das Begehen von Flächen.
Weitere Maßnahmen	Rammschutz, Abweiser, Schaltmatte, Bodenmarkierung, Pendelklappe

Ob für einen Betrieb des FTS mit seinen Fahrzeugen zusätzliche Schutzmaßnahmen oder Sicherheitseinrichtungen im Hinblick auf die Einsatzbedingungen (z.B. eingeschränkte Verkehrswegbreiten) erforderlich sind, sollte im Einzelfall mit den in diesem Dokument beschriebenen nationalen Stellen abgeklärt werden.

### 4.3.3 Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit

Für den sicheren und störungsfreien Betrieb von FTS ist die Einhaltung bestimmter Qualitätsmerkmale des Bodens von grundlegender Bedeutung. Diese Anforderungen sind insbesondere bei der Herstellung neuer Böden einzuhalten. Bestehende Böden erfüllen oftmals nicht alle diese Anforderungen. Hier ist in der Regel eine Abstimmung mit dem FTS-Hersteller notwendig. Gegebenenfalls sind weitere Prüfungen der Bodenbeschaffenheit durch Dritte erforderlich.

#### DIN EN ISO 3691-4 Abschnitt 6.3.7

Die Anforderungen an den Boden müssen folgende vom Hersteller des fahrerlosen Fahrzeuges vorgegebene Punkte beinhalten:

- Ebenheit
- Festigkeit
- Oberflächenbeschaffenheit
- Bodenabdeckungen
- Metallgehalt
- Unterflur / Untergrund Einrichtungen und deren Lage
- Elektrische Leitfähigkeit
- Lage und Art von Fugen
- Zulässige unterschiedliche Bodenhöhen (Stufen / Steigungen / Niveauunterschiede)

#### VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Absatz 2.2.1.2 Reibung

Fahrerlose Fahrzeuge werden im Allgemeinen mit Lauf- und Antriebsrädern mit Polyester-Urethan-Kautschuk-Bandagen (z.B. Vulkollan<sup>®</sup>) ausgerüstet. Gegenüber der Nutzschrift des Bodens ist ein Haftreibungskoeffizient von  $\mu_H > 0,6$  erforderlich. Dieser Wert beeinflusst die Länge des Bremswegs, z.B. bei Not-Halt und damit auch die Sicherheit von Personen und Anlagen. Allerdings kann ein zu rauer Bodenbelag zu erhöhtem Verschleiß der Räder führen, weshalb Werte von  $\mu_H > 0,8$  besondere Beachtung erfordern.

#### VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Absatz 2.2.1.3 Sauberkeit

Fahrbahnen sind grundsätzlich sauber und trocken zu halten. Verschmutzungen durch Öle, Fette, Staub, Späne usw. können Störungen verursachen und die Sicherheit reduzieren. Es dürfen keine glättebildenden Reinigungs- und Pflegemittel verwendet werden.

### **VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Absatz 2.2.1.6 Elektrische Eigenschaften**

Zur Vermeidung von elektrostatischen Aufladungen müssen die Bodenbeläge einen Erdableitwiderstand von  $R_E \leq 10^6$  Ohm aufweisen. Besonders zu beachten sind hierbei Kunststoffböden und mit Kunststoff nachbeschichtete Flächen. Die Prüfung des Erdableitwiderstandes  $R_E$  von elektrostatischen Ladungen ist nach DIN EN 1081 vorzunehmen. Die Einhaltung dieser Anforderungen ist in der Regel möglich.

### **VDI Richtlinie 2510 Blatt 1 Absatz 2.2.1.7 Weitere Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit**

Bei besonderen Behandlungsmaßnahmen (Oberflächenversiegelung, gesäuerte oder gewachste Böden) ist immer Rücksprache mit dem FTS-Hersteller zu halten, da es hier gegebenenfalls zu Problemen bei der Anbringung von Bodenmarkierungen, optischen Leitlinien etc. kommen kann.

Der Boden im Bereich von Laderäumen/Ladestationen muss gemäß DIN EN 62485-3 säurefest ausgeführt sein. Bei Einzelladeplätzen ist dies nicht erforderlich. Der Erdableitwiderstand muss im Bereich der Ladeplätze  $R_E \leq 10^8$  Ohm sein.

Generell sollten Unstetigkeiten im Fahrbahnbereich vermieden werden. Wo dies nicht möglich ist, sind besondere Vorkehrungen zu treffen und/ oder mögliche Lösungen mit dem FTS-Hersteller abzustimmen. Nachfolgend sind einige wesentliche Unstetigkeiten aufgeführt:

- Dehnungsfugen
- Schienen
- Schacht- und Kanalabdeckungen

## **4.3.4 Reinhaltung von Fahrwegen**

Der Betreiber muss folgende, vom Hersteller anzugebende Anforderungen umsetzen:

- Trockenheit, Sauberkeit und Zustand der Fahrwege und Fahrwegmarkierungen
- Freihalten des Fahrweges von Hindernissen, die Bewegungen des fahrerlosen Fahrzeugs behindern könnten;
- Entfernen von Nässe, Abfall, Staub, Eis, etc. vom Fahrweg, um Rutschen des fahrerlosen Fahrzeugs, besonders während Notbremsungen, zu vermeiden;
- Instandhaltung der Bodenbeschaffenheit und der Einrichtungen, die mit fahrerlosen Fahrzeugen in Verbindung stehen.

## **4.4 Kennzeichnung und Abgrenzung von Verkehrsflächen**

Im Folgenden finden sich Anforderungen an Verkehrswege gemäß Arbeitsstättenregel ASR A1.8. Zusätzliche Anforderungen, die sich aus dem Einsatz von Autonomiefunktionen ergeben, werden ebenfalls berücksichtigt. Hierbei gilt es zu beachten, dass Fahrzeuge mit entsprechenden Autonomiefunktionen nicht mehr an vorgegebene Fahrspuren gebunden sind, sondern die jeweils zur Verfügung stehende Verkehrsfläche vollständig nutzen können. Daher wird im folgenden Abschnitt nicht mehr von Verkehrswegen, sondern von Verkehrsflächen gesprochen.

Zur Kenntlichmachung der Abgrenzung zwischen niveaugleichen Verkehrsflächen und umgebenden Arbeits- und Lagerflächen, sowie zwischen Flächen für den Fußgänger- und Fahrzeugverkehr können verschiedene Markierungsformen (z.B. dauerhafte Farbmarkierung, Markierungsleuchten) eingesetzt werden. Eine Kennzeichnung kann entfallen, wenn die Verkehrsfläche durch feststehende Betriebseinrichtungen (z.B. Maschinen, Schaltschränke oder Regale) eindeutig bestimmt sind und sich dadurch keine Gefährdungen ergeben.

Wenn es das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung erforderlich macht, sind Geländer oder Leitplanken zur Abgrenzung zwischen niveaugleichen Verkehrsflächen und umgebenden Arbeits- und Lagerflächen sowie zwischen Flächen für den Fußgänger- und Fahrzeugverkehr zu setzen.

Lassen sich Gefährdungen im Bereich von Verkehrsflächen nicht durch technische Maßnahmen verhindern oder beseitigen, oder ergeben sich Gefährdungen durch den Fahrzeugverkehr aufgrund unübersichtlicher Betriebsverhältnisse (z.B. durch Arbeits- und Lagerflächen ohne feste Einbauten), sind die Verkehrsflächen gemäß ASR A1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ deutlich erkennbar zu kennzeichnen, z.B. eine dauerhafte Gefahr in Form von Ausgleichsstufen im Verkehrsweg durch gelbschwarze Streifen oder eine zeitlich begrenzte Gefahr ausgehend von ausgelaufener Flüssigkeit durch das Warnzeichen W011 „Warnung vor Rutschgefahr“.

## 4.5 Prüfung von Arbeitsmitteln

Die Prüfung eines Arbeitsmittels im Sinne der BetrSichV beinhaltet insbesondere die Feststellung, ob die getroffenen Schutzmaßnahmen geeignet und funktionsfähig sind. Im Falle eines FTS ist jedes einzelne Fahrzeug zu prüfen und das Ergebnis zu dokumentieren.

Diese Prüfungen müssen durch den Betreiber vor der erstmaligen Verwendung, nach Veränderungen, wiederkehrend in regelmäßigen Intervallen und nach außergewöhnlichen Ereignissen, wie Unfällen oder Beinahe-Unfällen, durchgeführt werden.

Der Betreiber hat Art und Umfang erforderlicher Prüfungen von Arbeitsmitteln sowie die Fristen von wiederkehrenden Prüfungen nach § 14 BetrSichV zu ermitteln und festzulegen, soweit diese Verordnung nicht bereits entsprechende Vorgaben enthält. Dabei sind Herstellervorgaben für die einzelnen Komponenten des FTS zu berücksichtigen.

Unter Veränderung verstehen wir z.B.

- Demontage und Montage einer Schutzeinrichtung bei
  - Reparatur
  - Austausch
  - ...
- Ändern der Konfiguration einer Schutzeinrichtung
  - Anpassung des Schutzfeldes des Sicherheits-Laserscanners
  - Änderungen am Sicherheitsprogramm
  - ...
- Einbau zusätzlicher Schutzeinrichtungen

Wiederkehrende Prüfungen:

Die Prüffrist ist der festgelegte Zeitraum zwischen zwei Prüfungen. Sie muss so festgelegt werden, dass der Prüfgegenstand nach allgemein zugänglichen Erkenntnisquellen und betrieblichen Erfahrungen im Zeitraum zwischen zwei Prüfungen sicher benutzt werden kann.

Ferner hat der Betreiber zu ermitteln und festzulegen, welche Voraussetzungen die zur Prüfung befähigten Personen erfüllen müssen, die von ihm mit den Prüfungen von Arbeitsmitteln nach § 14 BetrSichV zu beauftragen sind. Nähere Angaben hierzu siehe Technische Regeln zur Betriebssicherheit TRBS 1201 und 1203, insbesondere TRBS 1203 Abschnitt 2.

Außerordentliche Prüfungen:

Außergewöhnliche Ereignisse wie Unfälle oder Beinahe-Unfälle, aber auch längere Stillstandzeiten führen zur Verpflichtung zur Durchführung einer außerordentlichen Prüfung des Arbeitsmittels auf seinen sicheren Zustand und seine sichere Funktion.

## 4.6 Veränderungen an FTS

Bei einer Veränderung an einem FTS hat der Betreiber die Pflicht, zu prüfen, ob die vorhandenen fahrerlosen Fahrzeuge und peripheren Einrichtungen bestimmungsgemäß weiterverwendet werden können oder ob Veränderungen an diesen durchgeführt werden müssen.

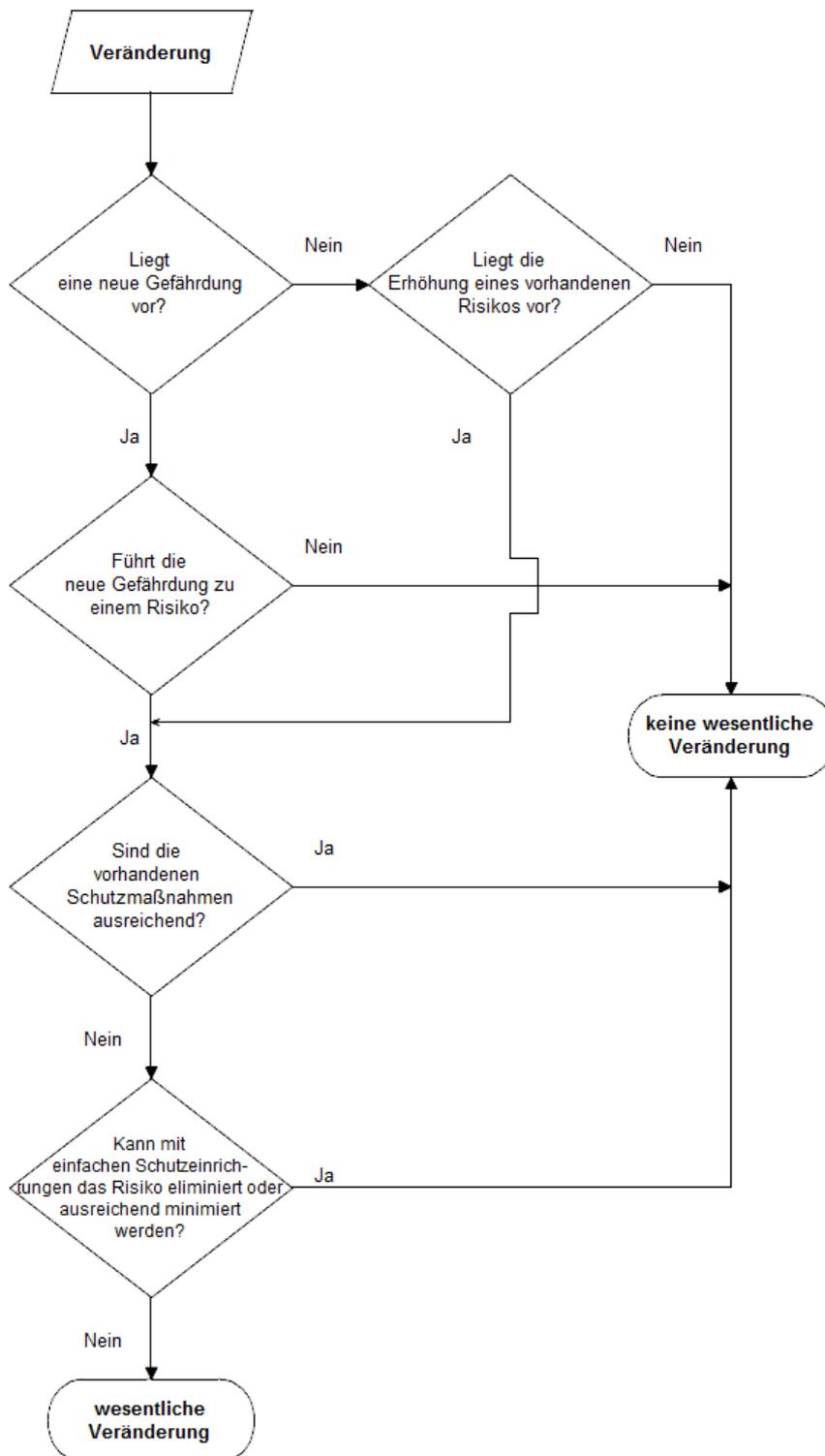
Veränderungen an einem FTS sind z.B.

- Änderung des Layouts
  - Änderung der Fahrwege (oder Fahrflächen)
  - Zusätzliche Fahrwege (oder Fahrflächen)
  - Änderung der Breite des Fahrwegs (oder der Fahrfläche)
  - ...
- Änderung der bestimmungsgemäßen Verwendung
  - Erhöhung der Nutzlast
  - Änderung des Lastschwerpunktes
  - Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit
  - Freischalten von (zusätzlichen) Autonomiefunktionen
  - ...
- Änderung an den Umgebungsbedingungen
  - Fahren im Außenbereich
  - Fahren in öffentlich zugänglichen Bereichen
  - Änderung der Flächennutzung (Mischverkehr)
  - ...
- Zusätzliche Typen fahrerloser Fahrzeuge in einer bestehenden Anlage
- Abbau der Anlage und Aufbau in einer neuen Halle (Umzug)
- ...

Fahrerlose Fahrzeuge oder periphere Einrichtungen, an denen nach ihrer Inbetriebnahme Veränderungen oder Überarbeitungen mit dem Ziel der Modifizierung ihrer ursprünglichen Leistung, Verwendung oder Bauart vorgenommen worden sind, können gegebenenfalls als neue Maschinen angesehen werden. Hierfür ist durch eine neue Risikobeurteilung zu ermitteln, ob sich durch die vorgesehenen Veränderungen neue Gefährdungen ergeben oder ob sich ein bereits vorhandenes Risiko erhöht.

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich auf das fahrerlose Fahrzeug, lassen sich sinngemäß aber auch auf alle anderen Maschinen (wie z.B. aktive Übergabestationen oder automatische Batteriewechselstationen) in einem FTS übertragen.

Bei der Evaluierung ist es sinnvoll, das nachfolgendes Schaubild anzuwenden. Erläuterungen und Konsequenzen werden in den nächsten Abschnitten beschrieben.



**Abbildung 4 - BMAS Entscheidungshilfe - wesentliche Veränderung von Maschinen**  
BMAS=Bundesministerium für Arbeit und Soziales

### 4.6.1 Nicht wesentliche Veränderung

Die möglichen Veränderungen an einem Fahrzeug lassen sich über die Parameter „Gefährdung“ und „Risiko“ bewerten.

Eine technische Schutzmaßnahme an einem fahrerlosen Fahrzeug ist z.B. „Stopp auslösen durch eine Schutzeinrichtung“. Schutzeinrichtungen hierfür können z.B. Bumper oder Sicherheits-Laserscanner sein.

Folgende vier Fälle führen zu einer nicht wesentlichen Veränderung:

Fall 1: Es liegt keine neue Gefährdung und keine Erhöhung eines vorhandenen Risikos vor. Das Fahrzeug kann nach wie vor als sicher angesehen werden. Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Fall 2: Es liegt eine neue Gefährdung oder eine Erhöhung eines vorhandenen Risikos vor, aber die vorhandenen Schutzmaßnahmen sind hierfür weiterhin ausreichend. Das Fahrzeug kann nach wie vor als sicher angesehen werden. Beispiele hierfür im Falle einer Geschwindigkeitserhöhung sind:

- Vorhandener Bumper mit für die neue Geschwindigkeit ausreichend dimensionierter Größe.
- Das vorhandene Schutzfeld eines Sicherheits-Laserscanners ist für die neue Geschwindigkeit ausreichend dimensioniert.
- Vergrößern des Schutzfeldes eines vorhandenen Sicherheits-Laserscanners im Rahmen der zulässigen Reichweite.

Fall 3: Es liegt eine neue Gefährdung oder eine Erhöhung eines vorhandenen Risikos vor, und die vorhandenen Schutzmaßnahmen sind hierfür nicht mehr ausreichend. Durch zusätzliche einfache Schutzeinrichtungen kann das Risiko eliminiert oder ausreichend gemindert werden. Das Fahrzeug kann dann als sicher angesehen werden. Ein Beispiel für zusätzliche einfache Schutzeinrichtungen im Falle einer Geschwindigkeitserhöhung ist:

- Zusätzlicher Sicherheits-Laserscanner mit für die neue Geschwindigkeit ausreichend dimensionierter Reichweite.

Fall 4: Es liegt eine neue Gefährdung oder eine Erhöhung eines vorhandenen Risikos vor, und die vorhandenen Schutzmaßnahmen sind hierfür nicht mehr ausreichend. Durch Austausch der vorhandenen Schutzeinrichtungen gegen solche mit identischer Funktion und identischem Sicherheitsniveau kann das Risiko ausreichend gemindert werden. Beispiele hierfür im Falle einer Geschwindigkeitserhöhung sind:

- Austausch des vorhandenen Bumpers durch einen Bumper mit für die neue Geschwindigkeit ausreichend dimensionierter Größe.
- Austausch des vorhandenen Bumpers durch einen Sicherheits-Laserscanner mit für die neue Geschwindigkeit ausreichend dimensionierter Reichweite.
- Austausch des vorhandenen Sicherheits-Laserscanners durch einen Sicherheits-Laserscanner mit für die neue Geschwindigkeit ausreichend dimensionierter Reichweite.

Lässt sich auch durch zusätzliche einfache Schutzeinrichtungen das Risiko nicht eliminieren oder ausreichend mindern, liegt eine wesentliche Veränderung vor.

Generell gilt:

Änderungen an den Schutzeinrichtungen sind so auszuführen, dass das bestehende Sicherheitsniveau erhalten bleibt. Sie sind sorgfältig zu dokumentieren und die Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen ist vor erstmaliger Verwendung zu prüfen. Es ist keine neue Konformitätsbewertung erforderlich.

## 4.6.2 Wesentliche Veränderung

Ein wesentlich verändertes fahrerloses Fahrzeug in einem FTS wird wie eine neue Maschine behandelt. Das bedeutet, dass die juristische Person, die für die wesentliche Veränderung verantwortlich ist, ihrerseits zum Hersteller wird und damit die Herstellerpflichten (in Deutschland gemäß ProdSG und 9. ProdSV) zu erfüllen hat. Danach hat ein solcher Hersteller sicherzustellen, dass die wesentlich veränderte Maschine den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen gemäß Anhang I der MRL entspricht. Er führt für die wesentlich veränderte Maschine das entsprechende Konformitätsbewertungsverfahren durch und erstellt insbesondere die vorgeschriebenen technischen Unterlagen, mit denen er die Durchführung des Konformitätsbewertungsverfahrens nachweisen kann. Weiterhin stellt dieser Hersteller die an die Veränderungen angepasste Betriebsanleitung zur Verfügung und versieht erforderlichenfalls die wesentlich veränderte Maschine mit Warnhinweisen für die Restrisiken, die aufgrund des Standes der Technik mit technischen Schutzmaßnahmen nicht weiter minimiert werden können. Abschließend stellt dieser Hersteller die EG-Konformitätserklärung aus, fügt diese bei und bringt die CE-Kennzeichnung und ein neues Typenschild an allen wesentlich veränderten Fahrzeugen an. Nähere Angaben hierzu finden sich in der VDI-Richtlinie 2510 Blatt 2, Fahrerlose Transportsystem (FTS) - Sicherheit von FTS.

Es bestehen immer wieder Unsicherheiten, wer von den an der wesentlichen Veränderung Beteiligten die Verantwortung für die Konformität trägt und damit die Rolle des Herstellers übernimmt. Hierzu unterscheiden wir die folgenden vier Fälle:

Fall 1: Der Betreiber erstellt das Konzept selbst und baut die Fahrzeuge in Eigenregie um. In diesem Fall übernimmt der Betreiber dann die Rolle des Herstellers und damit auch die oben beschriebene Verantwortung.

Fall 2: Der Betreiber erstellt das Konzept und lässt die Fahrzeuge durch einen Dritten umbauen. Hierbei ist es unerheblich, in welchem Umfang der Betreiber Entwicklungs- und Produktionsarbeiten beauftragt hat. Entscheidend ist, dass der Betreiber wie in Fall 1 die Verantwortung für die Übereinstimmung der Fahrzeuge mit den relevanten Bestimmungen der Vorschriften zur CE-Kennzeichnung in seinen Händen behält. Der ausführende Dritte (der auch der ursprüngliche Fahrzeughersteller sein kann) arbeitet in diesem Fall als verlängerte Werkbank.

Fall 3: Der Betreiber beauftragt einen Dritten mit Konzepterstellung und Umbau der Fahrzeuge. Dieser Fall ist in der Konsequenz identisch mit Fall 2. Das Fahrzeug wird auch in diesem Fall vom Dritten nicht eigenständig in Verkehr gebracht und die Rolle des Herstellers bleibt beim Betreiber.

Fall 4: Wie Fall 3, der Dritte bringt die umgebauten Fahrzeuge in seinem Namen in Verkehr. Die Rolle des Herstellers mit allen Pflichten obliegt dem umbauenden Dritten.

Für alle Fälle gilt:

Da es in einer Zuliefersituation leicht zu Missverständnissen und Unsicherheiten über die Verantwortung und die juristische Rolle der Beteiligten kommen kann, empfiehlt es sich, in einer vertraglichen Vereinbarung explizit festzuhalten, bei wem die Rolle des Herstellers und die Verantwortung für die Konformität liegen.

## 5 Übersicht relevanter Gesetze, Normen und Richtlinien

Nachfolgende Übersicht für den Betreiber relevanter Gesetze, Vorschriften, Normen und Richtlinien dient der Orientierung. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

### 5.1 Relevante Gesetze und Vorschriften in Deutschland

#### **Verpflichtend:**

*ArbSchG*

*Arbeitsschutzgesetz, Nationale Umsetzung der Richtlinien 89/391/EWG  
Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur  
Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der  
Beschäftigten bei der Arbeit*

*BetrSichV*

*Betriebssicherheitsverordnung, Nationale Umsetzung der Richtlinie  
2009/104/EG  
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung  
von Arbeitsmitteln*

*DGUV Vorschrift 68*

*Unfallverhütungsvorschrift „Flurförderzeuge“ (bisher BGV D 27)*

#### **Informativ:**

*ProdSG*

*Produktsicherheitsgesetz, Nationale Umsetzung der Richtlinie  
2001/95/EG*

*9. ProdSV*

*Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz  
(Maschinenverordnung), Nationale Umsetzung der Richtlinie 2006/42/EG*

*EMVG*

*Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln,  
Nationale Umsetzung der Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen  
Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der  
Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische  
Verträglichkeit*

## 5.2 Normen (für den Hersteller)

<i>DIN EN ISO 3691-4</i>	<i>Flurförderzeuge - Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung - Teil 4: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme</i>
<i>DIN EN 1081</i>	<i>Elastische, Laminat- und modulare mehrschichtige Bodenbeläge - Bestimmung des elektrischen Widerstandes</i>
<i>DIN EN 1755</i>	<i>Sicherheit von Flurförderzeugen, Einsatz in EX-Bereichen</i>
<i>DIN EN 1175</i>	<i>Sicherheit von Flurförderzeugen - Elektrische/elektronische Anforderungen</i>
<i>DIN EN 60204-1</i>	<i>Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstungen von Maschinen – Teil 1 Allgemeine Anforderungen</i>
<i>DIN EN 62485-3</i>	<i>Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen - Teil 3: Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge</i>
<i>DIN EN ISO 4413</i>	<i>Fluidtechnik - Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile</i>
<i>DIN EN ISO 4414</i>	<i>Fluidtechnik - Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile</i>
<i>DIN EN ISO 12100</i>	<i>Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsgrundsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung</i>

## 5.3 Relevante Richtlinien

<i>VDI 2510</i>	<i>Fahrerlose Transportsysteme (FTS) &gt; Ausführungsrichtlinie Technik &gt; mit allen Blättern</i>
<i>VDI 2510 Blatt 1</i>	<i>Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)</i>
<i>VDI 2510 Blatt 2</i>	<i>Fahrerlose Transportsysteme (FTS) - Sicherheit von FTS</i>
<i>VDI 2510 Blatt 4</i>	<i>Fahrerlose Transportsysteme (FTS); Energieversorgung und Ladetechnik</i>
<i>VDI 2710</i>	<i>Ganzheitliche Planung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) &gt; Planungsrichtlinie &gt; mit allen Blättern</i>

## 5.4 Sonstiges

ASR A1.3	<i>Technische Regeln für Arbeitsstätten – Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung</i>
ASR 1.8	<i>Technische Regeln für Arbeitsstätten – Verkehrswege</i>
BAuA-Handbuch Gefährdungsbeurteilung	<i>Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Gefährdungsfaktoren: Ein Ratgeber</i>
BMAS- Entscheidungshilfe	<i>Interpretationspapier zum Thema „Wesentliche Veränderung von Maschinen“ (Bekanntmachung des BMAS im GMBI 2015, Nr.10, Seite 183-186)</i>
EmpfBS1114	<i>Empfehlungen zur Betriebssicherheit – Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln</i>
FTS-Fibel	<i>Fahrerlose Transportsysteme: Eine Fibel mit Praxisanwendungen - zur Technik - für die Planung. Springer Vieweg 2019.</i>
Leitfaden Sicherheit für Planer	<i>Der Leitfaden Sicherheit für Planer beschreibt die sicherheitsbezogenen Themen für Planer von FTS. Quelle: <a href="#">Homepage Forum-FTS</a></i>
Leitfaden Autonomie	<i>Der Leitfaden Autonomie.... Quelle: <a href="#">Homepage Forum-FTS</a></i>
Leitfaden Rollen	<i>Der Leitfaden Rollen. Quelle: <a href="#">Homepage Forum-FTS</a></i>
EU-Verordnung Nr. 765/2008	<i>Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten</i>
TRBS 1112	<i>Technische Regeln für Betriebssicherheit – Instandhaltung</i>
TRBS 1201	<i>Technische Regeln für Betriebssicherheit – Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen</i>
TRBS 1203	<i>Technische Regeln für Betriebssicherheit – Zur Prüfung befähigte Personen</i>

## 6 Verweis

Dieser Leitfaden wurde durch den Arbeitskreis FTS-Sicherheit des VDI-GPL Fachausschusses „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“ erarbeitet.

Er entstand unter Mitwirkung der BGHW (Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik, Körperschaft des öffentlichen Rechts) in Mannheim.