FTS-Leitfaden
Sicherheit von mobilen Robotern
Leitfaden für Planer

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

<u>Herausgeber:</u>

Forum-FTS (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.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden.
Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

Inhalt

1 Einleitung 4
1.1 Rechtlicher Hinweis 4
1.1 Motivation 4
1.2 Pflichten der Wirtschaftsakteure 4
1.3 Zielgruppe 4
2 Rechtlicher Rahmen 6
2.1 Gesetze und Richtlinien 6
2.2 Normen 7
2.3 Konformitätsvermutung 7
2.4 FTS-Sicherheit 8
2.4.1 Systemsicherheit 8
2.4.2 Fahrzeugsicherheit 8
3 Begriffsbestimmungen 10
3.1 Fahrerloses Transportsystem 10
3.1.1 Fahrerloses Fahrzeug 10
3.1.2 FTS-Leitsteuerung 10
3.1.3 Infrastruktur 10
3.1.4 Periphere Einrichtungen 10
3.1.5 Lastenheft 11
3.1.6 Pflichtenheft 11
3.1.7 Sicherheitsfunktion (SF) 11
3.1.8 Sicherheits-Teilfunktion (SSF) 11
4 Rollen in einem FTS-Projekt 12
4.1 Hersteller, Planer und Betreiber 12
4.1.1 Hersteller 12
4.1.2 Planer 13
4.1.3 Betreiber 13
4.2 Hersteller und Betreiber - Gefahrenübergang 14
4.2.1 In Betrieb nehmen 14
4.2.2 Probebetrieb 14
4.2.3 Inbetriebnahme 15
4.2.4 Betrieb und Instandhaltung 15
4.3 Aufteilung der Verantwortlichkeiten in einem FTS-Projekt 16
5 CE-Kennzeichnung und EG/EU-Konformitätserklärung 17
5.1 Was muss der Planer über CE-Kennzeichnung wissen? 17

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.1 Gesamtheit von Maschinen ... 18
5.1.2 Relevante Richtlinien zusätzlich zur Maschinenrichtlinie ... 19
5.1.3 Abgrenzung der Konformitätsbewertung gemäß EMV-Richtlinie und Funkanlagenrichtlinie für fahrerlose Fahrzeuge ... 22
5.1.4 CE-Kennzeichnung von Schaltschränken ... 26
5.2 Externe Prüfstellen ... 29
5.3 Verifikation (Probebetrieb und Tests vor der Inbetriebnahme) ... 29
5.4 Unterlagen zur Konformität ... 30
5.4.1 Umfang der Dokumentation ... 30
5.4.2 Beispiel einer Konformitätserklärung ... 31
6 Beispiel für übergreifende Risikominderung ... 34
7 Übersicht relevanter Gesetze, Normen und Richtlinien ... 35
7.1 Relevante Gesetze und Vorschriften in Deutschland ... 35
7.2 Normen (für den Hersteller) ... 36
7.3 Relevante Richtlinien ... 37
7.4 Sonstiges ... 37
8 Verweis ... 38

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 - Übersicht Europäischer Richtlinien ... 6
Abbildung 2 - Lebensphasen einer Maschine ... 14
Abbildung 3 - Entscheidungshilfe - Gesamtheit von Maschinen ... 18
Abbildung 4 - Übersicht der Szenarien ... 23
Abbildung 5 - Beispiel einer EU-Konformitätserklärung ... 33
Abbildung 6 - FTS bei der Anfahrt an eine stationäre Rollenbahn ... 34

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

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.

1.1 Motivation

Dieser Leitfaden gibt dem Planer und den weiteren Projektbeteiligten eine Übersicht über wichtige sicherheitsbezogene Aufgaben und Verantwortlichkeiten, welche für die Realisierung von FTS-Projekten zu beachten sind. Das Thema der ganzheitlichen Planung behandelt die VDI-Richtlinie 2710 und die zugehörigen Blätter:

- Blatt 2 – FTS Checkliste
- Blatt 5 – Abnahmeregeln für Fahrerlose Transportsysteme (FTS)
- Blatt 6 – Einführung und Betrieb eines Fahrerlosen Transportsystems (FTS)

1.2 Pflichten der Wirtschaftsakteure

Der Hersteller hat Fahrerlose Transportsysteme (FTS) 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 Planer beeinflusst mit seiner Arbeit in einem FTS-Projekt die technische Auslegung. Er führt Berechnungen und Simulationen zum Nachweis der Leistungsfähigkeit durch. Grundlegende Überlegungen zum Layout und zum Sicherheits-Konzept werden ebenfalls durch den Planer zur Verfügung gestellt.

Der Betreiber trifft die erforderlichen Vorkehrungen, damit die den Arbeitnehmern im Unternehmen bzw. Betrieb zur Verfügung gestellten FTS 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/EG, Artikel 3 (modifiziert).

1.3 Zielgruppe

Dieser Leitfaden richtet sich vornehmlich an alle, die im Planungsprozess von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) im industriellen Umfeld beteiligt sind. Er gibt Hinweise an alle Projektbeteiligten und an den Betreiber für die Konzeption, Entwicklung, die erstmalige Inbetriebnahme und die Abnahme des Gesamtsystems.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

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.

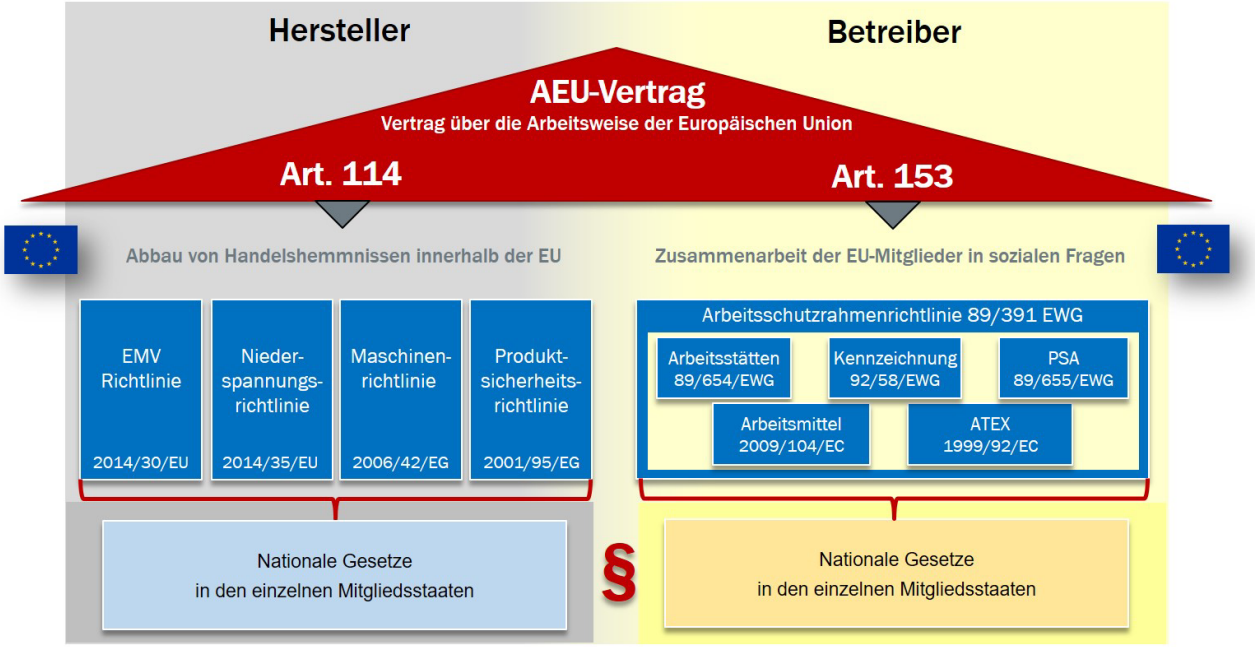


Abbildung 1 - Übersicht Europäischer Richtlinien
Quelle: SICK AG, Waldkirch i.Br.

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 https://eur-lex.europa.eu/.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

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 Anwendungszweck 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 Maschinenichtlinie 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 Projektbeteiligen 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 erstmaligen und periodischen Gefährdungsbeurteilung.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

2.4 FTS-Sicherheit

2.4.1 Systemsicherheit

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

Betreiberrelevante Themen sind im VDI-Statusreport „Fahrerlose Transportsysteme – Leitfaden Sicherheit für Betreiber“ beschrieben. Dieser Leitfaden ist auf der Homepage des Forum-FTS (https://forum-fts.com/vdi-fa-fts/) verfügbar.

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. Eine Beschreibung von autonomen Funktionen befindet sich im VDI Statusreport „Autonomie für mobile Roboter“. 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 fahrerlosen Fahrzeuge. Die Anforderungen an fahrerlose Fahrzeuge im industriellen Bereich enthält die Norm DIN EN ISO 3691-4 „Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“.

Fahrzeuge mit autonomen Funktionen unterliegen grundsätzlich der Maschinenrichtlinie Somit ist immer eine Risikobeurteilung gemäß DIN EN ISO 12100 erforderlich. Hinweise zur Risikominimierung finden sich insbesondere in den entsprechenden Typ B-Normen oder der Typ C-Norm DIN EN ISO 3691-4. Bei Abweichungen ist eine gleichwertige Risikominimierung nachzuweisen.

Beispielsweise muss beim Befahren von Flächen anstatt von vorgegebenen Spuren die komplette Höhe des Fahrzeugs inkl. Last frei sein (Lichtraumprofil). Für die Einhaltung der Sicherheitsabstände sind Maßnahmen mit dem erforderlichen Sicherheitsniveau zumindest gemäß der Typ B-Norm DIN EN ISO 13854 umzusetzen.

Wird beim Umfahren eines Hindernisses die Gegenfahrbahn benutzt, ist ggf. für die Reichweite der Personenerkennungseinrichtungen die Summe der Bremswege der beteiligten Fahrzeuge zu berücksichtigen (insbesondere bei heterogenen Flotten). Das Sicherheitsniveau ergibt sich aus der Risikobeurteilung. Diese muss Personenschäden, die durch die Kollision entstehen können, berücksichtigen.
Dem Betreiber obliegt die Verantwortung, organisatorische Maßnahmen zum Schutz der Mitarbeiter zu formulieren und deren Einhaltung sicherzustellen. Abhängig von der sensorischen Ausstattung der Fahrzeuge können diese Maßnahmen ggf. sehr umfangreich ausfallen. Der Hersteller muss dies in seiner Risikobeurteilung berücksichtigen. Diese potenziellen Risiken müssen vom Betreiber in der Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden.

Weitere Sicherheitsaspekte zu Autonomiefunktionen befinden sich im VDI Statusreport „Autonomie für mobile Roboter“.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

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.

Parallel zur DIN EN ISO 3691-4 „Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“ wurde in den Vereinigten Staaten ein ANSI Standard entwickelt. Dieser wurde 2020 veröffentlicht und beschreibt Anforderungen an die Sicherheit fahrerloser Fahrzeuge und mobiler Roboter im amerikanischen Markt: ANSI/RIA R15.08-1-2020 Industrial Mobile Robots - Safety Requirements - Part 1: Requirements for the Industrial Mobile Robot

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

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 Fahrantrieb 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 für Privatpersonen 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/Bediener/Steuerer abhängt.

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.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

3.1.5 Lastenheft

Das Lastenheft beschreibt ergebnisorientiert die Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers. Grundsätzlich sollte der Auftraggeber das Lastenheft formulieren. Es dient dann als Grundlage für die Ausschreibung und wird auch als Leistungsverzeichnis bezeichnet. In komplexen Projekten können durchaus mehrere Lastenhefte für einzelne Gewerke oder Ausbaustufen existieren. Weitere Informationen zu Ausführung und Inhalt sind in der VDI-Richtlinie 2710 „Ganzheitliche Planung“ verfügbar.

3.1.6 Pflichtenheft

Das Pflichtenheft wird vom jeweiligen Auftragnehmer erstellt und beinhaltet die technische Umsetzung des Lastenheftes. Es wird nach der Auftragsvergabe finalisiert und freigegeben. Es ist bindend für Auftraggeber und Auftragnehmer.

3.1.7 Sicherheitsfunktion (SF)

Eine Sicherheitsfunktion reduziert ein vorhandenes Risiko einer Maschinenfunktion auf ein akzeptiertes Maß (siehe DIN EN ISO 12100). Eine Sicherheitsfunktion beginnt üblicherweise mit der Erkennung und Bewertung eines „einleitenden Ereignisses“ durch z.B. einen Sensor und endet mit einer Aktivität, die zu einer Reaktion eines leistungssteuernden Elements (z.B. Schütz) führt.

Software kann in jeder Funktionseinheit eines sicherheitsbezogenen Steuerungssystems enthalten sein.

3.1.8 Sicherheits-Teilfunktion (SSF)

Eine Sicherheitsteilfunktion (EN: Safety Sub Function, SSF) ist ein Teil einer Sicherheitsfunktion, deren Versagen zu einem Ausfall der Sicherheitsfunktion führen kann.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

4 Rollen in einem FTS-Projekt

4.1 Hersteller, Planer und Betreiber

Bezüglich der Feststellung von Verantwortlichkeiten wird in diesem Leitfaden unterschieden zwischen „Hersteller“, „Planer“ und „Betreiber“ von FTS. Alle Parteien tragen ihren Anteil an der Sicherheit und Leistungsfähigkeit des FTS. Der Planer übernimmt eine Schnittstellenfunktion zwischen dem/den Hersteller(n) und dem Betreiber.

4.1.1 Hersteller

Der in diesem Leitfaden benutzte Begriff „Hersteller“ entspricht dem für die Leistungsfähigkeit des fahrerlosen Fahrzeuges / des Fahrerlosen Transportsystems (FTS) 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 unter anderem:

- „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“ bzw. „Systemintegrator“;
  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 beauftragen. 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 (Details hierzu im Statusreport „Fahrerlose Transportsysteme – Leitfaden Sicherheit für Betreiber“, Kapitel 4.6), oder
  - eine vorhandene Anlage in eigener Verantwortung wesentlich verändern lässt.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

4.1.2 Planer

Mögliche Aufgaben für einen Planer in einem FTS-Projekt sind:

- Strategische Vorüberlegungen zum Intralogistik-Konzept
- Konzeptionelle Überlegungen,
- Definition der Projektstruktur und Festlegung der Projektbeteiligten für eindeutige Schnittstellen (z.B. ERP, periphere Einrichtungen und Fahrzeuge) und Informationsflüsse (z.B. IT, Arbeitssicherheit, Produktion, Arbeitnehmervertretung)
- Technische Auslegung, Layout, Transportmatrix, FTF-Anzahl-Berechnung, Simulationen, Schnittstellen, Safety-Konzept, Security-Konzept
- Erstellung des Lastenhefts als technisches Basisdokument für Ausschreibung, Angebotsvergleich und Abnahme
- Technischer Vergleich der eingehenden Angebote, samt Bietertagen sowie Steuerung und Moderation der Angebotsüberarbeitungen
- Überprüfung, Diskussion und Freigabe des Pflichtenhefts
- Vorabnahmen und Abnahmen werden häufig von den Planern durchgeführt, da diese die Leistungsdaten kennen. Darunter fallen z.B. Fahrzeuge, Software und Sicherheit.

Diese Aufgaben können von einem oder mehreren Planern übernommen werden. Ein Planer kann beim Betreiber beschäftigt sein oder extern beauftragt werden.

4.1.3 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].

Es wird empfohlen, für jedes FTS-Projekt eine entsprechende Projektgruppe beim Betreiber zu installieren und alle betroffenen betrieblichen Organisationseinheiten, wie z.B. den Betriebsrat, den Werksschutz oder die IT-Abteilung mit einzubinden.

Gegebenenfalls ist auch die Einbindung externer Organisationen, wie z.B. die Berufsgenossenschaft, die Gewerbeaufsicht oder den Sachversicherer, empfehlenswert oder sogar erforderlich.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

4.2 Hersteller und Betreiber - 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:

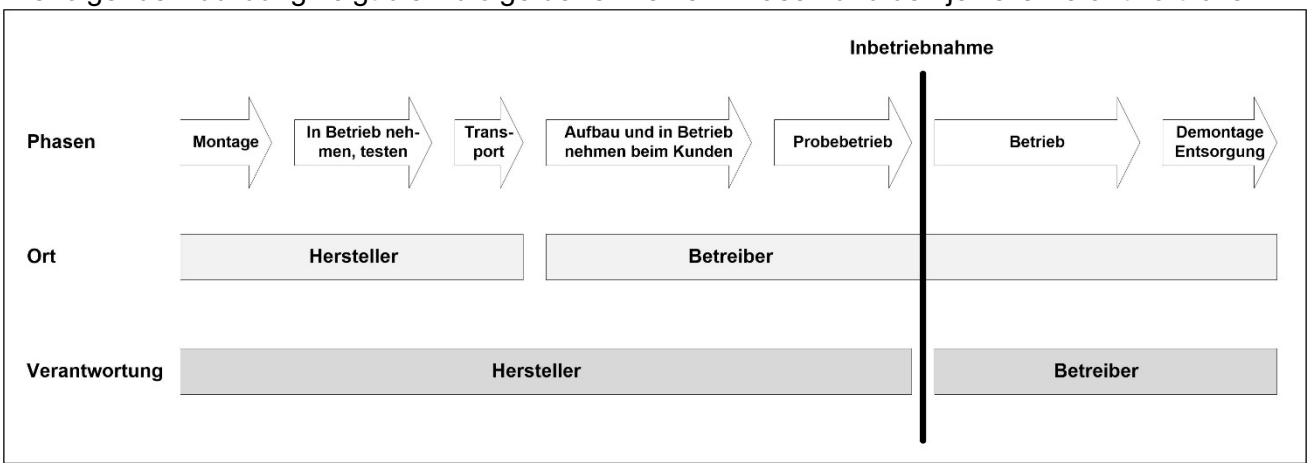


Abbildung 2 - Lebensphasen einer Maschine

4.2.1 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 4.2.3] 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.

4.2.2 Probebetrieb

Der Probebetrieb liegt als Teil des Herstellungsprozesses noch vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Grundsätzlich sollten die Arbeitsschutz- und Gesundheitsschutzmaßnahmen des Normalbetriebes bereits beim Probebetrieb 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 Probebetrieb ergreifen (z.B. Mitgänger). Auch der Probebetrieb kann mehrere Wochen oder Monate dauern.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

4.2.3 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 Probebetrieb des Anlagenherstellers abgeschlossen ist, die Anlage/das FTS den öffentlich-rechtlichen Anforderungen wie z.B. der Maschinenrichtlinie 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. Nähere Informationen hierzu in Kapitel 4.2 im Statusreport „Fahrerlose Transportsysteme – Leitfaden Sicherheit für Betreiber“.

4.2.4 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“.

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. Details hierzu im Statusreport „Fahrerlose Transportsysteme – Leitfaden Sicherheit für Betreiber“ (https://forum-fts.com/vdi-fa-fts/).

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

4.3 Aufteilung der Verantwortlichkeiten in einem FTS-Projekt

Die nachfolgende Auflistung von Aktionen gibt einen Überblick über die Verantwortlichkeiten, die die Beteiligten in einem FTS-Projekt haben.

Aktion	Hersteller	Systemintegrator/ Generalunternehmer	Planer	Betreiber
Sicherstellen, dass im Lastenheft alle Betreiberanforderungen und korrekten Rahmenbedingungen festgehalten sind (siehe VDI 2710).			x	x
Technischer Angebotsvergleich im Rahmen der Vergabe.			x	
Erstellung des Pflichtenhefts	x			
Sicherstellen, dass das Pflichtenheft mit dem Lastenheft übereinstimmt.			x	
Bereithalten der Konformitätserklärung und der technischen Unterlagen	x			
Kontrolle ob Konformitätserklärungen für die eingesetzten Maschinen vorhanden sind		x		x
Vorabnahmen und Abnahmen zur Leistungsfähigkeit, Verfügbarkeit und Qualität. Darunter fallen z.B. Fahrzeuge, Software und Sicherheit sowie die Verfügbarkeit von Datennetzwerken (z.B. W-LAN)		x	x	x
Gebührende Sorgfalt, um sicherzustellen, dass die Handhabung eines Produktes nicht die Konformität des Produktes negativ beeinflusst		x		x
Sicherstellung, dass ein Produkt zusätzlich geltenden nationalen Anforderungen genügt	x	x	(x)	x
Qualifikation des Bedienpersonals			(x)	x
Vorgaben zu Wartung und Instandhaltung	x	x	(x)	
Umsetzung der Vorgaben zu Wartung und Instandhaltung				x

Legende: x verantwortlich für die Aktion
(x) beratend

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5 CE-Kennzeichnung und EG/EU-Konformitätserklärung

In Europa unterliegen Maschinen zumindest der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG).

In einem FTS finden sich in der Regel folgende Maschinen:
- Fahrzeuge
- Maschinen der Infrastruktur
- Maschinen der peripheren Einrichtungen

Der Planer koordiniert die Abstimmung von Schnittstellen zwischen den Maschinen und den Fahrzeugen. Dies umfasst die mechanischen, elektrischen und Kommunikations-Schnittstellen.

5.1 Was muss der Planer über CE-Kennzeichnung wissen?

Die Rolle des Planers sieht vor, dass er Hersteller und/oder Betreiber bei der Konformitätsbewertung berät und unterstützt, sowie das Vorhandensein der erforderlichen Dokumentation überwacht.

Hierbei sind folgende Schritte wichtig:

1) Ist das FTS als „Gesamtheit von Maschinen“ anzusehen? (Kapitel 5.1.1)

2) Klärung der zusätzlich zur Maschinenrichtlinie anzuwendenden Richtlinien. (Kapitel 5.1.2)

3) Abgrenzung zwischen EMV-Richtlinie und Funkanlagenrichtlinie beim Einsatz von Funkgeräten in fahrerlosen Fahrzeugen. (Kapitel 5.1.3)

4) Besonderheiten bei der Konformitätsbewertung von Schaltschränken. (Kapitel 5.1.4)

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.1 Gesamtheit von Maschinen

In der Maschinenrichtlinie wird der Begriff „Maschine“ sehr weit gefasst. Auch eine „Gesamtheit von Maschinen“ die im allgemeinen Sprachgebrauch als Maschinenanlage, verkettete Anlage oder komplexe Anlage bezeichnet wird, ist eine Maschine im Sinne der Maschinenrichtlinie. Unter bestimmten Umständen kann auch ein FTS eine „Gesamtheit von Maschinen“ sein. In diesem Fall wäre eine neue Konformitätserklärung über die gesamte Anlage (=Gesamtheit) erforderlich. Dies hätte zur Folge, dass dann eine neue Dokumentation inklusive einer Originalbetriebsanleitung für die Gesamtheit erforderlich wird.

Die Gesamtheit von Maschinen wird in Deutschland auf Basis der Definition im „Gemeinsamen Ministerialblatt“ - GMBl 2011 Nr. 12, Seite 233-236 betrachtet:

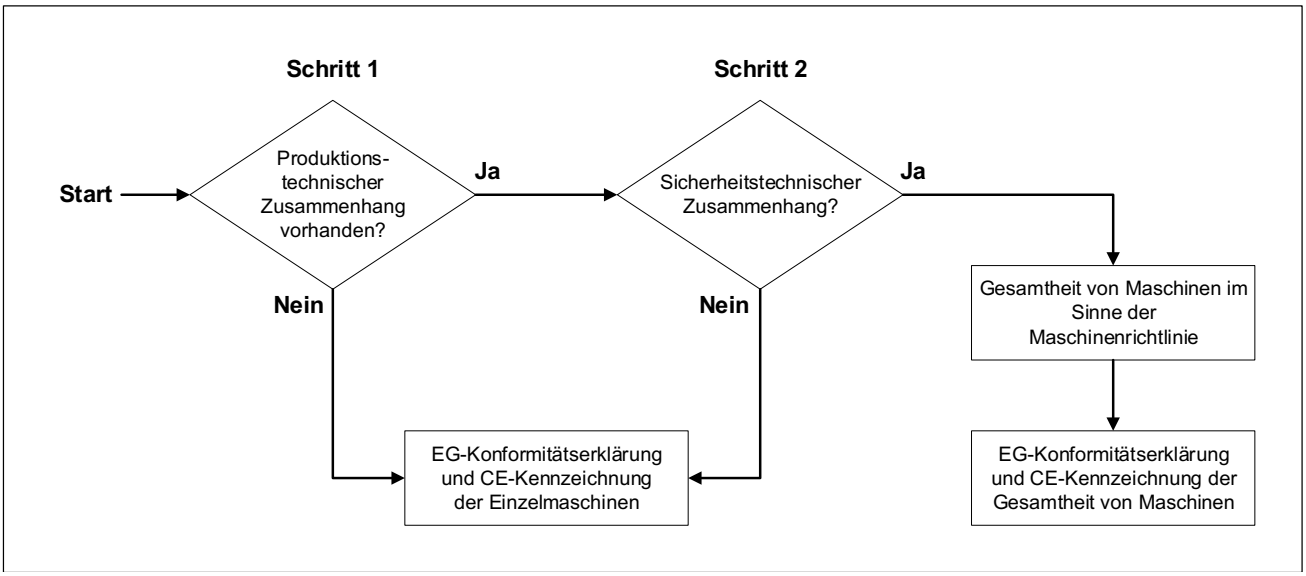


Abbildung 3 - Entscheidungshilfe - Gesamtheit von Maschinen

Schritt 1: Liegt ein produktionstechnischer Zusammenhang vor?
In einem FTS ermöglichen die stationären Maschinen und die Fahrzeuge einen durchgängigen Materialfluss. Damit ist üblicherweise ein produktionstechnischer Zusammenhang gegeben.

Schritt 2: Liegt ein sicherheitstechnischer Zusammenhang vor?
Ein sicherheitstechnischer Zusammenhang ist dadurch gekennzeichnet, dass es bei einem Ereignis in einer Maschine zu einer Gefährdung an einer anderen Maschine kommt. Die erforderliche Risikominderung kann somit nur durch das Stillsetzen beider Maschinen erreicht werden.

Beispiel: Das Öffnen einer Schutztür zu einem abgeschlossenen Bereich führt zum sicherheitsbezogenen Stillsetzen aller Maschinen in diesem Bereich.

Ausnahme: Die gemeinsame Nutzung eines Not-Halt-Befehlsgeräts für mehrere Maschinen führt allein dadurch nicht zu einem sicherheitstechnischen Zusammenhang.

Ein Planer sollte seine Planung so auslegen, dass möglichst keine Gesamtheit von Maschinen entsteht und gegebenenfalls das Anlagenkonzept geeignet anpassen.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.2 Relevante Richtlinien zusätzlich zur Maschinenrichtlinie

Jeder Hersteller einer Maschine muss prüfen, ob neben der Anwendung der Maschinenrichtlinie auch andere Richtlinien relevant sind. In diesem Sinne bedeutet relevant, dass andere Richtlinien bestimmte Gefährdungen ganz oder teilweise eindeutiger regeln als die Maschinenrichtlinie. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über möglicherweise relevante Richtlinien:

Richtlinie	Kommentare	relevant für
Richtlinie 2006/42/EG (*) **über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)** (*) anzuwenden ab 29. Dezember 2009	Es ist zu beachten, dass die verwendeten Sicherheitsbauteile über eine gültige Konformitätserklärung verfügen. Achtung: Eine Gesamtheit von Maschinen benötigt eine eigene Konformitätserklärung (siehe 5.1.1 in diesem Leitfaden)	Fahrerlose Fahrzeuge, Maschinen in der Infrastruktur (z.B. Batterieladestation) und Maschinen in den peripheren Einrichtungen (z.B. Stetigförderer)
Richtlinie 2014/35/EU (*) **über elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Niederspannungsrichtlinie)** (*) anzuwenden ab 20. April 2016	Es ist zu beachten, dass Anhang I Nummer 1.5.1 der Maschinenrichtlinie fordert, dass hinsichtlich der elektrischen Aspekte der Maschinen die Schutzziele der Niederspannungsrichtlinie zu erfüllen sind. Somit müssen Maschinen eines FTS mit elektrischer Energieversorgung die Schutzziele der Niederspannungsrichtlinie erfüllen, aber die EG-Konformitätserklärung des Herstellers darf nicht auf die Niederspannungsrichtlinie verweisen, sondern nur auf die Maschinenrichtlinie und andere anzuwendende Richtlinien.	Achtung – eigenständige informationstechnische Einheiten (z.B. Serverschränke) brauchen eine eigene Konformitätserklärung nach Niederspannungsrichtlinie
Richtlinie 2014/33/EU (*) **über Aufzüge (Aufzugrichtlinie)** (*) anzuwenden ab 20. April 2016	Gemäß Artikel 3 Maschinenrichtlinie ist die Maschinenrichtlinie nicht auf die Aufzüge oder Sicherheitsbauteile anwendbar, die in den Anwendungsbereich der Aufzugsrichtlinie fallen. Es ist zu beachten, dass nach Anhang I Nummer 1.1 der Aufzugsrichtlinie sämtliche relevanten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinenrichtlinie, die nicht in Anhang I der Aufzugsrichtlinie enthalten sind, auf Aufzüge anwendbar sind, während alle sonstigen Pflichten im Zusammenhang mit dem Inverkehrbringen derartiger Geräte, einschließlich des Konformitätsbewertungsverfahrens, nur durch die Aufzugsrichtlinie festgelegt werden.	Die Aufzugsrichtlinie ist eine umfassende Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Richtlinie, die sich genauer als die Maschinenrichtlinie mit den Gefährdungen von Maschinen, die für die Verwendung als Aufzüge vorgesehen sind, und mit den Gefährdungen von Sicherheitsbauteilen für Aufzüge befasst. Die Maschinenrichtlinie ist anwendbar auf Aufzüge, die aus dem Anwendungsbereich der Aufzugsrichtlinie ausgeschlossen sind, es sei denn, sie sind auch aus dem Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie ausgeschlossen. Beispiel: Aufzüge mit einer Fahrgeschwindigkeit bis zu 0,15 m/s gelten als Maschinen

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

Richtlinie	Kommentare	relevant für
Richtlinie 2014/34/EU (*) **für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX-Richtlinie)** (*) anzuwenden ab 20. April 2016	Die Explosionsgefährdung, die von der Maschine selbst ausgeht oder innerhalb dieser vorhanden ist oder durch Gase, Flüssigkeiten, Staub, Dämpfe oder andere von der Maschine freigesetzte oder von dieser Maschine verwendete Stoffe hervorgerufen wird, wird durch die Maschinenrichtlinie abgedeckt. Ein Maschinenhersteller kann bereits nach der ATEX-Richtlinie in Verkehr gebrachte Geräte, Schutzsysteme oder Komponenten zur Vermeidung von Explosionsgefährdungen in bestimmten Bereichen innerhalb der Maschine einbauen. In diesem Fall sollte die EG-Konformitätserklärung der Maschine nicht auf die ATEX-Richtlinie verweisen. Die EG-Konformitätserklärungen der ATEX-Geräte, Schutzsysteme oder Komponenten, die in der Maschine eingebaut wurden, müssen jedoch den technischen Unterlagen des Maschinenherstellers beigefügt werden.	Gemäß Artikel 3 der Maschinenrichtlinie kommt die ATEX-Richtlinie im Hinblick auf die Explosionsgefährdungen auf Maschinen zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen zur Anwendung. Es ist zu beachten, dass die ATEX-Richtlinie nicht für Bereiche innerhalb von Maschinen gilt, bei denen möglicherweise eine explosionsfähige Atmosphäre existiert (z.B. an der Batterie des fahrerlosen Fahrzeugs) und auch nicht für Explosionsgefährdungen, unter nicht atmosphärischen Bedingungen.
Richtlinie 2014/29/EU (*) **über einfache Druckbehälter (SPVD)** (*) anzuwenden ab 20. April 2016	Gemäß Artikel 3 der Maschinenrichtlinie gilt die SPVD hinsichtlich der Druckgefährdungen für einfache Druckbehälter, innerhalb ihres Anwendungsbereichs die serienmäßig hergestellt werden und die in Maschinen eingebaut oder damit verbunden werden. Es ist zu beachten, dass die Maschinenrichtlinie das Bruchrisiko beim Betrieb abdeckt.	Wenn Druckbehälter entsprechend des Anwendungsbereiches der SPVD auf einem fahrerlosen Fahrzeug eingesetzt werden, muss für diese eine Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung nach SPVD vorhanden sein.
Richtlinie 2014/53/EU (*) **über Funkanlagen (Funkanlagenrichtlinie)** (*) anzuwenden ab 13. Juni 2016	Die Anforderungen der Funkanlagenrichtlinie hinsichtlich der Nutzung des Funkfrequenzspektrums gelten für Funkanlagen innerhalb ihres Anwendungsbereichs, die in Maschinen eingebaut werden, beispielsweise bestimmte Fernsteuerungen. Es ist zu beachten, dass die Sicherheit von Fernsteuerungen für Maschinen der Maschinenrichtlinie unterliegt.	Typischerweise verfügt ein fahrerloses Fahrzeug über eine Einrichtung zur elektronischen Kommunikation mittels Funkwellen mit einem Leitrechner. Dieses entspricht der Definition einer Funkanlage. Die Behandlung einer zertifizierten Funkanlage ist im Dokument ETSI EG 203 367 beschrieben (Details siehe Kapitel 5.1.2).
Richtlinie 2014/30/EU (*) **über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Richtlinie)** (*) anzuwenden ab 20. April 2016	Die EMV-Richtlinie gilt für Maschinen, die elektrische oder elektronische Bauteile enthalten, die elektromagnetische Störungen verursachen oder davon betroffen sein können. Die EMV-Richtlinie erstreckt sich auf Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit im Zusammenhang mit der Funktion von Maschinen. Die Maschinenrichtlinie deckt jedoch die Unempfindlichkeit von Maschinen hinsichtlich sicherheitsrelevanter elektromagnetischer Störungen ab, unabhängig davon, ob diese durch Strahlung oder über Kabel übertragen werden.	Alle Geräte müssen nach EMV-Richtlinie ein CE-Zeichen haben und nach den Vorgaben des Herstellers eingebaut sein.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

Richtlinie	Kommentare	relevant für
Verordnung 305/2011 Bauprodukteverordnung (*) anzuwenden ab 29. März 2011	Die Bauprodukteverordnung legt Anforderungen an die Eignung von Bauprodukten fest, in Bezug auf die Bauwerke, in die sie eingebaut werden sollen. Bauprodukt ist jedes Produkt oder jeder Bausatz, das beziehungsweise der hergestellt und in Verkehr gebracht wird, um dauerhaft in Bauwerke oder Teile davon eingebaut zu werden, und dessen Leistung sich auf die Leistung des Bauwerks im Hinblick auf die Grundanforderungen an Bauwerke auswirkt. Die Bauprodukteverordnung gilt zusätzlich zur Maschinenrichtlinie für Maschinen, die dauerhaft in Bauwerken eingebaut werden sollen, beispielsweise für kraftbetriebene Türen und Tore.	Bei der Auslegung des Bodens sind die Anforderungen aus der Bauprodukteverordnung zu beachten. Zusätzlich zu beachten ist, dass kraftbetriebene Türen und Tore neben der MRL auch der Bauprodukteverordnung unterliegen.

Neben diesen gegebenenfalls relevanten Richtlinien können ergänzend weitere EU-Richtlinien hinsichtlich spezieller Aspekte zur Anwendung kommen.

Spezielle Richtlinien (z.B. bei der Verwendung von Verbrennungsmotoren)

Verordnung (EU) 2016/1628 über mobile Maschinen und Geräte	Die Verordnung über mobile Maschinen und Geräte legt die Anforderungen an Typgenehmigungen und die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und Partikelemissionen von Verbrennungsmotoren fest, die in nicht für die Teilnahme am Straßenverkehr bestimmten mobilen Maschinen und Geräten eingebaut werden sollen, welche in ihren Anwendungsbereich fallen. Motoren, die in nicht für die Teilnahme am Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte eingebaut werden sollen, müssen die in Artikel 32 der Verordnung (EU) 2016/1628 beschriebenen Kennzeichnungen aufweisen, allerdings darf diese Verordnung in der Konformitätserklärung der Maschine nicht erwähnt werden.	Der Planer prüft, ob die verwendeten Motoren entsprechend der Durchführungsverordnung 2017/656 gekennzeichnet sind.
Richtlinie 2000/14/EG (*) über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen	Die Outdoor-Noise-Richtlinie legt Anforderungen hinsichtlich umweltbelastender Geräuschemissionen für Geräte und Maschinen fest, die zur Verwendung im Freien vorgesehen sind und in ihren Anwendungsbereich fallen. Im letzten Absatz in Anhang I Nummer 1.7.4.2 Buchstabe u der Maschinenrichtlinie wird im Zusammenhang mit Schallemissionen auf andere EU-Richtlinien verwiesen. Wenn Maschinen der Outdoor-Richtlinie unterliegen, sind die Grenzwerte der Maschinenrichtlinie für Schallleistungspegel nicht anwendbar.	Die Maschine muss neben dem CE-Zeichen auch die Angaben zum garantierten Schallleistungspegel tragen.

Zusätzliche Anforderungen in besonderen Applikationen:

- Besondere Anforderungen an das hygienegerechte Design einer Maschine in der Lebensmittelindustrie.
- Besondere Anforderungen an das hygienegerechte Design einer Maschine beim Einsatz in einem Krankenhaus.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.3 Abgrenzung der Konformitätsbewertung gemäß EMV-Richtlinie und Funkanlagenrichtlinie für fahrerlose Fahrzeuge

Werden Funkgeräte in ein fahrerloses Fahrzeug eingebaut, sind zusätzlich zu den Anforderungen aus der EMV-Richtlinie auch die Anforderungen aus der Funkanlagenrichtlinie (RED-Richtlinie) zu beachten. Diese Abgrenzung erfolgt durch den Fahrzeughersteller, der sowohl das Funkgerät als auch dessen die Einbaubedingungen im Fahrzeug kennt.

Hierfür werden im Folgenden drei Szenarien beschrieben:

- Szenario 1: Einbau eines konformitätsbewerteten, eigenständig in Verkehr gebrachten und mit Standardschnittstellen ausgerüsteten Funkgerätes in ein fahrerloses Fahrzeug
- Szenario 2: Einbau eines nicht konformitätsbewerteten, eigenständig in Verkehr gebrachten und mit Standardschnittstellen ausgerüsteten Funkgerätes in ein fahrerloses Fahrzeug
- Szenario 3: Einbau eines nicht konformitätsbewerteten, individuell hergestellten Funkgerätes (zum Fahrzeug nicht abgrenzbar)

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.3.1 Übersicht der Szenarien

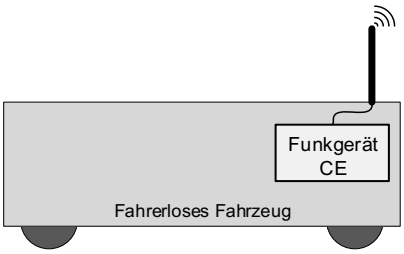
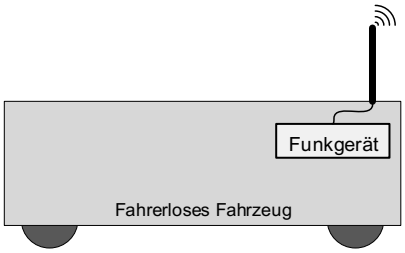
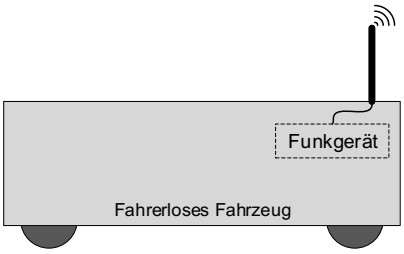
Szenario	Einbausituation	Durchzuführende Konformitäts-bewertungsverfahren	Referenz, um Konformität mit den Artikeln 3.1b und 3.2 der Funkanlagenrichtlinie zu demonstrieren
1	Einbau eines eigenständig in Verkehr gebrachten Funkgeräts in das fahrerlose Fahrzeug 	Konformitätsbewertungsver-fahren gemäß: • Funkanlagenrichtlinie für das Funkgerät • EMV-Richtlinie für das fahrer-lose Fahrzeug • zusätzliche Bewertung der Kombination aus Funkgerät und fahrerlosem Fahrzeug gemäß Funkanlagenrichtlinie (minimal: Prüfung ob der Einbau äquivalent zu den Bedingungen bei der Konformitätsuntersuchung ist)	ETSI EG 203 367
2	Einbau eines eigenständig in Verkehr gebrachten Funkgeräts in das fahrerlose Fahrzeug 	Konformitätsbewertungsver-fahren gemäß: • Funkanlagenrichtlinie für die Kombination aus Funkgerät und fahrerlosem Fahrzeug	Anwendbare harmonisierte ETSI Normen für EMV und Funkanlagen
3	Einbau eines Funkgeräts in das fahrerlose Fahrzeug, Funkgerät und fahrerloses Fahrzeug sind nicht eindeutig abgrenzbar 	Konformitätsbewertungsver-fahren gemäß: • Funkanlagenrichtlinie für die Einheit aus Funkgerät und fahrerlosem Fahrzeug	Anwendbare harmonisierte ETSI Normen für EMV und Funkanlagen

Abbildung 4 - Übersicht der Szenarien

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.3.2 Beschreibung der drei Szenarien:

Szenario 1:
Einbau eines eigenständig in Verkehr gebrachten Funkgerätes in ein fahrerloses Fahrzeug. Das Funkgerät bildet dann zusammen mit dem fahrerlosen Fahrzeug ein kombiniertes Gerät.

- Herstellererklärung gemäß Funkanlagenrichtlinie für das Funkgerät ist erforderlich, bestimmungsgemäßer Einsatz am fahrerlosen Fahrzeug ist zu prüfen.
- Herstellererklärung gemäß EMV-Richtlinie für das fahrerlose Fahrzeug
- Bewertung der Kombination durch den Fahrzeughersteller (sonst Dokumentation der Prüfung durch den Planer):
  Untersuchung, ob beim Einsatz des Funkgeräts in einem fahrerlosen Fahrzeug äquivalente Einbaubedingungen verglichen mit den Bedingungen bei der separaten Prüfung des Funkgeräts vorliegen. Eine Voraussetzung für eine Übereinstimmung ist, dass das Funkgerät für Datenübertragung, Steuerung und Spannungsversorgung nur über solche Schnittstellen zur Umgebung verfügt, über die keine wesentliche Beeinflussung der Funkeigenschaften stattfindet.

Szenario 2:
Einbau eines nicht zertifizierten Funkgeräts in ein fahrerloses Fahrzeug. Das Funkgerät bildet dann zusammen mit dem fahrerlosen Fahrzeug ein kombiniertes Gerät. Der Hersteller hat somit eine vollständige Konformitätsbewertung inklusive Messungen nach harmonisierten Normen für das kombinierte Gerät nach Funkanlagenrichtlinie vorzunehmen.

Szenario 3:
Fahrerloses Fahrzeug und Funkgerät sind in diesem Szenario nicht eindeutig zueinander abgrenzbar. Der Hersteller hat somit eine vollständige Konformitätsbewertung des fahrerlosen Fahrzeugs mit integriertem Funkgerät nach Funkanlagenrichtlinie vorzunehmen.

Der Aufwand für eine Anordnung nach Szenario 2 und 3 ist erheblich höher und sollte durch eine entsprechende Auslegung vermieden werden.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.3.3 EMV für das FTS (durch den Inverkehrbringer)

Ein Fahrerloses Transportsystem kann als „ortsfeste Anlage“ gemäß der Definition der EMV-Richtlinie betrachtet werden. Wegen der besonderen Merkmale „ortsfester Anlagen“ ist für sie keine EU-Konformitätserklärung und keine Anbringung der CE-Kennzeichnung erforderlich. Als „ortsfeste Anlage“ wird eine besondere Kombination von Geräten unterschiedlicher Art und gegebenenfalls weiteren Einrichtungen bezeichnet, die miteinander verbunden oder installiert werden und dazu bestimmt sind, auf Dauer an einem vorbestimmten Ort betrieben zu werden. Details in Artikel 3, Absatz 1 Ziffer 3 der EMV-Richtlinie 2014/30/EU.

Die Einzelmaschinen eines FTS werden als Geräte gemäß der Definition der EMV-Richtlinie 2014/30/EU angesehen (gilt nur für das Szenario 1). Geräte können z.B. Fahrzeuge, Ladegeräte oder ein Serverschrank sein. Für jede Einzelmaschine hat der jeweilige Hersteller eine EU-Konformitätserklärung zu erstellen und eine CE-Kennzeichnung vorzunehmen.

Zum Nachweis der Konformität des gesamten FTS in Bezug auf die EMV-Richtlinie hat der Inverkehrbringer eine vollständige technische Dokumentation zu erstellen. Als Inverkehrbringer zählt derjenige, der die Verantwortung für die Bereitstellung des FTS auf dem Markt hat. Dies kann z.B. der Generalunternehmer oder der Betreiber sein.

Zur vollständigen technischen Dokumentation gehören mindestens:

- die Herstellererklärungen für alle relevanten Geräte in Bezug auf die EMV-Richtlinie bzw. RED-Richtlinie,
- der Nachweis des Einbaus aller Geräte gemäß den Integrationsvorschriften des jeweiligen Herstellers und
- der Nachweis der Montage nach den anerkannten Regeln der Technik.

Weitere Informationen hierzu im Leitfaden zur Anwendung der EMV-Richtlinie (Richtlinie 2014/30/EU). Der „Leitfaden EMV-Richtlinie“ ist auf der Homepage der Europäischen Kommission erhältlich.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.4 CE-Kennzeichnung von Schaltschränken

Dieser Abschnitt stellt eine Zusammenfassung des ZVEI-Positionspapiers „Inverkehrbringen und CE-Kennzeichnung von Schaltschränken von Maschinen“ (Quelle: Homepage ZVEI) dar. Darin werden die nachfolgenden Fälle als relevant unterschieden:

5.1.4.1 Fall 1: Der Maschinenbauer ist sein eigener Schaltschrankbauer

Produziert ein Maschinenhersteller einen Schaltschrank selbst, um ihn in eine von ihm hergestellte Maschine einzubauen, findet kein eigenständiges Inverkehrbringen des Schaltschrankes statt. Zur Erfüllung der gesetzlichen Sicherheitsanforderungen führt der Maschinenbauer ein gesamtheitliches Konformitätsbewertungsverfahren für Maschine und Schaltschrank nach Maschinenrichtlinie durch.

Konsequenz:

- Der Schaltschrank wird von keiner Vorschrift zur CE-Kennzeichnung erfasst.
- Keine Konformitätserklärung, keine CE-Kennzeichnung

5.1.4.2 Fall 2: Der Maschinenhersteller beauftragt einen Zulieferer mit dem Bau des Schaltschranks

Der Schaltschrank wird vom Zulieferer im Auftrag des Maschinenbauers produziert und an diesen geliefert, aber vom Zulieferer nicht im eigenen Namen vermarktet. Der Maschinenbauer hat bei der Auftragsvergabe darauf zu achten, einen CE-konformen Schaltschrank zu beauftragen und die Nachweise der CE-Konformität bei Lieferung einzufordern und zu überprüfen. Der Zulieferer gilt nicht als Hersteller und die Lieferung an den auftraggebenden Maschinenbauer gilt nicht als Inverkehrbringen. Es gelten sinngemäß die gleichen Prinzipien wie in Fall 1.

Es ist dabei unerheblich, in welchem Umfang der Maschinenbauer Entwicklungs- und Produktionsarbeiten beauftragt hat. Entscheidend ist, dass der Maschinenhersteller die Verantwortung für die Übereinstimmung des Schaltschrankes mit den relevanten Bestimmungen der Vorschriften zur CE-Kennzeichnung selbst übernimmt und ihn insofern im Sinne der Hersteller-definition „entwickeln oder herstellen lässt“.

Konsequenz:

- Der Schaltschrank wird von keiner Vorschrift zur CE-Kennzeichnung erfasst.
- Keine Konformitätserklärung, keine CE-Kennzeichnung

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.1.4.3 Fall 3: Der Schaltschrankbauer ist Hersteller des Schaltschranks

Bringt der Schaltschrankbauer den Schaltschrank im eigenen Namen in Verkehr, ist er für die Übereinstimmung des Schaltschrankes mit den Vorschriften zur CE-Kennzeichnung verantwortlich. Wie im Folgenden dargestellt, ist in der Praxis zu unterscheiden, ob der Schaltschrank Logikeinheiten enthält, die Sicherheitsteilfunktionen ausführen oder nicht.

Fall 3.1: Der Schaltschrank enthält keine Logikeinheit mit Sicherheitsteilfunktion
Sofern der Schaltschrank keine Logikeinheiten mit Sicherheitsteilfunktionen enthält, wird er nicht von der Maschinenrichtlinie erfasst. Er ist weder eine „Maschine“ noch „unvollständige Maschine“.
Ein Schaltschrank, der zum Betrieb mit Versorgungsspannungen zwischen 50V und 1000V Wechselspannung beziehungsweise zwischen 75V und 1500V Gleichspannung vorgesehen ist, ist ein „elektrisches Betriebsmittel“ im Sinne der Niederspannungsrichtlinie.

Konsequenz:

- Der Schaltschrank ist kein Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie
- Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung für den Schaltschrank gegebenenfalls nach Niederspannungs- und eventuell weiteren Richtlinien durch den Schaltschrankbauer

Fall 3.2: Der Schaltschrank enthält eine Logikeinheit mit Sicherheitsteilfunktion
Führt eine Logikeinheit im Schaltschrank Steuerungsfunktionen aus, die Sicherheitsteilfunktionen darstellen, muss geprüft werden, ob die Definition eines „Sicherheitsbauteils“ nach Maschinenrichtlinie erfüllt wird. In der Praxis sind dabei die beiden folgenden Konstellationen zu unterscheiden.

Fall 3.2a: Die Sicherheitsteilfunktion wird durch den Schaltschrankbauer realisiert
Wird die vom Hersteller definierte Sicherheitsteilfunktion im Schaltschrank ganz oder teilweise unter Verwendung von Bauteilen realisiert, die selbst keine Sicherheitsbauteile sind (Elementar-Relais, Speicherprogrammierbare Steuerungen etc.), stellt der Schaltschrank ein „Sicherheitsbauteil“ im Sinne der Maschinenrichtlinie dar. Auch eine sicherheitsbezogene programmierbare Steuerung im Schaltschrank wird erst zum Sicherheitsbauteil, wenn ein Anwendungsprogramm darauf installiert wird. Das heißt, auch der Schaltschrank selber wird erst dann zum Sicherheitsbauteil.

Konsequenz:

- Der Schaltschrank ist Sicherheitsbauteil nach Maschinenrichtlinie
- Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung nach Maschinenrichtlinie durch den Schaltschrankbauer

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

Fall 3.2b: Die Sicherheitsteilfunktion wird ausschließlich durch Verwendung von Sicherheitsbauteilen realisiert

Wenn ein Schaltschrankbauer Sicherheitsteilfunktionen ausschließlich dadurch realisiert, dass er als solche in Verkehr gebrachte Sicherheitsbauteile zukauft und ausschließlich nach den Vorgaben der Sicherheitsbauteilhersteller in den Schaltschrank einbaut und verdrahtet, ohne eigene Sicherheitsfunktionalitäten hinzuzufügen, wird der Schaltschrank als solcher nicht zum Sicherheitsbauteil.

Achtung: Eine sicherheitsbezogene programmierbare Steuerung ohne Anwendungsprogramm ist kein Sicherheitsbauteil.

Der Schaltschrankbauer gibt die Betriebsanleitungen und die Konformitätserklärungen der jeweiligen Sicherheitsbauteilhersteller an den Abnehmer des Schaltschranks weiter. Der Schaltschrankbauer trägt die Verantwortung für den korrekten Einbau der Sicherheitsbauteile und bewertet die Konformität des Schaltschranks wie im Fall 3.1.

Konsequenz:

- Der Schaltschrank enthält Sicherheitsbauteile nach Maschinenrichtlinie, ist selbst aber kein Sicherheitsbauteil.
- Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung für den Schaltschrank gegebenenfalls nach Niederspannungs- und eventuell weiteren Richtlinien durch den Schaltschrankbauer.
- Die Konformitätserklärungen und Betriebsanleitungen der Hersteller der eingebauten Sicherheitsbauteile werden an den Maschinenbauer weitergegeben

5.1.4.4 Beispiel:

Der Schaltschrank wird im Auftrag eines Maschinenbauers bei einem Schaltschrankbauer erstellt. Dieser Schaltschrank soll auf einem fahrerlosen Fahrzeug eingesetzt werden. Im Schaltschrank befinden sich eine sicherheitsbezogene SPS, ein Servoantrieb mit integrierten Sicherheits-Teilfunktionen und Elementarrelais zur Potentialtrennung zwischen SPS und Servoantrieb. Die Anwendungssoftware für die sicherheitsbezogene SPS wird vom auftraggebenden Maschinenbauer vor der Inbetriebnahme in die sicherheitsbezogene SPS eingespielt.

Dabei ist zu beachten:

- Die sicherheitsbezogene SPS ist ohne Anwendungsprogramm kein Sicherheitsbauteil.
- Der Servoantrieb mit integrierten Sicherheits-Teilfunktionen ist ein Sicherheitsbauteil.
- Die Elementarrelais zur Potentialtrennung können ein sicherheitsbezogenes Teilsystem sein. Die Verantwortung für die Auslegung des Teilsystems liegt beim auftraggebenden Maschinenbauer.

Dieses Beispiel ist vollständig durch den Fall 2 abgedeckt. Die Verantwortung liegt beim auftraggebenden Maschinenbauer.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.2 Externe Prüfstellen

Da fahrerlose Fahrzeuge im Anhang IV der Maschinenrichtlinie nicht aufgeführt sind, ist die Einbindung einer externen Prüfstelle nicht erforderlich. Bei anderen Richtlinien, z.B. EMV-Richtlinie, Bauprodukteverordnung, ATEX-Richtlinie oder Druckbehälterrichtlinie ist im Einzelfall die Einbindung einer externen Prüfstelle zu betrachten.

5.3 Verifikation (Probebetrieb und Tests vor der Inbetriebnahme)

Der Probebetrieb liegt als Teil des Herstellungsprozesses noch vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Grundsätzlich sollten die Arbeitsschutz- und Gesundheitsschutzmaßnahmen des Normalbetriebes bereits beim Probebetrieb 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 müssen ggfs. weitere Schutzmaßnahmen für einen sicheren Probebetrieb ergriffen werden. Die alternativen Schutzmaßnahmen bestimmt der Hersteller auf Basis der Differenz zwischen seiner Risikobeurteilung und den aktuell umgesetzten Schutzmaßnahmen.

Der Planer ist verantwortlich, dass die alternativen Schutzmaßnahmen in Abstimmung mit dem Betreiber umgesetzt werden.

Vor der Inbetriebnahme erfolgt eine zweistufige Prüfung der sicherheitstechnischen Belange:

- Der Hersteller weist nach, dass die definierten Schutzmaßnahmen die entsprechende Risikominderung leisten. Dies wird durch die Verifikation und Validierung und durch Typ- und Serienprüfungen erreicht.

- Zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme müssen die Arbeitsmittel durch den Betreiber gemäß der BetrSichV geprüft werden. Dies 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.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.4 Unterlagen zur Konformität

Zum Nachweis der Konformität zu den jeweils relevanten Richtlinien gehört maßgeblich die Dokumentation. Hierzu gehört in jedem Fall die Dokumentation der Fahrzeuge. Im Falle von vorhandener Infrastruktur und peripheren Einrichtungen gehört auch deren Dokumentation dazu. Stellt ein FTS eine Gesamtheit von Maschinen dar, ist zusätzlich die Dokumentation der Gesamtanlage erforderlich.

5.4.1 Umfang der Dokumentation

Der Planer stellt sicher, dass folgende Dokumente für die Einzelmaschinen vorliegen:

- Konformitätserklärungen
- Originalbetriebsanleitungen
- Wartungsanleitungen
- Beschreibung der durch den Betreiber umzusetzenden risikomindernden Maßnahmen nach Vorgabe des Herstellers einer Einzelmaschine

Ferner ist zu prüfen, dass an jeder Einzelmaschine eine CE-Kennzeichnung vorhanden ist.

Der Planer führt eine Plausibilitätsprüfung der Konformitätserklärungen des FTS durch und stellt sicher, dass:

- alle relevanten Richtlinien berücksichtigt wurden
- alle Einzelmaschinen den relevanten Richtlinien entsprechen

Liegt eine Gesamtheit von Maschinen vor, stellt der Planer sicher, dass hierfür ein Konformitätsbewertungsverfahren durchgeführt wird. Dies kann durch einen Hersteller, den Betreiber oder eine andere Organisation (z.B. externer Dienstleister) erfolgen. Beim Konformitätsbewertungsverfahren der Gesamtheit von Maschinen bilden die Konformitätserklärungen der Einzelmaschinen und der verwendeten Sicherheitsbauteile die Grundlage.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

5.4.2 Beispiel einer Konformitätserklärung

Mit der Umsetzung des Vertrages von Lissabon wurde die Europäische Gemeinschaft (EG) 2011 in Europäische Union (EU) weiterentwickelt. Dadurch ändert sich die Bezeichnung von der EG-Konformitätserklärung in EU-Konformitätserklärung für alle Konformitätserklärungen, die nach Richtlinien erstellt werden, die ab 2011 veröffentlicht wurden. Konformitätserklärungen die nach gültigen Richtlinien erstellt werden, die vor 2011 veröffentlicht wurden (z. B. Maschinenrichtlinie), müssen noch als EG-Konformitätserklärungen bezeichnet werden und haben dabei dieselbe Gültigkeit.

Ein Hersteller erstellt für seine Maschine eine gemeinsame Konformitätserklärung oder zumindest ein Dossier, wenn mehrere Konformitätserklärungen für die Maschine erstellt wurden. Durch ein Deckblatt wird dieses Dossier als eine Konformitätserklärung kenntlich gemacht. Wird eine gemeinsame Konformitätserklärung erstellt, ist diese als EU-Konformitätserklärung zu bezeichnen.

Aus der Konformitätserklärung geht hervor, welche Richtlinien und Verordnungen angewendet und welche Normen und Spezifikationen zur Erfüllung dieser Vorgaben verwendet wurden.

Bei einem fahrerlosen Fahrzeug sind mindestens folgende Richtlinien anzuwenden:

- Maschinenrichtlinie
- EMV-Richtlinie oder RED-Richtlinie

Gegebenenfalls ist bei einem fahrerlosen Fahrzeug oder einem FTS die Anwendung weiterer Richtlinien notwendig (siehe Tabelle in Kapitel 5.1.2).

Als verwendete Normen kommen in Betracht:

Maschinen-richtlinie	**DIN EN ISO 12100** Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung **DIN EN ISO 3691-4** Flurförderzeuge - Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung - Teil 4: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme **DIN EN 60204-1** Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen **DIN EN 1175** Sicherheit von Flurförderzeugen - Elektrische/elektronische Anforderungen
EMV-Richtlinie	**DIN EN IEC 61000-6-2** Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche **DIN EN IEC 61000-6-4** Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

Funkanlagen-richtlinie	Je nach Funkanlage sind hier die relevanten Normen zu selektieren. Dies sind z. B.: **DIN EN 300 328 2019-10** Breitband-Übertragungssysteme - Datenübertragungsgeräte zum Betrieb im 2,4-GHz-Band - Harmonisierte Norm zur Nutzung von Funkfrequenzen **DIN EN 301 893 2017-09** 5-GHz-RLAN - Harmonisierte EN, die die wesentlichen Anforderungen nach Artikel 3.2 der EU-Richtlinie 2014/53/EU enthält **DIN EN 61000-6-2:2005+AC:2005** Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche **DIN EN 61000-6-3:2007+A1** Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-3: Fachgrundnormen - Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe **DIN EN 301 489-01:2020-06** Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Standard für Funkeinrichtungen und -dienste - Teil 1: Gemeinsame technische Anforderungen - Harmonisierte Norm für die elektromagnetische Verträglichkeit **DIN EN 301 489-17:2017-07** Elektromagnetische Verträglichkeit für Funkeinrichtungen und -dienste - Teil 17: Spezifische Bedingungen für Breitband-Datenübertragungs-systeme **DIN EN 62311:2020-12** Bewertung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen in elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) **DIN EN 62479:2011-09** Beurteilung der Übereinstimmung von elektronischen und elektrischen Geräten kleiner Leistung mit den Basisgrenzwerten für die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern (10 MHz bis 300 GHz)

Die in der Konformitätserklärung gelisteten Normen sind grundsätzlich vollumfänglich anzuwenden. Da fahrerlose Fahrzeuge nicht im Anhang IV der Maschinenrichtlinie aufgeführt sind, kann der Hersteller von den Anforderungen der Normen abweichen, muss dann aber eine gleichwertige Sicherheit gewährleisten. Von welchen Abschnitten der Norm er abweicht, muss aus der Konformitätserklärung hervorgehen.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

EU-Konformitätserklärung

Hiermit erklären wir, dass die nachstehend bezeichnete Maschine in ihrer Konzeption und Bauart sowie in der von uns in Verkehr gebrachten Ausführung den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutz-anforderungen nachfolgender Richtlinien entspricht:

- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- EMV-Richtlinie 2014/30/EU

Bei einer nicht mit dem Hersteller abgestimmten Änderung der Maschine verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

Hersteller:
Beispielfirma GmbH
Herstellerstrasse 1
00000 Herstellerort

Beschreibung und Identifizierung der Maschine:

- Projektbezeichnung: Musterprojekt
- Projekt-/Seriennummer: 202020
- bestehend aus: fahrerlosen Fahrzeugen 202020-01 bis 202020-05
- Baujahr der Fahrzeuge: 2020

Angewandte harmonisierte Normen:

- DIN EN 60204-1:2019-06 Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- DIN EN ISO 12100:2011-03 Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
- DIN EN ISO 13849-1:2016-06 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
- DIN EN 1175:2020-10 Sicherheit von Flurförderzeugen - Elektrische/elektronische Anforderungen

Angewandte Normen:

- DIN EN ISO 3691-4: 2020-11 Flurförderzeuge - Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung - Teil 4: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme

Bevollmächtigter für die Technische Dokumentation:
Max Mustermann

Datum: _____ Unterschrift: _____

Abbildung 5 - Beispiel einer EU-Konformitätserklärung

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

6 Beispiel für übergreifende Risikominderung

Bei Lastübergaben auf Rollenbahnen ist das Lastaufnahmemittel des fahrerlosen Fahrzeugs als angetriebene Rollenbahn gestaltet. Die stationäre Übergabestation ist ebenfalls als angetriebene Rollenbahn ausgeführt. Die Lastübergabe wird durch das fahrerlose Fahrzeug gesteuert. Bei der Anfahrt des fahrerlosen Fahrzeugs an die Übergabestation und während der Lastübergabe muss mit der Anwesenheit von Personen gerechnet werden. In diesem Fall des Zusammenspiels von aktiver Übergabestation und fahrerlosem Fahrzeug sind zusätzliche risikomindernde Maßnahmen zur Erreichung des Schutzziels erforderlich.

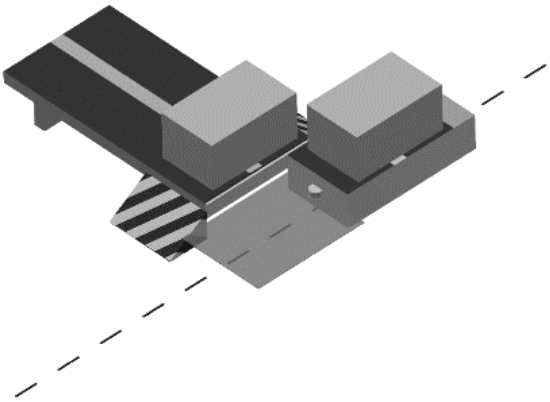


Abbildung 6 - FTS bei der Anfahrt an eine stationäre Rollenbahn

Hintergrund:
Die Rollenbahn leistet seitlich keinen Beitrag zur Risikominderung. Der Sicherheitslaserscanner am fahrerlosen Fahrzeug ist seitlich durch die Kontur der Rollenbahn eingeschränkt und kann unter Umständen eine Person seitlich der Rollenbahn nicht erkennen.

Der Planer stimmt die zusätzliche risikomindernde Maßnahme mit dem(n) Hersteller(n) (Rollenbahn und/oder Fahrzeug) und dem Betreiber ab und überwacht die Umsetzung. In diesem Beispiel wären z.B. beidseitig Stehverhinderer gemäß Abbildung 5 eine mögliche Maßnahme, den Aufenthalt einer Person zu verhindern. Weitere Anforderungen an die Auslegung der Stehverhinderer können sich aus der Risikobeurteilung ergeben.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

7 Übersicht relevanter Gesetze, Normen und Richtlinien

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

7.1 Relevante Gesetze und Vorschriften in Deutschland

Verpflichtend:

Maschinenrichtlinie	*Richtlinie 2006/42/EG (*) über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)*
EMV-Richtlinie	*Richtlinie 2014/30/EU (*) über die elektromagnetische Verträglichkeit*
Niederspannungs-richtlinie	*Richtlinie 2014/35/EU (*) über elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen*
Funkanlagen-richtlinie	*Richtlinie 2014/53/EU (*) über Funkanlagen*
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)*

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

Informativ:

Aufzugsrichtlinie	*Richtlinie 2014/33/EU (*) über Aufzüge*
ATEX-Richtlinie	*Richtlinie 2014/34/EU (*) für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*
Druckgeräterichtlinie	*Richtlinie 2014/29/EU (*) über einfache Druckbehälter*
Bauprodukteverordnung	*Verordnung 305/2011 Bauprodukteverordnung*
Verordnung zu mobilen Maschinen und Geräten	*Verordnung (EU) 2016/1628 über mobile Maschinen und Geräte*
Richtlinie zu Geräusch-emissionen im Freien	*Richtlinie 2000/14/EG (*) über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen*
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*
StVO	*Straßenverkehrs-Ordnung Rechtsverordnung, die Regeln für sämtliche Teilnehmer am Straßenverkehr auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen festlegt.*
StVZO	*Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung Rechtsverordnung, die formale und technische Voraussetzungen für die Zulassung von Fahrzeugen für den Verkehr auf öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen regelt.*

7.2 Normen (für den Hersteller)

DIN EN ISO 3691-4	*Flurförderzeuge - Sicherheitstechnische Anforderungen und Verifizierung - Teil 4: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme*
DIN EN 1755	*Flurförderzeuge – Sicherheitsanforderungen und Verifizierungen - zusätzliche Anforderungen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen*
DIN EN 60204-1	*Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstungen von Maschinen – Teil 1 Allgemeine Anforderungen*
DIN EN 1175	*Sicherheit von Flurförderzeugen - Elektrische/elektronische Anforderungen*

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

DIN EN ISO 12100	*Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung*

7.3 Relevante Richtlinien

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

7.4 Sonstiges

ASR A1.3	*Technische Regeln für Arbeitsstätten – Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung*
ASR A1.8	*Technische Regeln für Arbeitsstätten – Verkehrswege*
BAuA-Handbuch Gefährdungsbeurteilung	*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Gefährdungsfaktoren: Ein Ratgeber*
FTS-Fibel	*Fahrerlose Transportsysteme: Eine Fibel mit Praxisanwendungen - zur Technik - für die Planung. Springer Vieweg 2019.*
Leitfaden Sicherheit für Betreiber	*Der Leitfaden FTS-Sicherheit beschreibt die Anforderungen für den sicheren Betrieb von FTS aus Sicht des Betreibers.* *Quelle: Homepage Forum FTS*
Leitfaden EMV-Richtlinie	*Leitfaden zur Anwendung der EMV-Richtlinie (Richtlinie 2014/30/EU)* *Quelle: Homepage Europäische Kommission*
ZVEI Position Schaltschrank	*Positionspapier „Inverkehrbringen und CE-Kennzeichnung von Schaltschränken für Maschinen“.* *Quelle: Homepage ZVEI*
TRBS 1112	*Technische Regeln für Betriebssicherheit – Instandhaltung*
TRBS 1201	*Technische Regeln für Betriebssicherheit – Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen*
TRBS 1203	*Technische Regeln für Betriebssicherheit – Zur Prüfung befähigte Personen*

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.

8 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.

Haftungsausschluss: Die in dieser Informationsschrift enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden nach bestem Wissen erstellt und sorgfältig recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen.