



Bild 1 FTS-Betreiber erhalten mit dem neuen „Leitfaden Sicherheit“ Hinweise für die Inbetriebnahme, den laufenden Betrieb sowie die Wartung und Instandhaltung von Fahrerlosen Transportsystemen. *Bild: SSI Schäfer*

Der neue VDI-Statusreport „Fahrerlose Transportsysteme – Leitfaden Sicherheit“

Was bedeutet sicheres Betreiben von FTS?

Der VDI-Fachausschuss FTS bearbeitet unter anderem das Thema Sicherheit. Das ist besonders wichtig, weil mitunter tonnenschwere fahrerlose Transportfahrzeuge im Zusammenspiel mit Mitarbeitern prinzipiell ein Sicherheitsrisiko mit sich bringen. Dabei trägt natürlich zunächst der Hersteller, dann aber auch der Betreiber eine große Verantwortung. Zum Ende letzten Jahres wurden zwei wichtige Dokumente überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht – die VDI-Richtlinie 2510–2 „Sicherheit von FTS“ (für Hersteller und Betreiber), sowie der Leitfaden „Sicherheit“ (für Betreiber). Während sich die neue VDI-Richtlinie noch in der Herstellung befindet, also erst in Kürze verfügbar sein wird, steht der Leitfaden „Sicherheit“ seit Januar 2020 kostenlos zum Download bereit.^[1]

TEXT: Dr. Günter Ullrich

Der Statusreport „FTS – Leitfaden Sicherheit“ (Bild 2) beschreibt die Anforderungen für den sicheren Betrieb von FTS innerhalb der Europäischen Union. Hersteller von fahrerlosen Fahrzeugen bestätigen mit der Erklärung der Konformität, dass die Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen aller relevanten Europäischen Richtlinien zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens eingehalten sind.

Mit der Abnahme der Anlage übernimmt der Betreiber die volle Verantwortung und ist verpflichtet, die Anforderungen aus der Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie umzusetzen und die Sicherheit der Mitarbeiter über den gesamten Lebenszyklus der Anlage zu gewährleisten. Der „Leitfaden Sicherheit“ gibt dem Betreiber Hinweise für die Inbetriebnahme, den laufenden Betrieb sowie die Wartung und Instandhaltung.

Rechtlicher Rahmen

In Bild 3 sind die Richtlinien beschrieben, die in der EU zum Schutz der Gesundheit ihrer Bürger erlassen wurden. Dazu gehören in den Bereichen Maschinensicherheit und Arbeitsschutz vor allem die Maschinenrichtlinien (für Hersteller) und die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie (für Betreiber) sowie zusätzliche Richtlinien wie die Niederspannungsrichtlinie oder die EMV-Richtlinie.

Diese müssen von den Mitgliedsstaaten in nationale Gesetze umgesetzt werden. Das geschieht z. B. in Normen:

- 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 bekannte Norm für fahrerlose Fahrzeuge war die Europäische Norm „Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme“ (DIN EN 1525). Im laufenden Jahr wird die DIN EN 1525 dann durch die DIN EN ISO 3691-4 abgelöst.

Diese Normen beschreiben die anerkannten Regeln der Technik und sollten deshalb angewendet werden und in der CE-Konformitätserklärung referenziert werden. In jedem Fall müssen Hersteller eine Risikobeurteilung durchführen. Der

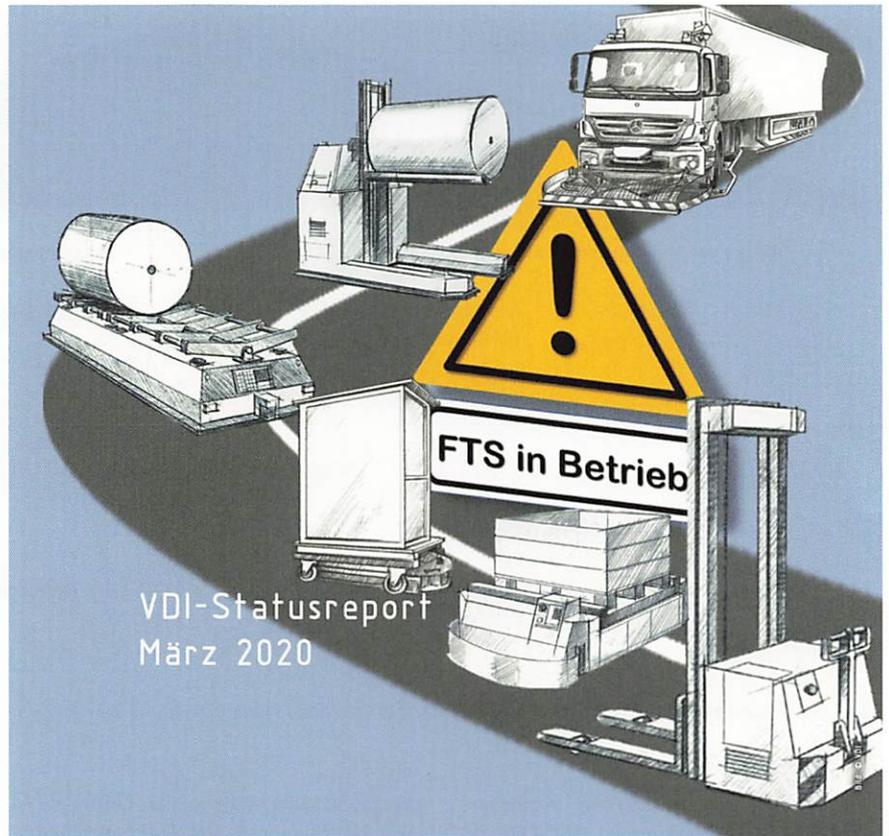


Bild 2 Der Statusreport „FTS – Leitfaden Sicherheit“ beschreibt die Anforderungen für den sicheren Betrieb von FTS innerhalb der Europäischen Union. Bild: VDI

Betreiber sollte diese Unterlagen des Herstellers prüfen und hinterfragen. Er muss aber in jedem Fall selbst eine Gefährdungsbeurteilung durchführen; darin prüft er insbesondere, ob die realen Einsatzbedingungen den Vorgaben des Herstellers entsprechen.

Von besonderer Wichtigkeit ist das Verständnis der Begrifflichkeiten „Hersteller“ und „Betreiber“. Der Leitfaden Sicherheit beschreibt verschiedene mögliche Szenarien, die berücksichtigen, dass die gesamte Lieferkette unterschiedlich aussehen kann. In jedem Fall kommt es zum Gefahrenübergang, nämlich nach der Inbetriebnahme durch den Hersteller. Ab dem Zeitpunkt nutzt der Betreiber die Anlage und trägt dafür die Verantwortung. Aber auch kritische Zeiträume wie der Probetrieb, die Inbetriebnahme und die Wartung werden beleuchtet.

Verantwortung des Betreibers

In Deutschland wird die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie durch das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und die Betriebs-

sicherheitsverordnung (BetrSichV) in nationales Recht umgesetzt. Gemäß diesen Gesetzen hat der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.

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

- den Arbeitsmitteln selbst,
- der Arbeitsumgebung und
- 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 Ausführung 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.



Bild 3 Diese Richtlinien wurden von der EU zum Schutz der Gesundheit ihrer Bürger erlassen. Bild: VDI

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.

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

Wichtig für den langjährigen Betrieb des FTS: Sollte sich der Stand der Technik für ausgeführte Sicherheitslösungen ändern, ist im Rahmen einer regelmäßigen Überprüfung der Gefährdungsanalyse zu prüfen, ob die Sicherheitsmaßnahmen an-

gepasst werden müssen. Im Leitfaden ist ein Ablaufplan zum Erhalt der Betriebssicherheit enthalten, mit dem die Überprüfung der Gefährdungsanalyse durchgeführt werden kann.

Sicherheitsaspekte beim FTS

Fahrerlose Fahrzeuge fahren meist in Bereichen, die nicht ausschließlich dem automatischen Verkehr vorbehalten sind. Lastübergabestationen müssen so ausgebildet sein, dass Personen durch die Bewegung des Fahrzeugs und seiner Last nicht gefährdet werden können. Die Sicherheitsmaßnahmen sind mit der Gewerbeaufsicht bzw. dem Amt für Arbeitsschutz abzustimmen. Dies geschieht häufig mit Vertretern der gesetzlichen Unfallversicherung.

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,
- Stehverbinder 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.

Am fahrerlosen Fahrzeug sind üblicherweise mobile Schutzeinrichtungen angebracht. Es kann erforderlich sein, zusätzliche stationäre Schutzmaßnahmen einzusetzen; diese können sein: Spiegel in Kreuzungsbereichen, Ampelanlagen, Schranken, Leuchten, Lichtschranken und weitere.

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.

Der Boden muss also zum FTS-Einsatz passen – er muss FTS-tauglich sein. Die wesentlichen Kriterien sind:

- Ebenheit
- Festigkeit
- Oberflächenbeschaffenheit

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

Wichtig ist, dass die fahrerlosen Fahrzeuge bei einem Not-Halt unter allen Last- und Fahrbedingungen sicher zum Stehen kommen. Dazu ist der aktuelle Haftreibungskoeffizient wichtig; dieser sollte unter allen Umständen einen Wert von $\mu H > 0,6$ aufweisen.

Der Betreiber muss folgende 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.

Angegeben werden die Kriterien, wann Verkehrsflächen, Arbeits- und Lagerflächen markiert werden müssen. Zudem werden die verschiedenen Markierungsformen genannt. Auch kann es erforderlich sein, Wege für Fußgänger durch Geländer oder Leitplanken abzugrenzen.

Die Betriebssicherheitsverordnung schreibt die Prüfung jedes einzelnen Fahrzeugs vor. Die 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. Hier geht es natürlich in erster Linie um die getroffenen Schutzmaßnahmen.

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 können sein:

- Veränderung des Layouts (Fahrwege, Fahrwegbreiten, ...),



Bild 4 Dr. Günter Ullrich. Bild: Verfasser

- Änderung der Verwendung (Nutzlast, Lastschwerpunkt, Fahrgeschwindigkeiten, ...),
- Änderung der Umgebungsbedingungen (Klimatische Bedingungen, Außenbereich, ...),
- Zusätzliche Fahrzeugtypen,
- Umzug einer Anlage in eine neue Umgebung (andere Halle oder Hallenbereich).

Durch solche Veränderungen können die Fahrzeuge ggf. als neue Maschinen angesehen werden – dann ist eine neue Risikobeurteilung durchzuführen, die zeigen soll, ob sich ein bereits vorhandenes Risiko erhöht hat. Hier zeigt der Leitfaden detailliert auf, wie der Betreiber wesentliche von nicht-wesentlichen Veränderungen abgrenzen kann und wie er damit adäquat umgeht. Grundlegend ist, dass „derjenige“, der die wesentlichen Veränderungen verantwortet, damit zum Hersteller wird und die Herstellerpflichten zu erfüllen hat.

Er führt also 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 kön-

nen. 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.

Abgerundet wird der Leitfaden durch Begriffsbestimmungen sowie einer Übersicht über alle relevanten technischen Regelwerke.

Der VDI-Fachausschuss FTS hat mit diesem Leitfaden, der die neue VDI-Richtlinien 2510–2 thematisch ergänzt, einen wichtigen Beitrag zum Selbstverständnis von Herstellern und Betreibern von FTS und damit zum sicheren Betrieb von FTS geleistet. Der Autor bedankt sich für die tolle Arbeit des Arbeitskreises Sicherheit!

Literaturhinweise:

1. Fahrerlose Transportsysteme – Leitfaden Sicherheit, VDI-Statusreport, März 2020.
2. VDI 2510–2 „Sicherheit von FTS“, Beuth-Verlag, befindet sich in der Herstellung.
3. Ullrich, G., Albrecht, T.: Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. Springer Vieweg, Springer Fachmedien Wiesbaden 2011, 2014, 2019. ISBN 978-3-658-27471-9, 3. Auflage erschienen im Dezember 2019.

Dr. Günter Ullrich

Berater und Planer im Bereich Fördertechnik, Materialfluss, Logistik. Leiter des VDI-Fachausschusses FA 309 „FTS“ und geschäftsführender Gesellschafter der Forum-FTS GmbH (www.forum-fts.com) sowie Autor der FTS-Fibel (www.fts-fibel.de).

[1] z. B. auf www.forum-fts.com/VDIFAFTS/Aktuelles