

Verantwortungsvoller Einkauf mobiler Robotik (FTS, AGV/AMR) Leitfaden für die Beschaffung



Herausgeber:
Forum-FTS (www.forum-fts.com)
Ausgabe: 28.05.2025, Version 1.0

erarbeitet durch den Arbeitskreis FTS-Sicherheit
des VDI Fachausschuss FA309 „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“
und die TÜV SÜD Product Service GmbH

INHALT

1	Einleitung	3
2	Verantwortung des Betreibers	4
2.1	Pflichten des Betreibers	4
2.2	Aufgaben des Betreibers	6
2.3	Zusammenfassung für die Auftragsvergabe	6
3	Testberichte und Zertifikate	7
4	Weiterführende Prüf-Möglichkeiten	8
5	Checklisten	9
5.1	Checkliste für das Lastenheft	9
5.2	Checkliste für die Vergabe	10

1 Einleitung

Die rasante Entwicklung in der mobilen Robotik (FTS, AGV und AMR) hat zu einer tiefgreifenden Transformation der industriellen Produktionslogistik und Intralogistik geführt. Mobile Roboter sind mittlerweile integraler Bestandteil moderner Fabriken und Lagerhallen geworden. Sie sorgen für Präzision, Effizienz und messbare Kontinuität in den täglichen Arbeitsprozessen. Mit dieser rasanten Entwicklung geht eine große Herausforderung einher: die Gewährleistung der funktionalen Sicherheit.

Die Sicherheit mobiler Roboter ist nicht nur eine technische Anforderung, sondern auch eine betriebliche Notwendigkeit mit weitreichenden Konsequenzen für Hersteller und Betreiber. Der Einsatz mobiler Roboter in realen Betriebsumgebungen erfordert ein tiefes Verständnis und eine strikte Anwendung relevanter Sicherheitsstandards (insbesondere im europäischen Wirtschaftsraum). Nur durch die Berücksichtigung geltender Gesetze und Normen bereits in der Planungsphase und bei der Geräteauswahl können Unfälle vermieden und kostenintensive Betriebsunterbrechungen reduziert werden. Dies sichert den wirtschaftlichen und produktiven Erfolg der gesamten Anlage.

Die gute Nachricht: Bereits heute gibt es Anlagen mit mehr als 500 mobilen Robotern, die nachweislich sicher arbeiten und eine technische Verfügbarkeit von mehr als 99,7% im Dauerbetrieb aufweisen. Dieser Leitfaden unterstützt Sie dabei, fundierte und sichere Kaufentscheidungen zu treffen, damit Sie Ihrer Verantwortung gerecht werden, sichere Anlagen wirtschaftlich zu betreiben.

SAFETY FIRST !

In diesem Leitfaden geht es zunächst um die Verantwortung des Betreibers. Diese werden wir allgemein, aber auch sehr konkret beschreiben.

Wir werden die rechtlichen Aspekte ebenso beleuchten, wie im Folgenden auch konkrete Tipps geben. Dabei geht es um die Projektphasen Konzepterstellung, Erstellung Lastenheft und den Vergabeprozess. Dies mündet am Ende des Leitfadens in praktische Checklisten.

2 Verantwortung des Betreibers

Das Angebot an mobiler Robotik (FTS, AGV und AMR) ist vielfältig und international. Die gesetzlichen Vorgaben im europäischen Wirtschaftsraum sind streng, denn es geht um den Schutz der Mitarbeiter am Arbeitsplatz!

2.1 Pflichten des Betreibers

Für den Betreiber ist es essenziell, dass Maschinen neben den technischen Anforderungen für den spezifischen Anwendungsfall alle relevanten europäischen Sicherheits-, Gesundheitsschutz- und Umweltschutzanforderungen erfüllen. Werden nach der Inbetriebnahme sicherheitstechnische Mängel festgestellt, sind diese nicht nur für die Mitarbeiter gefährlich. Es kann auch dazu führen, dass die Anlage außer Betrieb genommen werden muss, was zu Produktionsstillständen und erheblichen wirtschaftlichen Einbußen führen kann.

Unsere Gesetze helfen grundsätzlich dabei, sichere Maschinen einzukaufen. Alle Produkte, die im europäischen Wirtschaftsraum in Verkehr gebracht werden, müssen den relevanten Richtlinien und Verordnungen entsprechen. Mit der CE-Konformitätserklärung bestätigt der Hersteller, dass das Produkt die europäischen Sicherheits-, Gesundheitsschutz- und Umweltschutzanforderungen erfüllt. In den meisten Fällen erfolgt dies jedoch durch den Hersteller selbst, ohne externe Prüfung. Eine Prüfung durch unabhängige Prüf- und Zertifizierungsstellen ist nur bei besonders gefährlichen Produkten erforderlich.

Das Vorhandensein einer CE-Konformitätserklärung bedeutet also in der Praxis lediglich, dass der Hersteller der Überzeugung ist, dass sein Produkt allen relevanten Richtlinien und Verordnungen entspricht. Unsere Erfahrung zeigt jedoch, dass in der Praxis immer wieder Produkte angeboten werden, die eklatante Sicherheitsmängel aufweisen. Rechtlich verbleibt die Verantwortung für die Produktsicherheit auch nach der Inbetriebnahme beim Hersteller. Häufig treten jedoch Sicherheitsmängel erst mit der produktiven Nutzung durch den Betreiber in Erscheinung. Oft sind zu diesem Zeitpunkt bereits große Teile des Kaufpreises an den Hersteller bezahlt worden und im schlechtesten Fall muss die Anlage wieder abgeschaltet werden.

Es ist jedoch auch möglich, dass der Hersteller ein sicheres Produkt liefert, das allen relevanten Richtlinien und Verordnungen entspricht und dieses trotzdem im konkreten Anwendungsfall nicht sicher betrieben werden kann. Alle Produkte werden vom Hersteller für definierte Rahmenbedingungen konstruiert. In der Sprache der Richtlinien und Verordnungen spricht man von der bestimmungsgemäßen Verwendung. Wird ein Produkt außerhalb dieser bestimmungsgemäßen Verwendung betrieben, können Gefährdungen auftreten. Eine Ursache für Probleme in der Projektabwicklung entsteht dadurch, dass der Betreiber in der Angebotsphase dem Hersteller nicht alle relevanten Informationen mitteilt. Dies kann dazu führen, dass der Hersteller ein Produkt anbietet, das für den speziellen Anwendungsfall nicht geeignet ist.

Der Betreiber ist gesetzlich dazu verpflichtet¹, bereits vor der Beschaffung von Maschinen eine erste Gefährdungsbeurteilung zu erstellen. Die daraus resultierenden sicherheitstechnischen Anforderungen müssen in das Lastenheft überführt werden.

Denn letztlich ist der Betreiber für den Betrieb der Anlage insofern verantwortlich, als dass er seinen Mitarbeitern einen sicheren Arbeitsplatz zur Verfügung stellen muss!

Der wichtigste Schritt in einem Projekt ist die Auswahl eines geeigneten Lieferanten. Hat man sich einmal vertraglich an einen Lieferanten gebunden, ist im späteren Projektverlauf bei Unstimmigkeiten meist nur noch eine Schadensbegrenzung möglich. Daher muss der Betreiber vor der Vergabe die Angebote intensiv prüfen und vergleichen. Dabei muss auch geprüft werden, ob die Angebote den Anforderungen des Lastenheftes entsprechen. Von den Herstellern sollten außerdem Referenzen eingefordert werden. Wenn möglich, kann mit den genannten Referenzkunden Kontakt aufgenommen werden. Denn ein Erfahrungsbericht eines Kunden ist immer wesentlich aussagekräftiger als Hochglanzpräsentationen von Vertriebsmitarbeitern. Eine weitere Möglichkeit ist, gezielte Fragen an die verschiedenen Hersteller zu stellen. Diese werden die jeweiligen Vorzüge ihrer Produkte und Lösungen besonders herausstellen. Erkenntnisse hieraus können vom Betreiber an die anderen Lieferanten als Frage formuliert werden.

Sitzt der Hersteller außerhalb der europäischen Union, ist unbedingt zu prüfen, wer die Rolle des Importeurs einnimmt. Der Betreiber wird dabei selbst zum Importeur, wenn er die Maschine bei einem Lieferanten oder Hersteller mit Sitz außerhalb der europäischen Union beschafft, auch wenn der Hersteller die Maschine mit eigenen Mitarbeitern innerhalb der europäischen Union in Betrieb nimmt. Der Importeur ist dafür verantwortlich, dass das importierte Produkt allen relevanten EU-Richtlinien und Verordnungen entspricht. Er muss gegebenenfalls den Marktüberwachungsbehörden die erforderlichen Unterlagen zum Nachweis der Konformität zur Verfügung stellen. Werden zu einem späteren Zeitpunkt sicherheitsrelevante Mängel festgestellt, ist der Importeur für die Behebung dieser Mängel verantwortlich².

Für den sicheren Betrieb einer Maschine kann nicht der Hersteller allein verantwortlich gemacht werden. Vielmehr ist ein Ineinandergreifen verschiedener Maßnahmen sowohl auf der Seite des Herstellers als auch des Betreibers erforderlich. Dies hat auch der Gesetzgeber erkannt. In der Betriebssicherheitsverordnung wurden daher vielfältige gesetzliche Verpflichtungen an den Betreiber als Arbeitgeber zusammengefasst. Hier wird auch eindeutig klargestellt, dass der Arbeitgeber seinen Mitarbeitern nur sichere Arbeitsmittel und Maschinen zur Verfügung stellen darf³.

Außerdem muss der Betreiber als Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung für diese erstellen; das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung entbindet ihn nicht von dieser Pflicht⁴. Insbesondere bei mobiler Robotik sind hierfür tiefgreifende fachliche Kenntnisse erforderlich. Verfügt der Betreiber nicht über die erforderliche Expertise, muss er sich fachlich beraten lassen⁵. Wenn er das nicht tut, kann es zu Unfällen, massivem Ärger bei der Abnahme oder Stilllegungen der Anlage kommen!

1 §3 Absatz 3 Betriebssicherheitsverordnung

2 §5 Betriebssicherheitsverordnung

3 §5 Betriebssicherheitsverordnung

4 §3 Betriebssicherheitsverordnung

5 §3 Absatz 3 Betriebssicherheitsverordnung

2.2 Aufgaben des Betreibers

Für Sie als Betreiber leiten sich aus diesen Pflichten folgende Aufgaben ab:

- Beginnen Sie früh mit einer Gefährdungsbeurteilung, damit die daraus gewonnenen Erkenntnisse in das Lastenheft einfließen können!
- Erstellen Sie ein vollständiges Lastenheft! Das ist wichtig, um ungeeignete Angebote und technische Lösungen zu vermeiden.
- Berücksichtigen Sie die Umgebungsbedingungen, wie Bodenbeschaffenheit und beschreiben Sie die Ladeeinheiten (Ladehilfsmittel plus Ladung).
- Prüfen Sie die Angebote! Verlangen Sie so lange die Überarbeitung der Angebote, bis sie mit den Inhalten des Lastenhefts übereinstimmen!
- Prüfen Sie genau, wer der Importeur ist.
- Wählen Sie eine Projektstruktur, die den Möglichkeiten (Kompetenzen und Ressourcen) der Mitarbeiter des Betreibers entspricht!
- Fragen Sie den Anbieter konkret, wie er sicherheitstechnische Anforderungen technisch gelöst hat! Also: z.B. Typ des Sicherheitslaserscanners, Typ der Sicherheits-SPS, Anpassung der Schutzfelder an die Last (Abmaße und Gewicht).

Unsere Empfehlungen:

- Verlangen Sie Einblick in die Risikobeurteilung des Anbieters! Der Anbieter ist dazu nicht gesetzlich verpflichtet, wird es aber akzeptieren, wenn er sich seiner Risikobeurteilung sicher ist und den Auftrag haben möchte.
- Fragen Sie nach Betriebsanleitungen vergleichbarer Produkte, um dort die Restrisiken einsehen zu können.
- Fordern Sie die Nennung von Referenzen an und prüfen Sie diese!

2.3 Zusammenfassung für die Auftragsvergabe

Nach der Prüfung aller Angebote und der Wahl des geeigneten Lieferanten folgt die Vergabe des Auftrags. Im weiteren Projektverlauf müssen mehrere Schritte und Prüfungen erfolgen, um sicherzustellen, dass alle Anforderungen erfüllt werden:

- Bestehen Sie auf ein vollständiges Pflichtenheft, das der Auftragnehmer nach der Auftragserteilung schreiben muss!
- Prüfen Sie dieses Pflichtenheft sehr genau hinsichtlich der Kompatibilität mit dem Lastenheft! Erst nach Genehmigung des Pflichtenheftes darf der Auftragnehmer mit seinen Arbeiten beginnen!
- Prüfen Sie die mobilen Roboter hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den Inhalten des Pflichtenhefts! Das kann im Werk des Auftragnehmers oder direkt nach Lieferung im eigenen Hause geschehen.
- Prüfen Sie die Dokumentation, spätestens bei Meldung der betriebsbereiten Übergabe (Inbetriebnahmezeitpunkt)!
- Prüfen Sie die Konformitätserklärung und die Gültigkeit der CE-Kennzeichnung!
- Prüfen Sie die Notwendigkeit und Gültigkeit der vorgelegten Zertifikate!

3 Testberichte und Zertifikate

Mobile Roboter sind in der Regel keine gefährlichen Maschinen im Sinne der Maschinenverordnung. Eine Bewertung der Maschine durch eine externe Prüfstelle ist somit nicht nur in besonderen Fällen erforderlich. Viele Hersteller, besonders aus dem außereuropäischen Raum, legen trotzdem Zertifikate von unabhängigen Prüfstellen vor, um damit für ihr Produkt zu werben. Die Praxis zeigt, dass diese Zertifikate häufig wertlos sind, da ihre Herkunft fragwürdig ist.

Mobile Roboter, die in den europäischen Wirtschaftsraum importiert werden, müssen alle relevanten EU-Richtlinien und Verordnungen erfüllen und müssen, mit dem CE-Kennzeichen versehen werden. Die Richtlinien und Verordnungen fordern, dass die relevanten Sicherheitsanforderungen erfüllt werden.

Dazu gehören unter anderem die

- Konformitätserklärung: Der Hersteller muss eine EU-Konformitätserklärung ausstellen, in der er bestätigt, dass die Maschine alle relevanten EU-Richtlinien und Verordnungen erfüllt.
- Technische Dokumentation: Es muss eine umfassende technische Dokumentation erstellt werden, die die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen belegt.
- Risikobeurteilung: Eine Risikoanalyse und -bewertung muss durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass alle potenziellen Gefährdungen identifiziert und die Risiken minimiert wurden.
- Prüfung durch notifizierte Stelle: In einigen Fällen muss die Maschine von einer unabhängigen, notifizierte Stelle geprüft werden, um die Konformität zu bestätigen.

Alle Schritte müssen sorgfältig befolgt werden, um sicherzustellen, dass der mobile Roboter mit den EU-Richtlinien und Verordnungen übereinstimmt. Sollte dies nicht der Fall sein, kann es zu rechtlichen Konsequenzen und Importverboten kommen.

Es ist besonders darauf zu achten, dass die Prüfstellen die richtige Akkreditierung und Benennung haben.

- Akkreditierung:
Die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) übernimmt in Deutschland die Akkreditierungen nach ISO 17025 (Prüflabore) und ISO 17065 (Zertifizierungsstellen).
- Notifizierte Stelle:
Für die Benennung als notifizierte Stelle nach Maschinenrichtlinie ist in Deutschland die Zentralstelle der Länder für Sicherheitstechnik (ZLS) verantwortlich.

Damit Prüfstellen international nach dem gleichen Standard arbeiten, sind die nationalen Akkreditierungsstellen in der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) als globale Organisation vereint. Somit ist sichergestellt, dass global nach identischen Sicherheitsprinzipien gearbeitet wird.

Es sollte deshalb darauf geachtet werden, dass die Testberichte und Zertifikate, welche für die CE-Konformität herangezogen werden, von einer ILAC akkreditierten Stelle ausgestellt wurden. Um das zu überprüfen, stellen die Akkreditierungsstellen die Urkunden der Prüfstellen online zur Verfügung⁶.

⁶ Beispiel DAkkS Filtersuche - DAkkS - Deutsche Akkreditierungsstelle

4 Weiterführende Prüfmöglichkeiten

In den obigen Kapiteln 2 und 3 ging es im Wesentlichen um zu erstellende oder zu prüfende Dokumente. Hier wollen wir aufzeigen, dass der Betreiber auch ganz praktische Möglichkeiten hat, Hinweise zur Sicherheit von mobiler Robotik (FTS, AGV und AMR) zu erlangen.

Ganz wichtig ist dabei die direkte Kommunikation mit dem Anbieter/Hersteller. Telefonisch oder in einer Videokonferenz kann der Betreiber konkrete Fragen stellen und die Antworten auswerten. Das sind z.B.

- Wie findet die Lokalisierung des Fahrzeugs statt?
- Wo werden Änderungen des Schutzfeldes durchgeführt und wie wird die Schutzfeldumschaltung realisiert?
- Gibt es autonome Funktionen? Werden die Sicherheitsbedenken des Autonomie-Leitfadens berücksichtigt (z.B. Auslegung der Schutzfelder beim Ausweichen auf die Gegenspur)?
- Durch welche technischen Maßnahmen wird die Sicherheit der mobilen Roboter erreicht?

Wenn der zukünftige Betreiber sogar vor Ort beim Verkäufer mobile Roboter besichtigt,

- kann er Ausstellungsfahrzeuge öffnen und die Bauteile notieren bzw. prüfen,
- kann er sich am Ausstellungsfahrzeug die funktionale Sicherheit für den Personenschutz erklären lassen und
- prüfen, ob das Gerät für die Funkübertragung CE-konform ist.

Eine wertvolle Informationsquelle ist auch der Austausch mit Unternehmen, die die gleichen oder ähnlichen Produkte im Einsatz haben (Referenzen). Diese Referenzen können telefonisch oder per Videokonferenz befragt werden, was in den meisten Fällen zu wertvollen Informationen führt.

Wenn er sogar eine Referenz besichtigt,

- kann er maximal von den Erfahrungen anderer profitieren, insbesondere den Betreiber dort fragen, welche kritischen Situationen es gab bzw. gibt und welche Restrisiken man der Betriebsanleitung entnehmen kann,
- kann er sich die mobilen Roboter im Betrieb anschauen,
- kann er sich die Lastaufnahme und ggf. das Einfahren in eine Lastübergabestation genau anschauen und
- das bestehende Layout ablaufen und prüfen, ob es Gefahrstellen gab oder noch gibt.

Diese Gespräche und Besichtigungen kann der Betreiber allein oder zusammen mit einem beauftragten neutralen Experten durchführen.

Für den Fall, dass der Kaufinteressent die Möglichkeit hat, ein geöffnetes Fahrzeug zu inspizieren, kann er z.B. folgende Punkte checken:

- Werden (gelbe) zertifizierte Personenschutz-Scanner mit Performance Level „d“ eingesetzt?
- Sind alle theoretischen Bewegungsmöglichkeiten des Fahrzeugs mit den angebrachten Personenschutz-Scannern abgesichert?
- Gibt es zusätzlich zu den Personenschutz-Scannern weitere Sensorik für den Maschinen-/Objektschutz?
- Sind zertifizierte Sicherheitssteuerungen eines namhaften Herstellers eingesetzt?
- Hat das Funkgerät eine eigene CE-Kennzeichnung?

5 Checklisten

In den folgenden Checklisten wollen wir die Inhalte dieses Leitfadens zusammenfassen. Die Checklisten sollen eine pragmatische Hilfestellung für Betreiber darstellen, indem sie für Vollständigkeit sorgen. Sollte es an mehreren Stellen Fragen geben, ist es wahrscheinlich sinnvoll, neutrale und kompetente Unterstützung hinzuzuziehen.

5.1 Checkliste für das Lastenheft

1. Wurde vorab eine interne Gefährdungsbeurteilung durchgeführt?
2. Wurden die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung in das Lastenheft aufgenommen?
3. Sind die Umgebungsbedingungen im Lastenheft dargestellt?
 - Temperaturbereich
 - Luftfeuchtigkeit, Nässe usw.
 - Staub oder sonstige Verschmutzungen
 - Haben nicht unterwiesene Personen Zutritt zum Fahrbereich
4. Ist die Bodenbeschaffenheit im Lastenheft beschrieben?
 - Bodenreibwert
 - Elektrische Ableitfähigkeit
 - Steigungen/Gefälle, Unebenheiten, Absätze, Trennfugen usw.
5. Sind alle Ladungsträger im Lastenheft beschrieben?
 - Außenmaße
 - Gewicht
 - Lastschwerpunkt
 - Gefahren durch das Transportgut
6. Sind alle Lastaufnahme- und Lastabgabestellen im Lastenheft beschrieben?
 - Abstände zu Hindernissen
 - Sind regelmäßig Personen in den Lastübergabebereichen anwesend
7. Sind die Verkehrswegen ausreichend beschrieben?
 - Gibt es Mischverkehr mit manuell betriebenen Fahrzeugen
 - Nutzen Fußgänger und mobile Roboter die gleichen Verkehrswege?
 - Sind die vorhandenen Fahrwegbreiten aufgeführt
 - Sind angrenzende Türen oder Treppen aufgeführt

5.2 Checkliste für die Vergabe

1. Werden die Anforderungen des Lastenheftes erfüllt?
2. Bestätigt der Hersteller die CE-Konformität der relevanten Regelwerke?
 - Maschinenverordnung
 - Funkanlagenrichtlinie
 - EMV-Richtlinie
 - Cyber Resilience Act
 - Niederspannungsrichtlinie (z.B. für Ladestationen)
 - sonstige
3. Welche Normen hat der Hersteller herangezogen?
 - DIN EN ISO 12100
 - DIN EN ISO 3691-4
 - DIN EN 60204-1
 - DIN EN 1175
 - Weitere Normen
4. Gibt es Zertifikate über die Konformität?
5. Wurden die Zertifikate von einer ILAC akkreditierten Stelle ausgestellt?
6. Enthält die Dokumentation technische Zeichnungen, Schaltpläne und Stücklisten?
7. Welche Referenzen hat der Lieferant genannt?
8. Gibt es positives Feedback von Referenzkunden?
9. Besteht die Möglichkeit, die Produkte des Lieferanten live zu besichtigen?
10. Welche Sicherheitssteuerung wird vom Lieferanten eingesetzt? Handelt es sich um einen bekannten und anerkannten Hersteller von Sicherheitssteuerungen?
11. Welche Schutzeinrichtungen (Sicherheitslaserscanner) werden vom Lieferanten eingesetzt? Handelt es sich um bekannte und anerkannte Hersteller?
12. Wie viele sichere Schutzfelder werden laut Hersteller verwendet?
 - Ist die genannte Anzahl plausibel für den Anwendungsfall?
 - Ist die Anzahl mit dem genannten Sicherheitslaserscanner abbildbar?
13. Werden für die Umschaltung der Schutzfelder ausschließlich sichere Sensorinformationen verwendet?
 - Geschwindigkeit
 - Fahrrichtung (Kurvenradius)
 - Detektion der Last auf dem Fahrzeug (Position, Abmaße, Gewicht)
14. Welchen maximalen Anhalteweg hat das Fahrzeug und kann dieser mit dem genannten Sicherheitslaserscanner überwacht werden?
15. Wie werden Kollisionen mit Fußgängern verhindert?

16. Wie werden Kollisionen mit manuell betriebenen Fahrzeugen verhindert?
- In gleicher Fahrrichtung?
 - In Kreuzungen und Einmündungen?
 - Bei der Benutzung der Gegenfahrbahn, z.B. wenn mobile Roboter um Hindernisse herumfahren?
17. Wie werden Kollisionen zwischen den mobilen Robotern verhindert?
- In gleicher Fahrrichtung?
 - In Kreuzungen und Einmündungen?
 - Bei der Benutzung der Gegenfahrbahn, z.B. wenn mobile Roboter um Hindernisse herumfahren?
18. Wie werden weitere Gefährdungssituationen betrachtet?
- Kollision mit schwebenden Lasten
 - Kollisionen mit Objekten, die von den Personenschutz-Scannern nicht erkannt werden können (z.B. Fahrräder oder Leitern im Fahrweg)
 - Umgang mit nicht unterwiesenen Personen
 - Freihalten von Flucht-, Rettungswegen und Brandschutztoren im Brandfall