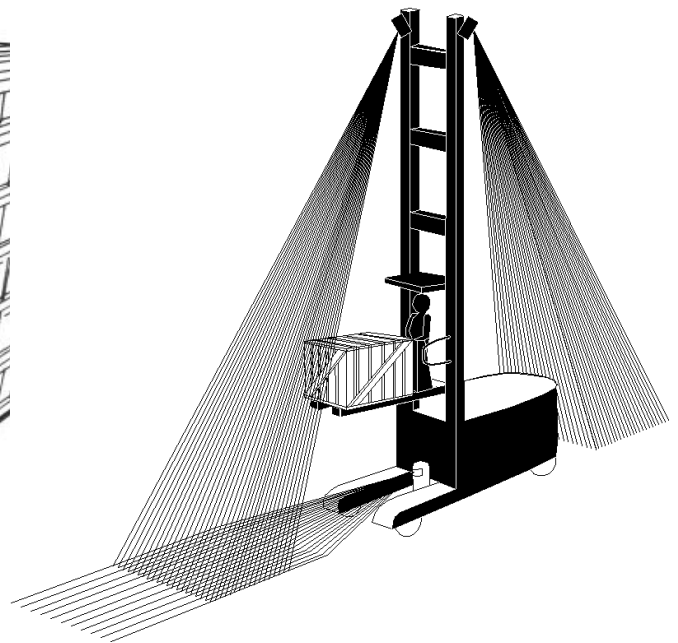
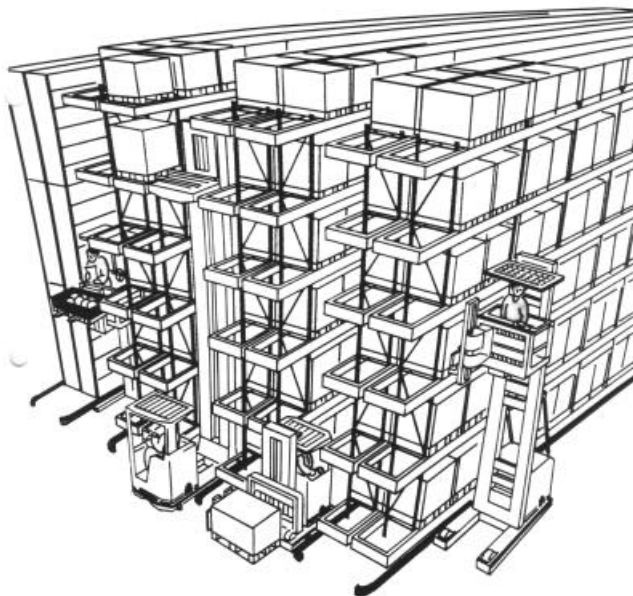


Empfehlungen für die Prüfung von Personenschutzsystemen an Flurförderzeugen für die Regalbedienung in Schmalgängen*



*) Bezug: DIN 15185 Teil 2: Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung - Abschnitt 3.13: Absicherung am Flurförderzeug (Ausgabe März 1993)

Autoren:
Dipl.-Ing. T. Borowski,
BIA, Fachbereich Maschinenschutz - Steuerungstechnik und
Dipl.-Ing. R. - J. Trabold,
Fachausschuss Fördermittel und Lastaufnahmemittel

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Einleitung..... 3
1.1	Hinweise zu diesen Prüfeempfehlungen..... 3
1.2	Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen 3
2	Begriffe..... 4
3	Personenschutzsystem am Flurförderzeug..... 5
3.1	Aufbau und Sicherheitsfunktion..... 5
3.2	Optionen / Zusätzliche Funktionen..... 5
4	Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen..... 6
4.1	Funktionen des Personenschutzsystems..... 6
4.1.1	Sensorfunktion der BWS 6
4.1.2	Reaktionszeit..... 6
4.1.3	Schutzfelder 6
4.1.4	Gangerkennung 7
4.1.5	Fahrtrichtungsabhängige Umschaltung von Sensoren..... 8
4.1.6	Hubabhängige Umschaltung von Sensoren..... 8
4.1.7	Wiederanfahren nach ausgelöster Schutzfunktion..... 8
4.2	Optionen / Zusätzliche Funktionen..... 9
4.3	Verhalten im Fehlerfall..... 9
4.3.1	Ausgewählte Steuerungskategorie..... 9
4.3.2	Zugrunde gelegte Fehler 10
4.3.3	Fehlerbehandlung..... 10
4.4	Ausrüstung..... 11
4.5	Betriebs- und Umgebungsbedingungen..... 11
4.6	Manipulationsschutz..... 12
4.7	Prüfunterlagen / Dokumentation, Baumuster..... 13
4.8	Benutzerinformation..... 13
4.8.1	Kennzeichnung 13
4.8.2	Montageanleitung 14
4.8.3	Betriebsanleitung..... 14
4.9	Wiederkehrende Prüfung..... 14
5	Literatur..... 15
6	Bildverzeichnis 16
7	Anhang: Bilder..... 16

1 Einleitung

1.1 Hinweise zu diesen Prüfeempfehlungen

Die vorliegenden Empfehlungen wurden vom für das Sachgebiet „Flurförderzeuge“ zuständigen Fachausschuss Fördermittel und Lastaufnahmemittel und vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit - BIA, als akkreditierte Prüfstelle für Maschinenausrüstungen, Steuerungen und Sicherheitsbauteile, erarbeitet.

Diese Prüfeempfehlungen sind nicht als verbindliches Regelwerk konzipiert, sondern stellen eine Zusammenfassung von sicherheitstechnischen Anforderungen aus veröffentlichten Normen und Normentwürfen sowie systemspezifischen funktionalen Anforderungen dar. Sie wenden die (allgemeinen) „Empfehlungen für die Prüfung von Schutz- und Steuereinrichtungen“ [1] auf eine Schutzeinrichtung mit konkretem Anwendungsbereich an, nehmen Bezug zu rechtlichen Grundlagen [2], [3] und geben somit erstmals ein Systemprofil, sowohl für die Entwicklung des Personenschutzsystems als auch als Basis für die Erstellung von Prüfgrundsätzen. Prüfgrundsätze für einen alternativen Typ Personenschutzsystem zur Schmalgangsicherung sind mit [4] bereits veröffentlicht. Vorerst werden diese Empfehlungen zur Durchführung einer Baumusterprüfung vom BIA zugrunde gelegt.

1.2 Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen

In Regallagern, wie es in **Bild 1** dargestellt ist, ist die (Aus)Nutzung des vorhandenen Lagerraumes für die Regalanlage ein wirtschaftlich bedeutender Faktor. Große Mengen an Waren oder Ladeeinheiten sollen auf möglichst kleiner Bodenfläche umgesetzt, d.h. eingelagert bzw. entnommen werden. Gänge zwischen den Regalen, die als **betriebliche Verkehrswege** gelten, sind deshalb den eingesetzten Mitteln zur Kommissionierung entsprechend so schmal wie möglich ausgelegt. Werden Regal- und Kommissionierstapler - auch Regalflurförderzeuge (**RFZ**) genannt - zur Regalbedienung eingesetzt, so verbleibt oftmals nur ein geringer Abstand zwischen den am weitesten ausladenden Teilen des RFZ oder der Last und festen Teilen der Regalanlage, sodass insbesondere Quetsch- und Schergerfahren für Personen in diesen Bereichen bestehen (**Bild 2**). Wenn man berücksichtigt, dass RFZ mit hoher Geschwindigkeit (bis zu 16 km/h) fahren und sich der Fahrer auf den Ein- bzw. Auslagervorgang konzentriert, so ist eine Gefährdung für Fußgänger, die trotz Zutrittsverbotes aus Unachtsamkeit in einen Gang laufen oder Kommissionierer, die Kleinteile von Hand kommissionieren, offensichtlich. Eine Möglichkeit des Ausweichens ist dann in aller Regel nicht gegeben. In [3] § 28 ist daher bestimmt, dass der Unternehmer RFZ in derartigen **Schmalgängen**, die seitliche Sicherheitsabstände von weniger als 0,5 m aufweisen, nur einsetzen darf, wenn zusätzlich zu organisatorischen Maßnahmen durch bauliche oder technische Maßnahmen dem gleichzeitigen Aufenthalt von RFZ und Fußgängern in den Schmalgängen entgegengewirkt ist (Abs. 1) oder wenn die RFZ so beschaffen sind, dass bei allen Gerätebewegungen im Schmalgang einer Gefährdung von Fußgängern entgegengewirkt ist (Abs. 2).

Diese Schutzzielvorgabe ist nach [5] für leitliniengeführte RFZ und unterschiedliche Lagersysteme mit konkreten Maßnahmen zum Personenschutz präzisiert und durch [3] wiederum als technische Maßnahme zur Umsetzung dieser Forderung referenziert. Beim Einsatz von nicht leitliniengeführten RFZ ist nach [3] § 28 eine sinngemäße Erfüllung der Maßnahmen nach [5] akzeptiert.

Zu diesen Maßnahmen zählen u.a. mobile, d.h. **am RFZ angebrachte Absicherungen** ([5] Abschnitt 3.13), hier *Personenschutzsystem* genannt, die alternativ zu baulichen Maßnahmen oder zugangssichernden Warnanlagen, so genannten *stationären Personenschutzsystemen*, in Kombination mit Maßnahmen wie **Sicherheitskennzeichnung, Verkehrsregelung** und **Betriebsanweisung** zum Schutz von Personen einzusetzen sind.

Der nach diesen Empfehlungen mögliche Einsatz der Personenschutzsysteme am RFZ beschränkt sich auf **Lagersysteme**, bei denen bestimmungsgemäß der gleichzeitige Aufenthalt von Fußgängern und RFZ im selben Schmalgang nicht vorkommt. An Personenschutzsysteme, die in Regallagern zum Einsatz kommen, in denen im „Mischbetrieb“ bestimmungsgemäß der gleichzeitige Aufenthalt von Fußgängern und RFZ vorgesehen und zugelassen ist, werden andere bzw. weitergehende Anforderungen gestellt.

Allgemein müssen sämtliche in Abschnitt IV. F von [3] aufgeführten Regelungen als besondere Bestimmungen für den Betrieb von Flurförderzeugen in Schmalgängen umgesetzt sein. Der Aufsatz [6] stellt diese Regelungen in übersichtlicher Weise dar.

2 Begriffe

Im Sinne dieser Prüfeempfehlungen sind:

- 2.1 *Regalstapler:*
Seitenstapler, Dreiseitenstapler und Quergabelstapler, die zum Ein- und Auslagern ganzer Ladeeinheiten eingerichtet sind.
- 2.2 *Kommissionierstapler:*
Flurförderzeuge mit einem höher als 1,2 m über Flur hebbaren Standplatz für den Kommissionierer.
- 2.3 *Kriechgeschwindigkeit:*
Fahrgeschwindigkeit des RFZ bis 2,5 km/h.
- 2.4 *Bodenfrei Heben:*
Anheben der Last bzw. des Lastaufnahmemittels (LAM) bis 0,50 m über Flur.
- 2.5 *Gefahrbereich:*
Jeder Bereich im Schmalgang um das Flurförderzeug, in dem Personen bei Fahrt des Flurförderzeugs (dies entspricht der gefahrbringenden Gerätebewegung) durch Fahrzeugteile oder die transportierte Last verletzt werden können.
- 2.6 *Sensorschutzfeld:*
Der einem Sensor zuzuordnende Bereich (als Fläche oder Raum), in dem unter allen anzunehmenden Einflüssen eine Schutzwirkung der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung (BWS) mit der spezifizierten Detektionssicherheit erfolgt.
- 2.7 *Überwachungsbereich (Systemschutzfeld):*
Das Schutzfeld oder die Schutzfelder eines Sensors oder einer Sensorgruppe, das einzeln/die zusammengesetzt die Schutzwirkung des Personenschutzsystems unter allen anzunehmenden Einflüssen (insbesondere auch der Verhältnisse in der Regalanlage) mit der erforderlichen Detektionssicherheit gewährleistet/(n).
- 2.8 *Detektionslücke(n):*
Diejenige auf die Fahrbahn projizierte Position oder Fläche, an der der Prüfkörper (nach Abschnitt 4.1.1) im Gefahrbereich nicht erkannt wird.
- 2.9 *Reaktionszeit:*
Die Reaktionszeit ist der maximale Zeitraum zwischen dem Einbringen des Prüfkörpers in das Schutzfeld und dem aktivierten Zustand der optischen und akustischen Anzeige bzw. dem AUS-Zustand des Ausgangsschaltelementes der STOPP-Funktion. Sie setzt sich zusammen aus der BWS-Reaktionszeit, der Verarbeitungsdauer innerhalb der Steuerung und der Abschaltzeit des Ausgangsschaltelementes.
- 2.10 *Leitlinienführung:*
Technische Einrichtung, durch die ein Flurförderzeug ohne Beeinflussung durch den Fahrer gelenkt wird, z.B. mechanisch, optisch oder induktiv.
- 2.11 *Muting:*
Automatisches Aufheben der/von Sicherheitsfunktion(en)

Anmerkung:

Andere Flurförderzeuge wie Gabelstapler, Anhängerfahrzeuge, Kommissionierfahrzeuge oder Begleitfahrzeuge sind keine Regalflurförderzeuge.

3 Personenschutzsystem am Flurförderzeug

3.1 Aufbau und Sicherheitsfunktion

Personenschutzsysteme für RFZ sind selbsttätig wirkende Schutzeinrichtungen, die Personen im Gefahrenbereich des Flurförderzeugs erkennen und dem Fahrer diese Gefahrensituation optisch und akustisch anzeigen. Der Fahrer erhält somit die Möglichkeit das RFZ (manuell) abzubremsen. Sofern die technische Ausrüstung des Flurförderzeugs dies zulässt (Nachrüstung ist einzubeziehen), muss zusätzlich ein Abbremsen des RFZ unabhängig von Eingriffen durch den Fahrer erfolgen. Der Überwachungsbereich wird dazu so dimensioniert, dass das RFZ bei max. zulässiger Beladung, max. Geschwindigkeit und bei kalkulierte Bremsenverschleiß zum Stillstand kommt, bevor die Last oder feste Teile des RFZ Personen berühren können. Als **gefährbringende Bewegung** ist somit die Fahrt des RFZ im Schmalgang und als dessen **sicherer Zustand** der Stillstand festgelegt.

Die grundlegende Funktion der **Personenerkennung** wird dabei von einer für den Personenschutz geeigneten berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung **[BWS]** [7], z.B. in bildverarbeitender Technik, mit Infrarotsensoren oder Laserscanner realisiert. Deren **STOPP-Funktionssignal** wird von der (System)-**Steuerung** über mindestens ein Ausgangsschaltenelement als **sicherheitsgerichtetes AUS-Schaltensignal** an das RFZ gegeben und (oder ausschließlich; s.o.) zur **optischen und akustischen Anzeige** gebracht. Die Einbindung des Schaltsignals erfolgt direkt oder über nachgeschaltete Sicherheitsbauteile/sicherheitsgerichtete Steuerungen in den Bremskreis (selbsttätig wirkende Federkraftbremse und/oder Impulssperre) bei (anschließender) Fahrstromunterbrechung. Letztere Variante der Abschaltfunktion ist mit dem „Kategorie 1 - Stopp“ für das Stillsetzen gefährbringender Bewegungen nach EN 60204 Teil 1 zu vergleichen.

Von der **Steuerung** werden die grundlegenden und optionalen Systemfunktionen mit allen hierzu notwendigen Baugruppen, Schnittstellen und Signalgebern ausgeführt: Über die **Gangerkennung** wird das Personenschutzsystem im Bereich der Schmalgänge automatisch aktiviert bzw. für Fahrten außerhalb der Schmalgänge deaktiviert. Wie in Abschnitt 1.2 dargelegt, sind die in [5] Abschnitt 3 genannten Maßnahmen zum Personenschutz nur innerhalb von Schmalgängen erforderlich. Auf anderen Verkehrswegen im Lager darf das Personenschutzsystem am RFZ außer Betrieb sein. Üblicherweise erfolgt automatisch mit der Gangerkennung ein Wechsel zwischen den Systemzuständen „Bereitschaftsmodus“ und „Aktivmodus“.

Mit der Maßgabe einer bei allen Fahrbewegungen und Hubpositionen des Lastaufnahmemittels (LAM) bzw. der Fahrerkabine wirksamen Schutzfunktion, sind für die Absicherung des RFZ **Umschaltung(en) von Sensoren** zur Personenerkennung erforderlich. Die **Bilder 3a bis 3c** zeigen die zugehörigen Fahrsituationen mit den jeweils in Funktion befindlichen Sensoren.

Als wesentliche konstruktive Sicherheitsmaßnahme in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen Fehler (d.h. gegen den Verlust der erforderlichen Sicherheitsfunktion) enthält das Personenschutzsystem eine **Testeinrichtung**, mit der die auszuführende Sicherheitsfunktion periodisch bzw. ereignisgesteuert überprüft wird, siehe Abschnitt 4.3.

3.2 Optionen / Zusätzliche Funktionen

Weist die eingesetzte BWS die Möglichkeit auf, zusätzlich zum Schutzfeld ein Warnfeld einzurichten, kann dies dem Überwachungsbereich vorgelagert dazu verwandt werden, Hindernisse schon vor der eigentlichen STOPP-Auslösung zu erkennen und dem Fahrer eine frühzeitige Information über die Annäherung zu geben. Wenn die **Vorwarnfunktion** darin besteht, das RFZ auf eine Geschwindigkeit abzubremsen, die die Bemessungsgrundlage des Überwachungsbereiches darstellt, so gilt sie als sicherheitsgerichtet.

Mit der Option einer **Kriechfahrtvorwahl**, die dem RFZ über eine unabhängige Schnittstelle die Fahreinschränkung der Kriechgeschwindigkeit von 2,5 km/h vorgibt, kann die Fahrbereitschaft des RFZ in bestimmten Situationen erhalten bleiben, siehe Abschnitt 4.1.7 und 4.3.3.

Hinweis:

Die Funktionen oder Einrichtungen der *Gangendsicherung* und *Auffahrsicherung* nach [5] gehören nicht zum hier behandelten Personenschutzsystem.

4 Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen

Die Prüfeempfehlungen gehen in diesem Abschnitt auf funktionale Aspekte (Anforderungen und Möglichkeiten) des Personenschutzsystems ein (Abschnitte 4.1 und 4.2), beschreiben den Rahmen für die Gestaltung des Personenschutzsystems (Abschnitte 4.3 und 4.4) und führen relevante Betriebs- und Umgebungsbedingungen auf (Abschnitte 4.5 und 4.6). In den Abschnitten 4.7 und 4.8 folgen Hinweise zur (erforderlichen) Dokumentation und Benutzerinformation. Abschließend werden in Abschnitt 4.9 Ergänzungen für wiederkehrende Prüfungen empfohlen. Die Durchführungen der Prüfungen sind in den jeweils zitierten technischen Regeln beschrieben oder leiten sich aus den funktionalen Sicherheitsanforderungen ab. Im Prüfverfahren werden Analysen, Funktionsprüfungen und systematische Tests und ggf. Umweltprüfungen durchgeführt.

4.1 Funktionen des Personenschutzsystems

4.1.1 Sensorfunktion der BWS

Prüfgrundlage für die zz. noch EG-baumusterprüfpflichtigen berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (**BWS**) ist die Norm [7]. Ergänzende, sensorikspezifische Anforderungen und Prüfungsteile werden zz. in Arbeitsgruppen für zukünftige Teile dieser Norm erarbeitet. Das Informations- und Arbeitsblatt [8] beschreibt bereits konkrete Prüfeempfehlungen für Laserscanner.

- Maßgebend für die Eigenschaft der Erfassung von Personen sind anwendungsrelevante BWS-Daten zur **Detektionssicherheit** (z.B. Detektionsvermögen, max. Schutzfeldgeometrie, Auflösung, Abbildungsgenauigkeit, Messgenauigkeit). Diese sind als **Grenzwerte** bei der Verwendung im Personenschutzsystem zu übertragen. Als Hinweis sei ergänzt, dass BWS-Daten zur Detektionssicherheit mit Berücksichtigung der Einflüsse durch Alterung und (Teil-)Verschmutzung bestimmt werden und deshalb nicht mit festgestellten BWS-Merkmalen im Neuzustand übereinstimmen müssen. Eine weitere Einflussgröße zur Detektionssicherheit ist die erforderliche Wahrscheinlichkeit, mit der spezialisierte Prüfkörper innerhalb des Schutzfeldes zu detektieren sind. Das Prüfergebnis der BWS gibt hierzu Auskunft! Der Aufsatz [9] und das Informations- und Arbeitsblatt [8] beschreiben ausführlich die sensorbezogenen Aspekte zur Detektionssicherheit.
- Zum Nachweis der Schutzwirkung und zur Vermessung der Schutzfeldgeometrie wird der in **Bild 4** dargestellte **Prüfkörper** verwendet. Weitere sensorprinzipabhängige Prüfkörperkennwerte (wie z.B. die Reflektivität/der Remissionskoeffizient der Oberfläche) sind den BWS-Daten zu entnehmen. Der Prüfkörper ist als Teil des Personenschutzsystems genau zu beschreiben und sollte vom Hersteller für die Durchführung von Prüfungen zur Verfügung gestellt werden.
- Die in [7] für BWS geforderte optische **Anzeige** für die „Betätigung der Sensorfunktion“, die mit der Anzeige für die Schutzfunktion am Fahrerplatz nicht zu verwechseln ist, soll (idealerweise) so gestaltet sein, dass sie für den sich im Gefahrenbereich befindenden Fußgänger erkennbar ist.
- Nach [7] und [8] muss die BWS Maßnahmen zur **Erkennung von Verschmutzung und Manipulationen** aufweisen.

4.1.2 Reaktionszeit

Eine Überschreitung der festgelegten Reaktionszeit ist von den gewählten technischen Sicherheitsmaßnahmen zu erkennen und sollte, wie in Abschnitt 4.3 beschrieben, zur Auslösung einer sicherheitsgerichteten Reaktion führen.

4.1.3 Schutzfelder

Bei der Einrichtung der Überwachungsbereiche für Personenschutzsysteme ist zu beachten, dass eine fehlerhafte Sensormontage, -justierung und -konfiguration bzw. -parametrisierung die Schutzfunktion beeinträchtigt oder gar aufhebt! Wird zur Konfiguration ein PC, ein Handgerät o.ä. mit ungeprüfter Hardware und/oder Software verwendet, hat dies unter Anwendung von Verfahren wie Passwortschutz, überwachte Datenübertragung, Werte(bereichs)prüfung und Eingabebestätigung zu erfolgen, siehe [8], [15] und [16]. Es sei besonders darauf hingewiesen, dass Schutzfelder nur durch qualifiziertes und autorisiertes Personal eingerichtet werden dürfen. Sämtliche Prüfnachweise erfolgen mit dem in Abschnitt 4.1.1 beschriebenen Prüfkörper.

- Die Dimensionierung des **Sicherheitsabstandes**, d.h. der Tiefe des Überwachungsbereiches, wird daraufhin geprüft, ob das RFZ bei üblicher Reaktionszeit des Fahrers und bei max. zulässiger Beladung, max. Geschwindigkeit und bei max. zulässigem Bremsenverschleiß zum Stillstand kommt, bevor die Last oder feste Teile des RFZ Personen berühren. Für die Bemessung des erforderlichen Sicherheitsabstandes ab äußerer RFZ- bzw. Lastbegrenzung gilt folgende Empfehlung:

$$s = 1,1 \cdot [(t_{r,SYS} \cdot v_{RFZ}) + (t_{r,Fahrer} \cdot v_{RFZ}) + s_{anh.,RFZ}] \quad \text{mit:}$$

$t_{r,SYS}$	=	Systemreaktionszeit,
v_{RFZ}	=	Flurförderzeugeschwindigkeit ($v_{RFZ,max}$ bei fest eingestellter oder $v_{RFZ,ist}$ bei geschwindigkeitsvariabler Schutzfeldtiefe)
$t_{r,Fahrer}$	=	Reaktionszeit des Fahrers (nur relevant, wenn das Personenschutzsystem nicht selbsttätig den Abbremsvorgang auslöst); Anhaltswert: 0,5 s
$s_{anh.,RFZ}$	=	Anhalteweg (Reaktionsweg aus sämtlichen Reaktionszeitanteilen der Fahrzeugsteuerung und Bremsweg/Verzögerungsweg mit Berücksichtigung der max. Belastung, der Fahrgeschwindigkeit, des max. zulässigen Bremsenverschleißes und der gegebenen Fahrbahnbeschaffenheit!)
Faktor 1,1	=	Sicherheitszuschlag von 10 % (z.B. dafür, dass zwischen einem die Schutzfunktion auslösenden Fußgänger und dem in den Stillstand abgebremsten RFZ ein Freiraum bleiben sollte)

Anmerkungen:

- Alternativ kann der Sicherheitsabstand durch Fahrversuche bei der Inbetriebnahme ermittelt werden, wenn die dem Anhalteweg zugeordneten Faktoren und der Sicherheitszuschlag berücksichtigt werden.
- Die o.g. Bemessungsempfehlung hat den Ansatz, dass ein Fußgänger (still)steht!
- Aus der Berücksichtigung von z.T. erheblichen Werten für tolerierte Bremsenverschleiße resultieren erforderliche Schutzfeldtiefen, die den Lagerbetrieb (z.B. bei der Gangein- und -ausfahrt) und somit die Systemfunktionalität negativ beeinträchtigen. Es empfiehlt sich, bei staplerindividueller Abwägung, von der Berücksichtigung maximaler Werte abzuweichen und regelmäßige(re) Prüfungen des Anhalteweges und regelmäßige(re) Wartungen der Bremsanlage vorzuschreiben. Alternativ ist eine Online-Bremswegüberwachung realisierbar.

- Für die **Breite des Überwachungsbereiches** ist nicht die RFZ- bzw. Lastkontur maßgebend, sondern das lichte Maß zwischen den gegenüberliegenden Regalauflagen (vgl. DIN 15185 Teil 1). Die Sensoren sollten in der Lage sein, Personen direkt vor der Regalzeile, wie **Bild 5** zeigt, zu detektieren. Der Prüfnachweis erfolgt mit dem Prüfkörper, dessen Mittelpunkt in 125 mm Abstand von der leeren Regalaufgabe senkrecht aufgestellt ist.

Anmerkung:

Ungenauigkeiten der Fahrzeugführung im Leitliniensystem, für die in DIN 15185 Teil 1 Grenzen gesetzt sind, führen bei Fahrzeugbewegungen zu „schlängelnden“ Überwachungsbereichen vor bzw. hinter dem RFZ. Die Einhaltung der o.g. Anforderung wird um so schwieriger, je größer die Schutzfeldtiefen ausfallen.

Der Überwachungsbereich ist so auszulegen, dass keine Detektionslücke (ggf. zwischen Sensorschutzfeldern) quer zur Fahrtrichtung des RFZ vorhanden ist und eine Person sich dem RFZ nicht unbemerkt nähern kann.

- In den Prüfungen wird als maximal zulässige **Schutzfeldhöhe** 80 cm über Flur betrachtet. Diese auch durch den Prüfkörper dargestellte Höhe schließt eine Personendetektion im Beinbereich ein, ausgehend von der Anforderung, dass sowohl eine sich in das Regal hineinbeugende Person als auch eine sich bückende Person noch erkannt werden kann. Im Bereich bis 20 cm über Flur würde zudem eine liegende Person noch detektiert werden.

4.1.4 Gangerkennung

- Mit Einfahrt des RFZ in den Schmalgang ist das Personenschutzsystem automatisch zur Überwachung zu aktivieren. Der genaue Aktivierungspunkt ist, wie **Bild 6** für die Rückwärtseinfahrt andeutet, vor oder mit vollständiger axialer Einfädung des RFZ in die Führung zu wählen.

Anmerkungen:

- Durch Einfahrhilfen (vgl. DIN 15185 Teil 1) kann der Aktivierungspunkt in Richtung Regalvorfeld verlagert werden.
- Die Fahrzeugerkennung kann z.B. realisiert sein durch: Induktionsschleifen, Magnetschalter, Lichtschranken, Systeme zur Konturerkennung, Transponder, Positionsschalter bei mechanischer Leitlinienführung.
- Bei Gangausfahrt sollte das Personenschutzsystem bis zum Ende des Schmalgangs aktiv geschaltet bleiben. Für die Festlegung des Deaktivierungspunktes sind folgende Hinweise zu beachten: Befindet sich das RFZ mit der RFZ/Last-Begrenzung noch nicht am Gangende, soll im Moment der Deaktivierung des Personenschutzsystems Kriechgeschwindigkeit erreicht und darf der Überwachungsbereich nicht wesentlich größer als der Reaktions- und Anhalteweg sein. Dies gilt auch bei einer Kopplung an das (externe) Gangendsicherungssignal des RFZ, wie es **Bild 7** beispielhaft zeigt! Anderenfalls hat der Überwachungsbereich bis in das Vorfeld hinein aktiv zu bleiben, vgl. **Bild 8**. Allgemein stellt eine herabgesetzte Fahrgeschwindigkeit keine Ersatzmaßnahme zum aktiven Personenschutz durch das Personenschutzsystem dar!
- Mit Ausfall der Versorgungsspannung oder mit Aus- und Wiedereinschalten des Fahrzeugbetriebsschalters darf die zuletzt ausgeführte Betriebsart („Aktivmodus“ oder „Bereitschaftsmodus“) nicht flüchtig sein. Im Schmalgang gelten die Anforderungen zum (Wieder)Aktivieren von Schutzfeldern aus den Abschnitten 4.1.5 und 4.1.6, ggf. 4.3.3.

- Das Gangerkennungssystem ist im Sicherheitsniveau des Personenschutzsystems (vgl. Abschnitt 4.3) zu gestalten. Mit der Wahl zweier unabhängiger Teilsysteme zur Gangerkennung (wobei die fahrzeugeigene Gangerkennung ein Teilsystem sein kann), besteht die Möglichkeit zur Funktionsredundanz oder Testung mit jeder Gangeinfahrt/Gangausfahrt. Die Systemdeaktivierung kann nach „Muting“-Beispielen z.B. aus [10] realisiert werden.

4.1.5 Fahrtrichtungsabhängige Umschaltung von Sensoren

Im Schmalgang kann, sofern nicht auch die der Fahrtrichtung entgegengesetzte Seite aktiv überwacht wird, die aktive Überwachungsseite an eine fahrtrichtungsbezogene Umschaltung von Sensoren gebunden sein.

- Die Schutzwirkung in Fahrtrichtung (**Vorwärts** in LAM-Richtung oder **Rückwärts** in Antriebsrichtung) ist vor oder mit dem Anfahren bzw. Umkehren herzustellen. Eine Absicherung ist auch im **Stillstand** erforderlich, wenn der Überwachungsbereich nicht den gesamten Gefahrenbereich bis vor das Fahrzeug abdecken kann, d.h. der Aufenthalt zwischen RFZ und Überwachungsbereich möglich ist. Die Sensorschutzfelder sind dabei so einzurichten, dass Fußgänger nicht unerkannt in diesen unüberwachten Bereich gelangen können.
- Die Schutzwirkung des Personenschutzsystems darf während der gesamten Fahrt im Gang durch keinen Bedienvorgang aufzuheben sein. Als Grenzfall ist hier das Abziehen des Fahrzeugschlüssels zu sehen. Auch wenn dies nicht mehr der bestimmungsgemäßen Fahrzeugbenutzung entspricht, sollte der **Rollzustand** des RFZ als gefahrbringende Bewegung ebenso abgesichert werden.
- Für die Gestaltung der Umschaltung ist die Einhaltung der Anforderungen zum Sicherheitsniveau des Personenschutzsystems aus Abschnitt 4.3 erforderlich. Beispielsweise kann die Fahrtrichtungs-/Stillstandsinformation eines Drehgebers ausgewertet und von einer Testschaltung über einen Hilfskontakt des Fahrtrichtungsschützes auf Plausibilität überwacht werden. Die Sensor(gruppen)umschaltung kann nach „Muting“-Beispielen z.B. aus [10] realisiert werden.

Hinweis:

In den genannten Anforderungen ist der Fall einer dem langsam fahrenden RFZ nachlaufenden Person nicht berücksichtigt!

4.1.6 Hubabhängige Umschaltung von Sensoren

- Die Sensoren zur Personenerkennung sind in geeigneter Weise anzubringen und auszurichten, sodass die Schutzfunktion des Personenschutzsystems unabhängig von der Hubposition des LAM bzw. der Fahrerkabine auch bei aufgenommenener Last wirksam ist. Es dürfen keine Detektionslücken im Schutzfeld dadurch entstehen, dass Konstruktionsteile des RFZ (z.B. der Initialhubmast) oder die Last die „Sicht“ eines Sensors in den Gefahrenbereich verdecken. Bei der Festlegung der Höhe für den Umschaltzeitpunkt zur Aktivierung der in LAM-Richtung oben angebrachten Sensoren ist darauf zu achten, dass die erforderliche Sensorjustierung nicht zur Überschreitung der Bemessung des Sicherheitsabstandes nach Abschnitt 4.1.3 führt. Diese Anforderung wird am ehesten erreicht durch einen Umschaltzeitpunkt, der so bodennah wie möglich vorgesehen ist (Anhaltspunkt: $\leq 0,5$ m Hubhöhe, d.h. „bodenfreies Heben“). Ist für den Fahrbetrieb des RFZ akzeptabel, dass es in Vorwärtsfahrt nur bei angehobenem LAM (Anhaltswert: 30 cm) fahrbereit ist, so kann bei Verwendung geeigneter Sensoren auf weitere Sensoren oberhalb des LAM verzichtet werden.
- Die Umschaltung von Sensoren ist im Sicherheitsniveau des Personenschutzsystems (vgl. Abschnitt 4.3) zu gestalten. Möglich wäre eine Signalverarbeitung zweier (d.h. redundanter) „Memory“-Schalter mit Antivalenzvergleich zur Fehleraufdeckung. Die Sensor(gruppen)umschaltung kann nach „Muting“-Beispielen z.B. aus [10] realisiert werden.

4.1.7 Wiederanfahren nach ausgelöster Schutzfunktion

Sowohl die Richtung, in die das RFZ wiederanfahren darf als auch die Art der Rückstellung des AUS-Schaltzustandes (somit auch die Deaktivierung der optischen und akustischen Anzeige) stehen im direkten Zusammenhang mit der Gestaltung des Überwachungsbereiches.

- Grundsätzlich gilt die Anforderung in [11] - 5.3.1 und [12] - 5.9.3, dass ein Personenschutzsystem nicht als Steuerung zum Wiederanfahren des RFZ verwendet werden darf, die Rückstellung des AUS-Schaltzustandes allein also nicht zum Wiederanfahren führt!
- Das Wiederanfahren des RFZ in die Richtung, in der ein Fußgänger erkannt wurde, ist durch das Personenschutzsystem zu verhindern, solange dieser sich noch im Gefahrenbereich befindet. Werden BWS-Sensoren eingesetzt, die nach dem Prinzip des Bewegungsmelders eine Relativbewegung zwischen dem RFZ und der Person zur Objekterkennung voraussetzen, ist ein Weg des Anfahrens bis zum erneuten Stillstand in engen Grenzwerten tolerabel.
- Kann der Überwachungsbereich den gesamten Gefahrenbereich ohne Detektionslücken abdecken, ist eine automatische (selbsttätige) Rückstellung nach vorausgegangenem Fahrzeugstillstand zulässig, wenn der Fußgänger den Überwachungsbereich wieder verlassen hat.

- Kann der Überwachungsbereich nicht den gesamten Gefahrenbereich bis vor das Fahrzeug abdecken, d.h., ist der Aufenthalt zwischen RFZ und Überwachungsbereich mit Durchschreiten eines aktiven Sensorschutzfeldes möglich, darf nach vorausgegangenem Fahrzeugstillstand ein Wiederauffahren nur möglich sein, wenn die STOPP-Funktion und die Anzeigen in Form einer Wiederauffahrtssperre nach [7] Anhang A.6 auch dann bestehen bleiben, wenn der Fußgänger den Überwachungsbereich wieder verlassen hat. Die für den Fahrer quittierpflichtige Rückstellung erfolgt üblicherweise mittels eines (Quittier)Tasters. Für die Quittierung wird ausdrücklich vorausgesetzt, dass der Fahrer den Bereich der Detektionslücke vor dem RFZ einsehen kann.
- Die Erkennung von Wänden in Kopfgangenden und von aus der Regalzeile ragender Lagerware stellt oftmals ein Problem dar. Können dies betreffende Arbeitsvorgänge nicht ohne Störung, d.h. Blockierung des Wiederauffahrens durchgeführt werden, sind akzeptierte Steuerungsvarianten zur Abhilfe:
 - Eine geschwindigkeitsabhängige Tiefe des Überwachungsbereiches bzw. Umschaltung auf ein in der Reichweite z.B. der Positioniergeschwindigkeit angepasstes Schutzfeld bei aufrechterhaltener Schutzwirkung oder
 - die Fahrt ohne Schutzwirkung in Kriechgeschwindigkeit nach Stillstand des Fahrzeugs im „Tippbetrieb“ oder „Tastbetrieb“ mit Wirkdauerbegrenzung (Anhaltswert: < 3 s) und zwangsweise folgender Wirkpause (Anhaltswert: > 2 s) im Stillstand - wahlweise bei gleichzeitiger zusätzlicher optischen und/oder akustischen Warnung.

Anmerkung:

Die Variante des „Tastbetriebes“ ist für Fahrzeuge mit Beidhandbedienung und Multifunktionshebel vorgesehen.

4.2 Optionen / Zusätzliche Funktionen

- Das Personenschutzsystem ist nach [3] § 30 (2) in der entsprechenden Maßnahmenkombination nach [5] auch an RFZ in Schmalgängen einsetzbar, die von Quergängen gekreuzt werden, sofern diese ausschließlich als Fluchtwege dienen. Im Hinblick darauf, dass das Personenschutzsystem nicht in der Lage ist, vorausschauend in die Quergänge zu detektieren und der notwendige Verzögerungsweg bei seitlichem Eintreten aus einem Quergang in das Schutzfeld nicht mehr vorhanden ist, sind dort weitere Maßnahmen zum Personenschutz zu treffen.
- Bei einer sicherheitsgerichteten Auslegung der Vorwarnfunktion sind die Übereinstimmung mit den Gestaltungsanforderungen der Kategorie 2 (vgl. Abschnitt 4.3) nachzuweisen.
- Die zusätzliche Funktion der Kriechfahrtaktivierung ist ebenso im Sicherheitsniveau der Kategorie 2 (vgl. Abschnitt 4.3) zu gestalten. Über ein Rückführsignal mit der Information der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit (z.B. von einem Drehgeber) kann die Verarbeitung und die Ausgabe an das Fahrzeug (i.d.R. die Fahrimpulssteuerung) getestet bzw. überwacht werden. Anforderungen an die Fahrsteuerung des RFZ sind in [11] und [12] behandelt.
- In [7] ist für BWS mit Muting-Option ein Hinweissignal für die Aufhebung der Sicherheitsfunktion gefordert. Für das Personenschutzsystem wird empfohlen, am Fahrpult eine Anzeige entweder für den „Aktivmodus“ oder den „Bereitschaftsmodus“ (siehe Abschnitt 3.1) vorzusehen.

Abweichende Ausführungen oder andere zusätzliche sicherheitsrelevante Funktionen sind zulässig, wenn die Festlegungen der Abschnitte 4.3 bis 4.6 eingehalten sind.

4.3 Verhalten im Fehlerfall

4.3.1 Ausgewählte Steuerungskategorie

Die Klassifizierung von Gefahren für Personen durch RFZ in Schmalgängen von Hochregallagern ist ausführlich durch [13] als Beitrag zum Themenschwerpunkt „Gefahrensituation - Beurteilung“ behandelt. Für den durch Abschnitt 1.2 beschriebenen bestimmungsgemäßen Verwendungsbereich wurde das dem Risiko angepasste Anforderungsmaß zum Verhalten im Fehlerfall an das Personenschutzsystem mit Auswahl der *Anforderungskategorie* 2 nach DIN V 19250 bzw. (*Steuerungs-*)**Kategorie 2** nach [14] („**Testung**“) festgelegt.

Nachfolgend sind die für die Kategorie 2 vorgesehenen **Merkmale** aufgeführt, die bei der Entwicklung des Personenschutzsystems einzubeziehen und deren konstruktive Umsetzung durch Prüfung nachzuweisen sind:

- Selbsttätige Fehlererkennung bei zwangsweiser Auslösung der Testung
- Vollständiger Systemtest aller Sicherheits(teil)funktionen bzw. beteiligter Systemeinheiten (Sensoren/Geber, Signalverarbeitung, Auswertung, Steuerung, Abschalteinrichtung) durch:
 - Testeinrichtung (übergeordnete Testschaltung mit unabhängigem Abschaltweg),
 - Selbsttests und Überwachungseinrichtung mit unabhängigem Abschaltweg für Mikroprozessor-Baugruppen; siehe hierzu [15] und [16],
 - Plausibilitätsprüfungen (z.B. von Systemzuständen, Systemvariablen, Signalfolgen und Zeitbedingungen); soweit in der gewählten Technik möglich
- Der zweite unabhängige Abschaltweg ermöglicht eine Abschaltung, auch wenn der Funktions-Abschaltweg ausgefallen ist (rückwirkungsfreie Funktion).
- Übergeordnete Einbindung der Ausgangsschaltenelemente bzw. Weiterverarbeitung der Schaltsignale / Steuerbefehle auf gleichem Sicherheitsniveau (Kategorie 2)!
- Rückführsignale möglichst von Stellteilen aus der Fahrzeugsteuerung (mindestens vom jeweiligen Ausgangsschaltenelement) zur Bewertung der vollständigen Signalverarbeitung und Ausgabe
- Ein aufgetretener Fehler, der die Schutzfunktion aufhebt, wird zu folgenden Testzeitpunkten erkannt:
 - Erster (vollständiger) Test nach Einschalten bzw. Inbetriebnahme des RFZ vor oder mit Einfahren in den Schmalgang
 - Testwiederholung in Zeitabständen von längstens 24 Stunden (zeitgesteuertes Testintervall oder ereignisgesteuerte Testauslösung, z.B. bei Einfahrt in den Schmalgang)
- Die Testeinrichtung bzw. Überwachungsmaßnahmen und andere Systemkomponenten des Personenschutzsystems können nicht gleichzeitig durch einen einzigen Fehler ausfallen.
- Keine zusätzlichen Anforderungen an die Testeinrichtung (ein Ausfall muss nicht bemerkt werden)
- Redundante Systemkomponenten oder -baugruppen werden immer dann verwendet, wenn die Testung als Maßnahme nicht ausführbar oder konstruktiv nicht vorgesehen ist.
- Zur Personenerkennung werden nur BWS eingesetzt, die entweder allein oder zusammen mit der Steuerung des Personenschutzsystems mindestens die Kategorie 2 nach [14] erfüllen, d.h. dem BWS Typ 2 nach [7] entsprechen.
- Verträglichkeit der Bauteile gegenüber Betriebsbeanspruchungen und Umgebungseinflüssen (Anforderung von Kategorie B, siehe auch Abschnitt 4.5)
- Bewährte Sicherheitsprinzipien werden angewendet (z.B. Ruhestromprinzip, Vermeidung des Kurzschlusses durch Abstand, Überdimensionierung u.a., siehe auch [14] 6.2.2).

4.3.2 Zugrunde gelegte Fehler

Das Personenschutzsystem soll in der Lage sein, **alle sicherheitskritischen Ausfälle** durch **einzelne Fehler** ihrer Bauteile, die in den Fehlerlisten von [7] Anhang B und [17] aufgeführt bzw. in [12] Abschnitt 5.8/5.9 genannt sind, in Übereinstimmung mit den Abschnitten 4.3.1 und 4.3.3 zu erkennen und zu beherrschen.

- Systematische Fehler, die durch geeignete Auslegung und Konstruktion vermeidbar sind, werden zusätzlich dann betrachtet, wenn von den Einsatzbedingungen her oder aufgrund der verwendeten Technologie mit solchen Fehlern gerechnet werden muss.
- Betriebsbeanspruchungen, die zur Dejustierung der Sensoren zur Personenerkennung führen, können bei solider, selbstsichernder Befestigungsweise - und ggf. zusätzlichen Schutzmaßnahmen wie Schutzbügel oder Schutzgehäuse - durch Sichtkontrollen und/oder durch Kontrollen der Schutzfeldlage mittels Prüfkörper als organisatorische Maßnahme aufgedeckt werden.
- Der Ausfall einer Anzeige kann ebenso auf organisatorische Weise festgestellt werden. Eine defekte Anzeige ist natürlich umgehend zu ersetzen.

4.3.3 Fehlerbehandlung

- Nach Fehlererkennung hat das Personenschutzsystem unmittelbar einen definierten Fehlerzustand einzunehmen bzw. eine definierte Fehlerreaktion ausführen. Die Testeinrichtung erzeugt darin innerhalb des Schmalganges sofort ein sicherheitsgerichtetes AUS-Schaltensignal und leitet somit den sicheren (**STOPP**) Zustand des RFZ ein. Alternativ kann die Testeinrichtung sicherheitsgerichtet damit reagieren, die Sicherheitsfunktion aufrechtzuerhalten - beispielsweise mit der zwangsläufigen Aktivierung der BWS-Sensoren in beiden Fahrtrichtungen bei Ausfall des Drehgebers für die fahrtrichtungsbezogene Umschaltungsfunktion. Gleichzeitig ist die Fehleranzeige zu aktivieren.

Deckt die Testung einen Fehler außerhalb des Schmalganges auf, so ist die Fehleranzeige sofort aktiv. Unmittelbar bei der Einfahrt des RFZ in einen Gang erfolgt die o.g. Ausschaltfunktion bzw. wird die Sicherheitsfunktion übergeordnet aufrechterhalten.

- Als **Fehleranzeige** ist ein vom Fahrer deutlich wahrnehmbares, eindeutiges Signal vorzusehen; vorzugsweise eine optische Anzeige (siehe Abschnitt 4.4).
- Das Personenschutzsystem darf im Fehlerfall zeit- oder wegstreckenbegrenzt die Fahrt aus dem Regalgang in Kriechgeschwindigkeit freigeben, wenn hierfür eine Überbrückungsschaltung per Schlüsselschalter (mit Berechtigung nur durch die Aufsichtsperson) oder eine gleichwertige technische Maßnahme getroffen wurde. Ein erneutes Einfahren in einen Gang ist zu unterbinden.
- Der durch Fehlererkennung ausgelöste Fehlerstatus und das sicherheitsgerichtete AUS-Schaltsignal dürfen sich nicht ohne vorherige Behebung des Fehlers zurücksetzen lassen, z.B. durch den Quittierbefehl. Nach der Fehlerbehebung ist die Testung vor oder mit der nächsten Gangeinfahrt des RFZ vollständig auszuführen. Es gilt sicherzustellen, dass der Systemstatus durch Aus- und Wiedereinschalten des Fahrzeugbetriebsschalters nicht selbsttätig aus der Fehlerbehandlung in den Normalbetrieb wechselt.
- Ein Ausfall sowie das Ausschalten der Versorgungsspannung hat (schaltungstechnisch nach dem Ruhestromprinzip) dazu zu führen, dass die Ausgangsschaltelemente in den AUS-Zustand übergehen bzw. dort verbleiben.

4.4 Ausrüstung

- Die elektrische Ausrüstung einschließlich der Maßnahmen zum Berührungsschutz wird nach [12] Abschnitt 5 geprüft.
- Es sind Bauteile/Bauelemente zu verwenden, die dem Stand der Technik und anwendbaren Normen entsprechen (z.B. Relais mit zwangsgeführten Kontakten, Leiterplatten gemäß IEC 326 / IEC 249, Optokoppler nach DIN VDE 884, DC/DC-Wandler mit Isolationswerten wie Sicherheitstransformatoren nach IEC 742).
- Leitungen außerhalb des elektrischen Einbauraumes müssen geschützt vor mechanischen Beschädigungen (z.B. im Panzerrohr) verlegt sein. Sensoren bzw. Signalgeber sind am RFZ bzw. in der Regalanlage (ggf. durch ein Schutzgehäuse / einen Schutzbügel o.a.) geschützt vor mechanischer Beschädigung oder anderen Einflüssen anzubringen.
- Die Gestaltung der Anzeigen kann in Anlehnung an DIN EN 981, Entwurf DIN ISO 11429, DIN EN 842, DIN EN 457 und [7] A.7 gewählt werden. Grundlegende Gestaltungsprinzipien sind in [18] 3.6.7 und 5.3 aufgeführt.

4.5 Betriebs- und Umgebungsbedingungen

Die Baugruppen des Personenschutzsystems sind allgemein so auszuwählen, einzubauen und miteinander zu verknüpfen, dass sie den zu erwartenden Betriebs- und Umgebungsbedingungen genügen. Zu diesem Zweck werden auch Überwachungsmaßnahmen (z.B. eine Verschmutzungsüberwachungseinrichtung für BWS-Sensoren) und Maßnahmen zur Störfestigkeit (u.a. der Überspannungsschutz) angewendet. Betriebs- und Umgebungsbedingungen betreffen:

- elektrische Belastung (z.B. Strombelastbarkeit von Leiterbahnen, Schaltvermögen)
- Schalthäufigkeit
- klimatische Bedingungen (Temperaturbereich und Feuchteklasse)
- mechanische Festigkeit (Schock- und Schwingbelastung)
- Fremdkörper- und Wasserschutz (IP-Schutzart)
- elektrische Störeinflüsse (Über- und Unterspannung der Versorgung, Spannungseinbrüche und -unterbrüche, ESD, Felder, leitungsgeführte Störimpulse)
- Verschmutzung / Beschlag
- Hintergrundeinflüsse (z.B. Kontrast oder Abstand zwischen Prüfkörper und Hintergrund)
- Funktionsbeeinflussung durch gleiche oder gleichartige Personenschutzsysteme an anderen RFZ

Der Prüfstelle bleibt es vorbehalten, Einzelprüfungen vorzunehmen. Die Prüfschärfen richten sich dann nach den vom Hersteller angegebenen **Spezifikationen** (System-Grenzdaten). Als Basis zu deren Festlegung kann [1] bzw. [7] dienen. Ohne Einzelprüfungen werden sämtliche Datenangaben der verwendeten Baugruppen (ggf. Bauelemente) zur Beurteilung herangezogen.

- Für die BWS ist die Konformitätsbestätigung zu [7] - ggf. der Prüfbericht - und für das Personenschutzsystem die Konformitätserklärung zum EMV-Gesetz vorzulegen.
- Die Grenzwerte der max. zulässigen Betriebs- und Umgebungsbedingungen des Personenschutzsystems sollten auch in den Fahrbereichen außerhalb der Schmalgänge eingehalten sein.

Anmerkung:

Von CEN/TC 150 „Flurförderzeuge - Sicherheit“ wird zz. ein Entwurf „Flurförderzeuge - Elektromagnetische Verträglichkeit“ als prEN 12895 erarbeitet

Auf Anforderungen und Prüfungen zu lagerspezifischen Einsatzbedingungen kann im Rahmen dieser Empfehlungen allerdings nicht eingegangen werden. Mögliche (zusätzliche) Umgebungseinflüsse im Regallagerbereich sind:

- Fremdstrahlung (z.B. Funk- oder Infrarot-Kommunikationsstrecken)
- Beleuchtung, Sonneneinstrahlung
- Wettereinflüsse an Außentoren
- Staubbelastung
- Umluft aus Heizgebläsen
- Einflüsse durch Lagerwaren oder Ladeeinheiten
- unterschiedliche Bodenreflexionsverhältnisse durch die Fahrspur, reflektierende Regalkonstruktion u.a.m.

- Der Hersteller hat (so vollständig wie möglich) Einschränkungen durch Umgebungs- und Einsatzbedingungen für die Benutzbarkeit des Personenschutzsystems anzugeben! Sensorbedingte Einschränkungen sind von den Benutzerinformationen der BWS zu übertragen! Im Anwendungseinzelfall ist dann die Verwendung abzuwägen!

Anmerkung:

Zum Thema „Verfügbarkeit“ und „Probleme“ von BWS in verschiedenen Sensortechnologien sind im Aufsatz [9] einige Beispiele genannt.

4.6 Manipulationsschutz

Maßnahmen zum Manipulationsschutz sollen sicherstellen, dass das Personenschutzsystem bzw. dessen Schutzwirkung nicht auf einfache Weise umgangen werden kann.

- Diese Forderung ist dann erfüllt, wenn Gehäuse nur unter Zuhilfenahme von Werkzeug zu öffnen sind, der Zugriff auf Konfigurationsschnittstellen geschützt ist, für den Betreiber keine eigenschaftsverändernden Einstelleinrichtungen¹ vorhanden sind und Sensoren und Signalgeber im eingebauten Zustand in ihrer Funktion nicht von Hand oder mit einfachen Hilfsmitteln² beeinflusst werden können. Deren Manipulation ist spätestens zum nächsten Testzeitpunkt zu erkennen und wie ein Fehler (vgl. Abschnitt 4.3.3) zu behandeln. Beim Einsatz funktionsreduzierender Baugruppen/Bauelemente soll ein geeigneter Schutz gegen gleichzeitiges Umgehen vorhanden sein.

Hinweis zu 1:

Hierzu zählen nicht Bauelemente zum Systemabgleich (bei der Fertigungsendkontrolle oder Auslieferung) durch den Hersteller, wenn diese gehäuseintern angeordnet und versiegelt sind.

Hinweis zu 2:

Einfache Hilfsmittel sind z.B. einfache Werkzeuge, Stifte, Draht, Magnete, Klebestreifen, Abdeckflächen, Spiegel/Reflektoren, Putzlappen, Tüten/Taschen etc.

- Der Quittier- bzw. Wiederanfahrbefehl darf nicht durch Festsetzen des Tasters (dauerhaft) ausgelöst sein.
- Durch weitere Schutzeinrichtungen, NOT-AUS-Einrichtungen, Schlüsselschalter o.ä. am Fahrzeug darf das Personenschutzsystem nicht außer Betrieb gesetzt werden können.

4.7 Prüfunterlagen / Dokumentation, Baumuster

Zur Prüfung des Personenschutzsystems sind folgende Unterlagen erforderlich:

- Technische Daten des Personenschutzsystems
- Beschreibung der Bau- und Funktionsweise einschl. Funktionsblockschaltbild, welches das Zusammenwirken aller Baugruppen erläutert, und Darstellungen (z.B. Zustandsgraph und Zeit-Liniendiagramm) des Ablaufverhaltens
- Übersichtsplan über die Anordnung von Komponenten zur Gangerkennung im Lagersystem und Sensorumschaltung am RFZ
- Maßskizze zur Anbringung von Sensoren zur Personenerkennung und Dimensionierung/Konfiguration von Schutzfeldern
- Prüfzeugnis für BWS, Spezifische Daten/Kennwerte der BWS (Detektionsprinzip, Messgröße, Detektionsparameter, Ansprechempfindlichkeit, Auflösungsvermögen, Genauigkeit, Schutzfeldabmessung des einzelnen Sensors, Reaktionszeit)
- Beschreibung der ausgewählten Maßnahmen zur Gewährleistung des Sicherheitsniveaus des Personenschutzsystems - Kategorie 2 nach [14] - d.h. Maßnahmen zur Fehlervermeidung im Systemlebenszyklus und Fehlerbeherrschung zur Systemlaufzeit; vgl. [15] und [16]
- EMV-Konformitätserklärung, Übersicht zum EMV-Konzept
- Schaltpläne aller Baugruppen
- vollständige Stücklisten und Bestückungspläne
- Datenblätter, ggf. Bestätigungen des Herstellers zur Beschaffenheit von Bauteilen
- Leiterplattenlayouts und -muster
- Verkabelungs- und Anschlussplan
- Programmdokumentation bei Verwendung programmierbarer Steuerungen; (Programmübersicht mit Funktions- und Ablaufdarstellung, kommentierte Anweisungs- bzw. Codeliste)
- Betriebsanleitung nach Abschnitt 4.8.3

Für die Prüfung sind i.d.R. zwei Baumuster bereitzustellen. Zur Prüfung des Verhaltens im Fehlerfall muss eine Ausführung so vorbereitet sein, dass alle Bauelemente leicht zugänglich sind. Integrierte Schaltkreise (IC's) sind steckbar auszuführen.

4.8 Benutzerinformation

Die Benutzerinformation hat alle erforderlichen sicherheitstechnischen Hinweise für die bestimmungsgemäße Verwendung zu enthalten. Eine Bewertung erfolgt anhand der Anforderungen in [18] Abschnitt 5 und [7] Abschnitt 6.

4.8.1 Kennzeichnung

Für eine eindeutige Identifikation ist am Systemgehäuse (widerstandsfähig!) zumindest zu kennzeichnen:

- Name und Anschrift des Herstellers
- Typbezeichnung
- Serienbezeichnung, Seriennummer, Baujahr
- Bemessungsspannung (Versorgungsspannungsbereich) und Anschlussleistung
- Bezeichnung der IP-Schutzart
- Reaktionszeit
- Bezeichnung der „Kategorie 2 nach EN 954 - 1“ (empfohlen)

4.8.2 Montageanleitung

Die Montageanleitung hat insbesondere zu enthalten:

- Verwendungsbereich; d.h. Lagersysteme, Fahrzeugtypen und -ausführungen
- Voraussetzungen für die Installation von Baugruppen (Einbauweise, erforderlicher Freiraum, notwendige konstruktive Schutzmaßnahmen u.a.m.)
- alle erforderlichen Bemaßungen zur Montage der Baueinheiten (z.B. der Sensoren zur Personenerkennung, der Fahrzeugerkennungssensoren zur Gangerkennung)
- Daten über die elektrische Ausrüstung und Anschlussbedingungen
- Schaltplan mit sämtlichen Schnittstellen und Einbindungspunkten in die Fahrzeugsteuerung
- Liste der zu verwendenden Leitungen (Art, Mindestquerschnitt) und Vorgaben zur Leitungsverlegung
- ausführliche Installationsanleitung
- alle Daten und besondere Maßnahmen zum Einrichten der Schutzfelder
- Verfahren der (Erst)Inbetriebnahmeprüfung
- Installationsbericht mit allen Schutzfelddaten, Systemparametern und Ergebnissen der Inbetriebnahmeprüfung

4.8.3 Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung hat insbesondere zu enthalten:

- Beschreibung der abgesicherten Gefährdungen und der eindeutigen Verwendung
- Beschreibung der Betriebsarten und Systemfunktionen
- Hinweise für den sicheren Gebrauch
Erklärung der Anzeigen und Bedienelemente
Verhalten von Fahrer und Fußgängern bei Auslösen der Schutzfunktion
Verhalten von Fahrer und Aufsichtsperson bei Systemfehlern und -störungen
- Darstellung der eingestellten Schutzfelder (Überwachungsbereiche)
- Daten der zulässigen Betriebs- und Umgebungsbedingungen
- Benennung funktionseinschränkender Einwirkungen bzw. unzulässiger Anwendungen
- Anweisung der erforderlichen Schutzmaßnahmen beim Beheben von Störungen, bei der Fehlersuche und Instandsetzung
- Anleitung zu Systemprüfungen und (Sicht-)Kontrollen; einschl. Muster eines Abnahmeprotokolls
- allgemeine Wartungs- und Pflegehinweise

4.9 Wiederkehrende Prüfung

- Personenschutzsysteme als Sicherheitseinrichtung am RFZ sind, wie [3] § 37 fordert, in Abständen von längstens einem Jahr durch einen Sachkundigen zu überprüfen.

Die Anleitung des Herstellers zu den Einzelprüfungen des Personenschutzsystems soll alle Systemfunktionen und den Zustand der Ausrüstung umfassen. Über die Ergebnisse der Prüfungen ist ein Nachweis zu führen.

- Zusätzlich sind regelmäßige (Sicht)Kontrollen zum Zustand der Bauteile, d.h. zu erkennbaren Mängeln (Anforderung nach [3] § 9), durchzuführen. Ein besonderer Prüfpunkt soll die mögliche Dejustierung und Beschädigung von BWS-Sensoren am RFZ sein.
- Jede Instandsetzung und jeder Systemeingriff ist nach den Vorgaben der Inbetriebnahmevorschriften zu überprüfen.

5 Literatur

- [1] Meffert, K.: Empfehlungen für die Prüfung von Schutz- und Steuereinrichtungen für Maschinen und Anlagen. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 310 220. In: BIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 9. Lfg. IV/88. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1985 - Losebl.-Ausg.
- [2] Unfallverhütungsvorschrift „Allgemeine Vorschriften“ (BGV A1, früher VBG 1, Fassung 1. Oktober 1984). Carl Heymanns, Köln 1984
- [3] Unfallverhütungsvorschrift „Flurförderzeuge“ (BGV D27, früher VBG 36, Ausgabe 1. Juli 1995). Carl Heymanns, Köln 1995
- [4] Prüfgrundsätze: Stationäre Personenschutzsysteme (GS-FL-01, 10.96). Hrsg.: Großhandels- und Lagerei-Berufsgenossenschaft, Fachausschuss Fördermittel und Lastaufnahmemittel, Mannheim 1996
- [5] DIN 15185 Teil 2: Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (03.93). Beuth, Berlin 1993
- [6] Trabold, R.-J.: Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen. Unfall-stop (1997) Nr. 1, S. 13-17
- [7] E DIN EN 61496: Sicherheit von Maschinen; Berührungslos wirkende Schutzvorrichtungen, Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Schlussentwurf 1997). Beuth, Berlin 1997
- [8] Bömer, T.; Reinert, D.: Empfehlungen für die Prüfung scannender opto-elektronischer Taster. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 310 242. In: BIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 27. Lfg. VI/96. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1985 - Losebl.-Ausg.
- [9] Grigulewitsch, W. : Moderne Sensorik in der Sicherheitstechnik. Die BG (1994) Nr. 3, S. 191-197
- [10] Kreuzkamp, F.; Hertel, W.: Zeitbegrenztes Aufheben von Sicherheitsfunktionen während des Arbeitsprozesses, Sicherheitstechnische Anforderungen und Schaltungsbeispiele. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 330 214. In: BIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 19. Lfg. X/92. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1985 - Losebl.-Ausg.
- [11] E DIN EN 1526: Sicherheit von Flurförderzeugen, zusätzliche Anforderungen für automatische Funktionen von Flurförderzeugen (Schlussentwurf 03.97). Beuth, Berlin 1997
- [12] E DIN EN 1175: Sicherheit von Maschinen; Elektrische Anforderungen für Flurförderzeuge. Teil 1: Allgemeine Anforderungen für Flurförderzeuge mit batterieelektrischem Antrieb (E 02.95). Beuth, Berlin 1995
- [13] Trabold, R.-J.; Reinert, D.: Klassifikation von Risiken. Personenschutzsysteme in Schmalganglagern. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 320 120. In: BIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 36. Lfg. XII/99. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1985 - Losebl.-Ausg.
- [14] DIN EN 954: Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen. Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze (03.97). Beuth, Berlin 1997
- [15] IEC 1508 Teil 1 - 7: Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, Drafts 1996-1997. International Electrotechnical Commission, Genf
- [16] Reinert, D.; Reuß, G.: Sicherheitstechnische Beurteilung und Prüfung mikroprozessorgesteuerter Sicherheitseinrichtungen. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 310 222. In: BIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 17. Lfg. X/91. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1985 - Losebl.-Ausg.
- [17] Grigulewitsch, W.; Meffert, K.; Reuß, G.: Fehlerliste für elektrische Bauelemente, Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 340 220. In: BIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. 7. Lfg. VI/87 und 13. Lfg. XI/89. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1985 - Losebl.-Ausg.
- [18] DIN EN 292: Sicherheit von Maschinen; Grundbegriffe; Allgemeine Gestaltungsgrundsätze. Teil 2: Technische Grundsätze und Spezifikationen (06.95). Beuth, Berlin 1995
- [19] Grundsätze für die Prüfung von Flurförderzeugen (BGG 918, früher ZH 1/306) (10.96). Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Fachausschuss Fördermittel und Lastaufnahmemittel. Carl Heymanns, Köln 1996
- [20] DIN 15184: Flurförderzeuge für die Regalbedienung, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung (07.91). Beuth, Berlin 1991

6 Bildverzeichnis

- Bild 1** Modernes Regallager
Bild 2 Kommissionierstapler im Schmalgang eines Regallagers
Bild 3 (a,b,c) Aktive Sensoren zur Personenerkennung in Abhängigkeit von der Fahrtrichtung und Lastaufnahmemittelposition
Bild 4 Prüfkörper für die Prüfung von Personenschutzsystemen am Flurförderzeug
Bild 5 Kommissionierer an einem Regalfach (hier nachgestellt)
Bild 6 Gangerkennung: Systemaktivierung bei Rückwärtseinfahrt
Bild 7 Gangerkennung: Systemdeaktivierung am Gangende in Kombination mit einer Kriechfahrtschaltung oder der Gangendsicherung
Bild 8 Gangerkennung: Systemdeaktivierung bei Vorwärtsausfahrt

7 Anhang: Bilder



Bild 1



Bild 2

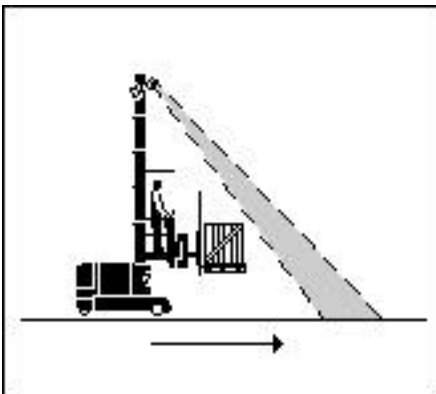


Bild 3a

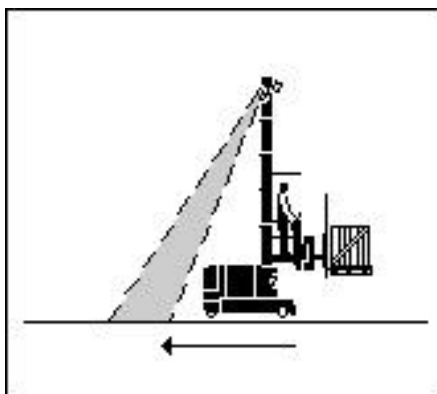


Bild 3b

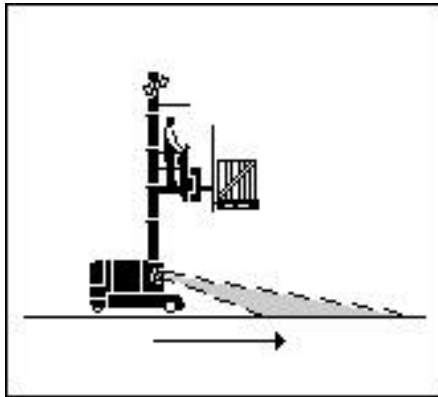


Bild 3c

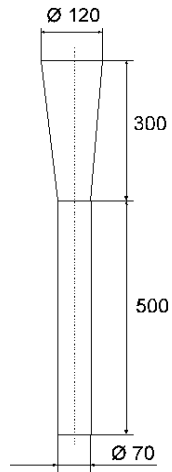


Bild 4



Bild 5

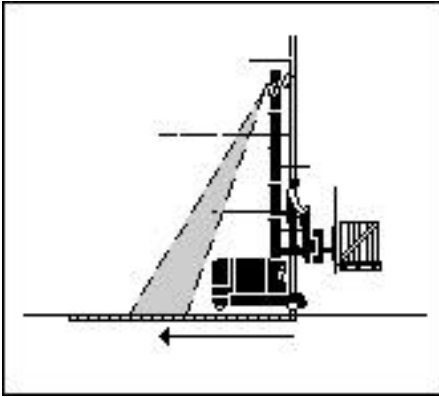


Bild 6

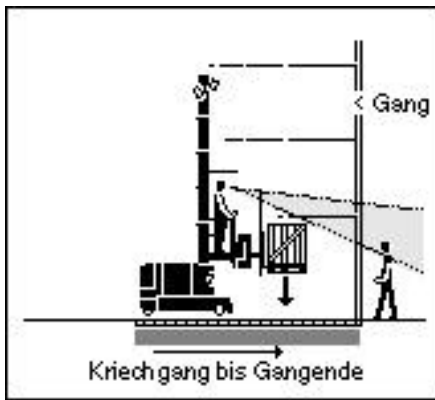


Bild 7

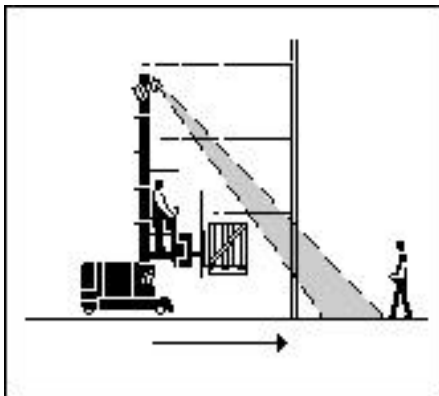


Bild 8