Personentransportanlage mit Objekterkennungsvorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Personentransportanlage in Form einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Personentransportanlage.

Fahrtreppen und Fahrsteige werden dazu eingesetzt, Personen innerhalb von Bauwerken oder Gebäuden zu transportieren. Fahrtreppen, welche teilweise auch als Rolltreppen bezeichnet werden, dienen dazu, die Personen entlang geneigter Fahrwege zwischen unterschiedlichen Höhenniveaus, insbesondere zwischen unterschiedlichen Stockwerken, zu befördern. Hierzu umfasst die Fahrtreppe ein Transportband in Form eines Stufenbandes, bei dem mehrere Tritteinheiten in Form von Trittstufen in Fahrtrichtung hintereinander miteinander gekoppelt sind und umlaufend entlang eines stark geneigten Verfahrwegs verlagert werden können. Ein Fahrsteig wird im Gegensatz hierzu dazu eingesetzt, Personen entlang horizontal verlaufender Fahrwege oder allenfalls leicht geneigter Fahrwege zu transportieren. Der Fahrsteig verfügt hierzu über ein Transportband in Form eines Palettenbandes, bei dem mehrere Tritteinheiten in Form von Paletten miteinander gekoppelt sind und umlaufend entlang eines nicht oder nur geringfügig geneigten Verfahrwegs verlagert werden können. Der Verfahrweg erstreckt sich zwischen zwei Zugangsbereichen der Personentransportanlage an entgegengesetzten Enden des Verfahrwegs. Über die Zugangsbereiche können Personen zu dem Transportband gelangen, um dann auf eine der Trittstufen bzw. Paletten zu steigen.

In den Zugangsbereichen grenzt eine stationär fixierte Bodenplatte mitsamt einer daran angebrachten und ebenfalls stationären Kammplatte an das bewegbare Transportband. Eine Linie, entlang derer das Transportband hierbei an die Kammplatte angrenzt und an der die sich bewegenden Tritteinheiten relativ zur stationären Kammplatte einlaufen bzw. auslaufen, wird als Kammschnittlinie bezeichnet.

Aufgrund dieser gerätetypischen Auslegung können sich Objekte wie beispielsweise ein Kleidungsstück, ein Schuh oder ähnliches oder auch Abfall wie z.B. eine weggeworfene Flasche, Dose, etc. in einem Übergangsbereich angrenzend an der Kammschnittlinie ansammeln. Es wurde beobachtet, dass hierbei potenziell gefährliche Situationen auftreten können. Insbesondere kann das Objekt zwischen der Trittstufe bzw. Palette und der Kammplatte eingeklemmt werden oder vor der Kammplatte liegenbleiben und beispielsweise als Stolperfalle

wirken. Hierdurch kann es potenziell zu Beschädigungen an dem Objekt oder schlimmstenfalls sogar zu Verletzungen bei Passagieren kommen. Ferner können potenziell erhebliche Schäden an der Fahrtreppe bzw. dem Fahrsteig entstehen.

Es wurde daher angedacht, den Übergangsbereich angrenzend an die Kammschnittlinie bei Fahrtreppen oder Fahrsteigen auf eine Präsenz von unerwünschten Objekten hin zu überwachen. Beispielsweise wird in der EP 3 299 330 B1 ein Detektieren eines Eingriffszustands zwischen einer Stufe und einer Kammplatte einer Personenbeförderungsanlage beschrieben. Allerdings wurde erkannt, dass herkömmliche Ansätze zum Überwachen des genannten Übergangsbereichs hinsichtlich einer hierfür einzusetzenden Hardware und/oder Software aufwendig sein können. Die WO2015/090764 A1 beschreibt verschiedene Anordnungen von Überwachungssensoren im Förderbereich einer Fahrtreppe, um Personen aus einer möglichst idealen Position heraus, zu überwachen.

Es kann daher unter anderem ein Bedarf an einer Personentransportanlage in Form einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs bestehen, bei der der Übergangsbereich in vereinfachter Weise, insbesondere mit geringen Anforderungen an eine bereitzustellende Hardware und/oder Software, auf eine Präsenz von unerwünschten Objekten hin überwacht werden kann. Ferner kann ein Bedarf an einem Verfahren zum Betreiben einer solchen Personentransportanlage bestehen, mithilfe dessen der Übergangsbereich in vorteilhafter Weise auf die Präsenz von unerwünschten Objekten hin überwacht werden kann, insbesondere mit geringem Aufwand und/oder hoher Zuverlässigkeit.

Einem solchen Bedarf kann mit den Gegenständen gemäss den unabhängigen Patentansprüchen entsprochen werden. Vorteilhafte Ausführungsformen sind sowohl in den abhängigen Ansprüchen als auch in der nachfolgenden Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt.

Gemäss einem ersten Aspekt wird eine Personentransportanlage in Form einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs beschrieben, wobei die Personentransportanlage einen Übergangsbereich aufweist, an dem ein bewegbares Transportband der Personentransportanlage an eine stationäre, mit einer Kammplatte versehene Bodenplatte der Personentransportanlage angrenzt. Die Personentransportanlage weist zudem eine Objekterkennungsvorrichtung zum Erkennen von Objekten in einem Überwachungsvolumen auf. Das Überwachungsvolumen ist durch

Vertikalabmessungen, Längshorizontalabmessungen und Querhorizontalabmessungen definiert. Das Überwachungsvolumen ist mit einem definierten Vertikalabstand zu einer Trittflächen-Ebene beabstandet und oberhalb dieser Trittflächen-Ebene, in dem Übergangsbereich lokalisiert. In der Trittflächen-Ebene erstreckt sich eine nach oben gerichtete Oberfläche einer Trittfläche von einer an die Kammplatte angrenzenden Tritteinheit des Transportbandes. Die Objekterkennungsvorrichtung ist dazu konfiguriert und derart an der Personentransportanlage angeordnet, um das Überwachungsvolumen berührungslos und dreidimensional hinsichtlich einer Position und einer Erstreckung von wenigstens einem darin befindlichen Objekt zu überwachen und umgebende Nachbarvolumina ausserhalb des Überwachungsvolumens von der Überwachung auszunehmen. Das Merkmal «Nachbarvolumina ausserhalb des Überwachungsvolumens» umfasst die gesamte, nicht zum Überwachungsvolumen gehörende Volumina, die das Überwachungsvolumen umgibt. Dazu zählt insbesondere auch das Nachbarvolumen, welches durch den definierten Vertikalabstand geschaffen, unterhalb des Überwachungsvolumens und somit zwischen dem Überwachungsvolumen und der Trittflächen-Ebene beziehungsweise Transportband und/oder Kammplatte vorhanden ist. Das Merkmal «lokalisiert» bedeutet einerseits, dass die Ausdehnungen des Überwachungsvolumens räumlich eingegrenzt beziehungsweise definiert sind und andererseits, dass das Überwachungsvolumen eine definierte räumliche Position oberhalb der Trittflächen-Ebene im Übergangsbereich einnimmt, beziehungsweise mit definierter räumlicher Position im Übergangsbereich angeordnet ist.

Gemäss einem zweiten Aspekt wird ein Verfahren zum Betreiben einer Personentransportanlage gemäss einer Ausführungsform des ersten Aspekts der Erfindung beschrieben. Das Verfahren umfasst dabei ein berührungsloses und dreidimensionales Überwachen des Überwachungsvolumens unter Einhaltung eines definierten Vertikalabstandes des Überwachungsvolumens zu einer Trittflächen-Ebene hinsichtlich einer Position und einer Erstreckung von wenigstens einem im Überwachungsvolumen befindlichen Objekt, wobei Nachbarvolumina ausserhalb des Überwachungsvolumens von der Überwachung ausgenommen werden.

Einleitend soll eine Grundidee zu Ausführungsformen der hierin beschriebenen Erfindung kurz erläutert werden, wobei diese Erläuterung als lediglich grob zusammenfassend und die Erfindung nicht einschränkend auszulegen ist:

Wie weiter oben bereits angedeutet soll ein Übergangsbereich angrenzend an die Kammschnittlinie zwischen der stationären Kammplatte und dem sich bewegenden Transportband auf eine Präsenz von unerwünschten Gegenständen hin überwacht werden. Hierzu wurden herkömmlich meist Kamerasysteme eingesetzt, mit denen der Übergangsbereich visuell aufgenommen wurde. Beispielsweise ist in der eingangs erwähnten EP 3 299 330 B1 ein Ansatz beschrieben, bei dem ein Eingriff zwischen Zähnen der Kammplatte einerseits und Nuten in der Trittfläche des Transportbandes andererseits überwacht werden soll, um beispielsweise gebrochene Zähne erkennen zu können.

Allerdings wurde festgestellt, dass eine Auswertung von Bildern, die mit herkömmlich eingesetzten Kamerasystemen aufgenommen wurden, sehr aufwendig sein kann. Insbesondere wurde es als schwierig erkannt, einerseits zwischen dem sich bewegenden Transportband und der stationären Kammplatte und Bodenplatte und andererseits zwischen sich relativ sowohl zu dem Transportband als auch zu der Kammplatte bewegenden Gegenständen zu unterscheiden und dass hierfür eine oft sehr aufwändige Bildverarbeitung und Bildanalyse benötigt wird. Mit anderen Worten ausgedrückt, kann bei der Überwachung des Übergangsbereiches insbesondere die Miterfassung bewegender Bauteile der Personentransportanlage die Qualität der Detektionssignale (Aufnahmequalität der Bilder, Frames) beeinträchtigen, deren Datenmenge erhöhen und deren Auswertung erschweren.

Mit dem hierin dargestellten Ansatz wird vorgeschlagen, eine spezielle Objekterkennungsvorrichtung zum Überwachen des Übergangsbereichs einzusetzen. Diese Objekterkennungsvorrichtung ist speziell dazu konfiguriert, lediglich ein begrenztes Überwachungsvolumen hinsichtlich darin befindlicher Objekte zu überwachen und angrenzende Nachbarvolumina gezielt von der Überwachung auszunehmen. Dabei ist die Objekterkennungsvorrichtung insbesondere derart konfiguriert, dass sich das Überwachungsvolumen zumindest geringfügig oberhalb einer von dem Transportband gebildeten Trittflächen-Ebene befindet. Anders ausgedrückt soll das Überwachungsvolumen gezielt nicht bis an die sich bewegenden Komponenten des Transportbandes heranreichen bzw. diese umfassen, sondern mit einem zumindest geringfügigen, definierten Vertikalabstand zu diesen beabstandet sein. Ferner ist die Objekterkennungsvorrichtung dazu konfiguriert, in dem Überwachungsvolumen eine Position und einer Erstreckung von darin befindlichen Objekten berührungslos und dreidimensional zu überwachen. Beispielsweise kann hierzu eine 3D-Kamera, ein 3D-Lidarsystem oder ein 3D-Laserscanner eingesetzt werden.

Dadurch, dass das von der Objekterkennungsvorrichtung überwachte Überwachungsvolumen mit einem definierten Vertikalabstand oberhalb des Transportbandes lokalisiert ist, kann erreicht werden, dass von der Objekterkennungsvorrichtung aufgenommene Detektionsdaten nicht durch einen Einfluss des sich bewegenden Transportbandes gestört werden bzw. schwierig auszuwerten sind. Insbesondere im Falle einer Überwachung mit einer Objekterkennungsvorrichtung in Form einer 3D-Kamera, eines 3D-Lidarsystems oder eines 3D-Laserscanners können aufgenommene Bilddaten bzw. allgemein Erfassungsdaten somit lediglich Objekte innerhalb des Überwachungsvolumens aufnehmen, ohne dass das sich darunter befindliche Transportband oder gegebenenfalls Teilbereiche der Kammplatte und der angrenzenden Bodenplatte ebenfalls aufgenommen würden und eine Auswertung der Daten erschweren würden. Zudem ragen Objekte mit geringer Höhe wie beispielsweise ein Taschentuch oder ein Kartonstück, das keine Gefahr für Benutzer und die Personentransportanlage darstellt, nicht in das Überwachungsvolumen hinein. Somit werden solche auf dem Transportband liegende Objekte nicht erkannt und führen nicht zu einer Ausgabe eines Triggersignals, um den Betriebsmodus der Personentransportanlage zu ändern.

Insgesamt kann hierdurch eine Erkennung von unerwünschten Objekten in dem Übergangsbereich nahe der Kammplatte deutlich vereinfacht werden. Als definierter Vertikalabstand kann einerseits ein zeitbezogen stets gleicher Abstand zur Trittflächen-Ebene verstanden werden. Andererseits ist es auch möglich, den definierten Vertikalabstand während der Durchführung des Überwachungsverfahrens in den weiter unten angegebenen Grenzen zu variieren (durchscannen des Überwachungsvolumens in vertikaler Richtung).

Nachfolgend werden mögliche Ausgestaltungen und Vorteile von Ausführungsformen der Personentransportanlage sowie das zum Betreiben der Personentransportanlage einsetzbare Verfahren in genaueren Einzelheiten beschrieben.

Die Objekterkennungsvorrichtung der hierin vorgeschlagenen Personentransportanlage ist speziell dazu konfiguriert, Objekte innerhalb eines räumlich begrenzten Überwachungs-volumens erkennen zu können. Dabei kann die Objekterkennungsvorrichtung Objekte berührungslos erkennen. Eine Objekterkennung erfolgt dabei abhängig davon, ob ein Objekt sich zumindest teilweise innerhalb oder vollständig ausserhalb des Überwachungsvolumens befindet.

Hierzu ist die Objekterkennungsvorrichtung beispielsweise in der Lage, auf ein das Überwachungsvolumen umfassendes grösseres Gesamtvolumen gerichtet zu sein, aber lediglich Daten aufzunehmen, die eine Präsenz eines Objektes oder Teile eines Objektes innerhalb des Überwachungsvolumens wiedergeben, wohingegen keine Daten aufgenommen werden, welche eine Präsenz von Objekten ausserhalb des Überwachungsvolumens wiedergeben, bzw. solche Daten ignoriert werden. Zu diesem Zweck ist die Objekterkennungsvorrichtung dazu eingerichtet, Überwachungsdaten, welche eine Präsenz von Objekten in seiner Umgebung wiedergeben, dreidimensional, das heisst räumlich, aufzunehmen. Insbesondere ist die Objekterkennungsvorrichtung dazu konfiguriert, lediglich Objekte, die sich innerhalb eines vorbestimmten Überwachungsvolumens befinden bzw. in dieses Überwachungsvolumen hineinragen, als potenziell kritische bzw. unerwünschte Objekte zu detektieren. Dabei kann die Objekterkennungsvorrichtung sowohl eine Position als auch eine räumliche Erstreckung eines solchen Objekts anhand der von ihr aufgenommenen Überwachungsdaten erkennen.
Dabei kann die Objekterkennungsvorrichtung dazu konfiguriert sein, die Überwachungsdaten auf verschiedene Weise aufzunehmen. Beispielsweise können Überwachungsdaten optisch, akustisch, elektromagnetisch oder in einer anderen berührungslosen Weise aufgenommen werden. Insbesondere eine Objekterkennungsvorrichtung, welche zur optischen Überwachung beispielsweise mittels sichtbarem Licht oder infrarotem Licht ausgebildet ist, kann bevorzugt sein.

Beispielsweise kann gemäss einer Ausführungsform die Objekterkennungsvorrichtung eine 3D-Kamera, ein 3D-Lidarsystem und/oder einen 3D-Laserscanner zum Überwachen des Überwachungsvolumens umfassen.

Solche Objekterkennungsvorrichtungen können das Überwachungsvolumen optisch, d.h. visuell, überwachen und dabei auch Relativpositionen, insbesondere Abstände, zwischen einem in dem Überwachungsvolumen befindlichen Objekt und der Objekterkennungsvorrichtung ermitteln. Aufgrund derart ermittelter Informationen kann unter anderem erkannt werden, ob sich das Objekt innerhalb oder ausserhalb des Überwachungsvolumens befindet und, falls nötig, auch an welcher Position innerhalb des Überwachungsvolumens sich das Objekt aktuell befindet und/oder welche Abmessungen das Objekt besitzt. Ausserdem kann erkannt werden, in welche Richtung und/oder mit welcher Geschwindigkeit das Objekt sich aktuell bewegt.

Eine 3D-Kamera kann dreidimensionale Bilder einer überwachten Umgebung detektieren. Hierzu können verschiedene Techniken eingesetzt werden. Beispielsweise können Kameras eingesetzt werden, die Distanzen mittels eines Laufzeitverfahrens messen können (sogenannte TOF-Kamera; englisch: Time Of Flight). Dabei kann die Umgebung beispielsweise mithilfe von Lichtpulsen ausgeleuchtet werden und die Kamera kann dann für jeden erfassten Bildpunkt bzw. jedes Pixel ermitteln, wie lange der ausgesendete Lichtpuls benötigt, um nach Reflexion an einem Objekt wieder zurück zu einem in der Kamera vorgesehenen Detektor zu gelangen. Somit wird für jeden Bildpunkt eine Entfernung zu dem aufgenommenen Objekt ermittelt.

In ähnlicher Weise kann ein 3D-Lidarsystem zur Bestimmung von Entfernungen durch Anvisieren eines Objekts oder einer Oberfläche mit einem Laser und Messen der Zeit, die das reflektierte Licht benötigt, um zum Empfänger zurückzukehren, eingesetzt werden. Lidar (ein Akronym für "light detection and ranging") kann in einer festen Richtung (z.B. vertikal) arbeiten oder mehrere Richtungen abtasten; in diesem Fall spricht man auch von Lidar-Scanning oder 3D-Laserscanning, einer speziellen Kombination aus 3D-Scanning und Laser-Scanning.

Aufgrund ihrer Fähigkeit, Positionen von Objekten innerhalb eines überwachten Bereichs dreidimensional ermitteln zu können, kann die Objekterkennungsvorrichtung speziell dazu eingerichtet sein, lediglich das räumlich begrenzte Überwachungsvolumen hinsichtlich einer Präsenz eines darin befindlichen Objekts zu überwachen, ohne dabei auch ausserhalb des Überwachungsvolumens befindliche Nachbarvolumina zu überwachen. Das Überwachungsvolumen wird dabei durch Vertikalabmessungen, Längshorizontalabmessungen und Querhorizontalabmessungen, welche in drei zueinander orthogonal verlaufenden Richtungen angenommen werden, definiert. Die Vertikalabmessungen beziehen sich hierbei auf eine Vertikalrichtung, die Längshorizontalabmessungen beziehen sich auf eine Längsrichtung parallel zu einer Längserstreckungsrichtung und Bewegungsrichtung des Transportbandes innerhalb des Übergangsbereichs der Personentransportanlage und die Querhorizontalabmessungen beziehen sich auf eine Querrichtung orthogonal sowohl zu der Längsrichtung als auch zu der Vertikalrichtung.

Das Überwachungsvolumen kann hierbei quaderförmig sein, d.h. als Vertikalabmessung eine konstante Dicke, als Längshorizontalabmessung eine konstante Länge und als Querhorizontalabmessung eine Konstante Breite aufweisen. Alternativ kann das Überwachungsvolumen aber auch andere Formen bzw. Konturen aufweisen, beispielsweise mit

verrundeten Kanten und/oder Ecken, konkaven oder konvexen Oberflächen, oder ähnlichem.

Gemäss einer Ausführungsform ist das Überwachungsvolumen horizontal zwischen und jeweils mit einem Querhorizontalabstand beabstandet zu Seitenbegrenzung-Ebenen, in denen sich an gegenüberliegenden Seiten des Übergangsbereichs jeweils einander gegenüberliegende Oberflächen von Seitenbegrenzungselementen der Personentransportanlage erstrecken, lokalisiert.

Anders ausgedrückt, soll das Überwachungsvolumen vorzugsweise nicht nur vertikal nach unten hin zu dem Transportband beabstandet ausgebildet sein, sondern auch horizontal in einer Richtung parallel zu der Querhorizontalabmessung des Überwachungsvolumens von Seitenbegrenzungselementen beabstandet sein. Der entsprechende Abstand wird hierin als Querhorizontalabstand bezeichnet und sollte ähnlich wie beim weiter oben genannten definierten Vertikalabstand ausreichend gross gewählt sein, dass die Objekterkennungsvorrichtung beim Überwachen des Überwachungsvolumens nicht durch die Seitenbegrenzungselemente gestört wird, da diese sich ausserhalb von und beabstandet zu dem Überwachungsvolumen befinden.

Seitenbegrenzungselemente können dabei seitlich an das Transportband sowie an die Kammplatte und die Bodenplatte angrenzen und sich dabei beispielsweise parallel zu dem Transportband erstrecken. Als Seitenbegrenzungselemente können in diesem Zusammenhang beispielsweise Balustradensockel von sich an beiden Seiten der Fahrtreppe bzw. des Fahrsteigs erstreckenden Balustraden angesehen werden.

Gemäss einer Ausführungsform erstreckt sich in einer Bodenplatten-Ebene eine nach oben gerichtete Oberfläche einer Trittfläche einer Bodenplatte, welche an die Kammplatte angrenzt. Dabei ist der definierte Vertikalabstand zwischen der Trittflächen-Ebene und dem Überwachungsvolumen grösser als ein Abstand zwischen der Trittflächen-Ebene und der Bodenplatten-Ebene.

Mit anderen Worten soll das Überwachungsvolumen vorzugsweise derart ausgestaltet und lokalisiert sein, dass es nicht nur zu der nach oben gerichteten Oberfläche der Trittfläche einer Tritteinheit des sich bewegenden Transportbandes beabstandet ist, sondern auch zu der nach oben gerichteten Oberfläche der Trittfläche der an das Transportband und die Kammplatte

angrenzenden Bodenplatte beabstandet ist. Anders ausgedrückt soll der definierte Vertikalabstand zwischen dem Überwachungsvolumen und der Oberfläche der Trittfläche an dem Transportband derart gewählt sein, dass das Überwachungsvolumen auch zu der Oberfläche der Trittfläche der Bodenplatte, welche typischerweise vertikal über die Oberfläche des Transportbandes hinausragt bzw. weiter oben als diese verläuft, beabstandet ist.

Dementsprechend ist das Überwachungsvolumen so gewählt, dass weder Teile des sich bewegenden Transportbandes noch Teile der stationären Bodenplatte in das Überwachungsvolumen hineinragen. Hierdurch kann erreicht werden, dass weder Reflexionen an dem Transportband noch Reflexionen an der Bodenplatte eine Überwachung des Übergangsbereichs stören.

Gemäss einer Ausführungsform ist der definierte Vertikalabstand zwischen 1 mm und 100 mm, vorzugsweise zwischen 3 mm und 50 mm. Es wurde einerseits erkannt, dass ein derart definierter Vertikalabstand dafür sorgt, dass mit ausreichender Sicherheit vermieden wird, dass Reflexionen an der Oberfläche des Transportbandes die Überwachung stören oder vernachlässigbar kleine Objekte, die sich auf dem Transportband befinden, als unerwünschte Objekte in dem Überwachungsvolumen detektiert werden. Andererseits wurde erkannt, dass mit einem derart definierten Vertikalabstand sichergestellt werden kann, dass Objekte, die sich auf dem Transportband befinden und deren Höhe eine Mindesthöhe überschreiten, in das Überwachungsvolumen hineinragen und somit dort von der Objekterkennungsvorrichtung detektiert werden.

Alternativ oder ergänzend hierzu kann gemäss einer Ausführungsform der Querhorizontalabstand zwischen 1 mm und 100 mm, vorzugsweise zwischen 3 mm und 50 mm sein. Mit einem derart gewählten Querhorizontalabstand kann erreicht werden, dass Reflexionen von Seitenbegrenzungselementen neben dem Transportband, die Überwachung des Übergangsbereichs nicht stören.

Gemäss einer Ausführungsform erstreckt sich das Überwachungsvolumen vertikal oberhalb einer Kammschnittlinie, an der das Transportband an die Kammplatte angrenzt, und/oder in einem Bereich vertikal oberhalb eines in Längshorizontalrichtung an die Kammschnittlinie angrenzenden Teilbereichs des Transportbandes.

Anders ausgedrückt soll sich das Überwachungsvolumen vorzugsweise oberhalb des als Kammschnittlinie bezeichneten Bereichs, an dem das Transportband in die Kammplatte einläuft und an dem sich aufgrund der Relativbewegung zwischen diesen beiden Komponenten bevorzugt Objekte ansammeln können, lokalisiert sein. Damit kann zumindest in einem Volumen oberhalb der Kammschnittlinie überwacht werden, ob sich hier ein oder mehrere Objekte ansammeln, die beispielsweise mit dem Transportband mittransportiert wurden und dann an der stationären Kammplatte hängen bleiben.

Alternativ oder ergänzend sollte das Überwachungsvolumen auch einen Bereich oberhalb des Transportbandes überwachen, wobei sich dieser Bereich längs an die Kammschnittlinie angrenzend erstreckt. Somit können auch Objekte, die sich in Längsrichtung leicht beabstandet zu der Kammschnittlinie auf dem Transportband befinden, innerhalb des Überwachungsvolumens detektiert werden.

Dabei kann insbesondere eine Höhe des Überwachungsvolumens in Richtung der Vertikalabmessungen kleiner oder gleich 200 mm sein. Anders ausgedrückt kann eine Dicke des Überwachungsvolumens auf die genannten Abmessungen begrenzt sein. Aufgrund einer derart begrenzten Höhe bzw. Dicke des Überwachungsvolumens kann einerseits eine Auswertung von Daten und Signalen, die die Objekterkennungsvorrichtung beim Überwachen des Überwachungsvolumens liefert, begrenzt werden bzw. eine Datenmenge reduziert werden. Andererseits kann erreicht werden, dass Objekte, die sich beispielsweise weiter oberhalb des Transportbandes befinden, eine Überwachung des Übergangsbereichs nicht stören bzw. nicht als kritische bzw. unerwünschte Objekte erkannt werden.

Ferner kann eine Länge des Überwachungsvolumens in Richtung der Längshorizontal-abmessungen kleiner oder gleich 400 mm sein. Anders ausgedrückt kann eine Länge des Überwachungsvolumens auf die genannten Abmessungen begrenzt sein. Auch eine derartige Begrenzung der Länge des Überwachungsvolumens kann eine Auswertung von Daten und Signalen vereinfachen bzw. eine Datenmenge reduzieren.

Gemäss einer Ausführungsform kann die Objekterkennungsvorrichtung an und/oder in einem der Seitenbegrenzungselemente der Personentransportanlage angeordnet sein.

Anders ausgedrückt kann die Objekterkennungsvorrichtung beispielsweise in einer sich neben

dem Transportband erstreckenden Balustrade bzw. in deren Balustradensockel integriert sein bzw. an diesen montiert sein. Alternativ kann die Objekterkennungsvorrichtung beispielsweise in ein Kopfstück einer Sockelbürste oder in einem Handlaufführungsprofil integriert bzw. an diese montiert sein. Dabei sollte die Objekterkennungsvorrichtung in Längsrichtung nahe zu der Kammschnittlinie angeordnet sein, beispielsweise mit einem Längsabstand von weniger als 50cm, vorzugsweise weniger als 30 cm. Die Objekterkennungsvorrichtung findet sich in diesem Fall in unmittelbarer Nähe zu dem zu überwachenden Übergangsbereich. Beispielsweise kann ein minimaler Abstand zwischen der Objekterkennungsvorrichtung und dem Überwachungsvolumen kleiner als 100 cm, vorzugsweise kleiner als 50 cm oder kleiner als 20 cm oder sogar kleiner als 10 cm sein.

Hierdurch kann unter anderem erreicht werden, dass beim Überwachen des Überwachungsvolumens keine Objekte, die sich beispielsweise zwischen dem Überwachungsvolumen und der Objekterkennungsvorrichtung befinden, für eine Abschattung und somit für eine mangelhafte Überwachung des Übergangsbereichs sorgen können.

Gemäss einer Ausführungsform kann die Personentransportanlage ferner eine Auswertungsvorrichtung aufweisen, welche dazu konfiguriert ist, basierend auf Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung eine Bewegungsgeschwindigkeit eines innerhalb des überwachten Überwachungsvolumens beobachteten Objekts relativ zu der Kammplatte zu ermitteln.

Anders ausgedrückt kann die Auswertungsvorrichtung aufgrund von Daten und Signalen, welche diese von der Objekterkennungsvorrichtung empfängt und welche die Position und Erstreckung eines sich in dem Überwachungsvolumen befindlichen Objekts wiedergeben, auf eine Geschwindigkeit rückschliessen, mit der sich das erkannte Objekt relativ zu der stationären Kammplatte bewegt.

Aus der Kenntnis dieser Geschwindigkeit kann, wie weiter unten detaillierter erläutert, unter anderem abgeleitet werden, ob es sich bei dem Objekt um ein unerwünschtes, sich relativ zu dem bewegten Transportband verlagerndes Objekt oder um ein vermutlich unkritisches, sich mit dem Transportband mitbewegendes Objekt handelt.

Die Auswertungsvorrichtung kann in die Objekterkennungsvorrichtung integriert sein oder

räumlich getrennt von dieser angeordnet sein. Die Auswertungsvorrichtung kann mit der Objekterkennungsvorrichtung kommunizieren, d.h. Daten austauschen. Die Auswertungsvorrichtung kann eine Recheneinheit, ein Datenspeichermedium, eine Eingabeschnittstelle und/oder eine Ausgabeschnittstelle umfassen. Insbesondere kann die Auswertungsvorrichtung programmierbar sein und mit einer Auswertungssoftware betrieben werden.

Gemäss einer Ausführungsform kann die Auswertevorrichtung dazu konfiguriert sein, ein Verfahren gemäss Ausführungsformen des zweiten Aspekts der Erfindung, wie es insbesondere hierin in den nachfolgenden Passagen beschrieben wird, auszuführen oder zu steuern.

Bei diesem vorzugsweise computer-implementierten Verfahren wird das Überwachungsvolumen hinsichtlich einer Position und einer Erstreckung von wenigstens einem darin befindlichen Objekt berührungslos und dreidimensional überwacht, wobei Nachbarvolumina ausserhalb des Überwachungsvolumens von der Überwachung ausgenommen werden. Unter einem Überwachen kann hierbei verstanden werden, dass das Überwachungsvolumen kontinuierlich oder zyklisch, beispielsweise in periodischen Zeitabständen, beobachtet wird, um darin befindliche Objekte zu detektieren.

Gemäss einer Ausführungsform kann das Verfahren ein Ermitteln einer Bewegungsgeschwindigkeit eines innerhalb des überwachten Überwachungsvolumens beobachteten Objekts basierend auf Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung umfassen.

Anders ausgedrückt können die von der Objekterkennungsvorrichtung gelieferten Detektionssignale nicht nur dahingehend ausgewertet werden, ein innerhalb des Überwachungsvolumens befindliches Objekt zu detektieren und gegebenenfalls dessen Abmessungen oder Kontur zu erkennen, sondern auch dahingehend, dass eine aktuelle Geschwindigkeit erkannt wird, mit der sich das Objekt relativ zu der Objekterkennungs-vorrichtung bewegt. Wie weiter unten detaillierter ausgeführt, kann die Information über die Objektgeschwindigkeit einen Hinweis darauf geben, ob es sich bei dem Objekt um ein unerwünschtes Objekt handelt.

Gemäss einer weiter konkretisierten Ausführungsform kann bei Durchführung des Verfahrens

das beobachtete Objekt in ersten Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung aufgrund von Signaldaten, welche mit einer Grösse und/oder Kontur des Objektes korrelieren, erkannt werden und in um ein Zeitintervall später aufgenommenen zweiten Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung aufgrund von Signaldaten, welche mit einer Grösse und/oder Kontur des Objektes korrelieren, wiedererkannt werden. Dabei kann zum Ermitteln der Bewegungsgeschwindigkeit basierend auf den ersten und zweiten Detektionssignalen eine räumliche Verlagerung des erkannten und wiedererkannten Objekts bestimmt werden und in Relation zu dem Zeitintervall gesetzt werden.

Anders ausgedrückt können die Objekterkennungsvorrichtung und das von der Auswertungsvorrichtung durchgeführte Verfahren derart konfiguriert sein, dass das System auch funktioniert, wenn ein beobachtetes Objekt kurzzeitig beispielsweise von einer Person verdeckt und somit nicht erfassbar ist. Ein „Verschwinden“ des Objekts, d.h. die Tatsache, dass das Objekt kurzzeitig nicht von der Objekterkennungsvorrichtung erfasst wird, und ein „Wiederauftauchen“ des Objekts, d.h. die Tatsache, dass das Objekt nach einer kurzen Pause wieder von der Objekterkennungsvorrichtung erfasst wird, soll dabei derart verarbeitet werden, dass erkannt wird, dass es sich um ein und dasselbe Objekt handelt. Dabei kann das Objekt in den erfassten Detektionssignalen aufgrund seiner Grösse und/oder Kontur anfänglich erkannt werden bzw. nach dem kurzzeitigen „Verschwinden“ wiedererkannt werden. Indem die Dauer zwischen dem „Verschwinden“ und dem „Wiederauftauchen“ des beobachteten Objekts gemessen wird, kann auf die Geschwindigkeit, mit der das Objekt während seines „Verschwindens“ bewegt wurde, rückgeschlossen werden.

Insgesamt kann durch den beschriebenen Ansatz erreicht werden, dass Objekte, die sich relativ zu der Objekterkennungsvorrichtung bewegen, auch dann beobachtet werden können, wenn diese kurzzeitig verdeckt werden, d.h. für die Objekterkennungsvorrichtung „unsichtbar“ werden. Ein Objekt kann hierbei durch Vergleich mit einer zuvor erkannten visuellen Eigenschaft wie insbesondere seiner Grösse und Kontur eindeutig identifiziert und nach einem kurzzeitigen „Verschwinden“ wiedererkannt werden. Insbesondere kann auch in solchen Fällen die Geschwindigkeit der beobachteten Objekte ermittelt werden.

Gemäss einer Ausführungsform kann das Verfahren ein Ausgeben eines Triggersignals umfassen, wenn die ermittelte Bewegungsgeschwindigkeit des beobachteten Objekts kleiner ist als eine aktuelle Geschwindigkeit des Transportbandes.

Mit anderen Worten kann für den Fall, dass erkannt wird, dass sich ein innerhalb des Überwachungsvolumens beobachtetes Objekt langsamer bewegt als das Transportband, darauf rückgeschlossen werden, dass es sich bei dem Objekt um ein unerwünschtes oder gar einen Betrieb der Personentransportanlage gefährdendes Objekt handelt. Bei Erkennen eines solchen potenziell kritischen Objekts, kann dann ein Triggersignal beispielsweise in Form eines elektrischen oder optischen Signals ausgegeben werden. Dieses Triggersignal kann verschiedene Reaktionen auslösen.

Im Gegensatz hierzu kann angenommen werden, dass Objekte, die sich mit dem Transportband mitbewegen und somit eine gleiche Geschwindigkeit wie das Transportband aufweisen oder Objekte, die sich sogar schneller als das Transportband bewegen, typischerweise als unkritisch angenommen werden können, sodass kein Triggersignal ausgegeben werden braucht.

Eine Information über die aktuelle Geschwindigkeit des Transportbandes kann in diesem Zusammenhang beispielsweise von einer Steuerung der Personentransportanlage abgefragt werden.

Eine Entscheidung, ob das Triggersignal ausgegeben werden soll oder nicht, kann hierbei eine vorgegebene Geschwindigkeitstoleranz berücksichtigen. Beispielsweise kann ein Triggersignal nur ausgegeben werden, wenn die aktuelle Bewegungsgeschwindigkeit des beobachteten Objekts um wenigstens 2 %, wenigstens 5 %, wenigstens 10 % oder sogar wenigstens 20 % kleiner ist als die aktuelle Geschwindigkeit des Transportbandes. Insbesondere kann ein Triggersignal ausgegeben werden, wenn erkannt wird, dass sich das beobachtete Objekt nicht bewegt, d.h. relativ zu dem sich bewegenden Transportband stillsteht, oder wenn sich das beobachtete Objekt periodisch hin und her bewegt.

Personentransportanlagen der vorgenannte Art weisen zwei Übergangsbereiche auf, weshalb bei beiden vorzugsweise eine Objekterkennungsvorrichtung angeordnet ist. Da bei birgt nur derjenige Übergangsbereich Gefahren, bei dem sich das Transportband gegen die Kammplatte hinbewegt. Da ältere Benutzer beim Betreten des Transportbandes häufig kurz auf der Kammplatte warten, könnte die Objekterkennungsvorrichtung dies als liegendes Objekt missinterpretieren. Um solche «Falschsignale» zu vermeiden, wird das Triggersignal vorzugsweise fahrtrichtungsabhängig ausgegeben.

Insbesondere kann gemäss einer Ausführungsform ein Betriebsmodus der Personentransportanlage in Reaktion auf das Triggersignal geändert werden.

Der Begriff „Betriebsmodus“ kann hierbei breit ausgelegt werden. Insbesondere kann in Reaktion auf das ausgegebene Triggersignal beispielsweise ein akustisch oder optisch wahrnehmbarer Alarm ausgegeben werden. Der Alarm kann direkt im Bereich der Personentransportanlage ausgegeben werden, um beispielsweise von dortigen Passagieren wahrgenommen werden zu können. Alternativ oder ergänzend kann der Alarm auch in einer entfernt angeordneten Überwachungszentrale ausgegeben werden. Alternativ oder ergänzend kann ein Fahrmodus der Fahrtreppe bzw. des Fahrsteigs geändert werden. Beispielsweise kann dessen Geschwindigkeit auf eine Schleichfahrt reduziert werden oder sogar ein komplettes Stoppen des Transportbandes veranlasst werden.

Zur Veranschaulichung der wesentlichen Funktionen der Objekterkennungsvorrichtung soll nachfolgendes Beispiel dienen. Mit der vorgenannten Objekterkennungsvorrichtung kann durch Filtereinstellungen in der Software der Aufnahmeeinrichtung das Überwachungsvolumen so begrenz werden, dass dessen Breite knapp dem Abstand beider Sockelbleche der Personentransportanlage entspricht. Die Länge des Überwachungsvolumens kann auf 50 mm begrenzt sein und sich ausgehend von der Kammschnittlinie, über das Transportband hin erstrecken. Zwischen der Trittflächen-Ebene und dem Überwachungsvolumen kann ein definierter Vertikalabstand von 10 mm eingestellt sein und die Höhe des Überwachungsvolumens kann auf 50 mm begrenzt sein, so dass eine obere Horizontalfläche des Überwachungsvolumens sich 60 mm oberhalb der Trittflächen-Ebene erstreckt. Objekte wie beispielsweise eine Flasche, ein Koffer oder der Arm eines Kindes, die sich innerhalb des Überwachungsvolumens befinden, werden durch die Objekterkennungsvorrichtung detektiert. Kleine, flache Objekte wie zum Beispiel ein Kaugummi, ein Kugelschreiber oder ein Papierfetzen werden aufgrund des definierten Vertikalabstandes von 10 mm nicht detektiert. Es werden zudem nur detektierte Objekte berücksichtigt, deren Geschwindigkeit kleiner ist als die Geschwindigkeit des Transportbandes. Ein in der Kammschnittlinie aufgelaufenes, ausreichend grosses Objekt weist die Geschwindigkeit 0 m/s auf und wird daher berücksichtigt. Wenn die Anwesenheit eines Objekts kontinuierlich über einen Zeitraum ab 0.5 bis 2 Sekunden erkannt wird, löst die Objekterkennungsvorrichtung ein erstes Triggersignal aus, welches ein akustisches Warnsignal aktiviert. Wenn die Anwesenheit eines Objekts kontinuierlich für einen

Zeitraum von mehr als 2 Sekunden erkannt wird, löst die Objekterkennungsvorrichtung ein zweites Triggersignal aus, damit die Stromversorgung zum Motor und zur Bremse der Antriebsmaschine der Personentransportanlage unterbrochen wird. Das Warnsignal bleibt bestehen und der Startschalter der Personentransportanlage darf nicht betätigt werden, bis das von der Objekterkennungsvorrichtung erkannte Objekt entfernt worden ist.

Gemäss einer weiteren Ausführungsform wird das Überwachungsvolumen mithilfe einer Auswertungsvorrichtung überwacht, welche zum maschinellen Lernen konfiguriert ist und welche vorangehend unter Verwendung von Trainingsdaten trainiert wurde, wobei die Trainingsdaten Detektionssignale der Objekterkennungsvorrichtung hinsichtlich möglicher Betriebssituationen beim Überwachen des Überwachungsvolumens wiedergeben.

Anders ausgedrückt kann die Auswertungsvorrichtung über eine zum maschinellen Lernen fähige künstliche Intelligenz verfügen, welche vorab dazu trainiert wurde, in den von der Objekterkennungsvorrichtung gelieferten Detektionssignalen Objekte zu erkennen, die sich innerhalb des Überwachungsvolumens befinden und die als potenziell kritisch zu klassifizieren sind.

Die künstliche Intelligenz kann hierbei vorab mit Trainingsdaten trainiert worden sein, welche den von der Objekterkennungsvorrichtung gelieferten Detektionssignalen entsprechen. Solche Trainingsdaten können zum Beispiel reale Messdaten sein und können beispielsweise mit einer realen Personentransportanlage aufgenommen worden sein, wobei möglichst viele unterschiedliche Betriebssituationen zu Trainingszwecken zu erfassen sind. Konkret können eine Vielzahl Objekte wie Büchsen, Flaschen, Ziegelsteine, verschiedene Grössen von Taschen, Körperteile von Schaufensterpuppen und dergleichen mehr, einzeln oder miteinander in unterschiedlichen Lagen auf das sich bewegende Transportband gelegt werden. Jedes Mal, wenn ein Objekt erkannt wird (d.h. wenn ein dem detektierten Objekt entsprechendes Detektionssignal beziehungsweise Signalmuster vom Signalmuster ohne detektiertes Objekt abweicht und festgelegte Kriterien wie beispielsweise zur Geschwindigkeit des Objektes relativ zur Fahrgeschwindigkeit der Personentransportanlage erfüllt sind), kann beispielsweise mittels einer manuellen Eingabe bestätigt werden, dass dies von der künstlichen Intelligenz als unerwünschtes Objekt erkannt werden muss. Alternativ oder ergänzend können Trainingsdaten genutzt werden, die künstlich erzeugt wurden, beispielsweise durch die Erzeugung von zu erkennenden Signalmustern durch Simulation oder Modellierung auf einem 3D CAD-System,

mittels dem auch Bewegungen simuliert werden können. Insgesamt können die Trainingsdaten verschiedenste Szenarien wiedergeben, wie sie beim Betrieb der Personentransportanlage auftreten bzw. vorstellbar sind. Die Trainingsdaten können als solche erkennbar, gelabelt sein. Dementsprechend kann die künstliche Intelligenz überwacht maschinell Lernen. Alternativ kann das System auch für ein unüberwachtes Lernen konfiguriert sein, indem im täglichen Betrieb erkannte Objekte beispielsweise mit ihren signifikanten Umrissen beziehungsweise Position und Erstreckung laufend als Trainingsdaten abgespeichert werden.

Der Einsatz einer zum maschinellen Lernen fähigen Auswertungsvorrichtung, die vorab geeignet trainiert wurde, kann ein besonders zuverlässiges Detektieren unerwünschter Objekte in dem Übergangsbereich der Personentransportanlage ermöglichen.

Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei weder die Zeichnungen noch die Beschreibung als die Erfindung einschränkend auszulegen sind.

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Personentransportanlage gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Figur 2 zeigt eine Längsschnittansicht der Personentransportanlage aus Figur 1.

Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf die Personentransportanlage aus Figur 1.

Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht massstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in den verschiedenen Figuren gleiche bzw. gleichwirkende Merkmale.

In Figur 1 ist eine perspektivische Ansicht einer Personentransportanlage 1 in Form einer Fahrtreppe 3 dargestellt. Die Figuren 2 und 3 zeigen eine Längsschnittansicht bzw. eine Draufsicht von oben auf einen Übergangsbereich 5 der Personentransportanlage 1.

Die Personentransportanlage 1 umfasst ein bewegbares Transportband 7. Das Transportband 7 ist aus einer Mehrzahl von hintereinander angeordneten und miteinander gekoppelten Tritteinheiten 8 in Form von Stufen zusammengesetzt. Das Transportband 7 kann beispielsweise

von einem Antriebsrad 51 (siehe Figur 2) umlaufend entlang eines Verfahrwegs bewegt werden. An dem Übergangsbereich 5 grenzt das sich bewegende Transportband 7 an eine stationär angeordnete Kammplatte 9 sowie eine an diese in Längsrichtung angrenzende und ebenfalls stationäre Bodenplatte 11. Eine Grenzlinie, an der das Transportband 7 an die Kammplatte 9 angrenzt, wird als Kammschnittlinie 41 bezeichnet.

In dem Übergangsbereich 5 bewegen sich, wie insbesondere in Figur 2 zu erkennen, die Tritteinheiten 8 des Transportbandes 7 derart, dass sich eine Oberfläche 21 einer Trittfläche 23 einer an die Kammplatte 9 angrenzenden Tritteinheit 8 in einer Ebene erstreckt, die hierin als Trittflächen-Ebene 19 bezeichnet wird. Die Kammplatte 9 und die Bodenplatte 11 erstrecken sich zumindest teilweise oberhalb dieser Trittflächen-Ebene 19, sodass eine hierin als Bodenplatten-Ebene 37 bezeichnete Ebene entlang einer Oberfläche 39 der Trittfläche der Bodenplatte 11 oberhalb und mit einem in Vertikalrichtung gemessenen Abstand D_{BT} von einigen Millimetern bis wenigen Zentimetern, beispielsweise zwischen 1 mm und 2 cm, beabstandet zu der Trittflächen-Ebene 19 verläuft.

Wie ferner in Figur 1 und 3 zu erkennen, erstreckt sich beidseitig des Transportbandes 7 jeweils eine Balustrade 47, welche einen Handlauf 49 trägt. Am Fuss der Balustrade 47 verläuft jeweils ein Balustradensockel 33, der seitlich direkt an das Transportband 7 angrenzt bzw. allenfalls geringfügig von dieser beabstandet ist und hierin als Seitenbegrenzungselement 31 bezeichnet wird. Eine hin zu dem Transportband gerichtete Oberfläche 36 des Seitenbegrenzungselements 31 verläuft dabei in einer Seitenbegrenzung-Ebene 35.

Beim Betrieb der Personentransportanlage 1 können Situationen auftreten, in denen sich unerwünschte Objekte 15 innerhalb des Übergangsbereichs 5 befinden. Beispielsweise kann Abfall, den ein Passagier während seiner Fahrt mit der Fahrtreppe 3 hat fallen lassen, mit dem Transportband 7 mittransportiert werden und dann an der Kammplatte 9 angelagert werden. In den Figuren ist eine Flasche als Beispiel für ein solches unerwünschtes Objekt 15 dargestellt. Da die Kammplatte 9 nach oben über die Trittflächen-Ebene 19 des Transportbandes 7 übersteht beziehungsweise überragt, können solche unerwünschten Objekte 15 nicht von dem Transportband 7 aus der Personentransportanlage 1 heraus transportiert werden, sondern sich in dem Übergangsbereich 5 und insbesondere angrenzend an die Kammschnittlinie 41 anlagern. In einer alternativen Situation können sich beispielsweise ein Kleidungsstück oder ein Schuh in dem Übergangsbereich 5 zwischen der stationären Kammplatte 9 und dem sich bewegenden

Transportband 7 einklemmen. In beiden Fällen kann es zu unerwünschten oder sogar gefährlichen Situationen für Passagiere der Fahrtreppe 3 und/oder zu einer Beschädigung der Fahrtreppe 3 kommen.

Um unerwünschte Gegenstände in dem Übergangsbereich 5 einerseits zuverlässig und andererseits mit möglichst wenig technischem Aufwand erkennen zu können, verfügt die Personentransportanlage 1 über eine Objekterkennungsvorrichtung 13. Im dargestellten Beispiel besitzt die Objekterkennungsvorrichtung 13 eine 3D-Kamera 29 beispielsweise in Form einer TOF-Kamera oder einer Stereokamera. Eine solche 3D-Kamera 29 ist in der Lage, dreidimensionale Aufnahmen von ihrer Umgebung aufzunehmen und dabei ergänzend zu einer zweidimensionalen lateralen Bildauflösung auch eine Information über Abstände von in diesem Bild aufgenommenen Oberflächen bzw. Gegenständen zu liefern. Anders ausgedrückt ist es unter anderem möglich, diese Kamera 29 derart einzurichten, dass sie lediglich Bilder innerhalb eines vorbestimmten Volumens aufnimmt.

Für die hierin beschriebene Personentransportanlage 1 ist die Objekterkennungsvorrichtung 13 speziell derart konfiguriert, dass sie ausschliesslich ein räumlich begrenztes Überwachungsvolumen 17 angrenzend an die Kammplatte 9 in dem Übergangsbereich 5 auf unerwünschte Objekte 15 hin überwacht, angrenzende Nachbarvolumina 27 ausserhalb des Überwachungsvolumens 17 aber nicht überwacht, d.h. ignoriert oder gar nicht erst aufnimmt. Das Überwachungsvolumen 17 kann hierbei prinzipiell eine beliebige Form und Kontur aufweisen und dabei Vertikalabmessungen H, Längshorizontalabmessungen L in einer Richtung parallel zu einer Bewegungsrichtung des Transportbandes 7 und Querhorizontalabmessungen B in einer Richtung quer zu der Bewegungsrichtung des Transportbandes 7 sowie quer zur Vertikalen aufweisen. Bevorzugt kann das Überwachungsvolumen 17 quaderförmig sein, d.h. als Vertikalabmessungen H eine einheitliche Höhe, als Längshorizontalabmessungen L eine einheitliche Länge und als Querhorizontalabmessungen B eine einheitliche Breite aufweisen. Beispielsweise kann die als Objekterkennungsvorrichtung 13 eingesetzte Kamera 29 kontinuierlich dreidimensionale Bilder oder Videosequenzen innerhalb eines Sichtbereichs aufnehmen. Dabei aufgenommene Detektionssignale können eine Art Punktewolke wiedergeben. Die Punktewolke kann innerhalb einer Erfassungszeit derart gefiltert werden, dass lediglich Detektionssignale übrigbleiben, welche Objekte 15 und Füsse von Passagieren nur innerhalb des Überwachungsvolumens 13 wiedergeben.

Die Objekterkennungsvorrichtung 13 ist hierbei speziell dazu konfiguriert, um in dem Überwachungsvolumen 17 befindliche Objekte 15 berührungslos und dreidimensional hinsichtlich ihrer Position und Erstreckung zu erkennen. Anders ausgedrückt kann beispielsweise die Kamera 29 der Objekterkennungsvorrichtung 13 dreidimensionale Bilddaten liefern, anhand derer analysiert werden kann, ob bzw. wo sich ein Objekt 15 innerhalb des Überwachungsvolumens 17 befindet und welche Abmessungen dieses Objekt 15 aufweist. Vorzugsweise kann mithilfe der Objekterkennungsvorrichtung 13 auch eine genaue Form und/oder Kontur des erkannten Objekts 15 festgestellt werden.

Um eine Analyse von Detektionssignalen, die von der Objekterkennungsvorrichtung 13 bereitgestellt werden, zu vereinfachen, ist die Objekterkennungsvorrichtung 13 derart konfiguriert und angeordnet, dass das von ihr beobachtete Überwachungsvolumen 17 sich zumindest geringfügig oberhalb der Trittflächen-Ebene 19 befindet. Dabei besteht zwischen der Trittflächen-Ebene 19 und einer vertikal hin zu dieser gerichteten unteren Grenzfläche des Überwachungsvolumens 17 ein definierter Vertikalabstand D_H. Der definierte Vertikalabstand D_H sollte beispielsweise wischen 1 mm und 100 mm, vorzugsweise zwischen 3 mm und 50 mm sein.

Insbesondere kann es bevorzugt sein, den definierten Vertikalabstand D_H ausreichend gross zu wählen, dass er grösser als der Abstand D_{BT} zwischen der Bodenplatten-Ebene 37 und der Trittflächen-Ebene 19 ist, sodass das Überwachungsvolumen 17 auch vertikal von der Bodenplatten-Ebene 37 beabstandet ist.

Durch eine solche Wahl bzw. Anordnung des Überwachungsvolumens 17 kann erreicht werden, dass die Objekterkennungsvorrichtung 13 nicht auch das sich bewegende Transportband 7 sowie gegebenenfalls die Kammplatte 9 und die Bodenplatte 11 aufnimmt, wodurch ansonsten eine Analyse der aufgenommenen Detektionssignale erschwert würde. Anders ausgedrückt wird gezielt vermieden, dass von der Objekterkennungsvorrichtung 13 Detektionssignale erzeugt werden, welche Informationen hinsichtlich des sich bewegenden Transportbandes 7 und/oder der Kammplatte 9 und der Bodenplatte 11 repräsentieren, da erkannt wurde, dass solche Informationen für ein gewünschtes Überwachen des Übergangsbereichs 5 auf unerwünschte Objekte 15 hin nicht hilfreich sind und eine Auswertung der Detektionssignale erschweren. Stattdessen beschränkt sich die Objekterkennungsvorrichtung 13 darauf, lediglich Detektionssignale betreffend das oberhalb des Transportbandes 7 und vorzugsweise auch

oberhalb der Kammplatte 9 und der Bodenplatte 11 befindliche Überwachungsvolumen 17 aufzunehmen.

In ähnlicher Weise ist die Objekterkennungsvorrichtung 13 ferner derart konfiguriert und angeordnet, dass das von ihr beobachtete Überwachungsvolumen 17 sich zumindest geringfügig seitlich beabstandet von den Seitenbegrenzung-Ebenen 35, in denen sich die hin zu dem Transportband 7 gerichteten Oberflächen 36 der Seitenbegrenzungselemente 31 erstrecken, befindet. Dabei besteht zwischen der jeweiligen Seitenbegrenzung-Ebene 35 und einer lateral hin zu dieser gerichteten seitlichen Grenzfläche des Überwachungsvolumens 17 ein Querhorizontalabstand D_B. Der Querhorizontalabstand D_B kann zwischen 1 mm und 100 mm, vorzugsweise zwischen 3 mm und 50 mm sein. Auch durch diese laterale Beabstandung hin zu den Seitenbegrenzungselementen 31 kann erreicht werden, dass die von der Objekterkennungsvorrichtung 13 gelieferten Detektionssignale einfacher ausgewertet bzw. analysiert werden können, da diese nicht durch ein im Regelfall überflüssiges Aufnehmen von Daten, welche die Seitenbegrenzungselemente 31 repräsentieren, gestört werden.

Die Objekterkennungsvorrichtung 13 ist ferner derart konfiguriert und angeordnet, dass sich das Überwachungsvolumen 17 vertikal oberhalb der Kammschnittlinie 41 sowie vorzugsweise in einem Bereich 43 vertikal oberhalb eines Teilbereichs des Transportbandes, der sich in Längshorizontalrichtung an die Kammschnittlinie 41 anschliesst, erstreckt.

Das Überwachungsvolumen 17 kann hierbei eine begrenzte Höhe H von kleiner oder gleich 200 mm, jedoch vorzugsweise grösser als 5mm, aufweisen. Hierdurch kann unter anderem erreicht werden, dass das Überwachungsvolumen 17 möglichst klein ist und nur Höhenbereiche abdeckt, in denen typischerweise unerwünschte Objekte wie beispielsweise auf dem Transportband 7 mitgeführter Abfall erwartet wird. Eine Länge L des Überwachungsvolumens 17 kann kleiner oder gleich 400 mm gewählt sein, vorzugsweise ist sie jedoch grösser als 50 mm. Auch hierdurch kann das Überwachungsvolumen 17 auf einen zum Erkennen von unerwünschten Objekten 15 ausreichenden Bereich begrenzt werden und somit eine Datenmenge der von der Objekterkennungsvorrichtung 13 zur Verfügung gestellten Datensignale geringgehalten werden.

Die Objekterkennungsvorrichtung 13 kann an oder in einem der Seitenbegrenzungselemente 31 angeordnet sein. Beispielsweise kann die Objekterkennungsvorrichtung 13 an oder in dem

Balustradensockel 33 montiert sein.

Die Personentransportanlage 1 weist ergänzend eine Auswertungsvorrichtung 45 auf. Die Auswertungsvorrichtung 45 kann beispielsweise in die Objekterkennungsvorrichtung 13 integriert sein, kann sich jedoch auch räumlich entfernt von dieser befinden. Die Auswertungsvorrichtung 45 dient dazu, die von der Objekterkennungsvorrichtung 13 gelieferten Detektionssignale dahingehend zu analysieren, dass aus diesen auf eine Bewegungsgeschwindigkeit eines Objektes 15, welches innerhalb des Überwachungsvolumens 17 erkannt wurde, relativ zu der Kammplatte 9 rückgeschlossen werden kann. Anders ausgedrückt sollen die von der Objekterkennungsvorrichtung 13 gelieferten Detektionssignale nicht nur dazu benutzt werden, um ein Objekt 15 innerhalb des Überwachungsvolumens 13 überhaupt zu erkennen, sondern es soll vorzugsweise ergänzend hierzu festgestellt werden, wie schnell sich dieses Objekt 15 relativ zu stationären Komponenten der Personentransportanlage 1 bewegt.

Die Information über die Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts 15 kann dann dazu genutzt werden, um zu entscheiden, ob es sich bei dem Objekt 15 um ein potenziell kritisches und damit unerwünschtes Objekt 15, wie beispielsweise liegengebliebener Abfall handelt oder ob aktuell in dem Überwachungsvolumen 13 lediglich ein Objekt erkannt wird, welches im Betrieb der Fahrtreppe 3 regulär durch das Überwachungsvolumen 13 befördert wird, wie beispielsweise ein Fuss eines Passagiers.

Insbesondere können die Detektionssignale der Objekterkennungsvorrichtung 13 derart von der Auswertungsvorrichtung 45 ausgewertet werden, dass lediglich dann, wenn die ermittelte Bewegungsgeschwindigkeit des beobachteten Objekts 15 kleiner ist als eine aktuelle Geschwindigkeit des Transportbandes 7, darauf rückgeschlossen wird, dass es sich potenziell um ein unerwünschtes Objekt 15 handelt. In diesem Fall kann dann ein Triggersignal ausgegeben werden.

In Reaktion auf das Triggersignal kann dann ein Betriebsmodus der Personentransportanlage 1 geändert werden. Beispielsweise kann das Triggersignal von der Auswertungsvorrichtung 45 an eine Steuerung der Personentransportanlage weitergeleitet werden, welche bei Empfang des Triggersignals beispielsweise einen Antrieb der Personentransportanlage dazu veranlasst, das Transportband 7 lediglich verlangsamt, d.h. im Rahmen einer Schleichfahrt, weiter zu bewegen

oder sogar eine Bewegung des Transportbandes 7 vollständig zu stoppen. Ergänzend oder alternativ hierzu kann durch das Triggersignal eine Ausgabe eines Warnsignals ausgelöst werden. Das Warnsignal kann optisch, akustisch oder in anderer Weise ausgegeben werden. Das Warnsignal kann dazu dienen, Passagiere der Personentransportanlage zu warnen. Ergänzend oder alternativ kann eine entfernt befindliche Überwachungszentrale mithilfe des Warnsignals gewarnt werden.

Da der hierin beschriebene Ansatz zum Überwachen des Übergangsbereichs 5 der Personentransportanlage 1 auch funktionieren soll, wenn Objekte, die von dem Transportband 7 mitgeführt werden, kurzzeitig beispielsweise von Personen verdeckt werden und dadurch für die Objekterkennungsvorrichtung 13 temporär nicht erfassbar sind, kann es vorteilhaft sein, die Objekterkennungsvorrichtung 13 bzw. ein von der Auswertevorrichtung 45 durchgeführtes Auswerten von deren Detektionssignalen derart auszugestalten, dass ein Objekt 15 kurzzeitig „verschwinden“ kann und nach seinem Wiedererscheinen erneut erkannt wird.

Hierzu kann das beobachtete Objekt 15 in ersten Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung zunächst aufgrund von Signalen, welche mit einer Grösse und/oder Kontur des Objektes 15 korrelieren, erkannt werden. Wenn das Objekt nach dem kurzzeitigen Verschwinden nach einem Zeitintervall wieder auftaucht, kann es aufgrund von Signaldaten, welche wiederum mit seiner Grösse und/oder Kontur korrelieren, wiedererkannt werden. Um die Grösse und/oder Kontur des Objektes zu erkennen bzw. wieder zu erkennen, können beispielsweise entsprechende Bilddaten einer Bildanalyse unterzogen werden. Die Eigengeschwindigkeit des auf diese Weise erkannten und wiedererkannten Objekts 15 kann dann bestimmt werden, indem die räumliche Verlagerung des Objekts während seines „Verschwindens“ in Relation zu dem Zeitintervall, innerhalb dessen es „verschwunden“ war, gesetzt wird.

Ein Erkennen von unerwünschten Objekten 15 innerhalb des Überwachungsvolumens 13 kann unter anderem dadurch weiter verbessert werden, dass als Auswertungsvorrichtung 45 eine zum maschinellen Lernen fähige Maschine eingesetzt wird und dass vor Inbetriebnahme der Personentransportanlage 1 diese lernfähige Auswertungsvorrichtung 45 vorab mit Trainingsdaten trainiert wird, welche den später während des Betriebs auszuwertenden Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung 13 entsprechen.

Die Trainingsdaten können dabei beispielsweise während einer Probephase aufgenommen werden, in der die Personentransportanlage 1 gezielt derart betrieben wird, dass sich in dem Überwachungsvolumen 17 unerwünschte Objekte 15 aufhalten. Alternativ oder ergänzend können Trainingsdaten auch künstlich erzeugt werden, beispielsweise durch Computersimulationen.

Die Trainingsdaten können dabei derart ausgestaltet sein und/oder die lernfähige Auswertungsvorrichtung kann mithilfe der Trainingsdaten derart lernen, dass später im tatsächlichen Betrieb der Personentransportanlage 1 beispielsweise eine Bewegungsanalyse und/oder eine Analyse von geometrischen Eigenschaften beobachteter Objekte 15 derart durchgeführt werden kann, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit unerwünschte Objekte 15 von unkritischen Objekten unterschieden werden können.

Ausserdem können durch das Trainieren der Auswertungsvorrichtung 45 beispielsweise Situationen gelernt werden, in denen beobachtete Objekte zeitweise verdeckt werden und somit für die Objekterkennungsvorrichtung 13 zu verschwinden scheinen, aber nach einem Zeitintervall wieder erscheinen.

Ferner kann die Auswertungsvorrichtung 45 durch das Training lernen, bei welchen Bewegungsgeschwindigkeiten von beobachteten Objekten 15 eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass es sich um unerwünschte Objekte handelt.

Abschliessend ist darauf hinzuweisen, dass Begriffe wie „aufweisend“, „umfassend“, etc. keine anderen Elemente oder Schritte ausschliessen und Begriffe wie „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschliessen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können, soweit sie im Schutzbereich der beigefügten Ansprüche enthalten sind.

Patentansprüche

1. Personentransportanlage (1) in Form einer Fahrtreppe (3) oder eines Fahrsteigs, wobei die Personentransportanlage einen Übergangsbereich (5) aufweist, bei dem ein bewegbares Transportband (7) der Personentransportanlage (1) an eine stationäre, mit einer Kammplatte (9) versehene Bodenplatte (11) der Personentransportanlage (1) angrenzt, und wobei die Personentransportanlage (1) eine Objekterkennungsvorrichtung (13) zum Erkennen von Objekten (15) in einem Überwachungsvolumen (17) aufweist, welches Überwachungsvolumen (17) durch Vertikalabmessungen (H), Längshorizontalabmessungen (L) und Querhorizontalabmessungen (B) definiert ist, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Überwachungsvolumen (17) mit einem definierten Vertikalabstand (D_H) zu einer Trittflächen-Ebene (19) beabstandet und oberhalb dieser, in dem Übergangsbereich (5) lokalisiert ist, und in welcher Trittflächen-Ebene (19) sich eine nach oben gerichtete Oberfläche (21) einer Trittfläche (23) von einer an die Kammplatte (9) angrenzenden Tritteinheit (25) des Transportbandes (7) erstreckt,
wobei die Objekterkennungsvorrichtung (13) dazu konfiguriert und derart an der Personentransportanlage (1) angeordnet ist, um das Überwachungsvolumen (17) berührungslos und dreidimensional hinsichtlich einer Position und einer Erstreckung von wenigstens einem darin befindlichen Objekt (15) zu überwachen und umgebende Nachbarvolumina (27) ausserhalb des Überwachungsvolumens (17), von der Überwachung auszunehmen.

2. Personentransportanlage nach Anspruch 1,
wobei die Objekterkennungsvorrichtung (13) eine 3D-Kamera (29), ein 3D-Lidarsystem und/oder einen 3D-Laserscanner zum Überwachen des Überwachungsvolumens (17) umfasst.

3. Personentransportanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei das Überwachungsvolumen (17) horizontal zwischen und jeweils mit einem Querhorizontalabstand (D_B) beabstandet zu Seitenbegrenzung-Ebenen (35), in denen sich an gegenüberliegenden Seiten des Übergangsbereichs (5) jeweils einander gegenüberliegende Oberflächen (36) von Seitenbegrenzungselementen (31) der Personentransportanlage (1) erstrecken, lokalisiert ist.

4. Personentransportanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei sich in einer Bodenplatten-Ebene (37) eine nach oben gerichtete Oberfläche (39) einer Trittfläche einer Bodenplatte (11), welche an die Kammplatte (9) angrenzt, erstreckt, und
wobei der definierte Vertikalabstand (DH) grösser als ein Abstand (DBT) der Bodenplatten-Ebene (37) zu der Trittflächen-Ebene (19) ist.

5. Personentransportanlage nach Anspruch 3 oder 4,
wobei der definierte Vertikalabstand (DH) zwischen 1 mm und 100 mm, oder zwischen 3 mm und 50 mm ist.

6. Personentransportanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Querhorizontalabstand (D_B) zwischen 1 mm und 100 mm, oder zwischen 3 mm und 50 mm ist.

7. Personentransportanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei sich das Überwachungsvolumen (17) vertikal oberhalb einer Kammschnittlinie (41), an der das Transportband (7) an die Kammplatte (9) angrenzt, erstreckt und/oder sich in einem Bereich (43) vertikal oberhalb eines in Längshorizontalrichtung an die Kammschnittlinie (41) angrenzenden Teilbereichs des Transportbandes (7) erstreckt,
und wobei ferner gilt:
eine Höhe (H) des Überwachungsvolumens (17) in Richtung der Vertikalabmessungen ist kleiner oder gleich 200 mm, und/oder
eine Länge (L) des Überwachungsvolumens (17) in Richtung der Längshorizontalabmessungen ist kleiner oder gleich 400 mm.

8. Personentransportanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Objekterkennungsvorrichtung (13) an und/oder in einem Seitenbegrenzungselement (31) der Personentransportanlage (1) angeordnet ist.

9. Personentransportanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche,
ferner aufweisend eine Auswertungsvorrichtung (45), welche dazu konfiguriert ist, basierend auf Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung (13) eine Bewegungsgeschwindigkeit eines innerhalb des überwachten Überwachungsvolumens (17) beobachteten Objekts (15) relativ zu der Kammplatte (9) zu ermitteln.

10. Verfahren zum Betreiben einer Personentransportanlage (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei das Verfahren aufweist:
berührungsloses und dreidimensionales Überwachen unter Einhaltung eines definierten Vertikalabstandes (D_H) des Überwachungsvolumens (17) zu einer Trittflächen-Ebene (19) hinsichtlich einer Position und einer Erstreckung von wenigstens einem im Überwachungsvolumen (17) befindlichen Objekt (15), wobei Nachbarvolumina (27) ausserhalb des Überwachungsvolumens (17) von der Überwachung ausgenommen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
ferner aufweisend:
Ermitteln einer Bewegungsgeschwindigkeit eines innerhalb des überwachten Überwachungsvolumens (17) beobachteten Objekts (15) basierend auf Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung (13).

12. Verfahren nach Anspruch 11,
wobei das beobachtete Objekt (15) in ersten Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung (13) aufgrund von Signaldaten, welche mit einer Größe und/oder Kontur des Objektes (15) korrelieren, erkannt wird und in um ein Zeitintervall später aufgenommenen zweiten Detektionssignalen der Objekterkennungsvorrichtung (13) aufgrund von Signaldaten, welche mit einer Größe und/oder Kontur des Objektes (15) korrelieren, wiedererkannt wird, und
wobei zum Ermitteln der Bewegungsgeschwindigkeit basierend auf den ersten und zweiten Detektionssignalen eine räumliche Verlagerung des erkannten und wiedererkannten Objekts (15) bestimmt wird und in Relation zu dem Zeitintervall gesetzt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 und 12,
ferner aufweisend:
Ausgeben eines Triggersignals, wenn die ermittelte Bewegungsgeschwindigkeit des beobachteten Objekts (15) kleiner ist als eine aktuelle Geschwindigkeit des Transportbandes (7).

14. Verfahren nach Anspruch 13,

ferner aufweisend:

Ändern eines Betriebsmodus der Personentransportanlage (1) in Reaktion auf das Triggersignal.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,

wobei das Überwachungsvolumen (17) mithilfe einer Auswertungsvorrichtung (45) überwacht wird, welche zum maschinellen Lernen konfiguriert ist und welche vorangehend unter Verwendung von Trainingsdaten trainiert wurde,

wobei die Trainingsdaten Detektionssignale der Objekterkennungsvorrichtung (13) hinsichtlich möglicher Betriebssituationen beim Überwachen des Überwachungsvolumens (17) wiedergeben.