



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.11.2020 Patentblatt 2020/47

(51) Int Cl.:
B61L 3/12 (2006.01) **B61L 3/00** (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20174215.2**

(22) Anmeldetag: **12.05.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Bombardier Transportation GmbH**
10785 Berlin (DE)

(72) Erfinder: **Dämmig, André**
68259 Mannheim (DE)

(74) Vertreter: **Zimmermann & Partner**
Patentanwälte mbB
Postfach 330 920
80069 München (DE)

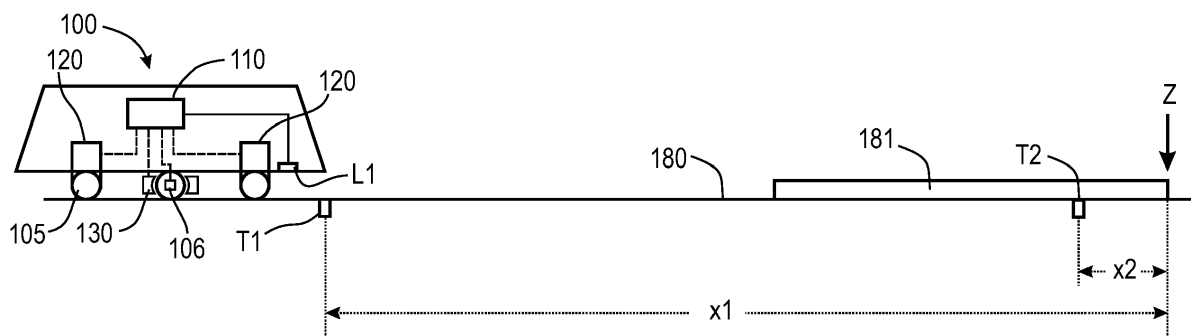
(30) Priorität: **17.05.2019 DE 202019102812 U**

(54) **SYSTEM ZUM KONTROLLIERTEN ABBREMSEN UND POSITIONSEDEFINIERTEN STOPPEN EINES SCHIENENFAHRZEUGS**

(57) Zum kontrollierten Abbremsen und positionsedefinierten Stoppen eines Schienenfahrzeugs an einer Zielposition weist ein Schienenfahrzeug (100) mindestens ein erstes RFID-Lesegerät (L1), eine Kontrolleinrichtung (110), einen Radsatz (105) und eine Bremsvorrichtung (120, 130) auf. Ein erster RFID-Transponder (T1) ist ortsfest in einem definierten ersten Abstand x_1 von einer Zielposition (Z) angeordnet. Ein zweiter RFID-Transponder (T2) ist ortsfest in einem definierten zweiten Abstand x_2 von der Zielposition (Z) angeordnet. Vom ersten RFID-Transponder (T1) codierte erste Information ist durch das erste RFID-Lesegerät (L1) auslesbar, wenn das Schienenfahrzeug (100) den ersten RFID-Transponder (T1) passiert, wobei die erste Information vom ersten

RFID-Lesegerät (L1) an die Kontrolleinrichtung (110) übertragen wird. Die Kontrolleinrichtung (110) leitet ein kontrolliertes Bremsen des Schienenfahrzeugs (100) durch Steuerung der Bremsvorrichtung (120, 130) unter Auswertung der ersten Information ein. Vom zweiten RFID-Transponder (T2) codierte zweite Information ist durch das erste RFID-Lesegerät (L1) auslesbar, wenn das Schienenfahrzeug (100) den zweiten RFID-Transponder (T2) passiert, wobei die zweite Information vom ersten RFID-Lesegerät (L1) an die Kontrolleinrichtung (110) übertragen wird. Die Kontrolleinrichtung (110) passt das kontrollierte Bremsen des Schienenfahrzeugs (100) unter Auswertung der zweiten Information an.

Fig. 1



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zum kontrollierten Abbremsen und positionsdefinierten Stoppen eines Schienenfahrzeugs, insbesondere einer Straßenbahn, und insbesondere ein Zielbremsungs-Assistenzsystem für eine Straßenbahn.

VORBEKANNTER STAND DER TECHNIK

[0002] Bremssysteme und Kontrollsysteme für das Fahrverhalten von autonomen oder halbautonomen Fahrzeugen sind bekannt. Dabei kann grundsätzlich zwischen zwei Ansätzen unterschieden werden. Zum einen können derartige Fahrzeuge lediglich fahrzeugbasierte Sensoren nutzen, welche den Bereich in Fahrtrichtung des Fahrzeugs nach Hindernissen abscannen. Dieser Ansatz wird insbesondere bei Fahrzeugen verwendet, die nicht auf einen bestimmten Fahrweg eingeschränkt sind, beispielsweise Kraftfahrzeuge, die sich auf öffentlichen Straßen bewegen. Ein anderer Ansatz nutzt dagegen primär ortsfeste Marker oder Sensoren, die dem Fahrzeug als Referenz bei seiner Bewegung dienen. Da dieser Ansatz einen hohen Installationsaufwand entlang des Fahrwegs erfordert, wird dieser Ansatz an sich nur für solche Fahrzeuge verwendet, bei denen der Fahrweg vordefiniert oder zumindest auf einen vorgegebenen Raum eingeschränkt ist, beispielsweise in einem Warenhaus.

[0003] Lösungen für den im Wesentlichen fahrzeugbasierten Ansatz sind beispielsweise in der Druckschrift US 2006/244632A1 beschrieben. Hier erfolgt in Erweiterung des fahrzeugbasierten Ansatzes die Erkennung eines vorausfahrenden Fahrzeugs dadurch, dass die Fahrzeuge mit RFID-Transpondern und RFID-Lesegeräten ausgestattet sind und ein vorausfahrendes Fahrzeug durch ein nachfolgendes Fahrzeug dann erkannt wird, wenn der RFID-Transponder des vorausfahrenden Fahrzeugs in den Lesebereich des RFID-Lesegeräts des nachfolgenden Fahrzeugs gelangt.

[0004] Dagegen wird in der Druckschrift DE 10 2004 048 279 A1 vom Fahrzeug ausgesendetes Infrarotlicht verwendet, um im Fahrweg befindliche Objekte zu erkennen.

[0005] Realisierung für die Steuerung von Fahrzeugen, welche auf ortsfest installierte Sensoren zurückgreifen, d. h. die eine Infrastruktur benötigen, sind beispielsweise in den Druckschriften EP 3373093 A1, US 6049745 A, US 2017/152845 A1 und US 2018/1578781 A1 beschrieben. Diese Realisierungen nutzen ebenfalls RFID-Transponder und RFID-Lesegeräte, wobei es hier primär um die Navigation und Einhaltung des Fahrwegs durch das jeweilige Fahrzeug geht, beispielsweise innerhalb von Warenlagern.

[0006] In der Druckschrift EP 1701287 A1 ist die Verwendung von RFID-Lesegeräten und RFID-Transpon-

dern zur Erkennung der Fahrtrichtung eines Fahrzeugs beschrieben, um beispielsweise zu erkennen, ob ein Fahrzeug eine Spur oder Fahrzeugtrasse in zulässiger Richtung befährt, oder welche Bewegungsgeschwindigkeit und Beschleunigung das Fahrzeug hat. Auch in der Druckschrift DE 10 2010 019643 A1 werden RFID-Lesegeräte und RFID-Transponder zur Erkennung der Bewegungsrichtung von Fahrzeugen genutzt.

[0007] Die Bestimmung der Position von Fahrzeugen unter Ausnutzung einer vorgegebenen Infrastruktur ist beispielsweise auch in der Druckschrift US 5129605 A beschrieben. Dort wird die Position eines Schienenfahrzeugs über GPS ermittelt. Dies ist jedoch nur möglich, wenn sich das Schienenfahrzeug im Freien befindet, da beispielsweise in Tunneln keine GPS-Signale empfangen werden können und auch im städtischen Bereich die GPS-Signale durch Häuser gestört werden. Darüber hinaus liegt die Auflösung der GPS-Signale im zivilen Bereich bei wenigen Metern, sodass GPS typischerweise nur für die Navigation in Betracht kommt.

[0008] In der Druckschrift FR 2952456 A1 wird ein System aus RFID-Lesegeräten und RFID-Transpondern zum Flottenmanagement verwendet. Dabei wird zentral überwacht, welches Schienenfahrzeug sich wo befindet und mit welcher Geschwindigkeit es sich bewegt. Diese Realisierung zielt somit nicht darauf ab, dass Einzelfahrzeug zu steuern, sondern lediglich Informationen über die Verteilung aller Fahrzeuge zu erhalten. Dies ist insbesondere auch im Rahmen von Gütertransporten von Interesse.

NACHTEILE DES STANDES DER TECHNIK

[0009] Die obigen Lösungen befassen sich überwiegend damit, die Bewegung von Fahrzeugen zu überwachen und gegebenenfalls zu steuern. Allerdings sind diese Lösungen nur bedingt für Schienenfahrzeuge einsetzbar. Insbesondere sind diese Lösungen nicht dafür vorgesehen, Schienenfahrzeuge an vordefinierten Punkten kontrolliert zum Halten zu bringen.

PROBLEMSTELLUNG

[0010] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System zum kontrollierten Abbremsen und positionsdefinierten Stoppen bzw. Halten eines Schienenfahrzeug bereitzustellen, welches autonom oder zumindest halbautonom einen Bremsvorgang einleitet bzw. einen manuell eingeleiteten Bremsvorgang autonom regelt, diesen überwacht und gegebenenfalls bis zum vollständigen Stillstand des Schienenfahrzeugs steuert.

ERFINDUNGSGEMÄSSE LÖSUNG

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein System gemäß Anspruch 1. Weitere Ausführungsformen, Modifikationen und Verbesserungen ergeben sich anhand der folgenden Beschreibung und der beigefügten Schutzan-

sprüche.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform wird ein System zum kontrollierten Abbremsen und positionsdefinierten Stoppen eines Schienenfahrzeugs an einer Zielposition bereitgestellt. Das System weist auf: ein Schienenfahrzeug mit mindestens einem ersten RFID-Lesegerät, einer mit dem ersten RFID-Lesegerät kommunikativ verbundenen Kontrolleinrichtung, und einer auf mindestens einen Radsatz des Schienenfahrzeugs einwirkende Bremsvorrichtung, die von der Kontrolleinrichtung steuerbar ist; mindestens einen ersten RFID-Transponder, der ortsfest in einem definierten ersten Abstand x_1 , entlang eines Schienenwegs, von einer Zielposition angeordnet ist; und mindestens einen zweiten RFID-Transponder, der ortsfest in einem definierten zweiten Abstand x_2 , entlang des Schienenwegs, von der Zielposition angeordnet ist, wobei $x_2 < x_1$ ist. Das erste RFID-Lesegerät und die Kontrolleinrichtung sind so eingerichtet sind, dass (a) vom ersten RFID-Transponder codierte erste Information durch das erste RFID-Lesegerät auslesbar ist, wenn das Schienenfahrzeug den ersten RFID-Transponder passiert, und die erste Information vom ersten RFID-Lesegerät an die Kontrolleinrichtung übertragbar ist, (b) die Kontrolleinrichtung ein kontrolliertes Bremsen des Schienenfahrzeugs durch Steuerung der Bremsvorrichtung unter Auswertung der ersten Information einleitet, (c) vom zweiten RFID-Transponder codierte zweite Information durch das erste RFID-Lesegerät auslesbar ist, wenn das Schienenfahrzeug den zweiten RFID-Transponder passiert, und die zweite Information vom ersten RFID-Lesegerät an die Kontrolleinrichtung übertragbar ist, und (d) die Kontrolleinrichtung das kontrollierte Bremsen des Schienenfahrzeugs unter Auswertung der zweiten Information anpasst, und das Schienenfahrzeug an der Zielposition stoppt.

[0013] Das hier vorgestellte System nutzt eine fest installierte Infrastruktur umfassend mindestens einen ersten RFID-Transponder und einen zweiten RFID-Transponder. Diese RFID-Transponder sind entlang des Schienenwegs in jeweils vorbestimmten Abständen von der Zielposition angeordnet. Eine Zielposition kann beispielsweise ein fest vorgegebener Punkt oder Position in einem Zielbereich sein. Konkret kann ein Zielbereich beispielsweise ein Haltestellenbereich oder Bahnsteig einer Straßenbahn sein. Die Zielposition kann dann die gewünschte und vorgegebene Position der Straßenbahn im Zielbereich sein, beispielsweise die gewünschte Position des vorderen Endes der Straßenbahn. Grundsätzlich kann jeder Position definiert werden, beispielsweise könnte auch die Position der vorderen Tür der Straßenbahn als Zielposition definiert werden.

[0014] Typischerweise ist der erste RFID-Transponder in Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs gesehen in einem vorgegebenen Abstand vor dem Zielbereich, d. h. vor dem eigentlichen Haltestellenbereich, angeordnet. Der zweite RFID-Transponder ist typischerweise im Zielbereich angeordnet.

[0015] Das Schienenfahrzeug ist mit mindestens ei-

nem ersten RFID-Lesegerät, einer Kontroll- oder Steuereinrichtung, sowie einer Bremsvorrichtung ausgestattet, welche auf mindestens einen Radsatz des Schienenfahrzeugs einwirkt. Das erste RFID-Lesegerät steht kommunikativ mit der Kontrolleinrichtung in Verbindung, d. h. es besteht eine Signal- oder Datenverbindung zwischen dem RFID-Lesegerät und der Kontrolleinrichtung. Typischerweise handelt es sich hier um eine digitale Datenverbindung, beispielsweise über einen geeigneten Datenbus. Ebenfalls besteht zwischen der Kontrolleinrichtung und der Bremsvorrichtung eine geeignete Signal- oder Datenverbindung (kommunikative Verbindung), sodass die Bremsvorrichtung durch die Kontrolleinrichtung gesteuert werden kann.

[0016] In den ersten und zweiten RFID-Transpondern sind Informationen gespeichert, welche von dem ersten RFID-Lesegerät ausgelesen und an die Kontrolleinrichtung weitergeleitet werden, wenn das erste RFID-Lesegerät den jeweiligen RFID-Transponder bei Bewegung des Schienenfahrzeugs entlang des Schienenwegs passiert hat. In einer typischen Ausführungsform codieren die RFID-Transponder ihren jeweiligen Abstand zur Zielposition. Als Abstand wird hier der Abstand entlang des Schienenwegs definiert, da sich das Schienenfahrzeug nur entlang dieses Schienenwegs bewegen kann. Damit wird auch der Abstand entlang von Kurven berücksichtigt, d. h. es wird hier der tatsächlich vom Schienenfahrzeug zurückzulegende Weg bis zur Zielposition zugrunde gelegt.

[0017] Mit dem System ist es möglich, das Schienenfahrzeug kontrolliert abzubremsen und an der vordefinierten Zielposition zum Stehen zu bringen. Dieser Vorgang erfolgt automatisch, ohne dass der Fahrer des Schienenfahrzeugs eingreifen oder die Kontrolle übernehmen muss. Dieses System bildet daher ein Zielbremsungs-Assistenzsystem, welches ein autonomes Bremsen und Halten in einem Zielbereich an einer vordefinierten Zielposition ermöglicht. Das Zielbremsungs-Assistenzsystem führt und kontrolliert den Bremsvorgang bis zum vollständigen Halten des Schienenfahrzeugs. Konkret kann das Zielbremsungs-Assistenzsystem softwareseitig als ein in der Kontrolleinrichtung ablaufendes Computerprogramm realisiert werden, welches die vom ersten RFID-Lesegerät erhaltenen Eingaben nutzt und auswertet und geeignete Steuersignale oder Steuerbefehle und Daten an die Bremsvorrichtung sendet. Optional können auch von der Bremsvorrichtung oder anderen Sensoren erhaltene Daten zur Regelung des Bremsvorgangs von dem in der Kontrolleinrichtung ablaufenden Computerprogramm ausgewertet und genutzt werden.

[0018] Das hier beschriebene Zielbremsungs-Assistenzsystem unterscheidet sich deutlich von anderen Bremsassistsenzsystemen. Ziel eines Bremsassistsenzsystems ist es typischerweise, ein Fahrzeug in sicherem Abstand vor einem Hindernis zu stoppen oder die Bremswirkung zu maximieren. Wo das Fahrzeug zum Stehen kommt, ist dagegen nicht von Interesse, sofern es nur in

ausreichendem Abstand vor dem Hindernis hält. Mit dem hier beschriebenen Zielbremsungs-Assistenzsystem ist dagegen beabsichtigt, dass das Schienenfahrzeug an einer vorgegebenen Zielposition hält, beispielsweise innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs um die Zielposition. Das Schienenfahrzeug soll daher genau an der Zielposition und nicht davor halten.

[0019] Das Stoppen oder Halten an der Zielposition bedeutet ein Stoppen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs relativ zur Zielposition. Die Größe des akzeptablen Toleranzbereichs hängt dabei von dem Zweck des kontrollierten Haltens ab. Soll das Schienenfahrzeug beispielsweise bei im Zielbereich installierten Einstiegs- hilfen oder Sicherheitstüren (Bahnsteigtüren) halten, ist nur eine relativ geringe Toleranz von einigen Zentimetern vorgesehen.

[0020] Das System (Zielbremsungs-Assistenzsystem) übernimmt typischerweise selbstständig die Kontrolle über das Schienenfahrzeug und führt eine Zielbremsungs-Assistenzprogramm aus, wenn das erste RFID- Lesegerät des Schienenfahrzeugs den ersten RFID- Transponder passiert hat. Das System kann bereits vor Passieren des ersten RFID-Transponders aktiviert sein, jedoch befindet es sich dann noch in einem passiven Zustand und greift noch nicht in die Kontrolle des Schienenfahrzeugs ein, d. h. es leitet noch keinen Bremsvorgang ein.

[0021] Durch Passieren des ersten RFID-Transponders erhält das Schienenfahrzeug erste Informationen, insbesondere über den Abstand x_1 des ersten RFID- Transponders von der Zielposition. In den ersten Informationen kann daher typischerweise auch eine Startinformation enthalten sein, aus denen das erste RFID- Lesegerät und/oder die Kontrolleinrichtung erkennen kann, dass es sich hier um den ersten RFID-Transponder vor einer Zielposition handelt. Auf Basis dieser Startinformation wird durch die Kontrolleinrichtung der autonome Bremsvorgang aktiviert, d. h. das Zielbremsungs-Assistenzprogramm geht vom passiven in einen aktiven Zustand über und übernimmt die autonome Steuerung des Schienenfahrzeugs. Alternativ kann es sich bei der Startinformation auch lediglich um die Nummer des ersten RFID-Transponders oder eine anderweitig eindeutige Kennung handeln, aus der das erste RFID-Lesegerät und/oder die Kontrolleinrichtung eindeutig erkennen kann, dass das Zielbremsungs-Assistenzprogramm in einen aktiven Zustand überführt werden soll.

[0022] Der Abstand (Entfernung) des jeweiligen RFID- Transponders zur Zielposition muss nicht notwendigerweise direkt im RFID-Transponder codiert sein. Sofern der jeweilige RFID-Transponder eine eindeutige Kennung codiert, kann basierend darauf beispielsweise der Abstand zur Zielposition ermittelt werden, wenn in der Kontrolleinrichtung für jeden RFID-Transponder der jeweilige Abstand zu seiner ihm zugeordneten Zielposition abgespeichert ist.

[0023] Auf Basis der ersten Information leitet die Kontrolleinrichtung, d. h. das Zielbremsungs-Assistenzpro-

gramm, ein kontrolliertes Bremsen des Schienenfahrzeugs durch Steuerung der Bremsvorrichtung ein. Dies kann beispielsweise durch Vorgabe einer konstanten oder auch ortsabhängigen oder zeitabhängigen variablen Bremsverzögerung erfolgen. Das eigentliche Bremsen muss nicht notwendigerweise unmittelbar nach Passieren des ersten RFID-Transponders eingeleitet werden, sondern kann beispielsweise abhängig von der aktuellen Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs nach Zurücklegen eines von der Kontrolleinrichtung zuvor ermittelten Weges aktiviert werden.

[0024] Wenn das Schienenfahrzeug den zweiten RFID-Transponder passiert, wird die darin codierten zweite Information vom ersten RFID-Lesegerät ausgelesen und zu einem optionalen Anpassen des kontrollierten Bremsvorgang genutzt, sofern dies erforderlich ist. Wenn beispielsweise durch die Kontrolleinrichtung erkannt wird, dass die aktuelle Geschwindigkeit für die verbleibende Strecke (zweiter Abstand x_2) bis zur Zielposition zu hoch ist, wird durch die Kontrolleinrichtung die Bremsverzögerung entsprechend angepasst, damit das Schienenfahrzeug sicher an der vorgegebenen Zielposition stoppt. Sollte dagegen die Geschwindigkeit zu gering sein, kann die Bremsverzögerung entsprechend verringert oder das Schienenfahrzeug sogar kurzzeitig beschleunigt werden, bevor es wieder kontrolliert abgebremst wird.

[0025] Das hierin beschriebene System stellt damit einen Zielbremsungs-Assistenzbetrieb des Schienenfahrzeugs bereit, durch den das Schienenfahrzeug kontrolliert gebremst und zum Stehen gebracht wird. Der Zielbremsungs-Assistenzbetrieb kann beispielsweise manuell durch den Fahrer des Schienenfahrzeugs einmalig aktiviert oder auch deaktiviert werden. Durch die Aktivierung erfolgt nicht notwendigerweise automatisch ein Abbremsen des Schienenfahrzeugs. Vielmehr wird durch das Aktivieren das System in Arbeitsbereitschaft (passiver Zustand) versetzt, sodass dann beim Passieren des ersten RFID-Transponders das System in einen aktiven Zustand übergeht und den Bremsvorgang einleitet und kontrolliert. Alternativ kann auch ein manuell eingeleiteter Bremsvorgang durch das System selbstständig in der Verzögerung angepasst werden. Bei aktiviertem Zielbremsungs-Assistenzbetrieb erfolgt somit die Zielbremsung selbstständig durch das Schienenfahrzeug und wird nicht durch den Fahrer eingeleitet, bzw. es wird die Zielbremsung durch den Fahrer eingeleitet und dann selbstständig in der Verzögerung angepasst.

[0026] Der Zielbremsungs-Assistenzbetrieb wird durch das Zielbremsungs-Assistenzprogramm kontrolliert, welches durch die Kontrolleinrichtung ausgeführt wird. Dazu kann beispielsweise ein geeignetes Computerprogramm in der Kontrolleinrichtung abgespeichert sein, welches von der Kontrolleinrichtung ausgeführt wird.

[0027] Allerdings ist es grundsätzlich möglich, dass der Fahrer jederzeit die vollständige Kontrolle über das Schienenfahrzeug übernimmt. Dies ist aus Sicherheits-

gründen erforderlich, sofern beispielsweise nicht vorhersehbare Ereignisse auftreten, wie beispielsweise das Queren des Schienenwegs durch eine Person oder ein Fahrzeug.

[0028] Gemäß einer konkreten Ausführungsform können die RFID-Transponder im Gleisbereich angeordnet sein, beispielsweise zwischen den Schienen. Es ist natürlich auch möglich, dass die RFID-Transponder neben den Schienen angeordnet sind.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform ist in der Kontrolleinrichtung als Parameter eine maximale Bremsverzögerung gespeichert. Die Kontrolleinrichtung kontrolliert das Bremsen des Schienenfahrzeugs in der Art, dass die maximale Bremsverzögerung nicht oder, bezogen auf den gesamten Bremsvorgang bis zum endgültigen Stoppen, nur kurzzeitig überschritten wird.

[0030] Die Begrenzung der Bremsverzögerung bringt mehrere Vorteile mit sich. Zum einen soll gewährleistet werden, dass der Bremsvorgang auch bei schlechten Schienenverhältnissen sicher erfolgen kann, ohne dass es zum Blockieren der Räder und damit Rutschen des Schienenfahrzeugs auf der Schiene kommt.

[0031] Zum anderen kann hier ein sanftes Abbremsen zur Erhöhung des Fahrkomforts insbesondere für die Fahrgäste erreicht werden. Typischerweise wird zu diesem Zweck der erste RFID-Transponder in einem ausreichend großen ersten Abstand x_1 von der Zielposition positioniert, sodass ein Abbremsen ohne Überschreitung der maximalen Bremsverzögerung unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs erfolgen kann.

[0032] Weiterhin ist es bei Einhaltung der maximalen Bremsverzögerung möglich, dass die Abbremsung ausschließlich durch eine Generatorbremse - auch bei schlechten Schienenverhältnissen - erfolgt, sodass eine Rückgewinnung von Energie möglichst effizient erfolgen kann.

[0033] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Bremsvorrichtung daher mindestens eine Generatorbremse zur Rückgewinnung von Energie. Die Bremsvorrichtung kann weiterhin auch mindestens eine andere Bremse aufweisen, beispielsweise die bereits vorstehend genannte magnetische Schienenbremse, Wirbelstrombremse oder Scheibenbremsen. Weitere mechanische Bremsen sind ebenfalls möglich.

[0034] Die limitierte Bremsverzögerung sollte möglichst nicht oder lediglich nur kurzzeitig überschritten werden. Ein kurzzeitiges Überschreiten ist insbesondere aus Sicherheitsgründen jederzeit möglich. Unter einem kurzzeitigen Überschreiten wird, bezogen auf die Gesamtdauer des Bremsvorgang beginnend vom Passieren des ersten RFID-Transponders bis zum vollständigen Halten des Schienenfahrzeugs, lediglich ein Zeitraum von ca. 20%, insbesondere von ca. 10% der Gesamtdauer verstanden.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform weist das Schienenfahrzeug eine Einrichtung zur Geschwindigkeitsmessung auf. Die Einrichtung zur Geschwindig-

keitsmessung steht mit der Kontrolleinrichtung kommunikativ in Verbindung und übermittelt die aktuelle Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs an die Kontrolleinrichtung. Dadurch kann überprüft werden, ob die aktuelle Geschwindigkeit mit der vorgegebenen Geschwindigkeit übereinstimmt, die durch die vorgegebene Bremsverzögerung definiert ist.

[0036] Es ist natürlich auch möglich, dass anstelle einer vorgegebenen Bremsverzögerung ein zeitabhängiges oder ortsabhängiges Geschwindigkeitsprofil durch die Kontrolleinrichtung vorgegeben wird, aus der dann eine zeitabhängige und/oder ortsabhängige Bremsverzögerung abgeleitet wird.

[0037] Die Überwachung und Kontrolle des gesamten Bremsvorgangs durch die Kontrolleinrichtung kann konkret durch eine Regelschleife erfolgen, bei der beispielsweise die Geschwindigkeit die Regelgröße und die Bremsverzögerung, oder die tatsächlich wirkende und durch die Bremsvorrichtung einstellbare Bremskraft, die Stellgröße ist.

[0038] Eine zusätzliche Rückkopplung und Kontrolle des Bremsvorgangs wird durch den zweiten RFID-Transponder ermöglicht. Beim Passieren des zweiten RFID-Transponders erhält die Kontrolleinrichtung eine genaue Information über den Abstand des Schienenfahrzeugs von der Zielposition und kann basierend darauf kontrollieren, ob das Schienenfahrzeug die für diese Position durch das ortsabhängige Geschwindigkeitsprofil vorgegebene Geschwindigkeit hat. Mit der vom zweiten RFID-Transponder ausgelesenen zweiten Information kann die Kontrolleinrichtung den Bremsvorgang entsprechend anpassen.

[0039] Gemäß einer Ausführungsform weist die Einrichtung zur Geschwindigkeitsmessung mindestens einen Drehzahlaufnehmer auf, der die Drehzahl eines Radsatzes aufnimmt, wobei dieser Drehzahlaufnehmer mit der Kontrolleinrichtung kommunikativ gekoppelt ist. Die Kontrolleinrichtung ist eingerichtet, die aktuelle Position und/oder die aktuelle Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs, bezogen auf die Position des ersten RFID-Transponders und/oder die Zielposition, auf Basis des/der durch den Drehzahlaufnehmer erfassten Größe zu ermitteln.

[0040] Die Auflösung des Drehzahlsignals sowohl für die Ermittlung der Geschwindigkeit als auch für die aktuelle Position ist bei Nutzung üblicher Systeme ausreichend hoch, sodass beispielsweise die aktuelle Position bis auf wenige Zentimeter genau bestimmt werden kann.

[0041] Gemäß einer Ausführungsform ist die Kontrolleinrichtung eingerichtet, auf Basis der ersten Information und der Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs beim Passieren des ersten RFID-Transponders ein ortsabhängiges Geschwindigkeitsprofil bis zum endgültigen Stoppen an der Zielposition vorzugeben. Weiterhin ist die Kontrolleinrichtung eingerichtet, die aktuelle Position und Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs mit dem vorgegebenen ortsabhängigen Geschwindigkeitsprofil zu vergleichen und das kontrollierte Bremsen des Schie-

nenfahrzeugs anzupassen, wenn eine Abweichung zwischen aktueller Position und Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs und dem vorgegebenen ortsabhängigen Geschwindigkeitsprofil ermittelt wird.

[0042] Die Kontrolleinrichtung vergleicht somit, ob das vorgegebene ortsabhängige Geschwindigkeitsprofil eingehalten wird, oder ob der Bremsvorgang angepasst werden muss. Das ortsabhängige (positionsabhängige) Geschwindigkeitsprofil wird dabei nach Passieren des ersten RFID-Transponders so durch die Kontrolleinrichtung vorgegeben, dass bei Einhaltung dieses Geschwindigkeitsprofils das Schienenfahrzeug sicher an der vorgegebenen Zielposition zum Halten kommt.

[0043] Gemäß einer Ausführungsform ist die Kontrolleinrichtung weiterhin eingerichtet, ein Warnsignal an eine Warnsignalausgabe zum Informieren des Fahrers abzugeben, wenn die Abweichung der aktuellen Position und/oder Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs vom vorgegebenen ortsabhängigen Geschwindigkeitsprofil einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

[0044] Die Vorgabe des Schwellwerts soll sicherstellen, dass bei einer erheblichen Abweichung der aktuellen Geschwindigkeit vom vorgegebenen Geschwindigkeitsprofil der Fahrer in den Bremsvorgang steuernd eingreifen kann.

[0045] Gemäß einer Ausführungsform ist mindestens ein dritter RFID-Transponder ortsfest in einem definierten dritten Abstand x_3 , entlang des Schienenwegs, von der Zielposition angeordnet. Dabei kann der dritte Abstand x_3 kleiner als der zweite Abstand x_2 sein, d. h. es kann $x_3 < x_2$ gelten. Mittels eines dritten RFID-Transponders kann die Genauigkeit des gesamten Bremsvorgangs insbesondere zu dessen Ende hin noch genauer kontrolliert und nachgeregelt werden. Bevorzugt sind sowohl der zweite als auch der dritte RFID-Transponder im Zielbereich angeordnet. Beispielsweise können der zweite RFID-Transponder im Bereich des Einfahrtendes des Haltestellenbereichs und der dritte RFID-Transponder im Bereich des Ausfahrtendes, in Fahrtrichtung gesehen vor der Zielposition, angeordnet sein. Damit können eine erste Kontrolle und gegebenenfalls Anpassung des Bremsvorgangs beim Einfahren des Schienenfahrzeugs in den Haltestellenbereich (Zielbereich) und eine zweite Kontrolle und gegebenenfalls Anpassung des Bremsvorgangs kurz vor dem vollständigen Halten des Schienenfahrzeugs erfolgen.

[0046] Gemäß einer Ausführungsform sind im dritten RFID-Transponder Angaben zum dritten Abstand x_3 als dritte Informationen codiert, die vom ersten RFID-Lesegerät ausgelesen werden, wenn das erste RFID-Lesegerät den dritten RFID-Transponder passiert.

[0047] Gemäß einer Ausführungsform ist das erste RFID-Lesegerät, insbesondere eine Lese-Antenne des ersten RFID-Lesegeräts, am Fahrzeugkopf angeordnet. Beispielsweise kann das erste RFID-Lesegerät, oder dessen Lese-Antenne, unter dem Fahrzeugkopf und im Untergestell des Schienenfahrzeugs angeordnet sein.

[0048] Gemäß einer Ausführungsform weist das

Schienenfahrzeug mindestens ein zweites RFID-Lesegerät auf, das in einem Abstand D vom ersten RFID-Lesegerät angeordnet ist, wobei das zweite RFID-Lesegerät eingerichtet ist, die in den jeweiligen RFID-Transpondern codierten Informationen auszulesen.

[0049] Mittels des zweiten RFID-Lesegeräts ist es möglich, dass das Schienenfahrzeug die Information vom jeweiligen RFID-Transponder aufgrund des Abstandes D zeitverzögert noch einmal ausliest. Wurde beispielsweise zwischen dem Passieren des ersten RFID-Transponders durch das erste RFID-Lesegerät und dem Passieren des ersten RFID-Transponders durch das zweite RFID-Lesegerät der eigentliche Bremsvorgang eingeleitet, kann bereits beim Passieren des ersten RFID-Transponders durch das zweite RFID-Lesegerät eine erste Kontrolle des Bremsvorgangs erfolgen. Die Zahl der möglichen Kontrollpunkte, oder auch Stützpunkte zur Anpassung des ortsabhängigen Geschwindigkeitsprofils, wird daher bei Vorsehen des zweiten RFID-Lesegeräts praktisch verdoppelt.

[0050] Beispielsweise kann gemäß einer Ausführungsform das zweite RFID-Lesegerät insbesondere eine Lese-Antenne des zweiten RFID-Lesegeräts, am Fahrzeugende angeordnet sein. Beispielsweise ist das zweite RFID-Lesegerät, oder dessen Lese-Antenne, unter dem Ende und im Untergestell des Schienenfahrzeugs angeordnet.

[0051] Gemäß einer Ausführungsform gilt zwischen dem zweiten Abstand x_2 des zweiten RFID-Transponders von der Zielposition und dem Abstand D zwischen erstem und zweitem RFID-Lesegerät folgende Beziehung: $x_2 > D$.

[0052] Ist der Abstand D kleiner als der zweite Abstand x_2 ist sichergestellt, dass auch das zweite RFID-Lesegerät den zweiten RFID-Transponder passiert, bevor das Schienenfahrzeug endgültig an der Zielposition zum Halten gebracht wird. Dadurch werden insgesamt vier Kontrollpunkte bei Verwendung von lediglich zwei RFID-Transpondern bereitgestellt.

[0053] Gemäß einer Ausführungsform entspricht der erste Abstand x_1 mindestens dem Doppelten, bevorzugt mindestens dem Dreifachen, der Gesamtlänge des Schienenfahrzeugs. Der erste Abstand x_1 kann dabei unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Höchstgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs und der vorgegebenen maximalen Bremsverzögerung ermittelt werden.

[0054] Gemäß einer Ausführungsform sind das erste RFID-Lesegerät und, sofern optional vorhanden, das zweite RFID-Lesegerät, jeweils redundant ausgelegt. Dabei können die zwei RFID-Lesegeräte jeweils eine eigene oder jeweils eine gemeinsame Lese-Antenne aufweisen. Redundant sollte zumindest die Elektronik der RFID-Lesegeräte sein, bevorzugt sogar das vollständige RFID-Lesegerät einschließlich der Lese-Antenne.

[0055] Typischerweise sind die RFID-Lesegeräte so angeordnet, dass sie beim Passieren der jeweiligen RFID-Transponder diese sicher auslesen können. Für

eine genaue Positionsbestimmung ist es weiterhin von Vorteil, wenn das Auslesen der RFID-Transponder nur dann erfolgen kann, wenn sich die Lese-Antenne des jeweiligen RFID-Lesegeräts nur innerhalb eines vordefinierten maximalen Abstands vom auszulesenden RFID-Transponder befindet. Dies ist beispielsweise durch Wahl der entsprechenden RFID-Technologie (Frequenzbereich) wählbar.

[0056] Gemäß einer Ausführungsform ermöglicht das hierin beschriebene System die Durchführung eines Zielbremsungs-Assistenzprogramms, bzw. eines Zielbremsungs-Assistenzverfahrens, zum kontrollierten Abbremsen und positionsdefinierten Stoppen eines Schienenfahrzeugs, insbesondere einer Straßenbahn, an einer vorgegebenen Zielposition. Dazu weist das Schienenfahrzeug mindestens ein erstes RFID-Lesegerät, eine mit dem ersten RFID-Lesegerät kommunikativ verbundene Kontrolleinrichtung, und mindestens eine auf mindestens einen Radsatz des Schienenfahrzeugs einwirkende Bremsvorrichtung auf, die von der Kontrolleinrichtung steuerbar ist. Passiert das Schienenfahrzeug mit seinem ersten RFID-Lesegerät einen ersten RFID-Transponder, der in einem ersten Abstand x_1 von einer Zielposition Z angeordnet ist und eine erste Information codiert, wird diese erste Information vom ersten RFID-Lesegerät ausgelesen und vom Zielbremsungs-Assistenzprogramm eingelesen. Das Zielbremsungs-Assistenzprogramm leitet dann ein kontrolliertes Bremsen des Schienenfahrzeugs durch Steuerung der Bremsvorrichtung unter Auswertung der ersten Information ein. Passiert das Schienenfahrzeug mit seinem ersten RFID-Lesegerät einen zweiten RFID-Transponder, der in einem zweiten Abstand x_2 von der Zielposition Z angeordnet ist und eine zweite Information codiert, wird die zweite Informationen vom ersten RFID-Lesegerät ausgelesen und vom Zielbremsungs-Assistenzprogramm eingelesen. Unter Auswertung der zweiten Information passt das Zielbremsungs-Assistenzprogramm das kontrollierte Bremsen des Schienenfahrzeugs an und stoppt das Schienenfahrzeug an der Zielposition.

[0057] Die weiter oben im Zusammenhang mit dem System beschriebenen Ausführungsformen und Modifikationen gelten auch für die Durchführung des hier beschriebenen Zielbremsungs-Assistenzprogramms (Verfahren).

[0058] Gemäß einer Ausführungsform wird weiterhin eine Kontrolleinrichtung mit einem darin gespeicherten Computerprogramm bereitgestellt, welches bei dessen Ausführung das vorstehend beschriebene Verfahren (Zielbremsungs-Assistenzprogramm) realisiert.

FIGUREN

[0059] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsformen näher erläutert, ohne dass diese den durch die Ansprüche definierten Schutzbereich einschränken sollen.

[0060] Die beiliegenden Zeichnungen veranschauli-

chen Ausführungsformen und dienen zusammen mit der Beschreibung der Erläuterung der Prinzipien der Erfindung. Die Elemente der Zeichnungen sind relativ zueinander und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen entsprechend ähnliche Teile.

Figur 1 zeigt ein System gemäß einer Ausführungsform unter Verwendung von zwei ortsfesten RFID-Transpondern und einem RFID-Lesegerät im Schienenfahrzeug.

Figur 2 zeigt ein System gemäß einer weiteren Ausführungsform unter Verwendung von zwei ortsfesten RFID-Transpondern und zwei RFID-Lesegeräten im Schienenfahrzeug.

Figur 3 zeigt ein System gemäß einer weiteren Ausführungsform unter Verwendung von drei ortsfesten RFID-Transpondern und einem RFID-Lesegerät im Schienenfahrzeug, wobei in Figur 3 weiterhin der Bremsvorgang dargestellt ist.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0061] Figur 1 zeigt - in schematischer Darstellung - ein Schienenfahrzeug 100, beispielsweise eine Straßenbahn, das sich entlang eines vorgegebenen Schienenwegs 180, d. h. auf eine Schiene bewegt. Figur 1 zeigt das Schienenfahrzeug 100, bevor es in einen Zielbereich 181 einfährt, der beispielsweise ein Haltestellenbereich oder ein Bahnhof sein kann. Das Schienenfahrzeug 100 soll dabei an einer vorgegebenen Zielposition Z zum Halten kommen. Lediglich zu Illustrationszwecken sei angenommen, dass sich das vordere Ende des Schienenfahrzeugs 100 an der Zielposition Z befinden soll, wenn das Schienenfahrzeug 100 zum Halten kommt. Dadurch kann beispielsweise sichergestellt werden, dass sich die Einstiegs- und Ausstiegstüren des Schienenfahrzeugs an jeweils vorgegebenen Positionen im Zielbereich 181 befinden.

[0062] In einem vorgegebenen ersten Abstand x_1 ist ein erster RFID-Transponder T_1 , im Folgenden lediglich als erster Transponder T_1 bezeichnet, beispielsweise im Gleisbett der Schiene angeordnet. Wie in Figur 1 zu erkennen ist, befindet sich der erste Transponder T_1 außerhalb des Zielbereichs 181. Ein zweiter RFID-Transponder T_2 , im Folgenden lediglich als zweiter Transponder T_2 bezeichnet, ist beispielsweise ebenfalls im Gleisbett der Schiene jedoch im Zielbereich 181 angeordnet. Der Abstand zwischen dem zweiten Transponder T_2 und der Zielposition Z ist mit x_2 bezeichnet.

[0063] Beispielsweise kann der Abstand x_1 des ersten Transponders T_1 zur Zielposition Z abhängig von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit vor dem Zielbereich 181 gewählt sein. Dabei kann für die Ermittlung des Abstandes x_1 weiterhin eine maximale Bremsverzögerung berücksichtigt werden, mit der das Schienenfahrzeug

100 bis zum endgültigen Halten an der Zielposition Z gebremst werden soll. Beispielsweise kann als maximale Bremsverzögerung 1 m/s^2 angesetzt werden. Damit ergibt sich zum Beispiel für Streckenabschnitte, die mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h befahren werden dürfen, ein Mindestabstand von etwa 250 m , beispielsweise zwischen 100 und 250 m , für den ersten Transponder T1 von der Zielposition Z. Für den zweiten Abstand x_2 kann ein Bereich beispielsweise zwischen 1 und 5 m gewählt werden.

[0064] Das Schienenfahrzeug 100 weist im Bereich seines Fahrzeugkopfs ein erstes RFID-Lesegerät L1 auf, im Folgenden lediglich als erstes Lesegerät L1 bezeichnet. Dieses ist mit einer Kontrolleinrichtung 110 verbunden und kann beispielsweise Daten oder Signale zu dieser Kontrolleinrichtung 110 senden und gegebenenfalls auch Daten und Signale von der Kontrolleinrichtung 110 empfangen. Bei der Kontrolleinrichtung 110 kann es sich beispielsweise um die zentrale Steuerungseinrichtung des Schienenfahrzeugs 100 handeln. Es ist jedoch auch möglich, dass die Kontrolleinrichtung 110 eine von der zentralen Steuerungseinrichtung des Schienenfahrzeugs separate Steuereinrichtung ist, die lediglich für die Durchführung des Zielbremsungs-Assistenzprogramms, d. h. für die Durchführung des autonomen kontrollierten Bremsvorgangs vorgesehen ist. In diesem Fall steht die Kontrolleinrichtung 110 in Datenaustausch mit der zentralen Steuerungseinrichtung des Schienenfahrzeugs, um von dort Steuerbefehle und -daten zu erhalten und gegebenenfalls Daten und Signale an die zentrale Steuerungseinrichtung zu senden.

[0065] Das Schienenfahrzeug 100 weist weiterhin mindestens einen, typischerweise mehrere Radsätze 105 auf. Vorliegend hat das Schienenfahrzeug drei Radsätze, ohne darauf beschränkt zu sein. Mindestens einer dieser drei Radsätze 105, bevorzugt mindestens zwei oder alle Radsätze 105, können mit einer Bremsvorrichtung 120, 130 ausgestattet sein. Die Bremsvorrichtung 120, 130 wirkt auf den jeweiligen Radsatz 105 ein. Bei der Bremsvorrichtung kann es sich beispielsweise um eine Generatorbremse 120 oder um eine elektromechanische oder rein mechanische Bremse 130 handeln. Es ist auch möglich, dass pro Radsatz 105 sowohl eine Generatorbremse 120 als auch eine elektromechanische oder rein mechanische Bremse 130 vorgesehen ist.

[0066] Zusätzlich ist an mindestens einem der Radsätze 105 ein Drehzahlaufnehmer 106 vorgesehen, der eine Einrichtung zur Geschwindigkeitsmessung darstellt.

[0067] Die Bremsvorrichtung 120, 130 und der Drehzahlaufnehmer 106 sind jeweils mit der Kontrolleinrichtung 110 verbunden, um mit dieser Daten auszutauschen bzw. von der Kontrolleinrichtung 110 Steuerbefehle zu empfangen.

[0068] In Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt. Diese unterscheidet sich von der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform unter anderem darin, dass das hier gezeigte Schienenfahrzeug 200 zusätzlich zum ersten Lesegerät L1 ein zweites RFID-Lesegerät L2, im

Folgenden lediglich als zweites Lesegerät L2 bezeichnet, aufweist. Dieses ist, bezogen auf die Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs, im vorliegenden Fall von links nach rechts, am Fahrzeugende des Schienenfahrzeugs 200 angeordnet. Der Abstand zwischen erstem Lesegerät L1 und zweiten Lesegerät L2 ist mit D bezeichnet. Dieser Abstand D ist kleiner als der zweite Abstand x_2 des zweiten Transponders T2.

[0069] Der zweite Abstand x_2 des zweiten Transponders T2 in der in der Figur 2 gezeigten Ausführungsform ist größer als der zweite Abstand x_2 in der Figur 1. In der Figur 1 ist der zweite Transponder T2 in der Nähe der Zielposition Z angeordnet, d. h. am Ausfahrtende des Zielbereichs 181. Im Gegensatz dazu ist der zweite Transponder T2 in Figur 2 in einem deutlich größeren Abstand zur Zielposition Z angeordnet, d. h. am Einfahrtende des Zielbereichs 181.

[0070] Nachfolgend wird erläutert, wie ein automatischer Bremsvorgang durch die Kontrolleinrichtung 110 ausgelöst und kontrolliert wird. Hierbei wird davon ausgegangen, dass das Zielbremsungs-Assistenzprogramm grundsätzlich durch den Fahrer des Schienenfahrzeugs aktiviert wurde, sich dieses jedoch noch in einem passiven Zustand befindet, und erst nach dem Passieren des ersten Transponders T1 in einen aktiven Zustand gebracht wird. Nachdem das Schienenfahrzeug an der Zielposition Z zum Halten gebracht wurde, kann das Zielbremsungs-Assistenzprogramm automatisch wieder in einen passiven Zustand übergehen und erst beim Annähern an einen nachfolgenden Zielbereich durch das erneute Überfahren eines für diesen Zielbereich ersten Transponders wieder in einen aktiven Zustand überführt werden. Jeder Zielbereich entlang eines Schienenwegs hat daher einen eigenen ersten Transponder T1 und mindestens einen zweiten Transponder T2. Anders ausgedrückt ist jeder Zielposition Z mindestens ein erster Transponder T1 und mindestens ein zweiter Transponder T2 zugeordnet.

[0071] Bei Bewegung des Schienenfahrzeugs 100, 200 in Fahrtrichtung kommt das erste Lesegerät L1 in die Nähe des ersten Transponders T1 und kann die darin codierten Informationen auslesen, welche als erste Information angesehen werden. Neben der Codierung des ersten Abstandes x_1 des ersten Transponders L1 von der Zielposition Z kann auch eine ausschließlich für diesen Transponder spezifische Kennung im Transponder codiert sein. Darüber hinaus ist es möglich, dass Angaben zum Streckenprofil bis zur Zielposition Z, zum Beispiel eine mögliche Steigung oder ein Abfall des Schienenwegs 180 bzw. Angaben zu möglichen Kurven im ersten Transponder L1 codiert sind. Außerdem kann im ersten Transponder T1 ein Startsignal codiert sein, welches als Kennung dient, damit die Kontrolleinrichtung 110 erkennen kann, dass das Schienenfahrzeug auf einen Zielbereich zufährt und dort an der Zielposition Z zum Halten kommen soll. Diese gesamten Informationen werden vom ersten Lesegerät L1 ausgelesen, geeignet decodiert und an die Kontrolleinrichtung 110 gesendet.

[0072] Nach Auswertung der gesendeten Informationen erkennt die Kontrolleinrichtung 110 zunächst, dass das Schienenfahrzeug auf einen Zielbereich zufährt und bringt dadurch das Zielbremsungs-Assistenzprogramm von einem passiven in einen aktiven Zustand. Als Parameter stehen dem Zielbremsungs-Assistenzprogramm insbesondere der Abstand x_1 bis zur Zielposition und die aktuelle Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs zur Verfügung, die über den Drehzahlnehmer 106 abgefragt werden kann. Basierend auf diesen Informationen ermittelt das Zielbremsungs-Assistenzprogramm beispielsweise ein ortsabhängiges oder zeitabhängiges Geschwindigkeitsprofil. In Abhängigkeit von einer maximal vorgegebenen Verzögerung, welche beispielsweise in der Kontrolleinrichtung 110 abgespeichert ist, ermittelt das Zielbremsungs-Assistenzprogramm selbstständig den Zeitpunkt, zu dem das eigentliche Bremsen des Schienenfahrzeugs eingeleitet wird.

[0073] Es ist möglich, dass unmittelbar nach dem Passieren des ersten Transponders T1 sofort das Schienenfahrzeug abgebremst wird, beispielsweise wenn die aktuelle Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs nahe an der maximal zulässigen Geschwindigkeit ist. Es ist jedoch auch möglich, dass dies erst nach einer gewissen Zeit erfolgt, beispielsweise wenn sich das Schienenfahrzeug mit einer deutlich geringeren Geschwindigkeit bewegt.

[0074] Durch Abfragen der jeweils aktuellen Geschwindigkeit kann das durch die Kontrolleinrichtung 110 ausgeführte Zielbremsungs-Assistenzprogramm entweder die aktuelle Position des Schienenfahrzeugs relativ zum ersten Transponder T1 bzw. zur Zielposition Z unter Berücksichtigung der seit dem Passieren des ersten Transponders T1 verstrichenen Zeit errechnen, oder auf Basis der seit dem Passieren des ersten Transponders T1 erfolgten Umdrehungen des Radsatzes 105 ermitteln. Unabhängig davon, auf welche Art und Weise der zurückgelegte Weg ermittelt wird, vergleicht das Zielbremsungs-Assistenzprogramm kontinuierlich die aktuelle Geschwindigkeit und die aktuelle Position des Schienenfahrzeugs mit dem vorgegebenen Geschwindigkeitsprofil. Bei einer ermittelten Abweichung wird die Bremswirkung erhöht oder erniedrigt, damit die Geschwindigkeit entsprechend angepasst wird.

[0075] Sollte die Abweichung zu groß sein, kann ein Warnsignal an den Fahrer abgegeben werden, damit dieser in den Bremsvorgang eingreifen kann. Alternativ ist es möglich, dass ein neues Geschwindigkeitsprofil basierend auf der aktuell ermittelten Position und Geschwindigkeit definiert wird, wenn die Abweichung zu groß ist und das ursprünglich vorgegebene Geschwindigkeitsprofil nicht mehr eingehalten werden kann.

[0076] Wird beispielsweise erkannt, dass die Geschwindigkeit deutlich zu hoch ist, kann zur Vermeidung eines abrupten Abbremsens, um die Geschwindigkeit wieder dem vorgegebenen Geschwindigkeitsprofil anzupassen, ein neues Geschwindigkeitsprofil mit höherer aber gleichmäßiger Verzögerung vorgegeben werden.

Dadurch wird das Schienenfahrzeug zwar insgesamt stärker aber gleichmäßig abgebremst, wodurch insbesondere der Komfort für die Fahrgäste erhöht wird. Außerdem wird dadurch die Bremslast gleichmäßiger über die Zeit verteilt.

[0077] Die Einhaltung der maximalen Bremsverzögerung hat insbesondere den Vorteil, dass das Abbremsen des Schienenfahrzeugs auch bei schlechten Schienenverhältnissen, beispielsweise bei Schnee oder Laub auf den Schienen, überwiegend durch die Generatorbremse 120 erfolgt und dadurch fast die gesamte kinetische Energie zur Gewinnung von elektrischer Energie ausgenutzt werden kann.

[0078] Neben der Überwachung und Anpassung des Bremsvorgangs auf Basis der aktuell ermittelten Geschwindigkeit und/oder Position des Schienenfahrzeugs erfolgt gegebenenfalls eine weitere Anpassung, wenn das Schienenfahrzeug den zweiten Transponder T2 passiert. Auch dieser codiert seinen Abstand x_2 bis zur Zielposition Z und gegebenenfalls weitere für diesen Transponder spezifische Informationen.

[0079] Auf Basis der vom zweiten Transponder T2 ausgelesenen zweiten Informationen kann das Zielbremsungs-Assistenzprogramm eine eventuell erforderliche Anpassung des Geschwindigkeitsprofils errechnen und damit den Bremsvorgang insgesamt zielgenauer steuern, sodass die Haltegenauigkeit verbessert wird.

[0080] Zur weiteren Verbesserung der Haltegenauigkeit kann das in Figur 2 gezeigte zweite Lesegerät L2 verwendet werden, welches zeitlich nachfolgend nach dem ersten Lesegerät L1 die jeweiligen Transponder T1 und T2 passiert. Da beide Lesegeräte L1, L2 in einem Abstand D voneinander angeordnet sind, kann insbesondere der zweite Transponder T2 in einem größeren Abstand von der Zielposition Z angeordnet werden. Dadurch erhält das von der Kontrolleinrichtung 110 ausgeführte Zielbremsungs-Assistenzprogramm bereits beim Einfahren in den Zielbereich 181 eine genaue Lageposition und kann bereits deutlich vor der eigentlichen Zielposition Z den Bremsvorgang anpassen. Kurz vor dem endgültigen Halten an der Zielposition Z passiert das zweite Lesegerät L2 den zweiten Transponder T2, sodass hier erneut eine Anpassung möglich ist. Insgesamt wird hiermit das zielgenaue Halten verbessert. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn Bahnsteigtüren zur Sicherheit der Passagiere im Haltestellenbereich für einen komplett vollautomatischen Betrieb vorhanden sind und dadurch das Schienenfahrzeug mit seinen Türen an den Bahnsteigtüren zum Halten kommen muss.

[0081] Im Zusammenhang mit Figur 3 wird eine weitere Ausführungsform erläutert. In dieser Ausführungsform verfügt das dort gezeigte Schienenfahrzeug 300 lediglich über ein erstes Lesegerät L1. Allerdings ist zusätzlich zum ersten und zweiten Transponder T1, T2 noch ein dritter RFID-Transponder T3, im Folgenden lediglich als dritter Transponder T3 bezeichnet, am Schienenweg angeordnet. Der dritte Transponder T3 hat zur Zielposition Z einen dritten Abstand x_3 , der kleiner als der zweite

Abstand x2 des zweiten Transponders ist. Beispielsweise kann der erste Abstand x1, wie bereits oben erläutert, etwa 250 m betragen. Der zweite Abstand x2 kann beispielsweise 5 m und der dritte Abstand x3 kann beispielsweise 1 m betragen. Der relativ kurze dritte Abstand x3 wird insbesondere dafür verwendet, um eine Haltegenauigkeit in einem Bereich von wenigen Zentimetern, beispielsweise von fünf Zentimetern einzuhalten, insbesondere, wenn Bahnsteigtüren im Haltestellenbereich vorgesehen sind.

[0082] Sind dagegen keine Bahnsteigtüren vorgesehen, kann die Toleranz auch größer sein, beispielsweise +/- 25 cm, und der dritte Transponder T3 kann entfallen.

[0083] In Figur 3 ist weiterhin ein ortsabhängiges Geschwindigkeitsprofil dargestellt, welches vom Zielbremsungs-Assistenzprogramm nach Passieren des ersten Transponders T1 auf Basis der aktuellen Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs und des ersten Abstandes x1 vorgegeben wird. Das eigentliche Einleiten des Bremsvorgangs erfolgt jedoch nicht am Kontrollpunkt P1, welche dem Ort entspricht, an dem das Schienenfahrzeug 300 am ersten Transponder T1 vorbeifährt, sondern etwas verzögert am Punkt P1a. Dieser ist abhängig von der aktuellen Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs sowie der maximal vorgegebenen Bremsverzögerung.

[0084] Zusätzlich zum Geschwindigkeitsprofil kann durch das Zielbremsungs-Assistenzprogramm auch ein Geschwindigkeitsband errechnet werden, in welchem sich das Schienenfahrzeug an der jeweils aktuellen Position befinden müsste. Die aktuelle Position des Schienenfahrzeugs 300 kann, wie weiter oben bereits dargelegt, kontinuierlich errechnet werden, insbesondere permanent anhand der Umdrehungen des Radsatzes 105 ausgehend von der Position des ersten Transponders T1. Passiert das erste Lesegerät L1 des Schienenfahrzeugs beispielsweise den zweiten Transponder T2, wird überprüft, ob sich die aktuelle Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs am zweiten Transponder T2 innerhalb des vorberechneten Geschwindigkeitsbands liegt. Falls nicht, wird der Bremsvorgang entsprechend angepasst.

[0085] Bei einer unzulässigen Abweichung erscheint ein für den Fahrer deutliche Warnmeldung am Störmelddisplay verbunden mit beispielsweise einer optischen und akustischen Warnung. Beispielsweise kann diese Warnung dem Fahrer signalisieren, dass der automatische Bremsbetrieb durch das Zielbremsungs-Assistenzprogramm beendet und die Bremsung wieder durch den Fahrer kontrolliert werden muss.

[0086] Es ist dabei zu beachten, dass der Fahrer jedoch immer in der Lage ist, die durch das Zielbremsungs-Assistenzprogramm ermittelten Vorgaben und Steuerungen durch eigene Steuerungen zu ersetzen. Beispielsweise kann dies einfach dadurch erfolgen, dass eine Betätigung des Fahr-/ Bremshebels durch den Fahrer während des automatischen Bremsvorgangs automatisch das Zielbremsungs-Assistenzprogramm beendet und als Steuersignal nur noch der durch den betätig-

ten Fahr-/ Bremshebel vorgegebene Sollwert durch die Kontrolleinrichtung 110 akzeptiert wird.

[0087] Für eine weitere zielgenaue Anpassung des Bremsvorgangs dienen der zweite Transponder T2 und insbesondere der dritte Transponder T3, durch welche weitere Kontrollpunkte P2 und P3 definiert werden.

[0088] Die Orte, an denen die Transponder angeordnet sind, dienen als Kontrollpunkte für die Überprüfung des Bremsvorgangs. Es ist grundsätzlich möglich, mehr als nur drei Transponder vorzusehen, beispielsweise können vier oder auch fünf Transponder vorgesehen werden. Die Zahl der Kontrollpunkte erhöht sich weiterhin, wenn das Schienenfahrzeug, wie weiter oben dargelegt, neben dem ersten Lesegerät L1 noch mindestens ein zweites Lesegerät L2 aufweist, das in Fahrtrichtung gesehen beabstandet zum ersten Lesegerät L1 angeordnet ist.

[0089] Wenngleich hierin spezifische Ausführungsformen dargestellt und beschrieben worden sind, liegt es im Rahmen der vorliegenden Erfindung, die gezeigten Ausführungsformen geeignet zu modifizieren, ohne vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

25 Bezugszeichenliste

[0090]

100,200	Schienenfahrzeug
30 105	Radsatz
106	Einrichtung zur Geschwindigkeitsmessung / Drehzahlnehmer
110	Kontrolleinrichtung
120	Bremsvorrichtung / Generatorbremse
35 130	Bremsvorrichtung / mechanische Bremse
180	Schiene
181	Zielbereich / Bahnsteig
D	Abstand
L1	erstes RFID-Lesegerät
40 L2	zweites RFID-Lesegerät
T1	erster RFID-Transponder
T2	zweiter RFID-Transponder
T3	dritter RFID-Transponder
x1	erster Abstand
45 x2	zweiter Abstand
x3	dritter Abstand
Z	Zielposition

50 Patentansprüche

1. System zum kontrollierten Abbremsen und positionsdefinierten Stoppen eines Schienenfahrzeugs, beispielsweise einer Straßenbahn, an einer Zielposition, aufweisend:

ein Schienenfahrzeug (100, 200) mit mindestens einem ersten RFID-Lesegerät (L1), einer

mit dem ersten RFID-Lesegerät (L1) kommunikativ verbundenen Kontrolleinrichtung (110), und einer auf mindestens einen Radsatz (105) des Schienenfahrzeugs (100, 200) einwirkende Bremsvorrichtung (120, 130), die von der Kontrolleinrichtung (110) steuerbar ist; mindestens einen ersten RFID-Transponder (T1), der ortsfest in einem definierten ersten Abstand x_1 , entlang eines Schienenwegs (180), von einer Zielposition (Z) angeordnet ist; und mindestens einen zweiten RFID-Transponder (T2), der ortsfest in einem definierten zweiten Abstand x_2 , entlang des Schienenwegs (180), von der Zielposition (Z) angeordnet ist, wobei $x_2 < x_1$ ist, wobei das erste RFID-Lesegerät (L1) und die Kontrolleinrichtung (110) derart eingerichtet sind, dass

- (a) vom ersten RFID-Transponder (T1) codierte erste Information durch das erste RFID-Lesegerät (L1) auslesbar ist, wenn das Schienenfahrzeug (100, 200) den ersten RFID-Transponder (T1) passiert, und die erste Information vom ersten RFID-Lesegerät (L1) an die Kontrolleinrichtung (110) übertragbar ist,
 - (b) die Kontrolleinrichtung (110) ein kontrolliertes Bremsen des Schienenfahrzeugs (100, 200) durch Steuerung der Bremsvorrichtung (120, 130) unter Auswertung der ersten Information einleitet,
 - (c) vom zweiten RFID-Transponder (T2) codierte zweite Information durch das erste RFID-Lesegerät (L1) auslesbar ist, wenn das Schienenfahrzeug (100, 200) den zweiten RFID-Transponder (T2) passiert, und die zweite Information vom ersten RFID-Lesegerät (L1) an die Kontrolleinrichtung (110) übertragbar ist, und
 - (d) die Kontrolleinrichtung (110) das kontrollierte Bremsen des Schienenfahrzeugs (100, 200) unter Auswertung der zweiten Information anpasst.
2. System nach Anspruch 1, wobei die im ersten RFID-Transponder (T1) codierte erste Information Angaben zum ersten Abstand x_1 beinhaltet, und die im zweiten RFID-Transponder (T2) codierte zweite Information Angaben zum zweiten Abstand x_2 beinhaltet.
 3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei in der Kontrolleinrichtung (110) als Parameter eine maximale Bremsverzögerung gespeichert ist und die Kontrolleinrichtung (110) das Bremsen des Schienenfahrzeugs so kontrolliert, dass die maximale Bremsverzögerung nicht oder, bezogen auf den gesamten

Bremsvorgang bis zum endgültigen Stoppen, nur kurzzeitig überschritten wird.

4. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Bremsvorrichtung (120, 130) eine Generatorbremse (120) zur Rückgewinnung von Energie ist.
5. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Schienenfahrzeug (100, 200) eine Einrichtung zur Geschwindigkeitsmessung (106) aufweist.
6. System nach Anspruch 5, wobei

die Einrichtung zur Geschwindigkeitsmessung mindestens einen Drehzahlaufnehmer (106) aufweist, der die Drehzahl des einen Radsatzes (105) aufnimmt, wobei der Drehzahlaufnehmer (106) mit der Kontrolleinrichtung (110) kommunikativ gekoppelt ist, und

die Kontrolleinrichtung (110) eingerichtet ist, die aktuelle Position und/oder die aktuelle Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs, bezogen auf die Position des ersten RFID-Transponders (T1) und/oder die Zielposition (Z), auf Basis des/der durch den Drehzahlaufnehmer (106) erfassten Drehzahl und/oder Geschwindigkeit zu ermitteln.

7. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Kontrolleinrichtung (110) eingerichtet ist,

auf Basis der ersten Information und der Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs beim Passieren des ersten RFID-Transponders (T1) ein ortsabhängiges oder zweitabhängiges Geschwindigkeitsprofil bis zum endgültigen Stoppen an der Zielposition (Z) vorzugeben, und die aktuelle Position und Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs (100, 200) mit dem vorgegebenen ortsabhängigen oder zeitabhängigen Geschwindigkeitsprofil zu vergleichen und das kontrollierte Bremsen des Schienenfahrzeugs anzupassen, wenn eine Abweichung zwischen aktueller Position und Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs (100, 200) und dem vorgegebenen ortsabhängigen oder zeitabhängigen Geschwindigkeitsprofil ermittelt wird.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kontrolleinrichtung (100) weiterhin eingerichtet ist, ein Warnsignal an eine Warnsignalausgabe zum Informieren des Fahrers abzugeben, wenn die Abweichung der aktuellen Position und/oder Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs (100, 200) vom vorgegebenen ortsabhängigen oder zeitabhängigen Geschwindigkeitsprofil einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindesten ein dritter RFID-Transponder (T3) ortsfest in einem definierten dritten Abstand x_3 , entlang des Schienenwegs (180), von der Zielposition (Z) angeordnet ist. 5
10. System nach Anspruch 9, wobei im dritten RFID-Transponder (T3) Angaben zum dritten Abstand x_3 als dritte Information codiert ist, die vom ersten RFID-Lesegerät (L1) auslesbar ist. 10
11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste RFID-Lesegerät (L1), insbesondere eine Lese-Antenne des ersten RFID-Lesegeräts (L1), am Fahrzeugkopf des Schienenfahrzeugs (100, 200) angeordnet ist. 15
12. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schienenfahrzeug (200) mindestens ein zweites RFID-Lesegerät (L2) aufweist, das in einem Abstand D vom ersten RFID-Lesegerät (L1) angeordnet ist, wobei das zweite RFID-Lesegerät (L2) eingerichtet ist, die in den jeweiligen RFID-Transpondern (T1, T2, T3) codierten Informationen auslesen. 20
25
13. System nach Anspruch 12, wobei zwischen dem zweiten Abstand x_2 des zweiten RFID-Transponders von der Zielposition und dem Abstand D zwischen erstem und zweitem RFID-Lesegerät (L1, L2) folgende Beziehung gilt: 30
 $x_2 > D$.
14. System nach Anspruch 12 oder 13, wobei das zweite RFID-Lesegerät (L2), insbesondere eine Lese-Antenne des zweiten RFID-Lesegeräts (L2), am Fahrzeugende angeordnet ist. 35
15. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Abstand x_1 mindestens dem Doppelten, bevorzugt mindestens dem Dreifachen, der Gesamtlänge des Schienenfahrzeugs entspricht. 40
16. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste RFID-Lesegerät (L1) und, sofern optional vorhanden, das zweite RFID-Lesegerät (L2), jeweils redundant ausgelegt sind und jeweils zwei RFID-Lesegeräte mit jeweils eigener oder gemeinsamer Lese-Antenne aufweisen. 45
50

55

Fig. 1

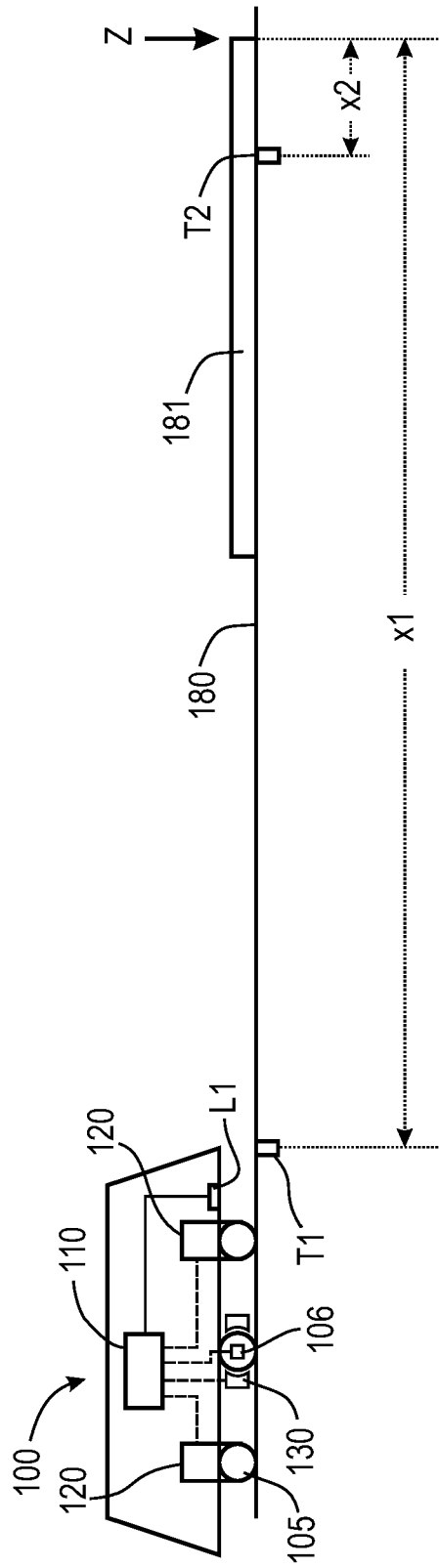
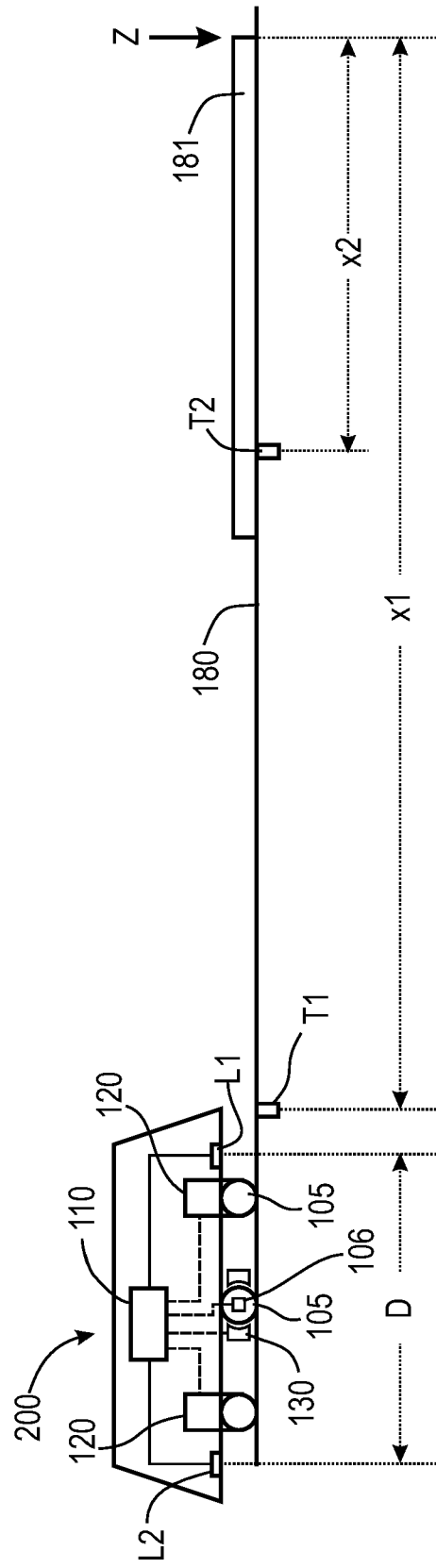
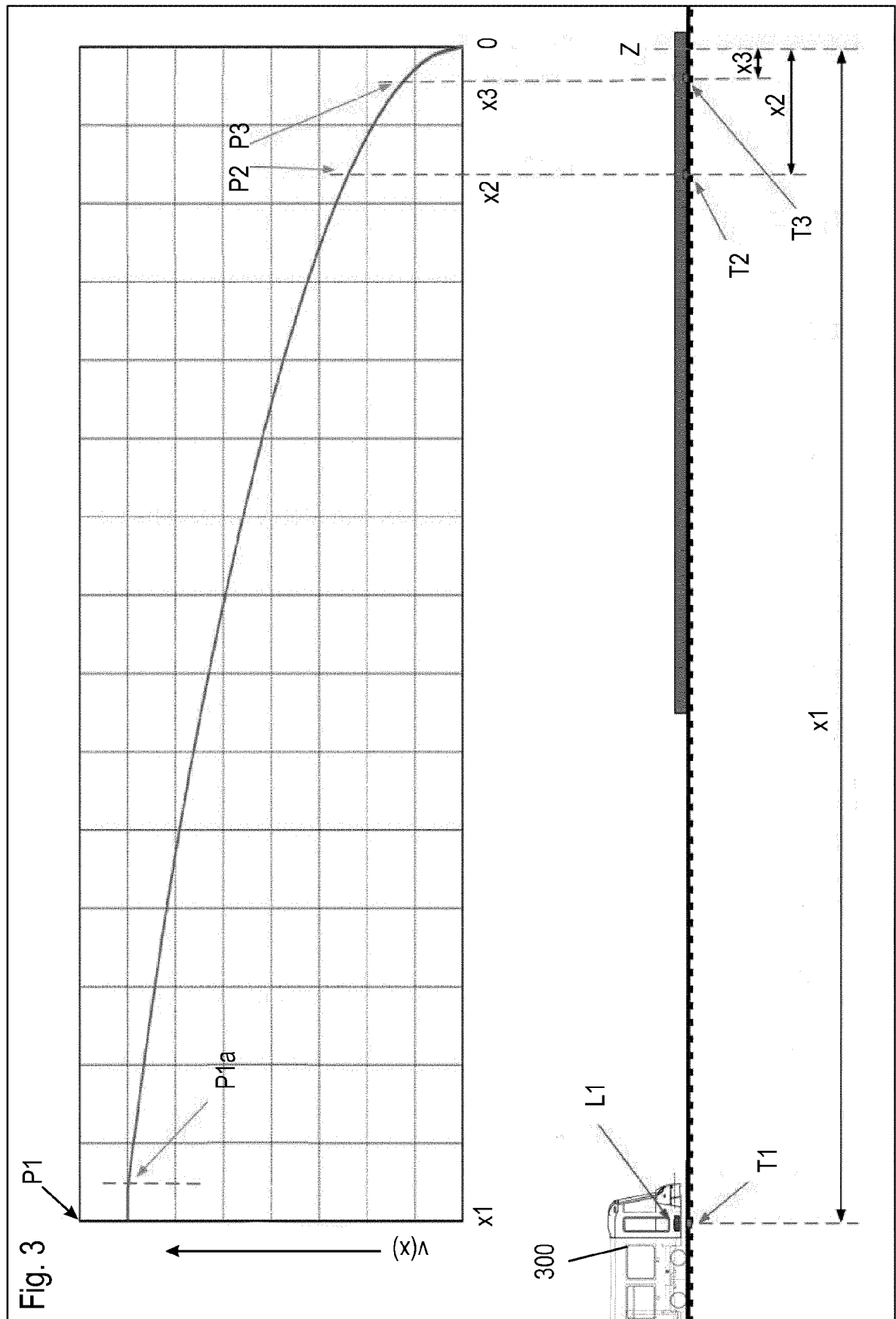


Fig. 2







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 17 4215

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	KR 2010 0128584 A (SEOUL METRO [KR]) 8. Dezember 2010 (2010-12-08)	1,3-16	INV. B61L3/12 B61L3/00
Y	* Absatz [0001] * * Absatz [0015] * * Absatz [0019] - Absatz [0031] * * Absatz [0049] - Absatz [0054] * * Absatz [0057] - Absatz [0058] * * Absatz [0065] - Absatz [0067] * * Abbildungen 1,4 *	2	ADD. B61L25/02
Y	----- US 4 302 811 A (MCELHENNY STUART W) 24. November 1981 (1981-11-24) * Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 32 * * Abbildungen 1,7 * -----	2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. September 2020	Prüfer Janssen, Axel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 17 4215

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-09-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	KR 20100128584 A	08-12-2010	KEINE	
15	US 4302811 A	24-11-1981	KEINE	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2006244632 A1 [0003]
- DE 102004048279 A1 [0004]
- EP 3373093 A1 [0005]
- US 6049745 A [0005]
- US 2017152845 A1 [0005]
- US 20181578781 A1 [0005]
- EP 1701287 A1 [0006]
- DE 102010019643 A1 [0006]
- US 5129605 A [0007]
- FR 2952456 A1 [0008]