(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Oktober 2019 (31.10.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/206660 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B61L 29/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/059245

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. April 2019 (11.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 206 299.4
24. April 2018 (24.04.2018) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS MOBILITY GMBH** [DE/DE]; Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München (DE).

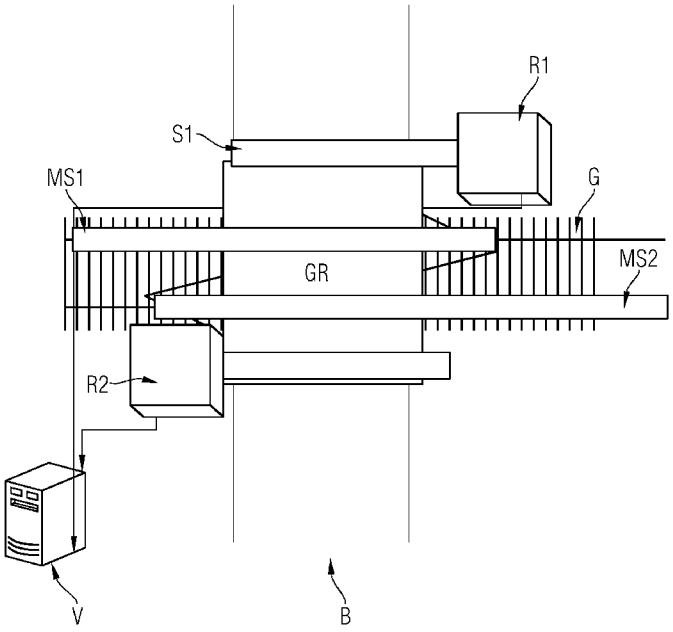
(72) Erfinder: **BRABAND, Jens**; Dürerstr. 1, 38106 Braunschweig (DE). **GOLDAMMER, Matthias**; Rapotostraße 10, 80687 München (DE). **ZIROFF, Andreas**; Wemdinger Straße 26, 81671 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** METHOD FOR CONTROLLING A RAILWAY CROSSING AND RAILWAY CONTROL ARRANGEMENT

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES BAHNÜBERGANGS UND BAHNSTEUERUNGSANORDNUNG

FIG



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for controlling a railway crossing, in particular for controlling barriers and signals, in which method the point in time and/or duration of the closure of a railway crossing is/are defined in accordance with signals generated by ultrasonic waves conducted in at least one first rail running through the railway crossing. The invention also relates to a railway control arrangement comprising means for carrying out the method.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Bahnübergangs, insbesondere von Schranken und Signalen, bei dem Zeitpunkt und/oder Dauer einer Bahnübergangssperrung in Abhängigkeit von durch in zumindest einer ersten über den Bahnübergang verlaufenden Schiene geführten Ultraschallwelle verursachten Signalen festgelegt werden. Die Erfindung be- trifft

WO 2019/206660 A2

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Beschreibung

Verfahren zur Steuerung eines Bahnübergangs und Bahnsteuerungsanordnung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Bahnübergangs gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Bahnsteuerungsanordnung gemäß Gattungsbegriff des Anspruchs 9.

Es ist bekannt, dass Bahnübergänge in der Regel zeitgesteuert eingeschaltet werden, unabhängig von der Geschwindigkeit des Zuges wird dabei von der Streckengeschwindigkeit ausgegangen, so dass die Steuerung nicht akkurat erfolgt. Ein Ansatz zur Verbesserung der Genauigkeit besteht darin, dass man beispielsweise durch eine Funkverbindung zwischen Zug und Bahnübergang, eine Kommunikationsmöglichkeit bereitstellt über die für die Steuerung relevante Daten, wie beispielsweise die Geschwindigkeit des Zuges, übermittelt und die Bahnübergangssteuerung ü verbessert werden kann. Nachteilig hierbei ist, dass so eine Kommunikationsmöglichkeit nicht bei allen Zügen gewährleistet ist, weil die Betreiber die Züge unter anderem wegen der Diskriminierungsfreiheit nicht damit ausstatten wollen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist es daher eine Lösung anzugeben, die die Nachteile des Standes der Technik überwindet.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zur Steuerung eines Bahnübergangs ausgehend vom Gattungsbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale, sowie der Bahnübergangssteuerungsanordnung gemäß Gattungsbegriff des Anspruchs 9 durch dessen kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung eines Bahnübergangs, insbesondere von Schranken und Signalen, werden Zeitpunkt und/oder Dauer einer Bahnübergangssperrung in Ab-

hängigkeit von durch in zumindest einer ersten über den Bahnübergang verlaufenden Schiene geführten Ultraschallwelle verursachten Signalen festgelegt.

Durch die Nutzung von in Gleise geführten Unterschallwellen wird eine Steuerung des Bahnübergangs möglich, die keiner Kommunikationsverbindung zwischen Zug und Bahnübergang zur Bestimmung von Bewegungsparametern des Zuges erforderlich macht. Vielmehr kann unabhängig vom Zug durch Nutzung der Schienen und Führung des Schalls in ihnen diese Parameter auf Grundlage der durch den Ultraschall verursachten Signale in der Schiene aus der Ferne ermittelt werden.

Bei der erfindungsgemäßen Bahnübergangssteuerungsanordnung sind Mittel zur Durchführung des Verfahrens und/oder seiner Weiterbildungen vorgesehen.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung wird Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens erreicht und damit die Verwirklichung der Vorteile der Erfindung und dessen Weiterbildungen ermöglicht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gegeben.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt ab einer Aktivschaltung des Bahnübergangs zumindest einmal eine Erfassung von Werten, insbesondere einer Amplitudenänderung, der verursachten Signale, in zumindest der ersten Schiene. Durch eine Messung nach Aktivschaltung des Bahnübergangs, also in einem Betriebsmodus des Bahnüberganges, welcher in der Regel bei nahenden Zügen eingeschaltet wird, kann unter Berücksichtigung der bekannten Parameter, wie Zug, Amplitude des eingespeisten Ultraschalls, Zugausgestaltung, beispielsweise bereits eine Aussage über die Entfernung eines Zuges getroffen werden, so dass dies bereits zu einer Entscheidung bzgl. Zeitpunkt und Dauer eine Bahnübergangssperre herangezogen werden kann.

Bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren derart weitergebildet, dass aufgrund der Erfassung der Signalwerte alternativ oder ergänzend die Geschwindigkeit eines herannahenden Zuges bestimmt wird. Hierdurch lässt sich eine genauere Bestimmung von Zeitpunkt des Beginns einer Sperrung und Dauer der Sperrung vollziehen und diese Zeiten an die tatsächlich notwendigen Zeiten der Sperrungen anpassen bzw. annähern.

Von Vorteil ist es auch, wenn das erfindungsgemäße Verfahren derart weitergebildet wird, dass die Geschwindigkeitsbestimmung derart erfolgt, dass zumindest eine erste Erfassung eines ersten verursachten Signals und eine zweite Erfassung eines zweiten verursachten Signals in der ersten Schiene durchgeführt wird, wobei bei Vorliegen von Amplitudenwerten für das erste und zweite verursachte Signal die Bestimmung der Geschwindigkeit, insbesondere als Schätzung, erfolgt. Insbesondere wenn die erste und zweite Erfassung zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen, so kann aus den Unterschieden in den Signalen auf Bewegungsparameter des Zuges, wie Beschleunigung oder Geschwindigkeit geschlossen werden. Je mehr Erfassungen vorliegen, also wenn noch mehr als zwei Erfassungen vorgenommen werden, desto genauer lässt sich dies dabei umsetzen.

Eine Plausibilitätsprüfung lässt sich vorteilhaft in die Steuerung integrieren, wenn das erfindungsgemäße Verfahren derart weitergebildet wird, dass eine Klassifizierung der bestimmten Geschwindigkeit derart durchgeführt wird, dass zumindest eine Unterteilung in valide Geschwindigkeitswerte und nicht valide Geschwindigkeitswerte vorgenommen wird, wobei bei Vorliegen eines validen Geschwindigkeitswertes Zeitpunkt und/oder Dauer der Bahnübergangssperre ermittelt und umgesetzt wird. Der Klassifizierung werden in der Regel eine oder mehrere Vergleiche mit, insbesondere einstellbaren plausible Werte widergebenden Parametern, vorausgehen. Diese können beispielsweise Unter- und Obergrenzen definieren, die den

Rahmen angeben in dem ermittelte Geschwindigkeitswerte als valid angesehen werden können oder nicht.

Alternativ oder ergänzend kann das erfindungsgemäße Verfahren derart weitergebildet werden, dass bei nicht valider Geschwindigkeit und/oder Nichtvorliegen eines Amplitudenwertes für das erste verursachte Signal und/oder das zweite verursachte Signal, ein festgelegter Zeitpunkt, insbesondere unmittelbar nach Aktivschaltung, und/oder eine festgelegte Dauer für die Bahnsperrung umgesetzt wird. Hiermit werden Defaultwerte und somit Defaultzustände der Bahnübergangssteuerung ermöglicht, die vor allem die Zustände, in der eine Gefährdungslage während des Überquerens des Bahnübergangs besteht, so in die Steuerung einfließen, dass selbst wenn keine oder unzuverlässige Aussagen über die Geschwindigkeit eines sich nähernden Zuges getroffen werden können, der Bahnübergang mit Sicherheit dann gesperrt ist, wenn der Zug ihn passiert.

Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren derart vorteilhaft weitergebildet, dass am Bahnübergang für die Durchführung der Steuerung auf der ersten und/oder zweiten Schiene eines Gleises eine nach Art einer ultraschallbasierten Schienenbrucherkennung funktionierenden Anordnung, insbesondere bestehend aus einer Anregungseinrichtung, beispielsweise piezobasiertem Schwinger, zur Generierung und Einleitung von Schallmoden, insbesondere mit einer Frequenz <100kHz, in eine Schiene, Sensoren zur Detektion von den Moden, mit der Steuerung des Bahnübergangs funktional verbunden und betrieben wird. Hierdurch kann auf bestehende Anordnungen zurückgegriffen werden, so dass für die Umsetzung der erfindungsgemäßen Steuerung wenig bis kaum Änderungen an bestehende Anordnungen vorgenommen werden müssen. Zumindest die Anordnung zur Schienenbrucherkennung kann ohne große Anpassungen an den Bahnübergängen implementiert und für die erfindungsgemäße Steuerung genutzt werden, da die hierbei erzeugten Signale auf erfinderische Weise zweckentfremdet genutzt werden und es unter Umständen lediglich der Anpassung einiger

Parameter bedarf, damit für die erfindungsgemäße Nutzung akkurate Ergebnisse erzielt werden können.

Dies wird insbesondere dann erreicht, wenn das erfindungsgemäße Verfahren derart weitergebildet wird, dass Mode sowie Amplitude des Ultraschalls an die Bahnübergangssteuerung, insbesondere durch maschinelles Lernen, anpassbar gesteuert wird. Hier können durch Simulationen und/oder Erfahrungswerte ermittelte Größen in die Steuerung einfließen und diese verbessern, wobei bei einem maschinellen Lernen dies unter anderem den Vorteil hat, dass es sich nahezu automatisch verbessert.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen anhand eines in der einzigen Figur gezeigten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Dabei zeigt die

Figur eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der das erfindungsgemäße Verfahren durchführenden Bahnsteuerungsanordnung.

Die Figur zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsvariante der Anordnung zur Steuerung eines Bahnüberganges, die die Vorteile gemäß Erfindung aufweist eine Lösung zu bieten, die ohne zusätzliche Ausrüstung der Züge auskommt und die dennoch eine zuverlässige Geschwindigkeitsermittlung bietet.

Zu erkennen ist ein Bahnübergang B, den ein Gleis G passiert, welches aus einer erste Schiene R1 und einer zweiten Schiene R2 gebildet wird.

Ferner ist eine erste Schranke S1 angedeutet, die das Queren des Gleises G von einer Seite verhindert und eine zweite Schranke S2, die das Queren des Gleises G von der gegenüberliegenden Seite verhindert. Somit ist der Zugang zu einem Gefahrenraum GR auf den Gleisen, wenn ein Zug den Übergang B passiert, gesperrt.

Die Schranken S1…S2 werden dabei geschlossen, wenn das Ergebnis einer Untersuchung der Schienen R1…R2 Rückschlüsse auf die Entfernung und/oder Geschwindigkeit eines sich nähernden Zuges erlauben.

Hierzu ist auf der ersten Schiene S1 eine erste Messtrecke MS1 installiert und auf der zweiten Schiene S2 eine zweite Messtrecke MS2 vorgesehen.

Bei dem dargestellten Beispiel handelt es sich dabei, um Messtrecken, die sich von der Ausgestaltung an den Messtrecken aus dem Bereich der Schienenbrucherkennung orientieren.

Bei der Schienenbrucherkennung und somit bei dem gezeigten Beispiel wird in der Regel eine Überwachung mit geführten Ultraschallwellen durchgeführt: Dazu werden in einem ersten Schritt über eine Anregungseinheit, beispielsweise ein piezobasierter Schwinger,) (Ultra-)Schallmoden in der Schiene S1…S2 von typischerweise <100 kHz angeregt, die sich entlang der Schiene S1…S2 ausbreiten.

Diese Moden werden in einem folgenden Schritt von einem Sensor in einer Entfernung von mehreren hundert Metern bis zu mehreren Kilometern detektiert. Somit kann ein herannahender Zug und dessen Einfluss auf die Ultraschallwellen in den Schienen S1…S2 frühzeitig erfasst werden.

Im Fall eines Schienenbruchs reduziert sich die Amplitude des empfangenen Signals oder das Signal fällt vollständig aus. Jegliche Einflüsse auf die Schiene S1…S2 führen ebenfalls zu einer Reduktion des Signals wie Anbauten am Gleis, Querschnittsveränderungen oder Objekte, die mit dem Gleis in Kontakt stehen.

Ein massives Objekt wie beispielsweise die Räder von Lokomotiven führt je nach Mode ebenfalls zu einer geringfügigen Signaländerung. Dies macht sich die Erfindung zunutze, in dem

es in einem der Detektion folgenden Schritt solche charakteristischen Veränderungen der Signale ermittelt.

Durch Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der Anordnung durch Einrichtung und Anwendung einer Optimierung des Systems, beispielsweise durch Anpassung der Frequenzen und Moden, kann diese Signaländerung gegenüber den Systemen zur Schienenbrucherkennung noch verbessert werden.

Derart ausgestaltet und betrieben, kann die erfindungsgemäße Verwendung Sensorik zur Schienenbrucherkennung für eine Entfernungsmessung des Zuges, der Entfernung vom Zug zum Bahnübergang B durchgeführt werden und aus aufeinanderfolgenden Messungen sogar die Geschwindigkeit geschätzt.

Liegt zu Beginn, d.h. bei Einschalten des Bahnübergangs als Vorbereitung des Prozesses für einen herannahenden Zug, oder zu einem späteren Zeitpunkt keine valide Geschwindigkeitsinformation vor, so wird gemäß dem Ausführungsbeispiel der Bahnübergang sofort so schnell wie möglich geschlossen.

Um zu bestimmen, ob eine Geschwindigkeitsbestimmung valide ist, können Plausibilitätsbedingungen vorgegeben und erfindungsgemäß überprüft werden wie unter anderem:

- Ist die Geschwindigkeit höher als die zugelassene Streckengeschwindigkeit?

- Handelt es sich um eine zu große Geschwindigkeitsänderung, beispielsweise größer als das maximale Beschleunigungsvermögen der auf der Strecke eingesetzten Züge?

Als nicht valide Geschwindigkeit gesetzt werden kann der für die Steuerung zugrundeliegende Wert auf vorteilhafte Weise auch dann, wenn länger als eine vorgegebene Zeitdauer, beispielsweise wenige Sekunden, keine Messung durchgeführt werden kann. So ist eine Defaultsicherung des Gefahrenraums GR gewährleistet.

Um die Zuverlässigkeit zu erhöhen, können redundante Messungen vorgenommen werden, wie beispielsweise eine Messstrecke je Gleis G, wenn mehrere den Bahnübergang B passieren, oder wie es im dargestellten Beispiel der Fall ist, bei der eine Messstrecke MS1…MS2 je Schiene S1…S2 vorgesehen ist. Dadurch wird es möglich eine Ausfalloffenbarung für die Sensoren durchzuführen. D.h. es kann erkannt werden, dass ein Sensor nicht funktioniert und entsprechende Behebungsprozesse angestoßen werden.

Dies ist im dargestellten Ausführungsbeispiel je Messstrecke MS1…MS2 eine Verbindung zu einer vergleichenden Einrichtung V schematisch angedeutet. Die vergleichende Einrichtung kann dabei auch mit der Steuereinrichtung eine Einheit bilden bzw. deren Funktion ganz oder teilweise durchführen.

Außerdem kann als zusätzliche Plausibilisierung ein Erwartungsfenster aufgezogen werden, in dem abhängig von der Beschleunigung die Messwerte liegen müssten, beispielsweise unter der Annahme einer momentan konstanten Beschleunigung zzgl. der systembedingten Messungenauigkeit, so dass im Fall ein Sensor außerhalb des Fensters liegt, dieser nicht in die Auswertung einbezogen wird.

Die Erfindung ist dabei nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung und des erfindungsgemäßen Verfahrens beschränkt. Vielmehr sollen alle von den Ansprüchen definierten Varianten umfasst sein, soweit sie den erfindungswesentlichen Kern der Verwendung konventioneller Sensorik und der Messung der Geschwindigkeit ohne Fahrzeugausrüstung beinhalten und damit eine einfache fernwirkende Technologie zur zeitoptimierten Sicherung von Bahnübergängen bereitstellen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Bahnübergangs, insbesondere von Schranken und Signalen,
dadurch gekennzeichnet,
dass Zeitpunkt und/oder Dauer einer Bahnübergangssperrung in Abhängigkeit von durch in zumindest einer ersten über den Bahnübergang verlaufenden Schiene geführte Ultraschallwelle verursachten Signalen festgelegt werden.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass ab einer Aktivschaltung des Bahnübergangs zumindest einmal eine Erfassung von Werten, insbesondere einer Amplitudenänderung, der verursachten Signale, in zumindest der ersten Schiene erfolgt.

3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass aufgrund der Erfassung der Signalwerte die Geschwindigkeit eines herannahenden Zuges bestimmt wird.

4. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Geschwindigkeitsbestimmung derart erfolgt,
dass zumindest eine erste Erfassung eines ersten verursachten Signals und eine zweite Erfassung eines zweiten verursachten Signals in der ersten Schiene durchgeführt wird, wobei bei Vorliegen von Amplitudenwerten für das erste und zweite verursachte Signal die Bestimmung der Geschwindigkeit, insbesondere als Schätzung, erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Klassifizierung der bestimmten Geschwindigkeit derart durchgeführt, wird, dass zumindest eine Un-

terteilung in valide Geschwindigkeitswerte und nicht valide Geschwindigkeitswerte vorgenommen wird, wobei bei Vorliegen eines validen Geschwindigkeitswertes Zeitpunkt und/oder Dauer der Bahnübergangssperre ermittelt und umgesetzt wird.

6. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei nicht valider Geschwindigkeit und/oder Nichtvorliegen eines Amplitudenwertes für das erste verursachte Signal und/oder das zweite verursachte Signal, ein festgelegter Zeitpunkt, insbesondere unmittelbar nach Aktivschaltung, und/oder eine festgelegte Dauer für die Bahnsperrung umgesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Bahnübergang für die Durchführung der Steuerung auf der ersten und/oder zweiten Schiene eines Gleises eine nach Art einer ultraschallbasierten Schienenbrucherkennung funktionierenden Anordnung, insbesondere bestehend aus
   a. einer Anregungseinrichtung, beispielsweise piezobasiertem Schwinger, zur Generierung und Einleitung von Schallmoden, insbesondere mit einer Frequenz <100kHz, in eine Schiene,
   b. Sensoren zur Detektion von den Moden,

mit der Steuerung des Bahnübergangs funktional verbunden und betrieben wird.

8. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet,
dass Mode sowie Amplitude des Ultraschalls an die Bahnübergangssteuerung, insbesondere durch maschinelles Lernen, anpassbar gesteuert wird.

9. Bahnübergangssteuerung,
gekennzeichnet durch Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

FIG

