

(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. August 2017 (31.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/144152 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

E01B 27/20 (2006.01) *E01B 35/00* (2006.01)
E01B 33/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/000103

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Januar 2017 (27.01.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 93/2016 24. Februar 2016 (24.02.2016) AT

(71) Anmelder: PLASSER & THEURER EXPORT VON BAHNBAUMASCHINEN GESELLSCHAFT M.B.H. [AT/AT]; Johannesgasse 3, 1010 Wien (AT).

(72) Erfinder: AUER, Florian; Köllnerhofgasse 3/9, 1010 Wien (AT). BÜRGER, Martin; Lenkstrasse 24, 4030 Linz (AT).

(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, 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.

(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:

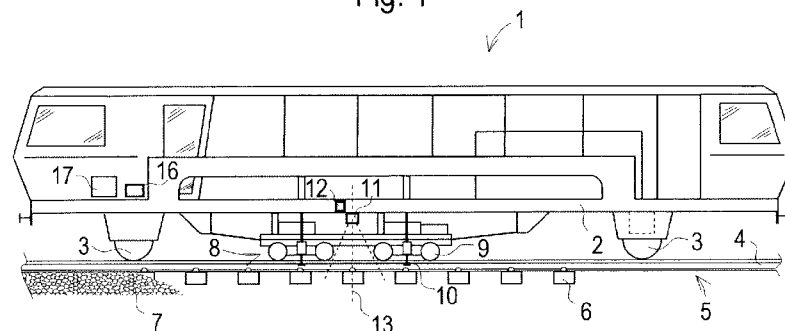
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— mit Informationen über die Einbeziehung von fehlenden Teilen und/oder Bestandteilen durch Verweis (Regel 20 Absatz 6)

(54) Title: MACHINE WITH STABILIZATION ASSEMBLY, AND MEASUREMENT METHOD

(54) Bezeichnung : MASCHINE MIT STABILISIERUNGSAGGREGAT UND MESSVERFAHREN

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a machine (1) comprising a machine frame (2) which can be moved on rails (4) of a track structure (5) by means of rail bogies (3) and comprising a stabilization assembly (8) which comprises a vibration exciter (15) for generating horizontal vibrations that run transversely to the machine longitudinal direction and flange rollers (10) that can be rolled on the rails (4). A camera (11) is attached to the machine frame (2) in order to capture a track structure (5) portion which is being vibrated. The camera (11) is connected to an analysis device (16) in order to derive a resulting deflection (s_i) of the track structure (5) from the captured image data. In this manner, the amplitude (a_r) of the tie deflection can be detected, said amplitude being a measurement of the actual operative vibration for stabilizing the track.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Maschine (1) mit einem mittels Schienenfahrwerken (3) auf Schienen (4) eines Gleisrostes (5) verfahrenen Maschinenrahmen (2) und mit einem Stabilisationsaggregat (8), das einen Schwingungserreger

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/144152 A1

(15) zur Erzeugung horizontaler, quer zur Maschinenlängsrichtung verlaufender Schwingungen und auf den Schienen (4) abrollbare Spurkranzrollen (10) umfasst. Dabei ist am Maschinenrahmen (2) eine Kamera (11) angebracht zur Erfassung eines in Schwingung versetzten Abschnittes des Gleisrostes (5), wobei die Kamera (11) mit einer Auswerteeinrichtung (16) verbunden ist, um aus erfassten Bilddaten eine resultierende Auslenkung (s_r) des Gleisrostes (5) abzuleiten. Auf diese Weise ist die Amplitude (a_r) der Schwellenauslenkung erfassbar, welche ein Maß für die tatsächlich wirksame Schwingung zur Stabilisierung des Gleises ist.

Beschreibung

Maschine mit Stabilisierungsaggregat und Messverfahren

Gebiet der Technik

- [01] Die Erfindung betrifft eine Maschine mit einem mittels Schienenfahrwerken auf Schienen eines Gleisrostes verfahrbaren Maschinenrahmen und mit einem Stabilisationsaggregat, das einen Schwingungserreger zur Erzeugung horizontaler, quer zur Maschinenlängsrichtung verlaufender Schwingungen und auf den Schienen abrollbare Spurkranzrollen umfasst. Zudem betrifft die Erfindung ein Messverfahren.

Stand der Technik

- [02] Ein Stabilisationsaggregat wird zur dynamischen Gleisstabilisation eingesetzt. Konkret dient es der Herstellung einer nachhaltigen Gleislage nach dem Heben, Richten und Stopfen eines Gleises im Schotterbett. Dabei wird mittels des Stabilisationsaggregats eine horizontale Schwingung erzeugt und auf das Gleis übertragen, um durch ein Einrütteln des Gleises eine bessere Haltbarkeit der Gleislage herbeizuführen. Dadurch werden Nachsetzungen im Schotterbett, welche nach dem Heben, Richten und Stopfen eines Gleises auftreten, stark vermindert. Des Weiteren wird der Querverschiebewiderstand des Gleises im Schotterbett wesentlich erhöht. Eine entsprechende Maschine ist beispielsweise aus der EP 0 666 371 A1 und der DE 41 02 870 A1 bekannt.
- [03] In der WO 2008/009314 A1 ist ein Stabilisierungsaggregat mit einer regelbaren dynamischen Schlagkraft offenbart. Dabei ist jedoch nur die auf den jeweiligen Schienenkopf des Gleises einwirkende Schwingung messbar, nicht jedoch die resultierende Schwingung der Schwellen des Gleises.

Zusammenfassung der Erfindung

- [04] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Maschine der eingangs genannten Art eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik

- anzugeben. Zudem soll ein Messverfahren angegeben werden, aus dem die resultierende Schwingung des Gleisrostes hervorgeht.
- [05] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Maschine gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 6. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.
- [06] Dabei ist am Maschinenrahmen eine Kamera angebracht zur Erfassung eines in Schwingung versetzten Abschnittes des Gleisrostes, wobei die Kamera mit einer Auswerteeinrichtung verbunden ist, um aus erfassten Bilddaten eine resultierende Auslenkung des Gleisrostes abzuleiten. Auf diese Weise ist die Amplitude der Schwellenauslenkung erfassbar, welche ein Maß für die tatsächlich wirksame Schwingung zur Stabilisierung des Gleises ist. Eine damit einhergehende Verbesserung und Dokumentation der Stabilisierungsqualität sind klare Vorteile gegenüber bisherigen Lösungen.
- [07] In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Auswerteeinrichtung mit einer Steuerung des Stabilisationsaggregats verbunden ist, um den Schwingungserreger in Abhängigkeit der resultierenden Auslenkung anzusteuern. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, das Stabilisationsaggregat mit einer Regelung auszustatten, um während eines Arbeitseinsatzes die dynamische Schwellenauslenkung konstant zu halten.
- [08] Von Vorteil ist es, wenn die Kamera zur Aufnahme zweidimensionaler Bilder ausgebildet ist. Entsprechende Bilddaten sind mit einem Industrie-PC in der erforderlichen Geschwindigkeit auswertbar.
- [09] Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn die Kamera in einer vertikalen, quer zum Gleis verlaufenden Symmetrieebene zwischen zwei Spurkranzrollen des Stabilisationsaggregats angeordnet ist. In diesem Bereich ist die Amplitude der jeweiligen Schwingungsperiode zu erwarten, sodass ein schmaler Erfassungsbereich der Kamera ausreicht, um die erforderlichen Bilddaten aufzunehmen.
- [10] Um etwaige Schwingungen des Maschinenrahmens in die Ermittlung der resultierenden Auslenkung des Gleisrostes berücksichtigen zu können ist es sinnvoll, wenn am Maschinenrahmen im Bereich der Kamera ein Beschleunigungsaufnehmer angeordnet ist.

- [11] Das erfindungsgemäße Messverfahren sieht vor, dass vom schwingenden Bereich des Gleisrostes mittels der Kamera in einer Draufsicht fortlaufend Bilddaten erfasst werden und dass aus den erfassten Bilddaten eine resultierende Auslenkung des Gleisrostes abgeleitet wird. Damit ist eine Dokumentation der Schwellenauslenkung als relevanten Parameter für die Reibleistung des Gleises bereits während der dynamischen Gleisstabilisierung möglich.
- [12] In einer einfachen Ausprägung des Verfahrens ist vorgesehen, dass ein zum Zeitpunkt einer maximalen Auslenkung in eine Richtung aufgenommenes erstes Bild mit einem zum Zeitpunkt einer maximalen Auslenkung in die Gegenrichtung aufgenommenen zweiten Bild verglichen wird, um daraus die resultierende Auslenkung des Gleisrostes abzuleiten. Mit diesem Verfahren wird die resultierende Auslenkung des Gleisrostes genau erfasst.
- [13] Dabei ist es vorteilhaft, wenn eine Lageabweichung von in beiden Bildern identischen Bildinhalten als Maß für die resultierende Auslenkung des Gleisrostes ausgewertet wird. Für eine derartige Mustererkennung (Matching) sind robuste und effiziente Softwarealgorithmen einsetzbar, die eine rasche und sichere Auswertung der aufgenommenen Bilddaten erlauben.
- [14] Besonders effizient ist die Auswertung, wenn als Bildinhalte Konturen einer Schwelle und/oder Schienenbefestigungsmittel ausgewählt werden.
- [15] Eine weitere Ausprägung des Verfahrens sieht vor, dass während einer Schwingungsperiode des Gleisrostes zu vorgegebenen Aufnahmezeitpunkten Bilddaten erfasst werden, dass zu jedem Aufnahmezeitpunkt eine Auslenkung des Gleisrostes bestimmt wird und dass daraus eine sinusförmige Schwingung des Gleisrostes abgeleitet wird. Die Amplitude dieser angenommenen sinusförmigen Schwingung entspricht dann der resultierenden maximalen Auslenkung des Gleisrostes.
- [16] Um eine ausreichende Genauigkeit sicherzustellen, werden die Bilder mit einer Bildrate aufgenommen, die zumindest einer vierfachen Frequenz der horizontalen Schwingung des Gleisrostes entspricht. Eine Erhöhung der Bildrate steigert die Genauigkeit, wobei auch der zu verarbeitende Datenstrom ansteigt.

- [17] Zur weiteren Steigerung der Auswertungseffizienz werden die Erfassung der Bilddaten und die horizontale Schwingung des Gleisrostes synchronisiert. Sobald eine Synchronisation erreicht ist, sind die Aufnahmen der beiden maximalen Auslenkungen einer Schwingungsperiode auf einfache Weise ermittelbar. Als Referenzaufnahmen dienen beispielsweise die Nulldurchgänge der Schwingung, die periodisch eine Überdeckung aufweisen.
- [18] Ein weiterer Vorteil des Verfahrens kommt zum Tragen, wenn eine Phasenverschiebung zwischen einer auf den Gleisrost einwirkenden Schwingung des Stabilisierungsaggregats und der mittels der Kamera erfassten resultierenden Schwingung des Gleisrostes ermittelt wird. Diese Phasenverschiebung dient als Maß für die Massenträgheit und die Dämpfung des Gleisrostes in lateraler Richtung. Mit der Dokumentation dieser Größe erhält ein Streckenbetreiber wichtige Informationen über den Zustand des Gleises.
- [19] Des Weiteren wird das Verfahren verbessert, wenn im Bereich der Kamera eine Schwingung des Maschinenrahmens gemessen und in die Auswertung der resultierenden Auslenkung des Gleisrostes einbezogen wird. Sobald störende Schwingungen des Maschinenrahmens auftreten, werden diese bei der Bildauswertung kompensiert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- [20] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:
- Fig. 1 Maschine mit Stabilisierungsaggregat
 - Fig. 2 Stabilisierungsaggregat
 - Fig. 3 Bild bei maximaler Auslenkung in eine Richtung
 - Fig. 4 Bild bei maximaler Auslenkung in Gegenrichtung
 - Fig. 5 Auswertung mit Mustererkennung
 - Fig. 6 Schwingungsverläufe

Beschreibung der Ausführungsformen

- [21] Die in Fig. 1 dargestellte Maschine 1 umfasst einen Maschinenrahmen 2, der auf Schienenfahrwerken 3 gestützt auf Schienen 4 eines Gleisrostes 5 verfahrbar ist. Der Gleisrost 5 besteht aus den Schienen 4 und Schwellen 6 und ist in einem Schotterbett 7 gelagert. Mit dem Maschinenrahmen 2 ist ein Stabilisierungsaggregat 8 beweglich verbunden. Dieses Stabilisierungsaggregat 8 umfasst mehrere Räder 9 und Spurkranzrollen 10 zum Festhalten des Gleisrostes 5. Mittels dieser Räder 9 und Spurkranzrollen 10 wird eine mittels Stabilisierungsaggregat 8 erzeugte Schwingung auf den Gleisrost 5 übertragen.
- [22] Nach dem Stand der Technik wird die Bewegung des Stabilisierungsaggregats 8 als Maß für die eingebrachte Schwingung herangezogen. Tatsächlich erfolgt dabei eine Bewegungserfassung des Schienenkopfes der jeweiligen Schiene 4. Insbesondere aufgrund einer auftretenden Schienenverkippung während der dynamischen Gleisstabilisierung entspricht die Schienenkopfauslenkung s_e nicht der Bewegung der mit den Schienen 4 verbundenen Schwellen 6 und damit des Gleisrostes 5. Die dynamische Schwellenauslenkung s_r korreliert mit der Relativbewegung zwischen den Schwellen 6 und dem Schotterbett 7 und ist maßgebend für die in den Gleiskörper eingebrachte Stabilisierungsarbeit.
- [23] Um die resultierende Schwingung des Gleisrostes 5 zu erfassen ist erfindungsgemäß am Maschinenrahmen 2 eine Kamera 11 angeordnet. Diese umfasst beispielsweise einen hinter einem Objektiv verbauten Bildsensor und nimmt zweidimensionale Bilder des im Schotterbett 7 gelagerten Gleisrostes 5 in einer Draufsicht auf. Alternativ dazu können auch andere optische Sensoren zum Einsatz kommen, beispielsweise eine einzelne Sensorzeile innerhalb einer Zeilenkamera.
- [24] Durch die Befestigung der Kamera 11 am Maschinenrahmen 2 ist eine Entkopplung gegenüber den Schwingungen des gegenüber dem Maschinenrahmen 2 beweglich aufgehängten Stabilisierungsaggregats 8 sichergestellt. In der Regel bildet der Maschinenrahmen 2 nämlich aufgrund seiner großen Massenträgheit eine stabile Basis gegenüber dem Stabilisierungsaggregat 8.

- [25] Nur bei sehr leichten Maschinen 1 besteht die Möglichkeit, dass der Maschinenrahmen 2 keine ausreichend stabile Basis darstellt. Dann ist es sinnvoll, wenn im Bereich der Kamera 11 ein Beschleunigungsaufnehmer 12 angeordnet ist, um eine etwaige Schwingung des Maschinenrahmens 2 zu erfassen. Das geschieht beispielsweise durch doppelte Integration der gemessenen Beschleunigungen. Bei der Auswertung der Bilddaten dienen diesen Schwingungsdaten des Maschinenrahmens 2 zur Kompensation einer unerwünschten Kamerabewegung.
- [26] Günstigerweise ist die Kamera 11 in einer vertikalen Symmetrieebene 13 zwischen zwei Spurkranzrollen 10 bzw. Rollenzangen angeordnet, damit mit einem möglichst kleinen Bildausschnitt der Bereich mit der maximalen Gleisrostauslenkung erfasst wird.
- [27] Ein Stabilisierungsaggregat 8 ist im Detail in Fig. 2 dargestellt. Die Kamera 11 ist am Maschinenrahmen 2 befestigt und erfasst den äußeren Schwellenbereich. Auch Schienenbefestigungen 14 werden günstigerweise abgebildet, zur Anreicherung der für eine Auswertung zur Verfügung stehenden Bildinhalte. Zentral ist ein Schwingungserreger 15 angeordnet, der entweder eine konstante oder eine einstellbare Schwingung erzeugt. Im letzteren Fall ist die vorteilhafte Möglichkeit gegeben, die Schwingung an die erfasste resultierende Auslenkung s_r des Gleisrostes 5 anzupassen. Erzeugt werden die Schwingungen beispielsweise mittels rotierender Unwuchten.
- [28] Anhand der Bildinhalte erfolgt mittels einer Auswerteeinrichtung 16 laufend eine Ermittlung der momentanen Schwellenauslenkung s_r . Die Auswerteeinrichtung 16 ist beispielsweise gemeinsam mit einer Steuerung 17 des Stabilisierungsaggregats 8 in einem Schaltschrank untergebracht. Zur Übertragung der Bilddaten ist die Kamera 11 mit der Auswerteeinrichtung 16 mittels eines Datenkabels oder über einen Datenbus verbunden. An letzteren ist in der Regel auch die Steuerung 17 angeschlossen.
- [29] Das erfindungsgemäße Messverfahren basiert auf der laufenden Aufnahme von Bildern des in Schwingung versetzten Gleisrostes 5. Im vorliegenden Beispiel erfolgen Aufnahmen der jeweiligen Schwellenoberseite mit den Schienenbefestigungen 14, dargestellt in den Figuren 3 und 4. Fig. 3 zeigt ein erstes Bild 17 zum Zeitpunkt einer maximalen Auslenkung in eine

Richtung und Fig. 4 zeigt ein zweites Bild 18 zum Zeitpunkt einer maximalen Auslenkung in Gegenrichtung. Zur Aufnahme auswertbarer Bilder 17, 18 sind eine kurze Belichtungszeit und eine hohe Bildrate erforderlich.

Günstigerweise ist die Bildrate deutlich höher als die Frequenz des Stabilisationsaggregats 8.

- [30] Wenn die Bildrate der vierfachen Frequenz des Stabilisationsaggregats 8 entspricht, werden pro Schwingungsperiode vier Bilder aufgenommen. Eine Synchronisation der Bilderfassung und der Schwingung erfolgt dann einfacherweise durch Variation der Bildrate, bis jedes zweite Bild eine Überdeckung der Bildinhalte in Gleisquerrichtung aufweist. Diese Bilder sind dann Abbildungen der Nulldurchgänge des in Schwingung versetzten Gleisrostes 5.
- [31] Mit der zulässigen Annahme, dass sich eine maximale Auslenkung a_r des Gleisrostes 5 im zeitlichen Mittel zwischen zwei Nulldurchgängen ereignet, bilden die beiden dazwischen aufgenommenen Bilder 17, 18 einer Schwingungsperiode ebendiese maximalen Gleisrostauslenkungen a_r ab. Das erste Bild 17 zeigt die maximale Auslenkung in eine Richtung und das zweite Bild 18 zeigt die maximale Auslenkung in die Gegenrichtung.
- [32] Alternativ dazu kann die Synchronisation über eine verknüpfte Ansteuerung des Schwingungserregers 15 und der Kamera 11 erfolgen. Das ist sinnvoll, wenn das Stabilisierungsaggregat 8 ohnehin in Abhängigkeit der erfassten Auslenkung des Gleisrostes 5 angesteuert wird. Beispielsweise wird die Phasenlage und Drehzahl der schwingungserzeugenden Unwuchten an die Bildrate angepasst.
- [33] Bei einer ausreichend hohen Bildrate ist keine Synchronisation erforderlich. In diesem Fall wird zunächst mittels der Auswerteeinheit in jedem aufgenommenen Bild die Lage übereinstimmender Bildinhalte bestimmt. Daraus lässt sich ein Bildzyklus für eine Schwingungsperiode ableiten, wobei jene beiden Bilder ausgewählt werden, deren übereinstimmende Bildinhalte die größte Lageabweichung voneinander aufweisen. Dabei zeigt das erste Bild 17 die maximale Auslenkung des Gleisrostes 5 in eine Richtung und das zweite Bild 18 die maximale Auslenkung in die Gegenrichtung.

- [34] Die Schwingungsamplitude als Maß für die maximale Auslenkung a_r des Gleisrostes 5 wird durch Überlagerung des ersten und des zweiten Bildes 17, 18 ermittelt. Entweder es werden beide Bilder 17, 18 mit ihren Bildrändern 19 in Überdeckung gebracht und der Abstand zwischen übereinstimmenden Bildinhalten ermittelt oder es werden die übereinstimmenden Bildeinhalte in Überdeckung gebrachten und eine Lageabweichung der beiden Bildränder 19 zueinander als Maß für die resultierende Schwingungsamplitude ausgewertet.
- [35] Fig. 5 zeigt einer Überlagerung der beiden Bilder 17, 18 aus Fig. 3 und 4. Dabei sind die übereinstimmenden Bildinhalte mittels Mustererkennung in Überdeckung gebracht. Für ein solches Matching sind Algorithmen bekannt, die in Echtzeit ausreichend genaue Ergebnisse liefern. Die Lageabweichung der Bildränder 19 zueinander gibt den Spitze-Spitze-Wert 20 der resultierenden Schwingung an. Halb so groß ist demnach die Amplitude als maximale Auslenkung a_r des Gleisrostes 5 in eine Richtung.
- [36] In Fig. 6 zeigt das obere Diagramm einen Schwingungsverlauf des Stabilisationsaggregats bzw. die Schienenkopfauslenkung s_e über der Zeit t . Im unteren Verlauf ist die resultierende Auslenkung des Gleisrostes 5 bzw. die dynamische Schwellenauslenkung s_r über der Zeit t dargestellt. Das dynamische Verhalten des Gleiskörpers bestimmt dabei eine Abweichung zwischen den Amplituden a_s , a_r dieser Schwingungsverläufe.
- [37] Zwischen den Schwingungsverläufen besteht eine Phasenverschiebung $\Delta\varphi$. Diese ist beeinflusst von der Elastizität der Schienen 4 und der Stabilität der Schienenverbindungen 14. Weitere Einflussfaktoren sind die Reibung zwischen Schwellen 6 und Schotterbett 7 sowie eine auf das Stabilisierungsaggregat 8 wirkende vertikale Anpresskraft, die mittels Hydraulikzylinder 21 aufgebracht wird. Eine Aufzeichnung der Phasenverschiebung $\Delta\varphi$ dokumentiert demnach die Qualität des Gleiskörpers, insbesondere der Schienenverbindungen 14.
- [38] In der Darstellung sind pro Schwingungsperiode beispielhaft vier Aufnahmezeitpunkte t_1 , t_2 , t_3 , t_4 angegeben. Aus den zu diesen Zeitpunkten t_1 , t_2 , t_3 , t_4 aufgenommenen Bildern wird die jeweilige Schwellenauslenkung s_1 , s_2 , s_3 , s_4 ermittelt. Dies geschieht mittels Mustererkennung, wobei

beispielsweise die Lageänderung einer Schienenbefestigung 14 erfasst wird. In einer Ausprägung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird aus den ermittelten Verlaufspunkten eine resultierende Sinuslinie errechnet, wobei diese angenommene Sinuslinie die maximale resultierende Auslenkung a_r des Gleisrostes 5 angibt.

Patentansprüche

1. Maschine (1) mit einem mittels Schienenfahrwerken (3) auf Schienen (4) eines Gleisrostes (5) verfahrbaren Maschinenrahmen (2) und mit einem Stabilisationsaggregat (8), das einen Schwingungserreger (15) zur Erzeugung horizontaler, quer zur Maschinenlängsrichtung verlaufender Schwingungen und auf den Schienen (4) abrollbare Spurkranzrollen (10) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Maschinenrahmen (2) eine Kamera (11) angebracht ist zur Erfassung eines in Schwingung versetzten Abschnittes des Gleisrostes (5) und dass die Kamera (11) mit einer Auswerteeinrichtung (16) verbunden ist, um aus erfassten Bilddaten eine resultierende Auslenkung (s_r) des Gleisrostes (5) abzuleiten.
2. Maschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinrichtung (16) mit einer Steuerung (17) des Stabilisationsaggregats (8) verbunden ist, um den Schwingungserreger (15) in Abhängigkeit der resultierenden Auslenkung (s_r) anzusteuern.
3. Maschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kamera (11) zur Aufnahme zweidimensionaler Bilder (17, 18) ausgebildet ist.
4. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kamera (11) in einer vertikalen, quer zum Gleis verlaufenden Symmetrieebene zwischen zwei Spurkranzrollen (10) des Stabilisationsaggregats (8) angeordnet ist.
5. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Maschinenrahmen (2) im Bereich der Kamera (11) ein Beschleunigungsaufnehmer (12) angeordnet ist.
6. Messverfahren, welches mittels einer Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass vom schwingenden Bereich des Gleisrostes (5) mittels der Kamera (11) in einer Draufsicht fortlaufend

Bilddaten erfasst werden und dass aus den erfassten Bilddaten eine resultierende Auslenkung (s_r) des Gleisrostes (5) abgeleitet wird.

7. Messverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zum Zeitpunkt einer maximalen Auslenkung in eine Richtung aufgenommenes erstes Bild (17) mit einem zum Zeitpunkt einer maximalen Auslenkung in die Gegenrichtung aufgenommenen zweiten Bild (18) verglichen wird, um daraus die resultierende Auslenkung (s_r) des Gleisrostes (5) abzuleiten.

8. Messverfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Lageabweichung (20) von in beiden Bildern (17, 18) identischen Bildinhalten als Maß für die resultierende Auslenkung (s_r) des Gleisrostes (5) ausgewertet wird.

9. Messverfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass als identische Bildinhalte Konturen einer Schwelle (6) und/oder Schienenbefestigungsmittel (14) ausgewählt werden.

10. Messverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass während einer Schwingungsperiode des Gleisrostes (5) zu vorgegebenen Aufnahmezeitpunkten (t_1, t_2, t_3, t_4) Bilddaten erfasst werden, dass zu jedem Aufnahmezeitpunkt eine Auslenkung (s_1, s_2, s_3, s_4) des Gleisrostes (5) bestimmt wird und dass daraus eine sinusförmige Schwingung des Gleisrostes (5) abgeleitet wird.

11. Messverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bilder (17, 18) mit einer Bildrate aufgenommen werden, die zumindest einer vierfachen Frequenz der horizontalen Schwingung des Gleisrostes (5) entspricht.

12. Messverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Erfassung der Bilddaten und die horizontale Schwingung des Gleisrostes (5) synchronisiert werden.

13. Messverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Phasenverschiebung ($\Delta\varphi$) zwischen einer auf den Gleisrost (5) einwirkenden Schwingung des Stabilisierungsaggregats (8) und der mittels der Kamera (11) erfassten resultierenden Schwingung des Gleisrostes (5) ermittelt wird.

14. Messverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Kamera (11) eine Schwingung des Maschinenrahmens (2) gemessen und in die Auswertung der resultierenden Auslenkung (s_r) des Gleisrostes (5) einbezogen wird.

Fig. 1

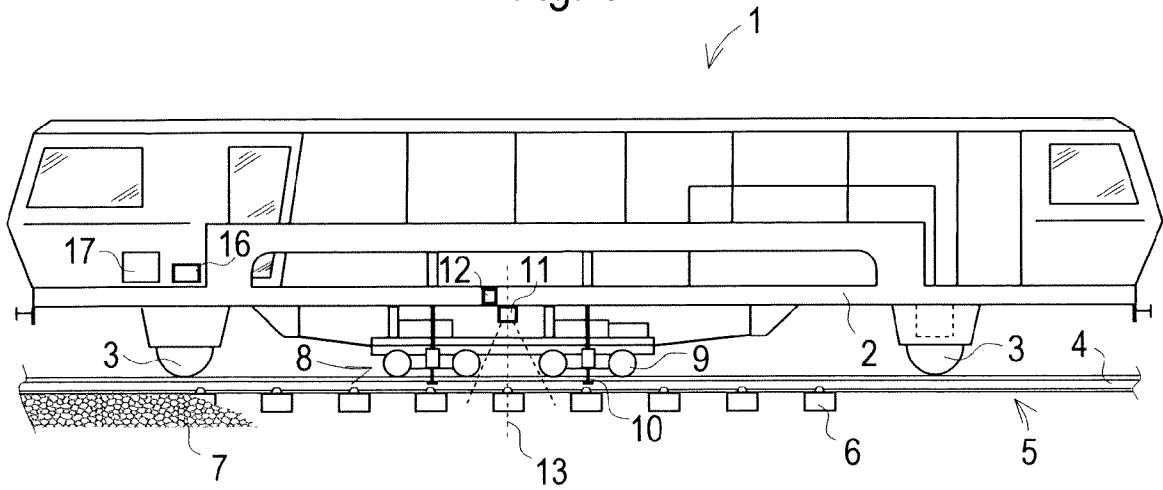


Fig. 2

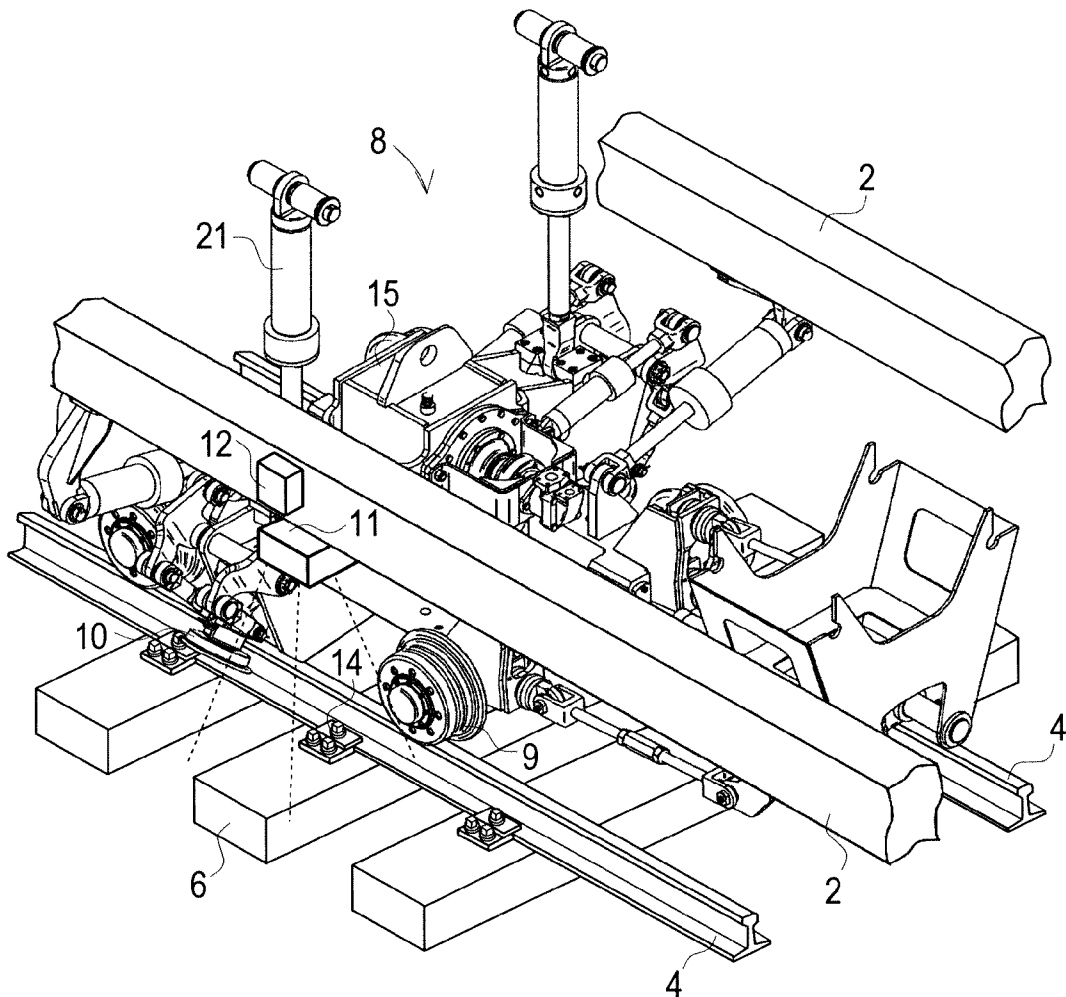


Fig. 3

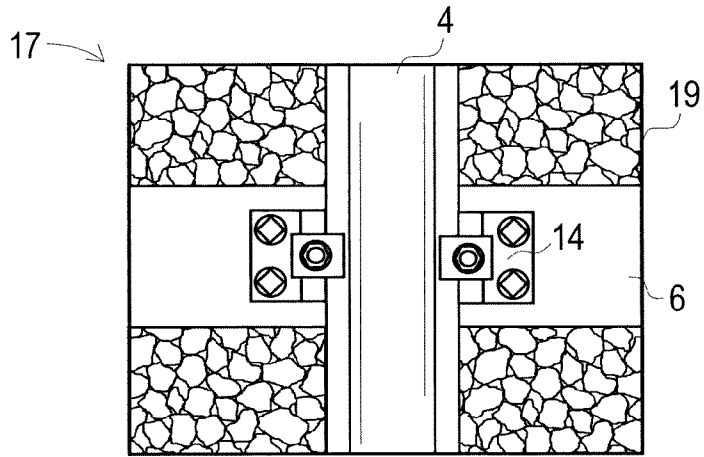


Fig. 4

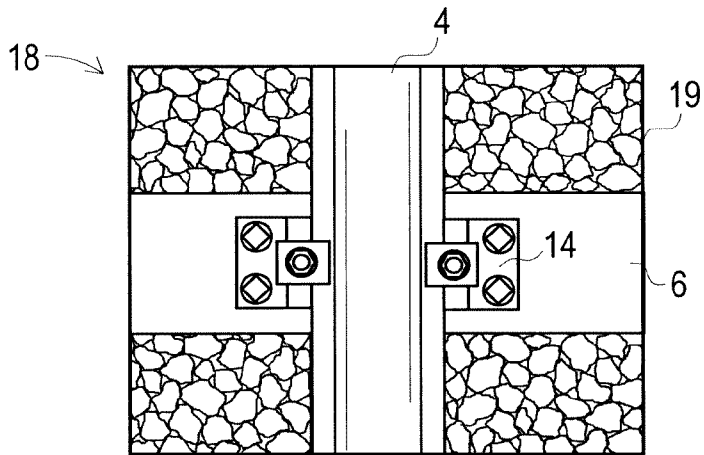


Fig. 5

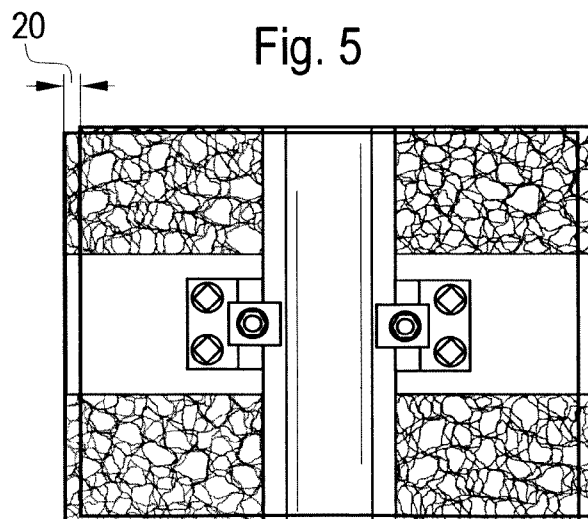
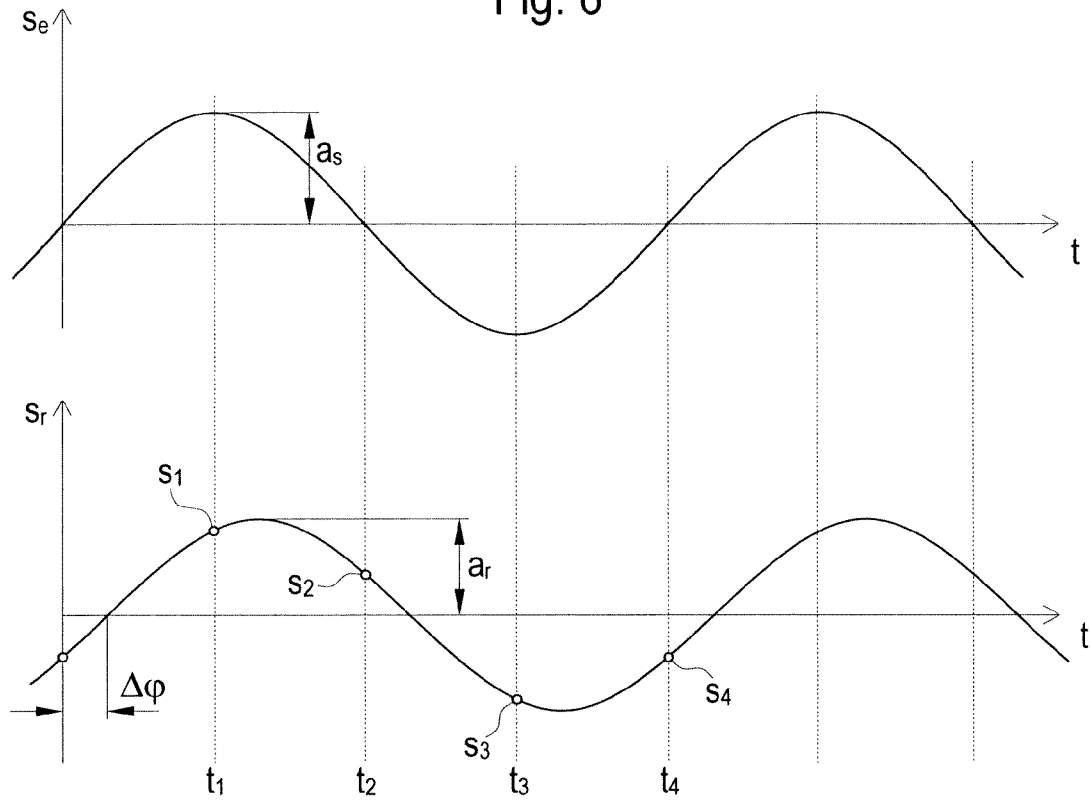


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. E01B27/20 E01B33/06 E01B35/00
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 E01B
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 02 870 A1 (PLASSER BAHNBAUMASCH FRANZ [AT]) 8 August 1991 (1991-08-08) cited in the application	1,2,4,5
A	columns 5-7; figures -----	6
A	DE 41 02 871 A1 (PLASSER BAHNBAUMASCH FRANZ [AT]) 8 August 1991 (1991-08-08) column 5, line 31 - column 6, line 13; figure 4 -----	1,2,4,5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 29 May 2017	Date of mailing of the international search report 07/06/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Movadat, Robin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/000103

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4102870	A1	08-08-1991	AT 402519 B 25-06-1997
			AU 631717 B2 03-12-1992
			BE 1007917 A3 21-11-1995
			CA 2033867 A1 07-08-1991
			CH 683107 A5 14-01-1994
			CN 1054461 A 11-09-1991
			DE 4102870 A1 08-08-1991
			DK 20591 A 07-08-1991
			ES 2030361 A6 16-10-1992
			FR 2657899 A1 09-08-1991
			GB 2240572 A 07-08-1991
			IT 1244532 B 15-07-1994
			JP 2960556 B2 06-10-1999
			JP H0771002 A 14-03-1995
			NL 9002435 A 02-09-1991
			RU 2039142 C1 09-07-1995
US 5113767 A 19-05-1992			
DE 4102871	A1	08-08-1991	AT 394742 B 10-06-1992
			BE 1003130 A3 03-12-1991
			CH 685441 A5 14-07-1995
			DE 4102871 A1 08-08-1991
			DK 20791 A 07-08-1991
			ES 2029621 A6 16-08-1992
			FR 2657901 A1 09-08-1991
			GB 2240570 A 07-08-1991
			IT 1246286 B 17-11-1994
			NL 9002437 A 02-09-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000103

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. E01B27/20 E01B33/06 E01B35/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 E01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 02 870 A1 (PLASSER BAHNBAUMASCH FRANZ [AT]) 8. August 1991 (1991-08-08) in der Anmeldung erwähnt	1,2,4,5
A	Spalten 5-7; Abbildungen -----	6
A	DE 41 02 871 A1 (PLASSER BAHNBAUMASCH FRANZ [AT]) 8. August 1991 (1991-08-08) Spalte 5, Zeile 31 - Spalte 6, Zeile 13; Abbildung 4 -----	1,2,4,5

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
--	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
29. Mai 2017	07/06/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Movadat, Robin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000103

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4102870	A1	08-08-1991	AT 402519 B 25-06-1997
			AU 631717 B2 03-12-1992
			BE 1007917 A3 21-11-1995
			CA 2033867 A1 07-08-1991
			CH 683107 A5 14-01-1994
			CN 1054461 A 11-09-1991
			DE 4102870 A1 08-08-1991
			DK 20591 A 07-08-1991
			ES 2030361 A6 16-10-1992
			FR 2657899 A1 09-08-1991
			GB 2240572 A 07-08-1991
			IT 1244532 B 15-07-1994
			JP 2960556 B2 06-10-1999
			JP H0771002 A 14-03-1995
			NL 9002435 A 02-09-1991
			RU 2039142 C1 09-07-1995
US 5113767 A 19-05-1992			

DE 4102871	A1	08-08-1991	AT 394742 B 10-06-1992
			BE 1003130 A3 03-12-1991
			CH 685441 A5 14-07-1995
			DE 4102871 A1 08-08-1991
			DK 20791 A 07-08-1991
			ES 2029621 A6 16-08-1992
			FR 2657901 A1 09-08-1991
			GB 2240570 A 07-08-1991
			IT 1246286 B 17-11-1994
			NL 9002437 A 02-09-1991
