



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2022 Patentblatt 2022/17

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61F 9/00 ^(2006.01) **B61L 15/00** ^(2006.01)
B61L 25/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21204632.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61F 9/00; B61L 15/0081; B61L 25/021

(22) Anmeldetag: **26.10.2021**

(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, Andre**
68259 Mannheim (DE)

(74) Vertreter: **Ramrath, Lukas**
Patentanwälte Bressel und Partner mbB
Potsdamer Platz 10
10785 Berlin (DE)

(30) Priorität: **26.10.2020 DE 102020213436**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DETEKTION EINES ENTGLEISTEN ZUSTANDS EINES SCHIENENFAHRZEUGS SOWIE SCHIENENFAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion eines entgleisten Zustands eines Schienenfahrzeugs (1) umfassend
- das Begrenzen eines Antriebsmoments, welches von einer Antriebsmaschine (2) des Schienenfahrzeugs (1) erzeugt wird, auf einen Maximalwert (AM_{max}),

- das Bestimmen einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v),
- die Detektion des entgleisten Zustands, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) kleiner als ein Geschwindigkeitsschwellwert (v_{th}) ist
sowie eine Vorrichtung (6) und ein Schienenfahrzeug (1).

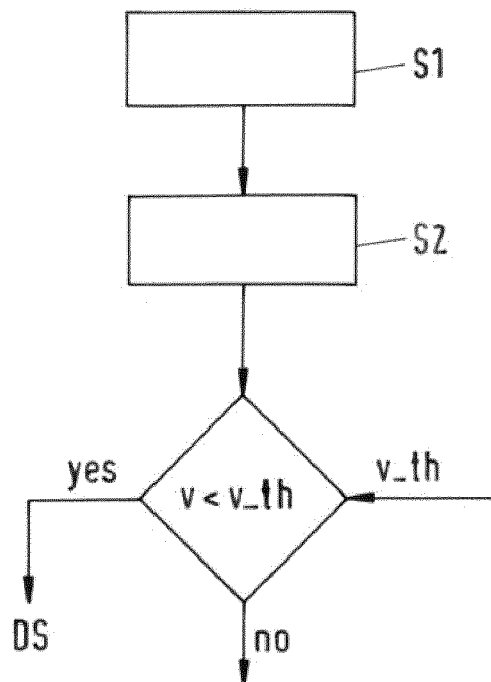


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion eines entgleiten Zustands eines Schienenfahrzeugs sowie ein Schienenfahrzeug.

[0002] Um die Betriebssicherheit von Schienenfahrzeugen zu erhöhen ist es erwünscht, einen entgleiten Zustand des Schienenfahrzeugs möglichst frühzeitig zu detektieren. Verfahren zur Entgleisungsüberwachung sind bereits bekannt.

[0003] So offenbart die DE 10 2011 001 978 A1 ein Verfahren zur Entgleisungsüberwachung wenigstens eines Rades eines Fahrwerks eines Schienenfahrzeugs, bei dem in Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleichs von in dem Schienenfahrzeug verfügbaren Signalen ein für eine Entgleisungssituation des Rades repräsentatives Entgleisungssituationssignal generiert wird.

[0004] Die WO2015/ 100 425 A1 offenbart ein Verfahren und ein System zum kontinuierlichen Sammeln und Analysieren von Betriebsparametern eines Schienenfahrzeugs, um unnormale Betriebsbedingungen zu detektieren.

[0005] Die CN 105 480 249 A offenbart eine Einrichtung zur Entgleisungserkennung basierend auf einer Lagersattelpositionierungs- und Erkennungsmethode.

[0006] Die DE 10 2016 125 196 A1 betrifft ein Verfahren zur Detektion eines Entgleisungszustandes eines oder mehrerer Räder eines Schienenfahrzeugs anhand von Raddrehzahlsignalen.

[0007] Die DE 10 2014 108 685 A1 betrifft ein Verfahren zur Erkennung einer Entgleisung wenigstens eines Radsatzes eines Schienenfahrzeugs, bei dem während einer Fahrt insbesondere kontinuierlich ein die Beschleunigung des Radsatzes in einer Richtung repräsentierendes Beschleunigungssignal gemessen wird.

[0008] Es stellt sich daher das technische Problem, ein alternatives Verfahren zur Detektion eines entgleiten Zustands sowie eine entsprechende Vorrichtung und ein Schienenfahrzeug zu schaffen, die eine zuverlässige und frühzeitige Detektion des entgleiten Zustands ermöglichen, insbesondere auch bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten.

[0009] Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1 und 9 und durch die Merkmale des Gegenstands des nebengeordneten Anspruchs 10. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0010] Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Detektion eines entgleiten Zustands eines Schienenfahrzeugs. Das Schienenfahrzeug kann insbesondere eine Straßen- oder Stadtbahn, z.B. eine Tram, sein. Selbstverständlich kann das Schienenfahrzeug aber auch in einer davon verschiedenen Ausführungsform ausgebildet sein.

[0011] Das Schienenfahrzeug kann ein assistiert, teilautomatisiert, hochautomatisiert, vollautomatisiert oder

autonom fahrendes Schienenfahrzeug sein.

[0012] Das Verfahren umfasst

- das Begrenzen eines Antriebsmoments, welches von einer Antriebsmaschine des Schienenfahrzeugs erzeugt wird, auf einen Maximalwert,
- das Bestimmen einer Fahrzeuggeschwindigkeit,
- die Detektion des entgleiten Zustands, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als ein Geschwindigkeitsschwellwert ist.

[0013] Der Maximalwert des Antriebsmoments kann hierbei ein Wert sein, der kleiner als der Wert des maximal von der Antriebsmaschine erzeugbaren Antriebsmoments ist. Die Antriebsmaschine kann insbesondere eine elektrische Antriebsmaschine, z.B. eine Synchron- oder Asynchronmaschine oder eine Gleichstrommaschine, sein.

[0014] Der Maximalwert kann ein vorbestimmter Wert sein. Dieser vorbestimmte Wert kann in einer Speichereinrichtung des Schienenfahrzeugs gespeichert sein und z.B. von einer Steuereinrichtung abgerufen werden, die dann die Antriebsmaschine derart steuert, dass das von dieser erzeugte Antriebsmoment immer kleiner als der oder gleich dem vorbestimmten Wert ist. Die Steuereinrichtung kann als Mikrocontroller oder integrierte Schaltung ausgebildet sein oder eine(n) solche(n) umfassen.

[0015] Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann durch eine Einrichtung zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit erfasst werden, wobei die Einrichtung z.B. als Geschwindigkeitssensor ausgebildet oder einen solchen umfassen kann. Auch kann die Fahrzeuggeschwindigkeit in Abhängigkeit von Ausgangssignalen anderer Erfassungseinrichtungen, z.B. eines Positionssensors oder eines Beschleunigungssensors, bestimmt werden. Unter einer Fahrzeuggeschwindigkeit kann hierbei ein Signal verstanden werden, welches die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentiert.

[0016] Der Geschwindigkeitsschwellwert kann ein vorbestimmter Geschwindigkeitsschwellwert sein und kann ebenfalls in der vorhergehend erläuterten Speichereinrichtung oder einer weiteren Speichereinrichtung des Schienenfahrzeugs gespeichert sein. Dieser kann von einer Auswerteeinrichtung abgerufen werden und durch diese mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit verglichen werden. Auch kann der Geschwindigkeitsschwellwert zur Laufzeit des Verfahrens bestimmt werden, z.B. als positionsabhängiger Schwellwert.

[0017] Die Auswerteeinrichtung kann als Mikrocontroller oder integrierte Schaltung ausgebildet sein oder eine(n) solche(n) umfassen. Es ist möglich, dass die Steuer- und Auswerteeinrichtung als voneinander, insbesondere baulich, verschiedene Einrichtungen ausgebildet sind. Allerdings ist es auch vorstellbar, dass die Funktionen sowohl der Steuereinrichtung als auch der Auswerteeinrichtung von einer einzigen Einrichtung bereitgestellt werden.

[0018] Das Schienenfahrzeug kann geschwindigkeits-

geregelt betrieben werden. Hierbei kann eine Steuereinrichtung das Antriebsmoment der Antriebsmaschine derart einstellen bzw. verändern, dass eine Abweichung zwischen der aktuellen und einer gewünschten, z.B. vorbestimmten oder von einem Fahrzeugführer oder einem übergeordneten System eingestellten Geschwindigkeit minimiert wird.

[0019] Der entgleiste Zustand kann detektiert werden, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit um mehr als ein vorbestimmtes Maß kleiner als der vorbestimmte Geschwindigkeitsschwellwert ist. Insbesondere kann der entgleiste Zustand detektiert werden, wenn die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit Null ist.

[0020] Wird der entgleiste Zustand detektiert, so kann ein Entgleisungssignal, insbesondere von der Auswerteeinrichtung, erzeugt werden. Dieses kann dann an ein übergeordnetes System übertragen werden. Durch das übergeordnete System können dann entsprechende Sicherheitsmaßnahmen durchführen, beispielsweise ein Abbremsen des Schienenfahrzeugs.

[0021] Das Verfahren ermöglicht in vorteilhafter Weise eine zuverlässige und frühzeitige Erkennung eines entgleisten Zustands, insbesondere auch bei geringen Geschwindigkeiten. Hierfür kann die Begrenzung des Antriebsmoments insbesondere derart gewählt sein, dass die Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs in einem normalen, also fehlerfreien und insbesondere nicht entgleisten, Betriebszustand kleiner als eine vorbestimmte zulässige Geschwindigkeit ist, die wiederum kleiner als die maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit des Schienenfahrzeugs ist.

[0022] Ferner ist die vorgeschlagene Erkennung besonders geeignet für Schienenfahrzeuge, die in dem wie vorhergehend erläutert geschwindigkeitsgeregelt betrieben werden, wobei der Sollwert der Geschwindigkeitsregelung die vorbestimmte zulässige Geschwindigkeit sein kann. Eine derartige Geschwindigkeitsregelung kann insbesondere bei autonom fahrenden Schienenfahrzeugen erfolgen. Somit ermöglicht das vorgeschlagene Verfahren auch eine zuverlässige und frühzeitige Detektion eines entgleisten Zustands bei autonom fahrenden Fahrzeugen. Gleiches gilt selbstverständlich auch für assistiert oder automatisiert fahrende Schienenfahrzeuge, bei deren Betrieb eine Geschwindigkeitsregelung erfolgt.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das vorgeschlagene Verfahren das

- das Bestimmen einer Fahrzeugposition und das
- Begrenzen des Antriebsmoments auf einen positionsabhängigen Maximalwert.

[0024] Die Fahrzeugposition kann durch eine Einrichtung zur Erfassung der Fahrzeugposition erfasst werden, wobei die Einrichtung z.B. als Positionssensor ausgebildet oder einen solchen umfassen kann. Auch kann die Fahrzeugposition in Abhängigkeit von Ausgangssignalen anderer Erfassungseinrichtungen, z.B. eines Ge-

schwindigkeitssensors oder eines Beschleunigungssensors, bestimmt werden. Unter einer Fahrzeugposition kann hierbei ein Signal verstanden werden, welches die aktuelle Fahrzeugposition repräsentiert. Die Fahrzeugposition kann hierbei in einem Referenzkoordinatensystem bestimmt werden, z.B. in einem globalen Referenzkoordinatensystem.

[0025] Der Maximalwert des Antriebsmoments kann somit positionsabhängig bestimmt werden. Hierzu kann insbesondere eine (vorbestimmte) Zuordnung von Maximalwerten zu verschiedenen Fahrzeugpositionen oder Fahrzeugpositionsbereichen existieren, die zur Bestimmung des Maximalwerts ausgewertet wird, z.B. durch die Auswerteeinrichtung. Die Werte für Fahrzeugposition und Maximalwert sowie ihre Zuordnung zueinander können hierbei in der vorhergehend erläuterten Speichereinrichtung oder einer weiteren Speichereinrichtung des Schienenfahrzeugs oder einer schienenfahrzeugexternen Speichereinrichtung, beispielsweise einer Servereinrichtung, gespeichert sein.

[0026] Selbstverständlich kann alternativ zur Zuordnung auch ein funktioneller Zusammenhang, ein kennlinienbasierter Zusammenhang oder ein in anderer Weise ausgebildeter Zusammenhang zwischen Fahrzeugposition und Maximalwert bestehen und zur positionsabhängigen Bestimmung des Maximalwerts ausgewertet werden.

[0027] Es ist vorstellbar, dass auch eine Zuordnung einer zulässigen Geschwindigkeit zu einer Fahrzeugposition oder einem Fahrzeugpositionsbereich bzw. ein vorbestimmter Zusammenhang zwischen diesen existiert, die/der ebenfalls in der oder einer weiteren Speichereinrichtung gespeichert sein kann. In diesem Fall kann der vorbestimmte Geschwindigkeitsschwellwert ebenfalls in Abhängigkeit der Fahrzeugposition, nämlich durch Auswerten der Zuordnung bzw. des Zusammenhangs, bestimmt werden, nämlich als die der Fahrzeugposition oder dem Fahrzeugpositionsbereich zugeordnete zulässige Geschwindigkeit.

[0028] Weiter kann der fahrzeugpositionsabhängige Maximalwert des Antriebsmoments derart gewählt werden, dass das Schienenfahrzeug höchstens die der entsprechenden Fahrzeugposition zugeordnete zulässige Geschwindigkeit erreicht. Zur Bestimmung des Maximalwerts kann mindestens eine Eigenschaft des Schienenfahrzeugs, beispielsweise eine Masse und/oder Reibungseigenschaften, berücksichtigt werden, wobei der Maximalwert zum Erreichen der zulässigen Geschwindigkeit abhängig von dieser Eigenschaft ist. Diese können vorbekannt sein oder durch entsprechende Einrichtungen des Schienenfahrzeugs bestimmt werden. Zur Bestimmung des Maximalwerts kann alternativ oder zusätzlich eine Umgebungseigenschaft ausgewertet werden, z.B. eine Streckensteigung, eine Streckenkrümmung, ein Windwiderstand oder eine weitere Eigenschaft, wobei der Maximalwert zum Erreichen der zulässigen Geschwindigkeit abhängig von dieser Eigenschaft ist. Auch diese Eigenschaften können vorbekannt sein

oder durch entsprechende Einrichtungen des Schienenfahrzeugs bestimmt werden.

[0029] Insbesondere ist es also auch vorstellbar, dass der fahrzeugpositionsabhängige Maximalwert des Antriebsmoments bestimmt wird, indem eine fahrzeugpositionsabhängige zulässige Geschwindigkeit und in Abhängigkeit dieser zulässigen Geschwindigkeit und gegebenenfalls weiterer Parameter oder Eigenschaften des Schienenfahrzeugs und/oder der Umgebung dann der Maximalwert des Antriebsmoments als der Wert bestimmt wird, der einzustellen ist, um das Schienenfahrzeug auf diese zulässige Geschwindigkeit zu beschleunigen oder eine Fahrt mit dieser zulässigen Geschwindigkeit zu bewirken.

[0030] Die Zuordnung von dem Maximalwert zur Position kann hierbei durch Testfahrten oder durch eine analytische Bestimmung bestimmt werden.

[0031] Beispielsweise kann eine Testfahrt mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs durchgeführt und für jede Position ermittelt werden, welches Antriebsmoment zur Bewegung des Schienenfahrzeugs mit dieser Geschwindigkeit notwendig ist. Dieses geschwindigkeitsspezifische Antriebsmoment kann dann als das der entsprechenden Position zugeordnete Antriebsmoment bestimmt werden. Die Geschwindigkeit kann eine zulässige Geschwindigkeit sein, wobei diese - wie nachfolgend noch näher erläutert - ebenfalls positionsabhängig sein kann.

[0032] Auch können mehrere Testfahrten mit voneinander verschiedenen vorbestimmten Geschwindigkeiten durchgeführt werden und dann für jede Position verschiedene, geschwindigkeitsspezifische Antriebsmomente bestimmt werden.

[0033] Alternativ kann - wie vorhergehend erläutert - der Maximalwert in Abhängigkeit für eine Position analytisch bestimmt werden, insbesondere in Abhängigkeit von mindestens einer Fahrzeugeigenschaft und/oder mindestens einer Umgebungseigenschaft.

[0034] Hierdurch ergibt sich in vorteilhafter Weise eine zuverlässige und frühzeitige Detektion eines entgleisten Zustands, die an verschiedene Positionen des Schienenfahrzeugs angepasst ist. Mit anderen Worten wird in jeder von verschiedenen Positionen des Schienenfahrzeugs die zuverlässige und frühzeitige Detektion des entgleisten Zustands ermöglicht.

[0035] In einer weiteren Ausführungsform wird eine von der Fahrzeugposition abhängige zulässige Geschwindigkeit bestimmt, wobei der Maximalwert des Antriebsmoments in Abhängigkeit dieser zulässigen Geschwindigkeit bestimmt wird. Dies wurde vorhergehend bereits erläutert.

[0036] In einer weiteren Ausführungsform wird der Geschwindigkeitsschwellwert positionsabhängig bestimmt. Wie vorhergehend erläutert kann der Geschwindigkeitsschwellwert als die positionsabhängige zulässige Geschwindigkeit bestimmt werden.

[0037] Alternativ ist es aber auch möglich, dass eine Zuordnung eines Geschwindigkeitsschwellwerts zu ei-

ner Fahrzeugposition oder einem Fahrzeugpositionsbereich bzw. ein vorbestimmter Zusammenhang zwischen diesen existiert, die/der ebenfalls in der oder einer weiteren Speichereinrichtung gespeichert sein kann, wobei diese Zuordnung von der Zuordnung einer zulässigen Geschwindigkeit zu einer Fahrzeugposition verschieden sein kann. Insbesondere kann der einer Fahrzeugposition zugeordnete Geschwindigkeitsschwellwert kleiner sein als die der gleichen Fahrzeugposition zugeordnete zulässige Geschwindigkeit.

[0038] Durch die positionsabhängige Bestimmung des Geschwindigkeitsschwellwerts wird die vorhergehend erläuterte positionsspezifische Detektion des entgleisten Zustands in vorteilhafter Weise weiter verbessert.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform ist das Schienenfahrzeug ein assistiert, automatisiert oder autonom betriebenes Schienenfahrzeug. Unterarten des automatisierten Betriebs wurden vorhergehend bereits erläutert. In dem assistierten, automatisierten oder autonomen Betrieb kann die erläuterte Geschwindigkeitsregelung durchgeführt werden. Insbesondere kann das vorgeschlagene Verfahren nur dann durchgeführt bzw. ein entgleister Zustand nur dann detektiert werden, wenn das Schienenfahrzeug assistiert, automatisiert oder autonom betrieben wird. Hierdurch ergibt sich in vorteilhafter Weise eine verbesserte Betriebssicherheit des in einem der genannten Betriebsarten betriebenen Schienenfahrzeugs, insbesondere weil das vorgeschlagene Verfahren eine zuverlässige und frühzeitige Detektion des entgleisten Zustands ermöglicht, ohne dass ein Fahrzeugführer in die Detektion involviert ist.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform wird das Begrenzen des Antriebsmoments, das Bestimmen der Fahrzeuggeschwindigkeit und die Bestimmung der Abweichung zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Geschwindigkeitsschwellwert nur dann durchgeführt, falls sich das Schienenfahrzeug im Bereich eines Betriebshofs befindet.

[0041] Der Bereich des Betriebshofs kann hierbei vorbestimmte Fahrzeugpositionen umfassen. Somit kann diesen Fahrzeugpositionen auch die Information zugeordnet sein, dass diese Betriebshof-Positionen sind. In dem vorgeschlagenen Verfahren kann dann zeitlich vor dem Begrenzen des Antriebsmoments oder zeitlich vor dem Bestimmen der Fahrzeuggeschwindigkeit oder zeitlich vor der Detektion bzw. zeitlich vor der Bestimmung der Abweichung die Fahrzeugposition bestimmt werden, wobei dann ausgewertet wird, ob diese Fahrzeugposition eine Betriebshof-Position ist. Nur wenn dies der Fall ist, wird der entsprechende Verfahrensschritt durchgeführt. Andernfalls wird der entsprechende Verfahrensschritt nicht durchgeführt.

[0042] Der Betriebshof kann hierbei einen Bereich von Fahrzeugpositionen umfassen, in denen sich die Fahrzeuge zur Wartung und zur Aufbewahrung befinden. Da in einem solchen Betriebshof die zulässige Geschwindigkeit für Schienenfahrzeuge, insbesondere assistiert, automatisiert oder autonom betriebene Schie-

nenfahrzeuge, gering ist, ergibt sich aufgrund der guten Eignung des Verfahrens zur Detektion des entgleisten Zustands bei geringen Geschwindigkeit eine besonders zuverlässige und frühzeitige Detektion des entgleisten Zustands im Bereich des Betriebshofs.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform wird die Fahrzeugposition durch eine GNSS-basierte Bestimmungseinrichtung und/oder durch eine odometerbasierte Bestimmungseinrichtung und/oder durch eine infrastrukturbasierte Bestimmungseinrichtung bestimmt. Eine GNSS-basierte Bestimmungseinrichtung kann beispielsweise einen GPS-Sensor umfassen. Eine odometerbasierte Bestimmungseinrichtung kann beispielsweise einen vom Schienenfahrzeug zurückgelegten Weg auswerten, um die Position zu bestimmen. Eine odometerbasierte Bestimmungseinrichtung kann beispielsweise eine Drehzahl eines Rades oder eines Radsatzes des Schienenfahrzeugs erfassen und dann in Abhängigkeit der Drehzahl einen zurückgelegten Weg und dann die aktuelle Position des Schienenfahrzeugs bestimmen. Eine infrastrukturbasierte Bestimmungseinrichtung kann beispielsweise eine Baken- oder Balisenerfassungseinrichtung und/oder eine Einrichtung zur Erfassung der von Baken bzw. Balisen erzeugten Signale umfassen, wobei eine Position dann in Abhängigkeit der von dieser Einrichtung erzeugten Signal bestimmt werden kann. Selbstverständlich können auch andere Verfahren zur Positionsbestimmung verwendet und/oder die durch verschiedene Verfahren bestimmten Positionsinformationen fusioniert werden, um die Position zu bestimmen.

[0044] Vorzugsweise ist die Genauigkeit der Positionsbestimmung größer als die Genauigkeit einer rein GNSS-basierten Positionsbestimmung.

[0045] Die Positionsinformationen können hierbei auch für den assistierten, automatisierten oder autonomen Betrieb des Schienenfahrzeugs verwendet werden.

[0046] Durch die vorgeschlagene Positionsbestimmung ergibt sich in vorteilhafter Weise eine ausreichend genaue Positionsbestimmung, die die Zuverlässigkeit der vorhergehend erläuterte positionsspezifische Detektion des entgleisten Zustands gewährleistet.

[0047] In einer weiteren Ausführungsform erfolgt die Detektion des entgleisten Zustands, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als der Geschwindigkeitsschwellwert ist und kein weiterer Grund für die Geschwindigkeitsreduktion detektiert wird. Ein weiterer Grund für die Geschwindigkeitsreduktion kann z.B. ein detektiertes Streckenhindernis sein, welches eine, insbesondere automatisiert durchgeführte, Verlangsamung des Schienenfahrzeugs bedingt. Auch kann ein weiterer Grund ein detektiertes Stellsignal sein, welches eine, insbesondere automatisiert durchgeführte, Verlangsamung des Schienenfahrzeugs bedingt.

[0048] Mit anderen Worten wird der entgleiste Zustand nur dann detektiert, falls plausibilisiert werden kann, dass ausschließlich der entgleiste Zustand die Differenz zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit und Geschwindigkeitsschwellwert bedingt. Hierdurch wird in vorteilhafter Wei-

se eine Zuverlässigkeit der Detektion erhöht.

[0049] Weiter vorgeschlagen wird eine Vorrichtung zur Detektion eines entgleisten Zustands eines Schienenfahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst mindestens eine Steuereinrichtung, mindestens eine Auswerteeinrichtung und mindestens eine Einrichtung zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit. Die entsprechenden Einrichtungen wurden vorhergehend bereits erläutert.

[0050] Durch die Steuereinrichtung wird ein Antriebsmoment, welches von einer Antriebsmaschine des Schienenfahrzeugs erzeugt wird, auf einen Maximalwert begrenzt. Mittels der Einrichtung zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit wird die Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt, wobei mittels der Auswerteeinrichtung die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem vorbestimmten Geschwindigkeitsschwellwert verglichen und der entgleiste Zustand detektiert wird, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als ein vorbestimmter Geschwindigkeitsschwellwert ist.

[0051] Hierzu können die Einrichtungen daten- und/oder signaltechnisch miteinander verbunden sein. Es ist möglich, dass die Auswerteeinrichtung im Schienenfahrzeug verbaut ist. Allerdings ist es auch möglich, dass die Auswerteeinrichtung eine schienenfahrzeugexterne Einrichtung ist. Insbesondere in diesem Fall kann eine drahtlose Daten- und/oder Signalübertragung mit den weiteren Einrichtungen erfolgen.

[0052] Die Vorrichtung ermöglicht in vorteilhafter Weise die Durchführung eines Verfahrens zur Detektion eines entgleisten Zustands gemäß einer der in dieser Offenbarung offenbarten Ausführungsformen. Somit ist die Vorrichtung insbesondere derart konfiguriert, dass ein solches Verfahren mit der Vorrichtung ausführbar ist.

[0053] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung eine Einrichtung zur Bestimmung der Fahrzeugposition. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise die vorhergehend erläuterte positionsspezifische Detektion des entgleisten Zustands, insbesondere die positionsabhängige Bestimmung des Maximalwerts und/oder des Geschwindigkeitsschwellwerts und/oder der zulässigen Geschwindigkeit.

[0054] Es ist selbstverständlich vorstellbar, dass die Vorrichtung mindestens eine Speichereinrichtung zur Speicherung des Maximalwerts, des Geschwindigkeitsschwellwerts und/oder der zulässigen Geschwindigkeit umfasst. In dieser können die entsprechenden Informationen gespeichert sein, insbesondere in einer Fahrzeugposition zugeordneten Art und Weise. Die Speichereinrichtung kann fest im Schienenfahrzeug verbaut oder eine fahrzeugexterne Speichereinrichtung sein. Weiter kann die Speichereinrichtung signalund/oder datentechnisch mit den weiteren Einrichtungen der Vorrichtung verbunden sein.

[0055] Weiter vorgeschlagen wird ein Schienenfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Detektion eines entgleisten Zustands gemäß einem der in dieser Offenbarung beschriebenen Ausführungsformen. Hierdurch ergibt sich in vorteilhafter Weise, dass ein Schienenfahrzeug

mit einer verbesserten Betriebssicherheit, insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten, bereitgestellt wird. Dass das Schienenfahrzeug die Vorrichtung umfasst, schließt nicht aus, dass eine Einrichtung der Vorrichtung eine fahrzeugexterne Einrichtung ist. Allerdings ist mindestens eine der genannten Einrichtungen fest im Schienenfahrzeug verbaut.

[0056] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform,

Fig. 3 ein schematisches Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Schienenfahrzeugs.

[0057] Nachfolgend bezeichnen gleiche Bezugszeichen Elemente mit gleichen oder ähnlichen technischen Merkmalen.

[0058] Fig. 1 zeigt ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Detektion eines entgleisten Zustands eines Schienenfahrzeugs 1 (siehe Fig. 4).

[0059] In einem ersten Schritt S1 wird das Antriebsmoment, welches von einer Antriebsmaschine 2 des Schienenfahrzeugs 1 erzeugt wird, auf einen Maximalwert AM_{max} begrenzt. Dieser Wert kann messtechnisch über Versuche oder mittels Berechnung ermittelt werden. Dann wird in einem zweiten Schritt S2 die Fahrzeuggeschwindigkeit v des Schienenfahrzeugs 1 bestimmt. Dann wird in einem dritten Schritt S3 die im zweiten Schritt S2 bestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit v mit einem vorbestimmten Geschwindigkeitsschwellwert v_{th} verglichen und ein entgleister Zustand detektiert, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit v kleiner als ein vorbestimmter Geschwindigkeitsschwellwert v_{th} ist. Hierzu kann der vorbestimmte Schwellwert v_{th} abgerufen werden, z.B. aus einer Speichereinrichtung 3 des Schienenfahrzeugs 1. Wird ein entgleister Zustand detektiert, so kann ein Detektionssignal DS erzeugt und an ein übergeordnetes System übertragen und/oder an einen Fahrzeugführer ausgegeben werden.

[0060] Fig. 2 zeigt ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0061] In einem ersten Schritt S1 wird eine Fahrzeugposition p des Schienenfahrzeugs 1 (siehe Fig. 4) bestimmt. Diese Fahrzeugposition kann beispielsweise in Abhängigkeit von Ausgangssignalen einer GNSS-Einrichtung 4 oder in Abhängigkeit von Ausgangssignalen

einer Einrichtung 5 zur Balisendetektion bestimmt werden. Die Einrichtung 5 zur Balisendetektion kann insbesondere eine Balise detektieren bzw. die von einer Balise ausgesandten Signale empfangen und dann zur Positionsbestimmung nutzen. Auch kann die Fahrzeugposition durch eine Fusion der mittels der GNSS-Einrichtung 4 und der Einrichtung 5 zur Balisendetektion bestimmten Positionsinformationen bestimmt werden. Selbstverständlich sind auch alternative oder weitere Verfahren zur Positionsbestimmung vorstellbar.

[0062] Dann wird in einem zweiten Schritt S2 das Antriebsmoment, welches von einer Antriebsmaschine 2 des Schienenfahrzeugs 1 erzeugt wird, auf einen Maximalwert $AM_{max}(p)$ begrenzt, wobei dieser Maximalwert ein positionsabhängiger Maximalwert $AM_{max}(p)$ ist. Es ist beispielsweise möglich, dass eine von der Fahrzeugposition p abhängige Geschwindigkeit bestimmt wird, wobei der Maximalwert des Antriebsmoments in Abhängigkeit dieser Geschwindigkeit bestimmt wird, nämlich als der Wert, der zum Erreichen der Geschwindigkeit oder zum Fahren mit der Geschwindigkeit einzustellen ist. Alternativ kann eine vorbekannte Zuordnung zwischen Fahrzeugpositionen und diesen jeweils zugeordneten Maximalwerten AN_{max} ausgewertet werden.

[0063] Dann wird in einem dritten Schritt S3 die Fahrzeuggeschwindigkeit v des Schienenfahrzeugs 1 bestimmt.

[0064] In einem vierten Schritt S4 wird dann die im dritten Schritt S3 bestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit v mit einem positionsabhängigen Geschwindigkeitsschwellwert v_{th} verglichen und ein entgleister Zustand detektiert, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit v kleiner als der positionsabhängige Geschwindigkeitsschwellwert v_{th} ist. Hierzu kann der positionsabhängige Schwellwert v_{th} abgerufen werden, z.B. aus einer Speichereinrichtung 3 des Schienenfahrzeugs 1. Der positionsabhängige Schwellwert v_{th} kann daher ebenfalls ein vorbestimmter Schwellwert sein. Beispielsweise kann eine vorbekannte Zuordnung zwischen Fahrzeugpositionen und diesen jeweils zugeordneten Schwellwerten ausgewertet werden, um den positionsabhängigen Schwellwert v_{th} zu bestimmen.

[0065] Wird ein entgleister Zustand detektiert, so kann - wie im dritten Schritt S3 der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform - ein Detektionssignal DS erzeugt und an ein übergeordnetes System übertragen und/oder an einen Fahrzeugführer ausgegeben werden.

[0066] Ferner ist es möglich, dass nach der Bestimmung der Fahrzeugposition p im ersten Schritt S1 bestimmt wird, ob sich das Schienenfahrzeug 1 in dem Bereich eines Betriebshofs befindet. Nur wenn dies der Fall ist, kann die Sequenz aus allen weiteren Schritten S2, S3, S4, insbesondere der vierte Schritt S4, durchgeführt werden.

[0067] Fig. 3 zeigt ein schematisches Blocksaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 6 zur Detektion eines entgleisten Zustands eines Schienenfahrzeugs 1 (siehe Fig. 4).

[0068] Die Vorrichtung 6 umfasst mindestens eine Steuer- und Auswerteeinrichtung 7 und mindestens eine Einrichtung 8 zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit v , z.B. einen Geschwindigkeitssensor.

[0069] Durch Steuer- und Auswerteeinrichtung 7 wird ein Antriebsmoment, welches von einer Antriebsmaschine 2 des Schienenfahrzeugs 1 erzeugt wird, auf einen Maximalwert begrenzt. Weiter wird mittels der Einrichtung 8 zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit die Fahrzeuggeschwindigkeit v bestimmt und dann mittels der Steuer- und Auswerteeinrichtung 6 mit einem vorbestimmten Geschwindigkeitsschwellwert v_{th} verglichen, wobei der entgleiste Zustand detektiert wird, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit v kleiner als der vorbestimmte Geschwindigkeitsschwellwert v_{th} ist.

[0070] Es ist weiter möglich, dass die Vorrichtung 6 eine Speichereinrichtung 3 umfasst, die zur Speicherung des mindestens einen Maximalwerts des Antriebsmoments und/oder zur Speicherung des mindestens einen vorbestimmten Geschwindigkeitsschwellwerts v_{th} und/oder zur Speicherung der mindestens einen zulässigen Geschwindigkeit dient. Auch können diese Informationen - wie vorhergehend erläutert - in einer einer Fahrzeugposition p zugeordneten Weise in der Speichereinrichtung 3 gespeichert sein.

[0071] Weiter kann durch die Speichereinrichtung 3 eine Information gespeichert sein, ob eine Fahrzeugposition p eine Position im Bereich eines Betriebshofs ist.

[0072] Weiter kann die Vorrichtung einen Positionsbestimmungseinrichtung 9 umfassen. Diese kann wiederum die vorhergehend erläuterte GNSS-Einrichtung 4 und/oder die Einrichtung 5 zur Balisendetektion umfassen.

[0073] Weiter kann die Vorrichtung eine Hindernisdetektionseinrichtung und/oder eine Signalerfassungseinrichtung umfassen oder datentechnisch mit einer solchen verbunden sein. Der entgleiste Zustand kann bei einer solchen Ausführungsform nur dann detektiert werden, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit v kleiner als der vorbestimmte Geschwindigkeitsschwellwert v_{th} ist und kein Hindernis und/oder Signal detektiert wurde, welche(s), insbesondere automatisiert, zur Verlangsamung des Schienenfahrzeugs 1 führen würde.

[0074] Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Schienenfahrzeugs 1.

[0075] Diese umfasst eine Antriebsmaschine 2. Ferner umfasst das Schienenfahrzeug 1 eine Vorrichtung 6 zur Detektion eines entgleisten Zustands mit einer Steuer- und Auswerteeinrichtung 7, einer Einrichtung 8 zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit v und einer Speichereinrichtung 3 sowie einer Positionsbestimmungseinrichtung 9.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion eines entgleisten Zustands eines Schienenfahrzeugs (1), umfassend

- das Begrenzen eines Antriebsmoments, welches von einer Antriebsmaschine (2) des Schienenfahrzeugs (1) erzeugt wird, auf einen Maximalwert (AM_{max}),
- das Bestimmen einer Fahrzeuggeschwindigkeit (v),
- die Detektion des entgleisten Zustands, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) kleiner als ein Geschwindigkeitsschwellwert (v_{th}) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend

- das Bestimmen einer Fahrzeugposition (p) und das
- Begrenzen des Antriebsmoments auf einen positionsabhängigen Maximalwert (AM_{max}).

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine von der Fahrzeugposition (p) abhängige zulässige Geschwindigkeit bestimmt wird, wobei der Maximalwert (AM_{max}) des Antriebsmoments in Abhängigkeit dieser zulässigen Geschwindigkeit bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Geschwindigkeitsschwellwert (v_{th}) positionsabhängig bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schienenfahrzeug (1) ein assistiert, automatisiert oder autonom betriebenes Schienenfahrzeug ist.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dass das Begrenzen des Antriebsmoments, das Bestimmen der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) und/oder der Vergleich der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) mit dem Geschwindigkeitsschwellwert (v_{th}) nur dann durchgeführt wird, falls sich das Schienenfahrzeug (1) im Bereich eines Betriebshofs befindet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrzeugposition (p) durch eine GNSS-basierte Bestimmungseinrichtung (4) und/oder durch eine odometerbasierte Bestimmungseinrichtung und/oder durch eine infrastrukturbasierte Bestimmungseinrichtung (5) bestimmt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektion des entgleisten Zustands erfolgt, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) kleiner als der Geschwindigkeitsschwellwert (v_{th}) ist und kein weiterer Grund für die Geschwindigkeitsreduktion detektiert wird.

9. Vorrichtung zur Detektion eines entgleiten Zustands eines Schienenfahrzeugs (1), umfassend mindestens eine Steuereinrichtung (7), mindestens eine Auswerteeinrichtung (7) und mindestens eine Einrichtung (8) zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit (v), wobei durch die Steuereinrichtung (7) ein Antriebsmoment, welches von einer Antriebsmaschine (2) des Schienenfahrzeugs (1) erzeugt wird, auf einen Maximalwert (AM_{max}) begrenzt wird, wobei mittels der Einrichtung (8) zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) bestimmt wird, wobei mittels der Auswerteeinrichtung (7) die Fahrzeuggeschwindigkeit mit einem Geschwindigkeitsschwellwert (v_{th}) verglichen und der entgleite Zustand detektiert wird, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit (v) kleiner als der Geschwindigkeitsschwellwert (v_{th}) ist. 5 10 15
10. Schienenfahrzeug mit einer Vorrichtung (6) zur Detektion eines entgleiten Zustands gemäß Anspruch 9. 20

25

30

35

40

45

50

55

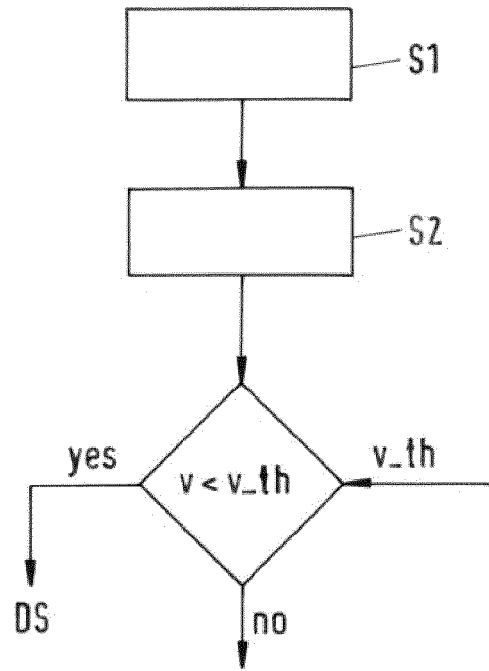


Fig.1

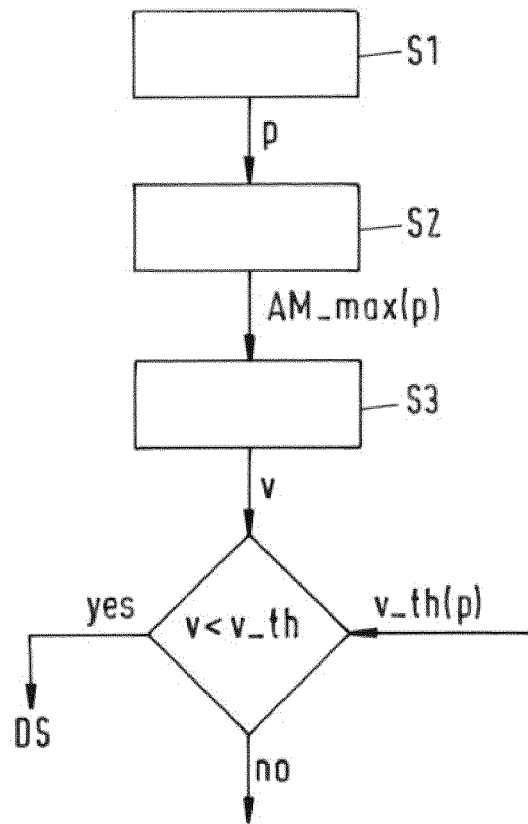


Fig.2

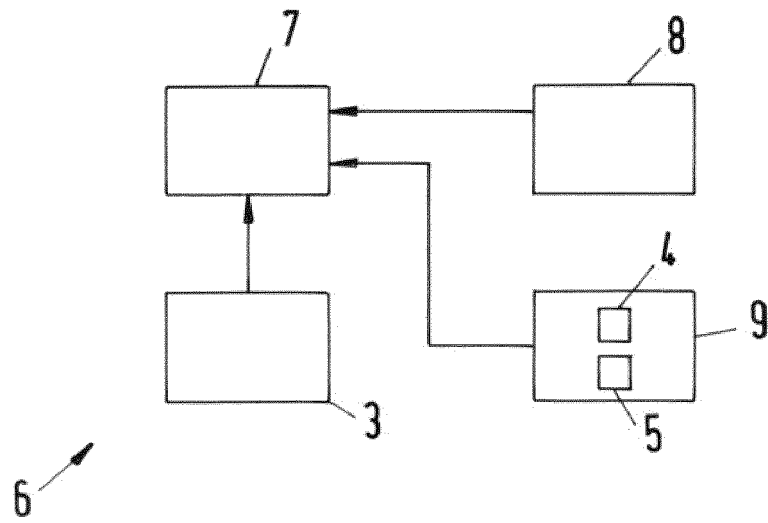


Fig.3

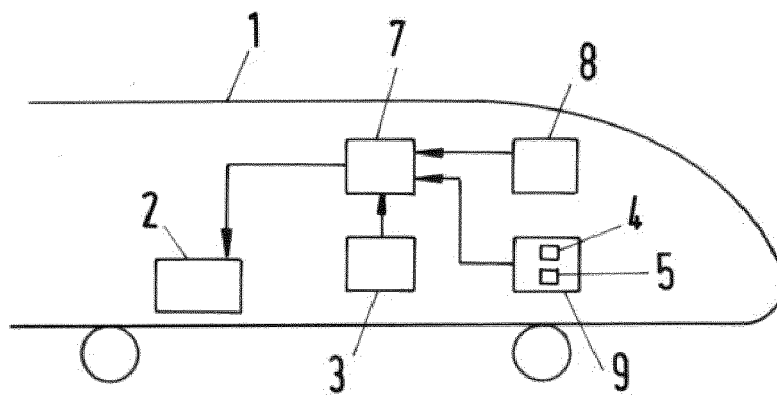


Fig.4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 20 4632

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 01/94174 A1 (SKF IND SPA [IT]; MORETTI ROBERTO [IT]; SEMA SILVANO [IT]) 13. Dezember 2001 (2001-12-13) * das ganze Dokument *	1-10	INV. B61F9/00 B61L15/00 B61L25/02
A	EP 2 436 574 A1 (HITACHI LTD [JP]) 4. April 2012 (2012-04-04) * Absätze [0002] - [0003] * * Abbildungen *	1-10	
A, D	DE 10 2011 001978 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 18. Oktober 2012 (2012-10-18) * das ganze Dokument *	1-10	
A, D	WO 2015/100425 A1 (AMSTED RAIL CO INC [US]) 2. Juli 2015 (2015-07-02) * Absatz [0051] * * Abbildungen *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61F B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Februar 2022	Prüfer Durrenberger, Xavier
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	

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

EP 21 20 4632

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.

10-02-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0194174 A1	13-12-2001	IT TO20000552 A1	09-12-2001
		WO 0194174 A1	13-12-2001
EP 2436574 A1	04-04-2012	EP 2436574 A1	04-04-2012
		JP 5525404 B2	18-06-2014
		JP 2012078213 A	19-04-2012
DE 102011001978 A1	18-10-2012	DE 102011001978 A1	18-10-2012
		DK 2696904 T3	03-09-2018
		EP 2696904 A1	19-02-2014
		ES 2677846 T3	07-08-2018
		HU E039441 T2	28-12-2018
		LT 2696904 T	25-07-2018
		PL 2696904 T3	31-10-2018
		WO 2012140073 A1	18-10-2012
WO 2015100425 A1	02-07-2015	AU 2014369839 A1	04-08-2016
		AU 2018200075 A1	25-01-2018
		BR 112016014887 A2	08-08-2017
		CA 2935094 A1	02-07-2015
		CN 106061821 A	26-10-2016
		CN 111332335 A	26-06-2020
		EP 3086992 A1	02-11-2016
		JP 6668243 B2	18-03-2020
		JP 2017502639 A	19-01-2017
		RU 2016127632 A	30-01-2018
		US 2016325767 A1	10-11-2016
		WO 2015100425 A1	02-07-2015

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

- DE 102011001978 A1 **[0003]**
- WO 2015100425 A1 **[0004]**
- CN 105480249 A **[0005]**
- DE 102016125196 A1 **[0006]**
- DE 102014108685 A1 **[0007]**