



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2022 Patentblatt 2022/47

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61D 3/10 (2006.01) B61L 15/00 (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01) B61F 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22173847.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61D 3/10; B61F 9/00; B61L 15/0072;
B61L 15/0081; B61L 25/025

(22) Anmeldetag: **17.05.2022**

(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: **18.05.2021 DE 102021205040**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERKENNEN EINER ENTGLEISUNG EINES SCHIENENFAHRZEUGS SOWIE SCHIENENFAHRZEUG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen einer Entgleisung eines Schienenfahrzeugs (1), das zumindest zwei Wagenkästen (2a, 2b) aufweist, die über ein Gelenk (8) miteinander verbunden sind, sodass die Längsachsen (9a, 9b) der Wagenkästen (2a, 2b) während einer Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs (1) abgewinkelt zueinander verlaufen, wobei von einer Erkennungseinrichtung (3)

- eine Winkelinformation über einen momentanen Winkel (MW) der Wagenkästen (2a, 2b) zueinander empfangen wird,

- eine Positionsinformation über eine momentane Position des Schienenfahrzeugs (1) in einem Schienennetz empfangen wird,

- der momentane Winkel (MW) mit einem für die momentane Position erwarteten Winkel (EW) verglichen wird und

- bei einer Abweichung des momentanen Winkels (MW) von dem erwarteten Winkel (EW) ein Ausgangssignal ausgegeben wird, das auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist, oder die Ausgabe eines Ausgangssignals beendet wird, sodass ein Nichtvorhandensein des Ausgangssignals auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist.

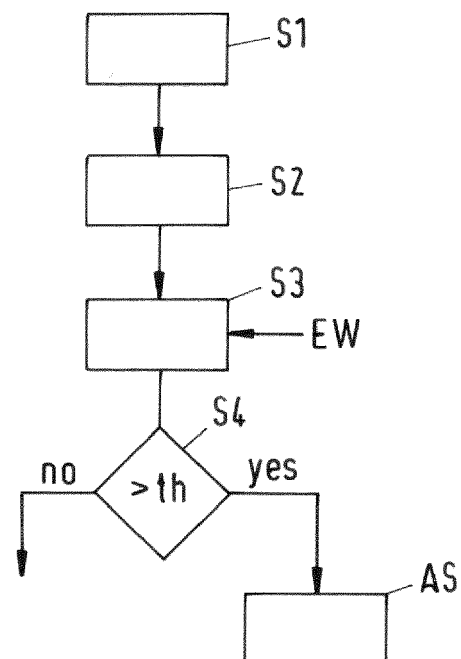


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen einer Entgleisung eines Schienenfahrzeugs sowie ein Schienenfahrzeug.

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

[0003] Die WO 2015/100425 A1 offenbart ein Verfahren und ein System zum kontinuierlichen Sammeln und Analysieren von Betriebsparametern eines Schienenfahrzeugs, um unnormale Betriebsbedingungen zu detektieren.

[0004] Die CN 105 480 249 A offenbart eine Einrichtung zur Entgleisungserkennung, basierend auf einer Lagersattelpositionierung. Die nachveröffentlichte DE 10 2020 213 436.7 offenbart ein Verfahren zur Detektion eines entgleisten Zustands eines Schienenfahrzeugs, umfassend das Begrenzen eines Antriebsmoments und die Detektion des entgleisten Zustands, falls die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als ein Geschwindigkeitsschwellwert ist.

[0005] Es stellt sich daher das technische Problem, ein alternatives Verfahren zur Detektion eines entgleisten Zustands sowie eine entsprechende Vorrichtung und ein Schienenfahrzeug zu schaffen, die eine zuverlässige und frühzeitige Detektion des entgleisten Zustands ermöglichen, insbesondere auch bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten.

[0006] Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0007] Vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Erkennen einer Entgleisung eines Schienenfahrzeugs, mit anderen Worten zur Detektion eines entgleisten Zustands des 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. Das Schienenfahrzeug kann ein assistiert, teilautomatisiert, hochautomatisiert, vollautomatisiert oder autonom fahrendes Schienenfahrzeug sein. Es ist möglich, dass das Schienenfahrzeug als sogenanntes Gelenkfahrzeug ausgebildet ist, wobei die Wagenkästen in einem Normalbetriebszustand nicht voneinander getrennt werden können und ein Durchgang zwischen den Wagenkästen während der Fahrt

möglich ist. Allerdings ist es auch möglich, dass die Wagenkästen voneinander getrennt werden können und/oder ein Durchgang zwischen den Wagenkästen während der Fahrt nicht möglich ist.

[0008] Das Schienenfahrzeug umfasst zumindest zwei Wagenkästen oder weist diese auf, wobei diese Wagenkästen über ein Gelenk, insbesondere ein Drehgelenk, miteinander verbunden sind. Das Gelenk ist derart angeordnet und/oder ausgebildet, dass es bei einer Kurvenfahrt eine Drehbewegung der Wagenkästen relativ zueinander zulässt, insbesondere um eine Drehachse, die parallel zu einer Schienenfahrzeughochachse (Gierachse) orientiert sein kann. Es ist jedoch alternativ oder kumulativ möglich, dass das Gelenk eine Drehbewegung um eine Drehachse ermöglicht, die parallel zu einer Schwenkachse des Schienenfahrzeugs orientiert ist und/oder eine Drehbewegung um eine Drehachse ermöglicht, die parallel zu einer Nickachse des Schienenfahrzeugs orientiert ist. So ist es möglich, dass das Drehgelenk als sogenanntes Schwenk-Nick-Wank-Gelenk ausgebildet ist.

[0009] Bei einer Kurvenfahrt können die Längsachsen der Wagenkästen abgewinkelt zueinander offen bzw. angeordnet sein. Der Winkel zwischen diesen Längsachsen kann insbesondere als Winkel in einer Ebene definiert sein, die senkrecht zu einer Fahrzeug- oder Wagenkastenhochachse orientiert ist. Der Winkel zwischen den Längsachsen kann insbesondere als der kleinere der beiden Schnittwinkel zwischen den beiden Längsachsen bestimmt werden, wobei die Summe aus dem kleineren und dem größeren Schnittwinkel 180° ergibt. Der Winkel kann also bei einer idealen Geradeausfahrt des Schienenfahrzeugs (und somit auch der Wagenkästen) 0° betragen.

[0010] Von einer Erkennungseinrichtung werden im erfindungsgemäßen Verfahren

- eine Winkelinformation über einen momentanen Winkel der Wagenkästen zueinander empfangen. Diese Winkelinformation kann z.B. von einer Erfassungseinrichtung bestimmt werden, wobei die Erfassungseinrichtung beispielsweise einen Winkelsensor umfassen kann. Selbstverständlich ist es jedoch auch vorstellbar, dass die Winkelinformation aus Informationen über die momentanen Orientierungen der Wagenkästen, insbesondere von deren Längsachsen, bestimmt wird. In diesem Fall kann die Erfassungseinrichtung mindestens eine Einrichtung zur Erfassung dieser Orientierungen umfassen. Die Erfassungseinrichtung kann über eine Daten- und/oder Signalverbindung mit der Erkennungseinrichtung verbunden sein. Natürlich sind auch andere Arten der Erfassung der Winkelinformation vorstellbar.
- eine Positionsinformation über eine momentane Position des Schienenfahrzeugs in einem Schienennetz empfangen. Die Position kann in einem Referenznetz empfangen werden.

renzkoordinatensystem, beispielsweise einem globalen Koordinatensystem, bestimmt werden. Die Positionsinformation kann z.B. von einer Positionsbestimmungseinrichtung bestimmt werden, beispielsweise durch eine GNSS-basierte Bestimmungseinrichtung, durch eine odometerbasierte Bestimmungseinrichtung und/oder durch eine infrastrukturbasierte Bestimmungseinrichtung. 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 solche Bestimmungseinrichtung kann beispielsweise eine Drehzahl eines Rades oder eines Radsatzes des Schienenfahrzeugs erfassen und dann in Abhängigkeit der Drehzahl einen zurückgelegten Wert 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 Signale 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. Vorzugsweise ist die Genauigkeit der Positionsbestimmung größer als die Genauigkeit einer rein GNSS-basierten Positionsbestimmung. Die Positionsinformationen können hierbei auch für den assistierten, automatisierten oder autonomen Betrieb des Schienenfahrzeugs verwendet werden. Die Positionsbestimmungseinrichtung kann hierbei ebenfalls über eine Signal- und/oder Datenverbindung mit der Erkennungseinrichtung verbunden sein.

- der momentane Winkel mit einem für die momentane Position erwarteten Winkel verglichen. Durch den Vergleich kann eine Abweichung zwischen dem momentanen Winkel und dem erwarteten Winkel, der auch als positionsspezifischer erwarteter Winkel bezeichnet werden kann, bestimmt werden. Die Abweichung kann beispielsweise als vorzeichenbehaftete Differenz bestimmt werden. Alternativ kann die Abweichung als vorzeichenunbehafteter Betrag der Differenz bestimmt werden. Hierbei kann einer Position ein erwarteter Winkel zugeordnet sein, beispielsweise durch eine vorbekannte Zuordnung. Somit kann also eine vorbestimmte Zuordnung von erwarteten Winkeln zu verschiedenen Fahrzeugpositionen oder Fahrzeugpositionsbereichen existieren, die zur Bestimmung des erwarteten Winkels ausgewertet wird, beispielsweise durch die Erkennungseinrichtung. Die Werte für Fahrzeugposition und er-

warteten Winkel sowie ihre Zuordnung zueinander können hierbei in einer Speichereinrichtung des Schienenfahrzeugs oder in einer schienenfahrzeugexternen Speichereinrichtung, beispielsweise einer Servereinrichtung, gespeichert sein. Die Speichereinrichtung kann hierbei über eine drahtgebundene oder drahtlose Signal- und/oder Datenverbindung mit der Erkennungseinrichtung verbunden sein bzw. verbunden werden.

[0011] Selbstverständlich kann alternativ zur Zuordnung auch ein funktioneller Zusammenhang, ein kennlinienbasierter Zusammenhang oder ein in anderer Weise ausgebildeter Zusammenhang zwischen Position und erwartetem Winkel bestehen und zur positionsabhängigen bzw. positionsspezifischen Bestimmung des erwarteten Winkels ausgewertet werden. Mit anderen Worten kann also der erwartete Winkel positionsabhängig bestimmt werden.

- bei einer Abweichung des momentanen Winkels von dem erwarteten Winkel ein Ausgangssignal ausgegeben, das auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs hinweist. Alternativ kann die Ausgabe eines Ausgangssignals beendet werden, wobei ein Nichtvorhandensein des Ausgangssignals auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs hinweist. Mit anderen Worten kann also die Erkennungseinrichtung bei einer Abweichung, die insbesondere größer als ein vorbestimmtes Maß ist, ein Ausgangssignal erzeugen, welches die Entgleisung, also den entgleisten Zustand, repräsentiert. Das vorbestimmte Maß kann hierbei ein Wert von 0° sein oder ein von 0° verschiedener Winkel, beispielsweise ein Winkel größer 1° oder größer 5° , sein. Selbstverständlich können jedoch anwendungsabhängig auch andere Winkelwerte gewählt werden.

[0012] Die Erkennungseinrichtung kann als Recheneinrichtung ausgebildet sein oder eine solche umfassen. Die Recheneinrichtung kann wiederum als Mikrocontroller oder integrierte Schaltung ausgebildet sein oder eine(n) solche(n) umfassen. Die Erkennungseinrichtung kann insbesondere die Funktion einer Auswerteeinrichtung bereitstellen.

[0013] Mit anderen Worten wird also ein entgleister Zustand detektiert, falls der momentane Winkel um mehr als ein vorbestimmtes Maß von einem erwarteten Winkel abweicht, insbesondere größer oder kleiner als dieser Winkel ist. Das Ausgangssignal kann als Entgleisungssignal bezeichnet werden. Das Entgleisungssignal kann an ein übergeordnetes System übertragen werden. Durch das übergeordnete System können dann entsprechende Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden, beispielsweise ein Abbremsen des Schienenfahrzeugs oder ein Warnen anderer Schienenfahrzeuge. Das Verfahren ermöglicht in vorteilhafter Weise eine zuverlässige und frühzeitige Erkennung eines entgleisten Zu-

stands, insbesondere auch bei geringen Geschwindigkeiten. Ferner ist die vorgeschlagene Erkennung besonders geeignet für Schienenfahrzeuge, die autonom, assistiert oder automatisiert fahren.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform werden die Winkelinformation und die Positionsinformation fortlaufend empfangen. Dies kann bedeuten, dass die Informationen kontinuierlich empfangen werden. Ein solches kontinuierliches Empfangen kann das Empfangen von Informationen mit einer vorbestimmten Frequenz, die insbesondere größer als 1 Hz sein kann, bedeuten. Weiter wird der momentane Winkel fortlaufend mit dem für die momentane Position erwarteten Winkel verglichen und - wie vorhergehend erläutert - bei einer Abweichung des momentanen Winkels von dem erwarteten Winkel ein Ausgangssignal ausgegeben oder die Ausgabe eines Ausgangssignals beendet. Somit kann also in vorteilhafter Weise eine Betriebssicherheit weiter erhöht werden, da die Entgleisung fortlaufend und nicht nur zu bestimmten Zeitpunkten erkannt werden kann.

[0015] Es ist allerdings auch möglich, dass die Information und der Winkelvergleich ereignisbedingt empfangen werden, also bei Eintritt eines vorbestimmten Ereignisses, beispielsweise beim Erreichen einer vorbestimmten Position, beim Befinden in einem vorbestimmten Positionsbereich, beim Erreichen einer vorbestimmten Geschwindigkeit und/oder einem anderen Ereignis.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform wird erst dann festgestellt, dass das Schienenfahrzeug entgleist ist, wenn die Abweichung des momentanen Winkels von dem erwarteten Winkel über einen Zeitraum vorgegebener Länge besteht. Somit wird also das Ausgangssignal erst dann ausgegeben oder die Ausgabe eines Ausgangssignals erst dann beendet, wenn eine Abweichung über den Zeitraum vorgegebener Länge besteht. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise eine Zuverlässigkeit des Verfahrens erhöht werden. Der Zeitraum vorgegebener Länge kann beispielsweise länger als 1 s, 5 s oder 10 s sein.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform wird das Ausgangssignal nur dann ausgegeben oder die Ausgabe des Ausgangssignals nur dann beendet, wenn die Abweichung einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet oder erreicht. Auch hierdurch kann die Zuverlässigkeit des Verfahrens erhöht werden, insbesondere da z.B. eine rauschbedingte Fehldetektion vermieden oder reduziert werden kann.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform wird zur Vorbereitung des Verfahrens zum Erkennen einer Entgleisung des Schienenfahrzeugs für eine Vielzahl von Positionen in dem Schienennetz der erwartete Winkel der Wagenkästen zueinander ermittelt und die entsprechende Information abgespeichert. Weiter wird während eines Betriebs des Schienenfahrzeugs zur Bestimmung des erwarteten Winkels auf die abgespeicherte Information zugegriffen. Mit anderen Worten wird also zur Vorbereitung die vorhergehend erläuterte Zuordnung bestimmt und abgespeichert, um dann nachfolgend zum

Erkennen der Entgleisung verwendet werden zu können. Die Ermittlung des erwarteten Winkels der Wagenkästen sowie die Zuordnung zu einer Position kann hierbei durch mindestens eine Testfahrt bestimmt werden, die auch als Kalibrierfahrt bezeichnet werden kann.

[0019] Beispielsweise kann eine Testfahrt des Schienenfahrzeugs durchgeführt und für jede Position ermittelt werden, welcher Winkel zwischen den Wagenkästen gegeben ist.

[0020] Alternativ ist es jedoch auch vorstellbar, die Zuordnung durch eine analytische Bestimmung zu bestimmen, die z.B. eine Bestimmung des erwarteten Winkels auf Grundlage von vorbekannten Informationen über das Schienenfahrzeug sowie Gleisinformationen ermöglicht. Die analytische Bestimmung kann also in Abhängigkeit von mindestens einer Fahrzeugeigenschaft, insbesondere einer geometrischen Eigenschaft, und/oder mindestens einer Umgebungseigenschaft, insbesondere einer Krümmung der durch ein Gleis festgelegten Trajektorie, bestimmt werden. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Erkennung der Entgleisung verbessert werden.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform wird der Vergleich des momentanen Winkels mit dem erwarteten Winkel nur dann durchgeführt, falls sich das Schienenfahrzeug in einem vorbestimmten Positionsbereich befindet. Der vorbestimmte Positionsbereich kann insbesondere der von einem Betriebshof umfasste Positionsbereich sein. Der vorbestimmte Positionsbereich kann hierbei also nur vorbestimmte Fahrzeugpositionen umfassen. Insbesondere kann einer Fahrzeugposition die Information zugeordnet sein, dass diese eine Position des vorbestimmten Positionsbereichs ist. In dem vorgeschlagenen Verfahren kann zeitlich vor dem Vergleich des momentanen Winkels mit dem erwarteten Winkel bestimmt werden, ob die Fahrzeugposition in dem vorbestimmten Positionsbereich liegt. Nur wenn dies der Fall ist, kann die Abweichung bestimmt werden. Andernfalls wird die Abweichung nicht bestimmt.

[0022] Der Betriebshof kann hierbei einen Bereich von Fahrzeugpositionen umfassen, in denen sich die Fahrzeuge zur Wartung und zur Aufbewahrung befinden. Da in einem Betriebshof die zulässige Geschwindigkeit für Schienenfahrzeuge, insbesondere assistiert, automatisiert oder autonom betriebene Schienenfahrzeuge, gering ist, ergibt sich aufgrund der guten Eignung des Verfahrens zum Erkennen einer Entgleisung bei geringen Geschwindigkeiten eine besonders zuverlässige und frühzeitige Erkennung.

[0023] Weiter vorgeschlagen wird eine Vorrichtung zum Erkennen einer Entgleisung eines Schienenfahrzeugs, das zumindest zwei Wagenkästen aufweist, die über ein Gelenk miteinander verbunden sind, sodass die Längsachsen der Wagenkästen während einer Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs abgewinkelt zueinander verlaufen (können). Die Vorrichtung umfasst mindestens eine Erkennungseinrichtung, die konfiguriert ist, um mindestens einen, mehrere, aber nicht alle, oder aber alle

Schritte des vorhergehend erläuterten Verfahrens durchzuführen.

[0024] Die Vorrichtung kann weiter eine Erfassungseinrichtung zur Erfassung einer Winkelinformation umfassen. Weiter kann die Vorrichtung eine Positionsbestimmungseinrichtung umfassen. Weiter kann die Vorrichtung eine Kommunikationsschnittstelle zur drahtlosen und/oder drahtgebundenen Signal- und/oder Datenübertragung umfassen, beispielsweise um das erläuterte Ausgangssignal an ein übergeordnetes System zu übertragen und/oder von einem übergeordneten System Winkel- und/oder Positionsinformationen zu empfangen.

[0025] Es ist weiter möglich, dass die Vorrichtung eine Speichereinrichtung zur Speicherung von Positionsinformationen, erwarteten Winkeln sowie von Informationen über eine Zuordnung von erwarteten Winkeln zu Positionen umfasst.

[0026] Mit anderen Worten ist die Vorrichtung also konfiguriert, um ein Verfahren gemäß einer in dieser Offenbarung beschriebenen Ausführungsform durchzuführen. Somit bietet die Vorrichtung die bereits erläuterten technischen Vorteile.

[0027] Weiter vorgeschlagen wird ein Schienenfahrzeug mit einer Erkennungseinrichtung zum Erkennen einer Entgleisung des Schienenfahrzeugs, wobei das Schienenfahrzeug zumindest zwei Wagenkästen aufweist, die über ein Gelenk miteinander verbunden sind, sodass die Längsachsen der Wagenkästen während einer Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs abgewinkelt zueinander verlaufen. Die Erkennungseinrichtung ist konfiguriert, um die vorhergehend erläuterten Schritte des Verfahrens zum Erkennen einer Entgleisung durchzuführen. Auch kann das Schienenfahrzeug eine Vorrichtung gemäß einer der in dieser Offenbarung beschriebenen Ausführungsformen umfassen. Hierdurch ergibt sich in vorteilhafter Weise, dass ein Schienenfahrzeug mit einer verbesserten Betriebssicherheit, insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten, bereitgestellt wird. Dass das Schienenfahrzeug die Vorrichtung bzw. die Erkennungseinrichtung umfasst, schließt nicht aus, dass eine Einrichtung der Vorrichtung eine fahrzeugexterne Einrichtung ist. Allerdings ist vorstellbar, dass die Vorrichtung bzw. alle Einrichtungen der Vorrichtung fest im Schienenfahrzeug verbaut sind.

[0028] Es ist möglich, dass die Erkennungseinrichtung konfiguriert ist, die Winkelinformation und die Positionsinformation fortlaufend zu empfangen, den momentanen Winkel fortlaufend mit dem für die momentane Position erwarteten Winkel zu vergleichen und bei einer Abweichung des momentanen Winkels von dem erwarteten Winkel ein Ausgangssignal auszugeben oder die Ausgabe eines Ausgangssignals zu beenden.

[0029] Weiter kann die Vorrichtung oder das Schienenfahrzeug eine Feststellungseinrichtung umfassen. Insbesondere in diesem Fall kann die mit der Erkennungseinrichtung verbundene Feststellungseinrichtung konfiguriert sein, um erst dann festzustellen, dass das Schienenfahrzeug entgleist ist, wenn die Abweichung

des momentanen Winkels von dem erwarteten Winkel über einen Zeitraum vorgegebener Länge besteht. Dies und entsprechende technische Vorteile wurden vorhergehend bereits erläutert.

[0030] Weiter kann die Erkennungseinrichtung konfiguriert sein, das Ausgangssignal nur dann auszugeben oder die Ausgabe des Ausgangssignals nur dann zu beenden, wenn die Abweichung einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet oder erreicht. Dies und entsprechende Vorteile wurden ebenfalls vorhergehend bereits erläutert.

[0031] Weiter kann die Erkennungseinrichtung mit einem Datenspeicher verbunden sein oder diesen aufweisen, indem für eine Vielzahl von Positionen in dem Schienennetz Informationen über den erwarteten Winkel der Wagenkästen zueinander abgespeichert sind und die Erkennungseinrichtung kann konfiguriert sein, auf die abgespeicherten Informationen zuzugreifen und daraus den erwarteten Winkel zu ermitteln.

[0032] 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 Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 3 ein schematisches Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Schienenfahrzeugs.

[0033] Nachfolgend bezeichnen gleiche Bezugszeichen Elemente mit gleichen oder ähnlichen technischen Merkmalen.

[0034] Fig. 1 zeigt ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erkennen einer Entgleisung eines Schienenfahrzeugs 1 (siehe Fig. 4) gemäß einer ersten Ausführungsform. Hierbei erfolgt in einem ersten Schritt S1 ein Empfangen einer Winkelinformation über einen momentanen Winkel MW zwischen Wagenkästen 2a, 2b des Schienenfahrzeugs 1. Diese Winkelinformation kann von einer Erkennungseinrichtung 3 (siehe auch Fig. 3) empfangen werden. Es ist möglich, dass die Winkelinformation von einer beispielsweise als Winkelsensor ausgebildeten Erfassungseinrichtung 4 (siehe Fig. 3) erfasst/bestimmt wird. Weiter erfolgt in einem zweiten Schritt S2 ein Empfangen einer Positionsinformation über eine momentane Position des Schienenfahrzeugs 1 in einem Schienennetz. Auch diese Positionsinformation kann von der Erkennungseinrichtung 3 empfangen werden. Die Positionsinformation kann mit einer Positionsbestimmungseinrichtung 5 bestimmt werden. Die in Fig. 1 dargestellte Sequenz des

ersten und des zweiten Schritts S1, S2 ist nicht zwingend auf die dargestellte Reihenfolge festgelegt. So kann die Positionsinformation auch zeitlich vor der Winkelinformation empfangen werden. Allerdings sollten die Winkelinformation und die Positionsinformation möglichst dem gleichen Zeitpunkt zugeordnet sein oder sollten diese Informationen Zeitpunkten zugeordnet sein, die nicht mehr als ein vorbestimmtes Maß voneinander abweichen. Der einer Information zugeordnete Zeitpunkt bezeichnet insbesondere einen Zeitpunkt, an dem die entsprechende Information erfasst wird/wurde.

[0035] In einem dritten Schritt S3 wird der momentane Winkel MW mit einem für die momentane Position erwarteten Winkel EW verglichen. Dieser erwartete Winkel EW kann ein positionsspezifischer Winkel sein, der beispielsweise durch Auswertung einer vorbekannten Zuordnung zwischen einer Position und erwarteten Winkeln EW bestimmt wird. Diese Zuordnung kann insbesondere in einer Speichereinrichtung 6 (siehe Fig. 3) gespeichert sein.

[0036] In einem vierten Schritt S4 wird der momentane Winkel MW mit dem derart bestimmten erwarteten Winkel EW verglichen. Für den Vergleich kann eine Abweichung zwischen diesen Winkeln bestimmt werden. Ist diese Abweichung größer als ein vorbestimmter Schwellwert θ , so kann einem Ausgabeschritt AS ein Ausgangssignal ausgegeben werden, das auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs 1 hinweist bzw. einen entgleisten Zustand repräsentiert. Alternativ kann im Ausgabeschritt AS die Ausgabe eines Ausgangssignals beendet werden, sodass ein Nichtvorhandensein des Ausgangssignals auf die Entgleisung hinweist. Ist die Abweichung kleiner als oder gleich dem vorbestimmten Schwellwert θ , so erfolgt keine Ausgabe eines Ausgangssignals, das auf eine Entgleisung hinweist bzw. wird die Ausgabe eines solchen Ausgangssignals nicht beendet. Das Verfahren kann in diesem Fall abgebrochen werden oder zum ersten Schritt S1 zurückkehren.

[0037] Es ist möglich, dass das Verfahren, insbesondere, wenn im vierten Schritt S4 keine Abweichung größer als der vorbestimmte Schwellwert θ festgestellt wird, wiederholt, insbesondere fortlaufend, durchgeführt wird.

[0038] Es ist auch möglich, dass nach der Detektion, dass die Abweichung größer als der vorbestimmte Schwellwert θ ist, die Sequenz vom ersten bis zum vierten Schritt S1-S4 noch ein oder mehrere Male wiederholt wird, wobei der Ausgabeschritt AS erst dann durchgeführt wird, wenn die Abweichung über einen Zeitraum vorgegebener Länge besteht, also z.B. in einer Mehrzahl von direkt aufeinander folgenden Wiederholungen der Sequenz festgestellt wird. Der vorbestimmte Schwellwert θ kann hierbei 0 oder größer als 0 sein.

[0039] Fig. 2 zeigt ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer weiteren Ausführungsform. Hierbei entsprechen bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der erste Schritt S1, der zweite Schritt S2, der dritte Schritt S3 und der vierte Schritt S4 den entsprechenden Schritten der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform. Im Unterschied zu der

in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform wird nach dem zweiten Schritt S2 in einem Zwischenschritt ZS geprüft, ob eine aktuelle Position einer vorbestimmten Position entspricht oder in einem vorbestimmten Positionsbereich liegt. Der Positionsbereich kann beispielsweise Positionen von Schienenfahrzeugen in einem Betriebshof umfassen. Nur wenn die momentane Position der vorbestimmten Position entspricht oder in dem vorbestimmten Positionsbereich liegt, wird der dritte und der vierte Schritt S3, S4 durchgeführt. Entspricht die momentane Position nicht der vorbestimmten Position oder liegt diese nicht im vorbestimmten Positionsbereich, so wird die Teilsequenz vom dritten und vierten Schritt S3, S4 nicht durchgeführt. In diesem Fall kann das Verfahren abgebrochen werden oder zum ersten Schritt S1 zurückkehren.

[0040] Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 7. Die Vorrichtung umfasst eine Erkennungseinrichtung 3, die konfiguriert ist, das in Fig. 1 oder Fig. 2 dargestellte Verfahren durchzuführen. Die Erkennungseinrichtung 3 kann hierbei über Daten- und/oder Signalverbindungen mit einer Einrichtung zur Erfassung einer Winkelinformation über einen momentanen Winkel MW (siehe Fig. 4) von Wagenkästen 2a, 2b des Schienenfahrzeugs 1 zueinander verbunden sein. Auch kann die Erkennungseinrichtung mit einer Positionsbestimmungseinrichtung 5 und einer Datenspeichereinrichtung 6 verbunden sein. Es ist jedoch auch möglich, dass die Vorrichtung 7 neben der Erkennungseinrichtung 3 die Erfassungseinrichtung 4, die Positionsbestimmungseinrichtung 5 und/oder die Datenspeichereinrichtung 6 umfasst.

[0041] Nicht dargestellt ist eine Kommunikationsschnittstelle der Erkennungseinrichtung 3, über die ein Ausgangssignal ausgegeben werden kann, welches auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs hinweist. Alternativ kann die Ausgabe eines Ausgangssignals beendet werden, sodass ein Nichtvorhandensein des Ausgangssignals auf die Entgleisung hinweist.

[0042] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Schienenfahrzeugs 1, das einen ersten Wagenkasten 2a und einen zweiten Wagenkasten 2b aufweist, die über ein Gelenk 8 miteinander verbunden sind, sodass die Längsachse 9a des ersten Wagenkastens 2a (in Fig. 4 gestrichelt dargestellt) und die Längsachse 9b des zweiten Wagenkastens 2b (in Fig. 4 gepunktet dargestellt) während einer Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs 1 abgewinkelt zueinander verlaufen. Insbesondere ermöglicht das Gelenk 8 eine Drehbewegung der Wagenkästen 2a, 2b relativ zueinander um eine Drehachse, die parallel zu einer Fahrzeughochachse orientiert ist, wobei diese senkrecht zur Zeichenebene orientiert ist. Weiter ist in Fig. 4 ein momentaner Winkel MW zwischen den Längsachsen 9a, 9b dargestellt. Das Schienenfahrzeug 1 umfasst eine Erkennungseinrichtung 3, die konfiguriert ist, um die in Fig. 1 oder Fig. 2 dargestellten Ausführungsformen des Verfahrens zur Erkennung einer Entgleisung des Schienenfahrzeugs 1 durchzuführen.

Weiter dargestellt ist, dass das Schienenfahrzeug eine Erfassungseinrichtung 4 zum Erfassen einer Winkelinformation über den momentanen Winkel MW umfasst. Ebenfalls dargestellt ist, dass das Schienenfahrzeug 1 eine Positionsbestimmungseinrichtung 5 und einen Datenspeicher 6 umfasst.

[0043] Dargestellt ist, dass der erste Wagenkasten 2a der Wagenkasten eines Triebwagens sein kann. Dies ist jedoch nicht zwingend.

Bezugszeichenliste

[0044]

S1	erster Schritt	15
S2	zweiter Schritt	
S3	dritter Schritt	
S4	vierter Schritt	
AS	Ausgabeschritt	
ZS	Zwischenschritt	20
EW	erwarteter Winkel	
MW	momentaner Winkel	
th	Schwellwert	
1	Schienenfahrzeug	
2a, 2b	Wagenkasten	25
3	Erkennungseinrichtung	
4	Erfassungseinrichtung zur Erfassung einer Winkelinformation	
5	Positionsbestimmungseinrichtung	
6	Datenspeichereinrichtung	30
7	Vorrichtung	
8	Gelenk	
9a, 9b	Längsachse	35

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen einer Entgleisung eines Schienenfahrzeugs (1), das zumindest zwei Wagenkästen (2a, 2b) aufweist, die über ein Gelenk (8) miteinander verbunden sind, sodass die Längsachsen (9a, 9b) der Wagenkästen (2a, 2b) während einer Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs (1) abgewinkelt zueinander verlaufen, wobei von einer Erkennungseinrichtung (3)

- eine Winkelinformation über einen momentanen Winkel (MW) der Wagenkästen (2a, 2b) zueinander empfangen wird,
- eine Positionsinformation über eine momentane Position des Schienenfahrzeugs (1) in einem Schienennetz empfangen wird,
- der momentane Winkel (MW) mit einem für die momentane Position erwarteten Winkel (EW) verglichen wird und
- bei einer Abweichung des momentanen Winkels (MW) von dem erwarteten Winkel (EW) ein Ausgangssignal ausgegeben wird, das auf eine

Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist, oder die Ausgabe eines Ausgangssignals beendet wird, sodass ein Nichtvorhandensein des Ausgangssignals auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Winkelinformation und die Positionsinformation fortlaufend empfangen wird, der momentane Winkel (MW) fortlaufend mit dem für die momentane Position erwarteten Winkel (EW) verglichen wird und bei einer Abweichung des momentanen Winkels (MW) von dem erwarteten Winkel (EW) ein Ausgangssignal ausgegeben wird oder die Ausgabe eines Ausgangssignals beendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei erst dann festgestellt wird, dass das Schienenfahrzeug (1) entgleist ist, wenn die Abweichung des momentanen Winkels (MW) von dem erwarteten Winkel (EW) über einen Zeitraum vorgegebener Länge besteht.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Ausgangssignal nur dann ausgegeben wird oder die Ausgabe des Ausgangssignals nur dann beendet wird, wenn die Abweichung einen vorgegebenen Schwellenwert (th) überschreitet oder erreicht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zur Vorbereitung des Verfahrens zum Erkennen einer Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) für eine Vielzahl von Positionen in dem Schienennetz der erwartete Winkel (EW) der Wagenkästen (2a, 2b) zueinander ermittelt wird und entsprechende Information abgespeichert wird und wobei später während eines Betriebs des Schienenfahrzeugs (1) auf die abgespeicherte Information zugegriffen wird und daraus der erwartete Winkel (EW) ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vergleich des momentanen Winkels (MW) mit dem erwarteten Winkel (EW) nur dann durchgeführt wird, falls sich das Schienenfahrzeug (1) in einem vorbestimmten Positionsbereich befindet.

7. Vorrichtung zum Erkennen einer Entgleisung eines Schienenfahrzeugs (1), das zumindest zwei Wagenkästen (2a, 2b) aufweist, die über ein Gelenk (8) miteinander verbunden sind, sodass die Längsachsen (9a, 9b) der Wagenkästen (2a, 2b) während einer Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs (1) abgewinkelt zueinander verlaufen, umfassend eine Erkennungseinrichtung (3), die konfiguriert ist, um

- eine Winkelinformation über einen momentanen Winkel (MW) der Wagenkästen (2a, 2b) zueinander zu empfangen,

- eine Positionsinformation über eine momentane Position des Schienenfahrzeugs (1) in einem Schienennetz zu empfangen,
 - den momentanen Winkel (MW) mit einem für die momentane Position erwarteten Winkel (EW) zu vergleichen und
 - bei einer Abweichung des momentanen Winkels (MW) von dem erwarteten Winkel (EW) ein Ausgangssignal auszugeben, das auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist, oder die Ausgabe eines Ausgangssignals zu beenden, sodass ein Nichtvorhandensein des Ausgangssignals auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist.
- 5
10
15
8. Schienenfahrzeug mit einer Erkennungseinrichtung (3) zum Erkennen einer Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1), wobei das Schienenfahrzeug (1) zumindest zwei Wagenkästen (2a, 2b) aufweist, die über ein Gelenk (8) miteinander verbunden sind, sodass die Längsachsen (9a, 9b) der Wagenkästen (2a, 2b) während einer Kurvenfahrt des Schienenfahrzeugs (1) abgewinkelt zueinander verlaufen, wobei die Erkennungseinrichtung (3) konfiguriert ist
- 20
25
- eine Winkelinformation über einen momentanen Winkel (MW) der Wagenkästen (2a, 2b) zueinander zu empfangen,
 - eine Positionsinformation über eine momentane Position des Schienenfahrzeugs (1) in einem Schienennetz zu empfangen,
 - den momentanen Winkel (MW) mit einem für die momentane Position erwarteten Winkel (EW) zu vergleichen und
 - bei einer Abweichung des momentanen Winkels (MW) von dem erwarteten Winkel (EW) ein Ausgangssignal zu auszugeben, das auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist, oder die Ausgabe eines Ausgangssignals zu beenden, sodass ein Nichtvorhandensein des Ausgangssignals auf eine Entgleisung des Schienenfahrzeugs (1) hinweist.
- 30
35
40
9. Schienenfahrzeug nach Anspruch 8, wobei die Erkennungseinrichtung (3) oder eine mit der Erkennungseinrichtung (3) verbundene Feststellungseinrichtung ausgestaltet ist, erst dann festzustellen, dass das Schienenfahrzeug (1) entgleist ist, wenn die Abweichung des momentanen Winkels (MW) von dem erwarteten Winkel (EW) über einen Zeitraum vorgegebener Länge besteht.
- 45
50
10. Schienenfahrzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 9, wobei die Erkennungseinrichtung (3) mit einem Datenspeicher (6) verbunden ist oder diesen aufweist, in dem für eine Vielzahl von Positionen in dem Schienennetz Informationen über den erwarteten Winkel (EW) der Wagenkästen (2a, 2b) zueinander
- 55

abgespeichert ist, und wobei die Erkennungseinrichtung (3) ausgestaltet ist, auf die abgespeicherten Informationen zuzugreifen und daraus den erwarteten Winkel (EW) zu ermitteln.

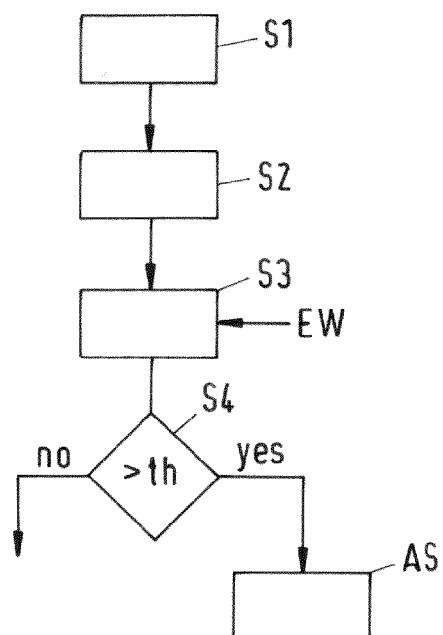


Fig.1

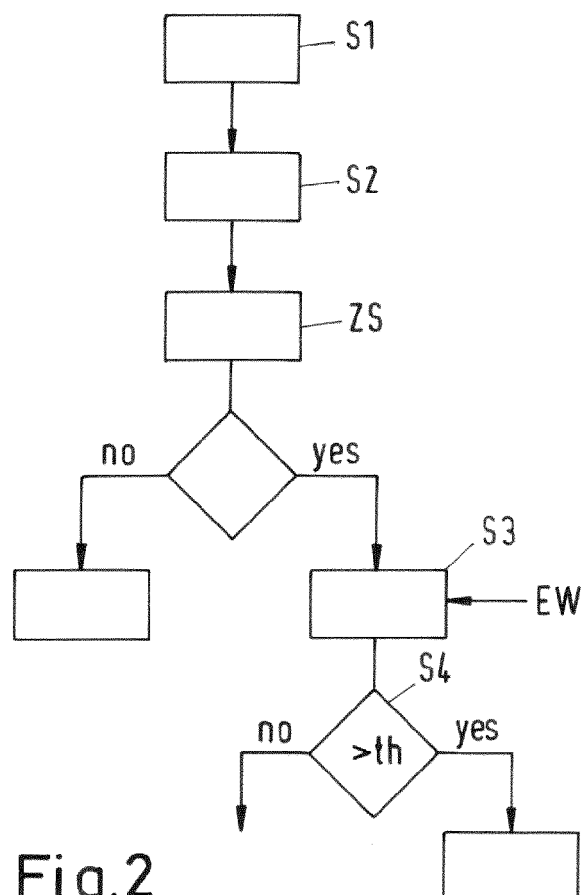


Fig.2

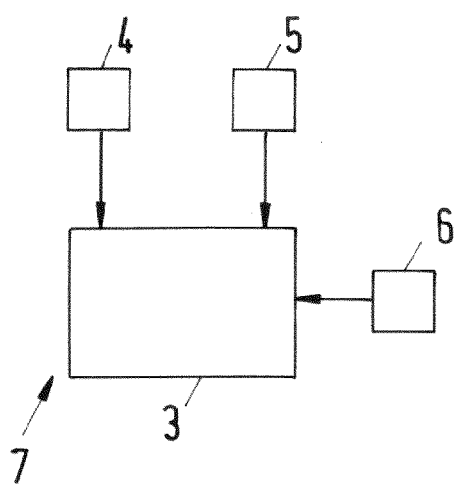


Fig.3

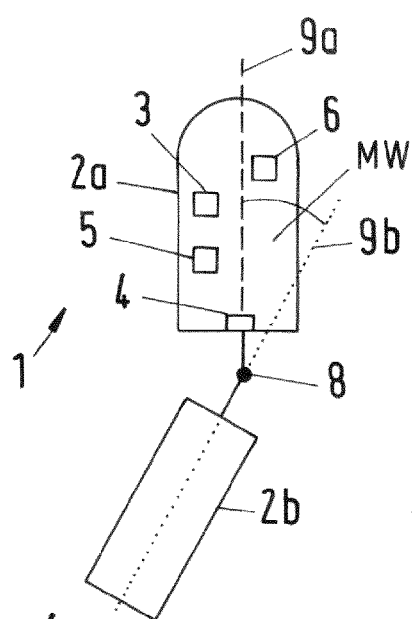


Fig.4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 3847

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

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)
X	DE 10 2017 208760 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 29. November 2018 (2018-11-29) * Absätze [0011], [0012], [0054], [0066], [0073], [0077]; Abbildungen * -----	1-10	INV. B61D3/10 B61L15/00 B61L25/02 B61F9/00
A	US 2021/107546 A1 (ROSS RICHARD C [US] ET AL) 15. April 2021 (2021-04-15) * Zusammenfassung; Abbildung 3a *	1, 7, 8	
A	DE 10 2012 202838 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 29. August 2013 (2013-08-29) * Absatz [0002] * -----	1, 7, 8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61D B61L B61F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. Oktober 2022	Prüfer Schultze, Yves
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 22 17 3847

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

05-10-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102017208760 A1	29-11-2018	AU 2018272924 A1 CA 3064653 A1 CN 110662686 A DE 102017208760 A1 EP 3630575 A1 US 2020231189 A1 WO 2018215538 A1	12-12-2019 29-11-2018 07-01-2020 29-11-2018 08-04-2020 23-07-2020 29-11-2018
20	US 2021107546 A1	15-04-2021	US 2021107546 A1 WO 2021076214 A1	15-04-2021 22-04-2021
25	DE 102012202838 A1	29-08-2013	CN 104144841 A DE 102012202838 A1 EP 2817192 A1 ES 2788752 T3 PL 2817192 T3 RU 2014138381 A WO 2013124429 A1	12-11-2014 29-08-2013 31-12-2014 22-10-2020 27-07-2020 10-04-2016 29-08-2013
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011001978 A1 **[0002]**
- WO 2015100425 A1 **[0003]**
- CN 105480249 A **[0004]**
- DE 102020213436 **[0004]**