



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 4 339 066 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.03.2024 Patentblatt 2024/12

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61L 3/00 (2006.01) **B61L 27/60** (2022.01)
B61L 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 22195763.2

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 27/60; B61L 15/0058; B61L 15/0081

(22) Anmeldetag: 15.09.2022

(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: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

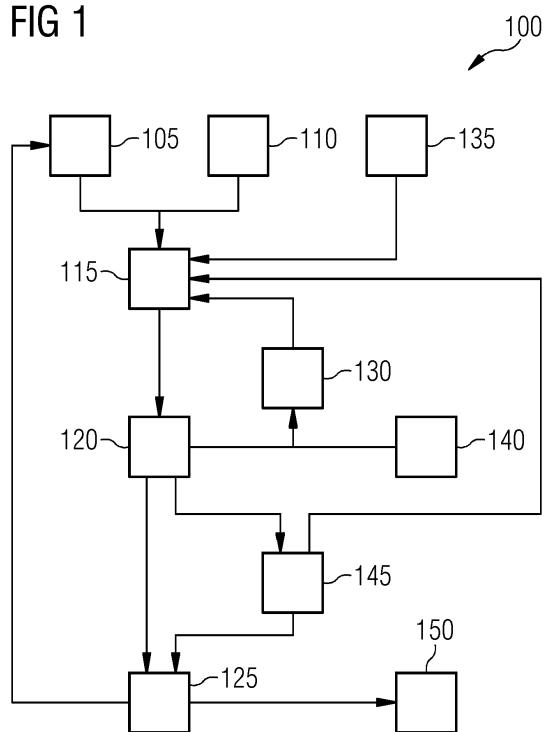
(72) Erfinder:
• **Angierski, André**
12489 Berlin (DE)
• **Fruhnert, Michael**
12437 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) DYNAMIKMODELL FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells eines Schienenfahrzeugs, wobei das Dynamikmodell zumindest einen Modellparameter umfasst. Das Dynamikmodell wird mit dem Modellparameter initialisiert. Ferner werden erfasste Daten des Schienenfahrzeugs eingelesen, wobei die erfassten Daten einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Stellwerts und einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Fahrwerts des Schienenfahrzeugs umfassen. Anschließend wird der zeitliche Verlauf des Stellwerts in das Dynamikmodell eingegeben und ein modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet. Dann wird der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts miteinander verglichen. Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts maximal um eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen wird das Dynamikmodell in einem Speicher abgelegt. Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen wird der Modellparameter angepasst und das Verfahren erneut durchgeführt.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells eines Schienenfahrzeugs, ein Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs, eine Steuereinheit für ein Schienenfahrzeug sowie ein Schienenfahrzeug.

[0002] Um Schienenfahrzeuge effizient zu betreiben ist es notwendig, eine Charakteristik der Dynamik des Schienenfahrzeugs zu kennen. Insbesondere kann die Charakteristik der Dynamik umfassen, welche Stellwerte von Bedienelementen des Schienenfahrzeugs welche Fahrwerte zur Folge haben. Beispielsweise ist es vorteilhaft, zu wissen, welche Stellung eines Fahrhebels zu welchen Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen führt, oder welche Stellung eines Bremshebels zu welchen Verzögerungen führt. Die Stellung des Fahrbeziehungsweise des Bremshebels kann dann ein Stellwert sein, die Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Verzögerung ein Fahrwert. Die Charakteristik der Dynamik kann in einem Dynamikmodell des Schienenfahrzeugs hinterlegt sein. Das Dynamikmodell kann dazu dienen, mittels vorgegebener Fahrwerte zugehörige Stellwerte zu berechnen oder mittels vorgegebener Stellwerte zugehörige Fahrwerte zu berechnen.

[0003] Hersteller von Schienenfahrzeugen haben im Regelfall genügend Kenntnis über das Schienenfahrzeug, um ein Dynamikmodell bereitzustellen. Allerdings kann diese Kenntnis der Geheimhaltung unterliegen, verloren gegangen sein, da der Hersteller beispielsweise den Betrieb eingestellt hat und/oder veraltet sein, da das Schienenfahrzeug verändert ist, beispielsweise aufgrund von Alterung/Verschleiß und/oder aufgrund von vorgenommenen Modifikationen. In diesen Fällen steht gegebenenfalls nur ein veraltetes oder überhaupt kein Dynamikmodell zur Verfügung. Es ist ferner möglich, ein Dynamikmodell für ein Schienenfahrzeug zu bestimmen, indem Stellwerte und Fahrwerte verglichen werden und Zusammenhänge erkannt werden.

[0004] Dieses Verfahren ist jedoch aufwändig und mit hohen Kosten verbunden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells eines Schienenfahrzeugs bereitzustellen, bei dem das Dynamikmodell automatisiert erstellt wird und so ein Aufwand beziehungsweise Kosten reduziert sein können. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs bereitzustellen, das ein solches Dynamikmodell nutzt. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steuereinheit bereitzustellen, die in diesen Verfahren eingesetzt werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Schienenfahrzeug bereitzustellen.

[0006] Diese Aufgaben werden mit den Gegenständen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells eines Schienenfahrzeugs, wobei das Dynamikmodell zumindest einen Modellparameter umfasst. Das Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells umfasst die folgenden Schritte. Das Dynamikmodell wird mit dem Modellparameter initialisiert.

5 Gleichzeitig, davor oder danach werden erfasste Daten des Schienenfahrzeugs eingelesen, wobei die erfassten Daten einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Stellwerts und einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Fahrwerts des Schienenfahrzeugs umfassen. Die erfassten Daten können dabei während Testfahrten oder im regulären Betrieb des Schienenfahrzeugs generiert worden sein. Anschließend wird der zeitliche Verlauf des Stellwerts in das Dynamikmodell eingegeben und ein Modellverlauf des Fahrwerts daraus berechnet. Dann wird der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts miteinander verglichen. Bei diesem Vergleich kann vorgesehen sein, zu überprüfen, ob der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts mit dem erfassten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts ausreichend gut übereinstimmt, beispielsweise indem eine Abweichung des modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts vom erfassten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts vorliegt. Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts maximal um eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen wird das Dynamikmodell in einem Speicher abgelegt. In diesem Fall kann davon ausgegangen werden, dass das Dynamikmodell ausreichend genau ist und somit das Dynamikmodell für eine spätere Anwendung abgelegt werden kann. Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen wird der Modellparameter angepasst. Das Dynamikmodell wird dann mit dem angepassten Modellparameter fortgeschrieben. Der zeitliche Verlauf des Stellwerts wird nun in das fortgeschriebene Dynamikmodell eingegeben und ein fortgeschriebener modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet. Anschließend können der fortgeschriebene modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts miteinander verglichen werden. Gegebenenfalls kann nun das fortgeschriebene Dynamikmodell im Speicher abgelegt werden.

10 **[0008]** Dadurch, dass das Dynamikmodell mit diesem Verfahren erstellt wird, ist eine einfache Möglichkeit gegeben, ein Dynamikmodell für ein Schienenfahrzeug zu erstellen. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass das Initialisieren mit dem Modellparameter anhand von grundsätzlichen Erwägungen, wie das Schienenfahrzeug gegebenenfalls funktionieren könnte, erfolgt. Gegebenenfalls können das Anpassen des Modellparameters, das Fortschreiben des Dynamikmodells mit dem angepassten Modellparameter, das Eingeben des zeitlichen Verlaufs des Stellwerts in das fortgeschriebene Dynamikmodell, die Berechnung des ein fortgeschriebener modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts daraus

und der Vergleich des fortgeschriebenen modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts und des erfassten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts miteinander mehrfach durchgeführt werden. Ferner können auch mehrere Modellparameter vorgesehen sein, wobei für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen einer der Modellparameter, mehrere der Modellparameter oder alle Modellparameter verändert werden.

[0009] Es kann vorgesehen sein, dass bei der Erstellung der erfassten Daten vorgegebene Fahrsituationen durchlaufen werden, damit die erfassten Daten möglichst relevant zur Erstellung des Dynamikmodells sind. Alternativ oder zusätzlich können die erfassten Daten während eines regulären Betriebs des Schienenfahrzeugs erstellt worden sein. Letzteres kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn das Schienenfahrzeug bereits eingesetzt wird.

[0010] Dadurch, dass das Dynamikmodell mittels der erfassten Daten erstellt wird, kann es sein, dass ein Einfluss eines Triebfahrzeugführers auf einen Energieverbrauch des Schienenfahrzeugs negiert werden kann, da neben dem Istwert des Energieverbrauchs auch ein nach dem Dynamikmodell berechneter optimaler Energieverbrauch zur Verfügung steht.

[0011] Durch das Verfahren kann ein Zusammenhang zwischen Stellwerten von Bedienelementen des Schienenfahrzeugs und Fahrwerten des Schienenfahrzeugs mittels des Dynamikmodells beschrieben werden. Beispielsweise kann so ermittelt werden, welche Stellung eines Fahrhebels zu welchen Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen oder welche Stellung eines Bremshebels zu welchen Verzögerungen führt. Ein Stellwert kann somit die Stellung des Fahrhebels beziehungsweise die Stellung des Bremshebels sein, ein Fahrwert entsprechend die Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Verzögerung. Allgemein ist ein Stellwert der eingesetzte Wert eines Bedienelements. Der Fahrwert bezieht sich allgemein auf einen Wert, der die Bewegung des Schienenfahrzeugs beschreibt. Das Dynamikmodell kann dazu genutzt werden, mittels vorgegebener Fahrwerte zugehörige Stellwerte zu berechnen oder mittels vorgegebener Stellwerte zugehörige Fahrwerte zu berechnen.

[0012] In einer Ausführungsform des Verfahrens erfolgt das Fortschreiben des Dynamikmodells iterativ. Dies kann insbesondere dadurch erfolgen, dass mehrere Durchläufe des Verfahrens durchgeführt werden, wobei die vorgegebenen Abweichungen jeweils verkleinert werden, um schlussendlich ein möglichst gut passendes Dynamikmodell zu erhalten.

[0013] In einer Ausführungsform des Verfahrens ist der Speicher im Schienenfahrzeug angeordnet. Dann kann das Verfahren von einer Recheneinheit im Schienenfahrzeug, beispielsweise einer Steuereinheit des Schienenfahrzeugs, bereits während einer Fahrt, insbesondere der Testfahrt, durchgeführt werden. Alternativ

kann das Verfahren auch von einer außerhalb eines Schienenfahrzeugs angeordneten Recheneinheit durchgeführt werden. Das Dynamikmodell kann dann auf einen Speicher im Schienenfahrzeug übertragen werden.

[0014] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird während des Betriebs des Schienenfahrzeugs das Dynamikmodell weiter fortgeschrieben. Dies ermöglicht beispielsweise eine Anpassung des Dynamikmodells automatisch bei Alterung/Verschleiß und/oder bei vorgenommenen Modifikationen. Das Dynamikmodell aktualisiert sich dann selbstständig und ist immer auf dem aktuellen Stand. Dies ermöglicht ein verbessertes Erstellen des Dynamikmodells. Ferner kann vorgesehen sein, dass eine Information das veränderte Dynamikmodell betreffend ausgegeben wird, um so beispielsweise ein Verschleißmanagement des Schienenfahrzeugs zu ermöglichen.

[0015] In einer Ausführungsform des Verfahrens werden zum Fortschreiben des Dynamikmodells weitere erfasste Daten des Schienenfahrzeugs eingelesen. Die weiteren erfassten Daten umfassen einen weiteren zeitlichen Verlauf zumindest eines Stellwerts und einen weiteren zeitlichen Verlauf zumindest eines Fahrwerts des Schienenfahrzeugs. Der Stellwert und der Fahrwert können dabei identisch zum initial verwendeten Stellwert und Fahrwert sein. Der weitere zeitliche Verlauf des Stellwerts wird in das Dynamikmodell im Speicher eingegeben und ein weiterer modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet. Der weitere modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts werden verglichen. Für den Fall, dass der weitere modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine weitere vorgegebene Abweichung voneinander abweichen, wird der Modellparameter angepasst, das Dynamikmodell mit dem angepassten Modellparameter weiter fortgeschrieben, der weitere zeitliche Verlauf des Stellwerts in das weiter fortgeschriebene Dynamikmodell eingegeben, ein weiterer fortgeschriebener modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet. Der weiter fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts werden verglichen. Gegebenenfalls wird dann der Modellparameter angepasst und das Verfahren wiederholt oder das weiter fortgeschriebene Dynamikmodell im Speicher abgelegt.

[0016] In einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Dynamikmodell mehrere Modellparameter. Es wird ferner überprüft, ob alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben. Das Dynamikmodell wird erst im Speicher abgelegt, wenn alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben. In diesem Fall kann man davon ausgehen, dass genügend erfasste Daten verwendet wurden, um das Dynamikmodell ausreichend gut zu bestimmen und alle relevanten Fahrsituationen in den erfassten Daten vorhanden waren.

[0017] In einer Ausführungsform des Verfahrens wer-

den bei der Überprüfung, ob alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben die Modellparameter variiert. Es wird angenommen, dass ein Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf hat, wenn ein varierter Modellparameter zu einem veränderten modellierten zeitlichen Verlauf führt. Die Modellparameter werden dabei insbesondere einzeln variiert, um die Beeinflussung des Dynamikmodells von den einzelnen Modellparametern und so deren messtechnische Unsicherheit erkennen zu können.

[0018] In einer Ausführungsform des Verfahrens erfolgt das Berechnen des modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts mittels eines neuronalen Netzes. Neuro nale Netze sind insbesondere dann geeignet, einen Zusammenhang zwischen den Stellwerten und den Fahrwerten zu ermitteln, wenn sonst keine weiteren Kenntnisse über das Dynamikmodell vorliegen.

[0019] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs, wobei das Schienenfahrzeug eine Steuereinheit mit einem Speicher umfasst. Im Speicher ist ein mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells erstelltes Dynamikmodell des Schienenfahrzeugs abgelegt. Die Steuereinheit wählt einen Fahrwert, berechnet mittels des Dynamikmodells einen Stellwert, mit dem der Fahrwert erreicht wird und stellt anschließend den Stellwert anhand der Berechnung. Dies kann beispielsweise beim automatisierten Steuern des Schienenfahrzeugs eingesetzt werden.

[0020] In einer Ausführungsform überprüft die Steuereinheit das Dynamikmodell anhand von Fahrwerten und Stellwerten und passt das Dynamikmodell gegebenenfalls an, wenn Abweichungen vorliegen. Dies kann beispielsweise mittels des beschriebenen Verfahrens zum Erstellen des Dynamikmodells erfolgen.

[0021] In einer Ausführungsform wird ein angepasstes Dynamikmodell mittels Funkverbindung an eine zentrale Recheneinheit gesendet. Die Zentrale Recheneinheit ist dann gegebenenfalls eingerichtet, Erkenntnisse aus dem angepassten Dynamikmodell, insbesondere angepasste Modellparameter, an andere Schienenfahrzeuge auszugeben.

[0022] In einer Ausführungsform wird der Steuereinheit ein Fahrwertprofil vorgegeben, wobei die Steuereinheit ein Stellwertprofil aus dem Fahrwertprofil anhand des Dynamikmodells berechnet. Anschließend stellt die Steuereinheit das Stellwertprofil bereit. Das Stellwertprofil kann dabei zeitlichen Veränderungen des Stellwerts entsprechen. Das Fahrwertprofil kann zeitlichen Veränderungen des Fahrwerts entsprechen und beispielsweise durch eine Fahrstrecke (beispielsweise aufgrund von Geschwindigkeitsbegrenzungen) oder durch einen Fahrplan vorgegeben sein.

[0023] In einer Ausführungsform stellt die Steuereinheit Abweichungen zwischen den Stellwerten berechneten Fahrwerten und realen Fahrwerten fest und gibt eine Information aus. Die Information kann beispiels-

weise an einen Triebfahrzeugführer mittels Anzeige oder akustisch ausgegeben werden und so auf fehlerhafte bzw. kritische Zustände des Schienenfahrzeugs aufmerksam machen.

5 **[0024]** Des Weiteren betrifft die Erfindung auch ein Computerprogrammprodukt mit Programmbe fehren zur Durchführung des genannten erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder dessen Ausführungsbeispielen, wobei mittels des Computerprogrammprodukts jeweils das erfindungsgemäße Verfahren und/oder dessen Ausführungsbeispiele durchführbar sind.

[0025] Darüber hinaus betrifft die Erfindung auch noch eine Bereitstellungsvorrichtung zum Speichern und/oder Bereitstellen des Computerprogrammprodukts. Die Bereitstellungsvorrichtung ist beispielsweise ein Datenträger, der das Computerprogrammprodukt speichert und/oder bereitstellt. Alternativ und/oder zusätzlich ist die Bereitstellungsvorrichtung beispielsweise ein Netzwerk dient, ein Computersystem, ein Serversystem, insbesondere ein verteiltes Computersystem, ein cloudbasiertes Rechnersystem und/oder virtuelles Rechnersystem, welches das Computerprogrammprodukt vorzugsweise in Form eines Datenstroms speichert und/oder bereitstellt.

20 **[0026]** Die Erfindung umfasst ferner eine Steuereinheit für ein Schienenfahrzeug, die eingerichtet ist, ein Dynamikmodell aus einem Speicher zu laden, einen Fahrwert zu wählen, mittels des Dynamikmodells einen Stellwert zu berechnen, mit dem der Fahrwert erreicht wird und anschließend den Stellwert zu stellen. Ferner kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit darüber hinaus eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs auszuführen und/oder das erfindungsgemäße Verfahren zum Erstellen eines **30** Dynamikmodells des Schienenfahrzeugs auszuführen. Insbesondere kann die Steuereinheit eingerichtet sein, das Dynamikmodell zu überprüfen, indem die anhand der gestellten Stellwerte erwarteten Fahrwerte mit realen Fahrwerten verglichen werden und anschließend gegebenenfalls bei Abweichung das Dynamikmodell angepasst wird.

[0027] Die Erfindung umfasst ferner ein Schienenfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Steuereinheit.

[0028] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich durch die Erläuterungen der folgenden, stark vereinfachten, schematischen Darstellungen bevorzugter Ausführungsbeispiele. Hierbei zeigen in jeweils schematisierter Darstellung:

FIG 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Erstellen eines Dynamikmodells eines Schienenfahrzeugs;

FIG 2 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs; und

FIG 3 ein Schienenfahrzeug mit einer Steuereinheit.

[0029] FIG 1 zeigt ein Ablaufdiagramm 100 eines Verfahrens zum Erstellen eines Dynamikmodells eines Schienenfahrzeugs, wobei das Dynamikmodell zumindest einen Modellparameter umfasst.

[0030] In einem ersten Verfahrensschritt 105 wird das Dynamikmodell mit dem Modellparameter initialisiert. Gleichzeitig, davor oder danach wird ein zweiter Verfahrensschritt 110 ausgeführt, bei dem erfasste Daten des Schienenfahrzeugs eingelesen werden, wobei die erfassten Daten einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Stellwerts und einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Fahrwerts des Schienenfahrzeugs umfassen. Die erfassten Daten können dabei während Testfahrten oder im regulären Betrieb des Schienenfahrzeugs generiert worden sein.

[0031] In einem daran anschließenden dritten Verfahrensschritt 115 wird der zeitliche Verlauf des Stellwerts in das Dynamikmodell eingegeben und ein modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet. In einem daran anschließenden vierten Verfahrensschritt 120 werden der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts miteinander verglichen. Bei diesem Vergleich kann vorgesehen sein, zu überprüfen, ob der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts mit dem erfassten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts ausreichend gut übereinstimmt, beispielsweise indem eine Abweichung des modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts vom erfassten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts vorliegt. Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts maximal um eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen wird ein fünfter Verfahrensschritt 125 ausgeführt, bei dem das Dynamikmodell in einem Speicher abgelegt wird. In diesem Fall kann davon ausgegangen werden, dass das Dynamikmodell ausreichend genau ist und somit das Dynamikmodell für eine spätere Anwendung abgelegt werden kann. Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen, wird ein sechster Verfahrensschritt 130 ausgeführt. Im sechsten Verfahrensschritt 130 wird der Modellparameter angepasst. Ferner wird das Dynamikmodell mit dem angepassten Modellparameter fortgeschrieben.

[0032] Anschließend wird das Verfahren mit dem dritten Verfahrensschritt 115 fortgeführt, wobei erneut der zeitliche Verlauf des Stellwerts in das nun fortgeschriebene Dynamikmodell eingegeben und ein fortgeschriebener modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet wird. Anschließend wird der vierte Verfahrensschritt 120 erneut ausgeführt und der fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts miteinander verglichen. Weichen nun der fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche

Verlauf des Fahrwerts maximal um eine vorgegebene Abweichung voneinander ab, kann nun der fünfte Verfahrensschritt 125 ausgeführt werden. Ansonsten werden der sechste Verfahrensschritt 130, der dritte Verfahrensschritt 115 und der vierte Verfahrensschritt 120 erneut ausgeführt, gegebenenfalls so lange, bis sich der fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts nur noch um die vorgegebene Abweichung voneinander unterscheiden. Sobald sich der fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts nur noch um die vorgegebene Abweichung voneinander unterscheiden, kann der fünfte Verfahrensschritt 125 ausgeführt werden.

[0033] Dadurch, dass das Dynamikmodell mit diesem Verfahren erstellt wird, ist eine einfache Möglichkeit gegeben, ein Dynamikmodell für ein Schienenfahrzeug zu erstellen. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass das Initialisieren mit dem Modellparameter im ersten Verfahrensschritt 105 anhand von grundsätzlichen Erwägungen, wie das Schienenfahrzeug gegebenenfalls funktionieren könnte, erfolgt. Ferner können auch mehrere Modellparameter vorgesehen sein, wobei für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen einer der Modellparameter, mehrere der Modellparameter oder alle Modellparameter verändert werden.

[0034] Es kann vorgesehen sein, dass bei der Erstellung der erfassten Daten, die im zweiten Verfahrensschritt 110 eingelesen werden, vorgegebene Fahrsituationen durchlaufen werden, damit die erfassten Daten möglichst relevant zur Erstellung des Dynamikmodells sind. Alternativ oder zusätzlich können die erfassten Daten während eines regulären Betriebs des Schienenfahrzeugs erstellt worden sein. Letzteres kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn das Schienenfahrzeug bereits eingesetzt wird.

[0035] Dadurch, dass das Dynamikmodell mittels der erfassten Daten erstellt wird, kann es sein, dass ein Einfluss eines Triebfahrzeugführers auf einen Energieverbrauch des Schienenfahrzeugs negiert werden kann, da neben dem Istwert des Energieverbrauchs auch ein nach dem Dynamikmodell berechneter Energieverbrauch zur Verfügung steht.

[0036] Außerdem sind in FIG 1 weitere optionale Verfahrensschritte 135, 140, 145, 150 gezeigt. Diese werden, zusammen mit weiteren Optionen der bereits genannten Verfahrensschritte 105, 110, 115, 120, 125, 130 im Folgenden erläutert.

[0037] In einem Ausführungsbeispiel erfolgt das Fortschreiben des Dynamikmodells iterativ. Dies kann insbesondere dadurch erfolgen, nachdem sich der fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts nur noch um die vorgegebene Abweichung voneinander unterscheiden die für den vierten Verfahrensschritt 120 relevante vorgegebene Abweichung reduziert wird, so dass

der sechste Verfahrensschritt 130, der dritte Verfahrensschritt 115 und der vierte Verfahrensschritt 120 weiter ausgeführt werden. Mehrere Durchläufe des Verfahrens beziehungsweise dieser Verfahrensschritte können dann durchgeführt werden, wobei die vorgegebenen Abweichungen immer weiter reduziert werden, wenn die bisherige vorgegebene Abweichung unterschritten wird. Nach Unterschreiten einer Abbruchabweichung ist dann ein möglichst gut passendes Dynamikmodell erreicht, welches im fünften Verfahrensschritt 125 dann im Speicher abgelegt werden kann.

[0038] In einem Ausführungsbeispiel ist der Speicher im Schienenfahrzeug angeordnet. Dann kann das Verfahren von einer Recheneinheit im Schienenfahrzeug, beispielsweise einer Steuereinheit des Schienenfahrzeugs, bereits während einer Fahrt, insbesondere der Testfahrt, durchgeführt werden. Alternativ kann das Verfahren auch von einer außerhalb eines Schienenfahrzeugs angeordneten Recheneinheit durchgeführt werden. Das Dynamikmodell kann dann auf einen Speicher im Schienenfahrzeug übertragen werden.

[0039] In einem Ausführungsbeispiel wird das Dynamikmodell während des Betriebs des Schienenfahrzeugs weiter fortgeschrieben. Hierzu wird im ersten Verfahrensschritt 105 das zuvor im fünften Verfahrensschritt 125 gespeicherte Dynamikmodell initialisiert und dann in einem siebten Verfahrensschritt 135 weitere erfasste Daten des Schienenfahrzeugs eingelesen. Dies ermöglicht beispielsweise eine Anpassung des Dynamikmodells automatisch bei Alterung/Verschleiß und/oder bei vorgenommenen Modifikationen. Das Dynamikmodell kann dann mittels des dritten Verfahrensschritts 115, des vierten Verfahrensschritts 120 und gegebenenfalls des sechsten Verfahrensschritts 130 weiter aktualisiert werden und ist so immer auf dem aktuellen Stand. Dies ermöglicht ein verbessertes Erstellen des Dynamikmodells. Ferner kann vorgesehen sein, dass eine Information das veränderte Dynamikmodell betreffend in einem achten Verfahrensschritt 140 ausgegeben wird, um so beispielsweise ein Verschleißmanagement des Schienenfahrzeugs zu ermöglichen. Diese Ausgabe kann an den Triebfahrzeugführer oder an eine zentrale Stelle erfolgen.

[0040] Werden zum Fortschreiben des Dynamikmodells weitere erfasste Daten des Schienenfahrzeugs im siebten Verfahrensschritt 135 eingelesen, können diese insbesondere einen weiteren zeitlichen Verlauf zumindest eines Stellwerts und einen weiteren zeitlichen Verlauf zumindest eines Fahrwerts des Schienenfahrzeugs umfassen. Der Stellwert und der Fahrwert können dabei identisch zum initial verwendeten Stellwert und Fahrwert sein. Der weitere zeitliche Verlauf des Stellwerts wird im dritten Verfahrensschritt 115 in das Dynamikmodell aus dem Speicher eingegeben und ein weiterer modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet. Der weitere modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts werden im vierten Verfahrensschritt 120 verglichen. Nun wird

entweder der fünfte Verfahrensschritt 125 durchgeführt, wenn der weitere modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts maximal um eine weitere vorgegebene Abweichung voneinander abweichen, oder der sechste Verfahrensschritt 130 und nachfolgend der dritte Verfahrensschritt 115 und der vierte Verfahrensschritt 120 durchgeführt, wenn der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine weitere vorgegebene Abweichung voneinander abweichen. Dann wird im sechsten Verfahrensschritt 130 der Modellparameter angepasst und das Dynamikmodell mit dem angepassten Modellparameter weiter fortgeschrieben. Im dritten Verfahrensschritt 115 wird dann der weitere zeitliche Verlauf des Stellwerts in das weiter fortgeschriebene Dynamikmodell eingegeben und ein weiterer fortgeschriebener modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet. Im vierten Verfahrensschritt 120 werden der weiter fortgeschriebene modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts verglichen. Gegebenenfalls wird dann der Modellparameter angepasst und das Verfahren über den sechsten Verfahrensschritt 130 wiederholt oder das weiter fortgeschriebene Dynamikmodell im fünften Verfahrensschritt 125 im Speicher abgelegt.

[0041] In einem Ausführungsbeispiel umfasst das Dynamikmodell mehrere Modellparameter. In einem neunten Verfahrensschritt 145 wird nach dem vierten Verfahrensschritt 120 ferner überprüft, ob alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben. Das Dynamikmodell wird erst im Speicher abgelegt, wenn alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben. In diesem Fall kann man davon ausgehen, dass genügend erfasste Daten verwendet wurden, um das Dynamikmodell ausreichend gut zu bestimmen und alle relevanten Fahrsituationen in den erfassten Daten vorhanden waren. In diesem Fall wird also der fünfte Verfahrensschritt 125 durchgeführt. Haben noch nicht alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts, wird das Verfahren nach dem neunten Verfahrensschritt 145 mit dem dritten Verfahrensschritt 115 fortgeführt, nachdem entweder ferner der zweite Verfahrensschritt 110 oder der siebte Verfahrensschritt 135 erneut durchgeführt wurden, also weitere erfasste Daten zur Verfügung stehen.

[0042] Es kann vorgesehen sein, dass im neunten Verfahrensschritt 145 die Modellparameter variiert werden. Es wird angenommen, dass ein Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf hat, wenn ein varierter Modellparameter zu einem veränderten modellierten zeitlichen Verlauf führt. Es kann vorgesehen sein, dass die Modellparameter dabei insbesondere einzeln variiert werden, um die Beeinflussung des Dynamikmodells von den einzelnen Modellparametern erkennen zu können.

[0043] In einem Ausführungsbeispiel erfolgt das Berechnen des modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahr-

werts im dritten Verfahrensschritt 115 mittels eines neuronalen Netzes. Neuronale Netze sind insbesondere dann geeignet, einen Zusammenhang zwischen den Stellwerten und den Fahrwerten zu ermitteln, wenn sonst keine weiteren Kenntnisse über das Dynamikmodell vorliegen.

[0044] Außerdem kann ein optionaler zehnter Verfahrensschritt 150 vorgesehen sein, in dem das im Speicher abgelegte Dynamikmodell an eine zentrale Recheneinheit ausgegeben wird. Der zehnte Verfahrensschritt kann dabei insbesondere nach dem fünften Verfahrensschritt 125 ausgeführt werden. Es kann vorgesehen sein, dass der zehnte Verfahrensschritt 150 immer dann ausgeführt wird, wenn sich das Dynamikmodell ändert und dann das in FIG 1 gezeigte Verfahren zu einem erneuten Ablegen eines fortgeschriebenen Dynamikmodells führt.

[0045] FIG 2 zeigt ein Ablaufdiagramm 100 eines Verfahrens zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs. Das Schienenfahrzeug umfasst eine Steuereinheit mit einem Speicher. Im Speicher ist ein mit dem im Zusammenhang mit FIG 1 erläuterten Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells erstelltes Dynamikmodell des Schienenfahrzeugs abgelegt. Gegebenenfalls kann sich, wenn das in FIG 1 dargestellte Verfahren ebenfalls von der Steuereinheit des Schienenfahrzeugs durchgeführt wurde, das in FIG 2 gezeigte Verfahren direkt an das in FIG 1 gezeigte Verfahren anschließen. Die Steuereinheit lädt in einem elften Verfahrensschritt 155 das Dynamikmodell aus dem Speicher. Die Steuereinheit wählt in einem zwölften Verfahrensschritt 160 einen Fahrwert, berechnet in einem dreizehnten Verfahrensschritt 165 mittels des Dynamikmodells einen Stellwert, mit dem der Fahrwert erreicht wird und stellt in einem anschließenden vierzehnten Verfahrensschritt 170 den Stellwert anhand der Berechnung. Dies kann beispielsweise beim automatisierten Steuern des Schienenfahrzeugs eingesetzt werden.

[0046] Außerdem sind in FIG 2 weitere optionale Verfahrensschritte 175, 180 gezeigt. Diese werden, zusammen mit weiteren Optionen der bereits genannten Verfahrensschritte 155, 160, 165, 170 im Folgenden erläutert.

[0047] In einem Ausführungsbeispiel wird der Steuereinheit im zwölften Verfahrensschritt 160 ein Fahrwertprofil vorgegeben. Im dreizehnten Verfahrensschritt 165 berechnet die Steuereinheit ein Stellwertprofil aus dem Fahrwertprofil anhand des Dynamikmodells. Anschließend stellt die Steuereinheit das Stellwertprofil im vierzehnten Verfahrensschritt 170. Das Stellwertprofil kann dabei zeitlichen Veränderungen des Stellwerts entsprechen. Das Fahrwertprofil kann zeitlichen Veränderungen des Fahrwerts entsprechen und beispielsweise durch eine Fahrstrecke (beispielsweise aufgrund von Geschwindigkeitsbegrenzungen) oder durch einen Fahrplan vorgegeben sein.

[0048] In einem Ausführungsbeispiel überprüft die Steuereinheit in einem fünfzehnten Verfahrensschritt 175 das Dynamikmodell anhand von Fahrwerten und

Stellwerten und passt das Dynamikmodell gegebenenfalls an, wenn Abweichungen vorliegen. Dies kann beispielsweise mittels des im Zusammenhang mit FIG 1 beschriebenen Verfahrens zum Erstellen des Dynamikmodells erfolgen. Hierzu werden im fünfzehnten Verfahrensschritt 175 die für den zwölften Verfahrensschritt 160 relevanten Fahrwerte im fünfzehnten Verfahrensschritt 175 zur Verfügung gestellt.

[0049] In einem Ausführungsbeispiel wird ein angepasstes Dynamikmodell mittels Funkverbindung in einem sechzehnten Verfahrensschritt 180 an eine zentrale Recheneinheit gesendet. Die Zentrale Recheneinheit ist dann gegebenenfalls eingerichtet, Kenntnisse aus dem angepassten Dynamikmodell, insbesondere angepasste Modellparameter, an andere Schienenfahrzeuge auszugeben.

[0050] In einem Ausführungsbeispiel stellt die Steuereinheit Abweichungen zwischen aus den Stellwerten berechneten Fahrwerten und realen Fahrwerten fest und gibt in einem siebzehnten Verfahrensschritt 185 eine Information aus. Die Information kann beispielsweise an einen Triebfahrzeugführer mittels Anzeige oder akustisch ausgegeben werden.

[0051] FIG 3 zeigt ein Schienenfahrzeug 200 mit einer Steuereinheit 210 für das Schienenfahrzeug 200. Die Steuereinheit 210 ist eingerichtet, ein Dynamikmodell aus einem Speicher 211 zu laden. Ferner weist die Steuereinheit einen Prozessor 212 auf, der eingerichtet ist, das in FIG 1 gezeigte Verfahren und/oder das in FIG 2 gezeigte Verfahren durchzuführen. Insbesondere kann der Prozessor 212 eingerichtet sein, einen Fahrwert zu wählen, mittels des Dynamikmodells einen Stellwert zu berechnen, mit dem der Fahrwert erreicht wird und anschließend den Stellwert zu stellen, indem der Stellwert über einen Ausgang 213 an einen Antrieb 201 des Schienenfahrzeugs ausgegeben wird. Alternativ oder zusätzlich kann der Stellwert über den Ausgang 213 an eine Bremsvorrichtung 202 ausgegeben werden. Insbesondere kann die Steuereinheit 210 ferner eingerichtet sein, das Dynamikmodell zu überprüfen, indem die anhand der gestellten Stellwerte erwarteten Fahrwerte mit realen Fahrwerten, die mittels eines Sensors 203 ermittelt und über einen Eingang 214 eingelesen werden, verglichen werden und anschließend gegebenenfalls bei Abweichung das Dynamikmodell wie im Zusammenhang mit FIG 1 erläutert, angepasst wird.

[0052] Die Steuereinheit 210 weist ferner ein Funkmodul 215 auf, mit dem das Dynamikmodell an eine zentrale Recheneinheit 220 gesendet werden kann. Diese weist hierzu ebenfalls ein Funkmodul 221 auf. Ferner kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit 210 ein Dynamikmodell von der zentralen Recheneinheit 220 empfängt.

[0053] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzmfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen eines Dynamikmodells eines Schienenfahrzeugs (200), wobei das Dynamikmodell zumindest einen Modellparameter umfasst, mit den folgenden Schritten:
- Initialisieren des Dynamikmodells mit dem Modellparameter;
 - Einlesen von erfassten Daten des Schienenfahrzeugs (200), wobei die erfassten Daten einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Stellwerts und einen zeitlichen Verlauf zumindest eines Fahrwerts des Schienenfahrzeugs (200) umfassen;
 - Eingabe des zeitlichen Verlaufs des Stellwerts in das Dynamikmodell und Berechnen eines modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts daraus;
 - Vergleich des modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts und des erfassten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts;
 - Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts maximal um eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen wird das Dynamikmodell in einem Speicher (211) abgelegt;
 - Für den Fall, dass der modellierte zeitliche Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine vorgegebene Abweichung voneinander abweichen, wird der Modellparameter angepasst, das Dynamikmodell mit dem angepassten Modellparameter fortgeschrieben, der zeitliche Verlauf des Stellwerts in das fortgeschriebene Dynamikmodell eingegeben, ein fortgeschriebener modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet und der fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts verglichen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Fortschreiben des Dynamikmodells iterativ erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Speicher (211) im Schienenfahrzeug (200) angeordnet ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei während des Betriebs des Schienenfahrzeugs (200) das Dynamikmodell weiter fortgeschrieben wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei zum Fortschreiben des Dynamikmodells weitere erfasste Daten des Schienenfahrzeugs (200) eingelesen werden, wobei die weiteren erfassten Daten einen weiteren zeitlichen Verlauf zumindest eines Stellwerts und einen weiteren zeitlichen Verlauf zumindest eines Fahrwerts des Schienenfahrzeugs umfassen, und wobei der weitere zeitliche Verlauf des Stellwerts in das Dynamikmodell im Speicher (211) eingegeben und ein weiterer modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet wird, der weitere modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts verglichen werden und für den Fall, dass der weitere modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts um mehr als eine weitere vorgegebene Abweichung voneinander abweichen, der Modellparameter angepasst wird, das Dynamikmodell mit dem angepassten Modellparameter weiter fortgeschrieben wird, der weitere zeitliche Verlauf des Stellwerts in das weiter fortgeschriebene Dynamikmodell eingegeben wird, ein weiterer fortgeschriebener modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts daraus berechnet wird und der weiter fortgeschriebene modellierter zeitlicher Verlauf des Fahrwerts und der weitere erfasste zeitliche Verlauf des Fahrwerts verglichen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Dynamikmodell mehrere Modellparameter umfasst, wobei ferner überprüft wird, ob alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben, wobei das Dynamikmodell erst im Speicher (211) abgelegt wird, wenn alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei bei der Überprüfung, ob alle Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf des Fahrwerts haben, die Modellparameter variiert werden und ein Modellparameter Einfluss auf den modellierten zeitlichen Verlauf hat, wenn ein variiert Modellparameter zu einem veränderten modellierten zeitlichen Verlauf führt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Berechnen des modellierten zeitlichen Verlaufs des Fahrwerts mittels eines neuronalen Netzes erfolgt.
9. Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs (200), wobei das Schienenfahrzeug (200) eine Steuereinheit (210) mit einem Speicher (211) umfasst, wobei im Speicher (211) ein mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 erstelltes Dynamikmodell des Schienenfahrzeugs (200) abgelegt ist, wobei die Steuereinheit (210) einen Fahrwert wählt, mittels des Dynamikmodells einen Stellwert berechnet, mit dem der Fahrwert erreicht wird und anschließend den Stellwert gestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Steuereinheit

(210) das Dynamikmodell anhand von Fahrwerten und Stellwerten überprüft und anpasst.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei ein angepasstes Dynamikmodell mittels Funkverbindung an eine zentrale Recheneinheit (220) gesendet wird. 5
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei der Steuereinheit (210) ein Fahrwertprofil vorgegeben wird und wobei die Steuereinheit (210) ein Stellwertprofil aus dem Fahrwertprofil anhand des Dynamikmodells berechnet und anschließend stellt. 10
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die Steuereinheit (210) bei Feststellen von Abweichungen zwischen aus den Stellwerten berechneten Fahrwerten und realen Fahrwerten eine Information ausgibt. 15
14. Steuereinheit (210) für ein Schienenfahrzeug (200), die eingerichtet ist, ein Dynamikmodell aus einem Speicher (211) zu laden, einen Fahrwert zu wählen, mittels des Dynamikmodells einen Stellwert zu berechnen, mit dem der Fahrwert erreicht wird und anschließend den Stellwert zu stellen. 20 25
15. Schienenfahrzeug (200) mit einer Steuereinheit (210) nach Anspruch 14.

30

35

40

45

50

55

FIG 1

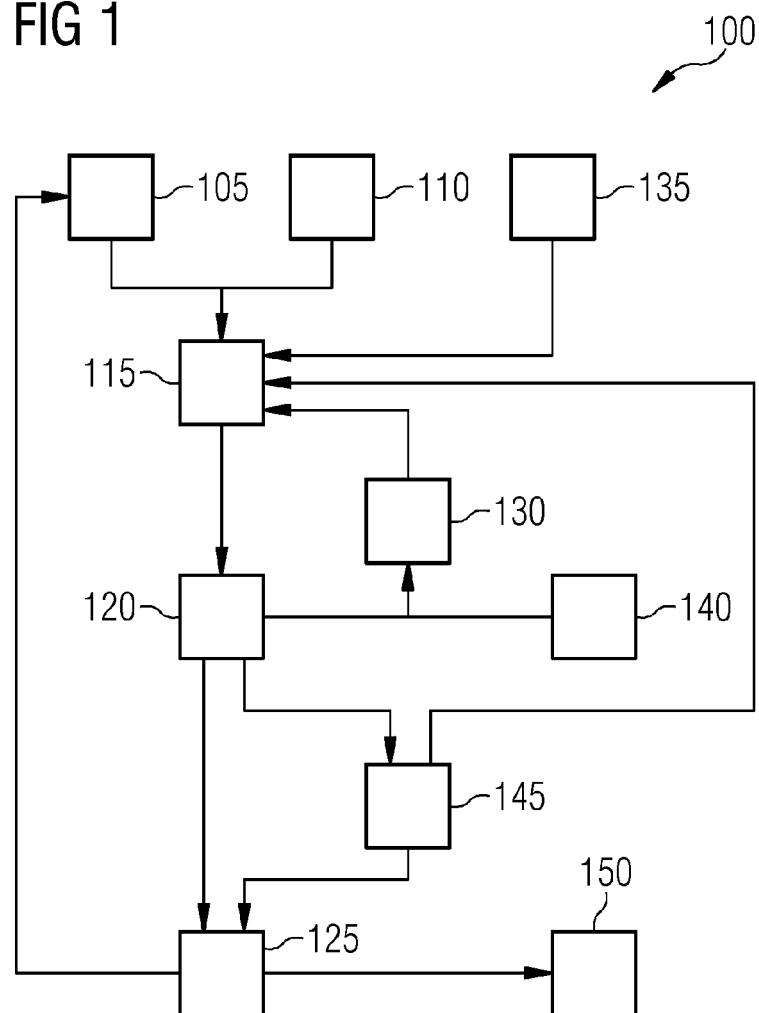


FIG 2

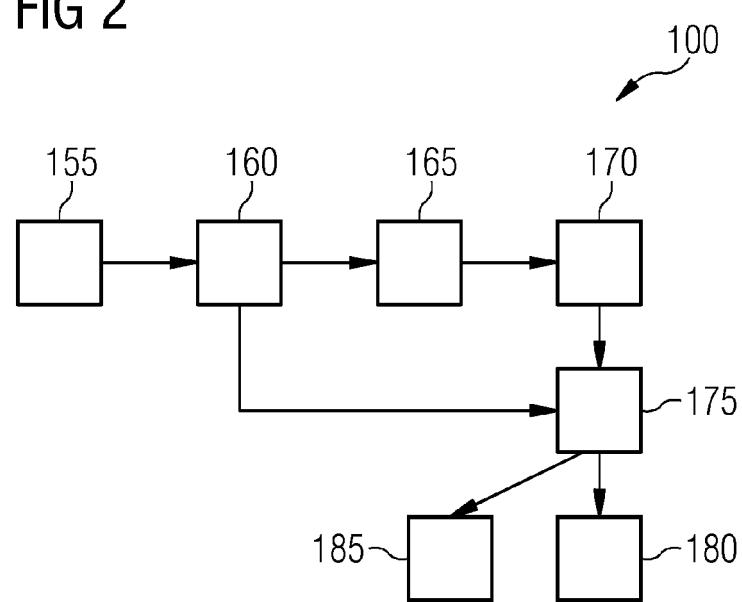
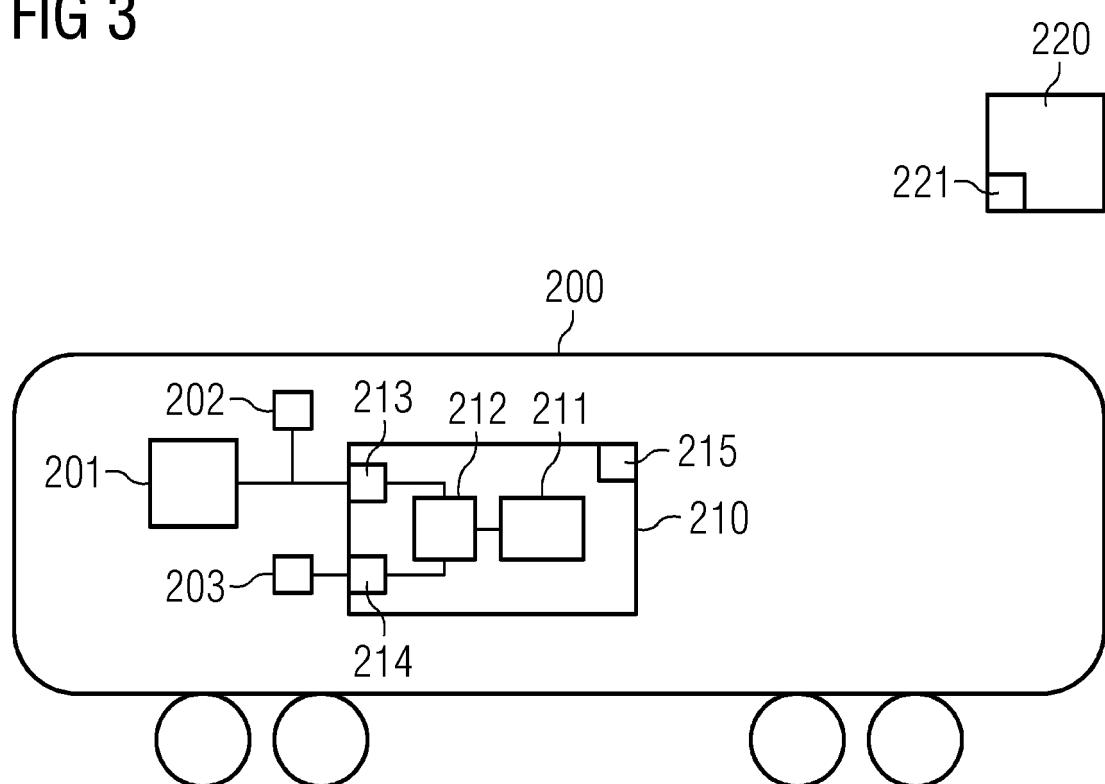


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 5763

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	US 2019/369627 A1 (GREEN ALON [CA] ET AL) 5. Dezember 2019 (2019-12-05) * Absatz [0013] - Absatz [0029]; Abbildung 1 * * Absatz [0038] - Absatz [0054]; Abbildungen 3,4 *	1-15	INV. B61L3/00 B61L27/60 B61L15/00
15	X	US 2021/107543 A1 (HOWARD BRADLEY [US] ET AL) 15. April 2021 (2021-04-15) * Absatz [0007] - Absatz [0018] * * Absatz [0057] * * Zusammenfassung *	1-15	
20	X	EP 4 035 969 A1 (SIEMENS MOBILITY GMBH [DE]) 3. August 2022 (2022-08-03) * Zusammenfassung * * Absatz [0006] - Absatz [0008] * * Absatz [0026] - Absatz [0029] * * Absatz [0042] - Absatz [0044] *	1-15	
25		-----		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30				B61L
35				
40				
45				
50	1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 22. Februar 2023	Prüfer Pita Priegue, Miguel
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelddatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	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			

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

EP 22 19 5763

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

22-02-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2019369627 A1	05-12-2019	CA 3101436 A1 EP 3802252 A1 KR 20210015913 A SG 11202011619T A US 2019369627 A1 WO 2019229729 A1	05-12-2019 14-04-2021 10-02-2021 30-12-2020 05-12-2019 05-12-2019
20	US 2021107543 A1	15-04-2021	AU 2020364371 A1 US 2021107543 A1 WO 2021071776 A1	28-04-2022 15-04-2021 15-04-2021
25	EP 4035969 A1	03-08-2022	AU 2022200290 A1 CN 114802370 A EP 4035969 A1	18-08-2022 29-07-2022 03-08-2022
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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