

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
02. April 2020 (02.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/064203 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60W 30/20 (2006.01) *F16H 61/00* (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) *B60W 50/00* (2006.01)
B62D 6/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/071611

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. August 2019 (12.08.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 216 515.7
26. September 2018 (26.09.2018) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

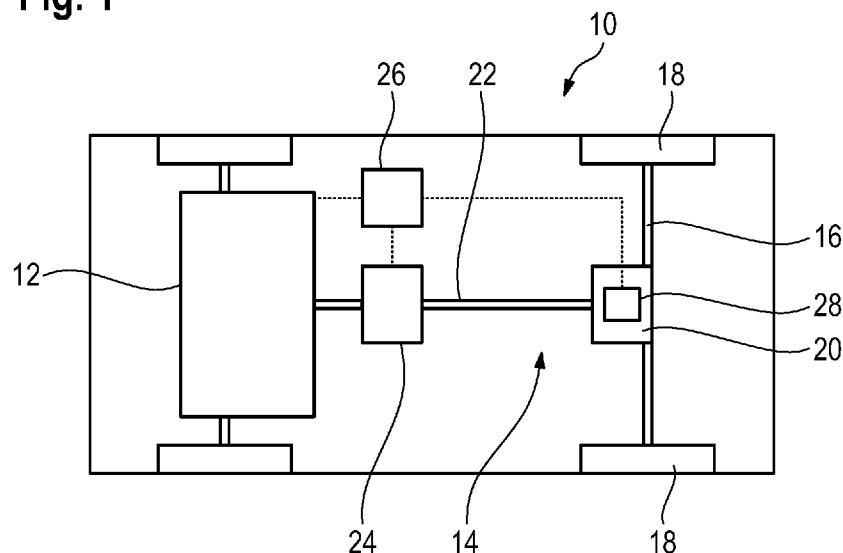
(72) Erfinder: **MUELLER, Jonas**; Gerokstr. 9, 81369 Mün-
chen (DE).

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

(54) Title: METHOD FOR POPULATING A CONTROLLER WITH DATA, AND METHOD FOR OPERATING A MOTOR VE-
HICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BEDATEN EINES STEUERGERÄTS SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES
KRAFTFAHRZEUGS

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for populating a controller (26) for a motor vehicle (10) with data. First, a controller (26) with a storage device is provided. A projected mathematical model of at least one section of a powertrain (14) is generated, wherein the section of the powertrain (14) comprises a transmission (20). The projected mathematical model describes the section of the powertrain (14) with a gear ratio (*i*) of 1 and can be universally applied to different transmissions (20). The projected mathematical model is then stored in the storage device of the controller (26). The invention additionally relates to a motor vehicle (10) and a method for operating a motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Bedaten eines Steuergeräts (26) für ein Kraftfahrzeug (10) wird vorgestellt. Zunächst wird ein Steuergerät (26) mit einem Speicher bereitgestellt. Ein projiziertes mathematisches Modell wenigstens eines Abschnitts eines An-

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

triebsstrangs (14) wird erstellt, wobei der Abschnitt des Antriebsstrangs (14) ein Getriebe (20) umfasst. Dabei beschreibt das projizierte mathematischen Modell den Abschnitt des Antriebsstrangs (14) mit einer Übersetzung (*i*) von 1 und ist universell bei unterschiedlichen Getrieben (20) verwendbar. Das projizierte mathematische Modell wird dann in dem Speicher des Steuergeräts (26) hinterlegt. Ferner wird ein Kraftfahrzeug (10) sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs vorgestellt.

Verfahren zum Bedaten eines Steuergeräts sowie Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bedaten eines Steuergeräts für ein Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs.

Generell können sich Kraftfahrzeuge unter anderem im Aufbau des Antriebsstrangs unterscheiden, der eine Elektro- und/oder Verbrennungskraftmaschine mit Rädern des Kraftfahrzeugs kraftübertragend verbindet, insbesondere bei Hybridfahrzeugen. Die Antriebsstränge unterscheiden sich dabei unter anderem in Bezug auf darin verbaute Getriebe, die eine Drehzahl einer mit der Elektro- und/oder Verbrennungskraftmaschine verbundenen Antriebswelle auf eine Drehzahl der Räder übersetzen.

Für die Steuerung gewisser Kraftfahrzeugfunktionen ist es nötig, dass bestimmte Parameter des Antriebsstrangs in einem entsprechenden Steuergerät hinterlegt sind. Bei den Parametern handelt es sich beispielsweise um die Übersetzung des Getriebes und/oder um Massen von Abschnitten bzw. Teilen des Antriebsstrangs.

Da diese Parameter von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp unterschiedlich sind, muss für jeden Fahrzeugtyp ein eigener Satz dieser Parameter erstellt und validiert werden, was angesichts der stetig steigenden Variantenvielfalt an Fahrzeugtypen einen hohen Entwicklungs- und Versuchsaufwand bedeutet, wodurch die Kosten entsprechend hoch sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Bedaten eines Steuergeräts sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs bereitzustellen, bei denen die Nachteile aus dem Stand der Technik behoben sind.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Bedaten eines Steuergeräts für ein Kraftfahrzeug, mit den folgenden Schritten: Es wird ein Steuergerät mit einem Speicher bereitgestellt. Ein projiziertes mathematisches Modell wenigstens eines Abschnitts eines Antriebsstrangs wird erstellt, wobei der Abschnitt des Antriebsstrangs ein Getriebe umfasst. Dabei beschreibt das projizierte mathematische Modell den Abschnitt des Antriebsstrangs mit einer Übersetzung von 1

und ist universell bei unterschiedlichen Getrieben verwendbar. Das projizierte mathematische Modell wird dann in dem Speicher des Steuergeräts hinterlegt.

Unter „Bedaten des Steuergeräts“ ist dabei und im Folgenden zu verstehen, dass Daten in beliebigem Format, Computerprogramme und/oder Steuerungsanweisungen auf dem Steuergerät gespeichert bzw. abgelegt werden, insbesondere im Speicher des Steuergeräts.

Erfindungsgemäß wird also ein universell einsetzbares mathematisches Modell bereitgestellt, das unabhängig von der konkreten physikalischen Ausgestaltung des Antriebsstrangs für quasi jeden Antriebsstrang verwendet werden kann. Daher ist es nicht mehr notwendig, für jeden Fahrzeugtyp einen eigenen Satz an Systemparametern des Antriebsstrangs zu ermitteln, zu validieren und das Steuergerät damit zu bedaten. Vielmehr ist das entsprechende Steuergerät universell für unterschiedliche Fahrzeugtypen verwendbar, wodurch der Entwicklungs- und Versuchsaufwand erheblich reduziert wird. Insofern lassen sich die Kosten erheblich reduzieren, insbesondere bei einer hohen Vielfalt an Kraftfahrzeugen, die unterschiedliche Antriebsstränge aber baugleiche Steuergeräte umfassen.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird der Abschnitt des Antriebsstrangs als wenigstens zwei miteinander über ein Federelement und/oder über ein Dämpfungselement gekoppelte Massen modelliert. Anders ausgedrückt wird der das Getriebe umfassende Abschnitt des Antriebsstrangs als ein gedämpfter harmonischer Oszillator modelliert. Umfasst der Antriebsstrang mehrere Getriebe, so kann das Modell auch mehrere Massen umfassen, die in Reihe und/oder parallel geschaltet und paarweise jeweils über ein Federelement und/oder über ein Dämpfungselement gekoppelt sind. Die Modellierung als gedämpfter harmonischer Oszillator gibt alle wichtigen Systemeigenschaften (u.a. Dämpfung und Elastizität des Getriebes) genau genug wieder und erlaubt außerdem eine einfache Generierung von Systemmatrizen sowie eine schnelle Lösung der Bewegungsgleichungen und/oder Zustandsgleichungen der gekoppelten Massen, insbesondere eine numerische Lösung der Bewegungsgleichungen und/oder der Zustandsgleichungen. Dies ermöglicht insbesondere eine Lösung der Bewegungsgleichungen und/oder der Zustandsgleichungen der gekoppelten Massen in Echtzeit.

Die Aufgabe wird außerdem erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs, wobei das Kraftfahrzeug einen Antriebsstrang mit wenigstens einem Übersetzungsgetriebe und ein Steuergerät umfasst, das gemäß einem oben beschriebenen Verfahren bedatet ist, mit den

folgenden Schritten: Zunächst werden Parameter und/oder Variablen des projizierten mathematischen Modells basierend auf einer tatsächlichen Übersetzung des wenigstens einen Getriebes skaliert. Basierend auf dem projizierten mathematischen Modell und den skalierten Parametern und/oder Variablen wird dann wenigstens eine Systemmatrix generiert.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt also der Gedanke zugrunde, die Parameter und/oder Variablen des universellen mathematischen Modells basierend auf den realen Eigenschaften des Getriebes anzupassen, genauer gesagt basierend auf der tatsächlichen Übersetzung des Getriebes. Dadurch kann das Steuergerät einfach an die konkrete, tatsächliche physikalische Ausgestaltung des Antriebsstrangs des jeweiligen Kraftfahrzeugs angepasst werden und ist daher universell für verschiedene Fahrzeugtypen verwendbar.

Die Parameter und/oder Variablen werden dabei vorzugsweise nach einem vordefinierten Schema skaliert. Jedem zu skalierenden Parameter und jeder zu skalierenden Variable ist ein Formelzusammenhang fest zugeordnet, der die Abhängigkeit der entsprechenden skalierten Parameter bzw. Variablen von der tatsächlichen Übersetzung des Getriebes beschreibt.

Basierend auf der Systemmatrix können Bewegungsgleichungen und/oder Zustandsgleichungen, die sich aus dem mathematischen Modell des Antriebsstrangs ergeben, gelöst werden, insbesondere numerisch.

Vorzugsweise werden die Parameter und/oder Variablen derart skaliert, dass das projizierte mathematische Modell den wenigstens einen Abschnitt des Antriebsstrangs abbildet. Anders ausgedrückt ist das projizierte mathematische Modell mit den skalierten Parametern und/oder Variablen äquivalent zu einem „realen“ mathematischen Modell des Abschnitts des Antriebsstrangs, das die Übersetzung berücksichtigt. Jedoch muss nicht für jeden Antriebsstrang ein eigenes mathematisches Modell erstellt werden. Es genügt vielmehr, die Parameter und/oder Variablen des universellen projizierten mathematischen Modells nach dem vordefinierten Schema anzupassen. Hierdurch reduziert sich der Applikationsaufwand erheblich wodurch die Kosten entsprechend gesenkt werden können.

Im Folgenden ist unter „basierend auf der Systemmatrix gesteuert“ zu verstehen, dass die Systemmatrix selbst, die Lösungen der entsprechenden Bewegungsgleichungen und/oder die Lösungen der entsprechenden Zustandsgleichungen für die Steuerung herangezogen werden.

Ein Aspekt der Erfindung sieht vor, dass wenigstens eine Kraftfahrzeugfunktion basierend auf der Systemmatrix gesteuert wird. Insbesondere wird eine Antriebsfunktion, eine Lenkfunktion und/oder eine Störunterdrückungsfunktion basierend auf der Systemmatrix gesteuert. Die Antriebsfunktion ist beispielsweise die Bereitstellung eines vordefinierten Drehmoments und/oder die Aufteilung eines Drehmoments zwischen einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor. Die Lenkfunktion kann eine Bereitstellung eines vordefinierten Hilfsmoments zur Lenkunterstützung und/oder die Bereitstellung eines adaptiven Lenkgefühls sein. Bei der Störunterdrückungsfunktion handelt es sich beispielsweise um eine Unterdrückung von Drehschwingungen im Antriebsstrang und/oder um eine Unterdrückung von störenden Rückwirkungen vom Antriebsstrang auf ein Lenkrad (z.B. „Rütteln auf glatter Straße“).

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Antriebsmaschine des Kraftfahrzeugs basierend auf der Systemmatrix gesteuert. Bei der Antriebsmaschine handelt es sich beispielsweise um einen Verbrennungsmotor und/oder um einen Elektromotor, wobei das Steuergerät ein Motorsteuergerät sein kann. Durch eine gezielte Steuerung des Antriebs des Kraftfahrzeugs können zum Beispiel Drehschwingungen im Antriebsstrang aktiv gedämpft werden.

Ein anderer Aspekt sieht vor, dass eine aktive Dämpfungseinrichtung des Kraftfahrzeugs gesteuert wird. Insbesondere handelt es sich um eine Dämpfungseinrichtung, die Drehschwingungen im Antriebsstrang aktiv dämpft, wodurch der Fahrkomfort erheblich erhöht werden kann.

Vorzugsweise wird der tatsächliche Wert der Übersetzung vom Getriebe an das Steuergerät übermittelt, insbesondere ein aktueller tatsächlicher Wert der Übersetzung. Anders ausgedrückt muss der tatsächliche Wert der Übersetzung nicht von Hand und für jeden Kraftfahrzeugtyp einzeln in das Steuergerät eingespeichert werden. Vielmehr erhält das Steuergerät den tatsächlichen Wert der Übersetzung direkt vom Getriebe, insbesondere von einem Getriebesteuergerät. Handelt es sich um ein Getriebe mit mehreren Gängen bzw. Gangstufen, so kann auch stets der aktuelle tatsächliche Wert der Übersetzung an das Steuergerät übermittelt werden, wodurch die Parameter und/oder Variablen des projizierten mathematischen Modells stets an den aktuellen Wert der Übersetzung angepasst werden können.

Alternativ oder zusätzlich kann der tatsächliche Wert der Übersetzung bei der Herstellung des Kraftfahrzeugs im Steuergerät hinterlegt werden. Dies ist besonders

dann von Vorteil, wenn das Getriebe nur über eine, feststehende Übersetzung verfügt und/oder wenn das Getriebe über kein Getriebesteuergerät verfügt.

Handelt es sich um ein Getriebe mit mehreren Gängen bzw. Gangstufen, so kann auch der tatsächliche Wert der Übersetzungen der einzelnen Gänge im Steuergerät hinterlegt werden und das Steuergerät erhält dann vom Getriebe zum Beispiel nur noch ein Signal, welcher Gang gerade eingelegt ist. Auch hier werden die Parameter und/oder Variablen des projizierten mathematischen Modells stets an den aktuellen Werte Übersetzung angepasst.

Die Aufgabe wird außerdem erfindungsgemäß gelöst durch ein Kraftfahrzeug mit einem Antriebsstrang, der wenigstens ein eine Übersetzung aufweisendes Getriebe und ein Steuergerät umfasst, das gemäß einem oben beschriebenen Verfahren zum Bedaten eines Steuergeräts bedatet ist, wobei das Kraftfahrzeug dazu ausgebildet ist, ein oben beschriebenes Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs durchzuführen. Bezüglich der Vorteile wird auf die obigen Erläuterungen verwiesen.

Weitere Vorteile und Eigenschaften ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In diesen zeigen:

- Figur 1 schematisch ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug;
- Figur 2 ein schematisches Ablaufdiagramm der Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bedaten eines Steuergeräts für ein Kraftfahrzeug;
- Figur 3 (a) ein mathematisches Modell eines Antriebsstrangs; (b) ein projiziertes mathematisches Modell eines Antriebsstrangs; und
- Figur 4 ein schematisches Ablaufdiagramm der Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs.

In Figur 1 ist schematisch ein Kraftfahrzeug 10 gezeigt, das eine Antriebsmaschine 12 sowie einen Antriebsstrang 14 aufweist, der die Antriebsmaschine 12 kraftübertragend mit wenigstens einer Achse des Kraftfahrzeugs 10 verbindet. Im gezeigten Beispiel ist die Antriebsmaschine 12 mit einer Hinterachse 16 des Kraftfahrzeugs 10 verbunden.

Das Kraftfahrzeug 10 ist also mit einem Hinterradantrieb ausgebildet. Alternativ oder zusätzlich kann das Kraftfahrzeug 10 jedoch auch über einen Frontantrieb verfügen.

Die Antriebsmaschine 12 kann einen Verbrennungsmotor und/oder einen Elektromotor umfassen. Anders ausgedrückt kann das Kraftfahrzeug 10 als Fahrzeug

mit Verbrennungsantrieb, als Elektrofahrzeug oder als Hybridfahrzeug ausgebildet sein, das einen Verbrennungsmotor und einen Elektromotor umfasst.

Der Antriebsstrang 14 umfasst wenigstens ein Getriebe 20, das eine Übersetzung i aufweist. Im in Figur 1 dargestellten Beispiel übersetzt das Getriebe 20 eine Drehzahl einer der Antriebsmaschine 12 zugeordneten Antriebswelle 22 auf eine Drehzahl der Hinterräder 18. Insbesondere verfügt das Getriebe 20 über mehrere Gänge, wobei die Übersetzung i dann vom eingelegten Gang abhängt.

Ist das Kraftfahrzeug als Hybridfahrzeug ausgebildet sein, kann der Antriebsstrang 14 auch noch ein Verteilergetriebe umfassen, das Drehmomente von Verbrennungsmotor und Elektromotor auf die Antriebswelle 22 überträgt.

Optional ist im Antriebsstrang 14 eine Dämpfungseinrichtung 24 vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, störende Drehschwingungen im Antriebsstrang 14 aktiv zu dämpfen.

Ferner weist das Kraftfahrzeug 10 ein Steuergerät 26 auf, das dazu eingerichtet ist, wenigstens eine Kraftfahrzeugfunktion zu steuern.

Insbesondere handelt es sich bei dem Steuergerät 26 um ein Motorsteuergerät und/oder um ein Steuergerät der Dämpfungseinrichtung 24. Folglich kann das Steuergerät 26 mit der Antriebsmaschine 12 und/oder mit der Dämpfungseinrichtung 24 signalübertragend verbunden sein.

Unter „signalübertragend verbunden“ ist dabei jegliche Art von kabelloser oder kabelgebundene Verbindung zu verstehen, die dazu geeignet ist, Daten und/oder Signale zu übertragen. Signalübertragende Verbindungen sind in Figur 1 durch gepunktete Linien angedeutet.

Alternativ oder zusätzlich ist das Steuergerät 26 dazu ausgebildet, eine Antriebsfunktion, eine Lenkfunktion und/oder eine Störunterdrückungsfunktion zu steuern. Die Antriebsfunktion ist beispielsweise die Bereitstellung eines vordefinierten Drehmoments durch die Antriebsmaschine und/oder die Aufteilung eines Drehmoments zwischen einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor. Die Lenkfunktion kann eine Bereitstellung eines vordefinierten Hilfsmoments zur Lenkunterstützung und/oder die Bereitstellung eines adaptiven Lenkgefühls sein. Bei der Störunterdrückungsfunktion handelt es sich beispielsweise um eine Unterdrückung von Drehschwingungen im Antriebsstrang 14 und/oder um eine Unterdrückung von

störenden Rückwirkungen vom Antriebsstrang auf ein Lenkrad, zum Beispiel von „Rütteln auf glatter Straße“.

Ferner kann das Steuergerät 26 mit dem Getriebe 20 signalübertragend verbunden sein, insbesondere mit einem Getriebesteuergerät 28.

Das Steuergerät ist vorzugsweise universell für verschiedene Arten von Antriebssträngen verwendbar, insbesondere für Antriebsstränge 14 mit unterschiedlicher Übersetzung i .

Für diesen Zweck ist in einem Speicher des Steuergeräts 26 ein projiziertes mathematisches Modell des Antriebsstrangs 14 hinterlegt, wobei das Steuergerät 26 mittels des im Folgenden anhand von Figuren 2 und 3 beschriebenen Verfahrens bedatet ist.

Zunächst wird ein projiziertes mathematisches Modell eines Abschnitts des Antriebsstrangs 14 erstellt, der das Getriebe 20 umfasst (Schritt S1).

Das projizierte mathematische Modell beschreibt dabei den Abschnitt des Antriebsstrangs 14 mit einer Getriebeübersetzung von $i = 1$. Anders ausgedrückt findet im projizierten mathematischen Modell durch das Getriebe 20 weder eine Übersetzung noch eine Untersetzung der Drehzahl und des Drehmoments statt.

Zum besseren Verständnis wird Schritt S1 anhand des in Figur 3 dargestellten, beispielhaften mathematischen Modells noch näher erläutert.

In Figuren 3 (a) und (b), die ein mathematisches Modell des Antriebsstrangs 14 bzw. ein projiziertes mathematisches Modell des Antriebsstrangs 14 darstellen, ist der Antriebsstrang 14 jeweils als gedämpfter harmonischer Oszillator modelliert.

Eine erste Masse m_1 repräsentiert hier eine effektive Masse der Bauteile auf einer ersten Seite 30 des Getriebes 20, während eine zweite Masse m_2 eine effektive Masse der Bauteile auf einer zweiten Seite 32 des Getriebes 20 repräsentiert.

Die beiden Massen m_1 , m_2 sind durch eine Übersetzungsstufe 34 mit einer Übersetzung i , ein Federelement 36 mit einer Federkonstante k sowie ein

Dämpfungselement 38 mit einer Dämpfungskonstante c miteinander gekoppelt. Ferner greift an der zweiten Masse m_2 ein Drehmoment f an.

Die Übersetzung i der Übersetzungsstufe 34 erfolgt dabei derart, dass in Figur 3 (a) von links nach rechts die Drehzahl mit i multipliziert und das Drehmoment durch i dividiert wird.

Die Übersetzungsstufe 34, das Federelement 36 und das Dämpfungselement 38 bilden zusammen ein Modell des Getriebes 20.

Aus dem in Figur 3 (a) gezeigten mathematischen Modell lassen sich die folgenden gekoppelten Bewegungsgleichungen für die Koordinaten x_1 und x_2 der Massen m_1 bzw. m_2 herleiten:

$$m_1 \ddot{x}_1 + c i (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + k i (i x_1 - x_2) = 0$$

$$m_2 \ddot{x}_2 + c (\dot{x}_2 - i \dot{x}_1) + k (x_2 - i x_1) = f.$$

Das projizierte mathematische Modell von Figur 3 (b) entspricht genau dem mathematischen Modell gemäß Figur 3 (a), jedoch mit der festen Wahl $i = 1$ und einer modifizierten Federkonstante $\hat{k}$ sowie einer modifizierten Dämpfungskonstante $\hat{c}$. Die Bewegungsgleichungen sind dementsprechend

$$m_1 \ddot{x}_1 + \hat{c} (\dot{x}_1 - \dot{x}_3) + \hat{k} (x_1 - x_3) = 0$$

$$m_3 \ddot{x}_3 + \hat{c} (\dot{x}_3 - \dot{x}_1) + \hat{k} (x_3 - x_1) = \hat{f}.$$

Es sei hier nochmals erwähnt, dass es sich bei dem oben beschriebenen mathematischen Modell lediglich um ein Beispiel zur Illustration handelt. Natürlich kann ein beliebiges, geeignetes mathematisches Modell für den Antriebsstrang 14 gewählt werden.

Das mathematische Modell beinhaltet jedoch stets Bewegungsgleichungen und/oder Zustandsgleichungen, die eine Drehbewegung von Wellen ober- und

unterhalb des Getriebes 20 beschreiben. Analog entspricht das projizierte mathematische Modell stets dem mathematischen Modell des Antriebsstrangs 14, jedoch mit einer Übersetzung $i = 1$.

Das projizierte mathematische Modell, insbesondere die zugehörigen Bewegungsgleichungen und/oder Zustandsgleichungen, wird in einem Speicher des Steuergeräts 26 hinterlegt (Schritt S3).

Das Steuergerät 26 ist nun universell für verschiedene Arten von Antriebssträngen verwendbar, insbesondere für Antriebsstränge 14 mit unterschiedlicher Übersetzung i .

Dazu müssen lediglich die im Folgenden anhand der Figuren 3 und 4 beschrieben Verfahrensschritte durchgeführt werden.

Zunächst werden Parameter und/oder Variablen des projizierten mathematischen Modells basierend auf einer tatsächlichen Übersetzung des Getriebes 20 skaliert (Schritt S4), und zwar derart, dass das projizierte mathematische Modell den betreffenden Abschnitt des Antriebsstrangs 14 abbildet, der das Getriebe 20 enthält. Anders ausgedrückt ist projizierte mathematische Modell mit skalierten Parametern und/oder Variablen äquivalent zu einem „realen“ mathematischen Modell des Abschnitts des Antriebsstrangs 14, das die Übersetzung berücksichtigt.

Dieser Schritt soll anhand des Modells aus Figur 3 nochmals näher illustriert werden.

Durch Vergleich der oben genannten gekoppelten Bewegungsgleichungen für die Koordinaten x_1 und x_2 aus dem „realen“ mathematischen Modell und den gekoppelten Bewegungsgleichungen für die Koordinaten x_1 und x_3 aus dem projizierten mathematischen Modell zeigt sich, dass das projizierte mathematische Modell unter den folgenden Skalierungen äquivalent zum „realen“ Modell ist:

$$x_3 = \frac{1}{i} x_2; \hat{f} = i f; \hat{c} = i^2 c; \hat{k} = i^2 k; m_3 = i^2 m_2.$$

Auch hier ist das dargestellte Modell wieder nur als rein illustratives Beispiel für das Grundprinzip zu verstehen, dass die Parameter und/oder Variablen des projizierten mathematischen Modells skaliert werden, um den realen Antriebsstrang 14 abzubilden.

Für diese Projektion des realen Antriebsstrangs 14 ist offensichtlich der tatsächliche Wert der Übersetzung i notwendig.

Vorzugsweise wird der tatsächliche Wert der Übersetzung i vom Getriebe 20 an das Steuergerät 26 übermittelt, insbesondere ein aktueller tatsächlicher Wert der Übersetzung i . Anders ausgedrückt wird der tatsächliche Wert der Übersetzung i nicht von Hand und für jedes Kraftfahrzeug 10 einzeln in das Steuergerät 26 eingespeichert.

Vielmehr erhält das Steuergerät 26 den tatsächlichen Wert der Übersetzung direkt vom Getriebe 20, insbesondere vom Getriebesteuergerät 28. Handelt es sich um ein Getriebe 20 mit mehreren Gängen, so kann auch der aktuelle tatsächliche Wert der Übersetzung i an das Steuergerät 26 übermittelt werden.

Alternativ oder zusätzlich kann der tatsächliche Wert der Übersetzung i bei der Herstellung des Kraftfahrzeugs 10 im Steuergerät 26 hinterlegt werden.

Basierend auf dem projizierten mathematischen Modell und den skalierten Parametern und/oder Variablen wird nun wenigstens eine Systemmatrix generiert (Schritt S5). Außerdem werden Bewegungsgleichungen und/oder Zustandsgleichungen gelöst, die sich aus dem mathematischen Modell des Antriebsstrangs ergeben, insbesondere numerisch gelöst (Schritt S6).

Basierend auf der Systemmatrix kann nun wenigstens eine der oben beschriebenen Fahrzeugfunktionen vom Steuergerät 26 gesteuert werden.

Dabei ist unter „basierend auf der Systemmatrix gesteuert“ zu verstehen, dass die Systemmatrix selbst, die Lösungen der entsprechenden Bewegungsgleichungen und/oder die Lösungen der entsprechenden Zustandsgleichungen für die Steuerung herangezogen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bedaten eines Steuergeräts (26) für ein Kraftfahrzeug (10), mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Steuergeräts (26) mit einem Speicher;
- Erstellen eines projizierten mathematischen Modells wenigstens eines Abschnitts eines Antriebsstrangs (14), wobei der Abschnitt des Antriebsstrangs (14) ein Getriebe (20) umfasst, wobei das projizierte mathematische Modell den Abschnitt des Antriebsstrangs (14) mit einer Übersetzung (i) von 1 beschreibt und universell bei unterschiedlichen Getrieben (20) verwendbar ist; und
- Hinterlegen des projizierten mathematischen Modells in dem Speicher des Steuergeräts (26).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abschnitt des Antriebsstrangs (14) als wenigstens zwei miteinander über ein Federelement (36) und/oder über ein Dämpfungselement (38) gekoppelte Massen (m_1, m_2) modelliert wird.

3. Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs (10), wobei das Kraftfahrzeug (10) einen Antriebsstrang (14) mit wenigstens einem eine Übersetzung (i) aufweisenden Getriebe (20) und ein Steuergerät (26) umfasst, das gemäß einem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 bedatet ist, mit den folgenden Schritten:

- Skalieren von Parametern und/oder Variablen des projizierten mathematischen Modells basierend auf einer tatsächlichen Übersetzung (i) des wenigstens einen Getriebes (20); und
- Generieren wenigstens einer Systemmatrix basierend auf dem projizierten mathematischen Modell und den skalierten Parametern und/oder Variablen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter und/oder Variablen derart skaliert werden, dass das projizierte mathematische Modell den wenigstens einen Abschnitt des Antriebsstrangs (14) abbildet.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Kraftfahrzeugfunktion basierend auf der Systemmatrix gesteuert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Antriebsmaschine (12) des Kraftfahrzeugs (10) gesteuert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine aktive Dämpfungseinrichtung (24) des Kraftfahrzeugs (10) gesteuert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der tatsächliche Wert der Übersetzung (i) vom Getriebe (20) an das Steuergerät (26) übermittelt wird, insbesondere ein aktueller tatsächlicher Wert der Übersetzung (i).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der tatsächliche Wert der Übersetzung (i) bei der Herstellung des Kraftfahrzeugs (10) im Steuergerät (26) hinterlegt wird.

10. Kraftfahrzeug (10) mit einem Antriebsstrang (14), der wenigstens ein eine Übersetzung (i) aufweisendes Getriebe (20) und ein Steuergerät (26) umfasst, das gemäß einem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 bedatet ist, wobei das Kraftfahrzeug (10) dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9 durchzuführen.

1 / 2

Fig. 1

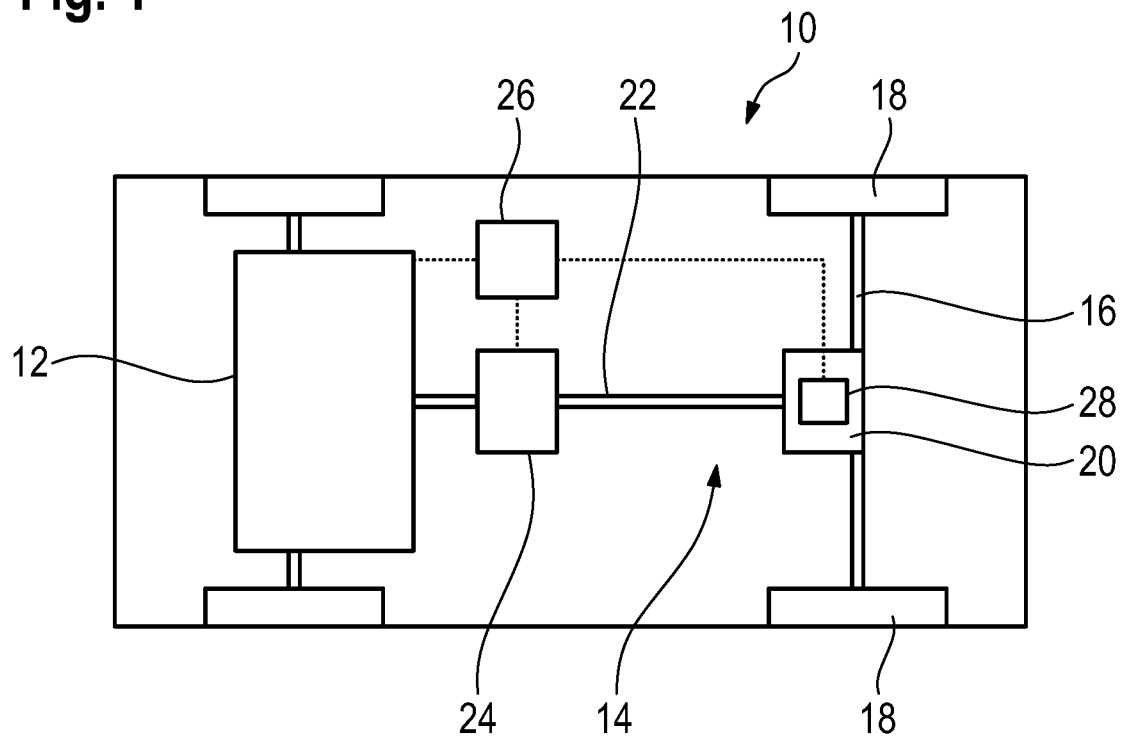
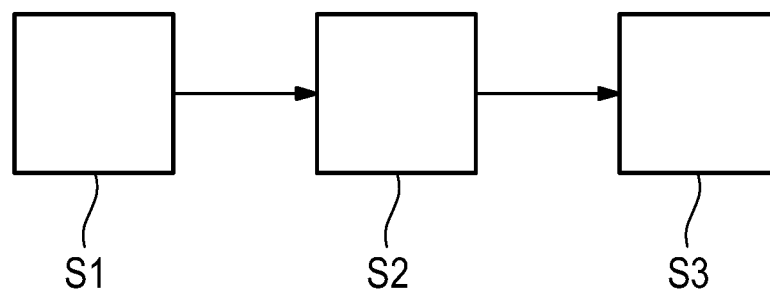


Fig. 2



2 / 2

Fig. 3

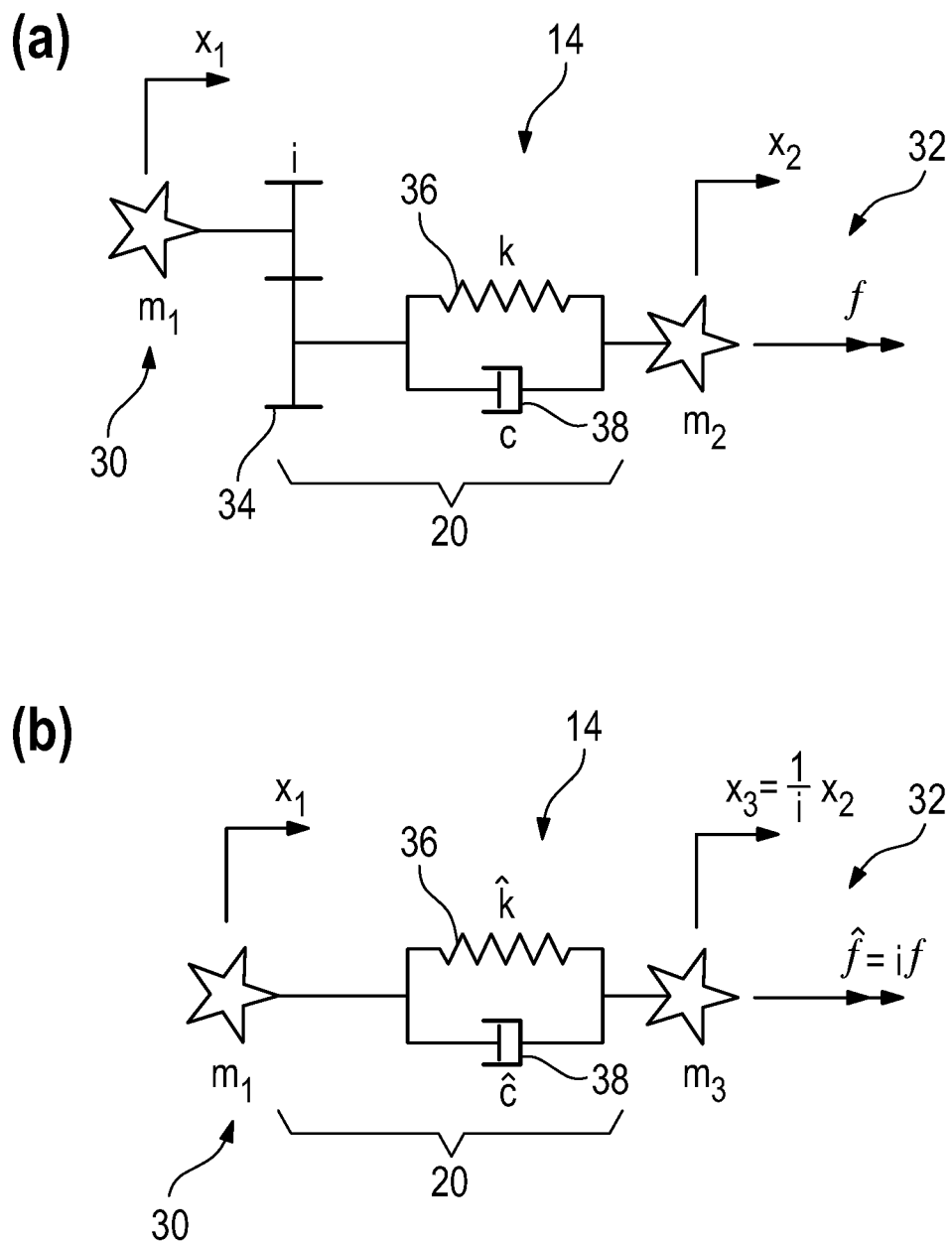
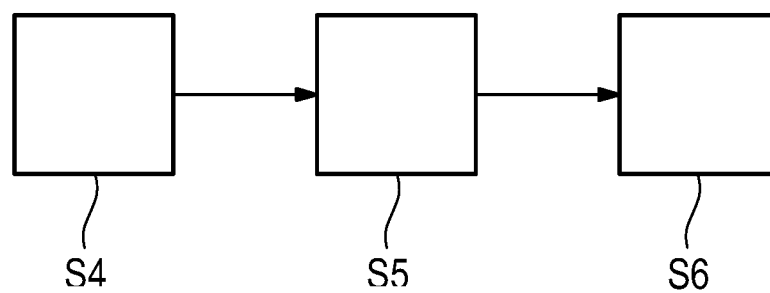


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/071611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60W 30/20**(2006.01)i; **B62D 5/04**(2006.01)i; **B62D 6/00**(2006.01)i; **F16H 61/00**(2006.01)i; **B60W 50/00**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015108067 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 26 November 2015 (2015-11-26) paragraphs [0050], [0051], [0054] - [0065]; claim 1; figures 4, 5	1-10
X	CROWTHER A R ET AL. "Torsional finite elements and nonlinear numerical modelling in vehicle powertrain dynamics" <i>JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL</i> , Vol. 284, No. 3-5, 21 June 2005 (2005-06-21), pages 825-849 DOI: 10.1016/J.JSV.2004.07.022 ISSN: 0022-460X, XP004887922 pages 829-834	1-10
X	ANDREEA BALAU ET AL. "One Step Ahead MPC for an Automotive Control Application" <i>ENGINEERING OF COMPUTER BASED SYSTEMS (ECBS-EERC), 2011 2ND EASTERN EUROPEAN REGIONAL CONFERENCE ON THE, IEEE</i> , 05 September 2011 (2011-09-05), pages 61-70 DOI: 10.1109/ECBS-EERC.2011.18 ISBN: 978-1-4577-0683-7. XP032058460 Section II	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 December 2019

Date of mailing of the international search report

13 December 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Nielles, Daniel

Telephone No.

International application No.
PCT/EP2019/071611

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015108067	A1	26 November 2015	AT	515103 A4		15 June 2015
				DE	102015108067	A1	26 November 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60W30/20 B62D5/04 B62D6/00 F16H61/00 ADD. B60W50/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2015 108067 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 26. November 2015 (2015-11-26) Absätze [0050], [0051], [0054] - [0065]; Anspruch 1; Abbildungen 4, 5 -----	1-10
X	CROWTHER A R ET AL: "Torsional finite elements and nonlinear numerical modelling in vehicle powertrain dynamics", JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 284, Nr. 3-5, 21. Juni 2005 (2005-06-21), Seiten 825-849, XP004887922, ISSN: 0022-460X, DOI: 10.1016/J.JSV.2004.07.022 Seiten 829-834 ----- -/-	1-10
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Dezember 2019		13/12/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Nielles, Daniel

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ANDREEA BALAU ET AL: "One Step Ahead MPC for an Automotive Control Application", ENGINEERING OF COMPUTER BASED SYSTEMS (ECBS-EERC), 2011 2ND EASTERN EUROPEAN REGIONAL CONFERENCE ON THE, IEEE, 5. September 2011 (2011-09-05), Seiten 61-70, XP032058460, DOI: 10.1109/ECBS-EERC.2011.18 ISBN: 978-1-4577-0683-7 Section II -----	1-10

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2019/071611

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)