

(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
8. Oktober 2009 (08.10.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/121660 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60W 20/00 (2006.01) *B60K 6/48* (2007.10)
B60W 10/08 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/051982
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. Februar 2009 (19.02.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 000 904.0 1. April 2008 (01.04.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BLIND, Stefan** [DE/DE]; Geschwister-Scholl-Str. 4, 70736 Fellbach (DE). **YUSHIN, Alexey** [RU/DE]; Missenhardter Weg 38/2, 70839 Gerlingen (DE). **NIEMANN, Holger** [DE/DE]; Harteneckstr. 55, 71640 Ludwigsburg (DE).

HEYL, Andreas [DE/DE]; Hoher Pfad 21, 71640 Ludwigsburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROL OF AN ELECTRICAL MACHINE OF A HYBRID DRIVE WITH INCREASED AVAILABILITY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG EINER ELEKTRISCHEN MASCHINE EINES HYBRIDANTRIEBS BEI ERHÖHTER VERFÜGBARKEIT

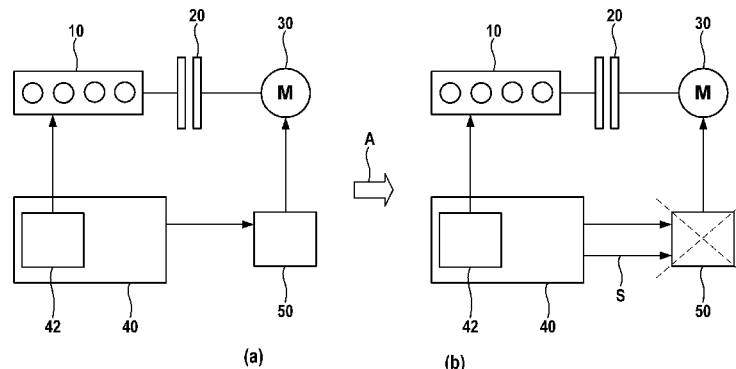


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling an electrical machine of a hybrid drive, wherein said electrical machine is operated both as the starter of an internal combustion engine of said hybrid drive and also as a travel drive assembly of said hybrid drive. The method comprises: ascertaining at least one operating parameter value, which reflects an operating parameter of the electrical machines; establishing an error if at least one of the at least one operating parameter values does not correspond to an operating parameter normal state; and at least partially restricting the operation of the electrical machine as the travel drive assembly if an established error exists, independently of the operation of the electrical machine as the travel drive assembly. The invention also relates to a corresponding controller for executing the method and a double-function control unit, using which a hybrid drive can be activated according to the invention.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2009/121660 A2



SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer elektrischen Maschine eines Hybridantriebs, wobei die elektrische Maschine sowohl als Anlasser eines Verbrennungsmotors des Hybridantriebs als auch als ein Fahrantriebsaggregat des Hybridantriebs betrieben wird. Das Verfahren umfasst: Ermitteln zumindest eines Betriebsparameterwerts, der sich auf einen Betriebsparameter der elektrischen Maschine wiedergibt; Feststellen eines Fehlers, wenn zumindest einer der zumindest einen Betriebsparameterwerte nicht einem Betriebsparameter-Normzustand entspricht; und zumindest teilweises Einschränken des Betriebs der elektrischen Maschine als Fahrantriebsaggregat, wenn ein festgestellter Fehler vorliegt. Die elektrische Maschine wird, wenn ein festgestellter Fehler vorliegt, zumindest temporär als Anlasser betrieben, unabhängig von dem Betreiben der elektrischen Maschine als Fahrantriebsaggregat. Die Erfindung betrifft ferner eine entsprechende Steuerung zur Ausführung des Verfahrens sowie eine Doppelfunktion-Steuerungseinheit, mit der ein Hybridantrieb gemäß der Erfindung angesteuert werden kann.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer elektrischen Maschine eines Hybridantriebs bei erhöhter Verfügbarkeit

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von Steuermechanismen zum Betrieb von Verbrennungsmotoren und Elektromotoren, die kombiniert als Hybridantrieb eingesetzt werden. Die kombinierte Verwendung von elektrischen Maschinen und Verbrennungsmotoren in einem Hybridantrieb ermöglicht einen höheren Wirkungsgrad bei der Bewegung von Fahrzeugen, sowie eine flexible Anpassung der Betriebsmodi des Antrieb aggregats an den gewünschten Fahrmodus. Insbesondere erlaubt ein Hybridantrieb die effiziente Nutzung des Verbrennungsmotors durch die Speicherung von elektrischer Energie, die über die elektrische Maschine als Generator gewonnen wurde, sowie die Wiedergewinnung, d.h. Rekuperation von Bewegungsenergie beim Abbremsen.

Zum einen wird bei Hybridantrieben der Verbrennungsmotor neben der elektrischen Maschine zum Antrieb verwendet, und zum anderen bestehen Hybridantriebskonzepte, in denen die elektrische Maschine als Starter zum Anlassen des Verbrennungsmotors verwendet wird. Auf diese Weise lassen sich ein zusätzlicher Starter-Elektromotor und die zugehörige Ansteuerung einsparen.

Gegenüber üblichen Verbrennungsmotor-Antrieben erfordert ein Hybridantrieb eine komplexe Steuerung, da ein Verbrennungsmotor zusammen mit einer elektrischen Maschine betrieben werden müssen, um den Antrieb vorzusehen, und eine mehrschichtige Steuerung für die elektrische Maschine, da diese sowohl als Fahr-Antriebselement als auch als Anlasser bzw. als Starter verwendet wird.

Bei bekannten Hybridantrieben, bei denen die elektrische Maschine als Starter für den Verbrennungsmotor verwendet wird, wird der Betrieb der elektrischen Maschine überwacht und bei erkannten Fehlern aus Sicherheitsgründen eingeschränkt oder abgestellt. Es werden gemäß dem Stand der Technik Steuerungssysteme verwendet, die die Ansteuerung, die Regelung und die Sensoren der elektrischen Maschine, sowie den Betrieb der elektrischen Ma-

maschine selbst überwachen und gegebenenfalls die elektrische Maschine abschalten. Üblicherweise wird die elektrische Maschine sofort abgeschaltet, wenn ein Fehler erkannt wird.

Bei derartigen Systemen, bei denen ein Fehler zum eingeschränkten Betrieb oder zum Ausstellen der elektrischen Maschine führt, führen die Auswirkungen der Reaktionen auf einen erfassten Fehler dazu, dass das Fahrzeug gegebenenfalls nicht weiter bewegt werden kann. In vielen Fällen, insbesondere wenn der Verbrennungsmotor abgeschaltet ist, führt daher die Unterdrückung oder das Sperren des Betriebs der elektrischen Maschine als Antriebsaggregat dazu, dass der Antrieb funktionsunfähig ist, obwohl der abgeschaltete Verbrennungsmotor prinzipiell zur Fortbewegung zur Verfügung steht. Die Steuerung des Hybridantriebs gemäß dem Stand der Technik sieht daher keine Verfügbarkeit des Hybridmotors vor, wenn allein die elektrische Maschine (oder deren Sensoren/Steuerung) einen Fehler aufweist und dieser erkannt wurde.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Steuerungsverfahren und eine Steuerung für einen Hybridmotor vorzusehen, der eine höhere Verfügbarkeit des Hybridantriebs auch im Fehlerfall bietet.

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung ermöglicht den Betrieb des Hybridantriebs auch mit einer elektrischen Maschine, die sich nicht mehr als Antriebsaggregat für den Fahrbetrieb eignet, beispielsweise aufgrund von Fehlern in der Steuerung, in der Sensorik oder in der elektrischen Maschine selbst. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich liegen gebliebene Fahrzeuge mit Hybridantrieb aktivieren, deren elektrische Maschine zwar nicht als Antrieb verwendet werden kann, deren Verbrennungsmotor jedoch prinzipiell betriebsbereit ist. Die Stilllegung des gesamten Hybridantriebs bei Fehlern in dem elektrischen Antrieb, d.h. an der elektrischen Maschine, wird mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren überwunden. Gemäß der Erfindung ist es möglich, die elektrische Maschine, die sich zwar aufgrund des Fehlers nicht mehr als Antriebskomponente eignet, trotzdem in einer anderen Funktion, d.h. als Anlasser bzw. Starter des Verbrennungsmotors zu betreiben. Dadurch lässt sich auch bei fehlender elektrischer Antriebskomponente der Hybridantrieb aktivieren, indem der Verbrennungsmotor mit der defekten, d.h. nicht zum Antrieb tauglichen elektrischen Maschine, gestartet wird.

Das erfindungsgemäße Konzept liegt darin, den Betrieb der elektrischen Maschine nicht mit einer einzelnen Steuerungskomponente anzusteuern, sondern die beiden Funktionen der

elektrischen Maschine, d.h. Antrieb und Starter, hinsichtlich der Aussteuerung oder der Fehlerüberwachung zu trennen. Insbesondere liegt das erfindungsgemäße Konzept darin, für die verschiedenen Funktionen, d.h. Starterfunktion und Antriebsfunktion der elektrischen Maschine, die Steuerung, Überwachung zumindest zeitweise für die einzelnen Funktion zu trennen. Erfindungsgemäß wird daher die Fehlerreaktion bzw. die Fehlerbeurteilung zumindest zeitweilig funktionspezifisch vorgesehen, um so die elektrische Maschine als Antrieb unabhängig von der elektrischen Maschine als Starter bzw. Anlasser anzusteuern.

Die Erfindung sieht daher vor, zum einen die elektrische Maschine als Antrieb zumindest teilweise oder vollständig zu blockieren, um so Fehlermeldungen Rechnung zu tragen und somit Gefahrensituationen und Schäden an der elektrischen Maschine zu unterbinden. Da der Betrieb der elektrischen Maschine als Anlasser anderen Anforderungen genügen muss, als sie für die elektrische Maschine als Antrieb gelten, wird zum anderen erfindungsgemäß trotz Fehlermeldung die elektrische Maschine zumindest kurzzeitig freigegeben, um ihre Funktion als Anlasser auszuführen. Während bei einer elektrischen Maschine als Antrieb hohe mechanische Leistungen über lange Zeitintervalle erforderlich sind, erfordert der Betrieb des Elektromotors als Starter oder als Anlasser des Verbrennungsmotors des gemeinsamen Hybridantriebs nur eine kurze Zeitdauer, beispielsweise einige Sekunden. Es ist ersichtlich, dass zahlreiche Fehlerarten zu einem Abstellen der elektrischen Maschine als Antrieb führen müssen, um das Fahrverhalten nicht zu beeinträchtigen und um Schäden an der elektrischen Maschine oder am Fahrzeug zu vermeiden, wobei die selben Fehlerarten die Funktion der elektrischen Maschine als Anlasser erlauben würden, ohne dass das Fahrverhalten beeinträchtigt wird oder Schädigungen zu erwarten sind. Ferner kann die Ansteuerung der elektrischen Maschine als Starter deutlich einfacher, beispielsweise durch voreingestellte Parameter, vorgesehen werden, wohingegen der Betrieb der elektrischen Maschine als Antrieb deutlich komplexer ist, beispielsweise um dem Fahrerwunsch gerecht zu werden oder um eine ausgewogene Momentensteuerung vorzusehen. Daher ist es möglich, dass auch Fehler in der Steuerung, die den Betrieb der elektrischen Maschine als Antrieb nicht erlauben, den Betrieb der elektrischen Maschine als Anlasser nicht beeinträchtigen, wobei vorzugsweise der Startvorgang durch einen einfachen, voreingestellten Verlauf von Betriebsparametern vorgesehen werden kann. Gleiches gilt für Sensorfehler, die zwar einen längeren und leistungsintensiven Betrieb der elektrischen Maschine als Antrieb nicht erlauben, die jedoch gleichzeitig ohne weitere Nachteile einen kurzzeitigen Betrieb der elektrischen Maschine als Starter mit geringerer Leistung erlauben.

Daher wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Steuerung einer elektrischen Maschine eines Hybridantriebs vorgesehen, wobei die elektrische Maschine sowohl als Anlasser als auch als Fahrtriebsaggregat des Hybridantriebs betrieben wird, wenn auch nicht gleichzei-

tig, wobei Betriebsparameter ermittelt werden, aufgrund derer sich Fehler feststellen lassen. Fehler werden festgestellt, wenn ein Betriebsparameterwert nicht einem Betriebsparameter-Normzustand entspricht.

- 5 Bezogen auf eine elektrische Maschine können somit als Betriebsparameter die Drehzahl, das abgegebene oder aufgenommene Drehmoment, eine Wicklungsspannung, ein Wicklungsstrom, ein Phasenversatz zwischen Wicklungsspannung und Wicklungsstrom, ein Erregerstrom, eine Temperatur, ein Wicklungs-Innenwiderstand, Magnetfeldstärken oder weitere, für den Betrieb einer elektrischen Maschine relevante Größen betrachtet werden.

10

Weiterhin gelten als Betriebsparameter bzw. Betriebsparameterwerte Zustände einer Steuerung, die die elektrische Maschine ansteuert oder regelt, wobei Betriebsparameter, die sich auf die Steuerung beziehen, beispielsweise ein Steuerungs-Ausgangssignalwert, der die Drehzahl oder die Antriebsleistung der elektrischen Maschine bestimmt, ein Steuerungs-
15 Eingangssignalwert, der einer Zielvorgabe entspricht, ein Zwischenergebnis, das bei Berechnungen der Steuerung auftritt, ein Tastverhältnis eines Stroms, mit dem die elektrische Maschine angesteuert wird, ein Fehlerdrehmoment, d.h. eine Differenz zwischen Soll- und Ist-Drehmoment, ein Soll-Drehmoment oder ein Ist-Drehmoment überprüft wird, indem jeweilige Werte mit einem Normwertbereich verglichen werden, oder indem Werte durch eine
20 weitere Steuerungskomponente nachgerechnet werden und mit dem jeweiligen Wert verglichen werden. Ferner sollen als Betriebsparameter, die hinsichtlich Fehler überprüft werden, Werte gelten, die sich nur auf die Steuerung selbst beziehen, beispielsweise ein Ergebnis eines Steuerungs-Selbsttests, ein Versorgungsspannungswert der Steuerung oder eine Steuerungstemperatur.

25

Schließlich sollen als zu überprüfende Betriebsparameterwerte Betriebsparameter eines Sensors gelten, die den Betrieb der elektrischen Maschine überwachen und die der Steuerung Eingangssignale liefern. Derartige, auf einen Sensor bezogene Betriebsparameter sind ein Ausgangssignal des Sensors, wobei das Ausgangssignal mittels eines Normintervalls auf
30 Plausibilität geprüft werden kann, oder mittels eines weiteren Sensorsignals verglichen und/oder hinsichtlich Plausibilität überprüft werden kann, sowie weitere Betriebsparameter, die Rückschlüsse auf die korrekte Funktion des Sensors zulassen. Im Allgemeinen können die Werte auch kombiniert werden, bzw. durch eine gewichtete Summe, so dass sich Abweichungen vom Normwert summieren und als Summe bewertet werden, beispielsweise
35 gegenüber einem Normwert oder einem Normwert-Intervall.

Insbesondere kann die Steuerung in drei Ebenen vorgesehen werden, wobei die erste Ebene eine Momentenkorrelation, die Berechnung von Soll- und Ist-Moment, sowie verschiedene

Sensordaten überwacht und gegebenenfalls einen Fehler ausgibt. In der zweiten Ebene wird die Funktion der ersten Ebene überwacht, so dass die zu beurteilenden Betriebsparameter Werte der ersten Ebene umfassen, beispielsweise Berechnungswerte oder Zwischenwerte. Die zweite Ebene umfasst vorzugsweise einen Momentenvergleich, mit dem Rechenfehler
5 der ersten Ebene festgestellt werden können, wobei jedoch auch Sensorfehler festgestellt werden können, vorzugsweise indem mehrere Sensordaten und/oder mehrere Berechnungsdaten in Kombination oder einzeln betrachtet werden, beispielsweise zum Vergleich mit jeweiligen Normbereichen.

10 In einer dritten Ebene werden Berechnungskomponenten der Steuerung überwacht, beispielsweise durch Überprüfungen von Rechnungen der Ebene 1 und 2 oder durch eigenständige Funktionstests der Steuerung.

Die Betriebsparameter, die im Allgemeinen erfindungsgemäß hinsichtlich eines Fehlers
15 überprüft werden, sind daher weit zu fassen und umfassen nicht nur einzelne Betriebsdaten der elektrischen Maschine, die sich auf jeweilige physikalische Größen beziehen, sondern auch Zustände und Signale, die von einem oder mehreren Sensoren stammen, die den Betrieb der elektrischen Maschine überwachen, sowie Zustände und Werte, die in eine Steuerung oder Regelung der elektrischen Maschine eingegeben werden, in dieser berechnet werden
20 oder von dieser ausgegeben werden. Somit lassen sich nicht nur Fehler an der Maschine selbst, sondern auch an weiteren Komponenten feststellen, die für den Betrieb der elektrischen Maschine erforderlich sind.

Beim Erkennen eines Fehlers wird der Betrieb der elektrischen Maschine in ihrer Funktion
25 als Fahrtriebsaggregat zumindest teilweise eingeschränkt, beispielsweise durch irreversibles Ausschalten des Systems, wobei das System durch eine Werkstatt neu initialisiert werden kann, oder durch Abstellen des Fahrzeugs, bzw. des Hybridantriebs, oder durch ein erneutes Startsignal zum Starten des Betriebs des Hybridantriebs. Beispielsweise wird bei einem dauerhaften Fehler, d.h. bei einem wiederholten Auftreten eines Fehlers, oder bei
30 einem über eine bestimmte Zeitdauer bestehenden Fehlers, das Antriebssystem auch nach einem Startsignal deaktiviert.

Ferner kann als Folge der Fehlererkennung die Leistung oder die Laufdauer der elektrischen Maschine beschränkt werden, beispielsweise indem eine Endstufe, die den elektrischen Motor
35 ansteuert, in einem beschränkten Arbeitsintervall mit begrenzten Strömen arbeitet. Eine derartige Reaktion wird beispielsweise für Fehler vorgesehen, bei denen ein eingeschränkter Betrieb der elektrischen Maschine als Fahrtriebsaggregat noch möglich ist, wobei jedoch die Einschränkungen, beispielsweise hinsichtlich der Ausgangsleistung, dazu führen können,

dass die elektrische Maschine aufgrund einer stark verringerten Leistung nicht als Anlasser verwendet werden kann.

5 Als weitere Reaktion auf erkannte Fehler kann die Steuerung zurückgesetzt werden, beispielsweise durch Abschalten der Endstufe und Initialisieren der Steuerung, wobei einige Fehler auch die Entprellung des Fehlers, d.h. die Korrektur des entsprechenden Betriebsparameters vorsehen. Auch derartige Konsequenzen aus der Erkennung von Fehlern können dazu führen, dass die elektrische Maschine nicht die Funktion eines Anlassers übernehmen kann, obwohl ein Betrieb der elektrischen Maschine als Anlasser (d.h. kurzzeitig mit geringer Leistung) nicht zu Schäden oder Gefahrensituationen führen würde.

15 Daher wird erfindungsgemäß beim Erkennen eines Fehlers und der entsprechenden Betriebseinschränkung der elektrischen Maschine zumindest kurzzeitig in ihrer Funktion als Anlasser auf eine andere Weise und unabhängig angesteuert, als bei einem Betrieb der elektrischen Maschine als Fahrtriebsaggregat. Um die Steuerungen zumindest kurzzeitig getrennt voneinander vorzusehen, um somit zumindest temporär für die beiden verschiedenen Funktionen der elektrischen Maschine (Anlasser/Fahrtriebsaggregat) unterschiedliche und unabhängige Fehlerkonsequenzen vorzusehen, wird daher von dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Steuerung die elektrische Maschine als Anlasser auf eine andere Weise betrieben (überwacht), d.h. mit geringeren Einschränkungen, als die elektrische Maschine in Funktion als ein Fahrtriebsaggregat.

25 Vorzugsweise wird aus Sicherheitsgründen eine derartige Trennung nur für einen anfänglichen Zeitrahmen vorgesehen, d.h. für eine Zeitperiode, die zum Starten des Verbrennungsmotors durch die elektrische Maschine geeignet ist. Diese Zeitperiode kann mit dem Auftreten eines Anlasserstartsignals beginnen, wobei das Anlasserstartsignal beispielsweise durch die Betätigung eines Startknopfs durch den Fahrer erzeugt wird. Die Zeitperiode endet vorzugsweise nachdem festgestellt wurde, dass der Verbrennungsmotor läuft, bzw. einen stabilen Zustand erreicht hat, wobei das Ende der Zeitperiode durch entsprechende Betriebsparameter des Verbrennungsmotors erkannt werden kann, die bestimmte Schwellen überschreiten, beispielsweise beim Erreichen einer bestimmten Verbrennungsmotordrehzahl, oder indem eine bestimmte Zeitdauer vorgegeben wird, in der die elektrische Maschine als Anlasser mechanische Leistung an den Verbrennungsmotor überträgt, um diesen zu starten, wobei die vorgegebene Zeitdauer einem Messwert oder Erfahrungswert entspricht, bei dem angenommen werden kann, dass nach dieser Zeit der Verbrennungsmotor einen stabilen Betriebszustand erreicht hat.

Üblicherweise steuert eine übergeordnete Fahrsteuerung den Betrieb des Verbrennungsmotors und der elektrischen Maschine, um gegebenenfalls den Verbrennungsmotor abzustellen, wenn beispielsweise ein bestimmter Batterieladezustand erreicht wurde. In diesem Fall verlässt sich die Fahrsteuerung des Fahrzeugs auf die elektrische Maschine als einziges Fahr-
5 triebssaggregat. Um zu vermeiden, dass ein gewählter oder angewteuerter Fahrmodus, d.h. Fahren nur mit Verbrennungsmotor, nur mit elektrischer Maschine oder Kombination beider Antriebselemente dazu führt, dass die Fahrmodussteuerung den Verbrennungsmotor abschaltet, obwohl aufgrund eines Fehlers die elektrische Maschine nicht als Antrieb betrieben werden kann, wird vorzugsweise auch die übergeordnete Fahrmodussteuerung derart be-
10 trieben, dass bei einem festgestellten Fehler nicht ein Fahrmodus gewählt wird, bei dem die elektrische Maschine als einziges Fahrtriebssaggregat betrieben wird. Dies kann durch entsprechende Kopplung zwischen Steuerung der elektrischen Maschine und der Fahrmodussteuerung vorgesehen werden, oder durch eine Fahrmodussteuerung, die einen Fehlersignale empfängt, bzw. Befehle, welche den Konsequenzen aus entdeckten Fehlern an der elektri-
15 schen Maschine entsprechen, um so die zur Verfügung stehenden Fahrmodi auf ausführbare Fahrmodi einzuschränken, d.h. auf Fahrmodi, in denen die elektrische Maschine nicht als einziges Fahrtriebssaggregat betrieben wird.

Ausführungsformen:

20

Die oben beschriebenen Mechanismen, die zur erfindungsgemäßen zumindest kurzzeitigen Trennung der beiden Funktionen der elektrischen Maschine dienen, können beispielsweise durch eine Doppelfunktions-Einheit vorgesehen werden, wobei die Doppelfunktions-Einheit mit der elektrischen Maschine derart verbunden ist und diese ansteuert, dass bei einem vor-
25 liegenden Startwunsch, während ein Fehler der elektrischen Maschine festgestellt wurde, die elektrische Maschine als Anlasser betrieben wird. Der Betrieb als Anlasser kann durch in einen Speicher vorgespeicherte Betriebswerte vorgesehen werden, die einen typischen Startablauf, beispielsweise mit konstanten Betriebsparametern, vorsehen. Um jedoch zu vermeiden, dass trotz Fehler die elektrische Maschine zusätzlicherweise als Antrieb verwendet wird, sieht die Doppelfunktion-Steuerungseinheit vorzugsweise vor, dass sich die Kon-
30 sequenzen aus dem festgestellten Fehler auf den Betrieb der elektrischen Maschine als Fahrtrieb auswirken, wobei wie oben beschrieben die elektrische Maschine beispielsweise abgestellt werden kann oder hinsichtlich ihrer Betriebsparameter eingeschränkt werden kann.

35

Die elektrische Maschine als Starter bzw. Anlasser muss den Verbrennungsmotor nur für eine kurze Zeit, beispielsweise weniger als 10 Sekunden, weniger als 5 Sekunden, weniger als 3 Sekunden oder weniger als 2 Sekunden mit mechanischer Leistung versorgen, so dass es genügt, die Steuerung der elektrischen Maschine für ihre beiden Funktionen nur kurzzei-

5 tig zu trennen, beispielsweise für die Dauer eines Startvorgangs oder eine Zeitdauer kleiner als 30 Sekunden, kleiner als 10 Sekunden, kleiner als 5 Sekunden, kleiner als 3 Sekunden oder kleiner als 2 Sekunden. Da der erkannte Fehler somit nur kurzzeitig ignoriert wird, bleibt das Gefährdungspotential der fehlerhaften elektrischen Maschine gering, und es wird vermieden, dass Schäden an der elektrischen Maschine durch längeren Betrieb trotz Fehler auftreten.

Das erfindungsgemäße Konzept kann auch dadurch beschrieben werden, dass ein ermittelter Fehler der elektrischen Maschine zwar zum Betrieb als Fahrtriebsaggregat vollständig
10 berücksichtigt wird, wohingegen für die Funktion der elektrischen Maschine als Anlasser ein festgestellter Fehler, zumindest kurzzeitig ignoriert wird, wenn der Start des Verbrennungsmotors gewünscht ist. Die Fehler werden somit unterdrückt bzw. ignoriert, solange sie den Betrieb der elektrischen Maschine als Anlasser betreffen. Dies kann dadurch realisiert werden, dass eine Steuerung eine Logikschaltung umfasst, die zum einen ein Fehlersignal über einen Fehlersignal-Eingang empfängt, und die ein Startsignal über einen Startsignal-Eingang empfangen kann. Die Logikschaltung verknüpft in diesem Fall den Signalverlauf
15 oder den Pegel des Startsignals mit dem Signalverlauf oder mit dem Pegel des Fehlereingangs, um bei einem vorliegenden Startwunsch (der durch ein entsprechendes Startsignal ausgedrückt wird) das Fehlersignal zumindest kurzzeitig zu unterdrücken. In gleicher Weise kann auch eine Logikschaltung vorgesehen sein, die ein Startsignal mit einem Signal verknüpft, das eine Reaktion der Steuerung auf einen festgestellten Fehler, d.h. ein Aussteuersignal, das beispielsweise dem Blockieren der elektrischen Maschine entspricht, zumindest kurzzeitig unterdrückt. Somit können übliche Fehlersignale vorgesehen werden, die jedoch gegebenenfalls erfindungsgemäß durch ein vorliegendes Startsignal zumindest kurzfristig
20 unterdrückt werden, um die elektrische Maschine trotz Fehler zumindest kurzzeitig als Starter bzw. Anlasser des Verbrennungsmotors verwenden zu können.

Das Unterdrücken des Fehlersignals oder eines Steuersignals, das sich als Konsequenz aus dem Fehlersignal ergibt, kann durch ein „Deaktivierungs“-Bit realisiert werden, das von
30 einer übergeordneten Fahrzeugsteuerung empfangen wird, die daraufhin die Überwachung der elektrischen Maschine kurzzeitig deaktiviert, um somit die Beschränkungen, die sich aus dem Fehler ergeben, zumindest kurzzeitig aufzuheben. Eine derartige übergeordnete Fahrzeugsteuerung kann auch beim Vorliegen eines Startsignals geeignete Betriebsparameter für die elektrische Maschine vorsehen, wie sie für einen Startvorgang geeignet sind. Beispielsweise kann die übergeordnete Fahrzeugsteuerung ein geeignetes Moment und eine geeignete Drehzahl als Soll-Vorgabe an die Steuerung der elektrischen Maschine liefern, die daraufhin die Soll-Vorgaben umsetzt. Wird daraufhin ein erfolgreicher Start des Verbrennungsmotors erfasst, oder ist eine Zeitdauer abgelaufen, nach der ein erfolgreicher Start des
35

- Verbrennungsmotors angenommen werden kann, kann die übergeordnete Fahrzeugsteuerung die elektrische Maschine und die Steuerung der elektrischen Maschine wieder in einen Zustand überführen, in dem der Betrieb gemäß dem Fehler eingeschränkt wird oder unterbunden wird. Beispielsweise kann nach einem erfolgreichen Start die übergeordnete Fahrzeugsteuerung das Deaktivierungs-Bit wieder zurücknehmen, um somit die Unterdrückung der Fehlerreaktion durch die Steuerung der elektrischen Maschine wieder aufzuheben.
- Durch die Aufhebung der Unterdrückung einer üblichen Reaktion auf Fehler wird vorzugsweise die elektrische Maschine in einen sicheren Zustand überführt, der einem eingeschränkten Betrieb der elektrischen Maschine oder einem Abschalten der elektrischen Maschine entspricht. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die elektrische Maschine nicht wieder in Betrieb genommen werden kann, um somit Schäden an der elektrischen Maschine zu vermeiden. Vorzugsweise wird das Fehlersignal, bzw. eine Reaktion hierauf, nicht unterbunden, wenn der Verbrennungsmotor läuft, und somit kein Start des Verbrennungsmotors notwendig ist. Nach Ablauf der Zeitdauer, in der die elektrische Maschine als Anlasser betrieben wird, wird daher vorzugsweise die oben beschriebene Trennung der Funktionen der elektrischen Maschine wieder aufgehoben und der Betriebszustand, der üblicherweise beim Auftreten eines Fehlers eingestellt wird, wird herbeigeführt. Um dem Fahrer zu signalisieren, dass trotz erfolgreichem Start die elektrische Maschine einen Fehler aufweist, kann ein Anzeigeelement aktiviert werden, beispielsweise eine LED oder eine entsprechende Darstellung in einem Display, die den Fahrer darauf hinweist, dass die elektrische Maschine einen Fehler hat und eine Werkstatt angefahren werden soll. Anstatt oder in Kombination zu dem Anzeigeelement könnten andere Signale für den Fahrer abgegeben werden, z.B. akustische Signale.
- Wie oben bereits beschrieben, wird vorzugsweise die Fahrmodussteuerung derart eingeschränkt, dass kein Fahrmodus zugelassen wird, in dem die elektrische Maschine als einziger Antrieb verwendet wird, wobei eine derartige Einschränkung, insbesondere während dem Betrieb des Verbrennungsmotors als Antriebsaggregat vorgesehen wird. Mit anderen Worten wird vorzugsweise ein Umschalten des Hybridantriebs auf Nur-Elektroantrieb gesperrt bzw. blockiert, wenn die elektrische Maschine einen Fehler aufweist und der Verbrennungsmotor erfolgreich gestartet wurde.

- Um die elektrische Maschine, welche einen Fehler aufweist, in ihrer Funktion als Anlasser nicht unnötig zu belasten, werden gleichzeitig vorzugsweise Kupplungen geöffnet, die die elektrische Maschine mit weiteren Lasten verbindet, beispielsweise mit einer Lichtmaschine, einem Abtriebsstrang, Kompressoren oder Elementen einer Klimaanlage, die eine mechanische Last darstellen. In gleicher Weise ist der Verbrennungsmotor vorzugsweise während des Startvorgangs von weiteren Lasten getrennt, so dass im Wesentlichen das von der elekt-

rischen Maschine erzeugte Drehmoment zumindest größtenteils, d.h. größer als 50 Prozent, größer 80 Prozent oder größer 90 Prozent zum Verbrennungsmotor übertragen wird, und nicht an andere Lasten geht. Beispielsweise kann vor dem Getriebe eine Wandlerkupplung geöffnet werden, bevor der Startvorgang, d.h. das Anlassen des Verbrennungsmotors beginnt. In gleicher Weise wird der Verbrennungsmotor vorzugsweise während der Startphase 5 derart betrieben, dass dieser einen wesentlichen Teil des von der elektrischen Maschine gelieferten Drehmoments aufnimmt und für die Startprozedur verwendet. Daher werden Wandlerkupplungen, die das von der elektrischen Maschine gelieferten Drehmoment empfangen, vorzugsweise größtenteils geöffnet, so dass diese nur einen geringen Anteil des gesamten erzeugten Drehmoments aufnehmen und weitergeben. Anstatt von vorgegebenen 10 Betriebsparametern während der Startphase kann die Steuerung auch eine Regelung vorsehen, die zum Starten des Verbrennungsmotors geeignet ist, um beispielsweise den Drehmomentübertrag geeignet zu regeln. Ferner wird vorzugsweise die Stellung eines Handschaltgetriebes überprüft, so dass ein Startvorgang nur dann möglich ist, wenn das Handschaltgetriebe geöffnet ist. Das heißt, dass die entsprechende Kupplung geöffnet ist, um zu 15 vermeiden, das Drehmoment, das während des Startvorgangs von der elektrischen Maschine erzeugt wird, zum großen Teil an die Räder des Fahrzeugs, in dem der Hybridantrieb vorgesehen ist, übertragen wird. Eine derartige Überprüfung der Stellung des Handschaltgetriebes wird vorzugsweise im Allgemeinen bei allen Hybridantrieben vorgesehen, deren elektrische 20 Maschine sowohl als Antrieb als auch als Starter arbeitet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Steuerung der elektrischen Maschine über eine Verbindung, beispielsweise über eine Leitung, mit einem Hybrid-Steuergerät verbunden, das den Betrieb des gesamten Hybridantriebs als übergeordnetes 25 Steuerbauteil steuert und überwacht. Über eine derartige Verbindung kann beispielsweise das Hybrid-Steuergerät ein Signal an die Steuerung der elektrischen Maschine übermitteln, das die Steuerung dazu veranlasst, die elektrische Maschine erfindungsgemäß zumindest temporär als Anlasser zu betreiben, obwohl die elektrische Maschine aufgrund eines Fehlers in ihrer Funktion als Antrieb abgestellt ist oder eingeschränkt arbeitet. Ferner kann die Steuerung der elektrischen Maschine über diese Verbindung oder über eine andere Verbindung 30 dem daran angeschlossenen Hybrid-Steuergerät mitteilen, wenn ein Startvorgang erfolgreich abgeschlossen wurde, oder wenn das entsprechende Zeitintervall abgelaufen ist, wodurch das Hybrid-Steuergerät die Unterdrückung der üblichen Fehlerreaktion der Steuerung wieder aufheben kann. Als übliche Fehlerreaktion wird hierbei das teilweise oder vollständige 35 Einschränken des Betriebs der elektrischen Maschine als Fahrtriebsaggregat bezeichnet, welches die Reaktion auf einen festgestellten Fehler darstellt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

5 Es zeigen

Figur 1 ein Schaubild der erfindungsgemäßen Steuerung im Normalbetrieb (a) und in einem Zustand, der bei einem festgestellten Fehler vorliegt (b).

Figur 2 ein Ablaufdiagramm einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

10

Ausführungsformen der Erfindung

In der Figur 1 ist ein Schaltbild einer Steuerung eines Parallelhybridmotors in zwei Zuständen (a) und b) dargestellt. Die Schaubilder der Figur zeigen einen Verbrennungsmotor 10, der über eine Trennkupplung 20 mit einem Elektromotor 30 verbunden ist. Je nach Ansteuerung und Kupplungszustand der Kupplung 20 überträgt der Verbrennungsmotor 10 und/oder der Elektromotor 30 mechanische Rotationsenergie auf den Antrieb (nicht dargestellt), oder der Verbrennungsmotor 10 überträgt zur Gewinnung elektrischer Energie Rotationsenergie auf den Motor 30 (vorzugsweise bei abgekoppeltem Antrieb), oder der Elektromotor 30 überträgt, in umgekehrter Richtung, über die Trennkupplung 20 mechanische Energie an den Verbrennungsmotor 10, um diesen zu starten. Wie bereits erläutert, sieht der Parallelhybridantrieb ebenso vor, mechanische Energie (d. h. kinetische Rotationsenergie) vom Elektromotor 30 an den Verbrennungsmotor 10 zur Unterstützung des Antriebs zu übertragen.

25

Ein Steuergerät 40 ist mit dem Verbrennungsmotor 10 und über ein Elektromotor-Steuergerät 50 mit dem Elektromotor 30 verbunden. Beide Verbindungen dienen dazu, eine Momentenanforderung (beispielsweise in Form eines Signals) an den Verbrennungsmotor 10 und an den Elektromotor 30 (vorzugsweise über eine entsprechende Steuerschaltung) zu übertragen. Das Steuergerät 40 ist zur Steuerung des (gesamten) Hybridantriebs vorgesehen, und umfasst ein Verbrennungsmotor-Steuergerät 42. Zur Steuerung des Elektromotors ist ein Elektromotor-Steuergerät 50 vorgesehen, das extern zum Hybridsteuergerät angeordnet ist. In alternativen, nicht dargestellten Ausführungsformen können die Steuerkomponenten, die den einzelnen Motoren zugeordnet sind (das Verbrennungsmotor-Steuergerät 42 und das Elektromotor-Steuergerät 50) beide innerhalb des gesamten Steuergeräts 40 vorgesehen sein, beide außerhalb des Steuergeräts 40 vorgesehen sein oder nur eines hiervon in dem Gesamtsteuergerät 40 vorgesehen sein, wie es in Figur 1 dargestellt ist. Das Gesamtsteuergerät 40 kann als Doppelfunktions-Steuerungseinheit der erfindungsgemä-

mäßigen Steuerung aufgefasst werden. In der Figur 1(a) stellen die Pfeile die Übertragungsrichtung der Momentenanforderung dar. Ebenso stellen die entsprechenden Pfeile in der Figur 1(b) die entsprechende Übertragung dar, wobei jedoch der untere Pfeil zwischen dem Steuergerät 40 und dem Elektromotorsteuergerät 50 ein erfindungsgemäßes Signal zur Deaktivierungsüberwachung überträgt. Die Übertragungsrichtung entspricht im Allgemeinen der Pfeilrichtung.

Im Normalbetrieb, wie in Figur 1(a) dargestellt ist, überträgt das Steuergerät 40 die Momentenanforderung an den Elektromotor über das Elektromotorsteuergerät 50. Tritt jedoch ein Fehler in dem Elektromotor 30 auf, so wird dies vom Elektromotor-Steuergerät 50 erfasst, wodurch, gemäß dem Stand der Technik, der Elektromotor zunächst vollständig ausgeschaltet würde. Jedoch ermöglicht es das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Steuerung, die aus dem Fehler folgende Sperrung bzw. Blockierung des Elektromotors 30 zumindest kurz temporär aufzuheben, um diesen als Anlasser anzusteuern. Hierzu wird in der Schaltung von Figur 1 ein zusätzliches Deaktivierungsüberwachungssignal S von der Steuerung 40 an die Elektromotorsteuerung 50 übertragen, um die von der Elektromotorsteuerung 50 vorgesehene Sperrung für den Startervorgang aufzuheben. Die von der Elektromotorsteuerung 50 vorgesehene Sperrung wird somit aufgehoben, wie es durch die gestrichelten gekreuzten Linien der Elektromotorsteuerung 50 in Figur 1(b) dargestellt ist. Die Aufhebung der Steuerung, die die Elektromotorsteuerung vorsieht, ist jedoch nur temporär, sodass die gestrichelten gekreuzten Linien nicht für den (gesamten) Antriebsmodus des Elektromotors gelten. Vorzugsweise wird während der Aufhebung der Blockierung, die die Elektromotorsteuerung 50 vorsieht, das von der Steuerung 40 abgegebene Momentenanforderungssignal direkt an den Motor 30 weitergeleitet, obwohl dies gemäß dem Stand der Technik die Elektromotorsteuerung im Fall eines Fehlers vollständig unterbinden würde.

Das Signal S ist somit ein „Override“-Signal, das jedoch nur kurzfristig die Elektromotorsteuerung 50 außer Kraft setzt, um zumindest eine kurze Starterphase des Elektromotors 30 zu ermöglichen. Das Signal S kann über eine eigene Steuerungsleitung übertragen werden, oder kann einen eigenen logischen Kanal beanspruchen, der die Steuerung 40 mit der Elektromotorsteuerung 50 verbindet.

Ferner kann die Steuerung 40, die Elektromotorsteuerung 50 oder beide über eine Ausgabeeinheit (Steuerung 40) oder über eine Eingabeeinheit bzw. Ausgabeeinheit (Elektromotorsteuerung 50) verfügen, die einen dauerhaften Aktivzustand des Aufhebungssignals S (Override-Signal) verhindert, beispielsweise ein RC-Glied, ein monostabiler Flip-Flop oder ein entsprechendes Software-Segment, das in der Steuerung 40 bzw. in der Elektromo-

torsteuerung 50 abläuft. Ferner kann das Signal S ein Deaktivierungsüberwachungssignal, sein, beispielsweise ein Deaktivierungsbit, das der Steuerung 40 die Überwachung der Aufhebung der Blockierung der Elektromotorsteuerung 50 überwacht, wobei hierzu ein Startersignal von der Elektromotorsteuerung 50 zur Steuerung 40 übertragen werden muss (die
5 entsprechende Pfeilrichtung ist nicht dargestellt). Dadurch ist es dem Steuergerät selbst möglich, die Blockierung der Fehlerreaktion der Elektromotorsteuerung 50 nicht nur zu steuern, sondern auch zu überwachen. Eine derartige Überwachung erlaubt die Erfassung des Fehlergrads (kein Betrieb möglich/eingeschränkter Betrieb als Starter möglich), sowie die Unterscheidung von Fehlern des Elektromotors, die einen Startvorgang erlauben, von
10 Fehlern, die den Betrieb des Elektromotors vollständig ausschließen.

Ferner kann die Steuerung 40 mit der Trennkupplung 20 und weiteren Kupplungen verbunden sein, um diese anzusteuern und/oder um deren Kupplungsstatus abzufragen. Die Abfrage des Kupplungsstatus kann dann erforderlich sein, wenn ein Startvorgang mit mechanisch
15 angekoppeltem Abtrieb erkannt und verhindert werden soll. Derartige Verbindungen zwischen Steuerung und Kupplung sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 1 nicht dargestellt.

Der Übergang des in Figur 1(a) dargestellten Zustands in den Zustand, der in der Figur 1(b)
20 dargestellt ist, wird durch ein Fehlersignal beispielsweise durch einen Fehler in der Elektromotorsteuerung hervorgerufen. Da das Steuersignal S erfindungsgemäß für den Startvorgang die Funktion (und damit im Falle des genannten Beispiels auch die Fehlfunktion) der Elektromotorsteuerung 50 aufhebt, wird ein Startvorgang auch bei defekter Elektromotorsteuerung möglich. Der Pfeil A bezeichnet einen solchen Übergang, der durch einen
25 Fehler in der Elektromotorsteuerung hervorgerufen wird. Ferner kann der Pfeil A ein erkannter Fehler im Elektromotor 30 sein, der zwar die Funktion als Antrieb ausschließt, jedoch die Funktion des Elektromotors als Starter zulässt. Ferner kann der Übergang A durch die oben aufgeführten Fehlerarten (beispielsweise Sensorfehler oder Auswertungsfehler oder Sensorsignal-Übertragungsfehler) hervorgerufen werden. Vorzugsweise werden die Fehler,
30 die den Übergang A auslösen, durch die Steuerung 40 oder durch eine übergeordnete Steuerung erfasst, wobei die Komponente, welche den Fehler erfasst, vorzugsweise auch das kurzzeitige Unterbinden der Fehlerreaktion steuert bzw. auslöst, vorzugsweise durch Abgeben eines Signals S oder entsprechender Befehle.

35 Die Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Flussdiagramms nach DIN 66001 bzw. ISO 5807. Das Verfahren startet mit Schritt 110, woraufhin mindestens ein Betriebsparameterwert, beispielsweise eine Temperatur, in Schritt 120 empfangen wird, beispielsweise von einem Sensor. Ferner wird in Schritt

120 eine Betriebsmodusvorgabe empfangen, die die elektrische Maschine betrifft. Die Betriebsmodusvorgabe kann von einer Steuerung und/oder von einem Bediener stammen und gibt an, ob die elektrische Maschine als Starter bzw. Anlasser für den Verbrennungsmotor oder als Fahrtriebsaggregat, d.h. zur Traktion, verwendet werden soll. Bevor die Betriebsmodusvorgabe umgesetzt wird, wird erfindungsgemäß eine Fehlerabfrage durchgeführt, um zu ermitteln, ob der einzustellende Betriebsmodus zulässig ist. Im darauf folgenden Schritt 130 wird zur Ermittlung eines Fehlers der Betriebsparameter mit einem zulässigen Sollwertbereich verglichen. Anstatt des Vergleichs 130 und der Eingabe 120 kann auch eine Fehlereingabe erfolgen (nicht dargestellt), die einen Fehler wiedergibt, der an der elektrischen Maschine oder an einer zugehörigen Motorsteuerung festgestellt wurde (bsp. durch Überwachungseinrichtungen). Wird kein Fehler in Schritt 130 ermittelt, (F, false), wird die elektrische Maschine in Schritt 140 gemäß der Betriebsmodusvorgabe betrieben. Bis zu diesem Schritt ähnelt das erfindungsgemäße Verfahren bekannten Verfahren zur überwachten Steuerung von elektrischen Maschinen.

15

Im folgenden wird anhand des Flussdiagramms der Figur 2 die erfindungsgemäße Unterscheidung gemäß der Schwere eines erfassten Fehlers beschrieben, sowie die daraus folgenden Betriebsschritte. Erfasst somit in Schritt 130 das Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Steuerung einen Fehler (T, true), so wird die elektrische Maschine nicht vollständig blockiert, wie es bei Verfahren gemäß dem Stand der Technik der Falls ist, sondern es werden weitere Unterscheidungen getroffen wie sie im weiteren beschrieben sind. Nach einem eingegebenen oder durch Vergleich ermittelten Fehler (Abzweigung 130, T) wird in Schritt 150 überprüft, ob der Fehler schwerwiegend ist und aus Sicherheitsgründen die elektrische Maschine vollständig blockiert werden soll, oder ob lediglich der Betrieb der elektrischen Maschine als Fahrtriebsaggregat blockiert werden soll. Wird in Schritt 150 ermittelt, dass auch der Betrieb als Starter aufgrund der Schwere des Fehlers blockiert werden soll (F, false, Fehler lässt Betrieb als Starter nicht zu), dann wird in Schritt 160 der Betrieb der elektrischen Maschine vollständig blockiert. Wird hingegen in Schritt 150 ermittelt, dass der Fehler den Betrieb als Starter zulässt (T, true, Fehler lässt Betrieb als Starter zu), dann wird in Schritt 170 abgefragt, ob der einzustellende Betriebsmodus einem Betrieb als Starter entspricht. Falls dies nicht zutreffend ist (F, false, Betriebsmodus = Betrieb als Fahrtriebsaggregat, d.h. Betriebsmodus ist nicht Starter-Betriebsmodus), dann wird die elektrische Maschine in Schritt 180 blockiert. Eine gegebenenfalls in 160 eingeleitete Blockierung bleibt somit aufrecht. Schritt 160 ist somit äquivalent zu Schritt 180. Falls in Schritt 170 hingegen ermittelt wird, dass der einzustellende Betriebsmodus einem Betrieb als Starter entspricht (T, true), wird die elektrische Maschine in Schritt 190 als Starter betrieben. Vorzugsweise wird ferner in Schritt 190 der Betrieb der elektrischen Maschine als Fahrtriebsaggregat

blockiert. Eine derartige Blockade kann auch in Schritt 160 vorgesehen werden. In diesem Fall wird die Blockade in Schritt 190 aufrecht erhalten.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird trotz erfasstem Fehler ein zeitlich begrenzter Betrieb als Starter zugelassen, wenn die Fehlerart dies zulässt (d.h. eine geringe Schwere des erfassten Fehlers). Die Implementierung des zeitlich begrenzten Betriebs ist in Fig. 2 mit gestrichelten Linien dargestellt. Wird daher in Schritt 130 erfasst, dass ein Fehler vorliegt, wird ab Erfassen des Fehlers eine vorbestimmte Zeitdauer ΔT vorgesehen, vgl. Schritt 200, vorzugsweise mittels eines Timers. Wird dann in Schritt 170 ermittelt, dass der Betrieb des elektrischen Maschine als Starter durchgeführt werden soll, wird vor Einleiten des Schritts 190 (Betrieb als Starter) abgefragt, ob die vorbestimmte Zeitdauer noch läuft. Die Abfrage ist in Figur 2 aus Gründen der Klarheit nicht dargestellt. Falls Schritt 170 T (true) ergibt und die Zeitdauer ΔT noch nicht abgelaufen ist, dann wird Schritt 190 ausgeführt. Falls Zeitdauer ΔT abgelaufen ist, wird die elektrische Maschine auch für den Startmodus blockiert (nicht dargestellt), selbst wenn Schritt 170 „true“ ergibt. Schritt 200 stellt somit eine weitere Vorbedingung für Schritt 190 dar.

Die Figur 2 weicht insofern aus Gründen der Klarheit von der Normdarstellung ab, als dass die Verzweigung nicht dargestellt ist, die von der Vorbedingung von Schritt 200 vorgesehen wird. Die Abfrage bzw. Verzweigung, die sich aus der vorbestimmten Zeitdauer ΔT bzw. aus Schritt 200 ergibt, sowie die daraus folgende Blockierung, ist in Fig. 2 nicht dargestellt. Ebenso ist eine erfindungsgemäße Rückführung von den Blockierungen 160, 180 oder von Schritt 190 zum Start 110, zu Schritt 120 oder zu den Abfragen 130, 150 oder 170 nicht dargestellt, die zu einer automatischen Aufhebung der Blockierung führen würde, wenn sich ein anderer Fehlerzustand (kein Fehler / Fehler mit geringer Schwere, der Betrieb als Starter zulässt) ergibt. Grundsätzlich können die Abfrageschritte in Fig. 2 auch zusammengefasst und/oder vertauscht werden, soweit gegeben ist, dass sich die gleichen logischen Verknüpfungen ergeben, wie sie durch die Abfragen definiert sind.

Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer elektrischen Maschine (30) eines Hybridantriebs, wobei die elektrische Maschine (30) sowohl als Anlasser eines Verbrennungsmotors (10) des Hybridantriebs als auch als ein Fahrtriebsaggregat des Hybridantriebs betrieben wird, wobei das Verfahren umfasst:
5 Ermitteln (120) zumindest eines Betriebsparameterwerts, der einen Betriebsparameter der elektrischen Maschine (30) wiedergibt;
Feststellen eines Fehlers (130), wenn zumindest einer der zumindest einen Betriebsparameterwerte nicht einem Betriebsparameter-Normzustand entspricht;
10 zumindest teilweises Einschränken (190) des Betriebs der elektrischen Maschine (30) als Fahrtriebsaggregat, wenn ein festgestellter Fehler vorliegt; und
zumindest temporäres Betreiben (190) der elektrischen Maschine (30) als Anlasser und unabhängig von dem Betreiben der elektrischen Maschine (30) als Fahrtriebsaggregat, wenn ein festgestellter Fehler vorliegt.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das zumindest temporäre Betreiben der elektrischen Maschine als Anlasser umfasst:
20 Betreiben der elektrischen Maschine (30) gemäß vorgegebenen Anlasser-Betriebsparametern oder gemäß einer vorgegebenen Anlasser-Betriebsverlaufvorgabe während einer Zeitperiode, die mit dem Vorliegen eines Anlasserstartsignals beginnt und nach einer vorbestimmten Zeitdauer (ΔT) oder mit dem Ende einer Startphase des Verbrennungsmotors endet; und/oder
temporäres Freigeben eines Startsignaleingangs, temporäres Aufheben einer Sperrung der elektrischen Maschine (30) oder temporäres Deaktivieren einer Überwachungs- oder Steuerungsfunktion der elektrischen Maschine (30) nach dem Feststellen des Fehlers für eine vorbestimmte Zeitdauer (ΔT) oder bis die Startphase des Verbrennungsmotors beendet ist.
25
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Fehler einer Fehlfunktion eines Sensors der elektrischen Maschine (30), einer Fehlfunktion einer Steuerung (50) der elektrischen Maschine (30) oder einer Fehlfunktion der elektrischen Maschine (30) selbst entspricht.
- 35 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zumindest einen Betriebsparameterwerte eine oder mehrere der folgenden Größen umfassen:
ein Sensor-Ausgangssignalwert, der von einem Sensor der elektrischen Maschine (30) vorgesehen wird;

ein Steuerungs-Ausgangssignalwert, ein Steuerungs-Eingangssignalwert, ein Steuerungs-Zwischenergebnis, ein Steuerungs-Selbsttestergebnis, ein Tastverhältnis des Phasenwicklungsstroms, ein Fehler-Drehmoment vorgesehen als Differenz zwischen einem Soll-Drehmoment und einem Ist-Drehmoment, ein Soll-Drehmoment oder ein Ist-Drehmoment, die jeweils von einer Steuerung (50) der elektrischen Maschine vorgesehen werden,
eine Temperatur, ein Drehmoment, eine Drehzahl, ein Erregerstrom, eine Phasenwicklungsspannung, ein Phasenwicklungsstrom, eine Phasenlage eines Wicklungsstroms oder ein Wicklungs-Innenwiderstand der elektrischen Maschine (30).

10

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einem Schritt des Überwachens der elektrischen Maschine (30), wobei das Überwachen das Feststellen eines Fehlers (130, 150) umfasst, wobei das Überwachen mindestens eine der folgenden Überwachungsebenen (a) - (c) umfasst:

15

(a) Überwachen und Koordinieren von Drehmomenten der elektrischen Maschine (30) und Drehmomenten eines damit verbundenen Fahrzeugabtriebs, Berechnen von Soll-Drehmoment und Ist-Drehmoment der elektrischen Maschine (30) und Verifizieren der Plausibilität von Sensorsignalen eines Sensors der elektrischen Maschine;

20

(b) Überwachen mindestens einer der Funktionen der Überwachungsebene (a), Überwachen der Berechnungen der Überwachungsebene (a), Überwachen der in der Überwachungsebene (a) verifizierten Sensorsignale und Erfassen von Sensorfehlern; und

25

(c) Überwachen der Funktionsfähigkeit derjenigen Vorrichtungen, die die von den Überwachungsebenen (a) und (b) vorgesehenen Funktionen, Berechnungen, Überwachungen, Erfassungen und Verifikationen vorsehen.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das zumindest teilweise Einschränken des Betriebs der elektrischen Maschine (30) umfasst:

30

- Rücksetzen einer Steuerung (40, 50), die den Betrieb der elektrischen Maschine (30) steuert, umfassend: Setzen einiger oder aller Zustandsparameter der Steuerung (40, 50) auf einen Anfangswert, Abschalten einer Endstufe, die die elektrische Maschine (30) ansteuert, Einschränken der Maximalleistung der Endstufe auf einen Grundbetrieb-Leistungswert durch Einschränken eines Ansteuersignals der Endstufe oder eine Kombination hiervon;

35

- Einführen einer Beschränkung des Betriebs der Endstufe hinsichtlich einer Ansteuerdauer, einer gemittelten Ausgangsleistung, einer Spitzen-Ausgangsleistung der Endstufe oder einer Kombination hiervon durch Versetzen der elektrischen Maschine (30) auf einen Ersatzbetriebzustand; oder

- 5 - Abschalten und Sperren (160, 180) der elektrischen Maschine (30), einem Steuerungselement (50) der elektrischen Maschine, der Endstufe der elektrischen Maschine oder eines Antriebssystems, das die elektrische Maschine (30) umfasst, wobei die Sperrung durch das Anlasserstartsignal oder durch ein werkstattseitiges Rücksetzen aufhebbar ist.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei, wenn ein festgestellter Fehler vorliegt, eine Fahrmodussteuerung des Hybridantriebs auf alle Betriebsmodi beschränkt wird, in denen die elektrische Maschine nicht als einziges Fahrtriebsaggregat
10 betrieben wird.
8. Steuerung mit einem Stellsignal-Ausgang, der zum Anschluss und zur Steuerung einer elektrischen Maschine (30) eines Hybridantriebs vorgesehen ist, und mit einem Betriebsparameter-Eingang, der mit der elektrischen Maschine zum Empfang von zumindest einem Betriebsparameter der elektrischen Maschine verbunden ist, wobei
15 die Steuerung eingerichtet ist, die elektrische Maschine (30) sowohl in der Funktion eines Anlasser eines Verbrennungsmotors (10) des Hybridantriebs als auch in der Funktion eines Fahrtriebsaggregats des Hybridantriebs zu betreiben, und die Steuerung ferner eingerichtet ist, einen Fehler in der elektrischen Maschine (30)
20 durch Bewerten (150) des mindestens einen Betriebsparameters, einen Fehler an mindestens einem an der elektrischen Maschine (30) verbundenen Sensor durch Bewerten (150) von Signalen an dem Betriebsparameter-Eingang, einen Fehler von zumindest einer Steuerungskomponente der Steuerung durch Überwachen der zumindest einen Steuerungskomponente, oder eine Kombination dieser Fehler zu erkennen; wobei
25 die Steuerung eine damit verbundene Doppelfunktion-Steuerungseinheit (40) umfasst, die die Steuerung der elektrischen Maschine (30) als Fahrtriebsaggregat sowie die Steuerung der elektrischen Maschine (30) als Anlasser eines Verbrennungsmotors (10) des Hybridantriebs vorsieht, und die eingerichtet ist, im Falle eines Fehlers die elektrische Maschine (30) zum Betrieb als Anlasser anzusteuern (190), und, unabhängig vom
30 Betrieb als Anlasser, im Falle eines Fehlers den Betrieb der elektrischen Maschine (30) als Fahrtriebsaggregat zumindest teilweise einzuschränken.
9. Steuerung nach Anspruch 8, wobei die Doppelfunktion-Steuerungseinheit (40) eine damit verbundene Logikschaltung umfasst, die einen Fehlersignal-Eingang aufweist,
35 dessen Pegel das Vorliegen des Fehlers wiedergibt, und die einen Startsignaleingang umfasst, wobei die Logikschaltung ferner einen Startwunsch-Eingang aufweist, dessen Pegel den Fahrerwunsch zum Starten des Hybridantriebs oder des Verbrennungsmotors (10) des Hybridantriebs wiedergibt, wobei die Logikschaltung beide Pegel logisch ver-

knüpft und bei Vorliegen des Fehlers ohne gleichzeitigen Startwunsch die Doppelfunktion-Steuerungseinheit zum teilweisen oder vollständigen Einschränken des Betriebs der elektrischen Maschine (30) als Fahrtriebsaggregat veranlasst, und bei Vorliegen des Fehlers mit gleichzeitigem Startwunsch die Doppelfunktion-Steuerungseinheit (40) zum Betrieb der elektrischen Maschine (30) als Anlasser veranlasst.

5

10. Steuerung nach Anspruch 8 oder 9, die ferner eine Zeitverzögerungsschaltung (ΔT) aufweist, die eingerichtet ist, ein Fehlersignal, dessen Pegel den Fehler wiedergibt, an einem Verzögerungseingang der Zeitverzögerungsschaltung für eine Zeitdauer zurückzuhalten und erst nach Ablauf der Zeitdauer an zumindest eine Komponente der Steuerung über einen verzögerten Ausgang der Zeitverzögerungsschaltung (ΔT) weiterzugeben, die im Falle eines Fehlers den Betrieb der elektrischen Maschine (30) als Anlasser einschränkt, wobei zumindest eine Komponente der Steuerung, die im Falle eines Fehlers den Betrieb der elektrischen Maschine (30) als Fahrtriebsaggregat zumindest teilweise einschränkt, ein Signal empfängt, das dem Signal am Verzögerungseingang entspricht, und die Zeitdauer mindestens der Dauer einer Anlassphase des Verbrennungsmotors entspricht.

10

15

20

25

30

11. Doppelfunktion-Steuerungseinheit (40), die einen Steuerausgang für eine elektrische Maschine (30) umfasst, die als Fahrtriebsaggregat eines Hybridantriebs und als Anlasser eines Verbrennungsmotors (10) des Hybridantriebs vorgesehen ist, wobei die Doppelfunktion-Steuerungseinheit ferner einen Fehlereingang umfasst, dessen Pegel einen Fehler in einer Steuerung der elektrischen Maschine (30), in einem Sensor der elektrischen Maschine (30) oder in der elektrischen Maschine (30) selbst wiedergibt; die Doppelfunktion-Steuerungseinheit (40) eingerichtet ist, ein Startwunschsignal zum Starten des Verbrennungsmotors bei Vorliegen eines Signals am Fehlereingang, das einen Fehler wiedergibt, erst nach Ablauf einer Zeitdauer an den Steuerausgang weiterzugeben; und die Doppelfunktion-Steuerungseinheit (40) eine Verzögerungsschaltung mit der Zeitdauer umfasst, die mindestens der Dauer einer Anlassphase des Verbrennungsmotors (10) entspricht, oder wobei die Doppelfunktion-Steuerungseinheit einen Verbrennungsmotor-Zustandseingang mit einem Zustandswert umfasst, wobei die Zeitdauer dann endet, wenn der Zustandswert das Ende der Anlassphase wiedergibt.

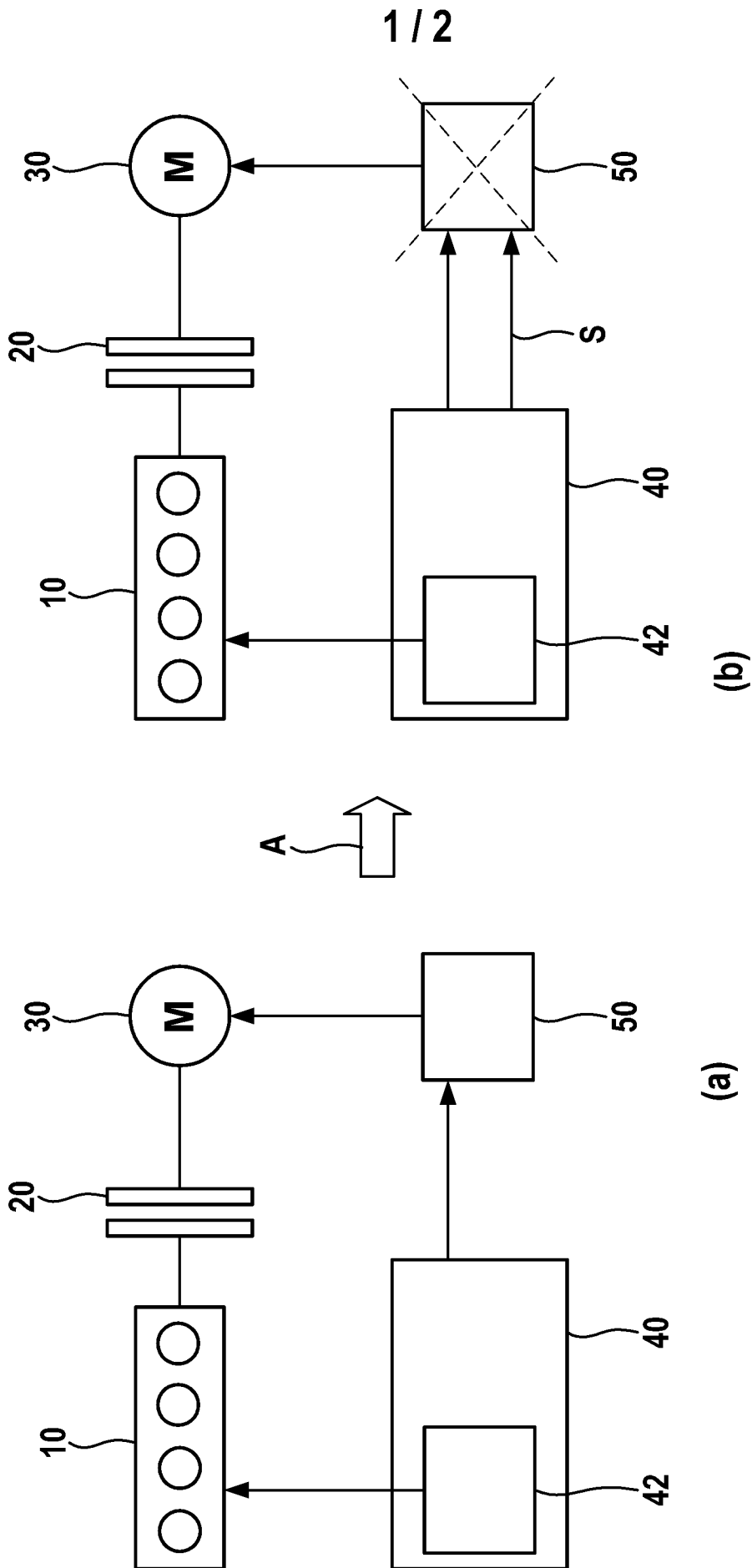


Fig. 1

2 / 2

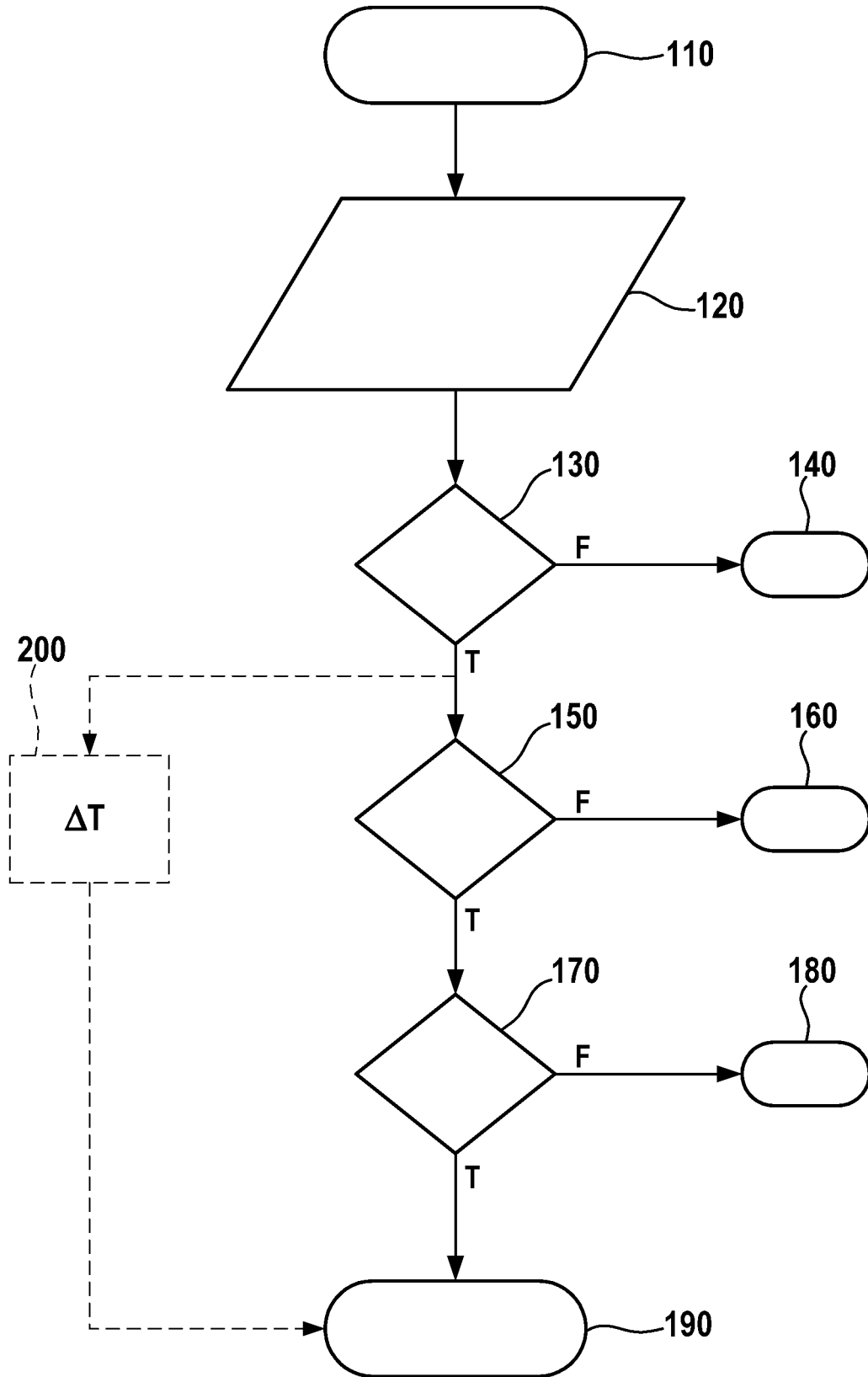


Fig. 2