



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 118 935.7**
 (22) Anmeldetag: **22.07.2021**
 (43) Offenlegungstag: **26.01.2023**

(51) Int Cl.: **B60W 20/16** (2016.01)
B60W 20/13 (2016.01)
F01N 9/00 (2006.01)
F01N 11/00 (2006.01)
B60W 10/06 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/26 (2006.01)

(71) Anmelder:
Vitesco Technologies GmbH, 93055 Regensburg, DE

(72) Erfinder:
Senft, Peter, 81737 München, DE; Avolio, Giovanni, 81737 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	44 34 673	A1
DE	199 43 846	A1
DE	10 2015 224 003	A1
DE	10 2017 126 091	A1
DE	10 2017 219 172	A1
DE	60 2005 005 431	T2

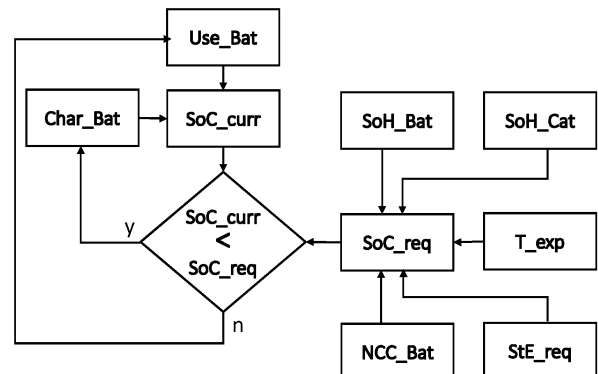
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Batteriemanagement-Verfahren und Batteriemangement-System für eine Bordnetz-Batterie eines Hybrid-Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System für das Batteriemangement einer Bordnetz-Batterie (40) eines Hybrid-Kraftfahrzeugs (10), mit einem Verbrennungsmotor (20) und zumindest einer elektrischen Maschine (30), sowie einer Abgasnachbehandlungseinrichtung (21) mit zumindest einem elektrisch beheizbaren Katalysator (22), wobei die elektrische Maschine (30) in einem Generatorbetrieb zum Laden der Bordnetz-Batterie (40) betreibbar ist.

Das aktuelle Ladungsniveau (SOC_curr) der Bordnetz-Batterie (40) wird fortlaufend überwacht und mittels der elektrischen Maschine (30) auf einem erforderlichen Ladungsniveau (SOC_req) derart gehalten, dass ein aus der Bordnetz-Batterie (40) gespeistes elektrisches Aufheizen des Katalysators (22) auf eine Aktivierungstemperatur bei einem folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors (20) sicher gewährleistet ist. Dabei wird das erforderliche Ladungsniveau (SOC_req) der Bordnetz-Batterie (40) fortlaufend im Betrieb, in Abhängigkeit von dem Alterungszustand (SOH_Kat, SOH_Bat) des Katalysators (22) und Bordnetz-Batterie (40) sowie der bei dem folgenden Kaltstart zu erwartenden Umgebungstemperatur (T_exp) bestimmt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Batteriemanagement-Verfahren und eine Batteriemanagement-Vorrichtung für das Batteriemanagement einer Bordnetz-Batterie eines Hybrid-Kraftfahrzeugs mit einem Verbrennungsmotor mit elektrisch beheizbarem Katalysator und zumindest einem elektromotorischen Zusatzantrieb.

[0002] Immer strengere gesetzliche Vorschriften machen es bei Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor erforderlich, die Rohemissionen an Abgasen insgesamt und insbesondere der umweltschädlichen Komponenten des Abgases, verursacht durch die Verbrennung des Luft-/Kraftstoff-Gemisches in den Zylindern, so weit wie möglich zu reduzieren. Dazu wird der Verbrennungsmotor zum einen immer häufiger mit einer elektrischen Maschine zu einem Hybridantrieb kombiniert, wobei die elektrische Maschine in bestimmten Betriebssituationen, aus einer Bordnetz-Batterie gespeist, Antriebsleistung zusteuert wodurch vom Verbrennungsmotor weniger Leistung abgerufen und weniger Abgas produziert wird. Darüber hinaus kann die elektrische Maschine auch vom Verbrennungsmotor geschleppt oder in einem Rekuperationsbetrieb als Generator betrieben werden und die Bordnetz-Batterie wieder aufladen.

[0003] Zum anderen ist es Stand der Technik den Verbrennungsmotor mit einer Abgasnachbehandlungsanlage auszustatten, in der die umweltschädlichen Anteile des Abgases reduziert bzw. in unschädliche Bestandteile umgewandelt werden. Hierzu stehen unterschiedliche Ausführungen von Katalysatoreinheiten und Filtervorrichtungen bereit. In den Abgaskatalysatoren, findet dazu eine chemische Umwandlung von Verbrennungsschadstoffen durch Oxidation bzw. Reduktion des jeweiligen Schadstoffes statt. Dazu weisen die Abgaskatalysatoren aktive Katalysebereiche auf, in denen die chemische Umwandlung mittels katalytischer Reaktion stattfindet.

[0004] Diese Anlagen bzw. Komponenten und zugehörige Verfahren und Prozesse sind dem Fachmann hinlänglich bekannt. Bekannt ist auch, dass der Wirkungsgrad der genannten Katalysatoren zum Teil in starkem Maße von der Betriebstemperatur abhängig ist. Die erforderliche Betriebstemperatur liegt zumeist in einem kraftstoff- und beschichtungsabhängigen Bereich beginnend bei circa 300 °C bis circa 600 °C. Meist ist eine Mindesttemperatur, die sogenannte Anspringtemperatur oder Light-Off-Temperatur erforderlich, um den Umwandlungsprozess in Gang zu setzen. Dies kann zu inakzeptablen zumindest jedoch ungewollten, erhöhten Schadstoff-Emissionen insbesondere im Betriebszeitraum unmittelbar nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors führen. Dies wirkt sich negativ auf den realen

Gesamt-Schadstoffausstoß des Verbrennungsmotors unter realen Fahrbedingungen, den sogenannten „Real Driving Emissions“, die als Maßstab für den Schadstoffausstoß dienen, aus. Ein möglichst schnelles Aufheizen eines möglichst großen Katalysatorvolumens, zumindest bis zur Light-Off-Temperatur, ist deshalb anzustreben.

[0005] Es ist also notwendig, den Abgaskatalysator möglichst schnell auf die gewünschte Betriebstemperatur aufzuheizen. Hierzu können einerseits verbrennungstechnische Maßnahmen durchgeführt werden, das heißt Maßnahmen, bei denen der Verbrennungsmotor derart betrieben wird, sodass die Abwärme im Abgas selbst zum schnellen Aufheizen des Abgaskatalysators genutzt werden kann. Dies führt jedoch in der Regel zu einem höheren Kraftstoffverbrauch und kann den Zeitraum nach einem Kaltstart des Verbrennungsmotors, in dem der Katalysator noch nicht arbeitet und erhöhte Schadstoffmengen emittiert werden, lediglich verkürzen, nicht aber beseitigen.

[0006] Alternativ oder ergänzend dazu ist es auch bereits bekannt, elektrisch beheizbare Abgaskatalysatoren (EHC = Electrical Heated Catalyst oder E-KAT) einzusetzen. Derartige Abgaskatalysatoren weisen eine eigene elektrische Heizeinrichtung auf, die beispielsweise aus dem elektrischen Bordnetz eines mit dem Verbrennungsmotor ausgestatteten Kraftfahrzeugs, also aus der Bordnetz-Batterie gespeist wird und welche den Abgaskatalysator auf die gewünschte Betriebstemperatur aufheizen kann. Ein Vorteil eines elektrisch beheizbaren Abgaskatalysators besteht darin, dass der Abgaskatalysator in einer sogenannten Katalysator-Kaltphase auch ohne Betrieb des Verbrennungsmotors, also beispielsweise bereits vor dem Start des Verbrennungsmotors, auf Betriebstemperatur gebracht werden kann. Damit werden die Schadstoffe bereits ab dem Startzeitpunkt des Verbrennungsmotors konvertiert.

[0007] Bei einem elektrisch beheizbaren Abgaskatalysator, ist die elektrische Heizeinrichtung beispielsweise in Form von einer oder mehreren elektrischen, vom Gas/Abgas durchströmbaren Heizscheiben realisiert, die elektrische Leistung in Heizleitung umsetzen und die in unmittelbarer Nähe zu einem selbst unbeheizten Katalysatorsubstrat angeordnet sind.

[0008] Da eine elektrische Heizscheibe ein vergleichsweise geringes Volumen aufweist und die innere Oberfläche der Heizscheibe selbst auch eine katalytische Beschichtung aufweist, wird diese katalytische Oberfläche unmittelbar, das heißt vor Ort und sehr schnell aufgeheizt.

[0009] Der Aufbau solcher elektrisch beheizbaren Abgaskatalysatoren ist beispielsweise in den Druck-

schriften DE 199 43 846 A1 und DE 44 34 673 A1 beschrieben.

[0010] Um die Funktionssicherheit, sprich das rechtzeitige und ausreichende Aufheizen des Katalysators in jeder Betriebssituation zu gewährleisten, ist es eine Voraussetzung, dass der Ladezustand des elektrischen Energiespeichers, aus dem die Katalysatorheizung gespeist wird, z. B. eine Bordnetz-Batterie eines Hybridfahrzeugs, zu jedem Zeitpunkt und insbesondere bei einem Neustart des Verbrennungsmotors aus einem teilweisen oder komplett abgekühlten Zustand, ausreichend ist, um den Katalysator schnell zumindest bis zur Anspringtemperatur aufzuheizen.

[0011] Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein Batteriemangement-Verfahren und ein Batteriemangement-System für eine Bordnetz-Batterie eines Hybrid- Kraftfahrzeug zur Verfügung zu stellen, das die Betriebssicherheit eines elektrisch beheizbaren Katalysators der Abgasnachbehandlungseinrichtung insbesondere beim oder unmittelbar vor dem Start des Verbrennungsmotors gewährleistet, so dass dieser besonders schnell effizient betrieben werden kann und ein verbessertes Konvertierungsverhalten insbesondere in der Startphase des Verbrennungsmotors aufweist.

[0012] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des unabhängigen, auf ein Batteriemangement-Verfahren gerichteten Verfahrensanspruchs sowie des unabhängigen, auf ein Batteriemangement-System gerichteten Vorrichtungsanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

[0013] Durch das erfindungsgemäße Batteriemangement-Verfahren sowie das erfindungsgemäße Batteriemangement-System ergibt sich eine hohe Betriebssicherheit der Abgasreinigungsanlage insbesondere bei jedem Neustart des Verbrennungsmotors. In vorteilhafter Weise wird sichergestellt, dass der Ladezustand der Bordnetz-Batterie, die die elektrische Heizung des Katalysators speist, beim Abstellen des Verbrennungsmotors ausreichend ist, um den Katalysator, auch nach völliger Abkühlung und den zu erwartenden Umgebungsbedingungen, bei Neustart des Verbrennungsmotors schnell zumindest auf die Anspringtemperatur aufzuheizen.

[0014] Auf diese Weise wird immer ausreichend elektrische Energie zur Verfügung gestellt, um den elektrisch beheizten Katalysator (EHC) bereits vor dem Start der Verbrennungskraftmaschine soweit aufzuheizen, dass bereits beim Start der Verbrennungskraftmaschine eine hohe Umwandlungsrate der Schadstoffe sichergestellt ist.

[0015] Das erfindungsgemäße Batteriemangement-Verfahren kommt zur Anwendung für eine Bordnetz-Batterie eines Hybrid- Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und zumindest einer elektrischen Maschine, wobei der Verbrennungsmotor eine Abgasnachbehandlungseinrichtung mit zumindest einem elektrisch beheizbaren Katalysator zumindest eine elektrische Maschine, die in einem Generatorbetrieb zum Laden der Bordnetz-Batterie betreibbar ist, aufweist. Dabei wird der Batterie-Ladezustand fortlaufend überwacht und mittels der elektrischen Maschine auf einem erforderlichen Ladungsniveau gehalten, das ein aus der Bordnetz-Batterie gespeistes elektrisches Aufheizen des Katalysators auf eine Aktivierungstemperatur bei einem folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors sicher gewährleistet. Dabei wird das erforderliche Ladungsniveau der Bordnetz-Batterie fortlaufend im Betrieb bestimmt in Abhängigkeit von dem Alterungszustand sowohl des Katalysators als auch der Bordnetz-Batterie und den bei dem folgenden Kaltstart zu erwartenden Temperaturen von Bordnetz-Batterie und Katalysator.

[0016] Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass die Leistungsaufnahme des elektrisch beheizbaren Katalysators als auch die Leistungskenngrößen der Bordnetz-Batterie sich über deren Lebensdauer verändern und von weiteren Betriebsbedingungen, insbesondere der Temperatur, abhängig sind. Dies ist bei der Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus zu berücksichtigen.

[0017] Unter dem Begriff Bordnetz-Batterie ist allgemein ein elektrischer, wiederaufladbarer Energiespeicher, beispielsweise ein Akkumulator, zu verstehen, der mit einem elektrischen Bordnetz oder zumindest einem Teil eines elektrischen Bordnetzes des Hybridfahrzeugs verbunden ist und über dieses Bordnetz Energie zum Heizen des elektrisch beheizbaren Katalysators liefert.

[0018] In einer Ausführung der Erfindung wird zur Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus der Bordnetz-Batterie als weiterer Bestimmungsfaktor die nominale Ladungskapazität der Bordnetz-Batterie herangezogen. Dabei wird unter der nominalen Ladungskapazität, die vom Hersteller angegebene maximal speicherbare Energiemenge bei voll aufgeladener Batterie im Neuzustand verstanden. Die alterungsbedingte Änderung der maximalen Ladungskapazität wird dann in Verbindung mit dem aktuellen Alterungszustand berücksichtigt.

[0019] Als weiterer Bestimmungsfaktor zur Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus der Bordnetz-Batterie, kann die für den folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors voraussichtlich erforderliche elektrische Startenergie berücksichtigt bzw. herangezogen werden. Dadurch kann, beispielsweise bei

einer Aufheizung des Katalysators vor dem Start des Verbrennungsmotors, sichergestellt werden, dass nach dem Aufheizen des Katalysators, die Bordnetz-batterie noch ausreichend Energie aufweist, um den Verbrennungsmotor mittels der elektrischen Maschine zu starten.

[0020] Selbstverständliche können auch die nominale Ladungskapazität und die erforderliche elektrische Startenergie in Kombination zusätzlich zur Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus der Bordnetz-batterie herangezogen werden, wodurch die Funktionssicherheit des Batteriemanagement-Verfahrens vorteilhaft weiter gesteigert wird.

[0021] Eine weitere Ausführung des Batteriemanagement-Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine neben dem Generatorbetrieb auch in einem Rekuperationsbetrieb zur Rückgewinnung von kinetischer Energie des Hybrid-Kraftfahrzeugs oder in einem Antriebsbetrieb zum Starten des Verbrennungsmotors oder zum unterstützenden oder alleinigen Antrieb des Hybrid-Kraftfahrzeugs betreibbar ist. Dabei schließen sich diese Betriebsvarianten nicht aus. Die genannten Betriebsarten können zwar nicht gleichzeitig, jedoch im Wechsel, je nach Bedarf der Betriebs- bzw. der Fahrbedingungen des Hybridfahrzeugs zur Anwendung kommen. So kann im Falle des Absinkens des Ladezustandes unter das erforderliche Ladungsniveau die elektrische Maschine im Generatorbetrieb, angetrieben durch den Verbrennungsmotor betrieben werden, um die Bordnetz-batterie aufzuladen. Ebenfalls können Schub- oder Bremsphasen beim Betrieb des Hybridfahrzeugs genutzt werden, um im Rekuperationsbetrieb elektrische Energie in die Bordnetz-batterie zu speisen. Des Weiteren kann die elektrische Maschine, nach Art eines sogenannten Starter-Generators auch aus der Bordnetz-batterie gespeist werden, um im Antriebsbetrieb den Verbrennungsmotor zu starten. Darüber hinaus kann die elektrische Maschine auch, aus der Bordnetz-batterie gespeist, zum Beispiel in Beschleunigungsphasen des Hybridfahrzeugs zusätzliches Drehmoment liefern oder beispielsweise im Innenstadtbereich als alleiniger, lokal emissionsfreier Antrieb genutzt werden.

[0022] In einer Fortbildung des erfindungsgemäßen Batteriemanagement-Verfahrens kann der Alterungszustand des Katalysators fortlaufend oder in Intervallen im Betrieb bestimmt werden. Dies kann beispielsweise auf Basis der geleisteten Betriebsstunden des Verbrennungsmotors erfolgen, beispielsweise anhand eines Betriebsstundenzählers. Alternativ oder ergänzend kann jedoch auch eine mittlere Konvertierungsrate im Betrieb ermittelt und zum Bestimmen des Alterungszustandes des Katalysators herangezogen werden. Eine weitere Möglich-

keit, die alternativ oder ergänzend zu den vorgenannten Möglichkeiten zur Bestimmung des Alterungszustands des Katalysators in Betracht gezogen werden kann ist die Ermittlung einer mittleren Aufheizdauer des Katalysators bei Kaltstart bis zur Aktivierungstemperatur und die Ableitung des Alterungszustands daraus.

Dies ermöglicht eine zuverlässige Bestimmung des Alterungszustandes des Katalysators aktuell im laufenden Betrieb und somit eine zuverlässige Ermittlung des erforderlichen Ladungsniveaus der Bordnetz-batterie.

[0023] Analog zur Ermittlung des Alterungszustands des Katalysators kann in einer weiteren Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens der Alterungszustand der Bordnetz-Batterie fortlaufend oder in Intervallen im Betrieb bestimmt werden. Dies erfolgt beispielsweise unter Heranziehung von Messwerten für Batteriestrom und/oder Batteriespannung beim Laden und/oder Entladen und einer bei Erfassung der Messwerte vorliegenden Temperatur der Bordnetz-Batterie. Jedoch kann auch wahlweise oder ergänzend dazu ein numerisches Alterungsmodell der Bordnetz-Batterie herangezogen werden, dass beispielsweise in einer elektronischen Steuerungseinheit installiert ist und auf Basis spezifischer Betriebsdaten der Bordnetz-batterie eine Berechnung des Alterungszustand der Bordnetz-batterie im Betrieb ermöglicht. Auf diese Weise kann der Alterungszustand der Bordnetz-batterie sehr zuverlässig bestimmt und auf dieser Basis das erforderliche Ladungsniveau mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Ausführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die bei Kaltstart des Verbrennungsmotors zu erwartende Temperatur von Bordnetz-Batterie und Katalysator, in deren Abhängigkeit das erforderliche Ladungsniveau der Bordnetz-batterie bestimmt wird, auf Basis von Temperaturwerten der Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt des vorausgehenden Abschaltens des Verbrennungsmotors erfolgt. Dabei wird davon ausgegangen, dass klimabedingt, in der Regel keine sehr großen Temperaturschwankungen in der Umgebung zu erwarten sind über einen mittleren Zeitraum zwischen dem Abstellen des Verbrennungsmotors und dessen Wiederstart. Um die Sicherheit des Verfahrens trotz dieser einfachen Abschätzung der zu erwartenden Temperaturen zu erhöhen kann jeweils eine um einen vorbestimmten Betrag, beispielsweise um 5°C oder 10°C reduzierte Temperatur für die Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus der Bordnetz-batterie angenommen werden.

[0025] Alternativ dazu kann die bei Kaltstart des Verbrennungsmotors zu erwartenden Temperatur von Bordnetz-Batterie und Katalysator auf Basis eines

Temperaturwertverlaufs der Umgebungstemperatur über einen Zeitraum vor dem vorausgehenden Abschalten des Verbrennungsmotors abgeschätzt werden. Auf diese Weise kann ein mittleres Temperaturniveau oder ggf. auch eine Schwankungsbreite des Temperaturverlaufs, beispielsweise über Tages- und Nachttemperaturen ermittelt werden, auf deren Basis eine zuverlässigere Abschätzung der bei Wiederstart des Verbrennungsmotors zu erwartenden Temperaturen erfolgen. Auch in diesem Fall kann eine Sicherheitskorrektur der Temperatur auf einen niedrigeren Wert, wie vorausgehend genannt, erfolgen.

[0026] In beiden vorgenannten Fällen wird davon ausgegangen, dass sich über einen angenommenen Zeitraum des Abkühlens des Systems bei abgestelltem Verbrennungsmotor die Temperaturen von Katalysator und Bordnetzbatteie der Umgebungstemperatur angleichen.

[0027] Bei einer anderen Ausführung der Erfindung werden die bei Kaltstart des Verbrennungsmotors zu erwartenden Temperaturen von Bordnetz-Batterie und Katalysator auf Grundlage von geografischen Daten des Standortes des Hybrid-Kraftfahrzeugs und von geografisch und jahreszeitlich zugeordneten Temperatur-Erwartungswerten oder von geografisch zugeordneten Temperaturprognosen für die Umgebungstemperatur des Hybrid-Kraftfahrzeugs abgeschätzt. Dabei kann der jeweilige Standort des Hybrid-Kraftfahrzeugs beispielsweise über ein dem Fahrzeug zugeordnetes GPS-System ermittelt werden. Die geografisch und jahreszeitlich zugeordneten Temperatur-Erwartungswerte oder Temperaturprognosen können dann beispielsweise aktuell über eine Internet-Verbindung aus entsprechenden Datenbanken abgerufen werden. So können vorteilhaft auch weiträumige, temperaturrelevante Standortwechsel des Hybrid-Kraftfahrzeugs bei der Temperaturabschätzung berücksichtigt werden.

[0028] Die gestellte Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein erfindungsgemäßes Batteriemangement-System für eine Bordnetz-Batterie eines Hybrid-Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, der eine Abgasnachbehandlungseinrichtung mit zumindest einem elektrisch beheizbaren Katalysator aufweist, und zumindest einer elektrischen Maschine, die in einem Generatorbetrieb zum Laden der Bordnetz-Batterie betreibbar ist. Dabei ist das Batteriemangement-System, das beispielsweise durch eine separate oder in eine zentrale Fahrzeug-Steuerungseinheit integrierte elektronische Steuerungseinrichtung dargestellt wird, zur Durchführung des Batteriemangement-Verfahrens, nach einer der vorausgehend beschriebenen Ausführungen, eingerichtet und steuerungstechnisch zumindest mit der Bordnetz-Batterie, der elektrischen Maschine und dem elektrisch beheizbaren Katalysa-

tor verbunden. Beispielsweise ist in einem Speicherbereich der elektronischen Steuerungseinrichtung ein Ablaufprogramm hinterlegt, das zur Steuerung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeführt wird.

[0029] Mit dem erfindungsgemäßen Batteriemangement-System wird in Analogie zum erfindungsgemäßen Verfahren in vorteilhafter Weise sichergestellt, dass der Ladezustand der Bordnetzbatteie, die die elektrische Heizung des Katalysators speist, beim Abstellen des Verbrennungsmotors ausreichend ist, um den Katalysator, auch nach völliger Abkühlung und den zu erwartenden Umgebungsbedingungen, bei Neustart des Verbrennungsmotors schnell zumindest auf die Anspringtemperatur aufzuheizen

[0030] Eine Ausführung des erfindungsgemäßen Batteriemangement-System ist dadurch gekennzeichnet, dass es ein elektronisches Prozessormodul aufweist, das zur Erfassung von Messdaten und eingespeisten Informationen, zur Durchführung von für das Batteriemangement-Verfahren erforderlichen Rechenoperationen, auf Grundlage der erfassten Messdaten und Informationen und zur Ausgabe von daraus resultierenden Steuersignalen, insbesondere gemäß einem hinterlegten Ablaufprogramm, eingerichtet ist.

Dies ermöglicht eine schnelle, aktuelle Erfassung aller relevanten Daten und Informationen und eine darauf basierende kontinuierliche Steuerung bzw. Regelung des Ladungsniveaus der Bordnetzbatteie.

[0031] Eine weitere Ausführung des Batteriemangement-Systems weist ein Leistungsmodul auf, das zur Steuerung von Leistungsströmen zwischen der Bordnetz-Batterie, der elektrischen Maschine und dem elektrisch beheizbaren Katalysator, in Abhängigkeit von den Steuersignalen der vorgenannten Prozesseinheit, eingerichtet ist.

Dies ermöglicht eine systemtechnische und räumliche Trennung des Prozessormoduls, das naturgemäß mit vergleichsweise niedrigen elektrischen Strömen und Spannungen betrieben wird von dem Leistungsmodul, das mit vergleichsweise hohen elektrischen Spannungen und Strömen, beispielsweise zum Heizen des Katalysators und zum Laden der Bordnetzbatteie, arbeitet. So können gegenseitige elektrische und elektromagnetische Störeinflüsse zwischen Prozessormodul und Leistungsmodul auf einfache Weise vermieden werden.

[0032] Merkmale der dargestellten Ausführungsformen können, sofern sie sich nicht gegenseitig ausschließen oder nur alternativ anwendbar sind, einzeln oder in Kombination die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche ergänzen und diese weiterbilden.

Vorteile und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen

[0033] Batteriemanagement-Verfahrens bzw. des Batteriemanagement-System für eine Bordnetz-Batterie eines Hybrid- Kraftfahrzeug werden anhand der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels bezugnehmend auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte schematische Darstellung eines Hybrid-Kraftfahrzeugs mit einer Ausführung eines erfindungsgemäßen Batteriemanagement-System;

Fig. 2 ein Beispiel eines Ablaufdiagramms eines erfindungsgemäßen Batteriemanagement-Verfahrens;

Fig. 3 ein Diagramm zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistungsabgabe einer Bordnetz-Batterie von ihrem Alterungszustand;

Fig. 4 ein Diagramm zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistungsabgabe einer Bordnetz-Batterie von ihrer Betriebstemperatur und

Fig. 5 ein Diagramm zur Darstellung der Abhängigkeit der Leistungsaufnahme der Heizung eines elektrisch heizbaren Katalysators bis zum Erreichen der Anspringttemperatur, von seinem Alterungszustand.

[0034] Die **Fig. 1** zeigt in vereinfachter schematischer Darstellung ein Hybrid-Kraftfahrzeug 10 mit einem Verbrennungsmotor 20 und einer im Antriebsstrang integrierten elektrischen Maschine 30. Am Verbrennungsmotor 20 angeschlossen ist eine Abgasnachbehandlungseinrichtung 21, die ein an den Verbrennungsmotor 20 angeschlossenes Abgasrohr 24, einen im Verlauf des Abgasrohrs 24 angeordneten, elektrisch heizbaren Katalysator 22 und eine diesem im Abgasrohr 24 nachgeordnete weitere Abgasnachbehandlungskomponente 23, beispielsweise einen Partikelfilter, aufweist. Weiterhin ist ein erfindungsgemäßes Batteriemanagement-System 50, das ein Prozessormodul 51 und ein Leistungsmodul 52 aufweist, eine Bordnetz-Batterie 40 und ein Temperatursensor 56 in dem Hybrid-Kraftfahrzeug 10 angeordnet.

[0035] Über Signalverbindungen 70 steht das Prozessormodul 51 des Batteriemanagement-Systems 50 mit der elektrischen Maschine 30, dem elektrisch heizbaren Katalysator 22, der Bordnetz-Batterie 40, dem Temperatursensor 56 und dem Leistungsmodul 52 in elektrischer Signalverbindung. Das Leistungsmodul 52 steht über Leistungsverbindungen 60 mit der elektrischen Maschine 30, dem elektrisch heizbaren Katalysator 22 und der Bordnetz-Batterie 40 in elektrischer Leistungsverbindung. Auch die hier dargestellten Signalverbindungen 70 und Leistungsverbindungen 60 sind schematisch zu verstehen und

geben keine Auskunft über die tatsächliche Anzahl der erforderlichen Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen Komponenten des Gesamtsystems zur Übermittlung der erforderlichen Signalströme und Leistungsströme.

[0036] Über die Signalverbindungen 70 werden beispielsweise Signale von der Bordnetz-Batterie 40 an das Prozessormodul 51 übertragen, die repräsentativ sind für den Ladezustand der Bordnetz-Batterie 40 und die herangezogen werden können zur Ermittlung des Alterungszustandes der Bordnetz-Batterie 40. Vom elektrisch heizbaren Katalysator 22 werden Signale an das Prozessormodul 51 übertragen, die beispielsweise repräsentativ sind für die aktuelle Katalysatortemperatur und ggf. auch Signale, die Aufschluss geben über den Alterungszustand des Katalysators. Vom Temperatursensor 56 werden Signale an das Prozessormodul 51 übertragen, die repräsentativ sind für die Umgebungstemperatur. Zwischen der elektrischen Maschine 30 und dem Prozessormodul 51 können beispielsweise Signale übertragen werden, die Aufschluss geben über die aktuellen Betriebsbedingungen der elektrischen Maschine 30 oder die die elektrische Maschine 30 in die verschiedenen Betriebsmodi, Generatorbetrieb, Rekuperationsbetrieb oder Antriebsbetrieb schalten. Zwischen Prozessormodul 51 und Leistungsmodul 52 werden Signale übertragen, zur Steuerung der Leistungsströme zwischen elektrischer Maschine 30, elektrisch heizbarem Katalysator 22 und Bordnetz-Batterie 40. Dazu steht das Leistungsmodul 52 über Leistungsverbindungen 60 mit der elektrischen Maschine 30, dem elektrisch heizbaren Katalysator 22 und der Bordnetz-Batterie 40 in elektrischer Leistungsverbindung.

[0037] Eine solche Konfiguration des Gesamtsystems ermöglicht es das aktuelle Ladungsniveau (SoC_curr) der Bordnetz-Batterie 40 fortlaufend zu überwachen und mittels der elektrischen Maschine 30 auf einem erforderlichen Ladungsniveau (SoC_req) zu halten, sodass ein aus der Bordnetz-Batterie 40 gespeistes elektrisches Aufheizen des Katalysators 22 auf eine Aktivierungstemperatur bei einem folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors 20 sicher gewährleistet, wobei das erforderliche Ladungsniveau (SoC_req) der Bordnetz-Batterie 40 fortlaufend im Betrieb bestimmt wird in Abhängigkeit von dem ermittelten Alterungszustand (SoH_Cat) des Katalysators 22, dem ermittelten Alterungszustand (SoH_Bat) der Bordnetz-Batterie 40 und der bei dem folgenden Kaltstart zu erwartenden Umgebungstemperatur (T_exp) von Bordnetz-Batterie 40 und Katalysator 22.

[0038] In **Fig. 2** ist der Ablauf einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch in einem Blockdiagramm dargestellt. Der mit Use_Bat gekennzeichnete Block stellt allgemein einen als

Nutzbetrieb, Use_Bat, benannten Betriebsmodus des Hybrid-Kraftfahrzeugs dar, in dem die Bordnetz-Batterie 40 für unterschiedliche elektrische Funktionen im Fahrzeug Energie ins Bordnetz einspeist. Der darauffolgende, mit SoC_curr gekennzeichnete Block symbolisiert die fortlaufende Überwachung des aktuellen Ladungsniveaus, SoC_curr.

[0039] Parallel dazu wird das erforderlichen Ladungsniveau, SoC_req, ermittelt, das ein aus der Bordnetz-Batterie 40 gespeistes elektrisches Aufheizen des Katalysators 22 auf eine Aktivierungstemperatur bei einem folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors 20 sicher gewährleistet. Dies ist durch den mit SoC_req gekennzeichneten Block symbolisiert. Das erforderliche Ladungsniveau, SoC_req, wird dabei fortlaufend im Betrieb bestimmt in Abhängigkeit von dem Alterungszustand, SoH_Cat, des Katalysators 22, dem Alterungszustand, SoH_Bat, der Bordnetz-Batterie 40, der bei dem folgenden Kaltstart zu erwartenden Umgebungstemperatur, T_exp, von Bordnetz-Batterie 40 und Katalysator 22, der nominalen Ladungskapazität, NCC_Bat, der Bordnetz-Batterie und der für den folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors 20 voraussichtlich erforderlichen elektrischen Startenergie, StE_req, was durch die entsprechend gekennzeichneten Blöcke symbolisiert ist, die mit dem Block SoC_req, der das Bestimmen des erforderlichen Ladungsniveaus SoC_req symbolisiert, in direkter Verbindung stehen.

[0040] Der mit $\text{SoC_curr} < \text{SoC_req}$ Block symbolisiert den fortlaufenden Vergleich des aktuellen Ladungsniveaus SoC_curr der Bordnetz-Batterie 40 mit dem bestimmten erforderlichen Ladungsniveau SoC_req. Liegt im Ergebnis des Vergleichs das aktuelle Ladungsniveau SoC_curr unterhalb des ermittelten erforderlichen Ladungsniveaus SoC_req, so wird das System in einen Lade-Betriebsmodus, Char_Bat, gesteuert, in dem die Bordnetz-Batterie 40 geladen wird. Dieser Lade-Betriebsmodus, Char_Bat, wird zumindest so lange beibehalten, bis das aktuelle Ladungsniveau SoC_curr wieder über dem erforderlichen Ladungsniveau SoC_req liegt. Ist dies erreicht, so wird das System wieder in den Nutz-Betriebsmodus, Use_Bat gesteuert. Um ein ständiges hin- und herschalten zwischen dem Nutz-Betriebsmodus, Use_Bat, und dem Lade-Betriebsmodus, Char_Bat, zu vermeiden, kann im Lade-Betriebsmodus, Char_Bat, der Wert für das erforderliche Ladungsniveau, SoC_req, um einen Sicherheitszuschlag erhöht werden, der vor dem Umschalten in den Nutz-Betriebsmodus, Use_Bat, überschritten werden muss.

[0041] Fig. 3 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung der Abhängigkeit der von einer Bordnetz-Batterie abrufbaren Leistung von ihrem Alterungszustand und ihrem Ladungsniveau. Dazu ist die abrufbare

Leistung, P, (senkrecht) über dem Ladungsniveau, SoC, (waagrecht) aufgetragen. Eingetragen ist eine Leistungskurve für eine Bordnetz-Batterie im Neuzustand, P_nBat, und eine Leistungskurve für eine Bordnetz-Batterie am Ende ihrer spezifizierten Betriebsdauer, P_oBat, die durchgängig unterhalb der Leistungskurve P_nBat liegt.

[0042] Mit einer gestrichelten waagrechten Linie ist eine theoretisch zur Heizung des Katalysators erforderliche Heizleistung, HP_req, bei 5 kW eingetragen. Die Schnittpunkte der erforderlichen Heizleistung, HP_req, mit den Leistungskurven P_nBat und P_oBat zeigen, dass das zur Heizung des Katalysators erforderliche Ladungsniveau der Batterie im Neuzustand, SoC_req_nBat, bei ca. 39% liegt, wogegen das erforderliche Ladungsniveau der gealterten Batterie, SoC_req_oBat, mit ca. 53% wesentlich höher liegt. Mit zunehmendem Alter der Bordnetz-Batterie liegt also das zur Heizung des Katalysators erforderliche Ladungsniveau, SoC_req, höher als bei einer neuen Bordnetz-Batterie. Dies ist bei der Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus, SoC_req, entsprechend zu berücksichtigen.

[0043] Fig. 4 zeigt ein Diagramm zur Verdeutlichung der Abhängigkeit der von einer Bordnetz-Batterie abrufbaren Leistung von der Betriebstemperatur. Dazu ist wiederum die abrufbare Leistung, P, (senkrecht) über dem Ladungsniveau, SoC, (waagrecht) aufgetragen. Eingetragen ist eine Leistungskurve für eine Bordnetz-Batterie bei +10°C, P_+10°C, und eine Leistungskurve für eine Bordnetz-Batterie bei -10°C, P_-10°C, die durchgängig unterhalb der Leistungskurve P_+10°C liegt. Mit einer gestrichelten waagrechten Linie ist wiederum eine theoretisch zur Heizung des Katalysators erforderliche Heizleistung, HP_req, bei 5 kW eingetragen. Die Schnittpunkte der erforderlichen Heizleistung, HP_req, mit den Leistungskurven P_+10°C und P_-10°C zeigen, dass das zur Heizung des Katalysators erforderliche Ladungsniveau der Batterie im „warmen“ Zustand, SoC_req_+10°C, bei ca. 30% liegt, wogegen das erforderliche Ladungsniveau der „kalten“ Batterie, SoC_req_-10°C, mit ca. 54% wesentlich höher liegt. Bei niedriger Betriebstemperatur der Bordnetz-Batterie liegt also das zur Heizung des Katalysators erforderliche Ladungsniveau, SoC_req, höher als bei höherer Betriebstemperatur. Dies ist bei der Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus, SoC_req, entsprechend zu berücksichtigen.

[0044] Fig. 5 zeigt schließlich ein Diagramm zur Verdeutlichung der Abhängigkeit des erforderlichen Ladungsniveaus, SoC_req, der Bordnetz-Batterie zum Aufheizen des Katalysators vom Alterungszustand des Katalysators. Dazu ist wiederum die abrufbare Leistung, P, (senkrecht) über dem Ladungsniveau, SoC, (waagrecht) aufgetragen. Eingetragen

ist eine Leistungskurve für eine Bordnetz-Batterie bei -10°C , $P_{-10^{\circ}\text{C}}$. Es hat sich gezeigt, dass ein Katalysator im Neuzustand eine geringere Heizleistung bzw. weniger Heizenergie zum Aufheizen bis zur Anspringtemperatur benötigt als ein gealterter Katalysator. So ist in dem gezeigten Beispiel die erforderliche Heizleistung für einen Katalysator im Neuzustand, $HP_{\text{req_nC}}$, mit ca. 5 kW Heizleistung ermittelt und mit gestrichelter waagrechter Linie eingetragen worden. Die erforderliche Heizleistung für einen Katalysator im gealterten Zustand, $HP_{\text{req_oC}}$, ist dagegen mit ca. 6 kW Heizleistung ermittelt und ebenfalls mit gestrichelter waagrechter Linie eingetragen worden.

[0045] Die Schnittpunkte der beiden gestrichelt eingezeichneten waagrechten Linien $HP_{\text{req_nC}}$ und $HP_{\text{req_oC}}$ mit der Leistungskurve $P_{-10^{\circ}\text{C}}$ zeigen, dass erforderliche Ladungsniveau für den neuen Katalysator, $SoC_{\text{req_nC}}$, mit ca. 53% wesentlich niedriger liegt als das erforderliche Ladungsniveau für den gealterten Katalysator, $SoC_{\text{req_oC}}$, mit ca. 66%. Somit ist also auch der Alterungszustand des Katalysators bei der Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus, SoC_{req} , zu beachten.

Bezugszeichenliste

10	Hybrid. Kraftfahrzeug		
20	Verbrennungsmotor		
21	Abgasnachbehandlungseinrichtung		
22	Katalysator		
23	Abgasnachbehandlungskomponente		
24	Abgasrohr		
30	elektrische Maschine		
40	Bordnetz-Batterie		
50	Batteriemanagement-System		
51	Prozessormodul		
52	Leistungsmodul		
56	Temperatursensor		
60	Leistungsverbindung		
70	Signalverbindung		
SoC	Ladungsniveau der Bordnetz-Batterie (State of Charge)		
SoH	Alterungszustand (State of Health)		
SoH_Bat	Alterungszustand der Bordnetz-Batterie		
		Use_Bat	Nutz-Betriebsmodus der Bordnetz-Batterie
		Char_Bat	Lade-Betriebsmodus der Bordnetz-Batterie
		NCC_Bat	Nominale Ladungskapazität (Nominal Charge Capacity)
		SoC_curr	aktuelles Ladungsniveau der Bordnetz-Batterie
		SoC_req	erforderliches Ladungsniveau der Bordnetz-Batterie
		SoH_Cat	Alterungszustand des Katalysators
		T_exp	erwartete Temperatur
		StE_req	erforderliche elektrische Startenergie
		P	Leistung
		P_nBat	Leistungskurve einer neuen Bordnetz-Batterie (new Battery)
		P_oBat	Leistungskurve einer gealterten Bordnetz-Batterie (old Battery)
		P+10°C	Leistungskurve einer Bordnetz-Batterie bei +10°C
		P-10°C	Leistungskurve einer Bordnetz-Batterie bei -10°C
		SoC_req_nBat	erforderliches Ladungsniveau bei neuer Bordnetz-Batterie
		SoC_req_oBat	erforderliches Ladungsniveau bei gealterter Bordnetz-Batterie
		SoC_req+10°C	erforderliches Ladungsniveau bei +10°C Heizleistung
		SoC_req-10°C	erforderliches Ladungsniveau bei +10°C Heizleistung
		SoC_req_nC	erforderliches Ladungsniveau bei einem neuen Katalysator
		SoC_req_oC	erforderliches Ladungsniveau bei einem gealterten Katalysator
		HP_req	erforderliche Heizleistung (Heating Power required)
		HP_req_nC	erforderliche Heizleistung eines neuen Katalysators
		HP_req_oC	erforderliche Heizleistung eines gealterten Katalysators

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 19943846 A1 [0009]
- DE 4434673 A1 [0009]

Patentansprüche

1. Batteriemangement-Verfahren für eine Bordnetz-Batterie (40) eines Hybrid-Kraftfahrzeug (10) mit einem Verbrennungsmotor (20) und zumindest einer elektrischen Maschine (30),

- wobei der Verbrennungsmotor (20) eine Abgasnachbehandlungseinrichtung (21) mit zumindest einem elektrisch beheizbaren Katalysator (22) aufweist und die zumindest eine elektrische Maschine (30) in einem Generatorbetrieb zum Laden der Bordnetz-Batterie (40) betreibbar ist;

wobei das aktuelle Ladungsniveau (SoC_curr) der Bordnetz-Batterie (40) fortlaufend überwacht und mittels der elektrischen Maschine (30) auf einem erforderlichen Ladungsniveau (SoC_req) gehalten wird, das ein aus der Bordnetz-Batterie (40) gespeistes elektrisches Aufheizen des Katalysators (22) auf eine Aktivierungstemperatur bei einem folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors (20) sicher gewährleistet,

wobei das erforderliche Ladungsniveau (SoC_req) der Bordnetz-Batterie (40) fortlaufend im Betrieb bestimmt wird in Abhängigkeit von

- dem Alterungszustand (SoH_Cat) des Katalysators (22);

- dem Alterungszustand (SoH_Bat) der Bordnetz-Batterie (40) und

- der bei dem folgenden Kaltstart zu erwartenden Umgebungstemperatur (T_exp) von Bordnetz-Batterie (40) und Katalysator (22).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung des erforderlichen Ladungsniveaus (SoC_req) der Bordnetz-Batterie (40) als weitere Bestimmungsfaktoren die nominale Ladungskapazität (NCC_Bat) der Bordnetz-Batterie (40) und/oder die für den folgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors (20) voraussichtlich erforderliche elektrische Startenergie (StE_req) herangezogen werden.

3. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Maschine (30) neben dem Generatorbetrieb auch

- in einem Rekuperationsbetrieb zur Rückgewinnung von kinetischer Energie des Hybrid-Kraftfahrzeugs (10) oder

- in einem Antriebsbetrieb zum Starten des Verbrennungsmotors (20) oder zum unterstützenden oder alleinigen Antrieb des Hybrid-Kraftfahrzeugs (10) betreibbar ist.

4. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Alterungszustand des Katalysators (22) fortlaufend oder in Intervallen im Betrieb bestimmt wird auf Basis von

- geleisteten Betriebsstunden des Verbrennungsmo-

tors (20) oder/und

- einer mittleren Konvertierungsrate im Betrieb oder/und

- einer mittleren Aufheizdauer bei Kaltstart bis zur Aktivierungstemperatur.

5. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Alterungszustand der Bordnetz-Batterie (40) fortlaufend oder in Intervallen im Betrieb bestimmt wird unter Heranziehung von

- Messwerten für Batteriestrom und/oder Batteriespannung beim Laden und/oder Entladen und einer bei Erfassung der Messwerte vorliegenden Temperatur der Bordnetz-Batterie (40) und/oder

- einem numerischen Alterungsmodell der Bordnetz-Batterie (40).

6. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bei Kaltstart des Verbrennungsmotors (20) zu erwartenden Temperaturen von Bordnetz-Batterie (40) und Katalysator (22)

- auf Basis von Temperaturwerten der Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt des vorausgehenden Abschaltens des Verbrennungsmotors (20) oder

- auf Basis eines Temperaturwertverlaufs der Umgebungstemperatur über einen Zeitraum vor dem vorausgehenden Abschalten des Verbrennungsmotors (20) abgeschätzt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bei Kaltstart des Verbrennungsmotors (20) zu erwartenden Temperaturen von Bordnetz-Batterie (40) und Katalysator (22) auf Grundlage von geografischen Daten des Standortes des Hybrid-Kraftfahrzeugs (10) und von geografisch und jahreszeitlich zugeordneten Temperatur-Erwartungswerten oder von geografisch zugeordneten Temperaturprognosen für die Umgebungstemperatur des Hybrid-Kraftfahrzeugs (10) abgeschätzt werden.

8. Batteriemangement-System (50) für eine Bordnetz-Batterie (40) eines Hybrid-Kraftfahrzeug (10) mit einem Verbrennungsmotor (20) und zumindest einer elektrischen Maschine (30),

- wobei der Verbrennungsmotor (20) eine Abgasnachbehandlungseinrichtung (21) mit zumindest einem elektrisch beheizbaren Katalysator (22) aufweist und

- die zumindest eine elektrische Maschine (30) in einem Generatorbetrieb zum Laden der Bordnetz-Batterie (40) betreibbar ist, wobei das Batteriemangement-System (50) zur Durchführung des Batteriemangement-Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 eingerichtet und steuerungstechnisch zumindest mit der Bordnetz-Batterie (40), der elektrischen Maschine (30) und dem elektrisch beheizbaren Katalysator (22) verbunden ist.

9. Batteriemangement-System (50) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass es
- ein elektronisches Prozessormodul (51) aufweist, das zur Erfassung von Messdaten, zur Durchführung von für das Batteriemangement-Verfahren erforderlichen Rechenoperationen auf Grundlage der erfassten Messdaten und zur Ausgabe von daraus resultierenden Steuersignalen eingerichtet ist.

10. Batteriemangement-System (50) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass es
- ein Leistungsmodul (52) zur Steuerung von Leistungsströmen zwischen der Bordnetz-Batterie (40), der elektrischen Maschine (30) und dem elektrisch beheizbaren Katalysator (22) in Abhängigkeit von den Steuersignalen des Prozessormoduls (51) aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

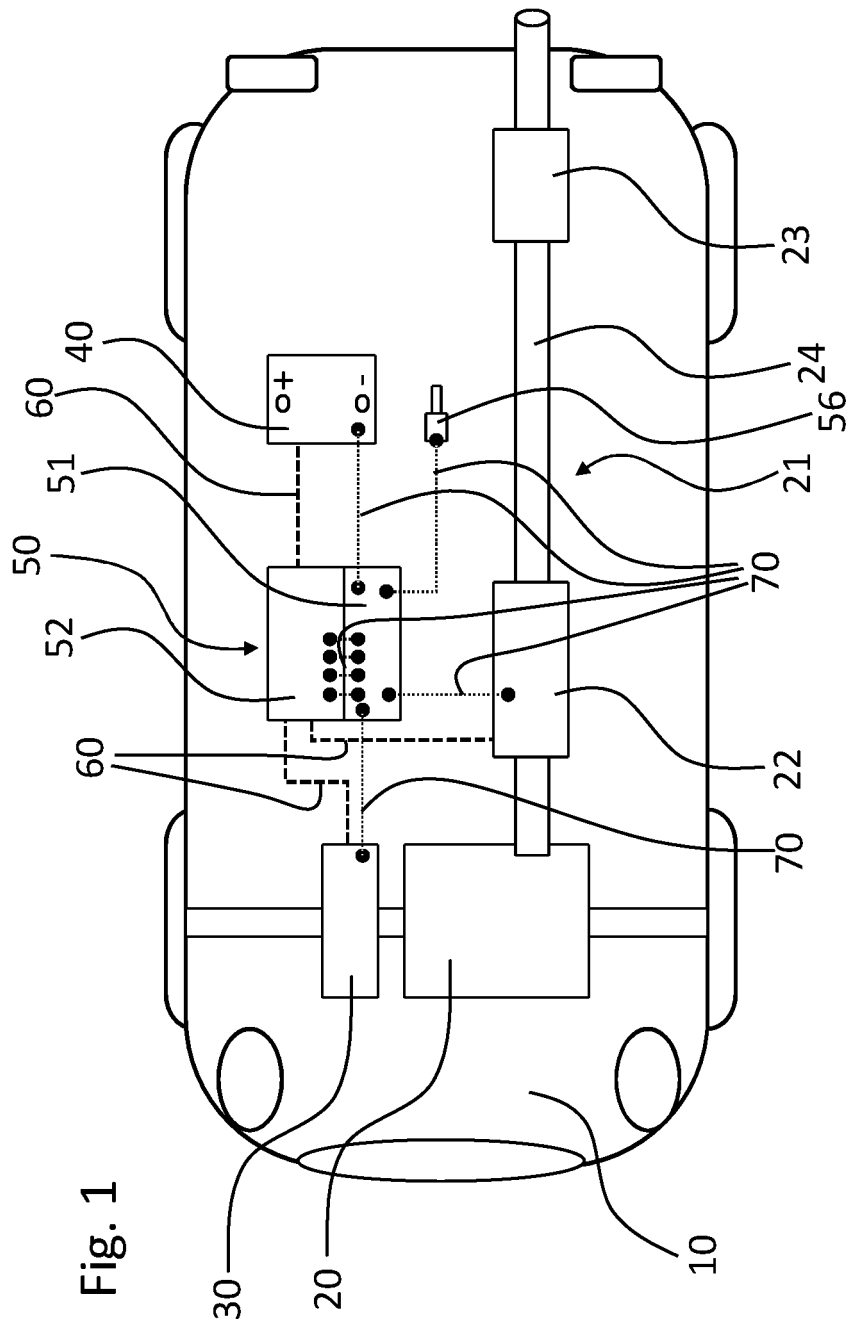


Fig. 1

Fig. 2

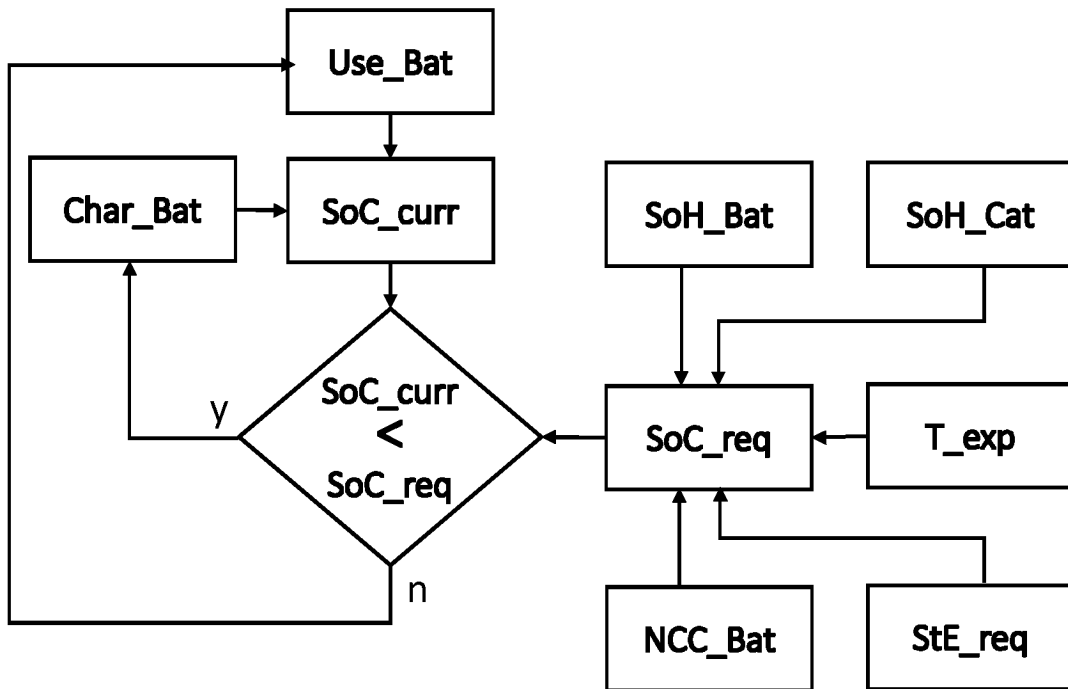


Fig. 3

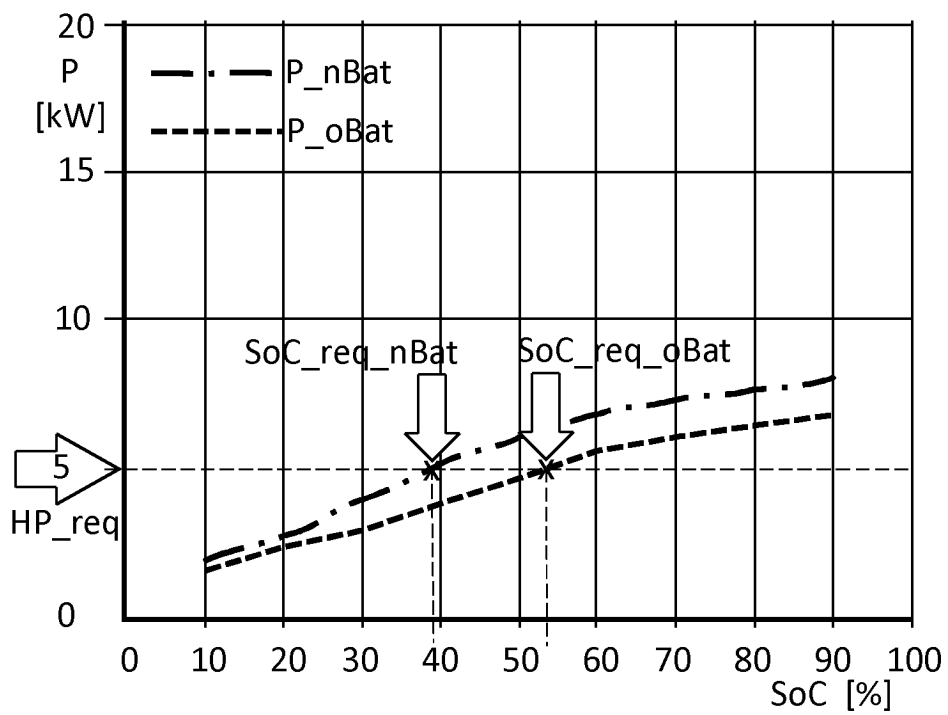


Fig. 4

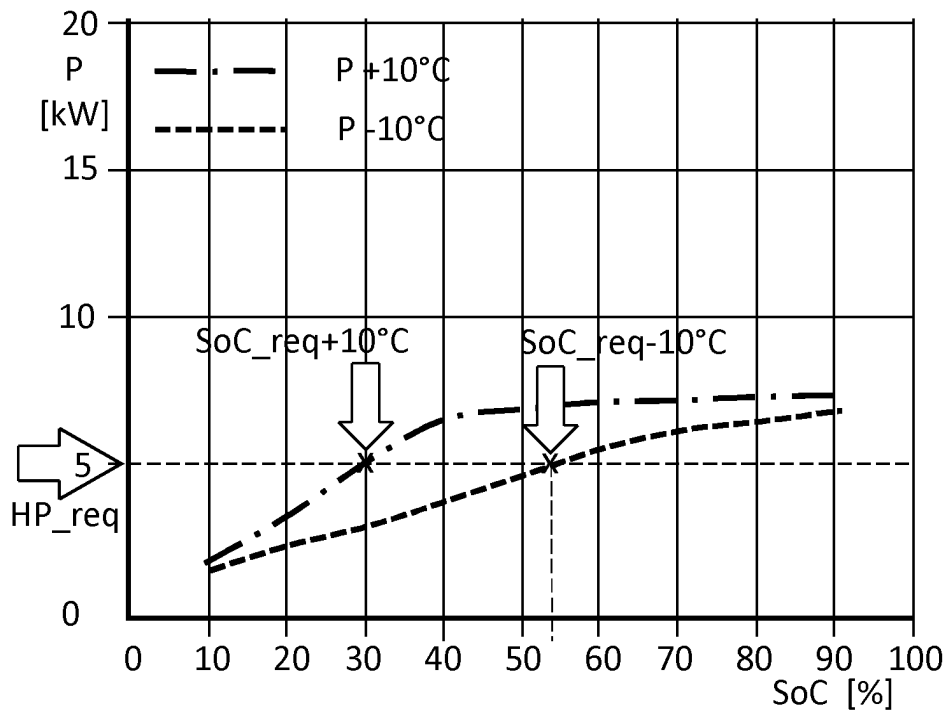


Fig. 5

