



(10) **DE 10 2010 009 565 A1** 2011.09.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 009 565.6**

(22) Anmeldetag: **26.02.2010**

(43) Offenlegungstag: **01.09.2011**

(51) Int Cl.: **B60W 20/00 (2006.01)**

B60W 10/06 (2006.01)

B60W 10/08 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809, München, DE**

(72) Erfinder:
**Neumann, Lutz, Dr., 85375, Neufahrn, DE; Salcher,
Thomas, 80636, München, DE; Schindler, Moritz,
13465, Berlin, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

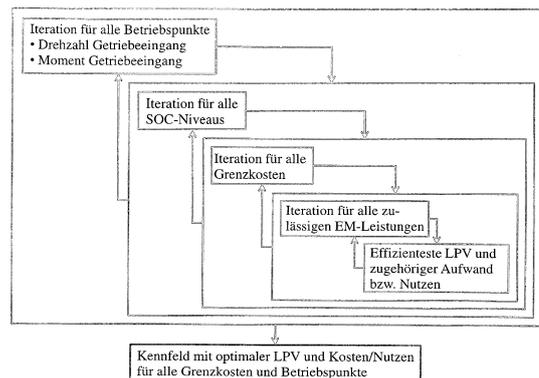
DE	103 53 256	B3
DE	43 44 053	B4
DE	199 06 601	A1
DE	601 30 484	T2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ermittlung einer Lastpunktverschiebung für einen Verbrennungsmotor eines Hybridfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Ermittlung einer Lastpunktverschiebung für einen Verbrennungsmotor eines Hybridfahrzeugs, das eine mit einem Antriebsstrang des Hybridfahrzeugs koppelbare elektrische Maschine aufweist, wobei der Lastpunkt des Verbrennungsmotors durch Betreiben der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb angehoben bzw. im Motorbetrieb abgesenkt werden kann. Einer Vielzahl theoretisch möglicher Lastpunktverschiebungen wird betriebszustandsabhängig jeweils ein Lastpunktverschiebungsaufwand und ein Lastpunktverschiebungsnutzen zugeordnet. Aus den theoretisch möglichen Lastpunktverschiebungen wird die nutzen-/aufwandsoptimale Lastpunktverschiebung ausgewählt und eingesteuert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Lastpunktverschiebung für einen Verbrennungsmotor eines Hybridfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] In Hybridfahrzeugen wird die sogenannte „Lastpunktverschiebung“ zur Regelung des Ladezustands der (Hochvolt-)Batterie eingesetzt. Unter dem Begriff „Lastpunktverschiebung“ versteht man, dass das Lastmoment des Verbrennungsmotors durch eine gezielte Ansteuerung der elektrischen Maschine des Hybridfahrzeugs beeinflusst wird. Schaltet man die elektrische Maschine generatorisch zu, so erhöht sich die Last des Verbrennungsmotors, wobei man von einer „Lastpunktanhebung“ spricht. Schaltet man die elektrische Maschine elektromotorisch zu, so verringert sich die Last des Verbrennungsmotors, was als „Lastpunktabsenkung“ bezeichnet wird. Die im Fahrzeug implementierte Lastpunktverschiebungsstrategie beeinflusst maßgeblich das erreichbare Verbrauchseinsparpotential.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ermittlung einer Lastpunktverschiebung anzugeben, mit dem der Ladezustand der Batterie des Hybridfahrzeugs möglichst verbrauchsoptimal geregelt werden kann. Ein wesentliches Ziel besteht insbesondere darin, alle relevanten Komponenten des Hybridfahrzeugs sowie sämtliche Betriebspunkte des hybriden Antriebsstrangs zu berücksichtigen.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0005] Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, die Entscheidung für oder gegen eine Lastpunktverschiebung basierend auf einer Gegenüberstellung des mit der Lastpunktverschiebung einhergehenden „Aufwands“ bzw. der damit einhergehenden „Kosten“ und dem aus der Lastpunktverschiebung voraussichtlich realisierbaren „Nutzen“ zu treffen.

[0006] Ausgangspunkt der Erfindung ist ein Verfahren zur Ermittlung einer Lastpunktverschiebung für einen Verbrennungsmotor eines Hybridfahrzeugs, das eine mit einem Antriebsstrang des Hybridfahrzeugs koppelbare elektrische Maschine aufweist, wobei der Lastpunkt des Verbrennungsmotors durch Betreiben der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb angehoben bzw. durch Betreiben der elektrischen Maschine im Motorbetrieb abgesenkt werden kann.

[0007] Der Kern der Erfindung besteht darin, dass den in einem momentanen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors theoretisch möglichen Lastpunktverschiebungen betriebspunktabhängig jeweils ein „Lastpunktverschiebungsaufwand“ und ein „Lastpunktverschiebungsnutzen“ zugeordnet wird und dass aus den im momentanen Betriebspunkt theoretisch möglichen Lastpunktverschiebungen die nutzen-/aufwandsoptimale Lastpunktverschiebung ausgewählt und im Fahrzeug eingesteuert wird. Der Begriff „Betriebspunkt“ ist hier als Vektor mit den Komponenten „Getriebeeingangsmoment“ und „Getriebeeingangsdrehzahl“ des Hybridfahrzeugs zu interpretieren.

[0008] Es soll also nicht ausschließlich die Effizienz der Energieerzeugung im aktuellen Betriebspunkt bewertet, sondern auch der „spätere“ Nutzen, beispielsweise für elektrisches Fahren, im Voraus abgeschätzt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren soll neben einer verbrauchsoptimalen Entscheidung, in welchem Betriebspunkt eine Lastpunktverschiebung durchzuführen ist, auch den energetisch optimalen Betrag der Lastpunktverschiebung vorgeben.

[0009] Die Lastpunktverschiebung des Verbrennungsmotors wird ausschließlich zur Regelung des Ladezustands der Batterie des Hybridfahrzeugs eingesetzt. Die der Batterie zugeführte bzw. entzogene elektrische Leistung stellt die Stellgröße des erfindungsgemäßen Regelansatzes dar.

[0010] Ein Charakteristikum des erfindungsgemäßen Regelverfahrens besteht, wie bereits angedeutet, in einer Bewertung des Aufwands (Lastpunktverschiebungsaufwand) und des Nutzens (Lastpunktverschiebungsnutzen) einer Lastpunktverschiebung. Das für die Hochvoltbatterie vorgesehene Lademanagement sollte derart konzipiert sein, dass mit möglichst einfachen Steuerfunktionen der Kraftstoffverbrauch minimiert wird. Grundlage der Regelung ist die durch eine Lastpunktanhebung hervorgerufene Erhöhung bzw. die durch eine Lastpunktabsenkung erreichte Verringerung des dem Verbrennungsmotor zugeführten Kraftstoffmassenstroms bezogen auf die der Batterie des Hybridfahrzeugs zugeführte bzw. entzogene elektrische Leistung. Dieses Größenverhältnis eignet sich sowohl als Maß für die „Kosten“ als auch für den „Nutzen“ einer Last-

punktverschiebung. Grundlage dieses Ansatzes stellt die spezifische Verbrauchsänderung b_{LPV} dar, die wie folgt quantifiziert werden kann:

$$b_{LPV} = \frac{\dot{m}_{LPV} - \dot{m}_{Bas}}{P_{Bat}},$$

wobei gilt:

\dot{m}_{LPV} : dem Verbrennungsmotor zugeführter Kraftstoffmassenstrom während einer Lastpunktverschiebung, d. h. während einer Lastpunktanhebung bzw. während einer Lastpunktabsenkung;
 \dot{m}_{Bas} : dem Verbrennungsmotor zugeführter Kraftstoffmassenstrom ohne Lastpunktverschiebung;
 P_{Bat} : der Batterie des Hybridfahrzeugs zugeführte bzw. entzogene elektrische Leistung.

[0011] Da in Steuergeräten sämtliche Berechnungen zeitlich getaktet in diskreten Zeitrastern k ablaufen, werden alle Variablen in Abhängigkeit des Rasters k angegeben. Der Aufwand $A(k)$ für eine Lastpunktverschiebung im Zeitschlitz k ist definiert als die Kraftstoffmenge in Gramm, die zur Erzeugung einer Kilowattstunde Batterieenergie durch eine Lastpunktanhebung nötig ist (spezifischer Mehrverbrauch), wobei gilt:

$$b_{LPV} = \frac{\dot{m}_{LPAa} - \dot{m}_{Bas}}{P_{Bat}},$$

[0012] Der Nutzen $N(k)$ beschreibt, wie viel Gramm Kraftstoff bei der Verwendung einer Kilowattstunde Batterieenergie für eine Lastpunktabsenkung, elektrisches Fahren oder die Bordnetzversorgung eingespart wird. Die spezifische Verbrauchsänderung wird ebenfalls in der Einheit Gramm pro Kilowattstunde ausgedrückt:

a) Verbrennungsmotorisches Fahren elektromotorisch unterstützt (Lastpunktabsenkung):

$$b_{LPV} = \frac{\dot{m}_{LPAb} - \dot{m}_{Bas}}{P_{Bat}},$$

b) Rein elektrisches Fahren:

$$b_{LPV} = \frac{\dot{m}_{Bas}}{P_{Bat}},$$

[0013] Die Verwendung eines Aufwand-/Nutzenkriteriums bei der Lastpunktverschiebungsregelung ermöglicht eine entkoppelte Betrachtung der Energieerzeugung durch Lastpunktanhebung und der (späteren) Energienutzung durch elektrisches Fahren, Lastpunktabsenkung oder die Deckung des Bordnetzbedarfs. Die Entkopplung berücksichtigt, dass die Erzeugung und Nutzung der Energie aufgrund der Hybridbetriebsstrategie bei unterschiedlichen Betriebspunkten stattfindet.

[0014] So sind beispielsweise Fahrsituationen, die im Rahmen der Betriebsstrategie für Lastpunktanhebungen zur Verfügung stehen, aufgrund der Fahrzeuggeschwindigkeit und der benötigten Antriebsleistung oft nicht für elektrisches Fahren geeignet. Die erzeugte Energie wird folglich in einem anderen Betriebszustand des Fahrzeugs wieder genutzt.

[0015] Um Lastpunktverschiebungen verbrauchsoptimal über einen Fahrzyklus durchzuführen, müssen der durchschnittliche Aufwand so gering wie möglich und der durchschnittliche Nutzen so groß wie möglich sein. In dem erfindungsgemäßen Regelungsansatz werden die Vorteile der Offline- mit denen der Onlineoptimierung kombiniert. Online wird in der Regelung der auf die erzeugte bzw. verbrauchte Batterieenergie bezogene Durchschnittsaufwand bzw. Durchschnittsnutzen für eine Lastpunktverschiebung in Abhängigkeit von der momentanen Bordnetzlast berechnet.

[0016] Auf der Basis von offline entwickelten, d. h. vorgegebenen Kennfeldern wird dann für den aktuellen Betriebspunkt die optimale Lastpunktverschiebung ausgewählt. Dabei werden Kennfelder verwendet, die in Abhängigkeit von dem aktuellen Betriebspunkt des Hybridfahrzeugs sowie in Abhängigkeit des maximal zulässigen Aufwands für eine Lastpunktverschiebung und des minimal erforderlichen Nutzens aus einer Lastpunktverschiebung die elektrische Leistung der elektrischen Maschine vorgeben.

[0017] Zusammenfassend werden mit der Erfindung folgenden Vorteile erreicht:

- Verbrauchsreduktion gegenüber herkömmlichen Strategien durch Kombination von Effizienz und Kosten-/Nutzenbetrachtung bei der Batterieladestrategie.
- Offline-Optimierte Kennfelder als einfache Methode, die Wirkungsgrade aller beteiligten Komponenten bei der Leistungsvorgabe zu berücksichtigen. Da die Optimierung Offline erfolgt, ist die Reproduzierbarkeit der Fahrzeugreaktionen, insbesondere gegenüber Onlineoptimierern sichergestellt.
- Die Funktion ist sehr kompakt aufgebaut und durch Einführung von Kosten und Nutzen für die Lastpunktverschiebung sehr anschaulich. Dadurch können Kosten in den Bereichen Erprobung und Applikation eingespart werden.
- Die Ansteuerung benötigt keine zusätzliche oder angepasste Hardware, so dass in diesem Bereich keine weiteren Kosten entstehen.

[0018] Im Folgenden wird die Erfindung im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) den Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Lastpunktverschiebung in schematischer Darstellung;

[0020] [Fig. 2](#) die „Funktionsarchitektur“ beispielhaft für die Lastpunktanhebung in schematischer Darstellung (Lastpunktabsenkung äquivalent).

[0021] „Offline“, d. h. im Vorfeld der Implementierung der Regelstrategie in das Fahrzeug werden iterativ (in einem bestimmten Drehzahl-/Drehmomentraster) zunächst alle möglichen Betriebspunkte ermittelt die im Fahrzeug auftreten können.

[0022] Anschließend werden

- für alle Ladezustandsniveaus der Batterie des Hybridfahrzeugs (im Folgenden auch als „SOC-Niveaus“ bezeichnet, wobei „SOC“ „State of charge“ bedeutet) sowie
- weiter iterierend für alle „Grenzkosten“ sowie
- weiter iterierend für alle zulässigen Leistungen der elektrischen Maschine

die Lastpunktverschiebung in Form der elektrischen E-Maschinenleistung und der zugehörige Lastpunktverschiebungsaufwand bzw. der Lastpunktverschiebungsnutzen ermittelt und im Fahrzeug abgespeichert.

[0023] Der Begriff „Grenzkosten“ ist nicht im betriebswirtschaftlichen Sinne zu verstehen, sondern als „zulässiger Aufwand“ zu interpretieren, d. h. als Lastpunktverschiebungsaufwand, der gerade noch akzeptiert wird. Der „zulässige Aufwand“ kann ebenfalls in der Einheit „Gramm Kraftstoffmassenstrom pro Kilowattstunde“ ausgedrückt werden kann.

[0024] [Fig. 2](#) beschreibt die Funktionsarchitektur des Regelverfahrens gemäß der Erfindung. Der aktuelle Ladezustand der Batterie (aktueller SOC) oder die von einer Vorausschau logik erkannte Situation legen den maximal zulässigen Aufwand $A_{\max}(k)$ bzw. dem minimal zulässigen Nutzen $N_{\min}(k)$ fest, wobei gilt:

$$A(k) \leq A_{\max}(k)$$

$$\text{bzw. } N(k) \geq N_{\min}(k).$$

[0025] Gemäß der Erfindung erfolgt keine direkte Regelung der Leistung der Lastpunktverschiebungen. Die Grenzwerte bezüglich des aktuellen Ladezustandsniveaus werden wie folgt definiert:

- SOC sehr gering ($SOC < SOC_{\min}$): Maximales Laden sicherstellen. Entladen verbieten.
- SOC gering ($SOC < SOC_{\text{opt,min}}$): Laden mit hohen Kosten zulassen. Entladen nur bei hohem Nutzen zulassen.
- SOC hoch ($SOC > SOC_{\text{opt,max}}$): Laden nur bei geringem Aufwand zulassen. Entladen auch mit geringem Nutzen zulassen.
- SOC sehr hoch ($SOC > SOC_{\max}$): Laden verbieten, maximales Entladen sicherstellen.

[0026] Nur in einem zwischen $SOC_{\text{opt,min}}$ und $SOC_{\text{opt,max}}$ liegenden SOC-Bereich ist ein Entladen mit verbrauchsoptimalem Aufwand bzw. Entladen mit verbrauchsoptimalem Nutzen gemäß der Erfindung sicherzustellen. $SOC_{\text{opt,min}}$ kann z. B. im Bereich zwischen 20% und 40% des maximal möglichen Ladezustands (100%) liegen. $SOC_{\text{opt,max}}$ kann z. B. im Bereich zwischen 60% und 80% liegen.

[0027] In Simulationen von Fahrzyklen wird Offline ermittelt, welcher „Durchschnittsaufwand“ bzw. welche „Durchschnittskosten“ unter Berücksichtigung der gesamten Betriebsstrategie minimal und welcher „Durchschnittsnutzen“ maximal erreichbar durch eine Lastpunktverschiebung ist. Für Lastpunktanhebungen stellen die beiden Werte $\overline{A_{LPAn}}(0)$ und $\overline{N_{LPAn}}(0)$ die Startdurchschnittswerte für eine permanent durchgeführte bzw. aktualisierte Online-Berechnung des Durchschnittsaufwands bzw. des Durchschnittsnutzens dar.

[0028] Wenn die Leistung der elektrischen Maschine P_{EM} größer als die Bordnetzlast P_{BN} ist, kann der Durchschnittsaufwand gemäß folgender Formel berechnet werden:

$$\overline{A_{LPAn,1}}(k) = \frac{\sum_{i=1}^k (\dot{m}_{LPAn}(i) - \dot{m}_{Bas}(i))}{\sum_{i=1}^k P_{Bat}(i)},$$

[0029] Wenn die Leistung der elektrischen Maschine P_{EM} kleiner als die Bordnetzlast P_{BN} ist, kann der Durchschnittsaufwand gemäß folgender Formel berechnet werden:

$$\overline{A_{LPAn,2}}(k) = \frac{\sum_{i=1}^k (\dot{m}_{LPAn}(i) - \dot{m}_{Bas}(i))}{\sum_{i=1}^k P_{LPAn}(i)},$$

[0030] Daraus ergibt sich der gesamte Durchschnittsaufwand:

$$\overline{A_{LPAn}}(k) = \overline{A_{LPAn,1}}(k) + \overline{A_{LPAn,2}}(k) + \overline{A_{LPAn}}(0).$$

[0031] In analoger Weise erfolgt die Berechnung des auf die verwendete Batterieenergie bezogenen Durchschnittsnutzens für eine Lastpunktabsenkung, elektrisches Fahren und für die Bordnetzversorgung. Für die Lastpunktabsenkung gilt:

$$\overline{N_{LPAb}}(k) = \frac{\sum_{i=1}^k (\dot{m}_{LPAb}(i) - \dot{m}_{Bas}(i))}{\sum_{i=1}^k P_{Bat}(i)},$$

[0032] Für elektrisches Fahren gilt:

$$\overline{N_{eFahrern}}(k) = \frac{\sum_{i=1}^k \dot{m}_{Bas}(i)}{\sum_{i=1}^k P_{Bat}(i)},$$

[0033] Daraus ergibt sich der gesamte Durchschnittsnutzen:

$$\overline{N_{LPAn}}(k) = \overline{N_{LPAb}}(k) + \overline{N_{eFahrern}}(k) + \overline{N_{LPAn}}(0).$$

[0034] Während des Betriebs des Hybridfahrzeugs wird somit für jedes diskrete Zeitraster k für das jeweils aktuelle Ladezustandsniveau $SOC(k)$, die aktuelle Batterieleistung $P_{BN}(k)$ sowie den aktuellen Betriebspunkt $M(k)$, $n(k)$ der Durchschnittsaufwand einer Lastpunktverschiebung bzw. der zu erwartende Durchschnittsnutzen einer Lastpunktverschiebung berechnet. Der Durchschnittsaufwand wird in dem für verbrauchsoptimale Lastpunktverschiebungen zulässigen SOC -Bereich als maximal zulässiger Aufwand $A_{max}(k)$ und der Durchschnittsnutzen als zulässiger minimaler Nutzen $N_{min}(k)$ definiert (vgl. Block 2 der [Fig. 2](#)).

[0035] In Block 1 der [Fig. 2](#) wird aus vorgegebenen, offline erstellten Lastpunktverschiebungskennfeldern ein dem maximal zulässigen Aufwand $A_{max}(k)$ bzw. ein dem minimal erforderlichen Nutzen $N_{min}(k)$ zugeordnetes Lastpunktverschiebungskennfeld ausgewählt. Auf Basis des ausgewählten Lastpunktverschiebungskennfelds und dem momentanen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors wird eine als optimal in Betracht kommende Lastpunktanhebung $P_{EMLPAn}(k)$ bzw. eine als optimal in Betracht kommende Lastpunktabsenkung $P_{EMLPAb}(k)$ vorgeschlagen.

[0036] Aus ebenfalls vorgegebenen, offline erstellten Aufwand-/Nutzenkennfeldern wird ein dem maximal zulässigen Aufwand/Nutzen zugeordnetes Aufwand-/Nutzenkennfeld ausgewählt und auf Basis des ausgewählten Aufwand-/Nutzenkennfelds und dem momentanen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors wird der von der vorgeschlagenen Lastpunktverschiebung verursachte Lastenverschiebungsaufwand $A_{LPVopt}(k)$ und -nutzen ausgegeben.

[0037] Wie aus Block 3 der [Fig. 2](#) ersichtlich ist, wird eine vorgeschlagene Lastpunktanhebung nur dann vorgenommen, d. h. akzeptiert und im Fahrzeug eingesteuert, wenn der damit einhergehende Aufwand kleiner ist als der zu erwartende Durchschnittsnutzen ($N_{\min}(k)$), der sich aus der elektrischen Energie, welche mit der Lastpunktanhebung gewonnen und gespeichert wird, erzeugen lässt.

[0038] Umgekehrt wird in Block 3 für eine Lastpunktabsenkung ebenfalls eine Überprüfung vorgenommen. Eine Lastpunktabsenkung wird nur dann vorgenommen, wenn der damit erzeugte Nutzen größer ist als der Durchschnittsaufwand $A_{\max}(k)$ ist, der aus dem mit der Lastpunktabsenkung einhergehenden Verbrauch gespeicherter elektrischer Energie resultiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung einer Lastpunktverschiebung für einen Verbrennungsmotor eines Hybridfahrzeugs, das eine mit einem Antriebsstrang des Hybridfahrzeugs koppelbare elektrische Maschine aufweist, wobei der Lastpunkt des Verbrennungsmotors durch Betreiben der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb angehoben bzw. im Motorbetrieb abgesenkt werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, dass einer Vielzahl theoretisch möglicher Lastpunktverschiebungen betriebszustandsabhängig jeweils ein Lastpunktverschiebungsaufwand und ein Lastpunktverschiebungsnutzen zugeordnet wird und die nutzen-/aufwandsoptimale Lastpunktverschiebung ausgewählt und eingesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit des momentanen Betriebspunkts des Verbrennungsmotors und auf Basis einer vorgegebenen Berechnungsvorschrift der zu erwartende Durchschnittsnutzen bzw. der zu erwartende Durchschnittsaufwand einer Lastpunktverschiebung ermittelt und daraus ein Minimalnutzen bzw. Maximalaufwand abgeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass aus vorgegebenen Lastpunktverschiebungskennfeldern ein dem vorgegebenen Minimalnutzen bzw. Minimalaufwand zugeordnetes Lastpunktverschiebungskennfeld ausgewählt wird und auf Basis des ausgewählten Lastpunktverschiebungskennfelds und dem momentanen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors eine Lastpunktverschiebung vorgeschlagen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass aus vorgegebenen Aufwand-/Nutzenkennfeldern ein dem vorgegebenen Minimalnutzen bzw. Minimalaufwand zugeordnetes Aufwand-/Nutzenkennfeld ausgewählt wird und auf Basis des ausgewählten Aufwand-/Nutzenkennfelds und dem momentanen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors der von der in Anspruch 3 vorgeschlagenen Lastpunktverschiebung verursachte Lastpunktverschiebungsaufwand bzw. -nutzen ausgegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine vorgeschlagene Lastpunktanhebung nur dann vorgenommen und im Fahrzeug eingesteuert wird, wenn der damit einhergehende Aufwand kleiner als der zu erwartende Durchschnittsnutzen ist, der sich aus der elektrischen Energie, welche mit der Lastpunktanhebung gewonnen und gespeichert wird, erzeugen lässt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Lastpunktabsenkung nur dann vorgenommen wird, wenn der damit erzeugte Nutzen größer als der Durchschnittsaufwand ist, der aus dem mit der Lastpunktabsenkung einhergehenden Verbrauch gespeicherter elektrischer Energie resultiert.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Lastpunktverschiebungsaufwand und der Lastpunktverschiebungsnutzen beschrieben werden durch die Veränderung des dem Verbrennungsmotor zugeführten Kraftstoffmassenstroms infolge der Lastpunktverschiebung bezogen auf die einem Energiespeicher des Hybridfahrzeugs zugeführte oder entzogene elektrische Leistung.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lastpunktverschiebung ein von der elektrischen Maschine erzeugtes Antriebs- oder Bremsmoment ist, das dem Antriebsmoment des Verbrennungsmotors überlagert wird, wobei die Drehzahl des Verbrennungsmotors bei einer Lastpunktverschiebung konstant bleibt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

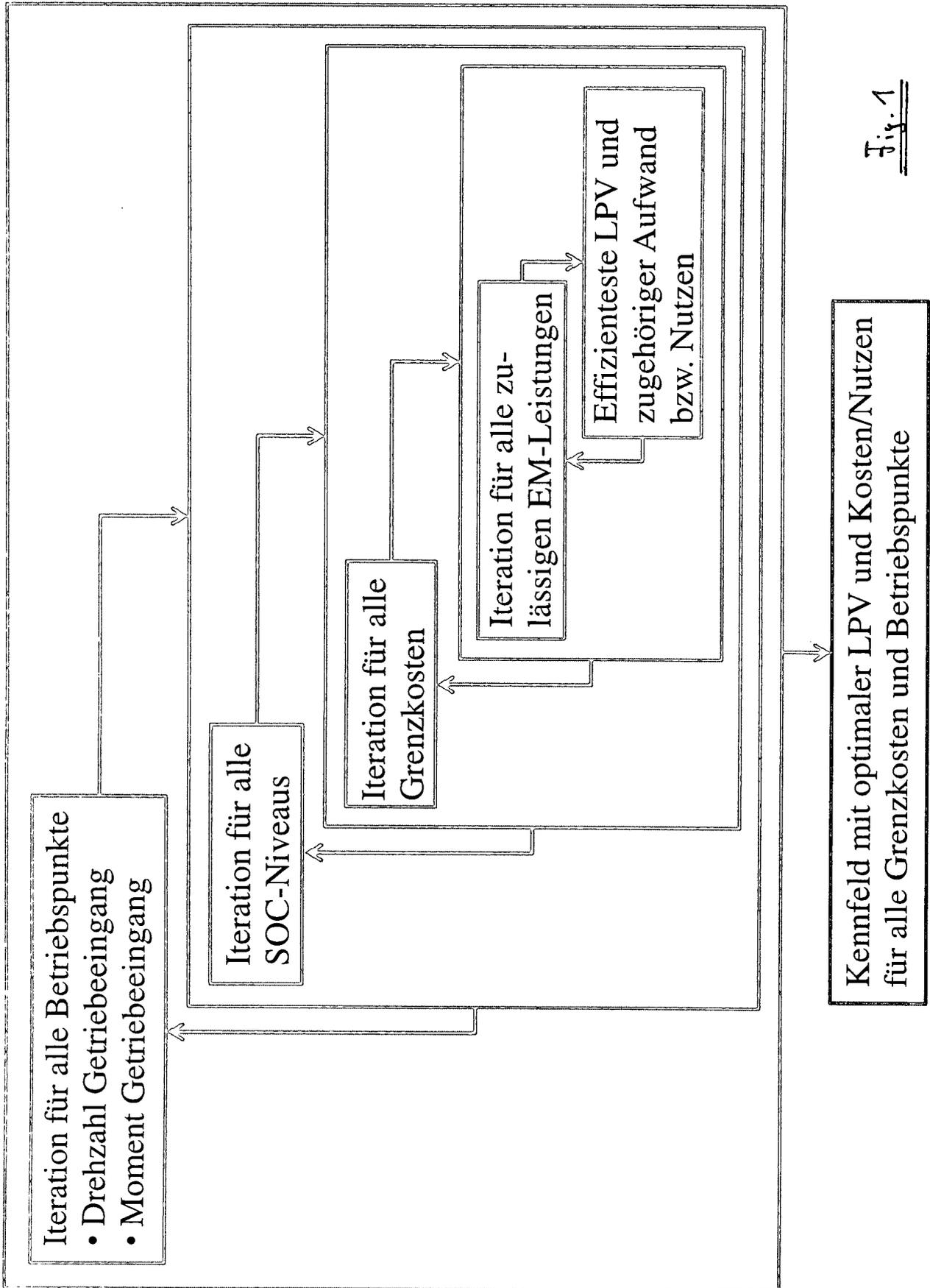


Fig. 1

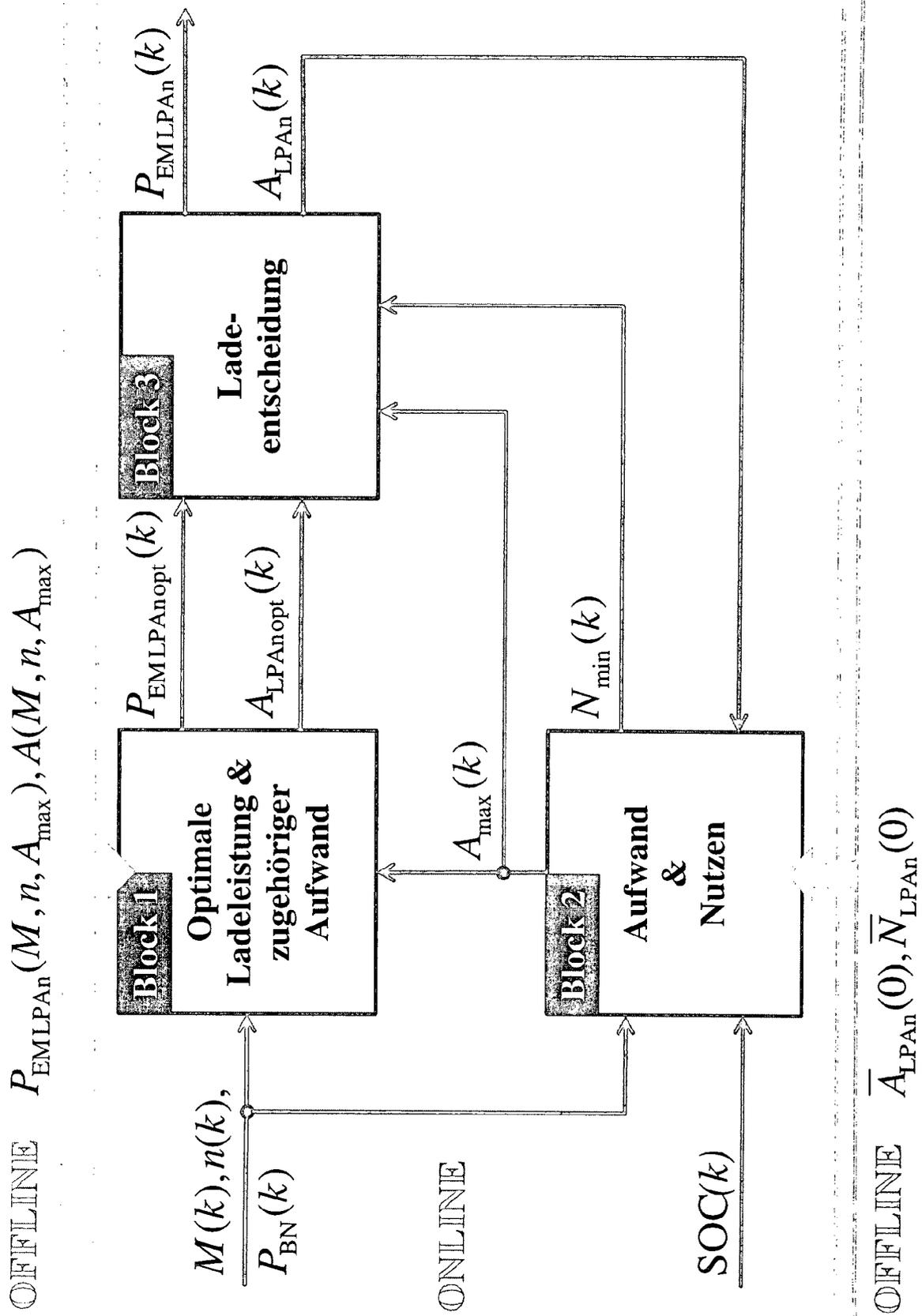


Fig. 2