

(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
5. April 2007 (05.04.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/036425 A2

(51) **Internationale Patentklassifikation:**
Nicht klassifiziert

(21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2006/066225

(22) **Internationales Anmeldedatum:**
11. September 2006 (11.09.2006)

(25) **Einreichungssprache:** Deutsch

(26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch

(30) **Angaben zur Priorität:**
10 2005 044 829.1
20. September 2005 (20.09.2005) 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): **SCHMIDT, Matthias**
[DE/DE]; Reinsburgstrasse 184, 70197 Stuttgart (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, LY, MA, MD, 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, 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, HU, IE, **IS**, **IT**, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, **RO**, SE, **SI**, 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 ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** ENERGY MANAGEMENT SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE

(54) **Bezeichnung:** ENERGIEMANAGEMENTSYSTEM FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

(57) **Abstract:** The invention relates to an energy management System for a motor vehicle. The inventive System comprises an energy manager provided with a Computing unit. A storing device and a plurality of on-board network components, such as a power generator, a power storage and power consuming devices are connected to the energy manager. Different possible operating states in the form of the power generator summation and none one or several Virtual power consumers are associated to the power storage and power consuming devices, respectively.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Energiemanagementsystem für ein Kraftfahrzeug. Das System weist einen Energiemanager auf, der eine Recheneinheit enthält. Mit dem Energiemanager sind ein Speicher und eine Vielzahl von Bordnetz-komponenten verbunden, bei denen es sich um Energieerzeuger, Energiespeicher und Energieverbraucher handelt. Den Energieerzeugern und den Energiespeichern sind jeweils verschiedene mögliche Betriebszustände zugeordnet, welche als Summation eines Energieerzeugers und keines, eines oder mehrerer sogenannter virtueller Energieverbraucher repräsentiert werden.



WO 2007/036425 A2

5 Energiemanagementsystem für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Energiemanagementsystem für ein Kraftfahrzeug.

10 Stand der Technik

Bisher bekannte Energiemanagementsysteme sind auf ein bestimmtes Fahrzeug und seine spezifischen Verbraucher abgestimmt. Sie lassen sich nicht ohne weiteres auf andere
15 Fahrzeuge übertragen. Somit können Kostenvorteile, die im Falle einer Übertragbarkeit auf andere Fahrzeuge präsent waren, nicht genutzt werden.

Aus der DE 197 45 849 A1 ist eine Einrichtung zur Energieverteilung in einem Kraftfahrzeug bekannt, welches einen von einer Brennkraftmaschine angetriebenen Generator aufweist, der ein Bordnetz mit elektrischer Leistung versorgt. Die Energieverteilung wird dabei mit Hilfe einer
20 Steuereinrichtung, die als Bordnetzmanager arbeitet, realisiert. Der Steuereinheit werden erforderliche Informationen zugeführt, aus denen sie eine Regelstrategie für die Regelung der Komponenten des Bordnetzes und der Brennkraftmaschine durchführt. Die Energieverteilung zwischen Bordnetz und Brennkraftmaschine erfolgt gemäß vorgegebbarer Anforderungen unter Berücksichtigung der Bedingung, dass die Bordnetz-Sollspannung innerhalb vorgegebbarer Grenzen liegt.
30

Aus der DE-198 29 150 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Energieverteilung in einem Kraftfahrzeug bekannt, welches wenigstens eine Batterie und wenigstens einen Generator aufweist. Dabei wird eine hierarchische Steuerstruktur eingesetzt. Diese besteht aus einer über-
35

geordneten Komponente und dieser untergeordneten Komponenten zur Steuerung des wenigstens einen Generators und der wenigstens einen Batterie. Dabei sind zwischen der übergeordneten Komponente und den untergeordneten Komponenten Schnittstellen mit vorgegebenen Kommunikationsbeziehungen vorgesehen. Bei den Kommunikationsbeziehungen handelt es sich um Aufträge, die von der beauftragten Komponente erfüllt werden müssen, um Anforderungen, die von der angeforderten Komponente erfüllt werden sollten, und um Abfragen, die von der abgefragten Komponente beantwortet werden müssen. Zwischen der untergeordneten Komponente des wenigstens einen Generators und der übergeordneten Komponente wird als Auftrag die einzustellende Leistung bzw. Spannung und als Abfrage das Potential zur Leistungserzeugung des Generators übermittelt. Weiterhin wird zwischen der untergeordneten Komponente der wenigstens einen Batterie und der übergeordneten Komponente als Abfrage das elektrische Leistungspotential der Batterie übermittelt .

20

Aus der DE 102 32 539 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verwaltung elektrischer Energie in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz bekannt. Dieses Bordnetz weist mehrere elektrische Verbraucher auf, die von einem Generator und einer Batterie mit elektrischer Energie versorgt werden. Die Verbraucher fordern in einer ersten Phase nach dem Einschalten eine Spitzenleistung und in einer zweiten Phase nach dem Einschalten eine Nennleistung. Weiterhin ist eine Steuereinrichtung zur Durchführung eines Energie- und Verbrauchermanagements vorgesehen. Zur Vermeidung von Spannungseinbrüchen beim Zuschalten von Verbrauchern und zur Verbesserung der Fahrzeugsicherheit wird vorgeschlagen, nach einer Einschaltanforderung die im Bordnetz verfügbare Spitzen- und Nennleistung zu ermitteln und den Einschaltzeitpunkt für den Verbraucher zeitlich zu verzögern sowie Versorgungsleistung erhöhende Maßnahmen und/oder verbrauchsmindernde Maßnahmen einzuleiten, falls nicht genügend Spitzen- oder Nennleistung

35

tung verfügbar ist. Der neue Verbraucher wird erst dann zugeschaltet, wenn ausreichend Spitzen- und Nennleistung zur Verfügung gestellt werden kann.

5 Vorteile der Erfindung

Ein Energiemanagementsystem mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen weist demgegenüber den Vorteil auf, dass eine sehr genaue und differenzierte Lastflusssteuerung
10 durchgeführt werden kann. Im Unterschied zu bekannten Energiemanagementsystemen, bei denen eine Trennung von Energieerzeugern, Energiespeichern und Energieverbrau- chern vorgenommen wird, ist beim neuen Energiemanagement- system diese Trennung nicht mehr vorhanden. Dadurch ist
15 es beispielsweise möglich, genau zu bestimmen, für welche Klassen von Energieverbrauchern wie viel Energie bei- spielsweise aus einer Batterie entnommen werden darf und für welche nicht.

Mittels der im Anspruch 2 angegebenen Merkmale wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass das beanspruchte Ener- giemanagementsystem erweiterungsfähig und baureihenüber- greifend einsetzbar ist. Einer neuen Bordnetzkomponente braucht lediglich eine Prioritätskennzahl und eine oder
25 mehrere Klassen zugeordnet werden, wobei jeder Verbrau- cher zu einem Zeitpunkt nur einer Klasse angehören kann. Sind dann weiterhin im Speicher die jeweils zugehörigen Daten abgespeichert, dann können diese Daten zusätzlich zu den bisher vorhandenen Daten zum Energiemanagement
30 verwendet werden.

Dieses Energiemanagement kann vom Energiemanager direkt unter Verwendung der von der Recheneinheit verarbeiteten abgespeicherten Daten durchgeführt werden. Beispielsweise
35 erkennt der Energiemanager anhand der von der Rechenein- heit vorgenommenen Auswertung der abgespeicherten Daten, dass die vorhandene Energie lediglich für die vorhandenen sicherheitsrelevanten Verbraucher ausreicht. Folglich

führt er eine Steuerung in dem Sinne aus, dass die sicherheitsrelevanten Verbraucher Strom aus der Batterie entnehmen können, Komfortverbraucher hingegen nicht.

5 Alternativ dazu kann das Energiemanagement auch Informationen über die vorhandene Energie an den Bordnetzkomponenten zugeordnete Steuereinheiten übermitteln, die dann ihrerseits die jeweils zugehörige Bordnetzkomponente steuern. Bei dieser Ausführungsform ist die Steuerintel-
10 ligenz dezentral bei der jeweiligen Bordnetzkomponente angeordnet .

Vorzugsweise ist die Klassenzuordnung einer Bordnetzkomponente im Betrieb veränderbar. Beispielsweise kann eine
15 Heizvorrichtung, die der Klasse 5 zugeordnet und durch den Energiemanager abgeschaltet wurde, nach einiger Zeit in die Klasse 4 wechseln, um zu signalisieren, dass die Abschaltung der Heizvorrichtung nunmehr wahrnehmbar ist und die umgehende Wiedereinschaltung der Heizvorrichtung
20 notwendig ist. Weiterhin kann auch ein Energieerzeuger unterschiedlichen Klassen angehören. In der Klasse 0 gibt er seine maximal mögliche Leistung ab. Er kann aber auch als virtueller Verbraucher einer höheren Klasse zugeordnet sein, Leistung beziehen und somit seine Abgabeleistung senken. Ferner kann auch ein Speicher unterschiedli-
25 chen Klassen angehören. In der Klasse 0 gibt er die maximal mögliche Abgabeleistung ab. In einer höheren Klasse kann er als virtueller Verbraucher Leistung aufnehmen und somit seine Abgabeleistung senken bzw. insgesamt sogar
30 Leistung aufnehmen.

Vorzugsweise wird beim Vorliegen eines mehrere Leistungsstufen aufweisenden Verbrauchers jede Leistungsstufe als ein unabhängiger Verbraucher betrachtet, welchem eine ei-
35 gene Prioritätskennzahl und ein oder mehrere Klassen zugeordnet sind. Die Leistung des Verbrauchers entspricht dabei der zusätzlich zur vorhergehenden Stufe benötigten Leistung. Dies verbessert die Integrierbarkeit beliebiger

weiterer Verbraucher in das Energiemanagementsystem, ohne dessen Kern zu verändern.

5 Stufenlose Verbraucher werden vorzugsweise in kleinste, sinnvoll regelbare Stufen untergliedert, wobei jeder Stufe eine eigene Prioritätskennzahl und ein oder mehrere Klassen zugeordnet sind. Dies verbessert die Integrierbarkeit weiterer stufenloser Verbraucher in das Energiemanagementsystem, ohne dessen Kern zu verändern.

10

Allen vorstehend genannten Bordnetzkomponenten können zwar verschiedene Klassen zugeteilt werden, d. h. sie können von einer in eine andere Klasse wechseln, doch ist zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Bordnetzkomponente nur
15 einer Klasse zugeordnet.

Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren beispielhafter Erläuterung anhand der Zeichnung.

20

Zeichnung

Die Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform eines Energiemanagementsystems gemäß der Erfindung. Die Figur 2 zeigt eine Skizze zur Erläuterung
25 der Struktur des Speichers 3 von Figur 1. Die Figur 3 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung der Zuordnung von Bordnetzkomponenten zu den Klassen und Prioritätskennzahlen. Die Figur 4 zeigt ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform eines Energiemanagementsystems gemäß der
30 Erfindung.

Beschreibung

35 Die Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform eines Energiemanagementsystems gemäß der Erfindung. Gemäß dieser Ausführungsform weist das Energiemanagementsystem einen Energiemanager 1 auf, der eine

Recheneinheit 2 enthält. Der Energiemanager 1 steht mit einem Speicher 3 in Verbindung, in welchen Daten eingeschrieben und aus welchem Daten ausgelesen werden. Weiterhin steht der Energiemanager 1 mit einem Energieerzeuger 4, einem Energiespeicher 5 und Energieverbrauchern 6, 7 und 8 in Verbindung. Bei dem Energieerzeuger 4 kann es sich um einen Generator handeln, bei dem Energiespeicher 5 um eine Batterie. Die Energieverbraucher 6, 7, 8 sind reale Energieverbraucher. Beispielsweise handelt es sich beim Energieverbraucher 6 um eine Heizvorrichtung des Fahrzeugs, beim Energieverbraucher 7 um ein Bremsregelsystem (ABS) des Fahrzeugs und beim Energieverbraucher 8 um das Autoradio des Fahrzeugs. Alle vorgenannten Energieerzeuger, Energiespeicher und Energieverbraucher werden als Bordnetzkomponenten bezeichnet.

Diese Bordnetzkomponenten werden in Klassen eingeteilt. Ein Beispiel für eine derartige Klasseneinteilung ist in der nachfolgenden Tabelle gezeigt:

20

Tabelle 1

Klasse 0	Erzeuger und Speicher (alle mit maximaler Abgabeleistung)
Klasse 1	Grundlast (alle Verbraucher ohne informationstechnische Signalanbindung)
Klasse 2	Nicht beeinflussbare Verbraucher (sicherheitsrelevante und gesetzlich relevante Verbraucher)
Klasse 3	Nicht sicherheitsrelevante, aber im Degradationsfall deutlich wahrnehmbare Verbraucher
Klasse 4	Wie Klasse 3, aber kaum wahrnehmbare Degradation
Klasse 5	Wie Klasse 3, aber nicht wahrnehmbare Degradation
Klasse 6	P_{MAX} (Boost;)
Klasse 7	P_{MAX} (Boost, aber ohne anschließendes Einsparpotential)

Der Klasse 0 sind folglich alle Energieerzeuger und Energiespeicher mit ihrer maximal möglichen Abgabeleistung zugeordnet, beispielsweise der Generator 4 und die Batterie 5. Der Klasse 1 gehören alle Energieverbraucher an, die keine informationstechnische Signalanbindung aufweisen. Dazu gehören beispielsweise Scheinwerfer, die nicht über einen Datenbus angesteuert werden. Der Klasse 2 sind alle nicht beeinflussbaren Verbraucher zugeordnet. Damit sind sicherheitsrelevante und gesetzlich relevante Verbraucher gemeint, beispielsweise ein Bremsregelsystem, Scheinwerfer, Sekundärluftpumpe oder elektrische Katalysatorheizung. Der Klasse 3 gehören alle nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher an, deren Abschaltung im Degradationsfall deutlich wahrnehmbar ist. Dazu gehören beispielsweise das Autoradio und die Fensterheber. Der Klasse 4 sind alle nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher zugeordnet, deren Abschaltung im Degradationsfall nur in geringem Umfang wahrnehmbar ist. Dazu gehört beispielsweise die Sitzheizung. Der Klasse 5 gehören alle nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher an, deren Abschaltung im Degradationsfall nicht wahrnehmbar sind. Dazu gehört beispielsweise die Heckscheibenheizung. Der Klasse 6 sind alle nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher mit stets maximalem Verbrauch zugeordnet. Dazu gehört beispielsweise die Innenraumheizung. Die Verbraucher der Klassen 2-7 können im Betrieb ihre Klassen wechseln. Der Klasse 7 gehören alle nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher mit stets maximalem Leistungsverbrauch an, deren Aktivierung aber nicht mit einem nachfolgenden Einsparungspotential verbunden ist. Dazu gehört beispielsweise bei hohen Außentemperaturen die Heckscheibenheizung.

Weiterhin werden Prioritätskennzahlen definiert, die Auskunft über die Wichtigkeit einer Bordnetzkomponente für die Energieverteilung geben. Beispielsweise ist der Prioritätskennzahl PK = 1 der Generator 4, der Prioritäts-

kennzahl PK = 2 die Batterie 5, der Prioritätskennzahl PK = 5 die Grundlast und die Sekundärluftpumpe, der Prioritätskennzahl PK = 6 das Bremsregelsystem, der Prioritätskennzahl PK = 7 die Scheinwerfer und den Prioritätskennzahlen 14, 15 und 16 drei verschiedene Leistungsstufen eines Verbrauchers zugeordnet, beispielsweise einer HeizVorrichtung .

Die Figur 2 zeigt eine Skizze zur Erläuterung der Struktur des Speichers 3 von Figur 1. Wie aus der Figur 3 hervorgeht, sind die Speicherplätze des Speichers 3 matrixförmig organisiert. Dabei sind auf einer Achse die insgesamt acht verschiedenen Klassen und auf der anderen Achse beispielsweise insgesamt 17 Prioritätskennzahlen angegeben.

Die Figur 3 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung der Zuordnung von Bordnetzkomponenten zu den Klassen und Prioritätskennzahlen.

Gemäß der Figur 3 ist dem Generator 4, bei dem es sich um einen Leistungserzeuger handelt, die Prioritätskennzahl PK = 1 fest zugeordnet. Jeder Energieerzeuger weist verschiedene Betriebszustände auf. In einem dieser Betriebszustände gibt er seine maximal mögliche Leistung ab, die im Falle des Generators 4 beispielsweise 2000 W beträgt. Dieser Betriebszustand ist der Klasse 0 zugeordnet. Die vom Generator in dieser Betriebsart abgegebene Leistung ist in der Figur 4 negativ bilanziert, d. h. mit einem Minuszeichen versehen.

Jeder Leistungserzeuger kann seine Abgabeleistung senken, indem er mittels einem oder mehreren sogenannten virtuellen Verbrauchern in höheren Klassen Leistung bezieht. Diese Reduzierung der Abgabeleistung liegt im Falle des Generators 4 beispielsweise bei einer Leerlaufdrehzahl-Absenkung (LLD-Absenkung) und einer Momentenreduktion vor. Diesen virtuellen Verbrauchern sind andere Klassen

zugeordnet, beispielsweise die Klassen 4 und 5, wobei der Generator gemäß der Klasse 4 eine Leistung von 600 W und gemäß der Klasse 5 eine Leistung von 300 W aufnimmt. Dies ist in der folgenden Tabelle veranschaulicht, in welcher
 5 in der letzten Spalte die effektive Abgabeleistung des Generators angegeben ist.

Tabelle 2

Erzeuger :

BETRIEBSART	PK	KLASSE	LEISTUNG	EFFEKTIVE ABGABELEISTUNG
Volllast	1	0	- 2000 W	- 2000 W
Volllast bei abge- senkter Drehzahl	1	4	600 W	- 1400 W
Teillast zur Momentenreduktion	1	5	300 W	- 1100 W

10

Der Generator stellt eine Schnittstelle zu einer übergeordneten Regelung dar. Beispielsweise wird dem Generator ein Befehl zu der oben angegebenen Momentenreduktion von dieser übergeordneten Regelung vorgegeben.

15

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich ist, sind einem Energieerzeuger verschiedene mögliche Betriebszustände bzw. -arten zugeordnet, wobei diese Betriebszustände durch eine Summation eines realen Energieerzeugers und
 20 keines, eines oder mehrerer virtueller Energieverbraucher repräsentiert werden. Die virtuellen Energieverbraucher werden vom Energiemanager in Abhängigkeit von der vorliegenden Energiemenge und dem vorliegenden Energiebedarf freigegeben oder gesperrt. Aus diesen Freigaben kann der
 25 vom Generator zu wählende Betriebszustand direkt abgeleitet werden.

Weiterhin ist gemäß der Figur 3 der Batterie 5, bei der es sich um einen Energiespeicher handelt, die Prioritätskennzahl PK = 2 zugeordnet. Auch jeder Energiespeicher
 30

weist verschiedene Betriebszustände auf. In einem dieser Betriebszustände gibt er seine maximal mögliche Leistung ab, die im Falle der Batterie 5 800 W beträgt. Dieser Betriebszustand ist der Klasse 0 zugeordnet. Die von der Batterie in dieser Betriebsart abgegebene Energie ist in der Figur 4 negativ bilanziert, d. h. mit einem Minuszeichen versehen.

Jeder Energiespeicher kann seine Abgabeleistung senken bzw. Leistung aufnehmen, indem er mittels einem oder mehreren sogenannten virtuellen Verbrauchern in höheren Klassen Leistung bezieht. Diesen virtuellen Verbrauchern sind andere Klassen zugeordnet, beispielsweise die Klassen 3, 4 und 5. Dabei nimmt der Energiespeicher - wie aus der Figur 3 ersichtlich ist - in der Klasse 3 eine Leistung von 600 W, in der Klasse 4 eine Leistung von 300 W und in der Klasse 5 eine Leistung von 100 W auf. Dies ist in der folgenden Tabelle veranschaulicht, in welcher in der letzten Spalte die effektive Leistung des Energiespeichers angegeben ist.

Tabelle 3

Speicher :

BETRIEBSART	PK	KLASSE	LEISTUNG	EFFEKTIVE LEISTUNG
Erzeuger Stufe 2 (maximale Abgabeleistung)	2	0	- 800 W	- 800 W
Erzeuger Stufe 1 (reduzierte Abgabeleistung)	2	3	600 W	- 200 W
Verbraucher Stufe 1 (reduzierte Aufnahmeleistung)	2	4	300 W	+ 100 W
Verbraucher Stufe 2 (normale Aufnahmeleistung)	2	5	100 W	+ 200 W

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich ist, sind einem Energiespeicher verschiedene mögliche Betriebszustände bzw. -arten zugeordnet, wobei diese Betriebszustände durch eine Summation eines realen Energieerzeugers und keines, eines oder mehrerer virtueller Energieverbraucher repräsentiert werden. Die virtuellen Verbraucher werden vom Energiemanager in Abhängigkeit von der vorliegenden Energiemenge und dem vorliegenden Energiebedarf freigegeben oder gesperrt.

Die Prioritätskennzahlen 3 und 4 sind weiteren, im vorliegenden Ausführungsbeispiel nicht vorgesehenen Energiespeichern vorbehalten.

Ferner ist in der Figur 3 der Grundlast die Prioritätskennzahl $PK = 5$ und die Klasse 1 zugeordnet, in welcher eine Leistungsaufnahme von 500 W gegeben ist. Weiterhin ist derselben Prioritätskennzahl $PK = 5$ ein weiterer Verbraucher zugeordnet, beispielsweise eine Sekundärluftpumpe des Fahrzeugs. Diese ist in die Klasse 2 eingeordnet und hat eine Leistungsaufnahme von 250 W.

Gemäß der Figur 3 ist einem weiteren Verbraucher die Prioritätskennzahl $PK = 6$ zugeordnet. Dieser weitere Verbraucher weist nur einen Betriebszustand auf, dem die Klasse 2 zugeordnet ist. Dieser weitere Verbraucher hat eine Leistungsaufnahme von 300 W. Bei diesem weiteren Verbraucher handelt es sich beispielsweise um ein Bremsregelsystem.

Ferner ist gemäß der Figur 3 ein noch weiterer Verbraucher vorgesehen, dem die Prioritätskennzahl $PK = 7$ zugeordnet ist. Dieser noch weitere Verbraucher weist ebenfalls nur einen Betriebszustand auf, dem die Klasse 2 zugeordnet ist. Dieser noch weitere Verbraucher hat eine

Leistungsaufnahme von 100 W. Es kann sich dabei um einen Scheinwerfer handeln.

Schließlich ist gemäß der Figur 3 ein Verbraucher vorgesehen, der in drei Leistungsstufen betreibbar ist. Beispielsweise handelt es sich bei diesem Verbraucher um ein Heizelement des Fahrzeugs. Jede der Leistungsstufen dieses Verbrauchers wird als ein eigener, unabhängiger Verbraucher betrachtet. Der Leistungsstufe 1 ist die Prioritätskennzahl PK = 14, der Leistungsstufe 2 die Prioritätskennzahl PK = 15 und der Leistungsstufe 3 die Prioritätskennzahl PK = 16 zugeordnet. Weiterhin sind die Leistungsstufen 1 und 2 jeweils in die Klasse 4 und die Leistungsstufe 3 in die Klasse 5 eingeordnet. In der Klasse 4 nimmt der Verbraucher mit der Prioritätskennzahl PK = 14 eine Leistung von 300 W auf. Der Verbraucher mit der Prioritätskennzahl PK = 15 hat in der Klasse 4 eine Leistungsaufnahme von 400 W. Der Verbraucher mit der Prioritätskennzahl PK = 16 hat in der Klasse 5 eine Leistungsaufnahme von 300 W. Dies ist in der folgenden Tabelle veranschaulicht, in deren letzter Spalte die Gesamtleistung angegeben ist.

Tabelle 4

25 Verbraucher:

BETRIEBSART	PK	KLASSE	LEISTUNG	GESAMT- LEISTUNG
Stufe 1	14	4	300 W	300 W
Stufe 2	15	4	400 W	700 W
Stufe 3	16	5	300 W	1000 W

Jeder der vorgenannten Verbraucher kann im Betrieb dynamisch seine Klasse wechseln. Wenn beispielsweise ein Heizverbraucher, der in die Klasse 5 eingeordnet ist, durch das Energiemanagement abgeschaltet wird, kann er nach einer gewissen Zeit in die Klasse 4 wechseln. Durch

diesen Wechsel wird angezeigt, dass die vorgenommene Abschaltung des Heizverbrauchers nunmehr wahrnehmbar ist.

Folglich ist bei der vorliegenden Erfindung jedem
5 Verbraucher eindeutig eine Prioritätskennzahl zugeordnet, die sich nicht ändert. Umgekehrt können aber einer Prioritätskennzahl mehrere Verbraucher zugeordnet sein. Jeder Verbraucher kann zu einem Zeitpunkt nur einer Klasse angehören. Verbraucher im Sinne der Erfindung sind bei ein-
10 stufigen Verbrauchern der Verbraucher selbst, bei mehrstufigen Verbrauchern stets nur eine Schaltstufe des Verbrauchers. Sind Verbraucher mit übereinstimmender Prioritätskennzahl in verschiedenen Klassen vorhanden, dann können sie stets unabhängig voneinander angesteuert werden.
15 Haben hingegen zwei Verbraucher dieselbe Prioritätskennzahl und dieselbe Klasse, dann können sie nur gemeinsam zu- und abgeschaltet werden.

Der Energiemanager 1 führt das Energiemanagement unter
20 Verwendung der im Speicher 3 abgespeicherten Daten durch, die in der Figur 3 veranschaulicht sind. Diese abgespeicherten Daten, die die Leistungsaufnahme bzw. Leistungsabgabe der Bordnetzkomponenten angeben, werden von der Recheneinheit 2 des Energiemanagers 1 aus dem Speicher 3
25 ausgelesen und einem Rechenvorgang unterworfen. Im Rahmen dieses Rechenvorganges wird ein Gleichgewichtspunkt ermittelt, indem zeilenweise von links nach rechts die angegebenen Leistungswerte solange aufaddiert werden, bis die ermittelte Summe größer ist als ein Schwellenwert,
30 der beispielsweise 0 ist. Zieht man dann den letzten Summanden wieder ab, dann erhält man den größten noch möglichen Wert, der kleiner als 0 ist. Daraus lassen sich nun Informationen über eine resultierende Klasse und eine resultierende Prioritätskennzahl ableiten, die Auskunft
35 darüber enthalten, welche Verbraucher wie viel Energie aufnehmen dürfen und welche nicht.

Diese Informationen werden gemäß der ersten Ausführungsform, die in der Figur 1 dargestellt ist, vom Energiemanager 1 dazu verwendet, die einzelnen Verbraucher direkt anzusteuern, beispielsweise auszuschalten, um sicherzustellen, dass die von allen Verbrauchern insgesamt aufgenommene Energie kleiner bleibt als die zur Verfügung stehende Energie.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform werden die genannten Informationen vom Energiemanager lediglich an alle Bordnetzkomponenten übertragen. Dort ist jeweils eine eigene Steuereinheit vorgesehen, die die übermittelte Information dazu verwendet, die von der Bordnetzkomponente aufgenommene Energie im Sinne der übermittelten Informationen einzustellen.

Weiterhin ist auch eine Kombination beider vorstehend beschriebener Ausführungsformen möglich.

Die Figur 4 zeigt ein Blockschaltbild dieser zweiten Ausführungsform eines Energiemanagementsystems gemäß der Erfindung. Diese Ausführungsform weist ebenso wie die in der Figur 1 gezeigte Ausführungsform einen Energiemanager 1 auf, der eine Recheneinheit 2 umfasst. Der Energiemanager 1 steht in Verbindung mit dem Speicher 3, um Daten aus diesem auszulesen und um Daten in diesen einzuschreiben.

Die vom Energiemanager 1 ausgegebenen Informationen über die resultierende Klasse und die resultierende Prioritätskennzahl werden an alle Bordnetzkomponenten übertragen. Bei der Bordnetzkomponente 14 handelt es sich um eine Generatoreinheit, die eine Generatorsteuereinheit 9 und einen Generator 4 aufweist. Die Generatorsteuereinheit 9 verwendet die vom Energiemanager 1 ausgegebenen Informationen, um die vom Generator 4 abgegebene Energie im Sinne der übermittelten Informationen einzustellen. Beispielsweise kann die Generatorsteuereinheit 9 dafür

Sorge tragen, dass die Abgabeleistung gesenkt wird. Dadurch kann erreicht werden, dass das Drehmoment des Generators abgesenkt wird und dadurch mehr Drehmoment vom Verbrennungsmotor für die Beschleunigung des Fahrzeugs zur Verfügung steht.

Bei der Bordnetzkomponente 15 handelt es sich um eine Energiespeichereinheit, die eine Speichersteuereinheit 10 und einen Energiespeicher 5 aufweist. Die Speichersteuereinheit 10 verwendet die vom Energiemanager 1 ausgegebenen Informationen, um die vom Energiespeicher 5 aufgenommene Energie im Sinne der übermittelten Informationen einzustellen. Beispielsweise kann die Speichersteuereinheit 10 dafür Sorge tragen, dass jegliches Laden des Energiespeichers unterbleibt, um sicherzustellen, dass die von allen Verbrauchern insgesamt aufgenommene Energie kleiner bleibt als die zur Verfügung stehende Energie.

Alternativ dazu kann es sich bei der Bordnetzkomponente 15 auch um eine Batterieeinheit handeln, die eine Batteriezustandserkennung 10 und eine Batterie 5 aufweist. Die Batteriezustandserkennung meldet dem Energiemanager 1 den Zustand der Batterie. Der Energiemanager 1 steuert die Batterieleistung indirekt über die Bordnetzspannung. Dies kann durch Vorgabe einer Sollspannung an den Generator durch ein geeignetes Modell geschehen.

Bei der Bordnetzkomponente 16 handelt es sich um eine Verbrauchereinheit, die eine Verbrauchersteuereinheit 11 und einen Verbraucher 6 aufweist. Die Verbrauchersteuereinheit 12 verwendet die vom Energiemanager 1 ausgegebenen Informationen, um die vom Verbraucher 6 aufgenommene Energie im Sinne der übermittelten Informationen einzustellen. Beispielsweise kann die Verbrauchersteuereinheit 11 dafür Sorge tragen, dass der Verbraucher 6 abgeschaltet wird, um sicherzustellen, dass die von allen Verbrauchern insgesamt aufgenommene Energie kleiner bleibt als die zur Verfügung stehende Energie.

Bei der Bordnetzkomponente 17 handelt es sich um eine Verbrauchereinheit, die eine Verbrauchersteuereinheit 12 und einen Verbraucher 7 aufweist. Die Verbrauchersteuereinheit 5 verwendet die vom Energiemanager 1 ausgegebenen Informationen, um die vom Verbraucher 7 aufgenommene Energie im Sinne der übermittelten Informationen einzustellen. Beispielsweise kann die Verbrauchersteuereinheit 12 dafür Sorge tragen, dass der Verbraucher 7 abgeschaltet wird, um sicherzustellen, dass die von allen Verbrauchern insgesamt aufgenommene Energie kleiner bleibt als die zur Verfügung stehende Energie.

Bei der Bordnetzkomponente 18 handelt es sich um eine Verbrauchereinheit, die eine Verbrauchersteuereinheit 13 und einen Verbraucher 8 aufweist. Die Verbrauchersteuereinheit 13 verwendet die vom Energiemanager 1 ausgegebenen Informationen, um die vom Verbraucher 8 aufgenommene Energie im Sinne der übermittelten Informationen einzustellen. Beispielsweise kann die Verbrauchersteuereinheit 20 13 dafür Sorge tragen, dass der Verbraucher 8 abgeschaltet wird, um sicherzustellen, dass die von allen Verbrauchern insgesamt aufgenommene Energie kleiner bleibt als die zur Verfügung stehende Energie.

25 Weiterhin ist eine Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens der Verbraucher mit sogenannten Hüllkurven vorgesehen. Zu diesem Zweck übergibt jeder Verbraucher, der ein signifikantes Einschaltverhalten aufweist, einen Parametersatz ($H_1, t_i; H_2, t_2; \dots$) zur Beschreibung seines Zeitverhaltens an den Energiemanager 1.

Die Leistung des Verbrauchers errechnet sich dann wie folgt:

35

$$P(t) = H(t) \gg \text{PNenn-}$$

Mittels einer derartigen standardisierten Beschreibung können alle Verbraucher in guter Näherung abgedeckt werden. Mittels der Hüllkurven kann eine Look-Ahead-Funktionalität erreicht werden. Beispielsweise kann in
5 einem Zeitabstand von 5 Sekunden die Energiebilanz berechnet werden und abhängig vom jeweiligen Berechnungsergebnis weitere Schaltbefehle ausgegeben oder unterdrückt werden. Weiterhin können die Einschaltzeitpunkte von Lasten mit hohem Einschaltimpuls zeitlich entzerzt werden.

10

Zusammenfassend kann ausgeführt werden, dass bei der vorliegenden Erfindung keine strikte Trennung zwischen Erzeugern, Speichern und Verbrauchern vorgenommen wird. Es kann exakt definiert werden, wofür eine vorhandene Batterie entladen werden darf. Das erfindungsgemäße Konzept
15 lässt sich ohne weiteres in eine übergeordnete Regelung einbinden. Durch das Managementsystem gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird der im Fahrzeug vorhandene Bus nur gering belastet, da nur eine Information über eine resultierende Klasse und eine resultierende
20 Prioritätskennzahl übertragen wird. Von den Verbrauchern wird nur im Falle einer Statusänderung oder eines Wechsels der Klasse eine Nachricht an den Energiemanager gesendet. Weitere Vorteile der Erfindung sind eine hohe Genauigkeit der Verbraucher-Spitzenlastreduktion, die Skalierbarkeit und die leichte Anpassbarkeit an Kundenwünsche. Weiterhin ist die Arbeitsweise eines Energiemanagementsystems gemäß der Erfindung leicht nachvollziehbar und applizierbar. Neue Verbraucher lassen sich in einfacher Weise in das Konzept einbinden, da eine standardisierte Schnittstelle existiert. Neue Komponenten können
25 automatisch erkannt und im Sinne einer Plug & Play-Funktionalität in ein bestehendes System integriert werden. Bei der vorliegenden Erfindung erfolgt eine dynamische Priorisierung der Bordnetzkomponentenleistung, was eine Regelung mit nur minimaler Wahrnehmbarkeit der Regeleingriffe durch den Kunden ermöglicht. Gemäß der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform, welcher ein dezent-

trales Verbrauchermodell zugrunde liegt, wird der Verbraucherzustand nicht im Energiemanager abgebildet, da die Intelligenz bezüglich des Verbraucherzustandes im Verbraucher selbst oder zumindest außerhalb des Energiemanagers angeordnet ist.

Ein Energiemanagementsystem gemäß der Erfindung kann als Grundlage für ein modellübergreifendes Energiemanagement und auch für ein herstellerübergreifendes, standardisiertes Energiemanagement dienen, da jede Bordnetzkomponente durch einen standardisierten Parametersatz beschrieben wird und eine Standardschnittstelle aufweist. Dies ermöglicht eine Anpassung an verschiedene Fahrzeuge und Ausstattungsgrade. Bei bekannten Energiemanagementsystemen war es im Unterschied dazu notwendig, Verbraucherschnittstellen für mehrstufige Verbraucher in komplizierter Weise im Energiemanager zu berücksichtigen. Durch die Maßnahme, dass jede Stufe als eigener Verbraucher behandelt wird, können beliebige Verbraucher integriert werden, ohne dass der Kern des Energiemanagementsystems verändert werden muss.

Bezugszeichenliste

	1	Energiemanager
	2	Recheneinheit
5	3	Speicher
	4	Energieerzeuger, Generator
	5	Energiespeicher, Batterie
	6	Erster Energieverbraucher
	7	Zweiter Energieverbraucher
10	8	Dritter Energieverbraucher
	9	Generatorsteuereinheit
	10	Speichersteuereinheit, Batteriezustandserkennung
	11	Verbrauchersteuereinheit
	12	Verbrauchersteuereinheit
15	13	Verbrauchersteuereinheit
	14	Generatoreinheit
	15	Energiespeichereinheit
	16	Verbrauchereinheit
	17	Verbrauchereinheit
20	18	Verbrauchereinheit

Patentansprüche

5

1. Energiemanagementsystem für ein Kraftfahrzeug, mit
- einem Energiemanager, der eine Recheneinheit aufweist,
- einem mit dem Energiemanager verbundenen Speicher und
10 - einer Vielzahl von Bordnetzkomponenten, bei denen es
sich um Energieerzeuger, Energiespeicher und Energie-
verbraucher handelt,
dadurch gekennzeichnet, dass den Energieerzeu-
gern (4) und den Energiespeichern (5) jeweils verschiede-
15 ne mögliche Betriebszustände zugeordnet sind und diese
Betriebszustände jeweils durch eine Summation eines rea-
len Energieerzeugers und keines, eines oder mehrerer vir-
tueller Energieverbraucher repräsentiert werden.
- 20 2. Energiemanagementsystem nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Speicherplätze des Spei-
chers (3) matrixförmig organisiert sind, den Bordnetzkom-
ponenten (4,5,6,7,8,14,15,16,17,18) jeweils eine Priori-
tätskennzahl und eine oder mehrere Klassen zugeordnet
25 sind und im Speicher (3) für jede Bordnetzkomponente und
jede zugehörige Klasse Daten abgespeichert sind, die die
Energieabgabe oder Energieaufnahme der jeweiligen Bord-
netzkomponente für die jeweilige Klasse beschreiben.
- 30 3. Energiemanagementsystem nach Anspruch 2, dadurch
gekennzeichnet, dass der Energiemanager (1) das
Energiemanagement unter Verwendung von von der Rechenein-
heit (2) verarbeiteten abgespeicherten Daten durchführt.
- 35 4. Energiemanagementsystem nach Anspruch 3, dadurch
gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (2) abge-
speicherte Daten aufsummiert und mit mindestens einem
Schwellenwert vergleicht.

5. Energiemanagementsystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiemanager
(1) die von der Recheneinheit (2) ermittelten Ergebnisdaten zur Steuerung der Bordnetzkomponenten verwendet.

6. Energiemanagementsystem nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass den Bordnetzkomponenten (14,15,16,17,18) jeweils eine Steuereinheit
(9,10,11,12,13) zugeordnet ist, der Energiemanager (1) die von der Recheneinheit (2) ermittelten Ergebnisdaten der jeweiligen Steuereinheit übermittelt und die jeweilige Steuereinheit die Ergebnisdaten zur Steuerung der jeweiligen Bordnetzkomponente (4,5,6,7,8) verwendet.

7. Energiemanagementsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ergebnisdaten Informationen über eine resultierende Klasse und eine resultierende Prioritätskennzahl enthalten.

8. Energiemanagementsystem nach einem der Ansprüche 2 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassenzuordnung einer Bordnetzkomponente veränderbar ist.

9. Energiemanagementsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Energieverbraucher, der mehrere Leistungsstufen aufweist, jeder Leistungsstufe eine eigene Prioritätskennzahl zugeordnet ist.

10. Energiemanagementsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein stufenloser Energieverbraucher in Stufen untergliedert ist, von denen jede einer definierten Leistungsstufe zugeordnet ist, und jeder Stufe eine eigene Prioritätskennzahl zugeordnet ist.

1 / 2

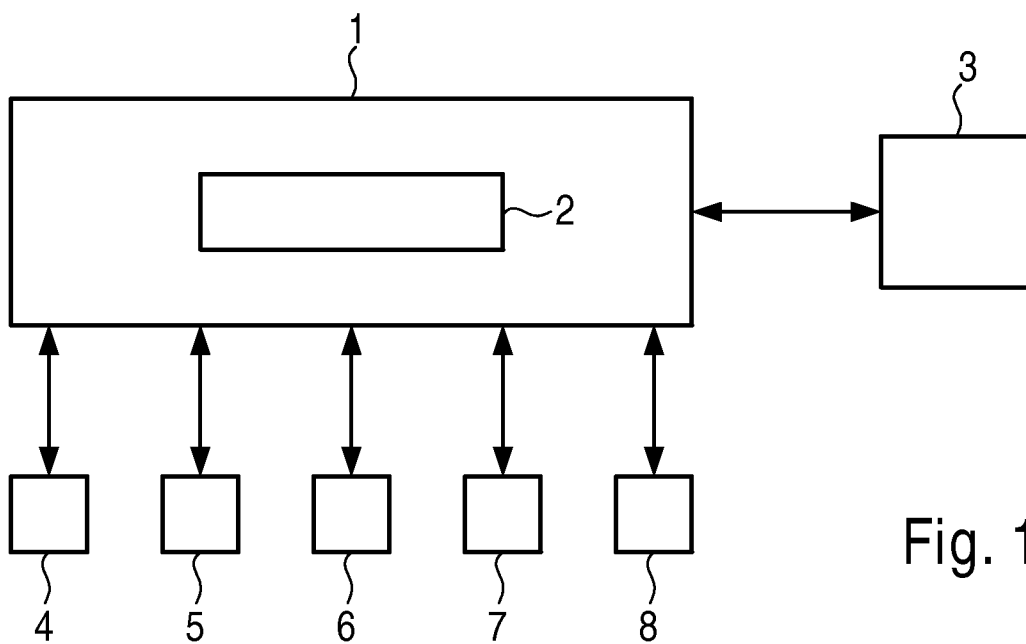


Fig. 1

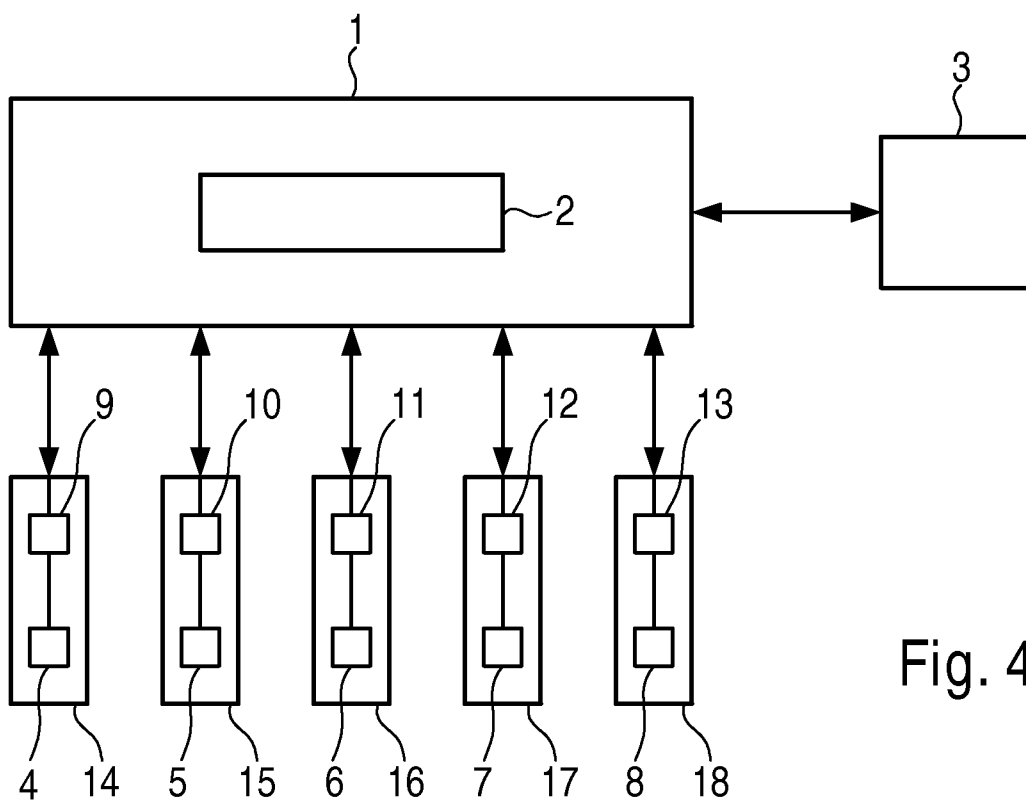


Fig. 4

