



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 200 605.3**  
(22) Anmeldetag: **19.01.2016**  
(43) Offenlegungstag: **20.07.2017**

(51) Int Cl.: **B60W 20/40** (2016.01)  
**B60W 20/00** (2006.01)  
**B60W 10/04** (2006.01)  
**B60W 30/188** (2012.01)

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

(72) Erfinder:  
**Wiesbeck, Ferdinand, 80802 München, DE; Etzel,  
Michael, 82140 Olching, DE; Glatz, Christian,  
85774 Unterföhring, DE; Rank, Andreas, 82140  
Olching, DE; Schröder, Jochen, Dr., 80995  
München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

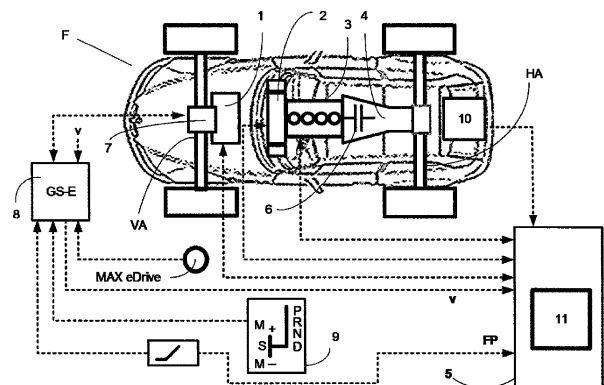
DE	44 22 636	A1
DE	10 2008 000 629	A1
DE	10 2013 210 706	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Steuersystem mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit zur Steuerung eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemäße Steuersystem weist mindestens eine elektronische Steuereinheit zur Steuerung eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug auf, das zumindest die Fahrzeuggeschwindigkeit und den Fahrleistungswunsch des Fahrers, eines Sicherheitsregelsystems oder eines Fahrerassistenzsystems erfasst. Die Steuereinheit ist derart ausgestaltet (insbesondere programmiert), dass sie unterhalb einer vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle und/oder bei Erkennung eines urbanen Gebiets ausgehend von einem rein elektrischen Fahren den Verbrennungsmotor nur dann zuschaltet, wenn der aktuelle Fahrleistungswunsch eine vorgegebene obere Schwelle übersteigt, vorzugsweise nachdem die (bekannte) maximale Zugkraft am Rad für rein elektrisches Fahren zumindest erreicht ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Steuersystem mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit zur Steuerung eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug.

**[0002]** Bereits seit vielen Jahren sind Hybridfahrzeuge auch schon als Serienfahrzeuge bekannt, die mindestens einen Verbrennungsmotor und mindestens einen Elektromotor als Antriebsmotoren enthalten. Derartige Hybridfahrzeuge weisen Steuersysteme mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit auf, die insbesondere durch entsprechend programmierte Funktionsmodule verschiedene Betriebsverfahren zur Auswahl eines an die jeweils aktuelle Fahrsituation angepassten Betriebsmodus durchführen. Auswählbare Betriebsmodi sind insbesondere rein elektrisches Fahren (nur der Elektromotor treibt an; „E-Modus“, „E-Fahren“), rein verbrennungsmotorisches Fahren (nur der Verbrennungsmotor treibt an) und/oder hybridangetriebenes Fahren (sowohl der Elektromotor als auch der Verbrennungsmotor treiben an).

**[0003]** Vorrangig berücksichtigen bekannte Betriebsverfahren den Ladezustand der Batterie oder eines anderen elektrischen Speichers (z. B. Super-Cap) zur Auswahl des Betriebsmodus.

**[0004]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Steuersystem eingangs genannter Art im Hinblick auf die Robustheit des rein elektrischen Fahrens gegen einen unbeabsichtigten Betriebsmodus-Wechsel und den Komfort eines Verbrennungsmotor-Zustarts zu verbessern.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen enthalten.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Steuersystem weist mindestens eine elektronische Steuereinheit zur Steuerung eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug auf, das zumindest die Fahrzeuggeschwindigkeit und den Fahrleistungswunsch des Fahrers, eines Sicherheitsregelsystems oder eines Fahrerassistenzsystems erfasst. Die Steuereinheit ist derart ausgestaltet (insbesondere programmiert), dass sie unterhalb einer vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle und/oder bei Erkennung eines urbanen Gebiets ausgehend von einem rein elektrischen Fahren den Verbrennungsmotor nur dann zuschaltet, wenn der aktuelle Fahrleistungswunsch eine vorgegebene obere Schwelle übersteigt, vorzugsweise nachdem die (bekannte) maximal mögliche Zugkraft am Rad für rein elektrisches Fahren zumindest erreicht ist.

**[0007]** Durch diese Erfindung wird insbesondere beim Fahren im urbanen Bereich ein rein elektrisches Fahren möglichst lange beibehalten, jedoch eine ausreichende Zustartrobustheit bei vergleichsweise hohem Fahrleistungswunsch gewährleistet.

**[0008]** In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Steuereinheit derart ausgestaltet, dass die vorgegebene obere Schwelle des Fahrleistungswunsches unterhalb einer für eine Fluchtfunktion vorgesehenen fahrzeuggeschwindigkeitsunabhängigen Fahrleistungswunschschwelle (insbesondere der Kick Down Position des Fahrpedals) definiert ist. Durch diese Weiterbildung der Erfindung wird bei guter Zustartrobustheit gleichzeitig ein ausreichender Zustartkomfort erreicht.

**[0009]** Vorzugsweise ist die Steuereinheit auch derart ausgestaltet, dass oberhalb der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle und/oder außerhalb des urbanen Bereichs eine dynamische Fahrleistungswunsch-Prädiktion vornehmbar ist, durch die der Verbrennungsmotor bereits vor dem Übersteigen der vorgegebenen oberen Schwelle des Fahrleistungswunsches durch den aktuellen Fahrleistungswunsch und/oder vor dem Übersteigen der maximal möglichen Zugkraft am Rad für rein elektrisches Fahren zuschaltbar ist. Die dynamische Fahrleistungswunsch-Prädiktion kann beispielsweise anhand des aktuellen Fahrleistungswunsches (insbesondere des aktuellen Fahrpedalwinkels) und anhand dessen aktuellem Gradienten vorausberechnen, ob damit die maximal mögliche Zugkraft am Rad für rein elektrisches Fahren mit vergleichsweise hoher Wahrscheinlichkeit bald überschritten werden wird. Diese Weiterbildung der Erfindung trägt zur weiteren Erhöhung des Zustartkomforts bei höheren Geschwindigkeiten, insbesondere außerhalb des urbanen Bereichs, bei.

**[0010]** In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen

**[0011]** Fig. 1 wesentliche Komponenten zum funktionellen Betreiben des erfindungsgemäßen Steuersystems in einem Hybridfahrzeug,

**[0012]** Fig. 2 eine kennlinienbezogene Darstellung des funktionellen Betriebs zum Zuschalten des Verbrennungsmotors in einem bereits bekannten „AUTO eDrive Modus“, dargestellt als geschwindigkeitsabhängiges Fahrzeugbeschleunigungspotenzial auf ebener Fahrbahn,

**[0013]** Fig. 3 eine kennlinienbezogene Darstellung des funktionellen Betriebs zum Zuschalten des Verbrennungsmotors in einem bereits bekannten „MAX eDrive Modus“ mit Fluchtfunktion, dargestellt als geschwindigkeitsabhängiges Fahrzeugbeschleunigungspotenzial auf ebener Fahrbahn,

**[0014]** Fig. 4 eine kennlinienbezogene Darstellung des funktionellen Betriebs zum Zuschalten des Verbrennungsmotors im neuen „URBAN eDrive Modus“ mittels des erfindungsgemäßen Steuersystems, dargestellt als geschwindigkeitsabhängiges Fahrzeugbeschleunigungspotenzial auf ebener Fahrbahn.

**[0015]** In Fig. 1 ist ein sogenanntes straßengekoppeltes Hybridfahrzeug F (z. B. ein BMW i8) mit einem Elektromotor 1, der als erster Antriebsmotor beispielsweise auf die Vorderachse VA wirkt, und mit einem Verbrennungsmotor 3, der als zweiter Antriebsmotor auf die Hinterachse HA wirkt, dargestellt. Ein zweiter Elektromotor 2 kann zusätzlich zum Verbrennungsmotor 3 vorgesehen sein. Weiterhin ist ein zweites Getriebe 4 vorzugsweise in Form eines elektronisch steuerbaren Automatikgetriebes (wie aus dem Stand der Technik von BMW Serienfahrzeugen bereits bekannt) eingangsseitig mit dem Verbrennungsmotor 3 verbunden. Analog ist die Erfindung auch für eine anders angeordnete Reihenfolge der Komponenten 2, 3 und 4 anwendbar. Auch könnte der Elektromotor 1 auf der Hinterachse und der Verbrennungsmotor 3 auf der Vorderachse angeordnet sein. Der Elektromotor 1 wirkt ohne zwischengeschaltete Kupplung mit einem Zwei-Gang-Getriebe 7 zusammen.

**[0016]** Das Hybridfahrzeug F kann üblicherweise in einem Betriebsmodus (AUTO eDrive) mit bedarfsweise automatisch zu- und abschaltbarem Verbrennungsmotor 3 betrieben werden. Das Hybridfahrzeug F kann darüber hinaus eine vom Fahrer bedienbare Wähleinrichtung („MAX eDrive“-Taster) zum manuellen Wechsel in einen Betriebsmodus (MAX eDrive) aufweisen, in dem grundsätzlich möglichst rein elektrisch gefahren wird.

**[0017]** Weiterhin ist im Hybridfahrzeug eine an sich (beispielsweise von BMW Serienfahrzeugen) bekannte elektronische Getriebewähleinrichtung 9 vorhanden, über die vom Fahrer übliche für das Automatikgetriebe 4 vorgesehene Fahrpositionen P, R, N und D sowie Schaltmodi „S“ oder „M“ anwählbar sind.

**[0018]** Schließlich ist in Fig. 1 schematisch ein ebenfalls bekanntes Fahrpedal dargestellt, dessen Auslenkung, insbesondere in Form eines Fahrpedalwinkels FP, bekanntem aßen beispielsweise über ein Potentiometer erfasst wird.

**[0019]** Die Antriebs-Steuerung des Hybridfahrzeuges F wird vorzugsweise durch ein erstes elektronisches Steuergerät 5 durchgeführt, durch das grundsätzlich eine radmomentbezogene Gesamt-Antriebssteuerung für alle vorhandenen Antriebsmotoren durchführbar ist. Weiterhin ist beispielsweise ebenfalls im Steuergerät 5 oder vorzugsweise (wie hier gezeigt) in einem mechatronisch dem Zwei-Gang-Getriebe 7 örtlich näher zugeordneten Zusatz-

steuergerät 8 ein Funktionsmodul GS-E zur Getriebebestimmung enthalten.

**[0020]** Zur Identifikation des Fahrzeugbetriebs im urbanen Bereich kann auch ein Navigationssystem 10 mit der Steuereinheit 5 verbunden sein.

**[0021]** Die Steuergeräte 5 und 8 sind vorzugsweise über einen Datenbus (z. B. CAN) miteinander verbunden und tauschen bedarfsweise Sensor- und Steuersignale aus. Beispielsweise kann das Steuergerät 5 vom Steuergerät 8 die Fahrzeuggeschwindigkeit v als Information erhalten.

**[0022]** Das Steuergerät 5 weist ein erfindungsgemäßes Funktionsmodul 11 beispielsweise in Form eines Software-Programmmoduls auf. Das Funktionsmodul 11 ist derart ausgestaltet (insbesondere programmiert), dass es das erfindungsgemäße Steuersystem funktionell betreibbar macht.

**[0023]** Im Steuergerät 5 bzw. im Funktionsmodul 11 sind Kennlinien und/oder Algorithmen zum Umschalten der Betriebsmodi, beispielsweise vom bekannten MAX eDrive-Modus zum AUTO eDrive-Modus oder umgekehrt, abgespeichert, die im Folgenden anhand der Fig. 2 bis Fig. 4 näher erläutert werden.

**[0024]** In Fig. 2 ist schematisch der grundsätzlich bekannte AUTO eDrive Modus dargestellt, bei dem insbesondere abhängig von der rein elektrisch maximal möglichen Zugkraft am Rad (dargestellt als geschwindigkeitsabhängige Fahrzeugbeschleunigungspotenzial(grenz)kennlinie auf ebener Fahrbahn a/v max\_e) und der für kombiniertes (elektrisch und verbrennungsmotorisches) Fahren maximal möglichen Zugkraft am Rad (dargestellt als geschwindigkeitsabhängige Fahrzeugbeschleunigungspotenzial(grenz)kennlinie auf ebener Fahrbahn a/v max\_g) der Verbrennungsmotor 3 bedarfsweise automatisch zu- und abgeschaltet wird.

**[0025]** In Fig. 3 ist schematisch der bekannte MAX eDrive Modus dargestellt, bei dem gemäß der für rein elektrisches Fahren maximal möglichen Zugkraft am Rad (a/v max\_e) grundsätzlich rein elektrisch gefahren wird. Jedoch wird im Sinne einer Fluchtfunktion dennoch der Verbrennungsmotor 3 zugeschaltet, wenn insbesondere über das Fahrpedal ein Kick Down Befehl ausgegeben wird. Die Abkürzung Z kennzeichnet die Zuschaltung des Verbrennungsmotors 3.

**[0026]** Mit Fig. 4 wird das erfindungsgemäße Steuersystem und dessen funktionelle Betriebsweise im Unterschied zum Stand der Technik genauer erläutert. In Fig. 4 ist eine Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle von hier etwa 65 km/h vorgegeben. Diese Schwelle ist beispielhaft gewählt, da sie die in der Regel maximal gefahrene Geschwindigkeit v in urbanen

Gebieten (Städten) widerspiegelt. Der erfindungsgemäße neue Betriebsmodus wird daher von der Anmelderin auch „URBAN eDrive“ genannt. Erfindungsgemäß wird von der Steuereinheit **5** bzw. vom Funktionsmodul **11** unterhalb dieser Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle von hier etwa 65 km/h und/oder bei Erkennung eines urbanen Gebiets durch das Navigationssystem **10** ausgehend von einem rein elektrischen Fahren der Verbrennungsmotor **3** nur dann zuschaltet, wenn der aktuelle Fahrleistungswunsch FP eine vorgegebene obere Schwelle von hier etwa 90% übersteigt, vorzugsweise nachdem die Beschleunigungs-Geschwindigkeits(grenz)kennlinie  $a/v_{max\_e}$  für rein elektrisches Fahren zumindest erreicht ist.

**[0027]** Die obere Schwelle des Fahrleistungswunsches FP von hier etwa 90% wird vorzugsweise unterhalb der für die Fluchtfunktion gemäß **Fig. 3** vorgesehenen fahrzeuggeschwindigkeitsunabhängigen Fahrleistungswunschschwelle – hier Kick Down – definiert.

**[0028]** Gemäß **Fig. 4** ist die Steuereinheit **5** derart ausgestaltet, dass oberhalb der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle von hier etwa 65 km/h eine dynamische Fahrleistungswunsch-Prädiktion  $P_{dyn}$  vorgenommen wird, durch die der Verbrennungsmotor **3** bereits vor dem Übersteigen der vorgegebenen oberen Schwelle von hier 90% des Fahrleistungswunsches FP und/oder vor dem Übersteigen der für rein elektrisches Fahren maximal möglichen Zugkraft am Rad  $a/v_{max\_e}$  zuschaltbar ist. Die dynamische Fahrleistungswunsch-Prädiktion  $P_{dyn}$  berechnet beispielsweise anhand des aktuellen Fahrleistungswunsches FP und anhand dessen aktuellem Gradienten einen vorausschauenden Fahrleistungswunsch  $FP'$ . Es wird von der Steuereinheit **5** geprüft, ob damit die maximal mögliche Zugkraft am Rad für rein elektrisches Fahren  $a/v_{max\_e}$  mit vergleichsweise hoher Wahrscheinlichkeit bald überschritten werden wird. Ist dies der Fall wird der Verbrennungsmotor **3** vor Erreichen der rein elektrisch maximal möglichen Zugkraft  $a/v_{max\_e}$  zugeschaltet.

### Patentansprüche

1. Steuersystem mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit (**5**) zur Steuerung eines Verbrennungsmotors (**3**) in einem Hybridfahrzeug (F), wobei die Steuereinheit (**5**) derart ausgestaltet ist, dass sie zumindest die Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v$ ) und den Fahrleistungswunsch (FP) erfasst und dass sie unterhalb einer vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle und/oder bei Erkennung eines urbanen Gebiets ausgehend von einem rein elektrischen Fahren den Verbrennungsmotor (**3**) nur dann zuschaltet, wenn der aktuelle Fahrleistungswunsch (FP) eine vorgegebene obere Schwelle übersteigt.

2. Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (**5**) derart ausgestaltet ist, dass sie unterhalb der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle ausgehend von einem rein elektrischen Fahren den Verbrennungsmotor (**3**) nur dann zuschaltet, wenn der aktuelle Fahrleistungswunsch (FP) die vorgegebene obere Schwelle übersteigt, nachdem die maximal mögliche Zugkraft am Rad für rein elektrisches Fahren ( $a/v_{max\_e}$ ) zumindest erreicht ist.

3. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (**5**) derart ausgestaltet ist, dass die vorgegebene obere Schwelle des Fahrleistungswunsches (FP) unterhalb einer für eine Fluchtfunktion vorgesehenen fahrzeuggeschwindigkeitsunabhängigen Fahrleistungswunschschwelle (Kick Down) definiert ist.

4. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (**5**) derart ausgestaltet ist, dass oberhalb der vorgegebenen Fahrzeuggeschwindigkeitsschwelle eine dynamische Fahrleistungswunsch-Prädiktion ( $P_{dyn}$ ) vornehmbar ist, durch die der Verbrennungsmotor (**3**) bereits vor dem Übersteigen der vorgegebenen oberen Schwelle des Fahrleistungswunsches (FP) durch den aktuellen Fahrleistungswunsch (FP) und/oder vor dem Übersteigen des Fahrleistungswunsches (FP) der maximal möglichen Zugkraft am Rad für rein elektrisches Fahren ( $a/v_{max\_e}$ ) zuschaltbar ist.

5. Steuergerät (**5**) mit einem Funktionsmodul (**11**) in Form eines Programmmoduls, durch das das Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche funktionell betreibbar ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

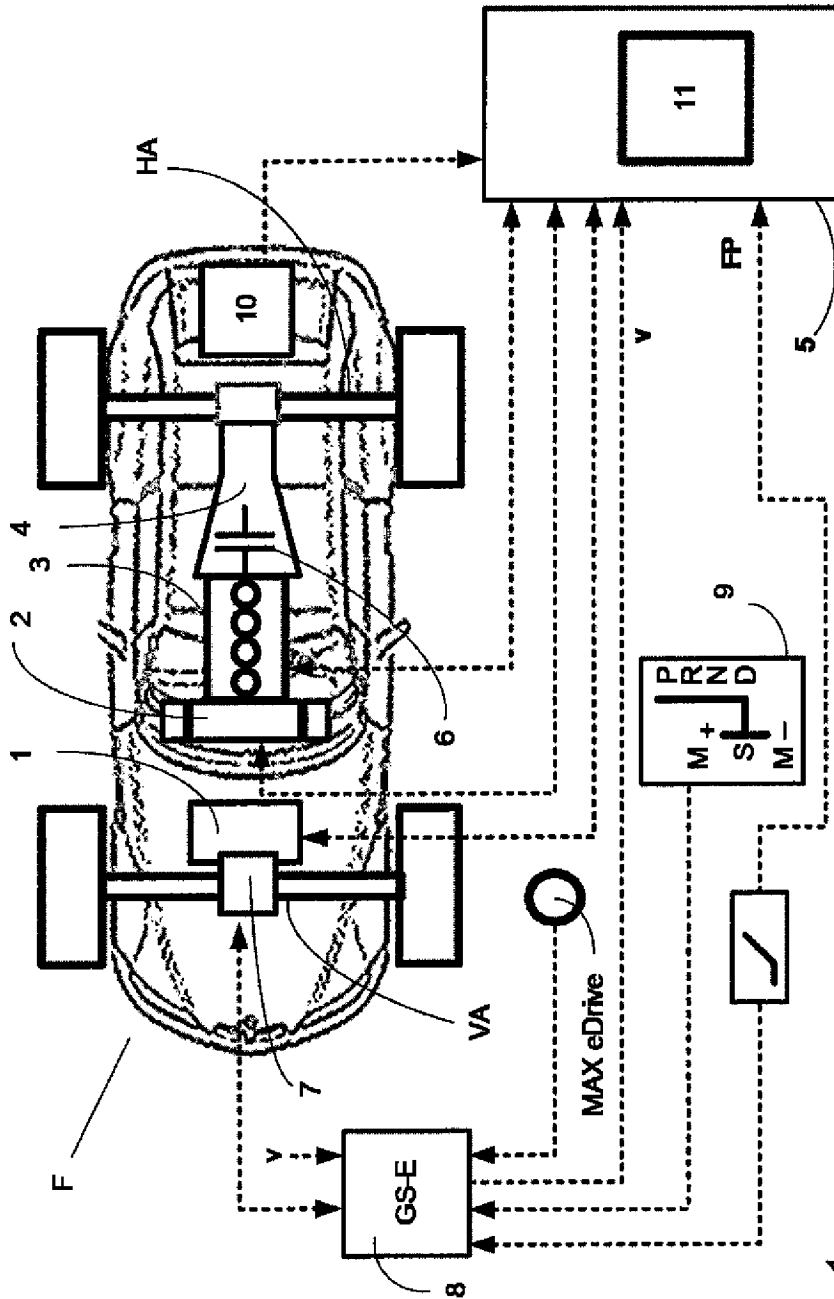


Fig. 1

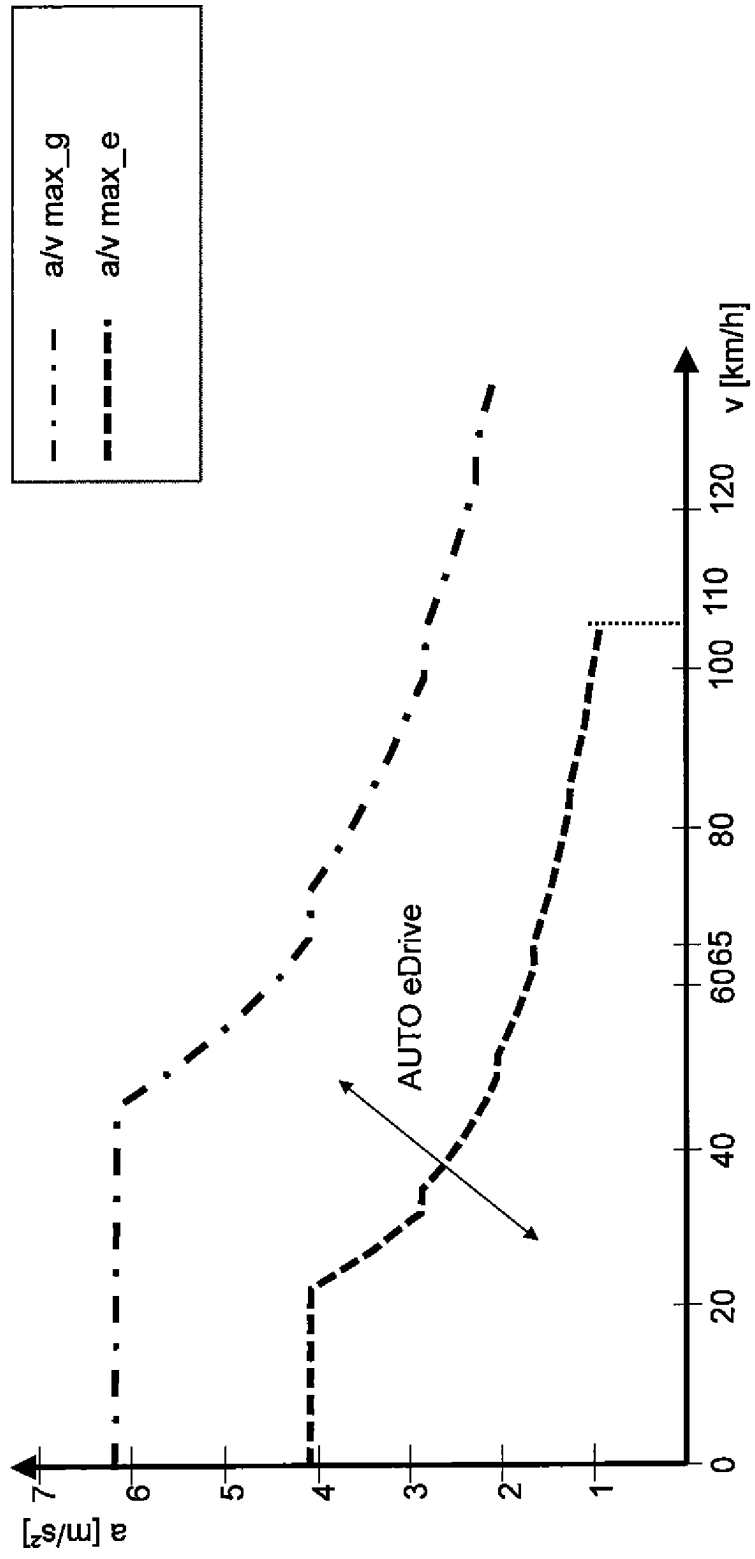


Fig. 2

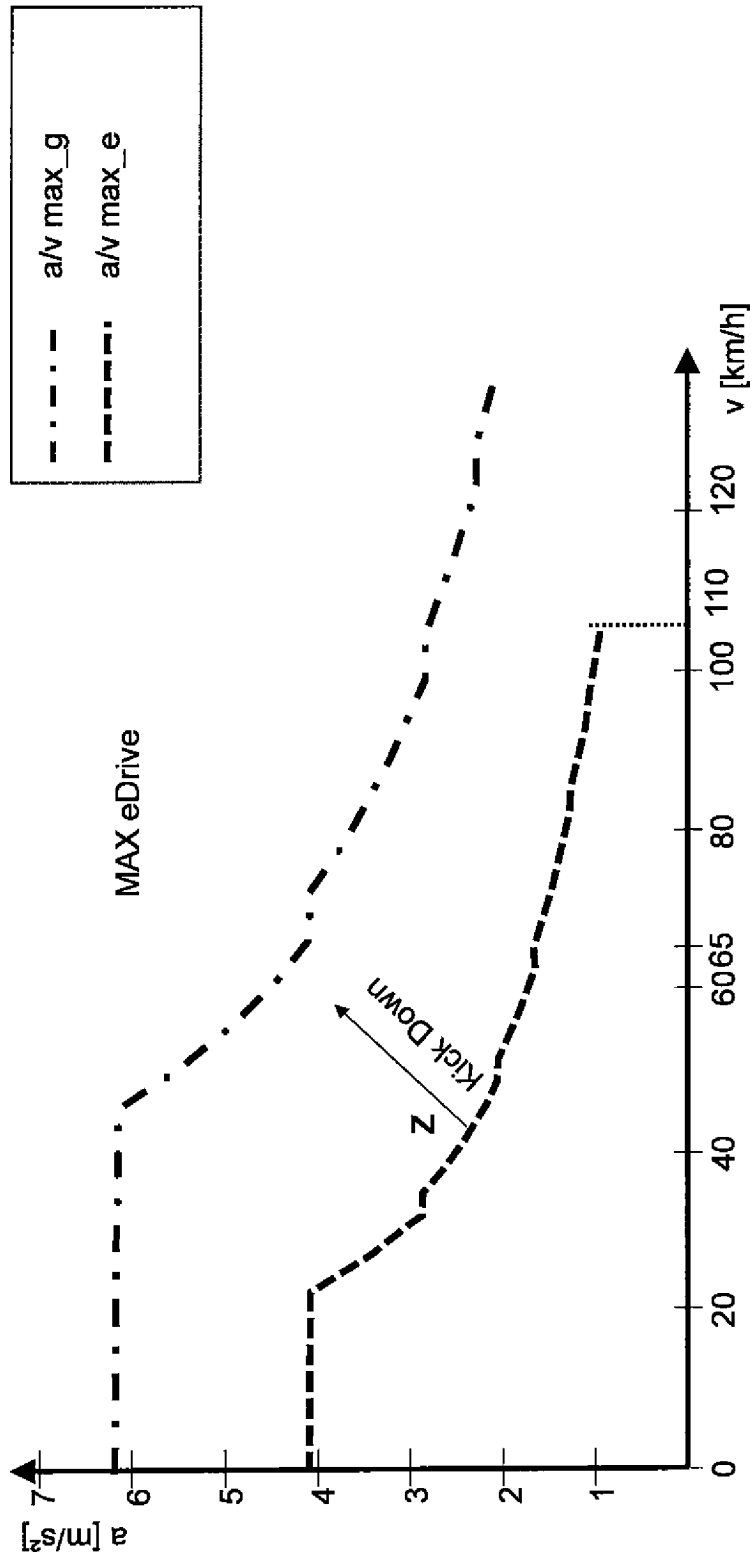


Fig. 3

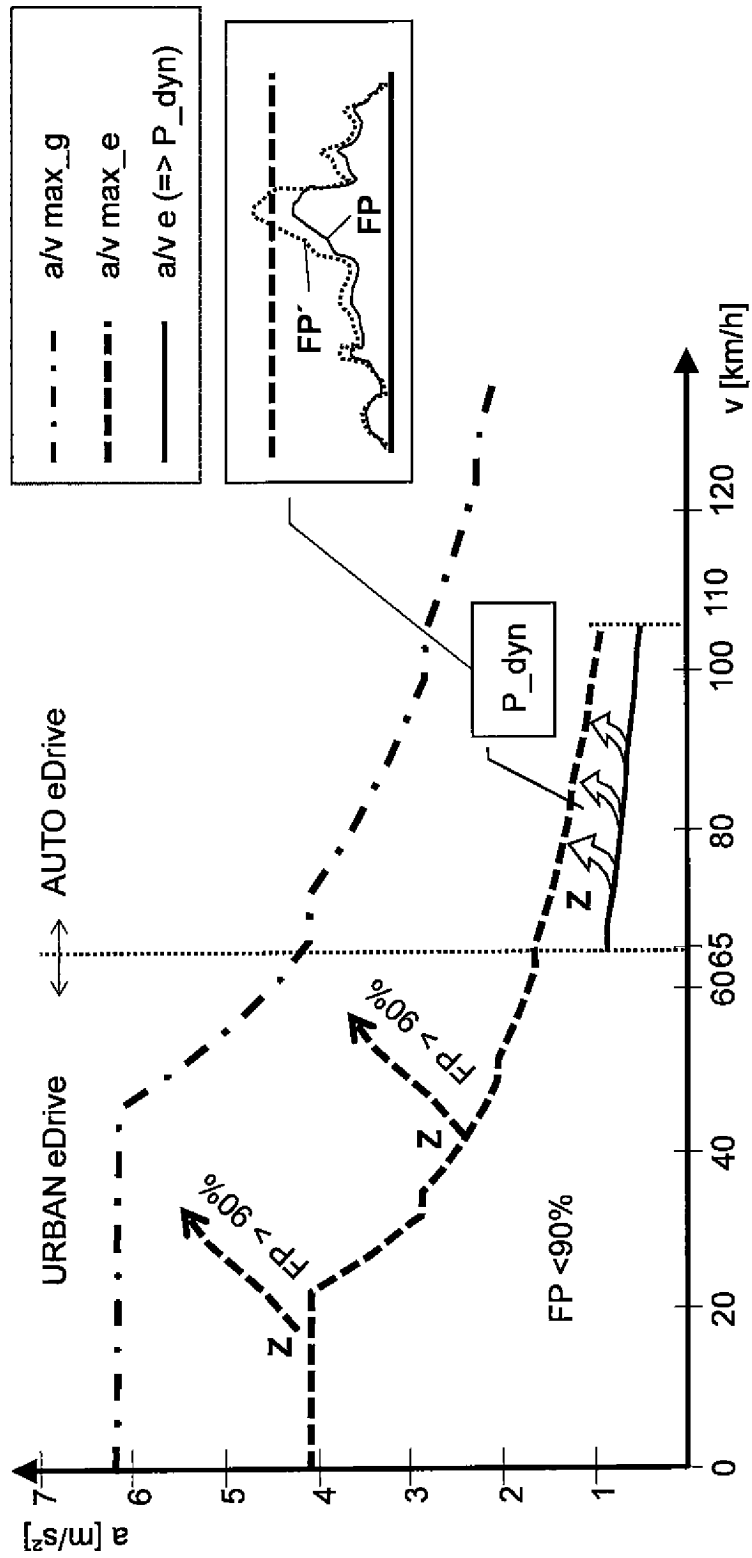


Fig. 4