



(10) **DE 10 2015 223 588 A1** 2017.06.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 223 588.2**

(22) Anmeldetag: **27.11.2015**

(43) Offenlegungstag: **01.06.2017**

(51) Int Cl.: **B60W 20/12** (2016.01)

B60W 20/11 (2016.01)

B60W 20/40 (2016.01)

B60W 10/04 (2006.01)

B60W 50/10 (2012.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:

**Wiesbeck, Ferdinand, 80802 München, DE;
Gelikum, Mark van, 81371 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 198 31 487 C1

DE 101 49 905 B4

DE 100 35 027 A1

DE 10 2010 062 379 A1

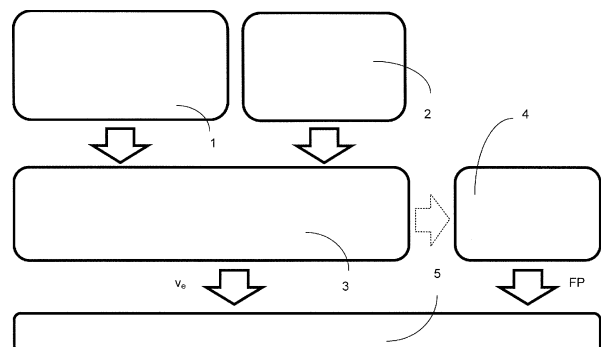
DE 10 2013 016 569 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 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: Bei dem erfindungsgemäße Steuersystem mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit zur Steuerung eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug ist die Steuereinheit derart ausgestaltet, dass sie Eingangssignale zur Erfassung von Daten zur Erkennung einer aktuellen Situation und zur Erkennung mindestens einer in naher Zukunft vorherrschenden Situation bezüglich eines erwarteten Geschwindigkeits- und Lastverlaufs auswertet und dass sie das Zustarten und Ablegen des Verbrennungsmotors damit situationsadaptiv steuert.



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. Teilweise werden dabei auch Parameter wie die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit, das aktuelle Fahrverhalten oder bestimmte aktuell eingestellte Kundenfunktionen berücksichtigt.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Steuersystem mit einem Betriebsverfahren eingangs genannter Art weiter 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] Die Erfindung umfasst allgemein ein Verfahren zur Steuerung des Zustarts und des Ablegens eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug, wobei mittels einer Bewertung der aktuellen Situation sowie vorausliegender Situationen, vorzugsweise in einem definierten Vorausschaubereich, im Hinblick auf einen erwarteten Geschwindigkeitsverlauf und vorzugsweise auch auf einen Lastverlauf in Abhängigkeit von einer Fahrerinteraktion und/oder vom Ladungszustand des HochvoltSpeichers das Zustart- und Ablegeverhalten in definierter Weise, auf die weiter unten genauer eingegangen wird, optimiert wird.

[0007] Erfindungsgemäß werden grundsätzlich Daten zur Erkennung einer aktuellen Situation und zur Erkennung mindestens einer in naher Zukunft (z. B. definierter Vorausschauhorizont < 5 km) herrschen-

den Situation erfasst und bezüglich dem erwarteten Geschwindigkeitsverlauf ausgewertet. Derartige Daten zur Vorausschau des Geschwindigkeitsverlaufs umfassen insbesondere:

- Kartendaten zu Umfeld- und/oder Verkehrsführungsinformationen von Navigationssystemen (z. B. ADAS mit RTTI) sowie (fahrerspezifisch) lernende Systeme zur Prognose der wahrscheinlichsten vorausliegenden Route, zur Prognose von Geschwindigkeiten in vorausliegenden Kurven, zur Erfassung von vorausliegenden und aktuellen Tempolimits, zur Prognose des vorausliegenden Steigungsverlaufs der Strecke, zur Prognose der durchschnittlichen Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Verkehrsdichte auf der vorausliegenden Strecke, usw. und/oder
- Schilderererkennungssysteme (z. B. KAFAS), insbesondere zur Erkennung von Verkehrsschildern mit Auswirkung auf die zu erwartende Geschwindigkeit und/oder
- Kamerasysteme zur Erfassung des aktuellen Zustands der vorausliegenden und relevanten Signallichtanlage (Erkennung des Ampelzustands) sowie (lernende) Systeme im Fahrzeug oder via Backend zur zeitlichen Prognose der relevanten Signallichtanlagen (Vorausschau des Ampelzustands) und/oder
- Fahrzeugsensorik (z. B. Radar und KAFAS) zur Erfassung vorausfahrender anderer Verkehrsteilnehmer (insbes. Geschwindigkeit und Beschleunigung des Vorderfahrzeugs) und/oder
- Sämtliche weitere Systeme, die zu einer Prognose des erwarteten Geschwindigkeitsverlaufs beitragen können.

[0008] Darüber hinaus wird vorzugsweise mindestens eine Fahrerinteraktion, insbesondere durch die Erfassung der Fahrpedalstellung der jeweils aktuelle Lastwunsch, ermittelt.

[0009] Erfindungsgemäß wird das Zustarten und Ablegen des Verbrennungsmotors vorrangig abhängig vom erwarteten Geschwindigkeitsverlauf sowie des erwarteten Lastverlaufs im vorgegebenen Vorausschauhorizont und vorzugsweise auch von aktueller Fahrerinteraktion gesteuert. Darüber hinaus wird das Zustart- und Ablegeverhalten abhängig vom Betriebszustand des Fahrzeugs, wie insbesondere des Ladungszustands des HochvoltSpeichers, optimiert.

[0010] Der erwartete Geschwindigkeitsverlauf wird vorzugsweise mit den üblichen ladezustandsabhängigen festen maximalen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenzen für rein elektrisches Fahren (E-Modus) bei geladenem Zustand (CD = „charge depleting“, obere E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze) und bei entladendem Zustand (CS = „charge sustaining“, untere E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze) verglichen. Wird die aktuell gültige E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze durch die Ist-Geschwindigkeit unterschritten, wird

nach dem Stand der Technik der Verbrennungsmotor sofort abgelegt. Wird die aktuell gültige E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze durch die Ist-Geschwindigkeit überschritten, wird nach dem Stand der Technik der Verbrennungsmotor sofort zugestartet. Des Weiteren erfolgt nach dem Stand der Technik ein Zustarten bzw. Ablegen auch außerhalb dieser Geschwindigkeitsgrenzen, sofern von Geschwindigkeit und Ladungszustand der Batterie abhängige Lastgrenzen überschritten bzw. unterschritten werden. Durch die Erfindung wird insbesondere der erwartete Geschwindigkeits- und Lastverlauf und nicht nur die aktuelle Geschwindigkeit und die aktuelle Last im Hinblick auf diese bisher starr gesetzten Grenzen betrachtet. Die in naher Zukunft liegende neue(n) Situation(en) kann/können erfindungsgemäß zur (stufenlosen) Verschiebung nach oben und unten und/oder zum Ignorieren dieser bisher situationsunabhängig vorgegebenen Zustartgrenzen führen.

[0011] Die Steuerung mittels des erfindungsgemäßen Steuersystems bzw. das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung des Zustarts oder des Ablegens eines Verbrennungsmotors wird in definierter Weise durchgeführt, nämlich vorzugsweise derart,

- dass Phasen mit nur kurz abgelegtem oder nur kurz zugestartetem Verbrennungsmotor vermieden werden und/oder
- dass der E-Modus bei vergleichsweise niedriger Last möglichst lange beibehalten wird oder bei vergleichsweise hoher oder ansteigender Last vermieden wird und/oder
- dass ein Zustart des Verbrennungsmotors bevorzugt bei Beschleunigungsvorgängen und nicht bei Konstantfahrt vorgenommen wird.
- Dass zu erwartende lange Verzögerungen bevorzugt mit abgelegtem Verbrennungsmotor gefahren werden
- Dass die Anzahl an Zustart- und Ablegevorgängen im Kundenbetrieb verringert werden.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ausgehend von einem rein elektrischen Fahrzustand bei zu erwartender Beschleunigung auf einen Wert oberhalb der oberen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze ein Zustarten des Verbrennungsmotors bereits mit Anstieg des Lastwunsches bzw. zu Beginn der Beschleunigung und nicht erst bei Überschreiten der weitgehend statischen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze bzw. Lastgrenze vorgenommen.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Ablegen des Verbrennungsmotors verhindert, wenn durch eine Verzögerung ein nur kurzzeitiges Unterschreiten der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze erwartet wird. Somit wird ein erneuter Verbrennungsmotor-Zustart kurz nach dessen Ablegen verhindert.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Ablegen des Verbrennungsmotors bei zu erwartender Verzögerung bis unterhalb der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze frühzeitig bereits mit der Lastwegnahme noch vor dem Unterschreiten der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze vorgenommen. Bedingung hierfür ist, dass die Verzögerung lang genug dauert oder der weitere erwartete Geschwindigkeitsverlauf unterhalb der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze bleibt.

[0015] Darüber hinaus wird ebenfalls bei Verzögerungen und Segelvorgängen, deren Zielgeschwindigkeit oberhalb der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze liegt, (frühzeitig) mit der Lastwegnahme der Verbrennungsmotor abgelegt, sofern eine lang dauernde lastfreie Fahrt oder Verzögerung zu erwarten ist (z. B. Segeln im Gefälle). Vorzugsweise ist dies der Fall, wenn das (frühzeitige) Ablegen als kundenwert und effizient eingestuft wird.

[0016] Vorzugsweise wird grundsätzlich ohne Lastwunsch unabhängig von den E-Fahr-Grenzen das Zustarten des Verbrennungsmotors verhindert, solange keine Beschleunigung zu erwarten ist oder vorgenommen wird. D. h. ein Zustart des Verbrennungsmotors wird nach Möglichkeit durch einen Beschleunigungsvorgang „verdeckt“. Zustartvorgänge des Verbrennungsmotors während einer Konstantfahrt werden vermieden.

[0017] Nach dem Stand der Technik erfolgt dann ein Zustart des Verbrennungsmotors, sofern der Ladungszustand des HochvoltSpeichers zu weit abgesunken ist. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die vom Ladungszustand des HochvoltSpeichers abhängigen Zustartgrenzen so angepasst, dass es nicht zu einem Zustart des Verbrennungsmotors während einer Konstantfahrt kommt. Stattdessen erfolgt der Zustart des Verbrennungsmotors frühzeitig oder verspätet mittels einer Verdeckung während einer Beschleunigung. Das heißt der Wechsel einer Charge-Depleting-Strategie (Entladen des HochvoltSpeichers bei ausreichendem Ladungszustand) zu einer Charge-Sustaining-Strategie (Halten des niedrigen Ladungszustands des HochvoltSpeichers) wird gezielt verschoben, um eine kundenwertere und effizientere Betriebsstrategie zu erhalten.

[0018] Vorzugsweise wird aus Akustik- und Dynamikgründen grundsätzlich ein Zustarten des Verbrennungsmotors bereits bei Beginn eines Beschleunigungsvorganges und nicht erst nach Überschreiten der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze, d. h. unter Umständen bei hoher Last des Verbrennungsmotors, vorgenommen, wenn durch den erwarteten Geschwindigkeitsverlauf ein Überschreiten einer dieser beiden Grenzen oder eine Batterieentladung voraussehbar ist.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein lastbedingtes Zustarten des Verbrennungsmotors verhindert, sofern der erwartete Geschwindigkeitsverlauf durchgehend unterhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze liegt (z. B. aufgrund eines durchgehenden Tempolimits deutlich unterhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze oder einer vorausliegenden roten Ampel). Diese situationsabhängige Zustartrobustheit verhindert somit ein kurzzeitiges Zustarten des Verbrennungsmotors bei kurzen Lastanforderungen seitens des Fahrers und steigert somit das E-Fahrerlebnis aus Kundensicht.

[0020] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das kurzzeitige Ablegen des Verbrennungsmotors bei kurzen Fahrzeugstopps (z. B. vor Stopp-Schildern, Prognose einer kurzen verbleibenden Rotphase der Ampel, etc.) unterbunden, sofern der geringe Ladungszustand des Hochvolt-speichers kein elektrisches Fahren erlaubt.

[0021] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht bei zuverlässiger Detektion eines beginnenden Überholvorgangs (z. B. mit Hilfe von Blinkersignal, Erkennung Traktor, relativ zum Tempolimit langsames Vorderfahrzeug bei gleichzeitig niedriger Verkehrsdichte, etc.) einen frühzeitigen Zustart des Verbrennungsmotors vor. Ziel ist es die Response und die Dynamik für den Überholvorgang zu erhöhen.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuereinheit derart ausgestaltet, dass ein Zustarten des Verbrennungsmotors auf einen später anstehenden Beschleunigungsvorgang verschoben wird, wenn durch den erwarteten Wechsel der Betriebsstrategiemodi von Charge Depleting (Entladen des Hochvolt-speichers) auf Charge Sustaining (Ladungszustand halten bzw. Laden des Hochvolt-speichers) ohnehin ein Zustarten des Verbrennungsmotors erforderlich ist, der ansonsten zeitlich in eine Konstantfahrt fällt.

[0023] Durch die Erfindung werden folgende Vorteile erreicht:

- 1) Steigerung des Fahrerlebnisses im E-Modus durch
 - Verlängerung der Fahrphase im E-Modus (mittels Reduktion lastbedingter Zustart in erwarteter Niedriglastsituation)
 - energetische Optimierung
 - Zustartrobustheit
- 2) Verbesserung von Akustik und Kundennachvollziehbarkeit der Betriebsstrategie durch
 - Vermeidung von kurzzeitigem Ablegen bzw. Zustarten des Verbrennungsmotors
 - Reduktion von Ablegeschwingungen
 - Zustartrobustheit (im unteren Geschwindigkeitsband)

- Reduktion der Zustart- und Ablegevorgänge im Kundenbetrieb
 - Vermeidung von Zustartvorgängen bei Konstantfahrten (u. a. mittels Verdeckung in Beschleunigungen)
 - Vorziehen von Zustarts vor Hochlastsituationen (Vermeidung hoher Ankoppeldrehzahl)
- 3) Verbrauchsreduzierung bzw. Reichweitensteigerung durch
- Verhinderung von unnötigem E-Modus-Fahren bei erwarteter hoher Last
 - Reduktion der Zustartverluste mittels Vermeidung unnötiger Ablegevorgänge
 - Erhöhte Nutzung von Rekuperationsenergie durch frühzeitiges Ablegen des Verbrennungsmotors
- 4) Sportlichkeit bzw. Responseverbesserung durch
- Vermeidung von nur kurzzeitigen Ablegevorgängen vor Hochlastsituationen
 - Frühzeitiges Zustarten des Verbrennungsmotors vor hoher Lastanforderung

[0024] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigt

[0025] Fig. 1 die wesentlichen erforderlichen funktionellen Komponenten zur Durchführung des dem Steuersystem zugrundeliegenden Betriebsverfahrens,

[0026] Fig. 2 Beispiel 1: erste Situation in naher Zukunft: Beschleunigung,

[0027] Fig. 3 Beispiel 2: erste Situation in naher Zukunft: Abbiegevorgang oder Kurve,

[0028] Fig. 4 Beispiel 3: erste Situation in naher Zukunft: Verzögerung bis kurz oberhalb der unteren E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze,

[0029] Fig. 5 Beispiel 4: erste Situation in naher Zukunft: Beschleunigung; zweite Situation in naher Zukunft: Batterie entladen,

[0030] Fig. 6 Beispiel 5: zweite Situation in naher Zukunft: Verzögerung bis unter die untere E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze,

[0031] Fig. 7 Beispiel 6: erste Situation in naher Zukunft: keine Erhöhung der erwarteten Geschwindigkeit.

[0032] In Fig. 1 sind ein fahrzeugeigenes Sensorsystem **1** beispielsweise bestehend aus einer Kamera und einem Frontradar zur Erkennung von Verkehrsschildern und Vorderfahrzeugen sowie ein Navigationssystem **2** zur Verkehrsführungserkennung und Stauprognose dargestellt. Das Sensorsystem **1** kann beispielsweise auch eine Sensorik zur Ampel-

erkennung- oder Ampelprognose umfassen. Alternativ kann die Ampelvorausschau auch über ein lernendes Backendsystem realisiert bzw. unterstützt werden. Eine Ampelvorausschau kann in die Bestimmung des erwarteten Geschwindigkeits- und Lastverlaufs einfließen. Die Daten dieser beiden Systeme **1** und **2** sind Eingangssignale eines Vorausschau-Moduls **3**. Das Vorausschau-Modul **3** ist zur Ermittlung eines erwarteten Geschwindigkeitsverlaufs v_e sowie eines Lastverlaufs aufgrund dieser Daten ausgestaltet und kann ein Funktionsmodul einer hier nicht näher dargestellten elektronischen Steuereinheit sein. Zur Erfassung der Fahrerinteraktion ist hier beispielsweise ein Fahrpedalsensor **4** vorgesehen, dessen Ausgangssignal FP den aktuellen Lastwunsch bzw. den Lastwunschverlauf des Fahrers wiedergibt. Das Ausgangssignal FP sowie der im Vorausschau-Modul **3** ermittelte erwartete Geschwindigkeitsverlauf v_e sind Eingangssignale eines Steuer-Funktionsmoduls **5**, das ebenfalls Teil der Steuereinheit ist. Im Steuer-Funktionsmodul **5** ist vorzugsweise ein Software-Programm-Produkt enthalten, durch das die Betriebsstrategie des erfindungsgemäßen Steuersystems realisiert wird.

[0033] Die Betriebsstrategie baut auf folgendem Stand der Technik auf: Wird die aktuell gültige E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze eV_{Max} durch die Ist-Geschwindigkeit unterschritten, wird nach dem Stand der Technik der Verbrennungsmotor abgelegt. Wird die aktuell gültige E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze eV_{Max} durch die Ist-Geschwindigkeit überschritten, wird nach dem Stand der Technik der Verbrennungsmotor sofort zugestartet. Gleiches gilt bei Überschreiten bzw. Unterschreiten geschwindigkeits- und ladungszustandsabhängig definierter Zustart- bzw. Ablegegengrenzen durch den Lastwunsches seitens des Fahrers. Durch die Erfindung wird der erwartete Geschwindigkeitsverlauf v_e sowie der erwartete Lastverlauf im Hinblick auf diese bisher starr gesetzten Grenzen betrachtet. Die in naher Zukunft liegenden hier zwei Situationen S1 und S2 können erfindungsgemäß zur Verschiebung und/oder zum Ignorieren dieser bisher situationsunabhängigen vorgegebenen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenzen und -Lastgrenzen führen. Details zu dieser Betriebsstrategie werden anhand der Beispiele gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 7** erläutert:

In den **Fig. 2** bis **Fig. 7** sind ausgehend von einer aktuellen Situation S0 zu erwartende Geschwindigkeitsverläufe v_e für eine erste Situation S1 in naher Zukunft und möglicherweise auch für eine zweite Situation S2 in naher Zukunft dargestellt. Diese drei Situationen liegen in einem definierten Vorausschauhorizont von beispielsweise etwa 2 km. In jeder Figur ist oben die Betriebsstrategie nach dem Stand der Technik anhand der Geschwindigkeitsverläufe v_e mit überlagerter Darstellung eines zugestarteten oder abgelegten Verbrennungsmotors dargestellt. Unten ist analog jeweils die Betriebsstrategie nach der Erfindung darge-

stellt. Dabei ist mittels der durchgezogenen Linie jeweils die Geschwindigkeit v_e bei zugestartetem Verbrennungsmotor und mittels der gestrichelten Linie jeweils die Geschwindigkeit v_e bei abgelegtem Verbrennungsmotor dargestellt.

[0034] Gemäß **Fig. 2** ist die aktuelle Situation S0 eine rein elektrische Konstantfahrt ($v_e = \text{const.}$) gemäß der Geschwindigkeitsvorgabe (50 km/h) unterhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{Max,CD}$, d. h. mit ausgeschaltetem Verbrennungsmotor. Die erste Situation S1 deutet durch die Erkennung eines Ortsendeschildes in naher Zukunft auf eine Beschleunigung auf etwa 100 km/h hin. Situation S2 deutet durch Abwesenheit von neuen Daten auf eine Beibehaltung der nach der Beschleunigung erreichten Geschwindigkeit hin. Zum Zeitpunkt FP+ wird vom Fahrer ein Lastwunsch ausgegeben. Erfindungsgemäß wird nun bei zu erwartender Beschleunigung auf einen Wert oberhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{Max,CD}$ ein Zustarten des Verbrennungsmotors bereits mit Anstieg des Lastwunsches vorgenommen. Gemäß dem Stand der Technik wird erst nach Überschreiten der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{Max,CD}$ oder nach Überschreitung einer geschwindigkeitsabhängigen Lastgrenze ein Zustart vorgenommen. Mit diesem erfindungsgemäßen Beispiel wird ein vorgezogener Zustart (= Absenkung der üblichen a/v Kennlinie) vorgenommen, um das Responseverhalten zu verbessern. Gleichzeitig wird der Zustart-Komfort deutlich verbessert, da das Ankoppeln des Verbrennungsmotors unter deutlich niedrigerer Last und Drehzahl erfolgt.

[0035] Gemäß **Fig. 3** ist die aktuelle Situation S0 eine Konstantfahrt außerhalb der Ortschaft mit 100 km/h oberhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{Max,CD}$, d. h. mit eingeschaltetem Verbrennungsmotor. Die erste Situation S1 deutet beispielsweise durch die Erkennung eines Kurvenwarnschildes oder durch Auswertung der Karteninformationen bzgl. des Kurvenradius in naher Zukunft auf einen Abbiegevorgang oder eine Kurve, also eine kurze Verzögerung hin. Situation S2 weist durch (weiterhin) gültige Tempolimits auf eine Rückkehr zur aktuellen Situation S0 hin. Erfindungsgemäß wird nun das Ablegen des Verbrennungsmotors verhindert (Abschaltverhinderung AV), weil nur eine kurzzeitige Unterschreitung der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{Max,CD}$ erwartet wird. Durch dieses erfindungsgemäße Beispiel werden gegenüber dem Stand der Technik, der ein kurzzeitiges Ablegen des Verbrennungsmotors vorsieht, v. a. der Komfort und die Dynamik erhöht.

[0036] Gemäß **Fig. 4** ist die aktuelle Situation S0 eine Konstantfahrt außerhalb der Ortschaft mit 100 km/h oberhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{Max,CD}$, d. h. mit eingeschaltetem Ver-

brennungsmotor. Die erste Situation S1 deutet beispielsweise durch die Erkennung eines Ortsschildes auf eine länger anhaltende Geschwindigkeitsreduzierung bis unterhalb der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{\text{Max,CD}}$ hin. Das neue Niveau der erwarteten Geschwindigkeit wird in einer möglichen Situation S2 nicht wieder überschritten. Erfindungsgemäß wird hier das Ablegen des Verbrennungsmotors bei zu erwartender Verzögerung bis unterhalb der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{\text{Max,CD}}$ bzw. $eV_{\text{Max,CS}}$ bereits mit der Lastwegnahme FP– noch vor dem Unterschreiten der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze vorgenommen (frühzeitiges Ablegen FA). Nach dem Stand der Technik wird erst nach Unterschreiten der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{\text{Max,CD}}$ bzw. $eV_{\text{Max,CS}}$ ein Ablegen des Verbrennungsmotors vorgenommen. Durch dieses erfindungsgemäße Beispiel wird die Effizienz erhöht.

[0037] Gemäß Fig. 5 ist die aktuelle Situation S0 eine rein elektrische Konstantfahrt gemäß der Geschwindigkeitsvorgabe 30 km/h, also unterhalb der E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{\text{Max,CS}}$ für den Betriebszustand Ladungszustand halten (Charge Sustaining). Die erste Situation S1 deutet durch die Erkennung eines Geschwindigkeitslimits von 70 km/h in naher Zukunft auf eine Beschleunigung auf etwa 70 km/h hin. Situation S2 deutet durch Abwesenheit von neuen Daten auf eine Beibehaltung der nach der Beschleunigung erreichten Geschwindigkeit hin. Nach erfolgter Geschwindigkeitserhöhung ist in Situation S2 ein Betriebsstrategiewechsel von Charge Depleting CD (d. h. bevorzugt elektrisches Fahren) auf Charge Sustaining CS (Ladungszustands halten) aufgrund eines niedrigen Ladungszustands des Hochvoltspeichers zu erwarten. Dieser Wechsel ist nach Stand der Technik mit einem last- und geschwindigkeitsunabhängigen Zustarten des Verbrennungsmotors verbunden. Erfindungsgemäß wird nun ein Zustarten des Verbrennungsmotors bereits bei Beginn eines Beschleunigungsvorganges vorgenommen. Die Wirkung ist eine Vorverschiebung CSV des Übergangs vom Entladevorgang CD zum Ladevorgang CS, um den Zustart in der Beschleunigung zu „verdecken“. Hierdurch werden gegenüber dem Stand der Technik, der nach hiesigem Beispiel während der Konstantfahrt einen Zustart vorsieht, die Nachvollziehbarkeit und der Komfort erhöht.

[0038] Gemäß Fig. 6 ist die aktuelle Situation S0 eine rein elektrische Konstantfahrt außerhalb der Ortschaft mit 70 km/h zwischen den E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenzen $eV_{\text{Max,CD}}$ und $eV_{\text{Max,CS}}$. Die erste Situation S1 sorgt gemäß dem Stand der Technik für einen Zustart, da ein Wechsel der Betriebsstrategie von Charge Depleting CD (d. h. bevorzugt elektrisches Fahren) auf Charge Sustaining CS (Ladungszustands halten) aufgrund eines niedrigen Ladungszustands des Hochvoltspeichers kurz bevorsteht. Die zweite Situation S2 deutet beispielsweise

durch die Erkennung des Geschwindigkeitslimits 30 km/h auf eine länger anhaltende Geschwindigkeitsreduzierung unterhalb der im Charge Sustaining CS gültigen neuen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{\text{Max,CS}}$ hin.

[0039] Erfindungsgemäß wird hier ohne Vorliegen eines Lastwunsches das Zustarten des Verbrennungsmotors, welches auf den anstehenden Wechsel der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze von $eV_{\text{Max,CD}}$ auf $eV_{\text{Max,CS}}$ zurück zu führen ist, auf einen späteren Zeitpunkt verschoben (Verschiebung CSV des Übergangs von DC auf CS auf einen späteren Beschleunigungsvorgang). Der sich hieraus ergebende Vorteil ist eine Steigerung des E-Fahrerlebnisses, des Kundenkomforts und eine erhöhte Nachvollziehbarkeit der Betriebsstrategie aus Kundensicht.

[0040] Gemäß Fig. 7 ist die aktuelle Situation S0 eine rein elektrische Konstantfahrt außerhalb der Ortschaft mit beispielsweise 60 km/h deutlich unterhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze $eV_{\text{Max,CD}}$ (bzw. $eV_{\text{Max,CS}}$). Auch auf der vorausliegenden Strecke (Situation S1 und S2) wird keine Erhöhung der erwarteten Geschwindigkeit prognostiziert. Fordert der Fahrer eine kurzzeitige Lastspitze LS, zum Beispiel zur Überfahrt einer gelben Ampelphase, startet nach aktuellem Stand der Technik bei Überschreitung der geschwindigkeitsabhängigen Lastgrenze der Verbrennungsmotor zu und legt nach kurzer Zeit wieder ab. Erfindungsgemäß verhindert eine situationsabhängige Zustartrobustheit mittels Anhebung der lastbedingten Zustartgrenzen auf ein höheres Niveau diesen kurzzeitigen Zustart, sofern vorhersehbar ist, dass es sich nicht um eine längere Lastanfrage handelt. Sehr hohe Lastanfragen und ein Überschreiten der aktuellen gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze bewirken auch weiterhin einen Zustart des Verbrennungsmotors. Die Vorteile der situationsabhängigen Zustartrobustheit sind eine Steigerung der Effizienz und des E-Fahrerlebnisses sowie eine Reduktion der Anzahl an Verbrennungsmotor-Zustarts im Kundenbetrieb.

[0041] Fig. 1–Fig. 7 zeigen nur Beispiele eines erwarteten Geschwindigkeitsverlaufs, der sich allen eingangs genannten Informationen ergeben kann. Zudem sind weitere Beispiele, wie ein frühzeitiges Zustarten des Verbrennungsmotors vor einem erkannten Überholvorgang oder ein Abschaltverhinderer bei kurzzeitigem Stopps (Stopp-Schild, Ampel mit kurzer Restrotphase, etc.) nicht separat dargestellt.

Patentansprüche

1. Steuersystem mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit (3, 5) zur Steuerung eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug, wobei die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass sie

Eingangssignale zur Erfassung von Daten zur Erkennung einer aktuellen Situation (S0) und zur Erkennung mindestens einer in naher Zukunft vorherrschenden Situation (S1, S2) bezüglich eines erwarteten Geschwindigkeitsverlaufs (v_e) auswertet und dass sie zumindest abhängig vom erwarteten Geschwindigkeitsverlauf (v_e) das Zustarten und Ablegen des Verbrennungsmotors steuert.

2. Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass sie zusätzlich mindestens ein Eingangssignal (FP) zur Auswertung des Lastverlaufs und/oder einer anderen Fahrerinteraktion erfasst und dass sie das Zustarten oder Ablegen des Verbrennungsmotors auch abhängig von der Fahrerinteraktion steuert.

3. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass das Zustarten oder Ablegen des Verbrennungsmotors abweichend von vorgegebenen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenzen ($eV_{Max,CS}$, $eV_{Max,CS}$) und/oder vorgegebenen E-Fahr-Lastzustartgrenzen durchführbar ist.

4. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass das Zustarten oder Ablegen des Verbrennungsmotors abhängig von dynamisch verschobenen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenzen ($eV_{Max,CS}$, $eV_{Max,CS}$) und/oder E-Fahr-Lastgrenzen durchführbar ist,

5. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass bei zu erwartender Beschleunigung auf einen Wert oberhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze ($eV_{Max,CD}$ bzw. $eV_{Max,CS}$) ein Zustarten des Verbrennungsmotors bereits mit Anstieg des Lastwunsches (FP+) vorgenommen wird.

6. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass das Ablegen des Verbrennungsmotors verhindert wird, wenn nur ein kurzzeitiges Unterschreiten der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze ($eV_{Max,CD}$ bzw. $eV_{Max,CS}$) erwartet wird.

7. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass das Ablegen des Verbrennungsmotors bei zu erwartender Verzögerung bis unterhalb der aktuell gültigen E-Fahr-Geschwindigkeitsgrenze ($eV_{Max,CD}$ bzw. $eV_{Max,CS}$) bereits mit der Lastwegnahme (FP-) noch vor dem Unterschreiten der aktuell gültigen E-Fahr-Ge-

schwindigkeitsgrenze ($eV_{Max,CD}$ bzw. $eV_{Max,CS}$) vorgenommen wird.

8. Steuersystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit derart ausgestaltet ist, dass ein Zustarten des Verbrennungsmotors bereits auf einen Beschleunigungsvorgang vorverlegt oder aufgeschoben wird, wenn durch den erwarteten Wechsel der Betriebsstrategiemodi von Charge Depleting (Entladen des HochvoltSpeichers) auf Charge Sustaining (Ladungszustand halten bzw. Laden des HochvoltSpeichers) ohnehin ein Zustarten des Verbrennungsmotors erforderlich ist, der ansonsten zeitlich in eine Konstantfahrt fällt.

9. Elektronische Steuereinheit zur Steuerung eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug mit mindestens einem Funktionsmodul (3, 5) zur Durchführung des dem Steuersystem nach einem der vorangegangenen Patentansprüche zugrundeliegenden Steuerverfahrens.

10. Verfahren zur Steuerung des Zustarts und des Ablegens eines Verbrennungsmotors in einem Hybridfahrzeug, wobei mittels einer Bewertung der aktuellen Situation sowie vorausliegender Situationen zumindest im Hinblick auf einen erwarteten Geschwindigkeitsverlauf in Abhängigkeit von einer Fahrerinteraktion und/oder vom Ladungszustand des HochvoltSpeichers das Zustart- und Ablegeverhalten auf definierte Weise optimiert wird.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

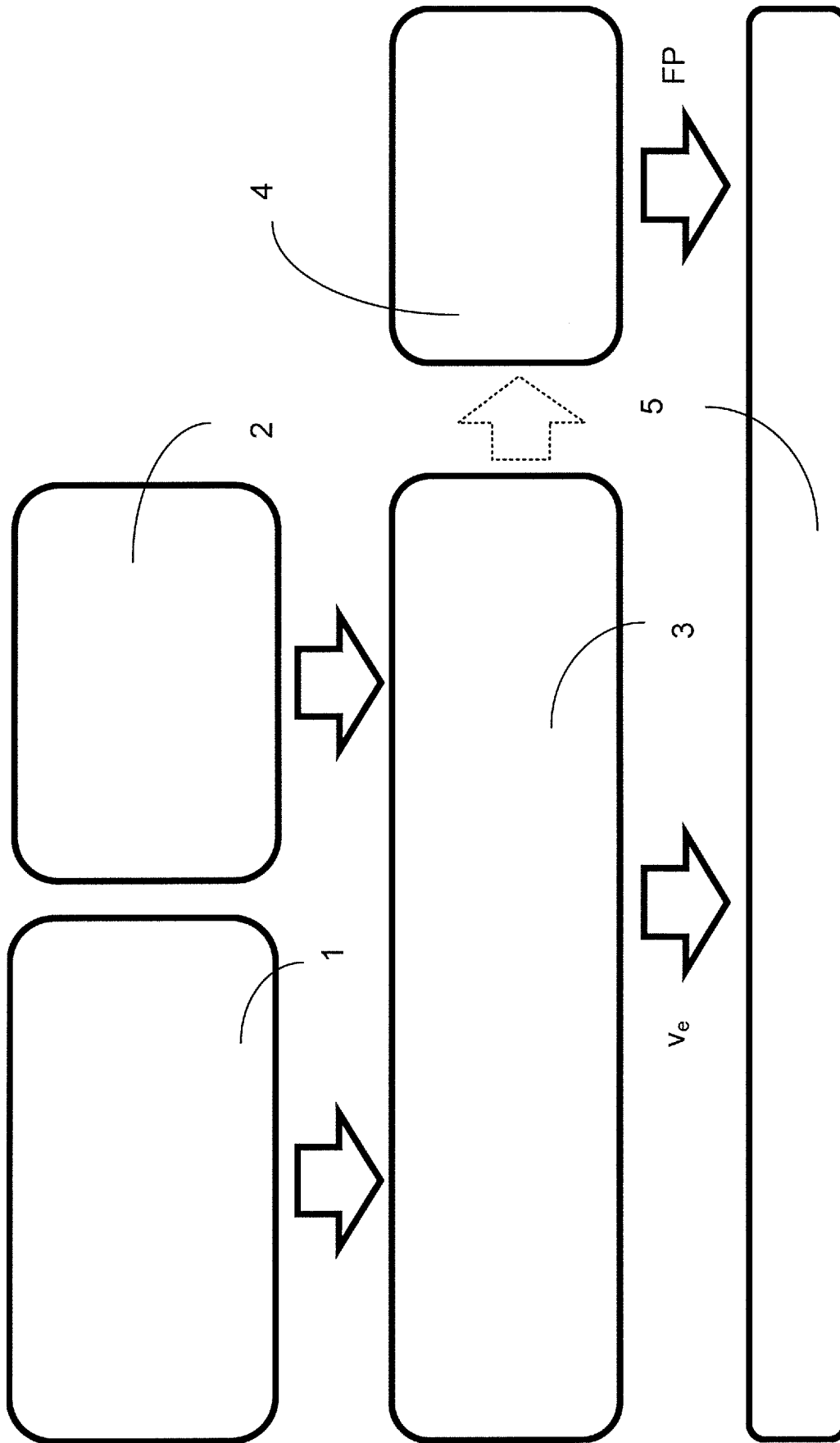


Fig. 1

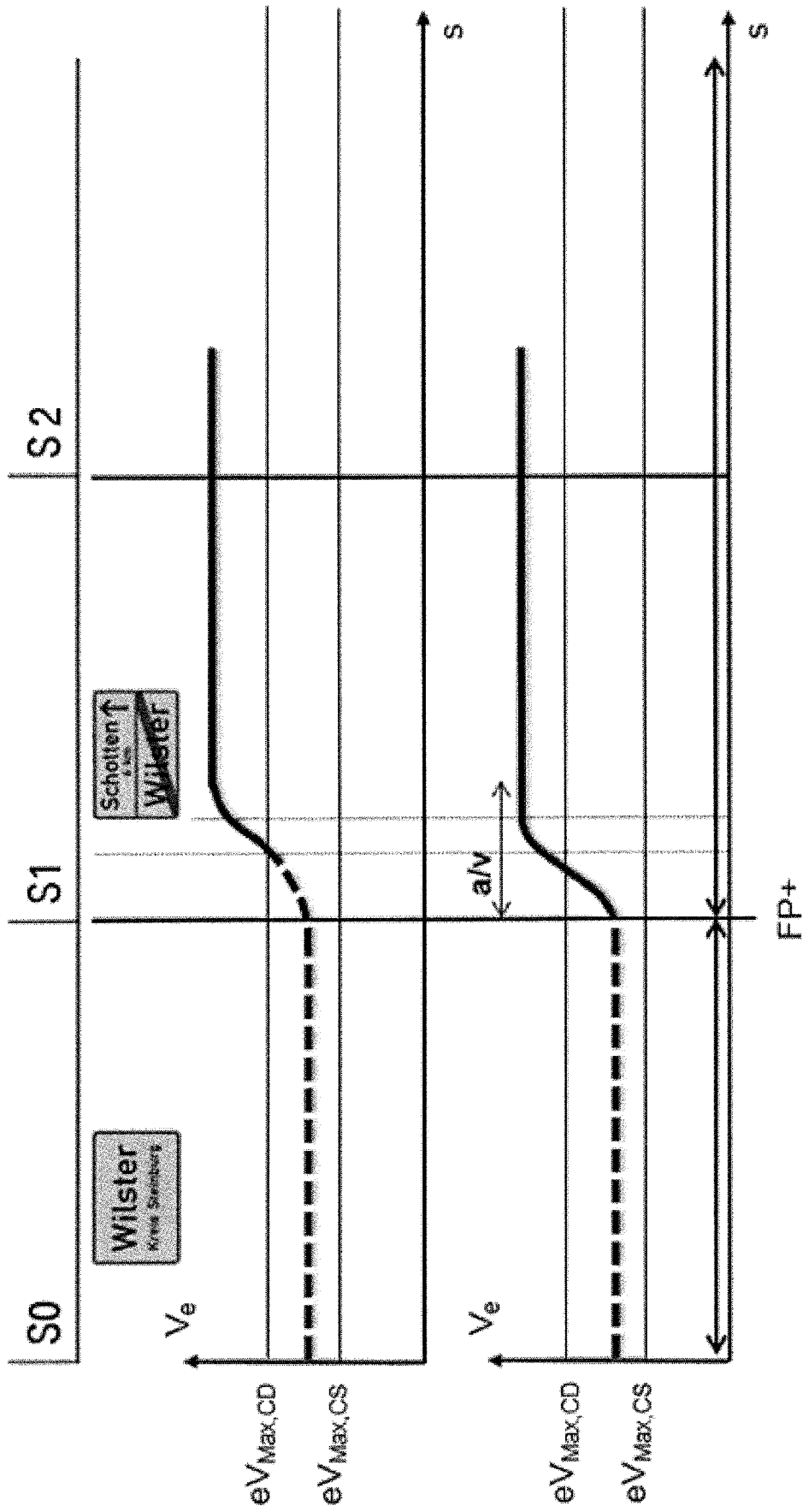


Fig. 2

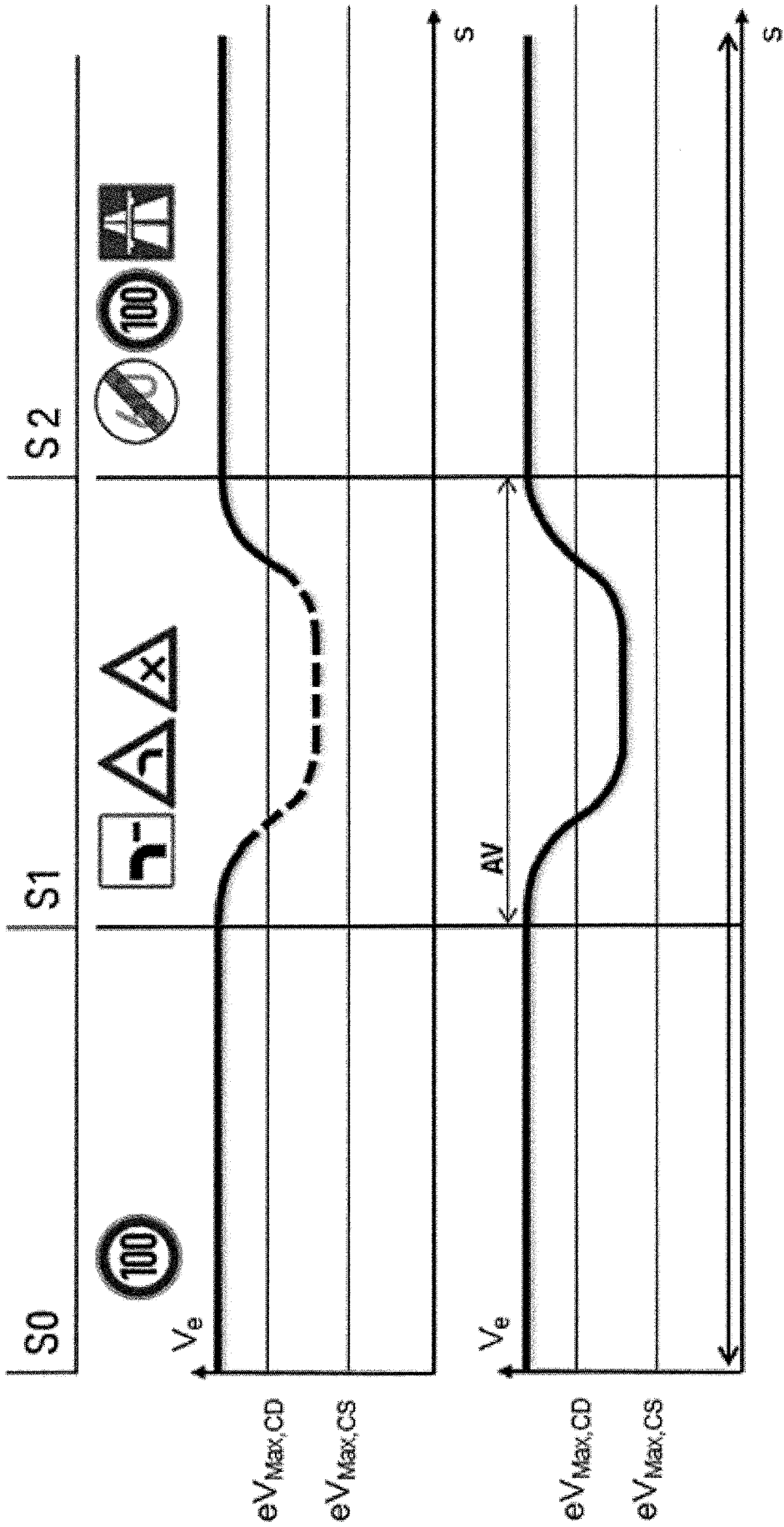


Fig. 3

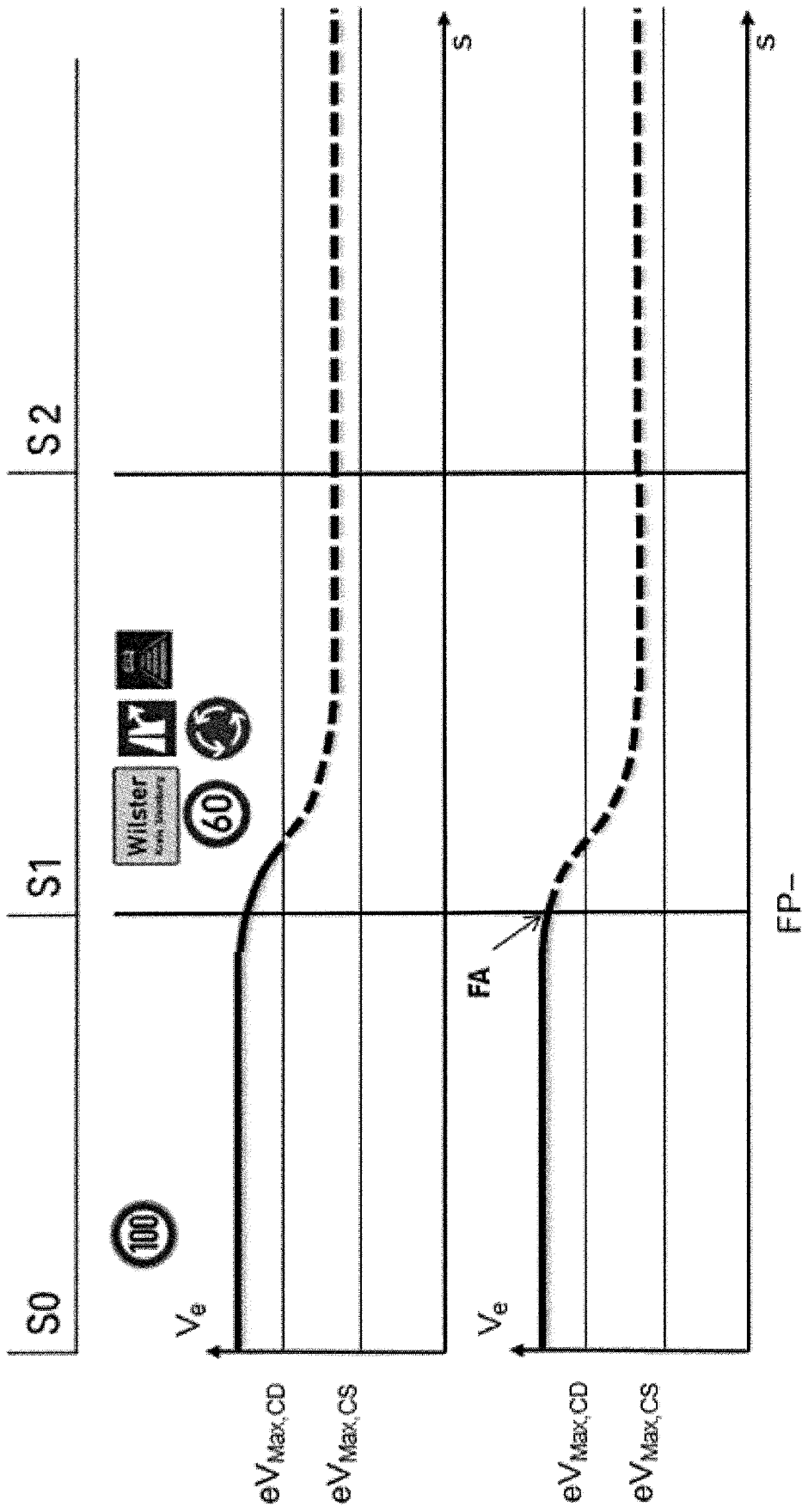


Fig. 4

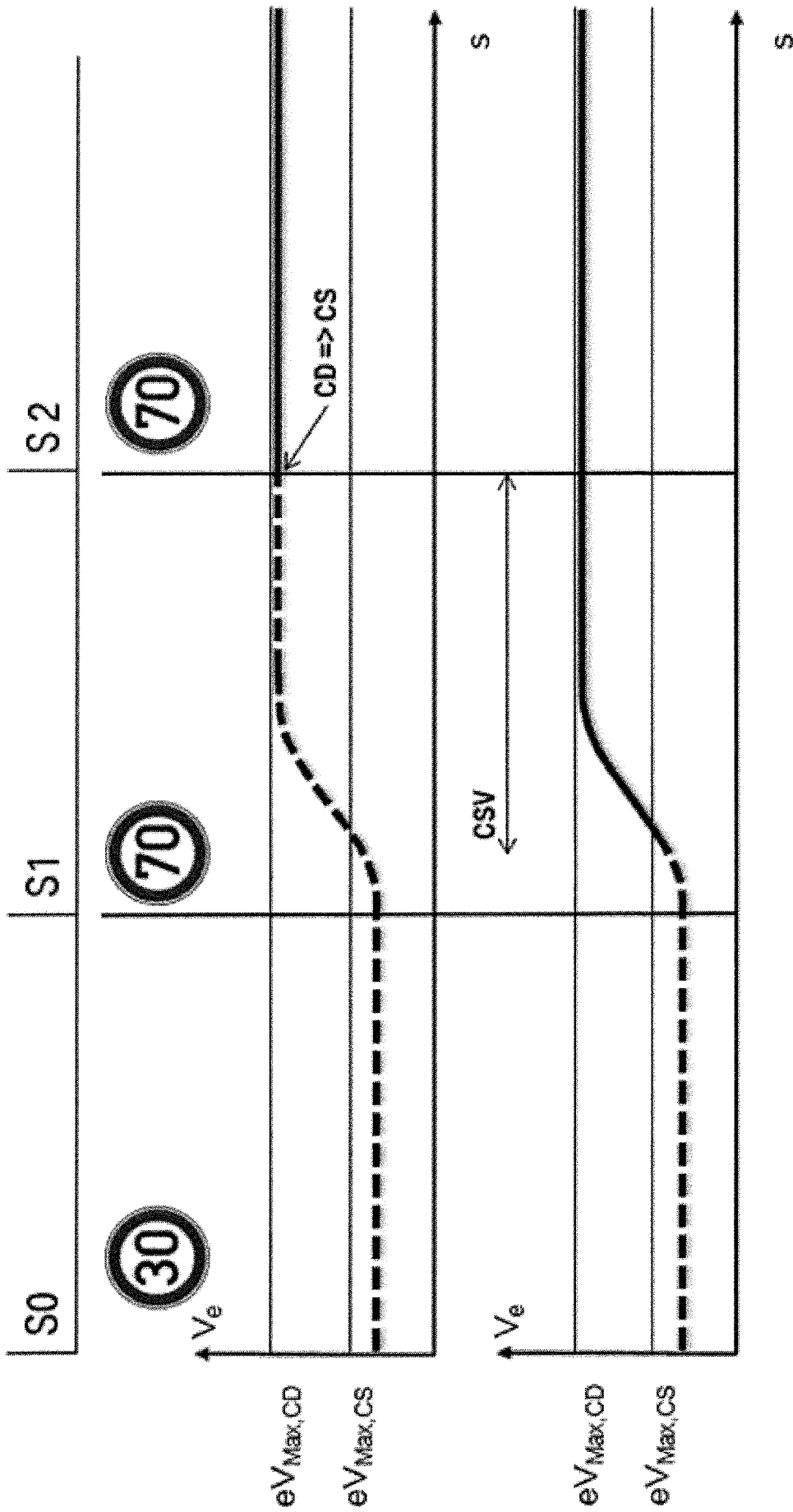


Fig. 5

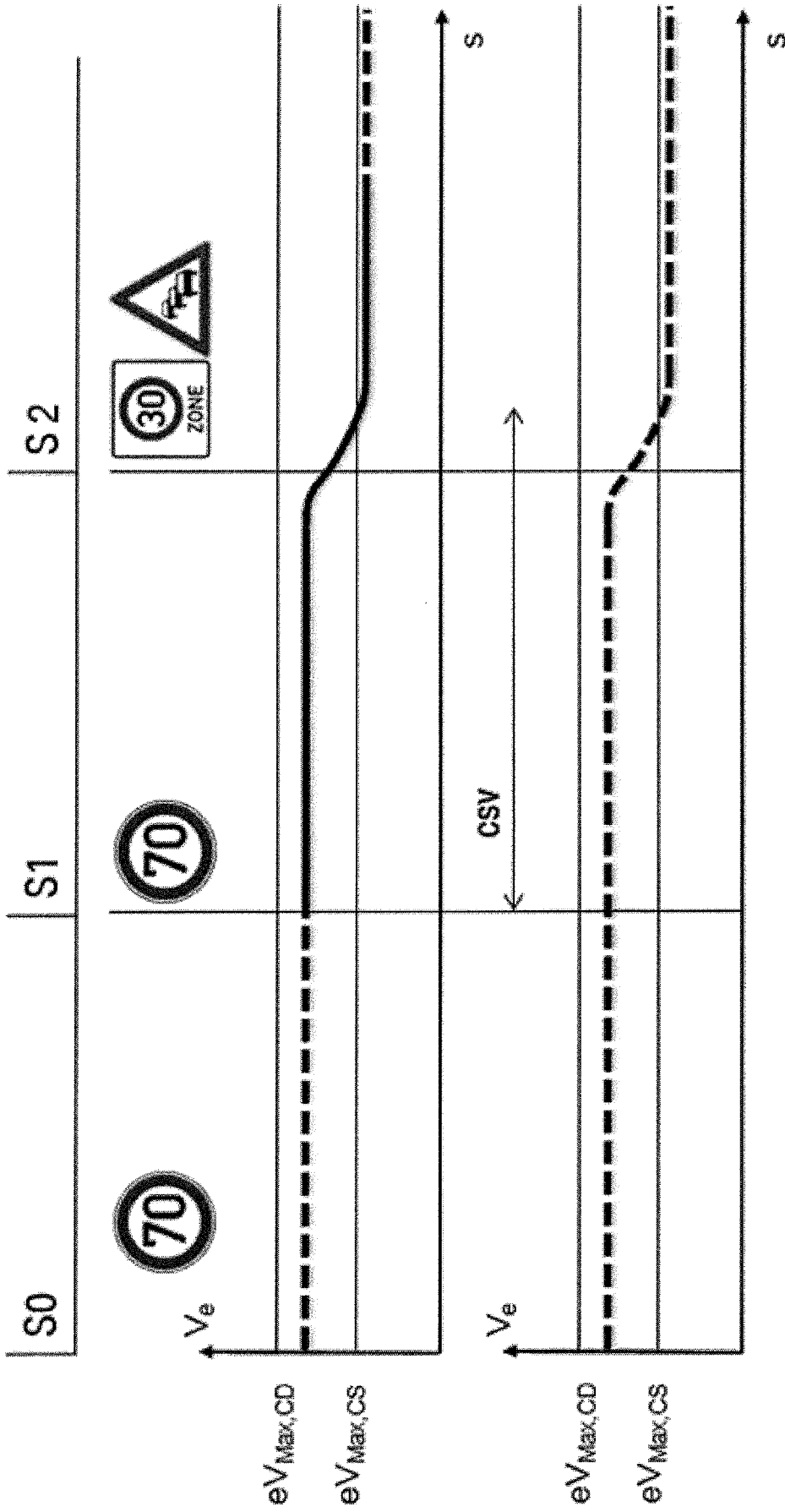


Fig. 6

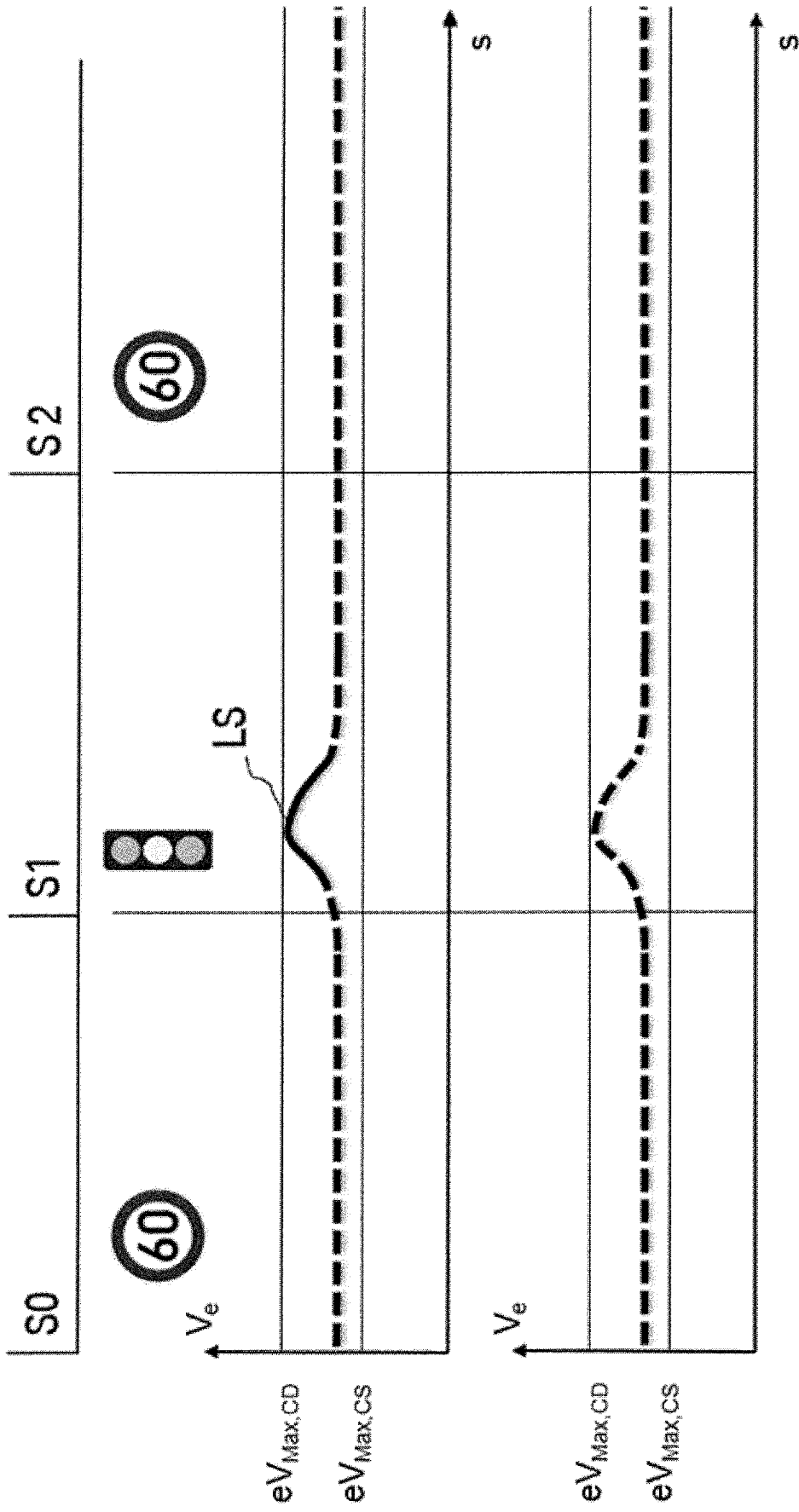


Fig. 7