



(10) **DE 10 2017 206 695 B4** 2024.01.18

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 206 695.4**
(22) Anmeldetag: **20.04.2017**
(43) Offenlegungstag: **25.10.2018**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.01.2024**

(51) Int Cl.: **B60W 40/10 (2012.01)**

B60W 20/11 (2016.01)
B60W 20/12 (2016.01)
B60W 20/19 (2016.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/26 (2006.01)
B60W 40/04 (2006.01)
B60W 40/06 (2012.01)
B60W 50/14 (2020.01)
B60L 15/20 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:
**Degand, Christoph, Dr., 81541 München, DE;
Fritzsche, Pablo, 82211 Herrsching, DE; Kowallik,
Alexander, 80687 München, DE; Zuev, Boris,
80935 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers eines Ego-Fahrzeugs und Fahrassistenzsystem für ein leistungsintensives Fahrmanöver eines Ego-Fahrzeugs**

(57) Hauptanspruch: Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers eines Ego-Fahrzeugs (1), welches durch einen von einem Energiespeicher (2) gespeisten Elektromotor angetrieben wird, wobei das Fahrassistenzverfahren umfasst:

- Präzisieren (P) eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs (1);

- Ermitteln (E), ob Fahrmanöver-Kriterien, die zumindest ein Energie-Kriterium (EK) und ein Verkehrs-Kriterium (VK) umfassen, für das prädierte Fahrmanöver erfüllt sind,

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums (EK) umfasst:

▪ Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils (ES), das für die vollständige Ausführung des prädierten Fahrmanövers benötigt wird;

▪ Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung (AL) des Ego-Fahrzeugs (1);

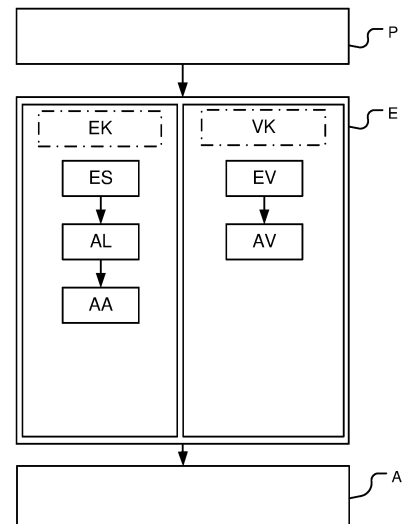
▪ Auswerten (AA), ob die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht, wobei das Energie-Kriterium (EK) erfüllt ist, wenn die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht;

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Verkehrs-Kriteriums (VK) umfasst:

▪ Erfassen einer Verkehrssituation (EV), die zumindest eine Verkehrslage und/oder eine Streckentopologie

umfasst, im Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1);

▪ Auswerten (AV), ob das prädierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist, wobei das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt ist, wenn das prädierte Fahrmanöver ...



(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	40 05 444	A1
DE	100 35 027	A1
DE	10 2010 010 443	A1
DE	10 2010 041 544	A1
DE	10 2013 217 434	A1
DE	10 2013 218 127	A1
DE	10 2014 211 530	A1
EP	2 535 221	A1

Norm SAE J3016 2016-09-00. Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles. S. 1-30

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers eines Ego-Fahrzeugs und ein Fahrassistenzsystem für ein leistungsintensives Fahrmanöver eines Ego-Fahrzeugs.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind bereits Fahrmanöver-Assistenten, wie ein Überholassistent, der beispielsweise in der DE 10 2014 211 530 A1 oder der DE 10 2013 217 434 A1 beschrieben ist, oder ein Fahrspurwechselassistent, der beispielsweise in der DE 40 05 444 A1 beschrieben ist, bekannt. Weiterhin ist ein Fahrerassistenzsystem bekannt, welches den Fahrer beim verbrauchskontrollierten Fahren unterstützt, wie beispielsweise in der DE 10 2010 041 544 A1 beschrieben.

[0003] Die aus dem Stand der Technik bekannten Assistenzsysteme geben dem Fahrer jedoch keine Hilfestellung, um zu beurteilen, ob das geplante leistungsintensive Fahrmanöver in Abhängigkeit der aktuellen Verkehrssituation sicher ausgeführt werden kann und gleichzeitig genügend Antriebsleistung des Fahrzeuges für das geplante leistungsintensive Fahrmanöver verfügbar ist. Gerade bei elektrisch betriebenen Fahrzeugen ist dieser Aspekt essenziell, weil ein unzureichender Energievorrat üblicherweise eine Einschränkung der Antriebsleistung und damit ein Sicherheitsrisiko zur Folge hat. Bei leistungsintensiven Fahrmanövern elektrisch betriebener Fahrzeuge ist es jedoch wichtig, eine sichere Ausführung mit ausreichender Antriebsleistung über die gesamte Dauer des leistungsintensiven Fahrmanövers sicherzustellen.

[0004] Aus den Druckschriften DE 10 2013 218 127 A1, DE 100 35 027 A1, DE 10 2010 010 443 A1 und EP 2 535 221 A1 sind weitere Diagnoseverfahren für einen Zustand eines Fahrzeugantriebs bekannt.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Fahrassistenzverfahren und ein Fahrassistenzsystem zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers eines Ego-Fahrzeugs bereitzustellen, die Auskunft über die Sicherheit des Fahrmanövers und die Verfügbarkeit von Antriebsleistung über die Dauer des leistungsintensiven Fahrmanövers geben.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass zusätzliche Merkmale eines von einem unabhängigen Patentanspruch abhängigen Patentanspruchs ohne die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs oder nur in Kombination mit einer Teilmenge der Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs

eine eigene und von der Kombination sämtlicher Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs unabhängige Erfindung bilden können, die zum Gegenstand eines unabhängigen Anspruchs, einer Teilungsanmeldung oder einer Nachanmeldung gemacht werden kann. Dies gilt in gleicher Weise für in der Beschreibung beschriebene technische Lehren, die eine von den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche unabhängige Erfindung bilden können.

[0007] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers eines Ego-Fahrzeugs, welches durch einen von einem Energiespeicher gespeisten Elektromotor angetrieben wird, wobei das Fahrassistenzverfahren umfasst:

- Präzisieren eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs;

- Ermitteln, ob Fahrmanöver-Kriterien, die zumindest ein Energie-Kriterium und ein Verkehrs-Kriterium umfassen, für das prädiizierte Fahrmanöver erfüllt sind, wobei die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums umfasst:

- Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils, das für die vollständige Ausführung des prädiizierten Fahrmanövers benötigt wird;

- Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung des Ego-Fahrzeugs;

- Auswerten, ob die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht, wobei das Energie-Kriterium erfüllt ist, wenn die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht;

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Verkehrs-Kriteriums umfasst:

- Erfassen einer Verkehrssituation, die zumindest eine Verkehrslage und/oder eine Streckentopologie umfasst, im Umfeld des Ego-Fahrzeugs;

- Auswerten, ob das prädiizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist, wobei das Verkehrs-Kriterium erfüllt ist, wenn das prädiizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist;

- Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung.

[0008] Im Rahmen des vorliegenden Dokuments ist unter einem Energiespeicher ein System zu verstehen, das einen oder mehrere in Reihe und/oder parallel geschaltete Energiespeichereinheiten umfasst, die jeweils mindestens zwei Energiespeichereinheiten aufweisen. Ein bevorzugtes Beispiel für

einen solchen Energiespeicher ist ein Akkumulator oder eine Hochvoltbatterie, wie sie üblicherweise in Elektro- bzw. Hybridfahrzeuge verwendet werden.

[0009] Im Rahmen dieser Ausführungen wird unter einem leistungsintensiven Fahrmanöver des Ego-Fahrzeugs ein Fahrmanöver verstanden, bei welchem für eine bestimmte Dauer eine hohe Antriebsleistung bzw. die maximale Antriebsleistung nötig ist. Solch ein Fahrmanöver umfasst mindestens einen der folgenden Vorgänge: einen Überholvorgang, einen Fahrspurwechsel, eine Auf- bzw. Abfahrt, beispielsweise eine Autobahnauffahrt bzw. Autobahnabfahrt, einen Beschleunigungsvorgang und einen Boost-Vorgang. Die zuvor beschriebenen Vorgänge können beliebig kombiniert werden, um ein leistungsintensives Fahrmanöver zu bilden. Dabei kann auch nur einer dieser Vorgänge das leistungsintensive Fahrmanöver sein.

[0010] Ein leistungsintensives Fahrmanöver des Ego-Fahrzeugs kann mithilfe mindestens einer der folgenden Daten bzw. Parameter prädiziert werden: Umfelddaten, die beispielsweise durch eine Umfelderkennungsvorrichtung gewonnen werden, Pedalparameter, wie zum Beispiel der zurückgelegte Pedalweg, Lenkdaten, wie zum Beispiel Informationen über die ausgeführte Lenkbewegung, und Daten eines Fahrtrichtungsanzeiger, wie zum Beispiel die Aktivierung des Blinkers. Die Umfelderkennungsvorrichtung ist dazu ausgebildet, das Fahrzeugumfeld unter Zuhilfenahme einer Umfeldsensorik zu erkennen und entsprechende Umfelddaten zur Verfügung zu stellen und/oder zu verarbeiten. Die Umfeldsensorik umfasst mindestens eine der folgenden Einrichtungen: Ultraschallsensor, Radarsensor, Lidarsensor und/oder Kamera. Die Umfelddaten können von einer der vorgenannten Einrichtungen oder von einer Kombination mehrerer der vorgenannten Einrichtungen (Sensordatenfusion) stammen. Das Prädizieren eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs wird demnach durch Erfassung und Auswertung von Umfelddaten und/oder Pedalparameter und/oder Lenkdaten und/oder Daten eines Fahrtrichtungsanzeigers durchgeführt.

[0011] Vorteilhafterweise umfasst das leistungsintensive Fahrmanöver einen Überholvorgang. Vorzugsweise ist das leistungsintensive Fahrmanöver ein Überholvorgang.

[0012] Ein Überholvorgang kann mindestens durch eine der folgenden Aktionen, die durch die oben genannten Daten bzw. Einrichtungen, wie zum Beispiel die Umfelderkennungsvorrichtung, erfassbar sind, detektiert werden:

- Aufschließen des Ego-Fahrzeugs auf ein vorausfahrendes Fahrzeug. Bereits die Annäherung auf ein vorausfahrendes Fahrzeug kann

als Erkennungskriterium für eine Überholabsicht erkannt werden;

- Feststellen einer applizierbaren Differenzgeschwindigkeit, die für das Aufschließen des Fahrzeugs vorliegen muss;

- Folgen des Ego-Fahrzeugs einem vorausfahrenden Fahrzeug und Aktivieren einer Richtungsänderungsanzeige (z.B. Blinker);

- Folgen des Ego-Fahrzeugs einem vorausfahrenden Fahrzeug und schnelles Durchtreten des Gaspedals; und

- Lenkbewegung(en) und versetztes Folgen, d.h. Ausschwenken und/oder versetztes Fahren, einem vorausfahrenden Fahrzeug.

[0013] Für die Ermittlung der Erfüllung des Energiekriteriums wird ein Spitzenleistungsprofil ermittelt. Dafür wird ein zeitlicher Verlauf der Spitzenleistung ermittelt. Vorteilhafterweise wird zunächst der zeitliche und räumliche Ablauf des leistungsintensiven Fahrmanövers (beispielsweise durch eine Trajektorienplanung) prädiziert. Dabei wird der Fokus auf die abzurufende Spitzenleistung gerichtet. Für die Prädiktion des zeitlichen und räumlichen Ablaufs des leistungsintensiven Fahrmanövers werden Fahrdynamikdaten mindestens eines der folgenden ermittelt und ausgewertet: des Ego-Fahrzeugs, eines vorausfahrenden Fahrzeugs, eines nachfolgenden Fahrzeugs und eines entgegenkommenden Fahrzeugs. Dabei umfassen die Fahrdynamikdaten mindestens eine der folgenden Informationen: Streckenverlauf, Weg, Zeit, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Abstand zu einem vorausfahrenden und/oder nachfolgenden und/oder entgegenkommenden Fahrzeug, Energieaufwand, Erwärmung des Motors bzw. der Motoren, Antriebskräfte, Leistung, Bewegungswiderstand und Fahrzeug-Wirkungsgrad.

[0014] Im Sinne der vorliegenden Ausführungen umfasst der Begriff Spitzenleistungsprofil das Profil der maximalen Antriebsleistung. Unter der maximalen Antriebsleistung ist die Antriebsleistung zu verstehen, die durch das Antriebssystem für eine kurze Belastungsdauer zur Verfügung gestellt werden kann, ohne dass die Leistung des elektrischen Antriebssystems einbricht.

[0015] Vorteilhafterweise umfasst die Ermittlung des Spitzenleistungsprofils das Ermitteln der Dauer, die für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigt wird, und das Ermitteln des zeitlichen Verlaufs der maximalen Antriebsleistung über die prädizierte Dauer. Dies bedeutet also, dass der Fokus auf der maximalen Antriebsleistung (Peak-Leistung) des elektrischen Antriebssystems gerichtet wird. Ein elektrisches Antriebssystem umfasst zumindest einen Energiespeicher, einen Energiesteller (Umrichter) und mindestens ein trak-

tionsstellendes Aggregat. Üblicherweise werden elektrische Antriebssysteme auf ihre Dauerlast ausgelegt. Jedoch wird dabei eine für kurze Zeit mögliche Spitzenlast des elektrischen Antriebssystems außer Acht gelassen. Elektrische Antriebssysteme können mit kurzzeitiger Spitzenlast betrieben werden, die deutlich über der Dauerleistung liegt. Aufgrund höherer thermischer und mechanischer Belastung sowie diverser Schädigungsmechanismen darf diese Spitzenlast allerdings nur zeitlich begrenzt anliegen, während die Dauerlast permanent verfügbar ist. Üblicherweise wird also die Betriebsstrategie des elektrischen Antriebssystems so gewählt, dass das verfügbare Antriebsmoment in Abhängigkeit der durch die jeweils verfügbare Spitzen- bzw. Dauerlast gesetzten Zeitgrenzen limitiert wird. Eine Limitierung des verfügbaren Antriebsmoments kann eine Fahrleistungsreduktion während des Durchführens eines leistungsintensiven Überholmanövers zur Folge haben und ist damit hoch sicherheitsrelevant. Durch die vorzeitige Bestimmung des Spitzenleistungsprofils und der verfügbaren Antriebsleistung, insbesondere der verfügbaren maximalen Antriebsleistung, ist es möglich, dem Fahrer bzw. den Insassen des Fahrzeugs auch für ein leistungsintensives Fahrmanöver eine sichere Fahrt zu gewährleisten.

[0016] Vorteilhafterweise umfasst die Antriebsleistung bzw. maximale Antriebsleistung zumindest die elektrische Leistung bzw. maximale elektrische Leistung des Energiespeichers und die Leistung bzw. maximale Leistung des Elektromotors. Zusätzlich kann die Antriebsleistung bzw. maximale Antriebsleistung zusätzlich die Leistung bzw. maximale Leistung eines Umrichters des elektrischen Antriebssystems umfassen.

[0017] Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird nach der Ermittlung des Spitzenleistungsprofils die verfügbare Antriebsleistung des Ego-Fahrzeugs bestimmt. Bevorzugt wird die verfügbare maximale Antriebsleistung (Peak-Leistung), des Ego-Fahrzeugs bestimmt. Mit anderen Worten wird eine (Leistungs-)Prognose durchgeführt, die ermittelt, welche maximale Antriebsleistung für einen definierten Zeitraum zur Verfügung steht; hierbei kann der definierte Zeitraum gleich der prädizierten Zeitdauer für das leistungsintensive Fahrmanöver sein.

[0018] Vorteilhafterweise wird die Bestimmung der verfügbaren Antriebsleistung bzw. der maximalen Antriebsleistung durchgeführt, indem mindestens eine der folgenden Aktionen ausgeführt wird:

- Ermitteln des Ladezustands des Energiespeichers;
- Ermitteln des thermischen Zustands des Energiespeichers;
- Ermitteln der Stromverbrauchshistorie über einen bestimmten Zeitraum; und

- Ermitteln einer Betriebsgrenze des Elektromotors.

[0019] Mit anderen Worten wird eine Prognose der verfügbaren Antriebsleistung bzw. verfügbaren maximalen Antriebsleistung durchgeführt, bei der die verfügbare Leistung bzw. verfügbare maximale Leistung, optional auch die Betriebsgrenze, des elektrischen Antriebssystems, also zumindest des Elektromotors und des Energiespeichers, berücksichtigt werden. Die verfügbare elektrische Leistung des Energiespeichers wird beispielsweise ermittelt, in dem der aktuelle Ladezustand des Energiespeichers, der thermische Zustand der einzelnen Energiespeichermodule, z.B. Zell- und Modultemperaturen, sowie die Historie des Stromverbrauchs über einen definierten Zeitraum betrachtet werden.

[0020] Vorteilhafterweise umfasst die Bestimmung der verfügbaren Antriebsleistung die Bestimmung der verfügbaren Antriebsleistung für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers und die Bestimmung der verfügbaren Antriebsleistung nach vollständiger Ausführung des prädizierten Fahrmanövers.

[0021] Mit anderen Worten wird sowohl eine Prognose der verfügbaren Antriebsleistung bzw. der maximalen Antriebsleistung für die Dauer, die für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigt wird, durchgeführt als auch eine Folgeprognose der verfügbaren Antriebsleistung bzw. der maximalen Antriebsleistung für den Zeitraum nach vollständiger Ausführung des prädizierten Fahrmanövers. Das heißt also, dass ermittelt wird, welches Leistungsvermögen des elektrischen Antriebssystems noch verfügbar ist, wenn die für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigte Antriebsleistung abgerufen worden ist.

[0022] Für die Bestimmung der verfügbaren Antriebsleistung bzw. der verfügbaren maximalen Antriebsleistung nach vollständiger Ausführung des prädizierten Fahrmanövers wird die für das prädizierte Fahrmanöver benötigte Antriebsleistung bzw. maximale Antriebsleistung und optional die Historie des Stromverbrauchs über einen vergangenen definierten Zeitraum und/oder der aktuelle Betriebszustand des elektrischen Antriebssystems herangezogen.

[0023] Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird dann ausgewertet, ob die verfügbare Antriebsleistung bzw. verfügbare maximale Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht. Dafür wird die durch die Prognose oder durch die Prognose und die Folgeprognose bestimmte verfügbare Antriebsleistung bzw. verfügbare maximale Antriebsleistung mit dem ermittelten zeitlichen Ver-

lauf der Antriebsleistung über die prädierte Dauer verglichen. Das Energie-Kriterium ist erfüllt, wenn die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht.

[0024] Vorteilhafterweise wird, falls die Dauer des prädierten Fahrmanövers und/oder der zeitliche Verlauf der Antriebsleistung über die prädierte Dauer nicht ermittelt werden kann, ein Ersatzwert für die Dauer des prädierten Fahrmanövers und/oder die Höhe der verfügbaren Antriebsleistung bzw. der verfügbaren maximalen Antriebsleistung und/oder für den zeitlichen Verlauf der Antriebsleistung bzw. der verfügbaren maximalen Antriebsleistung ermittelt.

[0025] Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst die Ermittlung der Erfüllung des Verkehrs-Kriteriums das Erfassen einer Verkehrssituation im Umfeld des Ego-Fahrzeugs. Unter einer Verkehrssituation im Umfeld des Ego-Fahrzeugs ist eine Situation rund um das Ego-Fahrzeug und den unmittelbar vor, neben und hinter dem Ego-Fahrzeug liegenden Streckenabschnitt zu verstehen. Das Umfeld des Ego-Fahrzeugs umfasst beispielsweise auch eine oder mehrere Fahrspuren neben dem Ego-Fahrzeug. Unter einer Verkehrssituation sind alle äußeren Faktoren zu verstehen, die die Fahrt, insbesondere das prädierte Fahrmanöver, des Ego-Fahrzeugs betreffen. Zu den äußeren Faktoren zählen beispielsweise die Verkehrslage, die Streckentopologie, die Wetterlage, die Straßenbeschaffenheit, Geschwindigkeitsbeschränkungen, Warnungen bezüglich Störungen und/oder Unfällen anderer Verkehrsteilnehmer, usw. Die Verkehrssituation umfasst zumindest die Verkehrslage und/die Streckentopologie im Umfeld des Ego-Fahrzeugs. Unter der Verkehrslage ist der aktuelle Zustand im Hinblick auf die Fahrzeugdichte und Verkehrsbehinderungen zu verstehen und betrifft zumindest den Gegenverkehr, vorrausfahrende und ausscherende Fahrzeuge. Die Verkehrslage beschreibt beispielsweise stockenden Verkehr, Tempolimits, einen Unfall oder einen Stau. Unter der Streckentopologie ist der Streckenverlauf und das Streckenprofil im Hinblick auf die Beschaffenheit der Strecke und im Hinblick auf Abweichungen von der geraden Horizontalstrecke und umfasst beispielsweise die Lage von Kurven, Wellen, Höhenunterschieden, Kuppen, Ortseingängen, Kreisverkehre, Abbiegungen, Auf- und Abfahrten, Gefälle usw. entlang einer Strecke.

[0026] Unter der Strecke sind zumindest der Streckenabschnitt des prädierten Fahrmanövers und der davor liegende Streckenabschnitt, also der in Fahrtrichtung vor dem Ego-Fahrzeug liegende Streckenabschnitt, zu verstehen. Das Erfassen der Verkehrssituation kann über das Erfassen von Umfelddaten, die beispielsweise durch eine Umfelderkennungs-vorrichtung ermittelt werden,

erfolgen. Die Umfelderkennungs-vorrichtung ist dazu ausgebildet, das Fahrzeugumfeld unter Zuhilfenahme einer Umfeldsensorik zu erkennen und entsprechende Umfelddaten zur Verfügung zu stellen und/oder zu verarbeiten. Die Umfeldsensorik umfasst mindestens eine der folgenden Einrichtungen: Ultraschallsensor, Radarsensor, Lidarsensor und/oder Kamera. Die Umfelddaten können von einer der vorgenannten Einrichtungen oder von einer Kombination mehrerer der vorgenannten Einrichtungen (Sensordatenfusion) stammen. Das Erfassen der Verkehrssituation kann auch über Daten aus einer Karte, die Informationen zu der Verkehrssituation enthält, erfolgen. Die Kartendaten können zum Beispiel aus Navigationsdaten stammen. Die Kartendaten liegen dafür beispielsweise auf einem Server, auf den das Ego-Fahrzeug zugreifen kann, oder auf einer Speichereinheit im Ego-Fahrzeug. Das Erfassen der Verkehrssituation kann auch über eine Fahrzeugzu-Fahrzeug-Kommunikation erfolgen, wobei dann Informationen über die Verkehrssituation von einem Fahrzeug zu dem Ego-Fahrzeug übermittelt werden. Handelt es sich bei dem Fahrmanöver um einen Überholvorgang, kann das Erfassen der Verkehrssituation das Melden eines Überholvorgangs eines vorrausfahrenden Fahrzeugs umfassen.

[0027] Das Auswerten, ob das prädierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist, wird in der Steuereinheit des Ego-Fahrzeugs durchgeführt. Dabei werden unterschiedliche Parameter, die die Verkehrssituation betreffen, ausgewertet, indem diese mit bestimmten Mindest-bzw. Sollwerten verglichen werden. Solche Parameter umfassen beispielsweise den Abstand des Ego-Fahrzeugs zu den anderen Verkehrsteilnehmern, die sich im Umfeld des Ego-Fahrzeugs befinden, die Differenzgeschwindigkeit zu den anderen Verkehrsteilnehmern und/oder die Differenzbeschleunigung zu den anderen Verkehrsteilnehmern. Liegen die ausgewerteten Parameter innerhalb der festgelegten Mindest- bzw. Sollwertgrenzen, ist das prädierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar und damit das Verkehrs-Kriterium erfüllt. Liegen die ausgewerteten Parameter außerhalb der festgelegten Mindest- bzw. Sollwertgrenzen, ist das prädierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation nicht vollständig ausführbar und damit das Verkehrs-Kriterium nicht erfüllt.

[0028] Die Fahrmanöver-Kriterien umfassen ferner ein Effizienz-Kriterium. Das Effizienz-Kriterium dient als Entscheidungshilfe, ob das prädierte leistungsintensive Fahrmanöver hinsichtlich der Reiseeffizienz als sinnvoll zu erachten ist.

[0029] Dabei wird für die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums die durch die vollständige

Ausführung des prädierten Fahrmanövers eingesparte Zeit berechnet. Die eingesparte Zeit wird beispielsweise berechnet, indem die für das Prädierten des leistungsintensiven Fahrmanövers und die Ermittlung des Energie-Kriteriums sowie des Verkehrs-Kriteriums ermittelten und/oder ausgewerteten Daten zumindest teilweise verwendet werden, um zu ermitteln, wie viel Zeit bei Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers im Vergleich zu einer Nicht-Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers eingespart wird. In die Berechnung der eingesparten Zeit fließt auch die Betrachtung der Verkehrslage im Umfeld des Ego-Fahrzeugs ein. Wird beispielsweise festgestellt, dass kurz nach dem Überholvorgang ein Stau, stockender Verkehr, eine Geschwindigkeitsbegrenzung oder ein Hindernis bevorsteht, wird die eingesparte Zeit entsprechend herabgesetzt.

[0030] Weiterhin wird für die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums die durch die vollständige Ausführung des prädierten Fahrmanövers zusätzlich verbrauchte Antriebsleistung berechnet. Die zusätzlich verbrauchte Antriebsleistung wird beispielsweise berechnet, indem die für das Prädierten des leistungsintensiven Fahrmanövers und die Ermittlung des Energie-Kriteriums sowie des Verkehrs-Kriteriums ermittelten und/oder ausgewerteten Daten zumindest teilweise verwendet werden, um zu ermitteln, wie viel Antriebsleistung bei Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers im Vergleich zu einer Nicht-Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers zusätzlich verbraucht wird.

[0031] Schließlich wird für die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums ausgewertet, ob der Quotient aus eingesparter Zeit und zusätzlich verbrauchter Antriebsleistung innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegt, wobei das Effizienz-Kriterium erfüllt ist, wenn der Quotient innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs ist.

[0032] Das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung kann eine Anzeige, ob die ermittelten Fahrmanöver-Kriterien erfüllt sind oder nicht, umfassen. Alternativ kann das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung das Anzeigen jedes einzelnen Ergebnisses der jeweiligen Ermittlung der Erfüllung des jeweiligen Kriteriums umfassen. In diesem Fall werden beispielsweise das Ergebnis der Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums und das Ergebnis der Ermittlung der Erfüllung des Verkehrs-Kriteriums einzeln angezeigt.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Ergebnis der Ermittlung nur für eine vorgegebene Zeitdauer angezeigt, wobei die vorgegebene Zeitdauer mindestens von einem der folgenden Faktoren abhängt: aktuelle Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs, Änderung der Verkehrssituation, Ände-

rung der verfügbaren Antriebsleistung, Änderung der eingesparten Zeit und Änderung der zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung das Anzeigen einer Empfehlung für das prädierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium und das Verkehrs-Kriterium erfüllt sind und das Anzeigen einer Empfehlung gegen das prädierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium und/oder das Verkehrs-Kriterium nicht erfüllt sind. Mit anderen Worten wird von dem prädierten Fahrmanöver abgeraten, wenn das Energie-Kriterium oder das Verkehrs-Kriterium oder sowohl das Energie-Kriterium als auch das Verkehrs-Kriterium nicht erfüllt sind. Für die Anzeige einer Empfehlung für das prädierte Fahrmanöver muss das Effizienz-Kriterium nicht erfüllt sein. Ein nicht erfülltes Effizienz-Kriterium kann zwar einen unnötigen Verbrauch von Antriebsleistung nach sich ziehen, stellt jedoch kein Sicherheitsrisiko für das Ego-Fahrzeug bzw. die Fahrzeuginsassen dar.

[0035] Das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung, ob die Fahrmanöver-Kriterien für das prädierte Fahrmanöver erfüllt sind, wird vorteilhafterweise durch eine Anzeigeeinrichtung ausgeführt. Die Anzeigeeinrichtung umfasst eine akustische Anzeige und/oder eine visuelle Anzeige und/oder eine haptische Anzeige. Beispielsweise wird die Empfehlung zum Ausführen des prädierten Fahrmanövers durch Aufleuchten oder Blinken einer bestimmten Farbe, zum Beispiel der Farbe Grün bzw. Gelb, zum Ausdruck gebracht.

[0036] Bevorzugt umfasst die Anzeigeeinrichtung eine visuelle Anzeige in Form eines Displays. Das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung, insbesondere der Empfehlung zum Ausführen bzw. Nicht-Ausführen des prädierten Fahrmanövers, erfolgt dann beispielsweise über das Anzeigen einer Meldung auf dem Display.

[0037] Vorteilhafterweise umfasst das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung das Anzeigen eines prognostizierten zeitlichen Verlaufs der Antriebsleistung. Zum Beispiel wird auf Grundlage der Bestimmung der verfügbaren Antriebsleistung an einer Geschwindigkeitsanzeige (z.B. Tachometer) angezeigt, ab welcher Geschwindigkeit mit einem Abfall der Antriebsleistung gerechnet werden muss, und/oder an einer Anzeige der Drehzahl angezeigt, ab welcher Drehzahl mit einem Abfall der Antriebsleistung gerechnet werden muss. Anstatt der Antriebsleistung kann hier auch nur auf die (verfügbare) maximale Antriebsleistung abgestellt werden. Der Fokus würde dann auf der Anwendung einer kurzzeitigen Spitzenlast und nicht auf der Auslegung der Dauer-

last liegen. Die Anzeige kann visuell, haptisch und/oder akustisch sein.

[0038] Vorteilhafterweise umfasst das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung ferner das Anzeigen der prognostizierten Dauer des prädizierten Fahrmanövers. Die Anzeige kann visuell, haptisch und/oder akustisch sein.

[0039] Vorteilhafterweise werden einige Schritte des oben beschriebenen Fahrassistenzenverfahrens während der Ausführung des leistungsintensiven Fahrmanövers erneut durchgeführt. Dadurch können einzelne Schritte des Fahrassistenzenverfahrens im Laufe der Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers geändert werden. Vorteilhafterweise wird während des leistungsintensiven Fahrmanövers kontinuierlich ermittelt, ob die Fahrmanöver-Kriterien erfüllt sind. Das heißt also, dass die oben beschriebenen Schritte für die Ermittlung der Erfüllung der einzelnen Fahrmanöver-Kriterien während der Ausführung des leistungsintensiven Fahrmanövers in vorgegebenen Zeitabständen durchgeführt werden. Wenn sich das Ergebnis der Ermittlung der Erfüllung der Fahrmanöver-Kriterien im Laufe des leistungsintensiven Fahrmanövers ändern sollte, wird auch die Anzeige des Ergebnisses der Ermittlung geändert.

[0040] Gemäß einer Ausführungsform kann es beispielsweise während der Ausführung des leistungsintensiven Fahrmanövers vorkommen, dass eine ursprünglich angezeigte Empfehlung für die Ausführung des prädizierten Fahrmanövers durch eine Empfehlung gegen die Ausführung des prädizierten Fahrmanövers aktualisiert wird. Mit anderen Worten wird eine Abbruchaufforderung des leistungsintensiven Fahrmanövers angezeigt.

[0041] Wird die Anzeige des Ergebnisses der Ermittlung im Laufe des leistungsintensiven Fahrmanövers geändert, kann zusätzlich eine Abbruchaufforderung angezeigt werden. Die Anzeige der Abbruchaufforderung kann zusätzliche Elemente, wie beispielsweise eine Anzeige zur Unterstützung beim Wiedereinfädeln in den ursprünglichen Fahrstreifen, umfassen. Ferner kann die Abbruchaufforderung zeitlich begrenzt angezeigt werden. Die zeitliche Begrenzung wird beispielsweise durch einen kleiner werdenden Zeitbalken visualisiert.

[0042] Das oben beschriebene Fahrassistenzenverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers eines Ego-Fahrzeugs kann Teil eines automatisierten Fahrmanövers sein. Unter dem Begriff „automatisiertes Fahren“ bzw. „automatisiertes Fahrmanöver“ kann im Rahmen des Dokuments ein Fahren mit automatisierter Längs- oder Querführung oder ein autonomes Fahren mit automatisierter Längs- und Querführung verstanden werden. Der Begriff „automatisiertes Fahren“ umfasst ein automa-

tisiertes Fahren mit einem beliebigen Automatisierungsgrad. Beispielhafte Automatisierungsgrade sind ein assistiertes, teilautomatisiertes, hochautomatisiertes oder vollautomatisiertes Fahren. Diese Automatisierungsgrade wurden von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) definiert (siehe BASt-Publikation „Forschung kompakt“, Ausgabe 11/2012). Beim assistierten Fahren führt der Fahrer dauerhaft die Längs- oder Querführung aus, während das System die jeweils andere Funktion in gewissen Grenzen übernimmt. Beim teilautomatisierten Fahren (TAF) übernimmt das System die Längs- und Querführung für einen gewissen Zeitraum und/oder in spezifischen Situationen, wobei der Fahrer das System wie beim assistierten Fahren dauerhaft überwachen muss. Beim hochautomatisierten Fahren (HAF) übernimmt das System die Längs- und Querführung für einen gewissen Zeitraum, ohne dass der Fahrer das System dauerhaft überwachen muss; der Fahrer muss aber in einer gewissen Zeit in der Lage sein, die Fahrzeugführung zu übernehmen. Beim vollautomatisierten Fahren (VAF) kann das System für einen spezifischen Anwendungsfall das Fahren in allen Situationen automatisch bewältigen; für diesen Anwendungsfall ist kein Fahrer mehr erforderlich. Die vorstehend genannten vier Automatisierungsgrade gemäß der Definition der BASt entsprechen den SAE-Level 1 bis 4 der Norm SAE J3016 (SAE - Society of Automotive Engineering). Beispielsweise entspricht das hochautomatisierte Fahren (HAF) gemäß der BASt dem Level 3 der Norm SAE J3016. Ferner ist in der SAE J3016 noch der SAE-Level 5 als höchster Automatisierungsgrad vorgesehen, der in der Definition der BASt nicht enthalten ist. Der SAE-Level 5 entspricht einem fahrerlosen Fahren, bei dem das System während der ganzen Fahrt alle Situationen wie ein menschlicher Fahrer automatisch bewältigen kann; ein Fahrer ist generell nicht mehr erforderlich.

[0043] Ist das oben beschriebene Fahrassistenzenverfahren Teil eines automatisierten Fahrmanövers, dient das Fahrassistenzenverfahren hauptsächlich dazu, den Insassen des Ego-Fahrzeugs eine Rückmeldung über die automatisiert ablaufenden Fahrvorgänge zu geben. Das Fahrassistenzenverfahren kann aber auch dafür genutzt werden, dem Fahrer des Ego-Fahrzeugs die Möglichkeit zu geben, die Auswahl eines bestimmten leistungsintensiven Fahrmanövers zu steuern bzw. aufgrund der Informationen, die ihm angezeigt werden, in die Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers aktiv einzugreifen.

[0044] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrassistenzenzsystem für ein leistungsintensives Fahrmanöver eines Ego-Fahrzeugs, welches durch einen von einem Energiespeicher gespeisten Elektromotor angetrieben wird, wobei das Fahrassistenzenzsystem aufweist:

- eine Erfassungseinheit, die eine Prädiktions-Erfassungseinheit zum Prädizieren eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs und eine Verkehrssituations-Erfassungseinheit zum Erfassen einer Verkehrssituation im Umfeld des Ego-Fahrzeugs aufweist;

- eine mit der Erfassungseinheit und dem Energiespeicher gekoppelte Steuereinheit; und

- eine mit der Steuereinheit gekoppelte Anzeigeeinrichtung; wobei die Steuereinheit ausgebildet ist, zu ermitteln, ob Fahrmanöver-Kriterien, die zumindest ein Energie-Kriterium und ein Verkehrs-Kriterium umfassen, für das prädizierte Fahrmanöver erfüllt sind,

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums umfasst:

- Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils, das für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigt wird;

- Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung des Ego-Fahrzeugs;

- Auswerten, ob die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht, wobei das Energie-Kriterium erfüllt ist, wenn die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht;

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Verkehrs-Kriteriums umfasst:

- Erfassen einer Verkehrssituation, die zumindest eine Verkehrslage und/oder eine Streckentopologie umfasst, im Umfeld des Ego-Fahrzeugs;

- Auswerten, ob das prädizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist, wobei das Verkehrs-Kriterium erfüllt ist, wenn das prädizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist;

und wobei die Anzeigeeinrichtung ausgebildet ist, das Ergebnis der Ermittlung anzuzeigen.

[0045] Ein Fahrassistenzsystem im Sinne des vorliegenden Dokuments bezeichnet insbesondere eine elektronische Einrichtung, die zumindest teilweise automatisiert oder autonom einen Eingriff in eine Fahrzeugführung, beispielsweise in eine Längsführung des Fahrzeugs und/oder eine Querverführung des Fahrzeugs, durchführen kann. Für die Begriffsdefinition eines automatisierten oder autonomen Eingriffs in eine Fahrzeugführung wird auf die oben definierten Begriffe eines „automatisierten Fahrens“ bzw. eines „automatisierten Fahrmanövers“ verwiesen, die parallel auf das Fahrassistenzsystem anwendbar sind.

[0046] Bei dem Fahrassistenzsystem umfassen die Fahrmanöver-Kriterien ferner ein Effizienz-Kriterium, wobei die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums umfasst:

- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers eingesparten Zeit;

- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung;

- Auswerten, ob der Quotient aus eingesparter Zeit und zusätzlich verbrauchter Antriebsleistung innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegt, wobei das Effizienz-Kriterium erfüllt ist, wenn der Quotient innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt.

[0047] Vorteilhafterweise wird die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums durch die Steuereinheit durchgeführt.

[0048] Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Fahrassistenzsystems ist die Anzeigeeinrichtung ferner ausgebildet, das Ergebnis der Ermittlung nur für eine vorgegebene Zeitdauer anzuzeigen, wobei die vorgegebene Zeitdauer mindestens von einem der folgenden Faktoren abhängt: aktuelle Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs, Änderung der Verkehrssituation, Änderung der verfügbaren Antriebsleistung, Änderung der eingesparten Zeit und Änderung der zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung.

[0049] Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Fahrassistenzsystems umfasst das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung:

- a) Anzeigen einer Empfehlung für das prädizierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium und das Verkehrs-Kriterium erfüllt sind; und

- b) Anzeigen einer Empfehlung gegen das prädizierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium und/oder das Verkehrs-Kriterium erfüllt sind.

[0050] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Fahrassistenzsystem gemäß einer der oben beschriebenen Ausführungsformen.

[0051] Die vorstehenden Ausführungen zum erfindungsgemäßen Fahrassistenzverfahren nach dem ersten Aspekt der Erfindung gelten in entsprechender Weise auch für das erfindungsgemäße Fahrassistenzsystem nach dem zweiten Aspekt der Erfindung; vorteilhafte Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Fahrassistenzsystems entsprechen den beschriebenen vorteilhaften Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Fahrassistenzverfahrens. An dieser Stelle nicht explizit beschriebene vorteilhafte Ausführungsbeispiele des

erfindungsgemäßen Fahrassistenzsystems entsprechen den beschriebenen vorteilhaften Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Fahrassistenzverfahrens.

[0052] Für die Beurteilung der Sicherheit eines geplanten leistungsintensiven Fahrmanövers stellt das beschriebene Fahrassistenzverfahrens bzw. das Fahrassistenzsystem dem Fahrer eine geeignete Schnittstelle dar, um sich zu vergewissern, dass das geplante leistungsintensive Fahrmanöver sicher durchführbar ist, ohne dass ein Einbruch der (maximalen) Antriebsleistung zu erwarten ist.

[0053] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beigefügten Zeichnungen beschrieben. In diesen zeigen:

Fig. 1 zeigt schematisch ein Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Assistenzsystem für ein leistungsintensives Fahrmanöver.

Fig. 3 bis Fig. 8 zeigen beispielhaft eine Anzeige des Ergebnisses der Ermittlung der Erfüllung von Fahrmanöver-Kriterien.

[0054] **Fig. 1** zeigt den Verlauf eines erfindungsgemäßen Fahrassistenzverfahrens zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers am Beispiel eines Überholvorgangs eines durch einen von einem Energiespeicher gespeisten Elektromotor angetriebenen Ego-Fahrzeugs.

[0055] Im ersten Schritt, der mit P bezeichnet ist, wird ein Überholvorgang des Ego-Fahrzeugs 1, beispielsweise durch Verringern des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug und gleichzeitige Beschleunigung des Ego-Fahrzeugs, prädiiziert.

[0056] Im zweiten Schritt, der mit E bezeichnet ist, wird ermittelt, ob die Fahrmanöver-Kriterien, nämlich das Energie-Kriterium EK und das Verkehrs-Kriterium VK für den prädiizierten Überholvorgang erfüllt sind.

[0057] Für das Energie-Kriterium EK wird zunächst ein Spitzenleistungsprofil ermittelt, welches für die vollständige Ausführung des prädiizierten Überholmanövers benötigt wird. Das Spitzenleistungsprofil entspricht dem zeitlichen Verlauf der benötigten maximalen Antriebsleistung. Dafür wird zunächst unter Zuhilfenahme der erfassten Umfelddaten eine Trajektorienplanung für den Überholvorgang durchgeführt, um daraus die Dauer für die vollständige Ausführung des Überholvorgangs zu ermitteln. Daraufhin wird ermittelt, zu welchen Zeitpunkten des prädiizierten Überholvorgangs die maximale Antriebsleistung zur Verfügung stehen muss und zu

welchen Zeitpunkten des prädiizierten Überholvorgangs weniger Antriebsleistung zur Verfügung stehen kann. Mit anderen Worten wird berechnet, wann und für wie lange das elektrische Antriebssystem während des Überholvorgangs unter Spitzenlast bzw. unter Dauerlast betrieben werden muss, um den Überholvorgang vollständig auszufüllen. Dieser Schritt ist in **Fig. 1** mit ES bezeichnet. Nach dem Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung, in **Fig. 1** mit AL bezeichnet, wird ausgewertet, ob die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht; dieser Schritt ist in **Fig. 1** mit AA bezeichnet. Die verfügbare Antriebsleistung wird insbesondere dadurch bestimmt, indem der Ladungszustand der (Hochvolt)Batterie (des Energiespeichers) bestimmt wird. Das Spitzenleistungsprofil betrifft insbesondere den zeitlichen Verlauf der benötigten Ladungsmenge der Batterie. Wird bei der Auswertung festgestellt, dass die verfügbare Antriebsleistung, also insbesondere der Ladungszustand der Batterie, für das Spitzenleistungsprofil, also insbesondere für den zeitlichen Verlauf der benötigten Ladungsmenge der Batterie ausreicht, ist das Energie-Kriterium EK erfüllt ist.

[0058] Für das Verkehrs-Kriterium wird zunächst eine Verkehrssituation erfasst; dieser Schritt ist mit EV bezeichnet. Die Verkehrssituation wird mit einer im bzw. am Ego-Fahrzeug verbauten Umfeldsensorik und mithilfe von im Backend laufend aktualisierten und gespeicherten Kartendaten erfasst. Mit anderen Worten wird erfasst, wie die Verkehrsdichte auf der Fahrspur/den Fahrspuren im Umfeld des Ego-Fahrzeugs und der Streckenverlauf der vor dem Ego-Fahrzeug liegenden Strecke sind. In einem nächsten Schritt, mit AV bezeichnet, wird ausgewertet, ob der prädiizierte Überholvorgang auf Grundlage der erfassten Verkehrsdichte und des erfassten Streckenverlaufs vollständig und sicher ausführbar ist. Würde beispielsweise durch die Umfeldsensorik und/oder die Kartendaten bekannt sein, dass eine Einfahrtschneise, eine scharfe Kurve, eine unübersichtliche Kurvenkombination, eine Kuppe und/oder ein Hindernis auf dem vorausliegenden Streckenabschnitt liegen, könnte dies dazu führen, dass der prädiizierte Überholvorgang als nicht sicher und damit als nicht vollständig ausführbar eingestuft wird. Ist der prädiizierte Überholvorgang in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation nicht vollständig ausführbar, ist das Verkehrs-Kriterium VK nicht erfüllt. Im letzten Schritt, der mit A bezeichnet ist, wird das Ergebnis der Ermittlung angezeigt. Beispiele für eine solche Anzeige finden sich in den **Fig. 3-8** wieder.

[0059] In **Fig. 2** ist schematisch ein Fahrassistenzsystem für ein leistungsintensives Fahrmanöver gezeigt, welches am Beispiel eines Überholvorgangs erläutert wird. **Fig. 2** zeigt das Fahrassistenzsystem 10 als Teil eines Ego-Fahrzeugs 1, wobei das Ego-

Fahrzeug nicht Bestandteil des Fahrassistenzsystems ist. Das Ego-Fahrzeug 1 weist einen Energiespeicher 2, z.B. eine (Hochvolt)Batterie, und einen von diesem gespeisten Elektromotor (nicht abgebildet) auf. Der Elektromotor treibt das Ego-Fahrzeug 1 an.

[0060] Das Fahrassistenzsystem 10 weist eine Erfassungseinheit 3 auf. Die Erfassungseinheit 3 weist eine Prädiktions-Erfassungseinheit 31 zum Prädizieren eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs 1 und eine Verkehrssituations-Erfassungseinheit 32 zum Erfassen einer Verkehrssituation im Umfeld des Ego-Fahrzeugs 1 auf. Die Prädiktions-Erfassungseinheit 31 ist dazu ausgebildet, Umfelddaten, Pedalparameter und Lenkparameter des Ego-Fahrzeugs 1 zu erfassen, auszuwerten und bereitzustellen. Wird durch die Prädiktions-Erfassungseinheit 31 beispielsweise erfasst, dass das Gaspedal des Ego-Fahrzeugs 1 innerhalb einer vorbestimmten Zeit zügig durchgetreten wird, d.h. dass der komplette Pedalweg in sehr kurzer Zeit ausgenutzt wird, und wird gleichzeitig über die Umfelddaten erkannt, dass der Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug verringert wird so prädiziert die Prädiktions-Erfassungseinheit 31 einen Überholvorgang. Die Verkehrssituations-Erfassungseinheit 32 ist dazu ausgebildet, Daten in Bezug auf die Verkehrslage im Umfeld des Ego-Fahrzeugs 1 und/oder eine Streckentopologie im Umfeld des Ego-Fahrzeugs 1 zu erfassen, auszuwerten und bereitzustellen. Befindet sich das Ego-Fahrzeug 1 beispielsweise auf einer zweispurigen Straße, kann die Verkehrssituations-Erfassungseinheit 32 Gegenverkehr auf der entgegenkommenden Spur oder von der entgegenkommenden Spur oder auf die entgegenkommende Spur ausscherehenden Verkehr erfassen.

[0061] Das Fahrassistenzsystem 10 weist weiterhin eine mit der Erfassungseinheit 3 und dem Energiespeicher 2 gekoppelte Steuereinheit 4 auf. Wird durch die Erfassungseinheit 3 ein Überholvorgang prädiziert und eine Verkehrssituation erfasst, wird eine entsprechende Information an die Steuereinheit 4 weitergeleitet. Die Steuereinheit 4 ermittelt daraufhin, ob die Fahrmanöver-Kriterien, wie beispielsweise oben beschrieben, für das prädizierte Fahrmanöver erfüllt sind. Zum Beispiel ermittelt die Steuereinheit 4 für die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums EK ein Spitzenleistungsprofil, das für die vollständige Ausführung des Überholvorgangs benötigt wird. Außerdem bestimmt die Steuereinheit 4 die verfügbare Antriebsleistung des Ego-Fahrzeugs 1 und ermittelt, ob die verfügbare Antriebsleistung für das vorher bestimmte Spitzenleistungsprofil ausreicht. Mit anderen Worten überprüft die Steuereinheit 4, ob die zur Verfügung stehende Antriebsleistung ausreicht, um das elektrische Antriebssystem unter Spitzenlast bzw.

Dauerlast für die jeweiligen bestimmten Zeiträume zu betreiben.

[0062] Ferner weist das Fahrassistenzsystem 10 ein Instrumentendisplay 5 auf, welches dazu ausgebildet ist, das Ergebnis der Ermittlung anzuzeigen. Darüber hinaus ist das Instrumentendisplay 5 dazu ausgebildet, verschiedenste Informationen, wie beispielsweise Geschwindigkeit, Drehzahl, Benzinstand, Getriebegang, Motoröltemperatur, Speed Limit Info, Navigationshinweise, Kommunikationsdaten und/oder den aktuellen Kraftstoffverbrauch, anzuzeigen. Dabei kann die Anzeige visuell, akustisch und/oder haptisch erfolgen. Das Instrumentendisplay 5 kann dafür einen oder mehrere Displays aufweisen. Unter den Begriff Display fallen beispielsweise ein Head-up-Display, ein holographisches Display, eine Instrumententafel oder ein herkömmliches Display.

[0063] Wird beispielsweise festgestellt, dass das Energie-Kriterium EK sowie das Verkehrs-Kriterium VK erfüllt sind, übermittelt die Steuereinheit 4 diese Information an das Instrumentendisplay 5.

[0064] Verschiedene Beispiele für eine Anzeige des Ergebnisses der Ermittlung, ob die Fahrmanöver-Kriterien für den prädizierten Überholvorgang erfüllt sind, sind in den **Fig. 3** bis **Fig. 8** gezeigt. Die Fahrmanöver-Kriterien umfassen hierbei das Energie-Kriterium, das Verkehrs-Kriterium und ein Effizienz-Kriterium. Für die Ermittlung des Effizienz-Kriteriums wird die für den prädizierten Überholvorgang eingesparte Zeit und die durch die vollständige Ausführung des prädizierten Überholvorgangs zusätzlich verbrauchte Antriebsleistung berechnet. Schließlich wird ausgewertet, ob der Quotient aus eingesparter Zeit und zusätzlich verbrauchter Antriebsleistung innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegt. Der Wertebereich ist bereits vorgegeben oder kann vom Fahrer selbst bestimmt werden. Das Effizienz-Kriterium ist erfüllt, wenn der Quotient innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt.

[0065] **Fig. 3** bis **Fig. 7** zeigen Beispiele für eine Anzeige der Ermittlung der Erfüllung der Fahrmanöver-Kriterien in Form eines Assistenzmenüs 50. Dieses Assistenzmenü 50 wird aktiviert, sobald ein leistungsintensives Fahrmanöver prädiziert wird. Im Folgenden soll dies anhand eines Überholvorgangs erläutert werden. Jedoch gelten die getroffenen Aussagen nicht nur für einen Überholvorgang, sondern für jegliches leistungsintensives Fahrmanöver. Wird also beispielsweise durch die Auswertung der Umfelddaten, der Pedalparameter und/oder Lenkdaten ein Überholvorgang prädiziert, wird das Assistenzmenü 50 im Head-up-Display, welches Teil des Instrumentendisplays 5 ist, angezeigt. Das Assistenzmenü 50 unterstützt den Fahrer bei der Beurteilung der Fahrmanöver-Kriterien, die ihn in seiner Ent-

scheidung für oder gegen den Überholvorgang unterstützen.

[0066] Fig. 3 zeigt ein Assistenzmenü 50, welches eine Energie-Kriterium-Anzeige 51, eine Verkehrs-Kriterium-Anzeige 52 und eine Effizienz-Kriterium-Anzeige 53 aufweist. Sobald eines der Kriterien erfüllt ist, wird dies durch eine farbige Umrandung/-Hinterlegung (zum Beispiel durch einen grünen Rand), durch Blinken oder Helligkeits-/Kontraständerung der jeweiligen Kriterium-Anzeige dargestellt. In Fig. 3 ist die Erfüllung des Energie-Kriteriums und des Verkehrs-Kriteriums mit durchgezogenen Linien der Energie-Kriterium-Anzeige 51 und der Verkehrs-Kriterium-Anzeige 52 dargestellt. Die gestrichelte Linie der Effizienz-Kriterium-Anzeige 53 entspricht der Nicht-Erfüllung des Effizienz-Kriteriums. Mit dieser Konstellation des Assistenzmenüs 50 wird dem Fahrer dargestellt, dass für den prädierten Überholvorgang das Energie-Kriterium und das Verkehrs-Kriterium erfüllt sind, jedoch das Effizienz-Kriterium nicht erfüllt ist. Da das Effizienz-Kriterium nicht sicherheitsrelevant ist, wird bei dieser Konstellation dem Fahrer eine Empfehlung für den prädierten Überholvorgang angezeigt. Dies kann beispielsweise durch Aufleuchten bzw. Blinken des Assistenzmenüs 50 in grüner Farbe erfolgen. Alternativ kann eine entsprechende Information in einem Display eingeblendet oder eine entsprechende Sprachanweisung abgespielt werden.

[0067] In Fig. 4 ist ein Assistenzmenü 50 gezeigt, welches dem in Fig. 3 gezeigten Assistenzmenü 50 ähnlich ist. Der Unterschied besteht in der Darstellung der Erfüllung eines Fahrmanöver-Kriteriums. Das Assistenzmenü 50 ist, wie auch bei dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel, in die Energie-Kriterium-Anzeige 51, die Verkehrs-Kriterium-Anzeige 52 und die Effizienz-Kriterium-Anzeige 53 aufgeteilt. Ob ein bestimmtes Fahrmanöver-Kriterium 51, 52 und 53 erfüllt ist oder nicht, wird mit einem Symbol 510 und 520, welches dem Fahrmanöver-Kriterium 51, 52 und 53 zugeordnet ist, dargestellt. Das Symbol 510, welches beispielsweise einen Haken umfasst, steht für die Erfüllung des jeweiligen Fahrmanöver-Kriteriums 51, 52 und 53; das Symbol 520, welches beispielsweise ein Kreuz umfasst, steht für die Nicht-Erfüllung des jeweiligen Fahrmanöver-Kriteriums 51, 52 und 53.

[0068] Fig. 5 zeigt eine weitere Konstellation eines Assistenzmenüs 50. Bei dieser Konstellation sind der Energie-Kriterium-Anzeige 51 das Symbol 510 und der Verkehrs-Kriterium-Anzeige 52 sowie der Effizienz-Kriterium-Anzeige 53 das Symbol 520 zugeordnet. Mit anderen Worten wird dem Fahrer dargestellt, dass das Energie-Kriterium erfüllt ist, während das Verkehrs-Kriterium und das Effizienz-Kriterium nicht erfüllt sind. Ferner wird bei dieser Konstellation des Assistenzmenüs 50 durch eine farbige (zum Bei-

spiel rot) Hervorhebung 530 entlang des Randes des Assistenzmenüs 50 verdeutlicht, dass keine Empfehlung für den prädierten Überholvorgang vorliegt. Eine Empfehlung für den prädierten Überholvorgang würde nur dann angezeigt werden, wenn mindestens das Energie-Kriterium und das Verkehrs-Kriterium erfüllt sind.

[0069] Fig. 6 und Fig. 7 zeigen ein weiteres Beispiel für eine Konstellation eines Assistenzmenüs 50. Die visuelle Darstellung bzw. die Anordnung der einzelnen Fahrmanöver-Kriterien 51, 52 und 53 innerhalb des Assistenzmenüs 50 kann so, wie in Fig. 3-5 dargestellt, ausgestaltet sein. Dem Assistenzmenü 50 in Fig. 6 und Fig. 7 ist, ähnlich wie in Fig. 5 gezeigt, eine farbige (zum Beispiel grün) Hervorhebung 540 entlang des Randes des Assistenzmenüs 50 zugeordnet. Die farbige Hervorhebung 540 verdeutlicht die Empfehlung für den prädierten Überholvorgang (zum Beispiel durch die Farbe Grün) oder gegen den prädierten Überholvorgang (zum Beispiel durch die Farbe Rot). Zusätzlich ist in Fig. 6 und Fig. 7 eine zeitliche Beschränkung der Empfehlung dargestellt, indem die farbige Hervorhebung 540 entlang des Randes des Assistenzmenüs 50 im Laufe der Zeit kürzer wird. Fig. 6 ist somit zeitlich gesehen der Fig. 7 vorgelagert. Mit anderen Worten soll durch die zeitliche Beschränkung der Empfehlung dargestellt werden, dass der prädierte Überholvorgang nur für eine gewisse Zeitdauer als sicher ausführbar eingeschätzt wird. Sobald sich Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Verkehrslage, die Streckentopologie oder die verfügbare Antriebsleistung, ändern, wird auch die zeitliche Beschränkung für die Empfehlung geändert.

[0070] Fig. 8 zeigt ein Beispiel für eine erweiterte Anzeigefunktion 54 einer der oben beschriebenen Formen einer Anzeige des Ergebnisses der Ermittlung der Fahrmanöver-Kriterien. Diese erweiterte Anzeigefunktion 54 kann vorzugsweise in eine der gezeigten Darstellungen des Assistenzmenüs 50 integriert sein. Die erweiterte Anzeigefunktion 54 gibt während der Ausführung des prädierten Fahrmanövers, z.B. während der Ausführung des Überholvorgangs, Informationen darüber, wie viel Antriebsleistung für eine sichere Durchführung des prädierten Fahrmanövers nötig ist. Durch Veränderung des Pedalwegs, also durch schwaches bzw. starkes Durchdrücken des Gaspedals, kann die Höhe der Antriebsleistung während des prädierten Fahrmanövers bestimmt werden. Durch die erweiterte Anzeigefunktion 54 wird eine zusätzliche Empfehlung angezeigt, die beispielsweise dem Fahrer des Fahrzeugs eine Rückmeldung gibt, ob er das Gaspedal genügend stark durchgedrückt hat bzw. ob er mit einem geringer durchgedrückten Gaspedal (und damit einem geringeren Antriebsleistungsverbrauch) das prädierte Fahrmanöver sicher ausführen kann.

[0071] Dafür weist die in **Fig. 8** gezeigte erweiterte Anzeigefunktion 54 eine Pedalparameter-Anzeige 541 und eine Überholdauer-Anzeige 542 auf. Die Pedalparameter-Anzeige 541 umfasst eine Pedalwegbereich-Anzeige 545, die einen Bereich des Pedalwegs anzeigt, in dem eine Ausführung des prädizierten Überholvorgangs möglich ist, und einen Pedalweg-Anzeiger 546, der den aktuellen Pedalweg anzeigt. Dies bedeutet also, dass die Pedalparameter-Anzeige 541 Auskunft darüber gibt, ob stärker bzw. schwächer beschleunigt werden kann bzw. muss, um den prädizierten Überholvorgang auszuführen. Ferner informiert die Pedalparameter-Anzeige 541 darüber, ob der aktuelle Pedalweg, d.h. also die aktuelle Beschleunigung, sich in einem Bereich befindet, in dem eine Ausführung des prädizierten Überholvorgangs sicher möglich ist. Dem Fahrer wird zum Beispiel signalisiert, dass er mit minimalem Verbrauch von Antriebsleistung überholt, solange der Pedalweg-Anzeiger 546 an der unteren Schwelle der Pedalwegbereich-Anzeige 545 (schraffierte Fläche in **Fig. 8**) bleibt.

[0072] Die Überholdauer-Anzeige 542 stellt die voraussichtliche Dauer des Überholvorgangs da, die aufgrund des prädizierten Fahrmanövers prognostiziert wird. Dafür weist die Überholdauer-Anzeige 542 einen Zeitbalken 543 auf, der die prognostizierte noch verbleibende Dauer des Überholvorgangs angibt.

[0073] Durch dieses Beispiel für eine erweiterte Anzeigefunktion 54 wird der Fahrer dabei unterstützt, nur so viel Antriebsleistung abzurufen, wie für den prädizierten Überholvorgang benötigt wird. Würde der Fahrer mehr Antriebsleistung abrufen als nötig bzw. möglich, so würden sich die Pedalparameter-Anzeige 541 und die Überholdauer-Anzeige 542 entsprechend ändern.

[0074] Alternativ oder zusätzlich zu der in **Fig. 8** gezeigten Pedalparameter-Anzeige 541 kann ein Balken an der Geschwindigkeitsanzeige (Tachometer) des Ego-Fahrzeugs erscheinen, sobald das Assistenzmenü 50 angezeigt wird. Dieser Balken verläuft entlang eines gewissen Geschwindigkeitsbereichs, der dem Fahrer visualisiert, bis zu welcher Geschwindigkeit die (maximale) Antriebsleistung zur Verfügung steht.

[0075] Ein Ziel der dargestellten Beispiele für ein Assistenzmenü 50 ist, die zur Verfügung stehende Antriebsleistung und einen eventuell darauffolgenden Einbruch der Antriebsleistung nachvollziehbar und vorhersehbar zu machen.

Patentansprüche

1. Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers eines Ego-Fahr-

zeugs (1), welches durch einen von einem Energiespeicher (2) gespeisten Elektromotor angetrieben wird, wobei das Fahrassistenzverfahren umfasst:

- Prädizieren (P) eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs (1);

- Ermitteln (E), ob Fahrmanöver-Kriterien, die zumindest ein Energie-Kriterium (EK) und ein Verkehrs-Kriterium (VK) umfassen, für das prädizierte Fahrmanöver erfüllt sind,

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums (EK) umfasst:

- Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils (ES), das für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigt wird;

- Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung (AL) des Ego-Fahrzeugs (1);

- Auswerten (AA), ob die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht, wobei das Energie-Kriterium (EK) erfüllt ist, wenn die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht;

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Verkehrs-Kriteriums (VK) umfasst:

- Erfassen einer Verkehrssituation (EV), die zumindest eine Verkehrslage und/oder eine Streckentopologie umfasst, im Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1);

- Auswerten (AV), ob das prädizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist, wobei das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt ist, wenn das prädizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist;

- Anzeigen (A) des Ergebnisses der Ermittlung, wobei die Fahrmanöver-Kriterien ferner ein Effizienz-Kriterium umfassen, wobei die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums umfasst:

- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers eingesparten Zeit;

- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung;

- Auswerten, ob der Quotient aus eingesparter Zeit und zusätzlich verbrauchter Antriebsleistung innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegt, wobei das Effizienz-Kriterium erfüllt ist, wenn der Quotient innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt.

2. Fahrassistenzverfahren nach Anspruch 1, wobei das Ergebnis der Ermittlung nur für eine vorgegebene Zeitdauer angezeigt wird, wobei die vorgegebene Zeitdauer mindestens von einem der folgenden Faktoren abhängt: aktuelle Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs (1), Änderung der Verkehrssituation, Änderung der verfügbaren Antriebsleistung, Änderung der eingesparten Zeit und Änderung der zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung.

3. Fahrassistenzverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Anzeigen (A) des Ergebnisses der Ermittlung umfasst:

- b) Anzeigen einer Empfehlung für das prädierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt sind; und
- c) Anzeigen einer Empfehlung gegen das prädierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und/oder das Verkehrs-Kriterium (VK) nicht erfüllt sind.

4. Fahrassistenzsystem (10) für ein leistungsintensives Fahrmanöver eines Ego-Fahrzeugs (1), welches durch einen von einem Energiespeicher (2) gespeisten Elektromotor angetrieben wird, wobei das Fahrassistenzsystem (10) aufweist:

- eine Erfassungseinheit (3), die eine Prädiktions-Erfassungseinheit (31) zum Prädizieren eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs (1) und eine Verkehrssituations-Erfassungseinheit (32) zum Erfassen einer Verkehrssituation im Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1) aufweist;
- eine mit der Erfassungseinheit (3) und dem Energiespeicher (2) gekoppelte Steuereinheit (4); und
- eine mit der Steuereinheit (4) gekoppelte Anzeigeeinrichtung (5);

wobei die Steuereinheit (4) ausgebildet ist, zu ermitteln, ob Fahrmanöver-Kriterien, die zumindest ein Energie-Kriterium (EK) und ein Verkehrs-Kriterium (VK) umfassen, für das prädierte Fahrmanöver erfüllt sind,

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums (EK) umfasst:

- Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils (ES), das für die vollständige Ausführung des prädierten Fahrmanövers benötigt wird;
- Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung (AL) des Ego-Fahrzeugs (1);
- Auswerten (AA), ob die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht, wobei das Energie-Kriterium (EK) erfüllt ist, wenn die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht;

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Verkehrs-Kriteriums (VK) umfasst:

- Erfassen einer Verkehrssituation (EV), die zumindest eine Verkehrslage und/oder eine Streckentopologie umfasst, im Umfeld des Ego-Fahrzeugs (1);
- Auswerten (AV), ob das prädierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist, wobei das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt ist, wenn das prädierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar ist;

und wobei die Anzeigeeinrichtung (5) ausgebildet ist, das Ergebnis der Ermittlung anzuzeigen, wobei die Fahrmanöver-Kriterien ferner ein Effizienz-Kriterium umfassen,

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums umfasst:

- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädierten Fahrmanövers eingesparten Zeit;
- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädierten Fahrmanövers zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung;
- Auswerten, ob der Quotient aus eingesparter Zeit und zusätzlich verbrauchter Antriebsleistung innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegt, wobei das Effizienz-Kriterium erfüllt ist, wenn der Quotient innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt.

5. Fahrassistenzsystem (10) nach Anspruch 4, wobei die Anzeigeeinrichtung (5) ferner ausgebildet ist, das Ergebnis der Ermittlung nur für eine vorgegebene Zeitdauer anzuzeigen, wobei die vorgegebene Zeitdauer mindestens von einem der folgenden Faktoren abhängt: aktuelle Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs (1), Änderung der Verkehrssituation, Änderung der verfügbaren Antriebsleistung, Änderung der eingesparten Zeit und Änderung der zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung.

6. Fahrassistenzsystem (10) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei das Anzeigen (A) des Ergebnisses der Ermittlung umfasst:

- a) Anzeigen einer Empfehlung für das prädierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt sind; und
- b) Anzeigen einer Empfehlung gegen das prädierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und/oder das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt sind.

7. Fahrzeug mit einem Fahrassistenzsystem (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 6.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

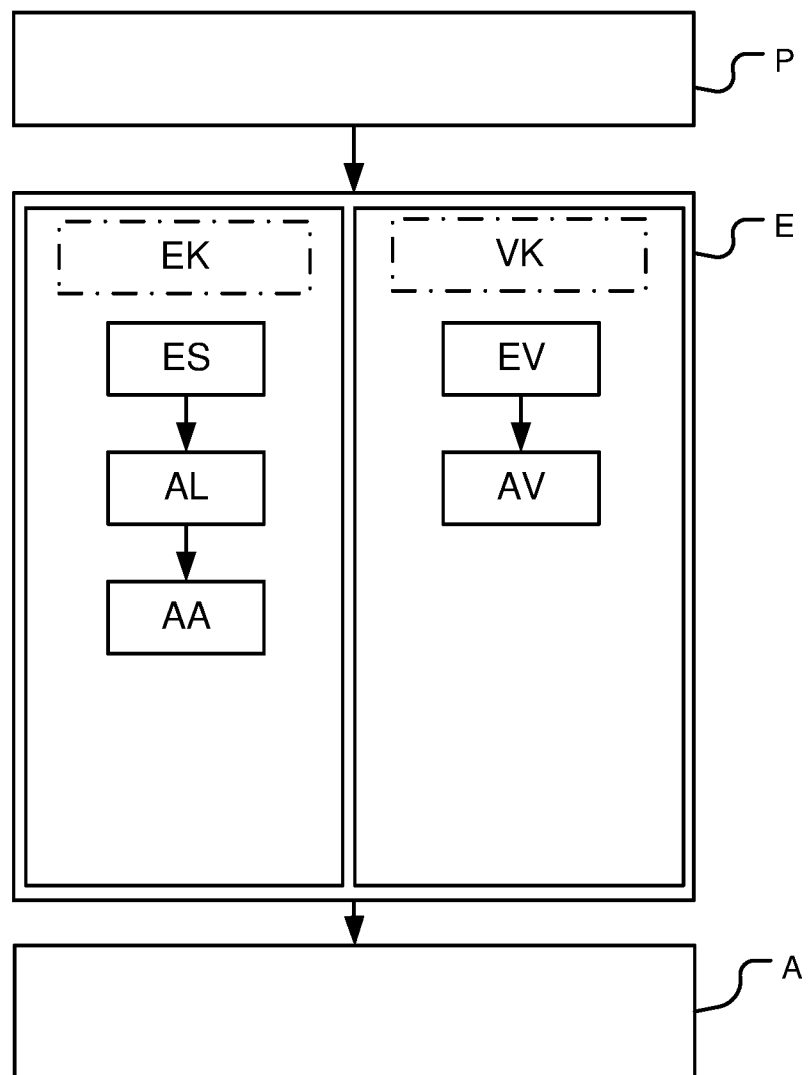


Fig. 1

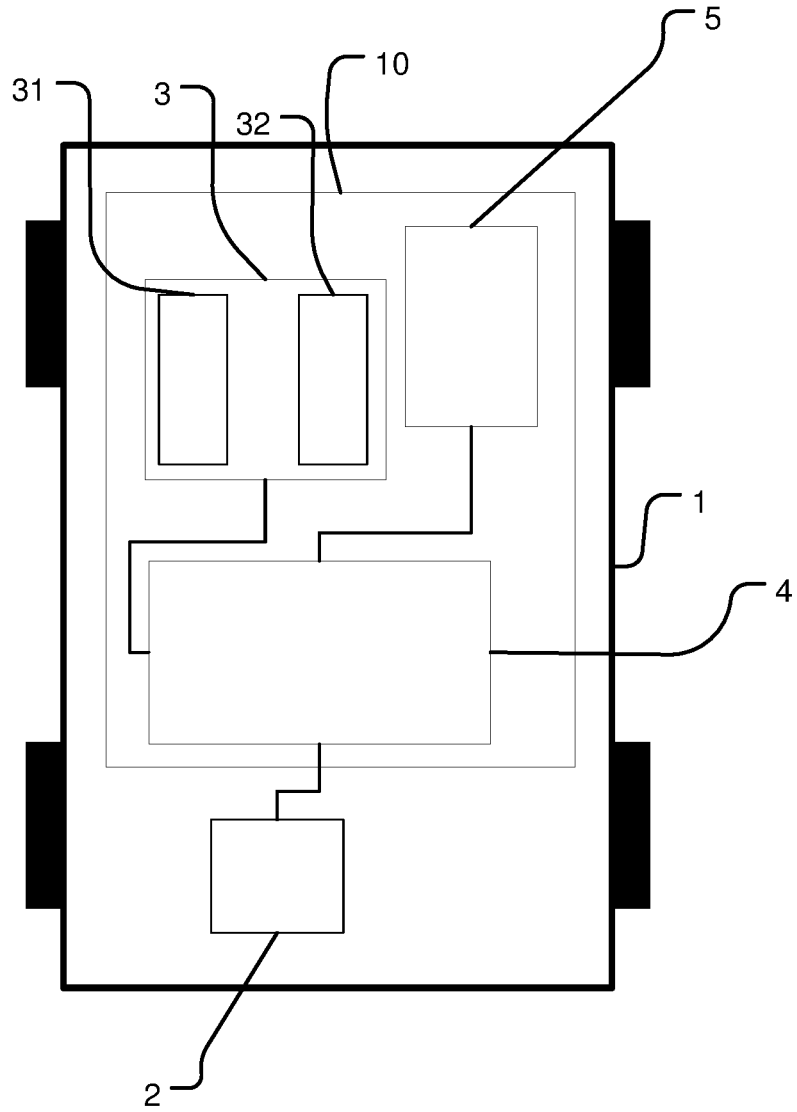


Fig. 2

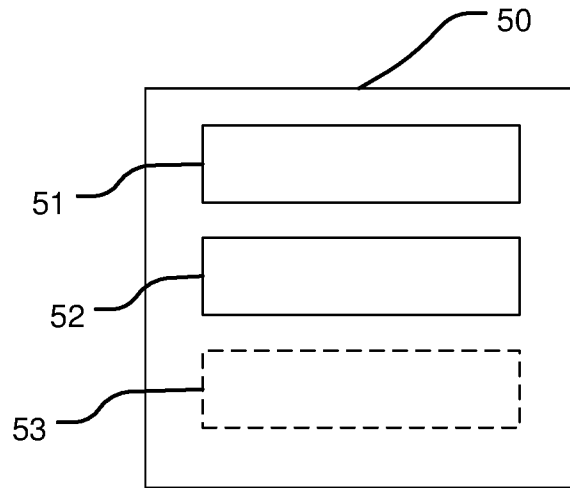


Fig. 3

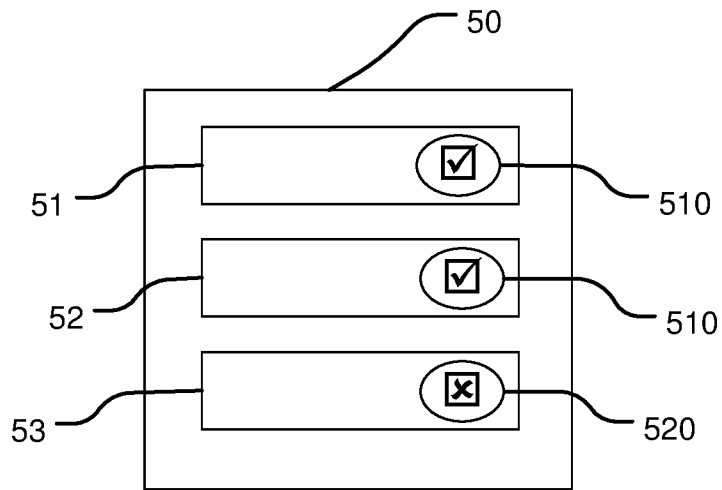


Fig. 4

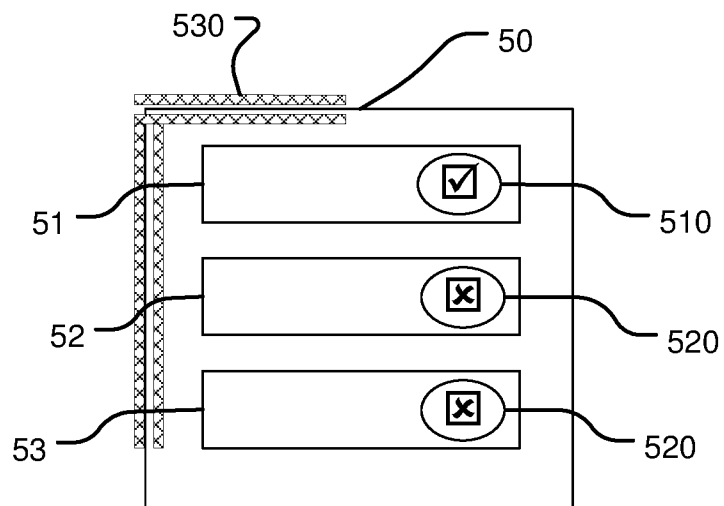


Fig. 5

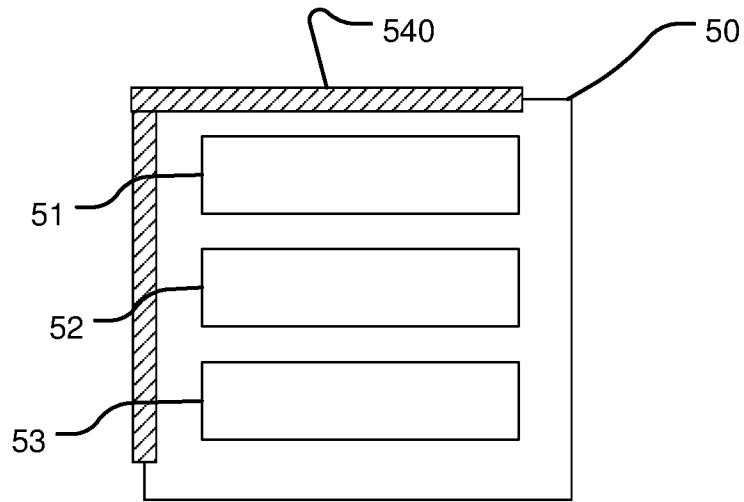


Fig. 6

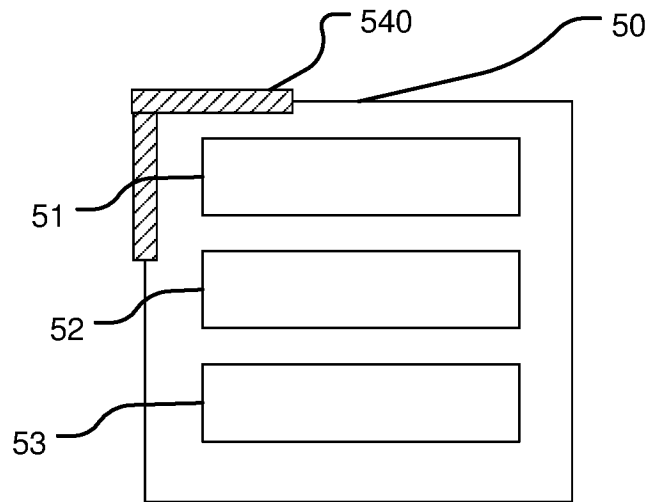


Fig. 7

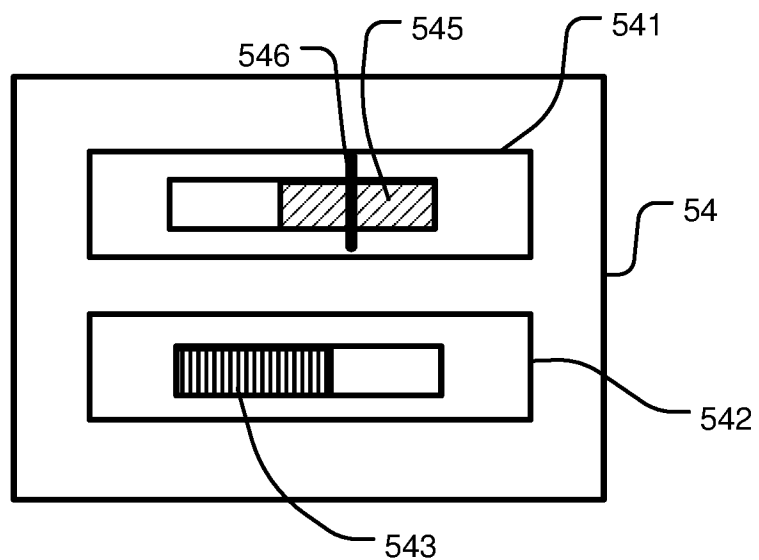


Fig. 8