

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2018 (25.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/192801 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 15/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/059145

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. April 2018 (10.04.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 206 695.4
20. April 2017 (20.04.2017) DE

(71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: DEGAND, Christoph; Aurbacherstrasse 8,
81541 München (DE). FRITZSCHE, Pablo; Hechendor-
fer Straße 96b, 82211 Herrsching (DE). KOWALLIK,

Alexander; Agnes-Bernauer-Str. 87, 80687 München (DE).
ZUEV, Boris; Caracciolastr. 8, 80935 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,

(54) Title: DRIVING ASSISTANCE METHOD FOR ASSISTANCE OF A POWER-INTENSIVE DRIVING MANOEUVRE OF
A SUBJECT VEHICLE, AND DRIVING ASSISTANCE SYSTEM FOR A POWER-INTENSIVE DRIVING MANOEUVRE OF A
SUBJECT VEHICLE

(54) Bezeichnung: FAHRASSISTENZVERFAHREN ZUR ASSISTENZ EINES LEISTUNGSINTENSIVEN FAHRMANÖVERS
EINES EGO- FAHRZEUGS UND FAHRASSISTENZSYSTEM FÜR EIN LEISTUNGSINTENSIVES FAHRMANÖVER EINES
EGO-FAHRZEUGS

(57) Abstract: The invention relates to a driving assistance method for assisting in a power-intensive driving manoeuvre of a subject
vehicle driven by an electric motor fed from an energy store, wherein the driving assistance method comprises: predicting a power-in-
tensive driving manoeuvre of the subject vehicle; determining whether driving manoeuvre criteria, which comprise at least an energy
criterion and a traffic criterion, are satisfied for the predicted driving manoeuvre, wherein the determination of the satisfaction of the
energy criterion comprises: determining a peak power profile required for fully executing the predicted driving manoeuvre; determining
the available drive power of the subject vehicle; evaluating whether the available drive power is sufficient for the peak power profile,
wherein the energy criterion is satisfied if the available drive power is sufficient for the peak power profile; wherein the determination
of the satisfaction of the traffic criterion comprises: detecting a traffic situation, which comprises at least a traffic position and/or a
route topology, in the surroundings of the subject vehicle; evaluating whether the predicted driving manoeuvre can be fully executed in
relation to the detected traffic situation, wherein the traffic criterion is satisfied if the predicted driving manoeuvre can be fully executed
in relation to the detected traffic situation; and displaying the result of the determination.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven Fahrmanövers ein-
es Ego-Fahrzeugs, welches durch einen von einem Energiespeicher gespeisten Elektromotor angetrieben wird, wobei das Fahrassis-
tenzverfahren umfasst: Prädizieren eines leistungsintensiven Fahrmanövers des Ego-Fahrzeugs; 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 An-
triebsleistung 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
Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung.

WO 2018/192801 A1

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

15 **Fahrassistenzverfahren zur Assistenz eines leistungsintensiven
Fahrmanövers eines Ego-Fahrzeugs und Fahrassistenzsystem für ein
leistungsintensives Fahrmanöver eines Ego-Fahrzeugs**

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

Aus dem Stand der Technik sind bereits Fahrmanöver-Assistenten, wie ein
Überholassistent, der beispielsweise in der DE 102014211530 A1 oder der
25 DE 102013217434 A1 beschrieben ist, oder ein Fahrspurwechselassistent,
der beispielsweise in der DE 4005444 A1 beschrieben ist, bekannt. Weiterhin
ist ein Fahrerassistenzsystem bekannt, welches den Fahrer beim

verbrauchskontrollierten Fahren unterstützt, wie beispielsweise in der DE 102010041544 A1 beschrieben.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Assistenzsysteme geben dem Fahrer jedoch keine Hilfestellung, um zu beurteilen, ob das geplante
5 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
10 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.

15 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.

20 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
25 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.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrassistenzverfahren zur
5 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;
- 10 - 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:

- 15 ▪ Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils, das für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigt wird;
- Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung des Ego-Fahrzeugs;
- 20 ▪ 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:

- 25 ▪ 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;

- Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung.

5 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 Energiespeicherzellen aufweisen. Ein bevorzugtes Beispiel für einen solchen Energiespeicher ist ein Akkumulator oder eine Hochvoltbatterie, wie sie
10 üblicherweise in Elektro- bzw. Hybridfahrzeuge verwendet werden.

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
15 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
20 dieser Vorgänge das leistungsintensive Fahrmanöver sein.

Ein leistungsintensives Fahrmanöver des Ego-Fahrzeugs kann mithilfe mindestens einer der folgenden Daten bzw. Parameter prädiziert werden: Umfelddaten, die beispielsweise durch eine Umfelderkennungs Vorrichtung gewonnen werden, Pedalparameter, wie zum Beispiel der zurückgelegte
25 Pedalweg, Lenkdaten, wie zum Beispiel Informationen über die ausgeführte Lenkbewegung, und Daten eines Fahrtrichtungsanzeiger, wie zum Beispiel die Aktivierung des Blinkers. 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 Umfelddaten umfassen 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.

- 10 Vorteilhafterweise umfasst das leistungsintensive Fahrmanöver einen Überholvorgang. Vorzugsweise ist das leistungsintensive Fahrmanöver ein Überholvorgang.

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

- Aufschließen des Ego-Fahrzeugs auf ein vorrausfahrendes Fahrzeug. Bereits die Annäherung auf ein vorrausfahrendes 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 vorrausfahrenden Fahrzeug und Aktivieren einer Richtungsänderungsanzeige (z.B. Blinker);
- Folgen des Ego-Fahrzeugs einem vorrausfahrenden Fahrzeug und schnelles Durchtreten des Gaspedals; und
- Lenkbewegung(en) und versetztes Folgen, d.h. Ausschwenken und/oder versetztes Fahren, einem vorrausfahrenden Fahrzeug.

Für die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums 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 vorrausfahrenden und/oder nachfolgenden und/oder entgegenkommenden Fahrzeug, Energieaufwand, Erwärmung des Motors bzw. der Motoren, Antriebskräfte, Leistung, Bewegungswiderstand und Fahrzeug-Wirkungsgrad.

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.

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 traktionsstellendes 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
- 5 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
- 10 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
- 15 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.
- 20 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
- 25 Umrichters des elektrischen Antriebssystems umfassen.

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.

- 5 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;
 - 10 - Ermitteln der Stromverbrauchshistorie über einen bestimmten Zeitraum; und
 - Ermitteln einer Betriebsgrenze des Elektromotors.

Mit anderen Worten wird eine Prognose der verfügbaren Antriebsleistung bzw. verfügbaren maximalen Antriebsleistung durchgeführt, bei der die verfügbare
15 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
20 thermische Zustand der einzelnen Energiespeichermodule, z.B. Zell- und Modultemperaturen, sowie die Historie des Stromverbrauchs über einen definierten Zeitraum betrachtet werden.

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

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
5 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.

10 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
15 aktuelle Betriebszustand des elektrischen Antriebssystems herangezogen.

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
20 Antriebsleistung bzw. verfügbare maximale Antriebsleistung mit dem ermittelten zeitlichen Verlauf der Antriebsleistung über die prädizierte Dauer verglichen. Das Energie-Kriterium ist erfüllt, wenn die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht.

Vorteilhafterweise wird, falls die Dauer des prädizierten Fahrmanövers und/oder der zeitliche Verlauf der Antriebsleistung über die prädizierte Dauer nicht ermittelt werden kann, ein Ersatzwert für die Dauer des prädizierten
25 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.

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 prädiizierte 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.

Unter der Strecke sind zumindest der Streckenabschnitt des prädiierten 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 Fahrzeug-zu-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.

Das Auswerten, ob das prädizierte 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 prädizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation vollständig ausführbar und damit das Verkehrs-Kriterium erfüllt. Liegen die ausgewerteten Parameter außerhalb der festgelegten
5 Mindest- bzw. Sollwertgrenzen, ist das prädizierte Fahrmanöver in Bezug auf die erfasste Verkehrssituation nicht vollständig ausführbar und damit das Verkehrs-Kriterium nicht erfüllt.

Die Fahrmanöver-Kriterien können ferner ein Effizienz-Kriterium umfassen. Das Effizienz-Kriterium dient als Entscheidungshilfe, ob das prädizierte
10 leistungsintensive Fahrmanöver hinsichtlich der Reiseeffizienz als sinnvoll zu erachten ist.

Gemäß einer Ausführungsform wird für die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums die durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers eingesparte Zeit berechnet. Die eingesparte Zeit wird
15 beispielsweise berechnet, indem die für das Prädizieren 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
20 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,
25 wird die eingesparte Zeit entsprechend herabgesetzt.

Weiterhin wird für die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums die durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers zusätzlich verbrauchte Antriebsleistung berechnet. Die zusätzlich verbrauchte

Antriebsleistung wird beispielsweise berechnet, indem die für das Prädizieren 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.

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.

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.

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

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung das Anzeigen einer Empfehlung für das prädizierte

Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium und das Verkehrs-Kriterium erfüllt sind und das Anzeigen einer Empfehlung gegen das prädizierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium und/oder das Verkehrs-Kriterium nicht erfüllt sind. Mit anderen Worten wird von dem prädizierten Fahrmanöver abgeraten, wenn
5 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 prädizierte 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
10 kein Sicherheitsrisiko für das Ego-Fahrzeug bzw. die Fahrzeuginsassen dar.

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

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

Vorteilhafterweise umfasst das Anzeigen des Ergebnisses der Ermittlung das Anzeigen eines prognostizierten zeitlichen Verlaufs der Antriebsleistung. Zum
25 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 Dauerlast
5 liegen. Die Anzeige kann visuell, haptisch und/oder akustisch sein.

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.

Vorteilhafterweise werden einige Schritte des oben beschriebenen
10 Fahrassistentenverfahrens während der Ausführung des leistungsintensiven Fahrmanövers erneut durchgeführt. Dadurch können einzelne Schritte des Fahrassistentenverfahrens im Laufe der Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers geändert werden. Vorteilhafterweise wird während des leistungsintensiven Fahrmanövers kontinuierlich ermittelt, ob die
15 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
20 Laufe des leistungsintensiven Fahrmanövers ändern sollte, wird auch die Anzeige des Ergebnisses der Ermittlung geändert.

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

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.

Das oben beschriebene Fahrassistenzverfahren 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 automatisiertes 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 5 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, 10 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.

Ist das oben beschriebene Fahrassistenzverfahren Teil eines automatisierten Fahrmanövers, dient das Fahrassistenzverfahren hauptsächlich dazu, den 15 Insassen des Ego-Fahrzeugs eine Rückmeldung über die automatisiert ablaufenden Fahrvorgänge zu geben. Das Fahrassistenzverfahren kann aber auch dafür genutzt werden, dem Fahrer des Ego-Fahrzeugs die Möglichkeit zu geben, die Auswahl eines bestimmten leistungsintensiven Fahrmanövers 20 zu steuern bzw. aufgrund der Informationen, die ihm angezeigt werden, in die Durchführung des leistungsintensiven Fahrmanövers aktiv einzugreifen.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrassistenzsystem für ein leistungsintensives Fahrmanöver eines Ego-Fahrzeugs, welches durch einen von einem Energiespeicher gespeisten Elektromotor angetrieben wird, wobei 25 das Fahrassistenzsystem 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
- 5 - 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,

10 wobei die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums umfasst:

- Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils, das für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigt wird;
- 15 ▪ 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;

20 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;
- 25 ▪ 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.

- 5 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 Querführung des Fahrzeugs, durchführen kann. Für die Begriffsdefinition
10 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.

Gemäß einer Ausführungsform des Fahrassistenzsystems umfassen die Fahrmanöver-Kriterien ferner ein Effizienz-Kriterium, wobei die Ermittlung der
15 Erfüllung des Effizienz-Kriteriums umfasst:

- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers eingesparten Zeit;
 - Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten
20 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.
- 25 Vorteilhafterweise wird die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums durch die Steuereinheit durchgeführt.

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
5 Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs, Änderung der Verkehrssituation, Änderung der verfügbaren Antriebsleistung, Änderung der eingesparten Zeit und Änderung der zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung.

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

- 10 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
15 Verkehrs-Kriterium erfüllt sind.

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

Die vorstehenden Ausführungen zum erfindungsgemäßen
20 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
25 Fahrassistenzverfahrens. An dieser Stelle nicht explizit beschriebene vorteilhafte Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen

Fahrassistenzsystems entsprechen den beschriebenen vorteilhaften Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Fahrassistenzverfahrens.

Für die Beurteilung der Sicherheit eines geplanten leistungsintensiven Fahrmanövers stellt das beschriebene Fahrassistenzverfahren 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.

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

Figur 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.

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, prädiziert.

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 prädizierten Überholvorgang erfüllt sind.

Für das Energie-Kriterium EK wird zunächst ein Spitzenleistungsprofil ermittelt, welches für die vollständige Ausführung des prädizierten 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 prädizierten Überholvorgangs die maximale Antriebsleistung zur Verfügung stehen muss und zu welchen Zeitpunkten des prädizierten 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 Figur 1 mit ES bezeichnet. Nach dem Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung, in Figur 1 mit AL bezeichnet, wird ausgewertet, ob die verfügbare Antriebsleistung für das Spitzenleistungsprofil ausreicht; dieser Schritt ist in Figur 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.

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
5 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 prädizierte Überholvorgang auf Grundlage der erfassten Verkehrsdichte und des erfassten Streckenverlaufs
10 vollständig und sicher ausführbar ist. Würde beispielsweise durch die Umfeldsensorik und/oder die Kartendaten bekannt sein, dass eine Einfahrschneise, eine scharfe Kurve, eine unübersichtliche Kurvenkombination, eine Kuppe und/oder ein Hindernis auf dem vorausliegenden Streckenabschnitt liegen, könnte dies dazu führen, dass der prädizierte Überholvorgang als nicht sicher und damit als nicht vollständig
15 ausführbar eingestuft wird. Ist der prädizierte 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
20 sich in den Figuren 3-8 wieder.

In Figur 2 ist schematisch ein Fahrassistenzsystem für ein leistungsintensives Fahrmanöver gezeigt, welches am Beispiel eines Überholvorgangs erläutert wird. Figur 2 zeigt das Fahrassistenzsystem 10 als Teil eines Ego-Fahrzeugs 1, wobei das Ego-Fahrzeug nicht Bestandteil des
25 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.

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 ausscherenden Verkehr erfassen.

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
5 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.

Ferner weist das Fahrassistenzsystem 10 ein Instrumentendisplay 5 auf, welches dazu ausgebildet ist, das Ergebnis der Ermittlung anzuzeigen.
10 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
15 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.

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

Verschiedene Beispiele für eine Anzeige des Ergebnisses der Ermittlung, ob die Fahrmanöver-Kriterien für den prädizierten Überholvorgang erfüllt sind, sind in den Figuren 3 bis 8 gezeigt. Die Fahrmanöver-Kriterien umfassen
25 hierbei das Energie-Kriterium, das Verkehrs-Kriterium und ein Effizienz-Kriteriums. 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.

Figuren 3 bis 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 Entscheidung für oder gegen den Überholvorgang unterstützen.

Figur 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 Figur 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 prädizierten 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 prädizierten 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.

In Figur 4 ist ein Assistenzmenü 50 gezeigt, welches dem in Figur 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 Figur 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.

Figur 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 Beispiel rot) Hervorhebung 530 entlang des Randes des Assistenzmenüs 50 verdeutlicht, dass keine Empfehlung für den prädizierten Überholvorgang vorliegt. Eine Empfehlung für

den prädizierten Überholvorgang würde nur dann angezeigt werden, wenn mindestens das Energie-Kriterium und das Verkehrs-Kriterium erfüllt sind.

Figuren 6 und 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 Figuren 3-5 dargestellt, ausgestaltet sein. Dem Assistenzmenü 50 in Figuren 6 und 7 ist, ähnlich wie in Figur 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 prädizierten Überholvorgang (zum Beispiel durch die Farbe Grün) oder gegen den prädizierten Überholvorgang (zum Beispiel durch die Farbe Rot). Zusätzlich ist in Figuren 6 und 7 eine zeitliche Beschränkung der Empfehlung dargestellt, indem die farbige Hervorhebung 540 entlang des Randes des Assistenzmenüs 50 im Laufe der Zeit kürzer wird. Figur 6 ist somit zeitlich gesehen der Figur 7 vorgelagert. Mit anderen Worten soll durch die zeitliche Beschränkung der Empfehlung dargestellt werden, dass der prädizierte 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.

Figur 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 prädizierten Fahrmanövers, z.B. während der Ausführung des Überholvorgangs, Informationen darüber, wie viel Antriebsleistung für eine sichere Durchführung des prädizierten Fahrmanövers nötig ist. Durch

- Veränderung des Pedalwegs, also durch schwaches bzw. starkes Durchdrücken des Gaspedals, kann die Höhe der Antriebsleistung während des prädizierten Fahrmanövers bestimmt werden. Durch die erweiterte Anzeigefunktion 54 wird eine zusätzliche Empfehlung angezeigt, die
5 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 prädizierte Fahrmanöver sicher ausführen kann.
- 10 Dafür weist die in Figur 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,
15 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,
20 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 Figur 8) bleibt.
- 25 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.

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

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

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

Patentansprüche

1. 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:
- 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.

5 2. Fahrassistenzverfahren nach Anspruch 1,
wobei die Fahrmanöver-Kriterien ferner ein Effizienz-Kriterium umfassen,

wobei die Ermittlung der Erfüllung des Effizienz-Kriteriums umfasst:

- 10 ▪ Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers eingesparten Zeit;
- Berechnen der durch die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung;
- 15 ▪ 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.

20

3. Fahrassistenzverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
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
25 verfügbaren Antriebsleistung, Änderung der eingesparten Zeit und Änderung der zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung.

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

- b) Anzeigen einer Empfehlung für das prädizierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt sind; und
- c) Anzeigen einer Empfehlung gegen das prädizierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und/oder das Verkehrs-Kriterium (VK) nicht erfüllt sind.
- 5
5. 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:
- 10
- 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;
 - 15
 - eine mit der Erfassungseinheit (3) und dem Energiespeicher (2) gekoppelte Steuereinheit (4); und
 - eine mit der Steuereinheit (4) gekoppelte Anzeigeeinrichtung (5);
 - 20
 - 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 prädizierte Fahrmanöver erfüllt sind,
 - wobei die Ermittlung der Erfüllung des Energie-Kriteriums (EK) umfasst:
 - 25
 - Ermitteln eines Spitzenleistungsprofils (ES), das für die vollständige Ausführung des prädizierten Fahrmanövers benötigt wird;
 - Bestimmen der verfügbaren Antriebsleistung (AL) des Ego-Fahrzeugs (1);
 - 30

Kriterium erfüllt ist, wenn der Quotient innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt.

7. Fahrassistenzsystem (10) nach Anspruch 5 oder 6,
5 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
10 Antriebsleistung, Änderung der eingesparten Zeit und Änderung der zusätzlich verbrauchten Antriebsleistung.
8. Fahrassistenzsystem (10) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
wobei das Anzeigen (A) des Ergebnisses der Ermittlung umfasst:
- 15 c) Anzeigen einer Empfehlung für das prädizierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und das Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt sind; und
- d) Anzeigen einer Empfehlung gegen das prädizierte Fahrmanöver, wenn das Energie-Kriterium (EK) und/oder das
20 Verkehrs-Kriterium (VK) erfüllt sind.
9. Fahrzeug mit einem Fahrassistenzsystem (10) nach einem der Ansprüche 5 bis 8.

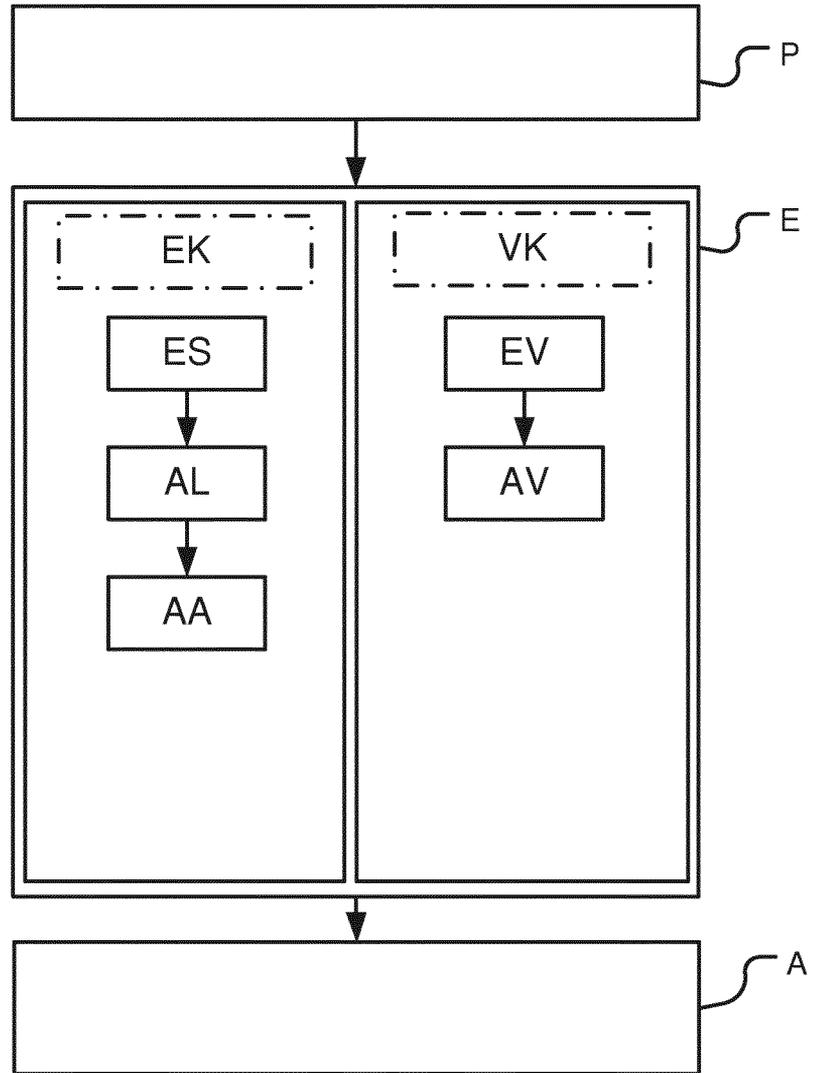


Fig. 1

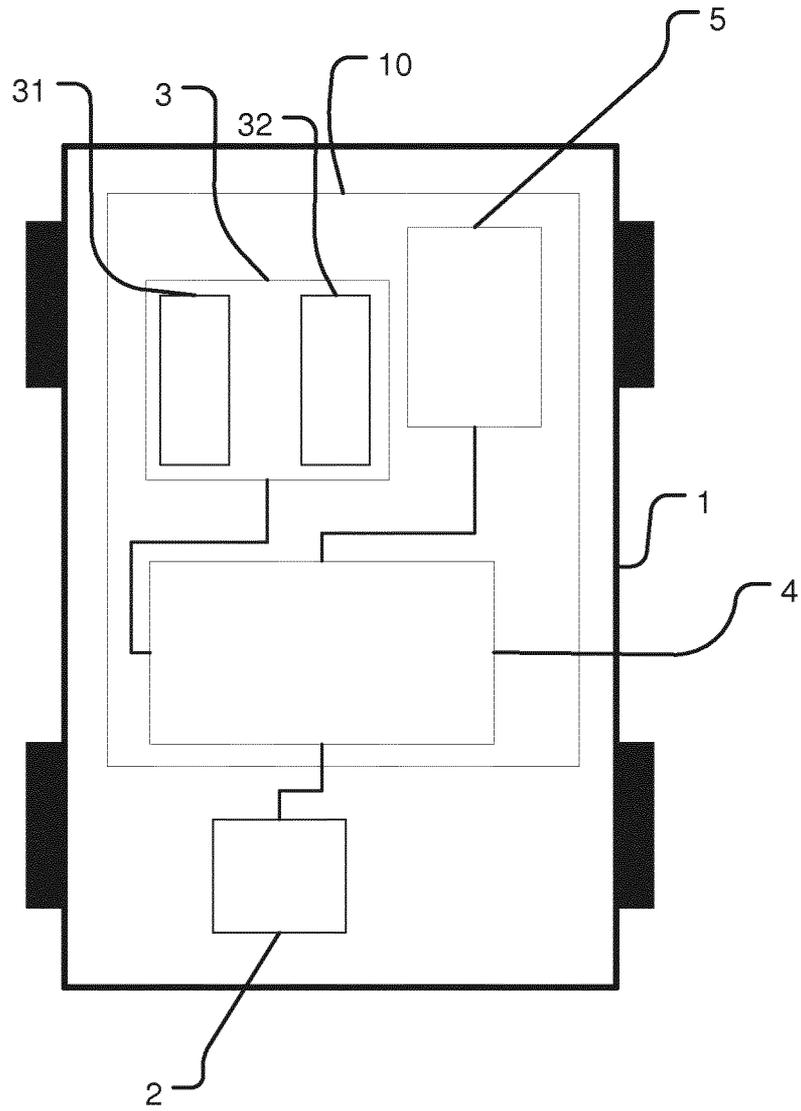


Fig. 2

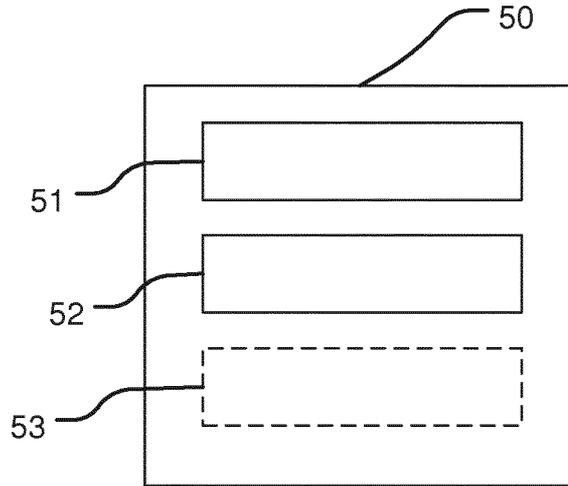


Fig. 3

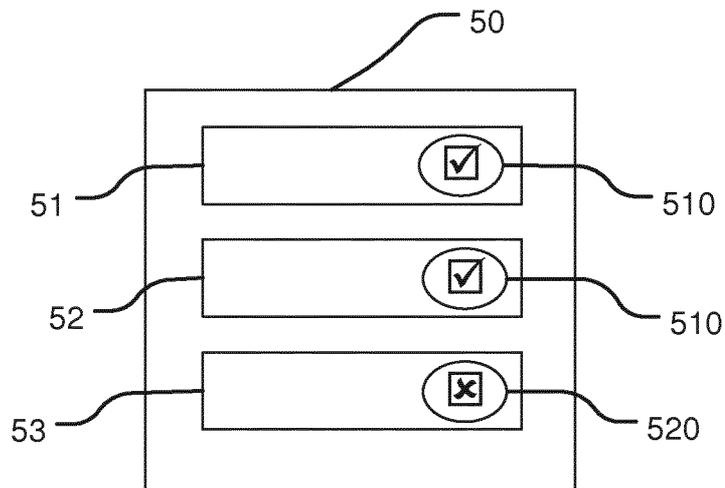


Fig. 4

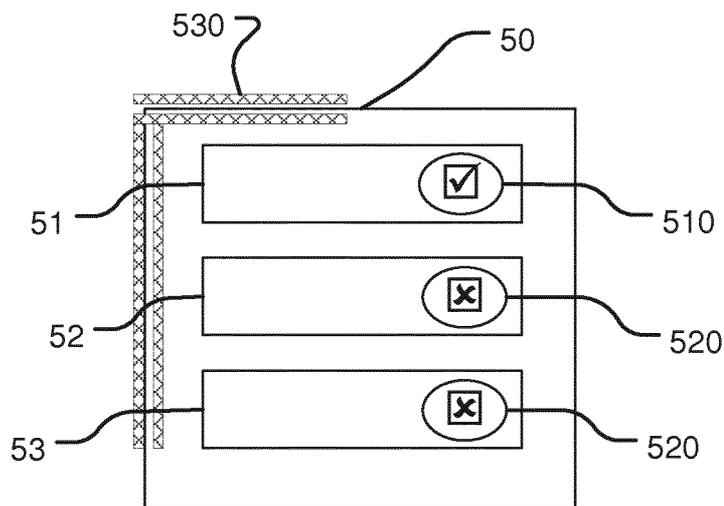


Fig. 5

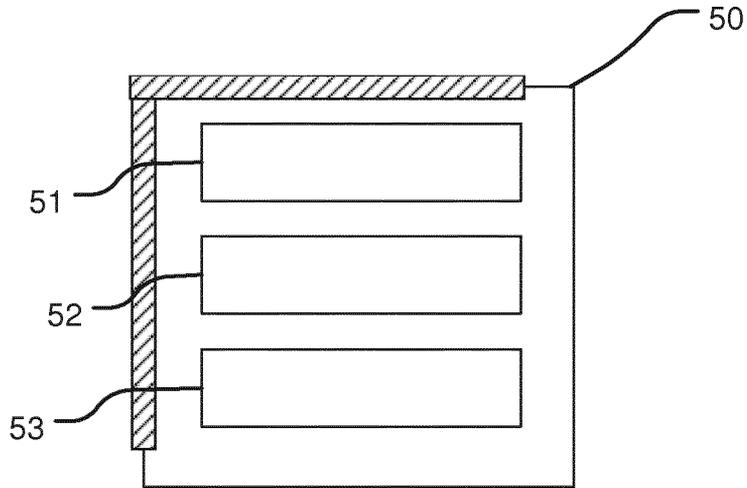


Fig. 6

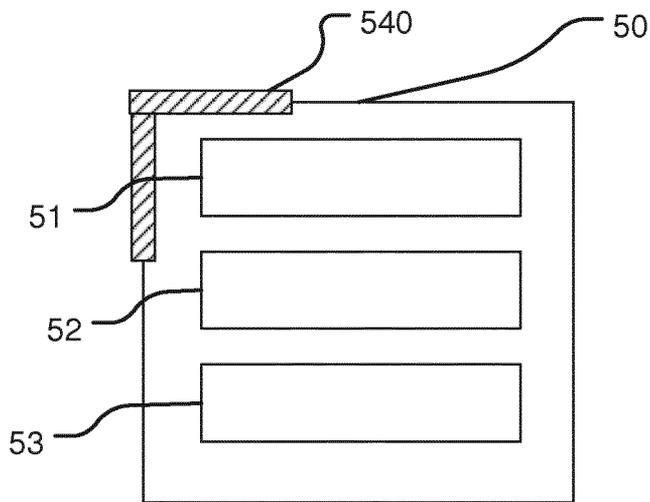


Fig. 7

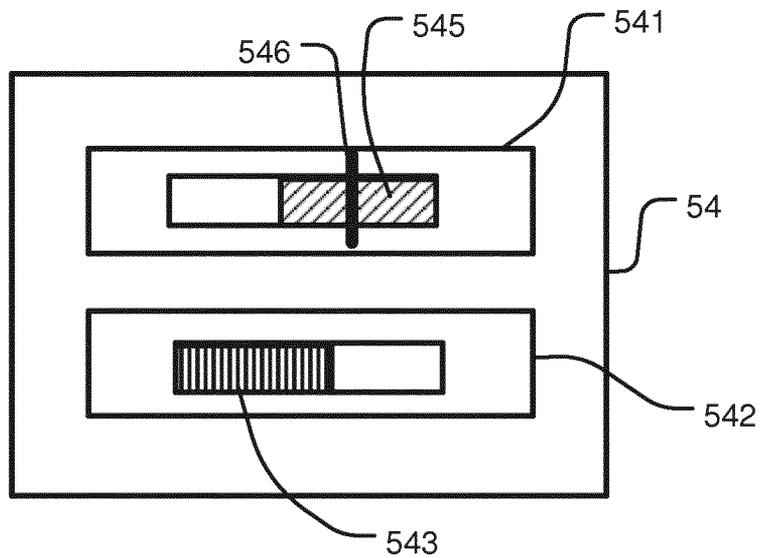


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/059145

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60L15/20
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 535 221 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 December 2012 (2012-12-19) paragraph [0001] - paragraph [0011]; claims 1, 2 paragraph [0020] - paragraph [0038] -----	1-9
Y	DE 10 2014 211530 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 17 December 2015 (2015-12-17) paragraph [0001] - paragraph [0004] paragraph [0028] - paragraph [0051]; figures 1, 2 -----	1-9
A	US 2012/191279 A1 (WIPPLER ERIK ANTHONY [US]) 26 July 2012 (2012-07-26) paragraph [0001] - paragraph [0017] paragraph [0029] - paragraph [0040]; figures 4, 5 -----	2,6
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 June 2018

Date of mailing of the international search report

06/07/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Utz, Tilman

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/059145

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 054453 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 14 May 2009 (2009-05-14) the whole document -----	1-9
A	DE 10 2013 217434 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 5 March 2015 (2015-03-05) paragraph [0001] - paragraph [0003] -----	1
A	DE 695 29 841 T2 (DAIMLER CHRYSLER CORP [US]) 20 November 2003 (2003-11-20) page 1 - page 6 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2018/059145

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2535221	A1	19-12-2012	NONE

DE 102014211530	A1	17-12-2015	NONE

US 2012191279	A1	26-07-2012	NONE

DE 102007054453	A1	14-05-2009	DE 102007054453 A1 DE 102007063606 A1

DE 102013217434	A1	05-03-2015	CN 104424819 A DE 102013217434 A1 US 2015061894 A1

DE 69529841	T2	20-11-2003	DE 69529841 D1 DE 69529841 T2 EP 0796484 A1 US 5568052 A WO 9618178 A1

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L15/20 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 2 535 221 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. Dezember 2012 (2012-12-19) Absatz [0001] - Absatz [0011]; Ansprüche 1, 2 Absatz [0020] - Absatz [0038] -----	1-9
Y	DE 10 2014 211530 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 17. Dezember 2015 (2015-12-17) Absatz [0001] - Absatz [0004] Absatz [0028] - Absatz [0051]; Abbildungen 1, 2 -----	1-9
A	US 2012/191279 A1 (WIPPLER ERIK ANTHONY [US]) 26. Juli 2012 (2012-07-26) Absatz [0001] - Absatz [0017] Absatz [0029] - Absatz [0040]; Abbildungen 4, 5 -----	2,6
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. Juni 2018		06/07/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Utz, Tilman

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 054453 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 14. Mai 2009 (2009-05-14) das ganze Dokument -----	1-9
A	DE 10 2013 217434 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 5. März 2015 (2015-03-05) Absatz [0001] - Absatz [0003] -----	1
A	DE 695 29 841 T2 (DAIMLER CHRYSLER CORP [US]) 20. November 2003 (2003-11-20) Seite 1 - Seite 6 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/059145

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2535221	A1	19-12-2012	KEINE

DE 102014211530	A1	17-12-2015	KEINE

US 2012191279	A1	26-07-2012	KEINE

DE 102007054453	A1	14-05-2009	DE 102007054453 A1 14-05-2009

DE 102013217434	A1	05-03-2015	CN 104424819 A 18-03-2015 DE 102013217434 A1 05-03-2015 US 2015061894 A1 05-03-2015

DE 69529841	T2	20-11-2003	DE 69529841 D1 10-04-2003 DE 69529841 T2 20-11-2003 EP 0796484 A1 24-09-1997 US 5568052 A 22-10-1996 WO 9618178 A1 13-06-1996
