



(10) **DE 10 2014 210 103 A1** 2015.12.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 210 103.4**

(22) Anmeldetag: **27.05.2014**

(43) Offenlegungstag: **03.12.2015**

(51) Int Cl.: **G01F 23/30** (2006.01)

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

(72) Erfinder:
**König, Michael, 80939 München, DE; Aigner,
Tobias, 84072 Au, DE; Körber, Stefan, 80992
München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

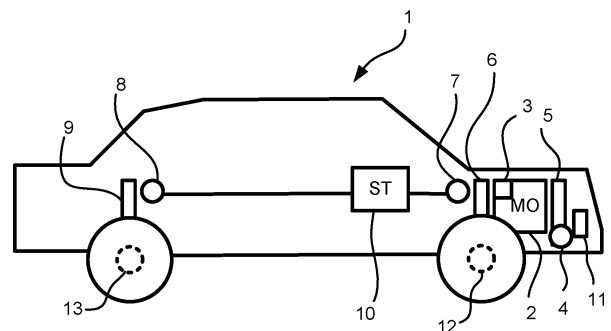
DE	102 34 202	A1
DE	10 2012 015 764	A1
GB	2 489 561	A
GB	2 487 112	A
GB	2 502 422	A
GB	2 504 932	A
GB	2 489 109	A
GB	2 499 419	A
US	2010 / 0 085 198	A1
US	2013 / 0 336 090	A1
JP	2009- 032 513	A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Detektieren einer Wadfahrt eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Zum Erkennen einer Wadfahrt eines Fahrzeugs (1), das ein Fahrwerk mit einer ersten Achse (12) und einer zweiten Achse (13) umfasst, ist mindestens ein erster Höhenstandssensor (7) vorgesehen, der der ersten Achse (12) zugeordnet ist. Weiterhin ist mindestens ein zweiter Höhenstandssensor (8) vorgesehen, der der zweiten Achse (13) zugeordnet ist. Auf Basis von Sensorwerten der Höhenstandssensoren (7, 8) wird eine Entscheidung getroffen, ob eine Wadfahrt vorliegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zum Detektieren einer Watfahrt eines Fahrzeugs.

[0002] Wenn Landfahrzeuge durch größere Wasseransammlungen fahren bzw. waten, beispielsweise beim Überqueren einer Furt oder bei Überschwemmungen auf Wegen oder Straßen, ist es essentiell, dass eine vorgegebene Wattiefe nicht überschritten wird, bis zu der ein bestimmungsgemäßer Betrieb des Fahrzeugs möglich ist.

[0003] Aus der Veröffentlichung WO 2012/080429 A1 sind ein Verfahren und eine Sensor-Vorrichtung bekannt, bei denen mittels geeigneter Messtechnik ein von einem Fahrzeug befahrene Untergrund abgetastet wird um eine Wassertiefe zu bestimmen, durch die das Fahrzeug wadet. Als geeignete Messtechniken für einen entsprechenden Sensor werden hierbei Kameras beschrieben sowie Sensoren, die Wasser mittels Reflexion oder Transmission einer Wellenform erkennen. Auch geografische Daten-Sensoren einschließlich GPS-Sensoren werden genannt.

[0004] Aus der Veröffentlichung WO 2012/080430 A1 sind entsprechende Verfahren und Sensor-Vorrichtungen beschrieben, bei denen der von einem Fahrzeug befahrene Untergrund abgetastet wird um die Wassertiefe zu bestimmen, durch die das Fahrzeug wadet. Als geeignete Messtechniken für einen entsprechenden Sensor werden hierbei eine kapazitive Messung oder eine Widerstandsmessung mittels Elektroden sowie eine Ultraschall-Messtechnik beschrieben.

[0005] In der Veröffentlichung WO 2012/080432 A1 wird ein hydrostatischer Drucksensor beschrieben, mittels dem die entsprechende Wassertiefe unter einem watenden Fahrzeug bestimmt wird.

[0006] In der Veröffentlichung GB 2 356 602 B wird ein Messsystem für ein Fahrzeug beschrieben, bei dem eine bei einer Watfahrt vor dem Fahrzeug entstehende Wasser-Bugwelle mittels einer Radareinrichtung oder einer Sonareinrichtung detektiert wird. Dabei kann die Höhe der Bugwelle erfasst werden.

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Watfahrt eines Fahrzeugs zuverlässig zu erkennen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Patentansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, dass zum Erkennen einer Watfahrt eines Fahrzeugs, das ein Fahrwerk mit mindestens einem Höhenstandssensor umfasst, auf Basis von Sensorwerten des Höhenstandssensors eine Entscheidung getroffen wird, ob eine Watfahrt vorliegt.

[0010] Dieser Aspekt der Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass bei einer Watfahrt ab einer gewissen, fahrzeugspezifischen Wattiefe eine Aufschwimmbewegung des Fahrzeugs erfolgt, die bei zunehmender Wassertiefe stärker wird. Mit diesem Aspekt der Erfindung wurde weiterhin erkannt, dass eine solche Aufschwimmbewegung zumindest bis zum Erreichen der Wattiefe mit einem entsprechenden Höhenstandssensor des Fahrzeugs erkennbar ist.

[0011] Insbesondere wurde erkannt, dass eine Watbedingung durch die Aufschwimmbewegung des Fahrzeugs erkannt werden kann, da unter solchen Bedingungen sowohl an der Vorderachse als auch an der Hinterachse des Fahrzeugs eine Ausfederbewegung entsteht und sich diese Situation insoweit von üblichen Fahrsituationen, d.h. von Situationen ohne Waten, unterscheidet. Das Fahrzeug schwimmt durch den Auftriebseffekt auf. Mit der Erfindung kann insbesondere vorgesehen sein, die Auslenkung von Fahrwerkselementen wie z.B. den Ausfederweg von Federn bzw. Stoßdämpfern zu detektieren. Die jeweilige Auslenkungs- bzw. Ausfederbewegung wird insbesondere mit Sensoren des Fahrwerks gemessen und von einer Auswerteinheit erkannt. Die Sensoren befinden sich vorzugsweise an den Querlenkern des Fahrwerks, sind insbesondere als Potentiometer ausgeführt und können über Umlenkhebel ausgelenkt werden.

[0012] Alternative Sensorsysteme können sich zum Beispiel direkt an den Stoßdämpfern befinden und als Wegmesssensoren direkt die Ausfederbewegung detektieren und ggf. den Ausfederhub messen. Dazu können vorteilhaft entsprechende Sensoren und deren Messsignale zweifach verwendet werden, beispielsweise zusätzlich für andere Steuerungsaufgaben wie zum Beispiel für die Leuchtweitenregulierung in einer Abblendlichtsteuerung. Mit der Erfindung kann quasi das Fahrzeug als Schwimmer verwendet werden, wobei eine Signalverarbeitung analog zu an sich bekannten Schwimmer-Messanordnungen erfolgen kann.

[0013] Im Rahmen des ersten Aspekts der Erfindung kann auch eine Messeinrichtung zum Erkennen einer Watfahrt eines Fahrzeugs, das ein Fahrwerk mit mindestens einem Höhenstandssensor umfasst, angegeben werden. Dabei kann auf Basis von Sensorwerten des Höhenstandssensors eine Entscheidung getroffen werden, ob eine Watfahrt vorliegt. Die Messeinrichtung weist insbesondere eine Einrichtung zum

Verarbeiten der Sensorwerte auf. Sie kann weiterhin ein oder mehrere Mittel zum Durchführen der hier beschriebenen Verfahrensschritte aufweisen. Mit der Erfindung kann auch ein entsprechend ausgestattetes Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug angegeben werden.

[0014] In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist sowohl für die und insbesondere an der Vorderachse als auch für die und insbesondere an der Hinterachse jeweils mindestens ein entsprechender Höhenstandssensor vorgesehen. Dadurch kann vorteilhaft auch eine Längsneigung des Fahrzeugs messtechnisch erfasst werden. Weiterhin können insbesondere an jeder Achse jeweils mindestens zwei Höhenstandssensoren vorgesehen sein. Dadurch kann vorteilhaft eine Querneigung des Fahrzeugs messtechnisch erfasst werden. Die Höhenstandssensoren können jeweils insbesondere im Bereich von Fahrwerks-Feder- und/oder Dämpfungselementen des Fahrzeugs vorgesehen sein. Sie können insbesondere mit diesen fest verbunden sein.

[0015] Vorteilhaft können zudem für mindestens einer der Achsen mehrere Höhenstandssensoren vorgesehen sein, so dass entlang der Achse unterschiedliche Höhenstandsänderungen erfassbar sind. Insbesondere können für die Vorderachse und/oder für die Hinterachse jeweils mehrere Höhenstandssensoren vorgesehen werden, so dass durch Kurven- und/oder Beschleunigungsfahrten hervorgerufene Höhengschwankungen erkennbar und von wasserfahrtbedingten Höhengschwankungen unterscheidbar sind. Wenn also vorteilhaft jeweils mindestens zwei entsprechende Sensoren pro Fahrzeugachse vorgesehen sind, dann kann erreicht werden, dass eine Aufschwimmbewegung des Fahrzeugs von einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs messtechnisch eindeutig unterscheidbar ist, denn bei einer Aufschwimmbewegung sind die Höhenstandsänderungen entlang einer Achse (links bzw. rechts) nach oben bzw. unten gleich gerichtet, während sie bei einer Kurvenfahrt zueinander entgegengesetzt gerichtet sind. Entsprechendes gilt zur Unterscheidung einer durch eine Aufschwimmbewegung bewirkten Höhenstandsänderung an der Vorderachse des Fahrzeugs gegenüber einer durch Beschleunigung verursachten Nickbewegung des Fahrzeugs. Bei einer Aufschwimmbewegung sind die Höhenstandsänderungen an Vorder- und Hinterachse wiederum gleich gerichtet, nämlich nach oben, während sie im Falle einer Nickbewegung zueinander entgegengesetzt gerichtet sind. Dem entsprechend stellt sich beim Beschleunigen des Fahrzeugs an der Vorderachse eine Vertikalbewegung bzw. Höhenstandsänderung nach oben ein und an der Hinterachse eine Vertikalbewegung nach unten, während sich beim Bremsen genau gegensätzliche Vertikalbewegungen einstellen. Diese Effekte können im Rahmen der Erfindung bei einer Auswertung der Messsignale der jeweiligen Hö-

henstandssensoren vorteilhaft genutzt werden für eine möglichst sichere Unterscheidung der jeweiligen Fahrzeugbewegungen.

[0016] In weiteren vorteilhaften Ausführungsformen der Erfindung kann zudem vorgesehen sein, dass Messwerte zur jeweils vorliegenden Wassertiefe erfasst werden, denn auch mit ausreichender Wattfähigkeit bzw. Watttiefe ist für ein Landfahrzeug das Durchqueren von Wasseransammlungen wie z.B. Gewässern oder überschwemmten Gebieten grundsätzlich riskant. Dabei können sowohl im freien Gelände, als auch an ausgewiesenen Furten und auf überschwemmten Wegen verschiedene Gefahren auftreten:

- Die maximale, zu durchfahrende Wassertiefe ist in der Regel weder genau bekannt noch genau erfassbar.
- Die Beschaffenheit des Untergrundes ist unbekannt bzw. nur selten genau einschätzbar. Es kann daher zu einem Einsinken des Fahrzeuges kommen.
- Unerkannte Hindernisse, Treibgut und Bodenebenheiten können zu Kollisionen und zum Steckenbleiben führen.
- Eine Wasserströmung kann schon bei geringer Geschwindigkeit und geringer Wassertiefe das Fahrzeug wegspülen und/oder in einen Bereich versetzen, in dem es nicht mehr manövrierfähig ist und/oder in dem seine Watttiefe überschritten wird, so dass das Fahrzeug zum Beispiel instabil wird oder sein Antrieb ausfällt.
- Der Auftrieb verringert die Bodenhaftung und somit die Traktion des Fahrzeuges.
- Je höher die Fahrgeschwindigkeit desto größer ist der Effekt der Aufschwimmbewegung und desto höher wird die Bugwelle und desto größer ist zudem die Gefahr eines Wasserschlags.

[0017] Zumindest ein Teil der Messwerte zum Bestimmen der Wassertiefe kann vorteilhaft mit dem mindestens einen Höhenstandssensor erfasst werden. Zum Erkennen der Wasserfahrt und/oder der jeweiligen Wassertiefe werden insbesondere Signale von mindestens einer mechanischen, elektrischen, optischen und/oder weiteren Komponente wie einer Ultraschall-Komponente, einer Radar-Komponente oder einer Sonar-Komponente verwendet.

[0018] Mit der Erfindung kann vorteilhaft bereits ein relativ niedriger Wasserstand erkannt werden und insbesondere bei höheren Wasserständen ein Wasserschlag des Motors vermieden werden.

[0019] Die oben beschriebenen Verfahren zur Erkennung einer Wasserfahrt und/oder zum Bestimmen der Wassertiefe unter und/oder neben dem Fahrzeug können durch weitere Maßnahmen ergänzt und dadurch hinsichtlich ihrer Erfassungsgenauigkeit noch weiter verbessert werden. Beispielsweise kann zum

Erkennen der Wafahrt des Fahrzeugs zusätzlich vorgesehen sein, auf Basis von Sensorwerten, die eine elektrische Größe repräsentieren, die Entscheidung zu treffen, ob eine Wafahrt vorliegt. Die elektrische Größe kann dabei insbesondere ein elektrischer Widerstand sein. Es kann jedoch auch eine andere Größe wie z.B. eine Dielektrizitätskonstante sein. Die elektrische Größe kann insbesondere analog gemessen und/oder ausgewertet werden. Die insbesondere analogen Sensorwerte können eine elektrische Größe im Bereich und/oder an einer Kühlerfläche des Fahrzeugs repräsentieren. Der Sensor kann zum Beispiel als Widerstandssensor oder als Kapazitätssensor ausgebildet sein. Die elektrische Größe kann direkt an der Kühlerfläche erfasst und insbesondere eine Größe der Kühlerfläche selbst sein. Es kann auch an mehreren in dem Fahrzeug vorgesehenen, insbesondere nahe zueinander angeordneten Kühlerflächen und/oder Kühlern, die jeweils voneinander elektrisch isoliert sind, jeweils ein Sensor zum Erzeugen von entsprechenden Sensorwerten angeordnet sein. Die Kühler und/oder Kühlerflächen können auch als solche Bestandteil des Sensors sein und dieser insbesondere als Widerstandssensor und/oder als kapazitiver Sensor ausgebildet sein. Die Kühler bzw. Kühlerflächen können zum Erzeugen der Sensorwerte jeweils zusammenwirken. Dazu können sie insbesondere nahe zueinander angeordnet sein und/oder elektrisch voneinander isoliert sein. Zum Erzeugen der Sensorwerte kann eine erste Kühlerfläche eines ersten Kühlers eine erste Elektrode des Sensors bilden und eine zweite Kühlerfläche eines zweiten Kühlers, die von der ersten Kühlerfläche elektrisch isoliert ist, eine zweite Elektrode des Sensors bilden. Der erste Kühler kann dabei ein Motorwasserkühler sein und der zweite Kühler ein Klimakondensator. Weitere Details zu diesen Verfahrens-Maßnahmen und Messeinrichtungs-Komponenten sind in der parallel von der Anmelderin eingereichten deutschen Patentanmeldung mit dem internen Aktenzeichen 25860-2 beschrieben, deren Inhalt hiermit durch Bezugnahme in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen werden.

[0020] Es kann auch eine Kamera zur Wassererkennung genutzt werden. Es kann auch eine Lichtschranke zum Detektieren des Höhenstands des Fahrwerks und/oder des Wasserstands verwendet werden. Weiterhin kann ein Druckanstieg in der Sauganlage mittels geeigneter Drucksensoren erkannt und zur Erkennung der Wafahrt verwendet werden.

[0021] Wasser und/oder ein Wasserstand können weiterhin durch Erhöhung eines Fahrwiderstands während der Wasserdurchfahrt erkannt und zu deren Erkennung werden, denn bei einer Fahrt in Wasser erhöhen sich gegenüber einer Fahrt in der Ebene die Fahrwiderstände. Dies kommt hauptsächlich durch den höheren Wasserwiderstand gegenüber dem Luftwiderstand zustande, da Wasser eine hö-

here Dichte aufweist. Der jeweilige Fahrwiderstand kann durch das Antriebsmoment oder die Antriebsleistung des Motors gemessen werden. Störende Einflüsse wie beispielsweise Steigung, Wind usw. können bei der Verarbeitung der jeweiligen Messwerte korrigiert werden.

[0022] Zur Erkennung der Wafahrt und/oder zur Messung eines Wasserstandes bzw. -pegels kann weiterhin eine vorzugsweise zusätzliche Messeinrichtung verwendet werden, die einen Schwimmer umfasst. Es können weiterhin Abstandssensoren einer Einparkhilfe, die beispielsweise auf Basis von Ultraschall messen, verwendet werden.

[0023] Zur Erkennung der Wafahrt und/oder zur Bestimmung einer Wassertiefe im Bereich des Fahrzeugs können auch Mittel, Schritte, Bestandteile und/oder Maßnahmen weiterer Verfahren und Vorrichtungen verwendet werden, die in den eingangs genannten Veröffentlichungen beschrieben sind. Diese Veröffentlichungen werden zu diesem Zwecke an dieser Stelle ebenfalls durch Bezugnahme in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen.

[0024] Die zuvor genannten weiteren Mittel, Komponenten, Schritte, Bestandteile und/oder Maßnahmen weiterer Verfahren und Vorrichtungen stellen Aspekte der Erfindung, dar, die auch unabhängig von dem weiter oben genannten, ersten Aspekt der Erfindung eingesetzt werden können.

[0025] Im Rahmen der Erfindung kann weiterhin vorgesehen sein, dass nach dem Erkennen einer Wafahrt und/oder nach dem Erkennen, dass ein durch einen Schwellwert vorgegebener Wasserstand erreicht bzw. überschritten ist, Schutzmaßnahmen eingeleitet werden, so dass z.B. ein Ansaugen von Wasser in den Motor verhindert wird oder z.B. durch automatisches Schließen der Fenster ein Eindringen von Wasser in den Innenraum. Durch ein mittels der Erfindung frühzeitiges, automatisches Erkennen der Wafahrt können entsprechende Maßnahmen bereits entsprechend früh bzw. vorbeugend ganz oder teilweise automatisch getroffen werden.

[0026] Im Folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0027] Fig. 1 Ein Fahrzeug mit verschiedenen Sensoren und Steuergeräten,

[0028] Fig. 2 Höhenstands-Effekte einer Aufschwimmbewegung eines Fahrzeugs,

[0029] Fig. 3 Eine Messanordnung für eine elektrische Größe zur Wasserstandsmessung und

[0030] Fig. 4 Messwerte zu Wasserstandsmessungen an einer Kühlerfläche.

[0031] In dem in Fig. 1 dargestellten Personenkraftwagen **1** sind schematisch dessen Motor **2** mit einem entsprechenden elektronischen Motorsteuergerät **3** dargestellt. Weiterhin sind die Vorderachse **12** und die Hinterachse **13** sowie ein vorderer Stoßdämpfer **6** und ein hinterer Stoßdämpfer **9** von dem Fahrwerk des Personenkraftwagens **1** zu sehen. Am vorderen Stoßdämpfer **6** ist ein Höhenstandssensor **7** vorgesehen, mit dem entsprechende Höhenschwankungen der Karosserie des Personenkraftwagens **1** feststellbar sind und entsprechende Höhenstandswerte bzw. Höhenstandssignale ausgebar sind. Ein entsprechender Höhenstandssensor **8** ist an dem hinteren Stoßdämpfer **9** vorgesehen. Die beiden Höhenstandssensoren **7, 8** sind an ein Steuergerät **10** angeschlossen, das die jeweils ausgegebenen Höhenstandssignale bzw. Höhenstandswerte auswertet. Das Steuergerät **10** enthält dazu eine entsprechende Datenverarbeitungseinheit. Anhand der Höhenstandswerte und insbesondere mittels eines Vergleichs mit Referenzwerten und/oder mit Referenzfunktionskurven, die jeweils eine Aufschwimmbewegung des Fahrzeugs bei vorgegebenen Geschwindigkeitswerten beschreiben, kann in dem Steuergerät **10** ermittelt werden, ob sich der Personenkraftwagen **1** aktuell auf einer Watfahrt durch Wasser befindet und/oder wie hoch ggf. der Wasserstand unterhalb des Personenkraftwagens ist. Mit dem Steuergerät **10** sind typischerweise eine Vielzahl weiterer Sensoren des Personenkraftwagens **1** und/oder Steuergeräte direkt oder indirekt über entsprechende Schnittstellen und/oder Datenbusse verbunden. Beispielsweise kann das Steuergerät **10** auch mit dem Motorsteuergerät **3** verbunden sein, mit einem Schlupfsensor und/oder mit einem Geschwindigkeitsmesser (Tachometer). Von diesen ausgegebene Daten können zur Ermittlung des Zustands einer Watfahrt und/oder des Wasserstands ebenfalls herangezogen werden. Weiterhin ist an einem Kühler **5** für das Motor-Kühlwasser im Frontbereich des Personenkraftwagens **1** an der Unterseite des Kühlers **5** ein Sensor **4** vorgesehen, mit dem unterhalb des Kühlers **5** befindliches Wasser, insbesondere an den Kühler **5** heranreichendes Wasser detektiert werden kann. Der Sensor **4** kann zudem so ausgebildet sein, dass gegebenenfalls eine Wasserstandshöhe von unterhalb des Personenkraftwagens **1** befindlichen Wassers ermittelt werden kann. Der Sensor **4** kann insbesondere ein elektrischer Sensor sein, der Messsignale auf Basis von Kapazitätsmessungen und/oder Leitfähigkeitsmessungen ausgibt. An dem Kühler **5** bzw. an dessen aus Außenfläche können mehrere entsprechende Sensoren vorgesehen sein. In dem Personenkraftwagen **1** können weitere Kühler bzw. Kühlflächen vorgesehen sein, an denen weitere entsprechende Sensoren vorgesehen sein können, beispielsweise Kühlflächen von einem Klimakonden-

sator einer Klimaanlage. Wenn verschiedene Kühlerflächen nahe aneinander angeordnet, aber elektrisch voneinander getrennt sind und entsprechende Sensoren auf den verschiedenen Kühlerflächen angebracht werden, dann kann die Erkennungs- bzw. Messgenauigkeit weiter erhöht werden. Direkt vor dem Motorkühler **5** ist ein Klimakondensator **11** vorgesehen. Die beiden einander zugewandten Flächen des Motorkühlers **5** und des Klimakondensators **11** können ebenfalls den kapazitiven Sensor **4** bilden. Dazu können sie sich beispielsweise in einem Abstand von 0,2 bis 20 Zentimetern zueinander befinden und bevorzugt in einem Abstand von 0,5 bis 2 Zentimetern.

[0032] Die Sensoren im Bereich der Kühler **5, 11** sind mit einer entsprechenden Steuer- bzw. Auswerteschaltung verbunden, beispielsweise mit der Steuerung **10**.

[0033] In Fig. 2 sind Höhenstands-Effekte einer Aufschwimmbewegung eines Fahrzeugs dargestellt. Die Grafik zeigt symbolisch eine Messwertkurve **20** für eine Fahrzeuggeschwindigkeit, wobei das Fahrzeug in ein Wasserbecken einfährt, in dem es aufschwimmt. Auf der nach rechts aufgetragenen Zeitachse erreicht das Fahrzeug am Zeitpunkt **23** das Wasserbecken. Die Messwertkurve **21** stellt symbolisch Messwerte eines Höhenstandssensors an der Hinterachse des Fahrzeugs dar. Die Messwertkurve **22** stellt symbolisch Messwerte eines Höhenstandssensors an der Vorderachse des Fahrzeugs dar. Aus der Grafik ist zu entnehmen, dass die Höhenstandswerte einer Ausfederbewegung in negativer Richtung gehen. Zu sehen ist weiterhin, dass bereits bei der Einfahrt in das Wasserbecken bis zum Zeitpunkt **24** eine Ausfederbewegung an beiden Achsen stattfindet. Durch Beschleunigung des Fahrzeugs bis zu einer maximalen Geschwindigkeit von ca. 15 km/h am Zeitpunkt **25** tritt gegenüber dem anfänglichen Höhenstand des Fahrzeugs eine auffällige Ausfederbewegung statt, wobei die Bewegung an der Vorderachse stärker als an der Hinterachse ist, aber im Übrigen im wesentlichen parallel ausfedern. Im Vergleich dazu bewegen sich die Achsen bei Beschleunigung- und Bremsvorgängen bei einer Fahrzeugbewegung ohne Wassereinfluss und bei niedrigen Geschwindigkeiten typischerweise gegenläufig, verursacht durch Nicken des Fahrzeugs um den Fahrzeugschwerpunkt.

[0034] Durch den Doppelpfeil **27** wird der Hub aus der Federbewegung der Vorderachse des Fahrzeugs dargestellt. Bei einem durchgeführten Praxis-Versuch betrug dieser 53 Millimeter. Der entsprechende Hub an der Hinterachse betrug 23 Millimeter.

[0035] Um ein Fehlauflösen beim Erkennen einer Watfahrt auszuschließen zu können, werden andere Fahrsituationen, bei denen es auch zu einer solchen Ausfederbewegung kommt, gezielt aus einer Bewer-

zung ausgeschlossen. Dabei ist es vorteilhaft, aber nicht zwingend notwendig, an allen vier Rädern des Fahrzeugs Sensoren für eine entsprechende Höhenstandsmessung vorzusehen.

[0036] Beispielsweise kommt es bei einer Kurvenfahrt typischerweise zu einer Wankbewegung auf einer Seite des Fahrzeugs. Wenn Höhenstandssensoren dann nur auf einer Seite der Achsen angebracht sind, kann es zu Sensorsignalen kommen, die eine ähnliche Ausfederbewegung anzeigen. Um eine fehlerhafte Zuordnung der Wafahrt zu vermeiden können dann beispielsweise Werte von Lenkwinkelsensoren bei der Auswertung berücksichtigt werden. Eine Wankstabilisierung wirkt hier ebenso vorteilhaft.

[0037] Auch die Fahrt über eine Kuppe kann zu einer Ausfederbewegung beider Achsen des Fahrzeugs führen. Dabei kann durch eine Einschränkung des Geschwindigkeitsbereichs, in dem die Funktion zur Erkennung der Wafahrt auslöst, beispielsweise durch eine Begrenzung auf den Bereich unterhalb von 40 km/h, die Ausfederbewegung an einer Kuppe weitestgehend ausgeschlossen werden. Auch das Auslösen der Funktion durch eine Ausfederbewegung, die durch Aerodynamik bei hohen Geschwindigkeiten erzeugt wird, kann somit wirksam ausgeschlossen werden.

[0038] In Fig. 3 ist eine Mess- bzw. Sensoranordnung **30** dargestellt, die für eine Wasserstandsmessung beispielsweise in dem in Fig. 1 gezeigten Sensor **4** an einer Kühlerfläche geeignet ist. Der Wasserstand des Wassers **37** ist dabei schematisch mit dem Doppelpfeil **38** dargestellt. Die Anordnung umfasst zwei Elektroden **32, 33**, zwischen die das Wasser **37** eindringt. Der sich je nach Wasserstandshöhe ändernde elektrische Widerstand zwischen den Elektroden **32, 33** wird mittels einer Wheatstone-Brückenschaltung mit entsprechenden zwei Widerständen **35, 36**, einer Spannungsquelle **31**, die die beiden Elektroden z.B. mit einer Spannung von 12 Volt beaufschlagt und mittels eines Spannungsmessgeräts **34** erfasst. Im Vergleich zu Mess-Anordnungen ohne einer Wheatstoneschen Brückenschaltung ergibt sich mit der gezeigten, dennoch relativ einfach aufgebauten Anordnung bereits eine relativ hohe Messgenauigkeit für den jeweiligen Wasserstandspegel innerhalb der Elektroden. Eine Anpassung der Messgenauigkeit insbesondere hinsichtlich unterschiedlicher Kühlerflächen lässt sich beispielsweise durch Anpassung der beiden Widerstände **35, 36**, beispielsweise zwischen 1 kOhm und 10 kOhm und/oder durch Anpassung der Spannungsversorgung **31** beispielsweise im Bereich von 6 bis 48 V ermöglichen. Um die Genauigkeit weiter zu erhöhen können auch die Kontaktflächen der Elektroden **32, 33** hinsichtlich Ihrer Größe entsprechend ausgestaltet werden. Die Widerstandswerte der Widerstände **32, 33** können auch vorteilhaft jeweils in Abhängigkeit von der Höhenlage der

Ansaugstelle im Fahrzeug ausgewählt bzw. festgelegt werden.

[0039] Weiterhin ist es besonders vorteilhaft, eine oder mehrere Kühlerflächen von vorhandenen Kühlern des Fahrzeugs als eine oder beide Elektroden **32, 33** zu verwenden. Die Kühlerflächen müssen dazu im Übrigen entsprechend elektrisch entkoppelt sein. Deshalb eignen sich als Elektroden besonders Kühlerflächen von jeweils verschiedenen Kühlern. Beispielsweise kann als erste Elektrode **32** eine Kühlerfläche des Motorwasserkühlers verwendet werden und als zweite Elektrode eine Kühlerfläche des Klimakondensators. Die jeweiligen Kühlerflächen befinden sich dazu zueinander in einem Abstand, durch den ihre Verwendung als Elektroden der Messanordnung möglich ist. Als Abstand eignen sich beispielsweise 1,5 Zentimeter.

[0040] Infolge einer Wasserdurchströmung zwischen den beiden Kühlerflächen bei einer Wafahrt werden die beiden Kühler elektrisch leitend verbunden. Je nach Höhenstand des Wassers und entsprechend durchströmter Fläche der beiden Kühlerflächen ändert sich der Spannungsabfall. Dadurch kann die Höhe des Wasserstandes gemessen werden. Vorteilhaft bei einer derartigen Anordnung kann weiterhin sein, wenn sich die Ansaugstelle eines Verbrennungsmotors direkt an der Kühlerfläche für die Motorkühlung an einer erhöhten Position befindet. Dadurch können gegebenenfalls der Wasserstand schon beim Ansteigen vor Erreichen des Ansaugkanals detektiert werden und entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

[0041] In Fig. 4 sind schematisch Messsignale eines der Fig. 3 entsprechenden elektrischen Sensors dargestellt, dessen erste Elektrode eine Kühlerfläche des Motorwasser-Kühlers ist und dessen zweite Elektrode eine Kühlerfläche eines direkt hinter dem Motorwasser-Kühler angeordneten Klimakondensators ist. Das Fahrzeug fährt dabei über eine Rampe in ein Wasserbecken ein, dessen Wasserstand bis über die Unterkante der jeweiligen Kühlerflächen reicht. Die Kurve **40** zeigt die entsprechende Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Die Kurve **41** zeigt die Messwerte der Sensoranordnung. Zum Zeitpunkt **42** erreicht das Fahrzeug das Wasserbecken, so dass Wasser zwischen die Kühlerflächen eindringt. Durch die bei der Einfahrt in das Wasserbecken entstehende Bugwelle im vorderen Fahrzeugbereich steigt das Messsignal stark an. Kurz nach dem Zeitpunkt **42** wird das Fahrzeug im Wasserbecken angehalten, wodurch sich ab dem Zeitpunkt **42a** bis zum Zeitpunkt **43** die Bugwelle wieder etwas abbaut und der Wasserstand zwischen den Kühlerflächen sinkt. Dadurch fällt auch das Messsignal wieder ab. Ab dem Zeitpunkt **43** steigt es wieder an, weil das Fahrzeug zwischenzeitlich aus dem Stand wieder in Bewegung gesetzt wurde und weiter beschleunigt wird, wodurch die Bugwelle wie-

der ansteigt. Durch ein anschließendes Abbremsen des Fahrzeugs läuft die Bugwelle vom Fahrzeug nach vorne weg, wodurch das Messsignal wiederum bis zum Zeitpunkt **44** stark abfällt.

[0042] Nachfolgend werden noch Effekte beschrieben, die für Messmethoden relevant sind, bei der eine Wafahrt und/oder ein Wasserstand auf Basis des Fahrwiderstands gemessen werden. Bei einer Fahrt in Wasser erhöhen sich gegenüber einer Fahrt auf trockener Fahrbahn die Fahrwiderstände. Dies kommt hauptsächlich durch den höheren Wasserwiderstand gegenüber dem Luftwiderstand zu Stande, da Wasser eine höhere Dichte aufweist. Die Fahrwiderstände können beispielsweise durch das Antriebsmoment oder die Antriebsleistung des Motors in einem Kraftfahrzeug einschließlich eines Elektrofahrzeugs gemessen werden. Störende Einflüsse müssen dabei jedoch berücksichtigt werden um ein genaues Messergebnis zu erhalten. Beispielsweise ist es dazu erforderlich, dass Fahrsituationen, die auch eine Fahrwiderstandserhöhung hervorrufen, erkannt und ausgeschlossen werden. Störende Einflüsse und Möglichkeiten diese zu erkennen sind zum Beispiel:

Bergfahrt: Durch Neigungssensor oder Niveausensor zu erkennen.

Anhängerfahrt: Durch elektrischen Anschluss zu erkennen.

Gegenwind: Spielt hauptsächlich bei höheren Geschwindigkeiten eine Rolle.

Kurvenwiderstand: Kann durch den Lenkwinkelsensor erkannt werden.

Loser Untergrund: Erkennbar mit den Raddrehzahl-Sensoren.

Beladungszustände: Sind durch Applizieren auf mögliche bzw. zulässige Beladungszustände auszuschießen.

Reifenpanne: Mit Raddrehzahlsensoren erfassbar.

Beschleunigung: Mit Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitssensor erfassbar.

Fahrt durch Schnee: Durch Messung der Aussentemperatur erkennbar, z.B. mittels einer oberen Schwelle im Bereich zwischen -5 und +5 Grad Celsius.

[0043] Die beschriebenen Geräte und Systemkomponenten werden insbesondere mit Computerprogrammen gesteuert und können dazu weitere, an sich bekannte Elemente von Computern und digitalen Steuerungseinrichtungen wie einen Mikroprozessor, flüchtige und nicht flüchtige Speicher, Schnittstellen usw. aufweisen. Die Erfindung kann deshalb auch ganz oder teilweise in Form eines Computerprogrammprodukts realisiert werden, das beim Laden und Ausführen auf einem Computer einen erfindungsgemäßen Ablauf ganz oder teilweise bewirkt. Es kann beispielsweise in Form eines Datenträgers wie einer CD/DVD bereit gestellt werden oder auch in Form einer oder mehrerer Dateien auf einem Server, von dem das Computerprogramm herunter ladbar ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2012/080429 A1 [0003]
- WO 2012/080430 A1 [0004]
- WO 2012/080432 A1 [0005]
- GB 2356602 B [0006]
- DE 25860-2 [0019]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen einer Wadfahrt eines Fahrzeugs (1), das ein Fahrwerk mit einer ersten Achse (12) und einer zweiten Achse (13) umfasst, wobei mindestens ein erster Höhenstandssensor (7) vorgesehen ist, der der ersten Achse (12) zugeordnet ist und wobei mindestens ein zweiter Höhenstandssensor (8) vorgesehen ist, der der zweiten Achse (13) zugeordnet ist, wobei auf Basis von Sensorwerten der Höhenstandssensoren (7, 8) eine Entscheidung getroffen wird, ob eine Wadfahrt vorliegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Messwerte zur jeweils vorliegenden Wassertiefe erfasst werden.

3. Verfahren nach einem der vorher gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Achse (12) eine Vorderachse ist und die zweite Achse (13) eine Hinterachse und dass sowohl für die Vorderachse (12) als auch für die Hinterachse (13) jeweils mindestens ein entsprechender Höhenstandssensor (7, 8) vorgesehen ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Vorderachse (12) und/oder für die Hinterachse (13) jeweils mehrere Höhenstandssensoren (7, 8) vorgesehen sind, so dass durch Kurven- und/oder Beschleunigungsfahrten hervorgerufene Höhengschwankungen erkennbar und von wadfahrtbedingten Höhengschwankungen unterscheidbar sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhenstandssensoren (7, 8) jeweils im Bereich von Fahrwerks-, Feder-, und/oder Dämpfungselementen (6, 9, 12, 13) des Fahrzeugs (1) vorgesehen sind.

6. Verfahren nach einem der vorher gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Erkennen der Wadfahrt und/oder der jeweiligen Wassertiefe Signale von mindestens einer mechanischen, elektrischen, optischen und/oder weiteren Komponente wie einer Ultraschall-Komponente, einer Radar-Komponente oder einer Sonar-Komponente verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der vorher gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Erkennen der Wadfahrt der Höhenstandssensor (7, 8) mindestens eine mechanische, elektrische, optische und/oder weitere Komponente wie eine Ultraschall-Komponente, eine Radar-Komponente oder eine Sonar-Komponente aufweist und dass zur Erkennung der Wadfahrt Signale der weiteren Komponente verwendet werden.

8. Messeinrichtung zum Erkennen einer Wadfahrt eines Fahrzeugs (1), das ein Fahrwerk mit einer ersten Achse (12) und einer zweiten Achse (13) umfasst, umfassend:

- mindestens einen ersten Höhenstandssensor (7), der der ersten Achse (12) zugeordnet ist und
- mindestens einen zweiten Höhenstandssensor (8), der der zweiten Achse (13) zugeordnet ist, wobei auf Basis von Sensorwerten der Höhenstandssensoren (7, 8) eine Entscheidung getroffen wird, ob eine Wadfahrt vorliegt.

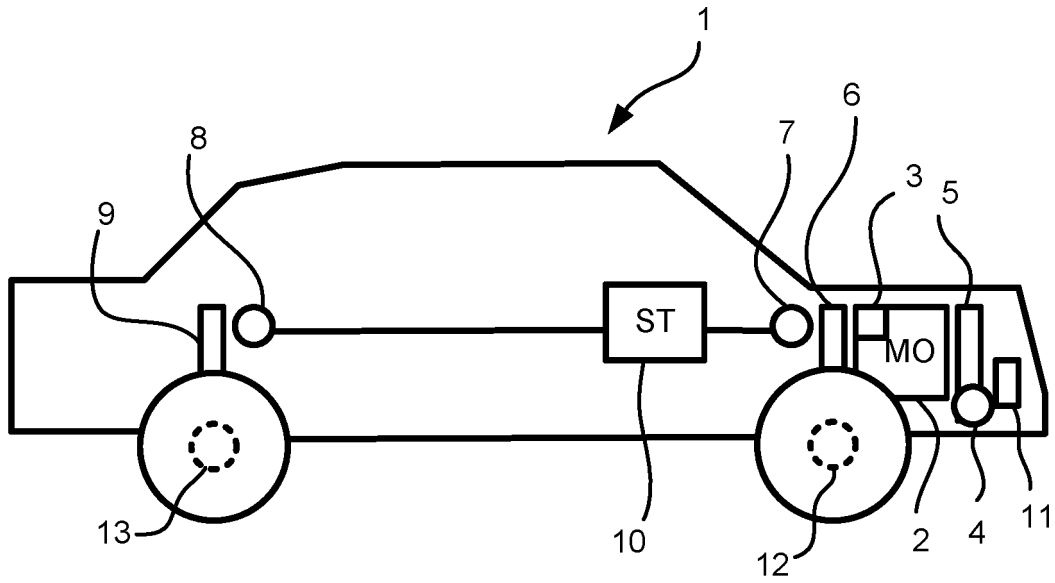
9. Messeinrichtung nach Anspruch 8, umfassend Mittel zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

10. Messeinrichtung nach Anspruch 8 oder 9, umfassend mindestens eine mechanische, elektrische, optische und/oder weitere Komponente wie eine Ultraschall-Komponente, eine Radar-Komponente oder eine Sonar-Komponente und eine Einrichtung zum Verarbeiten der Sensorwerte.

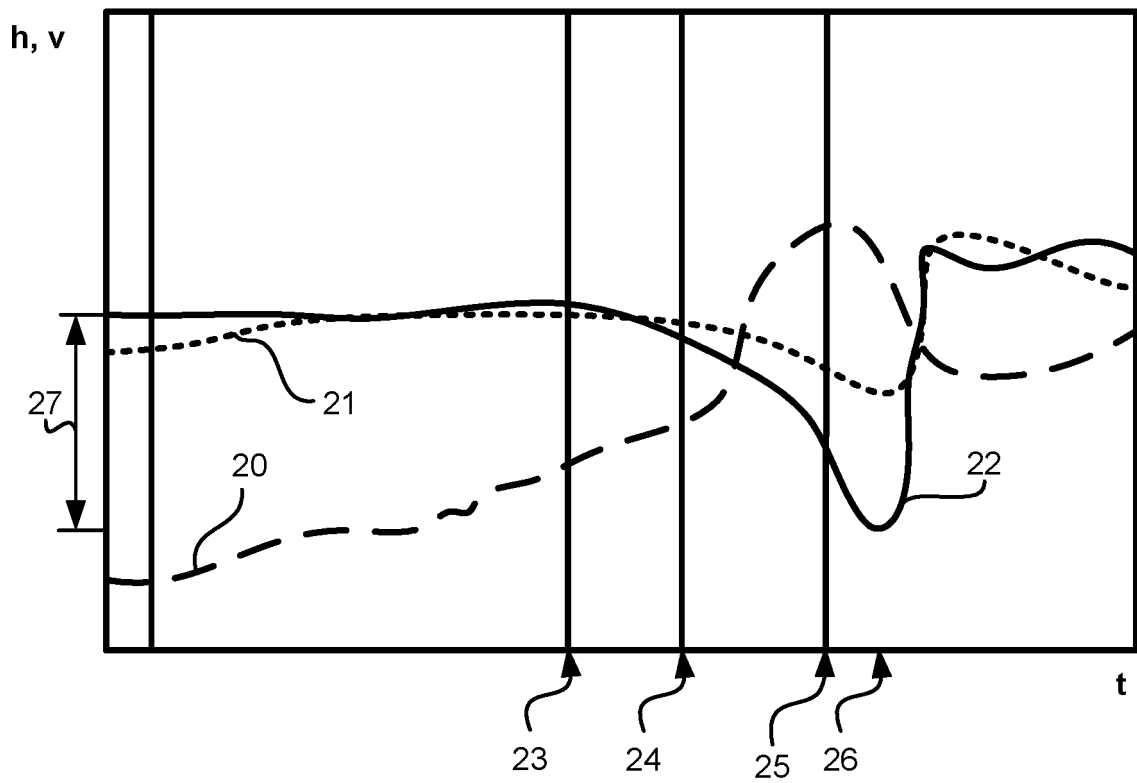
11. Fahrzeug, umfassend eine Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

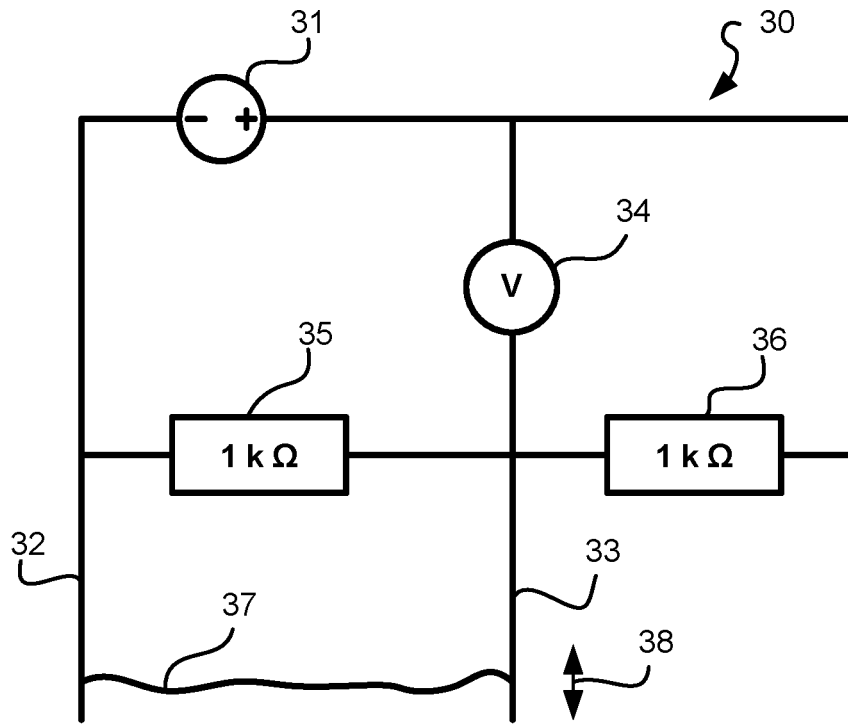
Anhängende Zeichnungen



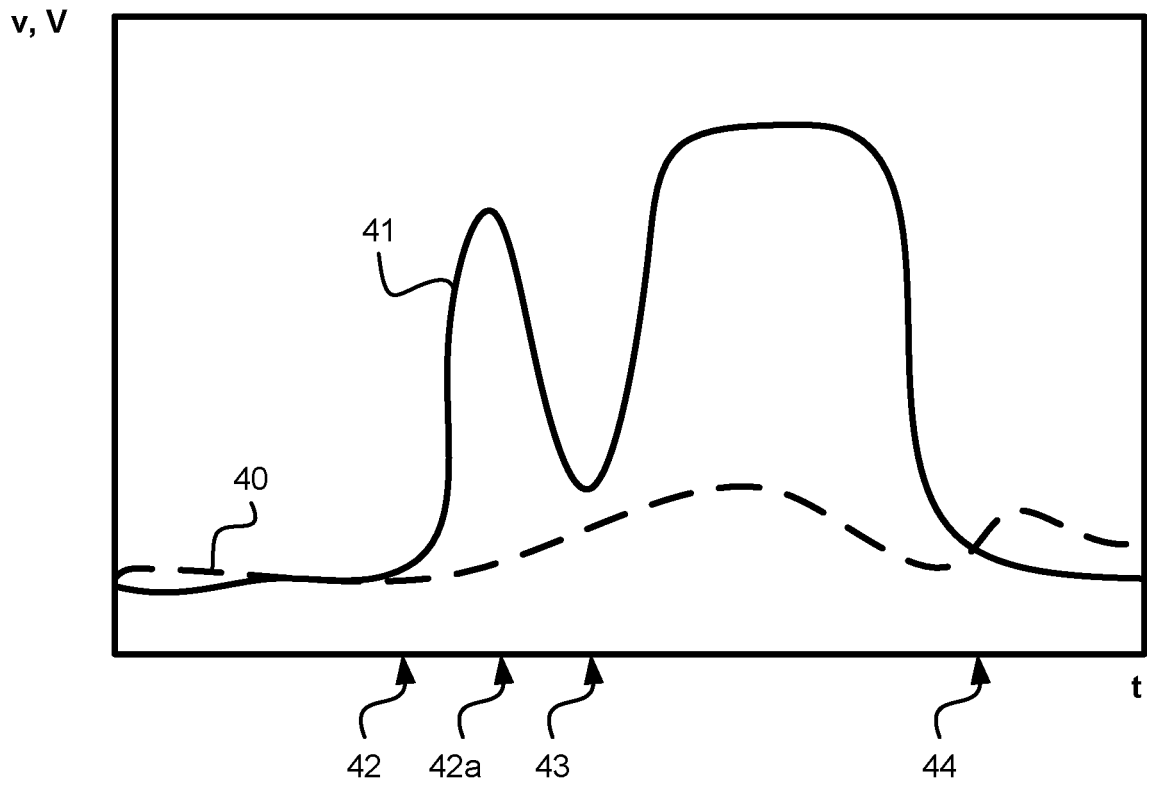
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4