



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 214 391.6**  
(22) Anmeldetag: **18.08.2017**  
(43) Offenlegungstag: **21.02.2019**

(51) Int Cl.: **B60L 58/00 (2019.01)**  
**H01M 8/04303 (2016.01)**  
**H01M 8/04228 (2016.01)**  
**B60L 58/30 (2019.01)**

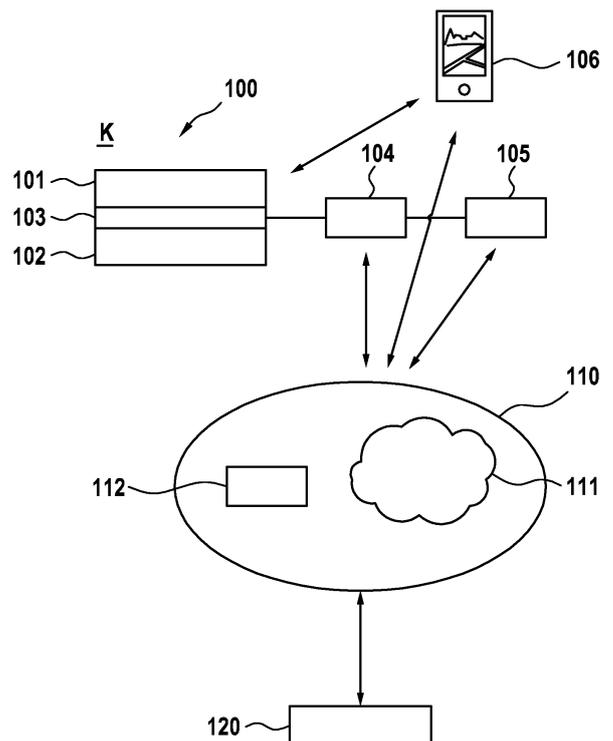
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Heber, Frank, 88480 Achstetten, DE; Kemmer,  
Helerson, 71665 Vaihingen, DE; Schoenbauer,  
Stefan, 71254 Ditzingen, DE**

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

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Abstellen eines Brennstoffzellensystems**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abstellen eines Brennstoffzellensystems (100) eines Kraftfahrzeuges, aufweisend folgende Schritte:  
a) Übermitteln mindestens einer Koordinate (K) des Kraftfahrzeuges an eine fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110),  
b) Bestimmen eines Betriebsparameters (T, P, F) des Brennstoffzellensystems (100) durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110) anhand der Koordinate (K) des Kraftfahrzeuges,  
c) Überprüfen durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110), ob der bestimmte Betriebsparameter (T, P, F) innerhalb eines zulässigen Wertebereiches (T1-T2, P1-P2, F1-F2) liegt,  
d) Einleiten mindestens eines Trocknungsvorganges des Brennstoffzellensystems (100) im Kraftfahrzeug, wenn sich der bestimmte Betriebsparameter (T, P, W) außerhalb des zulässigen Wertebereiches (T1-T2, P1-P2, F1-F2) befindet.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abstellen eines Brennstoffzellensystems eines Kraftfahrzeuges nach dem Oberbegriff des unabhängigen Verfahrensanspruches. Ferner betrifft die Erfindung ein System mit einem Brennstoffzellensystem und einer fahrzeugexternen Überwachungseinheit nach dem Oberbegriff des unabhängigen Systemanspruches.

**Stand der Technik**

**[0002]** Bei Verwendung von Brennstoffzellen entsteht auf einer Kathodenseite eines Brennstoffzellensystems Produktwasser. Damit das Produktwasser bei Minustemperaturen nicht in Kathodenluftkanälen des Brennstoffzellensystems gefriert und diese verschließt, wird beim Abstellen des Brennstoffzellensystems mindestens eine Kathodenleitung trocken-geblasen. Dafür wird ein Luftgebläse bzw. ein Luftverdichter für einige Sekunden, bspw. 20 bis 30 s, bei voller Leistung betrieben. Bei manchen Brennstoffzellensystemen wird ein Trocknungsvorgang abhängig von mindestens einem Betriebsparameter der Brennstoffzelle, wie z. B. der Stack-Temperatur im Moment des Abstellens des Systems, eingeleitet. Bei manchen anderen Brennstoffzellensystemen wird ein Trocknungsvorgang in Abhängigkeit von einem Sommer- und einem Wintermodus eingeleitet. Für den Sommermodus wird angenommen, dass die Brennstoffzelle bei Plustemperaturen abgestellt und gehalten wird. Für den Wintermodus wird angenommen, dass die Brennstoffzelle bei Minustemperaturen abgestellt und gehalten wird. Die Trocknung des Brennstoffzellen-Stacks ist mit einem zusätzlichen Energieaufwand verbunden. Bei den bekannten Verfahren wird häufig der Trocknungsvorgang durchgeführt, obwohl keine Gefahr des Einfrierens besteht. Es wird also mehr Energie aufgewendet als tatsächlich notwendig ist.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0003]** Die vorliegende Erfindung sieht ein Verfahren zum Abstellen eines Brennstoffzellensystems eines Kraftfahrzeuges nach Hauptanspruch und ein System mit einem Brennstoffzellensystem und einer fahrzeugexternen Überwachungseinheit nach dem unabhängigen Vorrichtungsanspruch vor. Weitere Vorteile, Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen System und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

**[0004]** Die Erfindung stellt ein Verfahren zum Abstellen eines Brennstoffzellensystems eines Kraftfahrzeuges bereit, aufweisend folgende Schritte:

- a) Übermitteln mindestens einer Koordinate des Kraftfahrzeuges an eine fahrzeugexterne Überwachungseinheit,
- b) Bestimmen eines Betriebsparameters des Brennstoffzellensystems durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit anhand der Koordinate des Kraftfahrzeuges,
- c) Überprüfen durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit, ob der bestimmte Betriebsparameter innerhalb eines zulässigen Wertebereiches liegt,
- d) Einleiten mindestens eines Trocknungsvorganges des Brennstoffzellensystems im Kraftfahrzeug, wenn sich der bestimmte Betriebsparameter außerhalb des zulässigen Wertebereiches befindet.

**[0005]** Vor dem Einleiten der erfindungsgemäßen Schritte a) bis d) können optional folgende Schritte vorgesehen sein:

- I) Beendigung der Entnahme einer elektrischen Leistung aus dem Brennstoffzellensystem,
- II) Beendigung der Zufuhr eines Anodenfluides,

**[0006]** In den Schritten I) und II) des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Betrieb des Brennstoffzellensystems beendet. Zur Durchführung des Schritts II) des erfindungsgemäßen Verfahrens kann bspw. ein Absperrventil geschlossen werden, das die Zuführung von Wasserstoff aus einem Wasserstoffreservoir unterbindet. Die Schritte I) und II) des erfindungsgemäßen Verfahrens können dabei entweder nacheinander oder auch gleichzeitig durchgeführt werden.

**[0007]** Im Schritt a) kann bspw. eine Geo-Koordinate des Kraftfahrzeuges, bspw. durch eine Navigationseinheit des Kraftfahrzeuges, an die fahrzeugexterne Überwachungseinheit übermittelt werden, die keine fahrzeugseitige Energie verwendet und die bspw. durch einen externen Datendienst und/oder einen externen Datenspeicher (eine sog. Cloud-Funktion) realisiert wird. Zudem kann im Schritt a) vorgesehen sein, dass eine fahrzeugseitige Steuereinheit des Brennstoffzellensystems abgeschaltet wird. Vorteilhafterweise erfolgt die Übermittlung der Daten drahtlos, z. B. über eine GSM-Schnittstelle. Im Schritt b) kann als Betriebsparameter des Brennstoffzellensystems mindestens eine Temperatur, ein Druck oder eine relative Feuchte innerhalb und/oder außerhalb des Brennstoffzellensystems, vorzugsweise durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit, bestimmt werden. Im Schritt b) kann mindestens ein aktueller Betriebsparameter des Brennstoffzel-

lensystems, vorzugsweise durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit, punktuell und/oder kontinuierlich bestimmt bzw. überwacht und/oder prognostiziert werden. Hierzu können lokale Wetterdaten und/oder Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden, die vorzugsweise online, insbesondere über das Internet durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit abgerufen werden können. Im Schritt c) kann zumindest ein, vorzugsweise mehrere, zulässige Wertebereiche des Betriebsparameters berücksichtigt werden. Im Schritt d) kann bspw. eine fahrzeugseitige Steuereinheit durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (vorzugsweise drahtlos per Funk) geweckt werden, um mindestens einen Trocknungsvorgang des Brennstoffzellensystems einzuleiten. Danach kann die Steuereinheit wieder ausgeschaltet werden, so dass diese keine weitere Energie benötigt. Somit kann insgesamt durch das vorliegende Verfahren Energie beim Fahrzeug eingespart werden, wodurch die Nutzungsdauer eines fahrzeugseitigen Energiespeichers ohne Aufzuladen verbessert werden kann.

**[0008]** Ein wesentlicher Erfindungsgedanke liegt dabei darin, dass beim Abstellen des Brennstoffzellensystems ein Trocknungsvorgang nur dann und/oder erst dann eingeleitet wird, wenn mindestens ein Betriebsparameter des Brennstoffzellensystems außerhalb eines zulässigen Bereiches liegt, liegen wird und/oder voraussichtlich liegen wird. Dies kann entweder direkt beim Abstellen des Brennstoffzellensystems und/oder erst nach einiger Zeit, bspw. in der Nacht, der Fall sein, und zwar unabhängig davon, ob die Brennstoffzelle trocken (für weitere Trocknungsvorgänge) oder nass (für einen ersten und ggf. weitere Trocknungsvorgänge) abgestellt wurde. Dabei kann der erfindungsgemäße Trocknungsvorgang sogar dann eingeleitet werden, wenn das Brennstoffzellensystem bereits seit einer längeren Zeit abgestellt und eine fahrzeugseitige Steuereinheit ausgeschaltet wurde. Bspw. kann ein Trocknungsvorgang erst dann notwendig sein, wenn die Umgebungstemperatur des Brennstoffzellensystems unter 5°C fällt. Bei höheren Temperaturen kann das Produktwasser ggf. auch ohne eines energieaufwändigen Trocknungsvorganges verdunsten.

**[0009]** Aktuelle Druck- und/oder Feuchtigkeitswerte außerhalb des Brennstoffzellensystems können die Druck- und/oder Feuchtigkeitswerte innerhalb des Brennstoffzellensystems ebenfalls beeinflussen. So kann bei trockenem und warmem Wetter, bspw. in einem Hochdruckgebiet im Sommer, ein Trocknungsvorgang überflüssig sein. Andererseits kann auch im Sommer bei Regen und/oder einer hohen Luftfeuchtigkeit ein selbstständiges Verdunsten von Produktwasser erschwert sein, sodass auch bei einer relativ hohen Umgebungstemperatur dennoch ein Trocknungsvorgang nach dem Abstellen des Brennstoffzellensystems sinnvoll sein könnte.

**[0010]** Der Betriebsparameter des Brennstoffzellensystems wird erfindungsgemäß anhand der (Geo-) Koordinate des Kraftfahrzeuges bestimmt und vorteilhafterweise für die Zukunft prognostiziert. Die (Geo-) Koordinate des Kraftfahrzeuges kann Aufschluss darüber geben, wie das lokale Wetter an dem Ort ist und/oder sein wird, wo das Kraftfahrzeug abgestellt wurde. Die (Geo-) Koordinate des Kraftfahrzeuges kann zudem Aufschluss darüber geben, wo genau das Kraftfahrzeug abgestellt wurde, drinnen in einer Garage oder draußen an der freien Luft. Im Rahmen der Erfindung ist es denkbar, dass im Winter bei einem Abstellen des Kraftfahrzeuges in einer Garage die Temperatur des Brennstoffzellensystems nicht so tief fällt wie draußen.

**[0011]** Abhängig von der (Geo-) Koordinate des Kraftfahrzeuges können Wetterdaten ermittelt und/oder gemessen werden, die wiederum Aufschluss darüber geben können, wie mindestens ein Betriebsparameter des Brennstoffzellensystems zurzeit ist und/oder wie er sich mit der Zeit entwickeln wird.

**[0012]** Die Wetterdaten können bspw. von einem Wetterdienst bezogen werden und/oder durch ein spezielles Überwachungssystem, bspw. aus mehreren Wetterstationen und entsprechenden Sensoren, gemessen werden. Den Abruf von Wetterdaten kann vorteilhafterweise die fahrzeugexterne Überwachungseinheit übernehmen, sodass die fahrzeugseitige Steuereinheit nach dem Abstellen des Brennstoffzellensystems ausgeschaltet bleiben kann. Die fahrzeugexterne Überwachungseinheit kann bspw. mithilfe eines externen Datenspeichers und/oder eines externen Datendienstes realisiert sein. Die Bestimmung und/oder Berechnung des Betriebsparameters erfolgt dabei unmittelbar beim Abstellen des Brennstoffzellensystems sowie fortlaufend, bspw. punktuell oder kontinuierlich, vorzugsweise durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit, sodass die Energie für einen Trocknungsvorgang nur dann aufgewendet wird, wenn ein Trocknen tatsächlich nötig ist, was durchaus nach einiger Zeit nach dem Abstellen des Brennstoffzellensystems oder gar bei unkritischen Temperaturen über 5°C der Fall sein könnte.

**[0013]** Zudem kann im Rahmen der Erfindung nicht nur ein, sondern mehrere Trocknungsvorgänge vorteilhaft sein, die in bestimmten Zeit- und/oder Temperaturintervallen ausgeführt werden können, um bspw. Kondenswasser innerhalb des Brennstoffzellensystems zu trocknen.

**[0014]** Mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Gefahr des Einfrierens des restlichen Produktwassers im Brennstoffzellensystem und der Energieaufwand für die Trocknungsvorgänge deutlich reduziert werden. Insgesamt wird somit die Funktionalität des Brennstoffzellensystems verbessert und seine Lebensdauer erhöht.

**[0015]** Ferner kann ein Verfahren im Sinne der Erfindung vorsehen, dass im Schritt a) eine GPS-Position (gemeint ist eine definierte geografische Standortposition) des Kraftfahrzeuges an die fahrzeugexterne Überwachungseinheit übermittelt wird. Mithilfe der GPS-Position des Kraftfahrzeuges kann eine präzise Position des Kraftfahrzeuges und dessen Umgebung ermittelt werden. Eine Navigationseinheit ist vorteilhafterweise in vielen Kraftfahrzeugen vorhanden und kann die GPS-Position des Kraftfahrzeuges an die fahrzeugexterne Überwachungseinheit übermitteln. Alternativ oder zusätzlich ist es denkbar, dass der Benutzer des Kraftfahrzeuges auf seinem mobilen Telefon bzw. Smartphone eine GPS-Funktion haben kann, um die Position des Kraftfahrzeuges an die fahrzeugexterne Überwachungseinheit zu übermitteln. Zudem können die Verfahrensschritte mithilfe einer APP (Computerprogramm) auf einem Smartphone visualisiert werden.

**[0016]** Weiterhin kann ein Verfahren im Sinne der Erfindung vorsehen, dass die Schritte b) und c) mithilfe eines fahrzeugexternen Datendienstes und/oder eines fahrzeugexternen Datenspeichers durchgeführt werden. Somit kann die Speicher- und/oder Rechnerleistung zum Durchführen des Verfahrens auf eine vorteilhafte Weise ausgelagert werden, damit kraftfahrzeugseitig keine Energie verbraucht wird. Somit kann eine fahrzeugseitige Steuereinheit während der gesamten Abstellphase ruhen. Erst bei einem erkannten und/oder prognostizierten Abweichen des bestimmten Betriebsparameters vom zulässigen Wertebereich kann die fahrzeugseitige Steuereinheit zum Einleiten des Trocknungsvorganges des Brennstoffzellensystems geweckt werden. Danach kann die Steuereinheit wieder ausgeschaltet werden. Dabei ist es denkbar, dass ein Hersteller und/oder Vertreter des Kraftfahrzeuges bzw. Brennstoffzellensystems und/oder eine Werkstattkette das externe Datendienst und/oder den externen Datenspeicher bereitstellen kann. Somit kann die Kundenfreundlichkeit erhöht werden.

**[0017]** Des Weiteren kann ein Verfahren im Sinne der Erfindung vorsehen, dass im Schritt b) die fahrzeugexterne Überwachungseinheit die aktuellen Wetterdaten und/oder Umgebungsbedingungen in Abhängigkeit von der Koordinate des Kraftfahrzeuges berücksichtigt, insbesondere übers Internet bzw. online, abrufen. Die Wetterdaten können sogar ohne eine direkte Messung im bzw. am Kraftfahrzeug helfen, anhand der Umgebungsparameter mindestens einen Betriebsparameter des Brennstoffzellensystems zu berechnen und/oder zu prognostizieren. Die aktuellen Wetterdaten kann die fahrzeugexterne Überwachungseinheit von einem Wetterdienst erhalten oder über systemeigene Wetterstationen verfügen, die die Wetterdaten bereitstellen können. Die Umgebungsbedingungen kann die fahrzeugexterne Überwachungseinheit aus einem Navigations- und/

oder Kartendienst abrufen. So kann die fahrzeugexterne Überwachungseinheit unterschiedliche Informationen erhalten, die mindestens einen Betriebsparameter des Brennstoffzellensystems beeinflussen können. Dadurch kann zuverlässig erkannt werden, ob und/oder wann ein Trocknungsvorgang notwendig ist. Zudem kann dadurch ein Modell bzw. eine Abschätzung eines Verlaufs des Betriebsparameters des Brennstoffzellensystems geschaffen werden, ob ein Trocknungsvorgang in einer bestimmten Zeit, falls nötig mehrmals, bspw. mit einem Timer, eingeleitet werden soll. Ggf. kann dabei eine geplante Parkdauer berücksichtigt werden.

**[0018]** Zudem kann ein Verfahren im Sinne der Erfindung vorsehen, dass im Schritt c) die fahrzeugexterne Überwachungseinheit eine Entwicklung des Betriebsparameters des Brennstoffzellensystems mit der Zeit prognostiziert, insbesondere berechnet, um mindestens einen Timer für den Schritt d) bereitzustellen. So kann bspw., wenn das Kraftfahrzeug tagsüber abgestellt wurde und die Temperaturen zu der Zeit in einem zulässigen Bereich lag, der Trocknungsvorgang erst später, bspw. in der Nacht eingeleitet werden, wenn damit gerechnet werden kann, dass die Temperaturen sinken werden. Somit kann die Rechenkapazität bei der fahrzeugexternen Überwachungseinheit gespart werden. Zudem kann im Rahmen der Erfindung eine geplante Parkdauer berücksichtigt werden. So kann bei einem kurzen Halten, bspw. zum Auslassen von Fahrgästen oder Parken zum Einkaufen, der Trocknungsvorgang überflüssig sein. Die geplante Parkdauer kann aus den Umgebungsdaten abgelesen werden, wie z. B. öffentlicher Parkplatz oder eingeschränktes Parkverbot, oder aktiv durch den Benutzer eingegeben werden, bspw. in einem Kommunikationsgerät innerhalb des Kraftfahrzeuges oder in einem Smartphone, welches mit der externen Überwachungseinheit verbunden werden kann.

**[0019]** Außerdem kann die Erfindung bei einem Verfahren vorsehen, dass im Schritt c) unterschiedliche Wertebereiche überprüft werden, um mehrere Trocknungsvorgänge einzuleiten. Somit kann z. B. bei einer Umgebungstemperatur von 5°C (mit Prognose auf weitere Absenkung) der erste Trocknungsvorgang initiiert werden, ein zweiter bei 3°C und ein dritter bei 1°C. So kann die nach und nach kondensierte Wassermenge ausgetragen und ein Festfrieren innerhalb des Brennstoffzellensystems zuverlässig vermieden werden.

**[0020]** Im Rahmen der Erfindung ist es weiterhin denkbar, dass im Schritt d) eine kraftfahrzeugseitige Steuereinheit geweckt wird, um einen Trocknungsvorgang des Brennstoffzellensystems einzuleiten. Somit kann die Steuereinheit in der Abstellphase nur dann geweckt werden, wenn ein Trocknungsvorgang notwendig ist. Dadurch kann Energie nicht

nur für einen ggf. überflüssigen Trocknungsvorgang bei jedem Abstellen des Brennstoffzellensystems gespart werden, sondern auch zum Wachhalten der Steuereinheit beim ausgestellten Antrieb.

**[0021]** Ferner kann die Erfindung vorsehen, dass das Verfahren mindestens einen weiteren Schritt aufweist:

- e) Ausblasen von Feuchtigkeit aus einer Kathode des Brennstoffzellensystems, oder
- f) Ausblasen von Feuchtigkeit aus einer Anode des Brennstoffzellensystems.

**[0022]** Der Schritt e) ist vorteilhaft, weil das Produktwasser auf der Kathodenseite des Brennstoffzellensystems entsteht. Hierbei kann eine Dauer für den Trocknungsvorgang eingestellt werden, um sicherzustellen, dass das Restwasser aus der Anode in die Kathode reindiffundiert ist. Der Schritt f) ist vorteilhaft, weil dadurch das Restwasser aus der Anode direkt ausgeblasen werden kann, ohne zu warten, dass das Wasser auf die Kathodenseite diffundiert und dort ausgeblasen wird. Dadurch kann eine schnellere Durchführung des Trocknungsvorganges ermöglicht werden. Zudem kann somit die erforderliche Energie zum Freiblasen des Brennstoffzellensystems reduziert werden. Insgesamt kann durch die Schritte e) und f) der Trocknungsvorgang verbessert werden und das Risiko vermieden werden, dass im Brennstoffzellensystem Wasserreste verbleiben.

**[0023]** Des Weiteren stellt die Erfindung ein System mit einem Brennstoffzellensystem und einer fahrzeugexternen Überwachungseinheit bereit, wobei die fahrzeugexterne Überwachungseinheit dazu ausgelegt ist, ein Verfahren wie oben beschrieben auszuführen. Die fahrzeugexterne Überwachungseinheit kann dabei mithilfe eines fahrzeugexternen Datendienstes und/oder eines fahrzeugexternen Datenspeichers realisiert sein. Mithilfe des erfindungsgemäßen Systems werden die gleichen Vorteile erreicht, die oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben wurden, auf welche vorliegend vollumfänglich Bezug genommen wird.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren und deren Weiterbildungen sowie Vorteile und das erfindungsgemäße System und seine Weiterbildungen sowie seine Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

**Fig. 1** einen schematischen Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens und

**Fig. 2** eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems mit einem Brennstoffzellensystem und einer fahrzeugexternen Überwachungseinheit.

**[0025]** In den nachfolgenden Figuren sind funktionsgleiche Merkmale mit den identischen Bezugszeichen versehen.

**[0026]** Die **Fig. 1** zeigt einen Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens mithilfe eines Algorithmus. Das Verfahren dient zum Abstellen eines Brennstoffzellensystems **100** eines Kraftfahrzeuges, welches in der **Fig. 2** gezeigt ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

- a) Übermitteln mindestens einer Koordinate **K** des Kraftfahrzeuges, bspw. GPS-Position, an eine fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110**, die in der **Fig. 2** beispielhaft gezeigt ist,
- b) Bestimmen eines Betriebsparameters **T, P, F** des Brennstoffzellensystems **100** durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110** anhand der Koordinate **K** des Kraftfahrzeuges,
- c) Überprüfen durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110**, ob der bestimmte Betriebsparameter **T, P, F** innerhalb eines zulässigen Wertebereiches **T1-T2, P1-P2, F1-F2** liegt,
- d) Einleiten mindestens eines Trocknungsvorganges des Brennstoffzellensystems **100** im Kraftfahrzeug, wenn sich der bestimmte Betriebsparameter **T, P, F** außerhalb des zulässigen Wertebereiches **T1-T2, P1-P2, F1-F2** befindet.

**[0027]** Vor dem Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Betrieb des Brennstoffzellensystems **100** beendet.

**[0028]** Im Schritt a) kann bspw. eine GPS-Koordinate **K** des Kraftfahrzeuges, bspw. durch eine Navigationseinheit **104** des Kraftfahrzeuges, an die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110** übermittelt werden, die Energie aus der Fahrzeugbatterie beansprucht und die bspw. durch einen externen Datendienst **111** und/oder einen externen Datenspeicher **112** (eine sog. Cloud-Lösung) realisiert wird. Somit kann die Speicher- und/oder Rechnerleistung zum Durchführen des Verfahrens auf eine vorteilhafte Weise ausgelagert werden, damit kraftfahrzeugseitig keine Energie verbraucht wird.

**[0029]** Zudem kann im Schritt a) vorgesehen sein, dass eine fahrzeugseitige Steuereinheit **105** des Brennstoffzellensystems **100** abgeschaltet wird. Im Rahmen der Erfindung kann die kraftfahrzeugseitige Steuereinheit **105** erst im Schritt d) geweckt werden, um einen Trocknungsvorgang des Brennstoffzellensystems **100** einzuleiten.

**[0030]** Im Schritt b) kann als Betriebsparameter **T, P, F** des Brennstoffzellensystems **100** mindestens eine Temperatur **T**, ein Druck **P** oder eine relative Feuchte **F** innerhalb und/oder außerhalb des Brennstoffzel-

lensystems **100**, vorzugsweise durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110**, bestimmt werden.

**[0031]** Im Schritt b) kann mindestens ein aktueller Betriebsparameter **T**, **P**, **F** des Brennstoffzellensystems **100** durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110** punktuell und/oder kontinuierlich bestimmt und/oder prognostiziert werden. Hierzu können lokale Wetterdaten **W(K)** und/oder Umgebungsbedingungen **G(K)** in Abhängigkeit von der Fahrzeugposition **K** berücksichtigt werden.

**[0032]** Im Schritt c) kann zumindest ein zulässiger Wertebereich **T1-T2**, **P1-P2**, **F1-F2** des mindestens einen Betriebsparameters **T**, **P**, **F** berücksichtigt werden, um festzustellen, ob ein Trocknungsvorgang notwendig ist.

**[0033]** Im Schritt d) kann die fahrzeugseitige Steuereinheit **105** durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110** geweckt werden, um mindestens einen Trocknungsvorgang des Brennstoffzellensystems **100** einzuleiten. Danach kann die Steuereinheit **105** wieder ausgeschaltet werden.

**[0034]** Im Rahmen der Erfindung wird beim Abstellen des Brennstoffzellensystems **100** nur dann und/oder erst dann ein Trocknungsvorgang eingeleitet, wenn mindestens ein Betriebsparameter **T**, **P**, **F** des Brennstoffzellensystems **100** außerhalb eines zulässigen Wertebereiches **T1-T2**, **P1-P2**, **F1-F2** liegt, liegen wird und/oder voraussichtlich liegen wird. Dies kann entweder direkt beim Abstellen des Brennstoffzellensystems **100** und/oder erst nach einiger Zeit, bspw. in der Nacht, der Fall sein. Dabei kann der erfindungsgemäße Trocknungsvorgang sogar dann eingeleitet werden, wenn das Brennstoffzellensystem **100** bereits seit Stunden abgestellt und eine fahrzeugseitige Steuereinheit **105** ausgeschaltet wurde. Die Erfindung unterscheidet somit zwischen den Fällen, wann das restliche Produktwasser selbstständig verdunsten kann und wann ein Trocknungsvorgang tatsächlich nötig ist.

**[0035]** Temperatur **T**, Druck **P** und/oder Feuchtigkeit **F** der Umgebung können die Betriebsparameter **T**, **P**, **F** innerhalb des Brennstoffzellensystems **100** beeinflussen. Die Erfindung erkennt, dass die Umgebungsparameter **T**, **P**, **F** von dem Ort abhängig sind, wo das Kraftfahrzeug abgestellt wurde, somit kann eine separate Messung der Umgebungsparameter **T**, **P**, **F** und/oder der Betriebsparameter **T**, **P**, **F** innerhalb des Brennstoffzellensystems **100** erspart werden.

**[0036]** Hierzu kann die (Geo-) Koordinate **K** des Kraftfahrzeuges und somit des Brennstoffzellensystems **100** an die externe Überwachungseinheit **110**, bspw. durch die Navigationseinheit **104** des Kraftfahrzeuges, übermittelt werden.

**[0037]** Die externe Überwachungseinheit **110** benutzt die(Geo-) Koordinate **K** des Kraftfahrzeuges, um aktuelle Wetterdaten **W(K)** und/oder deren Verlauf sowie Umgebungsdaten **G(K)** zu ermitteln und/oder zu messen, die wiederum einen Aufschluss darüber geben können, wie der mindestens eine Betriebsparameter **T**, **P**, **F** des Brennstoffzellensystems **100** zurzeit ist und/oder wie er sich mit der Zeit **t** entwickeln wird. Vorzugsweise kann dabei eine geplante Parkdauer berücksichtigt werden.

**[0038]** Die Wetterdaten können bspw. von einem Wetterdienst, bspw. über das Internet **120**, bezogen werden und/oder durch ein spezielles Überwachungssystem, bspw. aus mehreren Wetterstationen, gemessen werden. Den Abruf der Wetterdaten übernimmt die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110**, sodass die fahrzeugseitige Steuereinheit **105** nach dem Abstellen des Brennstoffzellensystems **100** ausgeschaltet bleiben kann.

**[0039]** Wie rechts in der **Fig. 1** angedeutet ist, kann die fahrzeugexterne Überwachungseinheit **110** im Schritt c) eine Entwicklung des Betriebsparameters **T**, **P**, **F** des Brennstoffzellensystems **100** mit der Zeit **t** prognostizieren, bspw. schätzen und/oder berechnen, um mindestens einen Timer  $\Delta t$  für den Schritt d) bereitzustellen. Somit kann die Rechenkapazität zum Durchführen des Verfahrens gespart werden, weil die Wetterdaten **W(K)** nicht permanent abgerufen werden müssen.

**[0040]** Wie aus der **Fig. 1** zudem zu erkennen ist, kann das Verfahren mindestens einen weiteren Schritt aufweist:

- e) Ausblasen von Feuchtigkeit aus einer Kathode **101** des Brennstoffzellensystems **100**, oder
- f) Ausblasen von Feuchtigkeit aus einer Anode **102** des Brennstoffzellensystems **100**.

**[0041]** Im Schritt e) kann somit das Produktwasser auf der Kathodenseite des Brennstoffzellensystems **100** ausgeblasen werden. Hierbei kann eine Dauer für den Trocknungsvorgang eingestellt werden, um sicherzustellen, dass das Restwasser aus der Anode **102** in die Kathode **101** reindiffundiert ist. Im Schritt f) kann zudem das Restwasser aus der Anode **102** aktiv ausgeblasen werden, dass nach dem Abstellen des Brennstoffzellensystems **100** in die Kathode **101** diffundieren kann. Somit kann der Trocknungsvorgang verbessert und beschleunigt sowie das Risiko vermieden werden, dass im Brennstoffzellensystem **100** Wasserreste verbleiben.

**[0042]** Wie weiter unten in der **Fig. 1** gezeigt ist, können im Schritt c) unterschiedliche Wertebereiche  $T_i$ - $T_{i+1}$  überprüft werden, um mehrere Trocknungsvorgänge einzuleiten. Somit kann z. B. bei einer Umgebungstemperatur von  $5^\circ\text{C}$  (mit Prognose auf weite-

re Absenkung) der erste Trocknungsvorgang initiiert werden, ein zweiter bei 3°C und ein dritter bei 1°C. So kann das kondensierte Wasser besser ausgetragen werden.

**[0043]** Mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Gefahr des Einfrierens des restlichen Produktwassers im Brennstoffzellensystem **100** und der Energieaufwand für die Trocknungsvorgänge deutlich reduziert werden. Insgesamt wird somit die Funktionalität des Brennstoffzellensystems **100** erheblich verbessert und seine Lebensdauer erhöht.

**[0044]** Die **Fig. 2** zeigt schließlich ein erfindungsgemäßes System mit einem Brennstoffzellensystem **100** mit einer externen Überwachungseinheit **110**, wobei eine Kathode **101**, eine Membran **103** und eine Anode **102** umfasst sind. Zudem kann das erfindungsgemäße System auf der Kraftfahrzeugseite eine Navigationseinheit **104** und eine Steuereinheit **105** aufweisen. Ferner ist es denkbar, dass sich ein Benutzer über ein Mobiltelefon **106** im System einbinden kann, um bspw. mindestens einen Schritt des Verfahrens auszuführen und/oder mehrere Verfahrensschritte zu visualisieren. Auf der Seite der Überwachungseinheit **110**, die mithilfe eines fahrzeugexternen Datendienstes **111** und/oder eines fahrzeugexternen Datenspeichers **112** realisiert werden kann, kann zudem mindestens eine Verbindung zum Internet **120** vorgesehen sein.

**[0045]** Die voranstehende Beschreibung der **Fig. 1** und **Fig. 2** beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern es technisch sinnvoll ist, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Abstellen eines Brennstoffzellensystems (100) eines Kraftfahrzeuges, aufweisend folgende Schritte:

- a) Übermitteln mindestens einer Koordinate (K) des Kraftfahrzeuges an eine fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110),
- b) Bestimmen eines Betriebsparameters (T, P, F) des Brennstoffzellensystems (100) durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110) anhand der Koordinate (K) des Kraftfahrzeuges,
- c) Überprüfen durch die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110), ob der bestimmte Betriebsparameter (T, P, F) innerhalb eines zulässigen Wertebereiches (T1-T2, P1-P2, F1-F2) liegt,
- d) Einleiten mindestens eines Trocknungsvorganges des Brennstoffzellensystems (100) im Kraftfahrzeug, wenn sich der bestimmte Betriebsparameter (T, P, W) außerhalb des zulässigen Wertebereiches (T1-T2, P1-P2, F1-F2) befindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt a) eine GPS-Position des Kraftfahrzeuges an die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110) übermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schritte b) und c) mithilfe eines fahrzeugexternen Datendienstes (111) und/oder eines fahrzeugexternen Datenspeichers (112) durchgeführt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt b) die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110) die aktuellen Wetterdaten (W) und/oder Umgebungsbedingungen (G) in Abhängigkeit von der Koordinate (K) des Kraftfahrzeuges berücksichtigt, insbesondere über das Internet (120), abrufen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt c) die fahrzeugexterne Überwachungseinheit eine Entwicklung des Betriebsparameters (T, P, W) des Brennstoffzellensystems (100) mit der Zeit (t) prognostiziert, insbesondere berechnet, um mindestens einen Timer ( $\Delta t$ ) für den Schritt d) bereitzustellen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt c) unterschiedliche Wertebereiche (Ti-Ti+1, Pi-Pi+1, Fi-Fi+1) überprüft werden, um mehrere Trocknungsvorgänge einzuleiten.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt d) eine kraftfahrzeugseitige Steuereinheit (105) geweckt wird, um einen Trocknungsvorgang des Brennstoffzellensystems (100) einzuleiten.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren mindestens einen weiteren Schritt aufweist:

- e) Ausblasen von Feuchtigkeit aus einer Kathode (101) des Brennstoffzellensystems (100), oder
- f) Ausblasen von Feuchtigkeit aus einer Anode (102) des Brennstoffzellensystems (100).

9. System mit einem Brennstoffzellensystem (100) und einer fahrzeugexternen Überwachungseinheit (110), **dadurch gekennzeichnet**, dass die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110) dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

10. System nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die fahrzeugexterne Überwachungseinheit (110) mithilfe eines fahrzeugexternen Daten-

dienstes (111) und/oder eines fahrzeugexternen Datenspeichers (112) realisiert ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

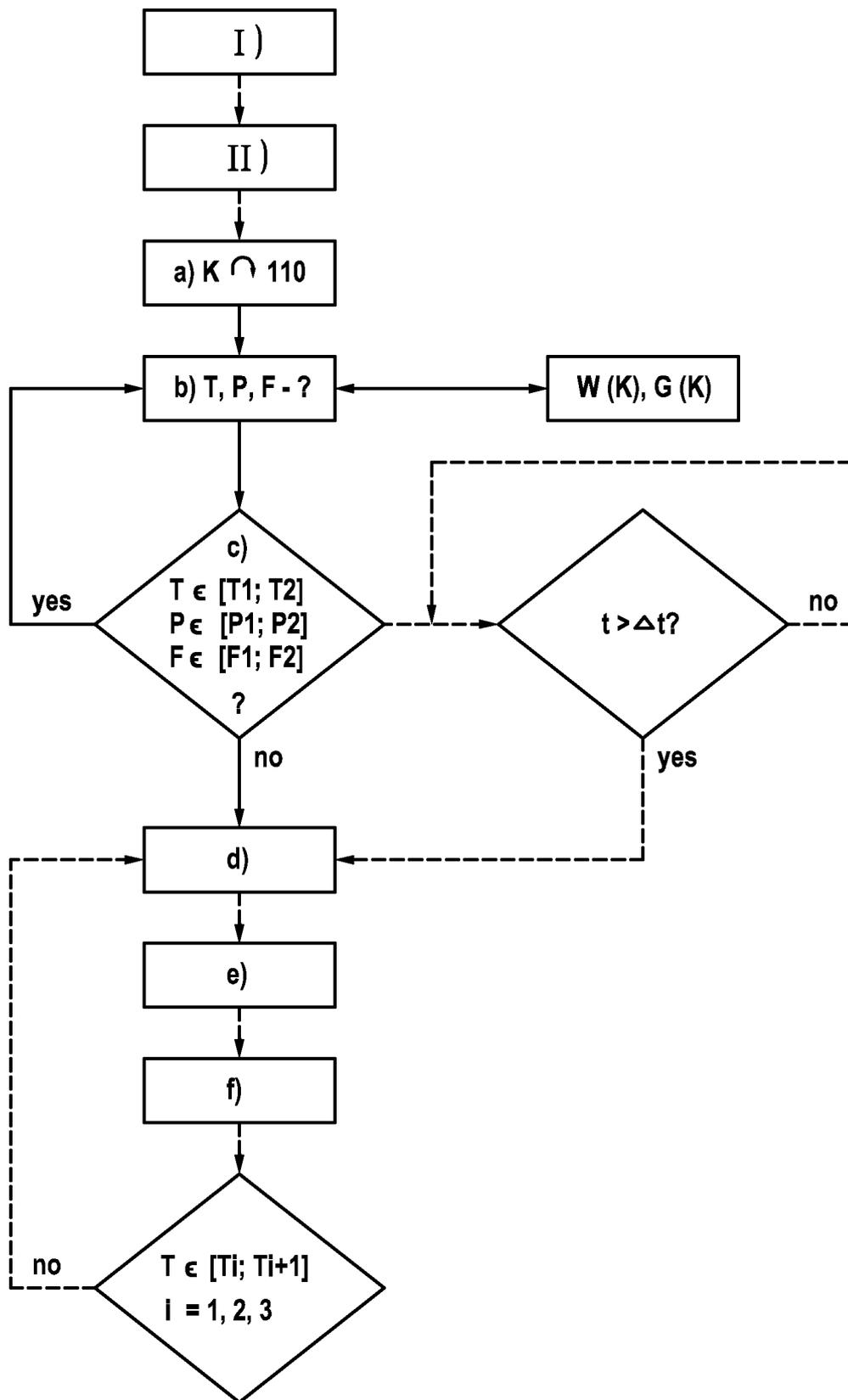


Fig. 2

