

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

**(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro**



A standard linear barcode is positioned horizontally across the page, serving as a unique identifier for the document.

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. März 2003 (06.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/019708 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01M 8/04

H01M 8/04

Henrik, Elias [NL/DE]; Falltorstrasse 43, 74172 Neckar-

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/07098

Hauptstrasse 29A, 38547 Calberlah (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juni 2002 (27.06.2002)

(74) Gemeinsamer Vertreter: AUDI AG; Finken, Thomas, Abteilung I/ET-3, 85045 Ingolstadt (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität: 101 40 176.0 22. August 2001 (22.08.2001) DE

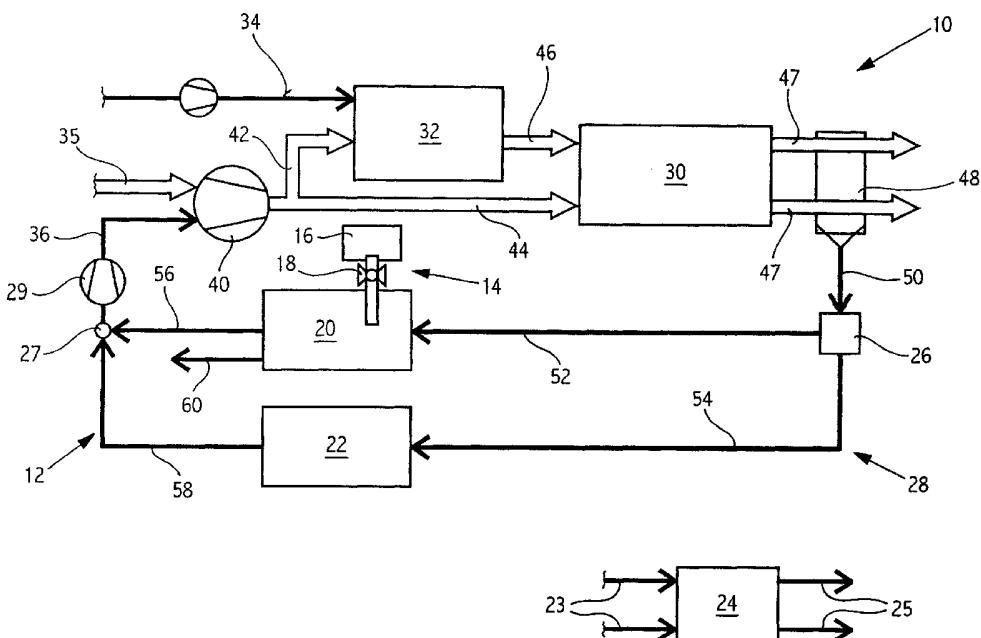
Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM WITH WATER SUPPLY DEVICE

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENSYSTEM MIT EINER WASSERZUFÜHREINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention concerns a fuel cell system (10), more particularly designed for a motor vehicle, comprising a water supply device (12) and characterized in that the water supply device (12) comprises an antifreeze feeding unit.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Brennstoffzellensystem mit einer Wasserzuführeinrichtung

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Wasserzuführeinrichtung, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Brennstoffzellensysteme der eingangs genannten Art sind bekannt. Sie enthalten eine Brennstoffzelleneinheit und eine Reformereinheit, wobei zur Stromerzeugung mittels der Brennstoffzelleneinheit Kraftstoff, Luft und Wasser benötigt wird. Dabei wird der Reformereinheit zur "on-board-Wasserstofferzeugung" Wasser zugeführt, wobei nach einer Stromerzeugung in der Brennstoffzelleneinheit Wasser wieder zurückgewonnen werden kann. Es ist somit möglich, einen geschlossenen Wasserkreislauf in einem derartigen Brennstoffzellensystem zu realisieren. Nachteilhafterweise kann aufgrund einer vorliegenden Kondensationsträgheit im Rahmen der Wasserrückgewinnung bei dynamischen Betriebslastsprüngen ein kurzzeitiger Wassermangel im Brennstoffzellensystem auftreten. Zur Dämpfung derartiger Engpasssituationen ist in bekannter Weise ein Wasserbehälter (Wasserspeicher) im Brennstoffzellensystem vorgesehen, welcher zur Überbrückung von kurzzeitigen Phasen unausgeglichener Wasserbilanz im Brennstoffzellensystem dient. Darüber hinaus dient ein derartiges Wasserreservoir zur Überbrückung von Kaltstartphasen der Reformereinheit, da in dieser Betriebsphase die Brennstoffzelleneinheit noch nicht aktiv ist und somit auch noch kein Wasser für die Reformereinheit rückgewonnen werden kann. Der Wasserbehälter (Wasserspeicher) dient somit zur Gewährleistung einer ausgeglichenen Wasserbilanz im Brennstoffzellensystem bei unterschiedlichen Betriebssituationen, insbesondere zur Überbrückung von Kaltstartphasen und von dynamisch auftretenden Betriebslastspitzen mit entsprechenden Wasserbedarfssprüngen. Nachteilhafterweise ist bei Umgebungstemperaturen von circa 0°C und kleiner in bekannten Brennstoffzellensystemen keine zuverlässige beziehungsweise zufriedenstellende Wasserzuführung gewährleistet.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Brennstoffzellensystem der eingangs genannten Art bereitzustellen, in welchem unabhängig von Kälteeinflüssen aus der Umgebung eine zuverlässige Wasserzuführung gewährleistet ist.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen, das sich dadurch auszeichnet, dass die Wasserzuführeinrich-

tung eine Frostschutzmittel-Zuführeinheit aufweist. Hierdurch wird eine hinreichende und zuverlässige Wasserzuführung zum Betreiben des Brennstoffzellensystems auch bei Umgebungstemperaturen um den Wassergefrierpunkt oder kälter ermöglicht, da durch Zugabe von Frostschutzmittel in das zum Betreiben des Brennstoffzellensystems vorgesehene Wasser das Brennstoffzellensystem in verhältnismäßig einfacher Weise frost-sicher betrieben werden kann.

Mit Vorteil ist die Frostschutzmittel-Zuführeinheit als Dosiereinheit ausgebildet. Hierdurch wird eine hinreichende Zuführung von Frostschutzmittel in das zum Betreiben des Brennstoffzellensystems vorgesehene Wasser gewährleistet, während gleichzeitig eine Verschwendug von Frostschutzmittel in Form einer Überdosierung vermieden werden kann.

Vorzugsweise enthält die Dosiereinheit einen Frostschutzmittel-Speicher und ein zwischengeschaltetes, mit der Wasserzuführeinrichtung wirkverbundenes Dosierventil. Dabei kann der Frostschutzmittelspeicher als austauschbarer und/oder nachfüllbarer Behälter ausgebildet sein. Das Dosierventil ist vorzugsweise variabel einstellbar, so dass eine in Bezug auf die Wasserzuführung betriebsparameterabhängige Zudosierung an Frostschutzmittel in das zum Betreiben des Brennstoffzellensystems vorgesehene Wasser möglich ist.

Gemäß einer möglichen Ausführungsform weist die Wasserzuführeinrichtung einen Wasserspeicher auf, der mittels der Frostschutzmittel-Zuführeinheit mit Frostschutzmittel beaufschlagbar ist unter Ausbildung eines Wasser-Frostschutzmittel-Gemischs. Der Wasserspeicher kann beispielsweise als Behälter ausgebildet sein und dient zur Überbrückung von Wasserzuführengässen, welche in Kaltstartphasen sowie während des Betriebs des Brennstoffzellensystems zum Beispiel bei dynamischen Lastspitzen auftreten können. Ferner ist es möglich, mittels Zuführung des Frostschutzmittels in einem Wasserspeicher ein mehr oder weniger homogenes Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch zu erzeugen, so dass im Vergleich zu einer inhomogeneren Verteilung des Frostschutzmittels im Wasser eine höhere Frostschutzsicherheit im Brennstoffzellensystem gewährleistet ist. Darüber hinaus ist eine verhältnismäßig genaue Bestimmung der jeweiligen Zudosierungsmenge an Frostschutzmittel möglich, da üblicherweise die im Wasserspeicher jeweils enthaltene Wassermenge relativ einfach festgestellt werden kann.

Entsprechend einer weiteren Ausführungsform weist die Wasserzuführeinrichtung zusätzlich einen weiteren, zweiten Wasserspeicher auf, der ausschließlich zur Zwischen-

speicherung von reinem Wasser dient. Somit enthält die Wasserzuführeinrichtung einen ersten Wasserspeicher mit Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch und einen zweiten Wasserspeicher mit reinem Wasser. Hierdurch ist es möglich, eine differenzierte Wasserzuführung im Brennstoffzellensystem in Abhängigkeit der jeweils vorliegenden Umgebungstemperatur zu realisieren. Dabei wird lediglich bei Umgebungstemperaturen um den Wassergefrierpunkt (0°C) oder kälter das Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch des ersten Wasserspeichers zum Betreiben des Brennstoffzellensystems eingesetzt, während bei frostunkritischen Umgebungstemperaturen alternativ oder zusätzlich reines Wasser aus dem zweiten Wasserspeicher zugeführt werden kann. Dies ermöglicht eine vorteilhafte Reduzierung des Frostschutzmittelverbrauchs bei gleichzeitiger Gewährleistung eines korrekten Betreibens des Brennstoffzellensystems.

Vorzugsweise sind der erste Wasserspeicher und der zweite Wasserspeicher zueinander parallel geschaltet. Dies ermöglicht die Durchführung einer flexiblen Wasser- und/oder Wasser-Frostschutzmittel-Gemischzuführung in Abhängigkeit der jeweils vorliegenden Umgebungstemperaturen unter gleichzeitiger Gewährleistung eines grundsätzlich anstrebenden reduzierten Verbrauchs an Frostschutzmittel.

Mit Vorteil ist eine zentrale Steuereinrichtung vorgesehen, die mit dem Dosierventil und mit mindestens einem Zufluss- und/oder Abflussventil des ersten Wasserspeichers und gegebenenfalls des zweiten Wasserspeichers operativ wirkverbunden ist. Hierdurch ist es möglich, eine automatisierte und gegebenenfalls differenzierte Wasserzuführung im Brennstoffzellensystem zu gewährleisten.

Vorteilhafterweise ist der erste und/oder zweite Wasserspeicher Teil eines Wasserrückführstrangs des Brennstoffzellensystems. Dies ermöglicht die Ausbildung eines geschlossenen Wasserkreislaufs im Brennstoffzellensystem.

Vorzugsweise ist eine mit der zentralen Steuereinrichtung wirkverbundene Messeinrichtung vorgesehen zur Ermittlung der Wassertemperatur in der Wasserzuführeinrichtung, insbesondere im ersten und/oder zweiten Wasserspeicher, und/oder zur Ermittlung der Außentemperatur. Hierbei wird unter Außentemperatur die jeweils vorliegende Umgebungstemperatur des Brennstoffzellensystems beziehungsweise des Kraftfahrzeugs verstanden. Dabei ist der Einsatz an Außentemperatursensoren in Kraftfahrzeugen üblicherweise bereits Teil einer Standardausführung, so dass auf ein derartiges Messin-

strument zur Realisierung einer zuverlässigen und gegebenenfalls differenzierten Wasserzuführung problemlos zurückgegriffen werden kann.

Gegebenenfalls kann die Messeinrichtung zusätzlich mindestens ein Füllstandsmesselement aufweisen zur Ermittlung der Wasser-Frostschutzmittel-Gemischmenge im ersten Wasserspeicher, der Wassermenge im zweiten Wasserspeicher und/oder der Frostschutzmittelmenge im Frostschutzmittel-Speicher. Die ermittelten Daten einer derartigen Messeinrichtung dienen zur Gewährleistung einer hinreichenden Frostschutzmittel-Zudosierung, wobei gleichzeitig eine effektive Frostschutzmittel-Verbrauchsreduzierung möglich ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Messeinrichtung auch mindestens ein Dichtemesselement aufweisen zur Dichtemessung des im ersten Wasserspeicher enthaltenen Wasser-Frostschutzmittel-Gemischs.

Mit Vorteil ist mindestens eine weitere Funktionseinheit unter Zwischenschaltung eines insbesondere automatisiert einstellbaren Ventils mit dem ersten Wasserspeicher wirkverbunden. Eine derartige weitere Funktionseinheit kann beispielsweise die Wasserzuführ-einrichtung einer oder mehrerer Scheibenwischsanlagen eines Kraftfahrzeugs sein.

Das Frostschutzmittel ist vorzugsweise eine wasserlösliche, organische Substanz, insbesondere Glykol. Ein derartiges Frostschutzmittel wirkt sich nicht negativ auf den Reformierungsprozess und somit auf ein korrektes Betreiben des Brennstoffzellensystems aus.

Das Brennstoffzellensystem kann ein Hauptantriebsaggregat eines Kraftfahrzeugs oder auch eine Brennstoffzellen-Hilfseinrichtung zur bedarfsweisen elektrischen Energieversorgung mindestens eines elektrischen Verbrauchers in einem Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor sein.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand einer zugehörigen Zeichnung näher erläutert. In einer einzigen Figur ist ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem anhand eines Blockschaltbildes dargestellt.

Die Figur zeigt in schematischer Darstellung ein allgemein mit 10 bezeichnetes Brennstoffzellensystem, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs (nicht dargestellt). Das Brennstoffzellensystem 10 enthält eine Brennstoffzelleneinheit 30, eine Reformereinheit 32 und

eine Wasserzuführeinrichtung 12. Die Wasserzuführeinrichtung 12 enthält einen ersten Wasserspeicher 20 und einen zweiten Wasserspeicher 22. Die Wasserspeicher 20, 22 können als Behälter ausgebildet sein. Der erste Wasserspeicher 22 ist mit einer Frostschutzmittel-Zuführeinheit 14 verbunden. Die Frostschutzmittel-Zuführeinheit 14 enthält einen Frostschutzmittel-Speicher 16 und ein Dosierventil 18, das zwischen dem Frostschutzmittel-Speicher 16 und dem ersten Wasserspeicher 20 geschaltet ist. Der Frostschutzmittel-Speicher 16 ist vorzugsweise als auffüllbarer und von der Frostschutzmittel-Zuführeinheit 14 trennbarer Behälter ausgebildet. Der zweite Wasserspeicher 22 dient zur Speicherung von reinem Wasser. Abgasaustrittsseitig der Brennstoffzelleneinheit 30 ist ein Wasserabscheider 48 vorgesehen, der mit dem ersten und zweiten Wasserspeicher 20, 22 verbunden ist unter Ausbildung eines geschlossenen Wasserkreislaufs im Brennstoffzellensystem 10.

Zum Betreiben des Brennstoffzellensystems 10 wird Kraftstoff gemäß Pfeil 34 der Reformereinheit 32 zugeführt, während Luft gemäß Pfeil 35 und Wasser gemäß Pfeil 36 zu einem Fördermittel 40 geleitet und anschließend als Luft-Wasser-Teilstrom entsprechend Pfeil 42 zur Reformereinheit 32 gefördert wird. In der Reformereinheit 32 findet ein an sich bekannter Reformierungsprozess statt. Die Reformereinheit 32 ist an ihrer Austrittsseite mittels einer Leitung (Pfeil 46) mit der Brennstoffzelleneinheit 30, insbesondere mit deren Anode, verbunden. Ferner ist das Fördermittel 40 zur Zuführung eines Luft-Wasser-Reststroms in die Brennstoffzelleneinheit 30 (Kathode) mit selbiger verbunden (Pfeil 44). Die Brennstoffzelleneinheit 30 dient zur Erzeugung eines elektrischen Stromes und ist an sich bekannt. Das gemäß Pfeilen 47 weitergeleitete Brennstoffzellen-Abgas wird durch einen Wasserabscheider 48 geführt, welcher mittels einer Wasserrückführleitung (Pfeil 50) mit einem Drei-Wege-Ventil 26 verbunden ist. Vom Drei-Wege-Ventil 26 führt eine Wasserleitung (Pfeil 52) zum ersten Wasserspeicher 20 und eine weitere Wasserleitung (Pfeil 54) zum zweiten Wasserspeicher 22. Die Wasserspeicher 20, 22 sind jeweils mit einer Wasserleitung (Pfeile 56,58) mit einer Verbindungsstelle 27 verbunden, von welcher eine Wasserzuführleitung (Pfeil 36) zum Fördermittel 40 unter Zwischen schaltung eines weiteren Fördermittels 29 (Flüssigkeitspumpe) führt. Ferner ist der erste Wasserspeicher 20 mit mindestens einer weiteren Funktionseinheit, beispielsweise einer Wasserzuführeinrichtung einer Scheibenwischeranlage des Kraftfahrzeugs, verbunden (Pfeil 60).

Eine zentrale Steuereinrichtung 24 dient zur automatisierten und flexiblen Wasserzuführung, gegebenenfalls mit Frostschutzmittel, im Brennstoffzellensystem 10. Hierzu ist die

zentrale Steuereinrichtung 24 mit dem Dosierventil 18 und dem Drei-Wege-Ventil 26 operativ wirkverbunden (Pfeile 25). Zur Gewährleistung einer frostsicheren Wasserzuführung ist die zentrale Steuereinrichtung 24 ferner mit einer nicht dargestellten Messeinrichtung wirkverbunden (Pfeile 23), mittels welcher Informationen in Bezug auf die jeweils vorliegende Außentemperatur des Kraftfahrzeugs an die zentrale Steuereinrichtung 24 weitergegeben werden. Gegebenenfalls können auch zusätzliche Betriebsinformationen des Brennstoffzellensystems 10 an die zentrale Steuereinrichtung 24 übertragen werden, beispielsweise die jeweilige Wassertemperatur in der Wasserzuführreinrichtung 12, der jeweilige Füllstand im ersten Wasserspeicher 20, im zweiten Wasserspeicher 22 und/oder im Frostschutzmittelspeicher 16, und ähnliches.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Wasserzuführ-einrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wasserzuführeinrichtung (12) eine Frostschutzmittel-Zuführeinheit (14) aufweist.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frost-schutzmittel-Zuführeinheit (14) als Dosiereinheit ausgebildet ist.
3. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-kennzeichnet**, dass die Dosiereinheit (14) einen Frostschutzmittel-Speicher (16) und ein zwischengeschaltetes, mit der Wasserzuführeinrichtung (12) wirkverbundenes Dosieren-til (18) aufweist.
4. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-kennzeichnet**, dass das Dosierventil (18) variabel einstellbar ist.
5. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-kennzeichnet**, dass die Wasserzuführeinrichtung (12) einen Wasserspeicher (20) auf-weist, der mittels der Frostschutzmittel-Zuführeinheit (14) mit Frostschutzmittel beaufschlagbar ist unter Ausbildung eines Wasser-Frostschutzmittel-Gemischs.
6. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-kennzeichnet**, dass die Wasserzuführeinrichtung (12) zusätzlich einen weiteren, zweiten Wasserspeicher (22) aufweist, der ausschließlich zur Zwischenspeicherung von reinem Wasser dient.
7. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-kennzeichnet**, dass der erste Wasserspeicher (20) und der zweite Wasserspeicher (22) zueinander parallel geschaltet sind.
8. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-kennzeichnet**, dass eine zentrale Steuereinrichtung (24) vorgesehen ist, die mit dem

Dosierventil (18) und mit mindestens einem Zufluss- und/oder Abflussventil (26) des ersten Wasserspeichers (20) und gegebenenfalls des zweiten Wasserspeichers (22) operativ wirkverbunden ist.

9. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und/oder zweite Wasserspeicher (20,22) Teil eines Wasserrückführstrangs (28) des Brennstoffzellensystems (10) ist.

10. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine mit der zentralen Steuereinrichtung (24) wirkverbundene Messeinrichtung vorgesehen ist zur Ermittlung der Wassertemperatur in der Wasserzuführseinrichtung (12), insbesondere im ersten und/oder zweiten Wasserspeicher (20,22), und/oder zur Ermittlung der Außentemperatur.

11. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung mindestens ein Füllstandselement aufweist zur Ermittlung der Wasser-Frostschutzmittel-Gemischmenge im ersten Wasserspeicher (20), der Wassermenge im zweiten Wasserspeicher (22) und/oder der Frostschutzmittelmenge im Frostschutzmittel-Speicher (16).

12. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung mindestens ein Dichtemesselement aufweist zur Dichtemessung des im ersten Wasserspeicher (20) enthaltenen Wasser-Frostschutzmittel-Gemischs.

13. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine weitere Funktionseinheit (60) unter Zwischenschaltung eines insbesondere automatisiert einstellbaren Ventils mit dem ersten Wasserspeicher (20) wirkverbunden ist.

14. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Frostschutzmittel eine wasserlösliche, organische Substanz, insbesondere Glykol ist.

15. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es ein Hauptantriebsaggregat eines Kraftfahrzeugs oder eine

Brennstoffzellen-Hilfseinrichtung zur bedarfsweisen elektrischen Energieversorgung mindestens eines elektrischen Verbrauchers in einem Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor ist:

I/I

