

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50526/2019
(22) Anmeldetag: 13.06.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2021

(51) Int. Cl.: **H01M 8/04223** (2016.01)
H01M 8/04089 (2016.01)
H01M 8/0438 (2016.01)
H01M 8/0444 (2016.01)
H01M 8/04746 (2016.01)
H01M 8/04791 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2017305295 A1
US 2018366753 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Trojer Stefan Dipl.Ing.
9909 Leisach (AT)
Schubert Thomas BSc
8323 St. Marein bei Graz (AT)

(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.
8020 Graz (AT)

(54) **Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines Brennstoffzellensystems**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines Brennstoffzellensystems (1), das wenigstens einen Brennstoffzellenstapel (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4), eine Anodenzuführleitung (5) zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle (6) zum Anodenabschnitt (3), eine Brennstoffzuführvorrichtung (7) zum Zuführen des Brennstoffs in der Anodenzuführleitung (5) zum Anodenabschnitt (3), eine Anodenauslassleitung (8) zum Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt (3) in die Umgebung, und eine Spüleinheit (9) zum Spülen des Anodenabschnitts (3) umfasst, aufweisend die Schritte: Ermitteln einer Spülzeit, in welcher der Anodenabschnitt (3) durch die Spüleinheit (9) gespült werden soll, und Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung (7) von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb anhand der ermittelten Spülzeit, wobei das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit durchgeführt wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Brennstoffzellensystem (1), ein Computerprogrammprodukt (16) sowie ein Speichermittel mit einem darauf gespeicherten Computerprogrammprodukt (16) zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

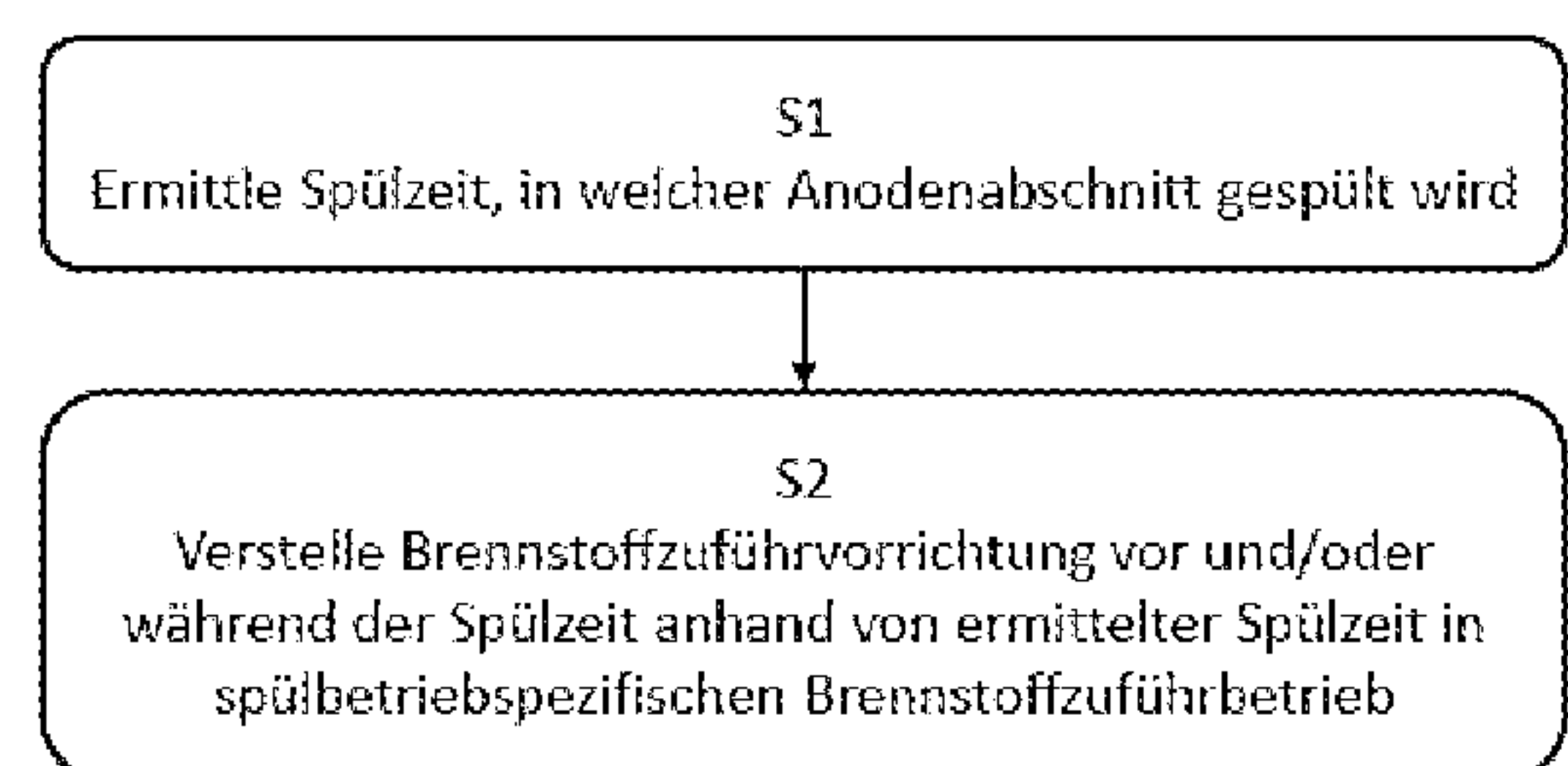


Fig. 2

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines Brennstoffzellensystems (1), das wenigstens einen Brennstoffzellenstapel (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4), eine Anodenzuführleitung (5) zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle (6) zum Anodenabschnitt (3), eine Brennstoffzuführvorrichtung (7) zum Zuführen des Brennstoffs in der Anodenzuführleitung (5) zum Anodenabschnitt (3), eine Anodenauslassleitung (8) zum Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt (3) in die Umgebung, und eine Spüleinheit (9) zum Spülen des Anodenabschnitts (3) umfasst, aufweisend die Schritte: Ermitteln einer Spülzeit, in welcher der Anodenabschnitt (3) durch die Spüleinheit (9) gespült werden soll, und Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung (7) von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb anhand der ermittelten Spülzeit, wobei das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit durchgeführt wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Brennstoffzellensystem (1), ein Computerprogrammprodukt (16) sowie ein Speichermittel mit einem darauf gespeicherten Computerprogrammprodukt (16) zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2

Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines Brennstoffzellensystems

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, aufweisend einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt, eine Anodenzuführleitung zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle zum Anodenabschnitt, eine Brennstoffzuführvorrichtung zum Zuführen des Brennstoffs in der Anodenzuführleitung zum Anodenabschnitt, eine Anodenauslassleitung zum Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt in die Umgebung, und eine Spüleinheit zum Spülen des Anodenabschnitts. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines derartigen Brennstoffzellensystems. Außerdem betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt zum Durchführen eines solchen Verfahrens sowie ein Speichermittel zum Speichern eines Computerprogrammprodukts.

Eine gattungsgemäße Spüleinheit wird in einem Brennstoffzellensystem in einer Anodenauslassleitung zum Spülen des Anodenabschnitts verwendet. Die Spüleinheit wird hierbei insbesondere dazu verwendet, um Stickstoff im Anodenabschnitt von dort weg in die Umgebung zu befördern. Der Stickstoff kann vom Kathodenabschnitt des Brennstoffzellenstapels durch die Membran des Brennstoffzellenstapels in den Anodenabschnitt und von dort in die Anodenauslassleitung gelangen. Von da aus kann der Stickstoff zusammen mit Brennstoff, beispielsweise in Form von Wasserstoff, über eine Rezirkulationsleitung und eine Anodenzuführleitung wieder in den Anodenabschnitt gelangen. Um ein solches Gemisch zeitweise abzuführen, kann der Anodenabschnitt durch die Spüleinheit, beispielsweise durch Öffnen eines Spülventils der Spüleinheit, gespült werden. Sobald das Spülventil geöffnet wird bzw. der Spülvorgang gestartet wird, sinkt der Druck im Anodenabschnitt. Ein solcher Druckabfall kann zu einer kritischen Druckdifferenz zwischen dem Anodenabschnitt und dem Kathodenabschnitt führen, durch welche die Membran beschädigt werden kann. Um dies zu verhindern, ist es im Stand der Technik bekannt, einen solchen Druckabfall mit Sensoreinheiten zu erkennen. Sobald der Druckabfall erkannt wird, kann beispielsweise durch eine geeignete Ansteuerung des Injektors dem Druckabfall entgegengewirkt werden. Die Spülvorgänge finden im hochdynamischen Betrieb des Brennstoffzellensystems jedoch relativ häufig statt und durch die Verzögerung zwischen dem Druckabfall und dem Ergreifen der Gegenmaßnahmen

kann es trotzdem zu unerwünschten Druckabfällen und daraus resultierenden Spannungsschäden im Brennstoffzellenstapel kommen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, der voranstehend beschriebenen Problematik zumindest teilweise Rechnung zu tragen. Insbesondere ist es Aufgabe
5 der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines Brennstoffzellensystems sowie ein solches Brennstoffzellensystem zu schaffen, mit welchen Spannungsschäden auf einfache und zuverlässige Weise verhindert werden können. Ferner ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein
Computerprogrammprodukt sowie ein Speichermittel mit einem darauf gespeicherten
10 Computerprogrammprodukt zum Durchführen eines solchen Verfahrens zur Verfügung zu stellen.

Die voranstehende Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Insbesondere wird die voranstehende Aufgabe durch das Verfahren gemäß Anspruch 1, das Brennstoffzellensystem gemäß Anspruch 5, das Computerprogrammprodukt gemäß
15 Anspruch 9 sowie das Speichermittel gemäß Anspruch 10 gelöst. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem, dem erfindungsgemäßen
20 Computerprogrammprodukt, dem erfindungsgemäßen Speichermittel und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines Brennstoffzellensystems vorgeschlagen. Das
25 Brennstoffzellensystem weist wenigstens einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt, eine Anodenzuführleitung zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle zum Anodenabschnitt, eine Brennstoffzuführvorrichtung zum Zuführen des Brennstoffs in der Anodenzuführleitung zum Anodenabschnitt, eine Anodenauslassleitung zum
30 Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt in die Umgebung, und eine Spüleinheit zum Spülen des Anodenabschnitts, auf. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Ermitteln einer Spülzeit, in welcher der Anodenabschnitt durch die Spüleinheit gespült werden soll, und
- Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb anhand der ermittelten
5 Spülzeit, wobei das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit durchgeführt wird.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Brennstoffzuführvorrichtung demnach bereits dann in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb
10 eingestellt, wenn der Spülvorgang noch gar nicht stattgefunden hat oder zumindest noch nicht vollständig stattgefunden hat. D.h., erfindungsgemäß kann die Brennstoffzuführvorrichtung mit Blick auf den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb bzw. jeweils auf jeden spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb vorausschauend eingestellt werden. Dies wird vorliegend
15 insbesondere mit dem Ziel umgesetzt, einen etwaigen Druckunterschied zwischen dem Anodenabschnitt und dem Kathodenabschnitt möglichst präventiv zu verhindern und nicht, wie bisher üblich, nachträglich zu korrigieren. Mit anderen Worten, die Brennstoffzuführvorrichtung kann vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb anhand der ermittelten Spülzeit für einen präventiven
20 Druckausgleich zwischen dem Anodenabschnitt und dem Kathodenabschnitt verstellt werden.

Die Brennstoffzuführvorrichtung wird dafür vorzugsweise dahingehend verstellt, dass im spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb im Vergleich zum Normalbetrieb ein Massenstrom des Brennstoffs erhöht wird, wodurch der gewünschte
25 Druckausgleich entsprechend realisiert werden kann.

Die Brennstoffzuführeinheit ist vorzugsweise in und/oder an der Anodenzuführleitung angeordnet. D.h., die Brennstoffzuführeinheit kann einen Teil der Anodenzuführleitung bilden. Die Brennstoffzuführeinheit kann entsprechend stromaufwärts des Anodenabschnitts und stromabwärts der Brennstoffquelle
30 angeordnet sein. Die Brennstoffquelle kann in Form eines Brennstofftanks bereitgestellt sein.

Die Spüleinheit ist vorzugsweise in und/oder an der Anodenauslassleitung angeordnet. D.h., die Spüleinheit kann einen Teil der Anodenauslassleitung bilden. Die Spüleinheit kann entsprechend stromabwärts des Anodenabschnitts angeordnet sein. Die Spüleinheit ist vorzugsweise in Form eines Spülventils bzw. Auslassventils

5 ausgestaltet oder weist ein entsprechendes Ventil auf. Das Spülventil kann zum Spülen des Anodenabschnitts von einem Sperrzustand in einen Durchlasszustand geschaltet werden.

Unter der Anodenzuführleitung kann eine Anodengaszuführleitung verstanden werden, durch die ein Betriebsfluid wie Wasserstoff und/oder ein

10 kohlenwasserstoffhaltiger Brennstoff, ggf. zusammen mit Wasserdampf, zu einem Eingangsabschnitt des Anodenabschnitts geleitet werden können. Unter der Anodenauslassleitung kann eine Anodenabgasleitung verstanden werden, die Anodengas bzw. verbrauchten Brennstoff durch einen Ausgangsabschnitt des Anodenabschnitts in die Umgebung leitet. Unter der Anodengaszuführleitung und der

15 Anodengasauslassleitung kann jeweils ein entsprechendes Leitungssystem verstanden werden. D.h., die jeweilige Leitung muss nicht auf eine einzige Rohrleitung beschränkt betrachtet werden, sondern kann auch Funktionsbauteile aufweisen, durch welche das jeweilige Fluid zumindest teilweise geleitet werden kann.

20 Das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb wird vorzugsweise ausschließlich zeitlich vor der ermittelten Spülzeit, also noch vor Beginn des Spülvorgangs, durchgeführt. Gleichwohl kann die Brennstoffzuführvorrichtung auch zu einem Startzeitpunkt des Spülens und/oder kurz darauf in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb geschaltet werden.

25 Der wenigstens eine Brennstoffzellenstapel weist jeweils einen Anodenabschnitt, einen Kathodenabschnitt sowie eine Elektrolytmembran, die sandwichartig zwischen dem Anodenabschnitt und dem Kathodenabschnitt aufgenommen ist, auf. Die Brennstoffzuführvorrichtung kann vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb anhand der ermittelten Spülzeit für einen präventiven

30 Druckausgleich zwischen dem Anodenabschnitt und dem Kathodenabschnitt zum Schutz der Elektrolytmembran verstellt werden.

Unter der Spülzeit ist die Zeit zu verstehen, in welcher der Spülvorgang zum Spülen des Anodenabschnitts und/oder eines Anodenpfades, welcher zumindest teilweise die Anodenzuführleitung, die Anodenauslassleitung sowie eine Rezirkulationsleitung zur Rezirkulation von Anodenabgas in die Anodenzuführleitung und/oder in den

5 Anodenabschnitt aufweist, durchgeführt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass die Brennstoffzuführvorrichtung zumindest einen Injektor aufweist und durch das Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb ein Tastgrad und/oder eine

10 Einspritzfrequenz des Injektors verstellt werden. Durch die Verstellung bzw. Regelung des Tastgrades und/oder der Einspritzfrequenz des Injektors lässt sich auf einfache und zuverlässige Weise Einfluss auf den Brennstoffmassenstrom zum Anodenabschnitt nehmen. Entsprechend einfach und zuverlässig kann auf

15 Druckausgleich realisiert werden. Der Injektor kann in Form einer Einspritzdüse, eines Ejektors oder vorzugsweise als Injektor-Ejektor ausgestaltet sein. Unter dem Tastgrad ist ein Ansteuergrad bzw. ein Duty Cycle zu verstehen, der für eine periodische Folge von Impulsen gemäß Normung das Verhältnis der Impulsdauer zur Periodendauer angibt. Der Tastgrad liegt in einem Bereich zwischen 0 und 1 bzw.

20 0% und 100%. Bei einem Verstellen des Injektors vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb kann der Wert des Tastgrades um einen vordefinierbaren und/oder berechenbaren Wert erhöht werden. Außerdem kann bei einem Verstellen des Injektors vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb die Einspritzfrequenz um einen

25 vordefinierbaren Wert erhöht werden. Durch ein Verstellen der Einspritzfrequenz wird eine Einspritzrate zum Einspritzen des Brennstoffs zum und/oder in den Anodenabschnitt verstellt. Erfindungsgemäß können auch zwei, drei oder mehr Injektoren vorgesehen sein. Günstig ist es, wenn dabei auch eine Rezirkulationsleitung vorgesehen ist.

30 Weiterhin ist es möglich, dass bei einem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung das Brennstoffzellensystem eine Rezirkulationsleitung zum Leiten von Anodenabgas vom Anodenabschnitt zur Brennstoffzuführvorrichtung sowie eine Rezirkulationspumpe zum Pumpen des Anodenabgases durch die

Rezirkulationsleitung zur Brennstoffzufuhrvorrichtung aufweist, wobei die
Rezirkulationspumpe anhand der ermittelten Spülzeit von einem Normalbetrieb in
einen spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb verstellt wird, und wobei das Verstellen in
den spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb zeitlich vor und/oder während der
5 ermittelten Spülzeit durchgeführt wird. Es hat sich gezeigt, dass es für den
gewünschten Druckausgleich von Vorteil ist, wenn auch der Pumpbetrieb der
Rezirkulationspumpe präventiv in einen vorbestimmbaren Betriebsmodus zum
geregelten Erhöhen des Massenstroms des rezirkulierten Anodenabgases eingestellt
wird. Auch dies lässt sich steuerungs- und/oder regelungstechnisch schnell, einfach
10 und zuverlässig realisieren. Die Rezirkulationspumpe ist mit Vorteil in Kombination
mit einem Druckregler eingebaut ist bzw. wird mit einem Druckregler verwendet

Grundsätzlich ist es günstig, wenn entweder die oben beschriebene, insbesondere
als Injektor-Ejektor-Prinzip angewandte, Injektor-Lösung oder eine
Rezirkulationspumpe mit Druckregler verwendet wird, wobei diese auch kombiniert
15 werden können. Von Vorteil ist es in jedem Fall, wenn eine Rezirkulationsleitung
vorgesehen ist. In dieser ist dann günstigerweise ein Injektor-Ejektor und/oder eine
Rezirkulationspumpe mit Druckregler angeordnet. Darüber hinaus ist es bei einem
erfindungsgemäßen Verfahren möglich, dass ein Druckunterschied zwischen dem
Anodenabschnitt und dem Kathodenabschnitt ermittelt, insbesondere kontinuierlich
20 ermittelt wird, wobei der spülbetriebspezifische Brennstoffzufuhrbetrieb der
Brennstoffzufuhrvorrichtung und/oder der spülbetriebspezifische Pumpbetrieb der
Rezirkulationspumpe anhand des ermittelten Druckunterschiedes geregelt werden.
Damit kann ein Differenzdruck zwischen dem Anodenabschnitt und dem
Kathodenabschnitt auf einfache und zuverlässige Weise durchgehend auf dem
25 gewünschten Wert gehalten werden. Das Verstellen der Brennstoffzufuhrvorrichtung
in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzufuhrbetrieb muss sich demnach nicht auf
einen einmaligen Steuerschritt beschränken, sondern kann vielmehr als
Regelschleife verstanden werden. Mit anderen Worten, der spülbetriebspezifische
Brennstoffzufuhrbetrieb kann vor und/oder während der ermittelten Spülzeit abhängig
30 von verschiedenen Messparametern kontinuierlich geregelt werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein
Brennstoffzellensystem zur Verfügung gestellt. Das Brennstoffzellensystem weist
einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem

- Kathodenabschnitt, eine Anodenzuführleitung zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle zum Anodenabschnitt, eine Brennstoffzuführvorrichtung zum Zuführen des Brennstoffs in der Anodenzuführleitung zum Anodenabschnitt, eine Anodenauslassleitung zum Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt
- 5 in die Umgebung des Brennstoffzellensystems, und eine Spüleinheit zum Spülen des Anodenabschnitts, auf. Das Brennstoffzellensystem weist ferner eine Spülzeitermittlungseinheit zum Ermitteln einer Spülzeit, in welcher der Anodenabschnitt durch die Spüleinheit gespült werden soll, und eine Verstelleinheit zum Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung von einem Normalbetrieb in einen
- 10 spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit anhand der ermittelten Spülzeit, auf. Damit bringt ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung beschrieben worden sind.
- 15 Entsprechend dem vorstehend beschriebenen Verfahren ist es bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem möglich, dass die Brennstoffzuführvorrichtung einen Injektor aufweist oder als ein solcher ausgestaltet ist und die Verstelleinheit wenigstens ein Stellmittel zum Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen
- 20 Brennstoffzuführbetrieb durch ein Verstellen eines Tastgrades und/oder einer Einspritzfrequenz des Injektors aufweist. Wie vorstehend bereits erwähnt, kann der Injektor in Form einer Einspritzdüse, eines Ejektors oder eines Injektor-Ejektors ausgestaltet sein. In letztgenannter Ausgestaltungsvariante kann der Injektor eine Düse zum Zuführen eines Primärbrennstoffs in Form des Brennstoffs von der
- 25 Brennstoffquelle in eine Mischkammer des Injektors aufweisen. Ferner kann der Injektor einen Sekundärbrennstoffeinlass zum Einlassen von Sekundärbrennstoff in Form von rezirkuliertem Anodenabgas in die Mischkammer aufweisen. Darüber hinaus kann der Injektor in diesem Fall einen Diffusor stromabwärts der Mischkammer sowie der Düse aufweisen, durch welchen ein Brennstoffgemisch
- 30 bestehend aus Primärbrennstoff und Sekundärbrennstoff und unter einer Druckerhöhung Richtung des Anodenabschnitts und/oder in den Anodenabschnitt ausgegeben werden kann. Die Stelleinheit kann ein Tastmodul zum Einstellen bzw. Steuern und/oder Regeln des Tastgrads aufweisen. Außerdem kann die Stelleinheit ein Frequenzmodul zum Einstellen bzw. Steuern und/oder Regeln der

Einspritzfrequenz aufweisen. Durch die separate Bereitstellung der jeweiligen Module kann der Injektor effizient und zuverlässig eingestellt werden.

Von weiterem Vorteil kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem eine Rezirkulationsleitung zum Leiten von Anodenabgas vom Anodenabschnitt zur Brennstoffzuführvorrichtung sowie eine Rezirkulationspumpe zum Pumpen des Anodenabgases durch die Rezirkulationsleitung zur Brennstoffzuführvorrichtung ausgestaltet sind, wobei die Verstelleinheit ein Pumpmodul zum Verstellen der Rezirkulationspumpe anhand des ermittelten Spülzeitpunkts von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb zeitlich vor dem ermittelten Spülzeitpunkt aufweist. Die Rezirkulationspumpe kann in und/oder an der Rezirkulationsleitung, insbesondere stromabwärts eines Anodenausgangs des Anodenabschnitts und stromaufwärts eines Anodeneingangs des Anodenabschnitts, angeordnet sein. Die Rezirkulationsleitung ist vorzugsweise zum Rückführen des Anodenabgases vom Anodenabschnitt über die Anodenauslassleitung sowie die Anodenzuführleitung zurück zum Anodenabschnitt ausgestaltet. D.h., die Rezirkulationsleitung kann als eine Verbindungsleitung für eine Fluidverbindung zwischen der Anodenauslassleitung und der Anodenzuführleitung ausgestaltet sein.

Bei einer weiteren Ausgestaltungsvariante der vorliegenden Erfindung weist das Brennstoffzellensystem eine Druckermittlungseinheit zum Ermitteln eines Druckunterschiedes zwischen dem Anodenabschnitt und dem Kathodenabschnitt auf, wobei die Verstelleinheit eine Regeleinheit zum Regeln des spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetriebs der Brennstoffzuführvorrichtung und/oder des spülbetriebspezifischen Pumpbetriebs der Rezirkulationspumpe anhand des ermittelten Druckunterschieds aufweist. Damit können die bereits vorstehend zum entsprechenden Verfahren beschriebenen Vorteile erzielt werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, das Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Computerprogrammprodukts durch einen Computer diesen veranlassen, das vorstehend beschriebene Verfahren auszuführen. Damit bringt auch ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt die vorstehend beschriebenen Vorteile mit sich. Das Computerprogrammprodukt kann als computerlesbarer Anweisungscode in jeder geeigneten Programmiersprache wie

beispielsweise in JAVA, Matlab, Python, C# und/oder C++ implementiert sein. Das Computerprogrammprodukt kann auf einem computerlesbaren Speichermedium wie einer Datendisk, einem Wechsellaufwerk, einem flüchtigen oder nichtflüchtigen Speicher, oder einem eingebauten Speicher/Prozessor abgespeichert sein. Der

5 Anweisungscode kann einen Computer oder andere programmierbare Geräte wie einen Controller derart programmieren, dass die gewünschten Funktionen ausgeführt werden. Ferner kann das Computerprogrammprodukt in einem Netzwerk wie beispielsweise dem Internet bereitgestellt werden bzw. sein, von dem es bei Bedarf von einem Nutzer heruntergeladen werden kann. Das Computerprogrammprodukt

10 kann sowohl mittels eines Computerprogramms, d. h., einer Software, als auch mittels einer oder mehrerer spezieller elektronischer Schaltungen, d.h., in Hardware, oder in beliebig hybrider Form, also mittels Software-Komponenten und Hardware-Komponenten, realisiert werden bzw. sein. Unter einem Computer ist im Rahmen der Erfindung eine beliebige Wiedergabevorrichtung zu verstehen, welche zur

15 Ausführung des Computerprogrammproduktes ausgebildet ist.

Darüber hinaus wird im Rahmen der Erfindung ein Speichermittel mit einem darauf gespeicherten und wie vorstehend beschriebenen Computerprogrammprodukt vorgeschlagen. Unter dem Speichermittel ist insbesondere ein nichtflüchtiges Speichermittel zu verstehen. Das Speichermittel kann in Form einer Datendisc,

20 einem Wechsellaufwerk oder einem Prozessor bzw. Controller ausgestaltet sein. D.h., erfindungsgemäß wird auch ein Controller mit einem darin installierten, wie vorstehend beschriebenen, Computerprogrammprodukt vorgeschlagen. Der Controller kann die Druckermittlungseinheit, die Spülzeitermittlungseinheit zum Ermitteln der bevorstehenden Spülzeit sowie die Verstelleinheit mit Stellmittel,

25 Regeleinheit zum Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb und Pumpmodul zum Verstellen der Rezirkulationspumpe anhand des ermittelten Spülzeitpunkts von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb, aufweisen. Die jeweiligen Funktionseinheiten können in Form von Software- und/oder

30 Hardwarekomponenten des Controllers implementiert sein bzw. werden.

Weitere, die Erfindung verbessernde, Maßnahmen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zu verschiedenen Ausführungsbeispielen der

Erfindung, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind. Es zeigen jeweils schematisch:

Figur 1 ein Blockschaltbild zum Beschreiben eines Brennstoffzellensystems gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

5 Figur 2 ein Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und

Figur 3 ein Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 ist schematisch ein Blockschaltbild zum Beschreiben eines Brennstoffzellensystems 1 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Das Brennstoffzellensystem 1 weist einen Brennstoffzellenstapel 2 mit einem Anodenabschnitt 3 und einem Kathodenabschnitt 4 auf. Außerdem weist das Brennstoffzellensystem 1 eine Anodenzuführleitung 5 zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle 6 zum Anodenabschnitt 3, eine Brennstoffzuführvorrichtung 7 zum Zuführen des Brennstoffs durch die Anodenzuführleitung 5 zum Anodenabschnitt 3, eine Anodenauslassleitung 8 zum Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt 3 in die Umgebung des Brennstoffzellensystems 1, und eine Spüleinheit 9 zum Spülen des Anodenabschnitts 3, auf. Zudem weist das Brennstoffzellensystem 1 eine Kathodenzuführleitung 18 zum Leiten von Kathodengas, insbesondere in Form von Luft, zum Kathodenabschnitt 4 sowie eine Kathodenauslassleitung 19 zum Leiten von Kathodenabgas bzw. Kathodenabluft vom Kathodenabschnitt 4 weg in die Umgebung des Brennstoffzellensystems 1, auf. Stromaufwärts der Brennstoffzuführvorrichtung 7 und stromabwärts der Brennstoffquelle 6 ist eine Druckreduzierungseinheit 12 in Form eines Sperrventils zur Druckreduzierung in der Anodenzuführleitung 5 und entsprechend im Anodenabschnitt 3 angeordnet.

Das Brennstoffzellensystem 1 weist ferner einen Controller 17 mit einer Spülzeitermittlungseinheit 14 zum Ermitteln einer Spülzeit, in welcher der Anodenabschnitt 3 durch die Spüleinheit 9 gespült werden soll bzw. wird, sowie einer Verstelleinheit 15 zum Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung 7 von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit anhand der ermittelten Spülzeit, auf.

Die Brennstoffzuführvorrichtung 7 ist in Form von zumindest einem Injektor-Ejektor ausgestaltet. Grundsätzlich können auch mehrere Injektoren und/oder Ejektoren und/oder Kombinationen davon vorgesehen sein. Die Verstelleinheit 15 weist zwei Stellmittel in Form eines Tastgradmoduls 15a sowie eines Frequenzmoduls 15b zum

- 5 Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung 7 vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb durch ein Verstellen eines Tastgrades und/oder einer Einspritzfrequenz des Injektors auf. D.h., um den Brennstoffmassenstrom zum Anodenabschnitt 3 zu erhöhen und damit dem Druckabfall während des Spülens entgegenzuwirken, können durch das
- 10 Tastgradmodul 15a der Tastgrad und durch das Frequenzmodul 15b die Einspritzfrequenz erhöht werden.

- Ferner ist im Brennstoffzellensystem 1 eine Rezirkulationsleitung 10 zum Leiten von Anodenabgas vom Anodenabschnitt 3 zur Brennstoffzuführvorrichtung 7 sowie eine Rezirkulationspumpe 11 zum Pumpen des Anodenabgases durch die
- 15 Rezirkulationsleitung 10 zur Brennstoffzuführvorrichtung 7 ausgestaltet, wobei die Verstelleinheit 15 ein Pumpmodul 15c zum Verstellen der Rezirkulationspumpe 11 anhand des ermittelten Spülzeitpunkts von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb zeitlich vor dem ermittelten Spülzeitpunkt aufweist.

- 20 Erfindungsgemäß kann es auch günstig sein, dass entweder zumindest ein Injektor-Ejektor oder eine Rezirkulationspumpe 11 vorgesehen ist. Es ist nicht zwingend, dass diese wie in Fig. 1 kombiniert sind. Ist die Rezirkulationsleitung 10 ohne Injektor-Ejektor ausgebildet, wird anstatt des Injektor-Ejektors ein Druckregler und/oder die Rezirkulationspumpe 11 vorgesehen.

- 25 Darüber hinaus weist der Controller 17 eine Druckermittlungseinheit 13 zum Ermitteln eines Druckunterschiedes zwischen dem Anodenabschnitt 3 und dem Kathodenabschnitt 4 auf, wobei die Verstelleinheit 15 eine Regeleinheit 15d zum Regeln des spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetriebs der Brennstoffzuführvorrichtung 7 anhand des ermittelten Druckunterschieds aufweist.

- 30 Im Controller 17 ist zudem ein Computerprogrammprodukt 16 installiert, das Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Computerprogrammprodukts 16 durch einen

Computer, vorliegend in Form des Controllers 17, diesen veranlassen, ein anschließend mit Bezug auf Fig. 2 beschriebenes Verfahren auszuführen.

- Gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Flussdiagramm wird in einem ersten Schritt S1 zunächst eine bevorstehende Spülzeit ermittelt, in welcher der Anodenabschnitt
- 5 durch die Spüleinheit 9 gespült werden soll. In einem darauffolgenden Schritt S2 wird die Brennstoffzuführvorrichtung 7 anhand der ermittelten Spülzeit von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb verstellt bzw. eingestellt, wobei das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit
- 10 durchgeführt wird. Mit Bezug auf das in Fig. 1 dargestellte Brennstoffzellensystem 1 und der darin verbauten Brennstoffzuführvorrichtung 7 in Form eines Injektor-Ejektors werden beim Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung 7 vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb ein Tastgrad sowie eine Einspritzfrequenz des Injektor-Ejektors verstellt.
- 15 In Fig. 3 wird ein Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Einstellen des Brennstoffzellensystems 1 gemäß einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Die Schritte S10 und S20 entsprechen hierbei den Schritten S1 und S2 des mit Bezug auf Fig. 2 erläuterten Verfahrens. Neben Schritt S20 wird noch Schritt S30 durchgeführt, bei welchem die Rezirkulationspumpe 11 anhand der ermittelten
- 20 Spülzeit von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb verstellt wird, wobei das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb zeitlich ebenfalls vor und/oder während der ermittelten Spülzeit durchgeführt wird. Daraufhin wird in einem Schritt S40 kontinuierlich ein Druckunterschied zwischen dem Anodenabschnitt 3 und dem Kathodenabschnitt 4 ermittelt. Anhand des
- 25 ermittelten Druckunterschiedes werden in einem anschließenden Schritt S50 der spülbetriebspezifische Brennstoffzuführbetrieb der Brennstoffzuführvorrichtung 7 und/oder der spülbetriebspezifische Pumpbetrieb der Rezirkulationspumpe 11 geregelt.

- Die Erfindung lässt neben den dargestellten Ausführungsformen weitere
- 30 Gestaltungsgrundsätze zu. D.h., die Erfindung soll nicht auf die mit Bezug auf die Figuren erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt betrachtet werden.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----|-----------------------------|
| 1 | Brennstoffzellensystem |
| 2 | Brennstoffzellenstapel |
| 3 | Anodenabschnitt |
| 4 | Kathodenabschnitt |
| 5 | Anodenzuführleitung |
| 6 | Brennstoffquelle |
| 7 | Brennstoffzuführvorrichtung |
| 8 | Anodenauslassleitung |
| 9 | Spüleinheit |
| 10 | Rezirkulationsleitung |
| 11 | Rezirkulationspumpe |
| 12 | Druckreduzierungseinheit |
| 13 | Druckermittlungseinheit |
| 14 | Spülzeitermittlungseinheit |
| 15 | Verstelleinheit |
| 15a | Tastgradmodul (Stellmittel) |
| 15b | Frequenzmodul (Stellmittel) |
| 15c | Pumpmodul |
| 15d | Regeleinheit |
| 16 | Computerprogrammprodukt |
| 17 | Controller |
| 18 | Kathodenzuführleitung |
| 19 | Kathodenauslassleitung |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen einer Betriebsweise eines Brennstoffzellensystems (1), das wenigstens einen Brennstoffzellenstapel (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4), eine Anodenzuführleitung (5) zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle (6) zum Anodenabschnitt (3), eine Brennstoffzuführvorrichtung (7) zum Zuführen des Brennstoffs in der Anodenzuführleitung (5) zum Anodenabschnitt (3), eine Anodenauslassleitung (8) zum Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt (3) in die Umgebung, und eine Spüleinheit (9) zum Spülen des Anodenabschnitts (3) umfasst, aufweisend die Schritte:
 - Ermitteln einer Spülzeit, in welcher der Anodenabschnitt (3) durch die Spüleinheit (9) gespült werden soll, und
 - Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung (7) von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb anhand der ermittelten Spülzeit, wobei das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffzuführvorrichtung (7) zumindest einen Injektor aufweist und durch das Verstellen der Brennstoffzuführvorrichtung (7) vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetrieb ein Tastgrad und/oder eine Einspritzfrequenz des Injektors verstellt werden.
3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Brennstoffzellensystem (1) eine Rezirkulationsleitung (10) zum Leiten von Anodenabgas vom Anodenabschnitt (3) zur Brennstoffzuführvorrichtung (7) sowie eine Rezirkulationspumpe (11) zum Pumpen des Anodenabgases durch die Rezirkulationsleitung (10) zur Brennstoffzuführvorrichtung (7) aufweist, wobei die Rezirkulationspumpe (11) anhand der ermittelten Spülzeit von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb verstellt wird, und

wobei das Verstellen in den spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Druckunterschied zwischen dem Anodenabschnitt (3) und dem Kathodenabschnitt (4) ermittelt wird und der spülbetriebspezifische Brennstoffzufuhrbetrieb der Brennstoffzufuhrvorrichtung (7) und/oder der spülbetriebspezifische Pumpbetrieb der Rezirkulationspumpe (11) anhand des ermittelten Druckunterschiedes geregelt werden.
5. Brennstoffzellensystem (1), aufweisend einen Brennstoffzellenstapel (2) mit einem Anodenabschnitt (3) und einem Kathodenabschnitt (4), eine Anodenzuführleitung (5) zum Leiten von Brennstoff von einer Brennstoffquelle (6) zum Anodenabschnitt (3), eine Brennstoffzufuhrvorrichtung (7) zum Zuführen des Brennstoffs in der Anodenzuführleitung (5) zum Anodenabschnitt (3), eine Anodenauslassleitung (8) zum Auslassen von Anodenabgas aus dem Anodenabschnitt (3) in die Umgebung, und eine Spüleinheit (9) zum Spülen des Anodenabschnitts (3),
gekennzeichnet durch
eine Spülzeitermittlungseinheit (14) zum Ermitteln einer Spülzeit, in welcher der Anodenabschnitt (3) durch die Spüleinheit (9) gespült werden soll, und eine Verstelleinheit (15) zum Verstellen der Brennstoffzufuhrvorrichtung (7) von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Brennstoffzufuhrbetrieb zeitlich vor und/oder während der ermittelten Spülzeit anhand der ermittelten Spülzeit.
6. Brennstoffzellensystem (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Brennstoffzufuhrvorrichtung (7) zumindest einen Injektor sowie die Verstelleinheit (15) mit wenigstens einem Stellmittel (15a, 15b) zum Verstellen der Brennstoffzufuhrvorrichtung (7) vom Normalbetrieb in den spülbetriebspezifischen Brennstoffzufuhrbetrieb durch ein Verstellen eines Tastgrades und/oder einer Einspritzfrequenz des Injektors aufweist.

7. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 6,
gekennzeichnet durch
eine Rezirkulationsleitung (10) zum Leiten von Anodenabgas vom Anodenabschnitt (3) zur Brennstoffzuführvorrichtung (7) sowie eine Rezirkulationspumpe (11) zum Pumpen des Anodenabgases durch die Rezirkulationsleitung (10) zur Brennstoffzuführvorrichtung (7), wobei die Verstelleinheit (15) ein Pumpmodul (15c) zum Verstellen der Rezirkulationspumpe (11) anhand des ermittelten Spülzeitpunkts von einem Normalbetrieb in einen spülbetriebspezifischen Pumpbetrieb zeitlich vor dem ermittelten Spülzeitpunkt aufweist.
8. Brennstoffzellensystem (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Brennstoffzellensystem (1) eine Druckermittlungseinheit (13) zum Ermitteln eines Druckunterschiedes zwischen dem Anodenabschnitt (3) und dem Kathodenabschnitt (4) aufweist, wobei die Verstelleinheit (15) eine Regeleinheit (15d) zum Regeln des spülbetriebspezifischen Brennstoffzuführbetriebs der Brennstoffzuführvorrichtung (7) und/oder des spülbetriebspezifischen Pumpbetriebs der Rezirkulationspumpe (11) anhand des ermittelten Druckunterschieds aufweist.
9. Computerprogrammprodukt (16), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogrammprodukts (16) durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 auszuführen.
10. Speichermittel mit einem darauf gespeicherten Computerprogrammprodukt (16) nach Anspruch 9.

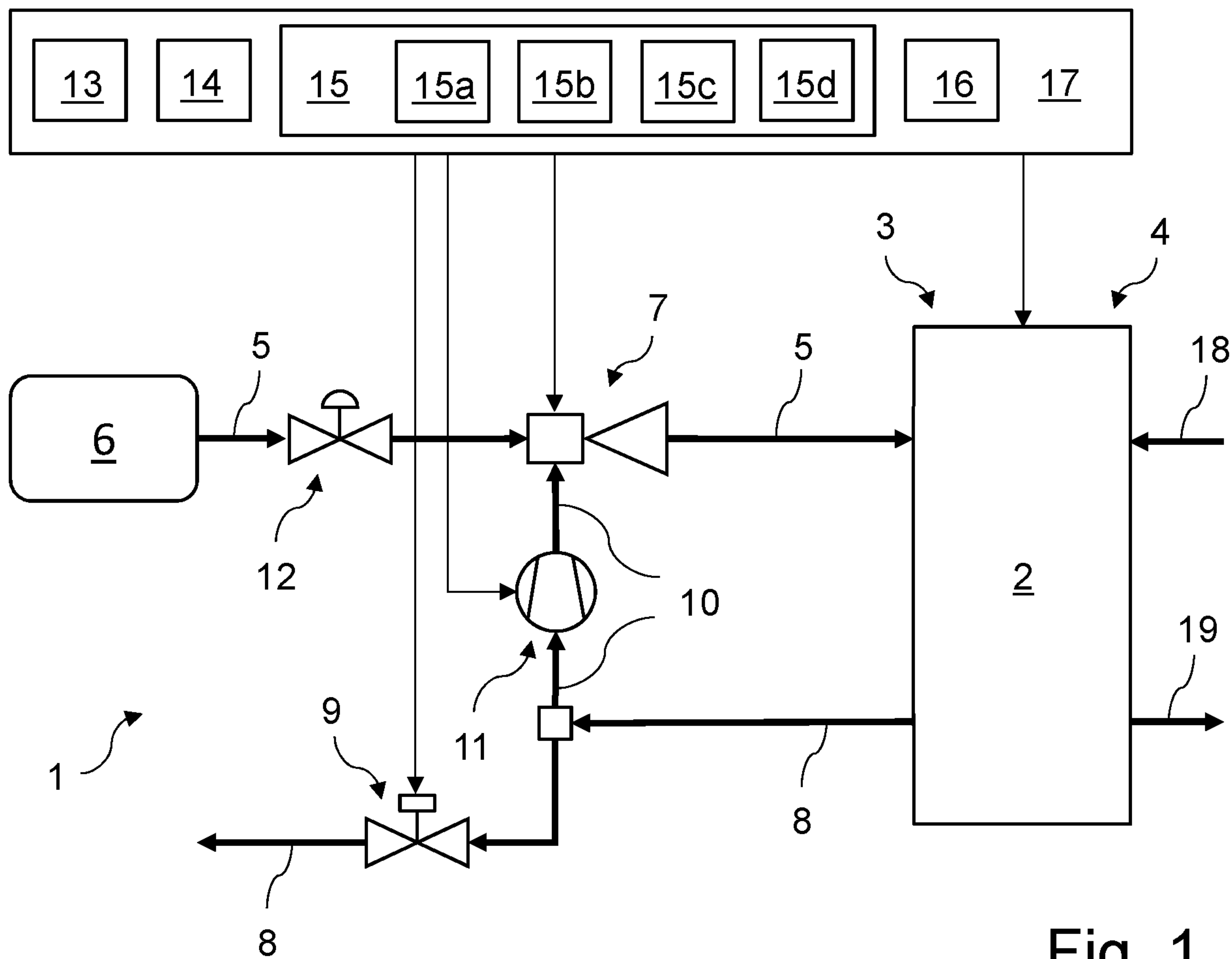


Fig. 1

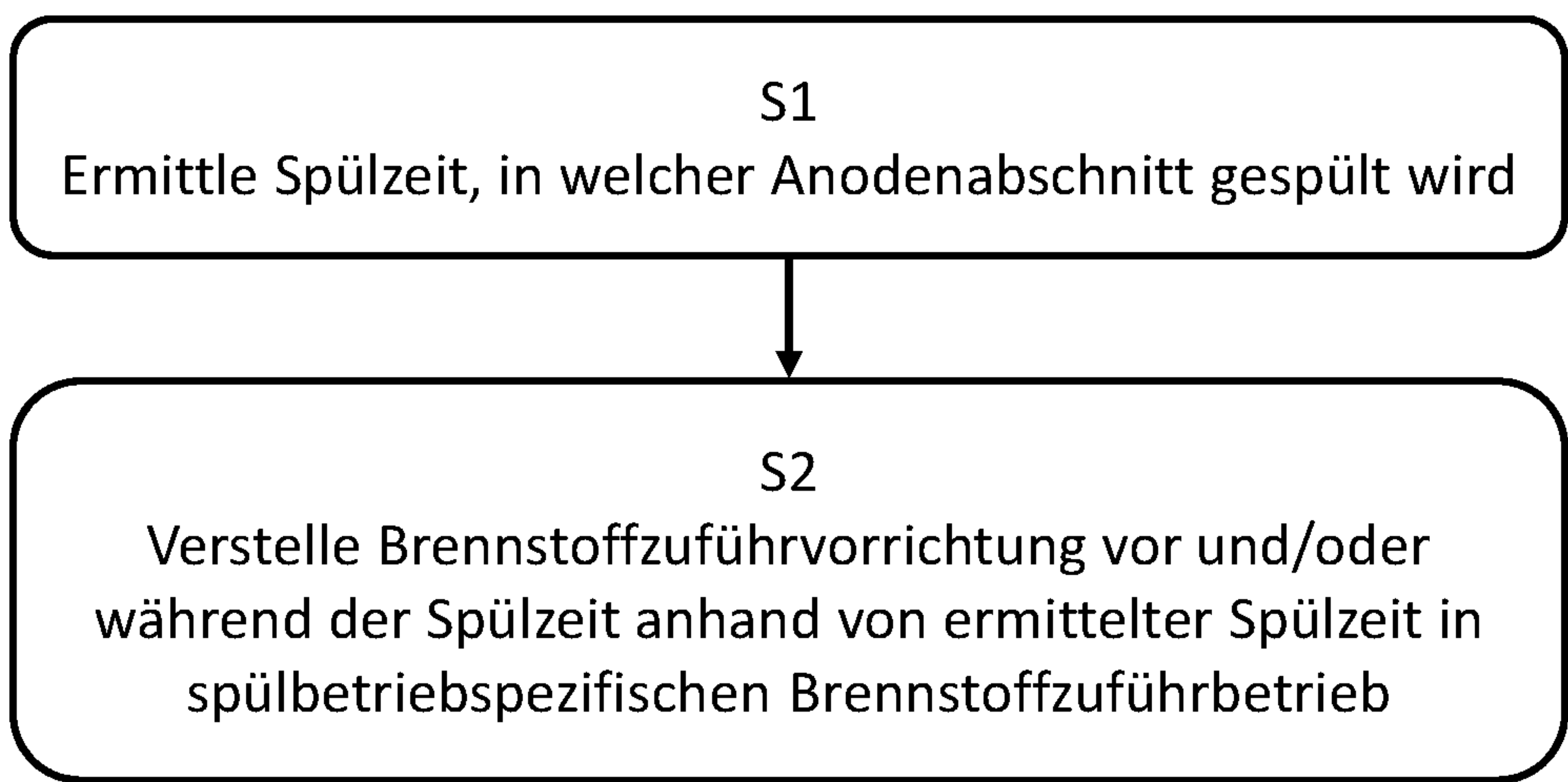


Fig. 2

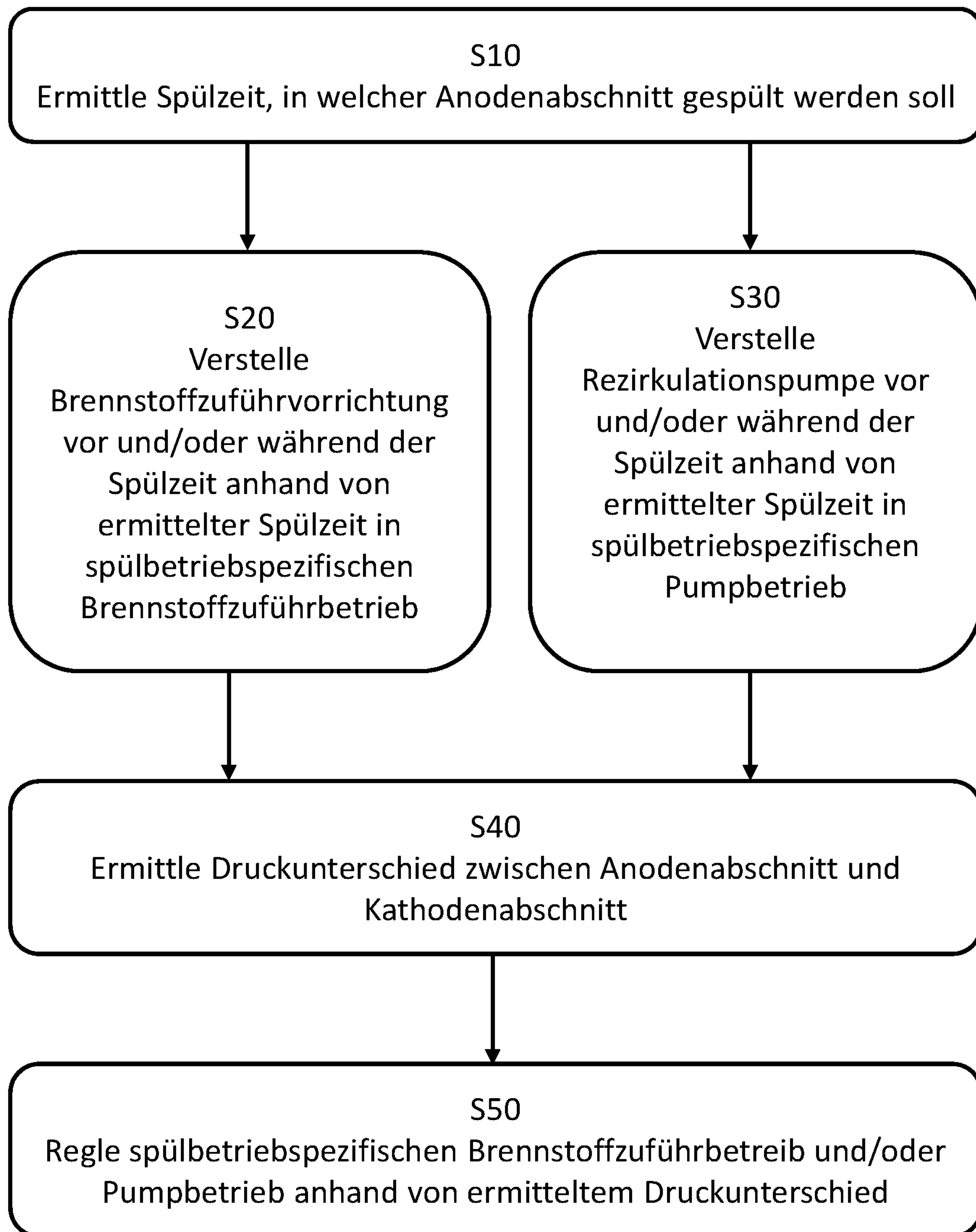


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H01M 8/04223 (2016.01); **H01M 8/04089** (2016.01); **H01M 8/0438** (2016.01); **H01M 8/0444** (2016.01);
H01M 8/04746 (2016.01); **H01M 8/04791** (2016.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H01M 8/04231 (2016.02); **H01M 8/04097** (2016.02); **H01M 8/04104** (2016.02); **H01M 8/04388**
(2016.02); **H01M 8/04395** (2016.02); **H01M 8/04432** (2016.02); **H01M 8/04447** (2016.02); **H01M**
8/04753 (2016.02); **H01M 8/04798** (2016.02); **H01M 8/04783** (2016.02)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H01M

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, Volltextpatentdatenbanken EN, DE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **13.06.2019** eingereichten Ansprüchen **1-10** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2017305295 A1 (PARK GUNHYUNG [KR], PARK JUNYOUNG [KR]) 26. Oktober 2017 (26.10.2017) Beschreibung, insbesondere [0062]-[0063]; Figuren 3, 9	1, 2, 5, 9, 10
X	US 2018366753 A1 (OKUYOSHI MASAHIRO [JP], EGAWA TOSHIHIRO [JP]) 20. Dezember 2018 (20.12.2018) Figur 1	5 - 7

Datum der Beendigung der Recherche:

11.02.2020

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

PLESSL Christof

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungs-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für**
einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach**
dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.