

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50516/2021 (51) Int. Cl.: H01M 8/248 (2016.01)
(22) Anmeldetag: 23.06.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2022

(56) Entgegenhaltungen: DE 102019219791 A1 US 2008090140 A1 WO 2010108530 A1	(71) Patentanmelder: AVL List GmbH 8020 Graz (AT)
	(72) Erfinder: Bruhn Tanner 8010 Graz (AT) Le Rhun Franck Dipl.-Ing. 8010 Graz (AT)
	(74) Vertreter: Gamper Bettina Dr. 8020 Graz (AT)

(54) **Kompressionsvorrichtung für eine Kompression von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellenstapel eines Brennstoffzellensystems**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kompressionsvorrichtung (10) für eine Kompression von Brennstoffzellen (112) in einem Brennstoffzellenstapel (110) eines Brennstoffzellensystems (100), aufweisend eine Kompressionskolben-Führung (20) mit einem Kompressionskolben (30) mit einer Kompressionsfläche (32) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Kompressionsfläche (114) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Beaufschlagung des Brennstoffzellenstapels (110) mit einer Kompressionskraft (KK) und eine Anschlagsfläche (40) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Anschlagsfläche (116) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Abstützung der Kompressionskraft (KK), wobei die Kompressionskolben-Führung (20) einen Druckanschluss (22) zur Aufnahme eines Betriebsdrucks (BD) von einem Betriebsfluid (BF) aus einem Betriebskanal (BK) des Brennstoffzellensystems (100) aufweist für eine Einbringung des Betriebsdrucks (BD) in die Kompressionskolben-Führung (20) als Kompressionsdruck (KD) auf der von der Kompressionsfläche (32) abgewandten Kolben-Rückseite (34) des Kompressionskolbens (30).

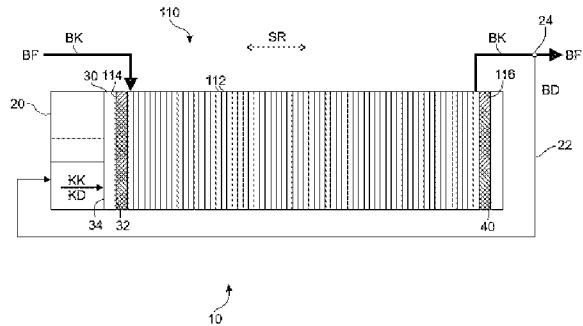


Fig. 2

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kompressionsvorrichtung (10) für eine Kompression von Brennstoffzellen (112) in einem Brennstoffzellenstapel (110) eines Brennstoffzellensystems (100), aufweisend eine Kompressionskolben-Führung (20) mit einem Kompressionskolben (30) mit einer Kompressionsfläche (32) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Kompressionsfläche (114) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Beaufschlagung des Brennstoffzellenstapels (110) mit einer Kompressionskraft (KK) und eine Anschlagsfläche (40) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Anschlagsfläche (116) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Abstützung der Kompressionskraft (KK), wobei die Kompressionskolben-Führung (20) einen Druckanschluss (22) zur Aufnahme eines Betriebsdrucks (BD) von einem Betriebsfluid (BF) aus einem Betriebskanal (BK) des Brennstoffzellensystems (100) aufweist für eine Einbringung des Betriebsdrucks (BD) in die Kompressionskolben-Führung (20) als Kompressionsdruck (KD) auf der von der Kompressionsfläche (32) abgewandten Kolben-Rückseite (34) des Kompressionskolbens (30).

Fig. 2

Kompressionsvorrichtung für eine Kompression von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellenstapel eines Brennstoffzellensystems

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kompressionsvorrichtung für eine Kompression von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellenstapel eines Brennstoffzellensystems, ein Brennstoffzellensystem mit einer solchen Kompressionsvorrichtung sowie ein Verfahren für eine Kompression von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellenstapel eines Brennstoffzellensystems.

Es ist bekannt, dass Brennstoffzellensysteme mit Brennstoffzellenstapeln ausgestattet sind, welche eine Vielzahl einzelner Brennstoffzellen in Stapelanordnung aufweisen. Um die Dichtigkeit zwischen den einzelnen Brennstoffzellen im Brennstoffzellenstapel zu gewährleisten und zusätzlich die elektrischen Kontaktwiderstände zu reduzieren, ist es weiter bekannt, dass bei der Montage des Brennstoffzellenstapels dieser mit einer vordefinierten Kompressionskraft beaufschlagt wird. Das bedeutet, dass entlang der Stapelrichtung eine Kompressionskraft von beiden Seiten auf den Brennstoffzellenstapel eingebracht wird. Um den Brennstoffzellenstapel bei bekannten Montagelösungen im komprimierten Zustand zu halten, sind verschiedene Fixierelemente bekannt. So sind beispielsweise Gewindestangen im Einsatz, welche in der Lage sind, den Brennstoffzellenstapel zu komprimieren und durch Verschraubungen am Ende der Gewindestangen diesen komprimierten Zustand zu halten. Auch die Verwendung von Spannbändern ist für das Halten des Kompressionszustandes für das Brennstoffzellensystem bereits bekannt. Neben einem manuellen Spannen, beispielsweise durch das Verschrauben von Gewindestangen, ist es auch bekannt, dass bei der Montage von Brennstoffzellenstapeln hydraulische Kompressionsvorrichtungen eingesetzt werden, die dann eine gewünschte Kompressionskraft in den Brennstoffzellenstapel einbringen. Auch nach diesem hydraulischen Einbringen muss jedoch mithilfe von Gewindestangen, Spannelementen oder ähnlichen Fixierhilfen der komprimierte Zustand des Brennstoffzellenstapels fixiert werden.

Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist der hohe Montageaufwand. So muss entweder in manueller Weise durch eine Gewindeverschraubung oder durch zusätzliche Montagehilfsmittel wie hydraulische Pressen die Kompressionskraft aufgebracht werden. Die bekannten und eingesetzten Fixiermittel für das Fixieren des Kompressionszustandes führen häufig zu ungleichmäßigen Kompressionszuständen innerhalb des Brennstoffzellenstapels. Dies beruht auf der Tatsache, dass die Kompressi-

on an lokalen Einbringstellen eingebracht wird und sich nur zum Teil gleichmäßig über den Brennstoffzellenstapel verteilen lässt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise eine Montage des Brennstoffzellenstapels zu vereinfachen.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Kompressionsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 11 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem sowie dem erfindungsgemäßen Verfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

Erfindungsgemäß wird eine Kompressionsvorrichtung für eine Kompression von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellenstapel eines Brennstoffzellensystems vorgeschlagen. Eine solche Kompressionsvorrichtung weist eine Kompressionskolben-Führung mit einem Kompressionskolben mit einer Kompressionsfläche für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Kompressionsfläche des Brennstoffzellenstapels auf, um eine Beaufschlagung des Brennstoffzellenstapels mit einer Kompressionskraft zu erzielen. Weiter ist die Kompressionsvorrichtung mit einer Anschlagsfläche ausgestattet, für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Anschlagsfläche des Brennstoffzellenstapels zur Abstützung der eingebrachten Kompressionskraft. Eine erfindungsgemäße Kompressionsvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Kompressionskolben-Führung einen Druckanschluss zur Aufnahme eines Betriebsdrucks von einem Betriebsfluid aus einem Betriebskanal des Brennstoffzellensystems aufweist. Dies dient der Einbringung dieses Betriebsdrucks in die Kompressionskolben-Führung als Kompressionsdruck auf der von der Kompressionsfläche abgewandten Kolben-Rückseite des Kompressionskolbens.

Der erfindungsgemäße Kerngedanke beruht darauf, die Kompressionsvorrichtung in das Brennstoffzellensystem integrierbar auszustalten. Dies führt dazu, dass die

Kompressionsvorrichtung über den Druckanschluss einen Anschluss an wenigstens einen Betriebskanal des Brennstoffzellensystems aufweist. Damit werden verschiedene Vorteile erzielbar. Zum einen wird es möglich, eine Montage des Brennstoffzellensystems ohne eine Kompression des Brennstoffzellenstapels zu durchzuführen. Vielmehr können die einzelnen Brennstoffzellen in Stapelrichtung aufeinandergestapelt werden und die Kompression der Brennstoffzellen im Brennstoffzellenstapel bei der Inbetriebnahme des Brennstoffzellensystems erfolgen. Um dies zu gewährleisten, wird über den Druckanschluss die Kompressionskolben-Führung mit einem Betriebsdruck eines Betriebsfluides als Kompressionsdruck beaufschlagt. Dies funktioniert im Wesentlichen nach dem folgenden Schema:

Bei einem Brennstoffzellensystem mit einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung wird bei der Inbetriebnahme des Brennstoffzellensystems in den unterschiedlichen Betriebskanälen sich der jeweilige Betriebsdruck einstellen. Bei den meisten Brennstoffzellensystemen liegt dieser Betriebsdruck deutlich oberhalb des Umgebungsdrucks. Über den Druckanschluss kann nun von einem, von mehreren oder von unterschiedlichen dieser Betriebskanäle ein Druckausgleich mit einer Übernahme des Betriebsdrucks aus diesen Betriebskanal in den Druckanschluss erfolgen. Dies kann durch eine Druckausgleichseinheit, aber auch durch Einströmen des jeweiligen Betriebsfluides in den Druckanschluss, erfolgen. Der Betriebsdruck steht nun innerhalb der Kompressionsvorrichtung zur Verfügung und wird als Kompressionsdruck auf der Kolben-Rückseite des Kompressionskolbens in die Kompressionskolben-Führung eingebracht. Steigt dieser Kompressionsdruck durch die Zurverfügungstellung des erhöhten Betriebsdrucks nun an, so wird dieser Kompressionsdruck auf die Kolben-Rückseite des Kompressionskolbens einwirken und diesen entlang der Stapelrichtung auf den Brennstoffzellenstapel zubewegen beziehungsweise die damit einhergehende Kompressionskraft erhöhen. Je höher der Betriebsdruck ist, umso höher ist auch der Kompressionsdruck und damit einhergehend auch die Kompressionskraft.

Um sicherzustellen, dass die Kompressionskraft auch innerhalb des Brennstoffzellenstapels zur Kompression der Brennstoffzellen führt, ist auf der gegenüberliegenden Seite des Brennstoffzellenstapels an der Kompressionsvorrichtung eine Anschlagsfläche vorgesehen. Diese ist in flächiger und damit kraftübertragender Kontaktierung mit einer Gegen-Anschlagsfläche des Brennstoffzellenstapels ausgebildet, um die in der bereits erläuterten Weise eingebrachte Kompressionskraft abzustützen.

Wie aus der voranstehenden Erläuterung ersichtlich wird, kann nun die gewünschte Kompressionskraft aus dem Brennstoffzellensystem selbst erzeugt werden. Durch die Inbetriebnahme des Brennstoffzellensystems und das Ausbilden der einzelnen Betriebsdrücke in den Betriebskanälen wird also ein Kompressionsdruck zur Verfügung gestellt, welcher die Kompression des Brennstoffzellenstapels mit der entsprechenden Kompressionskraft gewährleistet.

Dies hat zum einen den Vorteil, dass der letzte Montageschritt bekannter Montageverfahren vollständig entfallen kann, da die Kompression automatisch bei der Inbetriebnahme des Brennstoffzellensystems erfolgt. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Kompressionsdruck vom jeweils vorliegenden Betriebsdruck abhängt. Das bedeutet, dass bei unterschiedlichen Betriebsdrücken auch unterschiedliche Kompressionsdrücke und damit unterschiedliche Kompressionskräfte entstehen. Diese funktionale und automatische Abhängigkeit zwischen Kompressionskraft und Betriebssituation führt zu diversen Vorteilen. Unter anderem ist auf diese Weise gewährleistet, dass immer nur der Kompressionsdruck und die Kompressionskraft im Brennstoffzellenstapel vorliegt, welche mit der jeweiligen Betriebssituation korreliert. Insbesondere für ein ausgeschaltetes Brennstoffzellensystem führt dies dazu, dass das Brennstoffzellensystem und damit selbstverständlich auch die einzelnen Betriebskanäle mit niedrigem Druck oder sogar vollständig drucklos ausgebildet sind. Dieses Fehlen des Betriebsdruckes führt zu einem Fehlen oder einem Reduzieren des Kompressionsdrucks, wodurch der Brennstoffzellenstapel wieder kompressionsarm oder sogar kompressionslos ausgebildet wird. Die mechanische Belastung auf den Brennstoffzellenstapel wird also nur in den tatsächlichen Betriebssystemen entstehen, wenn der Betriebsdruck erhöht und damit der Kompressionsdruck die Kompressionskraft zur Verfügung stellt.

Neben dem Reduzieren des Montageaufwandes wird auch die Montagezeit reduziert, da kein finaler Montageschritt für das Erzeugen der Kompressionskraft mehr erfolgen muss. Darüber hinaus ist die Wartungsfreundlichkeit eines solchen Brennstoffzellensystems weiter erhöht, da in einem ausgeschalteten Zustand des Brennstoffzellensystems der Brennstoffzellenstapel kompressionsarm oder kompressionslos ausgebildet ist. Dies führt dazu, dass ohne ein mechanisches Eingreifen und Lösen von Fixierelementen wie Gewindestangen oder sogar einem Zerschneiden von Spanngurten, eine Entnahme und damit ein Austausch einzelner Brennstoffzellen aus dem Brennstoffzellenstapel möglich ist.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung der Druckanschluss eine Aufnahmeöffnung für einen fluidkommunizierenden Anschluss an wenigstens einen der folgenden Betriebsfluidkanäle aufweist:

- Anodenzuführabschnitt
- Anodenabführabschnitt
- Kathodenzuführabschnitt
- Kathodenabführabschnitt
- Bypassabschnitt
- Rezirkulationsabschnitt
- Kühlmittelvorlauf
- Kühlmittelrücklauf

Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Selbstverständlich kann, wie dies später noch erläutert wird, auch ein Anschluss an zwei oder mehr unterschiedliche Betriebsfluidkanäle, insbesondere unter der Verwendung eines Mehrwegventils, erfolgen. Während grundsätzlich der erfindungsgemäße Kerngedanke bereits erfüllt werden kann, wenn beispielsweise über eine Druckausgleichsmembran ein Druckausgleichsanschluss zwischen dem Druckanschluss und dem jeweiligen Betriebskanal entsteht, kann bei dieser Ausführungsform auch ein aktives Einströmen des jeweiligen Betriebsfluides in den Druckanschluss erfolgen. Dies führt zu einer weiteren Vereinfachung, da keine druckelastische Membran als Ausgleichsmembran zwischen dem jeweiligen Betriebskanal und dem Druckanschluss notwendig ist. Der Druckanschluss und damit auch die Kompressionskolben-Führung bilden damit eine Art Sackgasse für das Betriebsfluid, sodass sich der entsprechende Betriebsdruck relativ schnell innerhalb des Druckanschlusses und damit auch der Kompressionskolben-Führung einstellt.

Vorteile kann es darüber hinaus mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung der Kompressionskolben einen mechanischen Kraftverstärker, insbesondere aufweisend wenigstens ein Hebelement, aufweist, für eine

Verstärkung der durch den Betriebsdruck als Kompressionsdruck erzeugten Kompressionskraft. Wie bereits erläutert worden ist, entsprechen sich Kompressionsdruck und Betriebsdruck im Wesentlichen vollständig. Das bedeutet, dass ein hoher Betriebsdruck automatisch zu einem hohen Kompressionsdruck führt und umgekehrt. Wird jedoch für Betriebssituationen mit geringen Betriebsdrücken im jeweiligen Betriebskanal eine höhere Kompressionskraft gewünscht, als sie direkt mit dem zur Verfügung stehenden Betriebsdruck als Kompressionsdruck erzielbar wäre, so kann eine mechanische Verstärkungsvorrichtung Abhilfe schaffen. Beispielsweise kann mithilfe eines Hilfskolbens und eines zwischen dem Hilfskolben und dem Kompressionskolben angeordneten Hebelementes eine mechanische Verstärkung des Betriebsdrucks erfolgen, sodass entsprechend ein höherer Kompressionsdruck mit einer höheren Kompressionskraft bei gleichbleibendem Betriebsdruck einhergeht. Dies kann selbstverständlich kombiniert werden, mit den weiteren mechanischen Ergänzungsmöglichkeiten der Kompressionskolben-Führung sowie des Kompressionskolbens. Der mechanische Kraftverstärker und/oder das entsprechende Hebelement sind vorzugsweise einstellbar ausgebildet, sodass der Verstärkungsfaktor zwischen den von dem Kraftverstärker vorgegebenen Begrenzungen im Wesentlichen frei einstellbar ausgebildet ist.

Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung der Kompressionskolben eine Vorspannvorrichtung aufweist, welche den Kompressionskolben in Richtung der Kompressionsfläche mit einer Vorspannkraft beaufschlagt. Diese Vorspannkraft spannt den Brennstoffzellenstapel vorzugsweise auch im ausgeschalteten Zustand vor und kann als solche Vorspannkraft mit der Kompressionskraft überlagert werden. Diese Vorspannkraft kann also zum Beispiel mithilfe eines Federelementes in den Brennstoffzellenstapel eingebracht werden und liegt auch dann vor, wenn kein Betriebsdruck am Druckanschluss anliegt. Damit kann eine Art Vormontage oder Sicherungsfunktion erzielt werden, sodass die Vorspannkraft die einzelnen Brennstoffzellen im Brennstoffzellenstapel in jeder Einsatz- und Betriebssituation sichert. Darüber hinaus kann die Vorspannkraft eine Minimumkraft zur Verfügung stellen, welche sich zur jeweils eingebrachten Kompressionskraft auf Basis des Kompressionsdrucks addiert, sodass auch auf diese Weise eine Erhöhung der maximal erreichbaren Kompressionskraft möglich wird. Das Verwenden einer solchen Vorspannvorrichtung ist vorzugsweise ebenfalls einstellbar, sodass mithilfe eines Einstellmittels unterschiedlich hohe Vorspannkräfte auf den Kompressionskolben einwirken können. Bevorzugt ist eine solche Vorspannvor-

richtung kombiniert mit einem mechanischen Kraftverstärker gemäß dem voranstehenden Absatz.

Ebenfalls von Vorteil kann es sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung der Kompressionskolben eine Fixiervorrichtung aufweist für ein Fixieren des Kompressionskolbens in der Kompressionskolben-Führung in einer Kompressionsposition. Das bedeutet, dass zum Beispiel mithilfe eines Schnapprastelements dann, wenn sich der Kompressionskolben durch die Beaufschlagung mit Kompressionsdruck in eine Kompressionsposition bewegt hat, in welcher er den Brennstoffzellenstapel mit der Kompressionskraft beaufschlägt, dieses Schnapprastelement als Fixiervorrichtung einrastet. Wird nun der Betriebsdruck des Brennstoffzellensystems reduziert oder sogar das Brennstoffzellensystem komplett ausgeschaltet, führt ein Reduzieren des Betriebsdrucks zu einem Reduzieren des Kompressionsdrucks, wobei jedoch der Kompressionskolben in der Kompressionsposition fixiert bleibt, auch dann, wenn der Kompressionsdruck als Gegendruck auf der Kolben-Rückseite absinkt. Damit wird sichergestellt, dass beispielsweise nach der ersten Inbetriebnahme des Brennstoffzellensystems das Fixiermittel den Brennstoffzellenstapel in einer gesicherten Position hält. Dies kann zum Beispiel einhergehen mit einer Vorspannvorrichtung, wie sie bereits erläutert worden ist. Bevorzugt ist dieses Fixiermittel manuell lösbar, sodass, wie dies nachfolgend noch erläutert wird, auch ein mehrmaliges Fixieren und De-Fixieren möglich wird.

Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einer Kompressionsvorrichtung gemäß dem voranstehenden Absatz die Fixiervorrichtung einstellbar und/oder lösbar ausgebildet ist. Eine Einstellbarkeit erlaubt es beispielsweise, den Hubweg, den der Kompressionskolben für die Einbringung der Kompressionskraft zurücklegt, zu definieren und damit die Relativpositionierung der Kompressionsposition für das Fixieren einzustellen. Damit wird es möglich, die fixierte Kompressionskraft zu variieren und an unterschiedliche Einsatzzwecke des Brennstoffzellensystems anzupassen. Die Lösbarkeit der Fixiervorrichtung erlaubt es, beispielsweise für eine Wartungssituation, diesen fixierten Zustand wieder aufzuheben, sodass der Brennstoffzellenstapel durch das Aufheben wieder komplett kompressionsfrei zur Verfügung gestellt werden kann.

Vorteile sind darüber hinaus erzielbar, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung die Kompressionskolben-Führung ein Auslassventil aufweist, für ein Auslassen von Betriebsfluid zum Erzeugen eines reduzierten Kompressionsdrucks.

Dieses Auslassen kann in die Umgebung der Kompressionsvorrichtung erfolgen oder aber in einen Betriebskanal des Brennstoffzellensystems. Bei einem solchen Betriebskanal kann es sich beispielsweise um einen Abgaskanal des Brennstoffzellensystems handeln. Dies erlaubt es, insbesondere, wenn Rückschlagventile oder Ähnliches im Druckanschluss verwendet werden, die Kompressionskolben-Führung wieder drucklos auszubilden und damit eine Rückbewegung des Kompressionskolbens mit einer damit einhergehenden Kraftentlastung des Brennstoffzellenstapels zu gewährleisten. Dieses Auslassventil kann sowohl qualitativ als auch quantitativ schaltbar sein.

Von Vorteil ist es darüber hinaus, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung der Druckanschluss ein Einlassventil aufweist, für eine Kontrolle des Kompressionsdrucks. Auch ein solches Einlassventil ist wieder quantitativ und/oder qualitativ schaltbar. Dies erlaubt es beispielsweise, den Betriebsdruck im Betriebskanal zu reduzieren, sodass dieser in der reduzierten Form als Kompressionsdruck zu einer reduzierten Einbringung von Kompressionskraft in den Brennstoffzellenstapel führt. Dies führt zu einer weiteren Regelungsmöglichkeit der Einbringung der Kompressionskraft in den Brennstoffzellenstapel.

Von Vorteil ist es weiter, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung der Druckanschluss ein Mehrwegventil aufweist, für eine fluidkommunizierende Verbindung mit wenigstens zwei unterschiedlichen Betriebskanälen des Brennstoffzellensystems. Ein solches Mehrwegventil kann also eine Schaltmöglichkeit zur Verfügung stellen, insbesondere dann, wenn in den angeschlossenen unterschiedlichen Betriebskanälen unterschiedliche Betriebsdrücke vorliegen. Somit wird es möglich, durch entsprechendes Verschalten bewusst einen niedrigeren oder einen höheren Betriebsdruck für die Einbringung der Kompressionskraft als Kompressionsdruck auszuwählen.

Vorteile bringt es weiter mit sich, wenn bei einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung die Kompressionsfläche und/oder die Anschlagsfläche eine geometrische Erstreckung aufweisen, welche der geometrischen Erstreckung der Querschnittsfläche des Brennstoffzellenstapels quer zur Stapelrichtung entspricht oder im Wesentlichen entspricht. Die Kompressionsfläche und die Anschlagsfläche entsprechen also vorzugsweise einer Art Endplatte am jeweiligen Ende des Brennstoffzellenstapels. Durch das Einbringen mit Druckbeaufschlagung führt dies zu einer sehr gleichmäßi-

gen Kraftverteilung der Kompressionskraft, wodurch ein weiterer Vorteil im Vergleich zu den bekannten Lösungen mit Spanngurten und Gewindestangen erzielt wird. Selbstverständlich ist es möglich, dass die Kompressionsfläche und/oder die Anschlagsfläche bei dieser Ausführungsform auch etwas größer oder deutlich größer ausgebildet ist als die jeweilige Gegen-Kompressionsfläche und/oder Gegen-Anschlagsfläche.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Brennstoffzellensystem. Ein solches Brennstoffzellensystem weist einen Brennstoffzellenstapel mit einer Vielzahl entlang einer Stapelrichtung gestapelter Brennstoffzellen auf. Darüber hinaus sind Betriebskanäle zur Führung von Betriebsfluiden vorgesehen. Das Brennstoffzellensystem weist weiter eine Kompressionsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung auf. Dabei ist der Druckanschluss dieser Kompressionsvorrichtung mit wenigstens einem der Betriebskanäle in fluidkommunizierender Verbindung. Der Brennstoffzellenstapel weist eine Gegen-Kompressionsfläche auf, welche in kraftübertragender Kontaktierung mit der Kompressionsfläche des Kompressionskolbens steht. Weiter ist der Brennstoffzellenstapel mit einer Gegen-Anschlagsfläche ausgestattet, welche in kraftübertragender Kontaktierung mit der Anschlagsfläche der Kompressionsvorrichtung steht. Damit bringt ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Kompressionsvorrichtung erläutert worden sind.

Von Vorteil kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem die Betriebskanäle wenigstens eine der folgenden Ausführungsformen aufweisen:

- Anodenzuführabschnitt
- Anodenabführabschnitt
- Kathodenzuführabschnitt
- Kathodenabführabschnitt
- Bypassabschnitt
- Rezirkulationsabschnitt
- Kühlmittelvorlauf

- Kühlmittelrücklauf

Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Selbstverständlich ist auch eine fluidkommunizierende Verbindung zu zwei oder mehr dieser Betriebskanäle vorteilhaft, insbesondere dann, wenn im Druckanschluss der Kompressionsvorrichtung ein Mehrwegventil eingesetzt wird.

Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn bei einem erfindungsgemäßem Brennstoffzellensystem die Anschlagsfläche der Gegen-Anschlagsfläche entspricht oder im Wesentlichen entspricht und/oder die Kompressionsfläche der Gegen-Kompressionsfläche entspricht oder im Wesentlichen entspricht. Auch eine leicht größere Ausbildung der Anschlagsfläche und der Kompressionsfläche ist hier grundsätzlich denkbar. Die Ausbildung mit gleichen Flächendimensionen führt dazu, dass im Wesentlichen vollflächig über den Querschnitt quer zur Stapelrichtung des Brennstoffzellenstapels die gewünschte Kompressionskraft eingebracht wird, sodass eine besonders gleichmäßige Verteilung der Kompressionskraft die Folge ist. Unerwünschte Ungleichmäßigkeiten, welche zu mechanischen Spannungen quer zur Stapelrichtung führen würden, können auf diese Weise besonders vorteilhaft vermieden werden.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren für eine Kompression von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellenstapel eines Brennstoffzellensystems, insbesondere in einer erfindungsgemäßigen Ausgestaltung, aufweisend die folgenden Schritte:

- Aufnahme eines Betriebsfluides aus einem Betriebskanal des Brennstoffzellensystems unter einem Betriebsdruck,
- Beaufschlagung eines Kompressionskolbens in einer Kompressionskolben-Führung einer Kompressionsvorrichtung mit dem Betriebsdruck als Kompressionsdruck zur Erzeugung einer Kompressionskraft auf den Brennstoffzellenstapel.

Durch die Bezugnahme auf ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem sowie eine erfindungsgemäßige Kompressionsvorrichtung bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem und eine erfindungsgemäßige Kompressionsvorrichtung erläutert worden sind.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems,
- Fig. 2 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung,
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung,
- Fig. 4 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung und
- Fig. 5 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kompressionsvorrichtung.

In der Figur 1 ist schematisch ein Brennstoffzellensystem 100 dargestellt. Kern dieses Brennstoffzellensystems 100 ist ein Brennstoffzellenstapel 110, welcher einzelne Brennstoffzellen 112 aufweist, welche in den Figuren 2 bis 5 näher dargestellt sind. Hinsichtlich der Funktionsweise des Brennstoffzellensystems 100 ist der Brennstoffzellenstapel 110 in einen Anodenabschnitt 120 und einen Kathodenabschnitt 130 aufgeteilt. Ein Anodenzuführgas kann mithilfe eines Anodenzuführabschnitts 122 zum Anodenabschnitt 120 geführt werden. In gleicher Weise wird Kathodenzuführgas über einen Kathodenzuführabschnitt 132 dem Kathodenabschnitt 130 des Brennstoffzellenstapels 110 zugeführt. Auf der Abgasseite des Brennstoffzellenstapels 110 führt ein Anodenabführabschnitt 124 Anodenabgas und ein Kathodenabführabschnitt 134 Kathodenabgas ab. Hier ist darüber hinaus ein Rezirkulationsabschnitt 140 vorgesehen, um Anodenabgas in den Anodenzuführabschnitt 122 zu rezirkulieren.

Weiter ist bei dem Brennstoffzellensystem 100 der Figur 1 schematisch ein Kühlkreislauf 150 für den Brennstoffzellenstapel 110 dargestellt. Dieser Kühlkreislauf 150 ist mit einem Kühlmittelvorlauf 152 zum Zuführen von kaltem Kühlmittel und einem Kühlmittelrücklauf 154 zum Abführen von erwärmtem Kühlmittel ausgestattet.

In der Figur 1 sind viele unterschiedliche Anschlussmöglichkeiten in einem Brennstoffzellensystem 100 für eine Kompressionsvorrichtung 10 der vorliegenden Erfindung dargestellt. Jeder einzelne der beschriebenen Betriebsfluid BF führenden Abschnitte kann dabei als Betriebskanal BK verstanden werden, wie er in den nachfolgenden Figuren 2 bis 5 dargestellt ist. In den einzelnen Abschnitten, insbesondere im Anodenzuführabschnitt 122, im Anodenabführabschnitt 124, im Kathodenzuführabschnitt 132, im Kathodenabführabschnitt 134, im Rezirkulationsabschnitt 140, im Kühlmittelvorlauf 152 und im Kühlmittellrücklauf 154 ist hier schematisch die Möglichkeit dargestellt, eine Aufnahmeöffnung 24 zu integrieren, welche es erlaubt, das im jeweiligen Betriebskanal BK vorhandene Betriebsfluid fluidkommunizierend in den Druckanschluss 22 einzubringen. Die entsprechende Wirkung ist mit Bezug auf die Figuren 2 und 5 anschließend näher erläutert.

Die Figur 2 zeigt eine Detailansicht der Ausführungsform der Figur 1 mit einer besonders einfachen Ausbildung der Kompressionsvorrichtung 10. Der Brennstoffzellenstapel 110 ist hier mit einer Vielzahl einzelner Brennstoffzellen 112 ausgestattet, welche gemeinsam entlang einer Stapelrichtung SR gestapelt sind. Um eine Abdichtung der einzelnen Brennstoffzellen 112 zueinander gewährleisten zu können, muss die Dichtkraft in Form einer Kompressionskraft KK entlang dieser Stapelrichtung SR eingebracht werden. Dies erfolgt bei dieser Ausführungsform mit der Kompressionsvorrichtung 10.

Um eine Kompressionskraft KK zu erzeugen, wird hier über einen Druckanschluss 22 und eine Aufnahmeöffnung 24 Betriebsfluid BF unter einem Betriebsdruck BD aus einem Betriebskanal BK aufgenommen in den Druckanschluss 22. Durch die isobare Ausbreitung des Betriebsdrucks BD führt dies zu einem Kompressionsdruck KD, welcher dem Betriebsdruck BD entspricht, in der Kompressionskolben-Führung 20. Die Kolben-Rückseite 34 wird also mit dem Kompressionsdruck KD beaufschlagt und damit mit einer Kraftwirkung in Stapelrichtung SR, in der Figur 2 nach rechts, beaufschlagt. Es entsteht eine Kompressionskraft KK, welche vom Kompressionskolben 30 über dessen Kompressionsfläche 32 auf die Gegen-Kompressionsfläche 114 einwirkt. Um diese eingebrachte Kompressionskraft KK abzustützen, ist auf der entgegengesetzten rechten Seite des Brennstoffzellenstapels 110 eine Anschlagsfläche 40 vorgesehen, welche entsprechend eine Kraftaufnahme durch flächige Kontaktierung mit der Gegen-Anschlagsfläche 116 gewährleistet.

Wie aus der Darstellung der Figur 2 entnommen werden kann, wird nun beim Betrieb des Brennstoffzellensystems 100 das Betriebsfluid BF unter Betriebsdruck BD in dem Betriebskanal BK vorliegen. Das auf diese Weise zwangsläufig durch den Betrieb des Brennstoffzellensystems 110 eingestellte Druckverhältnis führt zu der entsprechend von der Betriebssituation abhängigen Kompressionssituation und der davon abhängigen Kompressionskraft KK am Brennstoffzellenstapel 110.

Die Figur 3 zeigt eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figur 2. Diese unterscheidet sich hier durch einen Kraftverstärker 36, welcher mechanisch wirkend hier ein Hebelement 37 aufweist. Der Betriebsdruck BD erzeugt einen Kompressionsdruck KD, welcher hier an einem Hilfskolben angreift. Der Hilfskolben ist über das Hebelement 37 mit dem Kompressionskolben 30 verbunden, sodass entsprechend einer Hebelübersetzung, eine Umsetzung in eine gewünschte größere oder kleinere Kompressionskraft KK, je nach Hebelverhältnissen, möglich wird. Insbesondere ist dieser mechanische Kraftverstärker 36 einstellbar ausgebildet, um unterschiedliche Kraftverstärkungen und unterschiedliche Übersetzungsrichtungen zur Verfügung stellen zu können.

In der Figur 4 ist eine Ausgestaltung dargestellt, welche eine Vorspannvorrichtung 38 aufweist. Diese ist hier mit einer Spiralfeder ausgebildet, um eine Vorspannkraft VK in den Kompressionskolben 30 einzubringen. Dies erlaubt ein Vorspannen des Brennstoffzellenstapels 110, wobei diese Vorspannsituation auch bei ausgeschalteter Betriebssituation des Brennstoffzellensystems 100 und bei einem Betriebsdruck BD nahe Umgebungsdruck vorhanden bleibt.

In der Figur 4 ist zusätzlich noch auf eine Weiterbildung in der Kompressionskolben-Führung 20 hinzuweisen. So ist hier ein Auslassventil 26 vorgesehen, welches erlaubt, einen Teil des Kompressionsdrucks KD, oder sogar vollständig, abzulassen. Dabei kann ein Ablassen an die Umgebung oder aber in einen oder mehrere Betriebskanäle BK erfolgen. Damit kann sozusagen ein Druckausgleich geschaffen werden, um ein Entlüften der Kompressionskolben-Führung 20 gewährleisten zu können.

Die Figur 5 basiert auf der Ausgestaltung der Figur 3. Jedoch ist hier ein Fixiermittel 39 vorgesehen, welches in der Figur 5 in der fixierenden Position dargestellt ist. Sobald bei dieser Ausführungsform der Betriebsdruck BD zu einem Kompressionsdruck KD führt, welcher eine Kompressionskraft KK in den Brennstoffzellenstapel 110 ein-

bringt, so kann die damit einhergehende Kompressionsposition des Kompressionskolbens 30 durch das Fixiermittel 39 fixiert werden. Die Kompressionsposition kann dabei vorzugsweise einstellbar und/oder lösbar ausgestaltet sein.

Die Figur 5 zeigt darüber hinaus noch einen Anschluss an zwei unterschiedliche Betriebskanäle BK, beispielsweise den Anodenabführabschnitt 124 oder den Kathodenabführabschnitt 134. Üblicherweise liegen in unterschiedlichen Betriebskanälen BK des Brennstoffzellensystems 100 bei gleicher Betriebssituation unterschiedliche Betriebsdrücke BD vor. Durch ein Mehrwegventil 23 kann nun explizit und spezifisch der Betriebskanal BK für einen fluidkommunizierenden Austausch mit dem Betriebsdruck BD ausgewählt werden, welcher der aktuellen Kompressionsnotwendigkeit und damit dem aktuell benötigten Kompressionsdruck KD entspricht.

Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

Bezugszeichenliste

- 10 Kompressionsvorrichtung
- 20 Kompressionskolben-Führung
- 22 Druckanschluss
- 23 Mehrwegventil
- 24 Aufnahmeöffnung
- 26 Auslassventil
- 30 Kompressionskolben
- 32 Kompressionsfläche
- 34 Kolben-Rückseite
- 36 Kraftverstärker
- 37 Hebelement
- 38 Vorspannvorrichtung
- 39 Fixievorrichtung
- 40 Anschlagsfläche

- 100 Brennstoffzellensystem
- 110 Brennstoffzellenstapel
- 112 Brennstoffzelle
- 114 Gegen-Kompressionsfläche
- 116 Gegen-Anschlagsfläche
- 120 Anodenabschnitt
- 122 Anodenzuführabschnitt
- 124 Anodenabführabschnitt
- 130 Kathodenabschnitt
- 132 Kathodenzuführabschnitt
- 134 Kathodenabführabschnitt
- 140 Rezirkulationsabschnitt
- 150 Kühlkreislauf
- 152 Kühlmittelvorlauf
- 154 Kühlmittlerücklauf

- BF Betriebsfluid
- BK Betriebskanal
- BD Betriebsdruck

KD Kompressionsdruck

KK Kompressionskraft

VK Vorspannkraft

SR Stapelrichtung

Patentansprüche

1. Kompressionsvorrichtung (10) für eine Kompression von Brennstoffzellen (112) in einem Brennstoffzellenstapel (110) eines Brennstoffzellensystems (100), aufweisend eine Kompressionskolben-Führung (20) mit einem Kompressionskolben (30) mit einer Kompressionsfläche (32) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Kompressionsfläche (114) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Beaufschlagung des Brennstoffzellenstapels (110) mit einer Kompressionskraft (KK) und eine Anschlagsfläche (40) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Anschlagsfläche (116) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Abstützung der Kompressionskraft (KK), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kompressionskolben-Führung (20) einen Druckanschluss (22) zur Aufnahme eines Betriebsdrucks (BD) von einem Betriebsfluid (BF) aus einem Betriebskanal (BK) des Brennstoffzellensystems (100) aufweist für eine Einbringung des Betriebsdrucks (BD) in die Kompressionskolben-Führung (20) als Kompressionsdruck (KD) auf der von der Kompressionsfläche (32) abgewandten Kolben-Rückseite (34) des Kompressionskolbens (30).
2. Kompressionsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckanschluss (22) eine Aufnahmeöffnung (24) für einen fluidkommunizierenden Anschluss an wenigstens einen der folgenden Betriebsfluidkanäle (BK):
 - Anodenzuführabschnitt (122)
 - Anodenabführabschnitt (124)
 - Kathodenzuführabschnitt (132)
 - Kathodenabführabschnitt (134)
 - Bypassabschnitt
 - Rezirkulationsabschnitt (140)
 - Kühlmittelvorlauf (152)
 - Kühlmittelerücklauf (154)

3. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionskolben (30) einen mechanischen Kraftverstärker (36), insbesondere aufweisend wenigstens ein Hebelement (37), aufweist für eine Verstärkung der durch den Betriebsdruck (BD) als Kompressionsdruck (KD) erzeugten Kompressionskraft (KK).
4. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionskolben (30) eine Vorspannvorrichtung (38) aufweist, welche den Kompressionskolben (30) in Richtung der Kompressionsfläche (32) mit einer Vorspannkraft (VK) beaufschlägt.
5. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionskolben (30) eine Fixiervorrichtung (39) aufweist für ein Fixieren des Kompressionskolbens (30) in der Kompressionskolben-Führung (20) in einer Kompressionsposition.
6. Kompressionsvorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fixiervorrichtung (39) einstellbar und/oder lösbar ausgebildet ist.
7. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kompressionskolben-Führung (20) ein Auslassventil (26) aufweist für ein Auslassen von Betriebsfluid (BF) zum Erzeugen eines reduzierten Kompressionsdrucks (KD).
8. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckanschluss (22) ein Einlassventil aufweist für eine Kontrolle des Kompressionsdrucks (KD).
9. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckanschluss (22) ein Mehrwegventil (23) aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit wenigstens zwei unterschiedlichen Betriebskanälen (BK) des Brennstoffzellensystems (100).
10. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kompressionsfläche (32) und/oder die Anschlagsfläche (40) eine geometrische Erstreckung aufweisen, welche der geometrischen Erstreckung der Querschnittsfläche des Brennstoffzellensta-

pels (110) quer zur Stapelrichtung (SR) entspricht oder im Wesentlichen entspricht.

11. Brennstoffzellensystem (100), aufweisend einen Brennstoffzellenstapel (110) mit einer Vielzahl entlang einer Stapelrichtung (SR) gestapelter Brennstoffzellen (112) und Betriebskanäle (BK) zur Führung von Betriebsfluiden (BF), weiter aufweisend eine Kompressionsvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Druckanschluss (22) mit wenigstens einem der Betriebskanäle (BK) in fluidkommunizierender Verbindung steht, und wobei der Brennstoffzellenstapel (110) eine Gegen-Kompressionsfläche (114) aufweist in kraftübertragender Kontaktierung mit dem Kompressionsfläche (32) des Kompressionskolbens (30) und eine Gegen-Anschlagsfläche (116) aufweist in kraftübertragender Kontaktierung mit der Anschlagsfläche (40) der Kompressionsvorrichtung (10).
12. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebskanäle (BK) wenigstens eine der folgenden Ausführungsformen aufweisen:
 - Anodenzuführabschnitt (122)
 - Anodenabführabschnitt (124)
 - Kathodenzuführabschnitt (132)
 - Kathodenabführabschnitt (134)
 - Bypassabschnitt
 - Rezirkulationsabschnitt (140)
 - Kühlmittelvorlauf (152)
 - Kühlmittellrücklauf (154)
13. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlagsfläche (26) der Gegen-Anschlagsfläche (116) entspricht oder im Wesentlichen entspricht und/oder dass die Kompres-

sionsfläche (32) der Gegen-Kompressionsfläche (114) entspricht oder im We-
sentlichen entspricht.

14. Verfahren für eine Kompression von Brennstoffzellen (112) in einem Brenn-
stoffzellenstapel (110) eines Brennstoffzellensystems (100), insbesondere mit
den Merkmalen eines der Ansprüche 11 bis 13, aufweisend die folgenden
Schritte:

- Aufnahme eines Betriebsfluids (BF) aus einem Betriebskanal (BK) des
Brennstoffzellensystems (110) unter einem Betriebsdruck (BD),
- Beaufschlagen eines Kompressionskolbens (30) in einer Kompressi-
onskolben-Führung (20) einer Kompressionsvorrichtung (10) mit dem
Betriebsdruck (BD) als Kompressionsdruck (KD) zur Erzeugung einer
Kompressionskraft (KK) auf den Brennstoffzellenstapel (110).

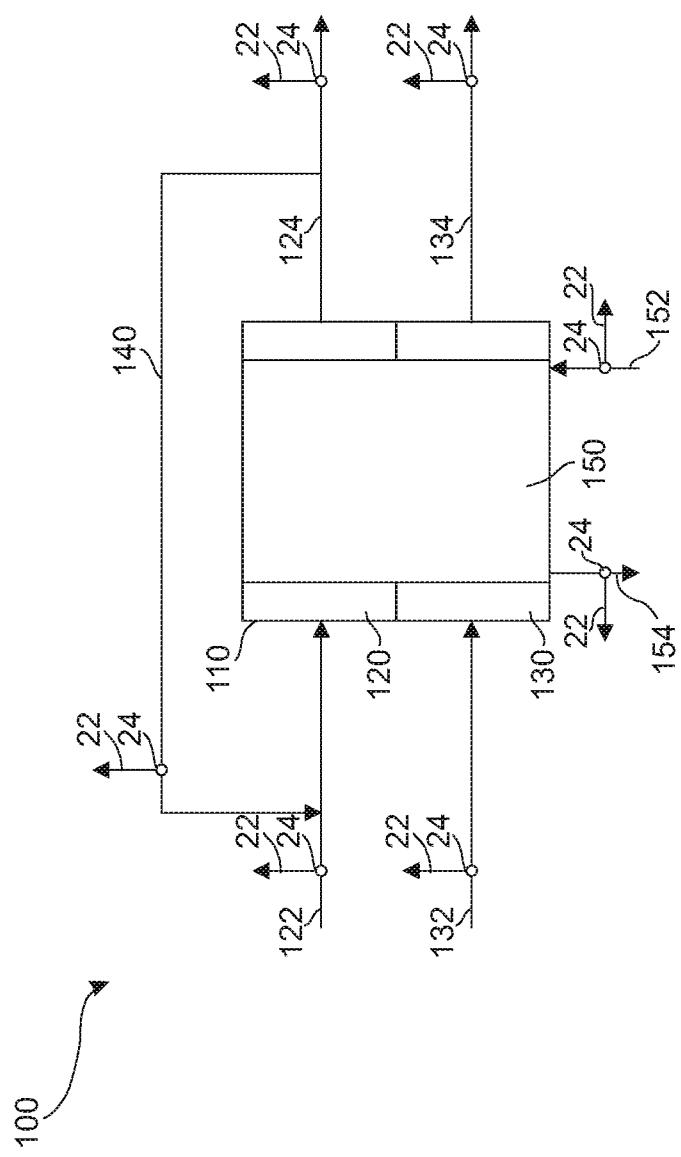


Fig. 1

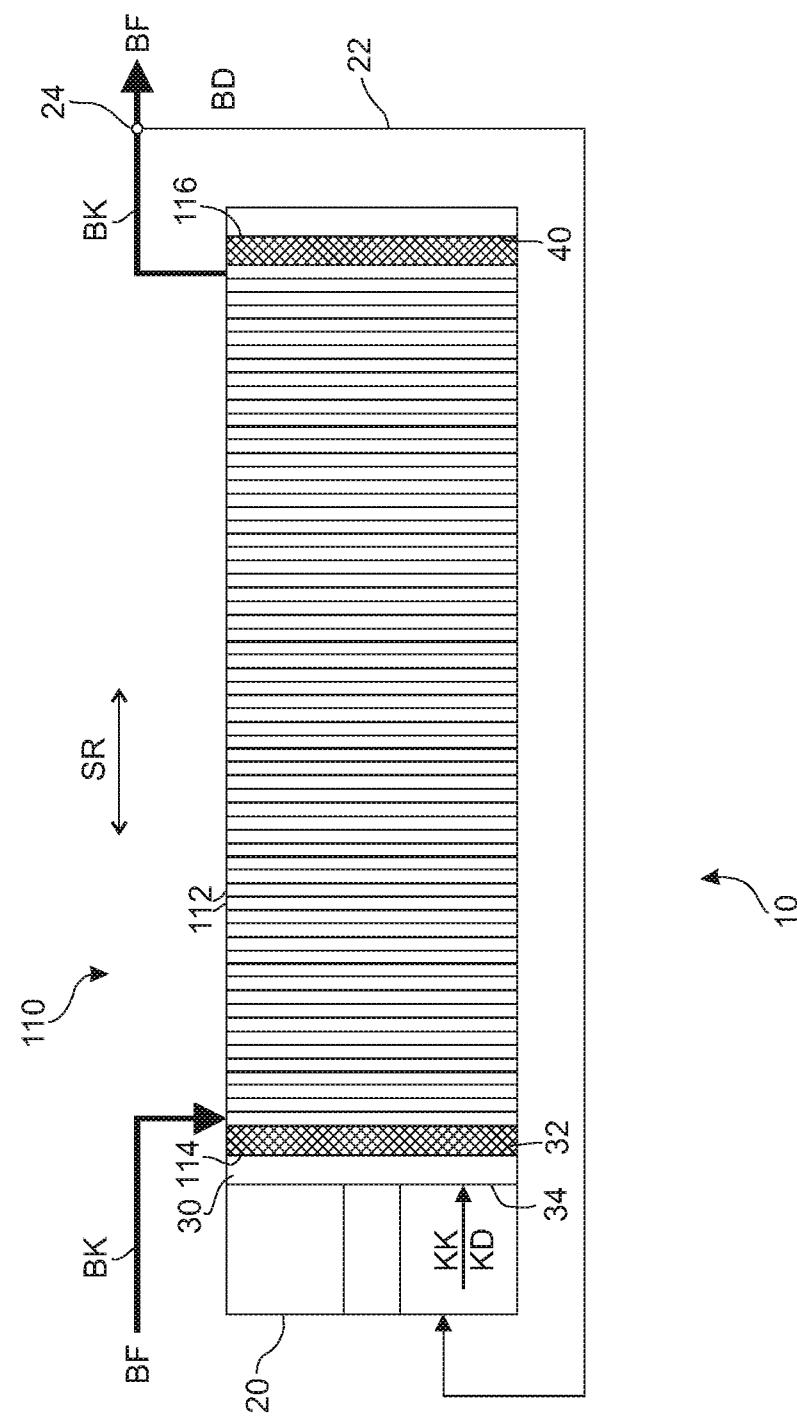


Fig. 2

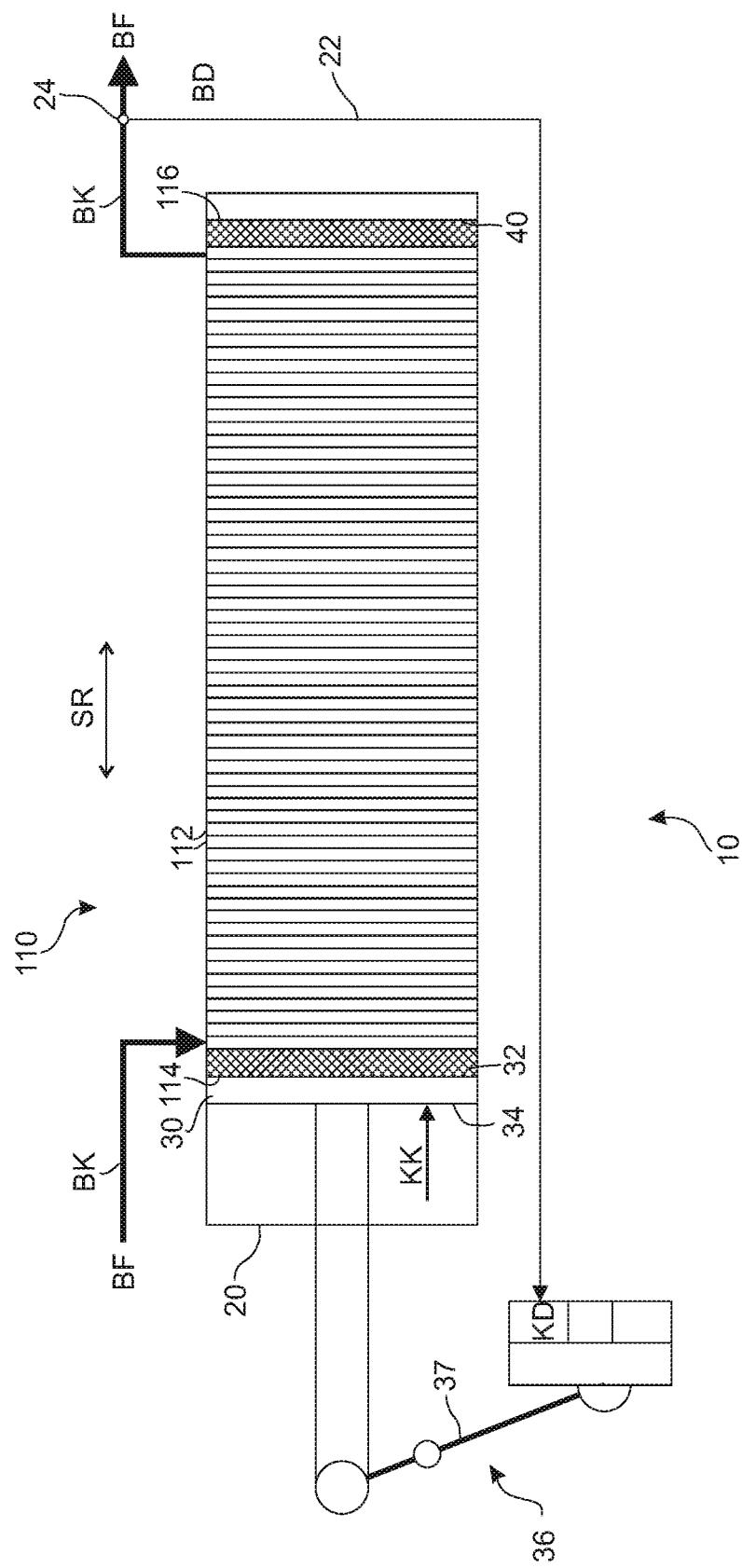


Fig. 3

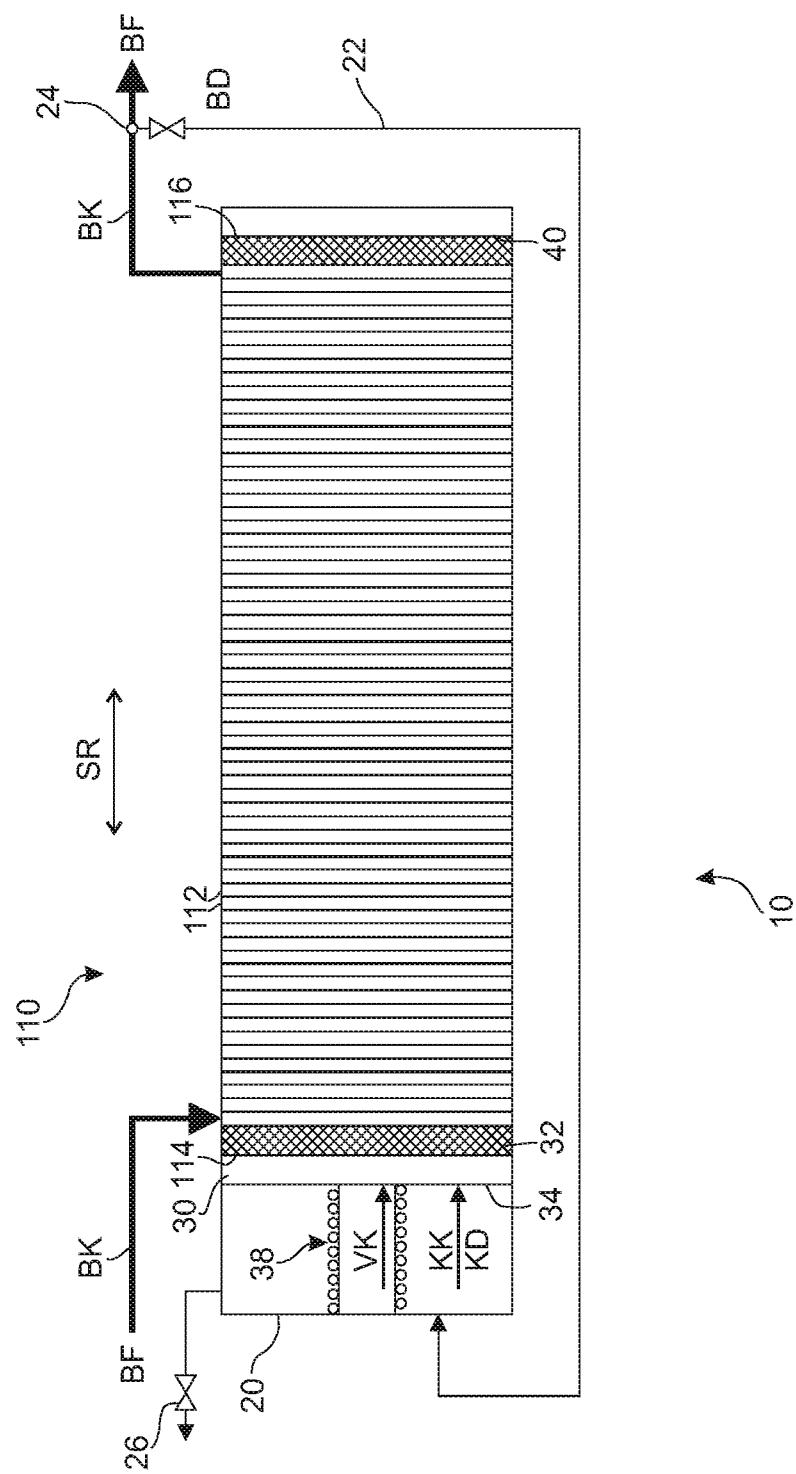


Fig. 4

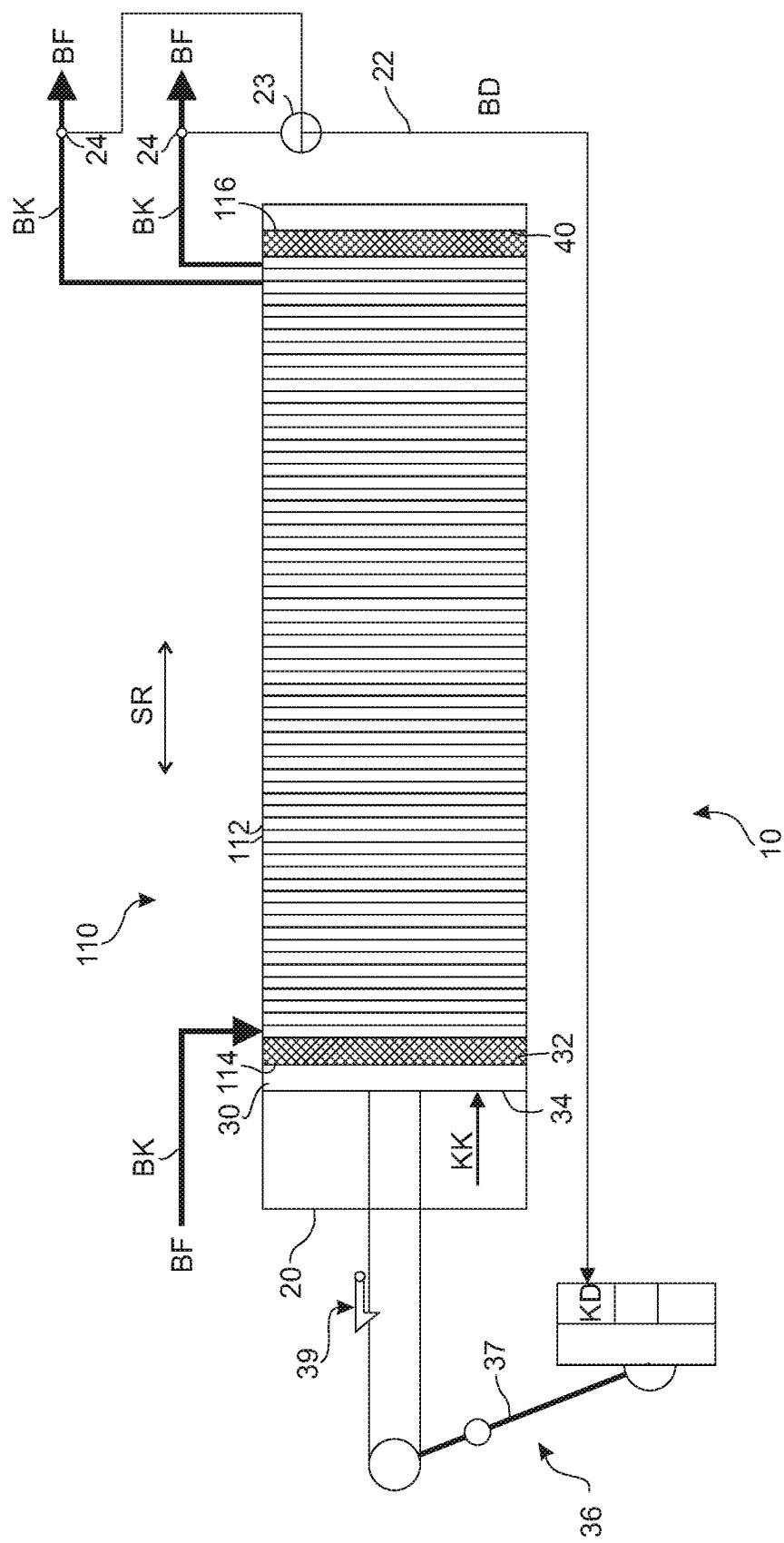


Fig. 5

Patentansprüche

1. Kompressionsvorrichtung (10) für eine Kompression von Brennstoffzellen (112) in einem Brennstoffzellenstapel (110) eines Brennstoffzellensystems (100), aufweisend eine Kompressionskolben-Führung (20) mit einem Kompressionskolben (30) mit einer Kompressionsfläche (32) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Kompressionsfläche (114) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Beaufschlagung des Brennstoffzellenstapels (110) mit einer Kompressionskraft (KK) und eine Anschlagsfläche (40) für einen kraftübertragenden Kontakt mit einer Gegen-Anschlagsfläche (116) des Brennstoffzellenstapels (110) zur Abstützung der Kompressionskraft (KK), wobei die Kompressionskolben-Führung (20) einen Druckanschluss (22) zur Aufnahme eines Betriebsdrucks (BD) von einem Betriebsfluid (BF) aus einem Betriebskanal (BK) des Brennstoffzellensystems (100) aufweist für eine Einbringung des Betriebsdrucks (BD) in die Kompressionskolben-Führung (20) als Kompressionsdruck (KD) auf der von der Kompressionsfläche (32) abgewandten Kolben-Rückseite (34) des Kompressionskolbens (30), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionskolben (30) einen mechanischen Kraftverstärker (36), insbesondere aufweisend wenigstens ein Hebelement (37), aufweist für eine Verstärkung der durch den Betriebsdruck (BD) als Kompressionsdruck (KD) erzeugten Kompressionskraft (KK).
2. Kompressionsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckanschluss (22) eine Aufnahmeöffnung (24) für einen fluidkommunizierenden Anschluss an wenigstens einen der folgenden Betriebsfluidkanäle (BK):
 - Anodenzuführabschnitt (122)
 - Anodenabführabschnitt (124)
 - Kathodenzuführabschnitt (132)
 - Kathodenabführabschnitt (134)
 - Bypassabschnitt
 - Rezirkulationsabschnitt (140)

- Kühlmittelvorlauf (152)
 - Kühlmittelrücklauf (154)
3. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionskolben (30) eine Vorspannvorrichtung (38) aufweist, welche den Kompressionskolben (30) in Richtung der Kompressionsfläche (32) mit einer Vorspannkraft (VK) beaufschlägt.
 4. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kompressionskolben (30) eine Fixiervorrichtung (39) aufweist für ein Fixieren des Kompressionskolbens (30) in der Kompressionskolben-Führung (20) in einer Kompressionsposition.
 5. Kompressionsvorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fixiervorrichtung (39) einstellbar und/oder lösbar ausgebildet ist.
 6. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kompressionskolben-Führung (20) ein Auslassventil (26) aufweist für ein Auslassen von Betriebsfluid (BF) zum Erzeugen eines reduzierten Kompressionsdrucks (KD).
 7. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckanschluss (22) ein Einlassventil aufweist für eine Kontrolle des Kompressionsdrucks (KD).
 8. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckanschluss (22) ein Mehrwegventil (23) aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit wenigstens zwei unterschiedlichen Betriebskanälen (BK) des Brennstoffzellensystems (100).
 9. Kompressionsvorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kompressionsfläche (32) und/oder die Anschlagsfläche (40) eine geometrische Erstreckung aufweisen, welche der geometrischen Erstreckung der Querschnittsfläche des Brennstoffzellenstapels (110) quer zur Stapelrichtung (SR) entspricht oder im Wesentlichen entspricht.

10. Brennstoffzellensystem (100), aufweisend einen Brennstoffzellenstapel (110) mit einer Vielzahl entlang einer Stapelrichtung (SR) gestapelter Brennstoffzellen (112) und Betriebskanäle (BK) zur Führung von Betriebsfluiden (BF), weiter aufweisend eine Kompressionsvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Druckanschluss (22) mit wenigstens einem der Betriebskanäle (BK) in fluidkommunizierender Verbindung steht, und wobei der Brennstoffzellenstapel (110) eine Gegen-Kompressionsfläche (114) aufweist in kraftübertragender Kontaktierung mit dem Kompressionsfläche (32) des Kompressionskolbens (30) und eine Gegen-Anschlagsfläche (116) aufweist in kraftübertragender Kontaktierung mit der Anschlagsfläche (40) der Kompressionsvorrichtung (10).
11. Brennstoffzellensystem (100) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebskanäle (BK) wenigstens eine der folgenden Ausführungsformen aufweisen:
 - Anodenzuführabschnitt (122)
 - Anodenabführabschnitt (124)
 - Kathodenzuführabschnitt (132)
 - Kathodenabführabschnitt (134)
 - Bypassabschnitt
 - Rezirkulationsabschnitt (140)
 - Kühlmittelvorlauf (152)
 - Kühlmittlerücklauf (154)
12. Brennstoffzellensystem (100) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlagsfläche (26) der Gegen-Anschlagsfläche (116) entspricht oder im Wesentlichen entspricht und/oder dass die Kompressionsfläche (32) der Gegen-Kompressionsfläche (114) entspricht oder im Wesentlichen entspricht.

13. Verfahren für eine Kompression von Brennstoffzellen (112) in einem Brennstoffzellenstapel (110) eines Brennstoffzellensystems (100) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 10 bis 12, aufweisend die folgenden Schritte:

- Aufnahme eines Betriebsfluids (BF) aus einem Betriebskanal (BK) des Brennstoffzellensystems (110) unter einem Betriebsdruck (BD),
- Beaufschlagen eines Kompressionskolbens (30) in einer Kompressionskolben-Führung (20) einer Kompressionsvorrichtung (10) mit dem Betriebsdruck (BD) als Kompressionsdruck (KD) zur Erzeugung einer Kompressionskraft (KK) auf den Brennstoffzellenstapel (110).