

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50610/2023	(51)	Int. Cl.:	<b>F15D 1/04</b>	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	31.07.2023			<b>F02M 29/06</b>	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.10.2024			<b>H01M 8/04082</b>	(2016.01)
					<b>H01M 8/04</b>	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
KR 20150118451 A  
US 1395980 A  
DE 102011084480 A1

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

(72) Erfinder:  
Varga Zsolt Dipl.-Ing.  
8051 Graz (AT)  
Körösi Michael Ing.  
8181 St. Ruprecht (AT)  
Goll Markus Dipl.-Ing. BSc  
8010 Graz (AT)  
Pöschl Robert Dr.  
8111 Gratwein-Straßengel (AT)  
Lerch Matthias Dipl.-Ing. BSc.  
8020 Graz (AT)

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

(54) **Führungsstruktur für einen gekrümmten Rohrabschnitt**

(57) Die Erfindung betrifft eine Führungsstruktur (10) zur Führung eines Fluidstroms (FS) durch einen gekrümmten Rohrabschnitt (100). Die Führungsstruktur (10) weist einen länglichen Trägerabschnitt (11) auf, welcher sich entlang einer gekrümmten Längserstreckungsachse (LA) erstreckt. Die Führungsstruktur (10) weist ferner mehrere Rippen (12) auf, welche sich jeweils von dem Trägerabschnitt (11) entlang der Längserstreckungsachse (LA) nach außen zu einer Rippen-Außenkante (121) hin erstrecken. Dabei wird jeweils von zwei benachbarten Rippen (12) ein Führungskanal (14) zur Führung eines Teils des Fluidstroms (FS) gebildet. Die Führungskanäle (14) weisen entlang der Längserstreckungsachse (LA) wenigstens einen Verdrillungsabschnitt (15) auf, dessen axiale Enden (151, 152) relativ zueinander um einen Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) um die Längserstreckungsachse (LA) verdrillt sind. Die Erfindung betrifft ferner einen gekrümmten Rohrabschnitt (100) und ein Brennstoffzellensystem (200) mit der erfindungsgemäßen Führungsstruktur (10).

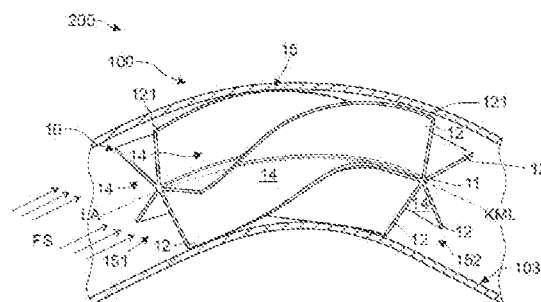


Fig. 2A

### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Führungsstruktur (10) zur Führung eines Fluidstroms (FS) durch einen gekrümmten Rohrabschnitt (100). Die Führungsstruktur (10) weist einen länglichen Trägerabschnitt (11) auf, welcher sich entlang einer gekrümmten Längserstreckungsachse (LA) erstreckt. Die Führungsstruktur (10) weist ferner mehrere Rippen (12) auf, welche sich jeweils von dem Trägerabschnitt (11) entlang der Längserstreckungsachse (LA) nach außen zu einer Rippen-Außenkante (121) hin erstrecken. Dabei wird jeweils von zwei benachbarten Rippen (12) ein Führungskanal (14) zur Führung eines Teils des Fluidstroms (FS) gebildet. Die Führungskanäle (14) weisen entlang der Längserstreckungsachse (LA) wenigstens einen Verdrillungsabschnitt (15) auf, dessen axiale Enden (151, 152) relativ zueinander um einen Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) um die Längserstreckungsachse (LA) verdrillt sind. Die Erfindung betrifft ferner einen gekrümmten Rohrabschnitt (100) und ein Brennstoffzellensystem (200) mit der erfindungsgemäßen Führungsstruktur (10).

Fig. 2A

## **Führungsstruktur für einen gekrümmten Rohrabschnitt**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Führungsstruktur zur Führung eines Fluidstroms durch einen gekrümmten Rohrabschnitt. Weiter betrifft die Erfindung einen Rohrabschnitt und ein Brennstoffzellensystem, welche jeweils die erfindungsgemäße Führungsstruktur aufweisen.

Zur Versorgung von Brennstoffzellen und Elektrolyseurzellen mit Gasgemischen werden Rohrleitungen verwendet. Der Verlauf und die Ausgestaltung dieser Rohrleitungen kann dabei relativ komplex sein, da zur Prozessführung und Umsetzung der chemischen Prozesse sowohl eine hohe Anzahl an chemischen Stoffen als auch eine hohe Anzahl an technischen Bauteilen zur Anwendung kommen. Eine einfache und geradlinige Leitungsführung wird dadurch erschwert oder ist nicht möglich. Entsprechend müssen Rohrleitungskomponenten, wie Rohrbiegungen oder T-Stücke, verwendet werden, um einen Stofffluss in Brennstoffzellensystemen umzusetzen.

Ein Nachteil solcher Rohrleitungskomponenten ist, dass stromabwärts von solchen Rohrleitungskomponenten üblicherweise Verzerrungen des Geschwindigkeitsprofils sowie Verwirbelungen des Gasstromes auftreten. Durchläuft beispielsweise ein Gasstrom eine Rohrbiegung, muss der Gasstrom sich an der Biegungsinnen Seite schneller bewegen als an der Biegungsaußen Seite, so dass es zu einer Verzerrung oder Asymmetrie des Geschwindigkeitsprofils kommt. Ferner kann es insbesondere bei einer Rohrbiegung mit relativ stark ausgeprägter Biegung zur Strömungsablösung an der Biegungsinnen Seite kommen, wenn der Gasstrom dem Rohrprofil nicht weiter folgen kann. Hierbei können Turbulenzen stromabwärts der Rohrbiegung auftreten. Zudem kann der Gasstrom nach Durchlaufen der Rohrbiegung Bestandteile mit einer Bewegungsrichtung aufweisen, welche einen Winkel zur Rohrachse aufweisen. Jeder der vorgenannten Effekte ist mit einem Druckverlust in der Rohrleitung behaftet.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass von Rohrleitungskomponenten hervorgerufene Störungen durch einen ausreichend langen, geraden Rohrabschnitt verringert werden können. Oftmals sind jedoch relativ lange Rohrlauflängen erforderlich, um die Verzerrungs- und Verwirbelungseffekte ausreichend zu

verringern. Aufgrund von Bauraumanforderungen und Kostengründen sind derartige Lösungen jedoch oftmals nicht realisierbar.

Auch ist es aus dem Stand der Technik bekannt, sogenannte Strömungskonditionierer stromabwärts derartiger Rohrleitungskomponenten in die Rohrleitung einzusetzen, um ein schnelleres Abklingen der nachteiligen Effekte zu ermöglichen.

Die Figuren 1A und 1B zeigen eine perspektivische Ansicht und eine Schnittansicht eines aus dem Stand der Technik bekannten Strömungskonditionierers (900). Der Strömungskonditionierer (900) ist in einer Rohrbiegung (400) eingesetzt und wird von einem Fluidstrom (FS) umströmt. Der Strömungskonditionierer (900) weist einen plattenförmigen Körper (910) mit einer gekrümmten Überströmungsfläche (911) auf. Zwei Endabschnitte (912) entlang der Längsachse des Körpers (910) sind jeweils in Richtung der Überströmungsfläche (911) gekrümmt. Der Strömungskonditionierer (900) ist mit der Überströmungsfläche (911) entlang der Mittellinie (410) der Rohrbiegung (400) angeordnet. Als ein Nachteil dieser Lösung zeigt sich, dass das Turbulenzen an der Rohrbiegungsinnenseite (401) mit dem Strömungskonditionierer (900) nicht ausreichend verhindert werden können. Insbesondere wird dieser Nachteil in stark gekrümmten Rohrbiegungen deutlich.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, nach einer Rohrkrümmung auftretende Störungen des Fluidstroms, wie Turbulenzen und Verzerrungen des Geschwindigkeitsprofils, wenigstens zu verringern.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Führungsstruktur mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einen Rohrabschnitt mit den Merkmalen des Anspruchs 13 sowie ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 15.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Führungsstruktur beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Rohrabschnitt sowie dem erfindungsgemäßen

Brennstoffzellensystem und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird und auch Bezug genommen werden kann.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Führungsstruktur zur Führung eines Fluidstroms durch einen gekrümmten Rohrabschnitt. Die Führungsstruktur weist einen länglichen Trägerabschnitt auf. Der Trägerabschnitt erstreckt sich entlang einer gekrümmten Längserstreckungsachse. Die Führungsstruktur weist ferner mehrere Rippen auf. Die Rippen erstrecken sich jeweils von dem Trägerabschnitt entlang der Längserstreckungsachse nach außen zu einer Rippen-Außenkante hin, so dass jeweils von zwei benachbarten Rippen ein Führungskanal zur Führung eines Teils des Fluidstroms gebildet wird. Die Führungskanäle weisen entlang der Längserstreckungsachse wenigstens einen Verdrillungsabschnitt auf. Die axialen Enden des Verdrillungsabschnitts sind relativ zueinander um einen Verdrillungswinkel um die Längserstreckungsachse verdrillt.

Mit anderen Worten wird von der Erfindung eine Führungsstruktur bereitgestellt, mittels derer ein Fluidstrom geführt werden kann. Als Fluidstrom kann insbesondere eine sich bewegende gasförmige und/oder flüssige Substanz verstanden werden. Der Fluidstrom kann beispielsweise ein Mischgas sein, welches Wasserstoff, Sauerstoff und/oder ein Brennstoffgas aufweisen kann. Die Bewegung des Fluidstroms kann durch ein Geschwindigkeitsprofil charakterisiert werden, welches die lokale Verteilung des Fluidimpulses über die betrachtete durchströmte Fläche angibt. Ferner kann im Rahmen der Erfindung als Führen insbesondere ein Leiten, Umleiten oder Bewegen entlang einer vorgegebenen Trajektorie verstanden werden.

Die Führungsstruktur ist dazu ausgebildet, den Fluidstrom durch einen gekrümmten Rohrabschnitt zu führen. Als „gekrümmt“ kann insbesondere eine Erstreckung verstanden werden, die eine bogenförmige Abweichung von einem geraden Verlauf aufweist. So kann mittels eines gekrümmten Rohrabschnitts insbesondere eine Richtungsänderung einer Rohrleitung erreicht werden. Zum Beispiel kann der gekrümmte Rohrabschnitt eine Rohrbiegung, ein Rohrbogen, ein Rohrkrümmer, ein Ellbogen oder eine Rohrschlange sein. Für die Größe der Abweichung von einem geraden Verlauf kann beispielsweise ein Krümmungsmaß angegeben werden. Das Krümmungsmaß kann beispielsweise mittels des Krümmungsradius bestimmt werden.

Der Krümmungsradius ergibt sich beispielsweise als Abstand zwischen einer Krümmungskante des Rohrabschnitts und der Mittelachse des Rohrabschnitts.

Die Führungsstruktur weist einen Trägerabschnitt mit einer gekrümmten Längserstreckungsachse auf. Die Längserstreckungsachse kann beispielweise eine Symmetrie- oder Zentralachse des Trägerabschnitts sein.

Die Führungsstruktur weist ferner mehrere Rippen auf, welche sich jeweils von dem Trägerabschnitt entlang der Längserstreckungsachse nach außen zu einer Rippen-Außenkante hin erstrecken. Im Rahmen der Erfindung kann als Rippe insbesondere ein flaches Strukturelement verstanden werden, das auf zwei gegenüberliegenden Seiten von je einer im Vergleich zur Dicke relativ ausgedehnten Fläche begrenzt wird. Die Rippen können beispielsweise als Platten, Flügel oder Blätter ausgebildet sein.

Jeweils von zwei benachbarten Rippen wird ein Führungskanal zur Führung eines Teils des Fluidstroms gebildet. Im Rahmen der Erfindung kann dabei unter einem Führungskanal insbesondere ein Strömungspfad für den Fluidstrom verstanden werden. So kann beispielsweise der Führungskanal von den Rippen derart gebildet werden, dass ein zwischen zwei Rippen gebildeter Freiraum wenigstens teilweise umschlossen wird.

Die Führungskanäle weisen entlang der Längserstreckungsachse wenigstens einen Verdrillungsabschnitt auf, dessen axiale Enden relativ zueinander um einen Verdrillungswinkel um die Längserstreckungsachse verdrillt sind. Im Rahmen der Erfindung kann unter „verdrillen“ oder „Verdrillung“ insbesondere ein verdrehen, verwinden oder eine Geometrieänderung, welche einer Geometrieänderung aus Torsion entspricht, verstanden werden. Als axiale Enden können gemäß der Erfindung insbesondere zwei sich bezüglich der Längserstreckungsachse gegenüberliegende Abschnitte der Führungskanäle verstanden werden, an denen der Fluidstrom in den Verdrillungsabschnitt eintritt und wieder austritt.

Somit wird es mittels der Führungsstruktur möglich, in dem gekrümmten Rohrabschnitt mehrere Führungskanäle vorzusehen, welche jeweils kleinere Durchströmungsflächen als die mit dem Querschnitt des Rohrabschnitts zur Verfügung gestellte Fläche aufweisen. Dadurch kann der Fluidstrom besser der Rohrkrümmung des gekrümmten Rohrabschnitts folgen, so dass negative Auswirkungen der Rohrkrümmung, wie Verzerrung des Geschwindigkeitsprofils,

Strömungsabriss und Turbulenzen, reduziert werden können. Insbesondere können Druckverluste, die auf die Rohrkrümmung zurückgehen, verringert werden.

Diese Vorteile werden durch die Verdrillung weiter verstärkt werden, da die Verdrillung zur Ausbildung von gekrümmten Führungskanälen führt, welche Krümmungsradien aufweisen, die größer sind als der Krümmungsradius der Rohrkrümmung. Somit kann der Fluidstrom in dem gekrümmten Rohrabschnitt sanfter entlang der Rohrkrümmung geführt werden. Hierbei wird in besonders vorteilhafter Weise der in dem gekrümmten Rohrabschnitt zur Verfügung stehende Raum ausgenutzt. Ferner wird es durch die Verdrillung möglich, den Fluidstrom mit einem Drall zu beaufschlagen, der zum Beispiel eine stromabwärtige Vermischung des Fluidstroms mit anderen Substanzen begünstigen kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung können an dem Verdrillungsabschnitt die Rippen-Außenkanten schraubenlinienförmig zur Längserstreckungsachse verlaufen. Alternativ oder zusätzlich können die Rippen-Außenkanten wenigstens eines der Führungskanäle in Draufsicht auf den Verdrillungsabschnitt im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

Als Schraubenlinie kann dabei insbesondere eine Helix verstanden werden. Bevorzugt können die Rippen-Außenkanten wenigstens eines der Führungskanäle vollständig oder im Wesentlichen vollständig entlang der Längserstreckungsachse im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

Dabei kann „im Wesentlichen vollständig entlang der Längserstreckungsachse“ insbesondere als eine maximal fünf-prozentige Abweichung von der Gesamtlänge des Trägerabschnitts aufgefasst werden. Die Gesamtlänge des Trägerabschnitts kann beispielsweise eine Bogenlänge sein.

Somit kann eine kontinuierliche und graduelle Führung des Fluidstroms wenigstens zwischen den axialen Enden des Verdrillungsabschnitts ermöglicht werden, so dass Asymmetrien des Geschwindigkeitsprofils verhindert werden können. Ferner wird eine Beaufschlagung des Fluidstroms mit Drall durch die rotatorische Bewegungsführung begünstigt. Ferner kann die Führungsstruktur beispielsweise für die Montage in eine Rohrbiegung eingeschraubt werden.

Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung können die Führungskanäle jeweils einen Strömungsquerschnitt aufweisen, mit dem sich die Führungskanäle entlang

des Trägerabschnitts erstrecken. Die Strömungsquerschnitte wenigstens zweier Führungskanäle können identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann wenigstens einer der Strömungsquerschnitte über den Verlauf des Führungskanals konstant oder im Wesentlichen konstant ausgebildet sein.

Dabei kann „im Wesentlichen identisch“ und „im Wesentlichen konstant“ insbesondere als ein maximal fünf-prozentiger Unterschied zwischen der Form und/oder der Fläche der jeweiligen Strömungsquerschnitte aufgefasst werden.

Die vorgenannten Konfigurationen ermöglichen jeweils eine gleichmäßige Aufteilung des Fluidstroms auf die Führungskanäle. Derart kann der Fluidstrom am Ende des Verdrillungsabschnitts aus Fluidstromanteilen zusammengesetzt werden, welche identische oder wenigstens ähnliche Geschwindigkeitsprofile aufweisen. Folglich können mit derartigen Konfigurationen Asymmetrien des Geschwindigkeitsprofils nach Rohrkrümmungen verhindert werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann der Verdrillungsabschnitt vollständig oder im Wesentlichen vollständig entlang der Längserstreckungsachse ausgebildet sein.

Dabei kann „im Wesentlichen vollständig entlang der Längserstreckungsachse“ insbesondere als eine maximal fünf-prozentige Abweichung von der Gesamtlänge des Trägerabschnitts aufgefasst werden. Die Gesamtlänge des Trägerabschnitts kann beispielsweise eine Bogenlänge sein.

Derart kann die gesamte axiale Länge der Führungsstruktur für die Strömungsführung verwendet werden, so dass die Führungsstruktur für eine große Zahl von Anwendungen mit gekrümmten Rohrabschnitten eingesetzt werden kann.

Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung können an den axialen Enden des Verdrillungsabschnitts wenigstens zwei oder alle der Führungskanäle um einen identischen oder im Wesentlichen identischen Verdrillungswinkel um die Längserstreckungsachse verdrillt sein. Natürlich ist es alternativ oder zusätzlich auch vorstellbar, dass die Rippen oder die Führungskanäle jeweils um verschiedene Winkel verdrillt sind, so dass wenigstens einzelne der Führungskanäle verschiedene Verdrillungswinkel aufweisen.

Dabei kann „im Wesentlichen identisch“ insbesondere als eine maximal fünf-prozentige Abweichung der entsprechenden Verdrillungswinkel voneinander aufgefasst werden.

Derart kann die Herstellung und der Einbau der Führungsstruktur vereinfacht werden, da keine speziellen Positionen oder Ausrichtungen der Führungsstruktur vorzugeben sind. Zudem können geringere Druckverluste und eine verbesserte Strömungsführung ermöglicht werden, da die Führungskanäle im Wesentlichen gleich aufgebaut sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann/können der/die Verdrillungswinkel wenigstens 50 Grad, 60 Grad, 70 Grad, 80 Grad, 90 Grad, 100 Grad, 110 Grad, 120 Grad, 130 Grad, 140 Grad, 150 Grad, 160 Grad, 170 Grad, 180 Grad, 190 Grad, 200 Grad, 210 Grad, 220 Grad, 230 Grad, 240 Grad, 250 Grad, 260 Grad, 270 Grad, 280 Grad, 290 Grad, 300 Grad, 310 Grad, 320 Grad, 330 Grad, 340 Grad, oder 350 Grad oder bis zu 360 Grad aufweisen.

Derart kann die Führungsstruktur an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Insbesondere kann der Umfang und die Intensität der Beaufschlagung des Fluidstroms mit Drall durch den Verdrillungswinkel eingestellt werden.

Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann wenigstens eine der Rippen sich radial oder im Wesentlichen radial nach außen zu der Rippen-Außenkante erstrecken. Alternativ oder zusätzlich können die Rippen-Außenkanten einen Außenrand der Führungsstruktur, welcher einen Außendurchmesser aufweist, definieren.

Dabei kann eine „im Wesentlichen radiale Erstreckung“ insbesondere als eine Erstreckung aufgefasst werden, deren Form und/oder Orientierung von einer entsprechenden radialen Erstreckung nicht mehr als fünf Prozent abweicht. So können die Rippen sich beispielsweise auch unter einem radialen Winkel zur Umfangsfläche des Trägerabschnitts von Selbigen nicht-senkrecht wegerstrecken. Bei einer im Wesentlichen radialen Erstreckung kann der radiale Winkel beispielsweise 80 Grad bis 100 Grad aufweisen. Natürlich ist es auch vorstellbar, dass die Rippen als gekrümmte oder anders geformte nicht radiale Rippen ausgebildet sind.

Somit kann die Führungsstruktur mit einem symmetrischen Profil bereitgestellt werden und die Herstellung vereinfacht werden. Zudem können auf die Führungsstruktur einwirkende Kräfte besser abgetragen werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann wenigstens eine der Rippen-Außenkanten einen Dichtabschnitt zum fluiddichten Kontakt mit einer Rohrrinnenwandung des gekrümmten Rohrabschnitts aufweisen. Bevorzugt kann der Dichtabschnitt aus einem flexiblen Material oder aus einem Dichtmaterial sein. So kann der Dichtabschnitt beispielsweise aus einem Kunststoff hergestellt sein.

Derart kann der Fluidstrom vollständig durch die Führungsstruktur geführt werden, da kein Fluid über Seitenkanäle entlang der Kontaktierungsfläche entweichen kann. Ferner kann der Einbau vereinfacht werden, da der Dichtabschnitt komprimierbar vorsehbar ist. Zugleich kann das Risiko von Beschädigungen von Beschichtungen der Rohrrinnenwandung reduziert werden.

Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung können der Trägerabschnitt und die Rippen einstückig ausgebildet sein. Unter einer „einstückigen Ausbildung“ kann dabei insbesondere eine monolithische Ausgestaltung verstanden werden. Bevorzugt kann die Führungsstruktur mittels 3D-Druck, insbesondere Mehrkomponenten-3D-Druck, hergestellt sein. Hierzu kann ein Computerprogrammprodukt bereitgestellt werden, das Befehle aufweist, die Führungsstruktur in einem 3D-Druckverfahren herzustellen.

Derart können Herstellung und Einbau der Führungsstruktur vereinfacht werden. Ferner kann die Steifigkeit der Führungsstruktur erhöht werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann die Führungsstruktur wenigstens 3, 4, 5, oder 6 Rippen aufweist. Alternativ oder zusätzlich können die Rippen entlang des Umfangs des Trägerabschnitts herum gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet sein.

Derart kann die Anzahl Führungskanäle und die Aufteilung des Fluidstroms auf die Führungskanäle festgelegt werden.

Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann der Trägerabschnitt eine Durchgangsöffnung aufweist, von der ein weiterer Führungskanal zum Führen eines Teils des Fluidstroms durch den Trägerabschnitt gebildet wird. Bevorzugt kann der weitere Führungskanal sich entlang der Längserstreckungsachse durch den

Trägerabschnitt erstrecken. Alternativ oder zusätzlich kann der weitere Führungskanal bevorzugt einen entlang der Längserstreckungsachse konstant kreisförmigen Strömungsquerschnitt aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann der weitere Führungskanal bevorzugt bezüglich der Rippen mittig angeordnet sein und in dem Trägerabschnitt verlaufen.

Derart kann ein zusätzlicher Führungskanal zentral an dem Trägerabschnitt und der Führungsstruktur vorgesehen werden. Bei Anordnung der Führungsstruktur in einem gekrümmten Rohrabschnitt kann der weitere Führungskanal sich somit entlang der Mittelachse des Rohrabschnitts erstrecken, an der die Fluidströmung verglichen zu der Krümmungsinnen- und Krümmungsaußen-Relativität relativ wenig von der Rohrkrümmung beeinflusst wird. Derart kann der Strömungswiderstand der Führungsstruktur verringert werden und Druckverluste in der Rohrleitung können reduziert werden.

Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann die Längserstreckungsachse des Trägerabschnitts sich auf einem Kreisbogen mit einem Krümmungsradius über einen Krümmungsbogenwinkel erstrecken. Dabei kann der Krümmungsradius ein 5-faches des Durchmessers der vorgenannten Durchgangsöffnung sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Krümmungsbogenwinkel wenigstens 20 Grad, 30 Grad, 40 Grad, 50 Grad, 60 Grad, 70 Grad, 80 Grad, 90 Grad, 100 Grad, 110 Grad, 120 Grad, 130 Grad, 140 Grad, 150 Grad, 160 Grad oder 170 Grad aufweisen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung können die Rippen sich jeweils entlang des Umfangs des Trägerabschnitts mit einer Rippen-Dicke erstrecken, wobei die Rippen-Dicke entlang der Längserstreckungsachse wenigstens abschnittsweise konstant sein kann oder variieren kann. Alternativ oder zusätzlich können wenigstens zwei der Rippen eine identische oder eine im Wesentlichen identische Rippen-Dicke aufweisen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen gekrümmten Rohrabschnitt zur Leitung eines strömenden Fluidstroms. Der gekrümmte Rohrabschnitt weist eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung für den Fluidstrom auf. Zwischen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung erstreckt sich der gekrümmte Rohrabschnitt mit einer Rohrrinnenwandung und mit einer Rohrkrümmung. Dabei ist die Rohrkrümmung durch eine Krümmungsmittellinie definiert. Der gekrümmte Rohrabschnitt weist ferner die vorgenannte Führungsstruktur auf. Dabei ist die

Führungsstruktur in der Rohrkrümmung mit wenigstens zwei der Rippen-Außenkanten an der Rohrrinnenwandung abgestützt angeordnet, um den Fluidstrom in der Rohrkrümmung durch die Führungskanäle zu führen.

Mit dem gekrümmten Rohrabschnitt können dieselben technischen Effekte und Vorteile erreicht werden, die bereits für die Führungsstruktur beschrieben wurden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann die Führungsstruktur sich mit den Dichtabschnitten an der Rohrrinnenwandung abstützen.

Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann die Krümmungsmittellinie sich entlang einer gekrümmten Kurve erstrecken. Dabei kann die gekrümmte Kurve bevorzugt mit dem Verlauf der Längserstreckungsachse wenigstens teilweise korrespondieren. Ferner bevorzugt kann die gekrümmte Kurve einen identischen Krümmungsradius wie die Längserstreckungsachse aufweisen. Beispielsweise kann der Krümmungsradius kleiner als ein 3-faches des Rohrdurchmessers des gekrümmten Rohrabschnitts sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Führungsstruktur in der Rohrkrümmung mit der Längserstreckungsachse entlang der Krümmungsmittellinie angeordnet sein. Insbesondere ist der Krümmungsradius deutlich kleiner als ein 3-faches des Rohrdurchmessers des gekrümmten Rohrabschnitts, beispielsweise um ein 10-faches oder 20-faches kleiner.

Ferner bevorzugt kann die Führungsstruktur oder wenigstens der Verdrillungsabschnitt sich vollständig oder im Wesentlichen vollständig mit der Rohrkrümmung längserstrecken. Dabei kann „im Wesentlichen vollständig“ insbesondere als eine maximal fünf-prozentige Abweichung zwischen den Gesamtlängen von Rohrkrümmung und Führungsstruktur aufgefasst werden.

Mit den vorgenannten Konfigurationen kann eine Abstimmung zwischen der Führungsstruktur und der Kontur des gekrümmten Rohrabschnitts erreicht werden, um den Fluidstrom bauteilspezifisch entlang der Rohrkrümmung zu führen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann der gekrümmte Rohrabschnitt integral mit der Führungsstruktur ausgebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann der gekrümmte Rohrabschnitt einen im Wesentlichen ringförmigen Querschnitt aufweisen.

Derart können Führungsstruktur und gekrümmter Rohrabschnitt als ein Bauteil bereitgestellt werden. Dies ermöglicht eine einfache Montage und einfachen Einbau eines solchen einstückigen funktionalen Bauteils in ein Rohrleitungssystem.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem. Das Brennstoffzellensystem weist einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und mit einem Kathodenabschnitt auf. Eine Vielzahl von Brennstoffzellen ist stapelförmig in dem Brennstoffzellenstapel angeordnet. Der Anodenabschnitt weist dabei einen Anodenzuführabschnitt zum Zuführen von Anodenzuführgas und einen Anodenabführabschnitt zum Abführen von Anodenabgas auf. Der Kathodenabschnitt weist einen Kathodenzuführabschnitt zum Zuführen von Kathodenzuführgas und einen Kathodenabführabschnitt zum Abführen von Kathodenabgas auf. Das Brennstoffzellensystem weist ferner den oben beschriebenen gekrümmten Rohrabschnitt auf, welcher über dessen Einlassöffnung mit dem Brennstoffzellenstapel fluidkommunizierend verbunden ist.

Bevorzugt kann das Brennstoffzellensystem ein SOC Brennstoffzellensystem oder ein SOC Elektrolyseurzellensystem sein. Bevorzugt kann das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem zur Synthese und zur Elektrolyse verwendet werden.

Somit kann das Brennstoffzellensystem bevorzugt in zwei Betriebsmoden betrieben werden, nämlich in einem Brennstoffzellenmodus oder in einem Elektrolyseurmodus. Die Zuordnung einer Elektrode zu dem Anodenabschnitt oder dem Kathodenabschnitt hängt davon ab, in welchen Betriebsmodus das Brennstoffzellensystem betrieben wird. Bei einem Wechsel des Betriebsmodus dreht sich die Zuordnung und Funktionsweise der jeweiligen Abschnitte entsprechend um.

Mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem können dieselben technischen Effekte und Vorteile erreicht werden, die bereits für die Führungsstruktur und den gekrümmten Rohrabschnitt beschrieben wurden. Insbesondere ist anzumerken, dass die Effizienz des Brennstoffzellensystems verbessert werden kann. Dies folgt daraus, dass eine Mischung der zuzuführenden Reaktionsgase stromabwärts des gekrümmten Rohrabschnitts durch die mittels der Führungsstruktur herbeigeführte Drallbeaufschlagung verbessert werden kann. Zugleich können Druckverluste und Leitungsverluste in Rohrleitungen reduziert werden.

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 werden.

- Fig. 1A** zeigt eine perspektivische Darstellung eines aus dem Stand der Technik bekannten Strömungskonditionierers.
- Fig. 1B** zeigt eine Schnittdarstellung des aus dem Stand der Technik bekannten Strömungskonditionierers aus Figur 1A.
- Fig. 2A** zeigt insbesondere eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Führungsstruktur und einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen gekrümmten Rohrabschnitts.
- Fig. 2B** zeigt insbesondere eine Draufsicht der Führungsstruktur und des gekrümmten Rohrabschnitts aus Figur 2A.
- Fig. 3A** zeigt insbesondere eine perspektivische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Führungsstruktur und einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen gekrümmten Rohrabschnitts.
- Fig. 3B** zeigt insbesondere eine Draufsicht der Führungsstruktur und des gekrümmten Rohrabschnitts aus Figur 3A.
- Fig. 4A, 4B** zeigen aus verschiedenen Richtungen perspektivische Darstellungen einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen gekrümmten Rohrabschnitts und einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems mit der Führungsstruktur aus Figur 2A.
- Fig. 5A, 5B** zeigen aus verschiedenen Richtungen perspektivische Darstellungen einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen gekrümmten Rohrabschnitts und einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems mit der Führungsstruktur aus Figur 3A.
- Fig. 6** zeigt eine Überlagerung der Schnitte A-A und B-B aus Figur 2B.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Führungsstruktur 10, mittels derer ein Fluidstrom FS durch eine Rohrbiegung geführt werden kann. Der Fluidstrom FS kann beispielsweise ein Gas oder ein Mischgas sein.

Die Figuren 2A und 2B zeigen aus verschiedenen Perspektiven ein erstes Ausführungsbeispiel für die Führungsstruktur 10. In den Figuren 2A und 2B ist die Führungsstruktur 10 exemplarisch in einer Rohrbiegung angeordnet, welche von einem gekrümmten Rohrabschnitt 100 gebildet wird, um derart die Funktionsweise und Struktur der Führungsstruktur 10 sowie des Rohrabschnitts 100 zu verdeutlichen.

Aus den Figuren 2A und 2B geht insbesondere hervor, dass die Führungsstruktur 10 einen länglichen Trägerabschnitt 11 aufweist, welcher sich entlang einer gekrümmten Längserstreckungsachse LA erstreckt. Entsprechend ist in den Figuren 2A und 2B der Trägerabschnitt 11 mit einer langgestreckten und mit seinen Längsenden zueinander nach Innen gebogenen Ausgestaltung dargestellt. Die gekrümmte Form des Trägerabschnitts 11 kann anhand der Figur 2B verdeutlicht werden. In Figur 2B ist gezeigt, dass die Längserstreckungsachse LA sich beispielsweise auf einem Kreisbogen mit einem Krümmungsradius KR über einen Krümmungsbogenwinkel KBW erstrecken kann. In Figur 2B kann der Krümmungsbogenwinkel KBW beispielsweise näherungsweise in einem Winkelbereich von 80 Grad bis 100 Grad angegeben werden.

Von dem Trägerabschnitt 11 erstrecken sich mehrere Rippen 12 nach außen weg. In den Figuren 2A und 2B weist der Trägerabschnitt 11 bevorzugt fünf Rippen 12 auf, wobei dies jedoch nicht als einschränkend aufzufassen ist und die Anzahl der Rippen 12 beliebig gewählt werden kann. Die fünf Rippen 12 sind dabei bevorzugt gleichmäßig beabstandet entlang des Umfangs des Trägerabschnitts 11 angeordnet wobei jedoch auch dies nicht als einschränkend aufzufassen ist und die Rippen 12 auch unterschiedlich voneinander beabstandet an dem Trägerabschnitt 11 vorgesehen sein können. Der Trägerabschnitt 11 und die Rippen 12 sind in den Figuren 2A und 2B bevorzugt einstückig ausgebildet, wobei jedoch auch mehrteilige Ausgestaltungen denkbar sind.

Aus den Figuren 2A und 2B geht ferner hervor, dass die Rippen 12 sich jeweils entlang der Längserstreckungsachse LA nach außen zu einer Rippen-Außenkante

121 hin erstrecken. Die Rippen-Außenkanten 121 können so einen Außenrand der Führungsstruktur 10 mit einem Außendurchmesser definieren, welcher im Wesentlichen dem Rohrdurchmesser des gekrümmten Rohrabschnitts 100 entsprechen kann. Entsprechend ist es vorstellbar, an wenigstens einzelnen der Rippen-Außenkanten 121 einen Dichtabschnitt 122 vorzusehen. Der Dichtabschnitt 122 kann aus einem flexiblen Material sein, um einen fluiddichten Kontakt mit einer Rohrrinnenwandung 103 des gekrümmten Rohrabschnitts 100 bereitzustellen. Der Dichtabschnitt 122 ist exemplarisch in Figur 6 dargestellt.

Wie in der Draufsicht aus Figur 2B exemplarisch gezeigt, können jeweils benachbarte Rippen-Außenkanten 121 in Längsrichtung parallel zueinander verlaufen. In Querrichtung können die Rippen 12 sich bevorzugt radial von dem Trägerabschnitt 11 wegerstrecken, wie aus Figur 2A hervorgeht.

Die Figuren 2A und 2B verdeutlichen ferner, dass in der Führungsstruktur 10 jeweils zwei benachbarte Rippen 12 einen Führungskanal 14 zur Führung eines Teils des Fluidstroms bilden. So ist in den Figuren 2A und 2B exemplarisch gezeigt, dass von zwei benachbarten Rippen 12 ein Freiraum, welcher sich mit der Längserstreckungsachse LA erstreckt, begrenzt wird. Ein Teil des Fluidstroms FS kann so durch diesen Freiraum strömen und derart von der Führungsstruktur 10 geführt werden. Im eingebauten Zustand, wie in den Figuren 2A und 2B gezeigt, kann der Führungskanal 14 von den Rippen 12, einem Segment der Mantelfläche des Trägerabschnitts 11 sowie von einem Abschnitt der Rohrrinnenwandung 103, welcher zwischen den Rippen-Außenkanten 121 eingeschlossen wird, gebildet werden.

Die Figuren 2A und 2B zeigen ferner, dass die Führungskanäle 14 entlang der Längserstreckungsachse LA wenigstens einen Verdrillungsabschnitt 15 aufweisen, dessen axiale Enden 151, 152 relativ zueinander um einen Verdrillungswinkel  $\alpha$  um die Längserstreckungsachse LA verdrillt sind.

Die Führungsstruktur 10 weist somit als Strukturgestaltungselemente nicht nur eine Krümmung, sondern auch eine Verdrehung auf, aufgrund derer, wie aus den Figuren 2A und 2B erkennbar, die Rippen-Außenkanten 121 beispielsweise schraubenlinienförmig zur Längserstreckungsachse LA verlaufen können.

Die Figuren 2A und 2B zeigen, dass der Verdrillungsabschnitt 15 vollständig entlang der Längserstreckungsachse LA ausgebildet ist, wobei natürlich auch andere Ausgestaltungen vorstellbar sind, in denen nur ein Längsabschnitt der Führungskanäle 14 eine Verdrillung aufweisen kann. Ferner wird anhand der Figuren 2A und 2B insbesondere deutlich, dass bei Durchströmung mit dem Fluidstrom FS von den axialen Enden 151, 152 ein stromaufwärtiger Abschnitt (axiales Ende 151) und ein stromabwärtiger Abschnitt (axiales Ende 152) des Verdrillungsabschnitts 15 gebildet wird.

Die Ausgestaltung des Verdrillungsabschnitts 15 kann gut der Figur 6 entnommen werden, in welcher die Schnitte A-A und B-B aus der Figur 2B überlagert angeordnet sind, wobei der Schnitt A-A mit durchgängiger Linie und Schnitt B-B mit unterbrochener Linie dargestellt ist.

Figur 6 zeigt die Verdrillung der axialen Enden 151, 152 relativ zueinander um die Längserstreckungsachse LA um den Verdrillungswinkel  $\alpha$ , wobei exemplarisch alle Führungskanäle 14 um einen identischen Verdrillungswinkel  $\alpha$  verdrillt dargestellt sind. Bevorzugt beträgt der Verdrillungswinkel  $\alpha$  wenigstens 90 Grad, jedoch sind auch andere Verdrillungswinkel  $\alpha$  vorstellbar. Insbesondere können die Führungskanäle 14 auch um verschiedene Verdrillungswinkel  $\alpha$  zueinander verdreht vorgesehen sein. Die Verdrillung wird in Figur 6 durch den Vergleich der Verdrehung des an einer der Rippen 12 vorgesehenen Dichtabschnitts 122 verdeutlicht. Dabei ist der Dichtabschnitt 122 an dem axialen Ende 151 um etwa 90 Grad gegenüber dem an dem axialen Ende 152 eingezeichneten (selben) Dichtabschnitt 122 um die Längserstreckungsachse LA verdreht dargestellt. In Figur 6 ist ferner ein Teilungswinkel TW dargestellt, welcher den Winkelbereich zwischen zwei benachbarten Rippen 12 angibt. In Figur 6 ist eine gleichmäßige Anordnung der fünf Rippen 12 dargestellt, so dass sich der Teilungswinkel TW zu 72 Grad ergibt. Jedoch können die Rippen auch jeweils verschiedene Teilungswinkel TW aufweisen. Aus Figur 6 kann ferner abgeleitet werden, dass die Führungskanäle 14 jeweils einen identischen Strömungsquerschnitt aufweisen können, mit dem sich die Führungskanäle 14 konstant entlang des Trägerabschnitts 11 erstrecken. Jedoch sind auch hier andere Ausgestaltungen vorstellbar.

Die Figuren 3A und 3B zeigen beispielhaft eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Führungsstruktur 10. Die Führungsstruktur 10 weist im Wesentlichen dieselbe Konfiguration wie für die Figuren 2A und 2B beschrieben auf, so dass auf eine Wiederholung dieser Merkmale verzichtet wird.

Im Unterschied zu der Ausgestaltung gemäß den Figuren 2A und 2B weist in der Ausgestaltung der Figuren 3A und 3B der Trägerabschnitt 11 bevorzugt eine Durchgangsöffnung 16 auf. Von der Durchgangsöffnung 16 kann so ein weiterer Führungskanal 141 zum Führen eines Teils des Fluidstroms FS durch den Trägerabschnitt 11 gebildet werden. In Figur 3A ist die Durchgangsöffnung 16 und der weitere Führungskanal 141 bezüglich der Rippen 12 mittig angeordnet. Zudem erstreckt sich der weitere Führungskanal 141 entlang der Längserstreckungsachse LA mit einem konstant kreisförmigen Strömungsquerschnitt durch den Trägerabschnitt 11.

Der erfindungsgemäße gekrümmte Rohrabschnitt 100 und ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem 200 werden unter Bezugnahme auf die Figuren 4 und 5 beschrieben, wobei anzumerken ist, dass Merkmale des gekrümmten Rohrabschnitts 100 und des Brennstoffzellensystems auch in den Figuren 2 und 3 gezeigt sind.

In den Figuren 4 und 5 ist aus unterschiedlichen Richtungen der gekrümmte Rohrabschnitt 100 mit jeweils der Führungsstruktur 10 aus den Figuren 2 und 3 gezeigt.

Der gekrümmte Rohrabschnitt 100 ist zur Leitung des Fluidstroms FS vorgesehen. Der gekrümmte Rohrabschnitt 100 weist neben der Rohrinnenwandung 103 auch eine Einlassöffnung 101 und eine Auslassöffnung 102 auf, über die der Fluidstrom FS in den Rohrabschnitt 100 einströmen und aus diesem ausströmen kann. Hierbei kann der gekrümmte Rohrabschnitt 100 einen ringförmigen Querschnitt aufweisen.

Ferner erstreckt sich der gekrümmte Rohrabschnitt 100 mit einer Rohrkrümmung 110.

In den Figuren 2 bis 5 ist jeweils exemplarisch gezeigt, wie die Führungsstruktur 10 in dem gekrümmten Rohrabschnitt 100 mit wenigstens zwei der Rippen-Außenkanten 121 an der Rohrinnenwandung 103 abgestützt angeordnet ist, um den Fluidstrom FS in der Rohrkrümmung 110 durch die Führungskanäle 14 zu führen.

Die Führungsstruktur 10 erstreckt sich bevorzugt vollständig mit der Rohrkrümmung 110.

Hinsichtlich der Anordnung der Führungsstruktur 10 in der Rohrkrümmung 110 wird nachfolgend die Rohrkrümmung 110 weiter beschrieben:

Die Rohrkrümmung 110 ist durch eine Krümmungsmittellinie KML definiert. Zur Übersichtlichkeit wurde die Krümmungsmittellinie KML nur in den Figuren 2 und 3 eingezeichnet. Aus den Figuren 2 und 3 geht hervor, dass die Krümmungsmittellinie KML sich – wie auch die Längserstreckungsachse LA - entlang einer gekrümmten Kurve erstrecken kann. Insbesondere ist in den Figuren 2 und 3 dargestellt, dass die Längserstreckungsachse LA und die Krümmungsmittellinie KML einen wenigstens teilweise identischen Verlauf aufweisen können. Wie in den Figuren 2 und 3 beispielhaft gezeigt, kann die Führungsstruktur 10 in der Rohrkrümmung 110 so angeordnet werden, dass die Längserstreckungsachse LA mit der Krümmungsmittellinie KML überlappt.

Das Brennstoffzellensystem 200 weist einen Brennstoffzellenstapel auf, welcher mit dem gekrümmten Rohrabschnitt 100 über die Einlassöffnung 101 mit dem fluidkommunizierend verbunden ist. Wie beispielhaft in den Figuren 4 und 5 dargestellt ist, kann das Brennstoffzellensystem 200 dabei bevorzugt einen Rohrleitungsverbund aufweisen, in dem der gekrümmte Rohrabschnitt 100 angeordnet ist. Figur 5 zeigt dabei eine Variation der Ausführungsform aus Figur 4 mit dem alleinigen Unterschied, dass anstelle der Führungsstruktur 10 aus Figur 2A, die Führungsstruktur 10 aus Figur 3A verwendet wird.

Der bevorzugte Rohrleitungsverbund weist im Speziellen von dem gekrümmten Rohrabschnitt 100 sowie einer ersten Rohrzuleitung 211, einer zweiten Rohrzuleitung 212, einer ersten Rohrverzweigung 213 und einer zweiten Rohrverzweigung 214 auf. Hierbei kann über die erste Rohrzuleitung 211 eine erste Zusatzgaskomponente ZG1 und über die zweite Rohrzuleitung 212 eine zweite Zusatzgaskomponente ZG1 eingeleitet werden. Der Fluidstrom FS und die beiden Zusatzgaskomponenten ZG1, ZG2 können in einer Mischzone MZ, welche sich stromabwärts der Führungsstruktur 10 ausbildet, vermischt und dann als Mischgas MG über die erste und zweite Rohrverzweigung 213, 214 zu den Brennstoffzellen des Brennstoffzellensystems 200 ausgeleitet werden. Durch die Führungsstruktur 10

kann dabei eine besonders vorteilhafte Durchmischung in der Mischzone MZ erreicht werden, aufgrund derer die Effizienz des Brennstoffzellensystems 200 gesteigert werden kann.

Natürlich kann das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem 200 aber auch ohne den Rohrleitungsverbund bereitgestellt werden.

Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**Bezugszeichenliste**

10	Führungsstruktur
11	Trägerabschnitt
12	Rippe
121	Rippen-Außenkante
122	Dichtabschnitt
14	Führungskanal
141	weiterer Führungskanal
15	Verdrillungsabschnitt
151, 152	axiale Enden
16	Durchgangsöffnung
100	gekrümmter Rohrabschnitt
101	Einlassöffnung
102	Auslassöffnung
103	Rohrinnenwandung
110	Rohrkrümmung
200	Brennstoffzellensystem
211	erste Rohrzuleitung
212	zweite Rohrzuleitung
213	erste Rohrverzweigung
214	zweite Rohrverzweigung
MZ	Mischzone
LA	Längserstreckungsachse
KML	Krümmungsmittellinie
$\alpha$	Verdrillungswinkel
TW	Teilungswinkel
KBW	Krümmungsbogenwinkel
KR	Krümmungsradius

FS	Fluidstrom
MG	Mischgas
ZG1	erste Zusatzgaskomponente
ZG2	zweite Zusatzgaskomponente
900	Strömungskonditionierer
910	plattenförmiger Körper
911	gekrümmte Überströmungsfläche
912	Endabschnitte
400	Rohrbiegung
401	Rohrbiegungsinnenseite
410	Mittellinie

### Patentansprüche

1. Führungsstruktur (10) zur Führung eines Fluidstroms (FS) durch einen gekrümmten Rohrabschnitt (100),  
**gekennzeichnet durch**
  - einen länglichen Trägerabschnitt (11), welcher sich entlang einer gekrümmten Längserstreckungsachse (LA) erstreckt, und
  - mehrere Rippen (12), welche sich jeweils von dem Trägerabschnitt (11) entlang der Längserstreckungsachse (LA) nach außen zu einer Rippen-Außenkante (121) hin erstrecken, so dass jeweils von zwei benachbarten Rippen (12) ein Führungskanal (14) zur Führung eines Teils des Fluidstroms (FS) gebildet wird,wobei die Führungskanäle (14) entlang der Längserstreckungsachse (LA) wenigstens einen Verdrillungsabschnitt (15) aufweisen, dessen axiale Enden (151, 152) relativ zueinander um einen Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) um die Längserstreckungsachse (LA) verdrillt sind.
2. Führungsstruktur (10) gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
an dem Verdrillungsabschnitt (15) die Rippen-Außenkanten (121) schraubenlinienförmig zur Längserstreckungsachse (LA) verlaufen, und/oder  
in Draufsicht auf den Verdrillungsabschnitt (15) die Rippen-Außenkanten (121) wenigstens eines der Führungskanäle (14) im Wesentliche parallel zueinander verlaufen.
3. Führungsstruktur (10) gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
die Führungskanäle (14) jeweils einen Strömungsquerschnitt aufweisen, mit dem sich die Führungskanäle (14) entlang des Trägerabschnitts (11) erstrecken,  
wobei die Strömungsquerschnitte wenigstens zweier Führungskanäle (14) identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet sind, und/oder

wobei wenigstens einer der Strömungsquerschnitte über den Verlauf des Führungskanals (14) konstant oder im Wesentlichen konstant ist.

4. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
  
der Verdrillungsabschnitt (15) vollständig oder im Wesentlichen vollständig entlang der Längserstreckungsachse (LA) ausgebildet ist.
5. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
  
an den axialen Enden (151, 152) des Verdrillungsabschnitts (15) wenigstens zwei oder alle der Führungskanäle (14) um einen identischen oder im Wesentlichen identischen Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) um die Längserstreckungsachse (LA) verdrillt sind.
6. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
  
der Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) wenigstens 50 Grad, 60 Grad, 70 Grad, 80 Grad, 90 Grad, 100 Grad, 110 Grad, 120 Grad, 130 Grad, 140 Grad, 150 Grad, 160 Grad, 170 Grad, 180 Grad, 190 Grad, 200 Grad, 210 Grad, 220 Grad, 230 Grad, 240 Grad, 250 Grad, 260 Grad, 270 Grad, 280 Grad, 290 Grad, 300 Grad, 310 Grad, 320 Grad, 330 Grad, 340 Grad, oder 350 Grad aufweist, oder bis zu 360 Grad aufweist.
7. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
  
wenigstens eine der Rippen (12) sich radial oder im Wesentlichen radial nach außen zu der Rippen-Außenkante (121) erstreckt, und/oder die Rippen-Außenkanten (121) einen Außenrand der Führungsstruktur (10) mit einem Außendurchmesser definieren.

8. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**
- wenigstens eine der Rippen-Außenkanten (121) einen Dichtabschnitt (122) zum fluiddichten Kontakt mit einer Rohrrinnenwandung (103) des gekrümmten Rohrabschnitts (100) aufweist, wobei bevorzugt der Dichtabschnitt (122) aus einem flexiblen Material oder einem Dichtmaterial ist.
9. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**
- der Trägerabschnitt (11) und die Rippen (12) einstückig ausgebildet sind.
10. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**
- die Führungsstruktur (10) wenigstens 3, 4, 5, oder 6 Rippen (12) aufweist, und/oder
- die Rippen (12) entlang des Umfangs des Trägerabschnitts (11) herum gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet sind.
11. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**
- der Trägerabschnitt (11) eine Durchgangsöffnung (16) aufweist, von der ein weiterer Führungskanal (141) zum Führen eines Teils des Fluidstroms (FS) durch den Trägerabschnitt (11) gebildet wird,
- wobei bevorzugt der weitere Führungskanal (141) sich entlang der Längserstreckungsachse (LA) durch den Trägerabschnitt (11) erstreckt, und/oder bevorzugt einen entlang der Längserstreckungsachse (LA) konstant kreisförmigen Strömungsquerschnitt aufweist, und/oder bevorzugt bezüglich der Rippen (12) mittig angeordnet ist und in dem Trägerabschnitt (11) verläuft.

- 12.** Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**
- die Längserstreckungsachse (LA) des Trägerabschnitts (11) sich auf einem Kreisbogen mit einem Krümmungsradius (KR) über einen Krümmungsbogenwinkel (KBW) erstreckt,
- wobei bevorzugt der Krümmungsradius (KR) ein 5-faches des Durchmessers der Durchgangsöffnung (16) ist, und/oder
- wobei bevorzugt der Krümmungsbogenwinkel (KBW) wenigstens 20 Grad, 30 Grad, 40 Grad, 50 Grad, 60 Grad, 70 Grad, 80 Grad, 90 Grad, 100 Grad, 110 Grad, 120 Grad, 130 Grad, 140 Grad, 150 Grad, 160 Grad oder 170 Grad aufweist.
- 13.** Gekrümmter Rohrabschnitt (100) zur Leitung eines strömenden Fluidstroms (FS), aufweisend
- eine Einlassöffnung (101) und eine Auslassöffnung (102), zwischen denen sich der gekrümmte Rohrabschnitt (100) mit einer Rohrrinnenwandung (103) und einer Rohrkrümmung (110) erstreckt, wobei die Rohrkrümmung (110) durch eine Krümmungsmittellinie (KML) definiert ist,
- gekennzeichnet durch**
- eine Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Führungsstruktur (10) in der Rohrkrümmung (110) mit wenigstens zwei der Rippen-Außenkanten (121) an der Rohrrinnenwandung (103) abgestützt angeordnet ist, um den Fluidstrom (FS) in der Rohrkrümmung (110) durch die Führungskanäle (14) zu führen.
- 14.** Gekrümmter Rohrabschnitt (100) gemäß Anspruch 13, **gekennzeichnet dadurch, dass**

die Krümmungsmittellinie (KML) sich entlang einer gekrümmten Kurve erstreckt, wobei bevorzugt die gekrümmte Kurve mit dem Verlauf der Längserstreckungsachse (LA) wenigstens teilweise korrespondiert und ferner bevorzugt einen identischen Krümmungsradius (KR) wie die Längserstreckungsachse (LA) aufweist, wobei der Krümmungsradius (KR) bevorzugt kleiner als ein 3-faches des Rohrdurchmessers des gekrümmten Rohrabschnitts (100) ist,

die Führungsstruktur (10) in der Rohrkrümmung (110) mit der Längserstreckungsachse (LA) entlang der Krümmungsmittellinie (KML) angeordnet ist,

die Führungsstruktur (10) sich vollständig oder im Wesentlichen vollständig mit der Rohrkrümmung (110) längserstreckt,

der gekrümmte Rohrabschnitt (100) integral mit der Führungsstruktur (10) ausgebildet ist, und/oder

der gekrümmte Rohrabschnitt (100) einen im Wesentlichen ringförmigen Querschnitt aufweist.

**15. Brennstoffzellensystem (200), aufweisend**

einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und mit einem Kathodenabschnitt, wobei eine Vielzahl von Brennstoffzellen stapelförmig in dem Brennstoffzellenstapel angeordnet ist,

wobei der Anodenabschnitt einen Anodenzuführabschnitt zum Zuführen von Anodenzuführungsgas und einen Anodenabführabschnitt zum Abführen von Anodenabgas aufweist, und

wobei der Kathodenabschnitt einen Kathodenzuführabschnitt zum Zuführen von Kathodenzuführungsgas und einen Kathodenabführabschnitt zum Abführen von Kathodenabgas aufweist,

**gekennzeichnet durch**

einen gekrümmten Rohrabschnitt (100) gemäß Anspruch 13 oder Anspruch 14, wobei der gekrümmte Rohrabschnitt (100) über die Einlassöffnung (101) mit dem Brennstoffzellenstapel fluidkommunizierend verbunden ist.

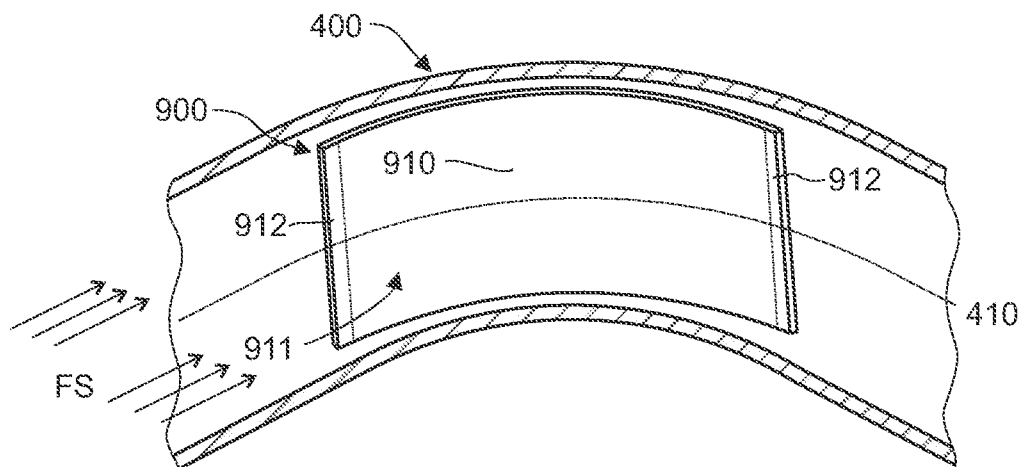


Fig. 1A  
(Stand der Technik)

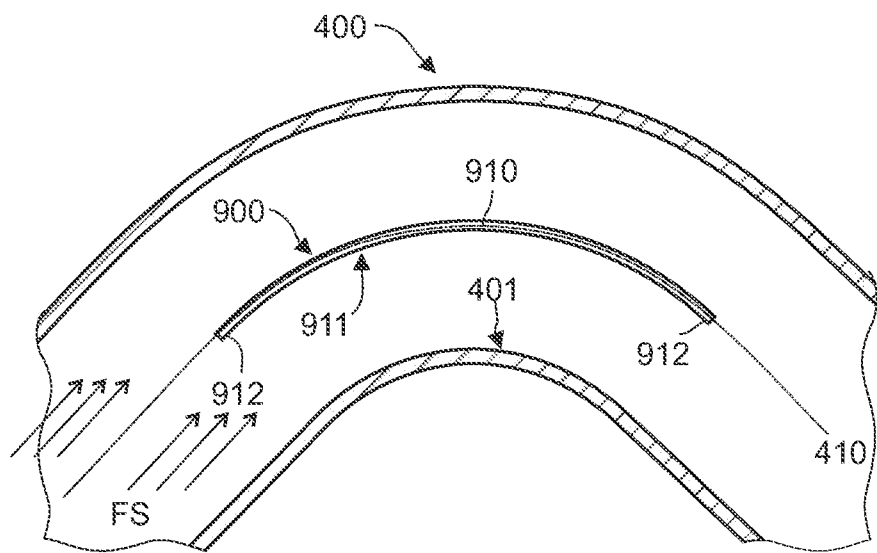


Fig. 1B  
(Stand der Technik)

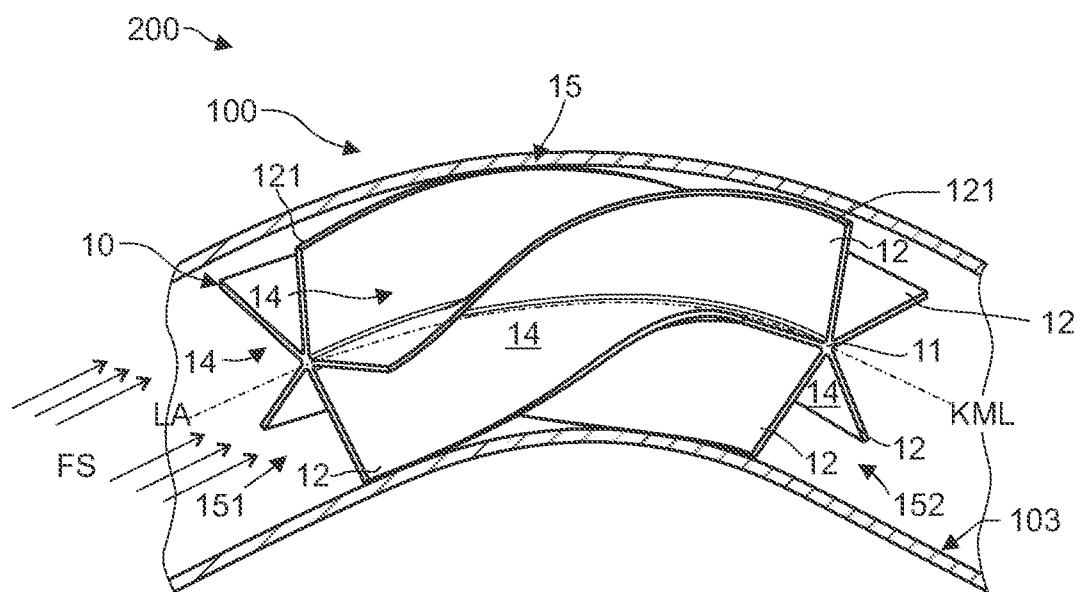


Fig. 2A

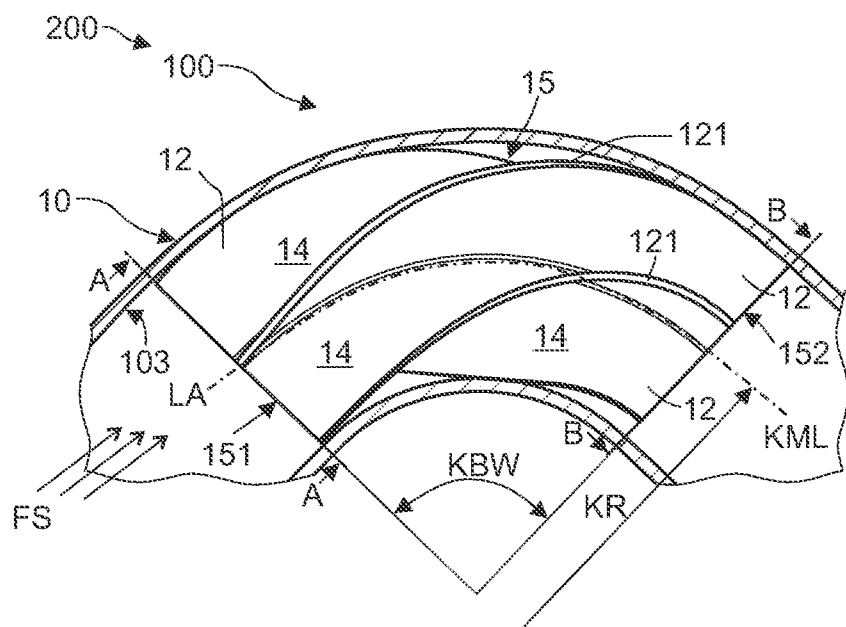


Fig. 2B

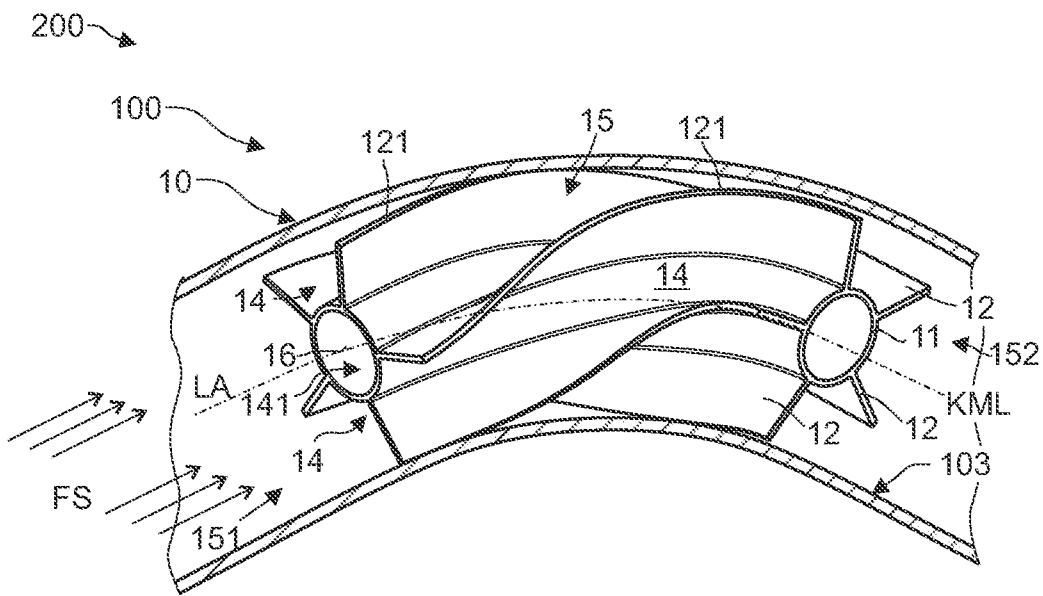


Fig. 3A

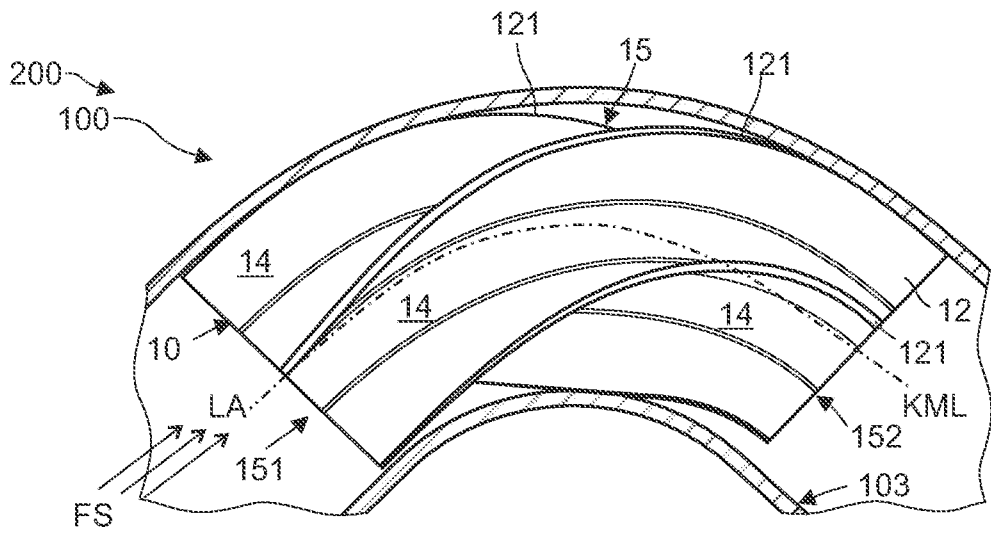


Fig. 3B

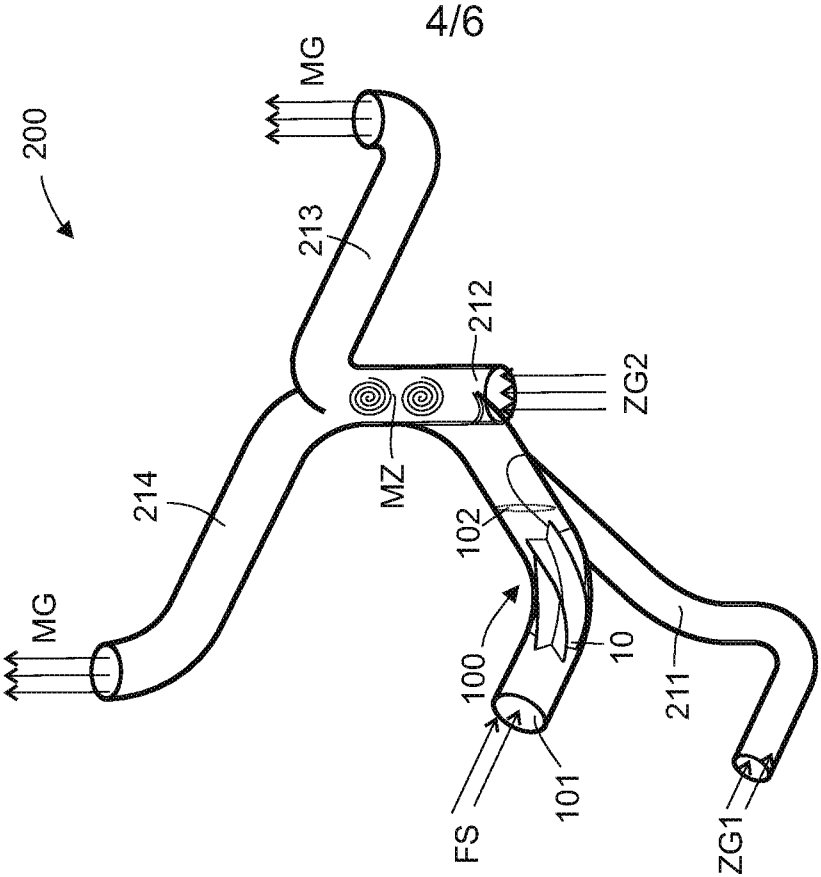


Fig. 4B

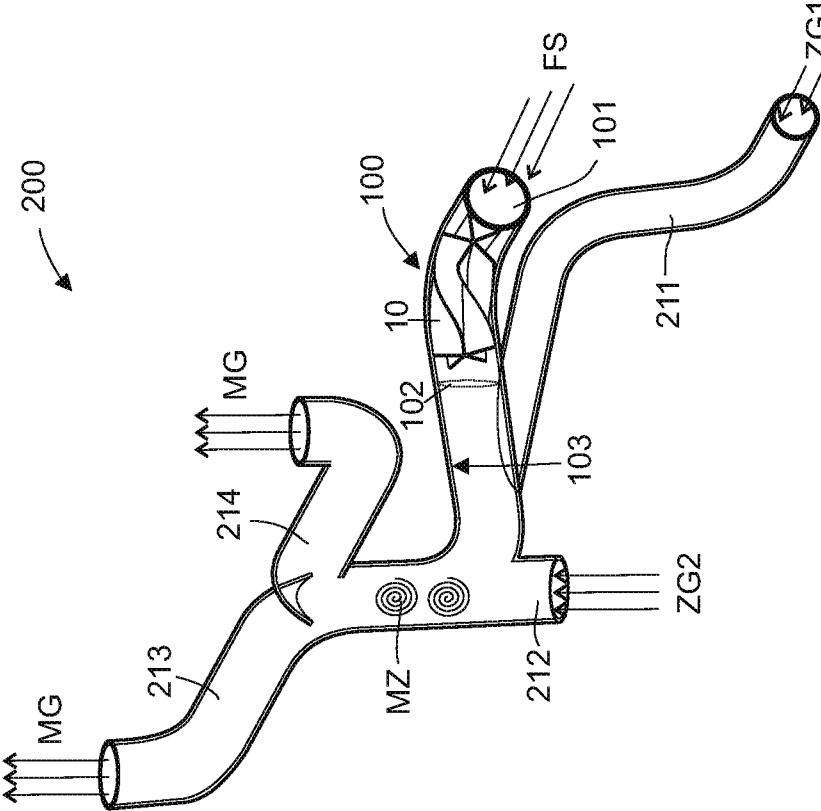


Fig. 4A

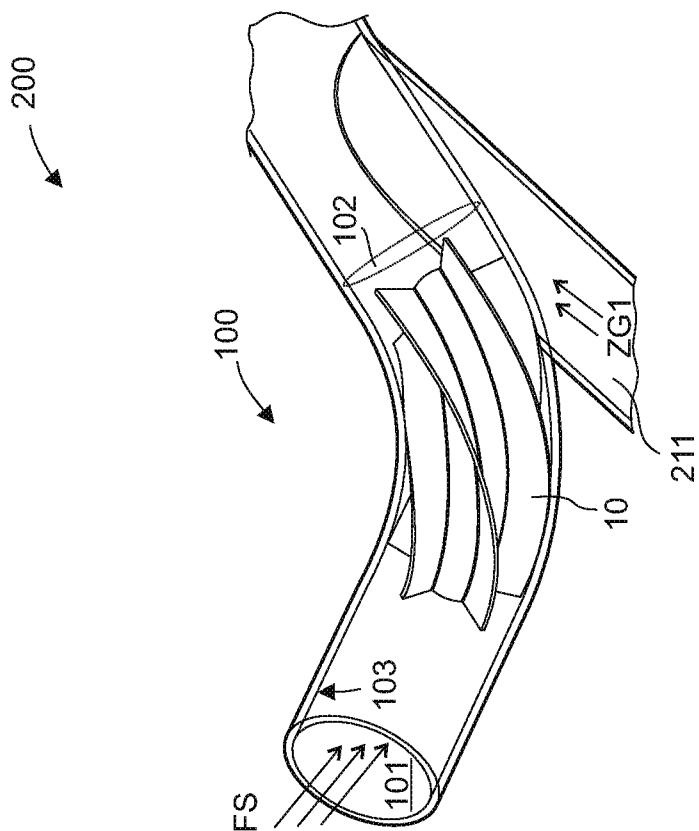


Fig. 5B

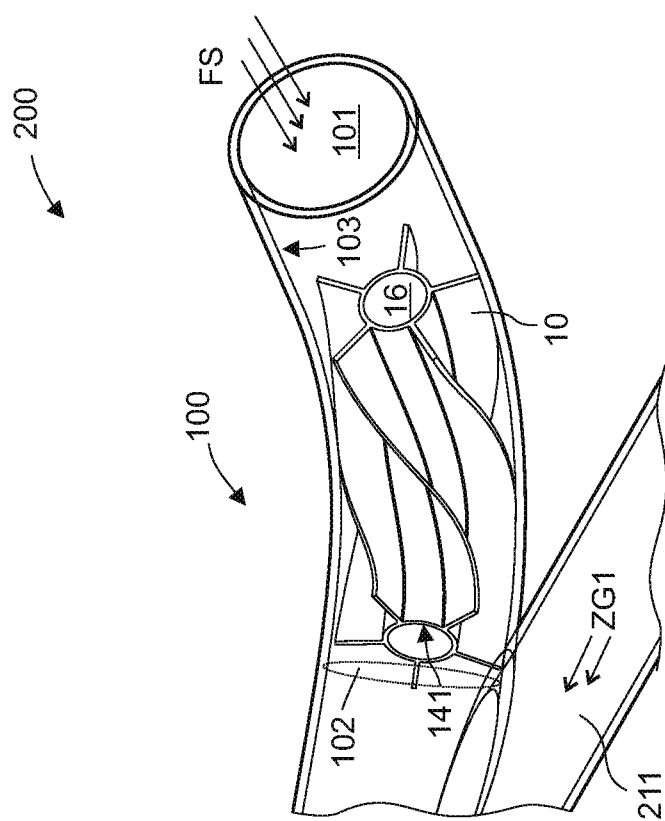


Fig. 5A

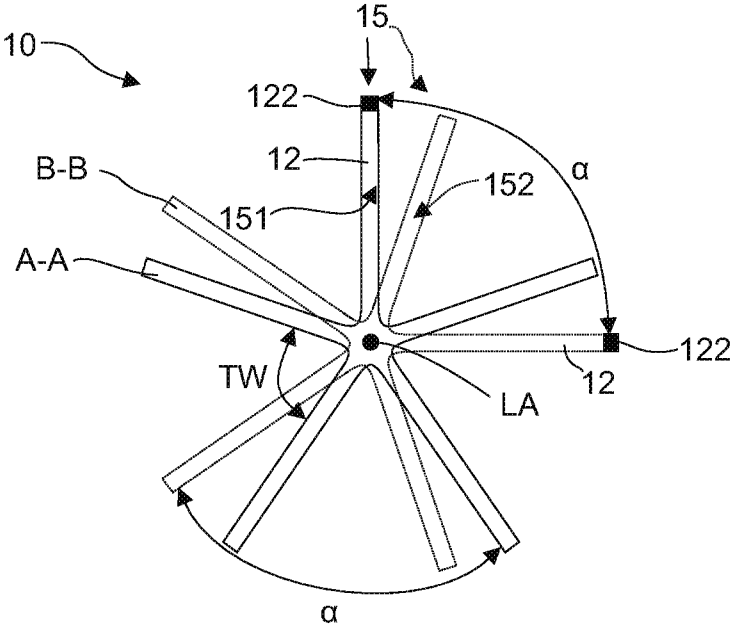


Fig. 6

### Patentansprüche

1. Führungsstruktur (10) zur Führung eines Fluidstroms (FS) durch einen gekrümmten Rohrabschnitt (100) mit einem länglichen Trägerabschnitt (11), welcher sich entlang einer gekrümmten Längserstreckungsachse (LA) erstreckt, und mehreren Rippen (12), welche sich jeweils von dem Trägerabschnitt (11) entlang der Längserstreckungsachse (LA) nach außen zu einer Rippen-Außenkante (121) hin erstrecken, so dass jeweils von zwei benachbarten Rippen (12) ein Führungskanal (14) zur Führung eines Teils des Fluidstroms (FS) gebildet wird, wobei die Führungskanäle (14) entlang der Längserstreckungsachse (LA) wenigstens einen Verdrillungsabschnitt (15) aufweisen, dessen axiale Enden (151, 152) relativ zueinander um einen Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) um die Längserstreckungsachse (LA) verdrillt sind,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**  
wenigstens eine der Rippen-Außenkanten (121) einen Dichtabschnitt (122) zum fluiddichten Kontakt mit einer Rohrrinnenwandung (103) des gekrümmten Rohrabschnitts (100) aufweist, wobei bevorzugt der Dichtabschnitt (122) aus einem flexiblen Material oder einem Dichtmaterial ist.
2. Führungsstruktur (10) gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
an dem Verdrillungsabschnitt (15) die Rippen-Außenkanten (121) schraubenlinienförmig zur Längserstreckungsachse (LA) verlaufen, und/oder in Draufsicht auf den Verdrillungsabschnitt (15) die Rippen-Außenkanten (121) wenigstens eines der Führungskanäle (14) im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
3. Führungsstruktur (10) gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch, dass**  
die Führungskanäle (14) jeweils einen Strömungsquerschnitt aufweisen, mit dem sich die Führungskanäle (14) entlang des Trägerabschnitts (11) erstrecken,

wobei die Strömungsquerschnitte wenigstens zweier Führungskanäle (14) identisch oder im Wesentlichen identisch ausgebildet sind, und/oder

wobei wenigstens einer der Strömungsquerschnitte über den Verlauf des Führungskanals (14) konstant oder im Wesentlichen konstant ist.

4. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**

der Verdrillungsabschnitt (15) vollständig oder im Wesentlichen vollständig entlang der Längserstreckungsachse (LA) ausgebildet ist.

5. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**

an den axialen Enden (151, 152) des Verdrillungsabschnitts (15) wenigstens zwei oder alle der Führungskanäle (14) um einen identischen oder im Wesentlichen identischen Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) um die Längserstreckungsachse (LA) verdrillt sind.

6. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**

der Verdrillungswinkel ( $\alpha$ ) wenigstens 50 Grad, 60 Grad, 70 Grad, 80 Grad, 90 Grad, 100 Grad, 110 Grad, 120 Grad, 130 Grad, 140 Grad, 150 Grad, 160 Grad, 170 Grad, 180 Grad, 190 Grad, 200 Grad, 210 Grad, 220 Grad, 230 Grad, 240 Grad, 250 Grad, 260 Grad, 270 Grad, 280 Grad, 290 Grad, 300 Grad, 310 Grad, 320 Grad, 330 Grad, 340 Grad, oder 350 Grad aufweist, oder bis zu 360 Grad aufweist.

7. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass**

wenigstens eine der Rippen (12) sich radial oder im Wesentlichen radial nach außen zu der Rippen-Außenkante (121) erstreckt, und/oder

die Rippen-Außenkanten (121) einen Außenrand der Führungsstruktur (10) mit einem Außendurchmesser definieren.

8. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**  
der Trägerabschnitt (11) und die Rippen (12) einstückig ausgebildet sind.
9. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**  
die Führungsstruktur (10) wenigstens 3, 4, 5, oder 6 Rippen (12) aufweist,  
und/oder  
die Rippen (12) entlang des Umfangs des Trägerabschnitts (11) herum  
gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet sind.
10. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**  
der Trägerabschnitt (11) eine Durchgangsöffnung (16) aufweist, von der ein  
weiterer Führungskanal (141) zum Führen eines Teils des Fluidstroms (FS)  
durch den Trägerabschnitt (11) gebildet wird,  
wobei bevorzugt der weitere Führungskanal (141) sich entlang der  
Längserstreckungsachse (LA) durch den Trägerabschnitt (11) erstreckt,  
und/oder bevorzugt einen entlang der Längserstreckungsachse (LA) konstant  
kreisförmigen Strömungsquerschnitt aufweist, und/oder bevorzugt bezüglich  
der Rippen (12) mittig angeordnet ist und in dem Trägerabschnitt (11) verläuft.
11. Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**gekennzeichnet dadurch, dass**

die Längserstreckungsachse (LA) des Trägerabschnitts (11) sich auf einem Kreisbogen mit einem Krümmungsradius (KR) über einen Krümmungsbogenwinkel (KBW) erstreckt,

wobei bevorzugt der Krümmungsradius (KR) ein 5-faches des Durchmessers der Durchgangsöffnung (16) ist, und/oder

wobei bevorzugt der Krümmungsbogenwinkel (KBW) wenigstens 20 Grad, 30 Grad, 40 Grad, 50 Grad, 60 Grad, 70 Grad, 80 Grad, 90 Grad, 100 Grad, 110 Grad, 120 Grad, 130 Grad, 140 Grad, 150 Grad, 160 Grad oder 170 Grad aufweist.

**12.** Gekrümmter Rohrabschnitt (100) zur Leitung eines strömenden Fluidstroms (FS), aufweisend

- eine Einlassöffnung (101) und eine Auslassöffnung (102), zwischen denen sich der gekrümmte Rohrabschnitt (100) mit einer Rohrrinnenwandung (103) und einer Rohrkrümmung (110) erstreckt, wobei die Rohrkrümmung (110) durch eine Krümmungsmittellinie (KML) definiert ist,

**gekennzeichnet durch**

- eine Führungsstruktur (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Führungsstruktur (10) in der Rohrkrümmung (110) mit wenigstens zwei der Rippen-Außenkanten (121) an der Rohrrinnenwandung (103) abgestützt angeordnet ist, um den Fluidstrom (FS) in der Rohrkrümmung (110) durch die Führungskanäle (14) zu führen.

**13.** Gekrümmter Rohrabschnitt (100) gemäß Anspruch 12, **gekennzeichnet dadurch, dass**

die Krümmungsmittellinie (KML) sich entlang einer gekrümmten Kurve erstreckt, wobei bevorzugt die gekrümmte Kurve mit dem Verlauf der Längserstreckungsachse (LA) wenigstens teilweise korrespondiert und ferner bevorzugt einen identischen Krümmungsradius (KR) wie die Längserstreckungsachse (LA) aufweist, wobei der Krümmungsradius (KR)

bevorzugt kleiner als ein 3-faches des Rohrdurchmessers des gekrümmten Rohrabschnitts (100) ist,

die Führungsstruktur (10) in der Rohrkrümmung (110) mit der Längserstreckungsachse (LA) entlang der Krümmungsmittellinie (KML) angeordnet ist,

die Führungsstruktur (10) sich vollständig oder im Wesentlichen vollständig mit der Rohrkrümmung (110) längserstreckt,

der gekrümmte Rohrabschnitt (100) integral mit der Führungsstruktur (10) ausgebildet ist, und/oder

der gekrümmte Rohrabschnitt (100) einen im Wesentlichen ringförmigen Querschnitt aufweist.

**14.** Brennstoffzellensystem (200), aufweisend

einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und mit einem Kathodenabschnitt, wobei eine Vielzahl von Brennstoffzellen stapelförmig in dem Brennstoffzellenstapel angeordnet ist,

wobei der Anodenabschnitt einen Anodenzuführabschnitt zum Zuführen von Anodenzuführgas und einen Anodenabführabschnitt zum Abführen von Anodenabgas aufweist, und

wobei der Kathodenabschnitt einen Kathodenzuführabschnitt zum Zuführen von Kathodenzuführgas und einen Kathodenabführabschnitt zum Abführen von Kathodenabgas aufweist,

**gekennzeichnet durch**

einen gekrümmten Rohrabschnitt (100) gemäß Anspruch 12 oder Anspruch 13, wobei der gekrümmte Rohrabschnitt (100) über die Einlassöffnung (101) mit dem Brennstoffzellenstapel fluidkommunizierend verbunden ist.