

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50437/2023
(22) Anmeldetag: 05.06.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2024

(51) Int. Cl.: **B01F 23/45** (2022.01)
B01F 25/10 (2022.01)
B01F 25/00 (2022.01)
B01F 25/21 (2022.01)
B01F 35/53 (2022.01)
B01F 35/00 (2022.01)
H01M 8/04089 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CN 107158988 A

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Lerch Matthias Dipl.-Ing. BSc.
8020 Graz (AT)
Pöschl Robert Dr.
8111 Gratwein-Straßengel (AT)
Sallai Christopher Ing.
8020 Graz (AT)
Fenyves Gabor Laszlo MSc.
6035 Ballószög (HU)

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

(54) Gasmischvorrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung (10) zum Beimischen wenigstens einer Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) zu einer mit einer Hauptströmungsrichtung (HSR) strömenden Gaskomponente (GK). Die Mischvorrichtung (10) weist ein Trägerteil (20) mit einer Längserstreckungsachse (LA) und wenigstens ein schaufelförmiges Mischelement (30) zur Erzeugung einer dazu stromabwärtigen Gasmischzone (GMZ) auf, wobei das Mischelement (30) sich von dem Trägerteil (20) bezüglich der Längserstreckungsachse (LA) radial nach außen wegerstreckt. Das Trägerteil (20) weist wenigstens einen Gasleitungspfad (21, 22) mit einem Komponenteneinlass (211, 221) auf, um die Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) in dem Trägerteil (20) zu dem Mischelement (30) zu leiten. Das Mischelement (30) weist ferner wenigstens einen mit dem Komponenteneinlass (211, 221) fluidkommunizierend verbundenen Komponentenauslass (311, 312) auf, um die Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) zur Durchmischung in der Gasmischzone (GMZ) in die

Gaskomponente (GK) abzugeben. Die Erfindung betrifft ferner eine Rohranordnung (100) und ein Brennstoffzellensystem (500) mit der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung (10).

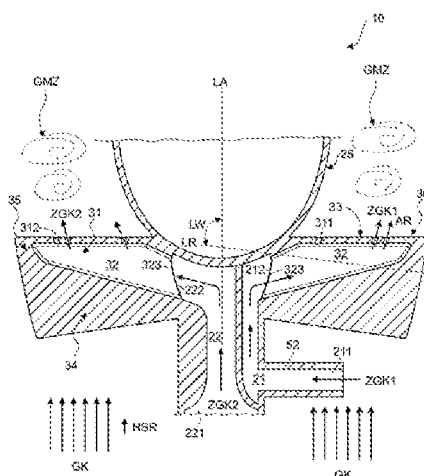


Fig. 3

Beschreibung

GASMISCHVORRICHTUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung zum Beimischen wenigstens einer Zusatzgaskomponente zu einer strömenden Gaskomponente. Die Erfindung betrifft ferner eine Rohranordnung und ein Brennstoffzellensystem, welche jeweils die erfindungsgemäße Mischvorrichtung aufweisen.

[0002] In Festoxid-Brennstoffzellen und Festoxid-Elektrolysezellen werden Gasgemische elektrochemisch umgesetzt. Um ein effizientes und wirksames Reaktionsgeschehen zu ermöglichen, ist es oftmals erforderlich, dass die jeweiligen Komponenten des Gasgemisches beim Erreichen der Zellen in der gewünschten Menge verfügbar sind, möglichst homogen verteilt sind und möglichst die gleiche Temperatur aufweisen.

[0003] Dies stellt insbesondere die Versorgungssysteme von Festoxid (SOC)-Brennstoff- und Festoxid-Elektrolysezellen, die bei relativ hohen Temperaturen (650°C bis 1000°C) betrieben werden, vor eine Reihe von sich teilweise widerstreitenden technischen Herausforderungen:

[0004] So ist es zur Verringerung von Wärme- und Leitungsverlusten oftmals erforderlich, dass die Durchmischung der Komponenten des Gasgemisches innerhalb einer kurzen Laufstrecke in der Zubringerleitung erreicht wird. Hierdurch lässt sich unter anderem auch das Risiko senken, dass die jeweiligen Komponenten in der Zubringerleitung bereits vorzeitig und/oder unerwünscht chemisch miteinander reagieren. Demgegenüber zeigt sich, dass die Homogenisierung eines Gasgemisches bzgl. Temperatur- und Stoffverteilung gerade durch längere, mit Rohrleitungen bereitgestellte Mischstrecken verbessert werden kann.

[0005] Aus dem Stand der Technik ist die Verwendung statischer Mischer bekannt, mit denen eine Mischung der Komponenten durch deren eigene Strömungsbewegung in einer Rohrleitung bewirkt werden kann. Diese Mischer weisen dabei Bauteile auf, mittels denen Stoffströme wechselnd getrennt und wieder zusammengeführt werden, um derart eine Vermischung zu bewirken.

[0006] Ein Nachteil dieser bekannten Mischer ist, dass für die in Festoxid (SOC)-Brennstoff- und Festoxid-Elektrolysezellen eingesetzten Komponenten eine relativ lange Mischstrecke benötigt wird, um gewünschte stoffliche und temperaturspezifische Homogenisierungsgrade zu erreichen. Ferner wird es von bekannten Mixern nicht ermöglicht, die Komponenten des Gasgemisches vor der Mischung hinsichtlich ihrer Temperatur erst zu homogenisieren und darauffolgend hinsichtlich ihrer stofflichen Verteilung zu homogenisieren.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, die Mischqualität zu erhöhen ohne dabei die Leitungslänge vergrößern zu müssen. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung, den Mischprozess der zu vermischenden Stoffe von einer Temperaturangleichung zu entkoppeln, ohne hierzu bspw. dezidiert separate Bauteile, wie einen Wärmetauscher, vorsehen zu müssen.

[0008] Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Mischvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Rohranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 sowie ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 15.

[0009] 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 Mischvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Rohranordnung 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.

[0010] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Mischvorrichtung zum Beimischen wenigstens

einer Zusatzgaskomponente zu einer Gaskomponente, welche mit einer Hauptströmungsrichtung strömt. Die Mischvorrichtung weist ein Trägerteil mit einer entlang der Hauptströmungsrichtung anordenbaren Längserstreckungsachse auf. Die Mischvorrichtung weist ferner wenigstens ein schaufelförmiges Mischelement zur Erzeugung einer dazu (d.h. bspw. diesbezüglich) stromabwärtigen Gasmischzone auf. Das Mischelement erstreckt sich dabei von dem Trägerteil bezüglich der Längserstreckungsachse radial nach außen weg. Das Trägerteil weist wenigstens einen Gasleitungspfad mit einem Komponenteneinlass auf, um die Zusatzgaskomponente in dem Trägerteil zu dem Mischelement zu leiten. Das Mischelement weist wenigstens einen mit dem Komponenteneinlass fluidkommunizierend verbundenen Komponentenauslass auf, um die Zusatzgaskomponente zur Durchmischung in der Gasmischzone in die Gaskomponente abzugeben.

[0011] Mit anderen Worten kann durch die Mischvorrichtung eine Durchmischung einer Gaskomponente mit wenigstens einer Zusatzgaskomponente erreicht werden, indem die Zusatzgaskomponente(n) in dem Trägerelement erst räumlich getrennt von der Gaskomponente geführt und dann zu dem Mischelement geleitet wird. Erst an dem Mischelement kann die Zusatzgaskomponente(n) dann bspw. in die von dem Mischelement verwirbelte Gaskomponente abgegeben werden. Hierdurch ist es bspw. möglich, nicht nur den stofflichen Homogenisierungsgrad zu erhöhen und bspw. Mischverhältnisse genau einzustellen, sondern auch eine Temperaturangleichung von Gaskomponente und Zusatzgaskomponente(n) zum Mischzeitpunkt zu ermöglichen. Bevorzugt kann dabei eine Reduzierung der Temperatur der Gaskomponente bei gleichzeitiger Temperaturerhöhung der Zusatzgaskomponente(n) durch konduktive Wärmeübertragung erreicht werden, so dass zum Mischzeitpunkt die jeweiligen gasförmigen Stoffe eine ähnliche oder nahezu gleiche Temperatur aufweisen. Auch der umgekehrte Fall ist vorstellbar, in dem zum Beispiel durch konduktive Wärmeübertragung eine Erhöhung der Temperatur der Gaskomponente bei gleichzeitiger Erniedrigung der Temperatur der Zusatzgaskomponente erreicht werden kann. Weist beispielsweise eine Zusatzgaskomponente eine höhere Temperatur als die strömende Gaskomponente auf, so kann der Drall der Gaskomponente, welcher sich aus der hervorgerufenen Rotation der Strömung ergibt, die Zusatzgaskomponente mit einer kälteren Strömung ummantelt werden. Dies ermöglicht es beispielsweise, Wärmeeinträge und Wärmeverluste in stromabwärtigen Rohrsystemen zu vermeiden. Ferner kann eine hohe stoffliche Homogenisierung innerhalb einer relativ kurzen Mischstrecke herbeigeführt werden. Als weiterer Vorteil ergibt sich, dass keine externe Energie zur Mischung notwendig wird, sondern die kinetische Energie der strömenden Gaskomponente hierzu genutzt werden kann. Auch können in der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung relativ hohe Fließgeschwindigkeiten der zu vermischenden Medien realisiert werden, so dass die Versorgung der Brennstoffzellen verbessert werden kann. Zugleich kann die Gaskomponente bei höherer Fließgeschwindigkeit leichter zu Turbulenzen angeregt werden, wodurch die Durchmischung weiter verbessert wird.

[0012] Bei der Mischvorrichtung kann es sich bspw. um einen statischen Mischer handeln. Insbesondere kann unter der Mischvorrichtung bspw. eine Struktur verstanden werden, die es erlaubt, einem sich in eine Richtung bewegendem Stoff (bspw. Gaskomponente) einen zuzusetzenden Stoff (bspw. Zusatzgaskomponente) mischend beizugeben (d.h. bspw. beizumischen). Dabei können die Gaskomponente und die Zusatzgaskomponente(n) bspw. als eine im Wesentlichen (überwiegend) gasförmige Substanz oder ein im Wesentlichen (überwiegend) gasförmiges Substanzgemisch aufgefasst werden. Natürlich können die jeweiligen Komponenten je nach Anwendung auch Komponentenbestandteile in anderen Aggregatzuständen aufweisen (bspw. flüssig). Bevorzugt kann von der Gaskomponente und den Zusatzgaskomponente(n) ein brennbares Gasgemisch gebildet werden. Bevorzugt kann wenigstens die Gaskomponente oder die Zusatzgaskomponente Sauerstoff aufweisen. Ferner bevorzugt kann von der Gaskomponente und der Zusatzgaskomponente ein Synthesegas oder Elektrolysegas gebildet werden (bspw. Gemisch aus Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, oder Gemisch aus Kohlenstoffmonoxid, Sauerstoff und Wasserstoff). Die zur Durchmischung verwendete Schaufelform kann bspw. generell als eine (bspw. flächige) Struktur verstanden werden, mit der eine tangential Kraft zur Bewegungsänderung (bspw. Rotationsanregung) eines Stoffstromes erzeugt werden kann. Die Schaufelform kann bspw. einem Blatt, einem radialen Flügel oder einer Turbinenschaufel entsprechen. Die durch Rotationsanregung des strömenden Gases hervorgerufene Gasmischzone kann bspw. als ein

Raubereich verstanden werden, in der aufgrund des sich (bspw. turbulent) bewegenden Gases eine gute Durchmischung mit einem zuzusetzenden Medium hervorgerufen werden kann. Ein Gasleitungspfad kann bspw. als eine Struktur verstanden werden, welche zur Leitung des Gases zwischen einem Zuleitungsziel und einem Bereitstellungspunkt geeignet und ausgebildet ist. Eine fluidkommunizierende Verbindung kann dabei bspw. den (bevorzugt direktionalen) Fluss eines Gases zwischen den Verbindungsteilnehmern ermöglichen.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann die Mischvorrichtung für die Durchmischung der Gaskomponente mit mehreren der Zusatzgaskomponente derart ausgebildet sein, dass das Trägerteil für jede der zuzuführenden Zusatzgaskomponenten einen Zugehörigen von dem Gasleitungspfad aufweist. Zudem kann die Mischvorrichtung für die Durchmischung der Gaskomponente mit mehreren der Zusatzgaskomponente derart ausgebildet sein, dass die Mischvorrichtung für jede der zuzuführenden Zusatzgaskomponenten wenigstens eines von dem wenigstens einen Mischelement aufweist. Hierbei kann jeweils der Komponenteneinlass einer Zusatzgaskomponente mit dem wenigstens einen Komponentenauslass derselben Zusatzgaskomponente fluidkommunizierend verbunden sein. Hierbei können vorzugsweise die Mischelemente derart angeordnet sein, dass von jeweils Benachbarten der Mischelemente jeweils Unterschiedliche der Zusatzgaskomponenten abgegeben werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Anzahl der für eine der Zusatzgaskomponenten vorgesehenen Mischelemente mit einem Mischverhältnis der jeweiligen Zusatzgaskomponente in der Gaskomponente korrespondieren. Bevorzugt kann das Trägerteil für jede der Zusatzgaskomponenten einen von dem Gasleitungspfad aufweisen, wobei der Gasleitungspfad einer der Zusatzgaskomponenten bevorzugt von dem Gasleitungspfad wenigstens einer anderen der Zusatzgaskomponenten fluidtechnisch getrennt vorgesehen sein kann.

[0014] Somit können die Zusatzgaskomponenten jeweils voneinander physisch getrennt in die Gaskomponente abgegeben werden, so dass das Mischverhältnis genau eingestellt und eine vorzeitige Reaktion zwischen den Zusatzgaskomponenten selbst verhindert werden kann. Ferner kann eine Ausbildung lokaler Konzentrationsspitzen innerhalb des Gasgemisches verhindert werden, da die Zusatzgaskomponenten jeweils in die Gaskomponente abgegeben werden, so dass die Homogenität des sich einstellenden Gasgemisches erhöht werden kann.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist es ferner auch vorstellbar, dass die Mischvorrichtung zur Durchmischung der Gaskomponente mit mehreren der Zusatzgaskomponente derart ausgebildet ist, dass das Trägerteil für jede der zuzuführenden Zusatzgaskomponenten einen Zugehörigen von dem Gasleitungspfad aufweist. Die Gasleitungspfade können in einem Aufnahmeraum im Inneren des Trägerteils zusammenlaufen, wobei der Aufnahmeraum mit dem wenigstens einen Komponentenauslass fluidkommunizierend verbunden ist.

[0016] Derart können die Zusatzgaskomponenten bereits im Inneren des Trägerteils vorgemischt werden, ehe sie über den Komponentenauslass nach Außen abgegeben werden. Somit kann eine Erhöhung der Homogenität des sich einstellenden Gasgemisches erreicht werden.

[0017] Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann der Gasleitungspfad sich von dem Komponenteneinlass zu wenigstens einem der über den Außenumfang des Trägerteils verteilt angeordneten Mischelemente erstrecken und dort in einer äußeren Leitungsöffnung münden. Wenigstens eines der Mischelemente kann bevorzugt einen Ableitungsabschnitt aufweist, welcher sich als Hohlraum von dem wenigstens einen Komponentenauslass zu einem radial inneren Ende des Mischelements erstreckt und dort in einer inneren Leitungsöffnung mündet. Dabei kann vorzugsweise der Gasleitungspfad über die äußere Leitungsöffnung und über die innere Leitungsöffnung mit dem Ableitungsabschnitt fluidtechnisch verbunden sein.

[0018] Somit können definierte Leitungspfade für die Zusatzgaskomponenten bereitgestellt werden. Insbesondere können diese an einem radial äußeren Abschnitt des Mischelements in die Gaskomponente abgegeben werden, so dass die Zusatzgaskomponenten unmittelbar mit von der hier lokal besonders stark rotierenden Strömung der Gaskomponente mitgerissen werden kann.

[0019] Bevorzugt kann der Ableitungsabschnitt sich mit zunehmend radialer Entfernung von der inneren Leitungsöffnung nach außen verjüngen. Alternativ oder zusätzlich kann der Ableitungsabschnitt sich mit zunehmendem axialen Abstand von der inneren Leitungsöffnung in der Hauptströmungsrichtung verjüngen.

[0020] Dadurch kann erreicht werden, dass die jeweilige Zusatzgaskomponente in dem Mischelement innerhalb eines Kanals geführt wird, welcher eine möglichst große Fläche zur Wärmeübertragung aufweist. Ferner kann die Fließgeschwindigkeit der Zusatzgaskomponente an dem jeweiligen Komponentenauslass lokal erhöht werden, wodurch die sich einstellende Mischqualität (bspw. Homogenität) verbessert werden kann.

[0021] Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann die Mischvorrichtung eine Vielzahl von dem schaufelförmigen Mischelement aufweisen. Die Mischelemente können dabei um die Längserstreckungsachse herum und entlang des Umfang des Trägerteils bevorzugt gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich können die Mischelemente entlang des Umfangs in axialer Richtung zueinander bevorzugt gleichmäßig beabstandet oder in einer Helix-Anordnung angeordnet sein.

[0022] Somit kann eine Rotation (u.U. mit Strömungsabriss) der strömenden Gaskomponente und damit eine Verwirbelung derselben ermöglicht werden, wodurch eine gute Durchmischung der zu mischenden Stoffe erreicht werden kann.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann die Schaufelform des Mischelements eine flächige Erstreckung oder als eine sich in einer Erstreckungsebene erstreckende flächige Platte ausgebildet sein. Bevorzugt kann das Mischelement über eine Stirnseite mit dem Trägerteil verbunden sein. Bevorzugt kann das Mischelement ein wärmeleitfähiges Material, bevorzugt Kupfer, aufweisen. Ferner bevorzugt kann die Erstreckungsebene sich parallel zur Längserstreckungsachse erstrecken. Alternativ oder zusätzlich kann das Mischelement sich in seiner Längserstreckung im Wesentlichen (bspw. +/- 60 Grad) parallel mit der Längserstreckungsachse erstrecken.

[0024] Dabei kann eine flächige Erstreckung bspw. auch als eine gekrümmte Fläche verstanden werden. Das Mischelement kann somit eine Fläche bereitstellen, die maximal von der Gaskomponente umströmt werden kann. Das Mischelement kann dabei derart angeordnet werden, dass die Fläche sich in der Hauptströmungsrichtung erstreckt (also nicht senkrecht zur Hauptströmungsrichtung). Somit wird die Strömung nicht (drastisch) gebremst, sondern vornehmlich in ihrer Richtung beeinflusst.

[0025] Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann das Mischelement sich mit seinem Querschnitt mit einer Längsrichtung von dem Trägerteil wegerstrecken. Bevorzugt kann dabei der Querschnitt sich entlang einer Querrichtung erstrecken, zu der die Längsrichtung transversal, bevorzugt senkrecht ist. Von der Längsrichtung und der Längserstreckungsachse kann ein Längswinkel eingeschlossen werden. Alternativ oder zusätzlich kann in Draufsicht von der Querrichtung und der Längserstreckungsachse ein Transversalwinkel eingeschlossen werden.

[0026] Durch solche Anordnungen der Mischelemente kann der Umfang und die Art der Strömungsrichtungsbeeinflussung der Gaskomponente effektiv eingestellt werden.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann das Trägerteil einen bezüglich des Mischelements stromabwärtigen Abschnitt aufweisen. Der stromabwärtige Abschnitt kann einen in radialer Richtung gesehenen ovalen oder elliptischen Querschnitt aufweisen. Hierbei kann der stromabwärtige Abschnitt als Rotationskörper ausgebildet sein. Bevorzugt kann das (komplette) Trägerteil als Rotationskörper ausgebildet sein.

[0028] Somit kann insbesondere die Ausbildung einer turbulenten Mischzone und zugleich die Rückkehr in eine laminare Strömung begünstigt werden, so dass die Mischqualität und Zubringung des Gasgemisches erhöht werden kann.

[0029] Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann der wenigstens eine Komponentenauslass eine Auslassrichtung aufweisen. Die Auslassrichtung kann bevorzugt unter einem Winkel zu der Hauptströmungsrichtung verlaufen. Alternativ oder zusätzlich kann die Auslassrichtung

eine Orientierung aufweisen, welche in oder entgegen der Hauptströmungsrichtung gerichtet ist.

[0030] Derart kann eine verbesserte Durchmischung der beteiligten Gase erreicht werden, da die Verteilung der Zusatzgaskomponente in einem unmittelbaren Bereich nahe des Komponentenauslasses verbreitert wird.

[0031] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann der wenigstens eine Komponentenauslass an einem radial äußeren und/oder in Umfangsrichtung mittigen Längskantenabschnitt des Mischelements angeordnet sein. Bevorzugt können an dem Längskantenabschnitt mehrere von dem Komponentenauslass zueinander beabstandet angeordnet sein.

[0032] Alternativ oder zusätzlich kann der Komponentenauslass an einem, bezüglich der Hauptströmungsrichtung, stromabwärtigen und/oder stromaufwärtigen Abschnitt des Mischelements vorgesehen sein.

[0033] Alternativ oder zusätzlich kann wenigstens eines oder jedes der Mischelemente mehrere Komponentenauslässe aufweisen. Bevorzugt können die mehreren Komponentenauslässe voneinander verschiedene Ausgestaltungen aufweisen. Insbesondere können wenigstens zwei der Komponentenauslässe voneinander verschiedene Auslassrichtungen aufweisen. Die Komponentenauslässe können dabei derart vorgesehen sein, dass die zugehörigen Auslassrichtungen jeweils unter einem Ausströmungswinkel aufeinander zugerichtet sind. Bevorzugt können die Komponentenauslässe derart vorgesehen sein, dass die zugehörigen Auslassrichtungen sich in einem Punkt stromabwärts der Komponentenauslässe schneiden. Bevorzugt kann von den beiden Auslassrichtungen ein Versatzwinkel eingeschlossen werden. Bevorzugt können die Komponentenauslässe derart vorgesehen sein, dass ein Austreten der Zusatzkomponente aus dem jeweiligen Komponentenauslass unter voneinander verschiedenen Flussraten ermöglicht wird.

[0034] Derart kann die Menge und die lokale Konzentration der beizumischenden Zusatzgaskomponenten in Abhängigkeit der jeweiligen Anwendung gesteuert werden.

[0035] Gemäß einer ferner bevorzugten Ausgestaltung kann wenigstens ein Komponentenauslass als Düse ausgestaltet sein. Bevorzugt kann die Düse als Düsenkanal ausgebildet sein, der sich in dem Mischelement mit der Auslassrichtung erstreckt. Der Düsenkanal kann bevorzugt durch lokale Erhöhungen der Wandstärke des Mischelementes vorgesehen sein. So kann beispielsweise der Hohlraum, welcher in dem Ableitungsabschnitt des Mischelements vorgesehen ist, durch Erhöhung der Wandstärken angepasst werden, um den Düsenkanal auszubilden.

[0036] Ferner ist auch vorstellbar, dass wenigstens eines oder jedes der Mischelemente mehrere Komponentenauslässe aufweist, welche wenigstens teilweise als Düsen ausgebildet sind. Bevorzugt können die Komponentenauslässe hierbei jeweils als ein Düsenkanal mit bevorzugt unterschiedlicher Länge ausgebildet sein. Ferner bevorzugt kann einer der Komponentenauslässe, welcher radial weiter von dem Trägerelement entfernt vorgesehen ist als ein anderer Komponentenauslass, einen kürzeren Düsenkanal als der andere Komponentenauslass aufweisen.

[0037] Derart kann eine Verweilzeit und räumliche Verteilung der Zusatzgaskomponente im Inneren des Mischelements eingestellt werden. Entsprechend kann auch eine Vorwärmung der Zusatzgaskomponente aus einer Wärmeübertragung von der strömenden Gaskomponente eingestellt werden. Zudem kann auch eine Austrittsgeschwindigkeit und Richtung der Zusatzgaskomponente aus dem Mischelement eingestellt werden.

[0038] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann das Mischelement zwei komplementäre Schaufelabschnitte aufweisen, einen ersten Schaufelabschnitt zur Strömungsanregung und einen zweiten Schaufelabschnitt zur Wärmeübertragung von Wärme aus der Gaskomponente auf die wenigstens eine Zusatzgaskomponente. Bevorzugt kann der erste Schaufelabschnitt sich von einer stromaufwärtigen Kante des Mischelements zu einer axial entgegengesetzten Kante des Mischelements in einer diagonal von dem Trägerteil wegerstreckenden Richtung erstrecken. Der zweite Schaufelabschnitt kann dabei den Komponentenauslass aufweisen.

[0039] Somit kann das Mischelement mit zwei funktional voneinander getrennten Abschnitten bereitgestellt werden, durch die insbesondere eine besonders effektive und effiziente Vorwär-

mung der jeweiligen Zusatzgaskomponente(n) ermöglicht wird.

[0040] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Rohranordnung zur Leitung eines Gasgemisches eines Brennstoffzellensystems. Die Rohranordnung weist ein sich entlang einer Längsachse erstreckendes Leitungsrohr zur Leitung des Gasgemisches auf. Durch die Längsachse ist bei einer Durchströmung des Leitungsrohrs mit wenigstens einer Komponente des Gasgemisches eine Hauptströmungsrichtung vorgebar. Das Leitungsrohr weist einen ersten Abschnitt auf, um wenigstens die Komponente in das Leitungsrohr einzuspeisen. Das Leitungsrohr weist zudem einen zweiten Abschnitt auf, um das Leitungsrohr zum Ausleiten des Gasgemisches (GG) zu verbinden. Die Rohranordnung weist ferner die oben beschriebene Mischvorrichtung gemäß wenigstens einer der oben beschriebenen Konfigurationen auf. Die Mischvorrichtung ist in dem Leitungsrohr mit der Längserstreckungsachse entlang der Hauptströmungsrichtung angeordnet.

[0041] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem. Das Brennstoffzellensystem weist einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und mit einem Kathodenabschnitt auf. In dem Brennstoffzellenstapel ist eine Vielzahl von Brennstoffzellen stapelförmig angeordnet. Der Anodenabschnitt weist 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 die oben beschriebene Rohranordnung gemäß wenigstens einer der oben beschriebenen Konfigurationen auf. Das Leitungsrohr ist über den ersten Abschnitt mit dem Kathodenabführabschnitt verbunden, um dem Kathodenabgas als der strömenden Gaskomponente wenigstens eine Zusatzgaskomponente beizumischen.

[0042] Bevorzugt kann das Brennstoffzellensystem ein SOC Brennstoff- oder Elektrolyseurzellensystem sein. Bevorzugt kann das Brennstoffzellensystem sowohl zur Synthese als auch zur Elektrolyse verwendet werden.

[0043] Durch die vorgenannte Anordnung und System können dieselben technischen Effekte und Vorteile erreicht werden, die bereits für die Mischvorrichtung beschrieben wurden. Auch kann bspw. die Effizienz des Brennstoffzellensystems verbessert werden.

[0044] 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.

[0045] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mischvorrichtung.

[0046] Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Rohranordnung mit der Mischvorrichtung aus Figur 1 in einer Schnittdarstellung.

[0047] Fig. 3 zeigt eine weitere Schnittdarstellung der Mischvorrichtung aus Figur 1.

[0048] Fig. 4 zeigt eine Detaildarstellung eines Ausschnitts aus Figur 3.

[0049] Fig. 5 zeigt eine Schnittdarstellung von Mischelementen der Mischvorrichtung aus Figur 1 entlang einer Schnittebene.

[0050] Fig. 6 zeigt eine weitere Schnittdarstellung von Mischelementen und Trägerelement der Mischvorrichtung aus Figur 1 entlang einer weiteren Schnittebene.

[0051] Fig. 7 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Rohranordnung und eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems.

[0052] Fig. 8 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems.

[0053] Figur 1 zeigt exemplarisch den grundsätzlichen Aufbau einer erfindungsgemäßen Mischvorrichtung 10.

[0054] Die Mischvorrichtung 10 ist zum Mischen wenigstens zweier gasförmiger Komponenten geeignet und eingerichtet. Insbesondere kann mit der Mischvorrichtung 10 eine oder eine Vielzahl von Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 zu einer mit einer Hauptströmungsrichtung HSR strömenden Gaskomponente GK beigemischt werden. Dies wird im Weiteren insbesondere anhand der Figuren 2 und 3 verdeutlicht. Bei der Mischvorrichtung 10 kann es sich bspw. um einen statischen Mischer handeln, mit dem bspw. Erdgas (als erste Zusatzgaskomponente ZGK1) mit Restgas (als zweite Zusatzgaskomponente ZGK2) und Abgas (als die Gaskomponente GK) aus einem Brennstoffzellen- oder Elektrolyseurzellenprozess miteinander vermischt werden können. Auch die Figuren 2 bis 8 zeigen jeweils eine beispielhafte Ausgestaltung der Mischvorrichtung 10.

[0055] Die Mischvorrichtung 10 ist in den Figuren 1 bis 8 jeweils mit einem Trägerteil 20 gezeigt. Das Trägerteil 20 erstreckt sich entlang einer Längserstreckungsachse LA und kann bspw. als ein Rotationskörper ausgebildet sein. So ist in Figur 1 das Trägerteil 20 exemplarisch als ein kreiszylindrischer Körper dargestellt. Jedoch kann das Trägerteil 20 natürlich auch andere Querschnitte (bspw. Rechteck) als einen Kreis aufweisen. Wie aus Figur 1 insbesondere hervorgeht, kann das Trägerteil 20 einen besonders ausgestalteten Abschnitt 25 aufweisen. Durch den Abschnitt 25 soll insbesondere eine Strömungsführung und Strömunglenkung erreicht werden. Entsprechend wird der Abschnitt 25 bevorzugt im Betrieb zuletzt von der Gaskomponente GK umströmt, ist also bevorzugt ein stromabwärtiger Abschnitt 25 der Mischvorrichtung 10, wenn die Mischvorrichtung 10 (mit dem Trägerteil 20) mit der Längserstreckungsachse LA entlang der Hauptströmungsrichtung HSR der Gaskomponente GK angeordnet ist. Bevorzugt wird so eine Betriebsposition und Betriebsorientierung der Mischvorrichtung 10 definiert. Der stromabwärtige Abschnitt 25 ist in den Figuren als ovaler und konvexer Bauteilabschnitt dargestellt, der sich von der Längserstreckungsachse LA erst aufweitend, dann verjüngend nach außen wölbt.

[0056] Die Mischvorrichtung 10 ist in den Figuren 1 bis 8 jeweils beispielhaft mit einer Vielzahl von schaufelförmigen Mischelementen 30 dargestellt. Die Mischvorrichtung 10 kann auch nur ein einzelnes schaufelförmiges Mischelement 30 aufweisen. Jedes der Mischelemente 30 ist dazu eingerichtet, im Betrieb stromabwärts des Mischelements 30 eine Gasmischzone GMZ zu erzeugen, in der die verschiedenen gasförmigen Stoffe miteinander vermischt werden. Hierzu erstrecken die Mischelemente 30 sich jeweils von dem Trägerteil 20 bezüglich der Längserstreckungsachse LA radial nach außen weg. Die Schaufelform des Mischelements 30 kann bspw. durch eine sich in einer Erstreckungsebene erstreckende flächige Platte ausgebildet sein, welche über eine Stirnseite mit dem Trägerteil 20 verbunden ist, wie in den Figuren 1 bis 8 exemplarisch dargestellt. Jedoch ist es auch generell vorstellbar, dass jede beliebige flächige Erstreckung, mit der Gasteilchen zu einer Bewegung (und insbesondere Verwirbelung) angeregt werden können, für die Ausbildung als Schaufel verwendet werden kann. So können die Mischelemente 30 bspw. eine gewölbte Form aufweisen, um bspw. vorbeiströmendes Gas in seinem Fluss zu Verwirbelungen anzuregen.

[0057] In den Figuren 1 bis 8 sind die Mischelemente 30 beispielhaft als um die Längserstreckungsachse LA und entlang des Umfangs des Trägerteils 20 angeordnet dargestellt. Hierbei sind die einzelnen Mischelemente 30 als zueinander gleichmäßig beabstandet dargestellt, jedoch sind auch variable Abstände in Umfangsrichtung und/oder in axialer Richtung möglich. So können die Mischelemente 30 in axialer Richtung zueinander versetzt angeordnet sein, um so bspw. eine Helix-Anordnung zu erreichen. Auch durch eine derart gewählte Anordnung der Mischelemente 30 kann so bspw. eine Anregung vorbeiströmenden Gases zu Verwirbelungen erreicht werden.

[0058] In Figur 1 ist ferner angedeutet, dass das Mischelement 30 bezüglich des Trägerteils 20 durch Anstellwinkel eine besondere Orientierung aufweisen kann, um derart bspw. eine Anregung des vorbeiströmenden Gases zu Verwirbelungen zu erreichen. Hierzu können insbesondere auch die Figuren 3 und 5 zur Verdeutlichung dieser Ausgestaltungen weiter herangezogen werden. So kann das Mischelement 30 bspw. sich unter einem Longitudinalwinkel LW von der Mantelfläche des Trägerteils 20 mit einer Längsrichtung LR wegerstrecken. Dieser Longitudinalwinkel LW ergibt sich bspw. am Schnittpunkt von der Längsrichtung LR und Längserstreckungsachse LA und kann bspw. in einem Winkelbereich von 10 Grad bis 170 Grad liegen. Ferner kann das

Mischelement 30 auch bezüglich der Längserstreckungsachse LA verdreht angeordnet sein. Dies tritt bspw. auf, wenn der Querschnitt des Mischelements 30 sich entlang einer Querrichtung QR erstreckt, die nicht zu der Längserstreckungsachse LA parallel ist. Bei Draufsicht auf das entsprechende Mischelement 30 kann so ein Transversalwinkel TW ermittelt werden, welcher von der Querrichtung QR und der Längserstreckungsachse LA (imaginär) eingeschlossen wird. Der Transversalwinkel TW kann bspw. in einem Winkelbereich von 10 Grad bis 170 Grad liegen.

[0059] Das Mischelement 30 und das Trägerteil 20 können integral miteinander (also bspw. als ein Teil) oder als voneinander separate Teile (also bspw. mehrteilig) vorgesehen sein.

[0060] Figur 1 zeigt ferner eine erste Leitung 51, über die eine der Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 in die Mischvorrichtung 10 geleitet werden kann. Die erste Leitung 51 kann bspw. ein mit dem Trägerteil 20 verbundener Schlauch oder ein Rohr sein, und kann integral mit oder reversibel anbringbar an dem Trägerteil 20 vorgesehen sein.

[0061] Die erste Leitung 51 ist (optionaler) Bestandteil eines Fluidleitungssystems im Inneren der Mischvorrichtung 10, das anhand der Figuren 2, 3 und 6 gut erläuterbar ist.

[0062] Aus den Figuren 2, 3 und 6 wird insbesondere deutlich, dass das Trägerteil 20 mehrere (ggf. aber auch nur einen der) Gasleitungspfade 21, 22 mit einem zugehörigen Komponenteneinlass 211, 221 aufweist, um die Zusatzgaskomponente ZGK1, ZGK2 in dem Trägerteil 20 zu dem Mischelement 30 zu leiten. In den Figuren 2, 3 und 6 sind dabei beispielhaft zwei Gasleitungspfade 21, 22 dargestellt, wobei die Anzahl der Gasleitungspfade 21, 22 natürlich nicht limitierend anzusehen ist, sondern von der Anzahl der Mischungskomponenten abhängig gemacht werden kann und somit auch höher sein kann.

[0063] In den Figuren 2, 3 und 6 ist das Trägerteil 20 zur Bereitstellung der Gasleitungspfade 21, 22 beispielhaft ein doppelwandiger ringförmiger Hohlkörper, wobei in der Doppelwand ein ringförmiger Hohlraum 32 als ein erster Gasleitungspfad 21 mit einem ersten Komponenteneinlass 211 an einem unteren Abschnitt der Mantelfläche des Trägerteils 20 vorgesehen ist. Ein zweite Leitung 52 (bspw. ein Rohr oder Schlauch) ist vorgesehen, um die Zusatzgaskomponente ZGK1 der Mischvorrichtung 10 zuzuleiten. Von dem inneren Ring des Trägerteils 20 wird ferner ein zweiter (konzentrischer) Gasleitungspfad 22 gebildet, dessen Komponenteneinlass 221 an einem unteren Abschnitt des Trägerteils 20 gebildet wird. Der Komponenteneinlass 211, 221 kann als eine Öffnung, Ventil oder Port ausgebildet sein und/oder natürlich auch als solches in einem Abschnitt der zugehörigen von der ersten und zweiten Leitung 51, 52 vorgesehen sein (vgl. bspw. Figur 3). Jeder der Gasleitungspfade 21, 22 erstreckt sich von dem Komponenteneinlass 211, 221 zu einem der über den Außenumfang des Trägerteils 20 verteilt angeordneten Mischelemente 30 und mündet dort in einer äußeren Leitungsöffnung 212, 222 (siehe auch Figuren 3 und 6).

[0064] Wie in den Figuren 2 bis 6 ferner beispielhaft dargestellt, stehen die Mischelemente 30 in einer fluidkommunizierenden Verbindung mit den Komponenteneinlässen 211, 221, um über mehrere Komponentenauslässe 311, 312 die Zusatzgaskomponente(n) ZGK1, ZGK2 zur Durchmischung in der Gasmischzone GMZ in die Gaskomponente GK abzugeben.

[0065] Insbesondere den Figuren 3 bis 6 kann entnommen werden, dass zur Umsetzung der fluidkommunizierenden Verbindung wenigstens einzelne der Mischelemente 30 bspw. einen mit einem Hohlraum 32 vorgesehenen Ableitungsabschnitt 31 aufweisen können, welcher sich in dem Mischelement 30 von einem radial inneren Ende des Mischelements 30 mit einer inneren Leitungsöffnung 323 zu dem korrespondierenden Komponentenauslass 311, 312 erstreckt. Derart wird es möglich, die Gasleitungspfade 21, 22 über die äußeren Leitungsöffnung 212, 222 und die innere Leitungsöffnung 323 mit dem Ableitungsabschnitt 31 fluidtechnisch zu verbinden. Dabei kann der Ableitungsabschnitt 31 sich mit zunehmend radialer und axialer Entfernung von der inneren Leitungsöffnung 323 nach außen hin verjüngen (siehe insbesondere Figuren 3 bis 5). Natürlich ist es auch denkbar, dass nicht alle der Mischelemente 30 eine derartige Ausgestaltung aufweisen, sondern bspw. als Finnen lediglich zur Stromlenkung vorgesehen sind.

[0066] Aus den Figuren 2 bis 6 geht ferner hervor, dass die Komponentenauslässe 311, 312

jeweils derart an dem Mischelement 30 angeordnet sind, dass die Zusatzgaskomponente ZGK1, ZGK2 jeweils mit einer Auslassrichtung AR in Richtung der Hauptströmungsrichtung HSR zur Durchmischung in der Gasmischzone GMZ abgegeben wird. Die Auslassrichtung AR der Komponentenauslässe 311, 312 kann dabei dieselbe sein oder unterschiedlich sein. In Figur 4 ist beispielhaft gezeigt, dass die Komponentenauslässe 311, 312 voneinander verschiedene Auslassrichtungen AR aufweisen können. Insbesondere können die jeweiligen Auslassrichtungen AR aufeinander zulaufend ausgerichtet sein und sich an einem stromabwärtigen Punkt unter einem Versatzwinkel VW schneiden. Die weiteren Figuren zeigen die Orientierung der Auslassrichtungen AR zur besseren Darstellbarkeit lediglich vereinfacht. In den Figuren 2 bis 6 sind die jeweiligen Komponentenauslässe 311, 312 bspw. an einem stromabwärtigen Längskantenabschnitt 33 des Mischelements 30 angeordnet. Die einzelnen Komponentenauslässe 311, 312 können dabei zueinander variabel beabstandet angeordnet sein (vgl. insbesondere Figur 4).

[0067] Bevorzugt können die Komponentenauslässe 311, 312 als Düsen ausgestaltet sein. Hierzu können die Komponentenauslässe 311, 312 beispielsweise, wie in Figur 4 dargestellt, jeweils von einem sich entlang der jeweiligen Auslassrichtung AR erstreckenden Düsenkanal gebildet werden, welcher in den Hohlraum 32 mündet. Bevorzugt können die Komponentenauslässe 311, 312 durch unterschiedlich ausgebildete Düsenkanäle gebildet werden, welche insbesondere unterschiedliche Längen oder Kanaldurchmesser aufweisen können. Derart kann beispielsweise erreicht werden, dass die Zusatzgaskomponente ZGK1, ZGK2 mit unterschiedlichen Flussraten aus den Komponentenauslässen 311, 312 ausgelassen wird. Die Düsenkanäle können beispielsweise durch eine lokale Erhöhung der Wandstärke des Mischelementes 30 bereitgestellt werden. Bevorzugt kann der radial innere Komponentenauslass 311 durch einen längeren Düsenkanal 312 gebildet werden als einer oder beide der radial äußeren Komponentenauslässen 312.

[0068] Anhand der beispielhaften Figuren 2 und 3 wird insbesondere weiter deutlich, dass das Trägerteil 20 bspw. für jede der zuzuführenden Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 wenigstens eines von dem Mischelement 30 und einen von dem Gasleitungspfad 21, 22 aufweist. Die Gasleitungspfade 21, 22 sind dabei bspw. voneinander fluidtechnisch getrennt vorgesehen, um in die Gasmischzone GMZ die jeweilige Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 separat abzugeben. Dabei können die Mischelemente 30 unterschiedlicher Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 zueinander benachbart angeordnet werden, wobei natürlich auch andere Konstellationen vorstellbar sind. Auch kann die jeweilige Anzahl der für jeweils eine der Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 vorgesehenen Mischelemente 30 mit einem entsprechenden (gewünschten) Anteil der jeweiligen Zusatzgaskomponente ZGK1, ZGK2 in der Gaskomponente GK korrespondieren.

[0069] Anhand der Figuren 2 und 3 kann auch das Wirkprinzip der Mischvorrichtung 10 exemplarisch erläutert werden. Die Mischvorrichtung 10 ist dabei entlang der Längserstreckungsachse LA in dem Strom der Gaskomponente GK (bspw. Kathodenabgas) angeordnet. Die Mischvorrichtung 10 ist dabei derart längs der Längserstreckungsachse LA orientiert angeordnet, dass die mit der Hauptströmungsrichtung HSR strömende Gaskomponente GK zunächst das Mischelement 30 und dann den stromabwärtigen Abschnitt 25 erreicht. Die beizumischenden Gase, also die Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 (bspw. Erdgas und Restgas), werden über die erste und zweite Leitung 51, 52 dem Trägerteil 20 zugeführt. Die Abgabe der Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 erfolgt voneinander getrennt über die Komponentenauslässe 311, 312 in Richtung der Hauptströmungsrichtung HSR in die Gasmischzone GMZ. Um eine gute Durchmischung zu erreichen, weist das Mischelement 30 eine Schaufelform auf, mit der eine Störung des Flusses der Gaskomponente GK erreicht wird, die zur Ausbildung der Gasmischzone GMZ führt. Die Geometrie des stromabwärtigen Abschnitts 25 kann dabei die Durchmischung begünstigen. Die Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 werden also unmittelbar in einen verwirbelten oder turbulenten Strom der Gaskomponente GK eingeführt, so dass eine gute Durchmischung erreicht werden kann. Bevorzugt kann von dem Mischelement 30 auch eine Vorwärmung der Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 erreicht werden, indem dieses eine Struktur mit einer ausreichend großen Oberfläche aufweist, über die eine Wärmeübertragung von Wärme aus der Gaskomponente GK auf die Zusatzgaskomponente ZGK1, ZGK2 erfolgen kann. Hierzu weist das Mischelement 30 bevorzugt zwei komplementäre Schaufelabschnitte 34, 35 auf, wobei ein erster, stromaufwärtiger

Schaufelabschnitt 34 zur Stromlenkung und der zweite, stromabwärtiger Schaufelabschnitt 35 zur Wärmeübertragung vorgesehen ist. Hierzu ist entsprechend der Ableitungsabschnitt 31 großflächig und aus einem wärmeleitfähigen Material (bspw. Kupfer) ausgebildet. Somit kann durch die Mischvorrichtung 10 bspw. auch ein Verfahren realisiert werden, in dem die Zusatzgaskomponenten ZGK1, ZGK2 erst hinsichtlich ihrer Temperatur mit der Temperatur der Gaskomponente GK homogenisiert werden und (erst) dann (aufgrund der separierten Gasführung in dem Träger- teil 20) hinsichtlich ihrer stofflichen Verteilung homogenisiert werden.

[0070] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Rohranordnung 100 zur Leitung eines Gasgemisches GG eines Brennstoffzellensystems (wie bspw. dem nachfolgend beschriebenen Brennstoffzellensystem 500), welche exemplarisch in den Figuren 2, 7 und 8 dargestellt ist.

[0071] Die Rohranordnung 100 weist ein sich entlang einer Längsachse LA erstreckendes Leitungsrohr 110 auf, mit dem Gasgemisches GG des Brennstoffzellensystems 500 geleitet werden soll. Durch die Längsachse LA des Leitungsrohrs 110 wird einer Komponente des Gasgemisches GG gewissermaßen eine Hauptströmungsrichtung, wie die vorgenannte Hauptströmungsrichtung HSR, aufgezwungen. Das Leitungsrohr 110 weist einen ersten Abschnitt 111 auf, an der die Komponente in das Leitungsrohr 110 eingespeist wird, sowie einen zweiten Abschnitt 112 auf, an dem das Leitungsrohr 110 zum Ausleiten des Gasgemisches GG verbunden werden kann. In dem Leitungsrohr 110 ist die zuvor beschriebene Mischvorrichtung 10 mit der Längserstreckungsachse LA entlang der Hauptströmungsrichtung HSR angeordnet.

[0072] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft das Brennstoffzellensystem 500. Bei dem Brennstoffzellensystem 500 kann es sich bspw. um ein SOC Brennstoff- oder Elektrolyseurzellensystem handeln. Das Brennstoffzellensystem 500 kann bspw. sowohl in einem Synthesemodus und einem Elektrolysemodus betrieben werden.

[0073] Das Brennstoffzellensystem 500 weist einen oder mehrere Brennstoffzellenstapel mit jeweils einem Anodenabschnitt und mit einem Kathodenabschnitt 510 auf, der in den Figuren 7 und 8 gezeigt ist. Der Kathodenabschnitt 510 weist zum Zuführen von Kathodenzuführungsgas einen Kathodenzuführabschnitt und zum Abführen von Kathodenabgas einen Kathodenabführabschnitt 511 auf. In dem Brennstoffzellensystem 500 ist bspw. die vorbeschriebene Rohranordnung 100 vorgesehen. Das Leitungsrohr 110 ist über den ersten Abschnitt 111 mit dem Kathodenabführabschnitt 511 verbunden, um dem Kathodenabgas als der strömenden Gaskomponente GK wenigstens eine Zusatzgaskomponente ZGK1, ZGK2 beizumischen.

[0074] Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

BEZUGSZEICHENLISTE

10	Mischvorrichtung
20	Trägerteil
21, 22	Gasleitungspfad
211, 221	Komponenteneinlass
212, 222	äußere Leitungsöffnung
25	Abschnitt, stromabwärtiger Abschnitt
30	Mischelement
31	Ableitungsabschnitt
311, 312	Komponentenauslass
32	Hohlraum
323	innere Leitungsöffnung
34	erster Schaufelabschnitt
35	zweiter Schaufelabschnitt
51	erste Leitung
52	zweite Leitung
100	Rohranordnung
110	Leitungsrohr
111	erster Abschnitt
112	zweiter Abschnitt
500	Brennstoffzellensystem, SOC Brennstoff- oder Elektrolyseurzellensystem
510	Kathodenabschnitt
511	Kathodenabführabschnitt
ZGK1, ZGK2	Zusatzgaskomponente
GK	Gaskomponente
GG	Gasgemisch
GMZ	Gasmischzone
LA	Längserstreckungsachse
HSR	Hauptströmungsrichtung
AR	Auslassrichtung
QR	Querrichtung
LR	Längsrichtung
LW	Longitudinalwinkel
TW	Transversalwinkel
VW	Versatzwinkel

Patentansprüche

1. Mischvorrichtung (10) zum Beimischen wenigstens einer Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) zu einer mit einer Hauptströmungsrichtung (HSR) strömenden Gaskomponente (GK), aufweisend
 - ein Trägerteil (20) mit einer entlang der Hauptströmungsrichtung (HSR) anordenbaren Längserstreckungsachse (LA), und
 - wenigstens ein schaufelförmiges Mischelement (30) zur Erzeugung einer dazu stromabwärtigen Gasmischzone (GMZ), wobei das Mischelement (30) sich von dem Trägerteil (20) bezüglich der Längserstreckungsachse (LA) radial nach außen wegerstreckt,

gekennzeichnet dadurch, dass

das Trägerteil (20) wenigstens einen Gasleitungspfad (21, 22) mit einem Komponenteneinlass (211, 221) aufweist, um die Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) in dem Trägerteil (20) zu dem Mischelement (30) zu leiten, und

das Mischelement (30) wenigstens einen mit dem Komponenteneinlass (211, 221) fluidkommunizierend verbundenen Komponentenauslass (311, 312) aufweist, um die Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) zur Durchmischung in der Gasmischzone (GMZ) in die Gaskomponente (GK) abzugeben.
2. Mischvorrichtung (10) gemäß Anspruch 1, wobei die Mischvorrichtung (10) für die Durchmischung der Gaskomponente (GK) mit mehreren der Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) derart ausgebildet ist, dass
 - das Trägerteil (20) für jede der zuzuführenden Zusatzgaskomponenten (ZGK1, ZGK2) einen Zugehörigen von dem Gasleitungspfad (21, 22) aufweist, und
 - die Mischvorrichtung (10) für jede der zuzuführenden Zusatzgaskomponenten (ZGK1, ZGK2) wenigstens eines von dem wenigstens einen Mischelement (30) aufweist, wobei jeweils der Komponenteneinlass (211, 221) einer Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) mit dem wenigstens einen Komponentenauslass (311, 312) derselben Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) fluidkommunizierend verbunden ist.
3. Mischvorrichtung (10) gemäß Anspruch 2, wobei die Mischelemente (30) derart angeordnet sind, dass von jeweils Benachbarten der Mischelemente (30) jeweils Unterschiedliche der Zusatzgaskomponenten (ZGK1, ZGK2) abgegeben werden, und/oder wobei die Anzahl der für eine der Zusatzgaskomponenten (ZGK1, ZGK2) vorgesehenen Mischelemente (30) mit einem Mischverhältnis der jeweiligen Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) in der Gaskomponente (GK) korrespondiert.
4. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gasleitungspfad (21, 22) sich von dem Komponenteneinlass (211, 221) zu wenigstens einem der über den Außenumfang des Trägerteils (20) verteilt angeordneten Mischelemente (30) erstreckt und dort in einer äußeren Leitungsöffnung (212, 222) mündet, und
 - wobei wenigstens eines der Mischelemente (30) einen Ableitungsabschnitt (31) aufweist, welcher sich als Hohlraum (32) von dem wenigstens einen Komponentenauslass (311, 312) zu einem radial inneren Ende des Mischelements (30) erstreckt und dort in einer inneren Leitungsöffnung (323) mündet,
 - wobei der Gasleitungspfad (21, 22) über die äußere Leitungsöffnung (212, 222) und über die innere Leitungsöffnung (323) mit dem Ableitungsabschnitt (31) fluidtechnisch verbunden ist.
5. Mischvorrichtung (10) gemäß Anspruch 4, wobei das Trägerteil (20) für jede der Zusatzgaskomponenten (ZGK1, ZGK2) einen von dem Gasleitungspfad (21, 22) aufweist, wobei der Gasleitungspfad (21, 22) einer der Zusatzgaskomponenten (ZGK1, ZGK2) bevorzugt von dem Gasleitungspfad (21, 22) wenigstens einer anderen der Zusatzgaskomponenten (ZGK1, ZGK2) fluidtechnisch getrennt vorgesehen ist.

6. Mischvorrichtung (10) gemäß Anspruch 4 oder Anspruch 5, wobei der Ableitungsabschnitt (31) sich mit zunehmend radialer Entfernung von der inneren Leitungsöffnung (323) nach außen verjüngt, und/oder
wobei der Ableitungsabschnitt (31) sich mit zunehmendem axialen Abstand von der inneren Leitungsöffnung (323) in der Hauptströmungsrichtung (HSR) verjüngt.
7. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend eine Vielzahl von dem schaufelförmigen Mischelement (30), wobei die Mischelemente (30) um die Längserstreckungsachse (LA) entlang des Umfang des Trägerteils (20) herum bevorzugt gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet sind, und/oder wobei die Mischelemente (30) entlang des Umfangs in axialer Richtung zueinander bevorzugt gleichmäßig beabstandet oder in einer Helix-Anordnung angeordnet sind.
8. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaufelform des Mischelements (30) eine flächige Erstreckung oder als eine sich in einer Erstreckungsebene erstreckende flächige Platte ausgebildet ist, welche bevorzugt über eine Stirnseite mit dem Trägerteil (20) verbunden ist, und/oder
wobei das Mischelement (30) sich im Wesentlichen parallel zu der Längserstreckungsachse (LA) oder in der Hauptströmungsrichtung (HSR) längserstreckt, und/oder
wobei das Mischelement (30) ein wärmeleitfähiges Material, bevorzugt Kupfer, aufweist.
9. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Mischelement (30) sich mit seinem Querschnitt, welcher sich entlang einer Querrichtung (QR) erstreckt, mit einer dazu transversalen Längsrichtung (LR) von dem Trägerteil (20) wegerstreckt, wobei von der Längsrichtung (LR) und der Längserstreckungsachse (LA) ein Längswinkel (LW) eingeschlossen wird, und/oder in Draufsicht von der Querrichtung (QR) und der Längserstreckungsachse (LA) ein Transversalwinkel (TW) eingeschlossen wird.
10. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Trägerteil (20) einen bezüglich des Mischelements (30) stromabwärtigen Abschnitt (25) aufweist, welcher einen in radialer Richtung gesehenen ovalen oder elliptischen Querschnitt aufweist, wobei bevorzugt das Trägerteil (20) oder wenigstens der stromabwärtige Abschnitt (25) als Rotationskörper ausgebildet ist.
11. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Komponentenauslass (311, 312) eine Auslassrichtung (AR) aufweist, welche bevorzugt unter einem Winkel zu der Hauptströmungsrichtung (HSR) gerichtet ist und/oder bevorzugt eine Orientierung in der Hauptströmungsrichtung (HSR) oder entgegen der Hauptströmungsrichtung (HSR) aufweist, und/oder
wobei der wenigstens eine Komponentenauslass (311, 312) an einem radial äußeren und/oder in Umfangsrichtung mittigen Längskantenabschnitt (33) des Mischelements (30) angeordnet ist, wobei bevorzugt an dem Längskantenabschnitt (33) mehrere von dem Komponentenauslass (311, 312) zueinander beabstandet angeordnet sind.
12. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Mischelement (30) zwei komplementäre Schaufelabschnitte (34, 35) aufweist,
 - wobei ein erster Schaufelabschnitt (34) zur Strömungsanregung vorgesehen ist, welcher sich von einer stromaufwärtigen Kante des Mischelements (30) zu einer axial entgegengesetzten Kante des Mischelements (30) in einer diagonal von dem Trägerteil (20) weg erstreckenden Richtung erstreckt, und
 - ein zweiter Schaufelabschnitt (35) zur Wärmeübertragung von Wärme aus der Gaskomponente (GK) auf die wenigstens eine Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2), wobei der zweite Schaufelabschnitt (35) den Komponentenauslass (311, 312) aufweist.
13. Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mischvorrichtung (10) ein statischer Mischer ist.

14. Rohranordnung (100) zur Leitung eines Gasgemisches (GG) eines Brennstoffzellensystems (500), aufweisend

- ein sich entlang einer Längsachse (LA) erstreckendes Leitungsrohr (110) zur Leitung des Gasgemisches (GG), wobei durch die Längsachse (LA) bei einer Durchströmung des Leitungsrohrs (110) mit wenigstens einer Komponente des Gasgemisches (GG) eine Hauptströmungsrichtung (HSR) vorgebbbar ist,

wobei das Leitungsrohr (110) einen ersten Abschnitt (111) aufweist, um wenigstens die Komponente in das Leitungsrohr (110) einzuspeisen, und einen zweiten Abschnitt (112) aufweist, um das Leitungsrohr (110) zum Ausleiten des Gasgemisches (GG) zu verbinden,

gekennzeichnet durch

- eine Mischvorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Mischvorrichtung (10) in dem Leitungsrohr (110) mit der Längserstreckungsachse (LA) entlang der Hauptströmungsrichtung (HSR) angeordnet ist.

15. Brennstoffzellensystem (500), bevorzugt SOC Brennstoff- oder Elektrolyseurzellensystem, aufweisend

- einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und mit einem Kathodenabschnitt (510), 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 (510) einen Kathodenzuführabschnitt zum Zuführen von Kathodenzuführgas und einen Kathodenabführabschnitt (511) zum Abführen von Kathodenabgas aufweist,

gekennzeichnet durch

- eine Rohranordnung (100) gemäß Anspruch 14,

wobei das Leitungsrohr (110) über den ersten Abschnitt (111) mit dem Kathodenabführabschnitt (511) verbunden ist, um dem Kathodenabgas als der strömenden Gaskomponente (GK) wenigstens eine Zusatzgaskomponente (ZGK1, ZGK2) beizumischen.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

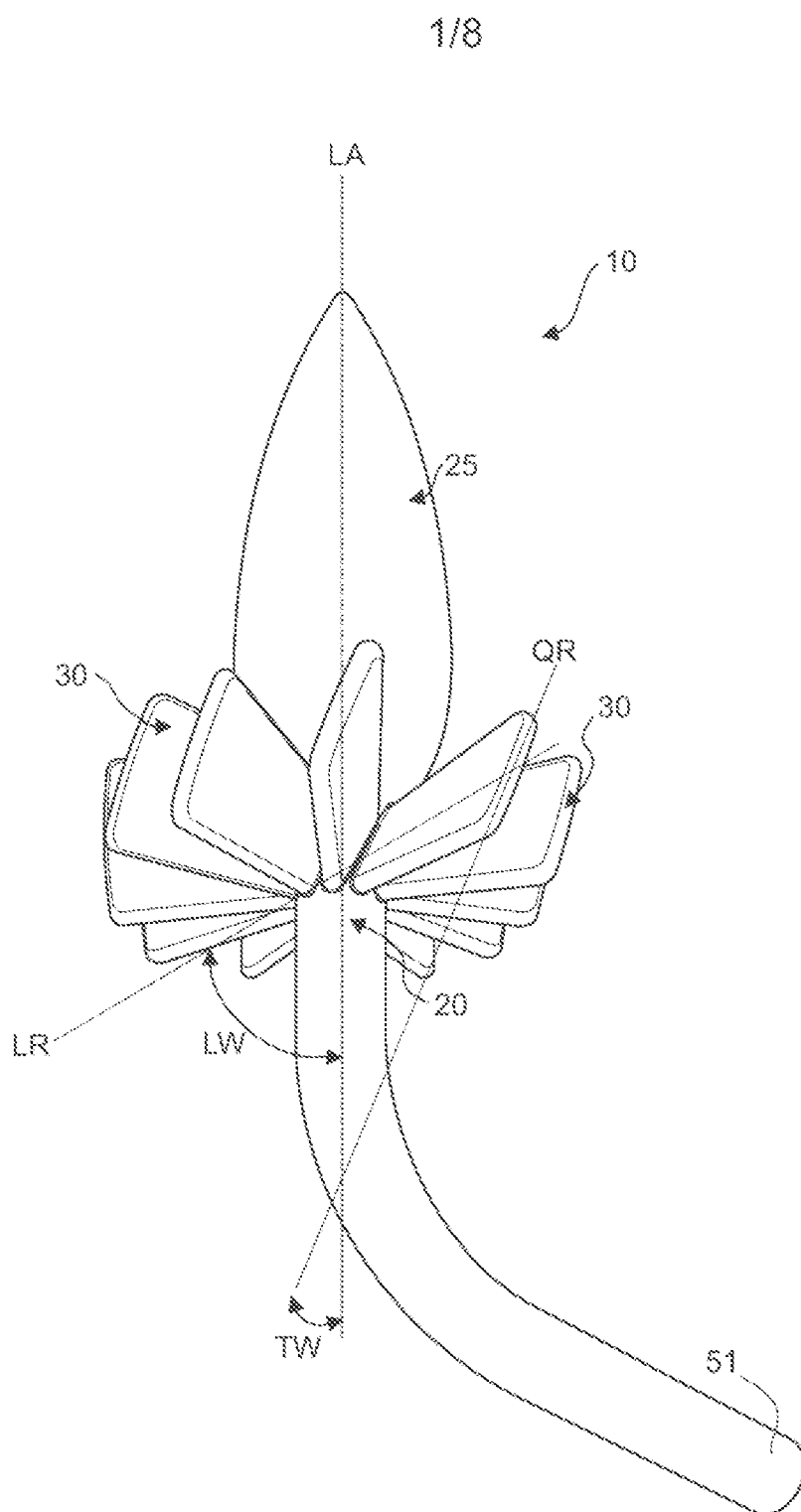


Fig. 1

2/8

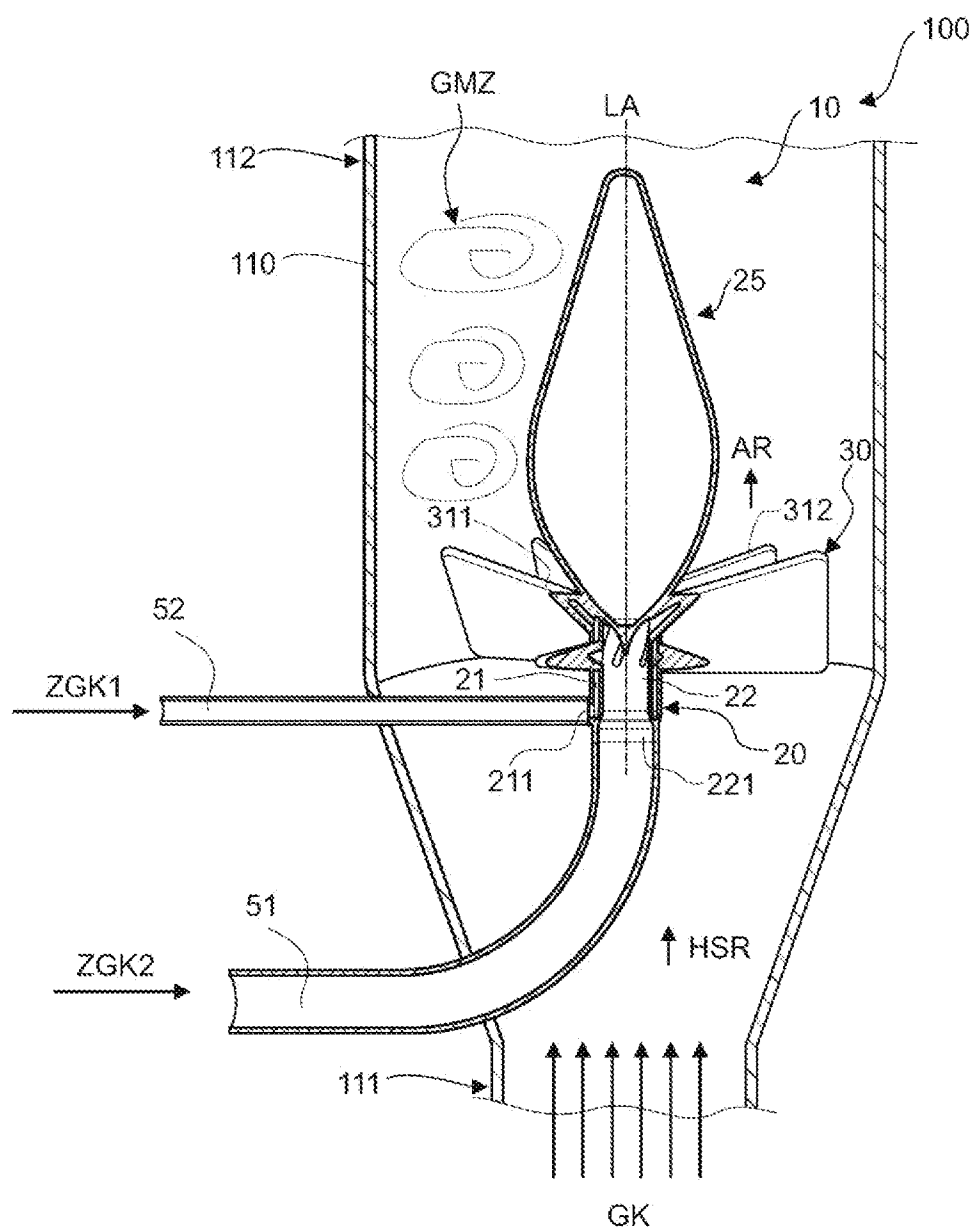


Fig. 2

3/8

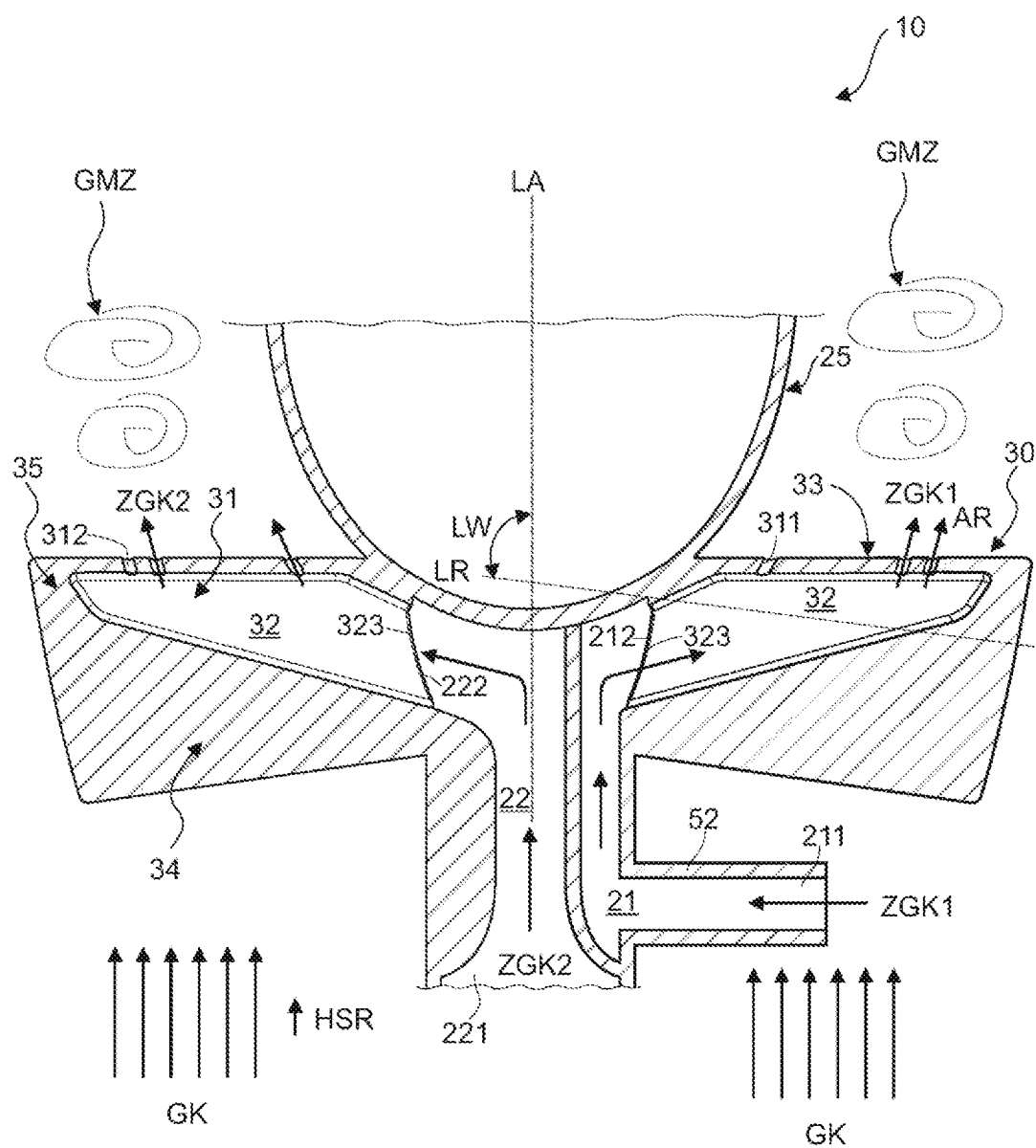


Fig. 3

4/8

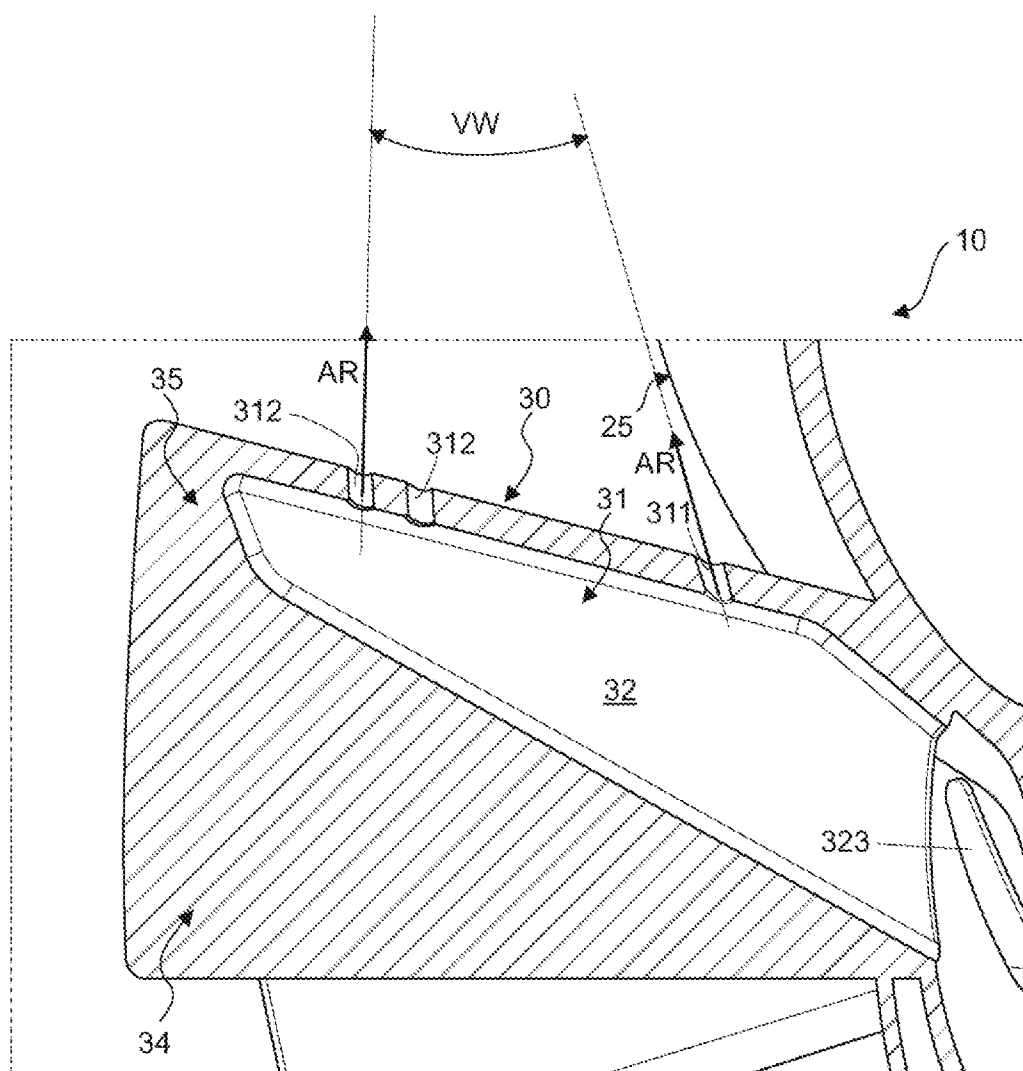


Fig. 4

5/8

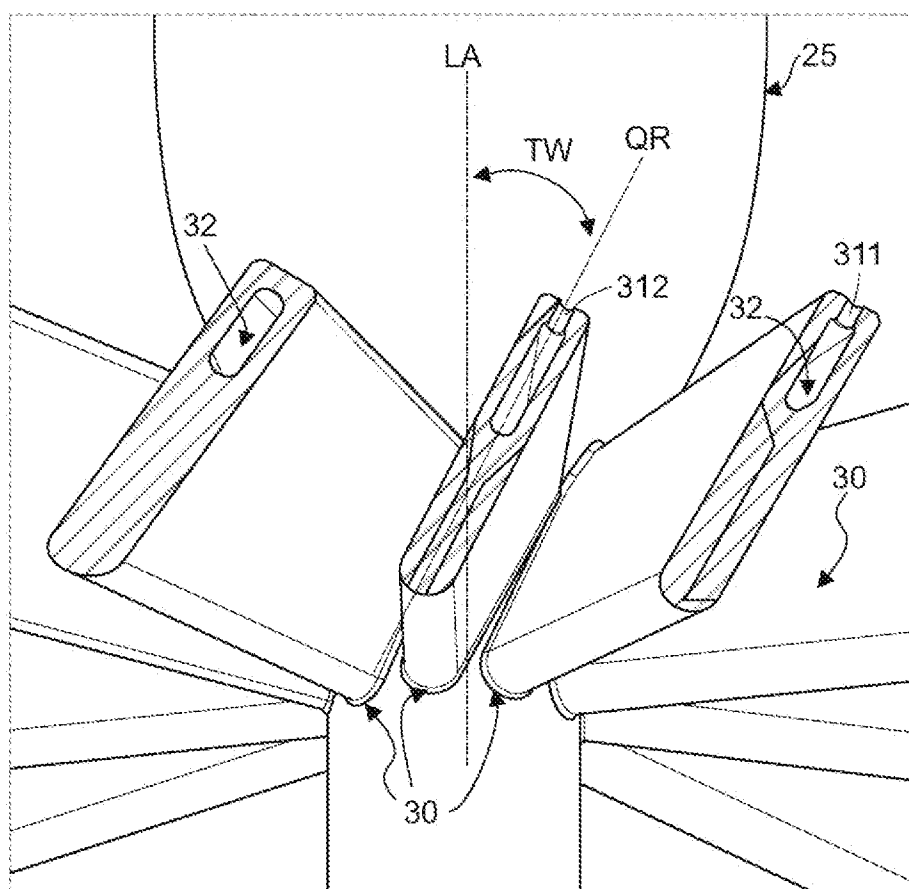


Fig. 5

6/8

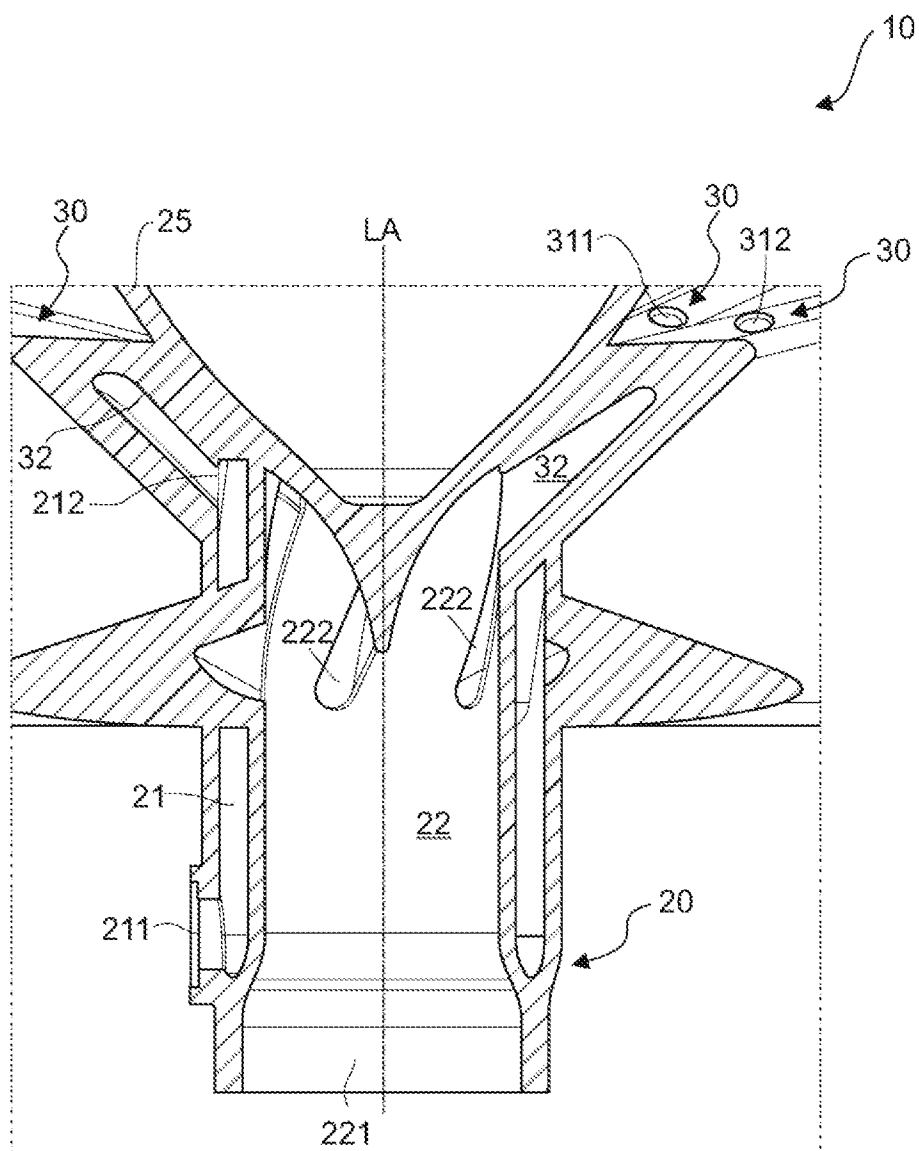


Fig. 6

7/8

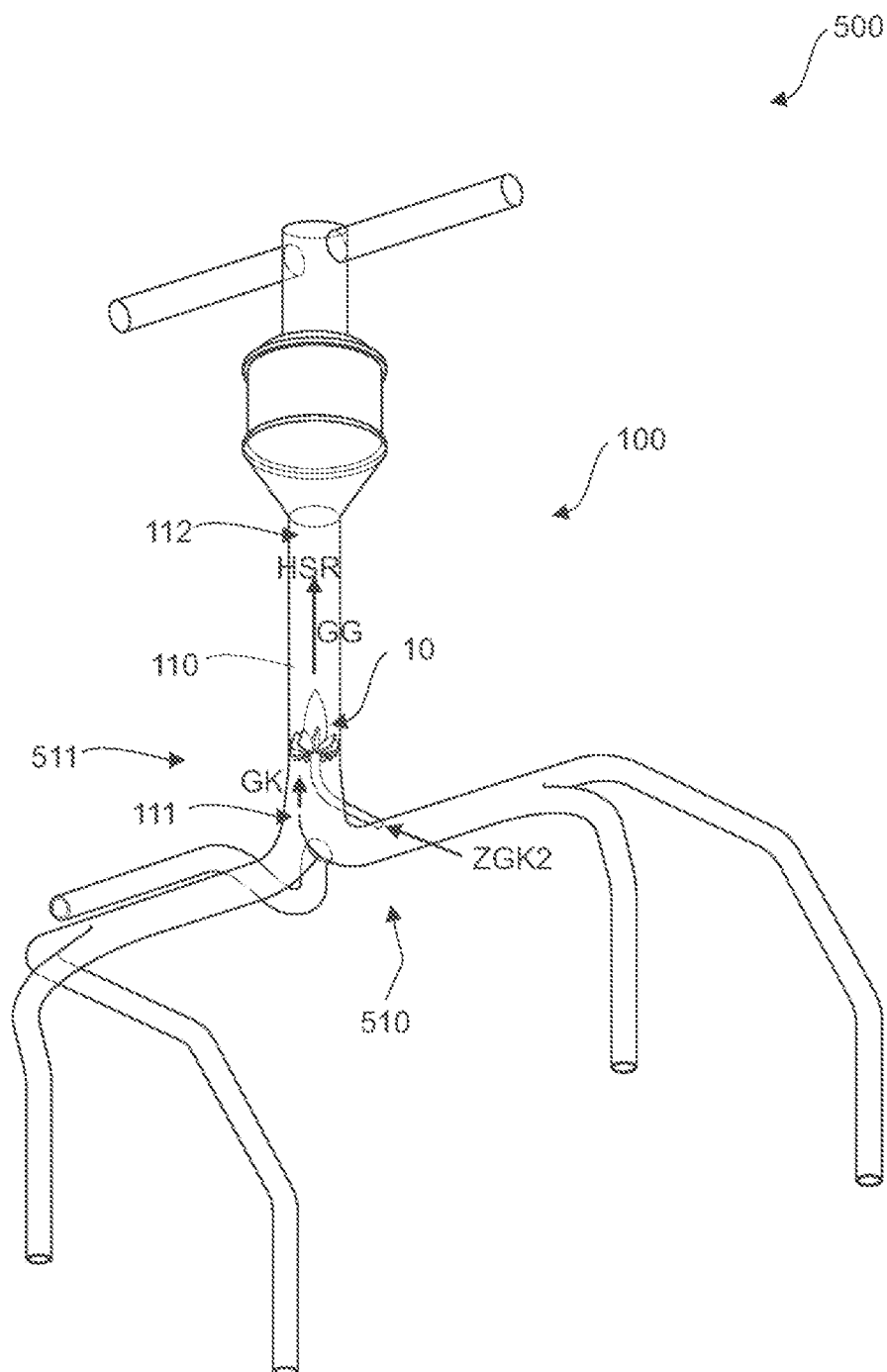


Fig. 7

8/8

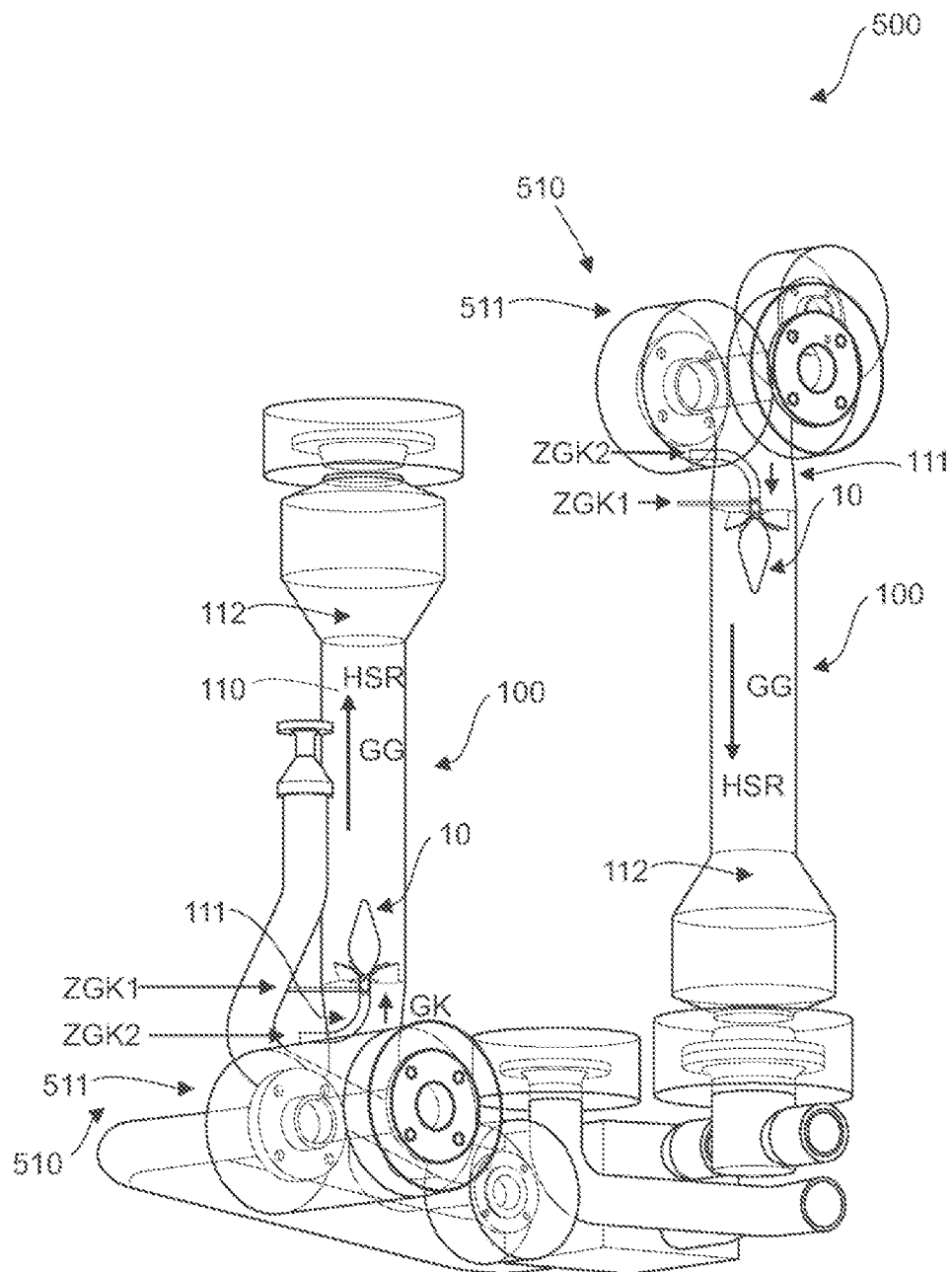


Fig. 8