

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 50232/2024	(51)	Int. Cl.:	C25B 9/70	(2021.01)
(22)	Anmeldetag:	18.03.2024			C25B 9/75	(2021.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.06.2025			C25B 15/02	(2006.01)
					C25B 15/021	(2021.01)
					H01M 8/0202	(2016.01)
					H01M 8/0297	(2016.01)
					H01M 8/0247	(2016.01)
					H01M 8/0258	(2016.01)
					H01M 8/0267	(2016.01)

(56)	Entgegenhaltungen: DE 102018129887 A1 US 2018254497 A1 DE 102018010056 A1 DE 102008025967 A1 WO 2014058643 A1	(71)	Patentanmelder: AVL List GmbH 8020 Graz (AT)
		(72)	Erfinder: Le Rhun Franck Dipl.-Ing. 8010 Graz (AT) Bruhn Tanner 8010 Graz (AT)
		(74)	Vertreter: Gamper Bettina Dr.techn. 8020 Graz (AT)

(54) **Bipolarplatte für eine Elektrolysezelle eines Elektrolysestapels einer Elektrolysevorrichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bipolarplatte (10) einer Elektrolysezelle (200) eines Elektrolysestapels (110) einer Elektrolysevorrichtung (100), aufweisend eine Plattenkörper (20) mit einer plattenförmigen Erstreckung zur flächigen Abgrenzung von zwei benachbarten Elektrolysezellen (200) des Elektrolysestapels (110), wobei für ein kontrolliertes Temperieren des Plattenkörpers (20) wenigstens eine Wärmeübertragungseinrichtung (30), insbesondere ein Wärmerohr, mit einem ersten Wärmeübergangsabschnitt (32) im Plattenkörper (20) angeordnet ist für einen Wärmeaustausch eines Wärmeträgermediums (WM) in der Wärmeübertragungseinrichtung (30) mit dem Plattenkörper (20), wobei die Wärmeübertragungseinrichtung (30) einen vom ersten Wärmeübergangsabschnitt (32) beabstandeten zweiten Wärmeübergangsabschnitt (34) aufweist, welcher außerhalb des Plattenkörpers (20) angeordnet ist für einen Wärmeaustausch des Wärmeträgermediums (WM) mit einem Temperiermedium (TM) in wärmeübertragendem Kontakt mit dem zweiten Wärmeübergangsabschnitt (34).

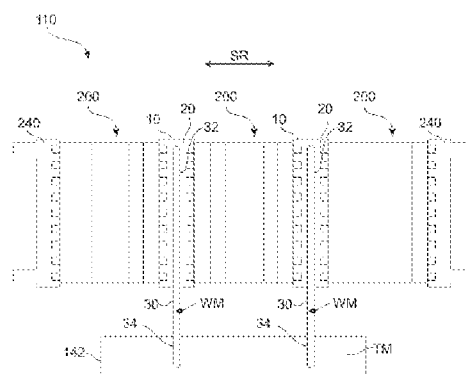


Fig. 3

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bipolarplatte (10) einer Elektrolysezelle (200) eines Elektrolysestapels (110) einer Elektrolysevorrichtung (100), aufweisend einen Plattenkörper (20) mit einer plattenförmigen Erstreckung zur flächigen Abgrenzung von zwei benachbarten Elektrolysezellen (200) des Elektrolysestapels (110), wobei für ein kontrolliertes Temperieren des Plattenkörpers (20) wenigstens eine Wärmeübertragungseinrichtung (30), insbesondere ein Wärmerohr, mit einem ersten Wärmeübergangsabschnitt (32) im Plattenkörper (20) angeordnet ist für einen Wärmeaustausch eines Wärmeträgermediums (WM) in der Wärmeübertragungseinrichtung (30) mit dem Plattenkörper (20), wobei die Wärmeübertragungseinrichtung (30) einen vom ersten Wärmeübergangsabschnitt (32) beabstandeten zweiten Wärmeübergangsabschnitt (34) aufweist, welcher außerhalb des Plattenkörpers (20) angeordnet ist für einen Wärmeaustausch des Wärmeträgermediums (WM) mit einem Temperiermedium (TM) in wärmeübertragendem Kontakt mit dem zweiten Wärmeübergangsabschnitt (34).

Fig. 3

Bipolarplatte für eine Elektrolysezelle eines Elektrolysestapels einer Elektrolysevorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bipolarplatte für eine Elektrolysezelle eines Elektrolysestapels einer Elektrolysevorrichtung, eine Elektrolysevorrichtung mit solchen Bipolarplatten sowie ein Temperierverfahren zum Temperieren von Elektrolysezellen einer solchen Elektrolysevorrichtung.

Es ist bekannt, dass Elektrolysevorrichtungen eingesetzt werden, um aus elektrischem Strom Brennstoff zu erzeugen. Im einfachsten Fall handelt es sich bei diesem Brennstoff um Wasserstoff, welcher durch die elektrolytische Aufspaltung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff unter der Nutzung elektrischen Stroms erhalten wird. Solche Elektrolysevorrichtungen können zum Beispiel bei sogenannten Power-to-Gas-Verfahren eingesetzt werden, um Strom aus regenerativen Energiequellen in einen Brennstoff umzusetzen und auf diese Weise eine vielfältige Nutzbarkeit und/oder Speicherbarkeit der Energie zur Verfügung zu stellen.

Solche Elektrolysevorrichtungen weisen üblicherweise Elektrolysestapel auf, in welchen entlang einer Stapelrichtung eine Vielzahl von Elektrolysezellen aufeinandergestapelt sind. Jede Elektrolysezelle weist dabei üblicherweise eine Membran auf, welche zwei Seiten der Elektrolysezelle voneinander trennt. Diese beiden Seiten können entsprechend der elektrischen Polung als Anodenseite und Kathodenseite bezeichnet werden. Beide Seiten werden üblicherweise mit einem Medium, zum Beispiel Wasser, beaufschlagt, sodass anschließend unter Anlegen eines elektrischen Stromflusses, innerhalb jeder Elektrolysezelle zumindest ein Teil des Wassers aufgespalten wird in Wasserstoff auf der Anodenseite und Sauerstoff auf der Kathodenseite. Bei dieser elektrolytischen Umsetzung von Wasser in die beiden Gase entsteht zusätzlich Abwärme. Diese Abwärme führt dazu, dass sich die gesamte Elektrolysevorrichtung und insbesondere der Elektrolysestapel, aufheizen. Da die Elektrolysevorgänge im Betrieb in einem definierten Temperaturfenster gehalten werden sollen, um einerseits die Effizienz des Elektrolyseverfahrens nicht zu gefährden und andererseits Verschleiß und Degradationseffekte der Membran innerhalb der Elektrolysezellen zu minimieren, ist ein aktives Temperieren notwendig.

Bei bekannten Elektrolysevorrichtungen erfolgt diese aktive Temperieren insbesondere dadurch, dass das zugeführte Wasser auf der Anodenseite und auf der Katho-

denseite einen Kühleffekt bereitstellt. Je nach Temperatursituation und je nach Betriebssituation ist also ein stärkerer oder ein schwächerer Kühleffekt notwendig. Bei einer hohen Kühlnotwendigkeit wird dies bei bekannten Elektrolysevorrichtungen dadurch gelöst, dass ein entsprechend größerer Anteil an Wasser der Kathodenseite und/oder der Anodenseite zugeführt wird, um entsprechend mit einem größeren Volumenstrom auch einen größeren Kühleffekt zu erzielen.

Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist gerade dieser erhöhter Volumenaufwand des Wassers. Zum einen beruht dies auf der Tatsache, dass üblicherweise hochreines oder auch ultrareines Wasser verwendet werden muss. Ein erhöhter Volumenbedarf an solchem ultrareinen Wasser führt zu entsprechend höherem Bedarf an diesem Wasser, sodass der damit einhergehende Aufwand um dieses ultrareine Wasser zur Verfügung zu stellen, ebenfalls erhöht wird. Darüber hinaus kann dieses zusätzliche Volumen an Wasser, auch als reines Umlaufvolumen verstanden werden. Dieses Umlaufvolumen wird hinsichtlich der Menge im Wesentlichen ausschließlich für die Kühlfunktion benötigt und kann im Sinne der elektrolytischen Umsetzung auch als passives Umlaufvolumen oder Kühl-Umlaufvolumen verstanden werden. Es dient also insbesondere nicht der elektrolytischen Funktion. Trotzdem muss die gesamte Anlage und insbesondere Leitungsquerschnitte, Pumpvorrichtungen, Anschlüsse und Ähnliches für die Umwälzung auch dieses passiven Umlaufvolumens ausgelegt sein. In Summe führt dies zu einem erhöhten konstruktiven Aufwand, erhöhten Kostenaufwänden für die einzelnen Komponenten und damit verbundenen entsprechenden Nachteilen hinsichtlich des Preises, der Effizienz sowie des Bauraums.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise eine Kühlung in einem Elektrolysestapel einer Elektrolysevorrichtung zu verbessern.

Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Bipolarplatte mit den Merkmalen des Anspruchs 1, eine Elektrolysevorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 6 sowie ein Temperierverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Bipolarplatte beschrieben sind, selbstver-

ständig auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung sowie dem erfindungsgemäßen Temperierverfahren und jeweils umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

Erfindungsgemäß wird eine Bipolarplatte vorgeschlagen für eine Elektrolysezelle eines Elektrolysestapels einer Elektrolysevorrichtung. Eine solche Bipolarplatte weist einen Plattenkörper mit einer plattenförmigen Erstreckung zur flächigen Abgrenzung von zwei benachbarten Elektrolysezellen eines Elektrolysestapels auf. Diese Bipolarplatte zeichnet sich dadurch aus, dass sie für ein kontrolliertes Temperieren des Plattenkörpers wenigstens eine Wärmeübertragungseinrichtung aufweist. Diese ist mit einem ersten Wärmeübergangsabschnitt ausgestattet, welcher sich im Plattenkörper befindet für einen Wärmeaustausch eines Wärmeträgermediums in der Wärmeübertragungseinrichtung mit dem Plattenkörper. Weiter weist die Wärmeübertragungseinrichtung einen vom ersten Wärmeübergangsabschnitt beabstandeten zweiten Wärmeübergangsabschnitt auf. Dieser zweite Wärmeübergangsabschnitt ist außerhalb des Plattenkörpers angeordnet für einen Wärmeaustausch des Wärmeträgermediums mit einem Temperiermedium in wärmeübertragendem Kontakt mit dem zweiten Wärmeübergangsabschnitt.

Die Wärmeübertragungseinrichtung ist insbesondere als Wärmerohr ausgebildet, kann vorteilhaft jedoch auch als jede andere Art von Wärmeübertragungseinrichtung ausgebildet sein, beispielsweise durch Wärmeleitung oder einfache Kühlschleife mit isolierter Kühlung. Der erfindungsgemäße Kerngedanke beruht nun darauf, dass auf eine aktive Kühlfunktionalität der Bipolarplatten zurückgegriffen wird. Unter einer aktiven Kühlfunktionalität ist hier der Einsatz einer Wärmeübertragungseinrichtung zu verstehen, welches aus dem Englischen auch als Heat-Pipe bekannt ist. Das grundsätzliche Konzept einer Heat-Pipe, oder einer Wärmeübertragungseinrichtung, beruht darauf, dass im Inneren eines geschlossenen Volumens der Wärmeübertragungseinrichtung ein Wärmeträgermedium strömbar angeordnet ist. Insbesondere kann sich das Wärmeträgermedium zwischen zwei separaten Wärmeübergangsabschnitten bewegen. Einer dieser Wärmeübergangsabschnitte wird an einer Wärmequelle angeordnet, welcher damit Wärme von einer solchen warmen Umgebung aufnehmen kann. Bei der Aufnahme von Wärme führt dies dazu, dass das Wärmeträgermedium innerhalb der Wärmeübertragungseinrichtung einen Phasenübergang von flüssig zu gasförmig durchführt. Das gasförmige Wärmeträgermedium wird nun

entweder aktiv oder passiv in Richtung des zweiten Wärmeübergangsabschnittes verdrängt und/oder bewegt. Dort wird der zweite Wärmeübergangsabschnitt zum Beispiel in Kontakt mit einer Wärmesenke eine Wärmeabgabe ermöglichen. Ein entsprechend von Außen zur Verfügung gestelltes Temperiermittel kann dort einen Kühleffekt zur Verfügung stellen, sodass das Wärmeträgermedium im Inneren der Wärmeübertragungseinrichtung einen umgekehrten Phasenübergang von gasförmig zu flüssig durchführt. Das kondensierte Wärmeträgermedium strömt, zum Beispiel durch Kapillarkräfte gefördert, nun wieder zurück zum ersten Wärmeübergangsabschnitt, und der Kreislauf startet von Neuem. Dieses in sich geschlossene Übergangssystem führt zu einer sehr einfachen und doch effizienten Temperiermöglichkeit. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass im Sinne der vorliegenden Erfindung dieses Konzept grundsätzlich sogar bidirektional betrieben werden kann. Das bedeutet, dass neben dem Haupteffekt einer Kühlung der Bipolarplatten auch ein Erhitzen der Bipolarplatten grundsätzlich möglich ist. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird jedoch im Wesentlichen der Hauptnutzen erläutert, nämlich ein Aufnehmen von Wärme über den ersten Wärmeübergangsabschnitt vom Plattenkörper und ein Abgeben dieser nach Außen transportierten Wärme vom zweiten Wärmeübergangsabschnitt.

Diese Wärmeübertragungseinrichtung ist nun in erfindungsgemäßer Weise in den Plattenkörper integriert. Der Plattenkörper einer Bipolarplatte stellt einen Trennkörper dar, welcher zwei benachbarte Elektrolysezellen voneinander in einem Elektrolysezellenstapel trennt. Damit befindet er sich in direktem wärmeübertragendem Kontakt zwischen diesen beiden Elektrolysezellen und kann entsprechend auch Wärme, welche beim Elektrolysebetrieb innerhalb der Elektrolysezelle entsteht, über den Plattenkörper aufnehmen und über die Wärmeübertragungseinrichtung in der erfindungsgemäßen Weise abtransportieren.

Erfindungsgemäß wird es also nun möglich, jede einzelne Bipolarplatte insbesondere gezielt zu kühlen und auf diese Weise eine Kühlfunktionalität in den Elektrolysestapel zu integrieren. Diese integrierte Kühlfunktionalität kann nun dazu dienen, dass ein separates externes Kühlen, wie im Stand der Technik bekannt, nicht mehr durchgeführt werden muss. Dadurch, dass nun gezielt und spezifisch gekühlt werden kann, können die tatsächlichen Medienumläufe, und insbesondere das Volumen des umlaufenden Wassers, auf der Anodenseite und auf der Kathodenseite ohne Berücksichtigung einer Kühlfunktion ausgelegt und bestimmt werden. Dadurch, dass nun keine zusätzlichen, passiven Kühlvolumina an Wasser mehr durch die Kathodenseite

und die Anodenseite des Elektrolysezellstapels gepumpt werden müssen, können die Volumina sich ausschließlich an der Stöchiometrie und dem Strombedarf und/oder der Gesamtleistung der Elektrolysevorrichtung orientieren. Im Vergleich zu den bekannten Lösungen und der kombinierten Kühlfunktion mit dem passiven Umlaufvolumen an Wasser für die Kühlung führt dies dazu, dass deutlich geringere Volumenströme an Wasser im Umlauf geführt werden müssen. In der Konsequenz bedeutet dies, dass mit geringeren Rohrquerschnitten, geringerem Pumpaufwand und entsprechend geringerer Komplexität eine Elektrolysevorrichtung zur Verfügung gestellt werden kann, welche eine gleiche oder sogar verbesserte Produktionseffizienz mit der gleichen oder sogar einer verbesserten Kühlfunktionalität für den Elektrolysestapel kombiniert.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass bei einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte die tatsächliche Ausgestaltung der Wärmeübertragungseinrichtung grundsätzlich unerheblich ist. Auch können die erfindungsgemäßen Vorteile durch unterschiedliche Temperiermedien erzielt werden. So kann es je nach Betriebssituation und erwarteter Abwärmemenge ausreichen, wenn als Temperiermedium die Umgebungsluft eingesetzt wird. Jedoch können selbstverständlich auch aktive Kühlmöglichkeiten, zum Beispiel das Vorsehen von aktiv geförderten oder sogar aktiv gekühlten Temperiermedien, Vorteile mit sich bringen. Nicht zuletzt können als Temperiermedien auch Medien verstanden und verwendet werden, welche sich bereits im Umlauf innerhalb der Elektrolysevorrichtung befinden. Zu diesen unterschiedlichen Ausgestaltungsformen werden später noch weitere Details beschrieben.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte der zweite Wärmeübergangsabschnitt als Wärmesenke ausgebildet ist für eine kontrollierte Kühlung des Plattenkörpers durch Wärmeaufnahme mittels des Wärmeträgermediums in der Wärmeübertragungseinrichtung über den ersten Wärmeübergangsabschnitt vom Plattenkörper. Während grundsätzlich auch bidirektional wirkende Wärmeübertragungseinrichtungen verwendbar sind, ist die Bipolarplatte insbesondere auf den Hauptnutzen, nämlich eine Kühlwirkung für die Bipolarplatte, ausgelegt. Diese Auslegung kann sich zum Beispiel auf die verwendeten Phasenübergangstemperaturen des in der Wärmeübertragungseinrichtung angeordneten Wärmeträgermediums auswirken. Auch weitere Konstruktionsparameter, wie beispielsweise das Gesamtvolumen der Wärmeübertragungseinrichtung, die Konstruktionsweise hinsichtlich kapillarer Umlaufwirkung, die Gesamtoberfläche der beiden Wär-

meübergangsflächen oder Ähnliches, können an diesem primären Funktionsprinzip einer Kühlung des Plattenkörpers ausgelegt werden.

Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn bei einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte der zweite Wärmeübergangsabschnitt wenigstens eine vergrößerte Wärmeübergangsfläche, insbesondere in Form einer Wärmeübergangsrippe, aufweist. Um insbesondere beim Abtransport von Wärme aus dem Plattenkörper, diese Kühlfunktion noch weiter zu stärken, kann eine vergrößerte Oberfläche der zweiten Wärmeübergangsfläche das Umlaufprinzip innerhalb der Wärmeübertragungseinrichtung weiter unterstützen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sehr große Wärmemengen aus der Bipolarplatte abgetragen und ausgebracht werden sollen. Auch dann, wenn ein passives Temperiermittel, beispielsweise die Umgebungsluft, insbesondere ohne zusätzliche, eigenständige Kühlfunktionalität, eingesetzt werden soll, kann eine vergrößerte Oberfläche am zweiten Wärmeübergangsabschnitt entsprechende Vorteile mit sich bringen.

Ebenfalls Vorteile können erzielt werden, wenn bei einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte der Plattenkörper und die Wärmeübertragungseinrichtung wenigstens abschnittsweise integral, insbesondere mittels eines aufbauenden Fertigungsverfahrens, ausgebildet sind. Unter einem aufbauenden Fertigungsverfahren ist insbesondere ein sogenanntes 3D-Druckverfahren zu verstehen. Dabei können die Komponenten der Wärmeübertragungseinrichtung entweder vollständig oder teilweise zusammen mit dem Plattenträger hergestellt werden. Auch andere Materialien können als Einbauteile, zum Beispiel in Form von Dochtelementen, Gaselementen oder der Einbringung des Wärmeträgermediums in flüssiger Form, entsprechend Teil eines solchen 3D-Druckverfahrens sein. Die integrale Ausgestaltung, insbesondere der Umfangshülle der Wärmeübertragungseinrichtung zusammen mit dem Plattenkörper, führt zu einem verbesserten Wärmeübergang zwischen dem Plattenkörper und der Wärmeübertragungseinrichtung. Die Reduktion und das Vermeiden von Luftspalten am ersten Wärmeübergangsabschnitt reduziert den thermischen Widerstand beim Wärmetransport vom Plattenkörper in das Wärmeträgermedium und führt zu einer verbesserten und vor allem beschleunigten Kühlfunktion in der Wirkungsweise der Wärmeübertragungseinrichtung.

Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn bei einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte die Wärmeübertragungseinrichtung ein Wärmeträgermedium enthält, welches einen Phasenübergang zwischen flüssig und gasförmig in Korrelation zu den Betriebstem-

peraturen der Elektrolysezelle und des Temperiermediums aufweist. Da Elektrolysevorrichtungen üblicherweise in einer sehr kontinuierlichen und/oder statischen Betriebsweise verwendet werden, kann eine relativ genaue Vorhersage der Betriebstemperaturen der Elektrolysezellen getroffen werden. Insbesondere kann vorherbestimmt und damit definiert vorgegeben werden, welches Temperaturfenster im Betrieb innerhalb der Elektrolysezellen eingehalten werden soll. Wird nun sichergestellt, dass entsprechend die Phasenübergangstemperatur des Wärmeträgermediums sowohl mit der zur Verfügung stellbaren Temperatur des Temperiermediums als auch mit diesem Temperaturfenster der Elektrolysezelle übereinstimmt, kann sozusagen eine automatische Kühlfunktion innerhalb der Plattenkörper zur Verfügung gestellt werden. Diese ist entsprechend sehr einfach einstellbar und vor allem sehr einfach und zielgenau kontrollierbar. Dabei können selbstverständlich auch die verwendeten Fördermechanismen des Wärmeträgermediums an diese Betriebstemperaturen angepasst sein. Insbesondere erfolgt eine solche Anpassung hinsichtlich der Schwerkraftwirkung, der Kapillarwirkung oder Ähnlichem.

Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Elektrolysevorrichtung für eine Durchführung eines Elektrolyseverfahrens. Eine solche Elektrolysevorrichtung weist wenigstens einen Elektrolysestapel mit wenigstens zwei, entlang einer Stapelrichtung gestapelten Elektrolysezellen auf. Diese Elektrolysezellen sind voneinander durch eine erfindungsgemäße Bipolarplatte getrennt. Der Elektrolysestapel weist eine Anodenseite und eine Kathodenseite auf. Mit Hilfe eines Anodenzuführabschnitts erfolgt eine Zufuhr von Anodenzuführmedium zur Anodenseite. Ein Anodenabführabschnitt dient der Abfuhr eines Anodenabführmediums von der Anodenseite. In ähnlicher Weise dient ein Kathodenzuführabschnitt der Zufuhr von Kathodenzuführmedium zur Kathodenseite. Mit Hilfe eines Kathodenabführabschnitts erfolgt eine Abfuhr von Kathodenabführmedium von der Kathodenseite. Der zweite Wärmeübergangsabschnitt ist dabei mit dem Temperiermedium wärmeübertragend kontaktierend verbunden. Eine solche Elektrolysevorrichtung bringt durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Bipolarplatte erläutert worden sind.

Bei einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung sind selbstverständlich vorzugsweise noch weitere Betriebskomponenten, wie beispielsweise Heizvorrichtungen, Wärmetauschervorrichtungen, Pumpvorrichtungen, Gas- und Flüssigabscheider und Ähnliches vorgesehen. Hierbei kann für die Elektrolysevorrichtungen auf be-

kannte Komponenten und bekannte Konstruktionsweisen zurückgegriffen werden. Eine typische Ausgestaltung ist beispielsweise die Produktion von Wasserstoff als Brennstoff mit einer solchen Elektrolysevorrichtung. Dabei wird ultrareines Wasser als Anodenzuführmedium der Anodenseite zum Beispiel mit Hilfe einer Pumpvorrichtung zugeführt. Auch auf der Kathodenseite wird als Kathodenzuführmedium entsprechend Wasser zugeführt. Unter dem Verbrauch von elektrischem Strom wird über eine Membran innerhalb der Elektrolysezellen nun der Elektrolysevorgang durchgeführt. Dabei entsteht auf der Kathodenseite Wasserstoff und auf der Anodenseite Kathodenseite Sauerstoff. Jedoch findet dies je nach stöchiometrischem Verhältnis in unterschiedlichen Zusammensetzungen statt, sodass als Anodenabführmedium eine Mischung aus Wasserstoff und Wasser und als Kathodenabführmedium eine Mischung aus Sauerstoff und Wasser entsteht. Entsprechend sind bei der Elektrolysevorrichtung vorzugsweise auf beiden Seiten des Elektrolysestapels entsprechende Gasabscheider vorgesehen, um insbesondere das erzeugte und gewünschte Produkt der Elektrolyse in Form des gasförmigen Wasserstoffs von dem verbleibenden Restwasser abzutrennen. Auf der Anodenseite erfolgt vorzugsweise entsprechend ein Abtrennen des Sauerstoffs in gasförmiger Weise vom verbleibenden Restwasser. Auf beiden Seiten, also auf Anodenseite wie auch auf Kathodenseite ist es nun möglich, das von dem jeweiligen Gas abgetrennte Restwasser im Kreislauf wieder der jeweiligen Seite des Elektrolysestapels zuzuführen.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann nun eine direkte Kühlung der Elektrolysezellen in den Elektrolysestapel integriert über die Bipolarplatte erfolgen. Auch hier ist noch unerheblich, in welcher Weise die tatsächliche Kühlfunktion zur Verfügung gestellt wird und insbesondere welches Temperiermedium Verwendung findet. Durch die Reduktion des umlaufenden Wassers auf den grundsätzlichen Betrieb der Elektrolyse kann auf weiteres umlaufendes Wasservolumen für eine externe Kühlung verzichtet werden. Der Konstruktionsaufwand reduziert sich damit entsprechend.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung als Temperiermedium wenigstens eines der folgenden eingesetzt wird:

- Umgebungsluft
- Deionisiertes Wasser
- Wasserstoff

- Sauerstoff
- Anodenabführmedium
- Kathodenabführmedium
- Anodenzuführmedium
- Kathodenzuführmedium
- Öl

Wie aus der voranstehenden, nicht abschließenden, Aufzählung ersichtlich wird, sind auch grundsätzlich Kombinationen unterschiedlicher Temperiermedien denkbar. Bevorzugt ist es, wenn ein Temperiermedium verwendet wird, welches im Rahmen einer solchen Elektrolysevorrichtung bereits vorhanden ist. Dabei kann es sich zum Beispiel um eines der geförderten Medien, aber auch um die Umgebungsluft, handeln. Je nachdem welches Temperiermedium eingesetzt wird, können entsprechend konstruktive Bauteile einem aktiven Transport und/oder einem aktiven Kühlen dieses Temperiermediums dienen, um den Kühleffekt für die Bipolarplatte weiter zu verbessern.

Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung ein Temperierkreislauf vorgesehen ist für ein kontrolliertes Temperieren und Fördern des Temperiermediums. Dies gilt insbesondere dann, wenn kein reines Umspülen mit Umgebungsluft durchgeführt werden soll. So kann das Temperiermedium zum Beispiel über einen Chiller und auf diese Weise mit einer aktiven Kühlfunktion vortemperiert werden, um eine definierte Temperatur als Wärmesenke an den zweiten Wärmeübergangsabschnitten der Wärmeübertragungseinrichtungen der Bipolarplatten zur Verfügung zu stellen. Auch kann die Fördermenge zum Beispiel mit Hilfe einer aktiven Fördervorrichtung, beispielsweise einer Temperiermediumpumpe kontrolliert eingestellt werden. Das definierte Vorgeben einer Temperatur und/oder eines Volumenstroms an Temperiermedium an der Wärmesenke der Wärmeübertragungseinrichtungen führt dazu, dass eine kontrollierbare Kühlfunktionalität zur Verfügung gestellt wird.

Ebenfalls Vorteile sind erzielbar, wenn bei einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung wenigstens zwei Bipolarplatten mit jeweils wenigstens einer Wärmeübertra-

gungseinrichtung ausgebildet sind, wobei die Wärmeübertragungseinrichtungen in wärmeübertragendem Kontakt mit einem gemeinsamen Temperierabschnitt für das Temperiermedium stehen. Mit anderen Worten kann ein solcher gemeinsamer Temperierabschnitt auch eine gemeinsame Temperiertemperatur aufweisen, sodass im Falle einer Wärmesenke ein gemeinsames Kontrollieren dieser beiden Wärmeübertragungseinrichtungen möglich wird. Es ist also möglich eine Temperatur für den Temperierabschnitt kontrollierbar und entsprechend das auf diese Weise vortemperierte Temperiermedium diesem Temperierabschnitt zuzuführen. Die Kühlfunktion wird entsprechend für die auf diese Weise miteinander thermisch gekoppelten Bipolarplatten für beide Bipolarplatten entsprechend auf diese quantitativ angewendet.

Ebenfalls Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung wenigstens zwei Bipolarplatten mit jeweils wenigstens einer Wärmeübertragungseinrichtung ausgebildet sind, wobei die Wärmeübertragungseinrichtungen in wärmeübertragendem Kontakt jeweils mit einem unterschiedlichen Temperierabschnitt für das Temperiermedium stehen. Damit handelt es sich sozusagen um eine alternative oder gegensätzliche Ausführungsform gemäß dem voranstehenden Absatz. In einem komplexen und großen Elektrolysestapel mit einer hohen Anzahl von Elektrolysezellen, können selbstverständlich diese beiden Varianten auch frei miteinander kombiniert sein, sodass mehrere Elektrolysezellen zusammen gemeinsam und damit als gemeinsames Temperaturmodul einen gemeinsamen Temperierabschnitt aufweisen. Über diese Module hin weg übergreifend, gibt es beispielsweise mehrere Temperaturmodule, welche entsprechend den Elektrolysestapel aus thermischer Sicht aufteilen. Dies führt dazu, dass nun jedes einzelne Temperaturmodul separat kontrollierbar ist. Insbesondere dient dies dazu, die einzelnen Temperaturmodule mit unterschiedlichen Temperaturen des Temperiermediums zu versorgen. Dadurch, dass nun jede Wärmeübertragungseinrichtung mit unterschiedlichem Temperierabschnitt separat hinsichtlich einer definierten Temperatur der Wärmesenke kontrolliert werden kann, ist auch die Kühlfunktion kontrollierbar. So können einzelne Bipolarplatten oder einzelne Bereiche mehrerer angrenzender Bipolarplatten in Form der Temperaturmodule gezielt und spezifisch anders gekühlt werden als andere mit einem separaten Temperierabschnitt gekoppelte Bipolarplatten des Elektrolysestapels. Während bei bekannten Lösungen der Elektrolysevorrichtungen immer nur eine gemeinsame gesamte Kühlfunktion für den gesamten Elektrolysestapel kontrollierbar war, ist nun erfindungsgemäß eine deutlich spezifischere und flexiblere Kühlfunktionalität vorgebbar. Insbesondere dann, wenn einzelne Elektrolysezellen

eine fortgeschrittene Degradation aufweisen, können diese durch thermisch spezifisches Management und insbesondere gezieltes Herunterkühlen im laufenden Betrieb der Elektrolysevorrichtung thermisch deaktiviert werden, sodass eine weitere Degradation reduziert oder sogar vollständig ausgeschlossen wird. Dies erlaubt es auch bei einzelnen, degradierten Elektrolysezellen die gesamte Elektrolysevorrichtung zumindest für einen gewissen Zeitraum weiterzubetreiben und damit die Betriebseffizienz zu erhöhen.

Ebenfalls Vorteile sind erzielbar, wenn bei einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung ein Temperierkreislauf vorgesehen ist für eine Förderung des Temperiermediums in den wärmeübertragenden Kontakt mit den zweiten Wärmeübergabeabschnitten der Wärmeübertragungseinrichtungen der Bipolarplatten. Diese Förderung kann insbesondere eine aktive Förderung sein, sodass vorzugsweise eine Kreislauf-funktion zur Verfügung gestellt wird. Bevorzugt ist es sogar, wenn eines der erzeugten Gase, insbesondere Sauerstoff und/oder Wasserstoff in diesen Kreislauf integriert wird und/oder der Sauerstoff und/oder der Wasserstoff direkt das Temperiermedium ausbildet. Dies wird insbesondere mit einer aktiven Kühlfunktion für ein Vortemperieren des Temperiermediums kombiniert.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Temperierverfahren für ein Temperieren von Elektrolysezellen einer Elektrolysevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Ein solches Temperierverfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Erfassen einer Ist-Temperatur wenigstens einer zu temperierenden Elektrolysezelle,
- Vorgeben einer Soll-Temperatur für die wenigsten einer zu temperierenden Elektrolysezelle,
- Beaufschlagen des zweiten Wärmeübergangsabschnitts der Wärmeübertragungseinrichtung einer Bipolarplatte der zu temperierenden Elektrolysezelle mit einem vortemperierten Temperiermedium.

Wie aus der voranstehenden Aufzählung der einzelnen Temperierschritte erkannt werden kann, kann hier ein spezifisches und flexibles und vor allem gezieltes Kontrollieren des Temperierens einzelner Elektrolysezellen vorgesehen sein. Dies gilt insbesondere dann, wenn unterschiedliche Elektrolysezellen unterschiedlich tempe-

riert werden sollen. Bei einem Erfassen der Ist-Temperatur ist dabei insbesondere noch ein Vergleich mit der vorgegebenen Soll-Temperatur vorgesehen. Auf Basis des Vergleichsergebnisses und entsprechend einer quantitativen Abweichung der Ist-Temperatur von der vorgegebenen Soll-Temperatur kann nun nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ ein Kühlen durch entsprechend definiertes und kontrolliertes Vortemperieren des Temperiermediums für diese Elektrolysezelle gewährleistet werden.

Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn bei einem erfindungsgemäßen Temperierverfahren für wenigstens zwei Elektrolysezellen unterschiedliche Soll-Temperaturen vorgegeben werden, wobei insbesondere die Soll-Temperatur von wenigstens einem Alterungszustand und/oder einem Degradationszustand der jeweiligen Elektrolysezelle abhängt. Insbesondere dann, wenn mehrere Temperierabschnitte separat voneinander vorgesehen sind, können diese auch mit unterschiedlich vortemperiertem Temperiermedium beaufschlagt werden. Das bedeutet, dass nun flexibel einzelne Bereiche eines Elektrolysestapels und insbesondere sogar einzelne Elektrolysezellen separat voneinander und in kontrollierter Weise unterschiedlich temperiert werden können. Befinden sich in einem Elektrolysestapel einzelne beschädigte Elektrolysezellen, so musste bei bisherigen Lösungen die komplette Elektrolysevorrichtung deaktiviert werden, um eine Schädigung des gesamten Systems zu vermeiden. Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann nun durch gezieltes thermisches Kühlen unter eine Schädigungstemperatur dieser beschädigten Elektrolysezellen, eine Cross-Kontamination der anderen Elektrolysezellen sozusagen vermieden oder zumindest reduziert werden. Eine Verwendung eines Degradationszustandes und/oder eines Alterungszustandes kann also eine besonders vorteilhafte Nutzung dieser Flexibilität in der Kühlung der einzelnen Elektrolysezellen sein und insbesondere einen Weiterbetrieb der Elektrolysevorrichtung ermöglichen.

Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn bei einem erfindungsgemäßen Temperierverfahren für eine Aufheizphase der Elektrolysevorrichtung die Wärmeübertragungseinrichtungen in einen Aufheizbetrieb versetzt werden. Beim Startzustand, aus einer längeren Ruhephase, muss die Elektrolysevorrichtung erst auf die Betriebstemperatur gebracht werden. Insbesondere dann, wenn die Wärmetemperatur zumindest für einen temporären bidirektionalen Betrieb ausgebildet ist, kann die Wärmetransportrichtung sozusagen umgekehrt werden. Das Temperiermedium dient in einem solchen Betriebszustand dann als Wärmequelle, um über die Wärmeübertragungsein-

richtungen ein Aufheizen der Bipolarplatten und damit der angrenzenden Elektrolysezellen gewährleisten zu können.

Weitere Vorteile der Erfindung sind darin zu sehen, dass der vorgeschlagenen Sekundärkreislauf auch bei niedrigem Druck betrieben werden kann, was Komponentenkosten senkt, und eine Sicherheit erhöht. Hohe Komponentenkosten hängen insbesondere nicht nur von einer Kompatibilität mit Reinstwasser zusammen, sondern auch mit einer Sauerstoffumgebung im Anodenkreislauf, was sich insbesondere auf den Wärmetauscher auswirkt. Auch ein Befüllen des Elektrolyseurs vor dem Betrieb wird bei einem geringeren Volumen schneller und gerätetechnisch kostengünstiger. Darüber hinaus beschädigt ein Fluss von hochreinem Wasser mit der Zeit Dichtungen, da dieses Wasser sehr korrosiv ist. Ein geringerer Durchfluss verringert diese Verschlechterung.

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

- Fig. 1 eine Ausführungsform einer typischen Elektrolysezelle,
- Fig. 2 eine Ausführungsform eines typischen Elektrolysestapels,
- Fig. 3 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Elektrolysestapels,
- Fig. 4 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Elektrolysestapels,
- Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Elektrolysestapels,
- Fig. 6 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte,
- Fig. 7 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung,
- Fig. 8 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung,

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung und

Fig. 10 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Elektrolysevorrichtung.

In Figur 1 ist schematisch der Aufbau einer einzelnen Elektrolysezelle 200 dargestellt. Diese ist mittig mit einer Membran 210 ausgestattet, welche es erlaubt, den erzeugten und von außen angelegten Stromfluss für die Elektrolyse in die Elektrolysezelle 200 einzubringen. Die Membran 210 ist beidseitig jeweils mit einer Katalysatorschicht 220 und weiter nach außen jeweils mit einer Gasdiffusionsschicht 230 versehen. Damit bilden sich links und rechts von der Membran 210 entsprechend links die Anodenseite 120 und rechts die Kathodenseite 130 aus. Um ein entsprechendes Führen des Anodenzuführmediums AZM und des Kathodenzuführmediums KZM zu gewährleisten, sind in den beiden hier als Endplatten 240 ausgestalteten seitlichen Abgrenzungen Kanäle 250 vorgesehen. Nach der Umsetzung entstandenes Anodenabführmedium AM und Kathodenabführmedium KM werden entsprechend aus der Elektrolysezelle 200 wieder ausgeführt.

Die Figur 2 zeigt schematisch drei der Elektrolysezellen 200 der Figur 1 entlang einer Stapelrichtung SR angeordnet, sodass sich hier ein Elektrolysestapel 110 mit drei Elektrolysezellen 200 ergibt. Während die jeweiligen Enden dieses Elektrolysestapels 110 nun wieder über Endplatten 240 ausgebildet sind, sind zwischen den benachbarten Elektrolysezellen 200 nun die genannten Bipolarplatten 10 dargestellt, welche eine Trennung der benachbarten Elektrolysezellen 200 darstellen.

Die Figur 3 zeigt den Elektrolysestapel der Figur 2 mit der entsprechend erfindungsgemäßen Qualität. So sind hier beide Bipolarplatten 10 mit einer Kühlfunktionalität durch eine Wärmeübertragungseinrichtung 30 ausgebildet. In dem jeweiligen Plattenkörper 20 integriert, befindet sich ein Teil der Wärmeübertragungseinrichtung 30, sodass sich innerhalb des Plattenkörpers 20 nun der erste Wärmeübergangsabschnitt 32 erstreckt. Beim Aufheizen der Medien innerhalb der Elektrolysezelle 200 wird auch ein Aufheizen der Plattenkörper 20 dieser beiden Bipolarplatten 10 zu erwarten sein. Dieses Erhitzen führt dazu, dass nun hier nicht näher dargestelltes Wärmeträgermedium WM diese Wärme innerhalb der Wärmeübertragungseinrichtung 30 über den Wärmeübergangsabschnitt 32 aufnehmen kann. Dies führt zum Phasenübergang, sodass nun gasförmiges Wärmeträgermedium WM zum zweiten

Wärmeübergangsabschnitt 34 innerhalb der Wärmeübertragungseinrichtung 30 strömen kann. Hier soll zum Beispiel eine Kühlfunktion gewährleistet werden, sodass nun der zweite Wärmeübergangsabschnitt 34 in wärmeübertragendem Kontakt mit einem Temperierabschnitt 142 als Wärmesenke steht. Dort kann Temperiermedium TM, zum Beispiel Umgebungsluft, aber auch aktiv gefördertes und/oder aktiv gekühltes Temperiermedium TM zur Verfügung gestellt werden. Das Temperiermedium TM kann nun über den zweiten Wärmeübergangsabschnitt 34 die Wärme vom Wärmeträgermedium WM aufnehmen. Dieses kühlt entsprechend ab, kondensiert und wird in flüssiger Form, zum Beispiel durch Kapillareffekte und dochtartige Strukturen innerhalb der Wärmeübertragungseinrichtung 30 wieder zurück zum ersten Wärmeübergangsabschnitt 32 gefördert. Dort steht das kondensierte und damit wieder flüssige Wärmeträgermedium WM nun einem weiteren Kreislauf zum Aufheizen für einen Phasenübergang für die Wärmeübernahme vom Plattenkörper 20 zur Verfügung.

Die Figur 4 zeigt eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figur 3. Hier sind die Wärmeübergangsabschnitte 34 nun zusätzlich mit einer vergrößerten Wärmeübergangsfläche 36 ausgebildet. Dabei kann es sich zum Beispiel um rippenartige Strukturen handeln, sodass durch eine signifikante Vergrößerung der Oberfläche des zweiten Wärmeübergangsabschnitts 34 eine entsprechende Verstärkung der Temperierfunktion in Kontakt mit dem Temperiermedium TM entsteht.

Auch die Figur 5 basiert auf der Ausführungsform der Figur 2 und der Figur 3. Jedoch ist hier eine getrennte Ausbildung von zwei separaten Temperierabschnitten 142 vorgesehen. Dies erlaubt es, dass nun die beiden Temperiermedien TM für die beiden separaten Temperierabschnitte 142 entsprechend unterschiedlich temperiert sein können, sodass für die jeweilige definierte Wärmesenke für die linke Bipolarplatte 20 eine andere Temperatur als für die rechte Bipolarplatte 20 vorgesehen sein können. Dies erlaubt es also, funktionell und kontrolliert in gezielter Weise unterschiedliche Kühlfunktionen für die unterschiedlichen Bipolarplatten 20 separat voneinander einzustellen, vorzugeben und zu kontrollieren.

Die Figur 6 zeigt nochmals schematisch isoliert eine mögliche Ausgestaltung der Bipolarplatte 20. Selbstverständlich ist es grundsätzlich auch denkbar, die Integration der Wärmeübertragungseinrichtung 30 in eine der Endplatten 240 vorzusehen. Den

maximalen Vorteil wird man jedoch erzielen, wenn die Kühlfunktionalität in die Bipolarplatte 20 zwischen zwei benachbarten Elektrolysezellen 200 integriert wird.

Die Figur 7 zeigt schematisch eine Elektrolysevorrichtung 100. Der Elektrolysestapel 110 ist hier wieder schematisch in eine Anodenseite 120 und eine Kathodenseite 130 aufgeteilt. Über den Anodenzuführabschnitt 122 wird Anodenzuführmedium AZM zur Anodenseite 120 gefördert und entsprechend über einen Anodenabführabschnitt 124 das entstehende Anodenabführmedium AAM wieder abgeführt. Für die Kathodenseite 130 dient ein Kathodenzuführabschnitt 132 der Zuführung von Kathodenzuführmedium KZM und einem Kathodenabführabschnitt 134 der Abfuhr von Kathodenabführmedium KAM. In der Figur 7 ist darüber hinaus zu erkennen, dass hier schematisch und beispielhaft an einer einzigen Wärmeübertragungseinrichtung 30 dargestellt, ein Temperiermedium TM in einem Temperierkreislauf 140 gefördert wird. Das Temperiermedium TM kann, nicht dargestellt, durch eine separate Pumpvorrichtung gefördert und/oder durch eine separate Temperiervorrichtung, zum Beispiel eine Kühlvorrichtung, vorkonditioniert und damit vortemperiert werden. Mit anderen Worten wird nun ein definiert vortemperiertes Temperiermedium TM in den Temperierabschnitt 142 gefördert und kann dort die gewünschte Temperierfunktion für den Wärmeübergang am zweiten Wärmeübergangsabschnitt 34 der Wärmeübertragungseinrichtung durchführen. Bei komplexen und großen Elektrolysestapeln 110 sind selbstverständlich entsprechend eine hohe Anzahl von Wärmeübertragungseinrichtungen 20 und entsprechend eine hohe Anzahl von zweiten Wärmeübergangsabschnitten 34 vorgesehen. Auch können auch bei entsprechend großen Elektrolysestapeln 110 mehrere dieser Temperierabschnitte 142 vorgesehen sein, wie es zum Beispiel mit Bezug auf die Figur 5 näher erläutert worden ist.

Die Figur 8 bildet die Ausführungsform der Figur 7 dahingehend weiter, dass nun solche zwei unterschiedlichen Temperierabschnitte 142 vorgesehen sind. Diese können entsprechend für unterschiedliche Elektrolysezellen 200, hier nicht dargestellt, unterschiedliche Vorkonditionierung und Vortemperierungen des Temperiermittels TM vorgeben, sodass entsprechend flexibel und kontrolliert einzelne Elektrolysezellen 200 gezielt unterschiedlich temperiert werden können.

In der Figur 9 ist eine Variante dargestellt, bei welcher als Temperiermedium TM zum Beispiel das erzeugte Gas auf der Kathodenseite 130 eingesetzt wird. Eine hier schematisch dargestellte Abscheidevorrichtung dient dazu, aus dem Kathodenab-

fühmedium KAM das Gas vom flüssigen Restwasser abzutrennen und anschließend dieses Gas, entweder mit aktiver Förderung und/oder mittels aktiver Kühlung als Temperiermedium TM zu verwenden.

Die Figur 10 zeigt ähnlich der Figur 9 eine Variante einer Nutzung eines internen Mediums der Elektrolysevorrichtung 100. Jedoch wird hier als Gasabscheider eine Nutzung des Gases auf Anodenseite 120 und damit das abgetrennte Gas aus dem Anodenabführmedium AAM verwendet. Selbstverständlich können die Figuren 9 und 10 auch miteinander kombiniert werden.

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

Bezugszeichenliste

10	Bipolarplatte
20	Plattenkörper
30	Wärmeübertragungseinrichtung
32	erster Wärmeübergangsabschnitt
34	zweiter Wärmeübergangsabschnitt
36	Wärmeübergangsfläche

100	Elektrolysevorrichtung
110	Elektrolysestapel
120	Anodenseite
122	Anodenzuführabschnitt
124	Anodenabführabschnitt
130	Kathodenseite
132	Kathodenzuführabschnitt
134	Kathodenabführabschnitt
140	Temperierkreislauf
142	Temperierabschnitt

200	Elektrolysezelle
210	Membran
220	Katalysatorschicht
230	Gasdiffusionsschicht
240	Endplatte
250	Kanal

WM	Wärmeträgermedium
TM	Temperiermedium
SR	Stapelrichtung

AZM	Anodenzuführmedium
AAM	Anodenabführmediums
KZM	Kathodenzuführmedium
KAM	Kathodenabführmedium

Patentansprüche

1. Bipolarplatte (10) einer Elektrolysezelle (200) eines Elektrolysestapels (110) einer Elektrolysevorrichtung (100), aufweisend einen Plattenkörper (20) mit einer plattenförmigen Erstreckung zur flächigen Abgrenzung von zwei benachbarten Elektrolysezellen (200) des Elektrolysestapels (110), **dadurch gekennzeichnet, dass** für ein kontrolliertes Temperieren des Plattenkörpers (20) wenigstens eine Wärmeübertragungseinrichtung (30), insbesondere ein Wärmerohr, mit einem ersten Wärmeübergangsabschnitt (32) im Plattenkörper (20) angeordnet ist für einen Wärmeaustausch eines Wärmeträgermediums (WM) in der Wärmeübertragungseinrichtung (30) mit dem Plattenkörper (20), wobei die Wärmeübertragungseinrichtung (30) einen vom ersten Wärmeübergangsabschnitt (32) beabstandeten zweiten Wärmeübergangsabschnitt (34) aufweist, welcher außerhalb des Plattenkörpers (20) angeordnet ist für einen Wärmeaustausch des Wärmeträgermediums (WM) mit einem Temperiermedium (TM) in wärmeübertragendem Kontakt mit dem zweiten Wärmeübergangsabschnitt (34).
2. Bipolarplatte (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wärmeübergangsabschnitt (34) als Wärmesenke ausgebildet ist für eine kontrollierte Kühlung des Plattenkörpers (20) durch Wärmeaufnahme mittels des Wärmeträgermediums (WM) in der Wärmeübertragungseinrichtung (30) über den ersten Wärmeübergangsabschnitt (32) vom Plattenkörper (20).
3. Bipolarplatte (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wärmeübergangsabschnitt (34) wenigstens eine vergrößerte Wärmeübergangsfläche (36), insbesondere in Form einer Wärmeübergangsrippe, aufweist.
4. Bipolarplatte (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Plattenkörper (20) und die Wärmeübertragungseinrichtung (30) wenigstens abschnittsweise integral, insbesondere mittels eines aufbauenden Fertigungsverfahrens, ausgebildet sind.
5. Bipolarplatte (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragungseinrichtung (30) ein Wärmeträgermedium (WM) enthält, welches einen Phasenübergang zwischen flüssig

und gasförmig in Korrelation zu den Betriebstemperaturen der Elektrolysezelle (200) und des Temperiermediums (TM) aufweist.

6. Elektrolysevorrichtung (100) für eine Durchführung eines Elektrolyseverfahrens, aufweisend wenigstens einen Elektrolysestapel (110) mit wenigstens zwei, entlang einer Stapelrichtung (SR) gestapelte Elektrolysezellen (200), welche voneinander durch eine Bipolarplatte (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 5 getrennt sind, wobei der Elektrolysestapel (110) eine Anodenseite (120) und eine Kathodenseite (130) aufweist und weiter ein Anodenzuführabschnitt (122) für eine Zufuhr von Anodenzuführmedium (AZM) zur Anodenseite (120), ein Anodenabführabschnitt (124) zur Abfuhr eines Anodenabführmediums (AAM) von der Anodenseite (120), ein Kathodenzuführabschnitt (132) für eine Zufuhr von Kathodenzuführmedium (KZM) zur Kathodenseite (130) und ein Kathodenabführabschnitt (134) für eine Abfuhr von Kathodenabführmedium (KAM) von der Kathodenseite (130) vorgesehen ist, wobei weiter der zweite Wärmeübergangsabschnitt (34) mit einem Temperiermedium (TM) in wärmeübertragendem Kontakt steht.
7. Elektrolysevorrichtung (100) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Temperiermedium (TM) wenigstens eines der folgenden eingesetzt wird:
 - Umgebungsluft
 - Deionisiertes Wasser
 - Wasserstoff
 - Sauerstoff
 - Anodenabführmedium
 - Kathodenabführmedium
 - Anodenzuführmedium
 - Kathodenzuführmedium
 - Öl.

8. Elektrolysevorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperierkreislauf (140) vorgesehen ist für ein kontrolliertes Temperieren und Fördern des Temperiermediums (TM).
9. Elektrolysevorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Bipolarplatten (10) mit jeweils wenigstens einer Wärmeübertragungseinrichtung (30) ausgebildet sind, wobei die Wärmeübertragungseinrichtungen (30) in wärmeübertragendem Kontakt mit einem gemeinsamen Temperierabschnitt (142) für das Temperiermedium (TM) stehen.
10. Elektrolysevorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Bipolarplatten (10) mit jeweils wenigstens einer Wärmeübertragungseinrichtung (30) ausgebildet sind, wobei die Wärmeübertragungseinrichtungen (30) in wärmeübertragendem Kontakt jeweils mit einem unterschiedlichen Temperierabschnitt (142) für das Temperiermedium (TM) stehen.
11. Elektrolysevorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperierkreislauf (140) vorgesehen ist für eine Förderung des Temperiermediums (TM) in den wärmeübertragenden Kontakt mit den zweiten Wärmeübergangsabschnitten (34) der Wärmeübertragungseinrichtungen (30) der Bipolarplatten (10).
12. Temperierverfahren für ein Temperieren von Elektrolysezellen (200) einer Elektrolysevorrichtung (100) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 6 bis 11, aufweisend die folgenden Schritte:
 - Erfassen einer Ist-Temperatur wenigstens einer zu temperierenden Elektrolysezelle (200),
 - Vorgeben einer Soll-Temperatur für die wenigstens eine zu temperierende Elektrolysezelle (200),
 - Beaufschlagen des zweiten Wärmeübergangsabschnitts (34) Wärmeübertragungseinrichtung s (30) einer Bipolarplatte (10) der zu temperierenden Elektrolysezelle (200) mit einem vortemperierten Temperiermedium (TM).

13. Temperierverfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** für wenigstens zwei Elektrolysezellen (200) unterschiedliche Soll-Temperaturen vorgegeben werden, wobei insbesondere die Soll-Temperatur von wenigstens einem Alterungszustand und/oder einem Degradationszustand der jeweiligen Elektrolysezelle (200) abhängt.
14. Temperierverfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Aufheizphase der Elektrolysevorrichtung (100) die Wärmeübertragungseinrichtungen (30) in einen Aufheizbetrieb versetzt werden.

1/10

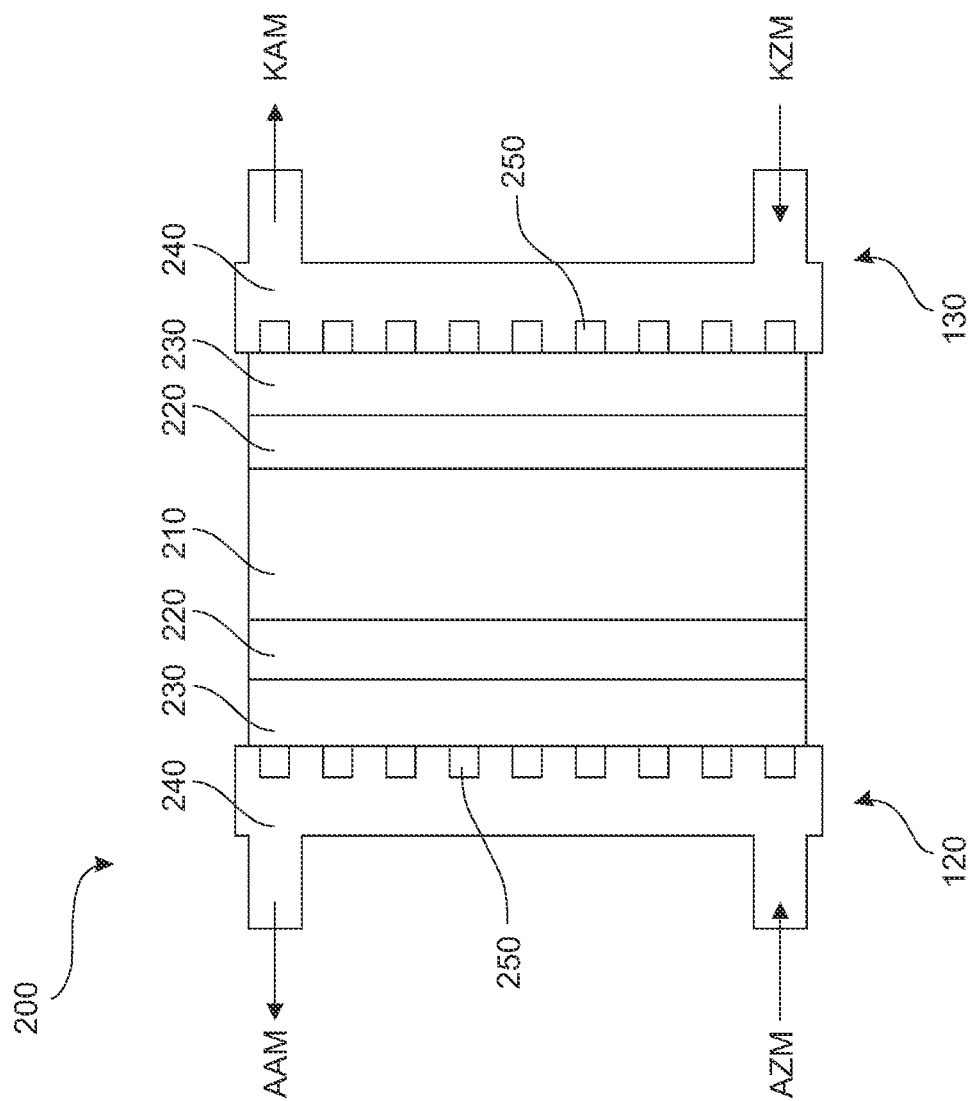


Fig. 1

2/10

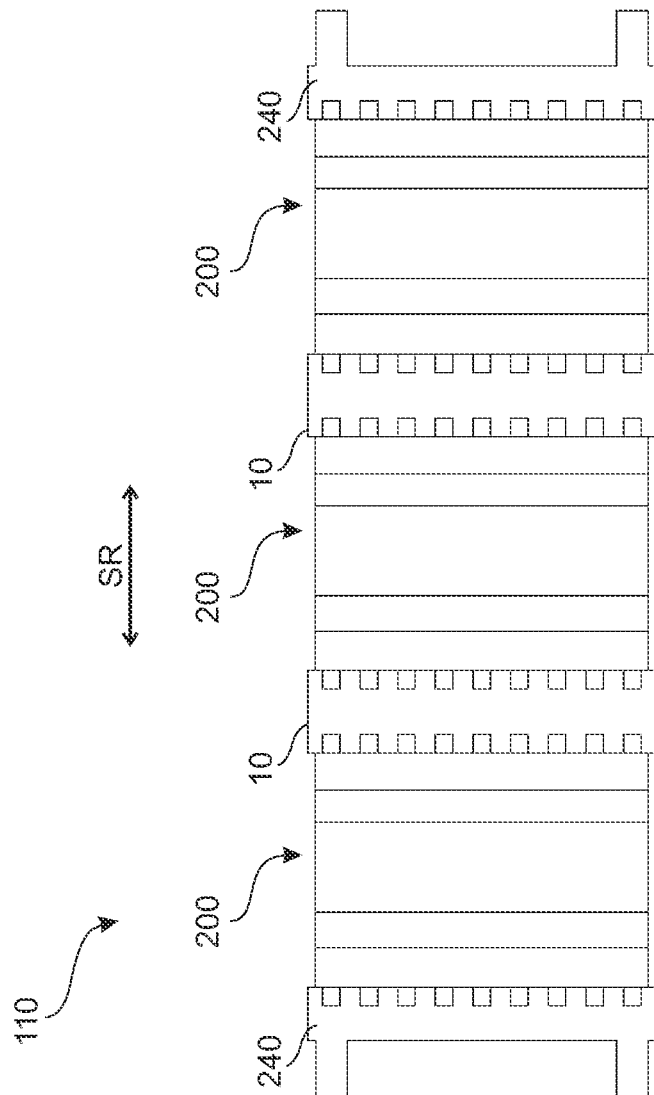


Fig. 2

3/10

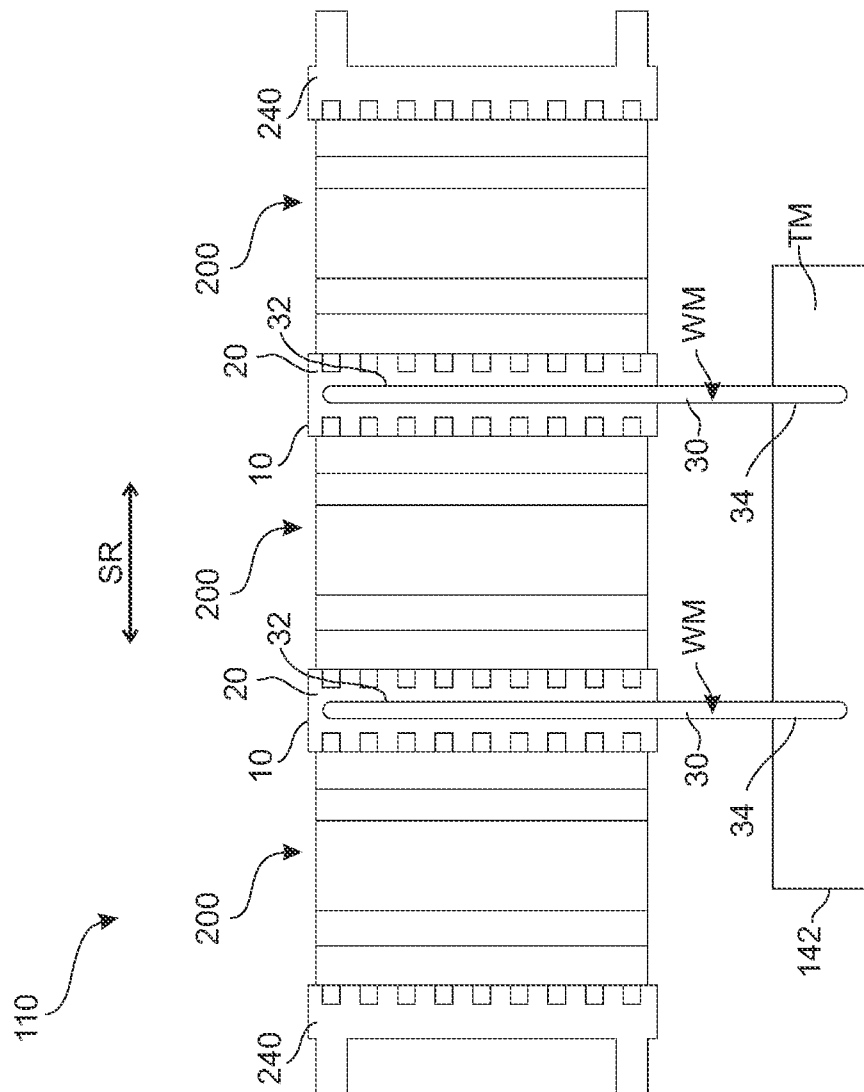
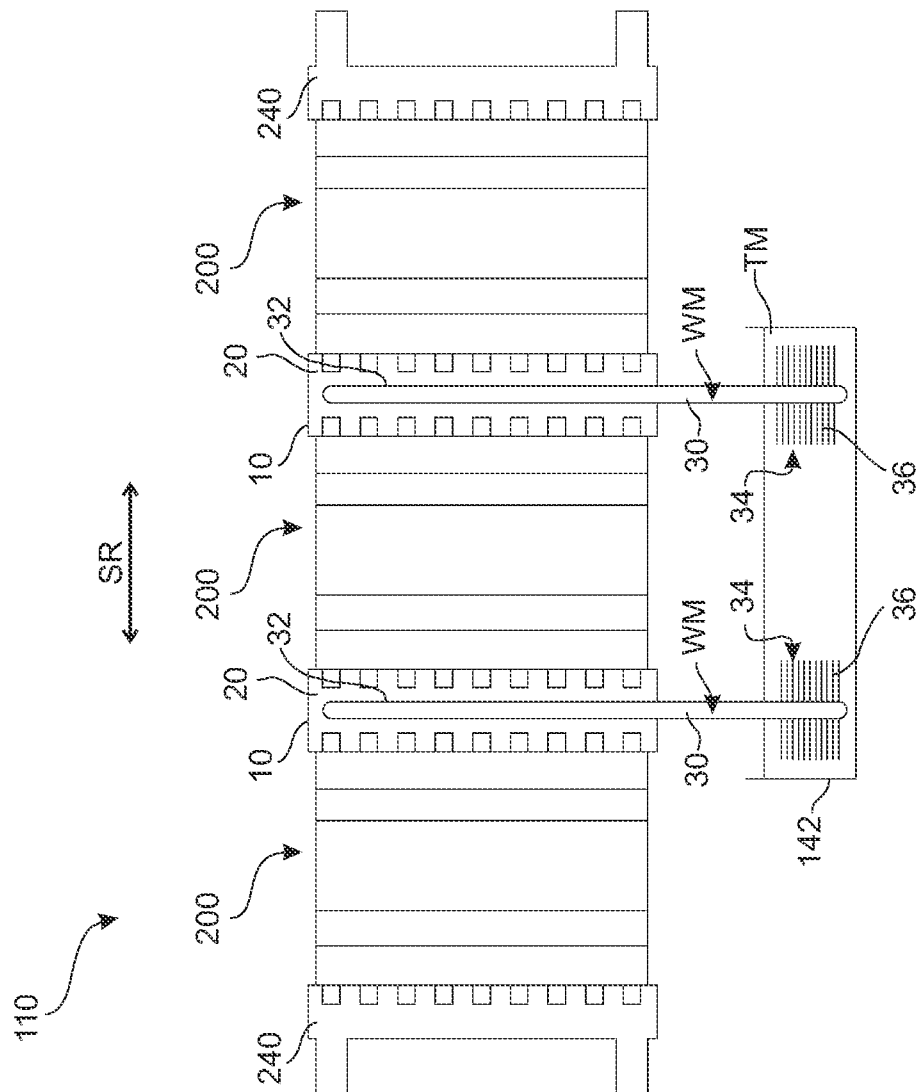


Fig. 3

4/10



49

5/10

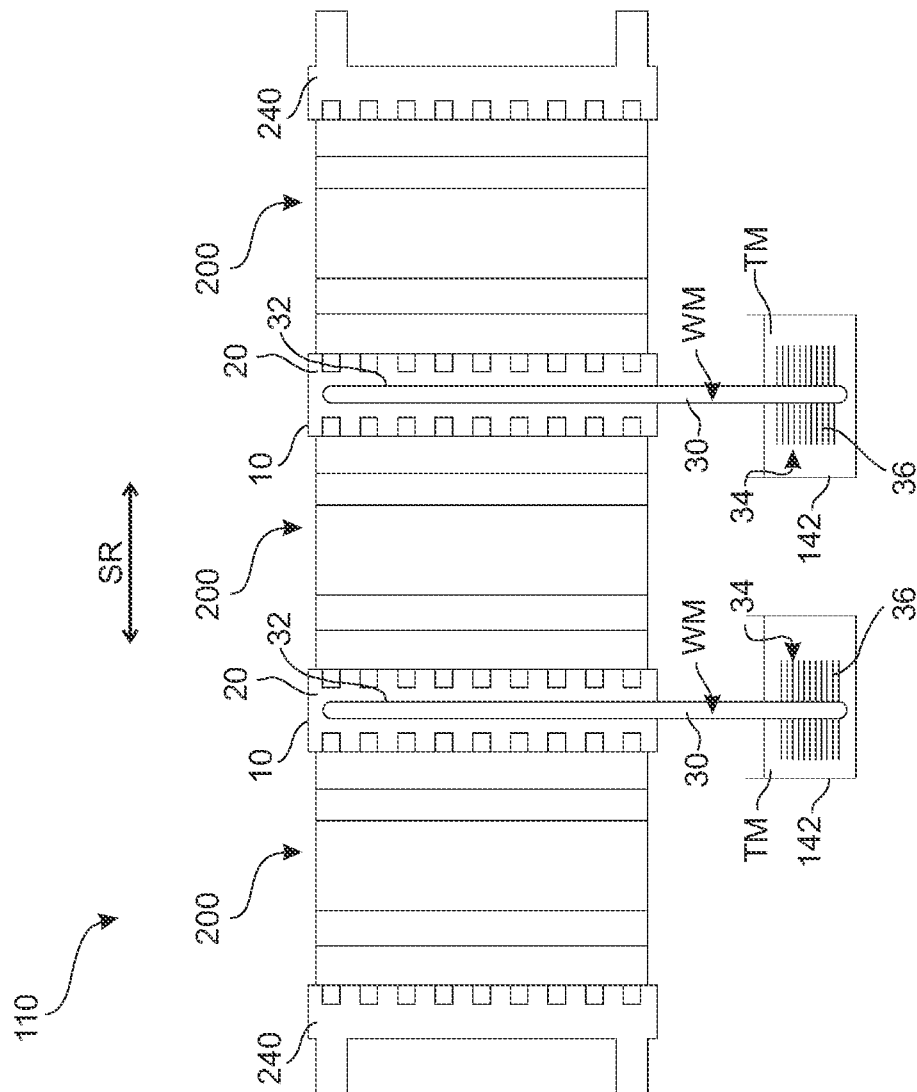


Fig. 5

6/10

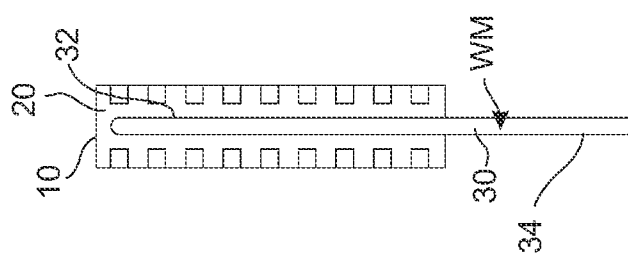


Fig. 6

7/10

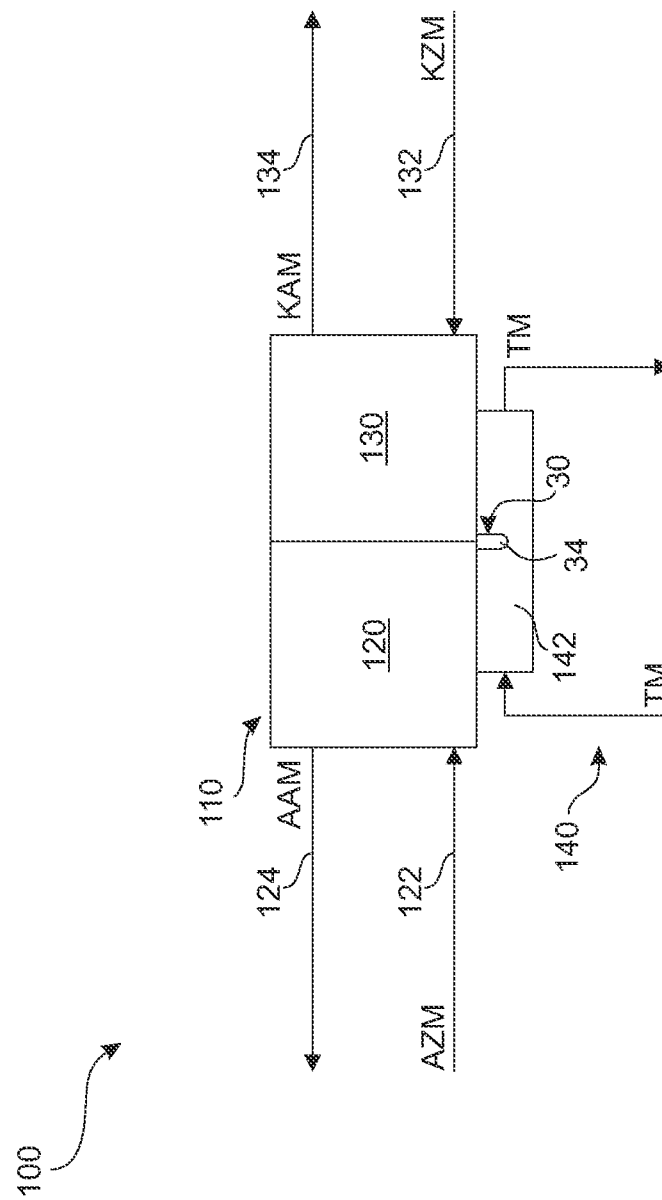


Fig. 7

8/10

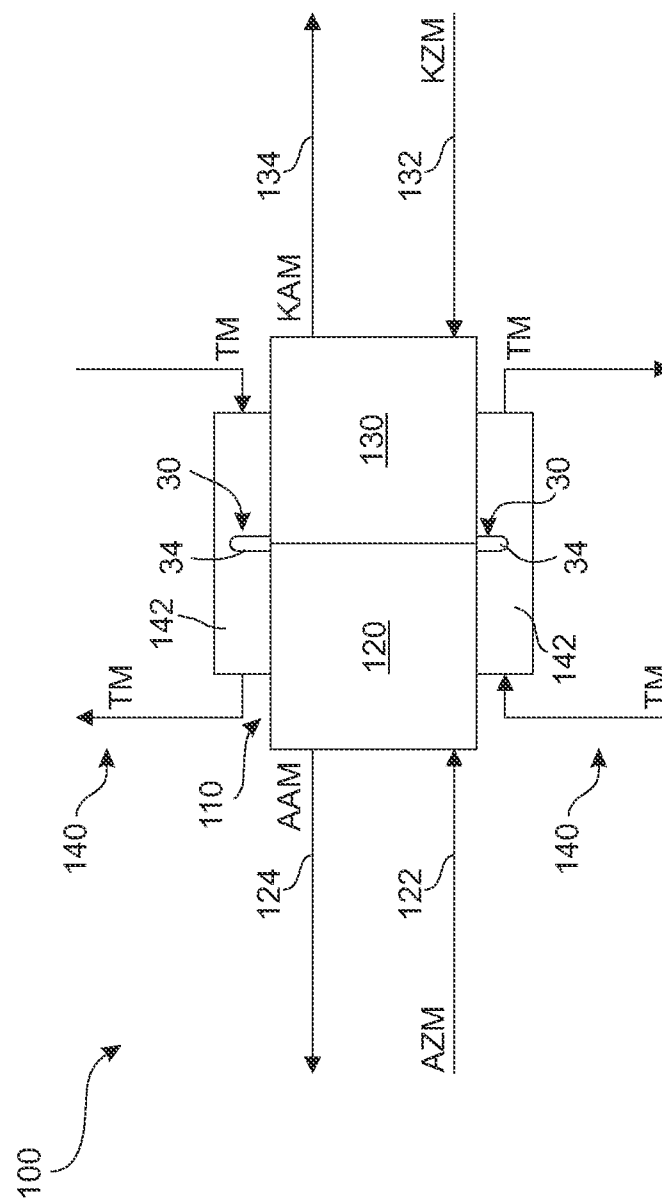
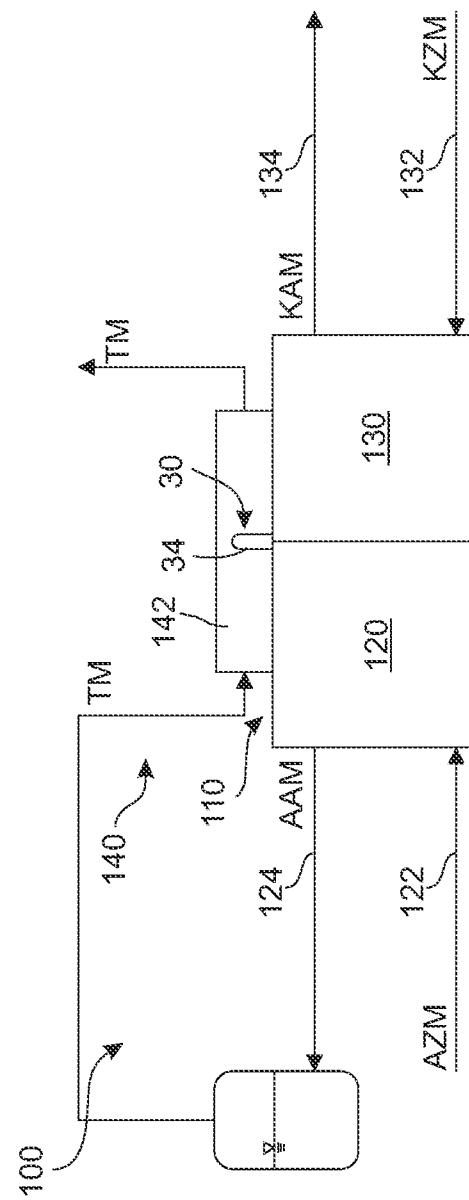


Fig. 8



10

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

C25B 9/70 (2021.01); **C25B 9/75** (2021.01); **C25B 15/02** (2006.01); **C25B 15/021** (2021.01); **H01M 8/0202** (2016.01); **H01M 8/0297** (2016.01); **H01M 8/0247** (2016.01); **H01M 8/0258** (2016.01); **H01M 8/0267** (2016.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

C25B 9/70 (2022.01); **C25B 9/70** (2022.01); **C25B 15/02** (2021.01); **C25B 15/021** (2021.01); **H01M 8/0202** (2016.02); **H01M 8/0297** (2022.02); **H01M 8/0247** (2016.02); **H01M 8/0258** (2022.02); **H01M 8/0267** (2022.02)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

C25B, H01M

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC; ESPACENET; PATDEW; PATENW

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 18.03.2024 eingereichten Ansprüchen 1 - 14 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102018129887 A1 (AIRBUS DEFENCE & SPACE GMBH) 28. Mai 2020 (28.05.2020) insbesondere Figuren 4 und 3b; Absätze [0023], [0043]-[0045]; Ansprüche 1, 8, 9 und 10	1 - 11
Y	gesamtes Dokument	1 - 14
Y	US 2018254497 A1 (VERDIER ANTOINE et al.) 06. September 2018 (06.09.2018) insbesondere Figuren 4, 7 und 9; Absätze [0008], [0014], [0045]-[0047], [0053] und [0058]; Ansprüche 1, 7 und 8	1 - 14
A	DE 102018010056 A1 (DAIMLER AG) 25. Juni 2020 (25.06.2020) gesamtes Dokument	1 - 14
A	DE 102008025967 A1 (ELCOMAX MEMBRANES GMBH) 03. Dezember 2009 (03.12.2009) gesamtes Dokument	1 - 14
A	WO 2014058643 A1 (NUVERA FUEL CELLS INC [US]) 17. April 2014 (17.04.2014) gesamtes Dokument	1 - 14
Datum der Beendigung der Recherche: 18.09.2024		
Seite 1 von 1		Prüfer(in): FELDBAUMER Christoph

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

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

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