

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Dezember 2024 (19.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/256528 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0258 (2016.01) *H01M 8/0267* (2016.01)
H01M 8/026 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/066344

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juni 2024 (13.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2023 103 256.7
13. Juni 2023 (13.06.2023) DE

(71) Anmelder: **REINZ-DICHTUNGS-GMBH** [DE/DE];
Reinzstr. 3-7, 89233 Ulm (DE). **ROBERT BOSCH
GMBH** [DE/DE]; Wernerstraße 51, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **GRÜNWALD, Bernadette**; Kelternweg 13,
89073 Ulm (DE). **GLÜCK, Rainer**; Von-Ravenstein-Weg
2, 89160 Dornstadt (DE). **STÖHR, Thomas**; Kurt-Schu-
macher-Str. 17, 88471 Laupheim (DE). **GENTE, Arnold**;
Rhoenstr. 8, 70469 Stuttgart (DE). **SCHOENBAUER, Ste-
fan**; Roemerhofstrasse 7, 71254 Ditzingen (DE). **SCHU-
ERG, Stefan**; Engelbergstr. 9, 71636 Ludwigsburg (DE).
RIEGLER, Udo; Usedom Str. 4, 70439 Stuttgart (DE).

(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB**;
Theresienhöhe 11a, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD,
SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY,
KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: SEPARATOR PLATE FOR AN ELECTROCHEMICAL SYSTEM

(54) Bezeichnung: SEPARATORPLATTE FÜR EIN ELEKTROCHEMISCHES SYSTEM

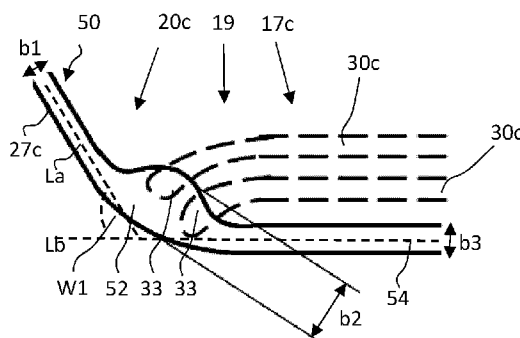


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a separator plate for an electrochemical system. The electrochemical system can in particular be a fuel cell system, an electrochemical compressor, an electrolyzer or a redox flow battery. The invention also discloses an electrochemical system comprising multiple separator plates of this type.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Separatorplatte für ein elektrochemisches System. Das elektrochemische System kann insbesondere ein Brennstoffzellensystem, ein elektrochemischer Kompressor, ein Elektrolyseur oder eine Redox-Flow-Batterie sein. Ebenso offenbart wird ein elektrochemisches System mit einer Vielzahl derartiger Separatorplatten.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

REINZ-Dichtungs-GmbH, Robert Bosch GmbH

5

Separatorplatte für ein elektrochemisches System

10

Die Erfindung betrifft eine Separatorplatte für ein elektrochemisches System. Das elektrochemische System kann insbesondere ein Brennstoffzellensystem, ein elektrochemischer Kompressor, ein Elektrolyseur oder eine Redox-Flow-Batterie sein. Ebenso offenbart wird ein elektrochemisches System mit einer Vielzahl derartiger Separatorplatten.

15

Bekannte elektrochemische Systeme der genannten Art umfassen normalerweise einen Stapel elektrochemischer Zellen, die jeweils durch Separatorplatten voneinander getrennt sind. Im Kontext derartiger Stapel werden die Separatorplatten auch als Bipolarplatten bezeichnet. Die Separatorplatten können z. B. der elektrischen Kontaktierung der Elektroden der einzelnen elektrochemischen Zellen (z. B. Brennstoffzellen) und/oder der elektrischen Verbindung benachbarter Zellen dienen (Serienschaltung der Zellen). Typischerweise sind die Separatorplatten aus zwei, insbesondere zusammengefügt, Einzelplatten gebildet. Die Einzelplatten können stoffschlüssig zusammengefügt sein, z. B. durch eine oder mehrere Schweißverbindungen, insbesondere durch eine oder mehrere Laserschweißverbindungen.

25

Die Separatorplatten bzw. die Einzelplatten können jeweils Strukturen aufweisen oder bilden, die z. B. zur Versorgung der zwischen benachbarten Separatorplatten angeordneten elektrochemischen Zellen mit einem oder mehreren Medien und/oder zum Abtransport von Reaktionsprodukten eingerichtet sind. Insbesondere kann mittels dieser Strukturen ein Kühlfluid durch einen Zwischenraum zwischen den Einzelplatten einer Separatorplatte geführt werden. Die Strukturen können z. B. Abfolgen von Stegen und Kanälen umfassen. Bei den Medien kann es sich folglich um Brennstoffe (z. B. Wasserstoff oder Methanol), Reaktionsgase (z. B. Luft oder Sauerstoff) oder um Kühlmittel handeln. Im Rahmen dieser Offenbarung können die Begriffe Medium und Fluid gleichbedeutend verwendet werden.

30

35

40

Ferner weisen die Separatorplatten üblicherweise jeweils wenigstens eine Durchgangsöffnung auf, durch die hindurch die Medien zu den zwischen benachbarten Separatorplatten des Stapels angeordneten elektrochemischen Zellen bzw. den Membran-Elektroden-Anordnungen (MEAs) geleitet oder von

diesen weggeführt werden können.

Aus einer solchen Durchgangsöffnung wird ein jeweiliges Fluid mittels der vorstehend geschilderten Strukturen in einen jeweiligen ersten Verteilbereich geführt und von dort in ein dem aktiven Bereich der Zelle bzw. MEA gegenüberliegendes Strömungsfeld. Nach dem Durchströmen des aktiven Bereichs wird das Fluid über einen zweiten Verteilbereich, auch Sammelbereich genannt, wieder einer Austritts-Durchgangsöffnung zugeführt. Ein Beispiel hierfür findet sich in der DE 20 2016 107 302 U1.

Es ist bekannt, an einer ersten Außenseite der Separatorplatte, d.h. einer Außenseite einer ersten Einzelplatte, ein erstes Fluid zu führen, z.B. einen Brennstoff, und an einer davon abgewandten zweiten Außenseite der Separatorplatte, d.h. einer Außenseite einer zweiten Einzelplatte, ein zweites Fluid zu führen, z.B. ein Reaktionsgas. In einem von den Innenseiten der Einzelplatten begrenzten Innenraum wird hingegen üblicherweise ein Kühlfluid geführt. Die Medien werden dabei üblicherweise mittels externer Pumpleistungen durch das System geführt.

Die fluidführenden Strukturen an den jeweiligen Außenseiten der Einzelplatten bilden an deren Innenseiten komplementär geformte Strukturen aus, welche das Kühlfluid führen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei bisherigen Lösungen die Kühlfluidführung teilweise nur unter erhöhten Strömungswiderständen möglich ist. Dies stellt höhere Anforderungen an die externe Pumpleistung. Dies senkt das Kühlvermögen der Separatorplatte entsprechend und kann folglich zu Beschränkungen des summarischen Leistungsvermögens des elektrochemischen Systems führen.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, das Kühlvermögen einer Separatorplatte und somit ein summarisches Leistungsvermögen eines elektrochemischen Systems mit einer Mehrzahl derartiger Separatorplatten zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen sowie in dieser Beschreibung und in den Figuren angegeben.

Entsprechend wird eine Separatorplatte für ein elektrochemisches System vorgeschlagen, umfassend eine erste Einzelplatte und eine zweite Einzelplatte, deren Innenseiten einander zugewandt sind und gemeinsam eine Kühlfluidverteilstruktur begrenzen, wobei die Separatorplatte mindestens eine

erste Durchgangsöffnung zum Durchleiten eines Kühlfluids durch die Separatorplatte aufweist und die Kühlfluidverteilstruktur mindestens einen Verteilbereich und ein Strömungsfeld aufweist, wobei das Strömungsfeld über den Verteilbereich in Fluidverbindung mit der Durchgangsöffnung ist,

5 wobei die Innenseite der ersten Einzelplatte, insbesondere eine Kathodenplatte, eine Vielzahl von Stegen und dazwischen ausgebildeten erste Kanälen aufweist, wobei die ersten Kanäle jeweils wenigstens eine durchgängige Fluidverbindung von dem Verteilbereich in das Strömungsfeld und/oder durch den Verteilbereich in das Strömungsfeld definieren sowie jeweils einen Krümmungsabschnitt aufweisen, wobei der Verteilbereich einen ersten Abschnitt umfasst, der erste Segmente der ersten Kanäle umfasst, wobei die ersten Segmente eine Fluidverbindung zwischen der Durchgangsöffnung und dem Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals definieren, wobei der Verteilbereich einen zweiten Abschnitt umfasst, der zweite Segmente der ersten Kanäle umfasst, wobei die zweiten Segmente jeweils eine Fluidverbindung zwischen dem Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals und dem Strömungsfeld definieren, und wobei der Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals einen Strömungsquerschnitt aufweist, der größer ist als der Strömungsquerschnitt des ersten Segments des ersten Kanals.

20 Durch das Aufweiten des Strömungsquerschnitts im Krümmungsabschnitt wird dort eine Strömungsgeschwindigkeit gezielt herabgesetzt. Dies hat zur Folge, dass Druckverluste des Kühlfluids begrenzt werden können, die bei einem Durchleiten des Kühlfluids durch den Krümmungsabschnitt ohne entsprechende Aufweitung verstärkt auftreten würden. Mit anderen Worten sieht die

25 Erfindung vor, in dem Krümmungsabschnitt, in dem aufgrund der dort stattfindenden Richtungsänderung ein gewisser Grad an Verwirbelungen innerhalb der Kühlmittelströmung nicht vermeidbar ist, die Strömung mittels der Querschnittsaufweitung gezielt zu verlangsamen.

30 Der Effekt der Druckverlustbegrenzung tritt insbesondere dann verstärkt auf, wenn, wie gemäß Ausführungsformen vorgesehen, weitere Fluidkanäle in den Krümmungsabschnitt münden. Wie nachstehend noch erläutert, können diese Fluidkanäle zum Beispiel an der Innenseite der zweiten Einzelplatte ausgebildet sein und Kühlfluid mit dem Krümmungsabschnitt austauschen. Ein solcher Fluidaustausch erhöht zusätzlich die lokalen Verwirbelungen der Kühlfluidströmung im Krümmungsabschnitt. Folglich ist in diesem Fall die gezielte Verlangsamung der Strömung durch die Strömungsquerschnittsaufweitung besonders effektiv, um Druckverluste zu vermeiden.

Die ersten Kanäle können sich zumindest abschnittsweise in dem Verteilbereich erstrecken. Beispielsweise können sie sich, insbesondere vollständig, in dem Verteilbereich erstrecken und fluidleitend mit dem Strömungsfeld verbunden sein. Die Kanäle können optional in dem Strömungsfeld fortgesetzt werden und/oder an Kanäle in dem Strömungsfeld anschließen und/oder in Kanäle in dem Strömungsfeld übergehen.

Der Krümmungsabschnitt kann allgemein dazu dienen, eine Richtungsänderung eines jeweiligen ersten Kanals zu bewirken, wenn dieser von einem Bereich nahe der Durchgangsöffnung in Richtung des Strömungsfelds verläuft.

Wie auch im Stand der Technik der Fall, sind die Durchgangsöffnung und das Strömungsfeld der Separatorplatte in der Regel unterschiedlich dimensioniert und/oder die Durchgangsöffnung ist in einer Breitenrichtung der Separatorplatte betrachtet relativ zu einer Mitte des Strömungsfeldes versetzt. Die Breitenrichtung der Separatorplatte kann sich parallel zu einer Planflächenebene der Einzelplatten erstrecken sowie orthogonal zu einer Längsachse der Einzelplatten und/oder orthogonal zu einer Strömungsrichtung durch das Strömungsfeld. Um eine Mehrzahl von Kanälen von der Durchgangsöffnung zu dem Strömungsfeld zu führen, können diese aufgrund der geschilderten abweichenden Dimensionierung und/oder Positionierung nicht stets geradlinig innerhalb des Verteilbereiches verlaufen. Durch den Krümmungsabschnitt, welcher gemäß einer Ausführungsform der einzige Krümmungsabschnitt der ersten Kanäle ist, wird eine gezielte Richtungsänderung der ersten Kanäle ermöglicht, um beliebige Startpositionen der ersten Kanäle nahe der Durchgangsöffnung mit beliebigen Endpositionen der ersten Kanäle nahe des Strömungsfeldes verbinden zu können. Es ist jedoch auch möglich, dass die ersten Kanäle mindestens einen weiteren Krümmungsabschnitt aufweisen, beispielsweise in ihrem Verlauf zwischen der Durchgangsöffnung und dem hier angesprochenen Krümmungsabschnitt.

Die Segmente und der Krümmungsabschnitt eines jeden ersten Kanals können jeweils direkt aneinander anschließen und/oder direkt ineinander übergehen. Die ersten Kanäle weisen innerhalb des Verteilbereichs optional keine weiteren Segmente und Abschnitte auf, außer den hier offenbarten ersten und zweiten Segmente und dem Krümmungsabschnitt.

Die zweiten Segmente, insbesondere von dem Krümmungsbereich entfernte Endabschnitte hiervon, können jeweils parallel zu einer Hauptströmungsrichtung des Kühlfluids durch das Strömungsfeld verlaufen und/oder in Kanalabschnitten im Strömungsfeld, die eine solchen parallele Erstreckung aufweisen,

münden. Die Hauptströmungsrichtung kann in einer Längsrichtung der Separatorplatte verlaufen und/oder geradlinig sein, vorzugsweise vollständig geradlinig. Das erste Segment eines jeden ersten Kanals kann in einem Winkel zu der Hauptströmungsrichtung verlaufen.

5

Die erste und die zweite Einzelplatten können an ihren Außenseiten jeweils ebenfalls einen Verteilbereich und ein Strömungsfeld zur Fluidführung aufweisen. Die erste Einzelplatte kann eine Kathodenplatte bilden und/oder kann an ihrer Außenseite als ein erstes Fluid Sauerstoff oder Luft führen. Die zweite Einzelplatte kann eine Anodenplatte bilden und/oder kann eine ihrer Außenseite als ein zweites Fluid Wasserstoff führen.

10

Gemäß einer Weiterbildung weist der Krümmungsabschnitt des ersten Kanals einen Strömungsquerschnitt auf, der mindestens 1,5 mal so groß und insbesondere mindestens doppelt so groß ist wie der Strömungsquerschnitt des ersten Segments des ersten Kanals. Beispielsweise kann der Strömungsquerschnitt mindestens 1,8 mal oder mindestens 2,2 mal oder zwischen 2 und 2,5 mal so groß sein wie der Strömungsquerschnitt des ersten Segments. Es hat sich gezeigt, dass mittels derartiger Aufweitungen des Strömungsquerschnitts im Krümmungsbereich die vorstehend erläuterte erfindungsgemäße Wirkung besonders zuverlässig erzielbar ist.

15

20

Bei einer Ausführungsform weist der Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals einen Strömungsquerschnitt auf, der größer ist als der Strömungsquerschnitt des zweiten Segments des ersten Kanals.

25

Insbesondere kann der Krümmungsabschnitt des ersten Kanals einen Strömungsquerschnitt aufweisen, der mindestens doppelt so groß, vorzugsweise mindestens dreimal so groß ist, wie der Strömungsquerschnitt des zweiten Segments des ersten Kanals. Beispielsweise kann der Strömungsquerschnitt des Krümmungsabschnitts mindestens 2,5 mal oder mindestens 3,5 mal so groß sein, insbesondere zwischen 3 und 4 mal so groß, wie der Strömungsquerschnitt des zweiten Segments.

30

Folglich kann sich der Strömungsquerschnitt nach einem Aufweiten im Krümmungsabschnitt wieder verkleinern. Der Krümmungsabschnitt kann somit bezüglich des Strömungsquerschnitts einen lokal und insbesondere lokal begrenzt aufgeweiteten Bereich eines jeden ersten Kanals bilden. Dies bedeutet, dass die gezielte Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit ebenfalls nur entsprechend lokal begrenzt erfolgt.

35

40

Der Strömungsquerschnitt des ersten und zweiten Segments kann prinzipiell gleichartig sein, kann jedoch auch verschieden voneinander sein. Insbesondere kann der Strömungsquerschnitt des zweiten Segments größer als der Strömungsquerschnitte des ersten Segments sein. Dies ermöglicht ein fluidleitendes Verbinden des zweiten Segments mit einem Kanal des Strömungsfeldes, der einen ähnlich oder gleichartig vergrößerten Strömungsquerschnitt im Vergleich zu dem ersten Segment aufweist.

Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass der Strömungsquerschnitt des Krümmungsabschnitts im Vergleich zu einem Kanal des Strömungsfeldes, mit dem der erste Kanal fluidleitend verbunden ist (und/oder in den der erste Kanal übergeht oder in dessen Form der erste Kanal als ein Kanal des Strömungsfeldes weitergeführt wird) wenigstens zweimal größer, wenigstens zweieinhalb Mal größer oder wenigstens dreimal größer ist, insbesondere zwischen dreimal und dreieinhalb mal größer. Auch dies unterstreicht, dass die Aufweitung des Strömungsquerschnitts lokal begrenzt in dem Krümmungsabschnitt erfolgen kann.

Zumindest Bereiche des Krümmungsabschnitts, insbesondere dem Strömungsfeld zugewandte Bereiche des Krümmungsabschnitts, ebenso wie die zweiten Segmente der ersten Kanäle, können eine geringere Höhe sowohl verglichen mit den ersten Segmenten der ersten Kanäle als auch mit den Kanälen des Strömungsfelds aufweisen. Dies kann im Hinblick auf den Raumbedarf von MEA, MEA-Verstärkungsrand und GDL vorteilhaft sein. Hierzu kann beispielsweise im Bereich des Krümmungsabschnitts eine Stufe vorgesehen sein. Ist eine solche Stufe in einem ersten Kanal vorhanden, so ist der größere Strömungsquerschnitt des Krümmungsabschnitts eines jeweiligen ersten Kanals zumindest in den Bereichen des Krümmungsabschnitts des jeweiligen ersten Kanals vorhanden, der sich im Krümmungsabschnitt zwischen der Stufe und dem ersten Segment des ersten Kanals erstreckt.

Gemäß einer weiteren Variante sind das erste Segment und das zweite Segment eines jeden ersten Kanals um maximal 80° und insbesondere um maximal 70° relativ zueinander geneigt. Dabei kann ein kleinstmöglicher eintragbarer Schnittwinkel betrachtet werden. Insbesondere kann ein vorzugsweise kleinstmöglich eintragbarer Schnittwinkel zwischen den beispielsweise verlängerten Längsachsen von dem ersten und zweiten Segment betrachtet werden. Eine entsprechende Begrenzung der Relativanwinkelung von erstem und zweitem Segment auf maximal 80° begrenzt das Ausmaß der Richtungsänderung durch den Krümmungsabschnitt und entsprechend einen damit einhergehenden Strömungswiderstand.

Alternativ oder zusätzlich können das erste und das zweite Segment eines jeden ersten Kanals um wenigstens 20 ° und insbesondere wenigstens 40° relativ zueinander geneigt sein. Dies ermöglicht eine ausreichend große Richtungsänderung durch den Krümmungsabschnitt, um eine fluidleitende Anbindung der ersten Kanäle an verschiedene Positionen des Strömungsfeldes zu ermöglichen.

Bevorzugt sind das erste und das zweite Segment im Wesentlichen oder vollständig geradlinig. Unter einer im Wesentlichen geradlinigen Erstreckung können Erstreckungen mit einer geringfügigen und/oder nur abschnittsweise vorliegenden Krümmung verstanden werden. Diese etwaige Krümmung ist vorzugsweise jedoch deutlich kleiner als eine Krümmung des Krümmungsabschnitts. Beispielsweise beträgt sie nicht mehr als 20 % der Krümmung des Krümmungsabschnitts.

Der Krümmungsabschnitt kann durchgängig gekrümmt sein oder, mit anderen Worten, keinen sich geradlinig erstreckenden Teilabschnitt aufweisen. Die Krümmung des Krümmungsabschnitts kann konstant sein oder entlang der Länge des Krümmungsabschnitts variieren. Der Strömungsquerschnitt des Krümmungsabschnitts kann entlang von dessen Länge durchgängig variieren. Alternativ kann jeglicher Abschnitt des Krümmungsabschnitts mit einem konstanten Strömungsquerschnitt kürzer sein (z.B. höchstens halb so lang sein), wie ein oder mehrere Abschnitt(e) mit einem variierenden Strömungsquerschnitt. Vorzugsweise nimmt der Strömungsquerschnitt im Krümmungsabschnitt stetig zu bzw. ab.

Bei einer Ausführungsform ist bei zumindest einem Teil der ersten Kanäle das erste Segment wenigstens viermal oder wenigstens zehnmal so lang wie der Krümmungsabschnitt. Dieser Teil oder, mit anderen Worten, diese Gruppe der ersten Kanäle kann sich entfernt von äußeren Seitenrändern des Verteilbereichs und/oder des Strömungsfelds erstrecken, beispielsweise in einer vorstehend erläuterten Breitenrichtung betrachtet. Stattdessen kann sich dieser Teil der ersten Kanäle in einem, wiederum vorzugsweisen in Breitenrichtung betrachtet, mittigen Bereich innerhalb des Verteilbereichs erstrecken und/oder diesen mittigen Bereich umfassen.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Strömungsquerschnitt des Krümmungsabschnitts gegenüber dem Strömungsquerschnitt des ersten Segments (und optional auch des zweiten Segments) maßgeblich durch eine Vergrößerung einer Breitenabmessung des ersten Kanals vergrößert wird. Dabei verläuft die Breitenabmessung vorzugsweise in oder parallel zu einer Planflächenebene

der Separatorplatte und/oder entlang oder in einer vorstehend erläuterten Breitenrichtung.

Insbesondere kann eine Vergrößerung der Breitenabmessung eine etwaige Vergrößerung der Höhe des ersten Kanals innerhalb des Krümmungsabschnitts übersteigen (zum Beispiel wenigstens doppelt so groß sein) und/oder kann die Höhe des ersten Kanals im Wesentlichen konstant sein. Die Höhe kann orthogonal zu der Planflächenebene gemessen werden und/oder in einer Richtung, die zu der entsprechend gegenüberliegenden Einzelplatte weist.

Das maßgebliche Vergrößern des Strömungsquerschnitts durch Anpassen der Breitenabmessung kann Höhenzuwächse der Einzelplatten im Bereich des Krümmungsabschnitts verhindern oder zumindest begrenzen, sofern konstruktiv überhaupt möglich.

In an sich bekannter Weise kann die Planflächenebene einer jeweiligen Einzelplatte z. B. durch einen Rand der Einzelplatte oder durch diejenigen ebenen Bereiche der Einzelplatte festgelegt sein, die nicht infolge eines Präge- oder Tiefziehprozesses zum Ausbilden hierin geschilderter Steg-Kanal-Strukturen oder Sicken verformt sind. Einerseits können die Planflächenebenen in den neutralen Fasern der entsprechenden Abschnitte der Platten verlaufen, andererseits ist es auch möglich, die Oberflächen der betreffenden Abschnitte der Platten als Planflächenebenen zu betrachten. Bei letzterer Betrachtungsweise ist allerdings darauf zu achten, dass bei Distanzen o. dgl. die Materialstärke nur einer von zwei betrachteten Platten berücksichtigt wird.

Bei einer Weiterbildung weist die Innenseite der zweiten Einzelplatte eine Vielzahl von Stegen und dazwischen ausgebildeten zweiten Kanälen auf, wobei sich zumindest einige der zweiten Kanäle abschnittsweise in dem Strömungsfeld erstrecken und in den Krümmungsabschnitt von einem der ersten Kanäle münden. Die zweiten Kanäle können infolge des Mündens fluidleitend mit dem Krümmungsabschnitt verbunden sein. Die zweiten Kanäle können aus oder durch den Krümmungsabschnitt mit Kühlfluid gespeist werden oder, je nach Strömungsrichtung, den Krümmungsabschnitt mit Kühlfluid speisen. Folglich kann zumindest ein Teil des Kühlfluids aus dem Krümmungsabschnitt auf die zweiten Kanäle verteilt oder von dem Krümmungsabschnitt aus den zweiten Kanälen erhalten und gesammelt werden.

Der Anschluss der zweiten Kanäle an den Krümmungsabschnitt ermöglicht eine Verzweigung der Kühlfluidverteilstruktur. Dies kann zum Beispiel ein Füh-

ren des Kühlfluids im Verteilbereich mit einer ersten Anzahl von Kanälen ermöglichen und das Führen des Kühlfluid im Strömungsfeld mit einer zweiten größeren Anzahl von Kanälen, wobei die größere Anzahl zumindest teilweise infolge der geschilderten Verzweigung gebildet wird.

5

Auch das fluidleitende Verbinden von ersten und zweiten Kanälen im Bereich des Krümmungsabschnitts geht mit Verwirbelungen einher, welche bei ausbleibender Strömungsquerschnittserweiterung und/oder hohen Strömungsgeschwindigkeiten deutlich ausgeprägter wären und deutlich größere Druckverluste des Kühlfluids verursachen könnten. Dieses Risiko wird durch die offenbare Strömungsquerschnittserweiterung im Krümmungsabschnitt wirksam begrenzt.

10

Das jeweilige Münden eines zweiten Kanals in den Krümmungsabschnitt von einem der ersten Kanäle kann umfassen, dass ein offenes Ende des zweiten Kanals, das einer Berührebene zwischen der ersten und zweiten Einzelplatte zugewandt ist, dem Krümmungsabschnitt des ersten Kanals gegenüberliegt.

15

Die zweiten Kanäle können jeweils in nur einen Krümmungsabschnitt und/oder nur einen ersten Kanal münden. Dies bedeutet eine begrenzte Anzahl von Einspeisungsstellen in die bzw. aus den zweiten Kanäle, was einen Strömungswiderstand reduzieren kann.

20

Hingegen sieht eine Weiterbildung vor, dass in einen Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals mehr als ein zweiter Kanal mündet. Dies ermöglicht eine besonders deutliche Vergrößerung der Kanalanzahl bzw. eine besonders ausgeprägte Verzweigung der vorstehend erläuterten Art.

25

Gemäß einer Weiterbildung liegen die zweiten Kanäle jeweils abschnittsweise einem an der Innenseite der ersten Platten ausgebildeten Steg gegenüber. Beispielsweise können die zweiten Kanäle (und kann genauer gesagt ein Abschnitt hiervon) einen an der Innenseite der ersten Platten ausgebildeten Steg kreuzen. Dies entspricht einem zumindest temporären Ebenenwechsel der Kühlfluidführung, wenn das Kühlfluid zum Beispiel aus dem Krümmungsabschnitt in die zweiten Kanäle und von diesen unter Überströmen des gegenüberliegenden Steges weiter in Richtung des Strömungsfeldes geleitet wird. Auch eine umgekehrte Strömungsrichtung vom Strömungsfeld in den Verteilbereich ist aber möglich.

30

35

Unter einem Ebenenwechsel der Kühlfluidführung kann ein Wechsel von Strömungsebenen der Kühlfluidverteilstruktur in der Weise verstanden werden,

40

dass von einem Bereich, in dem sich ein Strömungsquerschnitt der Kühlfluidverteilstruktur maßgeblich in einem von der ersten Einzelplatte aufgespannten Strömungsraum für das Kühlfluid erstreckt, zu einem Bereich gewechselt wird, in dem sich ein Strömungsquerschnitt der Kühlfluidverteilstruktur maßgeblich in einem von der zweiten Einzelplatte aufgespannten Strömungsraum für das Kühlfluid erstreckt, oder umgekehrt.

Gemäß einer Ausführungsform weisen die zweiten Kanäle jeweils einen ersten Abschnitt auf, der in einen Krümmungsabschnitt von einem der ersten Kanäle mündet, einen zweiten Abschnitt, der einem an der Innenseite der ersten Platte ausgebildeten Steg gegenüberliegt, und einen dritten Abschnitt, der im Strömungsfeld verläuft, wobei der zweite Abschnitt den ersten und dritten Abschnitt fluidleitend verbindet.

Es hat sich gezeigt, dass durch die vorstehend geschilderte Möglichkeit des Ebenenwechsels und auch die vorstehend genannten Abschnitte der zweiten Kanäle zusätzliche Freiheitsgrade bereitgestellt werden, um die Kühlfluidverteilstruktur im Bereich des Übergangs zwischen Verteilbereich und Strömungsfeld in einem signifikanten Ausmaß zu verzweigen.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass sich zumindest einige andere der zweiten Kanäle, die an der Innenseite der zweiten Einzelplatte ausgebildet sind, im Strömungsfeld erstrecken und dort jeweils einem der ersten Kanäle gegenüberliegen, die an der Innenseite der ersten Einzelplatte ausgebildet sind. Beispielsweise können diese zweiten Kanäle jeweils einem zweiten Segment eines ersten Kanals der vorstehend geschilderten Art und/oder einer Fortsetzung eines ersten Kanals in das Strömungsfeld hinein gegenüberliegen.

Somit kann das Kühlfluid nicht nur infolge des vorstehend geschilderten Mündens der zweiten Kanäle in den Krümmungsabschnitt an der Innenseite der zweiten Einzelplatte geführt werden, sondern auch durch das entsprechende direkte Gegenüberliegen mindestens eines Teils der zweiten und ersten Kanäle. Hierdurch wird die erzielbare Kühlung der zweiten Einzelplatten erhöht.

Es kann vorgesehen sein, dass bei einer Orthogonalprojektion der ersten und zweiten Kanäle in die Planflächenebene der Separatorplatte für jeden ersten Kanal und einen darin mündenden zweiten Kanal gilt: ein dem ersten Segment des ersten Kanals nächstliegender zweite Kanal, beispielsweise aus einer etwaigen Mehrzahl von in den ersten Kanal mündenden zweiten Kanäle, und der erste Kanal spannen einen ersten Übergabewinkel auf, der weniger als

80°, insbesondere weniger als 70°, insbesondere weniger als 60° beträgt. Vorzugsweise wird der kleinste eintragbare aufgespannte Winkel betrachtet.

5 Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass bei einer Orthogonalprojektion der ersten und zweiten Kanäle in die Planflächenebene der Separatorplatte für jeden ersten Kanal und eine darin mündende Mehrzahl von zweiten Kanälen gilt: ein von dem ersten Segment des ersten Kanals weiter entfernt liegender zweiter Kanal und der erste Kanal spannen einen zweiten Übergabewinkel auf, der geringer ist als der erste Übergabewinkel, insbesondere um mindestens 5°, vorzugsweise um mindestens 10° geringer ist. Vorzugsweise wird der kleinste eintragbare aufgespannte Winkel betrachtet.

10

15 Mittels der Übergabewinkel wird eine räumlich kompakte fluidleitende Anbindung der zweiten Kanäle an einen jeweiligen ersten Kanal ermöglicht. Gleichzeitig werden Strömungswiderstände aufgrund der zumindest teilweise Strömungsrichtungsänderung bei einem Fluidübertritt zwischen den Kanälen begrenzt.

20 Die Erfindung betrifft auch ein elektrochemisches System mit einer Mehrzahl von Separatorplatten gemäß jeglichem hierin geschilderten Aspekt.

25 Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten schematischen Figuren erläutert. Figurenübergreifend können für gleichartige oder gleichwirkende Merkmale die gleichen Bezugszeichen verwendet werden.

30 Figur 1 zeigt in perspektivischer Darstellung ein elektrochemisches System mit einer Vielzahl von gestapelten Separatorplatten samt dazwischen angeordneter Membranelektrodeneinheiten.

35 Figur 2 zeigt in einer perspektivischen Darstellung zwei Separatorplatten eines Systems ähnlich Figur 1 mit einer zwischen den Separatorplatten angeordneten Membranelektrodeneinheit (MEA).

40 Figur 3 zeigt eine perspektivische Teilansicht der Separatorplatte der ersten Ausführungsform im Bereich eines Verteilbereichs einer ersten Einzelplatte, insbesondere Kathodenplatte, der Separatorplatte.

Figur 3a ist eine vergrößerte Detailansicht eines Ausschnitts von Figur 3.

45 Figur 4 zeigt eine perspektivische Teilansicht einer Separatorplatte ge-

mäß einer ersten Ausführungsform im Bereich eines Verteilbereichs einer zweiten Einzelplatte, insbesondere Anodenplatte, der Separatorplatte.

5 Figur 5 zeigt eine schematisch stark vereinfachte Ansicht eines Teils einer Kühlfluidverteilstuktur im Innern der Separatorplatte gemäß der ersten Ausführungsform.

10 Figur 6 zeigt eine Orthogonalprojektion der Strukturmerkmale eines Teils der Separatorplatte in eine gemeinsame Ebene.

15 Figur 1 zeigt ein elektrochemisches System 1 der hier vorgeschlagenen Art mit einer Mehrzahl von baugleichen metallischen Separatorplatten 2 (bzw. Bipolarplatten). Diese sind in einem Stapel 6 angeordnet und entlang einer z-Richtung 7 gestapelt. Die Separatorplatten 2 des Stapels 6 sind zwischen zwei Endplatten 3, 4 eingespannt. Die z-Richtung 7 wird auch Stapelrichtung genannt. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei dem System 1 um einen Brennstoffzellenstapel. Je zwei benachbarte Separatorplatten 2 des Stapels 6 schließen zwischen sich eine elektrochemische Zelle ein, die z. B. der Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie dient. Zur Ausbildung der elektrochemischen Zellen des Systems 1 ist zwischen benachbarten Separatorplatten 2 des Stapels 6 jeweils eine Membranelektrodeneneinheit (MEA) 10 angeordnet (siehe nachstehende Figur 2). Die MEA beinhalten typischerweise jeweils wenigstens eine Membran, z. B. eine Elektrolytmembran. Ferner kann auf einer oder beiden Oberflächen der MEA eine Gasdiffusionslage (GDL) angeordnet sein.

25 Bei alternativen Ausführungsformen kann das System 1 ebenso als Elektrolyseur, Kompressor oder als Redox-Flow-Batterie ausgebildet sein. Bei diesen elektrochemischen Systemen können ebenfalls Separatorplatten verwendet werden. Der Aufbau dieser Separatorplatten kann dem Aufbau der hier näher erläuterten Separatorplatten 2 entsprechen, auch wenn sich die auf bzw. durch die Separatorplatten geführten Medien bei einem Elektrolyseur, bei einem elektrochemischen Kompressor oder bei einer Redox-Flow-Batterie jeweils von den für ein Brennstoffzellensystem verwendeten Medien unterscheiden können.

35 Die z-Achse 7 spannt zusammen mit einer x-Achse 8 und einer y-Achse 9 ein rechtshändiges kartesisches Koordinatensystem auf. Die Separatorplatten 2 definieren jeweils eine Plattenebene, wobei die Plattenebenen der Separator-

40

platten 2 jeweils parallel zur x-y-Ebene und damit senkrecht zur Stapelrichtung (z-Achse 7) ausgerichtet sind. Die Endplatte 4 weist eine Vielzahl von Medienanschlüssen 5 auf, über die dem System 1 Medien zuführbar und über die Medien aus dem System 1 abführbar sind. Diese dem System 1 zuführbaren und aus dem System 1 abführbaren Medien können z. B. Brennstoffe wie molekularen Wasserstoff oder Methanol, Reaktionsgase wie Luft oder Sauerstoff, Reaktionsprodukte wie Wasserdampf oder abgereicherte Brennstoffe oder ein Kühlfluid wie Wasser und/oder Glykol umfassen.

Figur 2 zeigt perspektivisch zwei benachbarte Separatorplatten 2 oder Bipolarplatten, die von einem elektrochemischen System von der Art des Systems 1 aus Figur 1 umfasst sein können. Die Separatorplatten 2 entsprechen einem Beispiel aus dem Stand der Technik. Die nachstehend in Bezug hierauf erläuterten Eigenschaften und Merkmale können aber ebenso auf die hier offenbarten erfindungsgemäßen Separatorplatten 2 zutreffen bzw. bei diesen vorgesehen sein, sofern nicht anders erwähnt oder ersichtlich.

Fig. 2 zeigt auch eine zwischen diesen benachbarten Separatorplatten 2 angeordnete bekannte Membranelektrodeneinheit (MEA) 10, wobei die MEA 10 in Figur 2 zum größten Teil durch die dem Betrachter zugewandte Separatorplatte 2 verdeckt ist. Die Separatorplatte 2 ist aus zwei stoffschlüssig zusammengefügte Einzelplatten 2a, 2b gebildet, von denen in Figur 2 jeweils nur die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a sichtbar ist, die die weitere Einzelplatte 2b verdeckt. Die Einzelplatten 2a, 2b können jeweils aus einem Metallblech gefertigt sein, z. B. aus einem Edelstahlblech. Die Einzelplatten 2a, 2b können z. B. miteinander verschweißt sein, z. B. durch Laserschweißverbindungen oder erst beim Aufstapeln des Stacks verbunden werden. Insbesondere die Gestaltung von fluidführenden Strukturen an der dem Betrachter zugewandten Außenseite der Einzelplatte 2a kann in Fig. 2 von den erfindungsgemäßen Strukturen der nachstehenden weiteren Figuren abweichen.

Die Einzelplatten 2a, 2b weisen miteinander fluchtende Durchgangsöffnungen auf, welche Durchgangsöffnungen 11a-c der Separatorplatte 2 bilden. Bei Stapelung einer Mehrzahl von Separatorplatten 2 bilden die Durchgangsöffnungen 11a-c Leitungen, die sich in der Stapelrichtung 7 durch den Stapel 6 erstrecken (siehe Figur 1). Typischerweise ist jede der durch die Durchgangsöffnungen 11a-c gebildeten Leitungen jeweils in Fluidverbindung mit einem der Ports 5 in der Endplatte 4 des Systems 1. Über die von den Durchgangsöffnungen 11a gebildeten Leitungen kann z. B. ein Kühlfluid in den Stapel 6 eingeleitet oder aus dem Stapel 6 abgeleitet werden. Die von den Durchgangsöffnungen

gen 11b, 11c gebildeten Leitungen können dagegen zur Versorgung der elektrochemischen Zellen des Brennstoffzellenstapels des Systems 1 mit Brennstoff und mit Reaktionsgas sowie zum Ableiten der Reaktionsprodukte aus dem Stapel 6 ausgebildet sein.

5

Zum Abdichten der Durchgangsöffnungen 11a-c gegenüber dem Inneren des Stapels 6 und gegenüber der Umgebung weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a jeweils Dichtanordnungen in Gestalt von Dichtsicken 12a-c auf. Diese sind jeweils um die Durchgangsöffnungen 11a-c herum angeordnet und umschließen die Durchgangsöffnungen 11a-c jeweils vollständig. Die zweite Einzelplatte 2b weist an der vom Betrachter der Figur 2 abgewandten Rückseite der Separatorplatte 2 ebenfalls entsprechende Dichtsicken 12a-c zum Abdichten der Durchgangsöffnungen 11a-c auf (nicht gezeigt). Alternative Dichtsysteme, wie etwa Elastomerdichtungen, können ebenfalls zum Einsatz kommen.

10

15

Angrenzend an den elektrochemisch aktiven Bereich 18 der MEA weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a an ihrer dem Betrachter zugewandten Außenseite ein Strömungsfeld 17a mit Strukturen zum Führen eines Reaktionsmediums entlang der Außenseite der Einzelplatte 2a auf. Diese Strukturen sind in Figur 2 in Form einer Vielzahl von Stegen und zwischen den Stegen verlaufenden und durch die Stege begrenzten Kanälen ausgebildet. An der dem Betrachter zugewandten Außenseite der Separatorplatte 2 weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a zudem zwei Verteilbereiche 20 auf. Die Verteilbereiche 20 umfassen jeweils Strukturen, die eingerichtet sind, ein ausgehend von einer ersten der beiden Durchgangsöffnungen 11b in einen der Verteilbereiche 20 eingeleitetes Medium mittels des Strömungsfelds 17a über den aktiven Bereich 18 zu verteilen bzw. ein ausgehend vom aktiven Bereich 18 bzw. vom Strömungsfeld 17a zur zweiten der Durchgangsöffnungen 11b hinströmendes Medium zu sammeln oder zu bündeln. In letzterem Fall kann der sammelnden Verteilbereich 20 auch als ein Sammelbereich bezeichnet werden. Die fluidführenden Strukturen der Verteilbereiche 20 sind in Figur 2 ebenfalls durch Stege und zwischen den Stegen verlaufende und durch die Stege begrenzte Kanäle gegeben.

20

25

30

35

Ohne dass dies in Figur 2 gesondert dargestellt ist, weist eine zwischen den Einzelplatten 2a, 2b ausgebildete und/oder eingeschlossene Kühlfluidverteilstruktur 19 ebenfalls Verteilbereiche auf, welche sich mit den Verteilbereichen 20 der Einzelplatten 2a, 2b überlappen. Auch weist diese Kühlfluidverteilstruktur ein Strömungsfeld 17c auf, das mit den Strömungsfeldern 17a,b

40

der Außenseiten der Einzelplatten 2a, 2b überlappt bzw. zwischen diesen eingeschlossen ist. Die Steg-Kanal-Strukturen an den Außenseiten der Einzelplatten 2a, 2b bilden dabei komplementär geformte Steg-Kanal-Strukturen an den entsprechenden Innenseiten aus und somit komplementär geformte Steg-Kanal-Strukturen der Kühlfluidverteilstruktur 19.

Die beiden Durchgangsöffnungen 11b bzw. die von den Durchgangsöffnungen 11b gebildeten Leitungen durch den Plattenstapel des Systems 1 sind jeweils über Durchführungen 13b in Dichtsicken 12b, über die Verteilstrukturen der Verteilbereiche 20 und über das Strömungsfeld 17a der dem Betrachter der Figur 2 zugewandten Einzelplatte 2a miteinander in Fluidverbindung. Diese Einzelplatte 2a ist eine zweite Einzelplatte 2a im Sinne dieser Offenbarung. Ein entlang der Außenseite dieser Einzelplatte 2a geführtes Fluid ist vorzugsweise Wasserstoff, sodass die Durchgangsöffnungen 11b vorzugsweise Wasserstoff-Durchgangsöffnungen 11b sind. Dies ergibt sich insbesondere aus dem im Vergleich zu den anderen Durchgangsöffnungen 11a, 11c geringsten Querschnitt der Wasserstoff-Durchgangsöffnungen 11b.

In analoger Weise sind die beiden Durchgangsöffnungen 11c bzw. die von den Durchgangsöffnungen 11c gebildeten Leitungen durch den Plattenstapel des Systems 1 jeweils über entsprechende Sickendurchführungen 13c, über entsprechende Verteilstrukturen und über ein entsprechendes Strömungsfeld an einer Außenseite der vom Betrachter der Figur 2 abgewandten Einzelplatte 2b miteinander in Fluidverbindung. Diese Einzelplatte 2b ist eine erste Einzelplatte 2b im Sinne dieser Offenbarung. Ein entlang der Außenseite dieser Einzelplatte 2b geführtes Fluid ist vorzugsweise Luft oder Sauerstoff, sodass die Durchgangsöffnungen 11c vorzugsweise Luft- oder Sauerstoff-Durchgangsöffnungen 11c sind. Dies ergibt sich insbesondere aus dem im Vergleich zu den anderen Durchgangsöffnungen 11a, 11b größten Querschnitt der Luft- oder Sauerstoff-Durchgangsöffnungen 11c.

Die Durchgangsöffnungen 11a dagegen bzw. die von den Durchgangsöffnungen 11a gebildeten Leitungen durch den Plattenstapel des Systems 1 sind jeweils über einen von den Einzelplatten 2a, 2b eingeschlossenen oder umschlossenen Hohlraum, der die Kühlfluidverteilstruktur 19 bildet, miteinander in Fluidverbindung. Dies erfolgt beispielsweise wiederum durch Durchführungen 13a. Dieser Hohlraum bzw. diese Kühlfluidverteilstruktur 19 dient zum Führen eines Kühlfluids durch die Separatorplatte 2, insbesondere zum Kühlen des elektrochemisch aktiven Bereichs 18 der MEA. Die Durchgangsöffnungen 11a sind daher Kühlfluid-Durchgangsöffnungen, was insbesondere auch aus

deren mittlerer Querschnittsgröße im Vergleich zu den anderen Durchgangsöffnungen 11b, 11c naheliegt.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt der Außenseite der Bipolarplatte 2 gemäß einer Ausführungsform mit Blick auf die in Fig. 2 vom Betrachter abgewandte erste Einzelplatte 2b, insbesondere eine Kathodenplatte, in dem gestrichelt umrissenen Bereich aus Figur 2. Der Blickwinkel ist gegenüber Figur 2 gedreht, wie anhand der angezeigten Position der Durchgangsöffnung 11c in Figur 3 erkennbar. Sowohl vom Verteilbereich 20b als auch vom Strömungsfeld 17b ist nur ein abgeschnittener Teil dargestellt. In diesen wird ein Fluid aus der Durchgangsöffnung 11c über einen ersten Verteilbereich 20b und unter Führung durch eine Steg-Kanal-Struktur 46b an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2b geführt. Die Steg-Kanal-Struktur 46b weist mehrere nach außen hervorstehende Stege 27b sowie dazwischen eingeschlossene Kanäle 29b auf, von denen jeweils nur ausgewählte mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Die tiefsten Bereiche der Kanäle 29b verlaufen in der Planflächenebene der ersten Einzelplatte 2b.

An der vom Betrachter abgewandten Innenseite der ersten Einzelplatte 2b bildet die Steg-Kanal-Struktur 46b komplementär geformte Stege und Kanäle der Kühlfluidverteilstuktur 19 aus, siehe die nachstehend diskutierten Figuren 5 und 6. Genauer gesagt formen die Stege 27b der Steg-Kanal-Struktur 46b kühlfluidführende Kanäle der Kühlfluidverteilstuktur 19 aus, wohingegen die Kanäle 29b der Steg-Kanal-Struktur 46b Stege der Kühlfluidverteilstuktur 19 ausbilden.

Der Verteilbereich 20b umfasst einen ersten Abschnitt 20b1, einen Krümmungsabschnitt 52 und einen zweiten Abschnitt 20b2. In dem ersten Abschnitt 20b1 weisen die Stege 27b der Steg-Kanal-Struktur 46b ein erstes Segment 50 auf. In dem zweiten Abschnitt 20b2 weisen die Stege 27b ein zweites Segment 54 auf, sh. die vergrößerte Detailansicht aus Fig. 3a. Die Segmente 50, 54 und der Krümmungsabschnitt 52 folgen direkt aufeinander und gehen direkt ineinander über. An der Innenseite können die entsprechenden Segmente eines komplementär geformten Kanals 27c der Kühlfluidverteilstuktur 19 Kühlfluid führen. Die Abschnitte 20b1, 20b2 liegen an der Innenseite als analoge Abschnitte 20b1, 20b2 des Verteilbereichs 20c der Kühlfluidverteilstuktur 19 vor.

Das erste Segment 50 erstreckt sich von einem Rand des Verteilbereichs 20b nahe der Durchgangsöffnung 11c bis zu dem Krümmungsabschnitt 52. Der Krümmungsabschnitt 52 ist allgemein näher zu dem Strömungsfeld 17b als zu

der Durchgangsöffnung 11c positioniert. Das zweite Segment 54 erstreckt sich von dem Krümmungsabschnitt 52 bis zu dem Strömungsfeld 17b. Zumindest ein von dem Krümmungsabschnitt 52 weg weisender Endabschnitt des zweiten Segments 52 kann parallel zu einer in Fig. 3 vertikalen Hauptströmungsrichtung (nicht abgebildet) durch das Strömungsfeld 17b verlaufen. Das zweite Segment 52 geht direkt in einen Steg 27b des Strömungsfelds 17b über oder wird als ein solcher weitergeführt.

Das Strömungsfeld 17b kann sich zum Beispiel dadurch auszeichnen, dass sämtliche hiervon umfasst Stege 27b und Kanäle 29b geradlinig sind und parallel zueinander sowie parallel zu der Hauptströmungsrichtung verlaufen. Alternativ könnten die Stege 27b und Kanäle 29b aber auch wellenförmig sein und mit gleichartiger Wellenform nebeneinander sowie entlang der Hauptströmungsrichtung verlaufen. Außerdem weisen die Stege 27b und Kanäle 29b im Strömungsfeld 17b einen konstanten Strömungsquerschnitt und/oder eine im Wesentlichen konstante Höhe auf. Im Verteilbereich 20b können nicht sämtliche dieser Voraussetzungen erfüllt sein.

Zusätzlich oder alternativ sowie nicht auf die spezifischen Details dieses Ausführungsbeispiels beschränkt, kann sich das Strömungsfeld 17b dadurch auszeichnen, dass es innerhalb eines MEA-Verstärkungsrandes liegt und insbesondere von diesem zumindest abschnittsweise umgeben und/oder eingerahmt wird. Jedoch liegt dem Strömungsfeld 17b selbst der MEA-Verstärkungsrand nicht gegenüber, sondern der eigentlich aktive Bereich der MEA, insbesondere in Form von deren Elektrolytmembran. Es wird beispielhaft auf die DE 2020 106 459 U1 verwiesen und dort insbesondere auf die Figur 3B, die eine MEA mit Verstärkungsrand zeigt, der einen aktiven Bereich der MEA einrahmt.

Bei einem überwiegenden Teil der ersten Stege 27b ist das erste Segment 50 deutlich länger als der Krümmungsabschnitt 52. Das erste Segment 50 und auch das zweite Segment 52 sind zudem jeweils geradlinig. Der Krümmungsabschnitt 52 weist hingegen keinen vollständig geradlinigen Teilabschnitt und auch keinen Abschnitt mit konstantem Strömungsquerschnitt auf.

Wie nachstehend noch anhand von Figur 5 erläutert, vergrößert sich ein Strömungsquerschnitt eines jeden ersten Stegs 27b vorübergehend innerhalb des jeweiligen Krümmungsabschnitts 52. Im ersten und zweiten Segment 50, 52 weist jeder Steg 27b daher einen im Vergleich zum Krümmungsabschnitt 52 kleineren Strömungsquerschnitt auf.

Fig. 3a ist eine vergrößerte Detailansicht eines in Fig. 3 gestrichelt umrissenen Ausschnitts. Man erkennt wiederum den Krümmungsabschnitt 52 und dessen vergrößerte Abmessungen gegenüber dem teilweise erkennbaren ersten Segment 50 und zweiten Segment 54. Lediglich optional ist eine Stufe 53 in Figur 3a eingetragen, die auch in Figur 3 angedeutet ist. Über diese Stufe 53 können die dem Strömungsfeld 17c (auf der Innenseite) zugewandten Bereiche des Krümmungsabschnitts 52, ebenso wie die zweiten Segmente 54 der ersten Kanäle 27c, eine geringere Höhe sowohl verglichen mit den ersten Segmenten 50 der ersten Kanäle 27c als auch verglichen mit den Kanälen des Strömungsfelds 17b aufweisen. Umgekehrt sind auf der in Fig. 3a gezeigten Außenseite die entsprechenden Stege 27b auf der dem Strömungsfeld 17b zugewandten Seite der Stufe 53 niedriger ausgeführt. Dies kann im Hinblick auf den Raumbedarf von MEA, MEA-Verstärkungsrand und GDL vorteilhaft sein.

Der Vollständigkeit halber ist zu erwähnen, dass Fig. 3a ferner zeigt, dass sich im Strömungsfeld 17b gegenüber dem Verteilbereich 20b zusätzliche Stege 28b erstrecken. Dies ist gleichbedeutend damit, dass sich ein Kanal 29b an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2b im Übergang zwischen Verteilbereich 20b und Strömungsfeld 17b in weitere Kanäle 31b verzweigt.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt der Bipolarplatte 2 mit Blick auf die Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a, vorzugsweise einer Anodenplatte, in dem gestrichelt umrissenen Bereich aus Figur 2. Der Blickwinkel ist gegenüber Figur 2 gedreht, wie anhand der angedeuteten Position der Durchgangsöffnung 11b in Figur 4 erkennbar. Nur ein abgeschnittener Teil des Verteilbereichs 20a und des Strömungsfelds 17a sind dargestellt. In diesen wird ein Fluid aus der Durchgangsöffnung 11b über den Verteilbereich 20a und unter Führung durch eine Steg-Kanal-Struktur 46a an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a geführt. Lediglich beispielhaft weist die Steg-Kanal-Struktur 46a mehrere nach außen hervorstehende Stege 27a sowie dazwischen eingeschlossene Kanäle 29a auf, von denen jeweils ausgewählte mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Die tiefsten Bereiche der Kanäle 29a verlaufen in der Planflächenebene der zweiten Einzelplatte 2a.

Die Stege 27a sind, wie dargestellt, entlang ihrer Längserstreckung innerhalb des Verteilbereichs 20a optional abschnittsweise unterbrochen, können sich aber auch durchgängig in Richtung des Strömungsfeldes 17a erstrecken.

Ferner optional sind die Stege 27a auch nahe ihres Übergangs zu dem Strömungsfeld 17a unterbrochen, können sich aber ebenso durchgängig in das

Strömungsfeld 17a hinein erstrecken. Die Stege 27a werden folglich nicht unter einer Richtungsänderung wie in Fig. 3 durchgängig in das Strömungsfeld 17a geführt.

5 Die Anzahl der Stege 27a ist im Strömungsfeld 17a größer als im Verteilbereich 20a. Zum Beispiel sind zusätzliche Stege 28b im Strömungsfeld 17a vorgesehen, die auch bei einer alternativen durchgängigen Erstreckung der Stege 27a des Verteilbereichs 20a nicht in diese Stege 27a übergehen würden.

10 Figur 4 zeigt beispielhaft außerdem, dass ein Teil der Stege 27a, 28a vergrößerte Endabschnitte 33 in einem Übergangsbereich zwischen dem Verteilbereich 20a und Strömungsfeld 17a aufweist. Dies wird nachstehend anhand von Fig. 6 noch näher erläutert.

15 Fig. 5 zeigt schematisch stark vereinfacht einen Kanal 27c der zwischen den Einzelplatten 2a,b ausgebildeten Kühlfluidverteilstuktur 19. Die entsprechend nur ausschnittsweise dargestellte Separatorplatte 2 ist gegenüber den Figuren 3 und 4 um 90° gedreht, was einer Orientierung analog zu Figur 2 entspricht. Die Kühlfluidverteilstuktur 19 weist wiederum einen Verteilbereich
20 20c und ein Strömungsfeld 17c auf. Die Kühlfluidverteilstuktur 19 umfasst tatsächlich eine Vielzahl von Kanälen 27c, was in der schematisch stark vereinfachten Fig. 5 jedoch nicht dargestellt ist.

25 Der Kanal 27c wird maßgeblich durch die Innenseite von einem der Stege 27b der ersten Einzelplatte 2b begrenzt (sh. Fig. 3) oder, anders ausgedrückt, ist komplementär zu einem solchen Steg 27b geformt. Entsprechend weist der Kanal 27c erste und zweite Segmente 50, 54 und einen Krümmungsabschnitt 52 auf, die jeweils als zu den Segmenten 50, 54 und dem Krümmungsabschnitt 52 der Stege 27b komplementäre Vertiefungen an der Innenseite der ersten
30 Einzelplatte 2b ausgebildet sind. Jeder der Stege 27b aus Fig. 3 bildet einen entsprechenden Kanal 27c der Kühlfluidverteilstuktur 19 aus bzw. ist komplementär hierzu geformt.

35 Der Kanal 27c weist vorzugsweise eine im Wesentlichen oder vollständig konstante Höhe auf, die z. B. orthogonal zu den Planflächenebenen der Einzelplatten 2a, 2b verläuft. Die Breite des Kanals 27c variiert hingegen entlang seines Verlaufs. In Anbetracht der bevorzugt konstanten Höhe ist diese Breitenvariation gleichbedeutend mit einer Variation eines dem Kühlfluid zur Verfügung stehenden Strömungsquerschnitts im Kanal 27c.

40

Fig. 5 zeigt, dass das erste Segment 50 eine Breite b_1 aufweist. Der Krümmungsabschnitt 52 weist im Vergleich eine deutlich größere Breite b_2 auf, wobei insbesondere eine maximale und/oder eine mittlere Breite des Krümmungsabschnitts 52 betrachtet werden kann. Eine Breite b_3 des zweiten Segments 54 liegt zwischen den Breiten b_1 und b_2 des ersten Segments 50 bzw. des Krümmungsabschnitts 52. Somit ergibt sich eine im Krümmungsabschnitt 52 und auf diesen begrenzte Aufweitung des Strömungsquerschnitts. Im Bereich der Aufweitung von b_1 über b_2 nach b_3 läuft der Kanal 27c dabei unverzweigt weiter, d.h. die Aufweitung stellt keine einseitige Aufweitung zur Ausbildung von Verzweigungen innerhalb des Kanals 27c dar.

Des Weiteren verdeutlicht sich aus Fig. 5, dass das erste und zweite Segment 50, 54 in einem Winkel W_1 relativ zueinander verlaufen. Dieser Winkel W_1 ist als kleinster Schnittwinkel der verlängerten Längsachsen L_a , L_b des ersten und zweiten Segments 50, 54 definiert. Der aufgeweitete Krümmungsabschnitt 52 definiert folglich einen Bereich einer Richtungsänderung des ersten Kanals 27c und ermöglicht eine Umlenkung des Kühlfluids von dem ersten Segment 50 in das relativ hierzu angewinkelte zweite Segment 54.

Fig. 5 zeigt auch eine optionale Kühlfluideinspeisung aus dem (oder in den) Krümmungsabschnitt 52 in (oder aus) gestrichelt dargestellte zweite Kanäle 30c. Die zweiten Kanäle 30c werden maßgeblich durch die Innenseite von einem Teil der Stege 27a, 28a der zweiten Einzelplatte 2a begrenzt (sh. Fig. 4). Anders ausgedrückt sind die zweiten Kanäle 30c komplementär zu einem Anteil der Stege 27a, 28a geformt. Die betrifft insbesondere einen Anteil der Stege 27a, 28a in oder nahe des Strömungsfeldes 17a der zweiten Einzelplatte 2a.

Entsprechend weisen die zweiten Kanäle 30c optional vergrößerte Endabschnitte 33 analog zu denjenigen aus Fig. 4 auf. Diese Endabschnitte 33 sind in Fig. 5 infolge der schematischen Darstellung nicht signifikant vergrößert dargestellt. Man erkennt, dass diese Endabschnitte 33 an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a dem Krümmungsabschnitt 52 an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b gegenüberliegen. Dabei ist ein offenes Ende eines jeden zweiten Kanals 30c dem Krümmungsabschnitt 52 zugewandt und stellt eine fluidleitende Verbindung von dem ersten Kanal 27c und einem jeweiligen zweiten Kanal 30c her.

Sowohl die Richtungsänderung im Bereich des Krümmungsabschnitts 52 als auch der optionale Fluidaustausch zwischen dem ersten Kanal 27c und den zweiten Kanälen 30c verursachen Turbulenzen in der Kühlfluidströmung.

Durch die Aufweitung des Strömungsquerschnitts im Krümmungsabschnitt 52 wird die Strömungsgeschwindigkeit in diesem Abschnitt erhöhter Turbulenzen gezielt reduziert, was auftretende Druckverluste begrenzt.

- 5 Fig. 6 zeigt eine Orthogonalprojektion eines Ausschnitts der Separatorplatte 2, die analog zu Fig. 5 orientiert ist, in eine zu den Planflächenebenen der Einzelplatten 2a, 2b parallele Ebene. Die Ansicht entspricht einer Durchsicht durch den entsprechenden Ausschnitt der Separatorplatte 2. Der gezeigte Ausschnitt entspricht in etwa einem Bereich, der die schematisch dargestellten
- 10 Strukturen aus Fig. 5 aufweist. Positionen der Verteilbereiche 20a-c und Strömungsfelder 17a-c an den Außen- und Innenseiten der ersten und zweiten Einzelplatten 2a,b sind eingetragen. Diese überlappen sich jeweils zumindest abschnittsweise.
- 15 Ferner erkennt man Positionen und Ausmaße von Überlappungen der Kanal-Steg-Strukturen 46a, b sowie die gemeinsam hiervon begrenzte Kühlfluidverteilstruktur 19.
- 20 Drei Kanäle 27c der Kühlfluidverteilstruktur 19 sind gezeigt, die jeweils komplementär zu Stegen 27b an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2b geformt sind. Für den Mittleren der Kanäle 27c ist der aufgeweitete Krümmungsbereich 52 schraffiert dargestellt, wobei die Schraffurlinien beispielhaft Bereiche markieren, die unterhalb der halben Kanalhöhe liegen. Ferner erkennt man den fluidleitenden Anschluss des Krümmungsbereichs 52 eines jeden
- 25 Kanals 27c an zwei Kanäle 30c an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a (komplementär geformt zu Stegen 27a an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a). Nicht sämtliche der zweiten Kanäle 30c sind in Figur 6 mit einem entsprechenden Bezugszeichen markiert.
- 30 In Figur 6 sind ebenfalls weitere Kanäle 28c an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b gezeigt. Diese sind Bestandteil der Kühlfluidverteilstruktur 19 und sind komplementär geformt zu den Stegen 28b an der Außenseite dieser ersten Einzelplatte 2b, siehe Figur 3a. Die Kanäle 28c liegen Abschnitten der zweiten Kanäle 30c gegenüber.
- 35 Genauer gesagt umfassen die zweiten Kanäle 30c jeweils einen ersten Abschnitt 30c1, der in einen der Krümmungsabschnitte 52 mündet, und einen dritten Abschnitt 30c3, der einem entsprechenden Kanal 28c gegenüberliegt. Verbunden sind der erste und dritte Abschnitt 30c1, 30c3 durch einen zweiten
- 40 Abschnitt 30c2. Dieser liegt zumindest abschnittsweise keinem Kanal an der

Innenseite der ersten Einzelplatte 2b gegenüber, sondern einem dort ausgebildeten Steg 29c.

5 Das entlang der zweiten Kanäle 30c geführte Kühlfluid überströmt somit einen Abschnitt eines Stegs 29c an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b, sodass ein Strömungsquerschnitt für das Kühlfluid in diesem Bereich ausschließlich in der zweiten Einzelplatte 2a bereitgestellt ist.

10 Weiter zeigt Figur 6, dass das zweite Segment 54 eines jeden Kanals 27c in das Strömungsfeld 17c der Kühlfluidverteilstuktur 19 hineingeführt und dort als Kanal fortgesetzt wird. Dieser liegt einem Kanal 31c an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a gegenüber, der komplementär geformt ist zu einem der Stege 28a an der Außenseite dieser zweiten Einzelplatte 2a (siehe Figur 4). Der Kanal 31c ist ein Beispiel eines von den erwähnten zweiten Kanälen 30c
15 verschiedenen Typs von zweiten Kanälen an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a.

Figur 6 zeigt schließlich auch zwei Übergabewinkel W2, W3 zwischen einem Kanal 27c bzw. dessen Krümmungsabschnitt 52 und jeweils einem der zweiten
20 Kanälen 30c. Der erste Übergabewinkel W2 wird eingeschlossen durch eine Längsachse L1 des Krümmungsabschnitts 52 und eine Längsachse L2 des zweiten Kanals 30c und insbesondere von dessen Endbereich 33. Die Längsachsen L1, L2 verlaufen vorzugsweise in Breitenrichtung jeweils mittig durch die genannten Abschnitte bzw. Bereiche. Es wird derjenige zweite Kanal 30c betrachtet, der näher zu dem in Figur 6 im Fall des obersten Kanals 27c nicht
25 dargestellten ersten Segment 50 positioniert ist. Ferner wird der kleinste eintragbare Schnittwinkel zwischen den Längsachsen L1, L2 betrachtet.

Der zweite Übergabewinkel W3 wird zwischen der Längsachse L1' des Krümmungsabschnitts 52 und der Längsachse L2' des anderen zweiten Kanals 30c und insbesondere von dessen Endbereich 33 aufgespannt. Dabei wird derjenige zweite Kanal 30c betrachtet, der weiter entfernt von dem im Fall des obersten Kanals 27c nicht dargestellten ersten Segment 50 positioniert ist.

35 Aufgrund der Krümmung des Krümmungsabschnitts 52 liegt die betrachtete Längsachse L2' gegenüber der Längsachse L2 des ersten Übergabewinkels W2 leicht anders. Zur Definition der Übergabewinkel W2, W3 wird folglich stets eine Längsachse L1 eines lokalen Bereichs des Krümmungsabschnitts 52 herangezogen, der von der Längsachse L2 des entsprechend betrachteten zweiten Kanals 30c geschnitten wird.
40

Der erste Übergabewinkel W_2 ist in dem gezeigten Beispiel größer als der zweite Übergabewinkel W_3 . Beide Übergabewinkel W_2 , W_3 sind kleiner als 80° , vorzugsweise aber größer als 40° .

- 5 Der Vollständigkeit halber zeigt Fig. 6 erneut auch den Winkel W_1 , wie vorstehend anhand von Figur 5 erläutert.

Patentansprüche

5

1. Separatorplatte (2) für ein elektrochemisches System, umfassend eine erste Einzelplatte (2b) und eine zweite Einzelplatte (2a), deren Innenseiten einander zugewandt sind und gemeinsam eine Kühlfluidverteilstuktur (19) begrenzen, wobei die Separatorplatte (2) mindestens eine erste Durchgangsöffnung (11a) zum Durchleiten eines Kühlfluids durch die Separatorplatte (2) aufweist und die Kühlfluidverteilstuktur (19) mindestens einen Verteilbereich (20c) und ein Strömungsfeld (17c) aufweist, wobei das Strömungsfeld (17c) über den Verteilbereich (20c) in Fluidverbindung mit der Durchgangsöffnung (11a) ist, wobei die Innenseite der ersten Einzelplatte (2b) eine Vielzahl von Stegen (29c) und dazwischen ausgebildeten ersten Kanälen (27c) aufweist, wobei die ersten Kanäle (27c) jeweils wenigstens eine durchgängige Fluidverbindung von dem Verteilbereich (20c) in das Strömungsfeld (17c) definieren sowie jeweils einen Krümmungsabschnitt (52) aufweisen, wobei der Verteilbereich (20c) einen ersten Abschnitt (20b1) umfasst, der erste Segmente (50) der ersten Kanäle (27c) umfasst, wobei die ersten Segmente (50) eine Fluidverbindung zwischen der Durchgangsöffnung (11a) und dem Krümmungsabschnitt (52) eines jeweiligen ersten Kanals (27c) definieren, wobei der Verteilbereich (20c) einen zweiten Abschnitt (20b2) umfasst, der zweite Segmente (54) der ersten Kanäle (27c) umfasst, wobei die zweiten Segmente (54) jeweils eine Fluidverbindung zwischen dem Krümmungsabschnitt (52) eines jeweiligen ersten Kanals (27c) und dem Strömungsfeld (17c) definieren, und wobei der Krümmungsabschnitt (52) eines jeweiligen ersten Kanals (27c) einen Strömungsquerschnitt aufweist, der größer ist als der Strömungsquerschnitt des ersten Segments (50) des ersten Kanals (27c).

2. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1, wobei der Krümmungsabschnitt (52) des ersten Kanals (27c) einen Strömungsquerschnitt aufweist, der mindestens 1,5 mal so groß, insbesondere mindestens doppelt so groß ist wie der Strömungsquerschnitt des ersten Segments (50) des ersten Kanals (27c).

3. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Krümmungsabschnitt (52) eines jeweiligen ersten Kanals (27c) ei-

40

nen Strömungsquerschnitt aufweist, der größer ist als der Strömungsquerschnitt des zweiten Segments (54) des ersten Kanals (27c).

4. Separatorplatte (2) nach Anspruch 3,
wobei der Krümmungsabschnitt (52) des ersten Kanals (27c) einen Strömungsabschnitt aufweist, der mindestens doppelt so groß, vorzugsweise mindestens dreimal so groß ist wie der Strömungsquerschnitt des zweiten Segments (54) des ersten Kanals (27c).

5. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1 oder 2 und 3 oder 4,
wobei das erste Segment (50) und das zweite Segment (54) eines jeden ersten Kanals (27c) um maximal 80 ° und insbesondere um maximal 70 ° relativ zueinander geneigt sind.

6. Separatorplatte (2) nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
wobei das erste und das zweite Segment (50, 54) im Wesentlichen oder vollständig geradlinig sind.

7. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei bei zumindest einem Teil der ersten Kanäle (27c) das erste Segment (50) wenigstens viermal oder wenigstens zehnmal so lang ist wie der Krümmungsabschnitt (52).

8. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei der Strömungsquerschnitt des Krümmungsabschnitts (52) gegenüber dem Strömungsquerschnitt des ersten Segments (50) maßgeblich durch eine Vergrößerung einer Breitenabmessung (b1-b3) des ersten Kanals (27c) vergrößert wird, wobei die Breitenabmessung (b1-b3) in oder parallel zu einer Planflächenebene der Separatorplatte (30c) verläuft.

9. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei die Innenseite der zweiten Einzelplatte (2b) eine Vielzahl von Stegen und dazwischen ausgebildeten zweiten Kanälen (30c) aufweist, wobei sich zumindest einige der zweiten Kanäle (30c) abschnittsweise in dem Strömungsfeld (17c) erstrecken und in den Krümmungsabschnitt (52) von einem der ersten Kanäle (27c) münden.

10. Separatorplatte (2) nach Anspruch 9,
wobei in einen Krümmungsabschnitt (52) eines jeweiligen ersten Kanals (27c) mehr als ein zweiter Kanal (30c) mündet.

11. Separatorplatte (2) nach Anspruch 9 oder 10,
wobei die zweiten Kanäle (30c) jeweils abschnittsweise einem an der Innen-
seite der ersten Einzelplatte (2b) ausgebildeten Steg (29c) gegenüberliegen;
und/oder

5 wobei die zweiten Kanäle (30c) jeweils einen ersten Abschnitt (30c1) aufwei-
sen, der in einen Krümmungsabschnitt (52) von einem der ersten Kanäle (27c)
mündet, einen zweiten Abschnitt (30c2), der einem an der Innenseite der ers-
ten Einzelplatte (2b) ausgebildeten Steg (29c) gegenüberliegt, und einen drit-
ten Abschnitt (30c3), der im Strömungsfeld (17c) verläuft, wobei der zweite
10 Abschnitt (30c2) den ersten und dritten Abschnitt (30c1, 30c3) fluidleitend
verbindet.

12. Separatorplatte (2) nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
wobei sich zumindest einige andere der zweiten Kanäle (31c) im Strömungs-
15 feld (17c) erstrecken und dort jeweils einem der ersten Kanäle (27c) gegen-
überliegen.

20

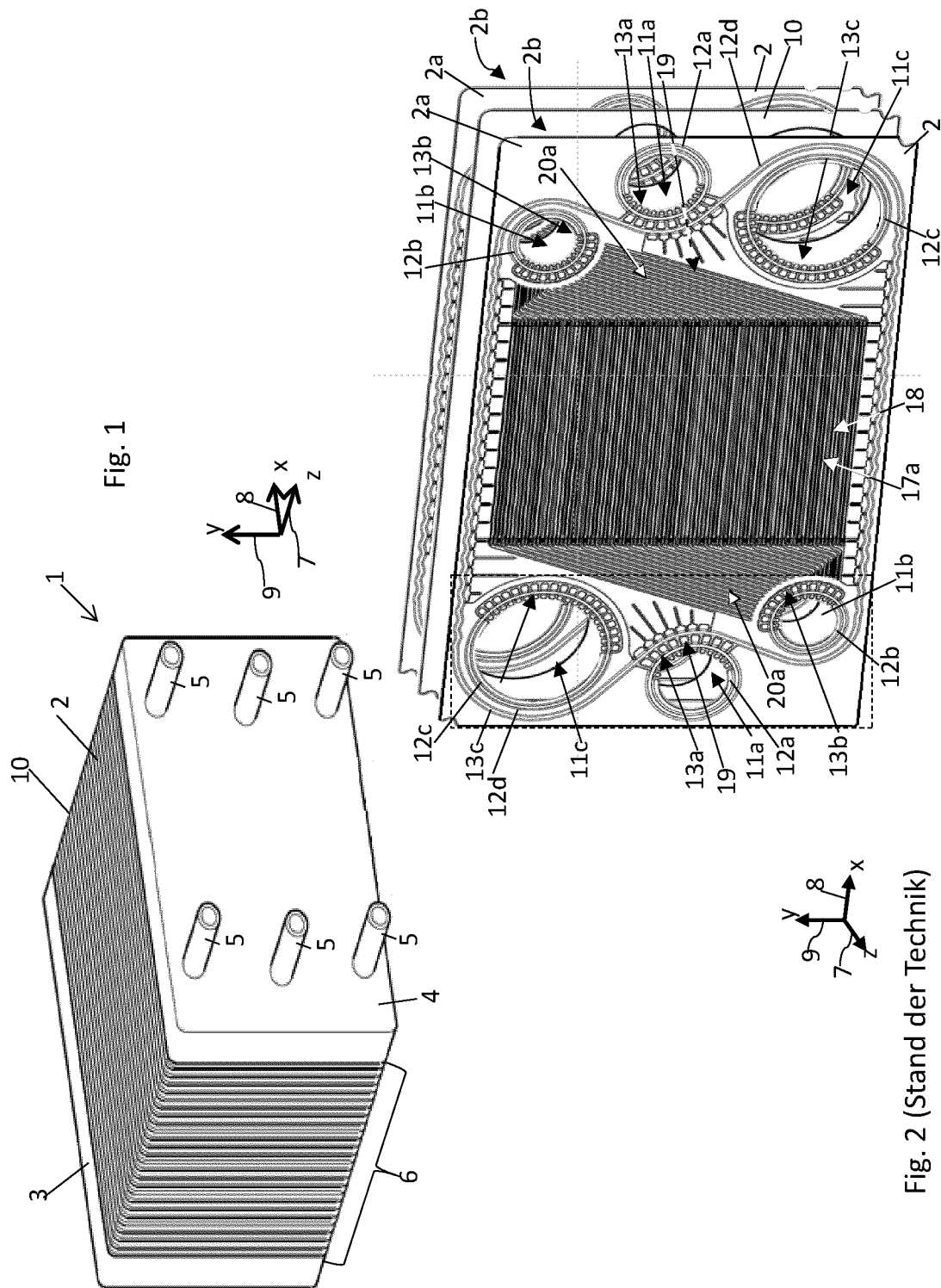
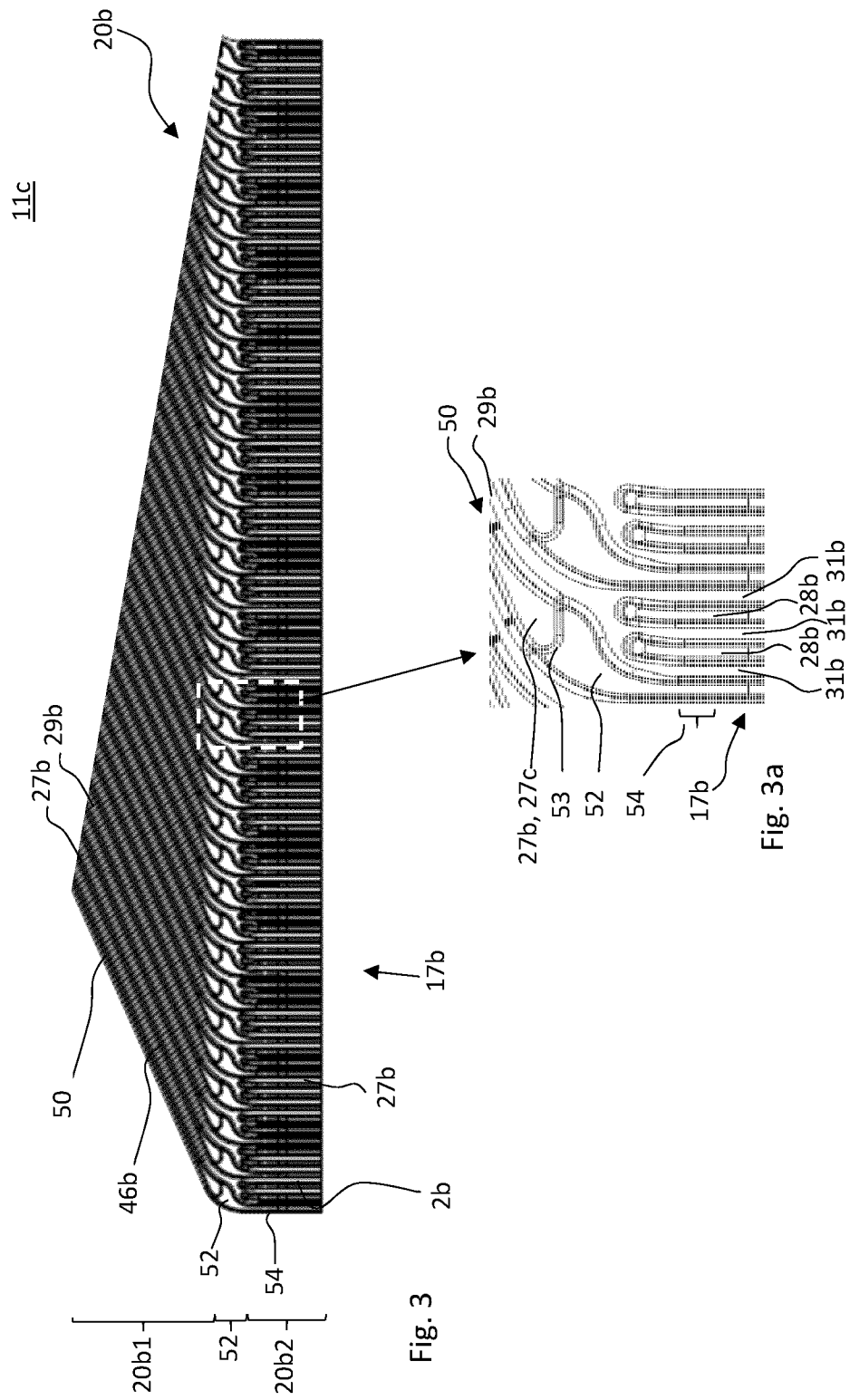


Fig. 2 (Stand der Technik)



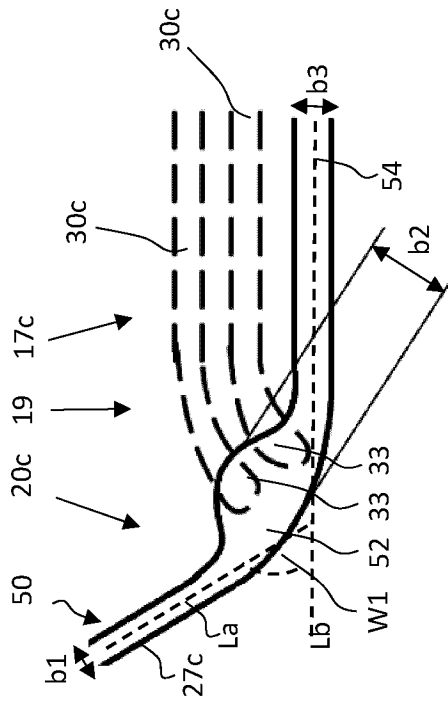


Fig. 5

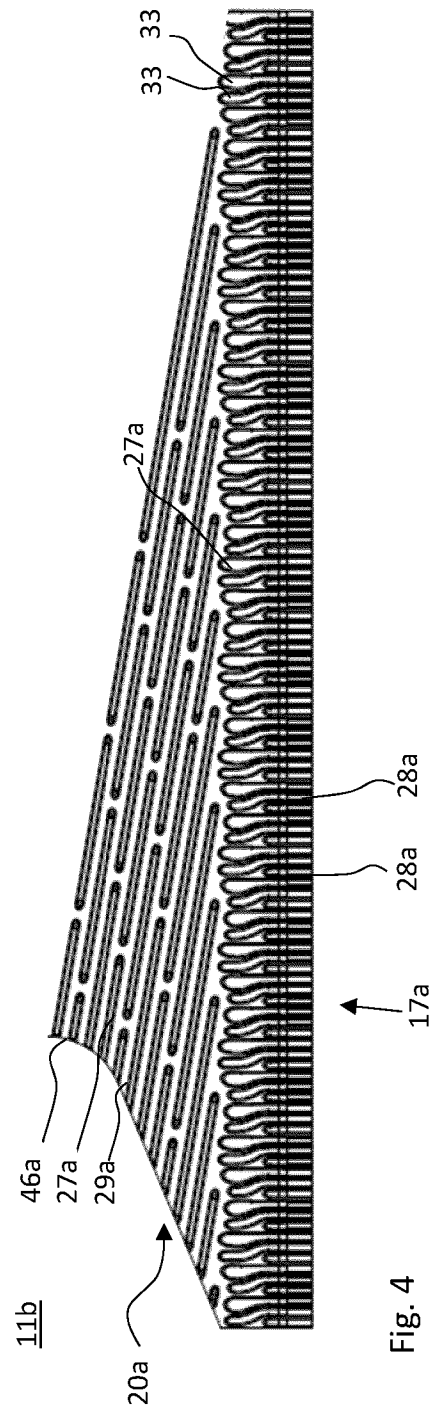


Fig. 4

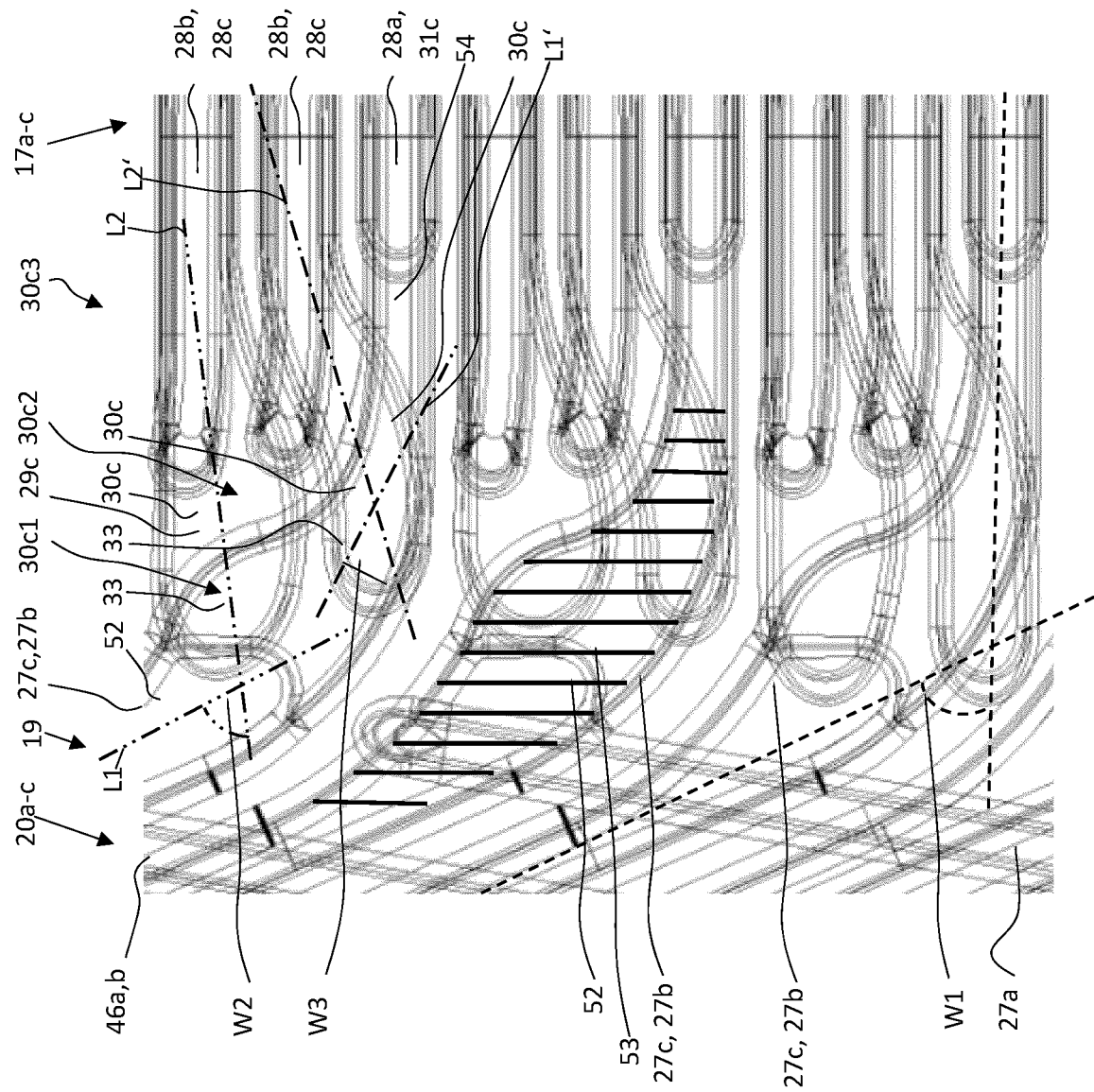


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01M 8/0258**(2016.01)i; **H01M 8/026**(2016.01)i; **H01M 8/0267**(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102016212785 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 23 March 2017 (2017-03-23) figures 5-7,11-13 paragraphs [0038] - [0073]	1-12
A	US 11430999 B2 (REINZ DICHTUNGS GMBH [DE]) 30 August 2022 (2022-08-30) figures 3A,3B column 8, line 11 - column 11, line 50	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 August 2024

Date of mailing of the international search report

11 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Ingelbrecht, Peter

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/066344

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	102016212785	A1	23 March 2017	CN	106549180	A	29 March 2017
				DE	102016212785	A1	23 March 2017
				KR	20170035532	A	31 March 2017
				US	2017084932	A1	23 March 2017

US	11430999	B2	30 August 2022	CA	3045388	A1	28 June 2018
				CN	110088956	A	02 August 2019
				DE	112017006490	A5	05 September 2019
				DE	202016107302	U1	27 March 2018
				JP	6862653	B2	21 April 2021
				JP	2020502735	A	23 January 2020
				US	2019319279	A1	17 October 2019
				WO	2018114819	A1	28 June 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M8/0258 H01M8/026 H01M8/0267 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2016 212785 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 23. März 2017 (2017-03-23) Abbildungen 5-7,11-13 Absätze [0038] - [0073] -----	1 - 12
A	US 11 430 999 B2 (REINZ DICHTUNGS GMBH [DE]) 30. August 2022 (2022-08-30) Abbildungen 3A,3B Spalte 8, Zeile 11 - Spalte 11, Zeile 50 -----	1
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. August 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11/09/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ingelbrecht, Peter

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/066344

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016212785 A1	23-03-2017	CN 106549180 A	29-03-2017
		DE 102016212785 A1	23-03-2017
		KR 20170035532 A	31-03-2017
		US 2017084932 A1	23-03-2017

US 11430999 B2	30-08-2022	CA 3045388 A1	28-06-2018
		CN 110088956 A	02-08-2019
		DE 112017006490 A5	05-09-2019
		DE 202016107302 U1	27-03-2018
		JP 6862653 B2	21-04-2021
		JP 2020502735 A	23-01-2020
		US 2019319279 A1	17-10-2019
		WO 2018114819 A1	28-06-2018
