

(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
9. November 2006 (09.11.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/117366 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B01D 65/02 (2006.01) **B01D 63/08** (2006.01)
B01D 69/02 (2006.01) **C12H 1/06** (2006.01)
B01D 61/14 (2006.01)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FILTROX AG** [CH/CH]; Moosmühlenstrasse 6, CH-9000 St. Gallen (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GANS, Ulrich** [—/CH]; Heldswilerstrasse 3, CH-9214 Kradolf-Schönenberg (CH). **EBERT, Jürgen** [—/CH]; Hofbergstrasse 39, CH-9500 Wil (CH). **LOSER, Werner** [—/CH]; Auwies 6, CH-9242 Oberuzwil (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/061965

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Mai 2006 (02.05.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
05103728.1 4. Mai 2005 (04.05.2005) EP

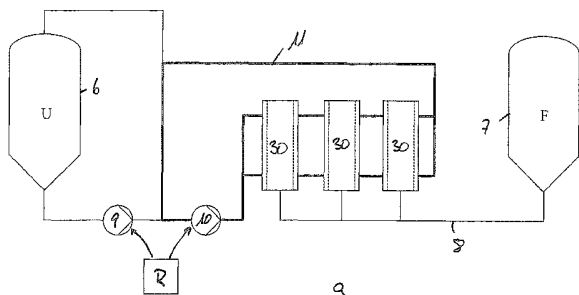
(74) Anwälte: **HEPP, Dieter** usw.; Friedtalweg 5, CH-9500 Wil (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,

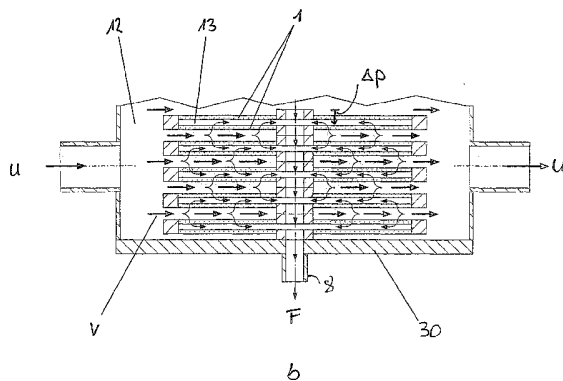
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CROSSFLOW FILTER MEMBRANE, MEMBRANE MODULE, CONNECTING ELEMENT FOR CONNECTING MODULE PADS, METHOD FOR PRODUCING A MODULE ELEMENT, CROSSFLOW-FILTRATION MODULE, CROSSFLOW-FILTRATION METHOD AND A FILTER USE

(54) Bezeichnung: CROSSFLOW-FILTERMEMBRAN, MEMBRANMODUL, VERBINDUNGSELEMENT ZUM VERBINDEN VON MODULKISSEN, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES MODULELEMENTS, MODUL ZUR CROSSFLOW-FILTRATION, VERFAHREN ZUR CROSSFLOW-FILTRATION UND VERWENDUNG EINES FILTERS



(57) Abstract: The invention relates to a crossflow filter membrane comprising an active layer whose size is equal to or greater than 1mm. Said crossflow filter membrane makes it possible to simultaneously carry out a crossflow filtration along a surface and a deep-bed filtration in the membrane depth. A connecting element for connecting module pads, a method for producing said connecting element and a crossflow filtering module are also disclosed. The connecting element supported by a filter pad surface on the side of unfiltered fluid closes an unfiltered fluid area for preventing a filtrate flowing and is provided with at least one closure element positively connectable to at least one other connecting element.



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Crossflow-Filtermembran, welche eine aktive Schicht von mindestens 1mm aufweist. Mit der Crossflow-Filtermembran erfolgt eine Filtration im Querstrom-Modus entlang der Oberfläche und gleichzeitig eine Tiefenfiltration in der Tiefe der Membran. Die Erfindung betrifft ausserdem ein Verbindungselement zum Verbinden von Modulkissen, ein Verfahren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/117366 A2



FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

zu Herstellung eines Modulelements und ein Modul zur Crossflow-Filtration. Das Verbindungselement liegt an einer unfiltratseitigen Oberfläche des Filterkissens an, schliesst einen Bereich, in welchem sich Unfiltrat befindet, dichtend gegen den Filtratablauf ab und besitzt mindestens ein Verschlusselement für einen Formschluss mit mindestens einem Verschlusselement mindestens eines weiteren Verbindungselements.

Crossflow-Filtermembran, Membranmodul, Verbindungselement zum Verbinden von Modulkissen, Verfahren zu Herstellung eines Modulelements, Modul zur Crossflow-Filtration, Verfahren zur Crossflow-Filtration und Verwendung eines Filters

Die Erfindung betrifft eine Crossflow-Filtermembran, ein Membranmodul, ein Verbindungselement zum Verbinden von Modulkissen, ein Verfahren zu Herstellung eines Modulelements, ein Modul zur Crossflow-Filtration, die Verwendung eines Filters und ein Verfahren zur Crossflow-Filtration gemäss den unabhängigen Patentansprüchen.

Der Einsatz von Crossflow-Filtern zur Filtration von Flüssigkeiten ist im Stand der Technik bekannt. Beispiele für Crossflow-Filter finden sich in EP 1 302 227 oder EP 208 405.

Für Crossflow-Filter werden Membranen mit einem dünnen aktiven Bereich von unter 20 µm eingesetzt. Als aktiver Bereich wird jener Bereich der Membran verstanden, in welchem die eigentliche Filtration stattfindet. Bei Crossflow-Filtermembranen ist dies üblicherweise nur ein kleiner Anteil in der Dicke der Membran. Die restliche Membran dient als Stützkörper und hat auf die Filtration keinen massgebenden Einfluss. Die Membranen bestehen insbesondere aus Kunststoff oder Keramik, oder auch aus Glas oder Metall. Ein Beispiel für Keramikmembranen findet sich in DE 198 46 041.

Die Kosten für Keramikmembranen sind relativ hoch. Die Durchflussraten sind begrenzt. Damit die Wirtschaftlichkeit solcher Membranen gewährleistet bleibt, müssen diese regelmässig regeneriert und mehrfach verwendet werden. Kunststoffmembranen sind zwar günstiger, aber deutlich kurzlebiger als Keramikmembranen.

Die Membranen werden unter Verwendung von Reinigungsmedien regeneriert. Für die Regeneration werden beispielsweise Verfahren eingesetzt, die auf Oxidation beruhen oder starke Laugen oder Säuren benötigen. Diese Verfahren sind teuer und risikoreich. Einerseits können die Membranen bei der Wiederaufbereitung beschädigt werden, andererseits können Rückstände des Reinigungsmittels die Qualität des Filtrats beeinträchtigen. Insbesondere wenn fermentierte Flüssigkeiten, z.B. Lebensmittel, filtriert werden, können Rückstände des Reinigungsmittels negative Folgen haben.

Aus dem Stand der Technik sind zum Beispiel aus EP 1475 142, SU 1352701 oder SU 788480 Membranmodule bekannt, die ein Filterkissen aus zwei parallel zueinander angeordneten Filtermembranen umfassen, wobei filtratseitig ein Filtratabflusskanal gebildet ist, und die mindestens einen Abflussbereich zum Abführen von in dem Filtratsabflusskanal gesammeltem Permeat in einen Filtratablauf aufweisen. Um den Abflussbereich herum sind auf beiden unfiltratseitigen Oberflächen des Filterkissens Anschlussbereiche ausgebildet. Diese Anschlussbereiche können nach einem Aufstapeln der Membranmodule miteinander verschweisst werden. Dadurch wird verhindert, dass ungefilterte Flüssigkeit aus dem Unfiltratbereich zwischen den Membranmodulen in den Filtratablauf gelangt.

Die Anschlussbereiche erlauben einerseits den Abfluss des Permeats aus den Filterkissen, müssen andererseits die Räume zwischen unfiltratseitigen Oberflächen benachbarter Filterkissen flüssigkeitsdicht zum Filtratablauf abschliessen. Dies erfordert eine präzise Fertigung und einen Nachbearbeitungsschritt, wenn die Schweissverbindungen der zusammengesetzten Modulelemente hergestellt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, die Nachteile des bekannten zu überwinden und insbesondere eine Membran für die Crossflow-Filtration zu schaffen, welche kostengünstig herstellbar und mit hohen Durchflussraten einsetzbar ist. Weiter ist es Aufgabe der Erfindung, die einfache Handhabung des Filters sicherzustellen. Ausserdem sollen Modulelemente geschaffen werden, die preisgünstig herstellbar, leicht montierbar und zu Stapeln kombinierbar sind und überdies eine gute Filterwirkung erzielen.

Diese und weitere Aufgaben werden mit einer Membran, einem Membranmodul, einem Verbindungselement, einem Modul, einem Verfahren und einer Verwendung gemäss den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Die erfindungsgemässe Crossflow-Filtermembran weist einen aktiven Bereich von mindestens 1mm, bevorzugt über 2 mm auf. Vorzugsweise erstreckt sich der aktive Bereich über die gesamte Membrandicke, so dass sich die Membran über ihre ganze Dicke zur Filtration einsetzen lässt.

Die Erfinder haben herausgefunden, dass sich Membranen mit einem verhältnismässig dicken aktiven Bereich besonders gut zur Crossflow-Filtration eignen.

Bevorzugt ist die Membran aus einem Gerüst von Fasern aufgebaut. Die Fasern können organischen oder anorganischen Ursprungs sein. Besonders geeignet sind Zellulosefasern. In das dreidimensionale Fasergerüst können Zusatzstoffe wie Kieselgur, Perlite oder weitere Füllstoffe eingelagert sein.

Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung basiert die Grundstruktur der Membran auf einem Gerüst aus Zellulosefasern. Dabei können Zellulosefasern verschiedenen Ursprungs verwendet werden.

Nicht nur Holzfasern sondern andere Fasern, z.B. Hanffasern können verwendet oder miteinander gemischt werden. Es sind aber auch Membranen denkbar, die auf anderen faserigen Verbindungen basieren, z.B. auf Kunststoff-, Metall- oder Glasfasern.

Die Membran kann ausserdem asymmetrisch aufgebaut sein, d.h. dass die Faserdichte, die Fasergrössen und/oder und die Zusatzstoffe nicht homogen über die gesamte Membrandicke verteilt sind. Vorzugsweise ist die Verteilung der Fasern und der Zusatzstoffe derart ausgewählt, dass im Bereich benachbart zur unfiltratseitigen Oberfläche der Membran die Membran zum Filtrieren von relativ groben Partikeln ausgebildet ist. Zur Filtratseite hin verändert sich die Struktur der Membran derart, dass feinere Anteile aus der Flüssigkeit gefiltert werden, je näher ein entsprechender Membranbereich zur filtratseitigen Oberfläche liegt. Die feinsten Teilchen werden in einem Bereich benachbart zur filtratseitigen Oberfläche der Membran zurückgehalten. Ein Vorteil bei dieser Anordnung besteht darin, dass der Durchfluss durch die Membran insgesamt grösser ist. Grobe Teilchen werden an der Oberfläche im Querstrom-Prinzip zurückgehalten. Feinere Partikel werden beim Durchtritt der Flüssigkeit durch die Membran im Innern der Membran zurückgehalten. Auf Grund der Filtration von feinen Partikeln in der Tiefe der Membran kann die Membran an der unfiltratseitigen Oberfläche so ausgebildet werden, dass nur die grössten Partikel zurückgehalten werden. Die Durchflussrate wird dadurch nicht allzu stark beeinträchtigt. Insbesondere ist es denkbar, Zusatzstoffe, insbesondere Kieselgur in einer grösseren Konzentration in einem Bereich benachbart zur Filtratseite der Membran vorzusehen.

Typischerweise können Fasern mit einer Länge von 0,5mm bis 10mm eingesetzt werden.

Besonders vorteilhaft werden der Grundstruktur der Membran Zusatzstoffe beigegeben. Dies können beispielsweise Kieselguren oder Perlite sein. Andere Beispiele für Zusatzstoffe sind allgemein geladene Teilchen oder polare Verbindungen, welche elektrisch geladene Schmutzpartikel anziehen. Diese verbessern die Filtrationsleistung der Membran durch vergrösserte Adsorption. Weitere denkbare Zusatzstoffe sind Harze, Chitin oder Fasern mit anderen Eigenschaften, z.B. in Länge oder Reissfestigkeit, als die Hauptfasern der Grundstruktur. Insbesondere ist es denkbar, die Reissfestigkeit der Membran zu erhöhen, in dem der Membran Hanffasern zugegeben werden und/oder in dem ein verhältnismässig hoher Harzanteil verwendet wird. Die Reissfestigkeit kann über 100N/50mm, typischerweise 400N/50mm betragen.

Crossflow-Filtermembranen gemäss der vorliegenden Erfindung sind günstig herstellbar. Sie weisen über längere Zeit hohe Durchflussraten auf. Ausserdem lassen sie sich im Betrieb auf einfache Weise reinigen. Aufgrund der geringen Kosten könnten sie auch als Einwegprodukte verwendet werden. Vorteilhaft werden die Membranen jedoch mehrfach regeneriert.

Üblicherweise soll bei der Crossflow-Filtration durch eine grosse Querströmungsgeschwindigkeit verhindert werden, dass sich Ablagerungen auf der Oberfläche der Membran bilden und diese verstopfen. Mit einer Membran gemäss der vorliegenden Erfindung können insbesondere feine Partikel und Kolloide in der dreidimensionalen Struktur der Membran, also in der Tiefe der Membran aufgenommen werden. Die Porengrösse der Membran kann vor allem im unfiltratseitigen Oberflächenbereich grösser gewählt werden als bei herkömmlichen Crossflow-Membranen. Dadurch ist der Durchfluss durch die Membran grösser, was eine verbesserte Fil-

terleistung erlaubt. Bei herkömmlichen Membranen wird mit einer verhältnismässig grossen Querströmungsgeschwindigkeit gefahren, um auf der Oberfläche abgelagerte Partikel zu entfernen. Insbesondere Kolloide haben die Tendenz, stark an der Oberfläche anzuhängen. Deshalb sind grosse Querströmungsgeschwindigkeiten notwendig. Gemäss der vorliegenden Ausführungsform werden kolloidale Stoffe in der Tiefe der Membran aufgenommen. Es gibt keine zusammenhängende Deckschicht von schwierig zu entfernenden kolloidalen Stoffen. Dass sich allenfalls auf der Oberfläche der Membran ablagernde Haufwerk aus groben Partikeln lässt sich mit verhältnismässig geringer Querströmungsgeschwindigkeit entfernen. Dadurch wird weniger Energie zum Pumpen und zum Kühlen gebraucht. Das Druckgefälle durch die Membran ist entsprechend verringert. Besonders vorteilhaft weist die Membran reversibel kompressible Eigenschaften auf. Dies bedeutet, dass die Membran unter Druck komprimiert wird, sich aber wieder entspannt, wenn der Druck gelöst wird. Vorteilhaft wird die Membran bei einem Druckgefälle von 1 bar um 50 % der Dicke komprimiert und erholt sich nach Aufheben der Druckdifferenz zu mindestens 95 % der Dicke. Besonders vorteilhaft erholt sich die Membran nach Aufheben des Drucks vollständig.

Es hat sich gezeigt, dass sich eine reversibel kompressible Membran besonders einfach direkt in der Filteranlage reinigen lässt. Aufgrund des Transmembrandrucks wird die Membran im Betrieb komprimiert. Zum Reinigen wird der Transmembrandruck prozesstechnisch reduziert. Dadurch dehnt sich die Membran wieder aus und die Poren weiten sich auf. Darin enthaltene Partikel können auf einfache Weise mit einer Flüssigkeit, z.B. mit Wasser, ausgeschwemmt werden.

Falls eine weitergehende Regeneration der Membran gewünscht ist, kann eine sanfte Reinigung mittels einer schwachen Lauge vorge-

nommen werden. Die Filterleistung der regenerierten Membran entspricht der ursprünglichen Filterleistung.

Das Gerüst der Membran ist vorzugsweise derart aufgebaut, dass die Retentionsrate der erfindungsgemässen Membran der Retentionsrate einer herkömmlichen Kunststoff oder Keramikmembran mit einer Porengrösse von 0,2 µm bis 1,2 µm bei der Bierfiltration entspricht. Die erfindungsgemässe Membran ist dabei bevorzugt so aufgebaut, dass eine logarithmische Reduktionsrate für Hefezellen der Getränkeindustrie von wenigstens 10^{10} erzielt wird. Porengrössen der erfindungsgemässen Membran lassen sich beispielsweise mit einem „capillary flow analysis“ Messgerät der Porous Materials, Inc. Ithaca, NY, USA, bestimmen. Bevorzugt ist das Membrangerüst derart aufgebaut, dass die kleinste detektierte Pore im Bereich von etwa 0,5 µm bis 1 µm liegt, die grösste detektierte Pore im Bereich zwischen 10 µm und 20 µm liegt und die durchschnittliche Porengrösse („mean flow pore diameter“) zwischen 2 µm und 8 µm, bevorzugt etwa zwischen 2 µm und 4 µm liegt. Auf Grund der Filtrationswirkung in der Tiefe der erfindungsgemässen Membran können auch mit solchen verhältnismässig grossen Porengrössen gleiche Retentionsraten erzielt werden, wie bei herkömmlichen Membranen mit geringeren Porengrössen.

Um die Oberfläche der Membran gegen Beschädigung und Verschleiss zu schützen, wird diese vorteilhaft mit einer Schutzschicht und/oder einem Abstandhalter versehen. Ein solcher Abstandhalter bzw. eine solche Schutzschicht kann sowohl auf der filtratseitigen als auch auf der unfiltratseitigen Oberfläche der Membran vorgesehen werden. Insbesondere die Schutzschicht auf der Unfiltratseitigen Oberfläche ist vorteilhaft. Diese Schutzschicht oder der Abstandhalter kann beispielsweise aus einem Gewebe und/oder einem mit Öffnungen versehenen Kunststoff bestehen. Mit einem solchen Abstandhalter kann die Lebensdauer der Membran

weiter verlängert werden. Der Abstandhalter kann fest mit der Membran verbunden sein, kann aber auch nur aufgelegt oder schwach fixiert und durch den Betriebsdruck angepresst werden. Beispielsweise kann ein Gewebevlies in Kombination mit einem als Abstandhalter dienenden Kunststoffnetz zum Bilden von Flüssigkeitskanälen verwendet werden. Geeignet ist ein Abstandhalter, bei dem die Gittergrösse ungefähr der Faserlänge der darunter liegenden Membran entspricht. Dadurch ergibt sich eine besonders gute Abstützung der darunter liegenden Membran. Die Beeinträchtigung der Membran durch in Gitterzwischenräume hervorstehende oder hervortretende Fasern wird dadurch verhindert.

Die erfindungsgemässe Membran ist ausserdem im Wesentlichen frei von Aluminium, Eisen oder Schwermetallen. Ausserdem ist die Membran bevorzugt pyrogenarm 0,12 EU/ml (Endotoxin unit) und ionenarm.

Ebenfalls Bestandteil der Erfindung ist ein Modulelement für den Einbau in einem Crossflow-Filter. Das erfindungsgemässe Modulelement umfasst wenigstens eine Membran mit den zuvor beschriebenen Eigenschaften. Bevorzugt umfasst das Modulelement Zu- und/oder Abflussleitungen für das Unfiltrat bzw. das Filtrat. Vorteilhaft umfasst das Modulelement mindestens zwei Membranen. Besonders vorteilhaft werden in jedem Modulelement je zwei Membranen derart miteinander verbunden, dass der Filtratabfluss zwischen den beiden Membranen angeordnet und gegenüber der Unfiltratkammer isoliert ist. Mehrere Modulelemente können zu einem Stapel miteinander verbunden werden. Mindestens ein Modulelement oder ein Stapel von Modulelementen wird in ein Gehäuse eingespannt. Auf diese Weise wird ein Filtermodul gebildet. Die Verwendung von Modulelementen vereinfacht und beschleunigt den Austausch der gebrauchten Membranen gegen neue Membranen. Dadurch

können Zeit und Kosten bei der Wartung des Filters gespart werden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch ein Modulelement, insbesondere mit den oben beschriebenen Eigenschaften, gelöst, das ein Filterkissen aus zwei parallel zueinander angeordneten Filtermembranen umfasst, wobei filtratseitig ein Filtratabflusskanal gebildet ist, und das mindestens einen Abflussbereich zum Abführen von in dem Filtratabflusskanal gesammeltem Permeat in einen Filtratablauf aufweist. Das Modulelement umfasst mindestens ein den Filtratablauf definierendes Verbindungselement, welches benachbart zu dem mindestens einen Abflussbereich an einer unfiltratseitigen Oberfläche des Filterkissens anliegt, durch das ein Bereich, in welchem sich Unfiltrat befindet, dichtend gegen den Filtratablauf abschliessbar ist und das mindestens ein Verschlusselement für einen Formschluss mit mindestens einem Verschlusselement mindestens eines weiteren Verbindungselements besitzt.

Das Filtermodul löst die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe eigenständig, insbesondere auch im Zusammenhang mit den zuvor beschriebenen Membranen.

Das Filterkissen ist insbesondere aus Filtermembranplatten aufgebaut, deren Ränder ebenfalls parallel zueinander angeordnet sind und den Rand des Filterkissens bilden.

Das Verbindungselement dichtet den Filtratablauf gegenüber Unfiltrat ab, welches sich auf der Seite des Filterkissens befindet, an welcher das Verbindungselement anliegt.

Das Modulelement weist mit dem Verbindungselement selbst ein Element auf, über das es mit weiteren Verbindungselementen ver-

bindbar ist. Die Befestigung des Modulelementes und die Abdichtung zum Unfiltratbereich kann daher ohne weitere Befestigungs- oder Dichtmittel oder einen weiteren Fertigungsschritt erfolgen, was die Herstellung und die Montage erleichtert und die damit einhergehenden Kosten reduziert.

Das Modulelement besitzt vorzugsweise ein Verbindungselement, das beidseitig mit mindestens einem gleichartigen Verbindungselement wenigstens eines weiteren Modulelements verbindbar ist.

Die Verbindungselemente erlauben eine beidseitige Verbindung, also in beide Richtungen der Flächensenkrechten des Filterkissens. Dadurch sind die Modulelemente zu Modulstapeln verbindbar, wobei sich der Filtratablauf durch die Verbindungselemente bildet und gegenüber dem Unfiltrat abgedichtet ist.

Jedes Verbindungselement kann gleichzeitig Gegenstück zu einem gleichartigen Verbindungselement sein. Entsprechend kann jedes stapelbare Modulelement einschliesslich des Verbindungselementes gleichartig ausgebildet sein, wobei die Form der Verbindungselemente identisch sein kann. Dies vereinfacht wiederum die Herstellung, da nur ein Typ von Verbindungselementen gefertigt werden muss. Bei der Spritzgusserstellung wird nur eine Gussform benötigt. Die Montage wird erleichtert, da keine besondere Anordnung oder Reihenfolge der Verbindungselemente zu beachten ist.

Die Verschlusselemente sind vorteilhafterweise integraler Bestandteil der Verbindungselemente.

Bevorzugt umfasst das mindestens eine Verschlusselement Zapfen und Ausnehmungen, wobei die Ausnehmungen zur Aufnahme von Zapfen eines benachbarten Verbindungselements und zum Bilden des

Schnappverschlusses dienen. Die Zapfen dienen in analoger Weise zum Einführen in Ausnehmungen eines weiteren benachbarten Verbindungselements.

Modulelemente mit derartigen Verbindungselementen können ohne Werkzeug oder nur mit einem einfachen Presswerkzeug aneinander befestigt werden.

Die Verbindungselemente liegen an einer unfiltratseitigen Oberfläche des Membrankissens in der Nähe des Abflussbereichs an. Sie verhindern, dass Unfiltrat in den Filtratablauf gelangt. Dazu besitzen die Verbindungselemente vorteilhafterweise eine erste Anlagefläche, mit welcher sie benachbart zum Abflussbereich an einer unfiltratseitigen Oberfläche des Membrankissens anliegen, und ausserdem eine weitere Anlagefläche für ein Membrankissen eines weiteren Modulelements. Der Raum zwischen zwei benachbarten Filterkissen wird in der Umgebung des mindestens einen Abflussbereichs durch das Verbindungselement geschlossen, sodass kein Unfiltrat aus dem Unfiltratbereich, der sich zwischen den unfiltratseitigen Oberflächen zweier parallel zueinander angeordneten gleichartigen Modulelementen bildet, in den Filtratablauf gelangen kann.

Die Verschlusselemente der Verbindungselemente sorgen für einen bestimmten Abstand zwischen zwei benachbarten Verbindungselementen. Dieser Abstand zugewandten Anlageflächen benachbarter Verbindungselemente ist so dimensioniert, dass an die Dicke eines Filterkissens angepasst ist. Der Abflussbereich eines Filterkissens kann zwischen den Anlageflächen zweier benachbarter Verbindungselemente eingeklemmt werden.

Um einen möglichst gut dichtenden Kontakt zwischen dem Verbindungselement und dem Filterkissen zu gewährleisten, sind an dem

mindestens einen Verbindungselement bevorzugt Fortsätze vorgesehen, die in die Membran einhaken. Die Fortsätze befinden sich vorteilhafterweise auf der Anlagefläche und drücken in die Membran.

Der Abflussbereich eines Modulelements ist bevorzugt mitten in der Fläche des Filterkissens, besonders bevorzugt zentral, angeordnet. Der Abflussbereich ist insbesondere kreisförmig. In diesem Fall kann das Verbindungselement als Ringflansch ausgebildet sein, das den Filtratablauf einfasst.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung besitzt das Modulelement ein Filterkissen, dessen Randbereich, welcher den gesamten Rand des Filterkissens ausser dem mindestens einen Abflussbereich umfasst, flüssigkeitsdicht abgeschlossen ist.

Das Filterkissen besteht mindestens aus zwei plattenförmigen, parallel zueinander angeordneten Membranen, zwischen denen der Filtratabflusskanal gebildet ist. Ein Flüssigkeitsübergang von der Unfiltratseite zur Filtratseite soll ausschliesslich durch die Membran erfolgen. Der Rand des Kissens muss daher verschlossen sein. Ausgenommen ist lediglich der Abflussbereich, durch den das Permeat in den Filtratablauf gelangt. In der Umgebung des Abflussbereichs wird das Unfiltrat von den Verbindungselementen daran gehindert, auf die Filtratseite zu gelangen.

Der Randbereich kann den gesamten äusseren Rand des Filterkissens umfassen, wenn der Abflussbereich innerhalb der Membranfläche angeordnet ist, beispielsweise als zentrale Öffnung.

Der flüssigkeitsdicht abgeschlossene Randbereich kann als nicht lösbarer Rahmen aus Kunststoff ausgebildet sein, der die Form-

Stabilität des Kissens erhöht. Das Filterkissen ist dann einteilig und kann leicht montiert werden.

Bevorzugt erfolgt der Abschluss durch Umspritzen oder Verschweißen, welche kostengünstige und die Dichtheit sicherstellenden Verfahren sind.

Der dichtend abgeschlossene Randbereich ist vorzugsweise so ausgebildet, dass aneinander stossende Randbereiche benachbarter Modulelemente, ausgenommen Bereiche, in welchen Unfiltrat ein- und ausströmen kann, einen Formschluss bilden.

In einer vorteilhaften Ausführung des Modulelements sind auf dem Randbereich Zapfen und Ausnehmungen für einen Schnappschluss mit einem benachbarten Modulelement angeordnet. Bevorzugt lässt sich ein Randbereich beidseitig mit einem gleichartigen Randbereich mindestens eines weiteren Modulelements verbinden. Gleichartige Modulelemente werden beim Aufeinanderlegen ausgerichtet, was das Stapeln erleichtert.

Vorteilhaft bildet filtratseitig zwischen je zwei Membranen ein Filtrat-Abstandshalter einen Filtratabflusskanal, mittels welchem das Filtrat durch ein Anschlussstück in einen Filtratablauf geführt wird. Dieser Filtratablauf ist gegenüber dem Zu- und Abfluss für das Unfiltrat isoliert.

In einer vorteilhaften Ausführung weist der Filtrat-Abstandshalter zumindest in einem Teil seines Randbereichs mindestens einen Anschlag auf, an welchem mindestens eine Membran anstösst.

Der Anschlag kann beispielsweise als eine Fläche ausgeführt sein, die senkrecht zu der Fläche des Filtrat-Abstandshalters angeordnet ist. Die Anschlagfläche kann sich in Richtung beider

Membranen erstrecken und somit einen Anschlag für die beiden Membranen bilden. Der Rand der Membranen ist durch den Anschlag geschützt und die Montage des Filterkissens wird erleichtert, da sich die Aussenkonturen der Membranen und des Filtrat-Abstandshalters anhand des Anschlags aneinander ausrichten lassen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung des Modulkissens schliesst der Filtrat-Abstandshalter den Randbereich des Filterkissens, der den gesamten Rand des Filterkissens ausser dem mindestens einen Abflussbereich umfasst, flüssigkeitsdicht ab. Der Filtrat-Abstandshalter kann zum Beispiel im Randbereich eine Verdickung aufweisen, sodass der Randbereich der beiden Membranen über den Abstand, ausser im Abflussbereich, komplett ausgefüllt ist. Werden Filtrat-Abstandshalter und Membranen am Randbereich fest miteinander verbunden, beispielsweise durch Kleben, Verschweissen oder durch Aufeinanderpressen, so ist der Randbereich flüssigkeitsdicht abgeschlossen.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Modulelements befinden sich zwischen den Membranen und dem Filtrat-Abstandshalter Vlieseinlagen. Die Vlieseinlagen verhindern, dass sich der Filtrat-Abstandshalter in die Membran drückt und diese dabei verformt oder verletzt.

Ausserdem können zwischen den Membranen und dem Filtrat-Abstandshalter Kunststoff-Membran-Einlagen, vorzugsweise mit einer Porengrösse zwischen $0,1\mu\text{m}$ und $0,6\mu\text{m}$, angeordnet sein. Die Membraneinlagen können für eine zusätzliche Filterwirkung sorgen und Partikel aus dem Filtratabflusskanal zurück halten. Die Kunststoff-Membran-Einlagen bilden insbesondere eine Sicherheitsbarriere für Teilchen, die ungewollt die Membran durchdringen.

Wichtig ist vor allem, dass derartige Partikel nicht in den Filtratablauf geraten. Es kann daher ausreichen, wenn sich mindestens eine Kunststoff-Membran-Einlage, zum Beispiel mit einer Porengrösse zwischen 0,1µm und 0,6µm, im durchflossenen Querschnitt des Filtratabflusskanals befindet, insbesondere in der Umgebung des Abflussbereichs. So kann beispielsweise der Abflussbereich mit einer Kunststoff-Membran-Einlage verschlossen sein.

Ebenfalls bevorzugt ist zwischen den unfiltratseitigen Oberflächen von benachbarten Membranen ein Kanal für Unfiltrat gebildet. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn ein Modulelement zwei oder mehr Membranen umfasst. Vorteilhaft wird der Kanal für das Unfiltrat durch einen Unfiltrat-Abstandshalter gebildet. Ein zwischen den unfiltratseitigen Oberflächen benachbarter Membranen gebildeter Unfiltratraum ist vorzugsweise seitlich des Moduls geöffnet.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ausserdem gelöst durch ein Modulelement, insbesondere mit den oben beschriebenen Eigenschaften, mit einem Unfiltrat-Abstandshalter, der eine Rillenstruktur aufweist. Durch die Rillenstruktur ist das Unfiltrat über die Membranfläche und bevorzugt am Abflussbereich vorbei leitbar. Die Rillen haben eine Form, durch die das Unfiltrat von dem Einlaufbereich zum Auslaufbereich geführt wird, dabei die Membran möglichst gleichmässig und am Abflussbereich vorbei überströmt wird.

Der Unfiltrat-Abstandshalter kann so ausgeführt sein, dass der Abflussbereich flüssigkeitsdicht gegenüber Unfiltrat abgeschlossen ist. In der Umgebung des Abflussbereichs füllt der Unfilt-

rat-Abstandshalter dabei den unfiltratseitigen Raum zwischen zwei benachbarten Membranen.

In einer gesonderten Ausführung können das Verbindungselement und der Unfiltratabstandshalter einteilig ausgebildet sein.

In einer vorteilhaften Ausführung weist der Unfiltrat-Abstandshalter Positionierungen auf, die in korrespondierende Ausnehmungen in dem Randbereichs des Filterkissens eingreifen. Unfiltrat-Abstandshalter lassen sich somit leicht ausgerichtet auf Filterkissen legen, wodurch das Stapeln von Modulelementen vereinfacht wird.

Für stapelbare Modulelemente ist es günstig, wenn insbesondere gleichartige Bauteile preiswert in grosser Stückzahl herstellbar sind. Bevorzugt ist der Unfiltrat-Abstandshalter daher ein Spritzgussteil.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird weiterhin durch ein Verbindungselement gelöst. Das Verbindungselement dient erfindungsgemäss zum Verbinden von nebeneinander angeordneten Filterkissen aus zwei parallel zueinander angeordneten Filtermembranen, wobei filtratseitig zwischen den Membranen ein Filtratabflusskanal gebildet ist, aufweisend mindestens einen Abflussbereich zum Abführen von in dem Filtratabflusskanal gesammelten Permeat, der in einen Filtratablauf mündet. Das Verbindungselement ist benachbart zu dem mindestens einen Abflussbereich an einer unfiltratseitigen Oberfläche des Filterkissens anlegbar. Durch das Verbindungselement ist ein Bereich, in welchem sich Unfiltrat befindet, dichtend gegen den Filtratablauf abschliessbar und das Verbindungselement besitzt mindestens ein Verschlusselement für einen Formschluss mit mindestens einem Verschlusselement mindestens eines weiteren Verbindungselements.

Vorteilhafterweise ist das Verbindungselement beidseitig mit mindestens einem gleichartigen Verbindungselement wenigstens eines weiteren Modulelements verbindbar.

Das Verbindungselement lässt sich an ein Filterkissen anlegen oder anstecken, sodass dieses ohne weitere Hilfsmittel und/oder ohne Werkzeug oder nur mit einem einfachen Presswerkzeug mit weiteren Filterkissen verbindbar und die zwischen den Filterkissen befindlichen Unfiltratbereiche zum Filtratablauf abdichtbar sind.

Ein Verbindungselement dient weiteren gleichartigen Verbindungselementen als Gegenstück. Zum Aufstapeln von Modulelementen ist daher nur ein Typ von Verbindungselementen notwendig.

Bevorzugt ist das Verbindungselement ein Spritzgussteil, das sich in grosser Stückzahl preiswert herstellen lässt.

Weiter umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Modulelements, insbesondere gemäss obiger Beschreibung, mit den folgenden Verfahrensschritten: (i) Aufstapeln einer ersten Membran, eines Filtratabstandshalters und einer zweiten Membran, (ii) Umspritzen des Randes, ausgenommen den mindestens einen Abflussbereich, und (iii) Verbindungselement anlegen.

Mindestens ein Abflussbereichs, bevorzugt in der Mitte der Membranflächen, kann durch Stanzen und/oder Schneiden des Stapels ausgebildet werden. Der mindestens eine Abflussbereich kann alternativ schon bei der Fertigung oder beim Zuschneiden der Membranen gebildet werden.

Gegebenenfalls kann zudem noch ein Unfiltrat-Abstandshalter aufgelegt werden.

Die so hergestellten Modulelemente lassen sich ohne Werkzeug oder mit einem einfachen Presswerkzeug zu Modulen stapeln.

Die Erfindung umfasst ausserdem ein Modul zur Crossflow-Filtration, das aus einem Stapel von 2-100 Modulelementen, gemäss der obigen Beschreibung, besteht.

Weiter umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Crossflow-Filtration einer Flüssigkeit, bei welchem die Flüssigkeit entlang einer Membran wie zuvor beschrieben geleitet wird.

Vorteilhaft wird die Flüssigkeit bei einer Strömungsgeschwindigkeit zwischen 0.1 und 2 m/s, insbesondere 0.1 bis 1 m/s, über die Membran geleitet. In diesem Geschwindigkeitsbereich ist eine besonders effiziente Filterleistung möglich. Die Energie zum Umwälzen der Flüssigkeit wird durch die geringe Geschwindigkeit im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren reduziert.

Der Transmembrandruck beträgt typischerweise zwischen 0,1 und 2 bar.

Vorteilhaft kann die Flussrate durch die Membran geregelt werden, z.B. durch das Einstellen des Transmembrandrucks über die Membran. Die Flussrate könnte auf einen konstanten Wert geregelt werden, ein vorbestimmter zeitlicher Verlauf kann jedoch ebenso vorteilhaft sein. Die Flussrate kann z.B. 100 bis 200 l/m²h bei der Getränkefiltration betragen.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung der zuvor beschriebenen Crossflow-Filtermembran. Beim

Verfahren zur Reinigung der Crossflow-Filtermembran wird der Transmembrandruck im Vergleich zum Druckgefälle während der Filtration reduziert. Vorteilhaft beträgt die Reduktion des Transmembrandrucks mindestens 50 %. Durch die Reduktion des Druckgefälles weiten sich die Poren der Membran auf. Durch Vorwärts- und/oder Rückwärtsspülung kann die Membran sanft mit Wasser oder mit einer schwachen Lauge gereinigt werden.

Besonders vorteilhaft wird eine Membran oder ein Verfahren wie zuvor beschrieben zur Crossflow-Filtration von Flüssigkeiten, insbesondere Getränken, eingesetzt. Dazu zählen insbesondere Bier oder Wein.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Filtration von Flüssigkeiten. Die Flüssigkeit wird dazu im Querstrom entlang einer Membran geführt, wobei verhältnismässig grobe Partikel an der Oberfläche der Membran zurückgehalten werden. Die von diesen groben Partikeln befreite Flüssigkeit tritt quer durch die Membran hindurch. Gemäss der vorliegenden Erfindung werden beim Durchtritt der auf dieser Weise zum Teil vorfiltrierten Flüssigkeit quer durch die Membran feinere Partikel in der Tiefe der Membran zurückgehalten und aus der Flüssigkeit ausfiltriert. Dieser Aspekt der Erfindung betrifft daher ein Verfahren zur Filtration, welches an sich bekannte Querstrom-Filtrationsprinzipien mit an sich bekannten Tiefenfiltrationsprinzipien in ein und derselben Filtermembran vereinigt.

Im folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung anhand von Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Membran,

- Fig. 2: eine schematische Darstellung des filteraktiven Bereichs der Membran gemäss Fig. 1,
- Fig. 3: eine schematische Darstellung eines Crossflow-Filters mit der Membran aus Fig. 1,
- Fig. 4a-d: ein erfindungsgemässes Modulelement und den Einbau des Modulelements in ein Gehäuse,
- Fig. 5: eine alternative Ausführungsform eines Modulelements,
- Figur 6: eine grafische Darstellung von Transmembrandruck und Flux einer erfindungsgemässen Membran im Zeitverlauf,
- Figur 7: eine Draufsicht eines erfindungsgemässen Modulelements,
- Figur 8: eine Schnittdarstellung mehrerer gestapelter Modulelemente entlang einer Schnittebene A-A in Figur 7,
- Figur 9: einen vergrösserten Ausschnitt C der Darstellung in Figur 8 mit den Verbindungselementen von Modulelementen,
- Figur 10: einen vergrösserten Ausschnitt D der Darstellung in Figur 8 mit Randbereichen von Filterkissen,
- Figur 11: alternativ ausgeführte Randbereiche von Filterkissen,
- Figur 12: eine Schnittdarstellung mehrerer gestapelter Modulelemente entlang einer Schnittebene B-B in Figur 7,
- Figur 13: eine perspektivische Darstellung eines Stapels von Modulelementen mit einem Unfiltrat-Abstandshalter;
- Figur 14: eine perspektivische Darstellung eines Verbindungselements.

In Fig. 1 und 2 ist eine erfindungsgemässe Membran 1 dargestellt. In dieser Membran 1 werden Partikel und Kolloide mit Durchmessern von bis hinunter zu 0,1 μm aufgehalten. Die Membran 1 besteht in erster Linie aus einem dreidimensionalen Fasergewüst 2 aus Fasern 4. 55% des Trockengewichts der Membran 1 werden durch das Fasergewebe 4 und Harz gegeben. Davon sind 15% des

Gewichts Chitinfasern, der Rest sind Zellulosefasern. Ein Anteil von 7% der Zellulosefasern sind Hanffasern, die restlichen Fasern sind übliche Holzzellulosefasern. Die mittlere Faserlänge der Holzzellulosefasern 4 beträgt ca. 1.5 mm. Die Hanffasern sind mit einer Länge von bis zu 6 mm deutlich länger und wirken stabilisierend. Die Fasern weisen je nach gewünschter Durchflussrate einen Mahlgrad von beispielsweise 30 - 60SR auf. Als Nassfestmittel wird Polyamidoamin-Harz zu einem Gewichtsanteil von 6% verwendet.

Zwischen den Fasern 4 sind Kieselgur und Perlite als Zusatzstoffe 5 eingelagert. Der Gewichtsanteil der Zusatzstoffe 5 beträgt 45 % des Trockengewichts der Membran.

Die Dicke des filteraktiven Fasergerüsts 2 beträgt im entspannten Zustand 3,7 bis 3,9 mm. Während dem Betrieb wird die Membran 1 durch das Druckgefälle Δp (Fig. 3) auf zwischen 1.85 und 1.95 mm komprimiert. Das Flächengewicht der Membran beträgt 1300 g/m². Die Reißfestigkeit beträgt 130NM/50mm.

Der optionale Abstandshalter 3, welcher lose auf auf das filteraktive Fasergerüst aufgelegt ist, besteht aus Polypropylen (PP) und hat eine Dicke von 1 bis 2 mm. Der Abstandshalter 3 ist ein Netz mit Öffnungen von ca. 2x2 mm und hat keine Filterwirkung. Er schützt einerseits die darunter liegende Fasergerüst 2 vor Beschädigung durch das Unfiltrat U und bildet Kanäle für die Unfiltratseitige Querüberströmung. Geeignete Abstandshalter sind beispielsweise das Produkt der Nummer 5.307 der Firma Interma oder das Produkt der Nummer XN 4510 der Firma InterNet. Diese Produkte sind aufgrund der triplanaren Struktur bevorzugt, da das Unfiltrat auf günstige Weise kanalisiert wird.

Damit das Fasergerüst 2 während dem Betrieb nicht durch den Abstandshalter 21 beschädigt wird, z.B. durch Eindringen der Gitterstruktur in das Fasergerüst 2, wird zwischen das Gerüst 2 und den Abstandshalter 21 ein Schutzvlies (nicht sichtbar) aus Polyester mit einer Stärke von ca. 0.2 mm eingelegt. Der Abstandshalter 21 und das Fasergerüst 2 sowie das dazwischen liegende Schutzvlies sind nicht fest miteinander verbunden, sondern werden während dem Betrieb durch das Druckgefälle Δp (Fig. 3b, 4b) aneinander gepresst. Es ist ausserdem auch denkbar, ein Schutzvlies zwischen das Fasergerüst 2 und den unfiltratseitigen Abstandshalter 3 vorzusehen.

In den Fig. 3a und 3b sind der Aufbau einer Crossflow-Filteranlage und das Crossflow-Filtrationsprinzip schematisch dargestellt. Die zu filtrierende Flüssigkeit befindet sich als Unfiltrat U in einem Unfiltrattank 6. Das Unfiltrat U wird mit einer Zuführpumpe 9 gefördert. Mit einer Prozesspumpe 10 wird das Unfiltrat U mit einer Geschwindigkeit von ca. 1m/s im Kreislauf 11 umgewälzt. Die Filtration findet in den Modulen 30 statt, in welchen sich Membranen 1 in aufeinandergestapelten Modulelementen (Fig. 3b) befinden. Das Filtrat F wird über einen Ablauf 8 in einen Filtrattank 7 geführt.

Ein Druckgefälle Δp von typischerweise 1 bar zwischen einem Unfiltratraum 12 und einem Filtratraum 13 führt zum Durchtritt von Flüssigkeit durch die Membran 1. Das Druckgefälle wird durch eine geeignete Regelanordnung R eingestellt, welche die Zuführpumpe 9 und die Prozesspumpe 10 steuert. Durch das Druckgefälle Δp kann die Strömungsgeschwindigkeit v des Unfiltrats geregelt werden.

Durch das Druckgefälle Δp wird ein Teil des Unfiltrats U durch die Membran 1 gedrückt. Ein Teil der Partikel des Unfiltrats

wird an der Oberfläche der Membran aufgehalten, ein weiterer Teil bleibt in der Tiefe der Membran 1 hängen. Somit wird die Flüssigkeit beim Durchtritt durch die Membran auf zwei Arten filtriert. Das austretende Filtrat F wird in einem Abfluss 8 abgeführt.

Die Membran 1 ist in ein Modulelement 20 (Fig. 4a - 4d) eingebaut, welches einfach ausgewechselt werden kann. Dadurch ist die Wartung des Filters vereinfacht.

Ein erfindungsgemässes Modulelements 20 und der Einbau des Modulelements 20 in Module 30 mit einem Gehäuse ist in Fig. 4a bis d dargestellt.

In Fig. 4a sind das Modulelement 20 und das Modul 30 in Aufsicht dargestellt. Das Modul 30 hat ein Gehäuse mit einem im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt. Durch zwei Anschlüsse 31 wird das Unfiltrat in das Gehäuse gebracht bzw. daraus abgeführt. Das Unfiltrat befindet sich in den Unfiltraträumen 32. Zwei Abführleitungen 33 sind für das Abführen des Filtrats vorgesehen. Unfiltratseitig ist das Modulelement 20 offen, so dass zwischen den Unfiltraträumen und den Unfiltratseiten der Membran keine Abdichtung notwendig ist.

Fig. 4b zeigt einen Ausschnitt entlang des Schnittes A-A aus Fig 4a. Ein Modulelement 20 ist im Bereich des Filtratabflusses 33 dargestellt. Das Modulelement 20 umfasst zwei Membranen 1. Wie im Zusammenhang mit Fig. 1 und 2 beschrieben, umfassen die Membranen 1 im Wesentlichen ein Fasergerüst 2, das unfiltratseitig mit einem Abstandshalter 3 versehen ist. Die Abstandshalter 3 der beiden Membranen 1 weisen voneinander weg.

Zwischen den beiden Membranen 1 befindet sich ein weiterer Abstandhalter 21. Dieser besteht wiederum aus einem Netz aus PP. Zwischen dem Abstandhalter 21 und dem Fasergerüst 2 befindet sich ein nicht gezeigtes Schutzvlies. Der Abstandhalter 21 dient zur Kanalisation des Filtrats F und zum Einstellen eines konstanten Abstandes zwischen den beiden Membranen 1. Das Schutzvlies verhindert das Eindringen in das Fasergerüst. Da der Abstandhalter 21 keine Schutzfunktion für die Membranen 1 bieten muss, kann die Lochgrösse grösser gewählt werden und beträgt 2 bis 2,5 mm. Geeignet ist in diesem Fall ein Abstandhalter wie z.B. das Produkt mit der Nr. XN4510 der Firma Internet. Der Abstandhalter 21 erstreckt sich bis in den Filtratabfluss 33, so dass das Filtrat dorthin geleitet wird.

Über der Membran 1 wird ein Transmembrandruck Δp angelegt. Das Unfiltrat U überströmt die Membranen 1. Ein Teil des Unfiltrats wird aufgrund des Druckgefälles Δp durch die Membran 1 gedrückt und dabei wie zuvor beschrieben filtriert.

In einem Anschlussbereich 40 wird das Fasergerüst 2 und der Abstandshalter 3 mit einem Anschlussstück 50 verbunden. Das Anschlussstück 50 ist derart gestaltet, dass das Auswechseln des Modulelementes 20 und des aus Modulelementen 20 gebildeten Modulstapels im Gehäuse schnell und einfach auszuführen ist. Mehrere Modulelemente 20 werden zu einem Stapel aus Modulelementen zusammgebaut. Einer oder mehrere solche Stapel werden miteinander in das Gehäuse eingesetzt.

Die beiden Membranen 1 werden in ihren Randbereichen durch das Anschlussstück 40 zusammengedrückt. Das Anschlussstück 40 ist als Spritzgussteil ausgebildet. Im Anschlussstück 40 ist der Filtratabfluss 33 angeordnet. Das Anschlussstück kann beispielsweise zweiteilig ausgebildet sein. Die beiden Teile können durch

Kleben, Schweissen, Klemmen oder Stecken miteinander verbunden werden. Es ist aber auch denkbar, die Membranen eines Modulelementes 20 mit einem Anschlussstück zu umspritzen.

Die Konstruktion von solchen Modulelement 20 erlaubt die Anordnung von mehreren Modulelement oder Elementstapeln innerhalb des Gehäuses 30. Die einzelnen Filtratabflüsse 33 werden übereinander angeordnet und dichtend miteinander verbunden, so dass sich ein durchgehender Filtratabfluss ergibt. Auf Grund der Abstandshalter 3 zwischen benachbarten Modulelementen 20 werden Kanäle für das Unfiltrat gebildet, welche in die Unfiltraträume 32 münden. Unfiltrat U strömt (siehe linke Seite in Figur 4a) über den einen Unfiltratrand 32 zwischen den Membranen 1 benachbarter Module hindurch. Bei dieser tangentialen Überströmung tritt ein Teil des Unfiltrats wie beschrieben durch die Membran 1 und wird dabei filtriert. Der Rest des Unfiltrats überfließt die Membran 1 und tritt wieder in den Unfiltratraum 32 (siehe rechte Seite in Figur 4a). Vom rechten Unfiltratenausgang wird das Unfiltrat U im Kreislauf wieder der Zufuhr auf der linken Seite in Figur 4a zugeführt.

In Fig. 4c ist das Gehäuse 30 in einer seitlichen Ansicht dargestellt. Das Gehäuse 30 ist im Wesentlichen zylinderförmig. Je vier Anschlüsse 31 für die Zu- bzw. Abfuhr des Unfiltrats U sind vorgesehen. Weiter ist ein Abfluss 34 für das Filtrat F sichtbar, in welchen die Abflussleitungen 33 münden. Im Innenraum des Gehäuses 30 sind 100 Modulelemente 20 übereinander geschichtet. Es können beispielsweise 100 einzelne Modulelemente 20 oder 20 Elementstapel mit fünf Modulelementen verwendet werden. Jedes der Module ist wie zuvor Anhand von Fig. 4a und 4b beschrieben in das Gehäuse eingebaut. Die Modulelemente 20 liegen dicht aufeinander auf, so dass die Abstandshalter 3 zweier benachbarter Modulelemente 20 Unfiltratkanäle zwischen den Modulelementen 20

bilden. Das Unfiltrat U strömt dann zwischen den Modulelementen 20 tangential entlang der Membranoberfläche.

In Fig. 4d ist dargestellt, wie mehrere Gehäuse 30 in einer Filteranlage seriell und parallel zusammengeschlossen werden können.

In diesem Beispiel umfasst jedes Modulelement 20 zwei Membranen 1. Selbstverständlich ist es auch denkbar, Modulelemente 20 mit mehreren Membranen 1 vorzusehen.

Eine alternative Ausführungsform eines Modulelements 20 ist in Fig. 5 dargestellt. Funktionsgleiche Komponenten werden mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet wie im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 4a bis 4d.

In dieser Ausführungsform ist das Modulelements 20 als Wickelmodul ausgebildet. Das Fasergerüst 2 wird um einen Filtratabfluss 33 gewickelt. So entsteht ein zylinderförmiges Modulelement 20. Dabei wird unfiltratseitig ein Abstandhalter 3 und filtratseitig ein Abstandhalter 21 zwischen die Wicklungen des Fasergerüsts 2 gelegt. Das Unfiltrat U überströmt die Membran entlang der Längsrichtung des Zylinders. Das Filtrat wird senkrecht dazu spiralförmig in die Mitte zum Filtratabfluss 33 geleitet. Das Abschlussstück 35 dient der Stabilisierung des Moduls und ist geeignet zum einfachen Einbauen in ein Modul 30.

Wegen der zylindrischen Grundform des Modulelements 20 aus diesem Ausführungsbeispiel ist ein zylinderförmiges Modul 30 (nicht dargestellt) analog zu Fig. 4 geeignet. Die zylindrische Form des Modul 30 ist wegen der optimalen Druckverteilung innerhalb des Gehäuses bevorzugt, andere Formen sind jedoch ebenfalls denkbar.

Versuche mit erfindungsgemässen Membranen haben gezeigt, dass sich die Flussraten über lange Zeit ohne Regeneration konstant halten lassen. Mit einer Überströmgeschwindigkeit von 1m/s konnte beispielsweise bei der Filtration von Bier über eine Zeit von 480 Minuten der mittlere Fluss auf einem Wert von ca. 150l/m²h gehalten werden. Eine Messreihe ist beispielhaft in Fig. 6 gezeigt. Dabei musste der Transmembrandruck im Verlauf der Zeit lediglich von ca. 0,5 Bar auf etwas weniger als 1 bar erhöht werden. Mit der wie in Figuren 1 und 2 gezeigt aufgebauten Membran wurde eine Retention erreicht, welche vergleichbar mit der Retentionsrate von herkömmlichen Kunststoff oder Keramikmembranen mit einem Porendurchmesser von etwa 0,1 µm bis 0,2 µm entspricht. Dazu wurde eine Membran 1 verwendet, welche aus einem Fasergerüst 2 aufgebaut ist. Die Fasern wurden derart ausgewählt, dass sich gemessene Porengrössen (Messung durch ein capillary flow analysis Messgerät CFP - 1100-A der Porous Materials Inc, Itaka, NY, USA, mit Wasser als Messflüssigkeit wie folgt ergeben:

Minimum pore size	Mean pore size	Maximum pore size
0,82	4,05	15,57

Figur 7 zeigt eine Draufsicht eines erfindungsgemässen Modulelements 120 mit aufliegendem Unfiltrat-Abstandshalter 103. Das Modulelement 120 weist einen zentral angeordneten Filtratablauf 133 auf.

Der Randbereich 139 des Modulelements 120 ist flüssigkeitsdicht umspritzt, sodass ein Rahmen 141 gebildet wird. Auf dem Rahmen 141 sind Zapfen 142 und Ausnehmungen 143 zur Verbindung mit weiteren Modulelementen vorgesehen.

Figur 8 zeigt eine Schnittdarstellung von einem Stapel 100 aus zwei Modulelementen 120 entlang einer Schnittebene A-A in Figur 7. Jedes Modulelement 120 besteht aus einem Filterkissen 115, einem Verbindungselement 160 und einem Unfiltrat-Abstandshalter 103. Das Filterkissen 115 wiederum ist aus zwei Membranen 101 und einem Filtrat-Abstandshalter 121 aufgebaut. Zwischen den Membranen 101 ist filtratseitig ein Filtratabflusskanal 125 gebildet.

Im Randbereich 139 besitzt das Filterkissen 115 einen Rahmen 141. Auf dem obersten Filterkissen 115 befindet sich ein weiteres Verbindungselement 160''. Dies kann als Abschluss für den gesamten Stapel 100 dienen oder zur Verbindung mit einem in der Figur nicht dargestellten weiteren Filterkissen.

Figur 9 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt C der Darstellung in Figur 8 mit aufeinander gesetzten Verbindungselementen 160, 160', 160''. Ein Verbindungselement 160 weist beidseitig Verschlusselemente, die in dem in der Figur gezeigten Beispiel als Zapfen 162 und Ausnehmungen 163 ausgeführt sind, zur Verbindung mit weiteren Verbindungselementen 160' auf. Die in der Figur gezeigten Verbindungselementen 160, 160' besitzen jeweils sechs Zapfen 162 und dazwischen angeordnet sechs Ausnehmungen 163. Die Zapfen 162 eines Verbindungselements 160 greifen in die Ausnehmungen 163 des darüber angeordneten Verbindungselements 160' ein, wodurch eine Schnappverschluss entsteht. Die Verbindungselemente 160, 160', 160'' sind bezüglich ihrer äusseren Form identisch. Sie werden übereinander abwechselnd, jeweils gegeneinander um 30 Grad verdreht, gestapelt, sodass die Zapfen 162 auf die zwischen den Zapfen 162 befindlichen Ausnehmungen 163 treffen.

Das Verbindungselement 160 besitzt eine Anlagefläche 164, mit der es um den zentralen Abflussbereich 122 des Filterkissens 115 an der Membran 101 anliegt. Parallel dazu befindet sich eine weitere Anlagefläche 165 zum Anlegen eines (hier nicht gezeigten) weiteren Filterkissens 115'. Der Abstand 166 zwischen Anlageflächen 164, 165 benachbarter Verbindungselemente 160, 160' ist so dimensioniert, dass im Abflussbereich 122 ein Einklemmen des Filterkissens 115 zwischen den Anlageflächen 164, 165 erlaubt wird. Folglich kann kein Unfiltrat, das sich zwischen benachbarten Filterkissen 115, 115' befindet, in den Filtratablauf 133 gelangen.

Auf den Anlageflächen 164, 165 können sich in der Figur nicht gezeigte Fortsätze befinden, die in die Membran eindrücken. Auch bei Fluiddurchströmung wird das Filterkissen 115 zwischen den Anlageflächen 164, 165 gehalten. Es wird gewährleistet, dass kein Unfiltrat in den Filtratablauf 133 gelangt.

Figur 10 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt D der Darstellung in Figur 8 mit den Randbereichen 139 von Filterkissen 115. Der Filtrat-Abstandshalter 121 weist im Randbereich 139 einen Anschlag 123 auf. Der Anschlag 123 ist als senkrecht zur Ebene des Filtrat-Abstandshalters 121 angeordnete Anschlagsfläche 124 ausgeführt. Die Membranen 101 liegen im Randbereich 139 an dem Anschlag 123 an und sind gemeinsam umspritzt und von einem Rahmen 141 eingeschlossen.

Figur 11 zeigt einen alternativ ausgeführten Randbereich 139 von Filterkissen 115, in welchem der Filtrat-Abstandshalter 121 im Randbereich 139 einen dichtenden Abschluss 126 besitzt. Der dichtende Abschluss 126 dichtet im Randbereich 139 den Raum zwischen den Membranen 101 ab. Zusätzlich ist das Filterkissen

im Randbereich 139 noch umspritzt, wodurch ein Rahmen 141 gebildet wird.

Figur 12 zeigt eine schematische Schnittdarstellung mehrerer gestapelter Modulelemente 120 entlang einer Schnittebene B-B in Figur 7. Auf dem angespritzten Rahmen 141 besitzen die Modulelemente 120 Ausrichtelemente 144, die als Zapfen 146 und Ausnehmungen 147 ausgeführt sind. Zapfen 146 und Ausnehmungen 147 benachbarter Modulelemente 120 greifen ineinander. Die Ausrichtelemente 144 unterstützen die korrekte Positionierung der Modulelemente 120 beim Stapeln und tragen dazu bei, die Positionierung beizubehalten, wenn der Stapel von Flüssigkeit durchströmt wird. Zusätzliche, von aussen angreifende Befestigungselemente sind nicht notwendig.

Figur 13 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Stapels 100 von Modulelementen 120 mit oben auf liegendem Unfiltrat-Abstandshalter 103. Der Unfiltrat-Abstandshalter 103 hat eine Rillenstruktur, über welche Unfiltrat von einem Einströmbereich 134 zu einem Ausströmbereich 135 geführt wird. Dabei wird die Membranfläche des Modulelements 120 gleichmässig umströmt und der Filtratabfluss 133 ausgenommen.

Der Unfiltrat-Abstandshalter 103 ist mit Positionierungen 136 ausgestattet, welche in entsprechende Ausnehmungen auf dem Rahmen 141 des Modulelements 120 eingreifen. Die Positionierungen 136 erleichtern die Montage beim Stapeln und verhindern ein Verutschen des Unfiltrat-Abstandshalters 103, wenn der Stapel von Flüssigkeit durchströmt wird.

Der Unfiltrat-Abstandshalter 103 ist ein Spritzgussteil, das bevorzugt aus Polypropylen gefertigt wird. Gleiches gilt für die in dieser Figur nicht explizit gezeigten Filtrat-Abstandshalter.

Die Verbindungselemente 160'' sind aus glasfaserverstärktem Polypropylen hergestellt.

Die Membranen 101 werden in einem Spritzgusswerkzeug ebenfalls mit glasfaserverstärktem Polypropylen umspritzt, sodass ein fester Rahmen 141 entsteht.

Für die Abstandshalter 103, die Verbindungselemente 160'' und die Rahmen 141 kommen grundsätzlich alle spritzgussfähigen Kunststoffe, wie Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste, in Frage. Für die Anwendung in der Getränkefiltration eignen sich besonders Polypropylen, PSU und PES. Für alle Teile sollte dasselbe Material oder zumindest Materialien mit derselben Wärmeausdehnung verwendet werden.

Typische Grundabmessungen der Membranen sind eine Länge von 385 mm und eine Breite von 287, so dass ein Filterkissen mit zwei Membranen eine Filterfläche von etwa 0,2 m² besitzt. Selbstverständlich können auch Modulelemente mit kleineren und grösseren Filterflächen gefertigt werden.

Figur 14 zeigt eine perspektivische Darstellung eines Verbindungselements 160. Die Verschlusselemente sind als Zapfen 162 und Ausnehmungen 163 ausgebildet. Das Verbindungselement 160 weist eine Anlagefläche 165 für eine in der Figur nicht gezeigte Membran auf. Auf dieser sind zwei ringförmige Fortsätze 166 angeordnet, welche in die Membran eindringen.

Patentansprüche

1. Crossflow-Filtermembran (1; 101), dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (1; 101) eine aktive Schicht (2) von mindestens 1mm, bevorzugt mindestens 2 mm Dicke aufweist.
2. Crossflow-Filtermembran (1; 101) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (1; 101) über ihre ganze Dicke als zur Filtration aktive Schicht (2) ausgebildet ist.
3. Membran (1; 101) insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (1; 101) aus einem dreidimensionalen Gerüst, insbesondere aus Fasern (4), bevorzugt aus Zellulosefasern, besteht.
4. Membran (1; 101) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das dreidimensionale Gerüst durch ein Harz verfestigt ist.
5. Membran (1; 101) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (1; 101) derart aufgebaut ist, dass ihre Retentionsrate der Retentionsrate von herkömmlichen Kunststoff oder Keramikmembranen mit einer Porengrösse von 0,2 μm bis 1,2 μm bei der Bierfiltration entspricht.
6. Membran (1; 101) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (4) eine Länge von 0.5 - 10mm aufweisen.
7. Membran (1; 101) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Membran (1; 101) Zusatzstoffe (5), insbesondere Kieselgur und/oder Perlite, eingelagert sind.

8. Membran nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran reversibel kompressibel ist.
9. Membran (1; 101) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (1; 101) insbesondere an der unfiltratseitigen Oberfläche mit einem Abstandshalter (3, 21) versehen ist.
10. Membran (1; 101) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Abstandshalter (21) und der Filterschicht (2) eine Schutzschicht, insbesondere ein Gewebe oder Vlies angeordnet ist.
11. Membran (1; 101) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur der Membran (1; 101) bezogen auf eine Richtung senkrecht zur Membranoberfläche inhomogen ist, dass insbesondere Faserdichte, Faserlängen und allenfalls in der Membran (1; 101) eingelagerte Zusatzstoffe (5) inhomogen verteilt sind.
12. Membran (1; 101) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (4) und/oder Zusatzstoffe (5) derart verteilt sind, dass in einem filtratseitigen Bereich der Membran (1; 101) verglichen zum unfiltratseitigen Bereich der Membran (1; 101) feinere Partikel aus dem Unfiltrat (U) filtriert werden.
13. Modulelement (20) für den Einbau in einem Crossflow-Filter, wobei das Modulelement (20) wenigstens eine Membran (1; 101) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12 enthält.
14. Modulelement (20) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Modulelement (20) zwei Membranen (1; 101) aufweist,

wobei filtratseitig zwischen den Membranen (1; 101) ein Filtratabflusskanal (125) gebildet ist.

15. Modulelement, insbesondere gemäss Anspruch 14, mit einem Filterkissen (115, 115') aus zwei parallel zueinander angeordneten Filtermembranen (1; 101), wobei filtratseitig ein Filtratabflusskanal (125) gebildet ist, aufweisend mindestens einen Abflussbereich (122) zum Abführen von in dem Filtratabflusskanal (125) gesammeltem Permeat in einen Filtratablauf (33; 133), dadurch gekennzeichnet, dass das Modulelement (20; 120) mindestens ein den Filtratablauf (33; 133) definierendes Verbindungselement (160, 160', 160'') umfasst,
- das benachbart zu dem mindestens einen Abflussbereich (122) an einer unfiltratseitigen Oberfläche des Filterkissens (115, 115') anliegt,
 - durch das ein Bereich, in welchem sich Unfiltrat befindet, dichtend gegen den Filtratablauf (33; 133) abschliessbar ist und
 - das mindestens ein Verschlusselement (162, 163) für einen Formschluss mit mindestens einem Verschlusselement (162, 163) mindestens eines weiteren Verbindungselement (160, 160', 160'') besitzt.
16. Modulelement gemäss Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungselement (160, 160', 160'') beidseitig mit mindestens einem gleichartigen Verbindungselement (160, 160', 160'') wenigstens eines weiteren Modulelements (20; 120) verbindbar ist.
17. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Verschlusselement (161) Zapfen (162) und

Ausnehmungen (163) umfasst, wobei Ausnehmungen (163) zur Aufnahme von Zapfen (162) eines benachbarten Verbindungselements (160, 160', 160'') und zum Bilden des Schnappverschlusses dienen.

18. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass an dem mindestens einen Verbindungselement (160, 160', 160'') Fortsätze (166) vorgesehen sind, die in die Membran einhaken.
19. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Randbereich des Filterkissens (115, 115'), der den gesamten Rand des Filterkissens (115, 115') ausser dem mindestens einen Abflussbereich (2) umfasst, flüssigkeitsdicht abgeschlossen ist, vorzugsweise durch Umspritzen oder Verschweissen.
20. Modulelement gemäss Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Randbereich (139) Ausrichtelemente (144), insbesondere Zapfen (142) und Ausnehmungen (143), für einen Formschluss mit einem benachbarten Modulelement (20; 120) angeordnet sind.
21. Modulelement (20) nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Abflusskanal durch einen Filtrat-Abstandshalter (21; 121) gebildet ist.
22. Modulelement gemäss Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Filtrat-Abstandshalter (21) zumindest in einem Teil seines Randbereichs (139) mindestens einen Anschlag (123) aufweist, an welchem mindestens eine Membran (1; 101) anstösst.

23. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Filtrat-Abstandshalter (21) den Randbereich (139) des Filterkissens (115,115'), der den gesamten Rand des Filterkissens (115,115') ausser dem mindestens einen Abflussbereich (122) umfasst, flüssigkeitsdicht abschliesst.
24. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen den Membranen (1; 101) und dem Filtrat-Abstandshalter (21; 121) Vlieseinlagen befinden.
25. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen den Membranen (1; 101) und dem Filtrat-Abstandshalter (21; 121) Kunststoff-Membran-Einlagen, vorzugsweise mit einer Porengrösse zwischen 0,1 μ m und 0,6 μ m befinden.
26. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 15 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass sich im Durchflussquerschnitt des Filtratabflusskanals (125) des Modulelements (20; 120) mindestens eine Kunststoff-Membran-Einlage, vorzugsweise mit einer Porengrösse zwischen 0,1 μ m und 0,6 μ m, befindet.
27. Modulelement (20) nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Filtrat-Abstandshalter (21; 121) einen Filtratkanal bildet, mittels welchem das Filtrat (F) seitlich durch ein Anschlussstück (40) in einen Filtratablauf (33) führbar ist.
28. Modulelement (20) nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den unfiltratseiti-

gen Oberflächen von benachbarten Membranen (1; 101) ein Kanal für Unfiltrat (U) gebildet ist.

29. Modulelement (20) nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanal für das Unfiltrat (U) durch einen Unfiltrat-Abstandshalter (3; 103) gebildet ist.
30. Modulelement (20) nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass ein zwischen den unfiltratseitigen Oberflächen benachbarter Membranen (1; 101) gebildeter Unfiltratraum seitlich des Moduls geöffnet ist.
31. Modulelement, insbesondere gemäss einem der Ansprüche 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Modulelement (20, 120) einen Unfiltrat-Abstandshalter (3; 103) mit einer Rillenstruktur aufweist, durch welche das Unfiltrat über die Membranfläche und bevorzugt am Abflussbereich (122) vorbei leitbar ist.
32. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 29-31, dadurch gekennzeichnet, dass der Unfiltrat-Abstandshalter Positionierungen (136) aufweist, die in korrespondierende Ausnehmungen in dem Randbereichs (139) des Filterkissens (115,115') eingreifen.
33. Modulelement gemäss mindestens einem der Ansprüche 29-32, dadurch gekennzeichnet, dass der Unfiltrat-Abstandshalter (3; 103) ein Spritzgussteil ist.
34. Verbindungselement zum Verbinden von nebeneinander angeordneten Filterkissen (115,115') aus zwei parallel zueinander angeordneten Filtermembranen, wobei filtratseitig zwischen den Membranen (1; 101) ein Filtratabflusskanal (125) gebildet

ist, aufweisend mindestens einen Abflussbereich zum Abführen von in dem Filtratsabflusskanal (125) gesammelten Permeat, der in einen Filtratablauf (133) mündet, dadurch gekennzeichnet,

- dass das Verbindungselement (160, 160', 160'') benachbart zu dem mindestens einen Abflussbereich (122) an einer unfiltratseitigen Oberfläche des Filterkissens (115,115') anlegbar ist,

- dass durch das durch das Verbindungselement (160, 160', 160'') ein Bereich, in welchem sich Unfiltrat befindet, dichtend gegen den Filtratablauf (33; 133) abschliessbar ist und

- dass das Verbindungselement (160, 160', 160'') mindestens ein Verschlusselement (162, 163) für einen Formschluss mit mindestens einem Verschlusselement (162, 163) mindestens eines weiteren Verbindungselements (160, 160', 160'') besitzt.

35. Verbindungselement gemäss Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass

das Verbindungselement (160, 160', 160'') beidseitig mit mindestens einem gleichartigen Verbindungselement (160, 160', 160'') wenigstens eines weiteren Modulelements (20; 120) verbindbar ist.

36. Verfahren zur Herstellung eines Modulelements, insbesondere gemäss einem der Ansprüche 15-34, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

- Aufstapeln von einer ersten Membran (1; 101), einem Filtrat-Abstandshalter (21; 121) und einer zweiten Membran (1; 101)

- Umspritzen des Randes (139), ausgenommen den mindestens einen Abflussbereich (122)

- Verbindungselement (160, 160', 160'') anlegen.

37. Ein Modul zur Crossflow-Filtration, gekennzeichnet dadurch, dass es aus einem Stapel (100) von 2-100 Modulelementen (20; 120), gemäss einem der Ansprüche 15-34, besteht.
38. Verfahren zur Crossflow-Filtration einer Flüssigkeit, insbesondere eines Getränks, wobei die Flüssigkeit entlang einer Membran (1; 101) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 2 geleitet wird.
39. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit mit einer Strömungsgeschwindigkeit zwischen 0.1 und 2 m/s und/oder mit einem Transmembrandruck (Δp) von 0.01 bis 2 bar, vorzugsweise etwa 1 bar über die bzw. durch die Membran (1; 101) geleitet wird.
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussrate durch die Membran (1; 101) geregelt wird, insbesondere durch Einstellen des Transmembrandrucks (Δp).
41. Verfahren zur Filtration einer Flüssigkeit, insbesondere eines Getränks, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit im Querstrom über eine Membran (1; 101) filtrierte wird und dass der quer durch die Membran (1; 101) insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 12 hindurchtretende Teil der Flüssigkeit zusätzlich beim Durchtritt durch die Membran (1; 101) in der Tiefe der Membran (1; 101) filtrierte wird.
42. Verfahren zur Reinigung einer Crossflow-Filtermembran, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Reinigung der transmembrane Druck (Δp) quer zur Membran (1; 101) im Vergleich zum Transmembrandruck (Δp) während der Filtration reduziert wird, wodurch sich die Membran (1; 101) ausdehnt

und dass in der Membran (1; 101) abgelagerte Teile mit einer Reinigungsflüssigkeit entfernt werden.

43. Verfahren nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass der Transmembrandruck (Δp) um mindestens 50% reduziert wird.

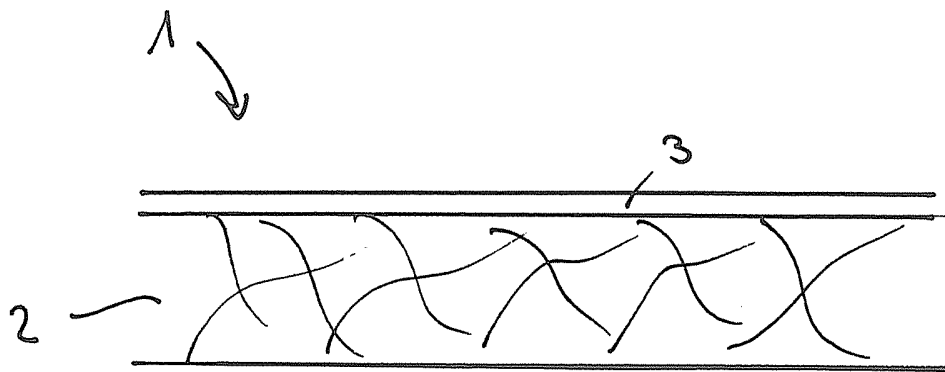


Fig. 1

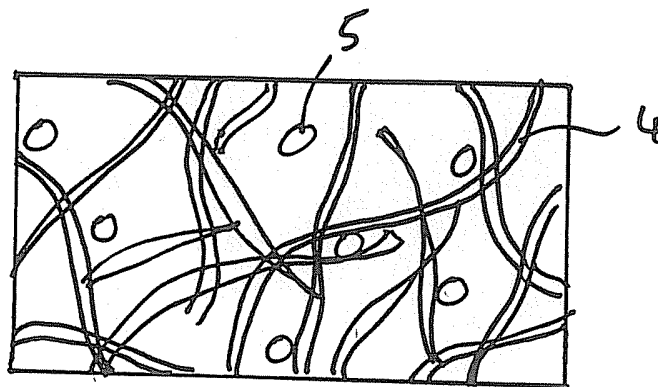


Fig. 2

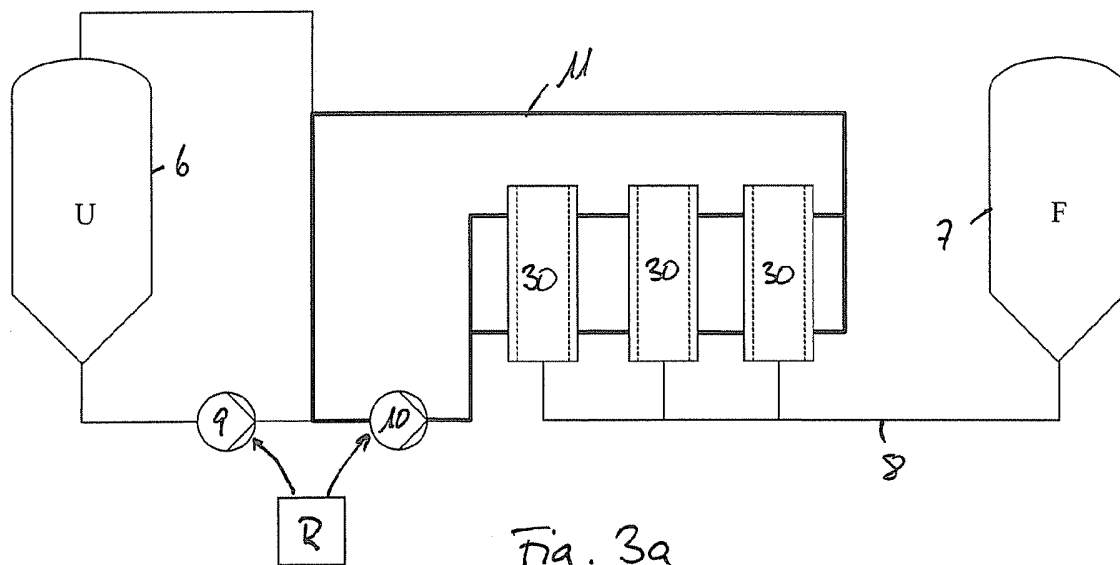


Fig. 3a

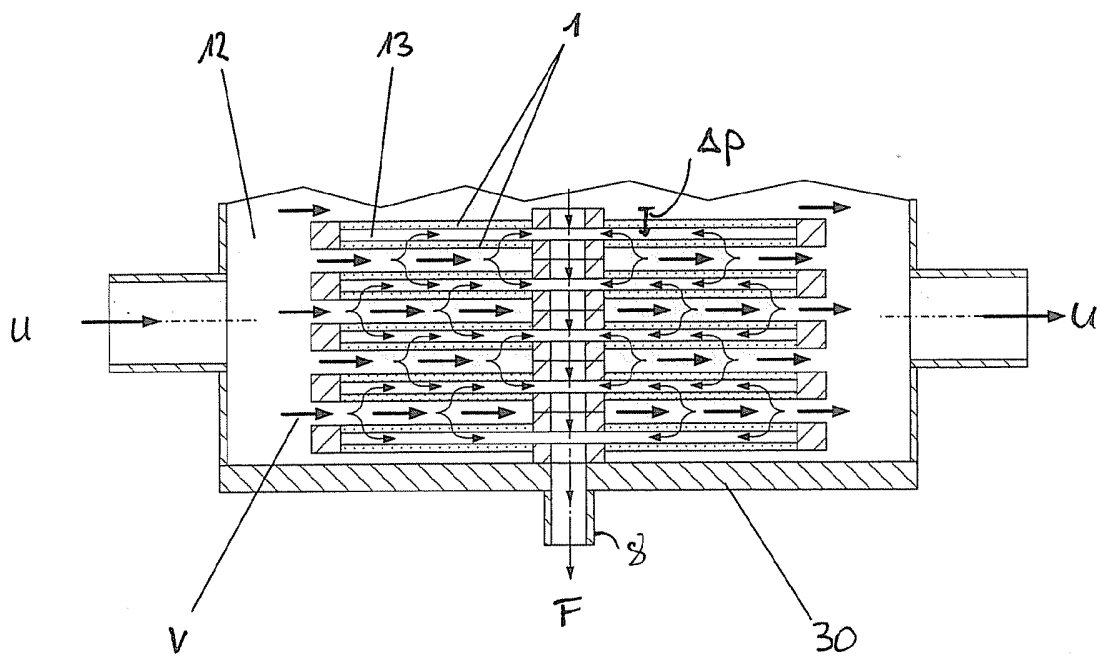


Fig. 3b

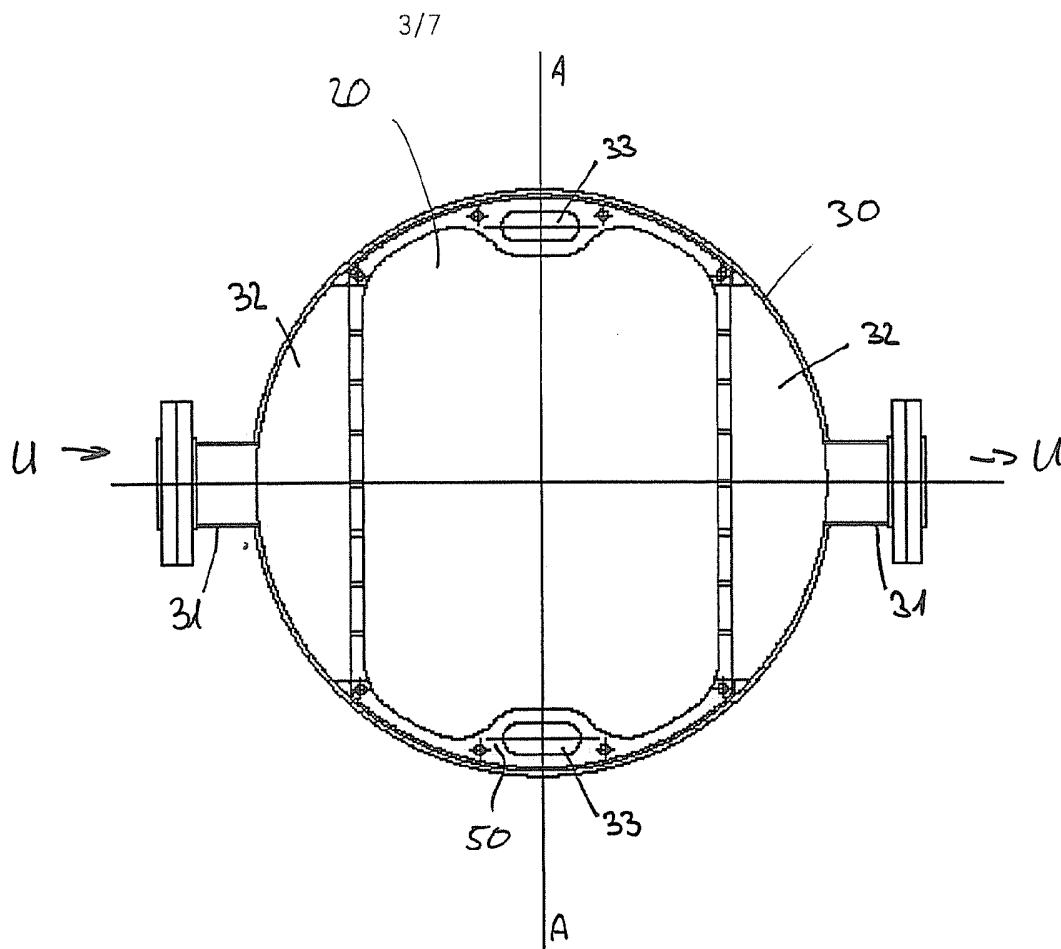


Fig. 4a

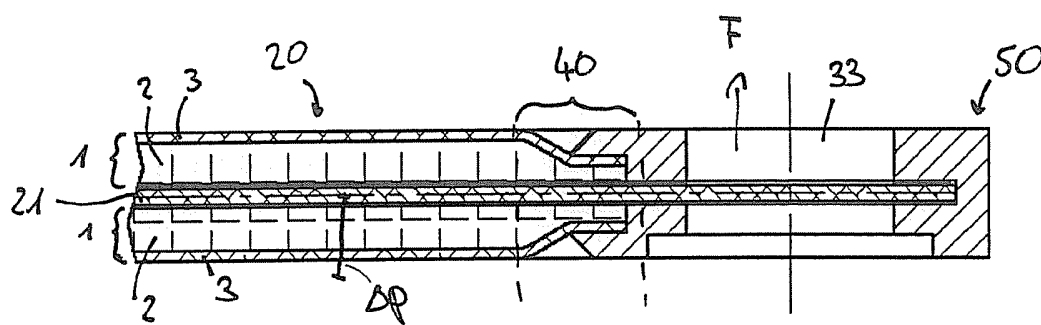


Fig. 4b

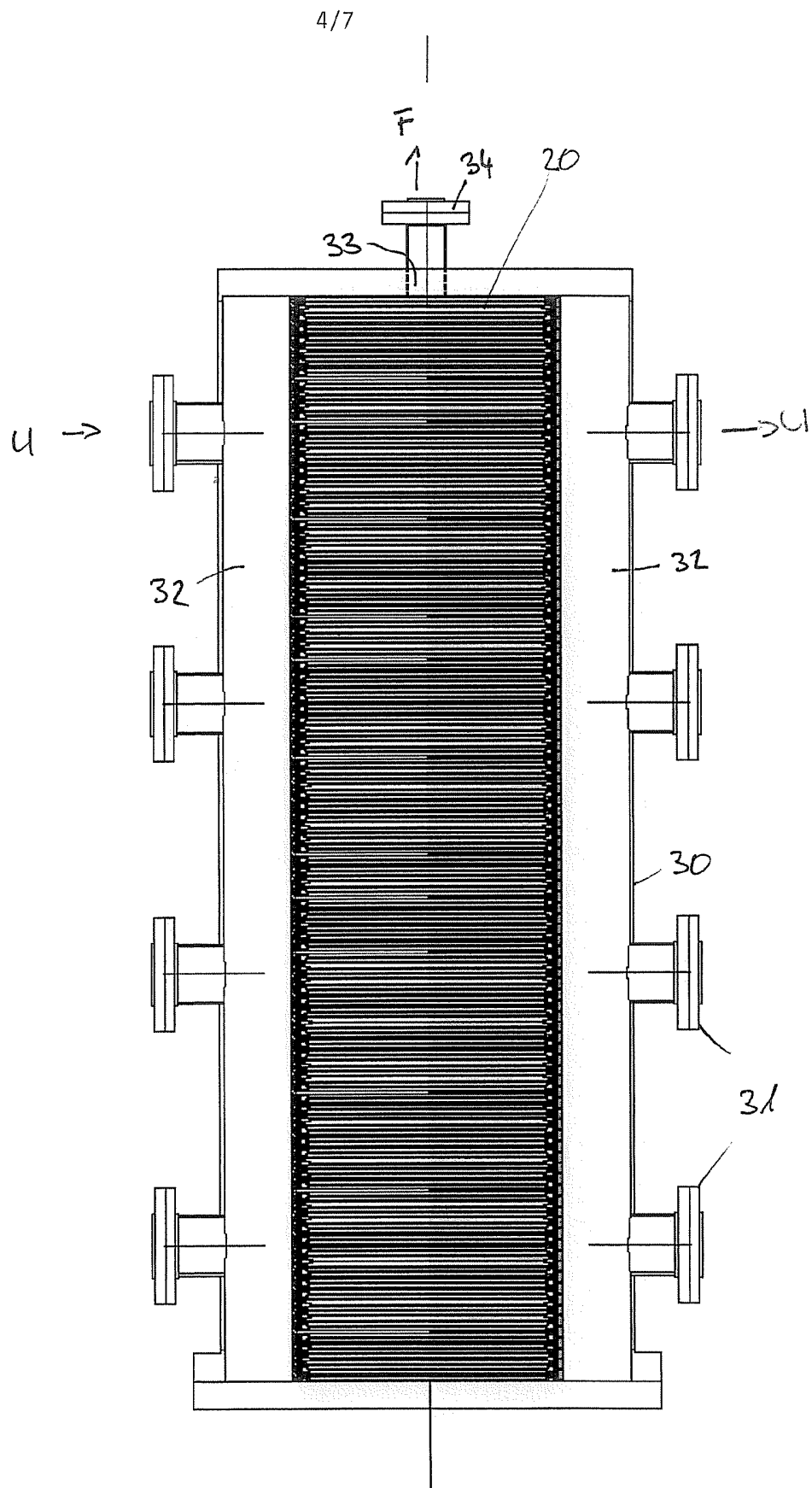


Fig. 4c

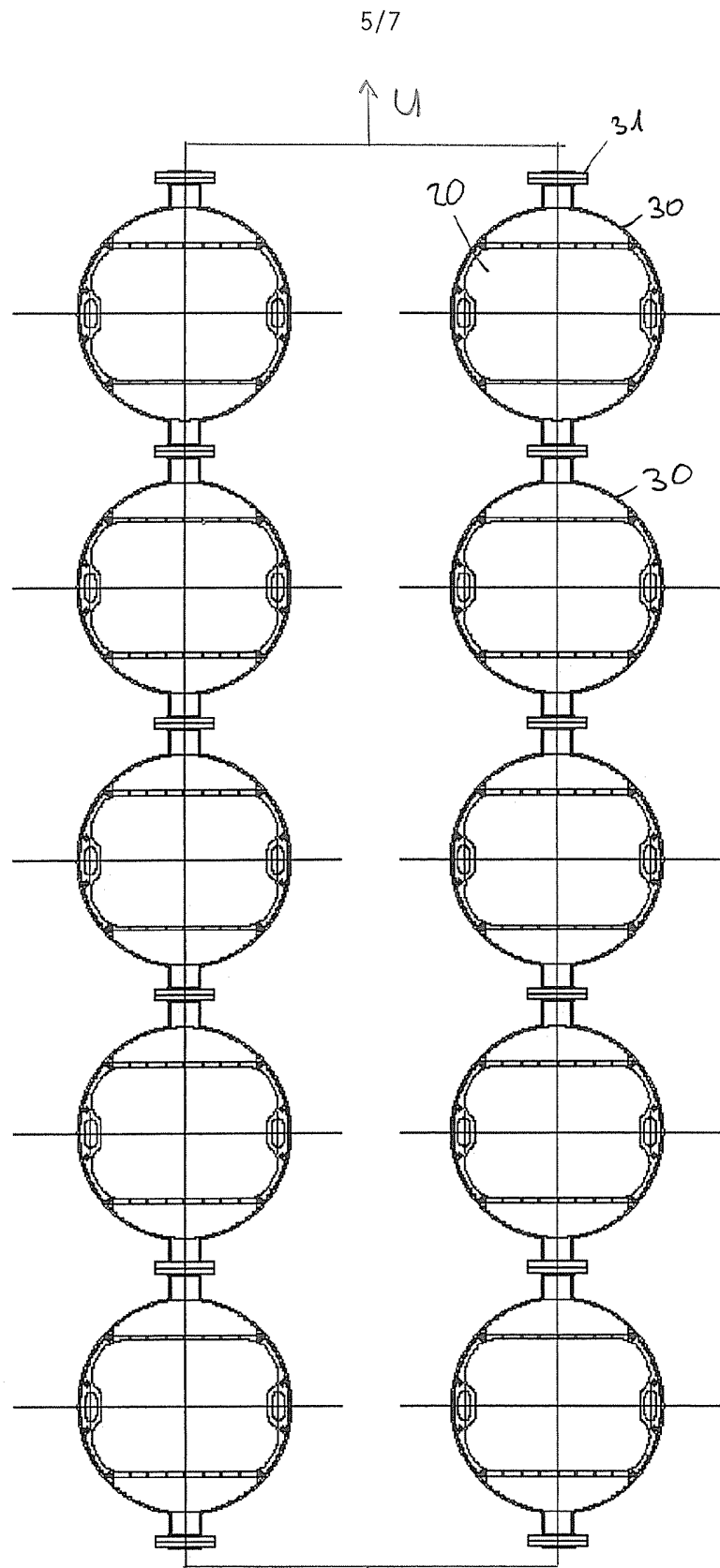


Fig. 4d

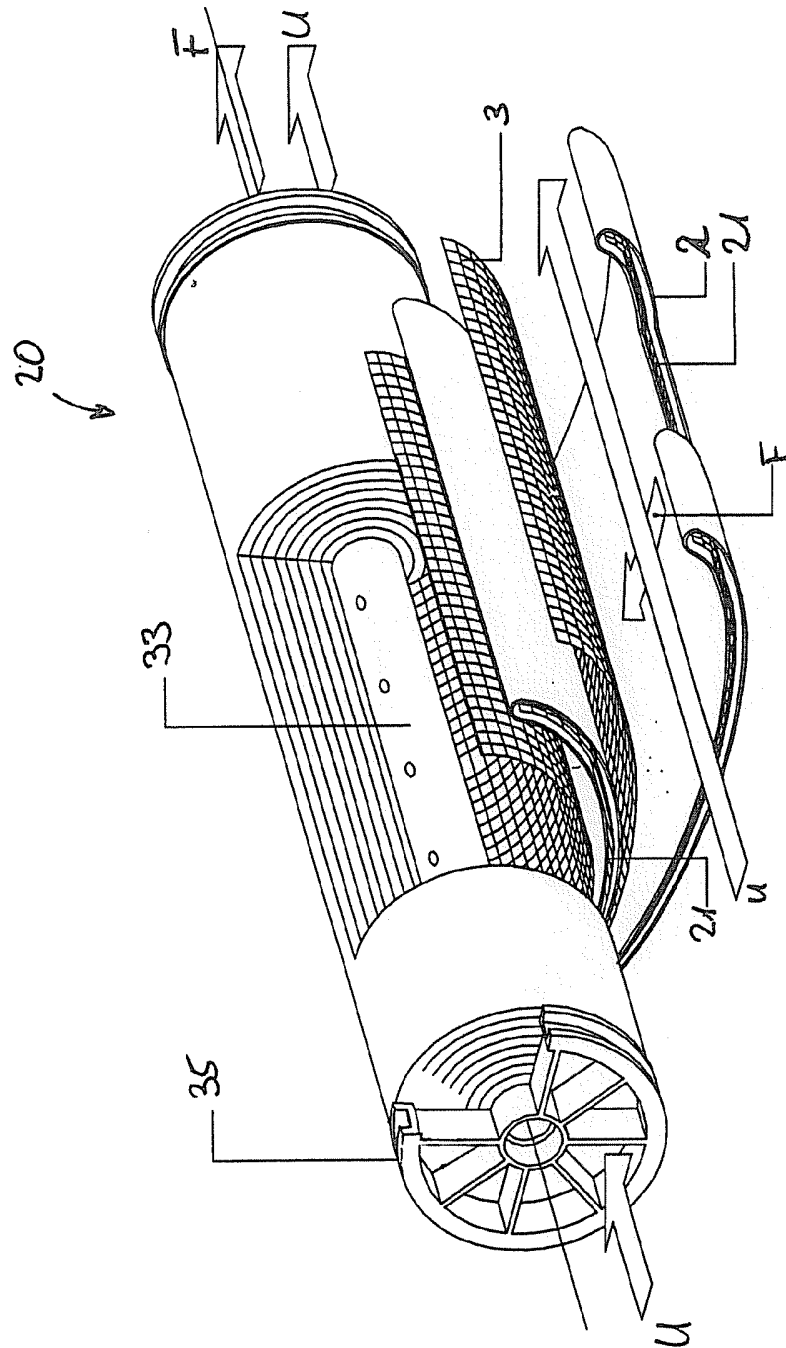


Fig. 5

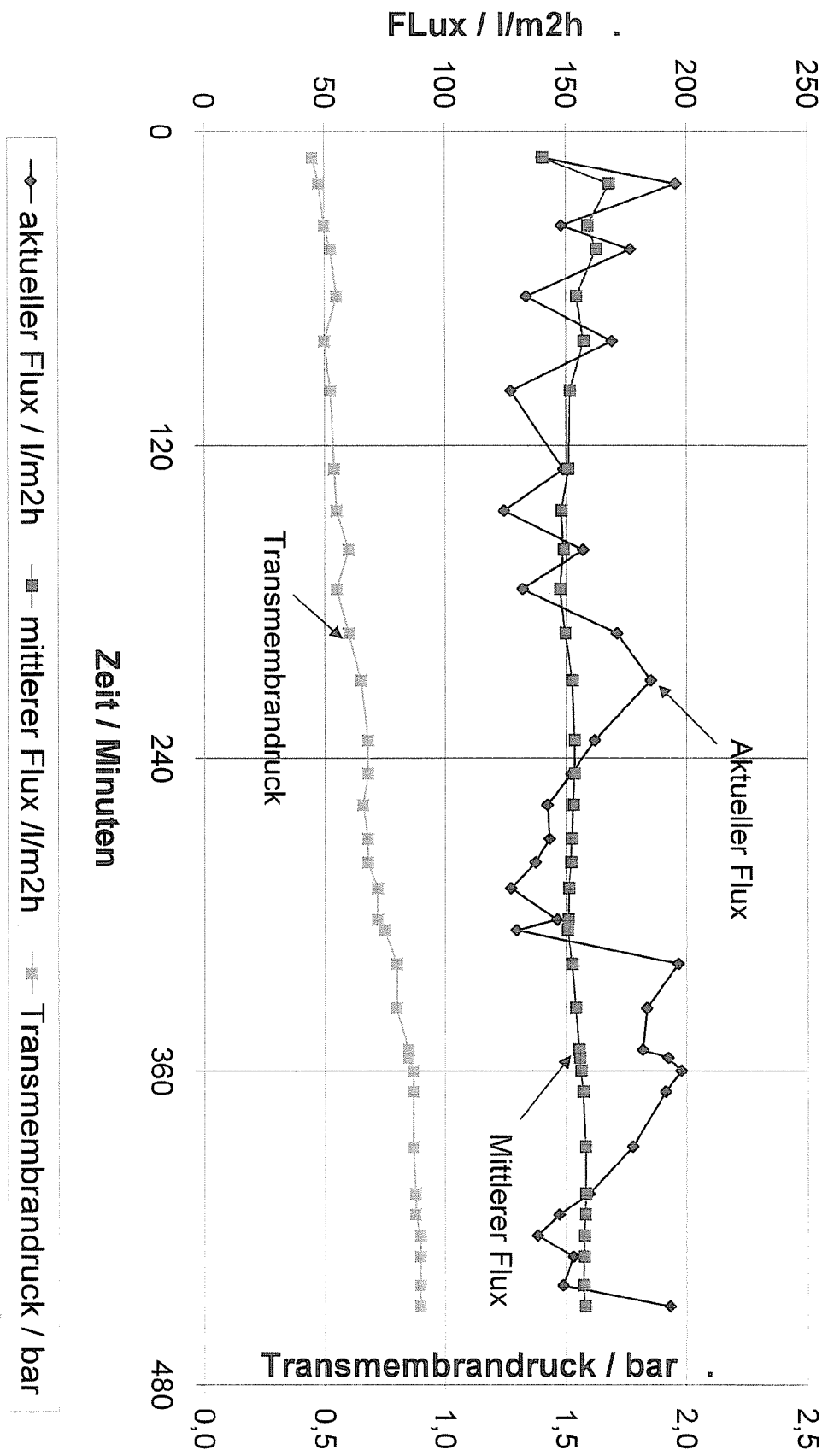


FIG.6