

- 1 -

Filtersystem

Gegenstand der Erfindung ist ein Filtersystem zum
Aufbereiten von Wasser und ein Verfahren zum Aufbereiten
einer Flüssigkeit gemäss den Merkmalen der Patentansprüche
5 1 und 10.

Es ist bekannt, zur Aufbereitung von Flüssigkeiten,
insbesondere von Wasser, Filtersysteme zu verwenden, bei
denen ein oder mehrere Filterelemente spiralförmig um ein
10 Sammelrohr gewickelt sind.
Die Filterelemente umfassen eine poröse Membran, die in
der Regel zwischen weiteren Schichten eingebettet ist, und
die einen schlauchartigen Strömungsraum begrenzt. Die
gestapelten Schichten jedes Filterelements können z.B.
15 entlang der Längskanten dichtend miteinander verbunden
sein. Je nach Porengrösse der Membran können solche
Filterelemente zur Mikrofiltration (Porengrösse $\geq 0.1\mu\text{m}$),
zur Ultrafiltration ($0.002\mu\text{m} \leq \text{Porengrösse} < 0.1\mu\text{m}$) oder
zur Nanofiltration (Porengrösse $< 0.002\mu\text{m}$) verwendet
20 werden.

Die Wandung des Sammelrohrs umfasst Sammelöffnungen, durch
welche die gefilterte Flüssigkeit, auch Permeat genannt,
aus dem Strömungsraum jedes Filterelements in das
25 Sammelrohr eingeleitet werden kann. Solche Anordnungen
werden auch als Wickelmodul bezeichnet.

-2-

Üblicherweise ist jedes Wickelmodul coaxial in ein zylindrisches Gehäuse eingebaut, wobei die Enden des Sammelrohrs bei den Enden des Gehäuses stirnseitig über das Gehäuse hinausragen. An jedem der beiden stirnseitigen Enden umfasst das Gehäuse einen Deckel, den ein Abschnitt des Sammelrohrs durchdringt.

Jeder der Deckel umfasst peripher zum Sammelrohr mindestens eine Durchlassöffnung. Über die Durchlassöffnung am einen Ende wird die aufzubereitende Flüssigkeit, auch Feed genannt, unter Druck in das Gehäuse eingeleitet und somit dem Filtersystem zugeführt. Über die Durchlassöffnung am gegenüberliegenden anderen Ende wird das Konzentrat, also jene Fraktion bzw. jener Teil der Flüssigkeit, der die Membran nicht passiert hat, aus dem Gehäuse abgeleitet. Dieser Teil der Flüssigkeit wird auch als Retenat bezeichnet.

Solche Filtersysteme werden im Querstromverfahren betrieben. Die zu reinigende Flüssigkeit wird stirnseitig in die Zwischenräume zwischen den Lagen des aufgewickelten Filterelements gepresst. Eine Dichtung verhindert, dass die aufzubereitende Flüssigkeit zwischen der Aussenseite des Wickelmoduls und der Gehäusewandung von der eingangsseitigen Durchlassöffnung zur ausgangsseitigen Durchlassöffnung gelangen kann.

- 3 -

Ein Teil des Flüssigkeitsstroms wird in axialer Richtung zwischen den Lagen des aufgewickelten Filterelements hindurchgeleitet und tritt am gegenüberliegenden Ende als Retenat mit erhöhter Konzentration von Teilchen, welche
5 die Membran aufgrund ihrer Grösse nicht durchdringen können, wieder aus dem Wickelmodul aus.

Nach dem Prinzip der Umkehrosmose durchdringt der restliche Teil des druckbeaufschlagten Flüssigkeitsstroms als weitere Fraktion die Membran radial bzw. quer zum
10 Feed. Dieser Teil des Flüssigkeitsstroms wird Permeat oder Filtrat genannt. Das Permeat enthält keine Teile des Flüssigkeitsstroms, welche die Poren der Membran aufgrund ihrer Grösse nicht durchdringen können. Das Permeat wird zwischen den Schichten des Filterelements, also im
15 schlauchartigen Strömungsraum zum Sammelrohr hingeleitet und kann dort durch die Sammelöffnungen in das Sammelrohr eintreten und als gereinigte Flüssigkeit abgeleitet werden.

20 Ein Nachteil solcher herkömmlicher Filtersysteme besteht darin, dass beim Reinigen einer Flüssigkeit das Verhältnis von Permeatstrom zu Retenatstrom vergleichsweise klein ist. Der Wirkungsgrad bzw. die Effizienz solcher Filtersysteme sind vergleichsweise klein. Insbesondere
25 wenn die zu reinigende Flüssigkeit durch Vorfilter behandelt wird, hat dies einen hohen Wartungsaufwand bei diesen Vorfiltern zur Folge. Zudem können die Poren

- 4 -

solcher Filtersysteme leicht verstopfen. Dadurch verringert sich beim jeweiligen Flüssigkeitsdruck die Durchflussrate, und die Effizienz des Systems nimmt ab.

- 5 Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Filtersystem und ein Verfahren zur effizienten Aufbereitung von Flüssigkeiten wie z.B. Wasser zu schaffen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Filtersystem und durch
10 ein Verfahren zum Aufbereiten von Flüssigkeiten gemäss den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 10.

Das Filtersystem umfasst mindestens eine Filtermembran mit Poren. Die maximale Porengrösse wird entsprechend dem
15 jeweiligen Verwendungszweck vorgegeben. Sie kann insbesondere grösser oder gleich $0.1\mu\text{m}$ sein oder zwischen $0.002\mu\text{m}$ und $0.1\mu\text{m}$ liegen oder kleiner als $0.002\mu\text{m}$ sein. Eine Seite dieser Filtermembran begrenzt einen primären Strömungsraum, die andere Seite einen sekundären
20 Strömungsraum. Die Strömungsräume sind von Wandungen begrenzt, die schlauchartig mit einem vorderen Ende und einem hinteren Ende ausgebildet sind. Die Filtermembran ist eine Trennschicht zwischen diesen beiden Strömungsräumen und somit ein gemeinsamer Teil der
25 Wandungen beider Strömungsräume.

- 5 -

Die beiden Strömungsräume können z.B. nebeneinander angeordnet sein, wobei die Filtermembran ein gemeinsamer Abschnitt der Wandungen jedes der Strömungsräume ist. Die Filtermembran kann insbesondere als Schlauch ausgebildet
5 sein, der den primären Strömungsraum oder den sekundären Strömungsraum vollständig ummantelt.

Die Strömungsräume können auch in der Art zweier übereinander gestülpter Schläuche ausgebildet sein, wobei der innere Strömungsraum teilweise oder vollständig von
10 der Filtermembran begrenzt ist. Vorzugsweise ist der innenliegende Strömungsraum der primäre Strömungsraum.

Der primäre Strömungsraum umfasst beim vorderen Ende einen Feedeinlass und beim hinteren Ende einen Retenatauslass.
15 Diese Öffnungen definieren eine Strömungsrichtung für den Feed in Längsrichtung der Schläuche.

Der sekundäre Strömungsraum umfasst beim hinteren Ende einen Permeatauslass. Das vordere Ende des sekundären Strömungsraums ist geschlossen. Aus dem Flüssigkeitsstrom
20 im primären Strömungsraum kann ein Teil der Flüssigkeit als Permeat durch die Poren in den sekundären Strömungsraum gelangen. Treibende Kraft ist dabei der Flüssigkeitsdruck im primären Strömungsraum bzw. die Druckdifferenz zwischen dem primären und dem sekundären
25 Strömungsraum. Da sich die Membran im Wesentlichen über die gesamte Länge der Strömungsräume erstreckt, kann im Wesentlichen entlang der gesamten Länge des primären

- 6 -

Strömungsraums Permeat in den sekundären Strömungsraum
getrieben werden.

Im sekundären Strömungsraum strömt das Permeat zum
Permeatauslass, wo es getrennt vom Retenat abgeführt
5 werden kann. Die Strömungsrichtung entspricht jener des
Feeds im primären Strömungsraum.

Das Filtersystem umfasst vorzugsweise ein Gehäuse, in dem
ein oder mehrere Filterelemente angeordnet sind, welche
10 einen oder mehrere Strömungsräume begrenzen.
Jedes Filterelement umfasst eine Membran und hat die
Gestalt eines schlauchartigen Flächengebildes, das entlang
seiner Längskanten geschlossen oder abgedichtet ist. Dabei
kann die Membran selbst als Schlauch ausgebildet sein, der
15 entlang zweier Längskanten gefaltet ist. Der Schlauch kann
z.B. nahtlos ausgebildet sein. Alternativ kann der
Schlauch auch durch Verbinden einer oder mehrerer
Schichten, entlang mindestens eines Streifens hergestellt
werden. Mindestens eine dieser Schichten ist dabei eine
20 Membranschicht. Die Verbindung der Schichten kann z.B.
durch Kleben oder Verschweissen erfolgen.

Bei mehrschichtigen Filterelementen können zumindest die
äusseren dieser Schichten z.B. durch ein Dichtband oder
durch Verschweissen entlang der Längskanten miteinander
25 verbunden sein, sodass sie gemeinsam einen Schlauch
bilden. Angrenzend an mindestens eine der beiden
Oberflächen der Membran kann im Inneren des Schlauchs

- 7 -

und/oder an dessen Aussenseite eine flüssigkeits-
durchlässige Schicht angeordnet sein. Solche Schichten
wirken als Abstandhalter und stellen sicher, dass im
Schlauch und/oder im Zwischenraum zwischen den
5 spiralförmig aufgewickelten Lagen des Filterelements
ausreichend Raum für den jeweiligen Flüssigkeitsstrom
entlang der Membran zur Verfügung steht. Alternativ können
Abstandhalter auch Strukturen sein, die an der Oberfläche
der Membran oder einer an die Membran angrenzenden Schicht
10 hervorragen.

Das Gehäuse umfasst mindestens eine Eingangsöffnung, die
mit dem Feedeinlass jedes Filterelements verbunden ist.
Analog dazu ist der Retenatauslass jedes Filterelements
15 mit mindestens einer Ausgangsöffnung des Gehäuses
verbunden. Der Permeatauslass jedes Filterelements ist in
analoger Weise mit einer Filtratöffnung des Gehäuses
verbunden. Die Gehäusebereiche, in denen die
Eingangsöffnung, die Ausgangsöffnung und die
20 Filtratöffnung angeordnet sind, sind nicht direkt
miteinander verbunden.

Vorzugsweise umfasst das Filtersystem Mittel, welche den
Strömungsquerschnitt des primären Strömungsraums
25 begrenzen. Dadurch wird sichergestellt, dass das
Verhältnis von wirksamer Membranfläche zum Volumen des
primären Strömungsraums vergleichsweise gross und die

- 8 -

Effizienz des Filtersystems entsprechend hoch ist.

Überdies bewirkt ein kleinerer Strömungsquerschnitt bei gleichem Volumenstrom im primären Strömungsraum eine grössere Strömungsgeschwindigkeit. Dadurch kann wirksam

5 die Ablagerung von Partikeln an der Innenwand des Strömungsraums verhindert werden. Insbesondere kann so das Risiko einer Verstopfung von Poren der Membran minimiert werden.

Die Begrenzung des Strömungsquerschnitts im primären
10 Strömungsraum kann insbesondere dadurch erfolgen, dass ein oder mehrere schlauchartige, biegeschlaaffe Filterelemente spiralartig aufgewickelt werden. Bei jedem Filterelement wird so die Höhe der Strömungsräume durch benachbarte Lagen eines oder mehrerer Filterelemente beschränkt.

15 Alternativ oder zusätzlich kann die Höhe der Strömungsräume auch durch die Wandung des Gehäuses begrenzt sein. Dies ist bei Filtersystemen mit einem oder mehreren gestapelten Filterelementen auch dann möglich, wenn die flächigen Filterelemente nicht aufgewickelt sind. Die
20 Gehäuse können zylindrische oder nicht zylindrische, z.B. quaderförmige Bauformen haben. Insbesondere kann die Gehäusebauform an die Gegebenheiten unterschiedlicher Anwendungsorte angepasst werden. Dies ermöglicht oder erleichtert den Einbau solcher Filtersysteme an
25 unterschiedlichen Einsatzorten, beispielsweise bei Wasseranschlüssen in Häusern, bei Armaturen in Küchen und Bädern, bei Leitungen von wasserführenden Geräten wie z.B.

- 9 -

Kaffeemaschinen, Spülmaschinen, Waschmaschinen und dergleichen oder bei Wasseraufbereitungsanlagen insbesondere von Schwimmbädern und Spitälern. Vorzugsweise umfasst das Filtersystem Mittel, welche im

5 primären Strömungsraum und/oder im sekundären Strömungsraum einen minimalen Strömungsquerschnitt sicherstellen. Solche Mittel sind insbesondere Flüssigkeitsdurchlässige Schichten wie z.B. Netze, Gitter, Vliese oder Gewebe. Alternativ können die Wandungen von

10 Strömungsräumen in den jeweiligen Strömungsraum hineinragende Strukturen umfassen wie z.B. in Längsrichtung verlaufende Rippen, an denen sich kaum Partikel aus der Flüssigkeit ablagern können.

15 Bei bevorzugten Ausführungsformen umfasst das Filtersystem ein Wickelmodul mit einem oder mehreren Filterelementen, die spiralförmig um ein Sammelrohr gewickelt sind.

Die Zwischenräume zwischen den aneinander angrenzenden

20 Filterelementlagen sind entlang der Längskanten jedes Filterelements durch ein Dichtmittel verschlossen. Je zwei benachbarte Filterelementlagen begrenzen zusammen mit den Dichtmitteln schlauchartige primäre Strömungsräume.

25 Das Dichtmittel kann z.B. Dichtungen umfassen, die direkt an den Stirnseiten des Wickelmoduls angeordnet sind, insbesondere elastische Dichtschnüre, die in die

- 10 -

spiralförmigen Spaltöffnungen eingepresst oder in sonstiger Weise im Bereich der Längskanten mit Filterelementen verbunden sind. Alternativ können an den Stirnseiten des Wickelmoduls Dichtkörper angegossen, angeformt oder angepresst sein. Solche Dichtkörper können insbesondere aus lebensmittelverträglichem Silikon gefertigt sein. Jeder Dichtkörper kann so ausgebildet sein, dass er die angrenzenden Spaltöffnungen zwischen den aufgewickelten Filterelementen stirnseitig vollständig abdichtet. Alternativ kann mindestens einer der Dichtkörper so ausgebildet sein, dass er die benachbarten Spaltöffnungen nur partiell abdichtet. Insbesondere kann der eingangsseitige Dichtkörper mindestens eine radial äussere bzw. entfernt vom zentralen Sammelrohr angeordnete Aussparung als stirnseitigen Feedeinlass umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann der ausgangssseitige Dichtkörper mindestens eine radial innere bzw. nahe beim Sammelrohr angeordnete Aussparung als stirnseitigen Retenatauslass umfassen. Die Grössen der Aussparungen bzw. der nicht abgedichteten Abschnitte beim Feedeinlass und beim Retenatauslass beeinflussen Strömungsparameter wie z.B. Strömungswiderstand, Druck und Fliessgeschwindigkeit der Flüssigkeit im primären Strömungsraum. Die Längen des freigelegten Feedeinlasses und/oder des freigelegten Retenatauslasses können z.B. in der Grössenordnung von etwa einem Drittel bis etwa dem Dreifachen der Breite des primären Strömungsraums liegen. Zwischen dem Feedeinlass

- 11 -

und dem Retenatauslass ist jeder primäre Strömungsraum vorzugsweise auf mindestens einem Drittel seiner Gesamtlänge abgedichtet.

Bei Wickelmodulen, die in einem Gehäuse angeordnet sind,
5 können die Dichtmittel z.B. Dichtkörper umfassen, die durch Gehäusedeckel gegen die Stirnseiten des Wickelmoduls gepresst werden und so die Spaltöffnungen zwischen den einzelnen Lagen stirnseitig partiell oder vollständig abdichten. Die eingangsseitigen Dichtkörper sind so
10 ausgebildet, dass Flüssigkeit durch Eingangsöffnungen in das Gehäuse einströmen und durch mindestens eine Zugangsöffnung am vorderen Ende des mindestens einen Filterelements in den bzw. die primären Feedschläuche gelangen kann. Solche Feed-oder Zugangsöffnungen können
15 stirnseitig am Wickelmodul angeordnet sein und/oder peripher an dessen Mantelfläche.

Die Eingangsöffnungen am Gehäuse können z.B. stirnseitig bzw. axial am Gehäusedeckel oder radial am Gehäusedeckel oder radial an der Mantelfläche des Gehäuses angeordnet
20 sein. Alternativ könnte im Inneren des Sammelrohrs eine Trennwand angeordnet sein, welche das Sammelrohr in einen vorderen Abschnitt und einen vom vorderen Abschnitt getrennten hinteren Abschnitt unterteilt. Bei solchen Ausführungsformen umfasst die Wandung des Sammelrohrs im
25 vorderen Abschnitt Ausnehmungen, welche die eingangsseitige Öffnung des Sammelrohrs mit dem Feedeinlass des Wickelmoduls verbinden. Der vordere

- 12 -

Abschnitt des Sammelrohrs wird entsprechend zum Zuführen des Feeds genutzt, nicht jedoch zum Abführen von Permeat. Vorzugsweise umfassen die ausgangsseitigen Dichtkörper beim hinteren Ende des mindestens einen Filterelements
5 eine Ausgangsöffnung, durch die das Retenat nahe beim Sammelrohr aus dem primären Feedschlauch austreten kann.

Am sammelrohrseitigen Ende umfasst der Permeatschlauch mindestens eine Öffnung. Diese Öffnung ist mit den
10 Sammelöffnungen des Sammelrohrs verbunden, sodass der Permeatstrom in das Sammelrohr eingeleitet werden kann.

Der Feedschlauch ist zum Sammelrohr hin geschlossen oder abgedichtet. Dadurch wird verhindert, dass Flüssigkeit
15 direkt aus dem Feedschlauch in das Sammelrohr eintreten kann. Der Feedschlauch umfasst hingegen nahe beim innenliegenden hinteren Ende mindestens eine Auslassöffnung bzw. einen Retenatauslass. Diese Öffnungen ermöglichen den stirnseitigen Abfluss des konzentrierten
20 Retenats aus dem Wickelmodul.

Anhand einiger Figuren wird die Erfindung im Folgenden näher beschrieben. Dabei zeigen

25 Figur 1 ein aufgeschnittenes herkömmliches Wickelmodul,

- Figur 2 eine Abwicklung eines herkömmlichen Wickelmoduls mit eingezeichneten Strömungsrichtungen,
- Figur 3 eine Abwicklung eines erfindungsgemässen
5 Wickelmoduls mit eingezeichneten Strömungsrichtungen,
- Figur 4 einen Ausschnitt eines vereinfachten Wickelmoduls in einer ersten Blickrichtung,
- Figur 5 den Ausschnitt des Wickelmoduls aus Figur 4
10 in einer zweiten Blickrichtung,
- Figur 6 einen Ausschnitt eines vereinfachten Wickelmoduls in einer ersten Blickrichtung,
- Figur 7 den Ausschnitt des Wickelmoduls aus Figur 4 in einer zweiten Blickrichtung,
- 15 Figur 8 ein Längsschnitt eines Filtersystems.

Figur 1 zeigt ein aufgeschnittenes Wickelmodul eines bekannten Filtersystems. Es umfasst ein zentrales Sammelrohr 1, dessen Wandung mehrere durchgehende
20 Sammelöffnungen 3 aufweist. Ein mehrlagiges Filterelement 5, das eine Membran 7 und zwei an die Membran 7 angrenzende weitere Schichten 9 umfasst, ist spiralförmig um das Sammelrohr 1 gewickelt. Die Enden des Sammelrohrs 1 überragen das aufgewickelte Filterelement 5 an beiden
25 Stirnseiten. Die offenen Enden des Sammelrohrs 1 sind Filtratauslässe 11. Der spiralförmige Zwischenraum zwischen den Lagen des aufgewickelten Filterelements 5 ist

- 14 -

zu beiden Stirnseiten hin offen. Die zu reinigende Flüssigkeit strömt als Feed in axialer Richtung durch diesen Zwischenraum. Dies ist symbolisch durch Feedpfeile 13 dargestellt. An der gegenüberliegenden Stirnseite

5 strömt eine Fraktion des Feeds in axialer Richtung aus dem Wickelmodul aus. Dies ist symbolisch durch Retenatpfeile 15 dargestellt. Im Wickelmodul durchdringt eine Fraktion des Feeds kleine Poren der Membran 7 (nicht dargestellt) und wird an der gegenüberliegenden Seite der Membran 7 als

10 Filtrat bzw. Permeat quer zum Feedstrom spiralförmig zum Sammelrohr 1 hingeleitet. Dies ist symbolisch durch Permeatpfeile 17 dargestellt. Dort gelangt das Filtrat durch die Sammelöffnungen 3 in das Sammelrohr 1 und wird anschliessend in axialer Richtung über die Filtratauslässe

15 11 abgeleitet. Dies ist symbolisch durch Pfeile 19 dargestellt.

Figur 2 zeigt zur Veranschaulichung den Feedstrom einer solchen Anordnung bei abgewickeltem Filterelement 5.

20

Figur 3 zeigt in analoger Weise den Feedstrom bei einem Filtersystem gemäss der vorliegenden Erfindung. Entlang der beiden Längskanten des Filterelements 5 sind streifenförmige Dichtelemente 21 so angeordnet, dass sie

25 bei einem Wickelmodul mit aufgewickeltem Filterelement 5 die Zwischenräume zwischen benachbarten Lagen des Filterelements 5 stirnseitig dicht verschliessen.

Mindestens eines der Dichtelemente 21 erstreckt sich nicht über die gesamte Länge des Filterelements 5. Angrenzend an das Sammelrohr 1 ist beim hinteren Ende des Filterelements 5 ein vergleichsweise kleiner Abschnitt mindestens einer

5 der Längskanten des Filterelements 5 ohne Dichtelement 21 ausgebildet. Bei einem Wickelmodul mit aufgewickeltem Filterelement 5 entsteht so angrenzend an das Sammelrohr 1 mindestens ein Retenatauslass 23, also eine Öffnung, durch die Retenat aus einem primären Strömungsraum austreten

10 kann. Der primäre Strömungsraum ist der Zwischenraum zwischen benachbarten Lagen des aufgewickelten Filterelements 5. Am hinteren Ende des Filterelements 5 ist der primäre Strömungsraum gegenüber dem Sammelrohr 1 abgedichtet. Am vorderen Ende, also bei der radial

15 aussenliegenden Mantelfläche des Wickelmoduls, umfasst der primäre Strömungsraum zwischen den Dichtelementen 21 einen tangential zugänglichen Feedeinlass 25.

Alternativ oder zusätzlich könnte beim vorderen Ende des Filterelements 5 ein vergleichsweise kleiner Abschnitt

20 mindestens einer der Längskanten des Filterelements 5 ohne Dichtelement 21 ausgebildet sein. Das Wickelmodul hat in diesem Fall mindestens einen stirnseitig zugänglichen Feedeinlass 25 (nicht dargestellt). Bei solchen Ausführungsformen des Wickelmoduls kann der tangential an

25 der Mantelfläche angeordnete Feedeinlass 25 dicht verschlossen sein. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das oder die aufgewickelten Filterelemente 5 des

- 16 -

Wickelmoduls z.B. von einer Schutzfolie ummantelt und/oder zusammengehalten werden (nicht dargestellt).

Ein vereinfachter Ausschnitt eines Wickelmoduls mit drei
5 Lagen eines aufgewickelten Filterelements 5 ist in Figur 4 mit Blick auf das vordere Ende des Filterelements 5 und in Figur 5 mit Blick auf das hintere Ende des Filterelements 5 dargestellt. Das Filterelement 5 umfasst einen Doppelschlauch, wobei ein Feedschlauch 10, der einen
10 primären Strömungsraum begrenzt, und ein Permeatschlauch 20, der einen sekundären Strömungsraum begrenzt, durch eine poröse Membran 7 innerhalb eines dichten Hüllschlauchs 27 voneinander getrennt sind. Das offene vordere Ende des Feedschlauchs 10 ist ein Feedeinlass 25.
15 Alternativ oder zusätzlich können Feedeinlässe 25 beim vorderen Ende des Filterelements 5 auch seitlich als Öffnungen in der Wandung des Hüllschlauchs 27 angeordnet sein, wie dies in Figur 4 durch unterbrochene Linien an einer Schmalseite und an einer Breitseite des
20 Feedschlauchs 10 dargestellt ist. Die Feedpfeile 13 zeigen symbolisch das Einströmen einer zu reinigenden Flüssigkeit durch die Feedeinlässe 25 in den Feedschlauch 10. Der Permeatschlauch 20 ist am vorderen Ende geschlossen. Das offene hintere Ende des Permeatschlauchs 20 ist ein
25 Permeatauslass 29. Alternativ oder zusätzlich können Permeatauslässe 29 beim hinteren Ende des Filterelements 5 auch seitlich als Öffnungen in der Wandung des

- 17 -

- Hüllschlauchs 27 angeordnet sein, wie dies in Figur 5 durch unterbrochene Linien an einer Schmalseite und an einer Breitseite des Permeatschlauchs 20 dargestellt ist. Die Permeatpfeile 19 zeigen symbolisch das Ausströmen des
- 5 Filtrats durch die Permeatauslässe 29 aus dem Permeatschlauch 20. Die Permeatauslässe 29 sind so mit den Sammelöffnungen 3 des Sammelrohrs 1 verbunden, dass austretendes Permeat getrennt vom Feed und vom Retenat in das Sammelrohr 1 geleitet werden kann (nicht dargestellt).
- 10 Beim Ende des Feedschlauchs 10 sind eine oder mehrere Öffnungen als Retenatauslässe 23 so ausgebildet, dass das Retenat getrennt vom Permeat aus dem Feedschlauch 10 abgeleitet werden kann. Die Retenatpfeile 15 zeigen symbolisch das Ausströmen des Retenats durch die
- 15 Retenatauslässe 23 aus dem Feedschlauch 10. Das Filterelement 5 kann so auf das Sammelrohr 1 aufgewickelt werden, dass der Feedschlauch 10 radial aussen oder radial innen am Permeatschlauch 20 angeordnet ist.
- 20 Optional können im Feedschlauch 10 und/oder im Permeatschlauch Strukturen ausgebildet oder flüssigkeitsdurchlässige Schichten als Abstandhalter angeordnet sein, den Durchfluss von Flüssigkeit im jeweiligen Schlauch sicherstellen (nicht dargestellt).
- 25 Alternativ zu einem Filterelement 5 können auch mehrere Filterelemente 5 gemeinsam spiralförmig um das Sammelrohr 1 gewickelt sein. Beim aufgewickelten Wickelmodul grenzen

- 18 -

5 somit Lagen verschiedener Filterelemente 5 aneinander.
Vorzugsweise werden die Feedeinlässe 25 aller
Filterelemente 5 in einem Gehäuse zusammengeführt mit
einem gemeinsamen Eingangsöffnung verbunden. Analog werden
10 alle Retenatauslässe 23 zusammengeführt und mit einer
Ausgangsöffnung verbunden. Die Permeatauslässe 23
entsprechend mit dem Sammelrohr 1 verbunden, welches eine
oder mehrere Öffnungen als Filtratauslässe 11 umfasst.

10 Die Figuren 6 und 7 zeigen analog zu den Figuren 4 und 5
einen vereinfachten Ausschnitt eines weiteren Wickelmoduls
mit drei Lagen eines aufgewickelten alternativen
Filterelements 5. Im Unterschied zur Ausführungsform
gemäss den Figuren 4 und 5 umfasst das alternative
15 Filterelement 5 nur einen Permeatschlauch 20. Der
Feedschlauch 10 entsteht erst beim Aufwickeln des
Filterelements 5 durch Abdichten des Zwischenraums
zwischen den benachbarten Lagen entlang der Längskanten
des Filterelements 5. Der primäre Strömungsraum ist somit
20 begrenzt durch zwei benachbarte Lagen des Filterelements 5
und durch stirnseitige Dichtelemente 21.

Figur 8 zeigt einen Längsschnitt eines Filtersystems,
wobei ein Wickelmodul in ein im wesentlichen zylindrisches
Gehäuse 31 eingebaut ist. Das Gehäuse 31 ist coaxial zum
25 Sammelrohr 1 angeordnet. Es umfasst einen zylindrischen
Gehäusemantel 33, der das Wickelmodul umschliesst, und
stirnseitig auf der Eingangsseite von einem Deckel 35 und

- 19 -

auf der Ausgangsseite von einem Deckel 45 überdeckt ist.
Das Sammelrohr 1 durchdringt diese Deckel 35 axial in
beiden Richtungen. Der eintrittseitige Deckel 35 umfasst
Eingangsöffnungen 37, durch die eine zu reinigende
5 Flüssigkeit als Feed unter Druck in das Gehäuse 31
einströmen kann. Zwischen dem Deckel 35 und der vorderen
Stirnseite des Wickelmoduls überdeckt ein vorderer
Dichtkörper 41 als Dichtelement 21 die Zwischenräume
zwischen benachbarten Lagen eines oder mehrerer
10 Filterelemente 5. Der vordere Dichtkörper 41 umfasst
mindestens eine Aussparung 43, welche die
Eingangsöffnungen 37 mit dem Feedeinlass 25 verbinden.
Der austrittseitige Deckel 45 umfasst Ausgangsöffnungen
47, durch die das Retenat aus dem Gehäuse 31 Ausströmen
15 kann. Zwischen dem Deckel 45 und der hinteren Stirnseite
des Wickelmoduls überdeckt ein hinterer Dichtkörper 51 als
Dichtelement 21 die Zwischenräume zwischen benachbarten
Lagen des bzw. der Filterelemente 5. Der hintere
Dichtkörper 51 umfasst mindestens eine Aussparung 53,
20 welche die Ausgangsöffnungen 47 mit dem Retenatauslass 23
verbinden.

Patentansprüche

1. Filtersystem umfassend mindestens ein Filterelement
(5), das einen Permeatschlauch (20) umfasst, wobei
5 dieser Permeatschlauch (20) einen sekundären
Strömungsraum begrenzt, bei einem vorderen Ende
geschlossen ist und bei einem hinteren Ende einen
Permeatauslass (29) umfasst, wobei mindestens ein Teil
der Wandung dieses Permeatschlauchs (20) eine Membran
10 (7) mit Poren ist, und wobei die Poren den sekundären
Strömungsraum mit einem primären Strömungsraum
verbinden,
dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (7)
mindestens ein Teil der Wandung eines Feedschlauchs
15 (10) ist, der entlang des Permeatschlauchs (20)
angeordnet ist und den primären Strömungsraum
begrenzt, und der beim vorderen Ende einen Feedeinlass
(25) und in Längsrichtung des Feedschlauchs (10)
beabstandet dazu beim hinteren Ende einen
20 Retenatauslass (23) umfasst.
2. Filtersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Wandung des Permeatschlauchs (20) einen
Innenschlauch und einen den Innenschlauch ummantelnden
25 Aussenschlauch umfasst, wobei der Innenschlauch der
Feedschlauch (10) mit der Membran (7) ist.

- 21 -

3. Filtersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Wandung des Feedschlauchs (10) einen
Innenschlauch und einen den Innenschlauch ummantelnden
Aussenschlauch umfasst, wobei der Innenschlauch der
5 Permeatschlauch (20) mit der Membran (7) ist.
4. Filtersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass der Feedschlauch (10) und der Permeatschlauch
(20) aneinander angrenzend nebeneinander angeordnet
10 sind, und dass die Membran (7) ein gemeinsamer
Abschnitt der Wandungen des Feedschlauchs (10) und des
Permeatschlauchs (20) ist.
5. Filtersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
15 gekennzeichnet, dass das mindestens eine Filterelement
(5) als Wickelmodul spiralförmig um ein Sammelrohr (1)
mit Sammelöffnungen (3) gewickelt ist, und dass der
Permeatauslass (29) beim inneren Ende des
Permeatschlauchs (20) im Bereich des Sammelrohrs (1)
20 angeordnet und über die Sammelöffnungen (3) mit dem
Sammelrohr (1) verbunden ist.
6. Filtersystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass der Zwischenraum zwischen benachbarten Lagen des
mindestens einen aufgerollten Filterelements (5) bei
25 jeder der beiden Stirnseiten des Wickelmoduls
zumindest partiell durch ein Dichtelement (21)

- 22 -

abgedichtet ist.

7. Filtersystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
dass der primäre Strömungsraum oder der sekundäre
5 Strömungsraum durch die benachbarten Lagen des
mindestens einen aufgerollten Filterelements (5) und
durch die stirnseitigen Dichtelemente (21) begrenzt
ist.
- 10 8. Filtersystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch
gekennzeichnet, dass das Wickelmodul in einem Gehäuse
(31) angeordnet ist, wobei das Gehäuse (31) einen
Gehäusemantel (33) umfasst, der durch einen
eingangsseitigen Deckel (35) mit mindestens einer
15 Eingangsöffnung (37) und durch einen ausgangsseitigen
Deckel (45) mit mindestens einer Ausgangsöffnung (47)
überdeckt ist.
- 20 9. Filtersystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen dem eingangsseitigen Deckel (35) und dem
Wickelmodul ein vorderer Dichtkörper (41) angeordnet
ist, der die Zwischenräume zwischen benachbarten Lagen
des mindestens einen Filterelements 5 stirnseitig
abdichtet, und der mindestens eine Aussparung (43)
25 umfasst, welche die Eingangsöffnung (37) mit dem
Feedeinlass (25) verbindet, und/oder
dass zwischen dem ausgangsseitigen Deckel (45) und dem

- 23 -

- Wickelmodul ein hinterer Dichtkörper (51) angeordnet ist, der die Zwischenräume zwischen benachbarten Lagen des mindestens einen Filterelemente (5) stirnseitig abdichtet, und der mindestens eine Aussparung (53) umfasst, welche die Ausgangsöffnung (47) mit dem Retenatauslass (23) verbindet.
10. Verfahren zum Aufbereiten einer Flüssigkeit mit einem Filtersystem, wobei dieses Filtersystem einen Feedschlauch (10) umfasst, der entlang eines Permeatschlauchs (20) angeordnet ist, wobei der Permeatschlauch (20) am vorderen Ende geschlossen ist und am hinteren Ende einen Permeatauslass (29) umfasst, und wobei eine Membran (7) mit Poren ein gemeinsamer Wandungsabschnitt des Feedschlauchs (10) und des Permeatschlauchs (20) ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit unter Druck durch einen Feedeinlass (23) beim vorderen Ende in den Feedschlauch (10) einströmt, dass eine Fraktion der Flüssigkeit den Feedschlauch (10) entlang des Permeatschlauchs (20) durchströmt und beim Ende des Feedschlauchs (10) durch eine Retentatöffnung (25) ausströmt, und dass eine weitere Fraktion der Flüssigkeit durch die Poren der Membran (7) in den Permeatschlauch (20) gelangt und durch den Permeatauslass (29) aus dem Permeatschlauch (20) ausströmt.