



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ **CH 675730 A5**

⑤① Int. Cl.⁵: **C 11 B 1/10**
B 01 D 37/00
B 01 D 61/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 1204/88

㉔ Inhaber:
Bucher-Guyer AG Maschinenfabrik,
Niederweningen

㉑ Anmeldungsdatum: 30.03.1988

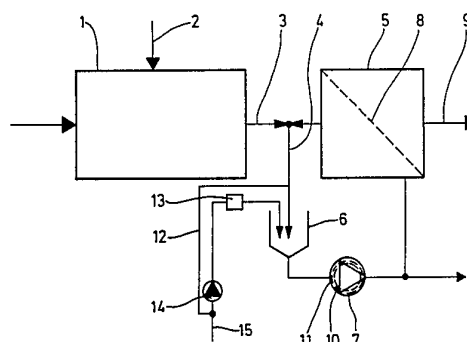
㉒ Patent erteilt: 31.10.1990

㉓ Patentschrift
veröffentlicht: 31.10.1990

㉕ Erfinder:
Gresch, Walter, Niederweningen

㉖ **Verfahren zur Gewinnung von Ölen aus Naturprodukten.**

㉗ Zur Ölgewinnung aus Naturprodukten wird ein Verfahren angewendet, bei dem das Rohmaterial in einer Aufbereitungsanlage (1) zerkleinert und durch Zellaufschluss behandelt wird. Mit dem dabei frei werdenden Öl wird durch Zuführen von Wasser eine Emulsion gebildet. Die anschließende Trennung des Öl/Wasser-Gemisches von nicht löslichem Protein und Zellmaterial erfolgt in einer Querstromfiltrationseinrichtung (5). Durch diese Massnahmen wird eine Qualitätsverbesserung des Endprodukts und eine Erhöhung der Ausbeute bei niedrigen Betriebskosten erzielt.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Ölen aus Naturprodukten durch Extraktion mit Wasser als Transportmittel.

Öle und Fette aus Naturprodukten, z.B. Ölsaaten wie Sonnenblumen und Soya-Bohnen, können durch Auspressen, Extraktion oder Ausschmelzen gewonnen werden. Zur Vorbehandlung werden die Ölsaaten gereinigt und zerkleinert. Je nach Ölgehalt schliesst sich dann eines der genannten Verfahren an, wobei dem Auspressen eine Extraktion folgen kann. Bei den Extraktionsverfahren wird als Lösungsmittel Wasser oder eine Benzinfraction eingesetzt. Benzinfractionen sind brennbar und explosionsgefährlich. Sie müssen unter grossem Aufwand aus den Öl- und Extraktionsrückständen wieder ausgetrieben werden, wobei der verbleibende Restlösemittelgehalt immer noch gesundheitsschädlich sein kann. Man ist deshalb bestrebt, von diesen Lösungsmitteln abzugehen und für die Extraktion in erster Linie Wasser zu verwenden.

Nach einem bekannten Verfahren zur Gewinnung von Olivenöl werden in die Oliven-Maische Zellaufschluss-Enzyme eingebracht und nach einer Verweilzeit als Verdünnungsmittel Wasser hinzugegeben. Der dabei entstehende dünnflüssige Brei wird in einem Dekanter von den festen Olivenbestandteilen befreit. Anschliessend wird in einer Zentrifuge Olivenöl aus der Öl/Wasser-Emulsion-Fraktion des Dekanters gewonnen. Die Anwendung dieses Verfahrens ist auf relativ weiche Produkte, wie im vorliegenden Fall Oliven, beschränkt. Dabei entstehen hohe Betriebskosten durch den vermehrten Einsatz von Enzymen. Ausserdem ist die von Dekanter und Zentrifugen herrührende Lärmbelastung sehr hoch. Auch ist die Ausbeute bedingt durch die beschränkten Möglichkeiten des Dekanters und der Zentrifuge bei diesem Verfahren noch verbesserbar.

Ein ähnliches Verfahren zur Gewinnung von Öl aus Ölsaaten ist durch die Europäische Patentanmeldung 0 113 165 bekanntgeworden. Die Extraktion des Öls erfolgt mit Hilfe von Wasser und durch Hinzufügen von Enzymen. Das auf diese Weise entstehende Gemisch wird nach einer gewissen Reaktionszeit wieder in eine proteinhaltige Fraktion, eine ölhaltige Fraktion und eine wasserhaltige Fraktion getrennt. Auch bei diesem Verfahren wird die Ölgewinnung durch den relativ hohen Verbrauch von Enzymen erheblich verteuert. Dabei ist die Ausbeute im Vergleich zu den herkömmlichen Extraktionsverfahren relativ niedrig.

Ferner ist es bekannt, zur Erzielung hoher Ausbeuten Zentrifugal-Extraktoren in Verbindung mit organischen Lösungsmitteln einzusetzen. Neben der Lärmbelastung durch die Anwendung vieler Dekanter und Separatoren ist der maschinelle Aufwand hierzu sehr gross. Das Analoge gilt auch für die Ölgewinnung durch Hochdruck-Extraktion mit CO₂. Es sind teure Installationen erforderlich und die Betriebskosten zur Erzeugung der für die Extraktion erforderlichen hohen Drucke sind entsprechend hoch, nicht zuletzt auch wegen der CO₂-Verluste.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art zu schaffen, das die genannten Nachteile vermeidet und eine rationelle, umweltfreundliche Ölgewinnung bei niedrigen Betriebskosten und hohen Ausbeuten gewährleistet.

Gemäss der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass das Rohmaterial mindestens durch Zerkleinerung und Zellaufschluss aufbereitet und das dabei frei werdende Öl durch Zuführen von Wasser mindestens teilweise emulgiert wird und die Trennung des Öl/Wasser-Gemisches von nicht löslichem Protein und Zellmaterial mittels Querstromfiltration durchgeführt wird.

Eine wirkungsvolle Aufbereitung des Rohmaterials wird dadurch erreicht, dass der Zellaufschluss physikalisch und/oder enzymatisch und/oder chemisch erfolgt.

Um den physikalischen Zellaufschluss zu intensivieren, werden Druck-Homogenisatoren, die hohe Kavitationskräfte erzeugen, eingesetzt. Der physikalische Zellaufschluss kann auch mindestens teilweise mit Hilfe von Zahnrotor-Stator-Kolloidmühlen erfolgen. Dabei ist es zweckmässig, den Zellaufschluss in ein bis zwei Durchgängen durch die Zellaufschluss-Vorrichtung durchzuführen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung erfolgt der enzymatische Zellaufschluss mindestens teilweise mittels Cellulase-Enzymen. Der enzymatische oder physikalische Zellaufschluss und/oder die Filtrationsfähigkeit kann mittels Pektinase-, Amylase- oder Proteinase-Enzymen gefördert werden.

Um möglichst viel Protein im Retentat der Querstromfiltration zurückzuhalten, wird der pH auf einen Wert eingestellt, welcher der minimalen Proteinlöslichkeit entspricht.

Vorteilhafterweise erfolgt der Stofftransport des Öls zur Membrane der Querstromfiltration mindestens teilweise durch Emulsionsbildung mit Wasser als Träger.

Aufgrund der intensiven Behandlung des Rohmaterials durch ein möglichst weitgehendes physikalisches Aufschliessen der Zellen bei der Aufbereitung ist es sinnvoll, so weit zu gehen, dass gleichzeitig mit dem Zellaufschluss emulgiert wird.

Für hohe Anforderungen an die Produktreinheit, d.h. möglichst wenig Trub und makromolekulare Verunreinigungen, wird beim Emulgieren eine Mikroemulsion gebildet. Aufgrund dessen ist es möglich, als Querstromfiltration zur Abtrennung der Öl/Wasser-Emulsion eine Ultra- oder Mikrofiltration mit entsprechend sehr hoher Klärwirkung einzusetzen.

Die Filtrationsleistung wird erhöht, wenn bei Bildung von Emulsionstropfen im Bereich von $> 0,5 \mu\text{m}$ die Querstromfiltration zur Abtrennung des Öl/Wasser-Gemisches mittels Grobfiltration erfolgt.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird die Querstromfiltration bei einer Temperatur von 45 bis 65°C durchgeführt.

Zur Verbesserung der Ausbeute wird die Querstromfiltration mit Diafiltration gefahren. Dabei ist es speziell bei kontinuierlichem Betrieb zweckmässig, die Diafiltration mindestens teilweise parallel zum Filtrationsprozess durchzuführen.

Nach einem weiteren, vorteilhaften Merkmal der Erfindung wird der Zellaufschluss des Rohmaterials teilweise während der Querstromfiltration durchgeführt.

Zur Erzielung eines relativ sanften Zellaufschlusses mit niedrigem Energiebedarf erfolgt der Zellaufschluss im Umwälzkreislauf der Querstromfiltrationseinrichtung durch Kombination der Umwälzpumpe mit einer Zahnrotor-Stator-Kolloidmühle bei mehreren Durchgängen oder analog durch eine in Serie zur Umwälzpumpe geschaltete Kolloidmühle oder Rotor-Stator-Zellaufschluss-Mühle.

In einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung erfolgt der Zellaufschluss in einer Zellaufschluss-Vorrichtung, die in einem Seitenstrom des Umwälzkreislaufes nach der Zuspiesung von Diafiltrationswasser zum Seitenstrom der Querstromfiltration angeordnet ist.

Vorteilhafterweise besteht die Zellaufschluss-Vorrichtung aus einem Druck-Homogenisator.

Zur Verwertung des im Retentat der Querstromfiltration enthaltenen Proteins wird der Retentat-Rest zu Nahrungsmitteln und Getränken oder hochwertigen Futtermitteln verarbeitet.

Für einen rationellen und kontinuierlichen Betrieb der Anlage wird das bei der Emulsions-Trennung vom Öl abgetrennte Wasser aufbereitet und mindestens teilweise wieder in den Prozess zurückgeführt.

Zur Erhöhung der Ausbeute und zur Entsorgung werden die bei der Aufbereitung des Rohmaterials anfallenden Rückstände mit dem Retentat der Querstromfiltrationseinrichtung in einer Recycling-Presse unter Zugabe von saugfähigem, pressbarem und faserigem, flockigem oder körnigem Material vermischt und die ausgepresste Flüssigkeit wieder in den Prozess zurückgeführt.

Damit die in der Recycling-Presse ausgepresste Flüssigkeit verwertbares Öl enthält, wird durch Zellaufschluss innerhalb der Querstromfiltrationseinrichtung oder durch Zugabe von Emulgatoren eine wenigstens für die Dauer des Recycling-Prozesses stabile Öl/Wasser-Emulsion gebildet.

Zur Erhöhung des Membran-Fluxes bezüglich Öl wird nach einem weiteren Ausführungsmerkmal der Erfindung das Retentat der ersten Querstromfiltrationseinrichtung mindestens einer zweiten, größeren Querstromfiltration unterzogen und das Permeat aus der zweiten oder weiteren Querstromfiltrationseinrichtungen zur Retentatseite der ersten Querstromfiltrationseinrichtung zurückgeführt.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch den erfindungsgemässen Einsatz der Querstromfiltration eine optimale Trennung des Öl/Wasser-Gemisches von den Feststoffen und eine Qualitätsverbesserung des Endprodukts bei erhöhter Ausbeute und bei stark vermindertem Enzymverbrauch erzielt wird. Ausserdem ermöglichen die Recycling-Massnahmen, welche durch den Einsatz der Querstromfiltration durchführbar sind, eine weitere Ausbeuteverbesserung, eine nutzbare Entsorgung von Rückständen und einen Betrieb mit sehr geringem Wasserverbrauch.

Die Erfindung ist in der folgenden Beschreibung

und der Zeichnung, die mehrere Ausführungsbeispiele darstellt, näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Anlage für kontinuierlichen oder batchweisen Betrieb,

Fig. 2 ein anderes Ausführungsbeispiel einer Anlage für kontinuierlichen Betrieb und Recycling und

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer zweiten Querstromfiltrationseinrichtung.

Das zu verarbeitende Rohmaterial, das aus Naturprodukten wie z.B. Ölsaaten von Sonnenblumen oder Soyabohnen besteht, wird zunächst vorgereinigt, gegebenenfalls enthülst und einer Aufbereitungsanlage 1 zugeführt (Fig. 1). In der Aufbereitungsanlage 1 wird das Rohmaterial im nassen oder trockenen Zustand vorzerkleinert und anschliessend im Hinblick auf einen Zellaufschluss weiter zerkleinert. Der Zellaufschluss kann in bekannter Weise physikalisch durch Kolloidmühlen, insbesondere mit Zahnrotor/Statoren oder ähnlichen Bearbeitungswerkzeugen, sowie durch den Einsatz von Homogenisatoren, Reibwalzwerke etc. erfolgen. Gleichzeitig oder getrennt kann der Zellaufschluss auch enzymatisch mittels Cellulase-Enzymen durchgeführt werden. Neben Cellulase können zur Reduzierung der Viskosität und Verbesserung der Filtrierbarkeit auch Pektinase-, Amylase- und Proteinase-Enzyme eingesetzt werden. Schliesslich besteht auch noch insbesondere für Anwendungen ausserhalb des Lebensmittelbereiches, z.B. für Herstellung von Dieselöl, die Möglichkeit des chemischen Zellaufschlusses. Die genannten Verfahren zum Aufschliessen der Zellen des Rohmaterials können entweder einzeln oder kombiniert angewendet werden. Im Lebensmittelbereich dient das enzymatische Zellaufschluss-Verfahren vorwiegend zur Unterstützung des physikalischen Zellaufschlusses. Aufgrund dessen wird bei Erzielung hoher Produktqualität Energie eingespart. Umgekehrt resultiert mit dem vorwiegenden physikalischen Zellaufschluss ein niedriger Enzym-Verbrauch.

Das im Rohmaterial enthaltene Öl wird vorzugsweise in Kombination mit dem Zellaufschluss während der Aufbereitungsphase durch Bildung einer Öl-Wasser-Emulsion dem Rohmaterial entzogen. Hierzu wird über eine Leitung 2 in die Aufbereitungsanlage 1 Wasser eingeleitet, das infolge der intensiven Behandlung des Rohmaterials mit dem dadurch frei werdenden Öl emulgiert. Aufgabe der Bildung einer Öl/Wasser-Emulsion ist unter anderem, den Stofftransport des Öls zur Membrane der anschliessenden Querstromfiltration zu verbessern. Wichtig bei der Emulsionsbildung ist, dass die durch den Zellaufschluss entstehenden Zell-Bruchstücke möglichst gross bleiben, damit die nachfolgende Querstromfiltration nicht durch Verstopfen der Poren oder durch entsprechende Filmbildung auf der Membrane gehemmt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass der Zellaufschluss während der Aufbereitung in der Aufbereitungsanlage 1 vorwiegend durch die Wirkung von Kavitationskräften, z.B. durch den Einsatz eines Druck-Homogenisators bei nur ein bis zwei Durchgängen erfolgt. Das gleiche wird auch durch sanften Zellaufschluss und mehr-

fachem Durchgang erreicht, beispielsweise durch Verwendung einer Zahnrotor-Stator-Kolloidmühle. Diese Massnahme hat den Vorteil, dass relativ wenig Energie benötigt wird.

Normalerweise ist eine Zugabe von Emulgatoren zur Verbesserung der Emulsionsbildung nicht notwendig. Falls jedoch Emulgatoren verwendet werden, können diese während der Aufbereitungsphase oder bei der Querstromfiltration hinzugefügt werden. Anschliessend oder zusammen mit dem Zellaufschluss können in der Aufbereitungsanlage 1 auch noch eine oder mehrere Enzymbehandlungen durchgeführt werden.

Bei Verarbeitung von hochproteinhaltigem Rohmaterial, beispielsweise Soyabohnen, wird der pH zweckmässigerweise auf einen Wert eingestellt, welcher der minimalen Proteinlöslichkeit, d.h. dem isoelektrischen Punkt entspricht. Diese Massnahme dient dazu, möglichst viel an wertvollem Protein im Retentat der nachfolgenden Querstromfiltration zu behalten.

Das in der Aufbereitungsanlage 1 zerkleinerte, durch Zellaufschluss behandelte und emulgierte Rohmaterial wird über eine Leitung 3 dem retentatseitigen Umwälzkreislauf 4 einer Querstromfiltrationseinrichtung 5 zugeführt. Im Umwälzkreislauf 4 ist ein Behälter 6 und eine Umwälzpumpe 7 angeordnet, die das vom Behälter 6 kommende Gemisch aus Zellstücken und emulgiertem Öl/Wasser in die Retentatseite der Querstromfiltrationseinrichtung 5 einleitet. An der Membrane 8 der Querstromfiltrationseinrichtung 5 wird das Öl/Wasser-Gemisch von nicht löslichem Protein und Zellmaterial abgetrennt. Die vorwiegend Öl und Wasser, daneben auch lösliche Proteine enthaltende Emulsion wird als Permeat über eine Leitung 9 abgeführt und in einer anschliessenden Zentrifuge oder einer weiteren Filtrationseinrichtung in bekannter Weise getrennt. Die Anlage nach Fig. 1 ist sowohl für kontinuierlichen als auch für batchweisen Betrieb erstellbar.

Die Querstromfiltrationseinrichtung 5 kann als Ultra-, Mikro- oder Grobfiltrationseinrichtung ausgeführt sein. Die Wahl erfolgt aufgrund entsprechender Anforderungen an die Reinheit, Ausbeute und Permeat-Flux bzw. Zellaufschluss und Emulsionsbildung. Die Ultra- und Mikrofiltration wird mit Vorteil zur Abtrennung der Öl/Wasser-Emulsion bei Mikro-Emulsionen mit einer Tropfengrösse von kleiner als 0,1 bis 0,2 mm verwendet. Die Mikro-Emulsion eignet sich besonders zur Herstellung von hochwertigen, reinen Produkten wie z.B. Essenzöle, Kaffeeöl und dergleichen. Durch den Einsatz der Ultrafiltration lassen sich sogar weitere Reinigungsstufen für das Öl einsparen, so dass in manchen Fällen der höhere Aufwand für die Mikro-Emulsionsbildung und die Ultrafiltration wettgemacht werden kann. In solchen Fällen kann der Einsatz von Ultra- oder Mikrofiltration auch für weniger hochwertige Produkte interessant sein. Ausserdem werden durch die Ultrafiltration auch lösliche Proteine im Retentat zurückgehalten. Dies ermöglicht die Herstellung von Soya-Drinks aus dem Retentat. Da durch die Ultra- und Mikrofiltration auch Enzyme zurückgehalten werden, resultiert

daraus auch eine Einsparung an Enzymkosten. In gewissen Fällen, z.B. bei der Durchführung einer nachträglichen Spaltung durch Hydrolyse des Öles, kann die Emulsion aufgrund der Reinheit sogar vollständig oder mit nur teilweiser Emulsionstrennung weiter verarbeitet werden. Dadurch reduzieren sich die Kosten für die Emulsionstrennung nach der Querstromfiltration.

Wird dagegen keine Mikro-Emulsion verwendet und liegt die Grösse der Emulsionstropfen im Bereich von $> 0,5 \mu\text{m}$, so wird die Querstromfiltrationseinrichtung 5 vorteilhafterweise als Grobfiltrationseinrichtung mit einer Porengrösse $> 10 \mu\text{m}$ ausgeführt. Dadurch wird eine hohe Filtrationsleistung erzielt.

Der Filtrationsprozess in der Querstromfiltrationseinrichtung 5 wird vorzugsweise bei einer Temperatur von 45 bis 65°C durchgeführt. Dadurch wird einerseits eine hohe Permeatleistung mit kostengünstigen Kunststoff-Membranen erzielt sowie ein unerwünschtes Wachstum von Mikroorganismen verhindert und andererseits Produktschädigungen vermieden. Durch die Anwendung der Querstromfiltration wird trotz der Anwesenheit von relativ kleinen Zell-Bruchstücken eine gute Filtrationsleistung (Permeat-Flux) ermöglicht. Der entstehende proteinhaltige Retentat-Rest lässt sich zu Nahrungsmitteln, z.B. Soya-Drinks, aber auch zu hochwertigen Futtermitteln aufbereiten.

Zur Verbesserung der Ausbeute wird die Querstromfiltrationseinrichtung 5 mit Diafiltration gefahren. Diese wird vorzugsweise und speziell bei kontinuierlicher Ölgewinnung parallel zum Filtrationsprozess durchgeführt. Dabei wird das mit dem Permeat abfliessende Wasser ersetzt und somit der Feststoffgehalt im Retentat in einem gewissen Bereiche konstant gehalten. Damit bleibt auch die für die Filtrationsleistung massgebende Viskosität des Retentats ungefähr konstant. Mit der Diafiltration lassen sich Ausbeuten im Bereich von mehr als 99% erzielen, was denjenigen des konventionellen Öl-Extraktions-Prozesses entspricht.

Neben dem in der Aufbereitungsanlage 1 stattfindenden Zellaufschluss ist es auch möglich, den Zellaufschluss während der Querstromfiltration durchzuführen. Hierzu ist im Umwälzkreislauf 4 der Querstromfiltrationseinrichtung 5 eine mit der Umwälzpumpe 7 kombinierte Kolloidmühle angeordnet, die einen feststehenden Stator 10 und einen mit diesem zusammenwirkenden, umlaufenden Zahnrotor 11 aufweist. Das von der Aufbereitungsanlage 1 kommende und mit dem Retentat der Querstromfiltrationseinrichtung 5 vermischte Zellmaterial wird zwischen Stator 10 und Zahnrotor 11 der kombinierten Umwälzpumpe 7 zerrieben, physikalisch aufgeschlossen und gleichzeitig emulgiert. Das im Umwälzkreislauf 4 zirkulierende Retentat enthält somit vorwiegend Zellmaterial und unlösliche Proteine, suspendiert in einer Öl/Wasser-Emulsion. Der Umwälzkreislauf 4 hat bei dieser Ausführung zwei Funktionen, nämlich Umwälzung und sanften Zellaufschluss in der kombinierten Umwälzpumpe 7 bei mehrfachem Durchgang. Dadurch wird der Energiebedarf verringert. Anstelle der kombinierten Umwälzpumpe 7 kann eine Kolloidmühle oder

ähnliche Vorrichtung für einen Zellaufschluss auch in Serie zur Umwälzpumpe 7 geschaltet sein.

Eine weitere, in Fig. 1 dargestellte Möglichkeit des physikalischen Zellaufschlusses während der Querstromfiltration besteht darin, dass in einem Seitenstrom 12 des Umwälzkreislaufer 4 vorzugsweise als Zellaufschluss-Vorrichtung eine Emulgierdüse in Form eines Druck-Homogenisators 13 angeordnet ist, dem das Zellmaterial mit Hilfe einer vorgeschalteten Hochdruckpumpe 14 zugeführt wird. Der Zellaufschluss kann hierbei aufgrund der Umwälzung in mehreren Durchgängen unter der Wirkung von Kavitationskräften erfolgen. Dem Seitenstrom 12 des Umwälzkreislaufer 4 wird das Wasser für die Diafiltration durch eine Leitung 15 zugeführt. Wegen des relativ geringen Volumenstromes durch die Zellaufschluss-Vorrichtung und der Möglichkeit, die Zellen durch den gegebenen Kreislauf in mehreren Durchgängen aufzuschliessen, resultiert ein relativ geringer notwendiger Druck für den Betrieb einer Homogenisierdüse und ein relativ geringer Energieverbrauch für den Zellaufschluss.

Die genannten Massnahmen für den Zellaufschluss und die Emulsionsbildung in der Aufbereitungsanlage 1 und/oder in der Querstromfiltrationseinrichtung 5 können sowohl einzeln als auch kombiniert angewendet werden.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 zeigt eine kontinuierlich arbeitende Anlage zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens als Recycling-Prozess. Die Aufbereitungsanlage 1 besteht aus einer Vorrichtung 16 zum Enthülsen der Ölsaaten, einem anschliessenden Mahlwerk 17 und einer Einrichtung 18 zum Feinmahlen, Aufschliessen der Zellen und zur Bildung der Öl/Wasser-Emulsion. Zwischen Mahlwerk 17 und Einrichtung 18 ist eine Vorbehandlungsstufe 19 zur Behandlung des Rohmaterials mit Enzymen und zur pH-Einstellung vorgesehen. Die anschliessende Querstromfiltration erfolgt in mehreren Stufen mittels Diafiltration in drei parallel geschalteten Grob-, Mikro- oder Ultrafiltrationseinrichtungen 20. Wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 kann im jeweiligen Umwälzkreislauf 21 der Grob-, Mikro- oder Ultrafiltrationseinrichtungen 20 eine Emulgierdüse 22 oder eine mit der Umwälzpumpe 23 kombinierte Kolloidmühle für den physikalischen Zellaufschluss angeordnet sein.

Das Permeat der Grob-, Mikro- oder Ultrafiltrationseinrichtungen 20 wird über eine Sammelleitung 24 einer weiteren Querstromfiltrationseinrichtung 25 zum Trennen der Öl/Wasser-Emulsion zugeführt. Die Querstromfiltrationseinrichtung 25 wird vorzugsweise als Ultra- oder Mikrofiltrationseinrichtung ausgeführt. Das als Retentat vom Wasser abgetrennte Roh-Öl verlässt über eine Leitung 26 die Querstromfiltrationseinrichtung 25. Das als Permeat über eine Leitung 27 abfliessende Wasser wird zumindest teilweise wieder in den Prozess zurückgeführt. Dabei ist es zweckmässig, das Wasser in einer der Querstromfiltrationseinrichtung 25 nachgeschalteten handelsüblichen Wasseraufbereitungsanlage 28 vorher zu reinigen. Über eine Leitung 29, in der eine Hochdruckpumpe 30 angeordnet ist, gelangt das aufbereitete Wasser in den jeweiligen Umwälzkreislauf 21 der Grob-, Mikro-

oder Ultrafiltrationseinrichtungen 20, wo es für die Diafiltration und zum Emulgieren eingesetzt wird. Eine weitere, von der Wasseraufbereitungsanlage 28 abzweigende Leitung 31 ist zur Versorgung der Aufbereitungsanlage 1 mit Frischwasser vorgesehen. Durch die Reinigung des Wassers in der Wasseraufbereitungsanlage 28 werden unerwünschte Stoffe herausgenommen bzw. die Anreicherung solcher Stoffe im Retentat der Grob-, Mikro- oder Ultrafiltrationseinrichtungen 20 vermieden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Verwendung des Retentats für Lebensmittel- und Futterzwecke.

Das vorwiegend aus unlöslichen Proteinen, Zellmaterial und daneben auch aus Öl und Wasser bestehende Retentat der Grob-, Mikro- oder Ultrafiltrationseinrichtungen 20 wird in einer Leitung 32 gesammelt und einer Recyclingpresse 33 zugeführt. Vor der Recyclingpresse 33 kann in der Leitung 32 eine Behandlungsstufe 34 zur Neutralisierung des Retentats angeordnet sein. Die in der Aufbereitungsanlage 1 bei der Enthülsung und Zerkleinerung anfallenden Hülsen und Häute der Ölsaaten werden über eine Leitung 35 ebenfalls in die Recyclingpresse 33 eingebracht. Zusätzlich können auch noch Reishülsen, Stroh etc. und ähnliche Abfälle aus anderen Produktionsstellen wie z.B. Apfeltrester verwendet werden. Das mit der Leitung 32 zugeführte Retentat wird vor oder in der Recyclingpresse 33 mit den Hülsen vermischt und das auf diese Weise entstehende Gemisch ausgepresst. Die ausgepresste Flüssigkeit wird über eine Leitung 36 wieder in den Prozess, vorzugsweise in die Aufbereitungsanlage 1 vor der Einrichtung 18, zurückgeführt. Damit die ausgepresste Flüssigkeit verwertbares Öl enthält, muss das Öl aus den Grob-, Mikro- oder Ultrafiltrationseinrichtungen 20 fein und einigermaßen stabil emulgiert sein. Dies wird durch die vorhergehenden Massnahmen wie Zellaufschluss innerhalb der Querstromfiltrationseinrichtungen 20 sowie durch eventuelle Zugabe von Emulgatoren erreicht. Aufgrund dessen gewinnt man als ausgepresste Flüssigkeit wiederum eine Emulsion. Feste Stoffe im Retentat werden durch die Siebwirkung der Filtrationskanäle in der Recyclingpresse 33 weitgehend zurückgehalten.

Als Recyclingpressen eignen sich am besten Horizontal-Chargenpressen wegen der guten Filtrierwirkung durch die langen Fliesswege für den Saft. Der feste Rückstand aus der Recyclingpresse 33 lässt sich in einer anschliessenden Trocknungs- und Brikettiereinrichtung 37 zu einem wertvollen Futtermittel verarbeiten.

Durch die genannten Massnahmen und Einrichtungen gemäss Fig. 2 wird die Ausbeute der Anlage weiter verbessert, das Retentat aus der Querstromfiltrationseinrichtung 20 nutzvoll entsorgt und mit sehr geringem Wasserverbrauch extrahiert.

Die Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welchem das Retentat der Querstromfiltrationseinrichtung 5 über eine Leitung 38 einer zweiten, gröber filtrierenden Querstromfiltrationseinrichtung 39 zugeführt wird. Das Permeat der Querstromfiltrationseinrichtung 39 wird über eine Leitung 40 wieder zur Retentatseite der ersten Querstromfiltrationseinrichtung 5 zurückgeführt.

Über eine Leitung 41 wird die Öl/Wasser-Emulsion als Permeat abgeführt. Die erste Querstromfiltrationseinrichtung 5 läßt sich als einfache, einstufige Anlage bei starker Verdünnung des Rohstoffes mit Wasser kontinuierlich betreiben. Dadurch resultiert ein überdurchschnittlich hoher Membran-Flux bezüglich Öl. Das Aufkonzentrieren des stark verdünnten Retentates aus der Querstromfiltrationseinrichtung 5 wird kontinuierlich durch die Querstromfiltrationseinrichtung 39 bewerkstelligt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung von Ölen aus Naturprodukten durch Extraktion mit Wasser als Transportmittel, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohmaterial mindestens durch Zerkleinerung und Zellaufschluss aufbereitet und das dabei frei werdende Öl durch Zuführen von Wasser mindestens teilweise emulgiert wird und die Trennung des Öl/Wasser-Gemisches von nicht löslichem Protein und Zellmaterial mittels Querstromfiltration durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zellaufschluss des Rohmaterials physikalisch und/oder enzymatisch und/oder chemisch erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für den physikalischen Zellaufschluss Druck-Homogenisatoren, die hohe Kavitationskräfte erzeugen, eingesetzt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der physikalische Zellaufschluss mindestens teilweise mit Hilfe von Zahnrotor-Stator-Kolloidmühlen erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zellaufschluss in ein bis zwei Durchgängen durch die Zellaufschluss-Vorrichtung erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der enzymatische Zellaufschluss mindestens teilweise mittels Cellulase-Enzymen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der enzymatische oder physikalische Zellaufschluss und/oder die Filtrationsfähigkeit mittels Pektinase-, Amylase- oder Proteinase-Enzymen gefördert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der pH auf einen Wert eingestellt wird, welcher der minimalen Proteinlöslichkeit entspricht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Stofftransport des Öls zur Membrane der Querstromfiltration mindestens teilweise durch Emulsionsbildung mit Wasser als Träger erfolgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass gleichzeitig mit einem physikalischen Zellaufschluss emulgiert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass beim Emulgieren eine Mikro-Emulsion gebildet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch ge-

kennzeichnet, dass bei Bildung einer Mikro-Emulsion die Querstromfiltration zur Abtrennung der Öl/Wasser-Emulsion mittels Ultra- oder Mikrofiltration erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei Bildung von Emulsionstropfen im Bereich von $> 0,5 \mu\text{m}$ die Querstromfiltration zur Abtrennung des Öl/Wasser-Gemisches mittels Grobfiltration erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Querstromfiltration bei einer Temperatur von 45 bis 65°C durchgeführt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Querstromfiltration mit Diafiltration gefahren wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Diafiltration mindestens teilweise parallel zum Filtrationsprozess durchgeführt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Zellaufschluss des Rohmaterials teilweise während der Querstromfiltration durchgeführt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Zellaufschluss im Umwälzkreislauf (4) der Querstromfiltrationseinrichtung (5) durch Kombination der Umwälzpumpe (7) mit einer Zahnrotor-Stator-Kolloidmühle (10, 11) bei mehreren Durchgängen oder analog durch eine in Serie zur Umwälzpumpe (7) geschaltete Kolloidmühle oder eine Rotor-Stator-Zellaufschluss-Mühle erfolgt.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Zellaufschluss in einer Zellaufschluss-Vorrichtung erfolgt, die in einem Seitenstrom (12) des Umwälzkreislaufes (4) nach der Zusp eisung von Diafiltrationswasser zum Seitenstrom (12) der Querstromfiltration angeordnet ist.

20. Verfahren nach Anspruch 17 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zellaufschluss-Vorrichtung aus einem Druck-Homogenisator (13) besteht.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der bei der Querstromfiltration entstehende Retentat-Rest zu Nahrungsmitteln und Getränken oder hochwertigen Futtermitteln verarbeitet wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das bei der Emulsions-Trennung vom Öl abgetrennte Wasser aufbereitet und mindestens teilweise wieder in den Prozess zurückgeführt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die bei der Aufbereitung des Rohmaterials anfallenden Rückstände mit dem Retentat der Querstromfiltrationseinrichtung (5, 20) in einer Recycling-Pressen (33) unter Zugabe von saugfähigem, pressbarem und faserigem, flockigem oder körnigem Material vermischt werden und die ausgepresste Flüssigkeit wieder in den Prozess zurückgeführt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass durch Zellaufschluss innerhalb der Querstromfiltrationseinrichtung (5, 20) oder durch Zugabe von Emulgatoren eine wenigstens für

die Dauer des Recycling-Prozesses stabile Öl/Wasser-Emulsion gebildet wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Retentat der ersten Querstromfiltrationseinrichtung (5) mindestens einer zweiten, größeren Querstromfiltration unterzogen wird und das Permeat aus der zweiten oder weiteren Querstromfiltrationseinrichtungen (39) zur Retentatseite der ersten Querstromfiltrationseinrichtung (5) zurückgeführt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

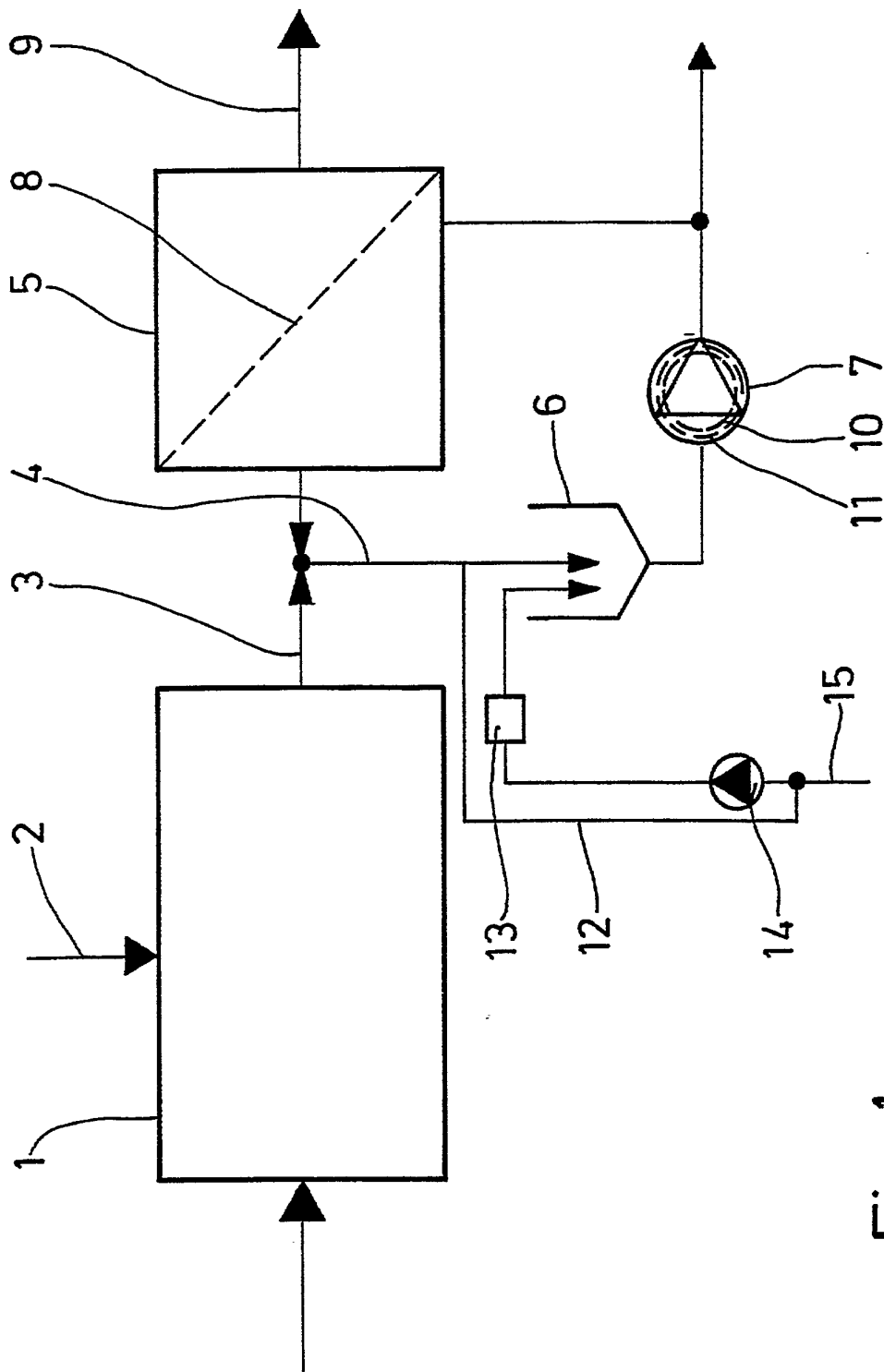


Fig. 1

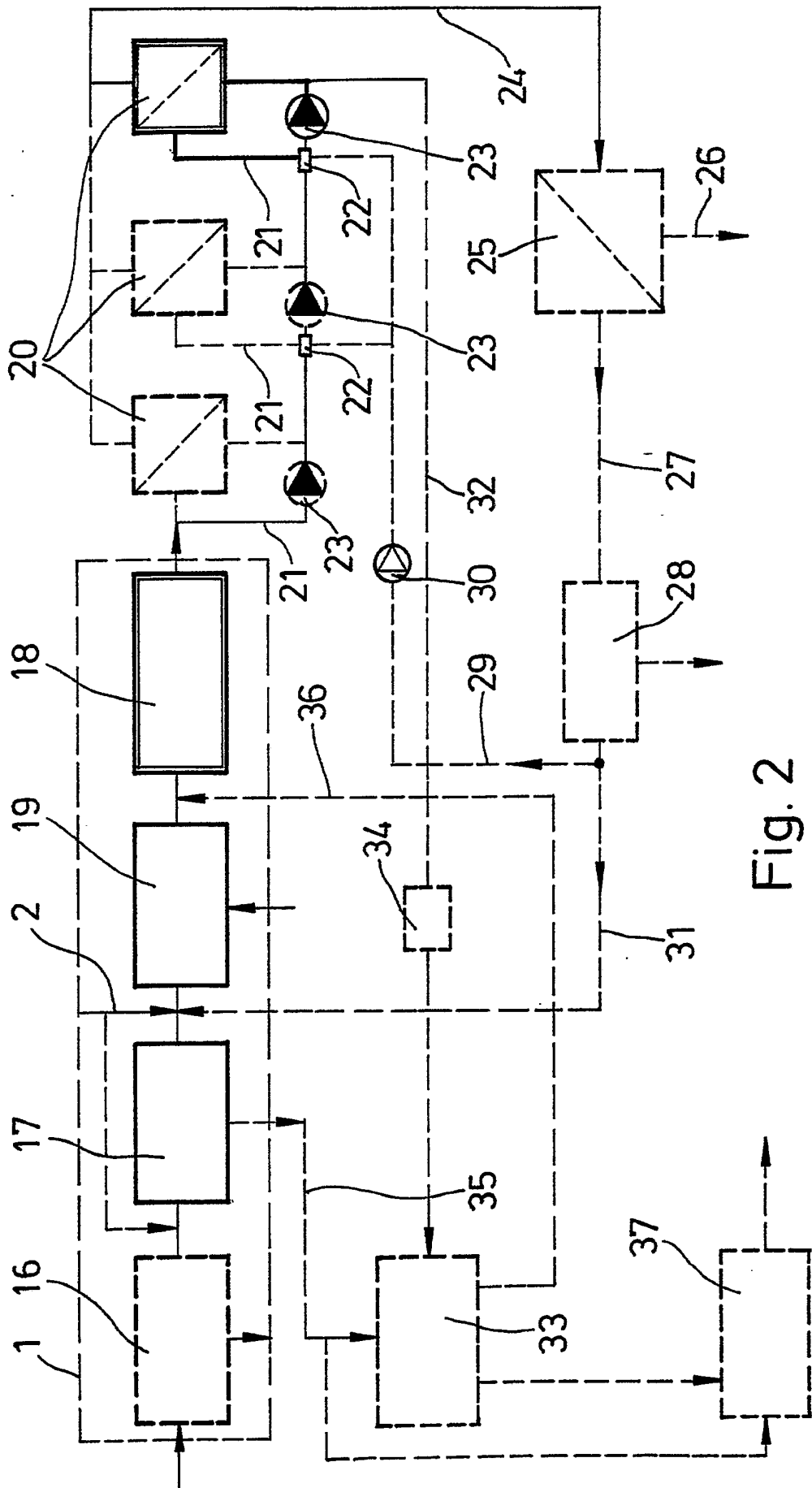


Fig. 2

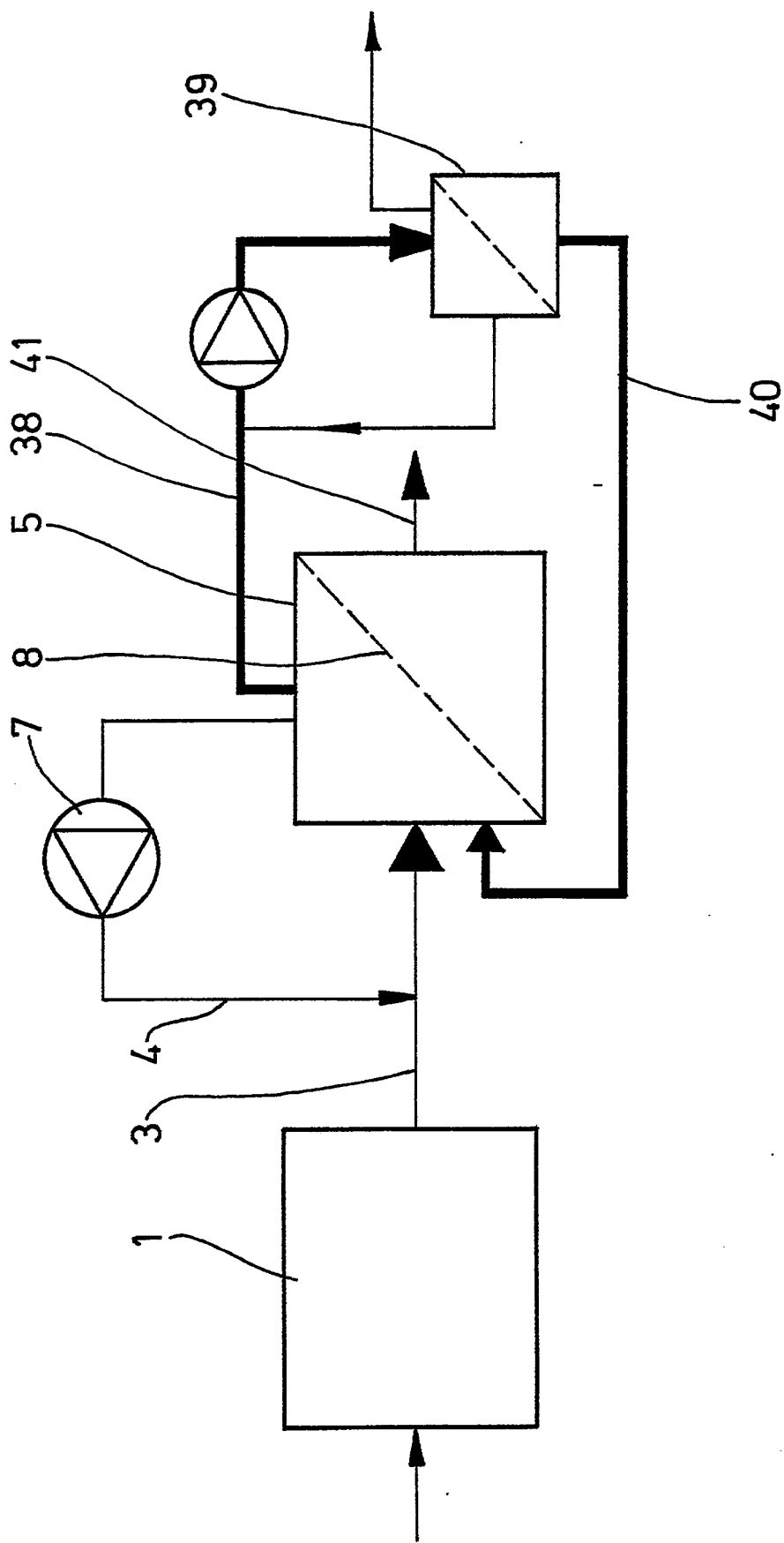


Fig. 3