



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.: **A 23 C 3/00** **B 01 D 61/14** **B 01 D 61/58**

(21) Patentansøgning nr: **PA 1999 00790**

(22) Indleveringsdag: **1999-06-04**

(24) Løbedag: **1999-06-04**

(41) Alm. tilgængelig: **2000-12-05**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2003-08-11**

(73) Patenthaver: **APV Pasilac A/S, Europaplads 2, 8000 Århus C, Danmark**

(72) Opfinder: **Orla Nissen, Balle Kirkevej 32 B, 8600 Silkeborg, Danmark**
Erik Krabsen, Røddikvej 60, Farre, 8472 Sporup, Danmark
Niels Klausen Ottosen, Skærbækvej 38, 8600 Silkeborg, Danmark

(74) Fuldmægtig: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**

(54) Benævnelse: **Fremgangsmåde og anlæg til behandling af mælk**

(56) Fremdragne publikationer:

WO A1 9413148

US A 5685990

DK B 164722

DK B1 169510

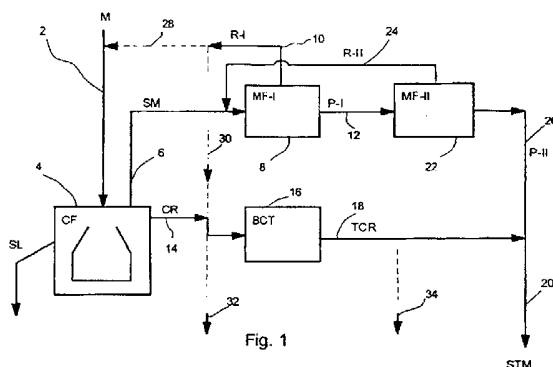
US A 4105547

patentfamilie WO 8601687

patentfamilie WO 9426121

(57) Sammendrag:

Anlæg og fremgangsmåde til behandling af mælk med et lavt fedtindhold, såsom skummetmælk, til opnåelse af mælk med et lavt spore- og bakterieindhold, hvor mælken underkastes en første mikrofiltrering til opdeling i et første retentat og et første permeat, hvor det første permeat underkastes en yderligere mikrofiltrering. Med denne dobbelte mikrofiltrering opnås en sikkerhed mod overskridelse af de acceptable grænseværdier for bakterietal i mælkeprodukter i tilfælde af membranbrud.



Teknisk område

Den foreliggende opfindelse angår en forbedret fremgangsmåde og et forbedret anlæg til behandling af mælk til opnåelse af mælk med et lavt spore- og bakterieindhold, hvor mælk med et lavt fedtindhold, såsom skummetmælk, underkastes mikrofiltrering til op-
5 deling i et spore- og bakterieholdigt retentat og et permeat i form af en mælkefraktion, hvori indholdet af mælkeproteiner i det væsentlige er bibeholdt, mens indholdet af sporer og bakterier er væsentligt nedsat. Den behandlede fedtfattige mælk kan anvendes som den er, eller kan sammenblandes med en fedtholdig mælkefraktion, såsom fløde,
10 der har været underkastet en behandling til bekæmpelse af bakterier, f. eks. en varmebehandling, til fremstilling af standardiseret mælk. Den behandlede mælk og den standardiserede mælk er velegnet til direkte konsum og som råvare til forædlede mejeriprodukter, f.eks. til fremstilling af ost. Forbedringen ved fremgangsmåden og ved anlægget ligger i et særligt arrangement af udstyret til membranfiltrering, der giver en
15 mere effektiv fjernelse af bakterier og sporer og giver større sikkerhed i tilfælde af membranbrud.

Teknisk baggrund

20 Fra dansk fremlæggelsesskrift nr. 164.722 og det tilsvarende EP patentskrift nr. 194.286 (Holm et al.) kendes et anlæg til behandling af mælk, således at den får et lavt bakterieindhold. Fedtholdig mælk deles ved centrifugering i en fraktion bestående af fløde og en fraktion bestående af skummetmælk. Skummetmælksfraktionen bringes til at passere et mikrofilter, hvor fedtkugler og bakterier skilles fra. Fra mikrofilteret opnås
25 et permeat, som består af skummetmælk med et lavt bakterieindhold og et retentat (koncentrat) med et højere indhold af fedt og bakterier end permeatet. Retentatet kombineres med den fra centrifugeringen dannede flødefraktion og steriliseres. Det steriliserede materiale eller en del deraf kombineres med permeatet til opnåelse af mælk med det ønskede fedtindhold. Fordelen ved denne kendte fremgangsmåde er, at man kun
30 skal sterilisere en mindre fraktion og alligevel kan opnå en standardiseret mælk med et

lavt bakterieindhold. Kombinationen af en centrifugalseparation og mikrofiltrering giver en betydelig forøget kapacitet af mikrofilteret.

Fra DK 169 510 og det tilsvarende EP 0 697 816 (Krabsen et al.) kendes et lignende anlæg, hvor imidlertid retentatet fra mikrofiltreringen i stedet for at blive kombineret med flødefractionen tilbageføres til centrifugen, dvs. sammenblandes med den tilførte mælk og centrifugeres sammen med denne. Bakterier og sporer, der på denne måde tilbageføres til centrifugen, bliver dog ikke ophobet i anlægget, idet de kontinuerligt eller diskontinuerligt fjernes sammen med en slamfraktion. En sådan mulighed for at fjerne slam foreligger hos mange konventionelle centrifuger.

Mikrofiltreringsprocesser med anvendelse af tværstrømningsprincippet (cross-flow), som f.eks. dem, der indgår i de ovenfor beskrevne anlæg, kan gennemføres under anvendelse af konventionelle mikrofiltreringsenheder, der kan have forskellige konstruktionsmæssige udformninger. Som en grundmodel kan en mikrofiltreringsenhed (MF-enhed) med tværstrømning bestå af en beholder, der er opdelt af en mikrofiltreringsmembran i to kamre, et føde/retentat-kammer og et permeatkammer. Retentatkammeret er forsynet med en fødeledning til indføding af det materiale, der skal filtreres, og et retentatudløb. Permeatkammeret er forsynet med et permeatudløb. Mellem retentatkammeret og permeatkammeret etableres en trykforskel, der driver en del af væsken og små partikler gennem membranen. Fødematerialet føres gennem retentatkammeret fra den ene side langs membranen. I den anden side udtages retentatet, der består af den væske og de partikler, der ved passagen langs membranen ikke er gået igennem membranen til permeatkammeret. For at undgå en for hurtig tilsmudsning af membranoverfladen, hvilket giver tilstopning af membranens porer, bør strømningshastigheden (tværstrømningshastigheden) over membranoverfladen ikke være for lille. Dette sikres ofte ved at man tilbagefører en del af retentatstrømmen til fødeledningen. For at sikre et ensartet trykfald over hele membranoverfladen er det også velkendt at tilbageføre en del af permeatet, således at permeatkammeret udover permeatudløbet også har et indløb for tilbageført permeat. Dette princip er beskrevet i US 4 105 547 (Sandblom). Sådanne tilbageføringsledninger for retentat eller permeat til samme henholdsvis retentat-

kammer eller permeatkammer, som disse materialestrømme netop udtræder fra, regnes med som bestanddele af mikrofiltreringsenhedens grundmodel.

Når der skal arbejdes i større målestok kan der blive behov for et større membranareal, og ofte opnås dette ved en sammenkobling af et større eller mindre antal af den ovenfor beskrevne grundmodel. Således kan der opnås et stort filtreringsareal ved parallelkobling af flere grundmodeller. Dette princip er f.eks. beskrevet i forbindelse med ultrafiltrering af valle af Rud Frik Madsen i "Hyperfiltration and Ultrafiltration in Plate-and-Frame Systems", Elsevier, 1977, side 134, fig. 4.23. Det er også kendt at sammenkoble flere filtreringsenheder i "serie" således at den del af retentatet fra den første enhed, der ikke tilbageføres, tilføres som fødemateriale til den efterfølgende filtreringsenhed og så videre. Dette princip er f. eks. vist i Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6. udgave 1984, side 17-32, Fig. 17-29.

Fra US 5 685 990 (Saugmann et al.) er det kendt at membranfiltrere en vandig dispersion under anvendelse af flere primære membranenheder, der er forbundet således, at retentatet eller en del af retentatet fra et membranfiltreringstrin anvendes som fødemateriale til et eller flere efterfølgende trin, mens permeatet fra disse primære filtreringstrin koncentrerer ved inddampning eller ved et sekundært membranfiltreringstrin, hvor koncentratet eller det sekundære retentat tilbageføres til den vandige fødedispersion i et eller flere af de primære filtreringstrin. Som et essentielt træk skal membranerne i det sekundære membranfiltreringstrin have en mindre porestørrelse eller molekylafskæringssværdi (cutoff-værdi) i forhold til membranerne i de primære filtreringstrin. Eksempelvis kan de primære filtre være ultrafiltreringsfiltre (UF-filtre), mens de sekundære filtre er hyperfiltreringsfiltre (HF-filtre), der også kendes som RO-filtre, hvor RO står for omvendt osmose.

Fra WO 94/13148 (Bounous et al.) kendes en fremgangsmåde til fremstilling af et udenatureret valleproteinkoncentrat ud fra skummetmælk, hvor man i et første trin gennemfører mikrofiltrering med et mikrofilter, der tilbageholder bakterier, men lader skummetmælken, der indeholder både valleproteiner og andre mælkeproteiner, såsom

casein, passere filteret, hvorefter man i et efterfølgende trin mikrofiltrerer med en anden type mikrofilter, der tilbageholder casein, men lader valleproteinerne passere. Den kendte fremgangsmåde kan således ikke anvendes til fremstilling af en mælkefraktion, hvori indholdet af alle typer af mælkeproteiner, dvs. både casein og valleproteiner, i det væsentlige er bibeholdt, mens indholdet af sporer og bakterier er væsentlig nedsat.

Fordelen ved at benytte mikrofiltrering til fjernelse af bakterier fra en mælkefraktion med lavt fedtindhold som anvist i DK 164.722 og DK 169.510 ligger i, at bakterierne kan fjernes uden varmebehandling, hvilket er væsentligt mere skånsomt for mælkenes bestanddele. Derved kan de gode smagegenskaber bevares og denaturering af proteiner og andre ændringer af mælkenes egenskaber undgås. Desuden undgår man, at mælkefraktionen indeholder varmebehandlede og dermed døde bakterier. Selv når skummetmælksfraktionen efterfølgende skal bringes op til et ønsket fedtindhold ved sammenblanding med varmebehandlet fløde, vil resultatet stadig være et forbedret produkt med hensyn til smag og bevarelse af proteinerne. Produkter, der er behandlet på denne måde, er velegnede både til direkte konsum og som råmateriale til forædlede mælkeprodukter, såsom yoghurt og ost.

Vore dages mikrofiltreringsmembraner har en høj pålidelighed, og membranbrud forekommer yderst sjældent. Skønt sandsynligheden for membranbrud er meget lille, kan risikoen dog ikke helt udelukkes. Til gengæld giver membranbrud alvorlige problemer. Selv ved en hyppig prøveudtagning til bakteriebestemmelse er det et problem, at resultatet fra en bakteriebestemmelse sædvanligvis først foreligger en eller flere dage efter, at prøven blev udtaget. Der vil således gå lang tid, før det konstateres, at permeatet fra mikrofiltreringen har et for højt kimtal. Ved produktion af konsummælk tapper man normalt kort tid efter mikrofiltreringen, og man risikerer således at tappe store mængder mælk, som må kasseres eller anvendes til et andet formål. Imidlertid kan den aftappede mælk allerede være nået ud i forretningerne og videre til forbrugerne, inden det høje kimtal konstateres, hvilket kan betyde tilbagekaldelse af mælken og helbredsrisiko for forbrugerne. Sådanne hændelser kan være stærkt skadelige for mejeriets goodwill og økonomi.

De ovennævnte voldsomme problemer i tilfælde af membranbrud betyder, at myndighederne som oftest stadig forlanger, at mikrofiltreret mælk til konsum skal underkastes et vist minimum af varmebehandling, f.eks. pasteurisering ved 72°C i 15 sekunder, som supplement til mikrofiltreringen. Dette forlanges primært for at eliminere risikoen for tilstedeværelsen af sygdomsfremkaldende bakterier.

Denne supplerende varmebehandling giver en begrænsning af de ovenfor nævnte fordele ved anvendelse af mikrofiltrering i stedet for den traditionelle bakteriedræbning ved varmebehandling. Der vil nemlig også ved denne milde pasteurisering forekomme uønskede ændringer af mælkens egenskaber, omend i et forholdsvis ringe omfang.

Der er således et behov for at kunne gennemføre mikrofiltrering af mælk på en mere sikker måde, hvor de skader, der kunne opstå ved membranbrud, praktisk talt helt kan undgås og fortrinsvis på en sådan måde, at den supplerende pasteurisering bliver unødvendig.

Det har nu vist sig, at den ønskede forøgede sikkerhed kan opnås ved anvendelse af mindst to membranheder sammenkoblet på en speciel måde.

20 Kort beskrivelse af opfindelsen

Den foreliggende opfindelse angår et anlæg til behandling af mælk med et lavt fedtindhold, såsom skummetmælk, til opnåelse af et nedsat spore- og bakterieindhold og et i det væsentlige uændret indhold af mælkeproteiner omfattende en fødeledning for mælk koblet til en første mikrofiltreringsenhed, MF-I, til opdeling af skummetmælken i et spore- og bakterieholdigt første retentat, R-I, og et første permeat, P-I, med lavere spore- og bakterieindhold, hvilken mikrofiltreringsenhed, MF-I, er koblet til henholdsvis en ledning for det første retentat, R-I, og en ledning for det første permeat, P-I. Anlægget er ejendommeligt ved, at der på permeatledningen efter mikrofiltreringsenheden, MF-I, er koblet en anden mikrofiltreringsenhed, MF-II, til opdeling af det første permeat, P-I, i et andet retentat, R-II, og et andet permeat, P-II, hvilken anden mikrofiltre-

ringsenhed, MF-II, er koblet til henholdsvis en ledning for det andet retentat, R-II, der er udformet som en tilbageførsledning til den første mikrofiltreringsenhed, MF-I, og til en ledning for det andet permeat, P-II, og at hver mikrofiltreringsenhed, MF-I og MF-II, har en porestørrelse på 0,4 - 2,0 μm .

5

Opfindelsen angår endvidere en fremgangsmåde til behandling af mælk med et lavt fedtindhold, såsom skummetmælk, til opnåelse af mælk med et nedsat spore- og bakterieindhold og et i det væsentlige uændret indhold af mælkeproteiner, hvor mælken underkastes mikrofiltrering til opdeling i et spore- og bakterieholdigt retentat og et permeat med et nedsat spore- og bakterieindhold, hvilken fremgangsmåde er ejendommelig ved, at permeatet fra mikrofiltreringen underkastes en yderligere mikrofiltrering.

10

Ifølge en foretrukket udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen tilbageføres retentatet fra det andet mikrofiltreringstrin til indfødningssiden for det første mikrofiltreringstrin.

15

Den særlige sammenkobling af to eller eventuelt flere mikrofiltreringsenheder giver en væsentlig forøgelse af sikkerheden, idet produktstrømmen, dvs. det andet permeat, har passeret hele to uafhængige mikrofiltreringsmembraner. Da der som nævnt ovenfor er en meget lille sandsynlighed for at der sker brud på én mikrofiltreringsmembran, vil forekomsten af samtidigt brud på begge mikrofiltreringsmembraner være ganske usandsynlig.

20

Konventionelle filtreringsprocesser kan gennemføres som såkaldte dead-end-filtrering, hvor en væske, der indeholder et bundfald, føres gennem et filter, der tilbageholder bundfaldet, og lader filtratet passere gennem filteret. Ulempen ved dead-end-filtrering er at filterets åbninger hurtigt tilstoppes af bundfaldet, hvorved strømmen gennem filteret, fluksen, hurtigt falder til et uacceptabelt lavt niveau. Dead-end-filtrering har derfor hovedsageligt været anvendelig til makrofiltrering, hvor åbningerne i filteret er større end 5 - 10 μm , og hvor bundfaldet består af forholdsvis store partikler, således at filterkagen vil have passende åbninger til passage for filtratet.

30

- Ved membranfiltrering, herunder mikrofiltrering, hvor åbningerne eller porerne til passage gennem membranen er mindre end 2 - 5 μm og hvor de partikler eller molekyler, der skal tilbageholdes som "bundfald", typisk har en størrelse, der kun er lidt større end porerne, er dead-end-filtrering sædvanligvis uanvendelig, da filteret tilstoppes alt for hurtigt. En løsning på dette problem er det ovenfor nævnte tværstrømningsprincip, hvor bundfaldet fjernes med en flydedygtig fase, retentatet, der teoretisk kan betragtes som en dispersion af bundfaldet i et dispersionsmiddel. Dispersionsmidlet vil her have i det væsentlige samme sammensætning som permeatet.
- 5
- 10 Fordelene ved tværstrømning ligger i den forøgede fluks, der er en forudsætning for driftsøkonomien. En ulempe er, at en del af det materiale, der ønskes overført til permeatet, forbliver i retentatet. I de tilfælde, hvor det er permeatet, der er eller indeholder det ønskede slutprodukt, vil man derfor traditionelt underkaste retentatet en yderligere separationsbehandling, f.eks. en yderligere membranfiltrering. Den traditionelle serie-
- 15 kobling af flere membranenheder bygger derfor på det princip, der f. eks. beskrives i Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6. udgave 1984, side 17-32, Fig. 17-29, hvor retentatet fra første membranfiltreringsenhed videreføres til den efterfølgende enhed. Nærværende opfindelse bryder med dette konventionelle princip, idet det her er permeatet fra den første enhed som underkastes en yderligere mikrofiltrering.
- 20
- Ved mikrofiltrering af mælk med lavt fedtindhold til fjernelse af bakterier og bakteriesporer vil der, når man anvender tværstrømningsprincippet, sammen med retentatet følge en vis andel af mælkeproteiner og andre mælkebestanddele, som ville være en værdifuld andel af produktet, dvs. som ideelt ønskes overført til permeatet. Desuden vil
- 25 der også være en lille mængde af sporer og bakterier, der egentlig skulle tilbageholdes af filteret, som går gennem membranen til permeatet. Dette skyldes at membranen har en vis variation i porernes størrelse, således at der kan foreligge et mindre antal porer, der er store nok til, at enkelte bakterier og især bakteriesporer kan passere.
- 30 Ved anvendelse af den særlige sammenkobling af MF-enheder ifølge opfindelsen vil det andet permeat i tilfælde af brud på den ene af MF-enhederne have et lidt større kim-

tal, som vil blive opdaget ved de regelmæssige bakteriologiske kontrolprøver. Der vil imidlertid kun være tale om en forholdsvis beskedent stigning i kimtallet, således at det produkt, der er blevet aftappet i tidsrummet, fra membranbrudet er sket, til kontrolprøvens resultat foreligger, stadig har et kimtal, der ligger under de acceptable grænseværdier.

Den ovennævnte fordel opnås ikke med de traditionelle membransammenkoblinger. Ved den traditionelle parallelkobling opnår man således blot et forøget membranareal, idet et samlet system af parallelkoblede membraner i virkeligheden fungerer som en enkelt membranenhed med en stor overflade.

Ved den traditionelle seriekobling, som beskrevet i Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6. udgave 1984, side 17-32, Fig. 17-29, hvor retentatet fra den første membranenhed føres som fødemateriale til den efterfølgende membranenhed, vil brud på blot én af membranenhederne åbne adgang for bakterier direkte til produktstrømmen. Anvendelsen af flere membranenheder fører således ikke til en forøget sikkerhed.

Dersom mælk med et lavt fedtindhold mikrofiltreres efter samme princip som det, der anvendes ifølge US 5 685 990 (Saugmann et al.), dvs. hvor den første filtreringsenhed har en væsentligt større porestørrelse end den anden filtreringsenhed, ville der være forholdsvis stor passage af bakterier og bakteriesporer gennem den første filtreringsenhed, der kun vil fungere som en indledende grovfiltrering, og den sikkerhed mod, at der slipper bakterier og sporer igennem i den behandlede mælk - især ved brud på den anden filtreringsenhed, vil være væsentligt mindre i sammenligning med det, der opnås ved sammenkobling af to mikrofiltreringsenheder, der begge er effektive til at tilbageholde bakterier, i overensstemmelse med den foreliggende opfindelses idé.

Omfanget af opfindelsens anvendelighed vil fremgå af den efterfølgende detaljerede beskrivelse. Det skal imidlertid forstås, at den detaljerede beskrivelse og de specifikke eksempler, idet de angiver foretrukne udførelsesformer for opfindelsen, blot gives til il-

lustration, idet forskellige forandringer og modifikationer inden for opfindelsens rammer vil blive åbenbar for fagfolk på basis af den detaljerede beskrivelse.

Detaljeret beskrivelse af opfindelsen

5

Anlægget ifølge opfindelsen er velegnet til bakteriefjernelse fra mælk med et lavt fedtindhold, som for eksempel kan være skummetmælk, der er fremstillet ved konventionel centrifugering. Anlægget kan således med fordel være kombineret med en centrifuge, og vil i så fald kunne omfatte en centrifugeringsenhed til opdeling af mælken i en flødefraktion CR, en skummetmælksfraktion SM og eventuelt en slamfraktion SL, en ledning for skummetmælksfraktionen koblet til en første mikrofiltreringsenhed MF-I til opdeling af skummetmælksfraktionen SM i et spore- og bakterieholdigt første retentat R-I og et første permeat P-I med lavere spore- og bakterieindhold, hvor MF-I er koblet til henholdsvis en ledning for R-I, og en ledning for P-I; hvor ledningen for P-I er koblet til en anden mikrofiltreringsenhed MF-II til opdeling af det første permeat P-I i et andet retentat R-II og et andet permeat P-II, hvor MF-II er koblet til henholdsvis en ledning for R-II, der kan være udformet som en tilbageføringsledning til den første mikrofiltreringsenhed MF-I, og til en ledning for P-II.

20 I et sådant anlæg er centrifugeringsenheden endvidere koblet til en ledning for flødefraktionen CR. Denne flødeledning kan igen være koblet til en bakteriebekæmpelsesenhed, som igen er koblet til en ledning for den i bakteriebekæmpelsesenheden behandlede fløde koblet til en sammenføringsledning, hvortil også permeatledningen for det andet permeat P-II er koblet, på en sådan måde, at der i sammenføringsledningen opnås forening af den behandlede fløde eller en del deraf og permeatet til dannelse af standardiseret mælk.

Med standardiseret mælk menes et mælkeprodukt, der ved sammenblanding af en mælkefraktion med et lavt fedtindhold og den nødvendige mængde af en mælkefraktion med et højt fedtindhold, såsom fløde, er blevet indstillet til et ønsket fedtindhold, der er standardiseret for den pågældende produkttype.

For at sikre, at bakterier og bakteriesporer tilbageholdes med samme effektivitet ved begge MF-enheder, således at kun få bakterier slipper igennem til permeatet i tilfælde af membranbrud, uanset om det er den første eller den anden MF-enhed, der er brudt sammen, foretrækkes det, at den første mikrofiltreringsenhed og den anden mikrofiltreringsenhed har i det væsentlige samme porestørrelse.

Således vil forskellen i de gennemsnitlige porestørrelser hos de to membranenheder være mindre end 50%, fortrinsvis mindre end 20%, især mindre end 10 %.

- 10 De mikrofiltreringsenheder, der indgår i anlægget ifølge opfindelsen, kan være af en hvilken som helst konventionel udformning. Som eksempler kan nævnes en udformning valgt blandt plade-og-ramme-systemet, et tubulært system, et spiralviklet system, et kassettesystem og hulfiber-princippet eller en kombination heraf.
- 15 Hver mikrofiltreringsenhed kan omfatte en eller flere mikrofiltreringsmembraner, der kan have en porestørrelse på 0,4 - 2,0 μm , særligt foretrukket 0,4 - 1,8 μm og især 0,8 - 1,4 μm .

Det er væsentligt, at begge MF-enheder kan tilbageholde bakterier på effektiv måde.

- 20 Hvis der arbejdes med lidt forskellige porestørrelser, er det således væsentligt, at den øvre grænse på ca. 2,0 μm i porestørrelse holdes. Ifølge en udførelsesform kan således den første mikrofiltreringsenhed have en porestørrelse på 0,8 - 2,0 μm , mens den anden mikrofiltreringsenhed har en porestørrelse på 0,4 - 2,0 μm .
- 25 De enkelte MF-enheder vil sædvanligvis blive indstillet således, at filtreringsfaktoren regnet som vægtmængde retentat i forhold til fødemængden er på 1 - 20 vægt% for hvert mikrofiltreringstrin.

- 30 Med anlægget ifølge opfindelsen kan man også udnytte fordelene ifølge DK 164 722 eller DK 169 510. Således kan ledningen for det første retentat (R-I) være koblet således at der sker sammenblanding af det første retentat (R-I) med flødefractionen (CR)

før bakteriebekæmpelsesenheden. Alternativt kan ledningen for det første retentat (R-I) være udformet som en tilbageføringsledning til centrifugeringsenheden. I sidstnævnte tilfælde kan også ledningen for det andet retentat (R-II) være sammenkoblet med en til centrifugeringsenheden hørende fødeledning, således at både R-I og R-II tilbageføres til centrifugeringsenheden som anvist ifølge DK 169 510.

Til yderligere forøgelse af sikkerheden kan anlægget ifølge opfindelsen omfatte tre eller flere seriekoblede membranenheder, hvor permeatledningen fra den anden membranenhed (MF-II) er koblet til en tredje membranfiltreringsenhed (MF-III), hvis permeatledning eventuelt er koblet til en eller flere efterfølgende membranfiltreringsenheder (MF-IV...), hvor hver permeatledning, bortset fra den sidste, er koblet til den efterfølgende membranfiltreringsenhed som fødeledning, og hvor fortrinsvis mindst en retentatledning er en tilbageføringsledning til indføding til en forudgående membranfiltreringsenhed. Med en sådan udformning med mere end to MF-enheder kan sikkerheden yderligere forøges. Antallet af MF-enheder vil naturligvis blive valgt med hensyntagen til de forøgede anlægsudgifter og driftsudgifter, som vil være forbundet med et forøget antal MF-enheder. Imidlertid vil man for at kompensere for disse forøgede omkostninger have mulighed for at udforme og indstille de enkelte, specielt de seneste, MF-enheder til en højere fluks og dermed en højere kapacitet, f. eks med en lidt større porestørrelse og/eller et forøget transmembrantryk, hvor tilbageholdelsen af bakterier i nogle tilfælde kan være lidt mindre effektiv for den enkelte MF-enhed. I dette tilfælde vil det øgede antal MF-enheder alligevel på effektiv måde reducere bakterietallet i det sidste permeat. Når der anvendes tre membranenheder, vil der ved membranbrud stadig være mindst to intakte MF-enheder, og der vil således næppe kunne ske en overskridelse af de acceptable grænseværdier for bakterietallet i det sidste permeat.

I nærværende beskrivelse og krav skal der med betegnelsen mikrofiltreringsenhed (MF-enhed) ikke alene forstås den ovenfor beskrevne grundmodel, men også mere sammensatte filtreringsanlæg, der principielt kan beskrives som flere MF-grundmodeller, der på kendt måde er sammenkoblet parallelt, i serie eller ved en kombination af serie- og parallel-kobling, når blot en sådan MF-enhed, set udefra, er opbygget med en

fødetilførringsledning, en retentatbortledningsledning og en permeatbortledningsledning. Eventuelle tilbageførringsledninger, der ikke fører materiale bort fra en sådan simpel eller mere kompliceret MF-enhed, skal i denne sammenhæng betragtes som en bestanddel af den pågældende MF-enhed.

5

Opfindelsen beskrives mere detaljeret i det følgende under henvisning til tegningen og et eksempel. På tegningen viser

10 fig. 1 et principielt blokdiagram over et anlæg, hvor mælk først opdeles i fløde og skummetmælk, skummetmælken mikrofiltreres ifølge opfindelsen, og hvor den mikrofiltrerede mælk sammenblandes med varmebehandlet fløde til opnåelse af standardiseret mælk,

15 fig. 2 et principielt blokdiagram over et anlæg ifølge en udførelsesform hvor retentaterne fra to mikrofiltreringstrin begge sammenblandes med ubehandlet fedtholdigt mælk og derpå føres til en centrifuge,

20 fig. 3 et principielt blokdiagram over fire MF-enheder hvor retentaterne fra de tre sidste enheder hver føres tilbage til den foregående MF-enhed, og

20

fig. 4 et principielt blokdiagram over fire MF-enheder hvor retentaterne fra de tre sidste enheder samlet føres tilbage til den første MF-enhed.

På tegningen benyttes følgende forkortelser:

25

M:	mælk
CF:	centrifugering
CR:	fløde
SM:	skummetmælk
30 SL:	slam
MF-I, MF-II osv.:	første, anden osv. mikrofiltrering

BCT:	behandling til bakteriebekæmpelse
R-I, R-II osv.:	første, andet osv. retentat
P-I, P-II osv.:	første, andet osv. permeat
TCR:	fløde, der er behandlet til bekæmpelse af bakterier
5 STM:	standardiseret mælk.

Princippet ved fremgangsmåden og anlægget ifølge opfindelsen ses ud fra fig. 1, hvor fedtholdigt mælk (M) gennem en rørledning 2 føres til en centrifugeringsenhed 4, hvor mælken opdeles i en flødefraktion (CR) og en skummetmælksfraktion (SM), og hvor

10 der eventuelt kontinuerligt eller diskontinuerligt kan udskilles bakterieholdigt slam (SL). Skummetmælksfraktionen føres gennem en rørledning 6 til en første mikrofiltreringsenhed 8, hvor der sker en opdeling i et bakteriespore- og bakterieholdigt første retentat (R-I) og et bakteriespore- og bakteriefattigt første permeat (P-I). Retentatet (R-I) føres ved en første udførelsesform gennem en rørledning 10, 28 tilbage til centrifugeringsenheden 4. Ved en alternativ udførelsesform føres det første retentat (R-I) gennem

15 en rørledning 10, 30 sammen med flødefraktionen (CR) fra centrifugeringsenheden 4, for at blive behandlet sammen med flødefraktionen som beskrevet nedenfor. Flødefraktionen (CR) fra centrifugeringen, der også har et vist indhold af bakteriesporer og bakterier, føres gennem en rørledning 14 (ved den alternative udførelsesform sammen med

20 det første retentat (R-I)) til en bakteriebekæmpelsesenhed 16, f. eks. en steriliseringsenhed, hvor fløden steriliseres på konventionel måde eller behandles på en anden måde til bekæmpelse, dvs. drab, af bakterier og sporer. Den således behandlede fløde (TCR) ledes bort gennem en ledning 18 og kan efter ønske opdeles i en overskudsfløde, som ledes bort gennem en ledning 34, samt en andel, der føres til en sammenførlingsledning

25 20 for at blive forenet med et nedenfor nærmere omtalt spore- og bakteriefattigt permeat (P-II), hvorved der opnås standardiseret mælk. Om ønsket kan den overskydende fløde også udtages før behandlingen i enheden 16, f.eks. gennem en ledning 32.

Den allerstørste del af de bakterier og sporer, der er indeholdt i skummetmælksfraktionen fra centrifugeringen, opsamles som retentat ved mikrofiltreringen. Ved den første

30 af de nævnte udførelsesformer bliver disse bakterier og sporer tilbageført med det før-

ste retentat (R-I) til centrifugeringen. Her udskilles under centrifugeringen et slam (SL) med et stort indhold af bakterier og sporer.

Ved den alternative udførelsesform kombineres det første retentat (R-I) med flødefrak-
5 tionen (CR) og behandles sammen med denne i enheden 16 til bekæmpelse af sporer og bakterier, f.eks. ved en varmebehandling, såsom varmesterilisation.

Det første permeat (P-I) fra den første mikrofiltreringsenhed 8 føres gennem en ledning
12 til en anden mikrofiltreringsenhed 22, hvor der sker en opdeling i et andet retentat
10 (R-II), der stadig kan indeholde en vis mængde sporer og bakterier, og et andet permeat (P-II), hvori indholdet af sporer og bakterier er yderligere nedsat sammenlignet med indholdet i det første permeat (P-I). Dette yderst rene andet permeat (P-II) føres gennem en ledning 26 til sammenføringsledningen 20, hvor det sammen med den behandlede flødefraktion blandes til opnåelse af standardiseret mælk (STM).

15

Det andet retentat (R-II) tilbageføres gennem en ledning 24 og forenes med skummetmælken (SM) fra centrifugeringsenheden 4 i ledningen 6 og indføres som fødemateriale i den første mikrofiltreringsenhed 8.

20 I enkelte tilfælde kan der foreligge muligheder for en anden anvendelse af et eller flere bakterieholdige retentater efter en nødvendig varmebehandling. Ligeledes kan det forekomme, at der ikke opnås tilstrækkelig økonomisk fordel ved tilbageføring og dermed udnyttelse af retentatbestanddele. Bortset fra i disse mindre almindelige tilfælde vil det normalt være en væsentlig fordel at tilbageføre retentaterne og dermed udnytte deres
25 værdifulde bestanddele. Især foretrækkes sådanne tilbageføringer, hvor man i overensstemmelse med læren fra DK 169 510 undgår varmebehandling af retentaterne.

Fig. 2 viser et anlæg med en alternativ måde for tilbageføringen af det andet retentat, R-II. De dele, der også findes på fig. 1 har samme henvisningsnumre på fig. 2. I dette
30 anlæg føres det andet retentat R-II gennem en ledning 36 sammen med det første retentat, R-I, fra ledningen 10 og videre gennem ledningerne 28 og 2 tilbage til centrifugeringen.

geringsenheden. R-II bliver hermed stadig tilbageført til MF-I, idet R-II følger vejen gennem ledningerne 36, 28 og 2, ad den relevante strømningsvej gennem centrifugeringsenheden 4 og videre gennem ledningen 6 til den første mikrofiltreringsenhed, M-I.

- 5 Fig. 3 og 4 viser skematisk to udførelsesformer blandt flere mulige for sammenkobling af mere end to MF-enheder, her vist med fire MF-enheder, under anvendelse af den grundlæggende idé bag opfindelsen, nemlig at seriekoblingen af MF-enhederne sker ved, at permeatet fra en enhed føres som fødemateriale til den efterfølgende, og at re-
- 10 MF-enheder. Tilbageføringen kan som vist på fig. 3 ske til den umiddelbart forudgående MF-enhed eller som vist på fig. 4 kan alle retentater, bortset fra det første, R-I, føres tilbage til den første MF-enhed, MF-I.

Eksempel

15

Nærværende eksempel belyser anvendelse af et anlæg ifølge opfindelsen med en udformning som vist på fig. 1, hvor det første retentat R-I i dette tilfælde føres gennem en ledning 28 tilbage til centrifugeringsenheden 4 efter det princip, der er kendt fra DK 169 510. Den på fig. 1 viste alternative ledning 30 er således udeladt.

20

Mikrofiltreringsmembranerne i de to MF-enheder, MF-I og MF-II, har porestørrelser på omkring 1 μm og begge MF-enheder køres med en filtreringsfaktor på 10%, hvilket vil sige at 100 vægtdele fødemateriale opdeles i 10 vægtdele retentat og 90 vægtdele permeat.

25

Ved behandling af 1000 kg ubehandlet mælk pr. time opnås følgende massebalance for de enkelte fraktioner:

	Mængde kg/h	Bakteriesporer antal pr. ml	Totalt antal bak- terier pr. ml
Ubehandlet mælk (M)	1000	20	370.000
Ubehandlet mælk + retentat R-I	1110	70	450.000
Fløde (CR)	110	5	70.000
Skummetmælk (SM)	1000	60	420.000
Skummetmælk + retentat R-II	1099	60	420.900
R-I	110	600	1.210.000
Permeat P-I	989	< 1	91
R-II	99	< 1	910
P-II	890	<<< 1	<< 10

Idet opfindelsen nu er blevet beskrevet, vil det være åbenbart, at denne vil kunne vari-
eres på mange måder. Sådanne variationer skal ikke betragtes som en afvigelse fra op-
5 findelsens rammer, og alle sådanne modifikationer, som vil være nærliggende for fag-
folk, skal også forstås som omfattet af de efterfølgende kravs rammer.

P A T E N T K R A V

-
1. Anlæg til behandling af mælk med et lavt fedtindhold, såsom skummetmælk, til
5 opnåelse af et nedsat spore- og bakterieindhold og et i det væsentlige uændret indhold af mælkeproteiner omfattende
- b) en fødeledning (6) for mælk koblet til
- 10 b1) en mikrofiltreringsenhed (8; MF-I) til opdeling af skummetmælken (SM) i et spore- og bakterieholdigt retentat (R-I) og et permeat (P-I) med lavere spore- og bakterieindhold, hvilken MF-enhed (8; MF-I) er koblet til henholdsvis
- b1a) en ledning (10) for retentat (R-I), og
- b1b) en ledning (12) for permeat (P-I);
- 15 **kendetegnet** ved, at der på permeatledningen (12, 26) efter mikrofiltreringsenheden (8; MF-I) er koblet
- e) en anden mikrofiltreringsenhed (22; MF-II) til opdeling af det første permeat (P-I) i et andet retentat (R-II) og et andet permeat (P-II), hvilken anden mikrofiltreringsenhed (22; MF-II) er koblet til henholdsvis
- 20 e1) en ledning (24) for det andet retentat (R-II), der er udformet som en tilbageføringsledning til den første mikrofiltreringsenhed (8; MF-I), og til
- e2) en ledning (26) for det andet permeat (P-II), og
- 25 at hver mikrofiltreringsenhed (8, MF-I; 22, MF-II) har en porestørrelse på 0,4 - 2,0 μm .
2. Anlæg ifølge krav 1 yderligere omfattende

- a) en centrifugeringsenhed (4) til opdeling af mælk i en flødefraktion (CR), en fraktion, der udgør den nævnte mælk med et lavt fedtindhold, såsom en skummetmælksfraktion (SM), og eventuelt en slamfraktion (SL), og
- b) en ledning (6) for skummetmælksfraktionen koblet til mikrofiltreringsenheden (8; MF-I).

3. Anlæg ifølge krav 2 yderligere omfattende

- c) en ledning (14) for flødefraktionen (CR) koblet til en bakteriebekæmpelsesenhed (16), som igen er koblet til en ledning (18) for den i enheden (16) behandlede fløde (TCR) koblet til
- d) en sammenføringsledning (20), hvortil også ledningen (26) for det andet permeat (P-II) er koblet, på en sådan måde, at der i sammenføringsledningen (20) opnås forening af den behandlede fløde (TCR) eller en del deraf og permeatet til dannelsen af standardiseret mælk (STM).

4. Anlæg ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, **kendetegnet** ved at den første mikrofiltreringsenhed (8) og den anden mikrofiltreringsenhed (22) har i det væsentlige samme porestørrelse.

5. Anlæg ifølge et hvilket som helst af kravene 1 - 3, **kendetegnet** ved, at forskellen i de gennemsnitlige porestørrelser hos de to membranenheder er mindre end 50%.

6. Anlæg ifølge krav 1, **kendetegnet** ved, at hver mikrofiltreringsenhed omfatter en eller flere mikrofiltreringsmembraner med en udformning valgt blandt plade-og-ramme-systemet, et tubulært system, et spiralviklet system, et kassettesystem og hulfiber-princippet eller en kombination heraf.

7. Anlæg ifølge krav 1, **kendetegnet** ved, at hver mikrofiltreringsenhed omfatter en eller flere mikrofiltreringsmembraner med en porestørrelse på 0,4 - 2,0 μm .

8. Anlæg ifølge krav 7, **kendetegnet** ved, at porestørrelsen er 0,8 - 1,4 μm .
9. Anlæg ifølge krav 7, **kendetegnet** ved, at den første mikrofiltreringsenhed har en porestørrelse på 0,8 - 2,0 μm og at den anden mikrofiltreringsenhed har en porestørrelse på 0,4 - 2,0 μm .
10. Anlæg ifølge krav 2, hvor ledningen (10) for det første retentat (R-I) er udformet som en tilbageføringsledning (28) til centrifugeringsenheden (4).
- 10 11. Anlæg ifølge krav 10, hvor tilbageføringsledningen for det andet retentat (R-II) sammenkoblet i den nævnte rækkefølge omfatter en koblingsledning (36), tilbageføringsledningen (28), en til centrifugeringsenheden (4) hørende fødeledning (2), den relevante strømningsvej gennem centrifugeringsenheden (4) samt skummetmælksledningen (6).
- 15 12. Anlæg ifølge krav 3, hvor ledningen (10) for det første retentat (R-I) med en ledning (30) er sammenkoblet med ledningen (14) for flødefraktion (CR), således at der sker sammenblanding af det første retentat (R-I) med flødefraktion (CR) før bakteriebekæmpelsesenheden (16).
- 20 13. Anlæg ifølge et hvilket som helst af de foregående krav omfattende yderligere én eller flere membranenheder, der er seriekoblede med den første og den anden membranenhed, hvor permeatledningen (26) fra den anden membranenhed (22; MF-II) er koblet til en tredje membranfiltreringsenhed (MF-III), hvis permeatledning eventuelt er koblet til en eller flere efterfølgende membranfiltreringsenhed (MF-IV...), hvor hver permeatledning, bortset fra den sidste, er koblet til den efterfølgende membranfiltreringsenhed som fødeledning, og hvor mindst en retentatledning er en tilbageføringsledning til indføding til en forudgående membranfiltreringsenhed.
- 25 14. Fremgangsmåde til behandling af mælk med et lavt fedtindhold, såsom skummetmælk, til opnåelse af mælk med et nedsat spore- og bakterieindhold og et i det væsent-
- 30

lige uændret indhold af mælkeproteiner, hvor skummetmælken underkastes mikrofiltrering til opdeling i et spore- og bakterieholdigt retentat og et permeat med et nedsat spore- og bakterieindhold, **kendetegnet** ved, at permeatet fra mikrofiltreringen underkastes en yderligere mikrofiltrering i et anlæg ifølge krav 1.

5

15. Fremgangsmåde ifølge krav 14, hvor man yderligere inde mikrofiltreringen centrifugerer fedtholdigt mælk til opnåelse af en flødefraktion og en spore- og bakterieholdig reaktion af mælk med lavt fedtindhold, såsom en skummetmælksfraktion.

- 10 16. Fremgangsmåde til behandling af mælk til opnåelse af standardiseret mælk med et nedsat spore- og bakterieindhold, hvor mælken centrifugeres under opdeling i en spore- og bakterieholdig flødefraktion og en spore- og bakterieholdig skummetmælksfraktion, hvor den bakterieholdige skummetmælksfraktion underkastes en første mikrofiltrering til opdeling i et spore- og bakterieholdigt første retentat og en skummetmælksfraktion
- 15 med et nedsat spore- og bakterieindhold som et første permeat, hvor det første permeat underkastes en anden mikrofiltrering til opdeling i et andet retentat og et andet permeat, hvor det andet retentat tilbageføres til indfødningssiden af det første mikrofiltreringstrin og hvor man efter en bakteriebekæmpende behandling af flødefractionen sammenblender denne, eller en del deraf, med det andet permeat til opnåelse af mælk
- 20 med det ønskede fedtindhold.

17. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 14 - 16, hvor der i de to mikrofiltreringstrin anvendes i det væsentlige samme membranporestørrelse.

- 25 18. Fremgangsmåde ifølge krav 15, hvor det spore- og bakterieholdige retentat fra det første mikrofiltreringstrin føres tilbage til centrifugen.

19. Fremgangsmåde ifølge krav 18, hvor retentatet fra det andet mikrofiltreringstrin sammenblandes med retentatet fra det første mikrofiltreringstrin og før tilbageføringen
- 30 til det første mikrofiltreringstrin underkastes fraseparation af fløde i centrifugeringstrinnet.

20. Fremgangsmåde ifølge krav 16, hvor det spore- og bakterieholdige retentat fra det første mikrofilteringstrin føres sammen med flødefractionen og underkastes en bakteriebekæmpende behandling sammen med denne.

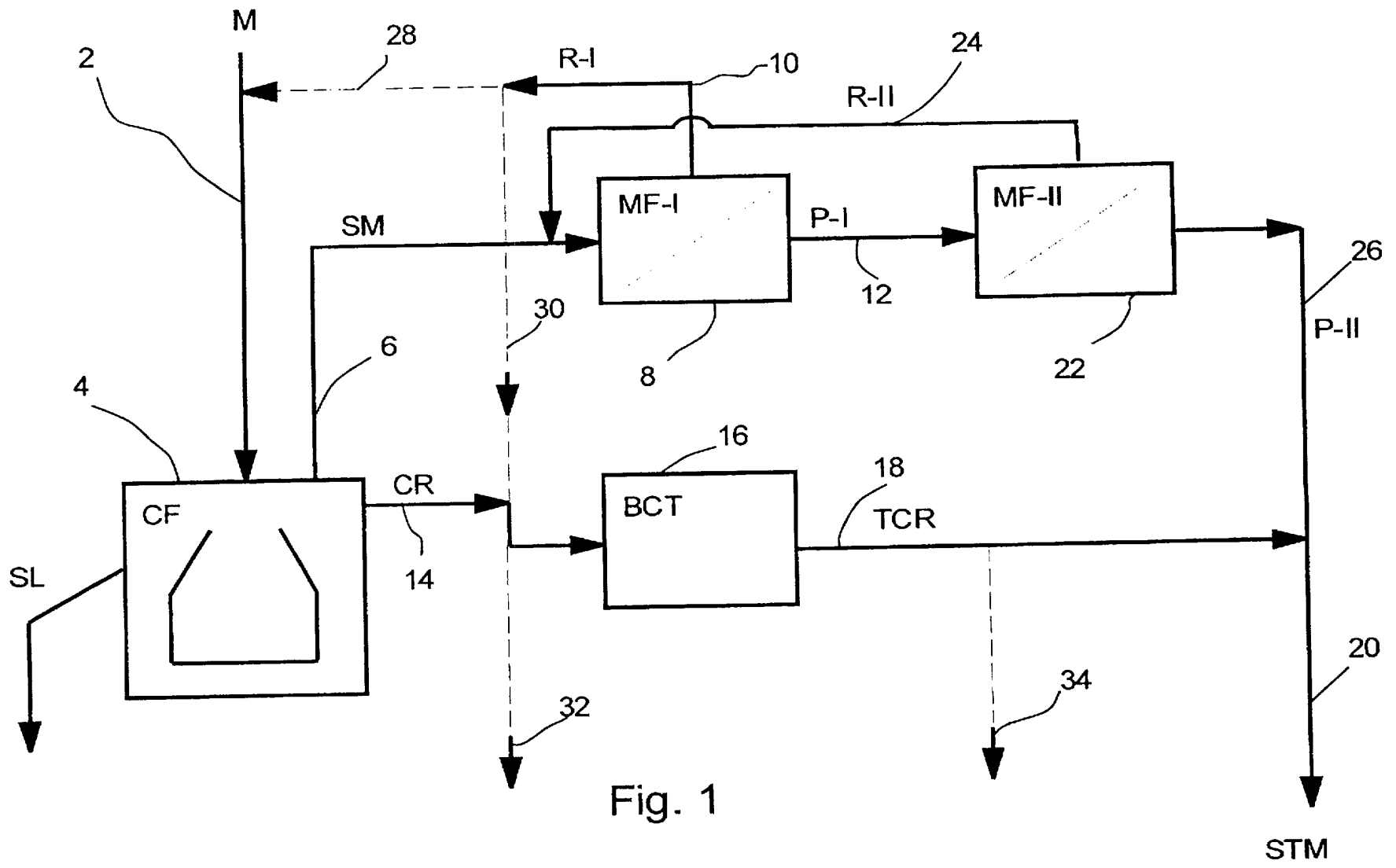


Fig. 1

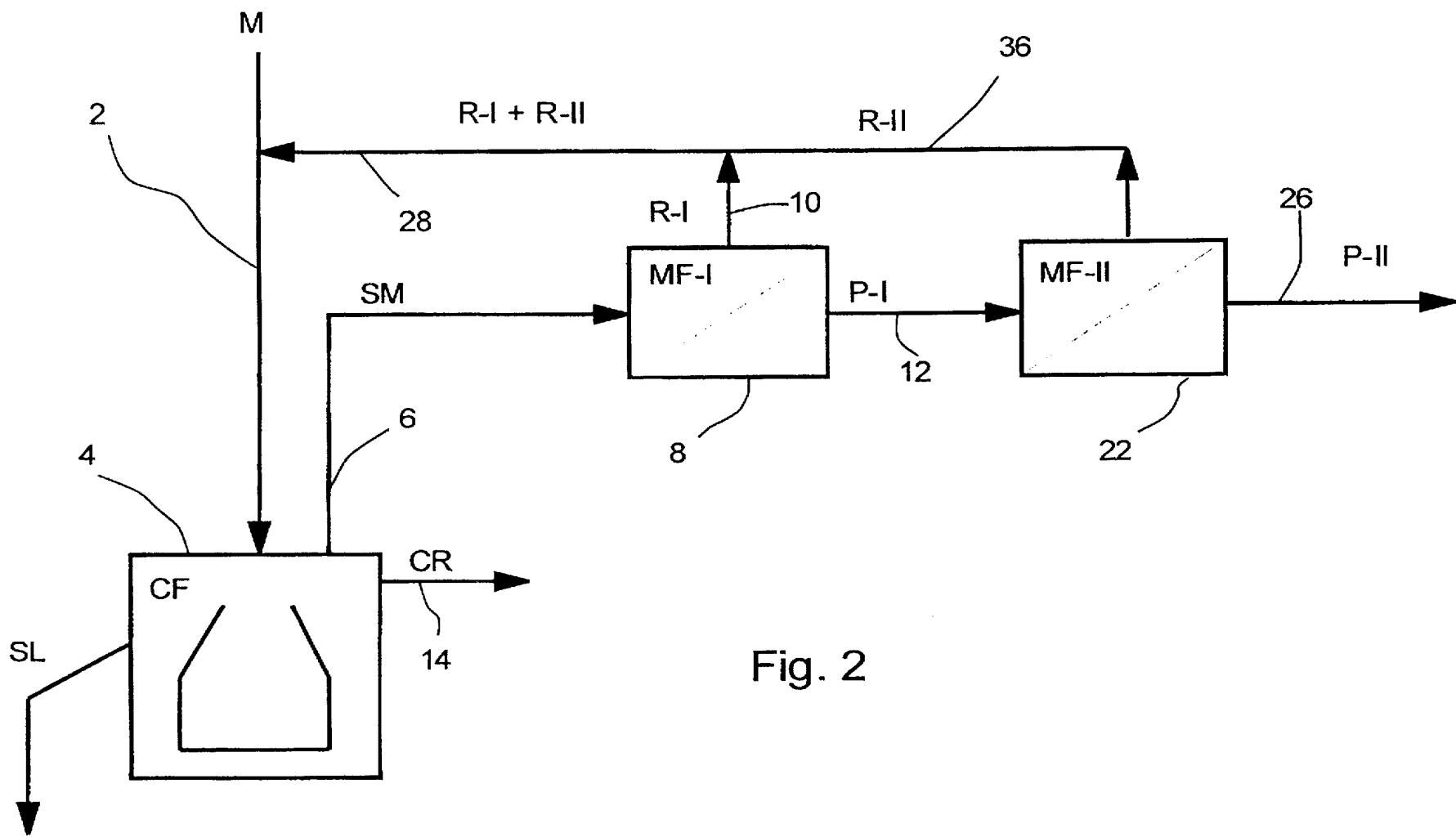


Fig. 2

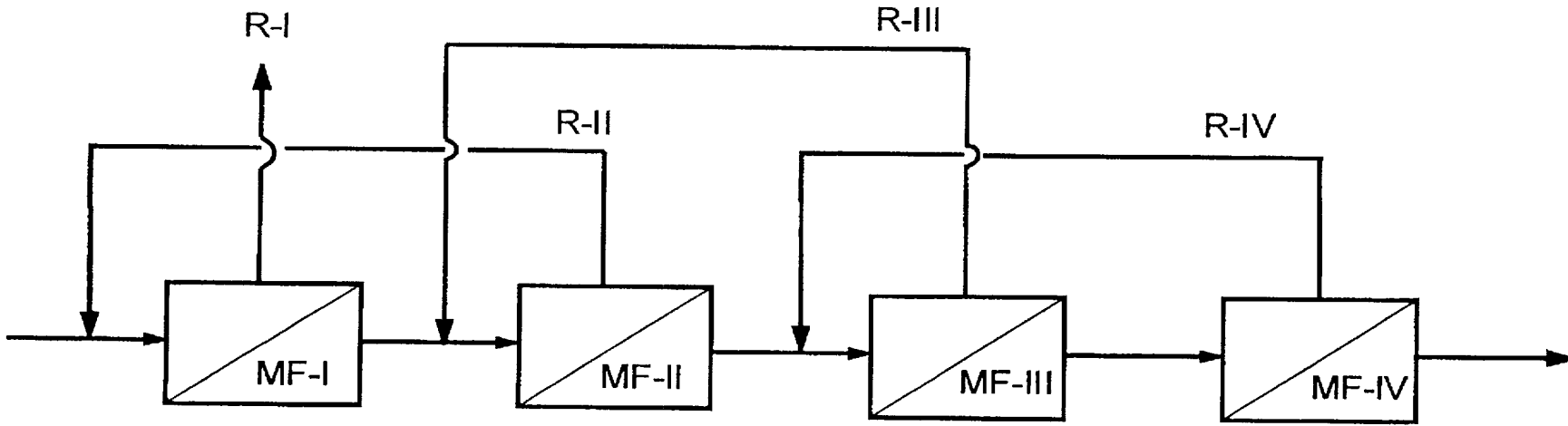


Fig. 3

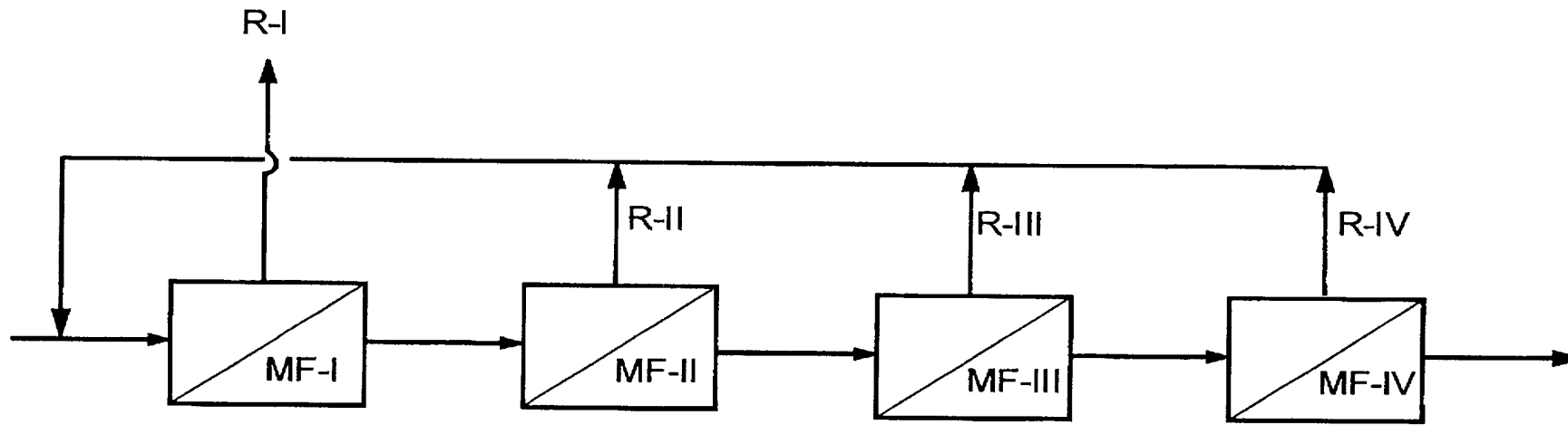


Fig. 4