

sche Technische Hochschule Zürich (Institut für Verfahrenstechnik), Technische Universität Dortmund (Fakultät Bio- u. Chemieingenieurwesen, Lehrstuhl für Anlagen- und Prozesstechnik) oder Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme. Die ausstellenden Forschungseinrichtungen präsentierten sich aber nicht nur für angehende Studenten, sondern zeigten auch dem interessierten Fachpublikum ihr Know-how und boten sich so als mögliche Kooperationspartner für die Erforschung von Kristallisationsproblemen an. Abgerundet wurde diese wieder sehr interessante Präsentation der Aussteller

durch das Vortragsprogramm, was einerseits durch die Aussteller selbst (drei Beiträge) und andererseits durch Beiträge (10) aus dem Bereich der universitären Forschung (z.B. der Verfahrenstechnik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) ergänzt wurde.

5. Literatur

- [1] Presse-Information: *ACHEMA 2009 vermittelt Aufbruchstimmung: Zufriedene Gesichter am Ende des Weltgipfels der chemischen Technik*, online Veröffentlichung: <http://achema-content2.dechema.de/Presse/>

- Pressemitteilungen/Eintrag-mid-123399.html, 25.05.2009.
- [2] *VOICE of ACHEMA – World Catalogue of International Chemical Equipment, ACHEMA 2009*, online Veröffentlichung: http://achema-content.dechema.de/index_voice_d.htm, 25.05.2009
- [3] J. Heinrich, *Chem. Ing. Tech.* 2006, 78 (10), 1466.
- [4] *Handbuch Neuentwicklungen, ACHEMA 2009, DECHEMA e.V., Frankfurt am Main 2009.*

Fest/Flüssig-Trennung auf der ACHEMA

Einführung und Überblick

Wer sich im Vorfeld der diesjährigen 29. ACHEMA angesichts der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise die Frage stellte, ob wohl deutliche Einbrüche gegenüber der 28. ACHEMA im Jahr 2006 zu verzeichnen sein würden, wurde positiv überrascht. Auf der nach wie vor weltgrößten Veranstaltung der chemischen Prozesstechnik, Pharma- und Lebensmitteltechnik, der Umwelttechnik, der Biotechnologie und verwandten Branchen herrschte allgemeine Aufbruchstimmung. Von Krisenstimmung war in den Hallen und an den Ständen der Aussteller wenig zu spüren. Bis auf kleine Verschiebungen gleichen die Zahlen dem Ergebnis der ACHEMA aus dem Jahr 2006 fast genau.

Mehr als 173 000 Besucher aus der ganzen Welt suchten den Kontakt zu den 3 767 Ausstellern (2006: 4147 Aussteller), die ihre Produkte und Neuentwicklungen auf 134 000 m² Ausstellungsfläche vorstellten. Die geringfügig gesunkene Zahl von Ausstellern entspricht einem schon länger zu beobachtenden Trend infolge einer Konzentration durch Firmenzusammenschlüsse, Aufkäufe und

Fusionen. Ein Beispiel aus dem Bereich der Filterzentrifugen wäre hier die Fa. Heinkel, die 2008 Ellerwerk übernommen hat. 46.6 % der Aussteller und 28 % der Besucher kamen aus dem Ausland (+2 % gegenüber 2006). Wenn man mit berücksichtigt, dass hierzu noch eine ganze Reihe in Deutschland ansässiger Tochterunternehmen ausländischer Firmen hinzugerechnet werden müssten, hat die ACHEMA weiter an Internationalität hinzugewonnen. Bei den Ausstellern stellte Deutschland mit 2010 Unternehmen das stärkste Kontingent, gefolgt von Italien (300 Aussteller), Großbritannien (202), der Schweiz (161), den USA (156) und Frankreich (124). Es folgen China (117) und Indien (107). Gegenüber 2006 hat sich die Zahl der chinesischen Aussteller verdoppelt und die der Indier stieg um 23 %. Die größte Ausstellungsgruppe war auch in diesem Jahr der Bereich Pumpen, Kompressoren und Armaturen (960 Aussteller). Es folgen die Labor- und Analysetechnik (659), die thermischen (437) und die mechanischen (404) Verfahren, sowie der Anlagenbau (343). Gegenüber 2006 (387 Aussteller) und 2003 (387 Aussteller) haben die mechanischen Verfahren, deren Mehrzahl dem Bereich der

mechanischen Flüssigkeitsabtrennung zugeordnet werden kann, sogar einen Zuwachs zu verzeichnen.

Schließlich wäre auch der gute Besuch des ACHEMA-Kongresses mit über 900 Einzelvorträgen, Plenarveranstaltungen und Podiumsdiskussionen hervorzuheben, bei denen neue Forschungsergebnisse und aktuelle Themen von allgemeiner Bedeutung, wie etwa die „Grüne Gentechnik“ behandelt wurden. Breiten Raum nahmen auf dem Kongress Themen zur Nanotechnologie, zu ionischen Flüssigkeiten und zur Mikroverfahrenstechnik ein.

Wichtigstes Thema in diesem Jahr, welches sich auch bei den mechanischen Verfahren deutlich widerspiegelte, war die Prozesseffizienz, also der sparsame Einsatz von Energie und Rohstoffen. Aber auch biotechnologische Verfahren und der Einsatz bzw. die Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen (Filterhilfsmittel, mineralstofffreie Filterschichten, Biokraftstoffe der 2. Generation, integrierte Bioraffinerien u. a.) bildeten einen Schwerpunkt.

Der Trend zur Automatisierung, zur Fernüberwachung und zur direkten Messung von Produkteigenschaften im Prozess setzt sich fort.

Bezüglich Neuentwicklungen im Bereich der mechanischen Flüssigkeitsabtrennung spiegelte der entsprechende Katalog der ACHEMA mit nur 19 Eintragun-

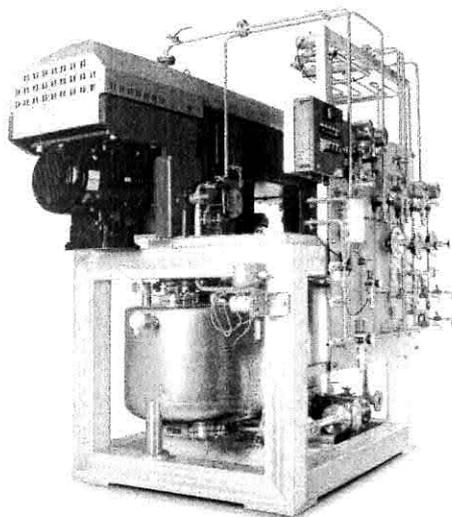


Abb. 1: Gasdichter Dekanter (GEA WESTFALIA SEPARATOR)

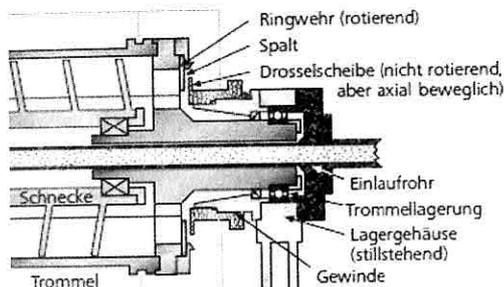


Abb. 2: Varipond™-System (GEA WESTFALIA SEPARATOR)

gen bei den mechanischen Verfahren und davon sieben für die mechanische Flüssigkeitsabtrennung auch diesmal wieder bei weitem nicht die tatsächliche Zahl der präsentierten Neu- und Weiterentwicklungen wider. Dennoch bleibt in der Summe festzuhalten, dass die Firmen in der absoluten Mehrzahl ihre bewährten Produkte zeigten, wobei die Produktpaletten zwischenzeitlich häufig durch ergänzende Zwischengrößen, besonders kleine oder besonders große Apparate erweitert wurden. Die Innovation zeigte sich überwiegend im Detail und interessant war, welche Innovationen sich bewährt haben, die bereits auf der letzten ACHEMA präsentiert wurden. Ein interessanter Aspekt ist hier beispielsweise, dass sich die thermische Nachrocknung in Filterpressen („Heiße Filterpresse“) von ACHEMA zu ACHEMA weiter verbreitet hat und inzwischen zum Standardprodukt praktisch aller großen Hersteller geworden ist. Auf der

anderen Seite kann beobachtet werden, dass dort, wo Firmenzusammenschlüsse entstanden sind und Produktpaletten sich überlappen, auch Produkte vom Markt verschwinden.

Im folgenden sollen exemplarisch aus dem gesamten Spektrum der Fest/Flüssig-Trenntechnik von den Sedimentations- und Filterzentrifugen über Vakuum-, Druck- und Pressfilter, Rückspülfilter, Querstrom- und Tiefenfilter bis hin zu den Filtermedien Beispiele für die auf der diesjährigen ACHEMA präsentierten Technik gegeben werden.

Dekantierzentrifugen

In Ergänzung zu bisherigen Zentrifugen präsentierte GEA WESTFALIA SEPARATOR für Anwendungen im explosionsgefährdeten Bereich der chemischen und pharmazeutischen Produktion erstmals den in Abb. 1 wiedergegebenen neuen gasdichten Dekanter CE 345 bzw. 346 zur Klärung und Extraktion. Erstmals kommt in diesem gasdichten System auch das in Abb. 2 dargestellte und bereits bewährte varipond™-System zur flexiblen Einstellung der Teichtiefe zum Einsatz.

Die Variation der Teichtiefe im Betrieb ist inzwischen Standard für alle großen Hersteller von Dekantierzentrifugen (z.B. die im Betrieb verstellbare Schältscheibe von FLOTTWEG [1] oder die kontinuierliche Niveauhöhenregelung von PIERALISI [2] und erlaubt eine kontinuierliche Optimierung der Qualität des Trennergebnisses auch bei schwankenden Zulaufbedingungen. Bei Änderungen in der Zulaufkonzentration kann der Flüssigkeitsspiegel im Dekanter so präzise eingestellt werden, dass der Feststoff mit konstanter Restfeuchte ausgeworfen werden kann. Das varipond™-System von GEA WESTFALIA SEPARATOR verwendet hierzu eine feststehende Drosselscheibe, die aber während des Betriebes axial verschieblich ist. Zwischen einem rotierenden Ringwehr, über das die geklärte Flüssigkeit abfließt, und der feststehenden Drosselscheibe besteht ein in der Breite variierbarer Spalt. Intelligente Sensortechnik erkennt die momentan

jeweils notwendige Durchlassmenge und regelt die Spaltbreite je nach erforderlicher Flüssigkeitshöhe in der Dekantertrommel. Durch ergänzende Systeme zur präzisen Regelung der Differenzdrehzahl zwischen Trommel und Schnecke können moderne Dekantierzentrifugen optimal an wechselnde Zulaufbedingungen angepasst werden. Dies ist nicht nur für die Klärschlammmentwässerung sondern für den gesamten Bereich der stark zunehmenden Produktgewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen wichtig. Nach den Biokraftstoffanlagen der ersten Generation besteht eine besondere Herausforderung darin, nicht nur spezifische Pflanzeninhaltsstoffe zu nutzen, sondern den gesamten Vegetationskörper einer Pflanze für eine stoffliche oder energetische Nutzung zugänglich zu machen. Hierbei ist das „Biomass to liquid“-Konzept nicht nur für synthetische Kraftstoffe interessant, sondern auch für die Herstellung von Alkoholen, Aldehyden oder kurzkettigen Alkenen. Um das Problem der Nahrungsmittelkonkurrenz zu umgehen, setzen viele Projekte heute gänzlich auf Lignocellulose als Ausgangsstoff, der in integrierten Lignocellulose-Bioraffinerien in verschiedene Produkte konvertiert wird. Um dieses Zukunftssegment aus einer Hand bedienen zu können, hat GEA WESTFALIA SEPARATOR seit Anfang 2009 eine neue Business Unit „Nachwachsende Rohstoffe“ gegründet. Die in Abb. 1 gezeigte Dekanteranlage beinhaltet in Form der „Package Unit“ ein weiteres Merkmal, welches inzwischen von vielen Maschinenherstellern und nicht nur für Dekantierzentrifugen angeboten wird. Die betreffende Maschine kann als Package Unit auf einem Rahmen gemeinsam mit der kompletten Peripherie sehr kompakt vormontiert werden. Die Stickstoffüberlagerung für den Explosionsschutz ist hier ebenso Bestandteil der Package Unit wie eine Bedienkonsole. Der Steuerschrank selbst ist außerhalb des Ex-Bereiches zu installieren. Die Inertisierungseinheit sollte eine Differenzdrucküberwachung mit integrierter automatischer Regelung besitzen. FLOTTWEG propagiert hier ein System, welches den Überlagerungsdruck im Dichtungssystem automatisch mittels Regelventilen konstant hält und dazu die einzelnen Inertgasströme überwacht, die für eine optimale Spülung des Innenraumes der Zentrifuge sorgen. FLOTTWEG (Z6E) und PIERALISI (Giant IV, Giant II L und Mammoth 3) präsentierten auf

dem Dekantergebiet eine insbesondere zu leistungsfähigeren und größeren Maschinen hin ausgebauten Produktpalette. Als Trend ist das zunehmende Angebot für die Maschinenfernüberwachung auszumachen. PIERALISI bietet hier ein neuentwickeltes preiswertes System zur Überwachung und Analyse von Dekantern an, welches auch vorausschauend auf erforderliche Wartungsarbeiten aufmerksam macht. GEA WESTFALIA SEPARATOR setzt hier auf das schon bewährte wewatch-System, welches jetzt zu einem internetbasierten Web-Portal weiterentwickelt wurde, das als einfaches und selbsterklärendes Werkzeug die Maschinenbetreiber frühzeitig über mögliche Fehlzustände informiert. Das Portal generiert Wartungsmeldungen oder Alarme, die per E-Mail bzw. Mobiltelefon unmittelbar an die zuständigen Verantwortlichen weitergeleitet werden. Es wird prophylaktisch informiert und es werden quasi live konkrete Empfehlungen zur möglichen Fehlerbehebung ausgesprochen.

Tellerseparatoren

Auch bei den Tellerseparatoren war bei praktisch allen Herstellern die Erweiterung der Produktpalette zu noch größeren und leistungsfähigeren Einheiten zu beobachten. ALFA LAVAL präsentierte mit der in Abb. 3 gezeigten Culturefuge 100 eine voll-hermetisch arbeitende Zentrifuge zur schonenden Abtrennung von tierischen Zellen, gefällten Proteinen und anderen schmerzempfindlichen Produkten. GEA WESTFALIA SEPARATOR stellte mit dem neuen Klärseparator CSE 170 die derzeit größte dampfsterilisierbare Zentrifuge mit bis zu 10 000 Litern Fer-

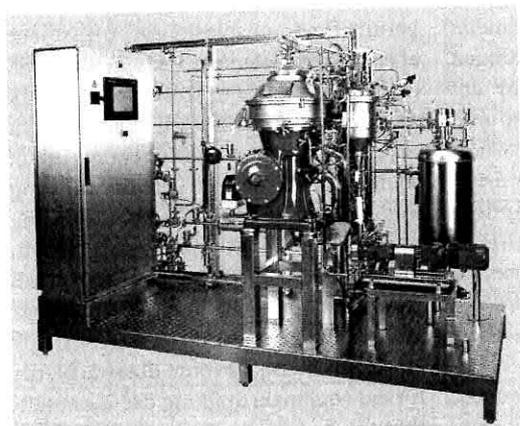


Abb. 3: Tellerseparator für die Biotechnologie (ALFA LAVAL)

mentationsbrühe pro Stunde vor. Auch diese Zentrifuge verfügt über eine Reihe von Sondermerkmalen zur Realisierung hoher Produktausbeuten, schonender Produktbehandlung und effizienter SIP- und CIP-Fähigkeit. Hohe Trockenstoffgehalte des Schlammes werden mittels sehr kurzer und präzise einstellbarer Entleerungszeiten von nur 0,05 sek erreicht. Beide genannten Hersteller propagieren das von GEA WESTFALIA SEPARATOR schon 2006 vorgestellte Konzept des Zentrifugendirektantriebes. Diese Variante hat sich offenbar bewährt. Abb. 4 zeigt als Alternativen den herkömmlichen Flachriemenantrieb und den neuartigen Direktantrieb.

Gegenüber einem Antrieb mit Getriebe spart schon der Riemenantrieb ca. 10 % Antriebsenergie. Zudem kann der Flachriemen bei Bedarf leicht und unkompliziert gewechselt werden. Demgegenüber bringt der Direktantrieb weitere Vorteile wie sehr geringen Platzbedarf, Gewichtsreduktion, weniger Bauteile, Geräuschreduktion und nahezu verlustfreie Kraftübertragung. Die schon bei den Dekantierzentrifugen erwähnten Package Units liegen auch bei den Tellerseparatoren im Trend. Zusätzlich zu den bekannten Herstellern trat auch KMPT PROCESS TECHNOLOGY diesmal als Anbieter einer eigenen Serie von Tellerseparatoren auf (SJ-Serie), die sich nach eigener Aussage durch Merkmale, wie klein, leicht, energiesparend, zuverlässig und kostengünstig auszeichnen. Es werden Kapazitäten von 1 600-25 000 L/h, Antriebsleistungen von 3,7-22 kW und Drehzahlen bis zu 10 000 Upm angeboten.

Röhrenzentrifugen

Die US-Fa. PNEUMATIC SCALE ANGELUS stellte zum Ernten und Klären von bis zu 1000 L empfindlicher Zellkultur aus Bioreaktoren mit der „UniFuge“ erstmalig eine neue und besonders scherarme Überlaufzentrifuge von CARR vor, welche zum einmaligen Gebrauch bestimmt ist und daher auf CIP und SIP verzichten kann. Eine ähnliche Philosophie

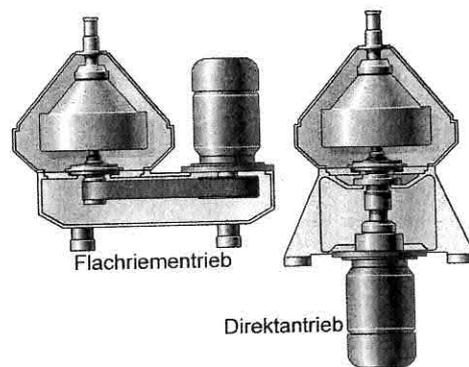


Abb. 4: Separatorantrieb (GEA WESTFALIA SEPARATOR)

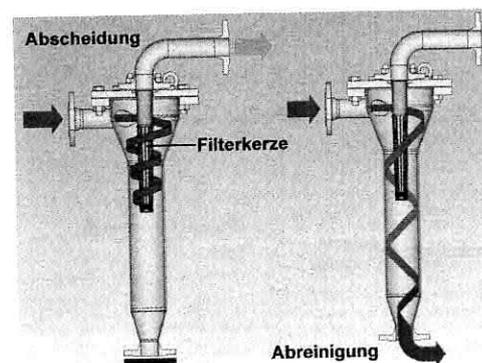


Abb. 5: Twist Flow Strainer (HYDAC)

vertritt schon seit längerer Zeit die US-Fa. STEADFAST EQUIPMENT mit einem gekapselten „Disposable Rotary Drum Filter“ aus Polycarbonat, welches 10 cm Trommeldurchmesser besitzt und für die Verarbeitung eines einzigen Batches vorgesehen ist.

Hydrozyklone

Die namhaften Hersteller von Hydrozyklonen, wie AKW oder KREBS zeigten im wesentlichen ihre bewährte Produktpalette. Ein neu entwickeltes Gerät für wässrige Medien präsentierte dagegen die Fa. HYDAC. Mit dem AutoFilt™ bietet HYDAC ein Hybridsystem von Hydrozyklon und Strainer an, welches für Trennschnitte zwischen 200 µm und 3 mm in niederviskosen wässrigen Medien geeignet ist [3]. Abb. 5 zeigt den Apparat in der Filtrations- und Abreinigungsphase. Der Hydrozyklon scheidet in einer Wirbelströmung einen Teil der größeren Partikeln direkt ab und entlastet damit ein konisches Spaltfilterelement, welches für einen definierten Trennschnitt sorgt. Zur Feststoffentnahme wird der Filtrationsbetrieb kurzzeitig unterbrochen und eine

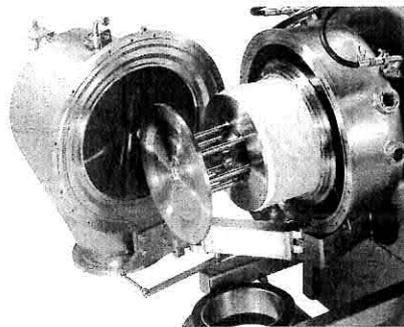


Abb. 6: Stülpfilterzentrifuge (HEINKEL PROCESS INDUSTRY)

Abschlammklappe am unteren Auslass des Zyklons geöffnet, wo sich bereits abgeschiedener Feststoff angesammelt hat. Während dieser Abreinigung wird für wenige Sekunden der gesamte Rohwasserstrom genutzt, um das Element zu reinigen und den Behälter auszuspülen.

Filterzentrifugen

Bei den diskontinuierlichen Filterzentrifugen, wie Schäl- und Stülpfilterzentrifugen (vgl. Abb. 6) sowie Zentrifugentrocknern hat sich zwischenzeitlich nach der Integration von GFT, BOLZ SUMMIX und HEINE durch die Übernahme von ELLERWERK (2008) durch HEINKEL PROCESS TECHNOLOGY ein weiterer Konzentrationsprozess vollzogen.

Die bereits 2007 vorgestellte und auf der diesjährigen ACHEMA erstmalig präsentierte dritte Generation von Stülpfilterzentrifugen (Serie F^X) zeichnet sich gegenüber früheren Varianten durch verschiedene Verbesserungen aus. Die Aufstellfläche konnte gegenüber älteren Modellen um 30 % verringert werden. Die Installationskosten werden durch die Integration einer flexiblen Membran zur Reinraumtrennung ins Maschinengehäuse und Möglichkeit des direkten Anschlusses der Versorgungsmedien an die zentrale Anschlussbatterie der Zentrifuge verringert. Die Hilfsaggregate, wie z.B. die Inertisierungseinheit, CIP-Station, Ventil- und Kühlstation werden bereits im Werk in das durch große Türen gut zugängliche Maschinengehäuse eingebaut und getestet. Nach Aussagen des Herstellers erbringen die Stülpfilterzentrifugen der neuesten Generation mit um 40 % höheren Drehzahlen und einer Verdopplung der bisherigen äquivalenten Klärfläche deutlich verbesserte verfahrenstechnische Ergebnisse.

Die in der Vergangenheit von HEINKEL PROCESS TECHNOLOGY propagierte zusätzliche thermische Trocknung in Zentrifugen auf dem Stülpfilterprinzip wird sich wohl zukünftig eher auf spezielle Zentrifugentrockner, wie den TZT von FIMA konzentrieren. Neu am Markt der Zentrifugentrockner trat bei der diesjährigen ACHEMA die tschechische Fa. SULTRADE mit einem Trockner auf Basis einer vertikalen Schälzentrifuge auf, der für die pharmazeutische Industrie konzipiert ist.

Für die Schälzentrifugentechnik hat KMPT PROCESS TECHNOLOGY seine Palette von Möglichkeiten zur Füllstandsmessung in der Zentrifugentrommel um ein weiteres Instrument erweitert. Neben dem klassischen „Wasserski“ und dessen Kombination mit einem Thermosensor zur Unterscheidung zwischen Flüssigkeit und Feststoff, sowie einer berührungslosen aber nicht immer einsetzbaren Ultraschallmessung [2] kommt jetzt noch eine weiter verfeinerte Methode hinzu. Ein drahtförmiger Taster wird an die Flüssigkeitsoberfläche herangeführt und klinkt bei einem definierten Anpressdruck zur Vermeidung von Spritzwasser aus. Durch eine Schwingungsmessung kann zwischen Flüssigkeits- und Feststoffoberfläche unterschieden werden.

Auf dem Gebiet der horizontalen Schälzentrifugen stellte die Fa. KFT mit der in Abb. 7 dargestellten ProCentP125BXXLTurbo eine neu überarbeitete Generation besonders leistungsfähiger Maschinen mit Rückspültrommel vor.

Durch besonders schlanke Rotoren und Trommeldurchmesser von bis zu 1250 mm zeichnen sich diese Maschinen durch große Filterflächen bis 3,5 m² und damit große Durchsätze aus. Der besonders tief gelegte Schwerpunkt, die nicht perforierte Rückspültrommel und die breite Fundamentierung erlauben besonders hohe

Zentrifugalwerte von bis zu 1500 bei vergleichsweise geringer Schwingungsbelastung des Untergrundes für Maschinen mit 1250 mm Trommeldurchmesser. Das bewährte Sandwichfilterelement erlaubt ein nahezu restschichtfreies Ausschälen des Filterkuchens.

Aufgefallen ist die häufige Präsentation kleiner horizontaler Labor- und Technikumschälzentrifugen durch verschiedene Hersteller, die auch für die pharmazeutische und artverwandte Industrie einsetzbar sind. Zu nennen wären hier beispielsweise KMPT PROCESS TECHNOLOGY mit der Pharmazentrifuge HZ500/0,4Ph (Ø500 mm), HEINKEL PROCESS TECHNOLOGY mit der H250-P (Ø250 mm), COMI CONDOR mit der HX/GMP (Ø500 mm) oder ROUSSELET ROBATEL mit der EHBL253DRG (Ø250 mm).

FERRUM hat seine Produktpalette bei den vertikalen Schälzentrifugen um eine Variante erweitert, bei der zur optimalen Zugänglichkeit wahlweise entweder nur der Deckel mit den entsprechenden Einbauten oder das gesamte Gehäuse aufgeklappt werden kann. Zur Reinigung kann das Gehäuseinnenvolumen komplett geflutet werden.

Bei den kontinuierlichen Filter- bzw. Siebzentrifugen hat FERRUM der bereits auf der ACHEMA 2006 vorgestellten pulsierenden Speisung von Schubzentrifugen zur Durchsatzserhöhung diesmal mit der pulsierenden Waschung von Filterkuchen eine neue Steuerungsvariante hinzugefügt. In direkter Anwendung neuester Forschungsergebnisse [4] kann Waschwasser gespart bzw. das Waschergebnis verbessert werden, wenn die Waschflüssigkeit intermittierend zugegeben wird. Gegenüber einer gleichmäßigen Aufgabe mit geringem Volumenstrom wird das Porenvolumen im Kuchen auf diese Weise vollständiger gefüllt und damit besser gereinigt.

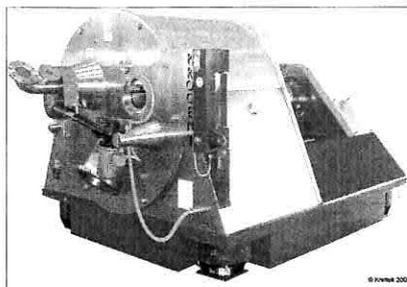


Abb. 7: Horizontalschälzentrifuge P125BXXLTurbo (KFT)

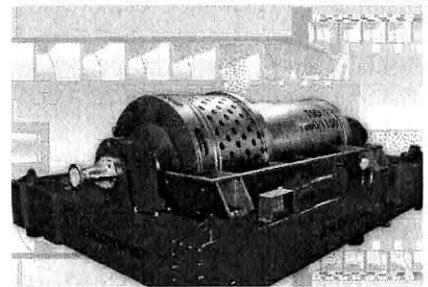


Abb. 8: Turbo-Screen-Dekanter TSD 1000/1100 (SIEBTECHNIK)

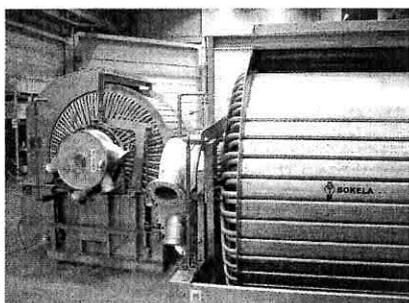


Abb. 9: Vakuumentrommelfilter (BOKELA)

SIEBTECHNIK präsentierte wieder die ganze bewährte Palette seiner variantenreichen kontinuierlichen Siebzentrifugen, darunter auch der große in Abb. 8 wiedergegebene „Turbo-Screen“-Dekanter, welcher Eindickung und Entfeuchtung auf vorteilhafte Weise voneinander trennt.

Vakuum-, Druck- und Pressfilter zur Kuchenfiltration

Moderne Vakuum-Großscheibenfilter mit bis zu 6 m Scheibendurchmesser und bis zu 40 Einzelzellen pro Scheibe für die Massengutindustrie wurden von der BOKELA über KMPT PROCESS TECHNOLOGY bis hin zu FLSMIDTH DORR-OLIVER EIMCO angeboten. BOKELA warb mit einer völlig neu gestalteten Trommelfilterserie mit Filterflächen von 0,5 m² bis zu 125 m² pro Einheit. Abb. 9 zeigt hierzu ein Beispiel.

Eine optimierte Hydraulik ergibt besonders große Filtratabsaugverhältnisse von bis zu 0,75 % (Verhältnis von Filtratrohrquerschnitt zur angeschlossenen Filterfläche). Dies führt zu spez. Filtratleistungen bis zu 22,7 m³/m²h. Einzigartig sind die einzeln austauschbaren Filterzellen für Filter bis 7 m², was einen sehr einfachen und vor allem schnellen Filtertuchwechsel in ca. 1 h ermöglicht. Bemerkenswert ist weiterhin die Möglichkeit einer bis zu drei Stufen umfassenden Gegenstromwäsche des Filterkuchens, die durch scharfe Trennung der einzelnen Filtratströme gelingt.

Ebenfalls einen Fortschritt zur Intensivierung der Kuchenwaschung stellte BHS für Vakuumbandfilter vor, welche ohnehin schon sehr gut für eine intensive Kuchenwäsche im Gleich- oder Gegenstrom geeignet sind. Optional kann hier in der Waschzone eine zusätzliche Redispersion des Kuchens durch scharfe Bedüsung mit Waschflüssigkeitsstrahlen erfolgen. Auf diese Weise ist die Mög-

lichkeit einer Kombination von konventioneller Durchströmungs- und Verdünnungswäsche direkt auf dem Filter ohne Zwischenanmischung gegeben.

Für die Anschwemmfiltration auf Trommelfiltern, wie sie z.B. für die Hefefiltration angewendet wird, bietet BOKELA neben den bewährten Betriebsfiltern mit einem extrem geringen Messervorschub von bis zu 50 µm pro Trommelumdrehung jetzt auch ein Testgerät in Laborgröße mit einer Filterfläche von 550 cm² an (vgl. Abb. 10).

Bei den kontinuierlichen Gasüberdruckfiltern zeigte BHS mit dem „Twin-Drive“ die in Abb. 11 dargestellte verbesserte Variante des schon bewährten Hochleistungs-Druckdrehfilters.

Der neu entwickelte Twin-Drive ermöglicht den Antrieb der Filtertrommel über ein speziell konstruiertes Stirnradgetriebe, das direkt auf die Antriebsseite der Trommel aufgesteckt wird. Zwei symmetrisch angeordnete Vorschalt-Planetengetriebe werden dazu am Stirnradgetriebe angeflanscht und jeweils durch einen direkt angekuppelten Drehstrommotor angetrieben. Dies führt zu einer Verringerung von Querkräften auf die Lagerung der Trommel und damit zur Minimierung von Radialbewegungen, welche die Dichtfunktion beeinträchtigen können. Durch das Aufsteckgetriebe bleiben temperaturbedingte Verformungen der Gehäusestruktur ohne Einfluss auf die zentrische Anordnung der Trommel im Gehäuse.

Bei den Filterpressen ist heute die kombinierte mechanisch/thermische Entfeuchtung bei praktisch allen namhaften Herstellern unter dem Stichwort „Heiße Filterpresse“ im Programm zu finden. Je nach Prozessführung findet neben der thermischen Kontaktrocknung auch eine mechanische Verdrängung von Filtrat durch ein entstehendes Dampfpolster statt. Die meisten Hersteller setzen auf die Vakuumkontakttrocknung, wie sie ursprünglich mit dem „ROLLFIT®-Verfahren“ bekannt geworden ist. Hier werden die Filterkuchen über beheizbare Filterplatten erwärmt und dann durch Anlegen eines Vakuums an den Filtratkanal thermisch getrocknet. STRASSBURGER FILTER und BAYER TECHNOLOGY SERVICES (BTS) haben als Kernstück dieses Verfahrens eine neu entwickelte metallische Heizplatte vorgestellt, die in einem PP-Rahmen befestigt ist und in dieser Ausführung einer gewöhnlichen

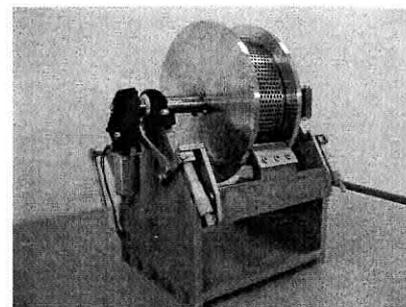


Abb. 10: Precoat-Trommelfilter in Laborgröße (BOKELA)

Kammerfilterplatte entspricht [3]. Die metallische Heizplatte aus zwei gewellte und gegeneinander verdrehten Stahlblechen erlaubt hier Temperaturen bis 120 °C bei Einsatz von Wasserdampf, wofür gegen konventionelle PP-Membranplatten aus Werkstoffgründen nur bis zu 80 °C belastet werden dürfen. Die Heizplatte ist schwimmend in einem PP-Rahmen befestigt, so dass sich zwischen Metall und PP ein isolierender Luftspalt ergibt. Um das System vakuumdicht zu machen, sind die Filterplatten über O-Ring tropfdicht ausgeführt. Die Filtertüche werden in Nuten eingelegt und befestigt wobei sich angepasene bzw. angespritzte Befestigungswulste nach dem System JUNKER FILTER bewährt haben. Abb. 1 zeigt eine als Kammerplatte ausgeführt metallische Heizplatte dieses Systems. KLINKAU stellte auf der diesjährigen AICHEMA in Ergänzung ihrer Produktpalette eine neu entwickelte „Multi-Membran-Filterplatte“ vor. Sie basiert auf vor Plattenrahmen abnehmbaren Membranen aus unterschiedlichen Elastomeren. Ein neuer Werkstoff ermöglicht die individuelle Anpassung von Materialhärte bzw. Flexibilität der Membran an die Erfordernisse des jeweiligen Prozesses.

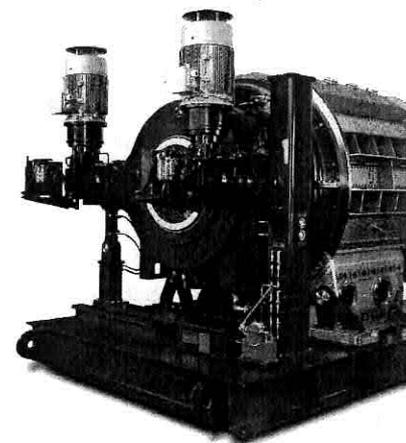


Abb. 11: Druckdrehfilter „Twin Drive“ (BHS)

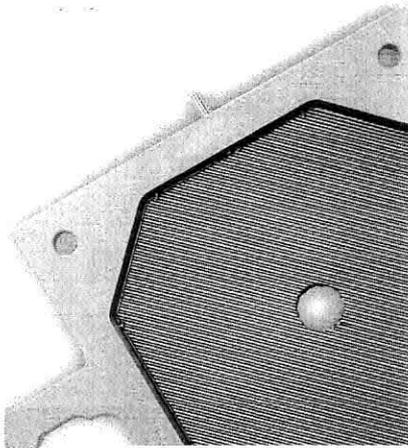


Abb. 12: Heizplatte einer Filterpresse (STRASSBURGER FILTER)

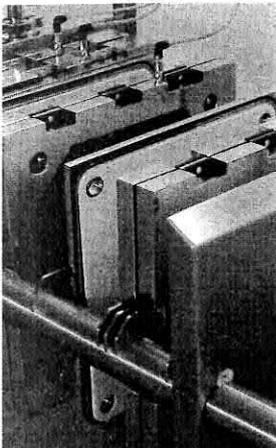


Abb. 13: Schichtenfilter mit Membranplatten (STRASSBURGER FILTER)

LAROX präsentierte im Rahmen seines bereits auf der ACHEMA 2006 vorgestellten Gesamtportfolios aus Pannevis-Bandfiltern, Ceramek-Keramikscheibenfiltern, Hoesch-Filterpressen und Scheibler-Polishing Filtern die bewährte Filterpresstechnologie mit Membranfilterpressen bis zu 2,5 m × 2,5 m Plattengröße. Das von LAROX 2006 propagierte interaktive „My Filter Creator“-Programm, mit welchem sich der Kunde „seine“ Presse online selbst dimensionieren und bestellen kann, hat erwartungsgemäß das direkte Gespräch zwischen dem technischen Spezialisten und dem Kunden nicht überflüssig gemacht. Es dient aber dem Anwender durchaus dazu, Routinevorgänge abzukürzen und wichtige Vorinformationen zu gewinnen. STRASSBURGER FILTER bietet gemäß Abb. 13 als neue Entwicklung ein Hybridfilter an, welches das Schichtenfilter mit der Membranfilterpresse kombiniert.

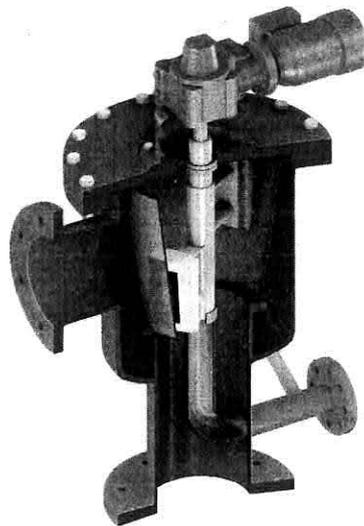


Abb. 14: Rückspültrommelfilter RTF (DANGO&DIENENTHAL)

Wenn im Übergang von der Tiefen- zur Kuchenfiltration auf der Filterschicht ein Filterkuchen aufgebaut wird, kann dieser auf bewährte Weise mit einer Pressmembran aus Viton flächig und gleichmäßig verdichtet werden. Es handelt sich hier um ein geschlossenes Filtersystem („Clean System“), welches nach den besonderen Anforderungen der pharmazeutischen Industrie konstruiert ist.

Sieb- und Rückspülfilter

Das breite Angebot an Sieb- und Rückspülfiltern hat mit einer Reihe von weiterentwickelten Varianten weiter zugenommen. DANGO&DIENENTHAL FILTERTECHNIK stellte das in Abb. 14 dargestellte neue automatische Rückspültrommelfilter „RTF“ vor. Die zu reinigende Flüssigkeit gelangt unter Druck über den unteren Eintrittsflansch in das Filter. Die Filtration erfolgt durch Spaltsiebe oder Drahtgewebe (Feinfiltration bis 5 µm) von innen nach

außen. Nach Erreichen eines definierten Differenzdruckes oder Zeitintervalles öffnet die Rückspülaromatik mit rotierenden Spülschuhen, die an eine unter Atmosphärendruck stehende Leitung angeschlossen ist. Dadurch strömt jetzt gereinigte Flüssigkeit von außen mit besonders hoher Geschwindigkeit von bis zu 10 m/s nach innen und entfernt die innen auf dem Filtermedium abgeschiedenen Feststoffe.

RUSSELL FINEX stellte dagegen mit dem in Abb. 15 dargestellten Eco Filter® ein neu entwickeltes Siebfilter mit kontinuierlicher Abreinigung und damit besonders hohem Durchsatz in den Vordergrund.

Mit Hilfe des wendelförmigen und permanent mit geringer Drehzahl rotierenden SpiroKlene™-Abstreifers wird die Filterfläche kontinuierlich von Ablagerungen befreit und ein gleichmäßiger maximaler Durchsatz ermöglicht. Besonderer Wert wurde bei der Konstruktion auf eine leichte Demontage und einfache Reinigung gelegt, um schnelle Produktwechsel vollziehen zu können.

Wie aus Abb. 16 zu entnehmen ist, ist das von GKD-GEBR. KUFFERATH schon bisher erhältliche Maxflow-Kompaktfiltersystem nun auch im Doppelpack zu haben.

Es dient beispielsweise zur Reinigung von Bearbeitungsflüssigkeiten in der Metallindustrie. Das auf rotierenden Filterscheiben basierende Trenngerät spült die auf dem mehrlagigen metallischen Filtergewebe abgeschiedenen Partikeln periodisch ab und verpresst den abgesetzten Schlamm in einer integrierten Presse zu Briquets. Auf der diesjährigen ACHEMA wurde ein modulares Konzept gezeigt, durch welches eine Einzelanlage nach dem Prinzip des plug and play in kürzester Zeit auf die doppelte Kapazität erweitert werden kann.

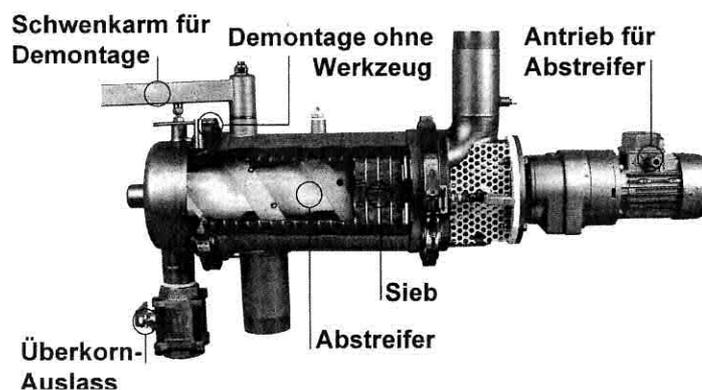


Abb. 15: Selbstreinigendes Siebfilter (RUSSELL FINEX)

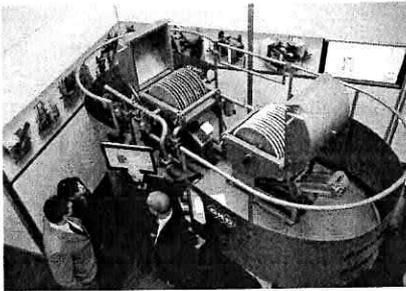


Abb. 16: Siebfilter mit integrierter Feststoffbrikkettierung (©GKD/ Stettin)

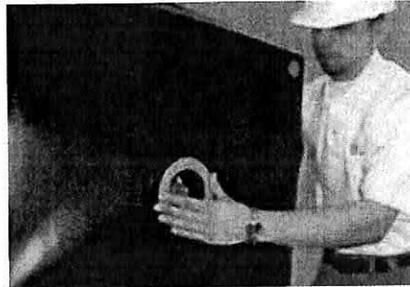


Abb. 18: Verbindung von Filtertüchern bei Filterpressen mit Zentraleinlauf (SEFAR)

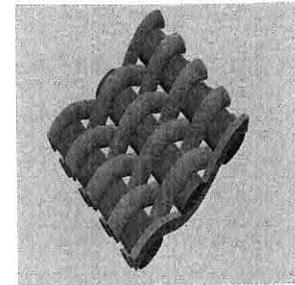


Abb. 19: Virtuell erstellte Gewebestruktur (©GKD)

Dynamische Querstromfilter

Die bereits bekannte dynamische Querstromfiltration mit rotierenden Filterscheiben, die entweder auf einer einzigen Welle angeordnet sind oder auf zwei Wellen, so dass sich die Filterscheiben zum Teil überschneiden, wird von immer mehr Unternehmen angeboten. So setzt KMPT PROCESS INDUSTRY auf das Konzept mit zwei gegenläufig drehenden Wellen und sich überlappenden Filterscheiben und präsentierte sich in diesem Jahr mit einem eigenen derartigen Filtersystem.

NOVOFLOW dagegen zeigte erstmals das in Abb. 17 abgebildete neu entwickelte Einwellen-Kompaktfiltersystem „SSDF“ für Filterscheiben bis zu 500 mm Durchmesser und 2mal 25 m² Filterfläche [3]. Je nach Membran aus Polymeren oder Keramik und Porengröße kann Mikro-, Ultra- oder Nanofiltration betrieben werden. Besonders interessant war die neuartige Verwendung von Silizium-Wafer-Membranen für die rotierenden Filterscheiben (vgl. Abb. 17). Dieses Filtermaterial wurde

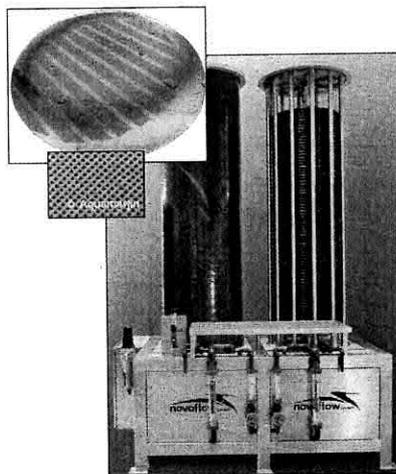


Abb. 17: Dynamisches Crossflow-Filter SSDF und Wafer-Membran (NOVOFLOW)

erstmals auf der ACHEMA 2006 von BTS für den Einsatz in einem Crossflow-Modul gezeigt. Die Membranen zeichnen sich durch kreisrunde und zylindrische Poren gleicher Größe bis hinunter zu 0,45 µm und eine sehr glatte Oberfläche aus.

Filtermedien

Neben der oben beschriebenen neuartigen Silizium-Wafer-Membran gab es weitere interessante Detailentwicklungen bei Membranen, Geweben und Filterschichten zu beobachten. Solch ein Detail stellen beispielsweise die keramischen Gradientenmembranen ISOFLUX® von TAMI für die Lebensmittel- und Bio-Industrie dar. Um über die ganze Länge des durchströmten Rohrmoduls gleiche transmembrane Druckdifferenz zu gewährleisten, muss der im Konzentratkanal auftretende Strömungsdruckverlust kompensiert werden. Dies erfolgt feedseitig durch eine keramische Membranschicht, welche in Fließrichtung immer dünner wird, so dass immer gleiche Druckdifferenz an der Membran anliegt. Auf diese Weise erreicht man z.B. konstante Deckschichtbildung, was die Regeneration erleichtert. Im Grenzgebiet zwischen Membranen und Filtergeweben kann von einem gewissen Trend zur Entwicklung mikroporöser Membranfiltertücher gesprochen werden, welche zur sauberen Abtrennung von Partikeln im µm- und sub-µm-Bereich durch Kuchenfiltration geeignet sind. Vorzugsweise werden derartige Filtermedien bisher noch für den Einsatz auf Filterpressen konzipiert, aber sie sind prinzipiell auch auf Kerzen-, Trommel- und anderen Kuchenfiltern einsetzbar. Nachdem die zur CLEAR EDGE Gruppe gehörende Fa. MADISON FILTER bereits auf der letzten ACHEMA mit dem Produkt azurtex™ ein Gewebe vorgestellt hatte, das mit einer mikroporösen Mem-

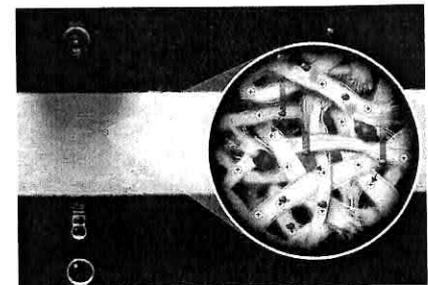


Abb. 20: Mineralstofffreie Tiefenfilterschicht (BEGEROW)

branstruktur kombiniert ist, präsentierte in diesem Jahr auch SEFAR mit SEFAR TETEX® MC ein Membranfiltermedium aus Polyester für die Kuchenfiltration im Bereich der Pigment-Industrie. Die Rückhaltefähigkeit wird mit <2 µm angegeben. Im Unterschied zu dem oben erwähnten Produkt auf Gewebebasis setzt SEFAR auf eine hochpermeable Vliesstruktur, auf deren Oberfläche das Membranmaterial fixiert ist.

SEFAR führte im Bereich der Tuchkonfektionierung weiterhin das neue CLICKSEAL™-System zur schnellen und sicheren Montage von Filtertüchern auf Filterpressen mit Zentraleinlauf vor. Abb. 18 zeigt die Tuchmontage, bei der zwei mit dem jeweiligen Filtertuch fest verbundene Plastikringe durch Druck an einem in der zentralen Durchtrittsöffnung der Platte angeordneten Verbindungsstück befestigt werden. Entsprechend leicht kann diese Verbindung wieder gelöst werden.

GKD-GEBR. KUFFERATH stellte die Nutzung modernster numerischer Simulationsrechnungen zur Gestaltung und Optimierung der Struktur und des Druckverlustes von metallischen Drahtgeweben vor, um Gewebe präzise an die Anforderungen eines Kunden anpassen zu können [3]. Der Geschäftsbereich SolidWEAVE ist hierzu eine Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Techno- und

Wirtschaftsmathematik (ITWM) in Kaiserslautern eingegangen. Genutzt wurde das Programm GeoDict, welches eine integrierte Simulationsumgebung für die geometrische Modellierung und die Vorhersage von Eigenschaften darstellt. In der Zusammenarbeit wurde GeoDict um das Werkzeug WeaveGeo erweitert. Abb. 19 zeigt das Ergebnis einer Gewebemodellierung. Eigenschaften des Gewebes, wie Porengröße und Durchflusswiderstand können dann berechnet werden. Schließlich seien noch die neu entwickelten und inzwischen völlig mineralstofffreien Tiefenfilterschichten „Becopad-P“ von BEGEROW erwähnt. In einem besonde-

ren Verfahren (bepure) werden hochreine Cellulosen fibrilliert und in einer Weise vernetzt, dass auch für die Sterilfiltration keinerlei zusätzliche mineralische Bestandteile in der Filterschicht mehr notwendig sind. Dadurch sind eluierte Ionen und Endotoxine messtechnisch praktisch nicht mehr nachweisbar. Die Struktur wird im Vergleich besser durchströmbar und die Filterschichten sind vollständig biologisch abbaubar. Die neuen Filterschichten sind in einer niedrig- und in einer hochkationischen (vgl. Abb. 20) Variante erhältlich.

Die die Kationizität wird dem Filtermaterial neben der mechanischen Trenn-

wirkung eine zusätzliche Adsorptionsfähigkeit für negativ geladene Substanzen verliehen.

Literatur

- [1] H. Anlauf, *Chem. Ing. Tech.* 2003, 75 (10), 1545
- [2] H. Anlauf, *Chem. Ing. Tech.* 2006, 78 (10), 1492
- [3] *Filtrieren und Separieren* 2009, 23 (2)
- [4] F. Ruslim, *Flow Phenomena in Cake Washing Driven by Mass Forces*, Cuvillier Verlag, Göttingen 2008.

Trends in der Agglomerationstechnik

Stand die ACHEMA 2009 zunächst im Schatten der Wirtschaftskrise, so zeigte sich in den Gesprächen mit den Ausstellern mehrheitlich eine positive Stimmung. Speziell Hersteller, die ihre verfahrenstechnischen Apparate in der pharmazeutischen Industrie und im Bereich der Life Sciences absetzen, hatten keine oder nur eine geringe Verminderung der Nachfrage zu verzeichnen. Aussteller, deren Produkte für die Grundstoffindustrie und Baumaterialien ausgelegt sind, wurden deutlicher von einem Rückgang des Kundeninteresses getroffen.

Auf dem etablierten Gebiet der Mischtechnik wurden auf der ACHEMA 2009 Weiterentwicklungen, anwendungsspezifische Optimierungen und Neuentwicklungen vorgestellt. So stellte die Firma LiPP Mischtechnik ein neuartiges Mischsystem zum Einbau in Schub- bzw. Wurfmischer vor. Stand der Technik ist es, Wirbler, Zerhacker oder Messermühlen in den Mischraum einzubauen, um Agglomerate zu zerkleinern oder kohäsive Komponenten zu redispergieren. Die an der Zentralwelle angebrachten Mischelemente müssen an diesen Stellen ausgeklinkt werden, wodurch zum Beispiel die Restentleerung beeinträchtigt werden kann. Neu an dem Prinzip der Wirbelkammer ist, dass diese außerhalb des Mischraums angebracht wird, wodurch

der gesamte Mischraum von den Mischelementen der Zentralwelle erfasst wird. Toträume werden dadurch vermieden.

Durch den Rotor in der Wirbelkammer werden hohe Scherkräfte und eine Umwälzströmung erzeugt (s. Abb. 1), die das Produkt im Zentrum einsaugen, zerkleinern bzw. redispergieren und in den Mischraum zurückfördern. Obwohl die Wirbelkammer eine Kavität des Mischbehälters darstellt, wird laut Herstellerangaben das Mischgut während des Entleervorgangs, bedingt durch die Umwälzströmung, nahezu vollständig aus der Wirbelkammer entfernt. Als Vorteil

ist zu sehen, dass diese Wirbelkammer bei vorhandenen Mixern nachgerüstet und an nahezu beliebiger Stelle eingebaut werden kann.

Als Weiterentwicklung der Produktlinie „Intensivmischer“ präsentierte die Firma Eirich auf der ACHEMA 2009 den Intensivmischer Typ R12W. Besonders bei häufigen Produktwechseln wird der R12W empfohlen, da durch die hochklappbare Abdeckung sowohl Mischwerkzeuge als auch Behälter gut zugänglich und daher leicht zu reinigen sind. Der Ro1 mit austauschbaren Mischbehältern (1 L 5 L und 10 L Inhalt) ist nun mit einer Software ausgestattet, die die Misch- und Agglomerationsvorgänge besser plan- und steuerbar macht. Als Erweiterung der Produktpalette präsentiert die Firma Gericke einen Einwellen-Batchmischer GBM (Gericke Batch Mischer), der als Universalmischer mit Froudezahlen im Bereich von 1 bis 3 betreiben wird. Optional kann er mit Flüssigkeitszugabe, druckfest, mit Zerhackern oder Doppelmantel ausgeführt werden. Die Vertikal-Ein- bzw. Zweiwellessmischer der Fa. Amixon können anstatt des temperierbaren SinConcav® Schraubenband-Mischwerk neuerdings mit einer SinConvex® Mischwendel (s. Abb. 2) ausgestattet werden, deren sinusförmige Form die Mischwirkung wie auch die Restentleerung durch eine geringere Auflagefläche verbessern soll.

Für empfindliche Produkte, wie z.B. Teeblätter, empfiehlt sich der Lindor Trommelmischer, der als Schwerkraftmischer

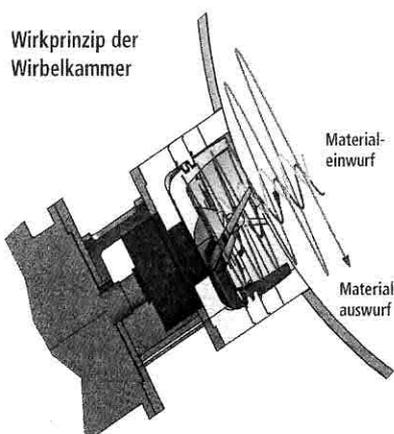


Abb 1: Wirbelkammer der Fa. LiPP Mischtechnik

Prof. Ulrich Bröckel, Fachhochschule Trier, Umweltcampus Birkenfeld,
Postfach 1380, D-55761 Birkenfeld, Germany
u.broeckel@umweltcampus.de