ZKG SPECIAL

Filtration • Filtertechnik

ZKG INTERNATIONAL

Plant installation, Deuna Zement GmbH
Anlagenbeispiel, Deuna Zement GmbH

ProTex and Three E: The key to greater energy efficiency

Gunnar-Marcel Klein, Tobias Daniel, Ralf Esser, Astrid Kögel
Intensiv-Filter GmbH & Co. KG, Velbert-Langenberg/Germany

Summary: Energy consumption is increasingly becoming a critical factor for competition and, from a business point of view, the pressure to test the efficiency of process equipment systems is growing. In addition to providing actual filtration, Intensiv-Filter has also taken on the task of increasing the energy efficiency of dust removal solutions. Although bag filters require relatively little energy compared to manufacturing processes, their energy efficiency has been continually improved. With the ProJet mega® series in offline and semi-offline mode, savings of 30 % on the operating costs of the filter have already been generated. A solution for reducing operating costs by a further 15 % is available now in conjunction with specially developed filter media.

ProTex und Three E: Der Schlüssel für mehr Energieeffizienz

Zusammenfassung: Der Energieverbrauch entwickelt sich mehr und mehr zu einem wettbewerbskritischen Faktor und aus betriebswirtschaftlicher Sicht wächst der Druck, verfahrenstechnische Anlagen auf ihre Effizienz zu prüfen. Intensiv-Filter hat sich – neben der eigentlichen Filtration – die Steigerung der Energieeffizienz von Entstaubungslösungen zur Aufgabe gemacht. Obwohl Schlauchfilter im Vergleich zu den Herstellungsprozessen oft einen vergleichsweise geringen Energiebedarf aufweisen, wurde die Energieeffizienz dieses Filtertyps kontinuierlich gesteigert. Mit der ProJet mega® Baureihe konnten in offline bzw. semi-offline Betriebsweise bereits Einsparungen bei den Betriebskosten des Filters in Höhe von 30 % realisiert werden. Ab sofort steht – in Verbindungen mit eigens entwickelten Filtermedien – eine Lösung zur Betriebskostenreduzierung von nochmals 15 % zur Verfügung.

ProTex et Three E: La clé d'un rendement énergétique plus élevé

Résumé: La consommation d'énergie devient de plus en plus un facteur de compétitivité critique si bien que pour des raisons de gestion d'exploitation, la nécessité d'un contrôle du rendement énergétique des installations technologiques s'impose de plus en plus. Intensiv-Filter se consacre – à côté de la filtration proprement dite – à l'augmentation du rendement énergétique des systèmes de dépoussiérage. Quoique les filtres à manches présentent souvent, par comparaison aux processus de fabrication, une consommation d'énergie plus faible, le rendement énergétique de ce type de filtre a été continuellement augmenté. Avec la série ProJet mega®, des économies de coûts d'exploitation du filtre de 30 % ont déjà pu être réalisées en mode de fonctionnement offline ou semi-offline. Il existe maintenant aussi une solution de réduction supplémentaire des coûts d'exploitation de 15 % grâce à des milieux filtrants spécialement mis au point.

Pro Tex y Three E: la llave para una mejor eficiencia energétic

Resumen: El consumo de energía es un factor competitivo que cobra cada vez más importancia. La presión para probar la eficiencia de los sistemas de proceso crece por su trascendencia económica. La compañía Intensiv-Filter se ha planteado como objetivo adicional el mejorar la eficiente energética de sus equipos. A pesar de que el consumo de energía de los filtros de mangas es relativamente menor que el requerido en el proceso de producción, su eficiencia ha sido mejorada continuamente. Las series ProJet® en operación offline y semi-offline han supuesto un ahorro en los costes de operación del filtro del 30 %. Actualmente se dispone de una solución para reducir los costes otro 15 %, conjuntamente con el empleo de medios de filtrado propios especiales.

1 Introduction

Before introducing the achievements of the new ProTex filter medium and the Three E (Enhanced Energy Efficiency) technology, this paper provides a little background to these new developments by taking a look at the path which led to the technology in use today.

1.1 The evolution of injector technologies

The first dust collectors were cleaned manually. This process was succeeded by the use of vibration, which in turn gave way to reverse air and finally to the development and establishment of compressed air cleaning systems (jet pulse cleaning). The change from reverse-air cleaning processes to jet pulse cleaning has contributed considerably to improving energy efficiency, thanks to the effective removal of the filter cakes which were deposited periodically (**Fig. 1**).

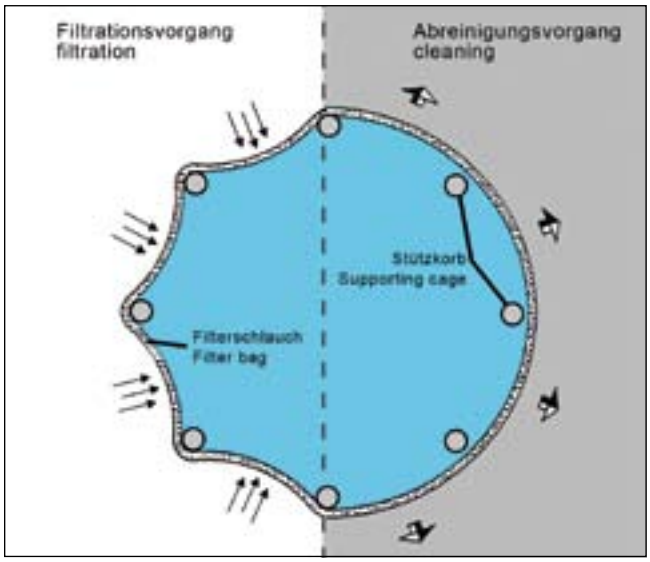
Injector technology plays a key role in implementing this effect. Current processes for creating pressure pulses include using blast pipes with a simple borehole as hole-type nozzles and using a Venturi tube as a second injector stage. The "ideal nozzles" used by Intensiv-Filter already show significant improvements compared to simple hole-type nozzles, as the corresponding extrusion of the nozzle channels the pressure energy into a focused jet of compressed air, thus increasing cleaning effectiveness. Coanda injectors (patented by Intensiv-Filter) use the "Coanda effect" to further increase cleaning effectiveness. The compressed air (primary air) is released via an annular gap and channelled over a curved surface. The primary air thus follows the boundary layer, which does not separate from the wall due to the geometry of the Coanda injector. In the first injector stage, an extremely high subpressure is created. This sucks in the further secondary air and creates a propulsion jet which, compared to the other variants, shows a greatly increased quantity of air. This propulsion jet enters the inlet nozzle as the second injector stage, in which more secondary air is sucked in. As a positive side effect, the internal flow pressure drop inside the bags is reduced because the second injector stage for the Coanda system can be carried out with a greater diameter than with the inlet or Venturi nozzles commonly used in hole-type nozzle injectors (**Fig. 2**). In addition to increased cleaning efficiency and reduced pressure drop during the filtration phase, this system offers a further positive side effect: it reduces pure gas dust emissions, as the cleaning is less abrasive. Finally, it is worth mentioning that the pressure pulse – and thus also the cleaning effectiveness – increases from hole-type nozzles to "ideal nozzles" and Coanda injectors, though the Coanda injector also offers other advantages.

1.2 Optimisation of the cleaning control system

The differential pressure curve is usually used as an input value for controlling the interval and the cleaning pulse. Intensiv-Filter also relies on controlling the pressure in the compressed air tank (variant, so-called admission-pressure control). This jet pulse cleaning control system (Intensiv-Filter JetBus Controller®), which is completely variable to meet individual requirements, helps to reduce both the pressure drop in the filter installation and the amount of compressed air required for cleaning.

1.3 Measures on the installation

In order to further increase energy efficiency, shut-off valves in the raw and/or clean gas lines (flaps, gates or other valves) are used to put the filter modules of the filter plant into a flow-free



1 Filtration and cleaning process of a filter bag cleaned by compressed air
Filtrier- und Abreinigungsvorgang eines druckluftabgereinigten Filterschlauchs

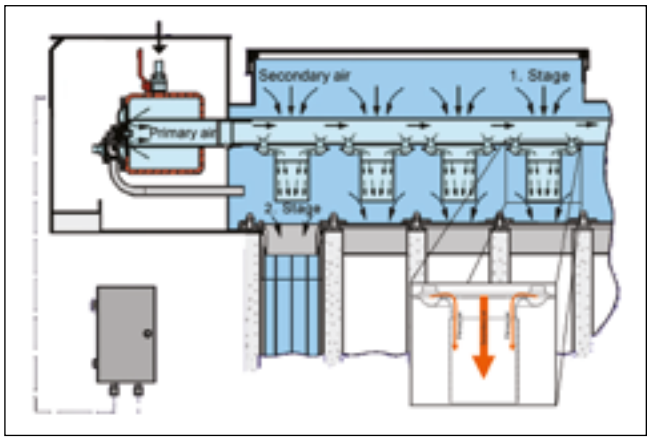
1 Einleitung

Bevor nachfolgend die Leistungen des neuen Filtermediums ProTex und die Three E (Enhanced Energy Efficiency) Technologie vorgestellt werden, wird zunächst als Basis für die Neuerungen der Weg zum bisherigen Stand der Technik beschrieben.

1.1 Evolution der Injektortechnologien

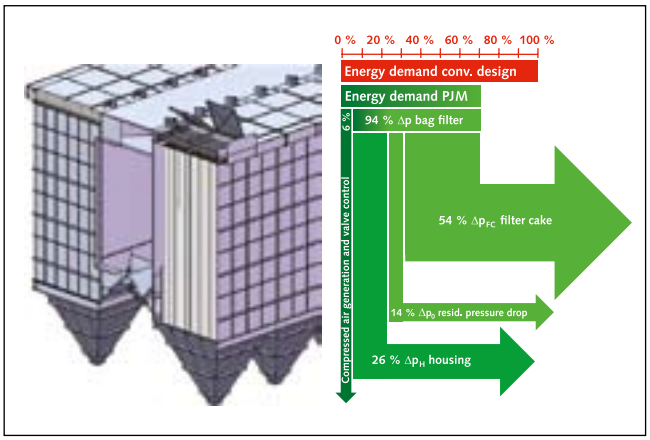
Bei den ersten Staubabscheidern erfolgte die Abreinigung als manuelle Reinigung, in der Folge durch Vibration, über Spülluft bis zur Entwicklung und Etablierung der Druckluftabreinigung (Jet-Pulse-Abreinigung). Der Übergang von Verfahren der Spülluftabreinigung zur Jet-Pulse-Abreinigung hat durch die wirksame Entfernung der sich periodisch ablagernden Filterkuchen erheblich zur Steigerung der Energieeffizienz beigetragen (**Bild 1**).

Bei der Umsetzung dieses Effektes kommt der Injektortechnologie eine Schlüsselrolle zu. Gängige Verfahren zur Erzeugung des Druckstoßes sind Blasrohre mit einer einfachen Bohrung als Lochdüse oder einem Venturirohr als 2. Injektorstufe. Die von Intensiv-Filter eingesetzten „Ideale Düsen" erzielen im Vergleich zu einfachen Lochdüsen bereits deutliche Verbesserungen, da die entsprechende Aushalsung der Düse die Druckenergie in einen zielgerichteten Druckluftstrahl führt und somit die Abreinigungseffektivität erhöht wird. Coanda-Injektoren (von Intensiv-Filter patentiert), die den sogenannten Coanda-Effekt nutzen, steigern die Abreinigungseffektivität nochmals. Die Druckluft (Primärluft) tritt aus einem Ringspalt aus und wird über eine gewölbte Oberfläche geführt. Die Primärluft folgt dabei der Grenzschicht, die sich aufgrund der Geometrie des Coanda-Injektors nicht ablöst. Dabei entsteht innerhalb der ersten Injektorstufe ein extrem hoher Unterdruck, der weitere Sekundärluft ansaugt und einen Treibstrahl ausbildet, der gegenüber den anderen Varianten eine deutlich erhöhte Luftmenge aufweist. Dieser Treibstrahl tritt – als zweite Injektorstufe – in die Einlaufdüse ein, wobei weitere Sekundärluft angesaugt wird. Als positiver Nebeneffekt wird der Druckverlust der Schlauchinnenströmung reduziert, da die zweite Injektorstufe beim Coanda System, im Vergleich zu den bei gängigen Nozzle-In-



2 Jet pulse cleaning with the Coanda injector, patented by Intensiv-Filter

Druckstoßabreinigung mit dem von Intensiv-Filter patentierten Coanda Injektor



3 Drawing and energy flow diagram for ProJet mega®, offline operating mode

Darstellung und Energieflussbild ProJet mega®, offline Betriebsweise

state during cleaning. This operating mode is termed "offline" or "semi-offline" mode (semi-offline if only the clean gas side is shut off). This measure effectively prevents any repeat depositing of dust layers. At the same time, cleaning can be carried out using a low intensity pulse while in offline mode (pressure in compressed air tank 1–4 bar).

1.4 Summary of technological progress to date

The improvements created by use of the offline/semi-offline mode described above, when combined with highly effective injectors (Coanda) and the Intensiv-Filter JetBus Controller® can reduce the specific energy demand of a filter installation by up to 30 %. Filters of this type today are operated with total pressure drops of around 1000 Pa or less (ProJet mega®, offline mode, **Fig. 3**).

2 Further improvements to the energy balance

After spending recent years perfecting the injector system, the cleaning control system and the offline operation mode, Intensiv-Filter has finally turned its attention to developing its own filter media. As a basic rule, the aim with filter systems is always to combine high precipitation rates and reliability with low maintenance demands and operating costs. The filter media play an important role in this. Filter media also have a great amount of influence on the operating costs of the filter installation. The pressure drop of the filter medium and the deposited filter cake makes by far the greatest contribution to the energy costs which result from running the filter installation. The precise aim of Intensiv-Filter's development work was to reduce this pressure drop caused by the filter medium and filter cake. The new ProTex filter media are the result of this development work.

Unlike conventional filter media, ProTex filter media feature microfibres with a titre of ≤ 1.5 dtex on the filter face. These are arranged so as to produce a significantly smaller gradient on the pressure drop curve in the first filtration phase after jet pulse cleaning. This effective measure alone significantly reduces the differential pressure.

The properties of ProTex were compared with those of materials currently available on the market in Intensiv-Filter's filter engineering department using the test specifications of VDI 3926. The materials which were tested included an ePTFE

jektoren verwendeten Einlauf- oder Venturidüsen, mit größerem Durchmesser ausgeführt werden kann (**Bild 2**). Neben der effizienteren Abreinigung und des geringeren Druckverlustes während der Filtrationsphase ist die Reduzierung der Reingasstaubemissionen aufgrund einer schonenderen Abreinigung ein weiterer und positiver Nebeneffekt. Letztlich lässt sich sagen, dass der Druckstoß und damit die Abreinigungseffektivität in der Reihenfolge Lochdüse, „Ideale Düse" und Coanda Injektor zunimmt, wobei der Coanda Injektor noch weitere Vorteile bietet.

1.2 Optimierung der Abreinigungssteuerung

Üblicherweise wird der Differenzdruckverlauf als Eingangsgröße für eine Steuerung des Intervalls und der Abreinigungspulse verwendet. Intensiv-Filter setzt zusätzlich auf eine Steuerung des Drucks im Druckluftank (Variante, sog. Vordruckregelung). Durch diese voll variable, bedarfsgerechte Steuerung der Jet-Pulse-Abreinigung (Intensiv-Filter JetBus Controller®) wird sowohl der Druckverlust der Filteranlage als auch der Druckluftbedarf für die Abreinigung reduziert.

1.3 Anlagenseitige Maßnahmen

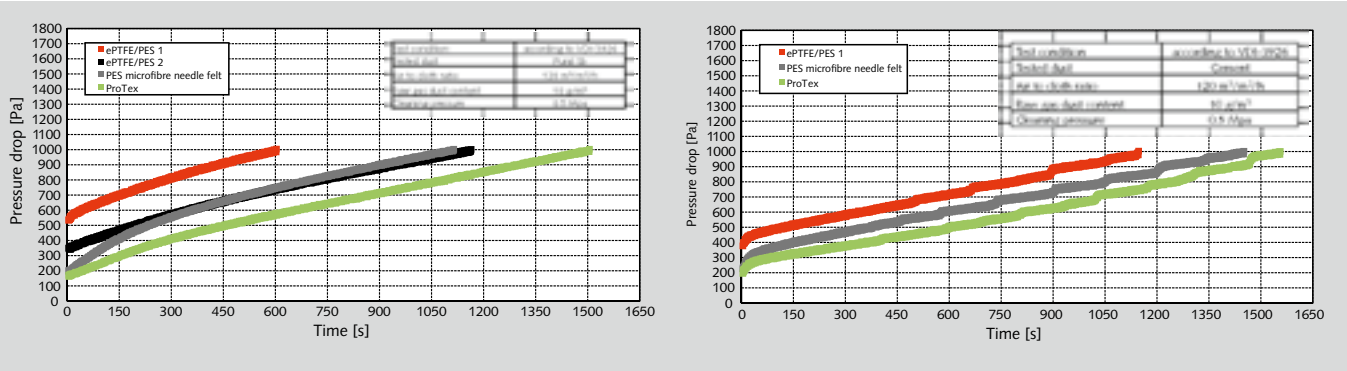
Zur weiteren Steigerung der Energieeffizienz werden Filtermodule der Filteranlage durch roh- und reingasseitige Absperrorgane (Klappen, Schieber, Ventile) während der Abreinigung in einen strömungslosen Zustand versetzt. Diese Betriebsweise wird als offline- oder semi-offline (nur reingasseitige Abtrennung) Betrieb bezeichnet. Hierdurch wird die mögliche Wiederanlagerung von Staubschichten wirksam unterbunden. Parallel kann bei offline Betrieb die Abreinigung mit einem Impuls geringerer Intensität erfolgen (Speicherdruck Druckluftbehälter 1–4 bar).

1.4 Zusammenfassung bisheriger Stand der Technik

Durch die genannten Verbesserungen hinsichtlich der offline/semi-offline Betriebsweise, kombiniert mit leistungsfähigen Injektoren (Coanda) und dem Intensiv-Filter JetBus Controller® kann der spezifische Energiebedarf einer Filteranlage um bis zu 30 % gesenkt werden. Filter dieser Bauart werden heute mit Gesamtdruckverlusten um und unter 1000 Pa betrieben (ProJet mega®, offline Betriebsweise **Bild 3**).

2 Weitere Verbesserung der Energiebilanz

Nachdem Intensiv-Filter in den vergangenen Jahren sowohl das



4 Pressure drop curves using different filter media and varying the cycle time
Druckverlustkurven bei Verwendung unterschiedlicher Filtermedien und Variation der Zykluszeit

needlefelt, a conventional microfibre needlefelt and the new ProTex PES filter medium (microfibre quality). Plural SB and cement were used as test dust. Particular attention was paid to:
– Differential pressure curve
– Air permeability
– Residual pressure drop
– Clean gas concentration

The results of the investigations on ePTFE needlefelt, conventional microfibre needle felt and ProTex PES in a quasi-stationary operating state are documented in **Figure 4**. The filter medium with ePTFE diaphragm showed a minimal pressure gradient in the pressure drop curve directly after cleaning, but a very high residual pressure drop, attributable to the irreversible deposition of dust in the diaphragm. The conventional microfibre medium exhibited a relatively low residual pressure drop but a high rise in the pressure drop curve directly after cleaning, so that the pressure drop level reached at the end of the cycle was approximately the same as that for the ePTFE diaphragm. The newly developed ProTex filter medium showed both a small gradient on the pressure drop curve and a low residual pressure drop for both test dusts. The irregularities in the linear progression of the curve during the tests with cement dust, which increased as the dust cake became thicker, can be attributed to compression processes in the dust cake.

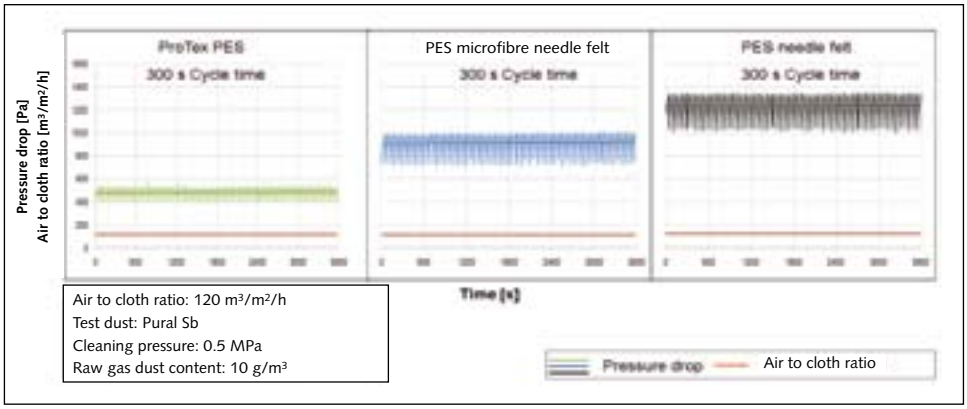
The results shown in **Figure 5** and measured on a filter installation in the filter engineering department confirm the potential offered by ProTex for reducing pressure loss. The series of diagrams show the differential pressure curve across the measuring

Injektorsystem als auch die Abreinigungssteuerung und offline Betriebsweise perfektioniert hat, lag der Fokus zuletzt auf der Eigenentwicklung von Filtermedien. Grundsätzlich geht es bei Filtersystemen immer um hohe Abscheideraten, Zuverlässigkeit sowie geringe Wartungsaufwände und Betriebskosten. Eine wesentliche Bedeutung fällt dabei den Filtermedien zu. Auf die Betriebskosten der Filteranlage haben die Filtermedien ebenfalls einen hohen Einfluss. Der Druckverlust von Filtermedium und angelagertem Filterkuchen hat den mit Abstand größten Anteil an den Energiekosten, die zum Betrieb der Filteranlage anfallen. Ziel der Entwicklungen von Intensiv-Filter war exakt diesen Druckverlust von Filtermedium und Filterkuchen zu reduzieren. Das Ergebnis der Entwicklung sind neue Filtermedien mit dem Namen ProTex.

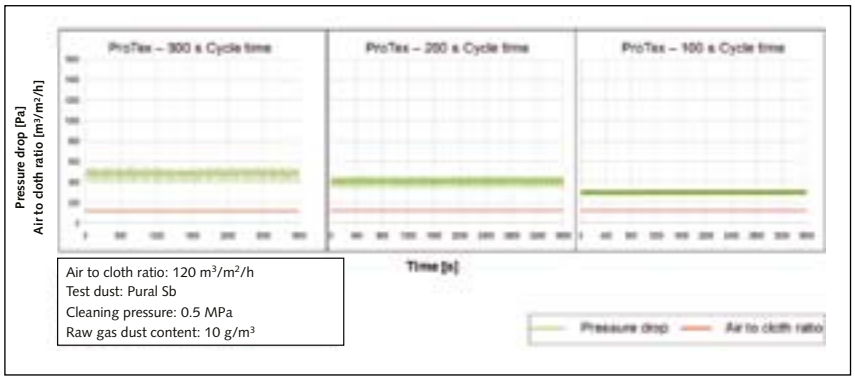
ProTex Filtermedien weisen im Vergleich zu konventionellen Filtermedien auf der Anströmseite (zwischen Rohgasseite und Stützgewebe) Mikrofasern mit einem Titer ≤ 1,5 dtex auf. Diese sind so angeordnet, dass sich in der ersten Filtrationsphase nach der Druckstoßabreinigung ein deutlich geringerer Druckgradient der Druckverlustkurve einstellt. Allein durch diese effektive Maßnahme lässt sich der Differenzdruck erheblich reduzieren.

Im Filtertechnikum von Intensiv-Filter wurden die Eigenschaften von ProTex in Anlehnung an die Prüfvorgaben der VDI 3926 mit denen gängiger – am Markt verfügbarer – Materialien verglichen. Gegenübergestellt wurden u. a. ein ePTFE Nadelvlies, ein konventionelles Mikrofasernadelvlies und das neue Filtermedium ProTex PES (Mikrofaserqualität). Als Teststaub kam Plural SB und Zement zum Einsatz. Das Hauptaugenmerk lag auf:
– Differenzdruckverlauf
– Luftdurchlässigkeit
– Restdruckverlust
– Reingaskonzentration

Ergebnisse der Untersuchungen von ePTFE Nadelvlies, konventionellem Mikrofasernadelvlies und ProTex PES im quasistationären Betriebszustand sind in **Bild 4** dokumentiert. Das Filtermedium mit ePTFE-Membran zeigt direkt nach der Abreinigung einen geringen Druckgradienten im Druckverlustverlauf, jedoch einen sehr hohen Restdruckverlust, der

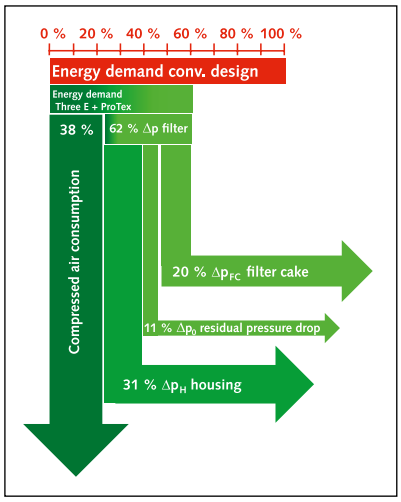


5 Pressure drops, measure on a real filter in the filter engineering department
Druckverluste, gemessen am realen Filter im Filtertechnikum



6 Differential pressure characteristics at reduced cycle times
Differenzdruckverhalten mit verkürzten Zykluszeiten

time when using ProTex PES, a conventional microfibre needlefelt and a standard needlefelt at a cycle time of 300 s (setting constant at 120 m³/m²/h in all tests). The mean differential pressure in the pilot plant (measurement points on the raw gas side and the clean gas side) when the ProTex filter medium was used was significantly lower than when the conventional microfibre medium was used. The needlefelt (without microfibre) was at a differential pressure level which was even higher. It should be noted here that the latter medium exhibited continually increasing residual pressure drops due to its open pore structure, and could not be brought into a quasi-stationary operating state even after the described ageing procedure. Looking at the mean values, the ProTex filter medium shows a pressure drop which is lower by a factor of 1.9 than



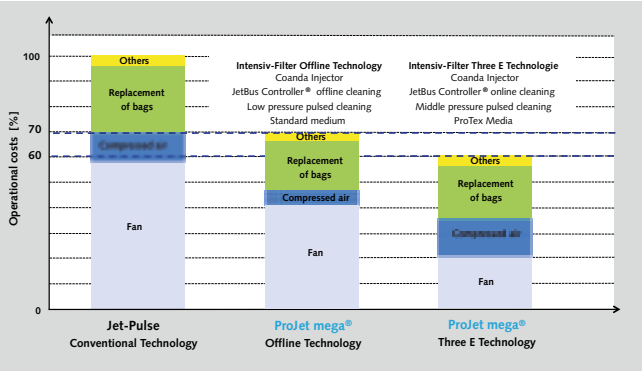
7 Energy flow diagram for ProJet mega® with ProTex filter media using Three E technology in online mode
Energieflussbild ProJet mega® mit ProTex Filtermedien und Nutzung der Three E Technologie im online Betrieb

auf die irreversible Staubeinlagerung in der Membran zurückzuführen ist. Das konventionelle Mikrofasermedium weist einen relativ geringen Restdruckverlust auf, jedoch eine hohe Steigung der Druckverlustkurve direkt nach der Abreinigung, so dass am Ende des Zyklus etwa das Druckverlustniveau der ePTFE-Membran erreicht wird. Das neuentwickelte Filtermedium ProTex zeigt für beide Teststäube sowohl einen geringen Gradienten der Druckverlustkurve als auch einen niedrigen Restdruckverlust. Die mit wachsender Staubkuchendicke zunehmenden Unregelmäßigkeiten im linearen Kurvenverlauf bei den Versuchen mit Zementstaub, können auf Kompressionsvorgänge im Staubkuchen zurückgeführt werden.

Die in **Bild 5** gezeigten und an einer Filteranlage im Filtertechnikum gemessenen Ergebnisse untermauern, welches Potential ProTex bei der Reduzierung des Druckverlustes bietet. Die Diagramme zeigen den Differenzdruckverlauf über die Messzeit bei Verwendung von ProTex PES, einem konventionellen Mikrofasernadelvlies und einem Standard-Nadelvlies bei einer Zykluszeit von 300 s. Parallel ist der Messwert der Filterflächenbelastung in dem Diagramm aufgetragen (Einstellung auf konstant 120 m³/m²/h in allen Versuchen). Der mittlere Differenzdruck (Mess-Stellen auf der Roh- und Reingasseite) bei Verwendung des ProTex Filtermediums ist in der Technikumsanlage deutlich geringer als bei Verwendung des konventionellen Mikrofasermediums. Das Nadelvlies (ohne Mikrofaser) liegt im Differenzdruckniveau nochmals darüber. Hierbei ist anzumerken, dass letzteres Medium durch die offene Porenstruktur stetig

that of the conventional microfibre medium and lower by a factor of 2.3 than that of the conventional needlefelt.

Figure 6 shows the differential pressure characteristics when using the ProTex filter medium together with reduced cycle times (100 s and 200 s). When the cycle time is reduced to 100 s the ProTex filter medium attains a mean pressure drop which is less than that of the benchmark by a factor of 4 (needlefelt medium and operation at a cycle time of 300 s).



8 Comparison of operating costs and savings potential
Vergleich der Betriebskosten und des Einsparpotentials

ansteigende Restdruckverluste aufweist und auch nach der beschriebenen Alterungsprozedur nicht in einen quasistationären Betriebszustand zu überführen war. Bezogen auf die Mittelwerte zeigt das ProTex Filtermedium einen um den Faktor 1,9 im Vergleich zum konventionellen Mikrofasermedium und einen um den Faktor 2,3 im Vergleich zum konventionellen Nadelvlies, reduzierten Druckverlust.

The conventional needlefelt demonstrated emissions greater than 10 mg/m³, which is a sign of penetration of the particles into the filter medium and an open pore structure. With a cycle time of 200 s the total dust concentration detected in the clean gas was less than 3 mg/m³ for the conventional microfibre medium and the ProTex filter medium. Both filter media are therefore clearly below the limits imposed by TA-Luft (Germany's Technical Instructions on Air Quality Control). When the cycle time was reduced further to 100 s, the concentration for the ProTex filter medium was less than 3 mg/m³, still remaining clearly below the values for the needlefelt and below the limits prescribed by law.

3 Results

The aim in developing ProTex was not only to improve the filtration characteristics, but also to acquire further knowledge regarding the potential for saving energy. The behaviour of ProTex in the engineering department tests and the pilot installations proved the medium to be a success, and ProTex can rightly be seen as a sustainable development in improving energy balance. **Figure 7** shows the energy flow diagram of a ProJet mega® filter with ProTex filter media using the Three E technology (optimum cleaning control) in the online mode. A comparison of the operating costs of conventional filtering installations with ProJet mega® in offline mode and ProJet mega® with ProTex filter media using Three E in the online mode (**Figure 8**) highlights the savings potential of the new technology once again. In view of the success of ProTex in PES quality and online mode, Intensiv-Filter is looking into further extending the current ProTex filter media portfolio to include high temperature-resistant fibres.

www.intensiv-filter.com

Bild 6 zeigt das Differenzdruckverhalten bei Verwendung des ProTex Filtermediums in Verbindung mit verkürzten Zykluszeiten (100 s und 200 s). Bei einer Verkürzung der Zykluszeit auf 100 s erreicht das ProTex Filtermedium einen um den Faktor 4 reduzierten mittleren Druckverlust gegenüber dem Benchmark (Nadelvliesmedium und Betrieb mit einer Zykluszeit von 300 s).

Das konventionelle Nadelvlies weist Emissionen > 10 mg/m³ auf, was auf ein Eindringen der Partikel in das Filtermedium und eine offene Porenstruktur hindeutet. Bei einer Zykluszeit von 200 s werden für das konventionelle Mikrofasermedium und ProTex Filtermedium eine Gesamtstaubkonzentration von < 3 mg/m³ im Reingas ermittelt. Beide Filtermedien liegen damit deutlich unter den Grenzwerten der TA-Luft. Auch bei einer weiteren Verkürzung der Zykluszeit auf 100 s beträgt die Konzentration mit dem ProTex Filtermedium < 3 mg/m³ und bleibt damit immer noch deutlich unter den Werten des Nadelvlieses und unter den vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Grenzwerten.

3 Ergebnisse

Ziel der Entwicklung von ProTex war neben den eigentlichen Filtrationseigenschaften weitere Erkenntnisse über das Potential der Energieeinsparung zu erlangen. Das Verhalten von ProTex hat sich in den Technikumsversuchen und Probeanlagen bewährt und kann zu Recht als eine nachhaltige Entwicklung in der verbesserten Energiebilanz bezeichnet werden. **Bild 7** zeigt das Energieflußbild eines ProJet mega® Filters mit ProTex Filtermedien und Nutzung der Three E Technologie (optimale Abreinigungssteuerung) im online Betrieb. Der Vergleich der Betriebskosten von Filteranlagen in konventioneller Bauform, ProJet mega® im offline Betrieb und ProJet mega® mit ProTex Filtermedien und Nutzung der Three E im online Betrieb (**Bild 8**) verdeutlicht das Einsparpotential der neuen Technologie nochmals. Angesichts des Erfolgs von ProTex PES Qualität wird von Intensiv-Filter derzeit die Ausweitung des ProTex Filtermedienportfolios auf hochtemperaturbeständige Fasern untersucht.