

Magnetische Separation feinsten Partikeln aus Flüssigkeiten in Kombination mit einer Tiefenfiltration

A. Vetter, L. Petersen, S. Ripperger *

Verunreinigungen in Betriebsstoffen, wie z. B. Schmier- und Hydraulikölen, in Form von Partikeln können zum Verschleiß von Bauteilen und somit zu Störungen und Ausfällen von Maschinen und Anlagen führen. Um die Laufzeiten von Maschinen und Anlagen zu steigern, ist daher eine kontrollierte Pflege der darin enthaltenen Betriebsmittel notwendig. Eine geeignete Maßnahme zur Pflege von flüssigen Betriebsmitteln ist die Filtration. Öle werden meist mittels Tiefenfiltern mit einem Vlies und/oder einem Filterpapier als Filtermittel gereinigt. Die hierzu verwendeten Filterelemente werden von Zeit zu Zeit ersetzt. Im folgenden Beitrag wird exemplarisch untersucht, wie sich die magnetische Separation als Vorabscheidung auf eine nachfolgende Tiefenfiltration auswirkt. Es wird eine Methode vorgestellt, mit der eine mögliche Verlängerung der Standzeit des Tiefenfilters infolge der Vorabscheidung abgeschätzt werden kann.

1. Einführung

Verunreinigungen in Schmier- und Hydraulikölen in Form von festen Partikeln können zum Verschleiß von Bauteilen und somit zu Störungen und Ausfällen von Maschinen und Anlagen führen. Die Ursachen der Verschmutzung der Öle mit Partikeln sind vielfältig und wurden ausführlich in /1/ behandelt. Um Störungen und Ausfälle von Maschinen und Anlagen zu vermeiden ist daher eine kontrollierte Pflege der darin enthaltenen Betriebsmittel notwendig. Eine geeignete Maßnahme zur Pflege von flüssigen Betriebsmitteln ist die Filtration. Der derzeitige Stand der Ölfiltration wird in /1/ beschrieben. In /2/ werden Testmethoden behandelt, welche im Zusammenhang mit den eingesetzten Filterelementen angewendet werden. Üblicherweise werden die Filterelemente als Tiefenfilter ausgeführt.

* Dipl.-Ing. (FH) Alexandra Vetter, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Lars Petersen, Prof. Dr.-Ing. Siegfried Ripperger
TU Kaiserslautern, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik
Tel./Fax: 0631-205-2121/3055

Durch die Ablagerung der Partikeln im Porensystem steigt der Druckverlust im Laufe des Betriebes an, so dass ein regelmäßiger Austausch der Filterelemente notwendig ist. Die Kombination eines Magnetabscheiders mit einem Filter kann im Fall von ferromagnetischen Partikeln das Zusetzen der Poren wesentlich verlangsamen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass vor allem große Partikeln bzw. Agglomerate gut mittels Magnetabscheider separiert werden können. Die magnetische Abscheidung ferromagnetischer Stoffe, wie z. B. Eisen, Cobalt, Nickel und zugehörige Legierungen, sowie ferrimagnetischer Stoffe, wie z. B. Magnetit (Fe_3O_4), wird in der Aufbereitungs- und Umwelttechnik seit Jahren in großem Umfang angewendet /3,4/. Zunehmend werden magnetische Kräfte auch zur Abscheidung feinsten Partikeln aus Flüssigkeiten genutzt /5,6/. So wird in /7/ über die Abtrennung von Partikeln berichtet, welche Schmieröle oder andere Flüssigkeiten kontaminieren und durch Verschleißprozesse erzeugt werden.

2. Wirkprinzip des untersuchten Magnetabscheiders

Der im Folgenden behandelte Magnetseparator wurde ausführlich in /8/ beschrieben. Bei ihm werden die magnetischen Partikeln durch ein inhomogenes Magnetfeld geleitet, das mittels Permanentmagneten erzeugt wird. Die Partikeln werden dabei nach dem Prinzip der Querstromtrennung abgeschieden (Abb. 1), d. h. die magnetische Kraft wirkt im Prozessraum hauptsächlich senkrecht zur Hauptströmungsrichtung der Suspension. Das Magnetfeld wirkt in einem offenen Strömungskanal, so dass auch von einem Offen-Gradient-Magnetseparatoren (OGMS) gesprochen werden kann. Der Abscheider besteht aus einer Ober- und Unterplatte aus Edelstahl sowie einem Abstandshalter, durch die der rechteckige Strömungskanal gebildet wird (Abb. 2). Die Magnete können auf der Oberplatte und der Unterplatte platziert werden. Die benötigten großen Gradienten werden hierbei durch die Anordnung von Magneten im gegenseitigen Wechsel der Pole erzeugt.

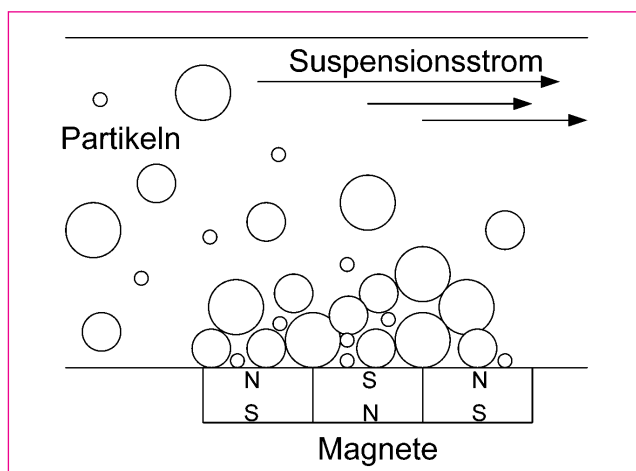


Abb. 1: Wirkprinzip der Querstromtrennung im Magnetfeld

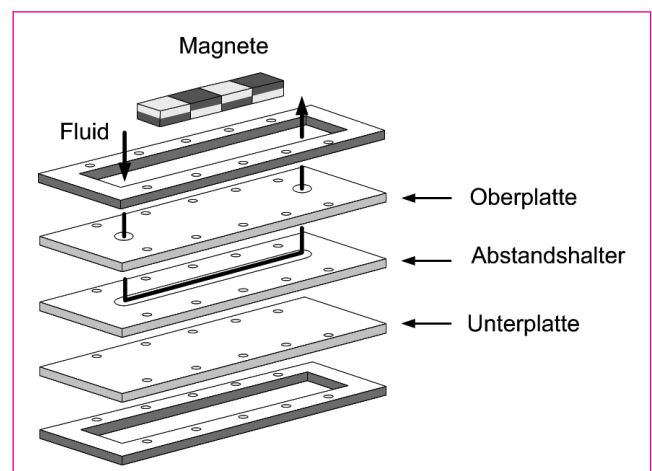


Abb. 2: Schematischer Aufbau des Offen-Gradient-Magnetseparators



An der Ober- und Unterseite des Strömungskanals wurden zusätzlich zwei Lochbleche angeordnet. Abgeschiedene Partikeln werden durch die Strömung in die Vertiefungen (Löcher der Lochbleche) gefördert und aus dem eigentlichen Strömungskanal entfernt. Gleichzeitig verzerren die Lochbleche das Magnetfeld, wodurch zusätzliche Gradienten erzeugt werden, die sich positiv auf die Partikelabscheidung auswirken. Sind die Vertiefungen mit Partikeln gefüllt, können diese durch Wechseln der Lochbleche einfach aus dem Abscheider entfernt werden. Bei dem untersuchten Abscheider wurde eine freie Höhe des Strömungskanals von 3 mm eingestellt. Die Breite des Strömungskanals betrug 40 mm, die Kanallänge 300 mm. Magnete werden auf der Ober- und unter der Unterplatte platziert. Aufgrund der Lochbleche zeichnet sich der Magnetabscheider durch eine große Feststoffaufnahme kapazität aus. Bei Versuchen wurde eine spezifische Aufnahmekapazität von ca. 300 mg/cm² erreicht, bei der ein Druckverlust von 0,2 bar bei einer Durchströmungsgeschwindigkeit von 0,18 m/s nicht überschritten wurde. Mit diesen Werten kann ein solcher Magnetabscheider einen nachgeschalteten Tiefenfilter wirksam entlasten und seine Standzeit wesentlich erhöhen.

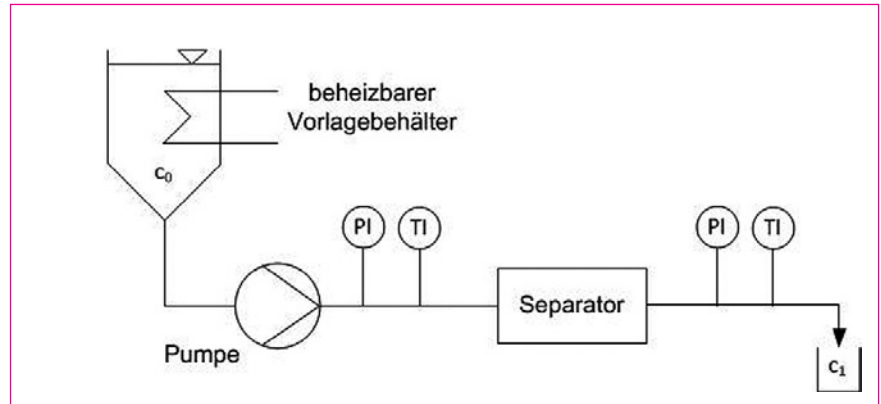


Abb. 3: Fließschema einer Versuchsanlage zur Bestimmung von Abscheidegraden

3. Ermittlung des Abscheideverhaltens eines Magnetabscheiders und eines Tiefenfilters

3.1 Versuchsdurchführung

Das Fließschema der Versuchsanlage zur Ermittlung des Abscheideverhaltens eines Magnetabscheiders und eines Tiefenfilters ist in Abb. 3 dargestellt. Der Magnetseparator und ein Tiefenfilter wurden sowohl einzeln als auch zusammen in Form einer Reihenschaltung getestet. Der Magnetabscheider dient dabei als Vorabscheider.

Der Magnetabscheider entspricht der zuvor aufgeführten Beschreibung. Es wurden 6 SrFe-Magnete, die auf der Oberplatte des Abscheiders positioniert wurden, verwendet.

Der Tiefenfilter (Fa. RT-Filter) ist ein Leitungsfiter und enthält als Filtermittel ein Glasfaserfließ mit einer nominellen Feinheit von 10 µm. Die Filterfläche beträgt 835 cm².

Die Versuche wurden mit 8L FVA3 Öl bei einer kinematischen Viskosität von 100 mm²/s (bei 40°C, ρ = 880 kg/m³) und einem Volumenstrom von 80 L/h durch-



FLOTTWEG DECANTER UND SEPARATOREN

für die Chemie, weiße Biotechnologie, Lebensmittel- und Umwelttechnologie

- Entwässern von Suspensionen
- Klären von Flüssigkeiten
- Trennen von Flüssigkeitsgemischen mit Feststoff
- Klassieren/Sortieren von Feststoffen



BESUCHEN SIE UNS AUF DER INTERVITIS INTERFRUCTA IN STUTTGART, HALLE 3, STAND B64



Flottweg SE • Industriestraße 6-8 • 84137 Vilsbiburg • Tel.: +49 8741 301-0 • Fax: +49 8741 301-300 • mail@flottweg.com • www.flottweg.com

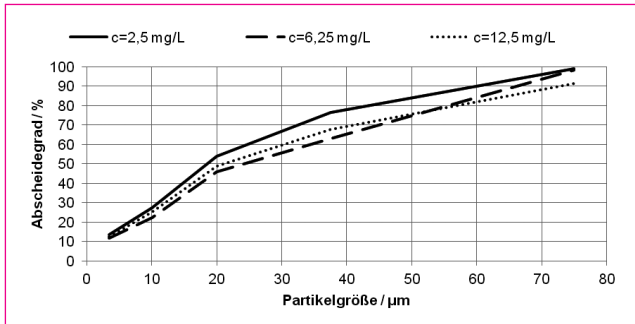


Abb. 4: Abscheidegrad des Magnetabscheiders aufgetragen über der Partikelgröße; Konzentrationen: 2,5 mg/L, 6,25 mg/L, 12,5 mg/L

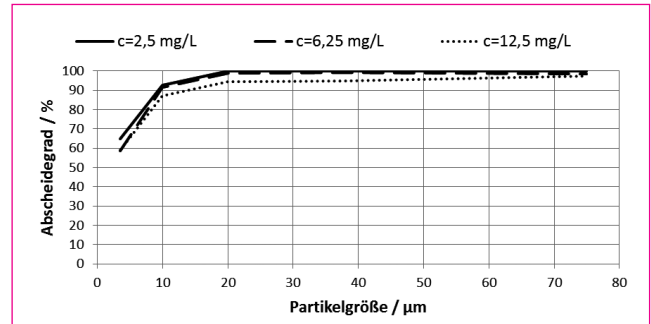


Abb. 5: Abscheidegrad des Tiefenfilters aufgetragen über der Partikelgröße; Konzentrationen: 2,5 mg/L, 6,25 mg/L, 12,5 mg/L

geführt. Vor jedem Versuch wurde das Öl filtriert und temperiert. Als Testpartikeln wurde das Magnetpulver M40 LST der Fa. Alroko verwendet. Dieses Stoffsystem hat eine Partikelgrößenverteilung von ca. 2 bis 100 µm. Der Medianwert liegt bei 10 µm.

Um die Fraktionsabscheidegrade bzw. die Trennkurven der Separatoren zu bestimmen, wurden Ölproben vor und nach den Separatoren genommen. Die Partikelanzahlverteilungen in den Ölproben, wurden mit dem Partikelzähler Abacus Mobil Oil der Fa. Klotz ermittelt. Der Messbereich des Gerätes deckt das Größenspektrum von 4 bis 100 µm ab. Es wurden Versuche mit folgenden Feststoffkonzentrationen durchgeführt: 2,5 mg/L; 6,25 mg/L und 12,5 mg/L. Die Konzentration von 2,5 mg/L lag an der unteren Detektionsgrenze des Partikelzählers, so dass Versuche mit geringeren Konzentrationen nicht durchgeführt wurden.

3.2 Abscheideverhalten des Magnetabscheiders

In Abb. 4 ist der Abscheidegrad des Magnetabscheiders über der Partikelgröße aufgetragen. Prinzipiell verlaufen alle Kurven nahezu gleich. Kleine Partikeln werden schlechter abgeschieden als große. Maßgebend ist die Verweilzeit im Magnetfeld, die aufgrund des konstant gehaltenen Volumenstroms nicht variiert wurde. Daher kann ein solches Ergebnis erwartet werden.

3.3 Tiefenfilter

Die Durchführung bei Versuchen mit dem Tiefenfilter ist analog zu den Versuchen mit dem Magnetabscheider. In Abb. 5 sind die gemessenen Fraktionsabscheidegrade dargestellt. Erwartungsgemäß wird der jeweilige Abscheidegrad auch hier nicht deutlich von der Feststoffkonzentration beeinflusst. Ab einer Partikelgröße von 10 µm liegen die Abscheidegrade bei über 90 %. Bei der hohen Konzentration wurde über das gesamte Partikelspektrum ein etwas geringerer Abscheidegrad ermittelt.

3.4 Kombination von Magnetabscheider und Tiefenfilter

In einer dritten Versuchsreihe wurde die Kombination des Magnetabscheiders und des Tiefenfilters untersucht. Der Magnetabscheider wurde vor dem Tiefenfilter platziert. So werden insbesondere große Partikeln vom Magnetabscheider abgeschieden, wodurch der Tiefenfilter entlastet wird.

Die Versuchsergebnisse sind in Abb. 6 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Gesamtabscheidegrad wesentlich von den Trenneigenschaften des Tiefenfilters bestimmt wird. Jedoch wird aufgrund der Vorabscheidung, insbesondere bei der hohen Konzentration, der Gesamtabscheidegrad verbessert. Außerdem wurde gezeigt, dass das Vorschalten des Magnetabscheiders vor dem Tiefenfilter eine

Verbesserung des Abscheidegrades bei kleineren Partikeln bewirkt.

3.5 Druckverläufe

Während der einzelnen Versuche wurden die Drücke vor und nach den Separatoren aufgenommen. Der Druckverlust des Filters und des Magnetabscheiders überschritt jeweils nicht 0,1 bar. Der Druckverlust der Kombination lag bei ca. 0,2 bar. Die aufgezeichneten Druckdifferenzen wurden nicht weiter ausgewertet. Im Versuchsaufbau kam ein geringes Vorlagevolumen von 8 L zum Einsatz, das den jeweiligen Separator einmal durchlief. Da zudem die Partikelzahlen sehr gering sind, kann aus diesem Anfangsdruckverlust keine Aussage über den Druckverlust während des Betriebs getroffen werden. In vorangegangenen Versuchen am Lehrstuhl zeigte sich, dass bei Langzeitversuchen die Druckdifferenz im Tiefenfilter ansteigt, während sie im Magnetabscheider konstant bleibt.

4. Simulation der Ölpflege eines Getriebes

4.1 Ermittlung von Daten zur Partikelgenerierung

Um das zuvor beim Test verwendete Stoffsystem mit einem realen Stoffsystem vergleichen zu können, wurde der Abrieb im Öl eines Wälzlagerprüfstandes unter-

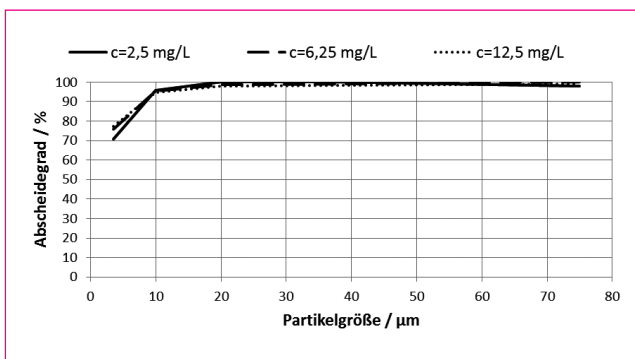


Abb. 6: Abscheidegrad der Kombination von Magnetabscheider und Tiefenfilter aufgetragen über der Partikelgröße; Konzentrationen: 2,5 mg/L, 6,25 mg/L, 12,5 mg/L

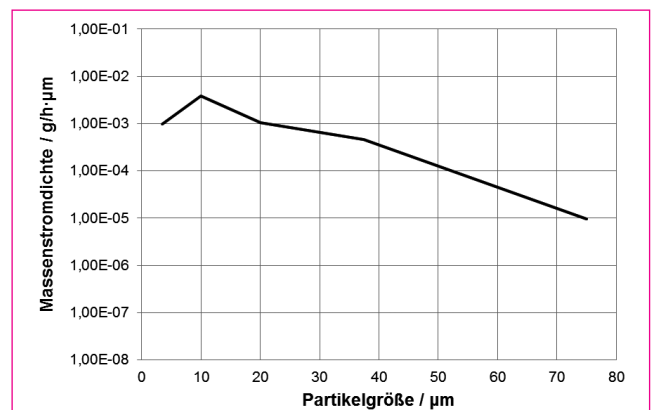


Abb. 7: Massenstromdichte der generierten Partikeln im Wälzlagerprüfstand

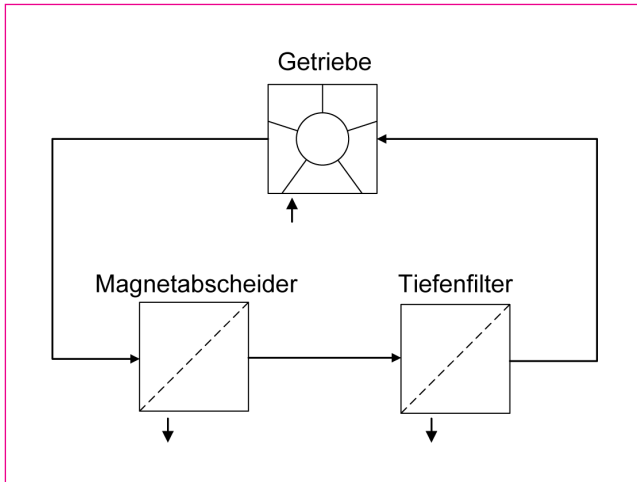


Abb. 8: Schematischer Aufbau eines Ölkreislaufes

sucht. Die bei diesen Versuchen erhaltenen Parameter wurden auch bei der im Folgenden beschriebenen Simulation eines Ölpflugesystems zu Grunde gelegt. Die Größe der im Öl des Getriebeprüfstandes analysierten Partikeln liegt überwiegend im Bereich von 5 bis 80 µm. In Abb. 7 ist die Massenstromdichte der generierten Partikeln im Wälzlagerprüfstand über der Partikelgröße aufgetragen. In einer Stunde wurde eine Partikelmasse von insgesamt 0,064 g generiert. Partikeln im Bereich von 5 bis ca. 20 µm machen dabei den größten Massenanteil aus. Mit einer Partikeldichte von 5 g/cm³ und einem Volumenstrom von 80 L/h ergibt sich eine Volumenkonzentrationen von 1,61·10⁻⁷ bzw. eine Massenkonzentration von 0,8 mg/L. Aufgrund der oben genannten Messeinschränkungen waren Experimente mit dieser Konzentration nicht möglich. Es zeigte sich allerdings im experimentell untersuchten Konzentrationsbereich keine Abhängigkeit der Abscheideleistung von der Konzentration, so dass die gewonnenen Abscheidekurven verwendet werden können.

4.2 Grundlage der Simulation

Um die Entwicklung der Partikelkonzentration während des Betriebes zu analysieren, wurden auf Basis der experimentellen Ergebnisse Simulationen unter Berücksichtigung der kontinuierlichen Partikelgenerierung und Partikelabscheidung in den angeschlossenen Separatoren (Magnetabscheider oder Tiefenfilter oder Magnetabscheider und Tiefenfilter) durchgeführt. In Abb. 8 ist das zugehörige Schema des simulierten Systems dargestellt. Das Getriebe fungiert dabei als Partikelquelle, der Magnetabscheider und der Tiefenfilter als Partikelsenken. Der Simulation wird zugrunde gelegt, dass ein Partikelspektrum entsprechend Abb. 7 stetig generiert wird und dass bei den einzelnen Konfigurationen sich Abscheidekurven entsprechend den Abb. 4, Abb. 5 und Abb. 6 einstellen. Bei der Simulation wurde eine Abhängigkeit der Kurven von der Partikelkonzentration nicht berücksichtigt.

Eine Simulation der Partikelgenerierung und -abscheidung unter Berücksichtigung der einzelnen Partikelklassen ist mit dem Fließschema-Simulationsprogramm SolidSim möglich. Das Programm wurde im Rahmen des AiF-Gemeinschaftsprojektes „Fließschema-Simulation von Feststoffprozessen“ von mehreren Hochschulinstituten entwickelt [9,10]. SolidSim ermöglicht die Analyse von kontinuierlich betriebenen Prozessen der Feststoffverfahrentechnik, insbesondere unter Betrachtung der Partikelgrößenverteilung.

Da die Intervallbreiten des betrachteten Partikelsystems frei gewählt und die Abscheidekurven in Tabellenform eingegeben werden können, lassen sich die experimentellen Daten einfach als



Evodos dankt GEA Westfalia

Es war für uns eine positive Überraschung, die Anzeige von GEA Westfalia in der März Ausgabe des „Biomass Magazine“ zu lesen. Unter dem Titel „Setting the record straight on Algae Separation“ vergleicht die Anzeige Tellerzentrifugen mit unseren Spiral Plate – Separatoren. Wir bei Evodos betrachten dies als ein großes Kompliment, für das wir uns gerne bei unseren Kollegen bedanken möchten.

Spiral Plate ist die neue Separationstechnologie. Sie zeichnet sich durch eine hohe Abscheideeffektivität, Kosteneffizienz, Anwenderfreundlichkeit und einfache Wartung aus. Unsere ersten Kunden haben uns einen erfolgreichen Markteintritt ermöglicht - heute sind es schon über fünfzig. Daher gilt unser Dank natürlich auch unseren Kunden.

“We’ve known Evodos since they entered the algae industry - At Heliae, we’ve field-tested their equipment at our demo plant along with multiple other methods. We’ve run various strains at different operating parameters and believe they offer the best performance and value in the industry. Evodos is one of a kind for harvesting technology tailored to microalgae.” Dan Simon, Heliae, President & CEO

“I have done an apples to apples comparison between Evodos and other technologies. I am very happy to say that the Evodos equipment exceeded my expectations for dewatering, temperature, power consumption, continuous operation and most important sheer stress. If the sheer force is high in the dewatering step, than we cannot have a pristine product. Our company demands that the algae remain alive in order to retain the bioavailability thru to our extraction. Evodos is a “plug and play” technology with very low maintenance and does not need balancing adjustments as the others require.” Geronimos Dimitrelos, Algae to Omega, President & CEO

Mit dem heutigen Betrieb von Evodos Dynamic Settlers auf fünf Kontinenten wurde eine starke Basis geschaffen. Eine Basis, die es uns ermöglicht unsere Produkte stetig zu verbessern und zu erweitern sowie neue Märkte und Anwendungsbereiche zu erschließen. Wir sind entschlossen, diese vielversprechende Reise fortzusetzen.

In den kommenden Monaten wird Evodos eine Reihe von Artikeln veröffentlichen, in denen wir die Vorteile unserer Spiral Plate - Technologie darstellen. Besuchen Sie bitte unsere Internetseite für weitere Informationen zu den Themen, Zeitschriften und Publikationsdaten.

Marco Brocken (CEO) und Hen Boele (CTO)

www.evodos.eu | +31 76 571 1170



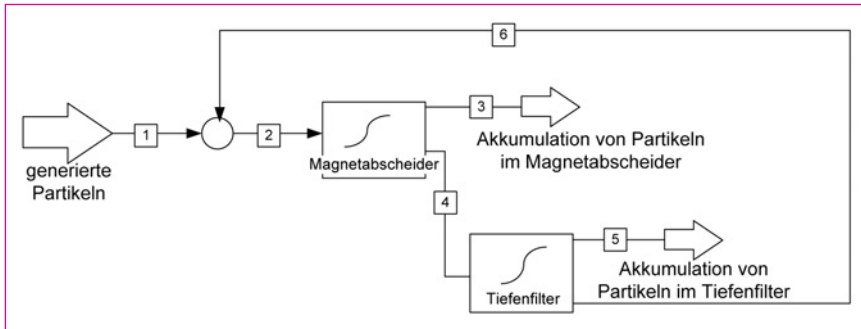


Abb. 9: Modellierung des Abscheideprozesses in SolidSim

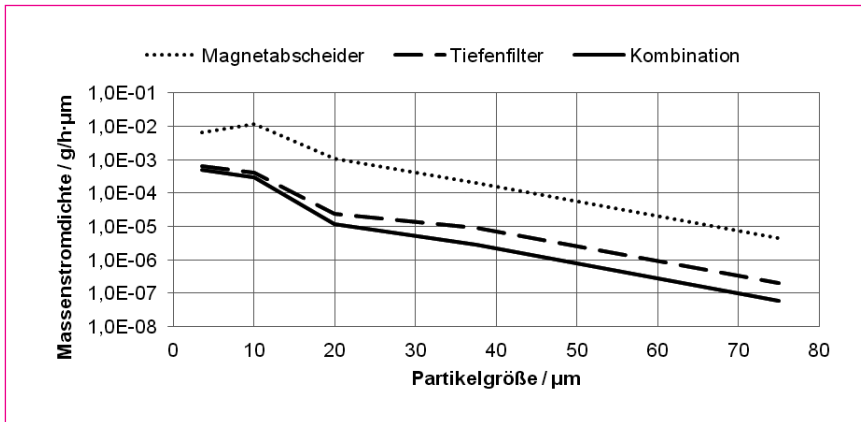


Abb. 10: Zusammensetzung der Partikelströme im Öl im Kreislaufbetrieb bei unterschiedlichen Abscheidern

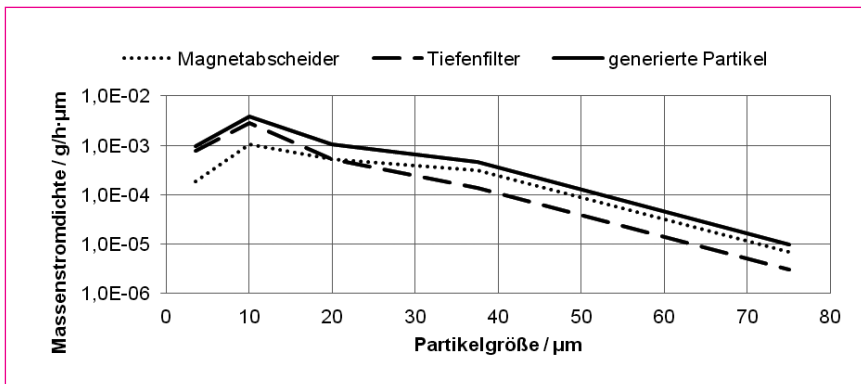


Abb. 11: Zusammensetzung der abgeschiedenen Partikelströme im Magnetabscheider und Tiefenfilter bei der Reihenschaltung von Magnetabscheider und Tiefenfilter

Simulationsgrundlage in das Programm einbinden. SolidSim ist für kontinuierliche Prozesse ausgelegt. Die betrachteten Abscheidevorgänge laufen jedoch diskontinuierlich ab, da beide Abscheider stetig Feststoffpartikeln aufnehmen. Bei den durchgeführten Experimenten zeigte sich jedoch, dass in beiden Fällen die Abscheidekurven in einem weiten Bereich nahezu unabhängig von der Konzentration der Feststoffpartikeln im Öl sowie von der Feststoffbelastung des Abscheiders sind. Damit kann SolidSim verwendet werden, um die Partikelkonzentration und -verteilung im Kreislaufbetrieb sowie die Entlastung des Tiefenfilters durch den Magnetabscheider bezüglich Masse und Verteilung der Feststoffpartikeln zu untersuchen.

Der betrachtete Prozess kann bei Verwendung von Magnetabscheider und Tiefenfilter in SolidSim wie in Abb. 9 dargestellt modelliert werden.

Die im Getriebe generierten Partikeln (Strom 1) gelangen mit den im Kreislauf vorhandenen Partikeln (Strom 6) zum Magnetabscheider (Strom 2). Dort wird ein Teil der Partikeln abgeschieden (Strom 3) und abgelagert. Damit wird Strom 3 entsprechend der Trennkurve des Magnetabscheiders abgereichert und verlässt als Strom 4 den Abscheider. Die nicht-abgeschiedenen Partikeln in Strom 4 gelangen zum Tiefenfilter. Dort wird wiederum ein Teil entsprechend der Trennkurve des Tiefenfilters abgeschieden und ein abgereicherter Strom verlässt das

System (Strom 6). Die im Filter abgeschiedenen Partikeln werden in Strom 5 aus dem Ölstrom ausgetragen. Die weder im Magnetabscheider noch im Tiefenfilter abgeschiedenen Partikeln in Strom 6 gelangen gemeinsam mit den neu generierten Partikeln aus Strom 1 wieder zum Magnetabscheider (Strom 2). Ausgehend von einem nicht verschmutzten Öl wird der Kreislauf so lange simuliert, bis sich ein stationärer Zustand einstellt. In diesem Fall entspricht die generierte Partikelmenge den abgeschiedenen Mengen und es stellt sich ein für den jeweiligen Fall typisches Partikelspektrum ein.

4.3 Simulationsergebnisse

Für die Simulation wurden die experimentell ermittelten Abscheidekurven von Tiefenfilter und Magnetabscheider sowie der ermittelte Partikelstrom des Prüfstandes verwendet. Unter den genannten Annahmen wurden zunächst die Partikelverteilungen im Kreislaufbetrieb im stationären Zustand simuliert. In Abb. 10 sind die sich ergebenden Massenstromdichteverteilungen im Ölkreislauf bei alleiniger Verwendung von Magnetabscheider, Tiefenfilter sowie der Reihenschaltung von Magnetabscheider und Tiefenfilter dargestellt.

Es stellt sich im Öl eine Feststoffvolumenkonzentration von $3,85 \cdot 10^{-7}$ (entspricht $1,925 \text{ mg/L}$) bei Verwendung des Magnetabscheiders, $1,64 \cdot 10^{-8}$ (entspricht $0,082 \text{ mg/L}$) beim Tiefenfilter, und $1,20 \cdot 10^{-8}$ (entspricht $0,06 \text{ mg/L}$) bei der Kombination von beidem ein. Es zeigt sich, dass sich bei einer alleinigen Verwendung des Magnetabscheiders gegenüber dem Tiefenfilter im Kreislauf eine wesentlich höhere Partikelkonzentration einstellt. Aufgrund seiner Trennkurve sollte ein Magnetabscheider durch einen Filter ergänzt werden, um die notwendige Ölreinheit zu gewährleisten. Durch die Reihenschaltung des Magnetabscheider und des Tiefenfilters kann die Ölverunreinigung gegenüber der alleinigen Verwendung des Tiefenfilters jedoch nochmals verringert werden.

Des Weiteren wurde untersucht, wie stark der Tiefenfilter durch den vorgeschalteten Magnetabscheider entlastet wird. Bei der Reihenschaltung von Magnetabscheider und Tiefenfilter wird ein Teil der Partikeln im Magnetabscheider, der andere im Tiefenfilter abgeschieden. In Abb. 11 sind die Massenstromdichteverteilungen der abgeschiedenen Partikelströme sowie die der generierten Partikeln dargestellt. Es ist zu erkennen, dass kleinere Partikeln bevorzugt im Tiefenfilter abgeschieden werden. Der vorgeschaltete Magnetabscheider nimmt vor allem die größeren Partikeln auf.

Von den 0,064 g/h erzeugten Partikeln werden in dem untersuchten Fall 0,024 g/h im Magnetabscheider und 0,040 g/h im Tiefenfilter abgeschieden. Bei einer rein massenmäßigen Betrachtung führt dies zu einer Verlängerung der Standzeit des Tiefenfilters um 60 % gegenüber dem Betrieb bei alleiniger Verwendung des Tiefenfilters. Da der vorgeschaltete Magnetabscheider vor allem größere Partikeln aufnimmt, sinkt die mittlere Größe der Partikeln, die den Tiefenfilter erreichen. Da kleinere abgeschiedene Partikeln bei gleicher Masse einen höheren Durchströmungswiderstand als große Partikeln erzeugen, ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Standzeitverlängerung etwas geringer ausfällt. Die Simulationsergebnisse gelten nur für den konkreten untersuchten Fall und einem umgepumpten Volumenstrom von 80 L/h, der dem Wert bei den in Abschnitt 3 beschriebenen experimentellen Untersuchungen entspricht. Durch konstruktive Änderungen am Magnetabscheider und durch eine Variation der Betriebsparameter können weitere Optimierungen des Systems erreicht werden.

7. Schlussfolgerung

SolidSim ermöglicht eine komfortable Simulation der Ölpflege aufgrund experimentell gewonnener Daten. Damit können relativ schnell Aussagen bezüglich der Verbesserung der Ölreinheit und der Verlängerung der Standzeit des Tiefenfilters getroffen werden. Die Ergebnisse sollten als Ausgangspunkt weitergehender Simulationen verstanden werden. Insbesondere Betrachtungen hinsichtlich des auftretenden Druckverlusts in den Separatoren über der Zeit sind bis jetzt noch nicht möglich.

Auf Basis der Experimente und der Simulation konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz von Magnetabscheidern in Kombination mit Tiefenfiltern die Ölreinheit während des Betriebs auf einem sehr niedrigeren Level gehalten werden kann. Zudem kann die Standzeit des Tiefenfilters deutlich verlängert werden, wodurch die Wechselintervalle verringert werden können.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben (AiF 313 ZN) wurde im „Programm zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (via AiF) über die Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) und über die Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik e.V. (GVT) gefördert. Die Autoren bedanken sich für die Förderung.

Literatur:

- /1/ A. Vetter, L. Steinke, S. Ripperger: Verschleißschutz durch eine effektive Partikelabscheidung, Teil 1: Verschleißschutzfiltration. F&S Filtrieren und Separieren 25 (2011), Nr. 5, S. 278-284
- /2/ A. Vetter, L. Steinke, S. Ripperger: Verschleißschutz durch eine effektive Partikelabscheidung, Teil 2: Testverfahren zur Bewertung von Partikelabscheidern. F&S Filtrieren und Separieren 26 (2012), Nr. 1, S. 15-20
- /3/ H. Schubert (Hrsg.): Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik, Kapitel , Wiley-VCH, Weinheim (2003)
- /4/ H. Schubert: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, Bd. II, 3. Aufl., Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig (1986)
- /5/ B. A. Bolto: Magnetic particle, technology – Desalination and water reuse application. Desalination 106 (1996), S. 137-143
- /6/ D. A. Norrgran: Advances in the magnetic collection of fine particles, in: Vol. 6: New Filtration and Separation Equipment (R. W. Perters, Hrsg.), Cahners Publishing Company (1992)
- /7/ Magnetfilter zur Abscheidung feinsten Partikel, Produktinformation, F&S Filtrieren und Separieren 18 (2004) Nr. 5, S. 295
- /8/ A. Möhrle, S. Ripperger: Abtrennung von Partikeln aus Schmier- und Hydraulikölen durch Offen-Gradient-Magnetseparatoren (OGMS). F&S Filtrieren und Separieren 24 (2010), Nr. 6, S. 290-297
- /9/ J. Werther, E.-U. Hartge, G. Gruhn: Fließschema-Simulation von Feststoffprozessen. Chem. Ing. Tech. 76 (2004), Nr. 6, S. 709-713, DOI: 10.1002/cite.200403381
- /10/ J. Werther et al.: Abschlussbericht zum Forschungsthema Fließschema-Simulation von Feststoffprozessen. AiF-Vorhaben-Nr. 94 ZBG/ (2005)



FILTRATIONS-KOMPETENZ FÜR WASSERAUFBEREITUNG

WASSER BERLIN, HALLE 2.2, STAND 304

Reduktion von Mikrobiologie und hohe Durchflussleistung bei gleichzeitigem Erhalt lebenswichtiger Mineralien und geschmacksbildender Stoffe: Wir sind der Spezialist für innovative Lösungen im Bereich der Wasserfiltration und -aufbereitung. Unkomplizierte Kombinationen aus unseren Beutel-, Siebkorb-, Automatik- und Membranfiltern garantieren flexible Wasserfiltrationslösungen für eine Vielzahl von Anwendungen. Von der Partikelfiltration bis zur Feinstfiltration können unterschiedlichste Trenngrenzen und Volumenströme abgedeckt werden.

www.mahle-industry.com

MAHLE

Industry