

Sauberkeitsprüfstände inline und automatisiert

Bei der Bestimmung der Partikelbelastung von Flüssigkeiten kommen seit circa zehn Jahren Messzellen zum Einsatz, die aufwendige Laboranalysen durch schnelle bildoptische Messungen ersetzen. Bisher wurde das Verfahren vor allem zur Inline-Bestimmung der technischen Sauberkeit von Produkten in Fertigungslinien verwendet. Seit diesem Jahr gibt es nun auch eigenständige, automatisierte Sauberkeitsprüfstände zur fertigungsnahen Restschmutzanalyse, welche die Partikelextraktion mit der automatisierten Messung verbinden.

Dr. Martin Fahr

Ein stetig steigendes Qualitätsbewusstsein, steigende Sauberkeitsanforderungen und höhere Komplexität neuer Technologien und Fertigungsprozesse erfordern

immer mehr und bessere Überwachung beziehungsweise Bestimmung der technischen Sauberkeit und des Restschmutzes. Die Referenz bezüglich der richtigen Quantifizierung partikulärer Verunreinigungen, beispielsweise auf oder in Bauteilen und Komponenten, ist das Regelwerk VDA 19.1. Beim dort beschriebenen Standard-Laborverfahren werden Verschmutzungspartikel von Prüfkörpern durch ein Reinigungsmedium gelöst und dann auf einen Filter überführt. Der Filter wiederum wird im Labor unter einem Mikroskop begutachtet und die Partikel ausgezählt und vermessen /1/. Dieser letzte Schritt ist personalintensiv und kann schnell zum Engpass werden.

Inline-Analyse ohne Verzögerung

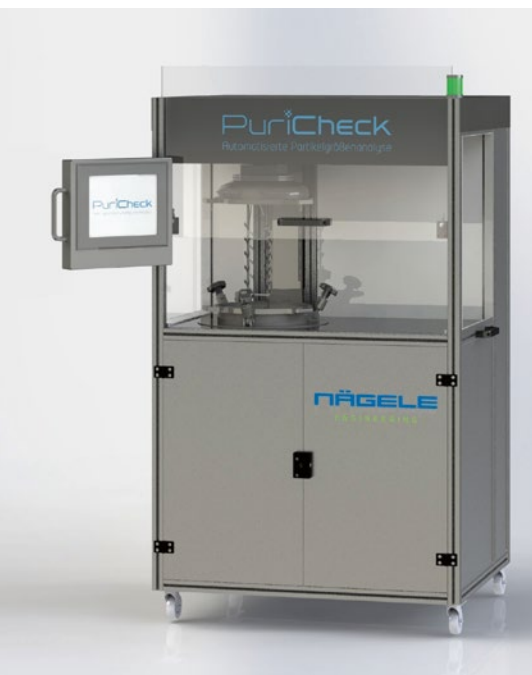
Dieser Teil der Prüfung wird durch PuriCheck automatisiert, indem die Partikelanalyse von einer Kamera und speziell entwickelter Bildverarbeitung übernommen wird, so dass im Regelfall keine manuelle Begutachtung mehr nötig ist. Dabei ist die Messzelle so aufgebaut, dass der Filter immer am selben Ort bleibt, es mithin zu keiner Verzögerung zwischen der Filtration des Reinigungsmediums und der Analyse kommt. Messergebnisse liegen so im Idealfall schon nach wenigen

Sekunden vor. Nach der Messung wird der Filter durch eine Rückspülung kurz gereinigt, bevor die nächste Messung beginnen kann.

Die Detektionsgrenze des Systems wird zum einen durch das optische System, zum anderen durch die Maschenweite des Filters beschränkt und liegt je nach Anforderungen derzeit bei 5 µm bis 50 µm. Ein Hauptvorteil des Verfahrens ist die schnellere Messung bei geringerem Personaleinsatz, was noch einmal deutlicher wird bei der Bestimmung von Blindwerten und Abklingkurven gemäß VDA 19.1.

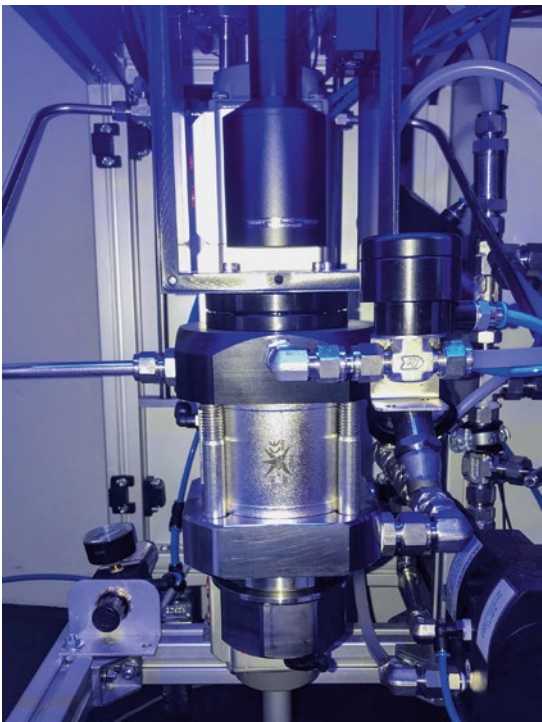
Solche PuriCheck-Systeme kommen bereits in diversen Anwendungen zum Einsatz, zum Beispiel in der Automobilzulieferindustrie /2/.

Bei diesen Einsatzszenarien wurden die Messzellen in bereits vorhandene oder kundenseitig ergänzte Funktions- oder Sauberkeitsprüfstände direkt in einer Fertigungsline integriert. Die Erfahrung mit solchen Projekten wurde bei Nägele Mechanik nun genutzt und der erste eigenständige Sauberkeitsprüfstand mit PuriCheck-Technologie entwickelt. Dieser kann relativ unabhängig von der Fertigung für die Prüfung unterschiedlicher Teile genutzt werden. Genauso lässt er sich aber auch über ein Handlingsystem in Fertigungslinien integrieren.



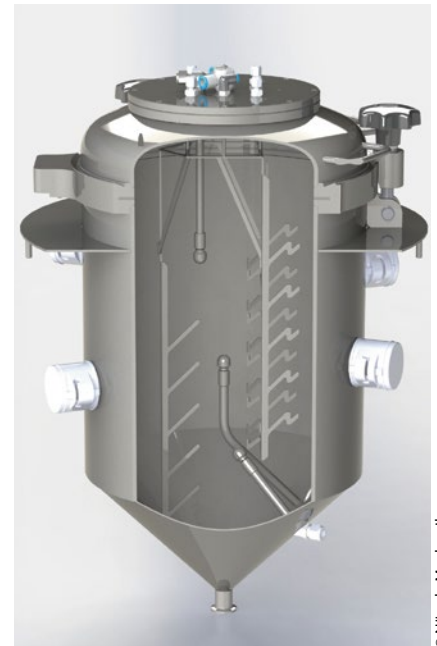
© Nägele Mechanik

Gesamtansicht des Prüfstands. Mittig der Arbeitsbereich mit der Prüfkammer, die Technik befindet sich im Unterbau.



Aufbau einer Messeinheit:
Kamera oben,
Filter im mittleren Teil,
Beleuchtungseinheit
unten.

© Nägele Mechanik



© Nägele Mechanik

Spülkammer des Prüfstands mit drei
Spritzdüsen und acht Ultraschallschwingern.

Restschmutzanalyse gemäß VDA 19.1

Die Richtlinie VDA 19 Teil 1 sieht drei wichtige Schritte bei einer Restschmutzanalyse vor: 1. Extraktion der Partikel, 2. Analyse der Partikel, 3. Dokumentation der Prüfergebnisse. Die Analyse und Dokumentation sind die Aufgaben der bereits etablierten Messsysteme. Der erste Schritt, die Partikel-Extraktion, findet beim Prüfstand in einer dedizierten selbstreinigenden Spülkammer statt. Die Spülkammer fasst circa 40 l bei einem Durchmesser von circa 350 mm und einer Höhe von circa 600 mm. Diese Spülkammer wird mit einem geeigneten, also einem für die Prüfaufgabe ausgelegten Gestell bestückt, das ein oder mehrere Prüfteile aufnimmt. Sobald die Kammer per Hand verschlossen und verriegelt worden ist, kann das gewählte Prüfprogramm gestartet werden.

Mehrere Reinigungsmechanismen sind (fast) frei kombinierbar: ein Abspritzen der Prüfkörper über drei Reinigungsdüsen, ein Fluten der Kammer zum Abspülen von Partikeln und die Anwendung von Ultra-Schall zum Lösen von hartnäckigem Schmutz. Die Kammer ist ebenso wie alle übrigen medienberührenden Komponenten beständig gegen alle typischen Reinigungsmedien, zum Beispiel Wasser, tensidische Reiniger und viele organische Reiniger. Für die Funktionsfähigkeit des optischen Systems ist es lediglich erforderlich, dass das Prüfmedium hinreichend klar ist. Damit das Prüfmedium auf dem Weg aus der Spülkammer zur Messzelle möglichst

keine Partikel verliert, sind die druckfeste Spülkammer, das Prüfkörperträgergestell und die kritischen Verbindungswege weitgehend frei von Partikelfallen gestaltet. Unter anderem wird dort keine Pumpe platziert. Stattdessen wird das Prüfmedium mittels Druckluft aus der Prüfkammer getrieben, um in die PuriCheck-Messzelle zu gelangen. Auf eine Vakuum- beziehungsweise Saugpumpe wurde bewusst verzichtet, da diese unerwünschte Bläschen erzeugen könnte, welche die optische Messung beeinträchtigen könnten.

Verschiedene Ansätze zur Verbesserung

Des Weiteren wurde die hydraulische Auslegung so verändert, dass nun wesentlich mehr Prüfmedium die Zelle durchfließen kann, das sind 40 l/min bei Wasser, bei anderen Medien viskositätsabhängig mehr oder weniger. Zu den Verbesserungen gehören auch neue Autojustage-Funktionen der Optikeinheit, eine telezentrische Beleuchtung, die zu schärferen Konturen der Partikel im Bild führt und so eine genauere Partikelgrößenbestimmung ermöglicht, und nicht zuletzt eine erneuerte, weitreichend konfigurierbare Software zur Steuerung, Konfigurierung und Protokollierung der Messungen.

Mit den neuen PuriCheck-Prüfständen gibt es nun also eine mobile, flexible und robuste Lösung zur automatisierten Restschmutzanalyse an Prüfkörpern bis circa 30 cm Länge. Im Vergleich zur Standardanalyse hat

PuriCheck verschiedene Vorteile: weniger Arbeitsschritte (zum Beispiel die Filterkonditionierung) und dadurch weniger Fehler durch menschlichen Einfluss, weniger zeitlicher Verzug zwischen der Produktion der Bauteile und der Sauberkeitsprüfung, weniger Gefahr von Partikelverlust oder Kontamination des Filters und die Möglichkeit zu mehr Stichproben oder 100%-Kontrolle. Ein PuriCheck-Prüfstand kann auf der Parts2clean am Stand des Fraunhofer-Instituts IPA besichtigt werden. //

Literaturhinweise

- / 1 / VDA Band 19 Teil 1 Prüfung der Technischen Sauberkeit - Partikelverunreinigung funktionsrelevanter Automobilteile/ 1. Auflage 2004
- / 2 / D. Falk, „Gezielte Prozessführung erspart hohe Prüfkosten“, JOT Journal für Oberflächentechnik (März 2015), Volume 55 (Supplement 13), Seite 58-59. <https://doi.org/10.1007/s35144-015-0509-x>

Autoren

Dr. rer. nat. Martin Fahr, Leiter Entwicklung
Ulf Nägele, Geschäftsführer
Nägele Mechanik GmbH, Murr
info@naegele-mechanik.de,
www.naegele-mechanik.de