

# Prozess- und Produktsicherheit durch richtig konditionierte Fluide

Energieeffizient immer  
gleiche Fluideigenschaften einstellen



# Einleitung

**Fluide werden aufgrund ihrer Eigenschaften in vielen technischen Anwendungen verwendet, bspw. als Energieträger, als Wärmeträgermedium, für Reinigungsarbeiten, für Dämpfungsaufgaben, als Isolationsträger, innerhalb der Lebensmittelverarbeitung, der Agrarwirtschaft oder als Gleit- und Schmierstoff. Ihre Eigenschaften, wie Viskosität, Steifigkeit, Leitfähigkeit, Filtrierbarkeit, Scherverhalten, Medienbeständigkeit, Temperaturverhalten (Flamm- und Zündtemperatur), Pourpoint, Dampfdruck, Oxidations- und Verschleißverhalten sowie das Kavitationsverhalten, müssen auf die Anwendung abgestimmt sein und bestenfalls konstant bleiben. Viele äußere Einflüsse, wie Gebrauchsdauer und -temperatur, mittlerer Betriebsdruck, Kontakt mit Luft und Wasser oder Fremdfluiden, verändern die benötigten Eigenschaften. Daher müssen die Einflüsse im Rahmen von wirtschaftlichen Abwägungen kontrolliert werden.**

Insbesondere für die Prüftechnik ist es von hoher Bedeutung, dass das Prüffluid immer den gleichen Zustand aufweist. Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen zwischen Fluid, Sensorik, Rohr- und Schlauchleitungen und dem Prüfling ist für jede Prüfaufgabe eine tiefgehende Analyse der vorliegenden Bedingungen bei der Entwicklung des Prüfprozesses notwendig. Im Folgenden werden einige Prüfverfahren dar- und deren besonderen Herausforderungen herausgestellt.

## **Druckprüfungen:**

Bei Druckprüfungen werden Prüflinge über ein Druckmedium mit einem Über- oder Unterdruck mechanisch belastet. Dadurch werden die Produkteigenschaften geprüft. Vorhandene Material- und Montagefehler verändern die Kompressibilität und

Standfestigkeit des Prüflings, wodurch das Druck-Zeitverhalten beeinflusst wird. Dadurch werden Fehler detektiert.

Störgrößen für die Messgrößen sind:

- Falsche Sensoranordnung und verengte Leitungs- und Ventilgeometrien verfälschen die Druckmessung
- ungeeignete Drucksensoren und Messhardware können Druckspitzen nicht richtig erfassen
- Prüfdrücke oberhalb der Forderungen führen zur Überbelastung oder Überdimensionierung der Prüfkompontenten

## **Leckage-Volumenstrommessungen:**

Bei der Leckage-Volumenstrommessung wird der Fluss bei einer definierten Druckdifferenz über eine Komponente gemessen. Um möglichst genau zu messen, müssen folgende Prozessgrößen an der Messstelle bestimmbar sein: Druck, Viskosität (durch die Messung der Temperatur), Kontaminationszustand.

## **Störgrößen:**

- Die Druckmessung wird durch falsche Sensoranordnung und verengter Leitungs- und Ventilgeometrien verfälscht
- Ungenaue Temperaturregelungen und veränderte Umgebungstemperaturen innerhalb der durchströmten Komponenten
- Partikelbelastung bei der Verwendung von leckagebehafteten Komponenten

## **Leckagemessung über Druckabfallmethode:**

Bei der Leckagemessung über Druckabfall wird ein Prüfkörper mit einem Druckmedium gefüllt und anschließend die Druckänderung in einem definierten Zeitintervall bewertet. Hierbei ist die Kompressibilität des im Prüfaufbau befindlichen Mediums ganz entscheidend. Je steifer der Aufbau, desto größer der Druckabfall bei einer Leckage.

### Störgrößen:

- Mangelnde Entlüftung des Prüfaufbaus verändert die Kompressibilität
- Temperaturänderungen innerhalb Medium und Prüfaufbau führen aufgrund unterschiedlicher Materialausdehnungskoeffizienten zu verfälschenden Druckänderungen
- Verunreinigungen und leckagebehaftete Komponenten führen zu Messfehlern

Anwendung bzw. Prüfprozess und Fluid müssen zu einem bestimmten Zeitpunkt zusammenkommen. Dann muss das Fluid optimal vorbereitet sein. Auf dem Weg zur Zusammenführung muss das Fluid aus den Anlieferungsgebinden zum Prozess gelangen. Dabei kann ein Kontakt mit der umgebenden Atmosphäre selten vermieden werden. Luft und der enthaltende Luftfeuchteanteil diffundiert in das Fluid ein, wodurch die Eigenschaften verändert werden können. Die dadurch resultierenden Auswirkungen auf das Fluid werden im Folgenden dargestellt, aufgegliedert nach Wasser und Luft.

# Wassereinfluss auf Fluideigenschaften

- **Änderung der Viskosität:**

Durch Wasser im Fluid wird die Viskosität verändert. Dadurch verschiebt sich die Temperatur-Viskositätskennlinie des Fluides. In Prüfaufgaben wird die Viskosität durch die Messung der Temperatur und den bekannten Kennlinien ermittelt. Stimmen diese nicht mehr, sind folglich auch die Ergebnisse der Prüfung fehlerhaft

- **Gefahr der Wasserdampfkavitation/ Verschiebung des Dampfdrucks des Gemischs:**

Durch den hohen Dampfdruck des Wassers im Vergleich zu vielen technischen Fluiden besteht erhöhte Erosionsgefahr durch Wasserdampfkavitation.

Bei Vakuumprozessen dauert die Einstellung eines Gleichgewichtszustands länger wenn Wasser gelöst ist. Grund hierfür ist ebenfalls der erhöhte Dampfdruck des Gemischs durch das Wasser. Die Prozesse dauern länger und sind folglich energieintensiver.

- **Korrosion von Bauteilen:**

Wasser sorgt für Korrosionsprozesse an bestimmten Werkstoffen. Dadurch sind Schädigungen zu erwarten. Wirksame Vermeidung nur durch Trocknung des Fluides oder durch den Einsatz von (teuren) korrosionsbeständigen Werkstoffen.

## Lufteinfluss auf Prozesse

- **Geringere Steifigkeit des Fluides durch gelöste Luft:**

Luft ist deutlich kompressibler als ein flüssiges Medium. Eine Fluidsäule ist mit höherem Luftanteil weicher. Verfälschung der Messergebnisse bei Leckagemessung (Druckabfall über Zeit) sind daher zu erwarten. Außerdem kommt es zu Veränderung der Kompressibilität und Dämpfungskonstante von geschlossenen Systemen. Dadurch wird mehr Energie für die Druckerzeugung benötigt.

- **Begünstigung von Oxidation:** Luftsauerstoff sorgt für die Oxidation und Degenerierung von Fluiden. Schneller Alterungsprozess und früherer Austausch ist notwendig. Verlust der für die Anwendung nötigen Fluideigenschaften. Oxidationsprodukte greifen Bauteile und Dichtungen an und führen zu Ablagerungen im System.

- **Kavitation und Mikrodieseleffekt (bei Fluiden auf Kohlenwasserstoffbasis):** Bildung von Luftblasen, die Kavitationserosion nach sich ziehen kann. Die Erosionsprozesse zerstören Werkstoffoberflächen und produzieren Partikel. Bei kohlenwasserstoffbasierten Fluiden kann es zu Entzündungen kommen (Mikrodieseleffekt). Die Folge sind Varnishbildung und die Zersetzung des Fluides.

Die aufgeführten Darstellungen zeigen deutlich die negativen Auswirkungen auf Anwendungen und Prüfprozesse von Wasser und Luft. Im nächsten Abschnitt stellen wir eine entwickelte und erprobte Methode für die Reduktion des Luft- und Wasseranteils in Fluiden aus unserm Hause vor.

## Sicherer Befüllprozess durch Fluidkonditionierung und Kontrolle

**Die Johannes Schäfer GmbH hat ein effizientes Verfahren entwickelt, um verschiedene Arten von Fluiden hinsichtlich des Luft- und Wassergehaltes zu konditionieren. Dieses Verfahren basiert auf der Gleichgewichtsbildung zwischen der Luft und dem Fluid.**

Für die korrekte Auslegung des Verfahrens wird im Vorfeld der Bunsenkoeffizient experimentell bestimmt. Luft- und Fluidphasen durchlaufen einen Temperierungs- und Druckführungsprozess unter Verwendung eines Vakuums. Die Grundbestandteile des Fluides werden dabei nur minimal beeinflusst. Der Konditionierungszustand wird online durch das Druck-Zeitverhalten überprüft. Dadurch können wir mit unserer Methode kürzere Prozesse, die in der Folge auch energieeffizienter sind, realisieren. Gleichzeitig generieren wir durch die Überwachung eine höhere Prozesssicherheit.

Der Prozess ist vollautomatisiert. Das Fluid muss nicht mehr manuell gehandhabt werden, sondern kann unmittelbar nach der Konditionierung der Anwendung zugeführt werden.

Das Verfahren im Überblick:

- **Einfüllung des Fluides aus beliebigen Gebinden:** Fässer, Tankwagen, Kanister o.Ä. Wasser- und Luftgehalt irrelevant.

- **Konditionierungsprozess durch Temperatur- und Druckführungsprozess:**

Definiertes Abfahren von Konditionierungsprozessen, definierte Temperatur- und Druckrampen. Abschluss des Prozesses durch Messung von Druckanstiegsrampen und Messung des Bunsenkoeffizienten, Abgleich mit experimentellen Daten.

- **Weiterleitung zum Prozess**

Konditioniertes Fluid wird zum nächsten Prozessschritt weitergeleitet, kein Kontakt mit der Atmosphäre möglich.

Beispiele:

Befüllanlagen: Das Fluid wird unmittelbar in ein Endprodukt definiert eingefüllt. Evakuierung des Produkts, damit keine Restluft verbleibt. Anschließend Verschließen des Produkts und Kontrolle über Druck-Zeitverhalten.

Dichtheitsprüfung von Kühlkanälen in Aluminiumdruckgussgehäusen von Elektronikbauteilen: Evakuierung des Prüflings mittels Vakuum und Füllen mit konditioniertem Prüffluid. Verschließen und Messung der Dichtheit über Druckgradienten.

## Fazit

Für viele Anwendungen und Prüfaufgaben sind die Eigenschaften von Fluiden von entscheidender Bedeutung. Daher kommt der Konditionierung und Handhabung eine besondere Bedeutung zu. Wir von der Johannes Schäfer GmbH haben in diesem Bereich tiefgehende Erfahrungen gesammelt. Wir verstehen die Themen und sind in der Lage, angepasste technische Lösungen für Ihre Anwendungen zu entwickeln und zu bauen.

## Über das Unternehmen

Die Johannes Schäfer GmbH hat Ihre Wurzeln in der Hydraulik und ist weiterhin stark auf diesem Gebiet engagiert. Seit mehr als 34 Jahren sind wir der Partner von Anwendern hydraulischer Systeme. Wir bauen, warten und entwickeln Lösungen für unsere Partner und haben dabei immer aktuelle Trends und Entwicklungen im Blick. Seit über 20 Jahren sind wir auch im Prüfstandbereich aktiv. Wir kombinieren unsere Kompetenzen in der Hydraulik mit den Anforderungen aus der Prüftechnik und schaffen es dadurch, unseren Kunden maßgeschneiderte Prüflösungen mit dem Schwerpunkt Fluidtechnik zu liefern.

# Weiterführende Literatur der Autoren:

Mielke, T., Murrenhoff, H., Schmitz, K.: „On the Saturation Dynamics of the Oil Film on a Hydraulic Cylinder Rod During Extension“, Mai 2019, The Sixteenth Scandinavian International Conference on Fluid Power, SICFP19, 2019-05-22 - 2019-05-24, Tampere, Finland

Kratschun, F., Mielke, T., Murrenhoff, H., Schmitz, K.: „Water Vapour Cavitation in Hydraulic Fluids“, Sept. 2018, Proceedings of the BATH/ASME Symposium on Fluid Power and Motion Control - 2018 : presented at BATH/ASME 2018 Symposium on Fluid Power and Motion Control, September 12-14, 2018, Bath, United Kingdom

Mielke, T., Schmitz, K.: „On the dissolved water amount in the oil film on a piston rod“, Nov. 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics, HERVEX, 2018-11-07 - 2018-11-09, Baile Govora, Rumänien

Schäfer, T.: „Leistungselektronik – Dichtheitsprüfung für Komponenten in Kühlkreisläufen“, ATZ elektronik, Nr. 4, August 2018

Mielke T.; Schmitz, K., Murrenhoff, H.: „Schädigungen durch Wasser in hydraulischen Systemen“, Juni 2018, O + P: Fluidtechnik für den Maschinen- und Anlagenbau



# Ihr Kontakt

„Wir bei Schäfer wissen, dass der Zustand des Fluids großen Einfluss auf die Eigenschaften der Produkte hat. Daher analysieren wir zu aller erst die Produkte und leiten dann die Fluideigenschaften ab, die benötigt werden.“

*-Tobias Mielke-*

Tobias Mielke studierte nach seiner Ausbildung zum Industriemechaniker Maschinenbau an der RWTH Aachen University. Nach erster beruflicher Station in den USA promovierte Tobias Mielke an seiner Alma Mater im Bereich Hydraulik mit dem Schwerpunkt Dichtungstechnik und Fluidkonditionierung. Seit 2020 ist er bei der Johannes Schäfer GmbH als Entwicklungsingenieur im Prüfstandbau tätig.



**Tobias Mielke**

Entwicklungsingenieur Johannes Schäfer GmbH

und

Experte für Fluidkonditionierung

[Tobias.Mielke@js-gmbh.com](mailto:Tobias.Mielke@js-gmbh.com)

Weitere Informationen:

