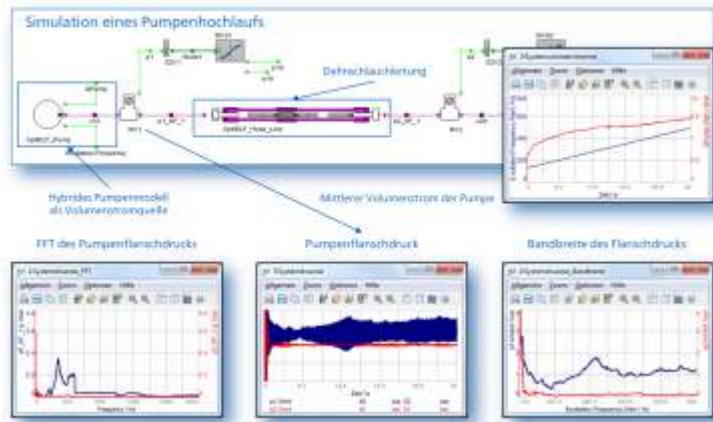


Impedanz der Pumpe kann RohrLEx bei FLUIDON wiederum zurückgreifen.

Wie RohrLEx das Problem analysiert und löst

RohrLEx verfügt jetzt über alle benötigten Einzelkomponenten, um das fluidtechnische System in der zeitbereichsbasierten Simulation in DSHplus modular aufzubauen. Ein wesentlicher Vorteil der zeit-



bereichsbasierten Simulation gegenüber einer frequenzbereichsbasierten Simulation liegt darin, dass RohrLEx hierdurch die Möglichkeit hat, auch die nichtlinearen Eigenschaften der Komponenten mit zu modellieren. Durch die Modularität des Simulationsmodells kann RohrLEx außerdem die validierten Komponenten zunächst unabhängig vom ursprünglichen System untersuchen, in dem sie installiert sind, und zu einem neuen optimierten System wieder zusammensetzen.

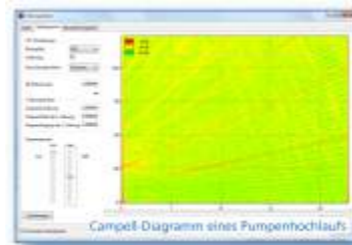
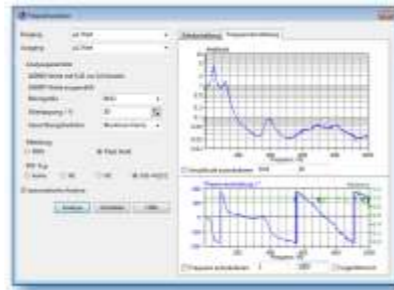
Bei der Ergebnisanalyse greift RohrLEx auf Module des virtuellen Techniklaboratoriums von DSHplus zurück. Für die Analyse im Frequenzbereich bietet

DSHplus z. B. ein Frequenzspektrum (FFT), die Berechnung des Frequenzgangs und eine Ordnungsanalyse. Einer der Vorzüge des Frequenzbereichs ist es, dass kleine Signale in der Gegenwart von großen Signalen besser aufgelöst werden.

Mit der Frequenzanalyse berechnet RohrLEx den Frequenzgang zweier Signale. Die Transferfunktion wird anschließend in einem Bode-Diagramm angezeigt, das Amplitude, Phasenverschiebung und die Kohärenzwert der zwei Signale beschreibt.

Und mit der Ordnungsanalyse berechnet RohrLEx ein Spektrogramm. Die waagerechte Achse stellt Zeit oder die Drehzahl dar, die senkrechte Achse ist Frequenz. Die dritte Dimension, die die Amplitude einer bestimmten Frequenz zu einer bestimmten Zeit anzeigt, wird durch die Farbe jedes Punkts in der Abbildung dargestellt. Wenn die Anregung linear mit der Zeit zunimmt, lassen sich einzelne Frequenzordnungen aus dem Signal extrahieren.

Die Kombination aus Software DSHplus und spezialisierten Prüfständen versetzt RohrLEx in die Lage, als Dienstleister sehr schnell das akustische Verhalten beliebig geartete Leitungssysteme zu untersuchen und so die Druckschwingungsprobleme des Kunden zu lösen.



Über FLUIDON und RohrLEx

Unsere Leidenschaft ist die Fluidtechnik in Theorie und Praxis. Unser Wissen und unser Können setzen wir für Sie ein, damit Ihre Ideen fundiert in die Tat umgesetzt und Probleme beseitigt werden.

Auf theoretischer Seite steht uns unser Simulationsprogramm DSHplus zur Seite, mit dem wir zum Beispiel

- ➔ Schaltungskonzepte überprüfen und deren Funktion sicherstellen
- ➔ Systemdynamik berechnen, analysieren und optimieren
- ➔ Schwingungen in Leitungssystemen untersuchen

Unsere Prüfstände, die wir aufgabenspezifisch aufrüsten, helfen uns, in der Praxis Simulation durch Messungen zu flankieren. Typische Aufgaben sind dabei

- ➔ Parameterermittlung z. B. zu Ventilen und Pumpen
- ➔ Übertragungsverhalten von Rohren und Schläuchen
- ➔ Validierungsmessungen zum Modellabgleich

Die Kombination von beiden macht uns zum ersten Ansprechpartner für alle die, die sich mit simulationsbasierter Auslegung und Entwicklung fluidtechnischer Systeme beschäftigen.

RohrLEx steht in diesem Zusammenhang stellvertretend für unsere Aktivitäten im Themenbereich der Simulation, der Analyse und der Optimierung von Druckpulsationsphänomenen in hydraulischen Leitungssystemen.

Druckschwingungsanalyse mit RohrLEx, dem FLUIDON-Rohrleitungsexperten



Simulieren
Analysieren
Umsetzen

FLUIDON Gesellschaft für Fluidtechnik mbH
Jülicher Straße 338a
52070 Aachen

Tel. +49 241 96 09 260
Fax +49 241 96 09 262
Mail info@fluidon.com
www.fluidon.com

Simulieren

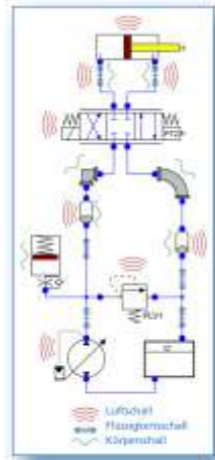
Analysieren

Umsetzen

Druckschwingsanalyse mit RohrLEX

Aus langjähriger Berufserfahrung weiß RohrLEX, dass Druck- und Volumenstropulsationen in fluidtechnischen Systemen eine häufige Ursache für Probleme und Beanstandungen sind, besonders wenn es im Leitungsnetz zum Resonanzfall kommt. Aus den Pulsationen resultiert Flüssigkeitsschall, der sich im Leitungsnetz ausbreitet und als Wechselbelastung die Körperschallanregung der umgebenden Bauteile bewirkt. Hierdurch kommt es zu unerwünschten Geräuschemissionen, die Bauteile erfahren ungünstige Dauerbelastungen, und natürlich wird auch die Funktion und Zuverlässigkeit des Hydrauliksystems negativ beeinträchtigt.

RohrLEX hat außerdem gelernt, dass Pumpen die wesentliche Quelle des Flüssigkeitsschalls sind. Ursächlich ist der nichtkontinuierliche Fördervorgang innerhalb der Pumpen, der zu einer zyklischen Volumenstromabgabe in das angeschlossene Leitungsnetz führt. Wird die Pumpe außerdem bei einer variablen Drehzahl betrieben, wie dies z. B. bei frequenzgeregelten Pumpenantrieben oder bei Automobil- und



Mobilhydrauliksystemen der Fall ist, so regt dies das Leitungsnetz breitbandig an, und es besteht erst recht die Gefahr, dass eine Resonanzsituation eintritt.

Für eine detaillierte Druckschwingsanalyse empfiehlt RohrLEX deshalb, alle an das Leitungsnetz angrenzenden Komponenten mit in die Untersuchung einzubeziehen, die Schwingungsanregung so realistisch wie möglich nachzubilden und die Resonanzbedingungen anschließend für verschiedene Betriebspunkte zu untersuchen.

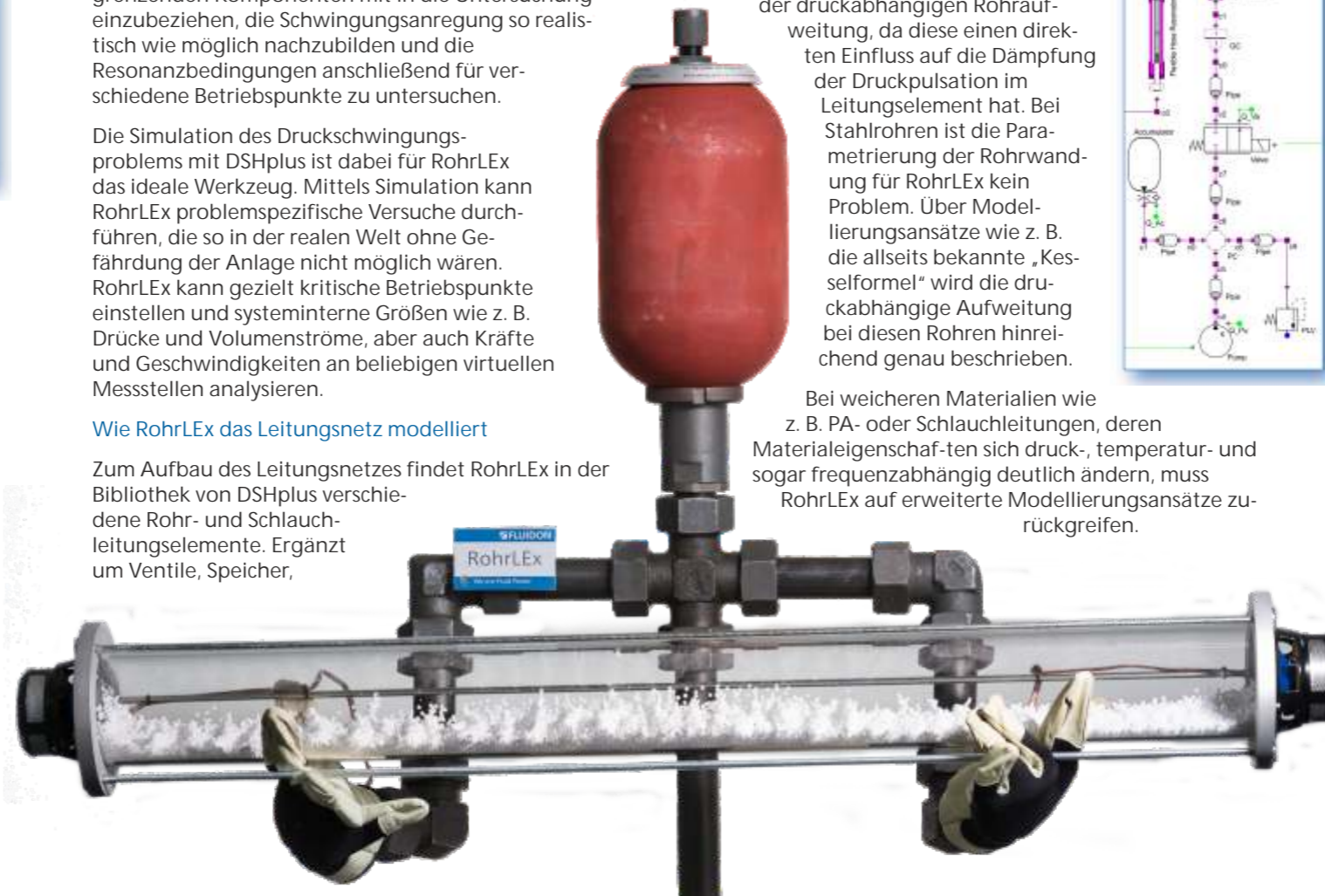
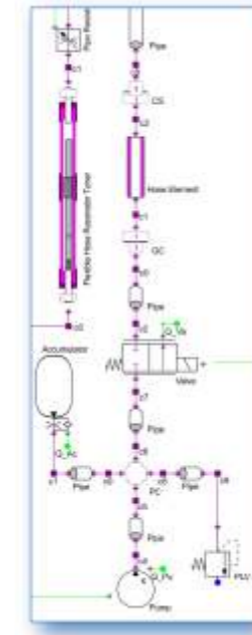
Die Simulation des Druckschwingsproblems mit DSHplus ist dabei für RohrLEX das ideale Werkzeug. Mittels Simulation kann RohrLEX problemspezifische Versuche durchführen, die so in der realen Welt ohne Gefährdung der Anlage nicht möglich wären. RohrLEX kann gezielt kritische Betriebspunkte einstellen und systeminterne Größen wie z. B. Drücke und Volumenströme, aber auch Kräfte und Geschwindigkeiten an beliebigen virtuellen Messstellen analysieren.

Wie RohrLEX das Leitungsnetz modelliert

Zum Aufbau des Leitungsnetzes findet RohrLEX in der Bibliothek von DSHplus verschiedene Rohr- und Schlauchleitungselemente. Ergänzt um Ventile, Speicher,

Widerstände, Querschnittsprünge, Verzweigungen und Rohrabschlussbauteile kann RohrLEX auch komplizierte Leitungsnetze nachbilden. Wichtig für die Simulation ist die richtige Berücksichtigung der druckabhängigen Rohraufweitung, da diese einen direkten Einfluss auf die Dämpfung der Druckpulsation im Leitungselement hat. Bei Stahlrohren ist die Parametrierung der Rohrwandung für RohrLEX kein Problem. Über Modellierungsansätze wie z. B. die allseits bekannte „Kesselformel“ wird die druckabhängige Aufweitung bei diesen Rohren hinreichend genau beschrieben.

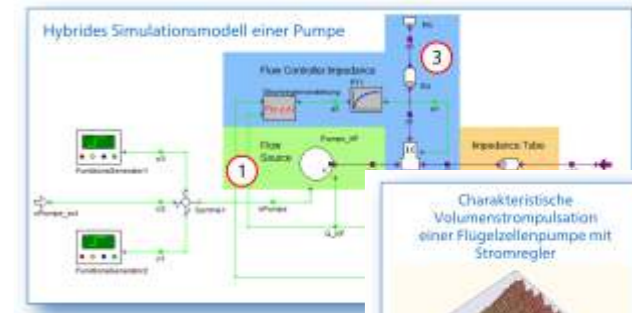
Bei weicheren Materialien wie z. B. PA- oder Schlauchleitungen, deren Materialeigenschaften sich druck-, temperatur- und sogar frequenzabhängig deutlich ändern, muss RohrLEX auf erweiterte Modellierungsansätze zurückgreifen.



Bei FLUIDON stehen RohrLEX zum Glück aber verschiedene Leitungsprüfstände zur Verfügung, so dass eventuell fehlende Materialparameter im Bedarfsfall kurzfristig messtechnisch ermittelt werden können.

Wie RohrLEX die Anregung modelliert

Für die Druckschwingsanalyse mit DSHplus benötigt RohrLEX jetzt allerdings noch ein Pumpenmodell, das sowohl die charakteristische druck- und drehzahlabhängige Volumenstrompulsation als auch die Pumpenimpedanz abbildet.



RohrLEX verwendet hier einen von FLUIDON entwickelten hybriden Modellierungsansatz, bei dem die real im System vorhandene Pumpe unter definierten Randbedingungen vermessen wird. Die Messdaten der Volumenstrompulsation werden anschließend als mehrdimensionales Kennfeld aufbereitet und gemeinsam mit adaptierten, physikalischen Modellierungsansätzen zum Aufbau des Pumpenmodells genutzt. Auf geeignete Prüfstände zur Messung der charakteristischen Volumenstrompulsation und der

