

ingenieur
wissenschaften
htw saar

Hochschule für
Technik und Wirtschaft
des Saarlandes
University of
Applied Sciences

inno

FLUIDON Konferenz 2014, 20. + 21. Mai 2014, Aachen, Germany

Optimiertes Systemverhalten durch angepasste Leitungssysteme – erweiterte DSHplus-Schlauchmodelle

Tobias Speicher, M.Sc.

The logo for FLUIDON, consisting of a blue square with a white diagonal line and the word 'FLUIDON' in blue capital letters.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung





→ Inhalte

1. htw saar – some facts
2. Hydraulische Leitungssysteme – Signifikanz und Herausforderungen
3. Modellparameter – Prozess der Modelladaptierung
4. Schlauchleitungen - Beispielmodell und Randbedingungen
5. Schlauchleitungssysteme – Verkettete Modelle
6. Anwendungsmöglichkeiten – Optimierungspotenzial
7. Summary
8. Outlook

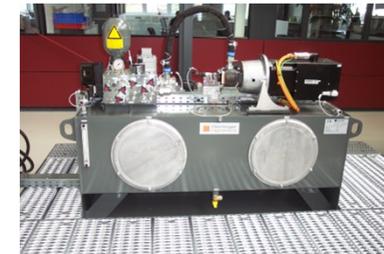


→ htw saar – facts

- + Fachhochschule des Saarlandes in Saarbrücken - 4 Fakultäten mit ca. 6000 Studierenden
- + Starke Forschungsorientierung (No.1 German FH) mit mehr als 9 Mio € Drittmitteln in 2013
- + Schnell wachsende Zahl kooperativer Promotionen

architektur und
bauingenieurwesen
htw saar

ingenieur
wissenschaften
htw saar



htw saar

sozial
wissenschaften
htw saar

wirtschafts
wissenschaften
htw saar

htw saar Fluidtechnik

Head: Prof. Dr.-Ing. Jochen Gessat

Leitungssysteme & Systemdynamik

Tobias Speicher M.Sc.

Research Engineer

Promotion in Kooperation mit der TU
Kaiserslautern



→ Leitungssystem in der Hydraulik

Stetig steigende Signifikanz des Leitungssystems für den technischen und wirtschaftlichen Erfolg ganzer

Begründet durch höhere Anforderungslevel hinsichtlich Effizienz und Komfort

Zusatzinformationen werden durch erweitertes Verständnis des Leitungssystems verfügbar:

- Systemakustik
- Signalausbreitungseigenschaften (z.B. Schallgeschwindigkeit)
- Druckspitzen (verbesserte Betriebsfestigkeit)

Aerospace industry



Fuel line systems

Offshore applications

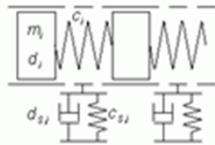


Mobile hydraulics



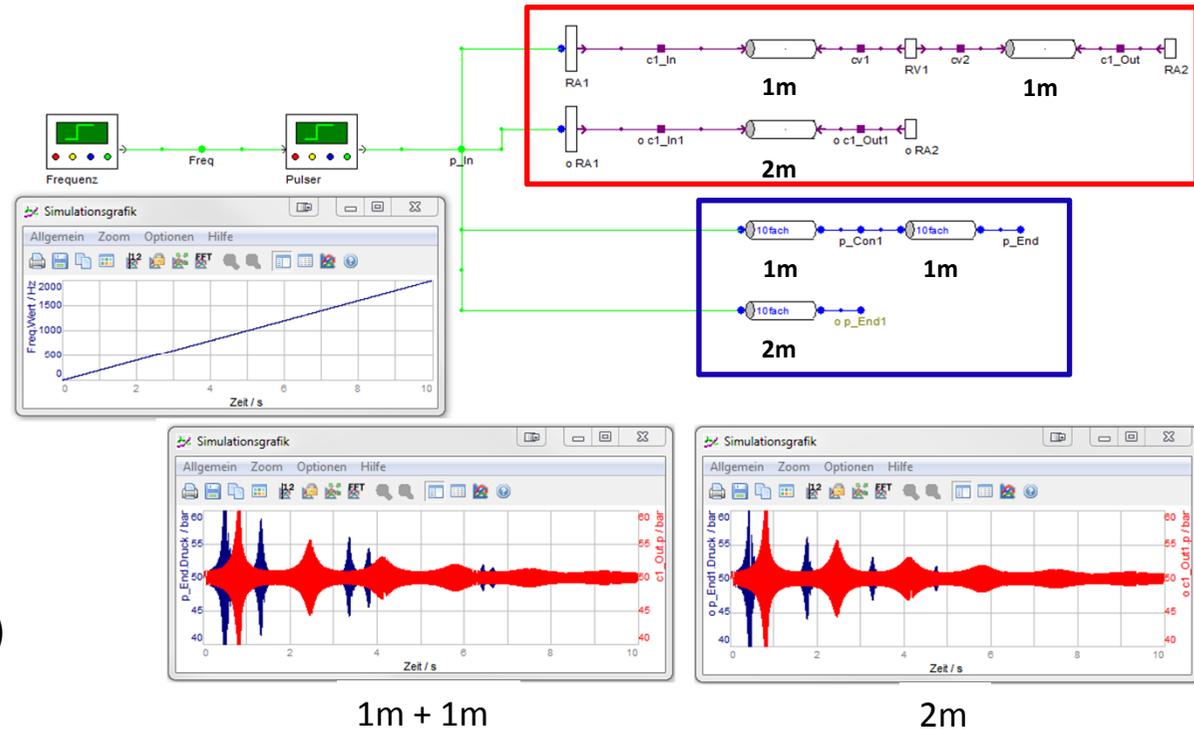
→ (Leitungs-) Systemmodellierung

Schlauchleitungen erfordern komplexe Modellierung

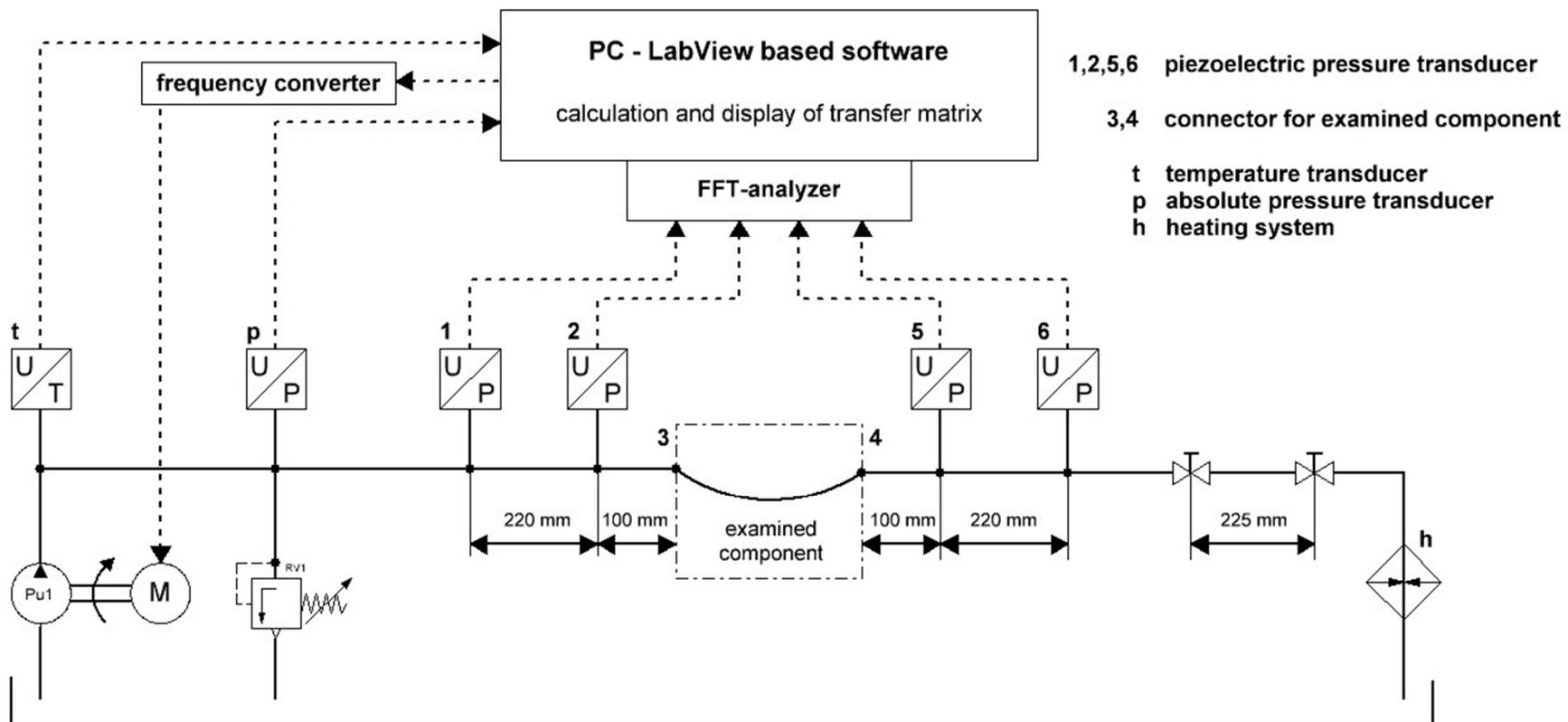


Modelle mit konzentrierten Parametern

- Ungeeignet bei höherfrequenten Betrachtungen
 - Simulation von Leitungssystemen problematisch wegen der notwendigen verbindenden Volumenknotten (Kapazitäten)
- => Einsatz von Modellen mit verteilten Parametern



→ 1 – Flüssigkeitsschallausbreitung

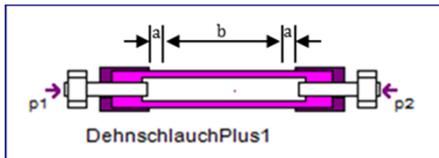




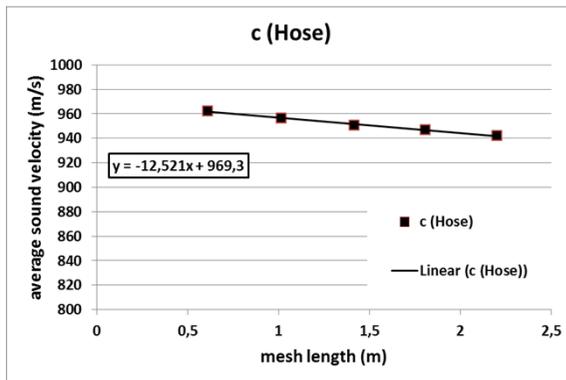
→ **2 – E-Modul**

2 unterschiedliche Zonen:

- a - Wandung beeinflusst durch die Armatur
- b – Wandung unbeeinflusst durch die Armatur

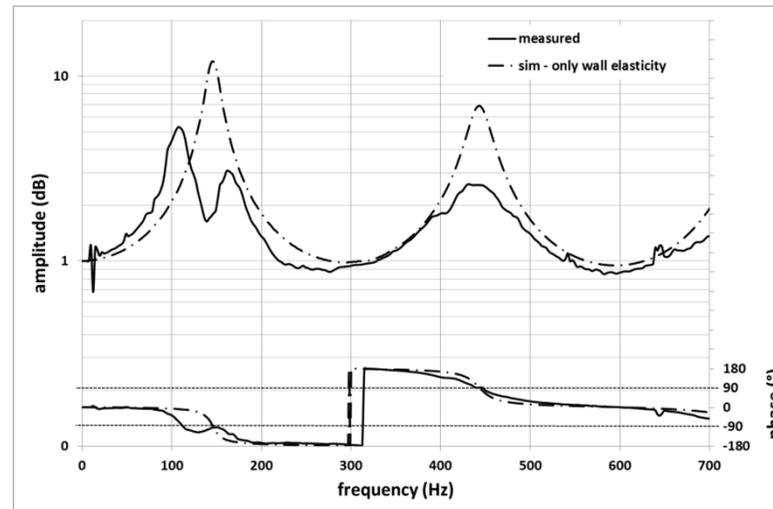


$$T = 2 \frac{L_a}{c_a} + \frac{(L - 2L_a)}{c_b}$$



Für diesen Wandungsaufbau
 c_b = charakteristische Schallgeschwindigkeit

$$E = \frac{(1 - \nu^2) * (E'_{öl} * D_i)}{\left(\frac{E'_{öl}}{\rho * c_b^2} - 1\right) \left(\frac{D_a - D_i}{2}\right)}$$





→ 3 – Zusätzliche Volumenzunahme

Zu geringe Dämpfung, Modell verhält sich eher wie eine Stahlleitung



Die Schlauchsimulation benötigt ein zusätzliches Feder-Dämpfer Ersatzmodell, welches die druckabhängige materialspezifische Radiusänderung der Leitung beschreibt

$$\Delta r = \left(\sqrt{1 + \Delta V[\%]} - 1 \right) * r$$

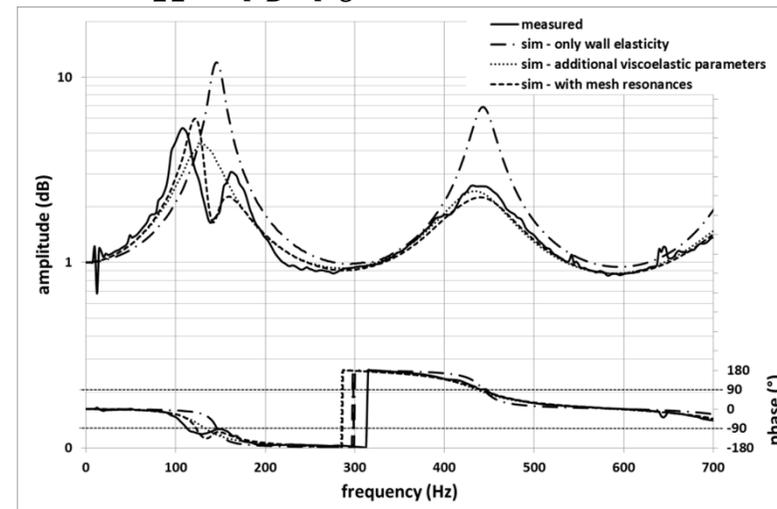
$\Delta V[\%]$ z.B. 5 % bei 100 bar Druckänderung

$$\Delta V[\%] = \Delta V_{spec} - \Delta V_{elast.}$$

$$k_{visc} = \frac{p}{\left(\left(\sqrt{1 + \Delta V[\%]} - 1 \right) r \right)^{e_{visc}}}$$

Federcharakteristik einstellbar über e_{visc}

$$T_{11} = \hat{p}_D / \hat{p}_U$$





→ **Beispiel-Schlauchmodell**

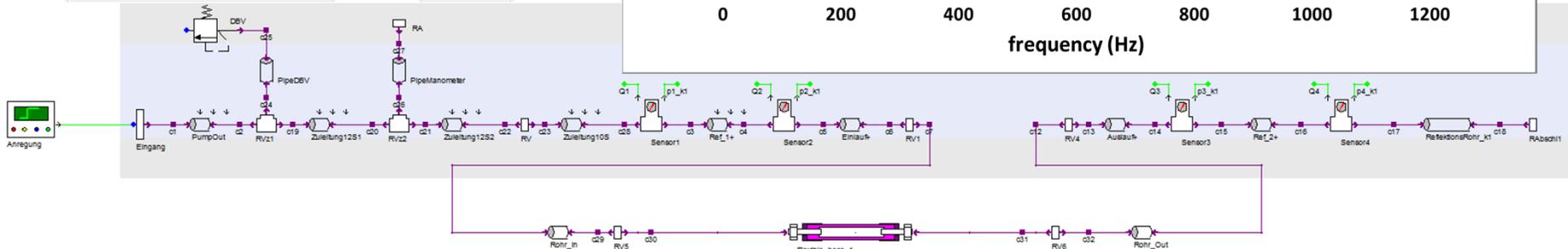
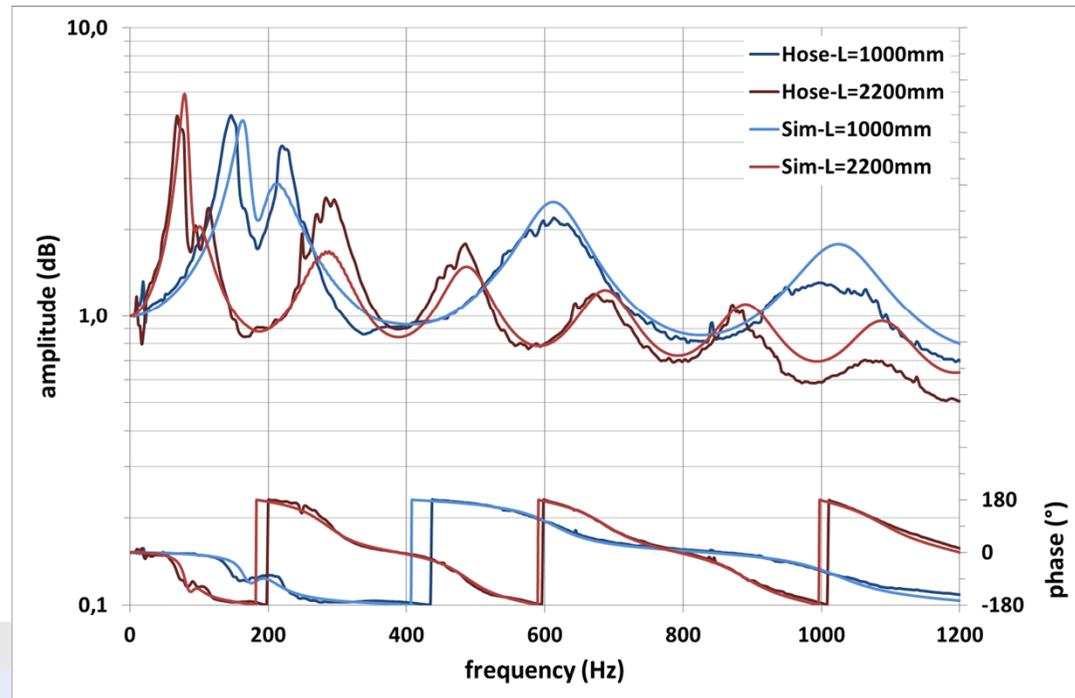
$$T_{11} = \hat{p}_D / \hat{p}_U$$

Verhalten gut nachgebildet bis mindestens 1kHz

Gewebe		
Länge	987	mm
Durchmesser	9.5	mm
Wandstärke	4.1	mm
Querkontraktionszahl Gewebe	0.3	...
E-Modul Gewebe	2678.1	N/mm ²

<input checked="" type="checkbox"/> viskoelastische Schlauchwandberechnung		
viskoelastische Materialsteifigkeit	9.7441849E8	bar/m
viskoelastischer Materialsteifigkeitsexponent	1.5	...
viskoelastische Materialdämpfung	8000	bars/m

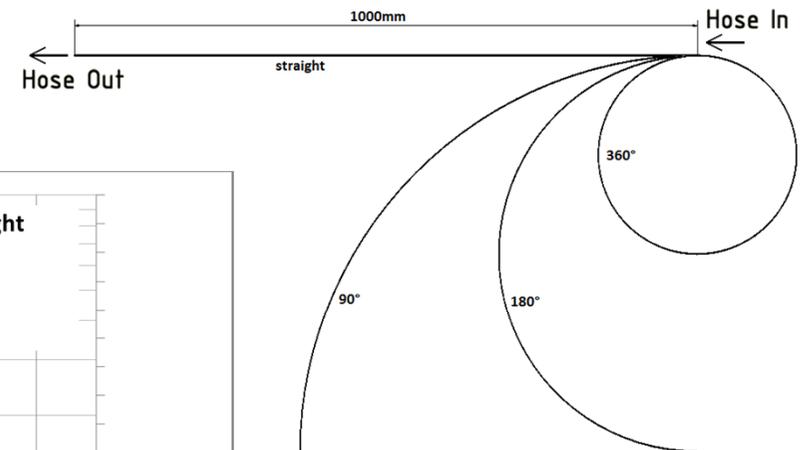
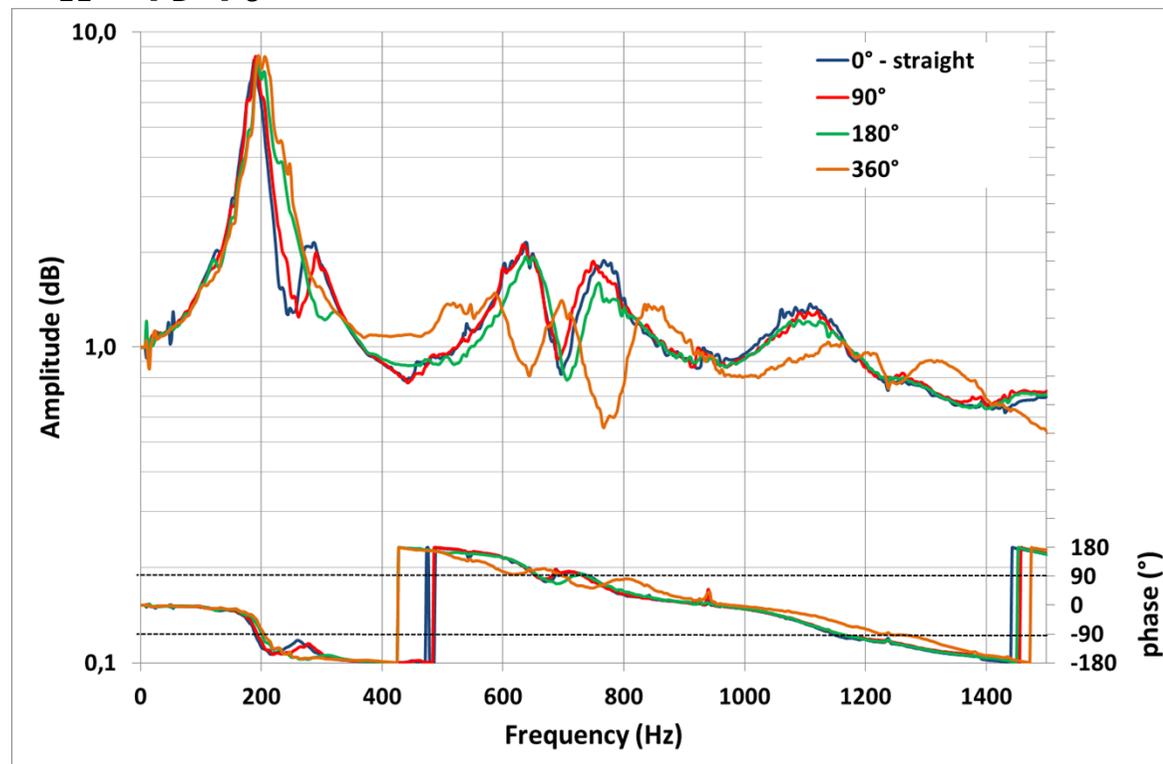
Gewebeparameter		
Frequenz	0	Hz
Exponent	-0.952	...
Basiswert	191.54	...
Frequenzfaktor 1. Ordnung	1	...
Dämpfung 1. Ordnung	0.065	...
Verstärkung 1. Ordnung	2.5E-5	mm/bar





→ Einfluss des Biegeradius

$$T_{11} = \hat{p}_D / \hat{p}_U$$



$$360^\circ \approx 2 * R_{min}$$



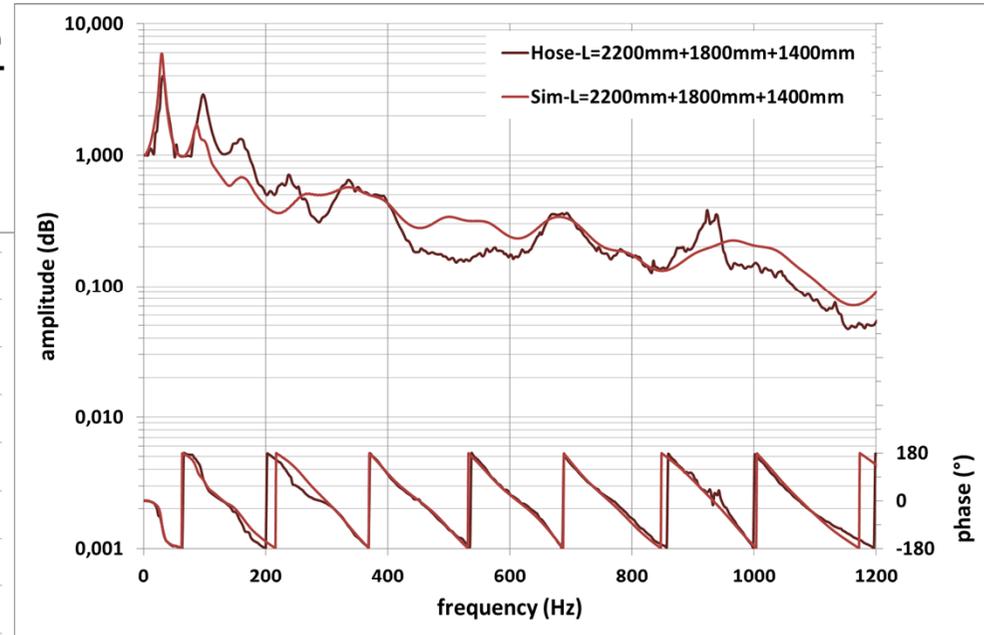
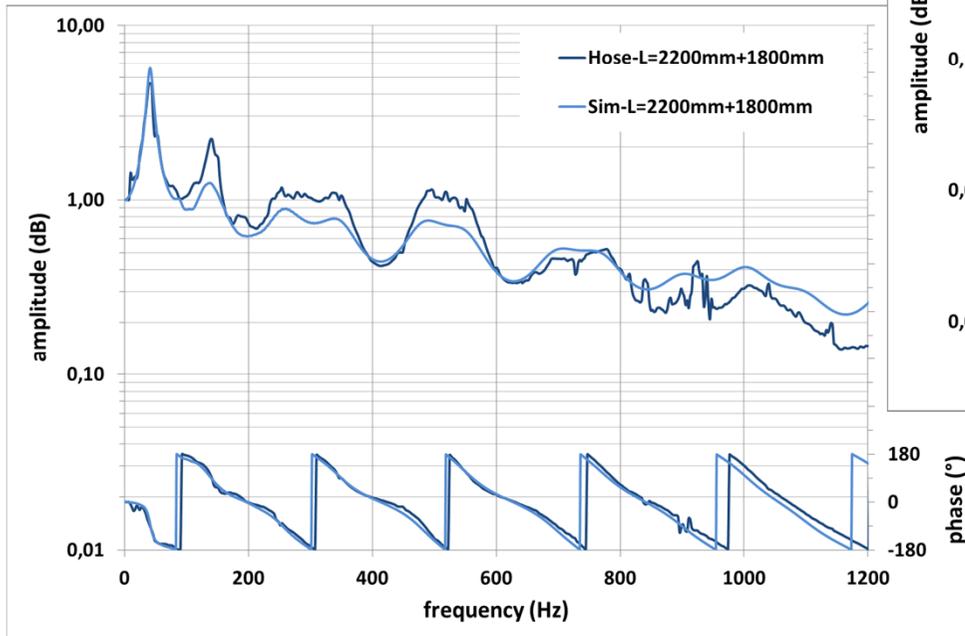
Kein störender Einfluss wenn

$$R \gg R_{min}$$



→ Verkettete Schlauchmodelle

2 Schläuche und 3 Schläuche in Reihe



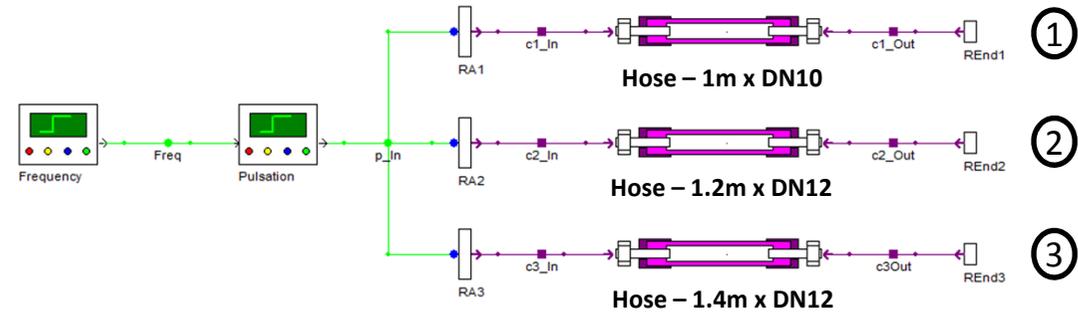
Hervorragende Reproduktion der Resonanzfrequenzen



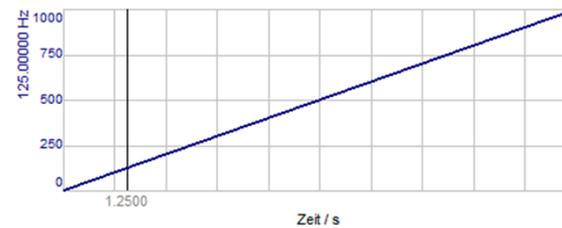
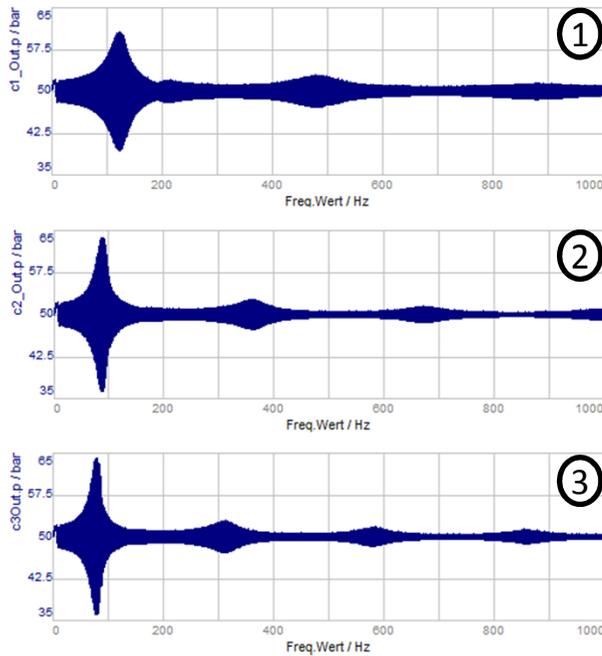
→ Anwendung



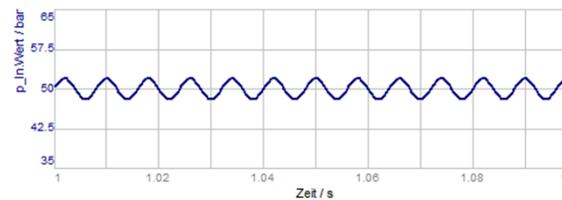
→ Anwendungs-
möglichkeiten



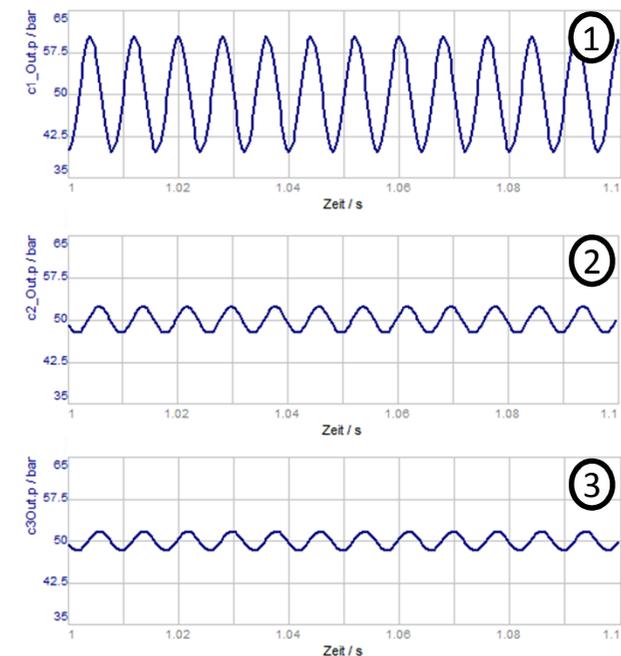
Spectrum of Pulsation



Anregung @ 125 Hz



Pulsation @ 125 Hz





→ Summary & conclusion

- Leistungsfähige Leitungssystems simulation zunehmend wichtig für die (Weiter-) Entwicklung hydraulischer Systeme
- Komponentenmodelle mit verteilten Parametern – einsetzbar in einem breiten Frequenzbereich und einfach zu einem Leitungssystem verschaltbar
- Parameter des “Dehnschlauch Plus” Modells abgeleitet aus physikalischen Eigenschaften kombiniert mit Messergebnissen
 - ⇒ Simulationsmodell erzielt exzellente Übereinstimmung mit der realen Komponente und ist schnell geometrisch anpassbar
- Verbundene Komponentenmodelle eignen sich zur Simulation von Leitungssystemen
- Basierend auf den gewonnenen Simulationsergebnissen sind Aussagen zum Systemverhalten möglich
 - ⇒ Daraus resultieren mögliche Ansätze zur Systemoptimierung

FLUIDON Konferenz 2014, 20. + 21. Mai 2014, Aachen, Germany

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Ich freue mich auf Fragen

Tobias Speicher, M.Sc.

The logo for FLUIDON, consisting of a blue square with a white curved line on the left side, followed by the word "FLUIDON" in bold blue capital letters.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



ingenieur
wissenschaften
htw saar

Hochschule für
Technik und Wirtschaft
des Saarlandes
University of
Applied Sciences

inno