

Vergleich verschiedener Detaillierungsstufen eines Hydraulikmodells am Beispiel einer hydropneumatischen Federung

Dipl.-Ing. Christian Scholler
Dipl.-Ing. Michael Kremb
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Schindler

Fluidon Konferenz 2011

© Lehrstuhl für Konstruktion im Maschinen- und Apparatebau, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Schindler

Dipl.-Ing. Christian Scholler

1

Gliederung

1. Einführung
2. Problemstellung
3. Modellierungsvarianten
4. Versuche
5. Ergebnisse
6. Zusammenfassung



© Lehrstuhl für Konstruktion im Maschinen- und Apparatebau, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Schindler

Dipl.-Ing. Christian Scholler

2

1. Einführung



Hohe Anforderungen an das fahrdynamische Verhalten von Nutzfahrzeugen

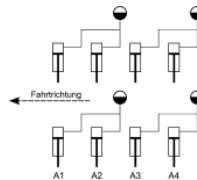
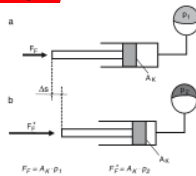
Ziel:

Simulation von (hoch-)dynamischen Fahrmanövern

Fragestellungen:

Struktur des Gesamtsystems, Detaillierungsgrad des Modelles, Anwendbarkeit auf verschiedene Fragestellung / Übertragbarkeit

1. Einführung



Komponenten:

Hydraulikzylinder
Gasspeicher
Leitungssystem / Ventile

Federwirkung: Gasspeicher

Dämpfung: Leitungssystem oder def. Widerstand

Dämpfung entscheidend bei (hoch-) dynamischen Anregungen



2. Problemstellung

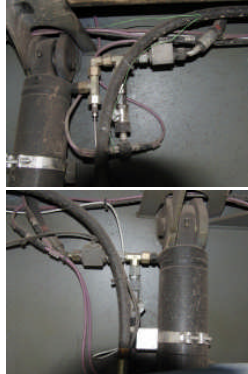
Modellierung Strömungswiderstände: **komplex**

- Schlauchleitungen
- Armaturen
- Winkelverschraubungen
- Ventile

Einfache Schlauchmodellierung
nur bedingt anwendbar



Zielkonflikt
Detailgenauigkeit vs.
Berechnungsgeschwindigkeit



3. Varianten

Analytischer
Ansatz

Numerisch
detaillierter
Ansatz

Numerisch
kennfeldbasierter
Ansatz

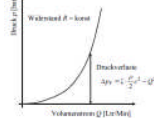
$$\Delta p_{s,K} = (\Delta p_V + \Delta p_R)_K$$

$$= \left(\zeta_K + \lambda \frac{l}{d} \right) p_K$$

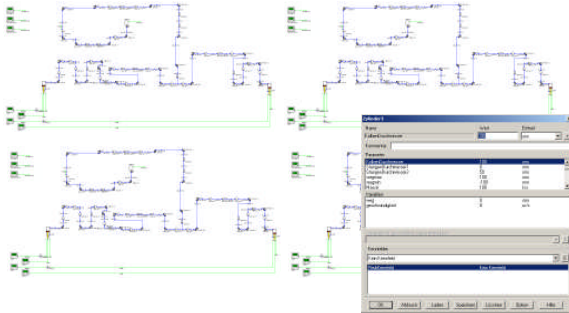


P : Q

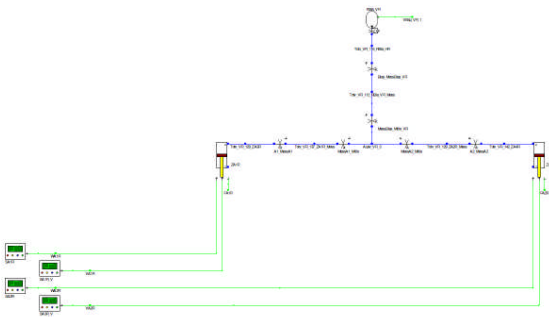
Teilsystem
↓
Kennfeld
Q(dp, p)



3. Varianten



3. Varianten



4. Versuche

Versuche

- Konstantfahrt
- Konstante Kreisfahrt
- Einzelhindernis
- Bremsung
- Doppelter Fahrspurwechsel
- Fahrbahn mit langwelligem Sinus
- Fahrbahn mit kurzwelligem Sinus
- Schlechtwegstrecke
- ...

Hier:

- Eingangsdaten: Weg / Geschwindigkeit
an den Zylinder
- Ausgangsdaten: Drücke / Kräfte
an den Zylindern
- Vergleichsbasis: Zylinderdruck
Achse 3 hinten rechts



4. Versuche

Versuch 1

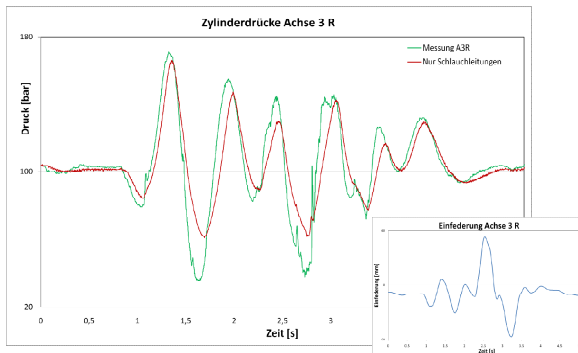
- Einzelhindernis
- Abmessungen (h x t) : 10 x 30 cm
- Geschwindigkeit: 10 km/h



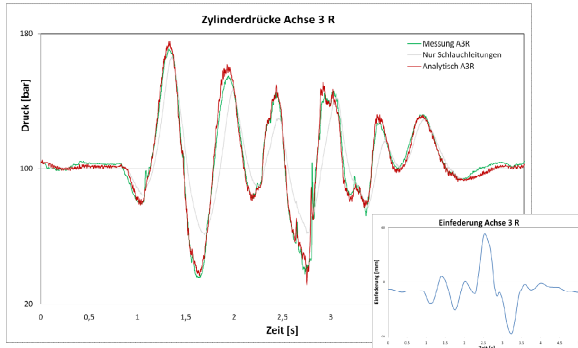
4. Versuche



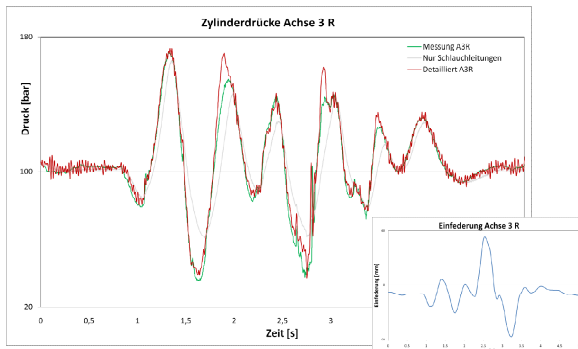
4. Versuche



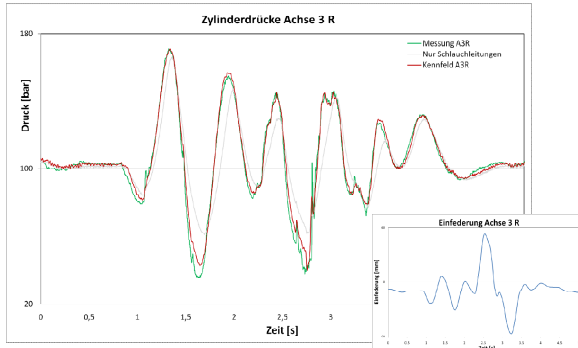
4. Versuche



4. Versuche



4. Versuche



4. Versuche

Versuch 2

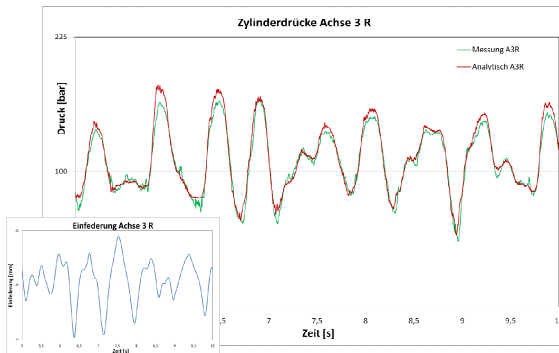
- Schlecht-Weg-Strecke (Belgisch-Block)
- Kopfsteinpflaster mit Schlaglöchern
- Fahrtgeschwindigkeit 10 km/h



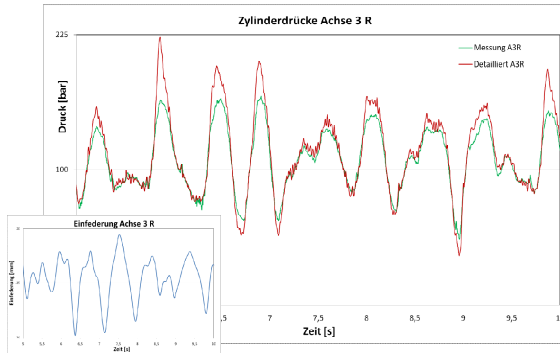
4. Versuche



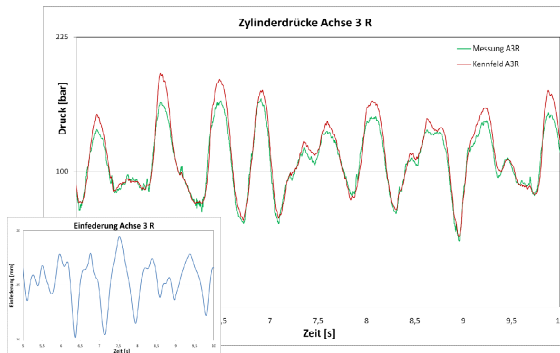
4. Versuche



4. Versuche



4. Versuche



5. Ergebnisse

Erstellungsaufwand

nahezu gleich

Strukturänderungen

- Analytische Methode: aufwändig
- Numerisch detaillierte Methode: gering
- Numerisch kennfeldbasierte Methode: gering

Parametrisierungsaufwand

- Analytische Methode: sehr gering
- Numerisch detaillierte Methode: mittel
- Numerisch kennfeldbasierte Methode: hoch

Simulationszeiten für 10 s Realzeit bei vollständigem System

- Analytische Methode: < 1 sec
- Numerisch detaillierte Methode: ca. 100 std.
- Numerisch kennfeldbasierte Methode: ca. 15 min

5. Ergebnisse

Analytisches Modell

- Einfache, nicht zu komplexe Modelle
- Parametervariation

Numerisches detailliertes Methode

- Verifikation Simulationsmethode
- Strukturvariationen

Numerische kennfeldbasierte Methode

- Strukturvariationen
- Co-Simulation

6. Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Simulation von (hoch-) dynamischen Fahrversuchen
- Vergleich verschiedener Modelle
- Einsatzmöglichkeiten

Fazit

- Methoden zur Auswahl der Modellierungsart
- Reduzierung der Modellierungszeit

Zielgeführte Simulation



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

