



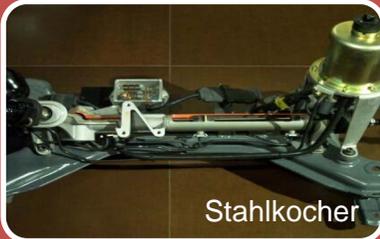
Fachhochschule Köln
University of Applied Sciences Cologne

Institute of Automotive Engineering
NVH Laboratory

Hydrauliksysteme und ihr Einfluss auf die Fahrzeugakustik

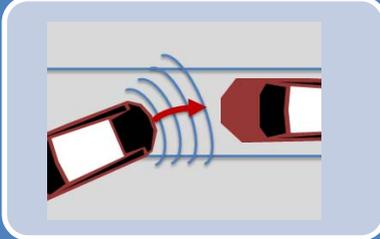


Akustisch relevante Themen der Fahrzeughydraulik



Vor- und Nachteile von Hydrauliksystemen im Fahrzeug

- Fokus auf die Fahrzeugakustik
- Übersicht der Mechanismen



Veränderte Anforderungen

- Effizienz
- neue Funktionalität

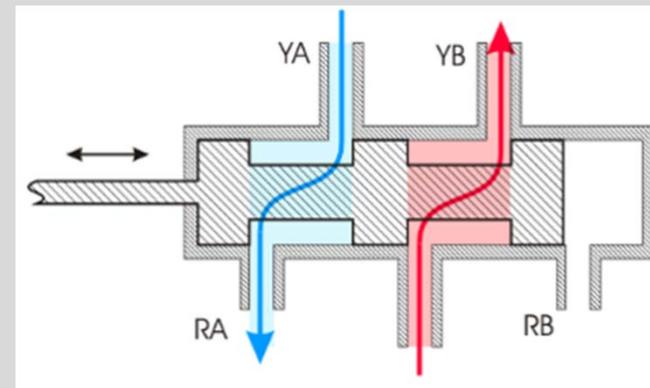


Handlungsfelder der Akustik

- Erweiterung der Berechnung
- Detaillierung der Modelle

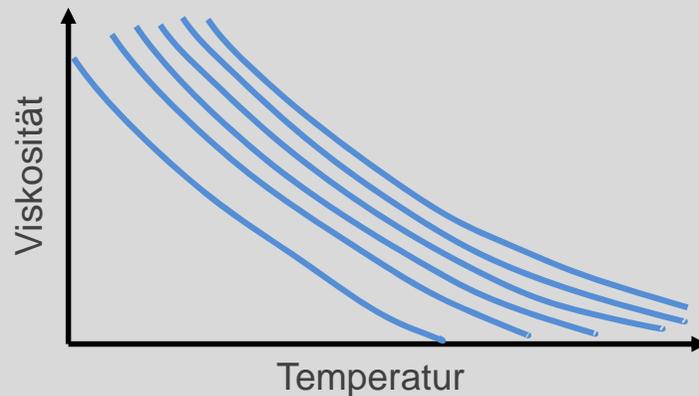
Nachteile der Hydraulik – eine akustische Auswahl

- Elastizität des Fluides führt zu Druck- und Bewegungsschwingungen
 - massebehaftet
 - Nichtlinearitäten
- Schaltgeräusche von Ventilen
 - hydraulische und mechanische Anteile
- Schwingungsneigung durch Druckstöße



Nachteile der Hydraulik – eine akustische Auswahl

- Temperaturabhängigkeit des hydraulischen Fluides
 - erschwert akustische Betrachtung
 - komplexe Modelle in der Berechnung erforderlich



Änderung der Schallgeschwindigkeit bei einem Temperaturgradient von 60°

Festkörper

Fluid

Stahl

ideales Gas
Luft

Flüssigkeit

~1,8%

10%

16%

- für ein akustisch hochqualitatives Modell ist ein ein sehr gutes thermisches Modell erforderlich

Vorteile der Hydraulik – eine Auswahl mit akustischer Relevanz

- hohe Kräfte, hohe Leistungsdichte
 - akustisch zur Anregung nur geringe dynamische Kraftamplituden nötig
 - kleine Dynamik bei hoher Leistungsdichte hat große akustische Auswirkung
- einfache Regelungskonzepte zur optimalen Ausnutzung
 - Funktion der Kraftübertragung
 - Funktion der Leistungsübertragung
 - aufwändig dynamischen Gesichtspunkten gerecht zu werden

Leistung	Leistungspegel	Beispiel
10 W	130 dB	Schmerz
1 W	120 dB	
0,1 W	110 dB	Motorsäge
0,01 W	100 dB	Disco
$1 \cdot 10^{-3}$ W	90 dB	Kinderlärm
$1 \cdot 10^{-5}$ W	70 dB	Unterhaltung
$1 \cdot 10^{-7}$ W	50 dB	Spülmaschine

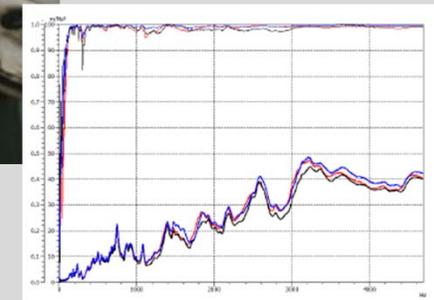
Flügelzellenpumpe
 10 bar ; 9 l/min ; 150 W
 50 bar ; 3 l/min ; 250 W

Vorteile der Hydraulik – eine Auswahl mit akustischer Relevanz

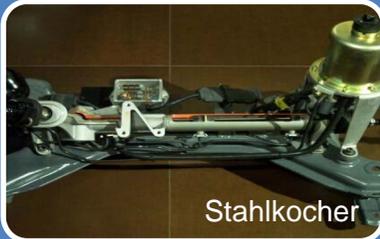
- aufgelöste Bauweise
 - freie Verlegung der Rohr- und Schlauchleitung erweist sich als akustischer Nachteil!
 - diese ist unter akustischen Gesichtspunkten eben nicht frei
 - aktuelle Forschung
 - Anbindungspunkte
 - Nachgiebigkeit der umgebenden Struktur
 - dynamische Rückwirkung auf das Rohrleitungssystem
 - Erweiterung für verschiedene Fahrzeugstrukturen



Inertanz

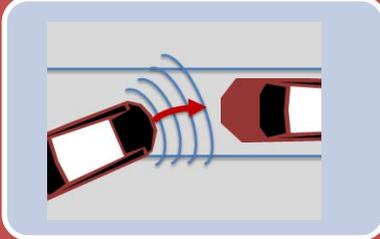


Akustisch relevante Themen der Fahrzeughydraulik



Vor- und Nachteile von Hydrauliksystemen im Fahrzeug

- Fokus auf die Fahrzeugakustik
- Übersicht der Mechanismen



Veränderte Anforderungen

- Effizienz
- neue Funktionalität

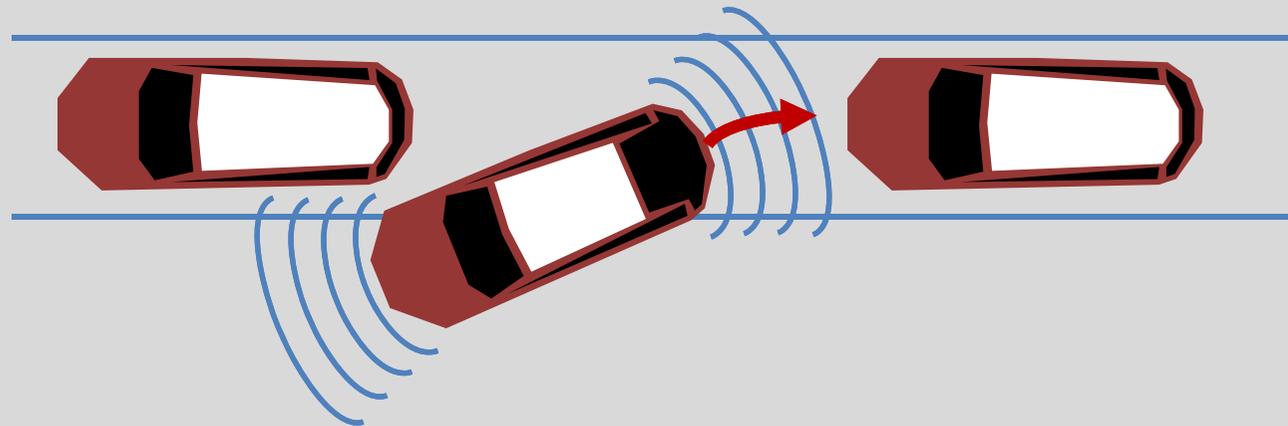


Handlungsfelder der Akustik

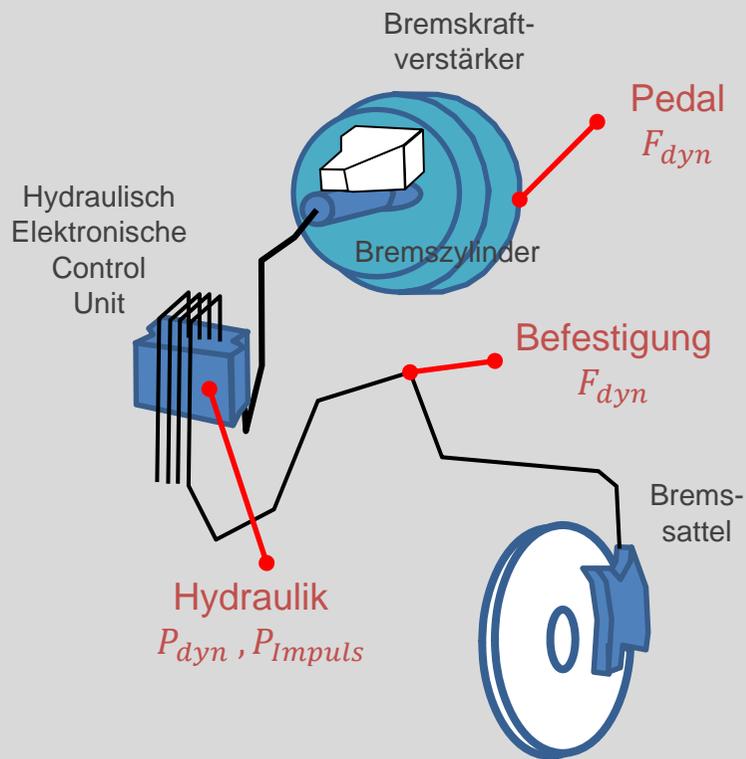
- Erweiterung der Berechnung
- Detaillierung der Modelle

Veränderte Anforderungen in der Fahrzeugtechnik

- Effizienzsteigerung
 - Hybridisierung mit der Folge fehlender akustischer Überdeckung
 - Betriebspunkte aller Komponenten im effizientesten Punkt unabhängig von der akustischen Qualität
- Wachstum bei Assistenzsystemen hinsichtlich Vielfalt und Funktionalität
 - automatische Parkfunktion

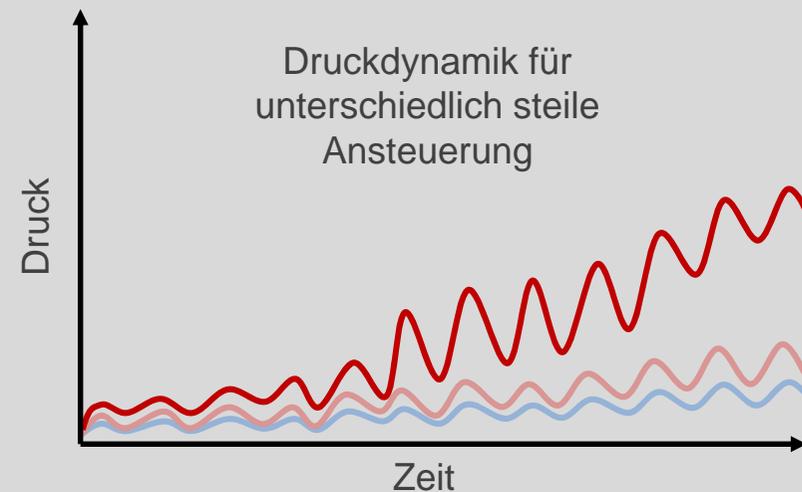


Veränderte Anforderungen in der Fahrzeugtechnik Beispiel Parkassistent



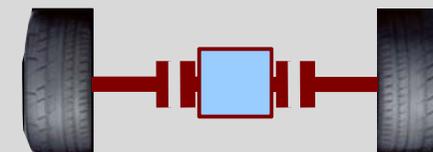
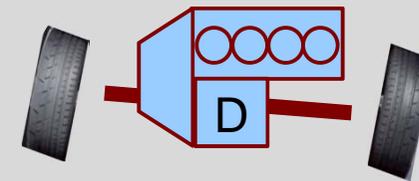
Nutzungserweiterung der hydraulischen Komponenten von Bremse und Lenkung für einen leisen Betriebszustand des Fahrzeuges.

- geringe Akzeptanz, da kein Eingriff des Fahrers
- neue Anforderung an die Befestigung

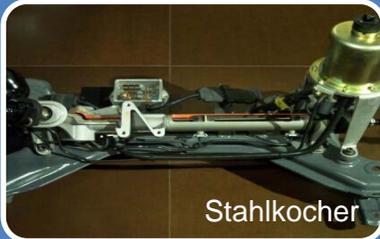


Veränderte Anforderungen in der Fahrzeugtechnik

- Trend zu dezentralen Funktionseinheiten
 - lange als Domäne der Elektrik/Elektronik
 - Ein Trend der sich auch im Aufbau von mechanischen Antriebssträngen widerspiegelt.
 - Auflösung des klassischen Antriebsstranges bis hin zu Einzelantrieben
 - in der Hydraulik
 - busunabhängige Systeme
 - damit neue akustische Anforderungen
 - Austauschbarkeit hydraulischer und elektrischer Komponenten?

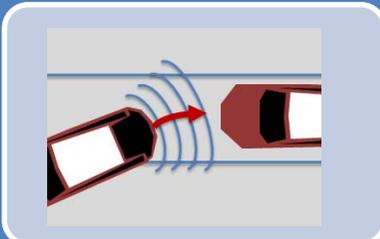


Akustisch relevante Themen der Fahrzeughydraulik



Vor- und Nachteile von Hydrauliksystemen im Fahrzeug

- Fokus auf die Fahrzeugakustik
- Übersicht der Mechanismen



Veränderte Anforderungen

- Effizienz
- neue Funktionalität

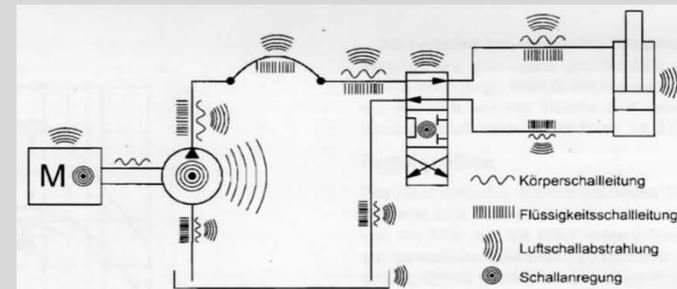
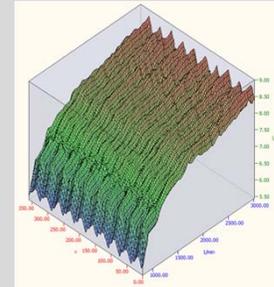


Handlungsfelder der Akustik

- Erweiterung der Berechnung
- Detaillierung der Modelle

Handlungsfeld – dynamisches Verhalten des Leitungssystems

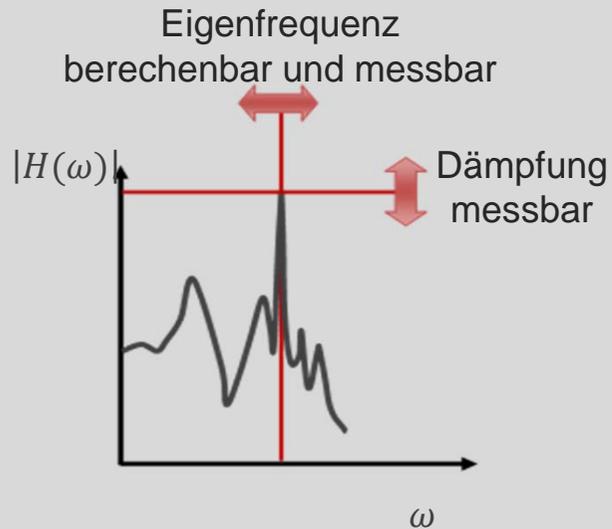
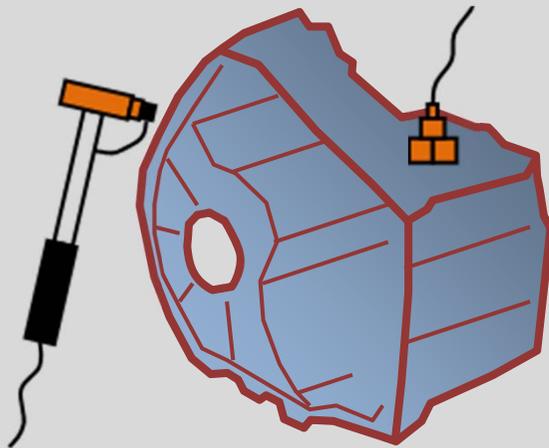
- Mit der in OptiELF erarbeiteten Vorgehensweise lässt sich das Verhalten einer Pumpe qualitativ hochwertig abbilden.
- Pumpen sind bezüglich des Körperschalls entkoppelt
- Handlungsbedarf Leitungssystem
 - Kontaktpunkt
 - Befestigungsart
 - Ziel: Beschreibung der Körperschallwege im Sinne einer OTPA
 - Erweiterung der Berechnung und Messtechnik



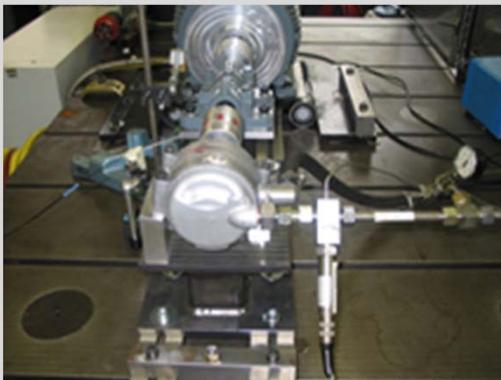
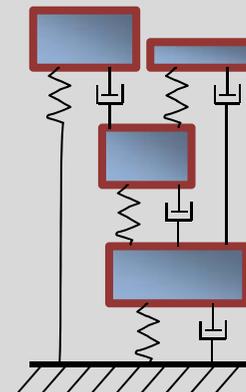
O+P Konstruktionen –Jahrbuch 2008/2009: Goenechea, Gels



1D Pumpenmodell – strukturmechanische Analogie



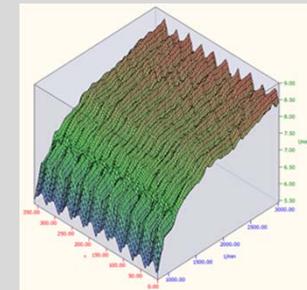
Modales Massen-Modell der Struktur



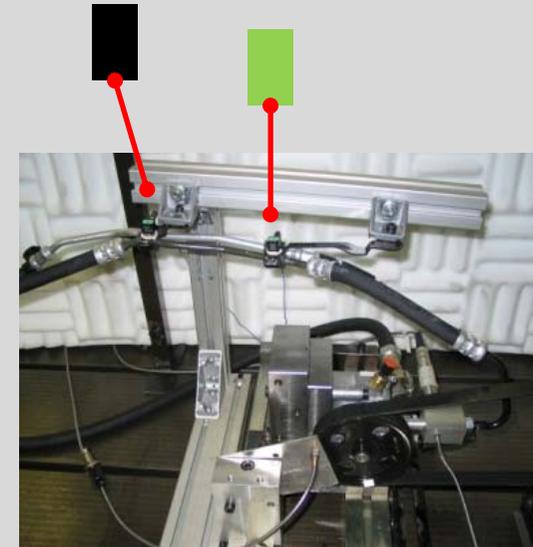
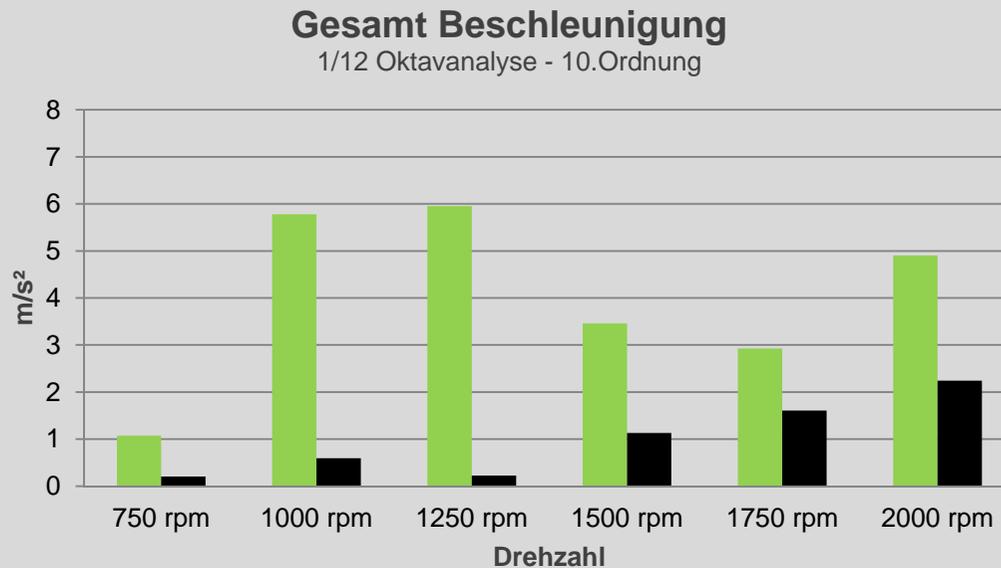
Pumpe - Strecke

- Eigenfrequenzen schwer berechenbar
- Dämpfung des dynamischen Volumenstroms aus Messung berechenbar

parametrische Beschreibung Modales Volumen-Modell

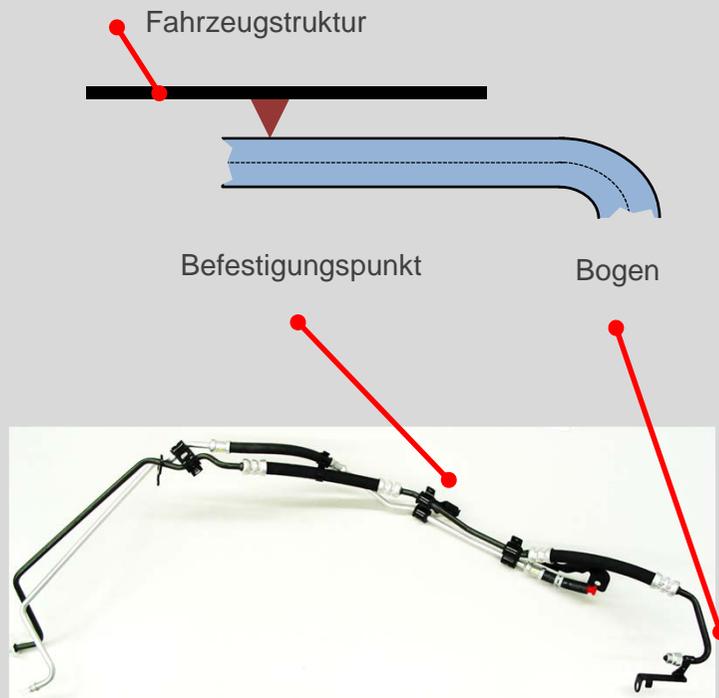


Handlungsbedarf – Beschleunigung an Kontaktpunkten



- signifikant am Befestigungspunkt sind die Ordnungen der Pumpe
- Unterschiede für verschiedene Messpunkte
- Einflussfaktoren:
 - Nachgiebigkeit und Ort der Befestigung
 - Steifigkeit des Leitungssystems

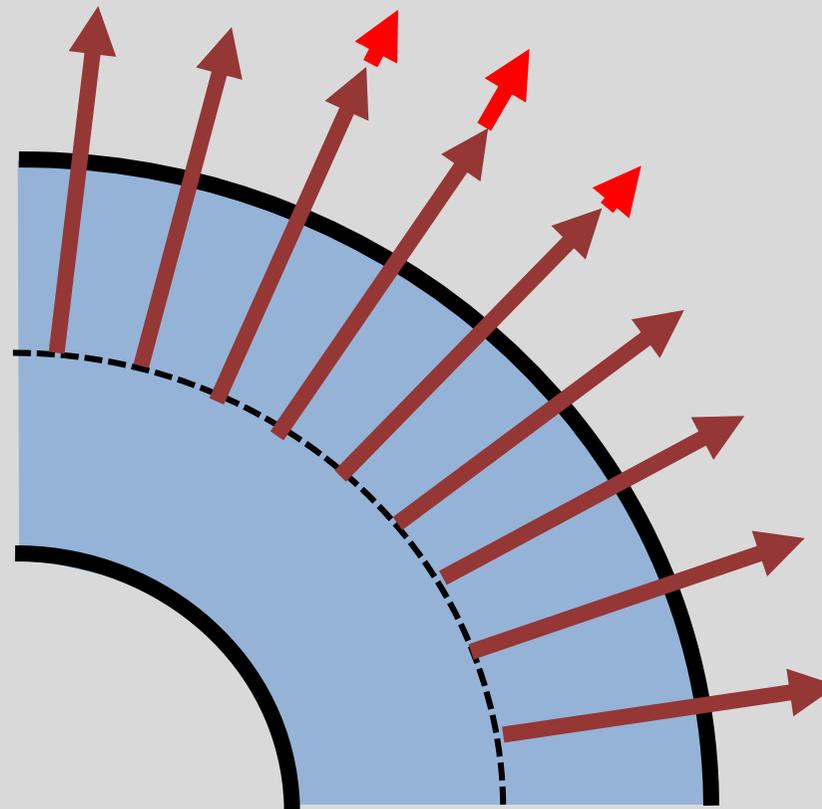
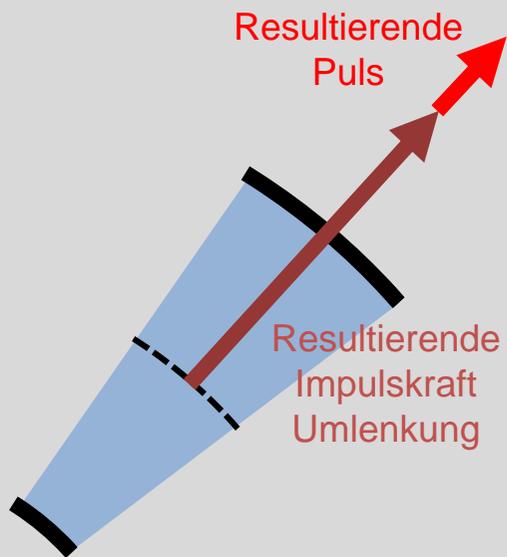
Handlungsfeld – Krafteinleitung in den Befestigungspunkten



- Krafteinleitung der Druckpulsation am Befestigungspunkt ist berechenbar
 - gering
 - Unterschied an verschiedenen Befestigungspunkten
- Durchlauf der Druckwelle durch den Bogen regt das Rohrstück dynamisch an
- Systemverhalten vom Grundsatz ein eingespannter Balken
- die Wirkung am Befestigungspunkt ist damit berechenbar

Handlungsfeld – Kraftvektor im Leitungsbogen

Betrachtung am
Bogensegment

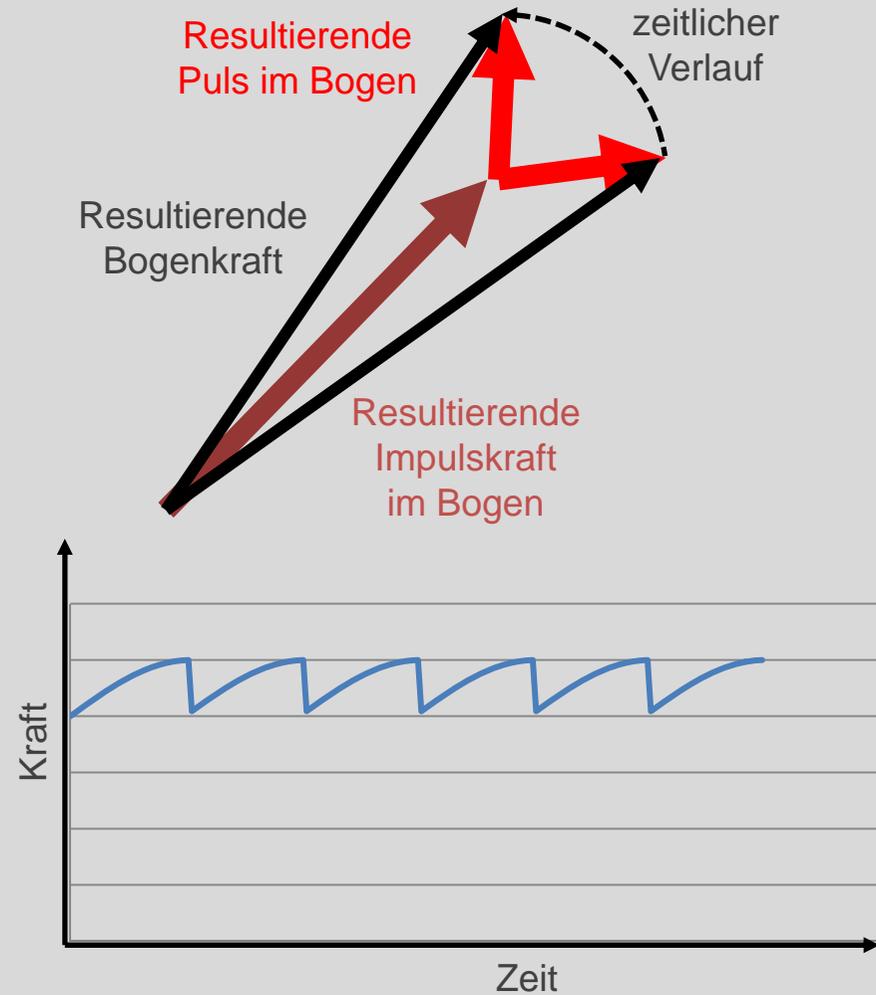


einfache Betrachtung ohne Sekundärströmungen

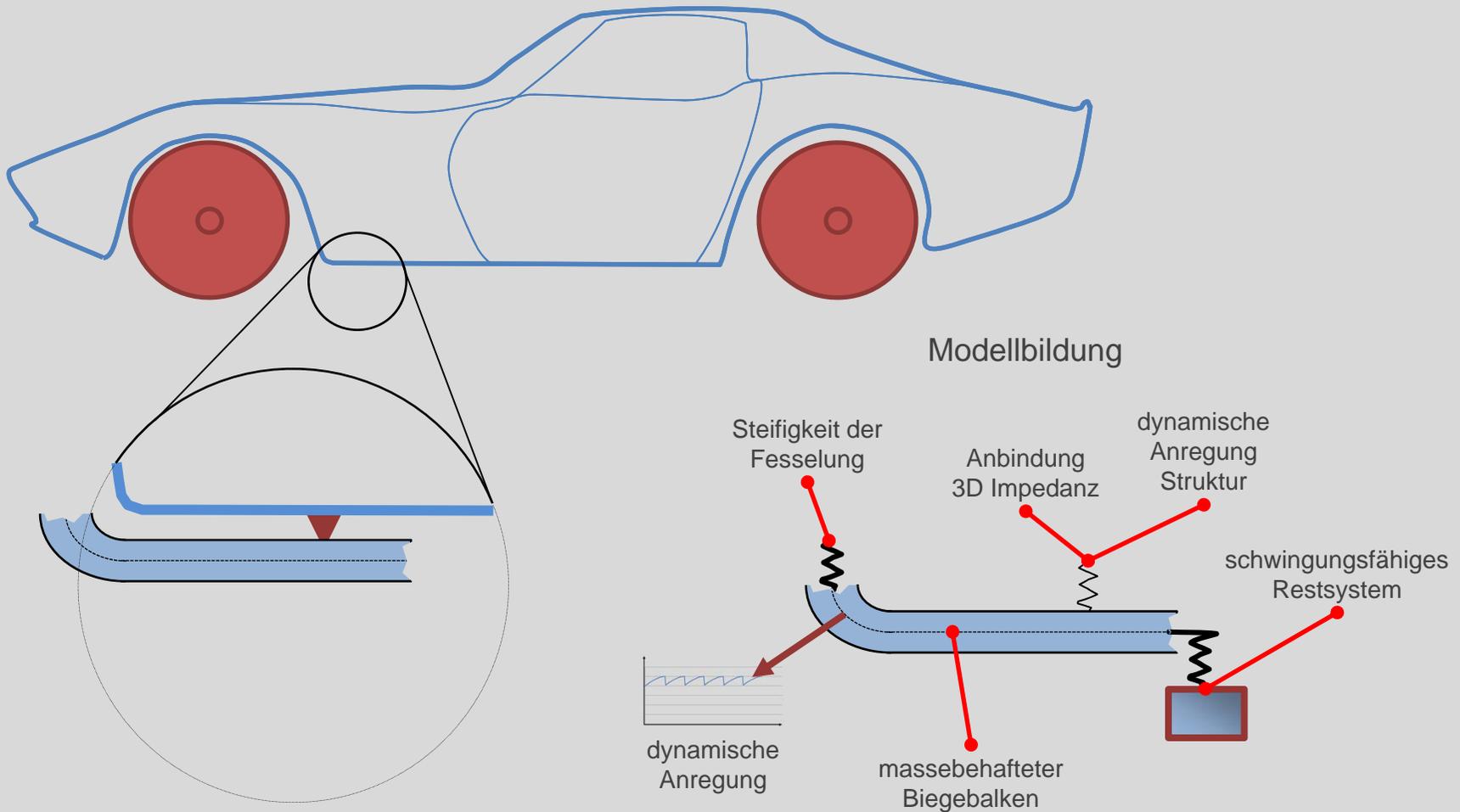
Handlungsfeld – Kraftvektor im Leitungsbogen

Dynamik der Resultierenden

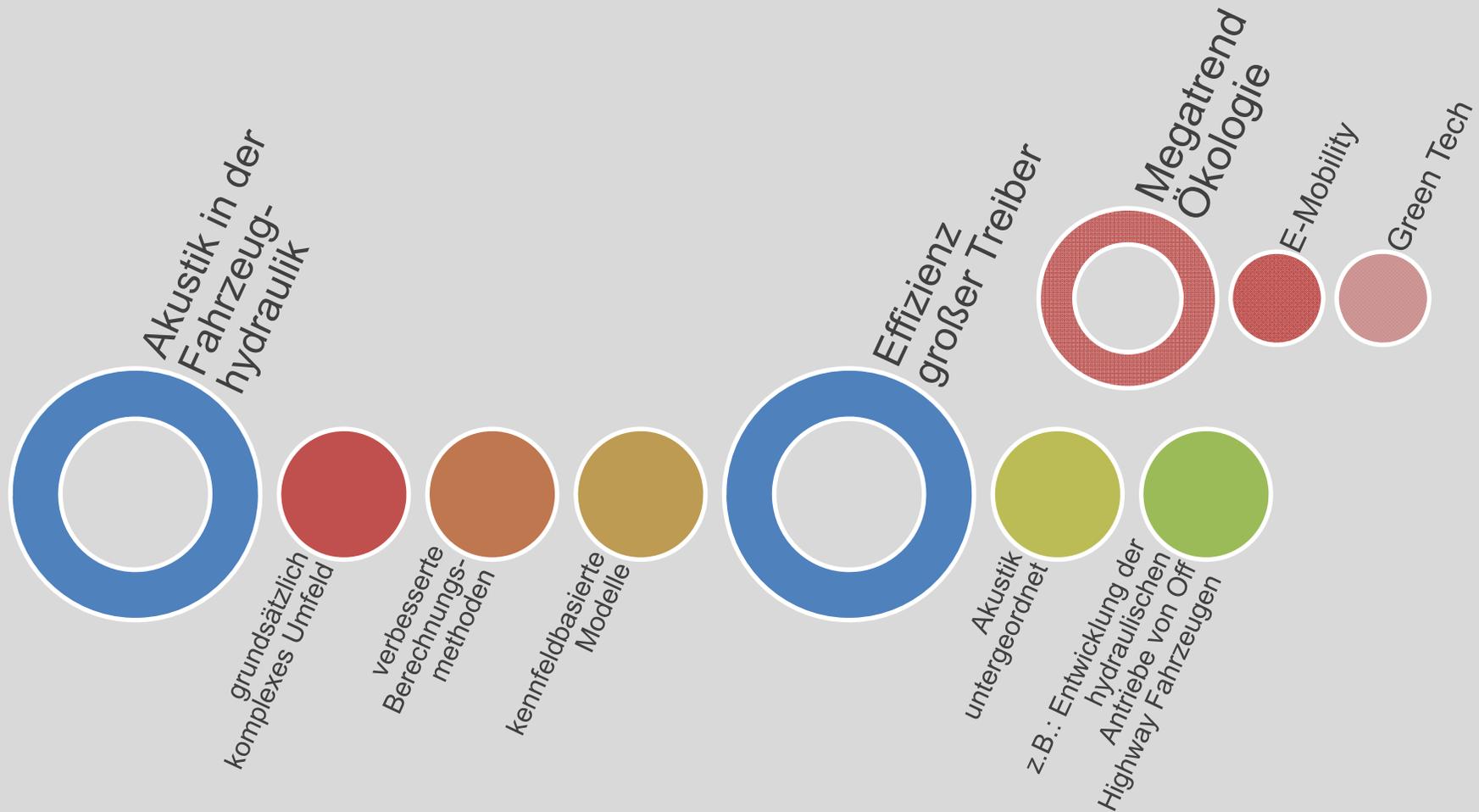
- Bogenkraft regt das Rohrleitungssystem an
 - vertikal Biegeschwingungen
 - horizontal Längswellen
- Form der Vertikaldynamik
 - sinusförmige Sägezahnkurve



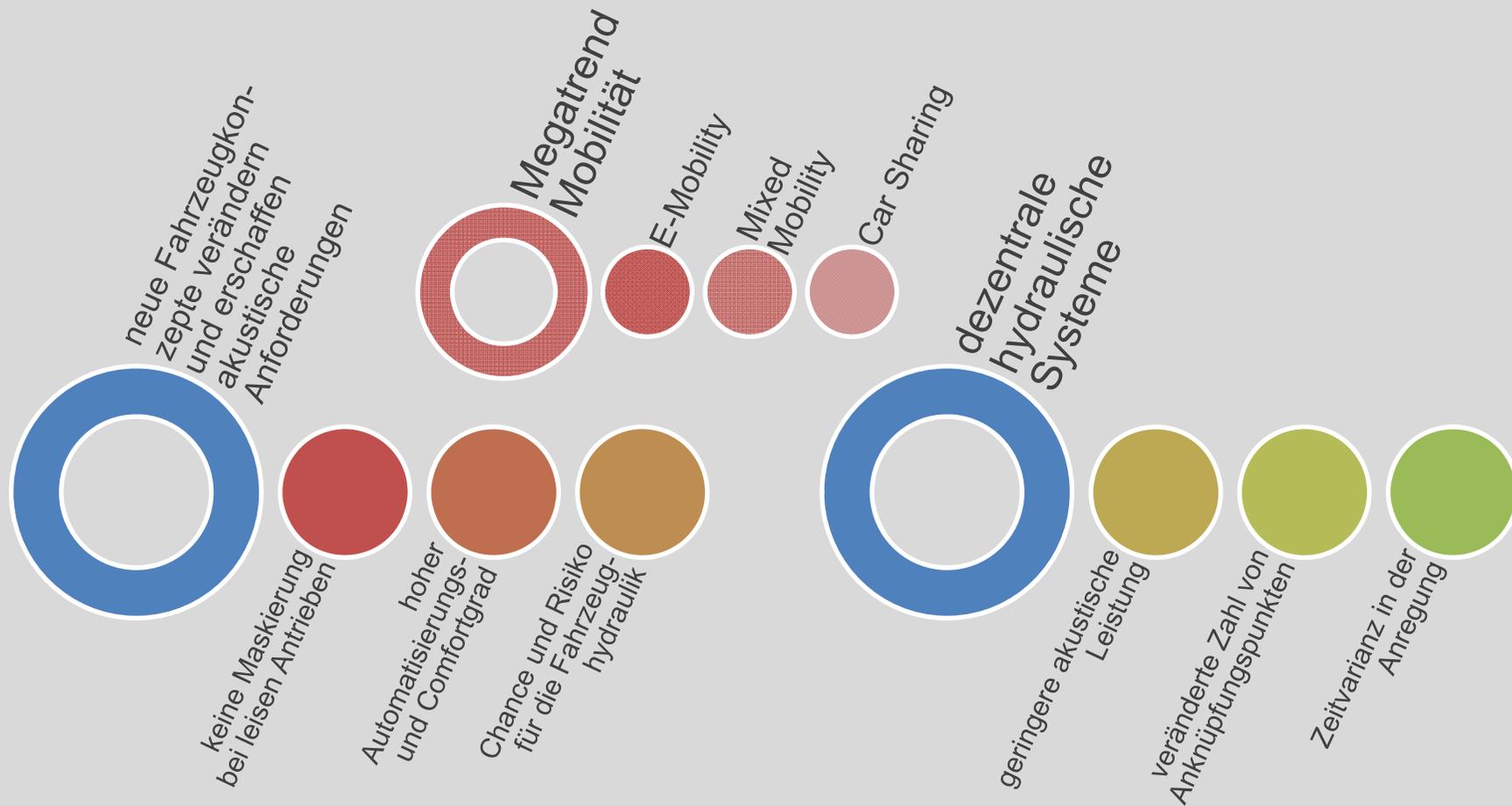
Handlungsfeld – Modellbildung mit dynamischer Bogenanregung



Zusammenfassung und Ausblick



Zusammenfassung und Ausblick



Zusammenfassung und Ausblick



... mündet in einer notwendigen Erweiterung der Berechnungsmodelle und des Systemverständnisses

- Treiber ist in erster Linie die nachlassende Maskierung
- Preisdruck führt zu simpleren Komponenten
- Notwendigkeit einer verbesserten Anregungssituation bleibt bestehen
- Vorgänge im Übertragungsweg selbst und an den Anknüpfungspunkten rücken weiterhin in den Vordergrund