

# AUTOMATISIERTE AUSLEGUNG VON ACHSFEDERN

*Sergej Schneider*

*WOST 2018, 22.06.2018*

# Agenda

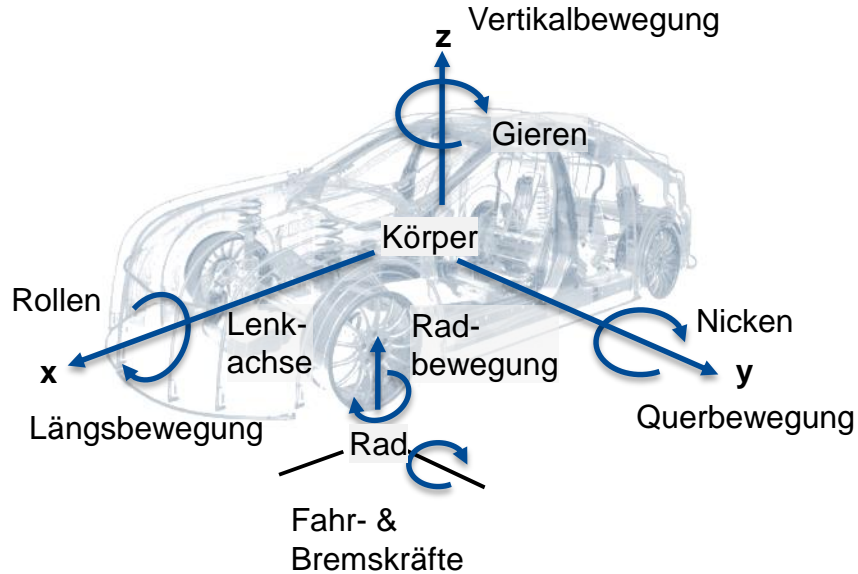
---

1. AUFGABE UND ANFORDERUNG AN DIE ACHSFEDER
2. CHARAKTERISTIKEN DER ACHSFEDER
3. PARAMETRISIERUNG DER ACHSFEDER
4. FE-MODELL DER ACHSFEDER
5. OPTIMIERUNGSMODELL DER ACHSFEDER



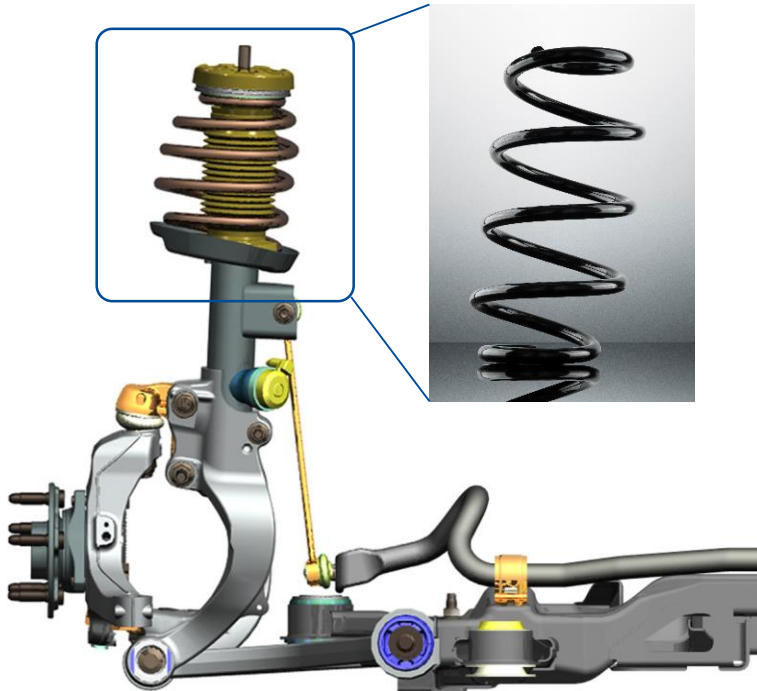
## *AUFGABE UND ANFORDERUNG AN DIE ACHSFEDER*

# Aufgabe der Achsfeder im Fahrzeug



- **Fahrwerk, Feder-Dämpfer-System und Stabilisatoren sind verantwortlich für**
  - Fahrsicherheit
  - Roll- und Nick-Ansprechverhalten
  - Stabilisierung in Kurven
  - Bodenhaftung und Reduzierung der Radkraftschwankungen
  - Absorption/Minderung von Stößen und Vibrationen in der Fahrgastzelle
  - Standhöhe des Fahrzeugs

# Anforderung an die Achsfeder im Fahrzeug

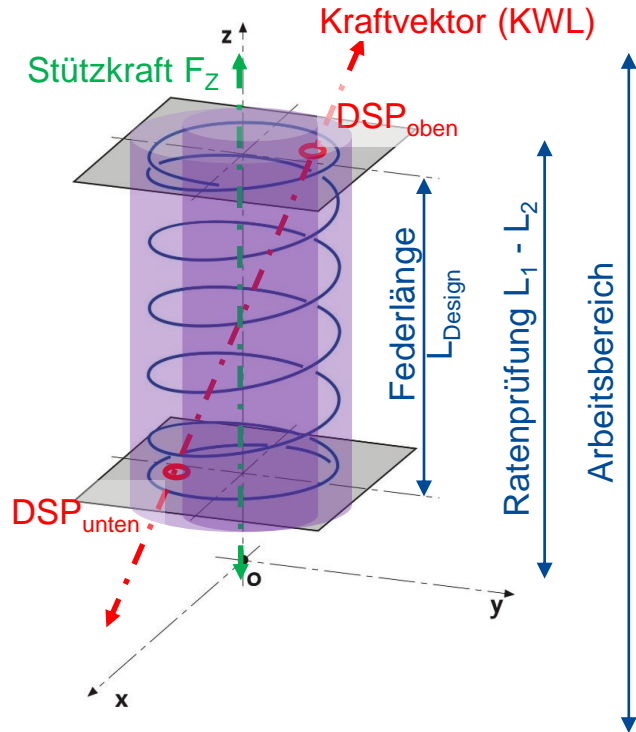


- **Anforderung an die Achsfeder**
  - Erfüllen der statischen und dynamischen Spezifikationen
  - Interaktion mit den Anbindungen (Federteller, Gummiunterlage)
  - Bauraum
  - Robustheit, Leichtbau, Produzierbarkeit, Kosten
- **Vorteile von Schraubendruckfedern als flexibles Element**
  - Kompaktes Design
  - Kombination mit Dämpfer in einer Komponente
  - Querkraftkompensation
  - Lineare und progressive Kennlinie
  - Kosteneffizient und wartungsfrei



## CHARAKTERISTIKEN DER ACHSFEDER

# Charakteristische Kenngrößen



## ■ Kenngrößen der Achsfeder

- Stützkraft  $F_z$  bei Designlänge  $L_{\text{Design}}$
- Federrate zwischen Prüflängen  $L_1$  und  $L_2$
- Durchstoßpunkte  $\text{DSP}_{\text{oben}}$  und  $\text{DSP}_{\text{unten}}$  bei  $L_{\text{Design}}$
- Arbeitsbereich zwischen Vollauffederung und Einfederung

## ■ Randbedingungen

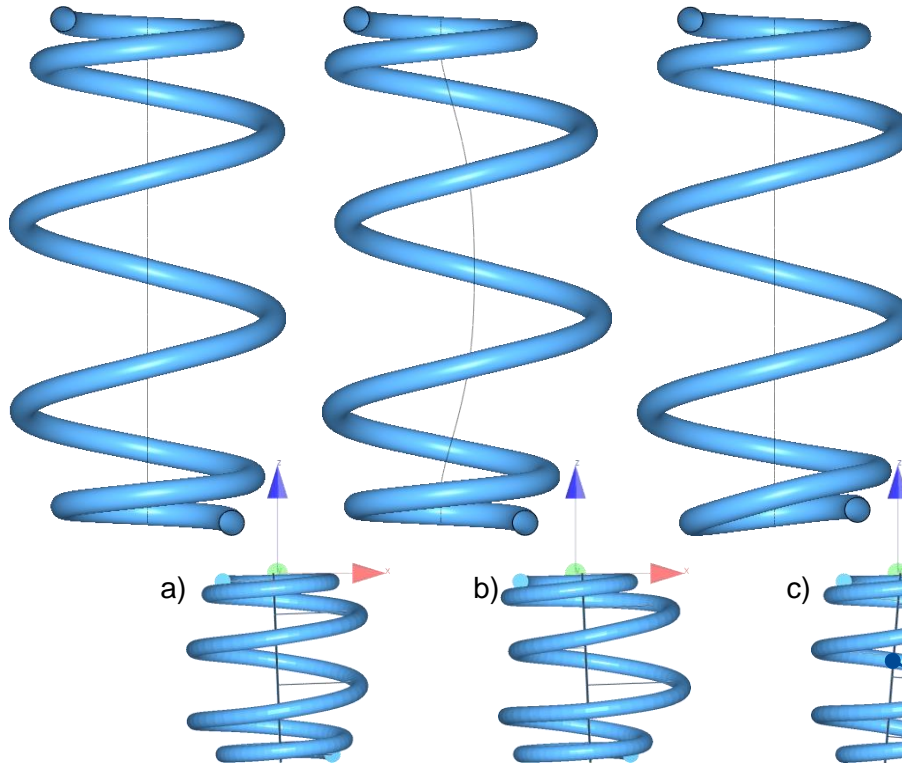
- Parallel- oder Systemeinfederung
- Bauraum außen und innen
- Anbindung zum Federteller und zur Gummiunterlage



## *PARAMETRISIERUNG DER ACHSFEDER*



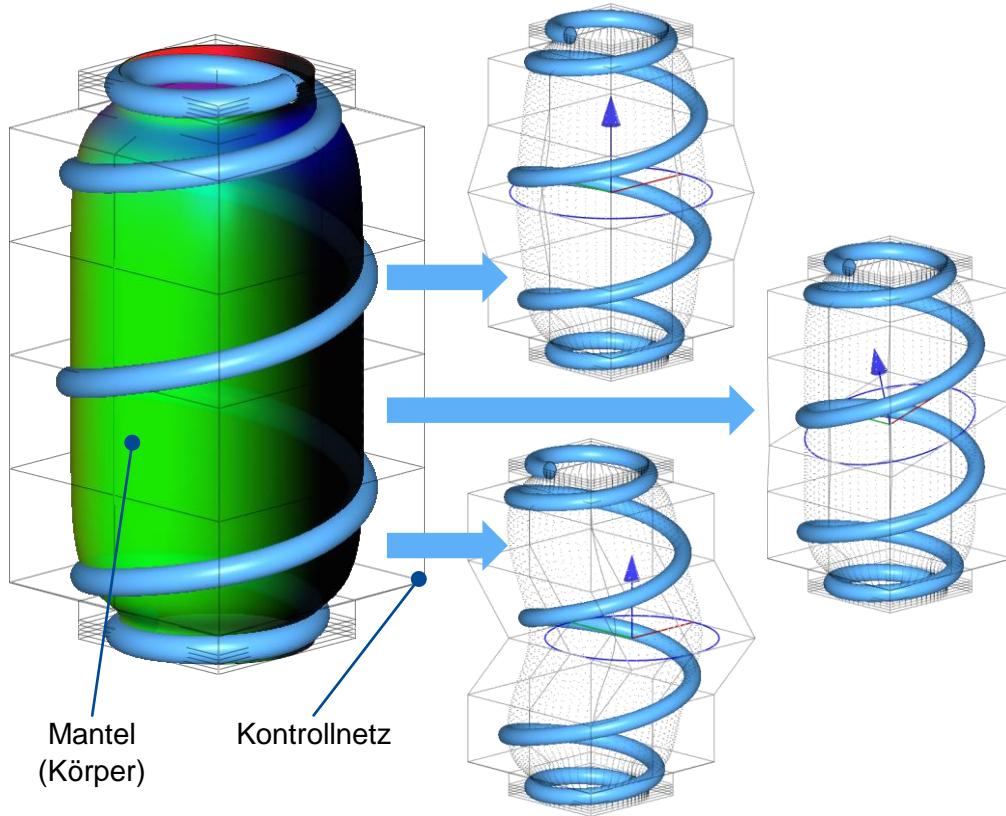
# Parameteridentifizierung



■ **Parameter** (vgl. DIN 13906-1)

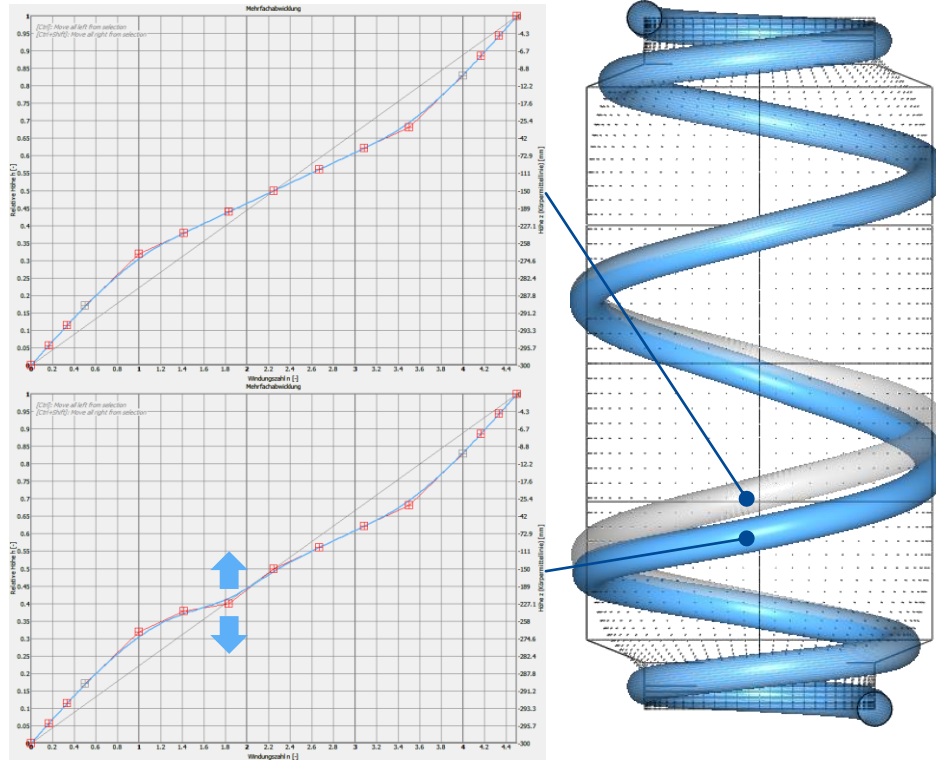
- Federlänge  $L$
- Anzahl Windungen  $n$
- Drahtdurchmesser  $d$
- Körperdurchmesser  $D_m$
- Windungs-Offset ( $b$ )
- Windungs-Neigung ( $c$ )

# Modellaufbau (Körper)



- Anlehnung an Helixdefinition
  - Manteldefinition (Körper)
  - Kurvendefinition (UV-Ebene)
- Körper als NURBS-Fläche
  - Grad in Umfangsrichtung U konstant
  - Grad in Höhenrichtung V variabel
- Körpermanipulation mittels Kontrollnetz
  - Durchmesser
  - Neigung
  - Offset

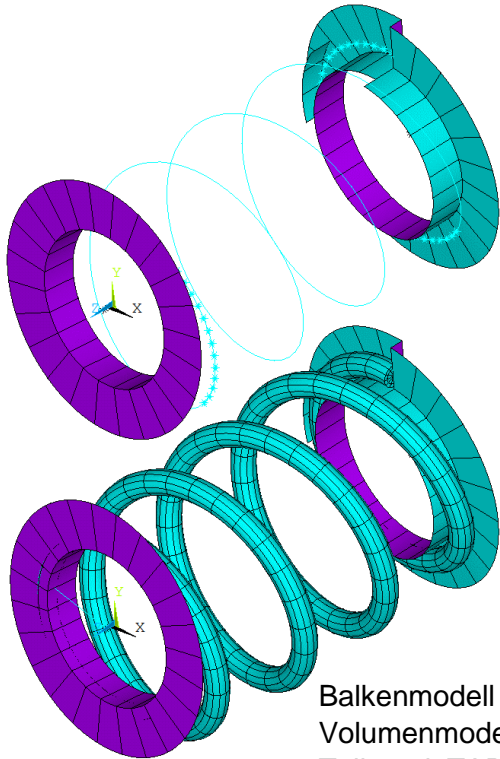
# Modellaufbau (UV-Ebene)



- Kurve als NURBS-Kurve
- Mehrfachabwicklung
- Kurvenmanipulation mittels Kontrollpolygon
  - Lokaler Einfluss der Kontrollpunkte abhängig vom Grad der Funktion



## *FE-MODELL DER ACHSFEDER*



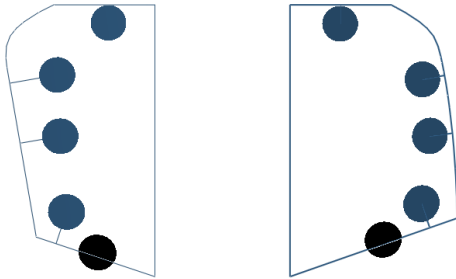
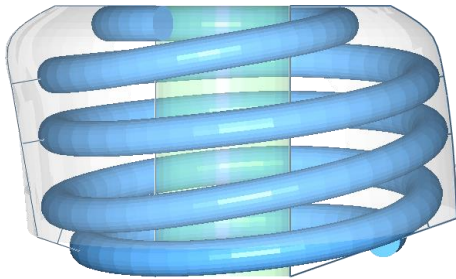
Balkenmodell mit BEAM189 (oben)  
Volumenmodell mit SOLID186 (unten)  
Teller mit TARGE170

- Parametrisiertes Modell in Mechanical APDL
- Statisch
- Geometrisch nicht-linear
- Quadratische Elemente
- Elastisches Materialmodell
- **Balkenmodell**
  - Geometrieauslegung
- **Volumenmodell**
  - Lebensdauerbewertung



## OPTIMIERUNGSMODELL DER ACHSFEDER

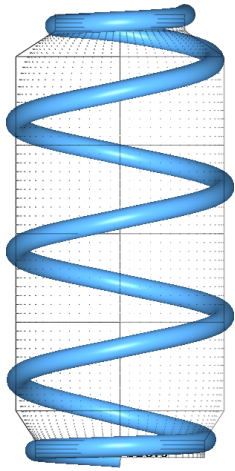
# Optimierungsmodell



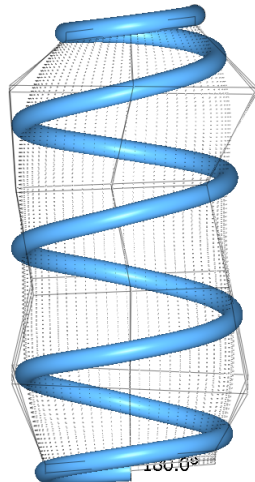
Bauraumprüfung  
auf STL-Basis

- Zylindrische Achsfeder als Referenzdesign
- optiSLang-Projekterzeugung via OPX-Schnittstelle
- Restriktionen als Strafterme in Zielfunktion
  - Max. zulässige Schubspannung | PSWT
  - Stützkraft ( $\pm$ Toleranz)
  - Rate ( $\pm$ Toleranz)
  - Durchstoßpunkte ( $\pm$ Toleranz)
  - Min. Windungsabstand
  - Max. zulässige Hohllage
  - Bauraum
- Minimierung  $\text{Var}(\text{Schubspannung} \mid \text{PSWT}) + \text{Strafterme}$

# Beispielerggebnis



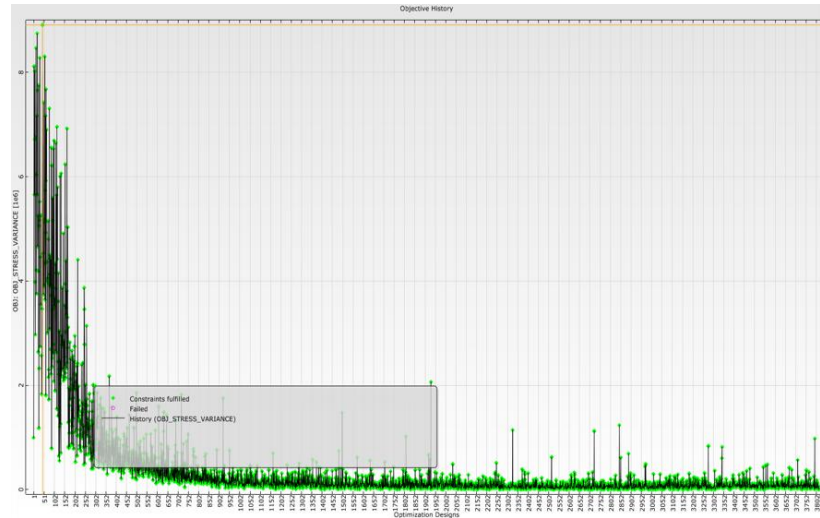
a) Startdesign



b) BestDesign

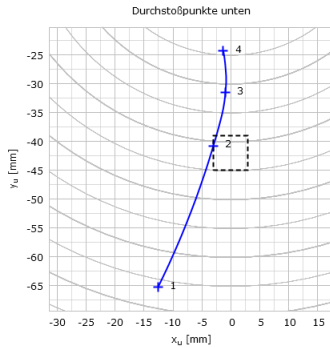
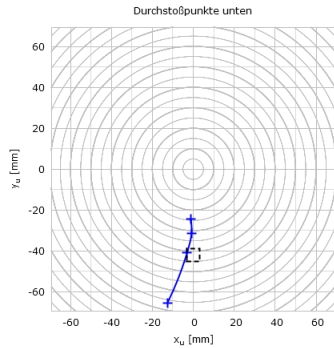
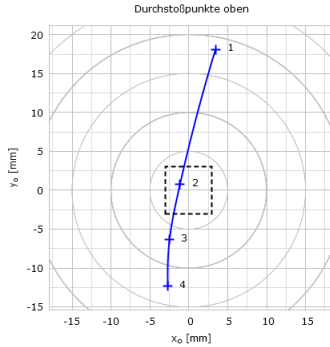
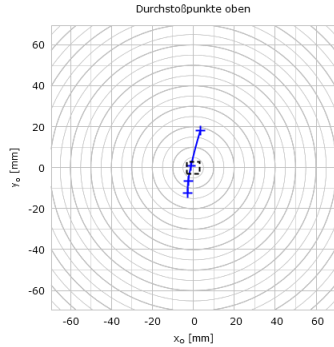
- Startdesign auf Basis der analytischen Auslegung
- Schnelle Verbesserungen der Zielfunktion
- Abbruch durch Stagnationskriterium nach 3800 Designs

Historie:

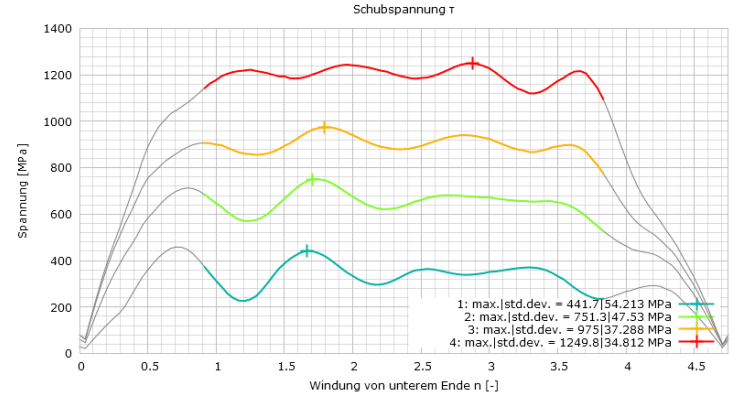
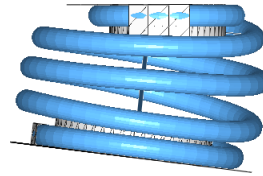




# Beispielerggebnis



- Alle Kriterien erfüllt
- Leicht inhomogene Belastung bei max. Einfederung  
→ bauräumbedingte Grenzen



a) Durchstoßpunkte

b) Max. Einfederung

c) Schubspannungsverlauf

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**