

Haptik- und Akustik –Simulation von Kfz-Bedienelementen

Projektpartner: IFTE - Sten Währisch
AUDI AG – Christian Wall

Dresden, 08.11.2012

ISBN 978-3-00-038084-6

Schnittstelle Fahrer-Fahrzeug im Audi A3



Quelle: Audi AG

Zentrales Bediensystem MMI

ISBN 978-3-00-038084-6

- **Anforderungen an den Dreh-Drucksteller:**
 - Eindeutige Rückmeldung durch Feedback ⇒ garantiert Bediensicherheit
 - Hoher Qualitätseindruck und Zuverlässigkeit ⇒ erzeugt Markengefühl

- **Anforderungen an die Entwicklung:**
 - Zielsichere Bestimmung der Entwurfsgrößen ⇒ bedingt erfüllt
 - Robustes Bedienverhalten ⇒ hoher Aufwand

- **Projektziele:**
 - Drehsteller mit angenehmer Haptik und Akustik
 - Verkürzung der Entwicklungszeit



**Durch Vorhersage des Bedienverhaltens
mit Simulation**

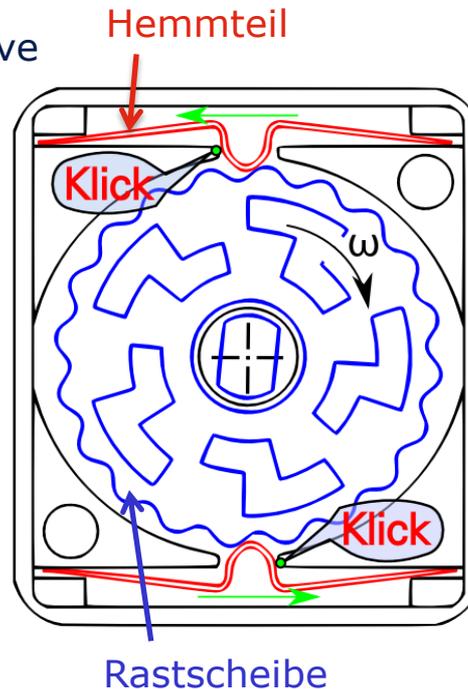
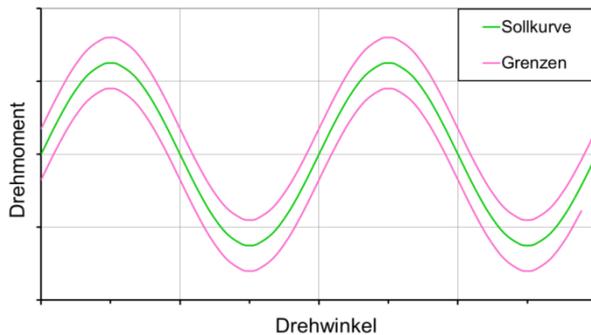


➤ Analyse Drehsteller

- Mechanisches Gehemme erzeugt Rast- und Geräuschverhalten
- Enge Verknüpfung von haptischem und akustischem Verhalten

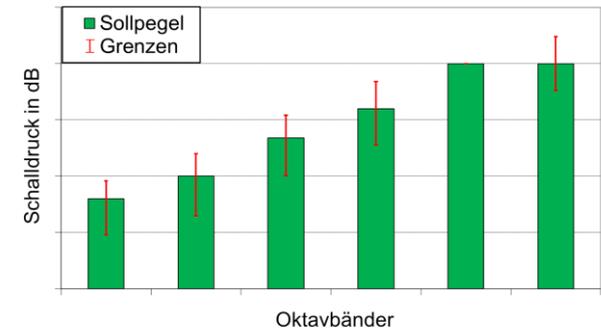
Haptik

- Sinusförmige Drehmomentkurve innerhalb Grenzen



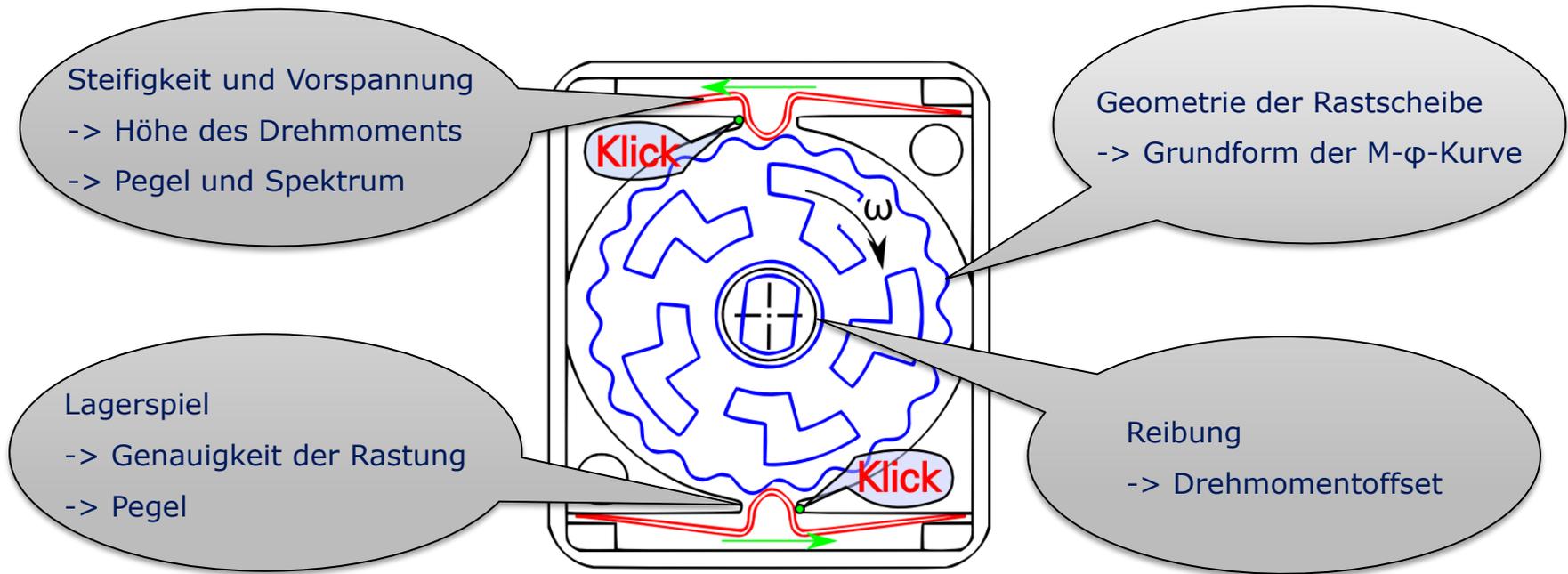
Akustik

- Breitbandiges Spektrum geringer Schärfe, Welligkeit



➤ **Problem im Entwicklungsprozess:**

- Interaktion zwischen Vielzahl von Entwurfsgrößen bestimmt Bedienverhalten



➤ **Lösung:**

- Vorhersage des Bedienverhalten durch dynamische Mehrkörper-**Simulation**
- Bestimmung der Werte der Entwurfsgrößen durch numerische **Optimierung**

➤ **Vorgehensweise**

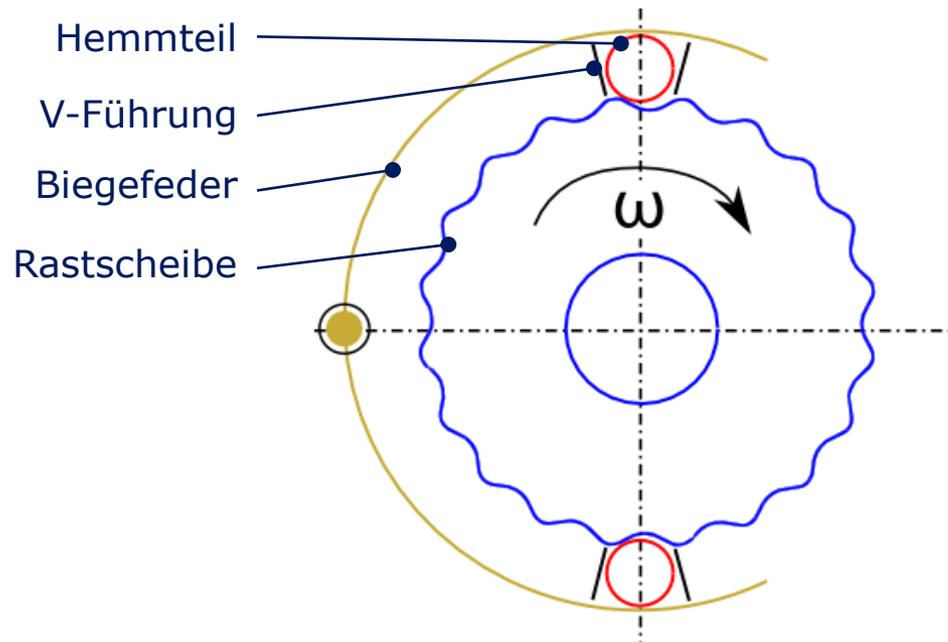
- Konzept erstellen
- Mech. Struktur in Simulationsmodell abbilden
- Modell validieren
- Einflussanalysen durchführen
- Bestimmung der Entwurfsgrößen durch Optimierung
- Funktionsmuster aufbauen und Bedienverhalten messen
- Vergleich mit Vorgaben

-> Ziel: 1. Funktionsmuster erfüllt Vorgaben



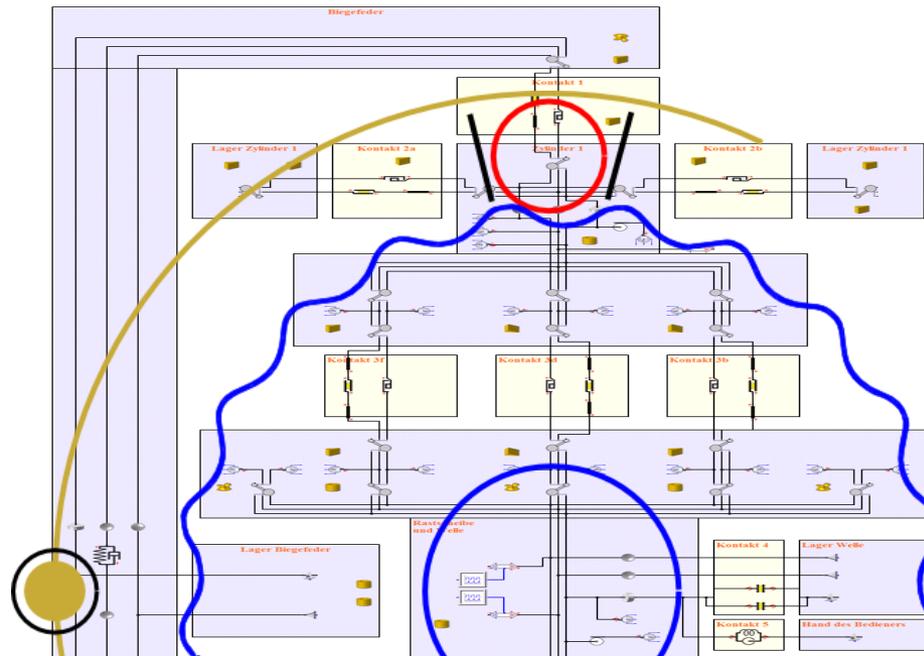
➤ **Konzept für neuen Drehsteller**

- Geringe Kopplung von Haptik und Akustik durch V-Führung
- Minimales Verdrehspiel in der Rast
- Direkter Kraftfluss zwischen Hemmteilen durch Biegefeder
- Verringerung der Toleranzkette für Federkraft



➤ Modellierung mit SimulationX®

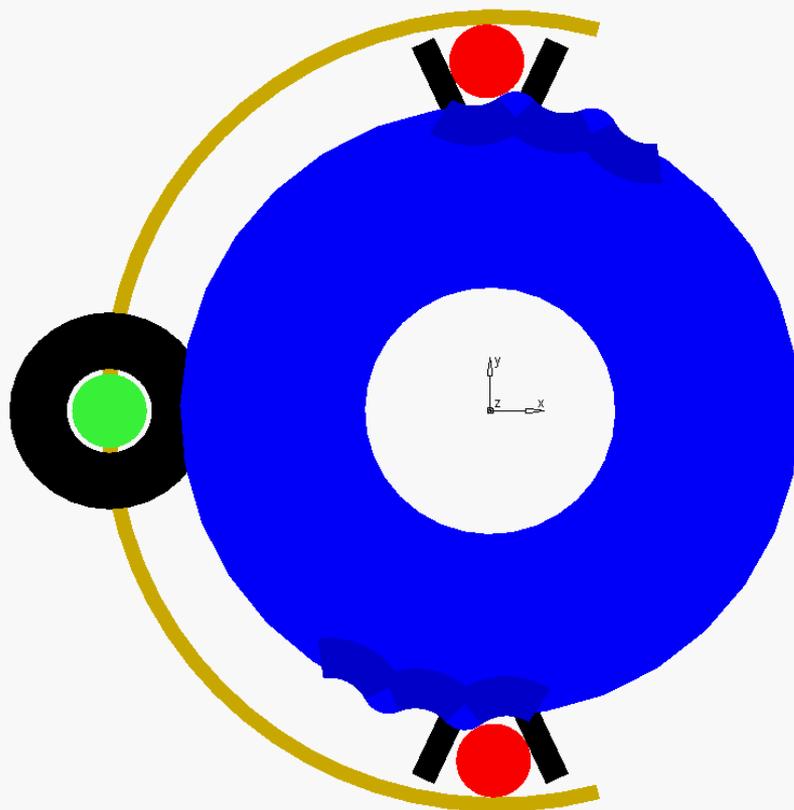
- 2D Abbildung der mech. Struktur mit konzentrierten Elementen (Masse, Feder,..)
- Voll parametrische Geometrie
- Kontaktstellen basierend auf Hertz 'schen Stoßtheorie
- Berücksichtigung von Haft-, Gleit und Rollreibung
- Optimierung möglich da Rechenzeit < 60s



ISBN 978-3-00-038084-6

➤ **Ergebnisse der Simulation**

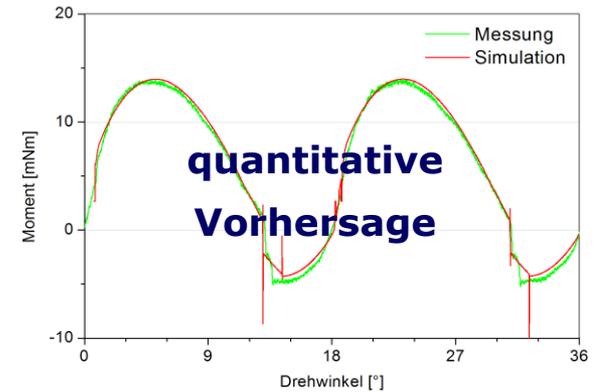
- Visualisierung der Kinematik



ISBN 978-3-00-038084-6

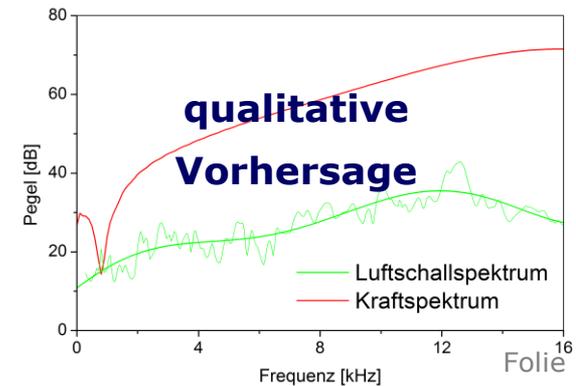
- **Haptik**

- Drehmoment-Drehwinkel-Kennlinie



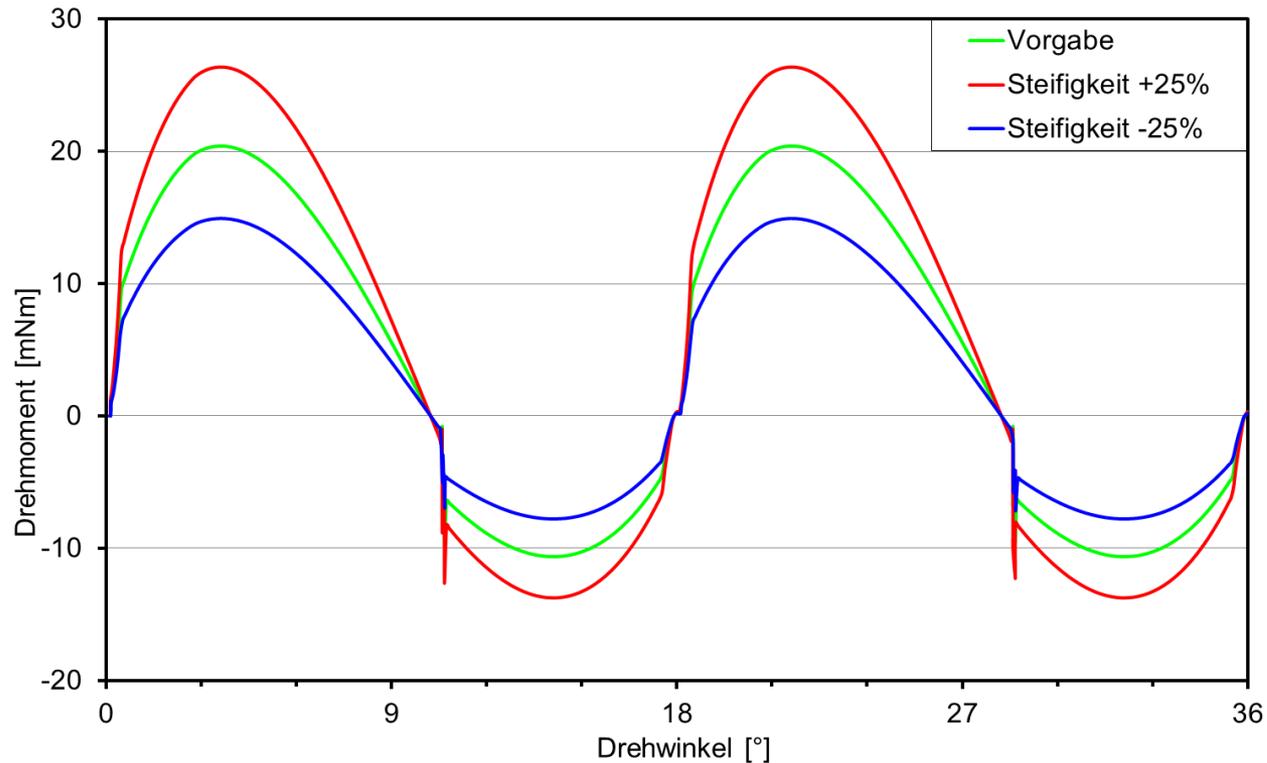
- **Akustik**

- Stosskraft-Zeit-Verlauf
- Kraftspektrum durch FFT

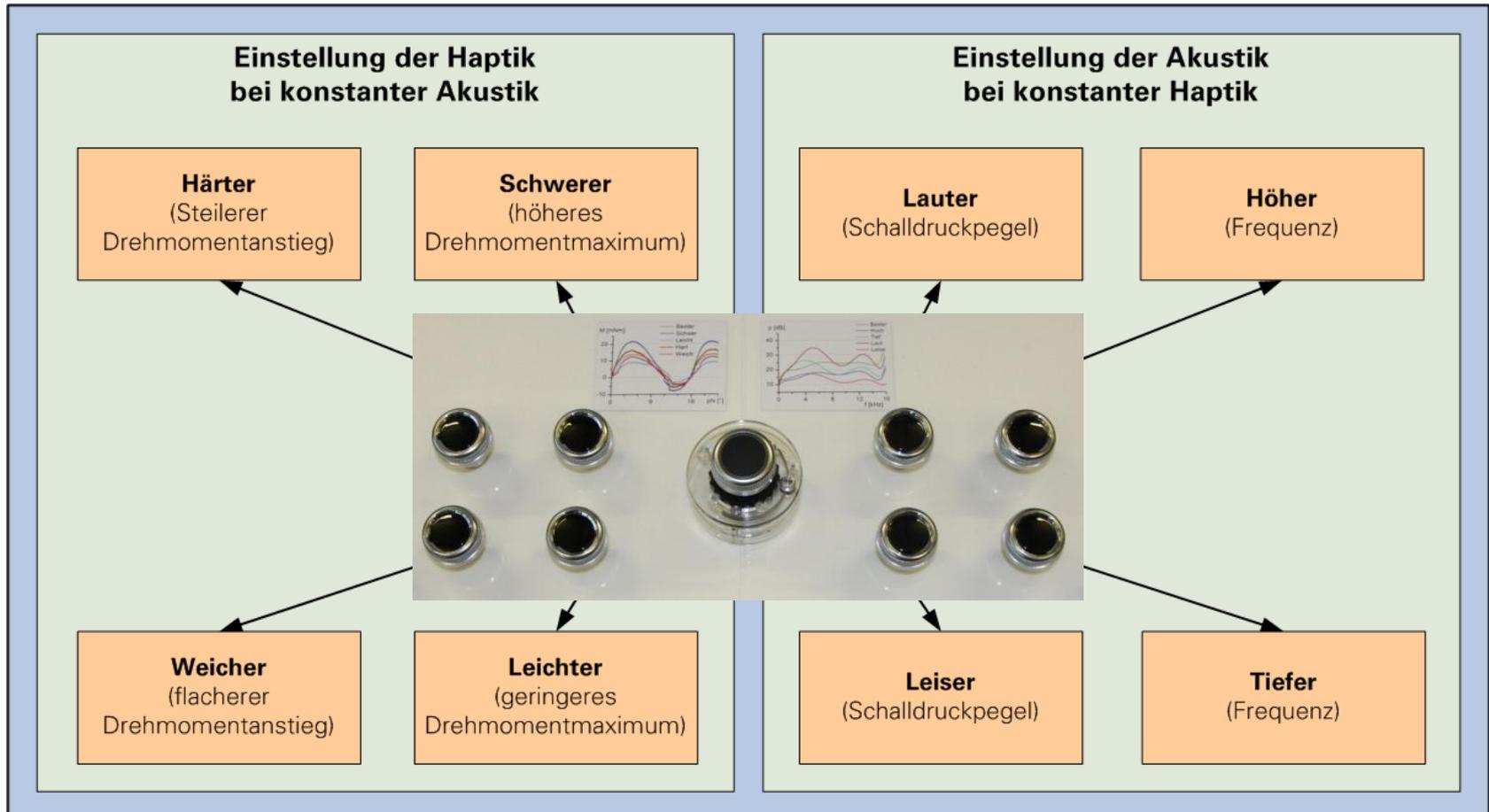


➤ **Konstruktionsparameter mit größtem Einfluss auf das Rast – und Geräuschverhalten bestimmbar**

- Federsteifigkeit -> Höhe des Drehmoments
- Geometrie der Rastscheibe -> Härte und Genauigkeit in Rast



➤ **Durch Simulation gewonnene Erkenntnisse erlebbar machen**



- **Vorhersage des Bedienverhaltens durch Simulation.**



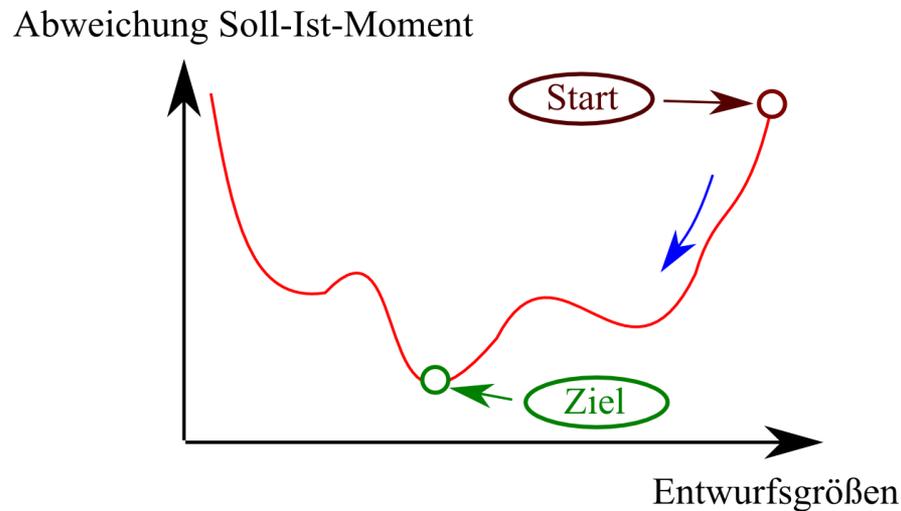
Entwicklungsprozess beendet?

Nein.

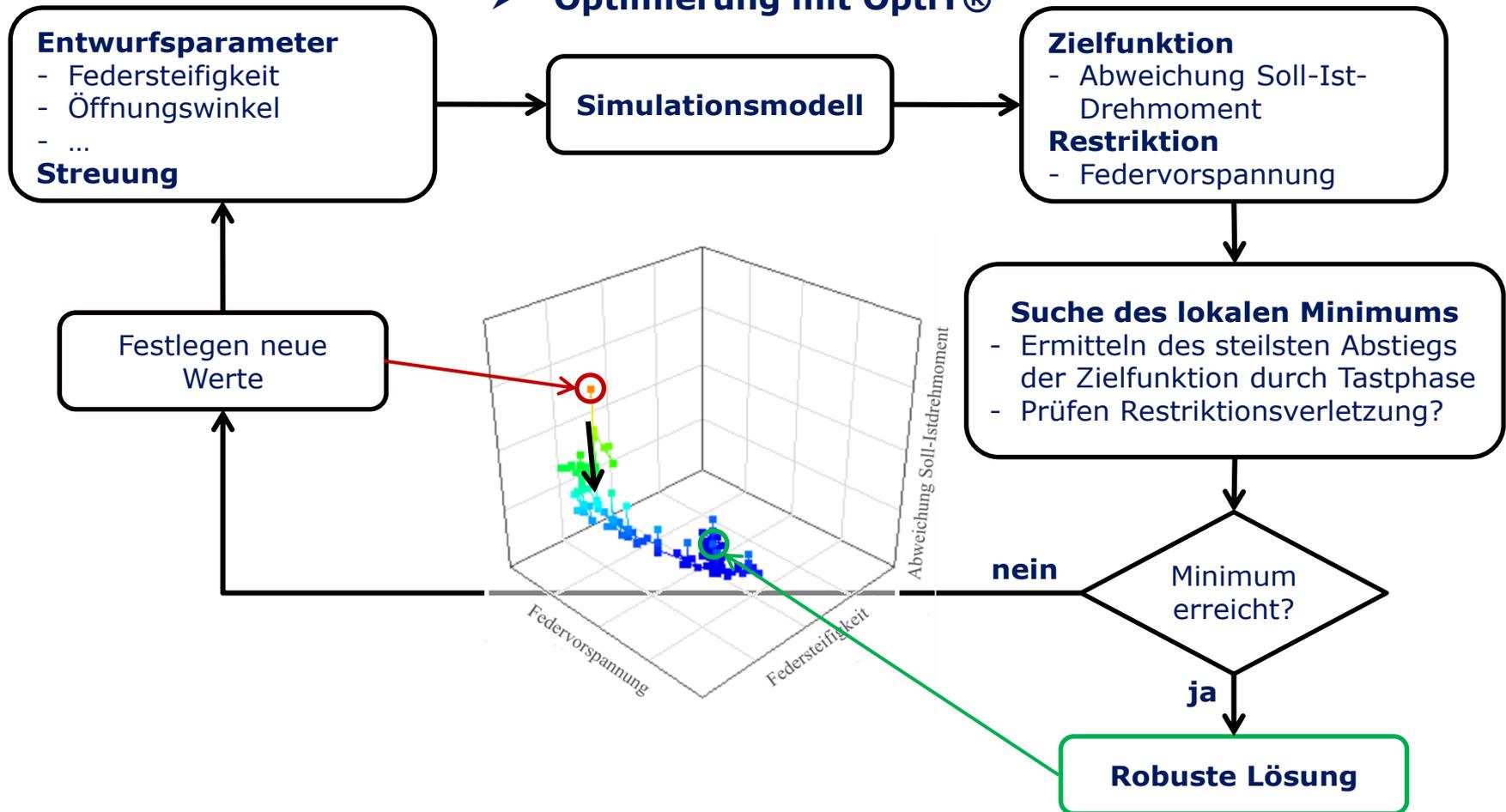
Optimierung erforderlich!

➤ **Voraussetzung für Optimierung:**

- Auswahl der Entwurfparameter und Festlegen des Variationsbereichs
- Definition der Zielfunktion: Abweichung Soll-Ist-Drehmomentkurve
- Definition der Optimierungsaufgabe: Extremwertsuche mit Restriktion auf Zielfunktion
- Festlegen der Restriktionen: min. Federvorspannung, max. Federweg, ...



➤ Optimierung mit OptiY®



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**

Dresden, 08.11.2012

ISBN 978-3-00-038084-6