

Ermittlung  
Reibungsursachen  
+  
Recherche und  
Systematisierung  
zu den mathematischen  
Reibungsmodellen



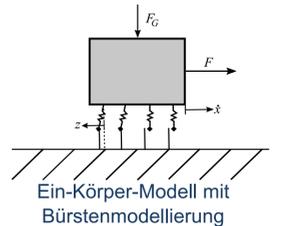
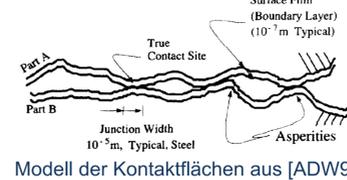
Implementierung in  
MATLAB/SIMULINK



Untersuchung verschiedener  
Reibungsmodelle und Bewertung  
ihrer Eignung für die Abbildung  
des Reibverhaltens von  
Profilschienenwälführungen (PSF)

## Umfangreiche Recherche zu den Reibungsursachen

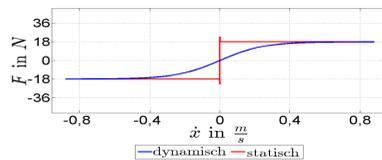
- Verzahnung und atomare Wechselwirkungen an den Oberflächenrauigkeiten [Pop10]
- Kriechen, Adhäsion und Hystereseverhalten der Kontaktflächen [LBS03], [BLS04]
- Oberflächenverbindungen mit nichtlinearem Charakter [LSB04]
- Bürstenmodell [Lam15]



## Umfangreiche Recherche und Systematisierung der mathematischen Beschreibungen zu den Reibungsmodellen (36 Modelle)

### Statische Modelle [Kun13], [Rud12]

- Einteilung in Haft- und Gleitzustand
- kein glatter Reibungskraft-Geschwindigkeitsverlauf



### Dynamische Modelle [Kun13], [Rud12]

- keine Trennung zwischen Haft- und Gleitzustand bzw. glatter Übergang dazwischen
- Reibungskraft von Vorgeschichte abhängig

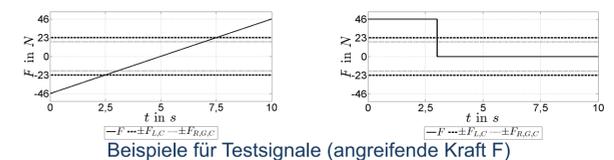
## Implementierung in MATLAB/SIMULINK (16 Modelle)

- als Reibungsblock in dynamischen Systemen
- für Ein- und Zwei-Körper-Modelle
- Parameter der Reibungsmodelle in der Maske einstellbar
- mit der am IWM erstellten Bibliothek "Mechanics" kompatibel

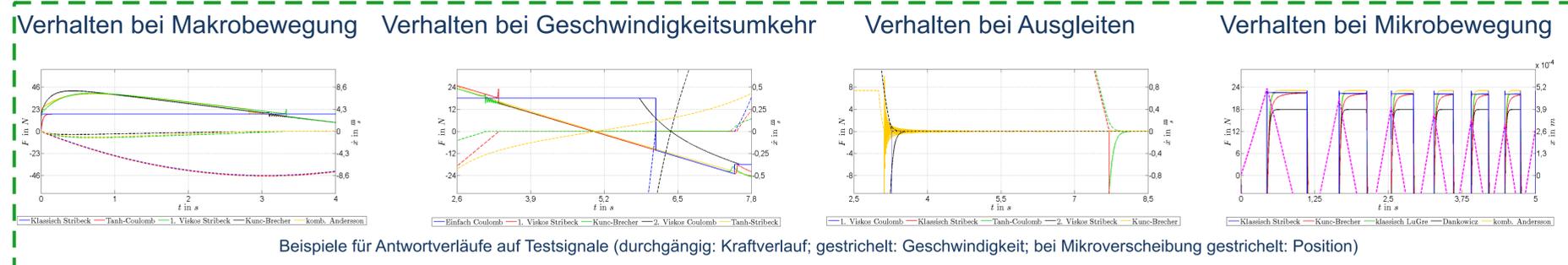


## Untersuchung der Reibungsmodelle

- Testen der Reibungsmodelle am Ein-Körper-Modell
- Parameter und Referenzmodell aus der Dissertation von Martin Kunc [Kun13]
- Untersuchung des Modellverhaltens bei unterschiedlichen Betriebszuständen (Makrobewegungen, Ausgleiten, ...)



## Vergleich nach folgenden Unterscheidungsmerkmalen



anhand dieser Eigenschaften Einteilung der Reibungsmodelle in Gruppen ähnlichen Verhaltens

- weitere Unterscheidungsmerkmale: Parameteranzahl, Stabilität, Einfluss der Bürstenmodellierung in der mathematischen Beschreibung ausgewählter Reibungsmodelle

## Fazit

- Erstellung einer umfangreichen Übersicht zu den Reibungsmodellen
- Identifikation instabiler Modelle
- Identifikation redundanter Modelle
- Beurteilung der Reibungsmodelle anhand unterschiedlicher Testsignale
- Identifikation qualitativ hochwertiger Modelle für einzelne bzw. für alle Betriebszustände (drei qualitativ gleichwertige Reibungsmodelle für alle Testfälle im Vergleich zum Referenzmodell)
- Beurteilung des Aufwand/Nutzen-Verhältnisses (Implementierungs- und Parametrierungsaufwand vs. Qualität der Ergebnisse)
- Überlegungen zur experimentellen Reibungsparameterbestimmung einer PSF

Tabelle: Beispiel Systematisierungstabelle der Reibungsmodelle nach Übereinstimmung mit dem Referenzmodell (Ausschnitt aus der zugrunde liegenden Diplomarbeit)

Anzahl Übereinstimmungen	Modell
4 Mal	Klassisches LuGre-, Modifiziertes LuGre-, Kombiniertes ANDERSSON-Modell
3 Mal	-
2 Mal	1. Viskoses COULOMB-, 1. Viskoses STRIBECK-Modell
1 Mal	Klassisches STRIBECK-, 2. Viskoses STRIBECK-, Viskoses, Tanh-STRIBECK-Modell
0 Mal	Einfaches COULOMB-, 2. Viskoses COULOMB-, Tanh-COULOMB-Modell