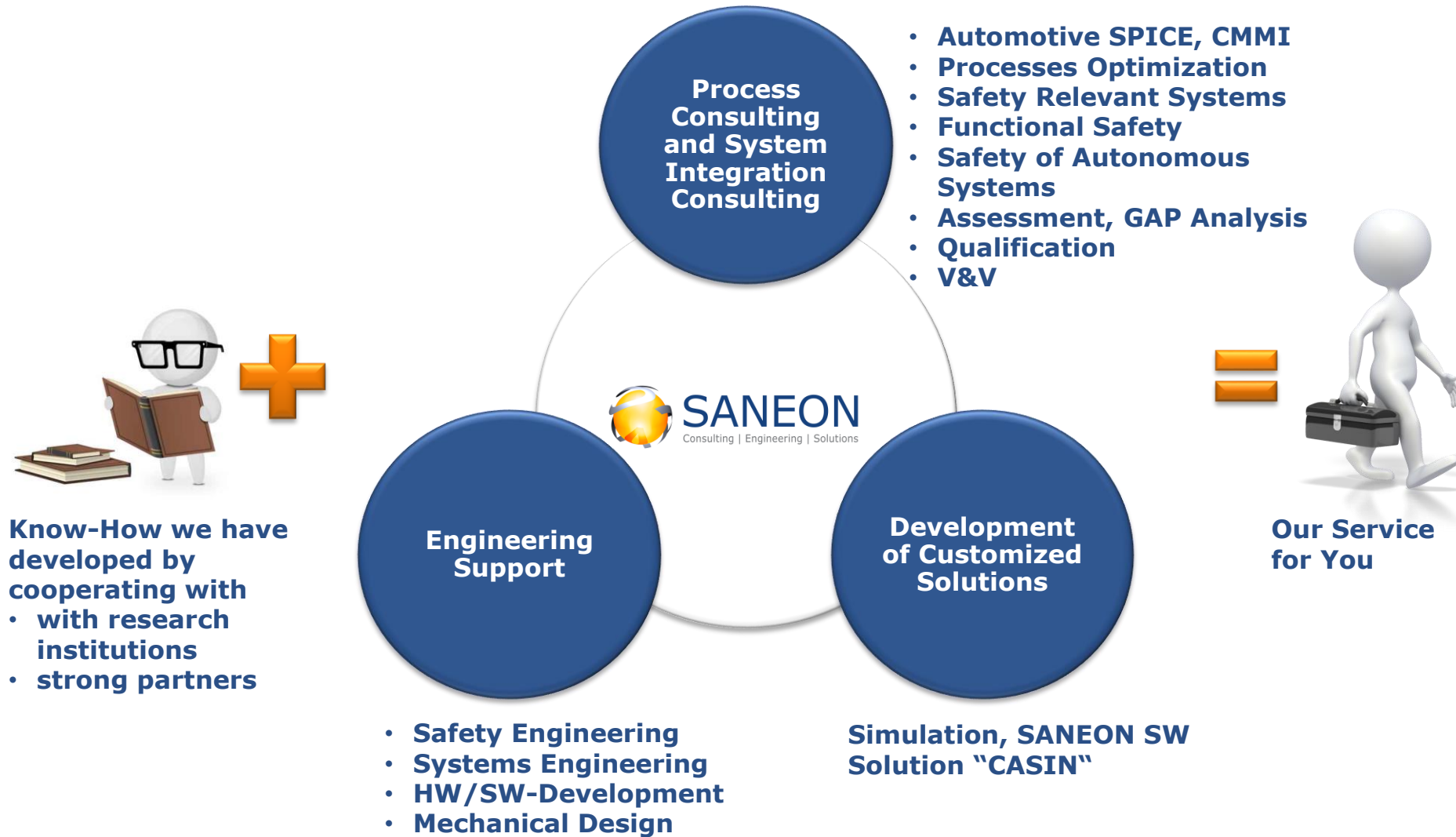


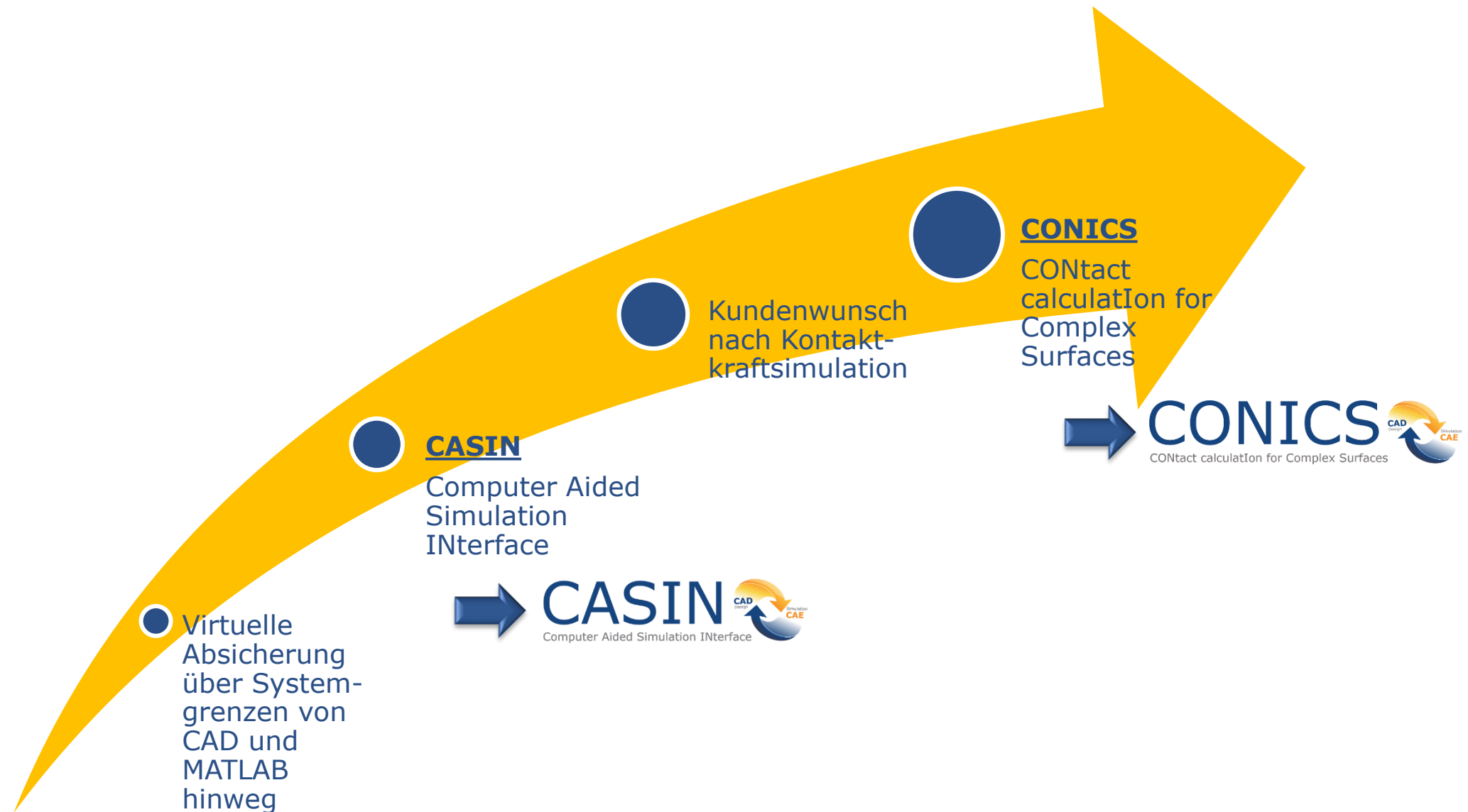
Simulation von Kontaktkräften in Simulink® an komplex geformten Flächen

CONICS 
CONTACT calculatIon for Complex Surfaces





Zukunftsmodell der virtuellen Absicherung



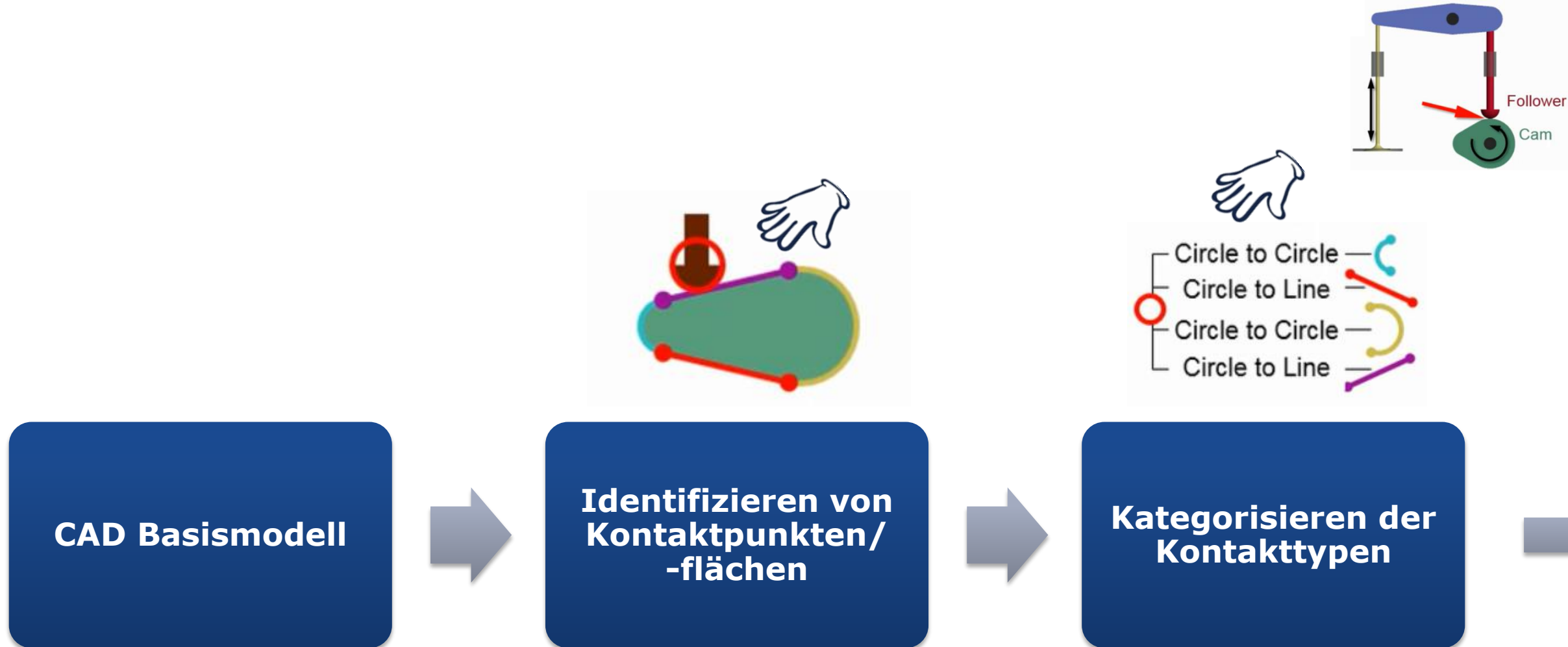
Ziele der virtuellen Absicherung

1. **Komplexität beherrschen**
2. **Konzeptbestätigung in einer frühen Phase des Produktentstehungsprozesses**
3. **Virtuelle Verifikation und Validierung**

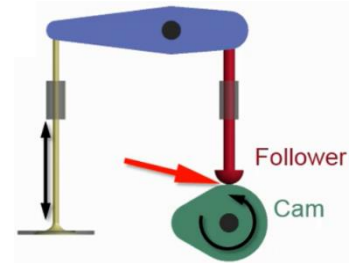
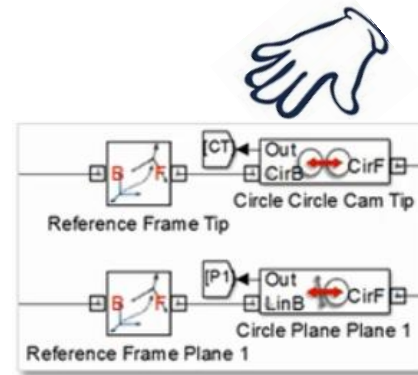
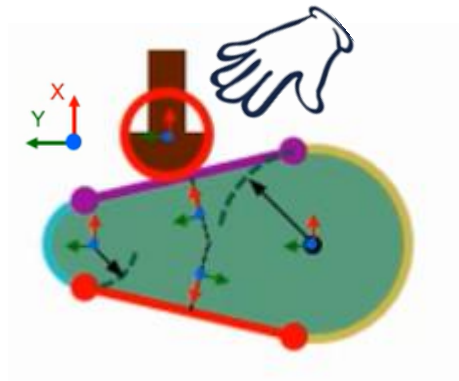
Anwendungen:

- **Simulation von Schalthebelbedienkräften**
 - Ermitteln der Geometrie anhand vorgegebener Kraft-Weg-Diagramm
- **Simulation von Haptikelementen**
 - Ermitteln des Kraftverlaufs während der Betätigung
- **Simulation von Uhrenwerken**
 - Simulation der nicht kontinuierlichen Kinematik





Quelle: <https://de.mathworks.com/videos/modeling-contact-forces-in-a-cam-follower-94291.html>



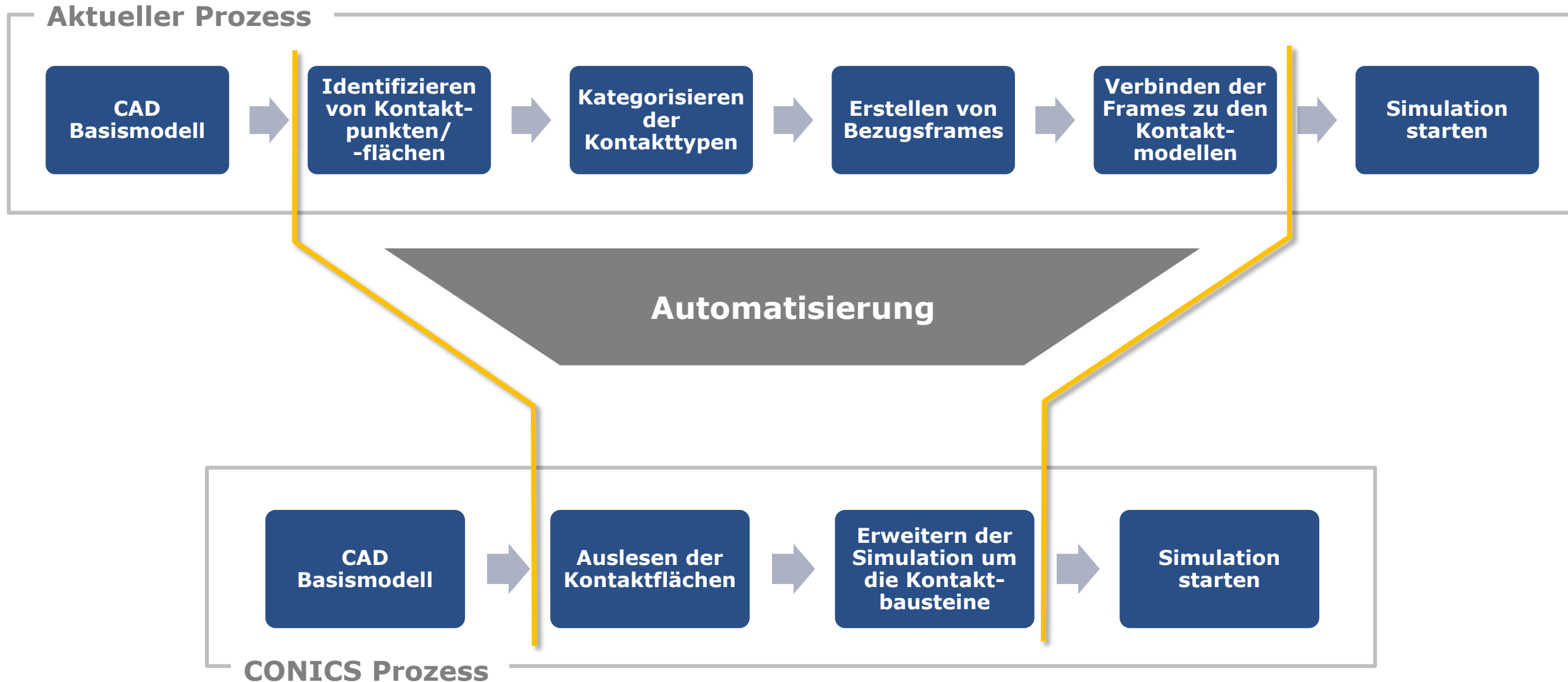
**Erstellen der
Bezugsframes**

**Verbinden der
Frames zu den
Kontaktmodellen**

Simulation starten

Quelle: <https://de.mathworks.com/videos/modeling-contact-forces-in-a-cam-follower-94291.html>

Transformation von Kontaktsimulationen





Engine your vision



Gefördert durch:



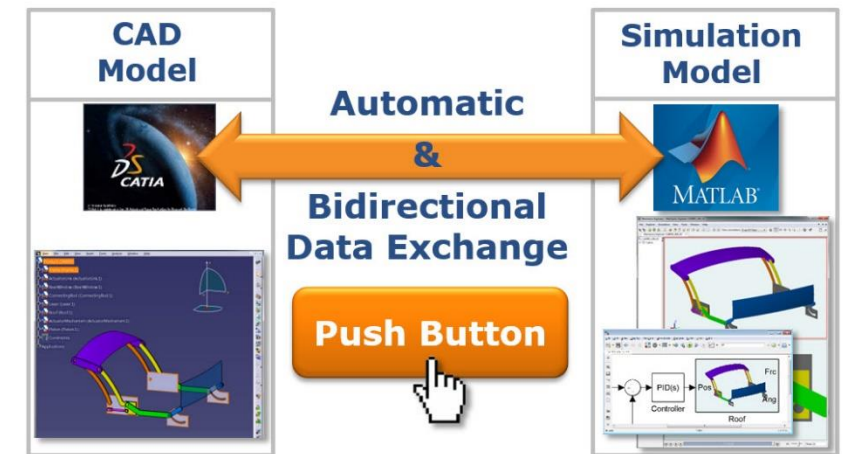
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



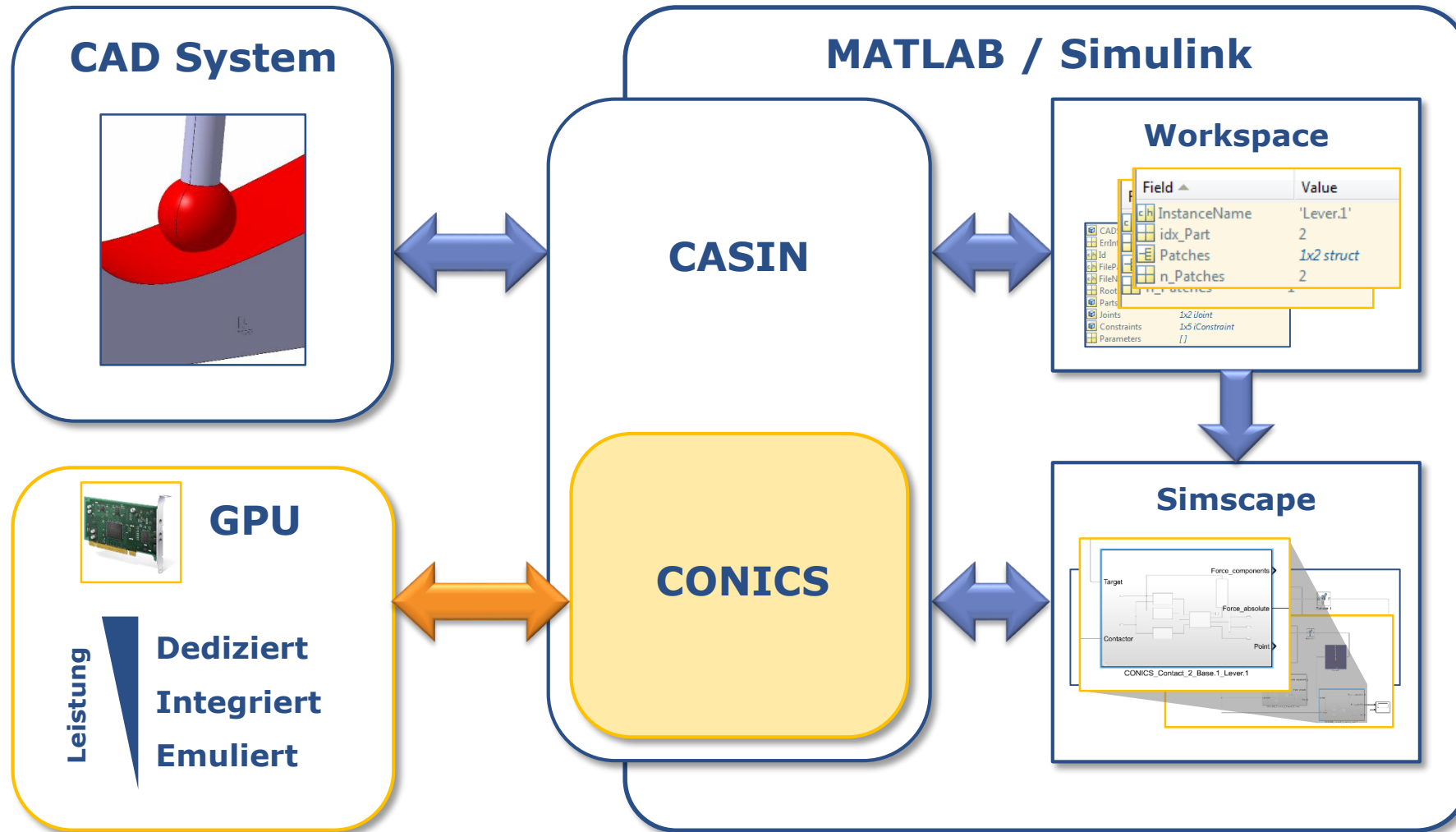
Die Lösung ermöglicht die
Kontaktsimulation an **beliebigen**
Oberflächenformen und das
Optimieren der Kontaktflächen
direkt in Simulink

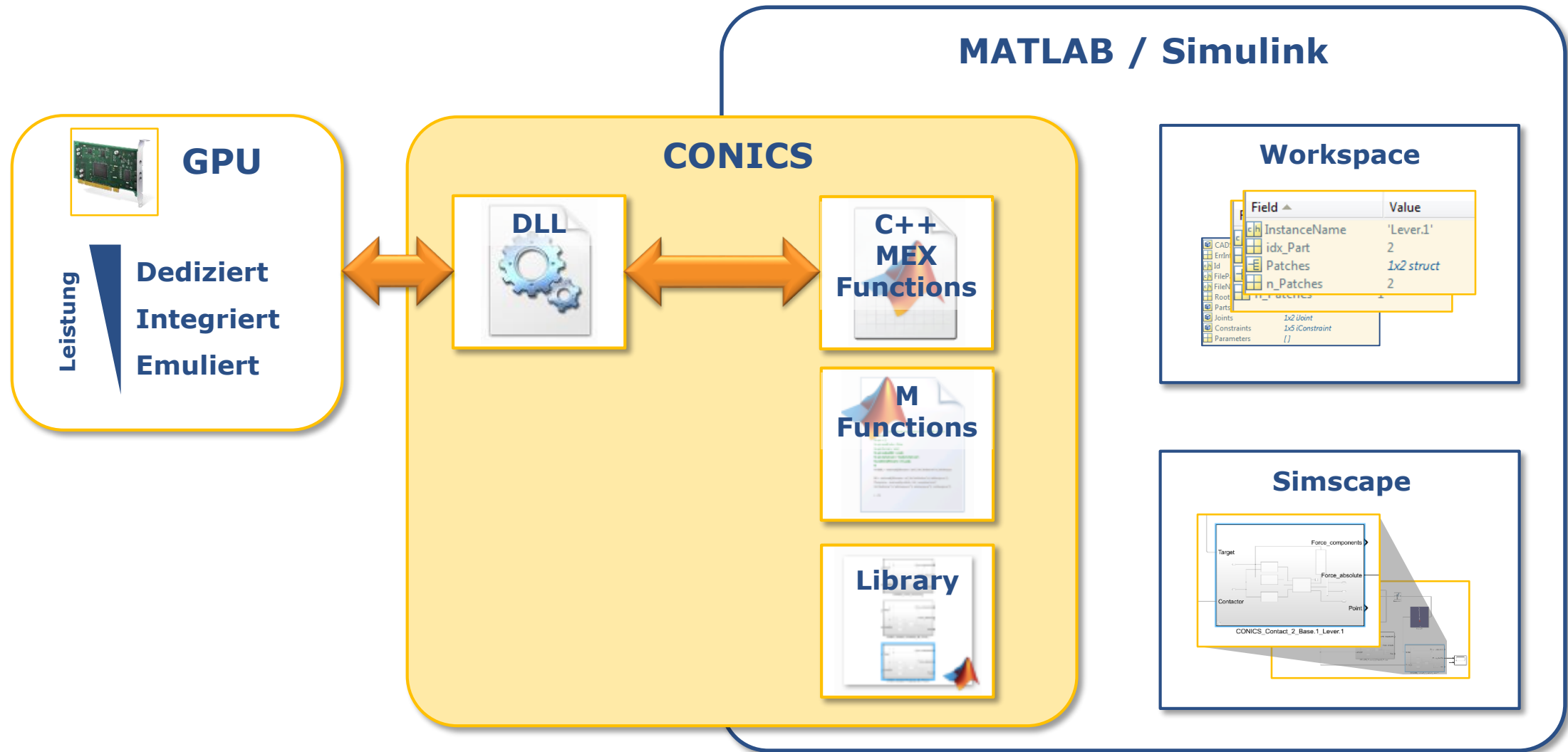


- **Bestehende MATLAB Applikation von SANEON**
- **Aufbau des Simscape Multibody Modells mit nur einem Knopfdruck**
- **Automatische Übernahme der Geometrie, Massen und Trägheiten des CAD Modells**
- **Automatische Übernahme der im CAD definierten Gelenke**
- **Bidirektionaler Austausch möglich**

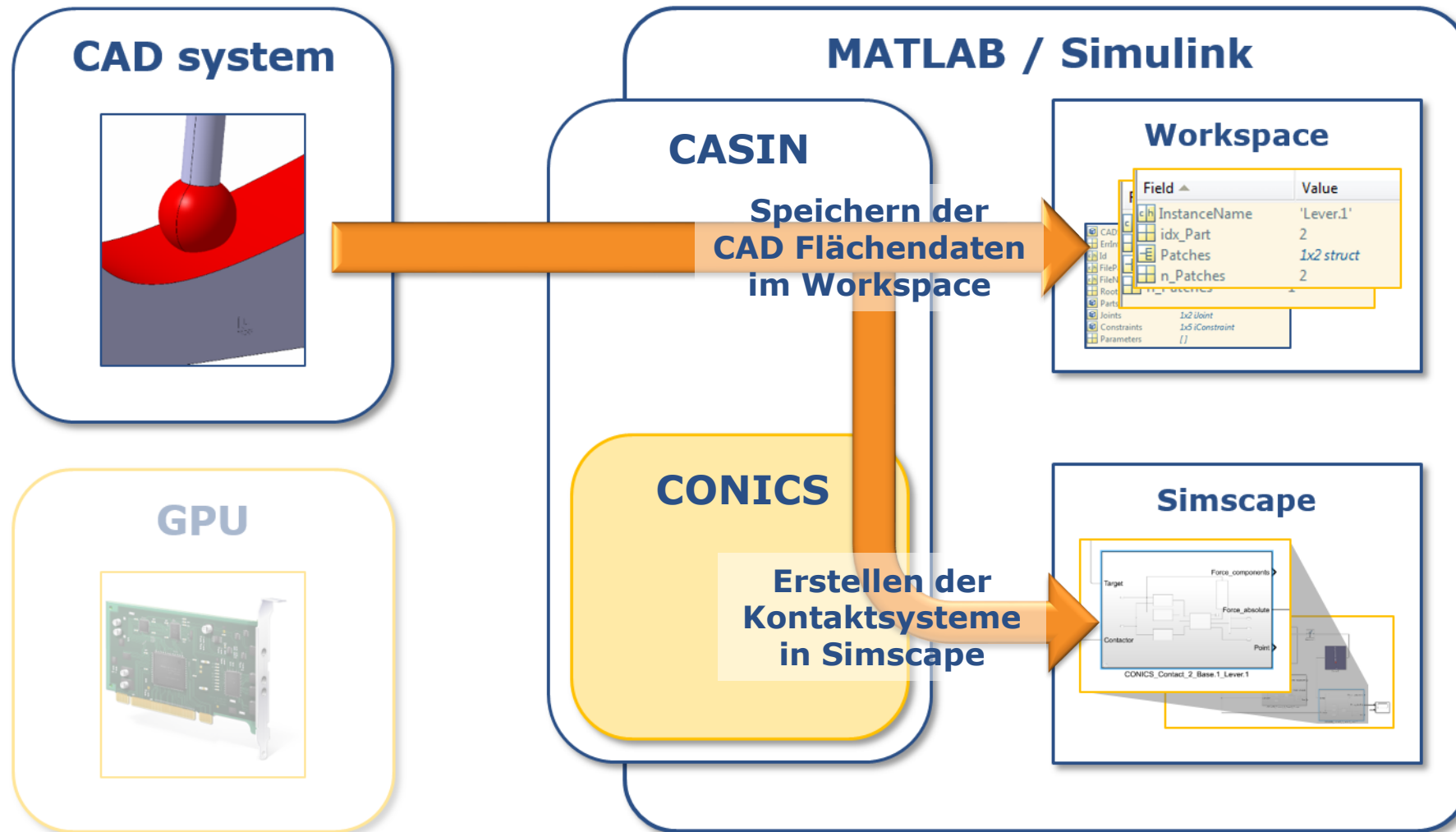


https://de.mathworks.com/products/connections/product_detail/casin.html

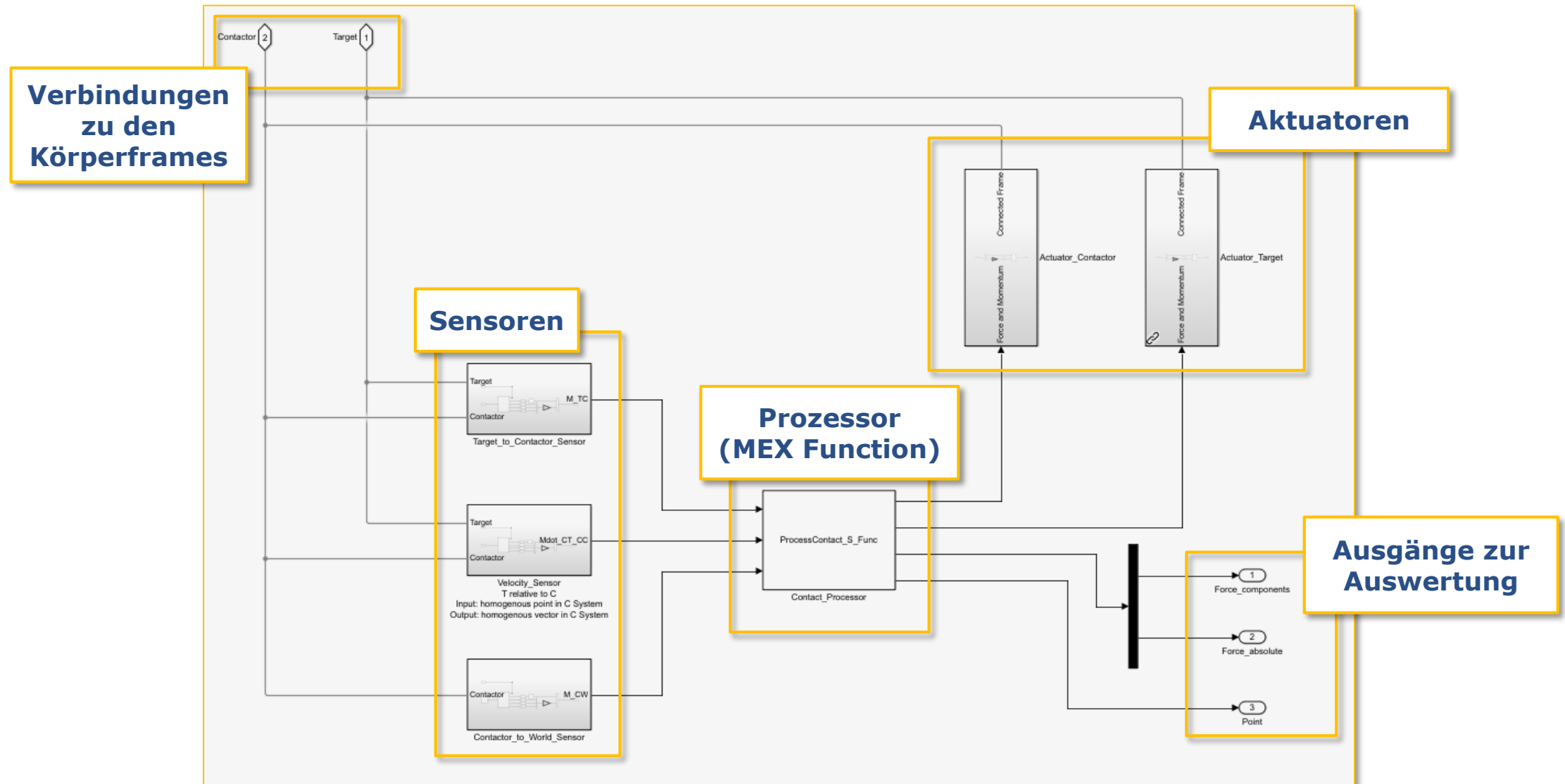




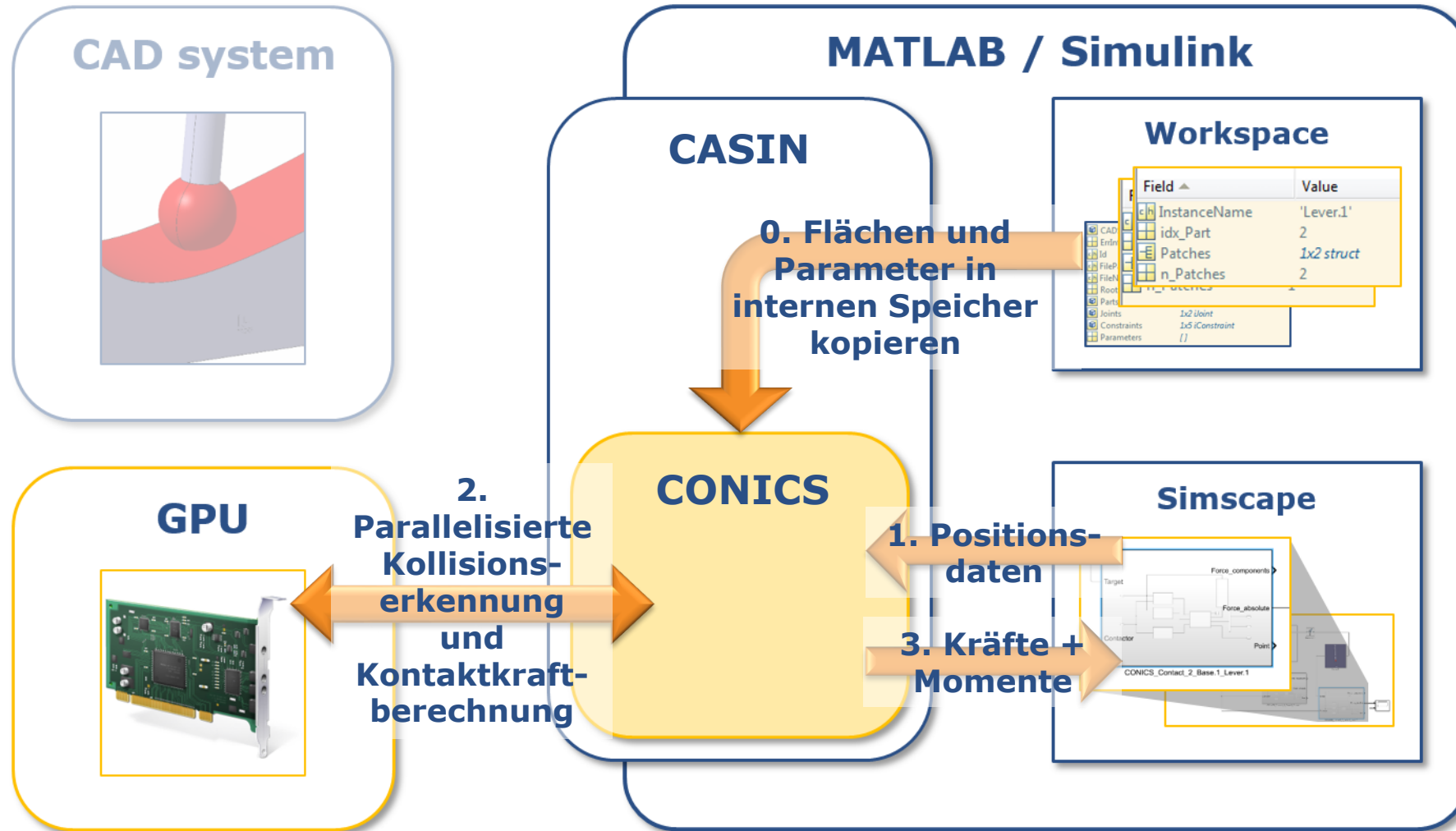
CONICS – Vor der Simulation

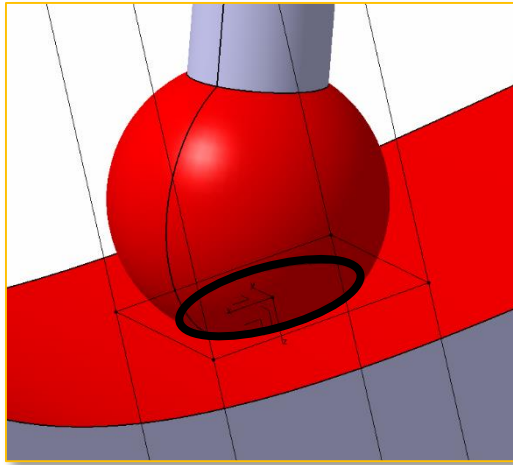


CONICS – Simscape Kontaktbaustein

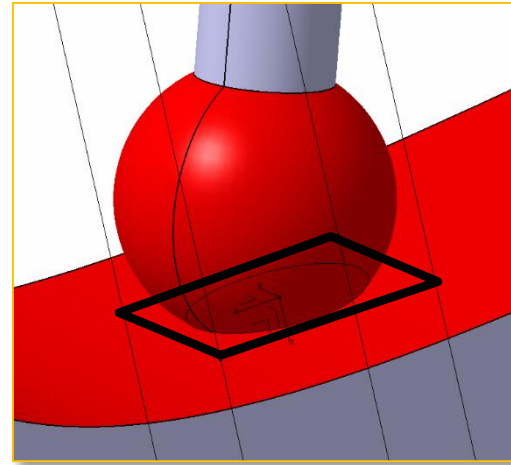


CONICS – Während der Simulation

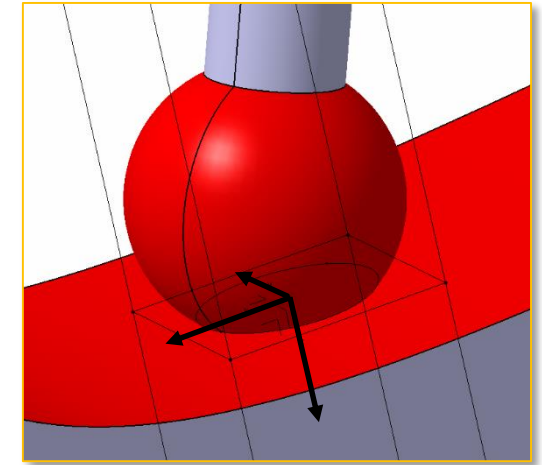




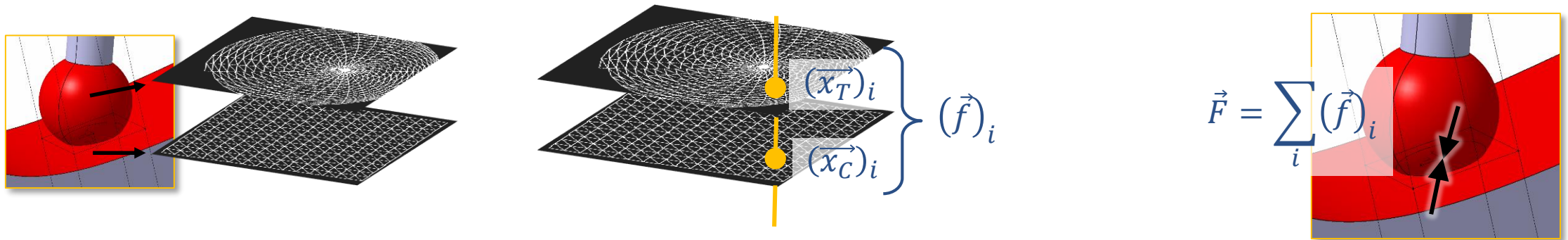
**Erkennen der
Überlappung**



**Regression der
Kontaktebene**



**Erstellen des
Koordinatensystems
für den Kontakt**



Rendern der Teilflächen

Anwenden des
Kontaktkraftmodells
für jeden Bildpunkt

Summieren der
Teilkräfte über den
kompletten
Kontaktbereich

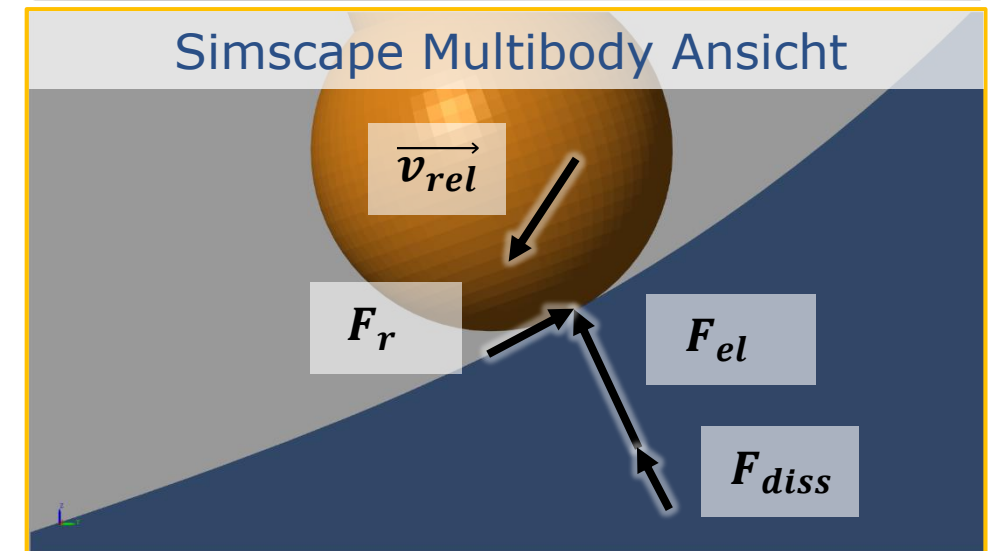
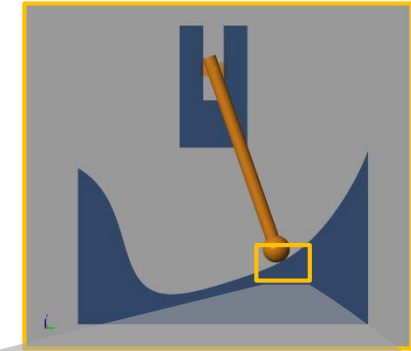
CONICS – Berechnung

- **Parameter für Kontaktkraftberechnung**

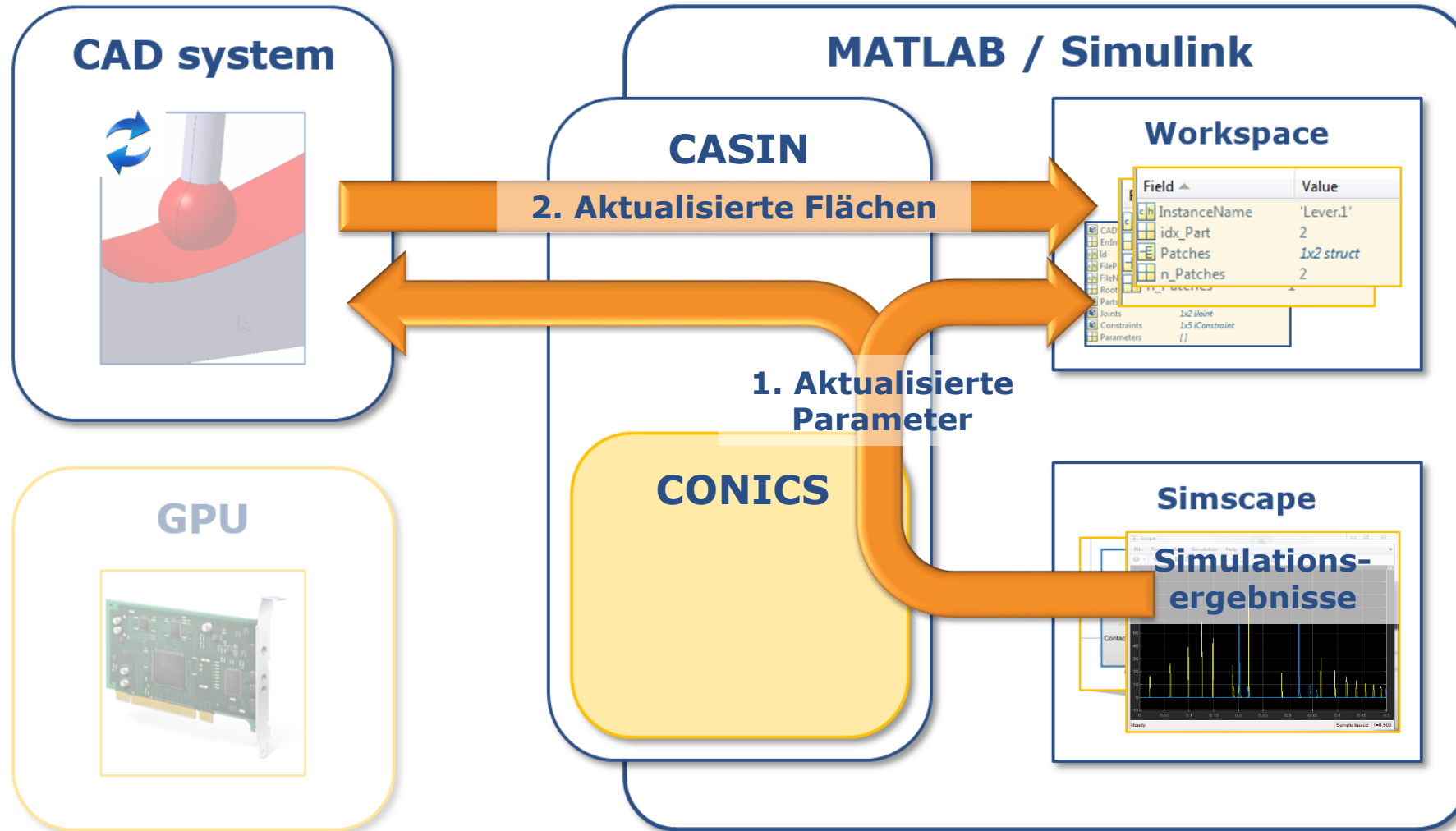
- Steifigkeit $K \rightarrow$ elastische Kraft F_{el}
- Dämpfungskonstante $\chi \rightarrow$ dissipative Kraft F_{diss}
- Reibungsfaktor $\mu \rightarrow$ Reibungskraft F_r

- **Eigenschaften**

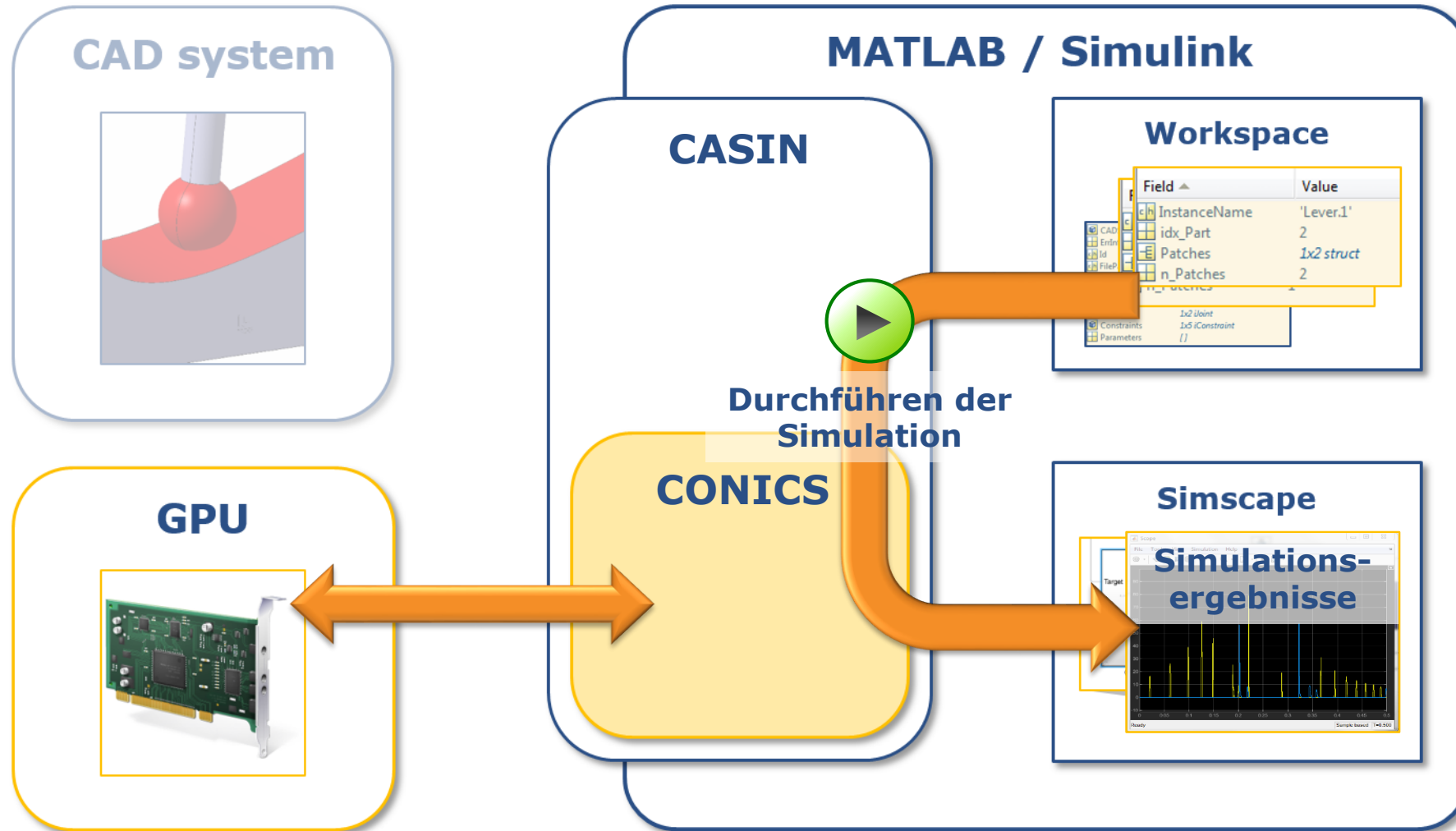
- Kollisionserkennung wird komplett in 3D durchgeführt
- Kontaktkraft wird berechnet basierend auf dem kompletten überlappenden Volumen
- **Hoch parallelisierter** Algorithmus
 - Hauptsächlich wird die GPU verwendet
 - Nicht parallelisierbare Teile werden auf der CPU berechnet



CONICS – Optimierung, Aktualisieren der Parameter und Flächendaten



CONICS – Optimierung, Berechnen der neuen Simulationsergebnisse



Benchmarkkontakt:

Stillstehende Kugel auf splineförmiger Oberfläche



**Komplette
Kollisionsdetektion,
Flächenunterteilung,
Rendern und Aufsummieren
in**

3.92 ms

pro Zeitschritt und Kontakt

Intel® Core™ i7-4790K CPU 4.00 GHz / NVIDIA® GeForce® GTX 1080 / 16 GiB Memory / Win 10 Pro



SANEON

Consulting | Engineering | Solutions

Engine your vision

CONICS

CONTACT calculatIOn for Complex Surfaces



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



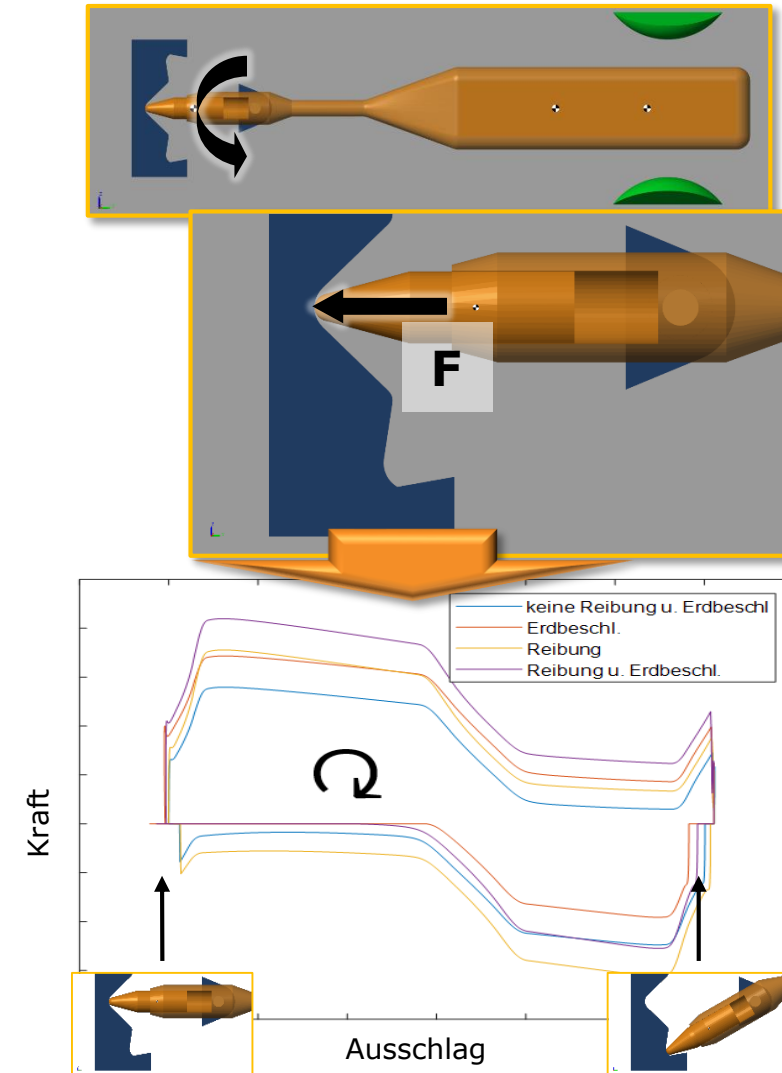
Schalthebel – verschiedene Konfigurationen

- **Simulation mit gleitendem Kontakt**



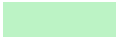
- 1 simulierter Kontakt
- Kombinierte Gleitflächen
- Verschiedene Konfigurationen
 - Erdbeschleunigung an / aus
 - Reibung an / aus

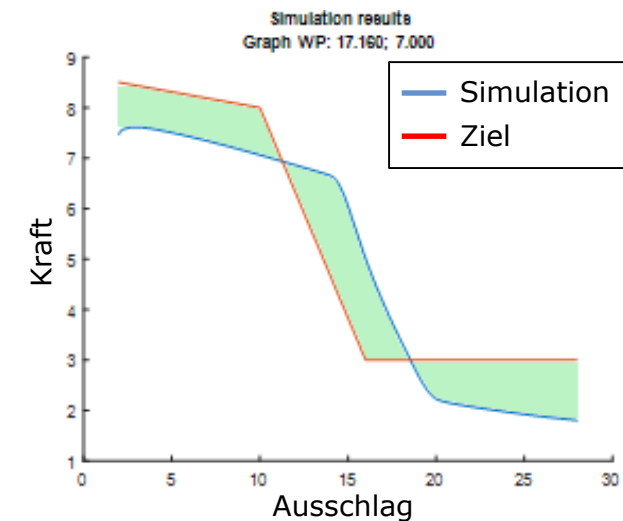
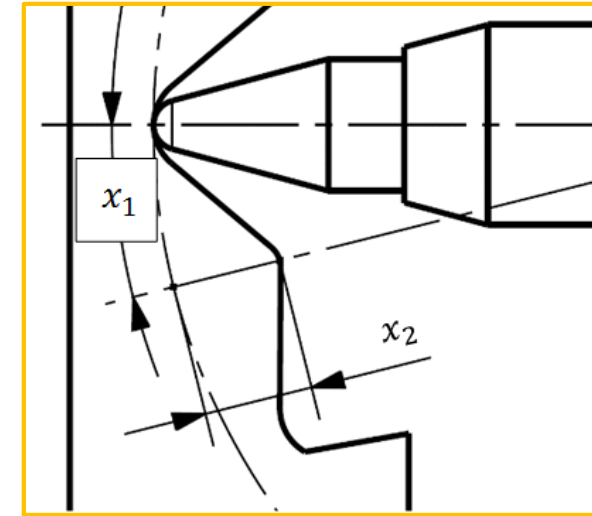
- **Ergebnisse mithilfe von CONICS**

- Komplette Simulation in Simulink
- Hebelbedienkräfte für jede Konfiguration geplottet



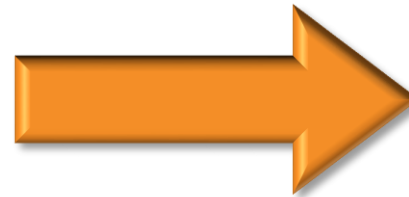
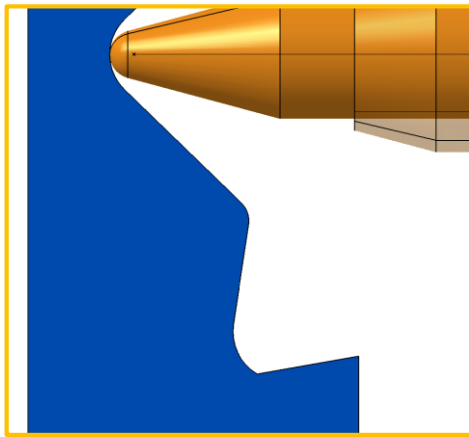
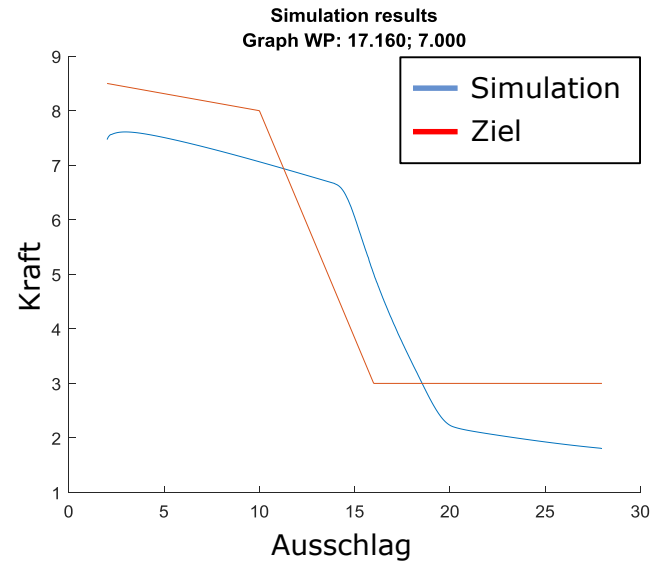
Optimierung der Bedienkraft über den Ausschlag

- Zwei Oberflächenparameter werden optimiert:
Winkel (x_1) und Amplitude (x_2) der Nocke
- Ausgangsfunktion 
- Zielfunktion 
- Kostenfunktion (gesucht: Minimum) 

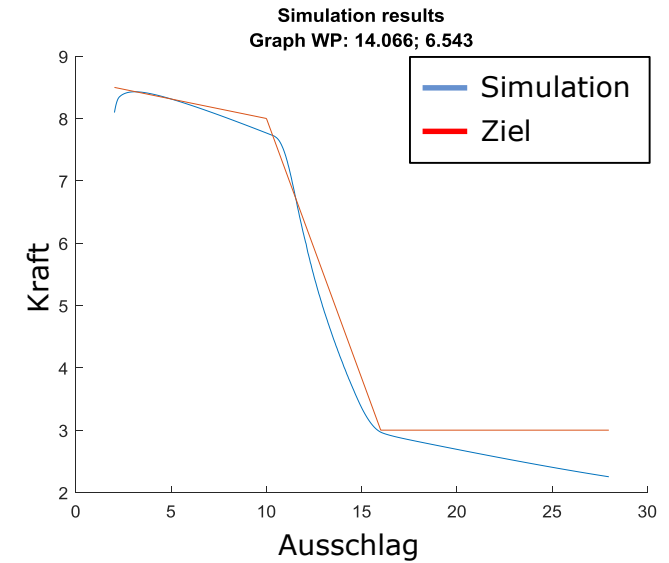


Schalthebel – Optimierung

Initial



Final

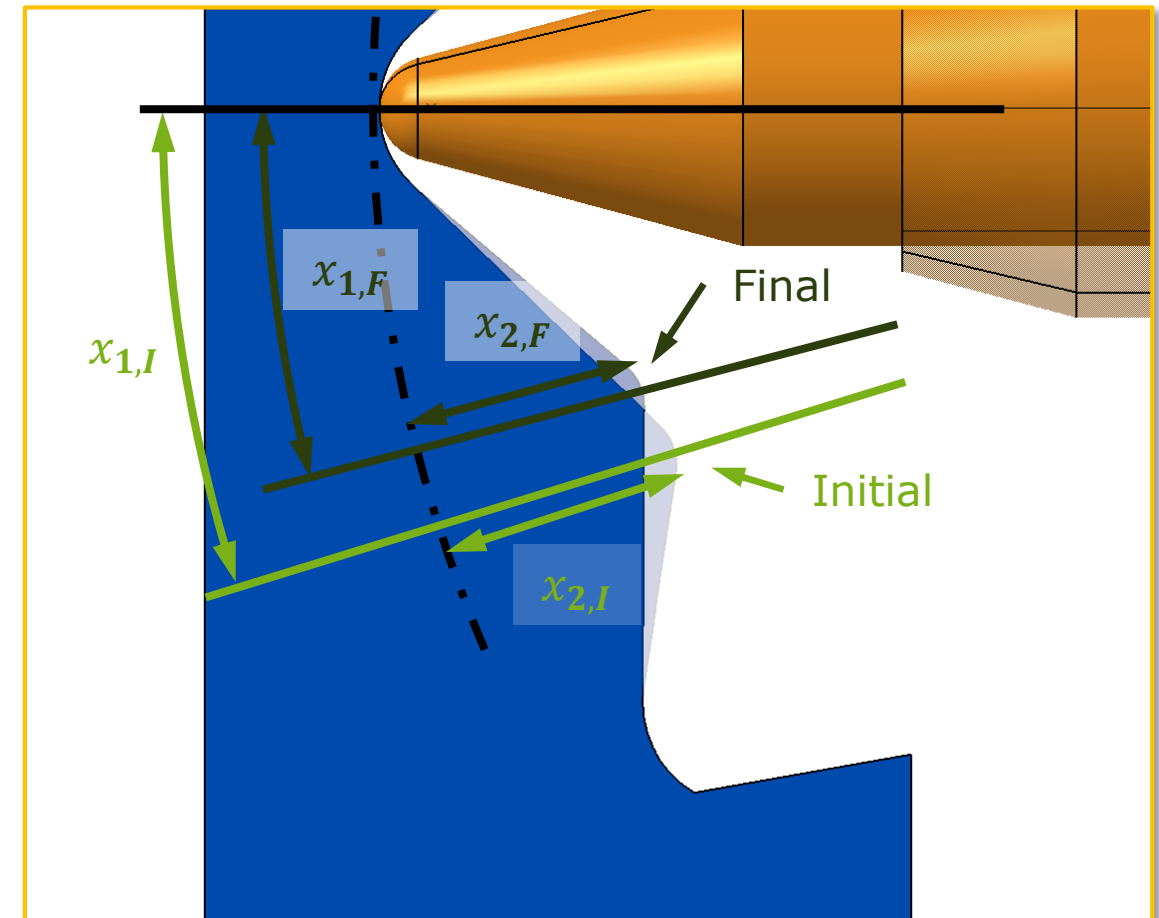


Ergebnisse durch das Verwenden von CONICS

- Für die Zielfunktion optimiert
- **50 Simulationen**
- Gesamtdauer der Optimierung:
3h 50min

| | x_1 [deg] | x_2 [mm] |
|---------|-------------|------------|
| Initial | 17,16 | 7,00 |
| Final | 14,07 | 6,54 |

Vergleich der Konturen



Ergebnisse der virtuellen Absicherung

1. Komplexität beherrschen

- **Kontaktsimulation direkt in Simulink**
- **Flächendaten aus CAD**

2. Konzeptbestätigung in einer frühen Phase des Produktentstehungsprozesses

- **Kurze Zykluszeiten durch**
 - Automation
 - Hardwarebeschleunigung
- **Integration in den Designprozess durch Optimierung**

3. Virtuelle Verifikation und Validierung

- **Keine Abstraktion der Flächen**
- **Unterstützung beliebiger Flächen**



Produkte



Consulting

- Beratung rund um unser Softwareportfolio
- Entwicklung von Kundenspezifischen Lösungen



**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**

CONICS

CONtact calculatIon for Complex Surfaces



SANEON GmbH

Ansprechpartner für CASIN und CONICS



Michael Kirsch

Consultant

SANEON GmbH

Fraunhoferstr. 9

D-85737 Ismaning/München

Tel.: +49 89 4141 474 80

Mail: michael.kirsch@saneon.de



Sam Nezhat

Senior Consultant

SANEON GmbH

Fraunhoferstr. 9

D-85737 Ismaning/München

Tel.: +49 89 4141 474 80

Mail: sam.nezhat@saneon.de