



kompetent · schnell · erreichbar · servicefreundlich · preis-leistungsstark

Verknüpfung von verschiedenen Simulationsmethoden zur Design-Optimierung in Creo

**Das Zusammenwirken von
Kinematik, Dynamik & Strukturmechanik**

Verknüpfung von verschiedenen Simulationsmethoden zur Design-Optimierung in Creo



- [Industrie-Roboter der Firma KUKA](http://www.kuka-robotics.com)
www.kuka-robotics.com
- An diesem Beispiel wird aufgezeigt, wie sich der Entstehungsprozess einer optimalen Konstruktion gestaltet.
- Es werden dabei auch Formvariationen betrachtet, die dem Original nicht entsprechen.

Verknüpfung von verschiedenen Simulationsmethoden zur Design-Optimierung in Creo

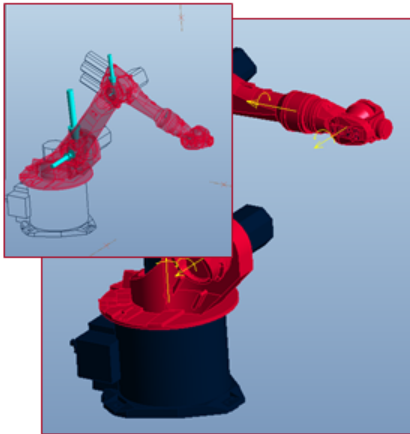
- Zusammenwirken von Dynamik- und Strukturanalysen



Wie kann ich meine Baugruppen mit kinematischen Eigenschaften versehen?

Verknüpfung von verschiedenen Simulationsmethoden zur Design-Optimierung in Creo

- Zusammenwirken von Dynamik- und Strukturanalysen

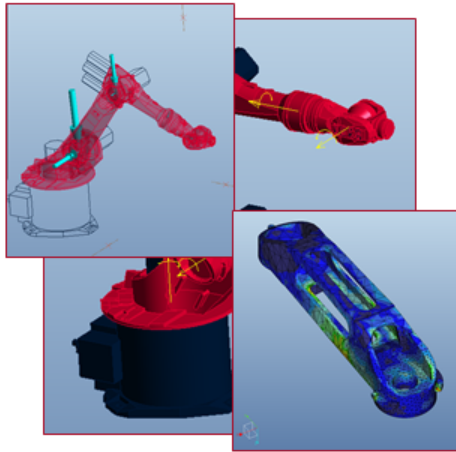


Wie kann ich meine Baugruppen mit kinematischen Eigenschaften versehen?

Wie können Reaktionskräfte und Momente ermittelt werden, die aus einer Bewegung resultieren?

Verknüpfung von verschiedenen Simulationsmethoden zur Design-Optimierung in Creo

- Zusammenwirken von Dynamik- und Strukturanalysen



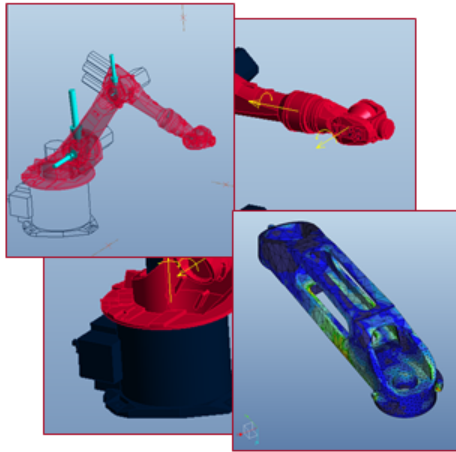
Wie kann ich meine Baugruppen mit kinematischen Eigenschaften versehen?

Wie können Reaktionskräfte und Momente ermittelt werden, die aus einer Bewegung resultieren?

Wie können Spannungen und Verformungen ermittelt werden, die aus einer Bewegung resultieren?

Verknüpfung von verschiedenen Simulationsmethoden zur Design-Optimierung in Creo

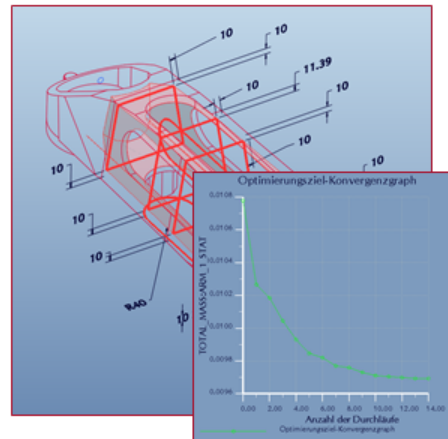
- Zusammenwirken von Dynamik- und Strukturanalysen
- Vorgabenorientiertes Optimieren einer Konstruktion
- Filterung vorgabenorientiert-erstellter Konstruktions-Varianten



Wie kann ich meine Baugruppen mit kinematischen Eigenschaften versehen?

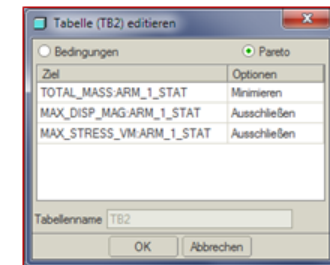
Wie können Reaktionskräfte und Momente ermittelt werden, die aus einer Bewegung resultieren?

Wie können Spannungen und Verformungen ermittelt werden, die aus einer Bewegung resultieren?



Wie kann ich eine Konstruktion optimieren?

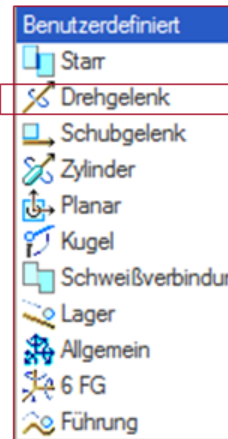
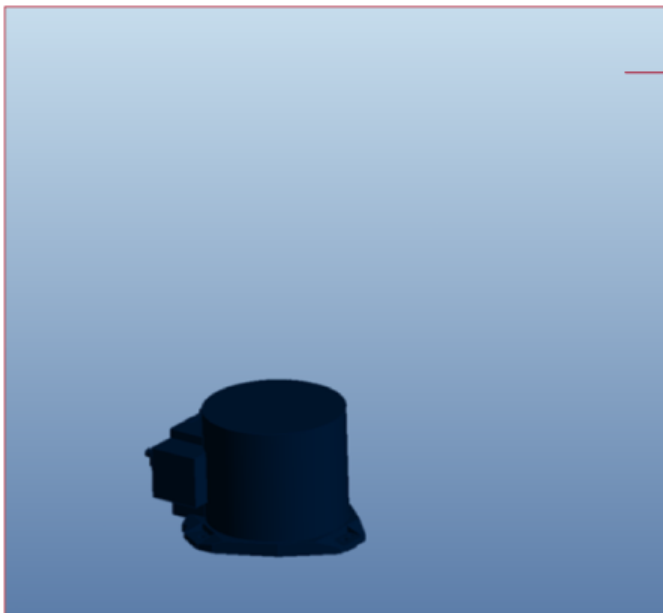
Wie kann ich Randbedingungen vorgeben und dabei ein bestimmtes Ziel für die Optimierung verfolgen?



Wie kann ich eine Konstruktion mit mehreren Zielen optimieren?

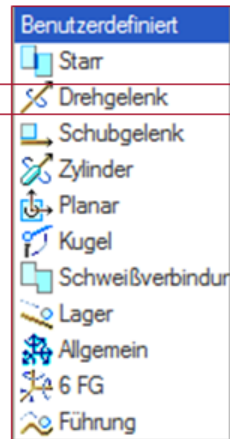
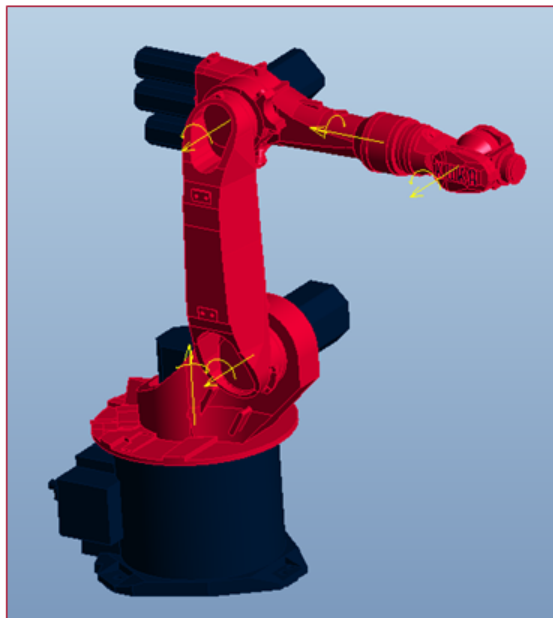
Kinematische Simulation - Aufbau eines **Mehrkörpermodells**

- Verwendung von Gelenkdefinitionen

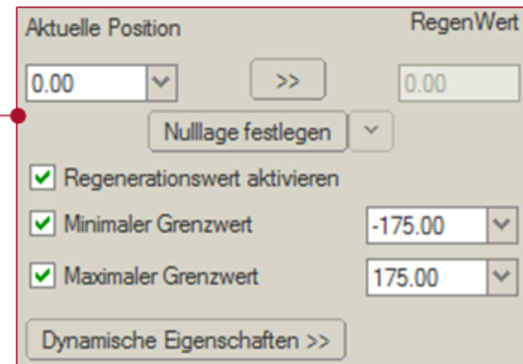


Kinematische Simulation - Aufbau eines **Mehrkörpermodells**

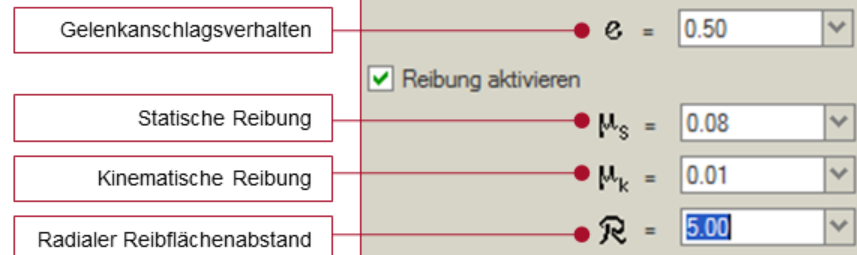
- Verwendung von Gelenkdefinitionen



- Geometrische Gelenkbedingungen

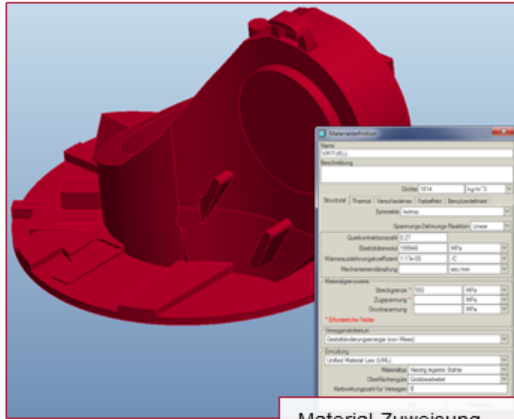


- Dynamische Gelenkbedingungen

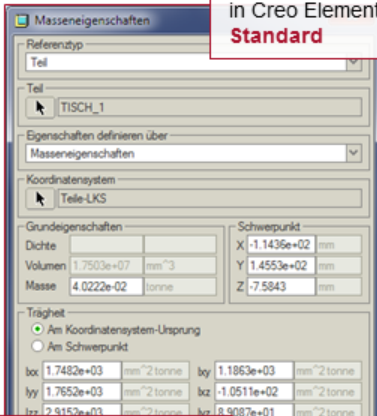


Dynamische Simulation - Anwendung von Mechanism Dynamics

○ Masseneigenschaften

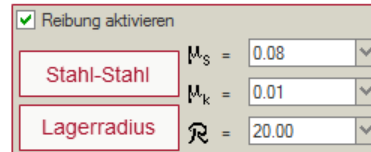


Material-Zuweisung
in Creo Elements
Standard

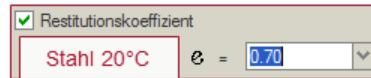


Automatische
Trägheitsermittlung
in **Mechanism Dynamics**

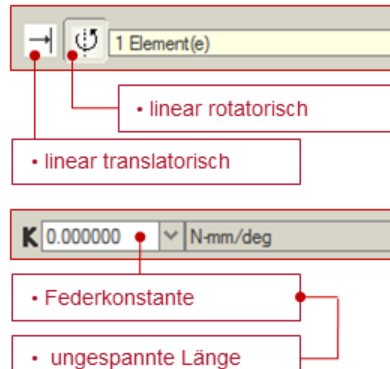
○ Reibung



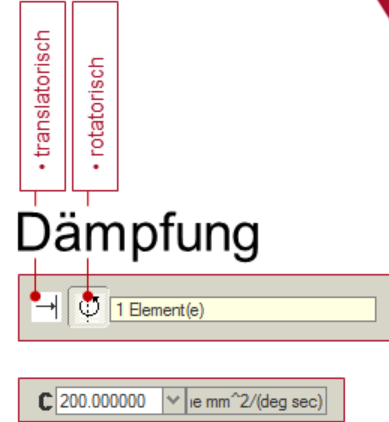
○ Restitution



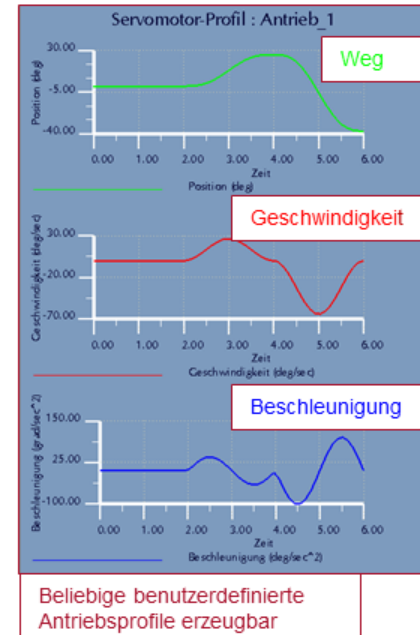
○ Federn



○ Dämpfung

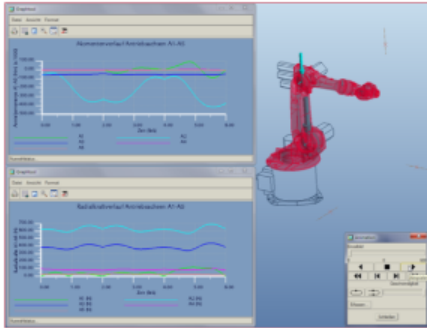


○ Antriebe



Dynamische Simulation - Anwendung von **Mechanism Dynamics**

Kraft / Momenten-Verlauf in den Antriebsachsen (Mechanism Dynamics)



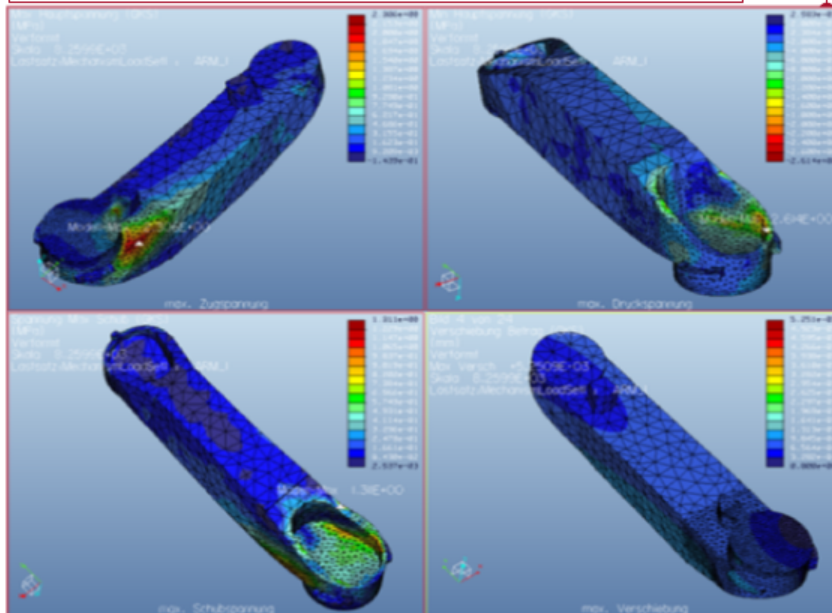
Die Simulationsergebnisse für den Istzustand liegen nun vor.

Welche Anforderungen ergeben sich dann an eine vorgabengesteuerte automatische **Optimierung**?

• **Spannung / Dehnung**

Advanced Mechanics

Größte gefundene **Bauteilbelastung** während der Bewegungssimulation



Last-Export

Ergebnissatz: Start_APNTD-APNT2

Körper: Körper2 : Modell ARM_1.pt

Komponente: ARM_1.PRT

Berechnen bei: Max. Einzellast 5.58 Sek.

Antrieb_2_Moment

Last-Info

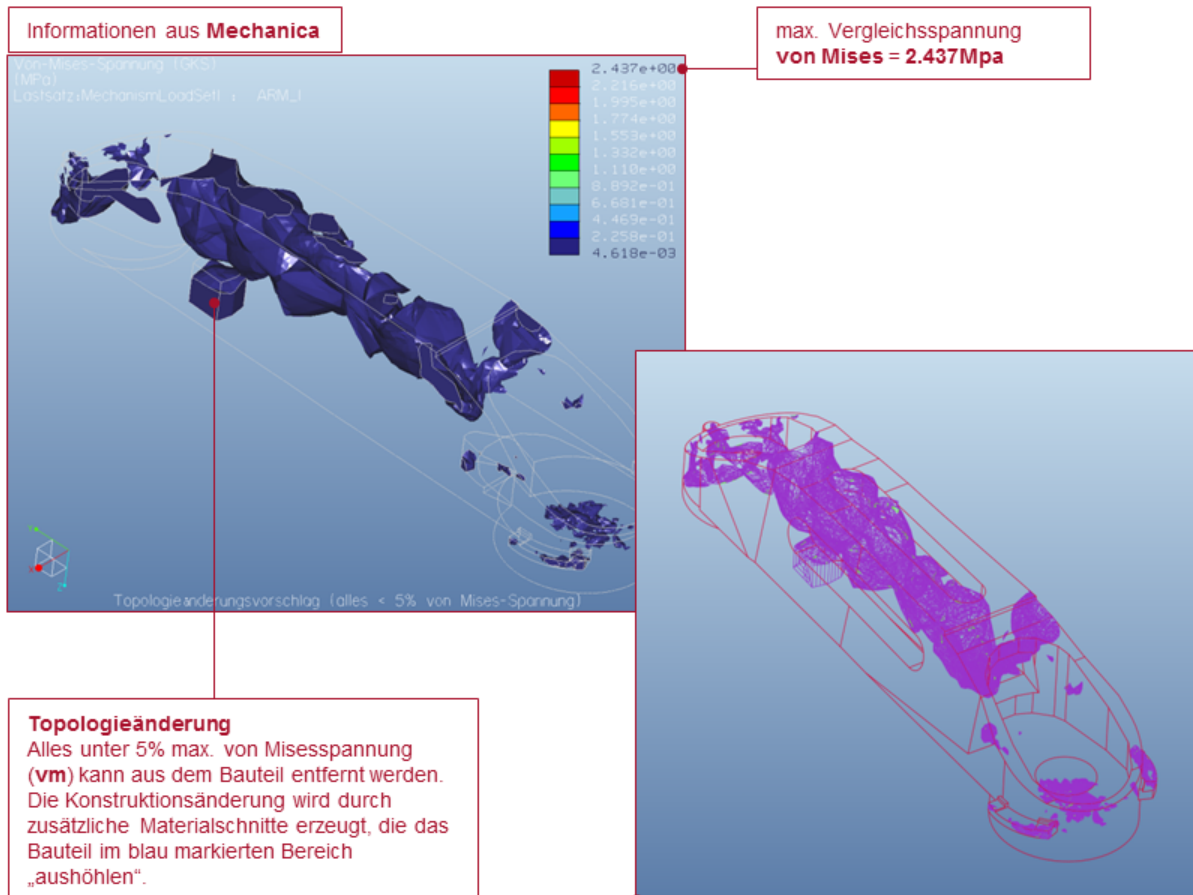
Last	Betrag	Einheiten
<input checked="" type="checkbox"/> Antrieb_2_Force	699.86	N
<input checked="" type="checkbox"/> Antrieb_2_Moment	424775	mm N
<input type="checkbox"/> Antrieb_2	419259	mm N
<input type="checkbox"/> Dämpfer 2	3795.96	mm N
<input checked="" type="checkbox"/> Antrieb_3_Force	445.102	N
<input checked="" type="checkbox"/> Antrieb_3_Moment	86042.1	mm N
<input type="checkbox"/> Antrieb_3	56694.8	mm N
<input type="checkbox"/> Dämpfer 3	1038.75	mm N
<input type="checkbox"/> Angular_Vel	0.610776	rad / sec
<input type="checkbox"/> Angular_Accel	2.48153	rad / sec^2

OK Abbrechen



Vorgabengesteuerte automatische Optimierung - Anwendung von Behavioral Modeling Extension

- Unter welchen Bedingungen soll was optimiert werden?



Vorgabengesteuerte automatische Optimierung - Anwendung von Behavioral Modeling Extension

- Unter welchen Bedingungen soll was optimiert werden?

OPTIMIERUNG

Hauptbedingung:
Min. Total Mass[kg]

Nebenbedingungen:
Max. $\sigma_m < 100$ [MPa]
Max. $Disp < 0.05$ [mm]

Konstruktionsvariablen:
Min/Max Wandstärke[mm]
Min/Max Radius[mm]

Start-Werte

Parameter	Op	Wert
MAX_STRESS_VM_ARM_1_STAT	<	100.000000
MAX_DISP_MAG_ARM_1_STAT	<	0.050000

Variabel	Min	Max
d38.ARM_1	10.000000	15.000000
d35.ARM_1	10.000000	15.000000
d36.ARM_1	10.000000	15.000000
d51.ARM_1	10.000000	15.000000
d49.ARM_1	10.000000	15.000000
d50.ARM_1	10.000000	15.000000
d54.ARM_1	10.000000	15.000000
d53.ARM_1	10.000000	15.000000
d52.ARM_1	10.000000	15.000000
d57.ARM_1	10.000000	15.000000
d58.ARM_1	10.000000	15.000000
d59.ARM_1	10.000000	15.000000
d79.ARM_1	20.000000	40.000000
d86.ARM_1	20.000000	35.000000

Folie 5

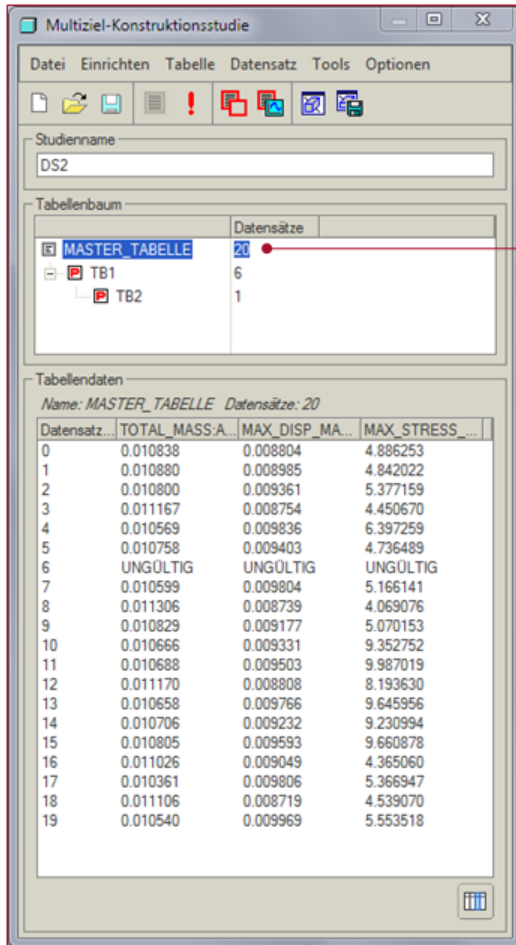


Verknüpfung von verschiedenen Simulationsmethoden zur Design-Optimierung in Creo
Christoph Bruns Ellwangen, Patrick Stegemann Hamburg

INNEO
That's IT.

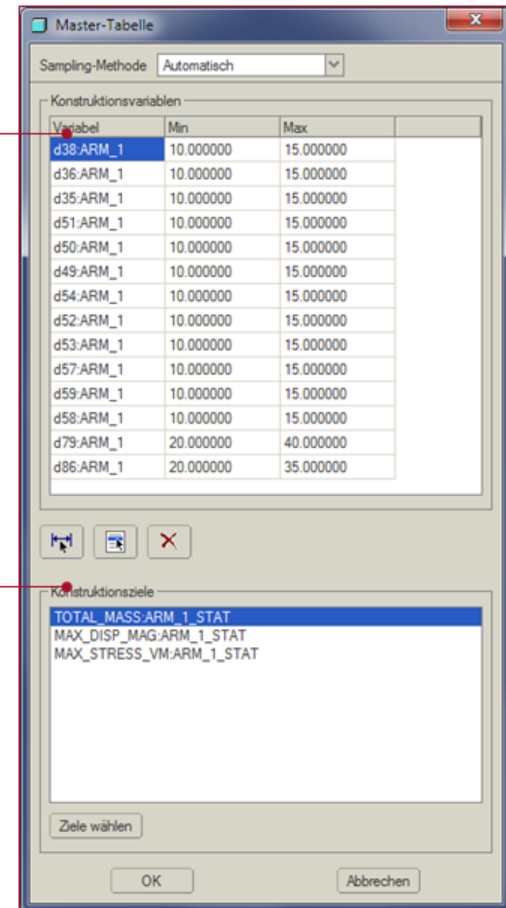
Multizielkonstruktionsstudien - Varianten automatisch erstellen und nach Relevanz filtern

- Optimierungsanalyse (1 Ziel) aber Multizielkonstruktion (>1 Ziel)



Multizielkonstruktionsstudie:
Definition der **Master-tabelle**

- 20 Varianten erzeugen
- Variation von vorgegebenen Konstruktionsvariablen
- Berechnen festgelegter Konstruktionsziele



Multizielkonstruktionsstudien - Varianten automatisch erstellen und nach Relevanz filtern

- Optimierungsanalyse (1 Ziel) aber Multizielkonstruktion (>1 Ziel)

Multiziel-Konstruktionsstudie

Studienname: DS2

Tabellenbaum:

- MASTER_TABELLE (Datensätze: 20)
 - TB1 (6)
 - TB2 (1)

Tabellendaten:

Name: MASTER_TABELLE Datensätze: 20

Datensatz	TOTAL_MASS_A	MAX_DISP_MA	MAX_STRESS
0	0.010838	0.008804	4.886253
1	0.010880	0.008985	4.842022
2	0.010800	0.009361	5.377159
3	0.011167	0.008754	4.450670
4	0.010569	0.009836	6.397259
5	0.010758	0.009403	4.736489
6	UNGÜLTIG	UNGÜLTIG	UNGÜLTIG
7	0.010599	0.009804	5.166141
8	0.011306	0.008739	4.069076
9	0.010829	0.009177	5.070153
10	0.010666	0.009331	9.352752
11	0.010688	0.009503	9.987019
12	0.011170	0.008808	8.193630
13	0.010658	0.009766	9.645956
14	0.010706	0.009232	9.230994
15	0.010805	0.009593	9.660878
16	0.011026	0.009049	4.365060
17	0.010361	0.009806	5.366947
18	0.011106	0.008719	4.539070
19	0.010540	0.009969	5.553518

Multizielkonstruktionsstudie:
Definition der 1. Ableitungstabelle

- Pareto-Filterung nach max. oder min.
- Aus 20 Varianten die geeignetsten filtern
- 6 Varianten bleiben übrig

Multiziel-Konstruktionsstudie

Studienname: DS2

Tabellenbaum:

- MASTER_TABELLE (Datensätze: 20)
 - TB1 (6)
 - TB2 (1)

Tabellendaten:

Name: TB1 Datensätze: 6

Datensatz	TOTAL_MASS	MAX_DISP_MAG	MAX_STRESS_VM
4	0.010569	0.009836	6.397259
11	0.010688	0.009503	9.987019
13	0.010658	0.009766	9.645956
15	0.010805	0.009593	9.660878
17	0.010361	0.009806	5.366947
19	0.010540	0.009969	5.553518

Tabelle (TB1) editieren

☐ Bedingungen ☒ Pareto

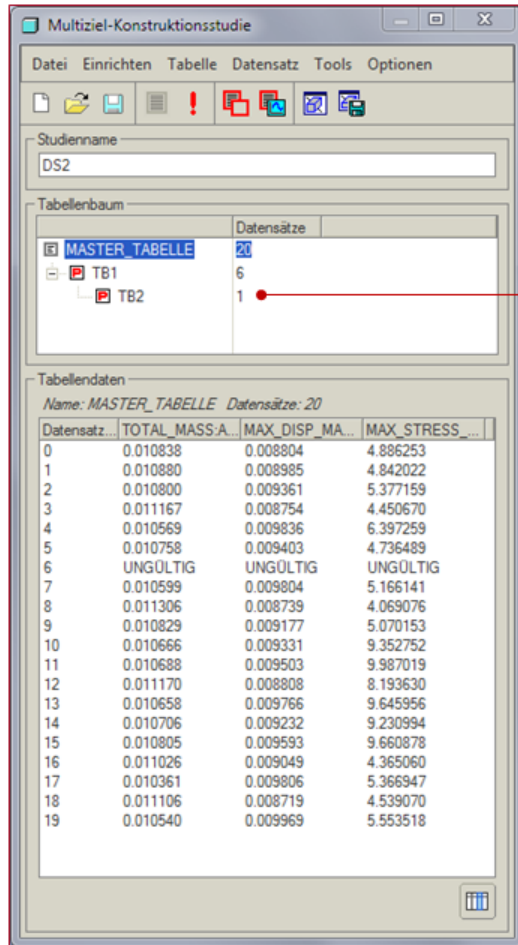
Ziel	Optionen
TOTAL_MASS:ARM_1_STAT	Minimieren
MAX_DISP_MAG:ARM_1_STAT	Maximieren
MAX_STRESS_VM:ARM_1_STAT	Maximieren

Tabellenname: TB1

OK Abbrechen

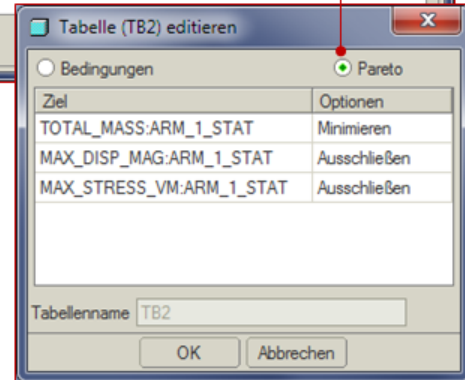
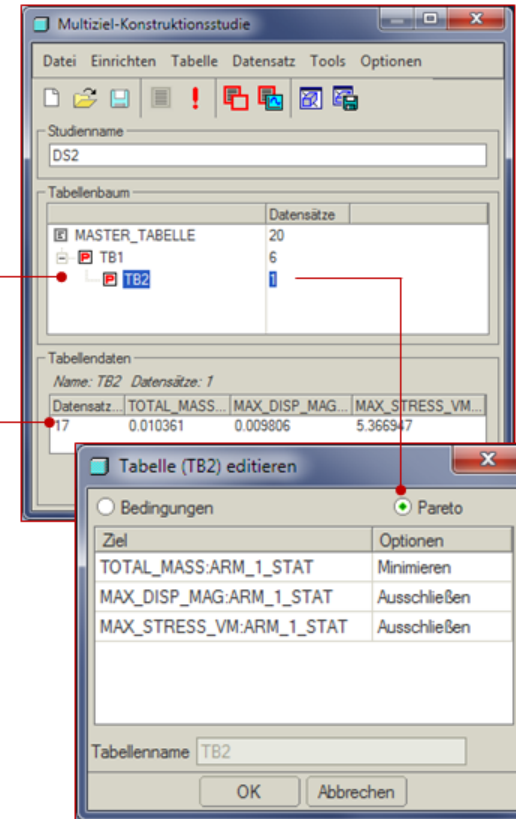
Multizielkonstruktionsstudien - Varianten automatisch erstellen und nach Relevanz filtern

- Optimierungsanalyse (1 Ziel) aber Multizielkonstruktion (>1 Ziel)



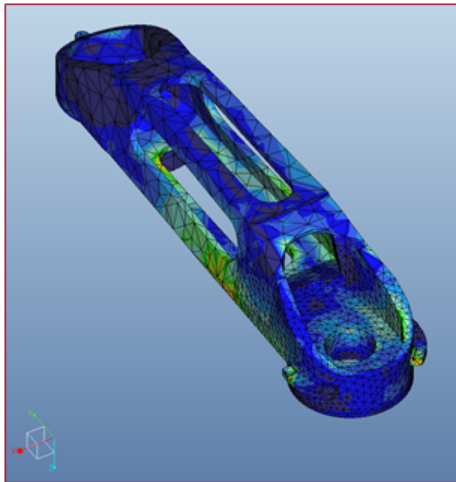
Multizielkonstruktionsstudie:
Definition der **2. Ableitungstabelle**

- **Pareto-Filterung** nach max. ; min. oder **Ausschluss**
- Aus 6 Varianten die geeignetsten filtern
- 1 Variante bleiben übrig

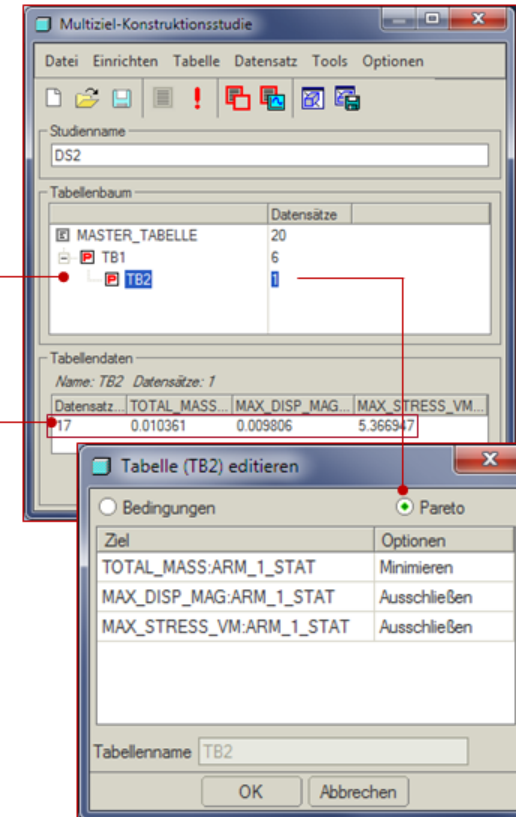
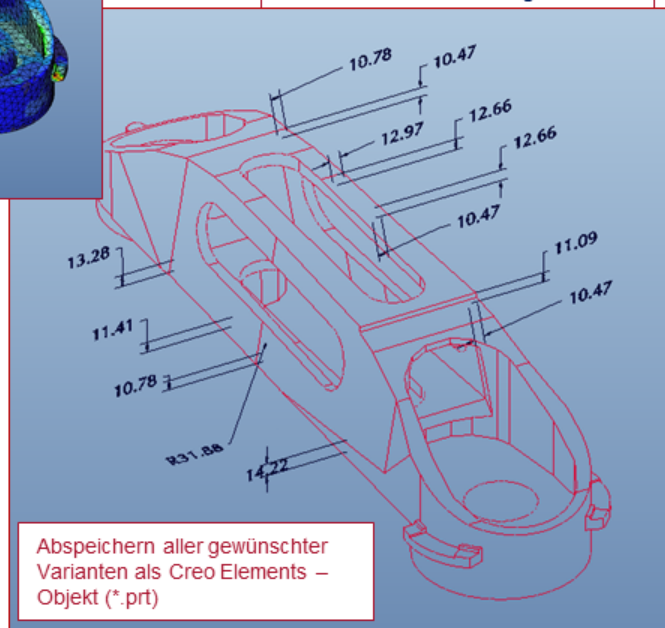


Multizielkonstruktionsstudien - Varianten automatisch erstellen und nach Relevanz filtern

- Optimierungsanalyse (1 Ziel) aber Multizielkonstruktion (>1 Ziel)



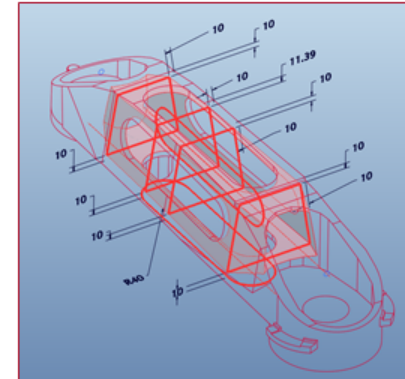
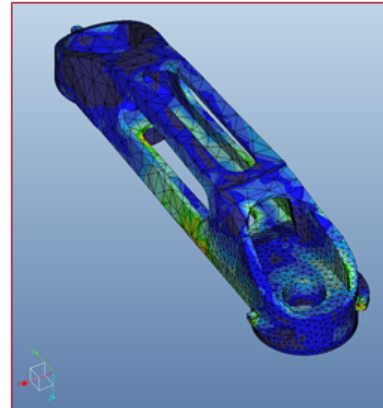
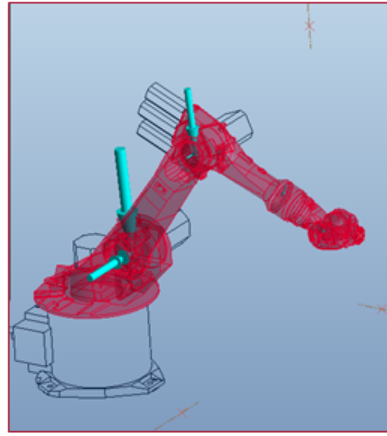
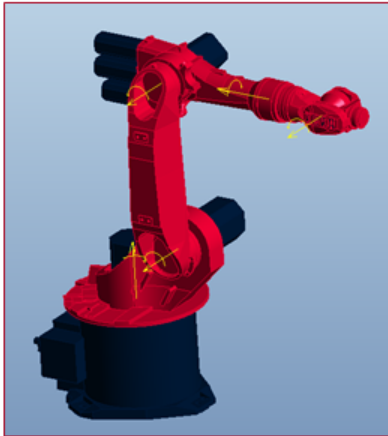
Multizielkonstruktionsstudie:
Definition der 2. Ableitungstabelle



Zusammenfassung

- Welche Creo Elements Module werden wofür verwendet?

Kinematik	Dynamik	Strukturanalyse	Optimierung und Multizielkonstr.- Studie
Mechanism Design (INNEO Schulung)	Mechanism Design Option (INNEO Schulung)	Advanced Mechanica (INNEO Schulung)	Behavioral Modeling Extension (INNEO Workshop)
<ul style="list-style-type: none"> Baugruppenkomponenten über Gelenke miteinander verbinden und Antriebe definieren Auswertung von Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung 	<ul style="list-style-type: none"> Ermitteln von dynamischen Reaktionskräften und Momenten Federn, Dämpfer, Restitution, Massenträgheiten, usw. 	<ul style="list-style-type: none"> Berechnen der Verformungen und Spannungen, die aus der Bewegung resultieren 	<ul style="list-style-type: none"> Ermitteln der optimalen Konstruktion bei Vorgabe einer oder mehrerer Zielgröße, bei gleichzeitiger Einhaltung von Konstruktions-Randbedingungen





kompetent ' schnell ' erreichbar ' servicefreundlich ' preis-leistungsstark

That's IT.