

Motivation:



<https://articles-images.sftcdn.net/wp-content/uploads/sites/8/2014/03/Header1-568x319.png>

Arbeitsgeschwindigkeit



<http://ww3.cad.de/foren/ubb/uploads/ledock/dauerbruch.jpg>

Zuverlässigkeit



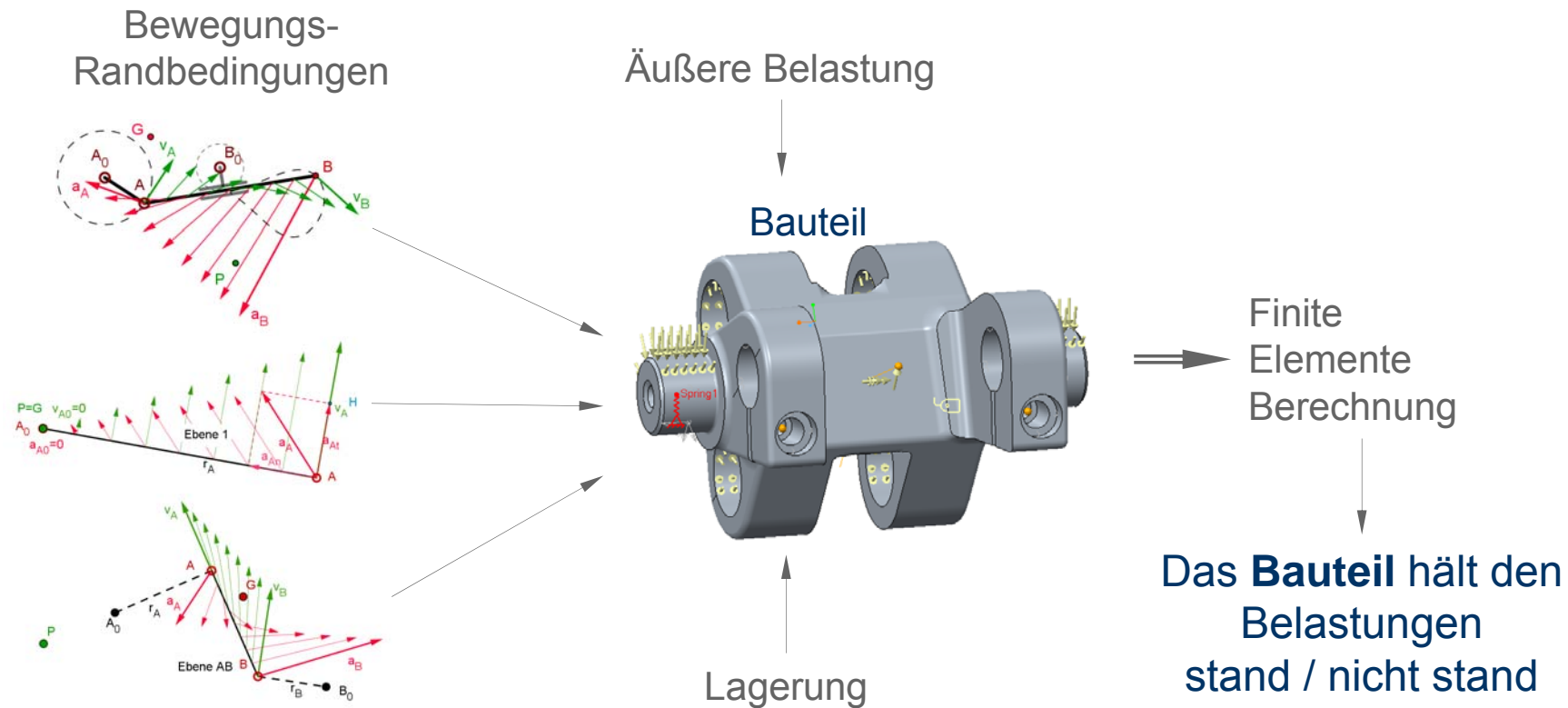
<http://images.gofreedownload.net/money-bag-clip-art-7346.jpg>

Kosten

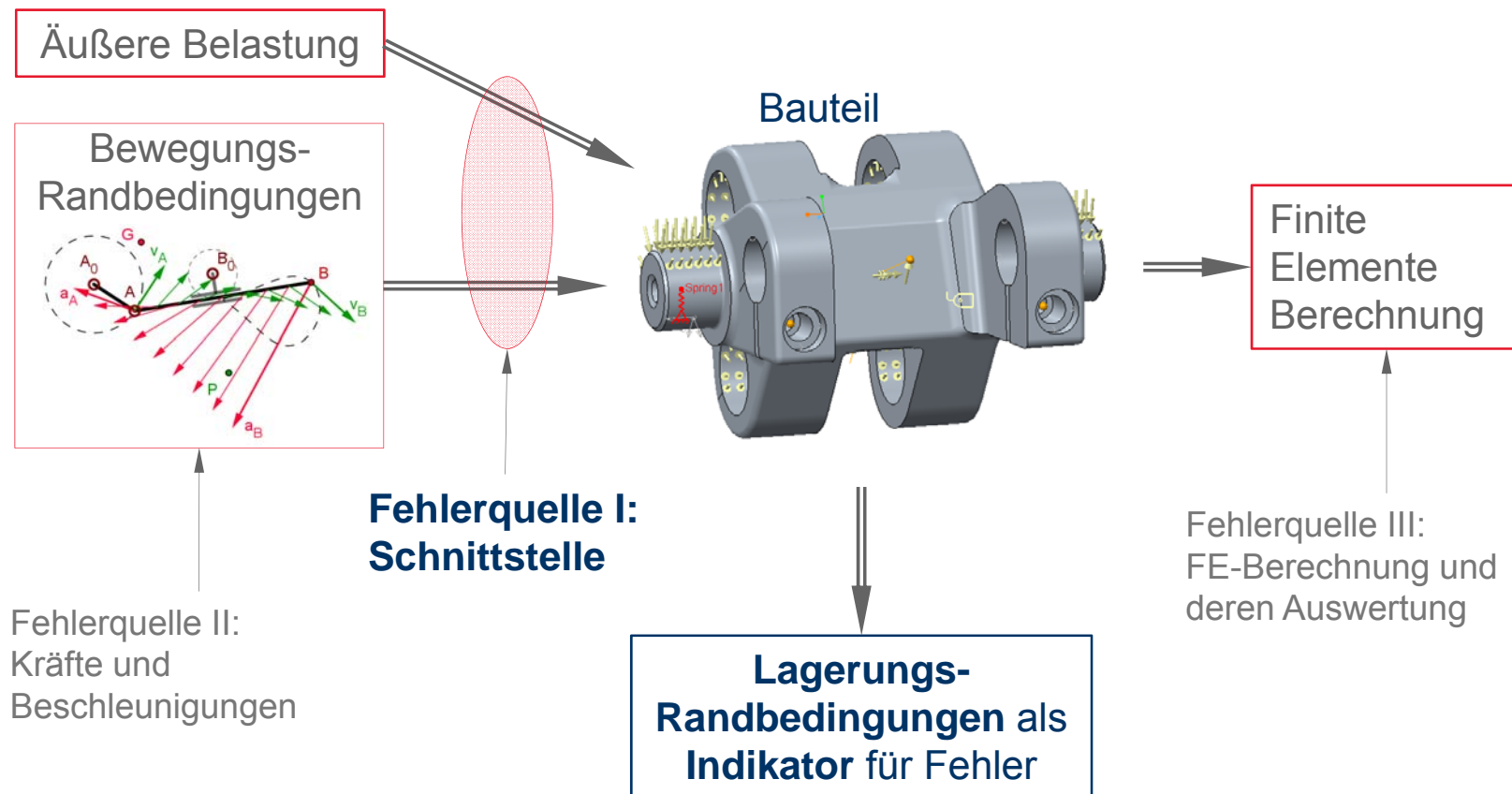
Wirtschaftlichkeit

Die **Zuverlässigkeit** soll erhöht werden, damit das Produkt attraktiver wird

Herausforderung: Eine Erhöhung der Zuverlässigkeit bedarf zuverlässiger Festigkeitsberechnungen



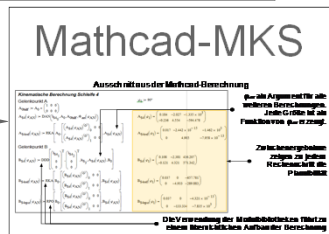
Fehlerquellen identifizieren: Fokus auf den Schnittstellen in der Simulation



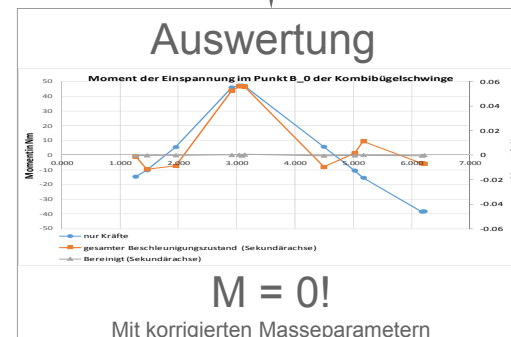
Lösungsstrategie Fehlerquelle I:

Getriebedaten:

- Getriebestruktur
- Kinematik-Parameter
- Masse-Parameter

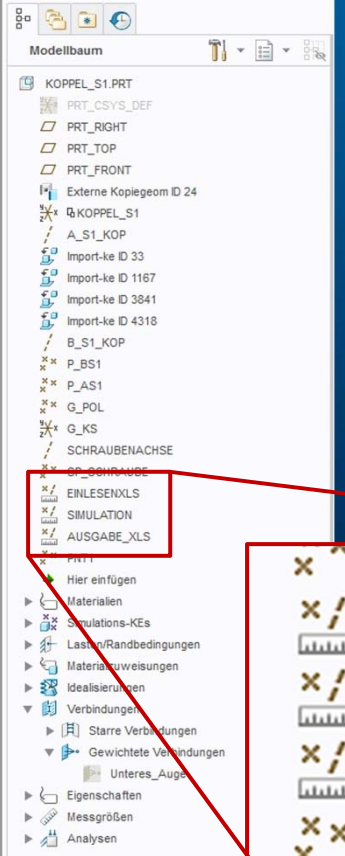


Verschiedene Definitionen des Beschleunigungszustandes



Rückführung/Korrektur der Masseparameter aus der Simulation

Schnittstelle zwischen MS Excel und Creo: Überführung der tabellarischen MKS-Ergebnisse mit einem Analyse-KE



MS Excel

Übergabewerte aus Mathcad über Excel nach Creo Simulate


| #Lastfall | Antriebs- teilung in rad (Null) | Zeit | Excel zu Creo | | | | | | translatorische Beschleunigung | | | |
|------------|---------------------------------------|--------|---------------|------------|------------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------------------------|------|-------|------|
| | | | Kräfte | | | Lage | | | Bewegung um G (L-B) bzw. B um | | | |
| | | | F_AS1 y | F_AS1 z | F_BS1 z | Beschl. pol G y | Beschl. pol G z | phi** phi** | phi** phi** | y | z | |
| 1 | 1.224 | 0.0042 | 2073 | 68 | -1310 | -12 | 0.38 | -0.99 | 1.71 | -962 | -9.8 | -0.2 |
| 2 | 2.725 | 0.0093 | -2340 | -166 | 1487 | -47 | 0.46 | -0.64 | 2.83 | 1695 | -9.8 | -0.4 |
| 3 | 5.207 | 0.0178 | 2174 | 60 | -1375 | -20 | 0.36 | -1.06 | 1.53 | -934 | -9.8 | -0.2 |
| 4 | 1.220 | 0.0042 | 2073 | 67 | -1310 | -13 | 0.38 | -0.99 | 1.69 | -957 | -9.8 | -0.2 |
| 5 | 2.717 | 0.0093 | -2340 | -164 | 1487 | -46 | 0.46 | -0.64 | 2.87 | 1680 | -9.8 | -0.4 |
| 6 | 5.211 | 0.0178 | 2174 | 59 | -1375 | -21 | 0.36 | -1.07 | 1.52 | -930 | -9.8 | -0.2 |
| 7 | 2.165 | 0.0074 | -1371 | 40 | 884 | 57 | -28.90 | 6.16 | 4.61 | 0 | -9.8 | -0.3 |
| 8 | 4.212 | 0.0144 | -1285 | 38 | 829 | 54 | -29.80 | 6.08 | 4.40 | 0 | -9.8 | -0.3 |
| gewählt: 1 | 1.224 | 0.0042 | 2072928 | 67558 | -1309506 | -12024 | 381.50 | -985.72 | 1.71 | -962 | -9804 | -197 |

Lage des Beschleunigungspoles G bezüglich des körperfesten kartesischen Koordinatensystems

Rotatorische Bewegungsanteile um den Beschleunigungspol G

Translatorische Beschleunigung bezüglich des körperfesten kartesischen Koordinatensystems

Creo-Simulate



Parameter →

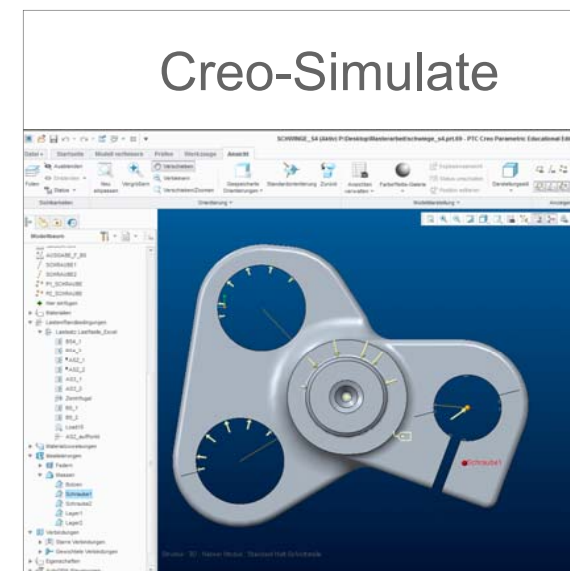
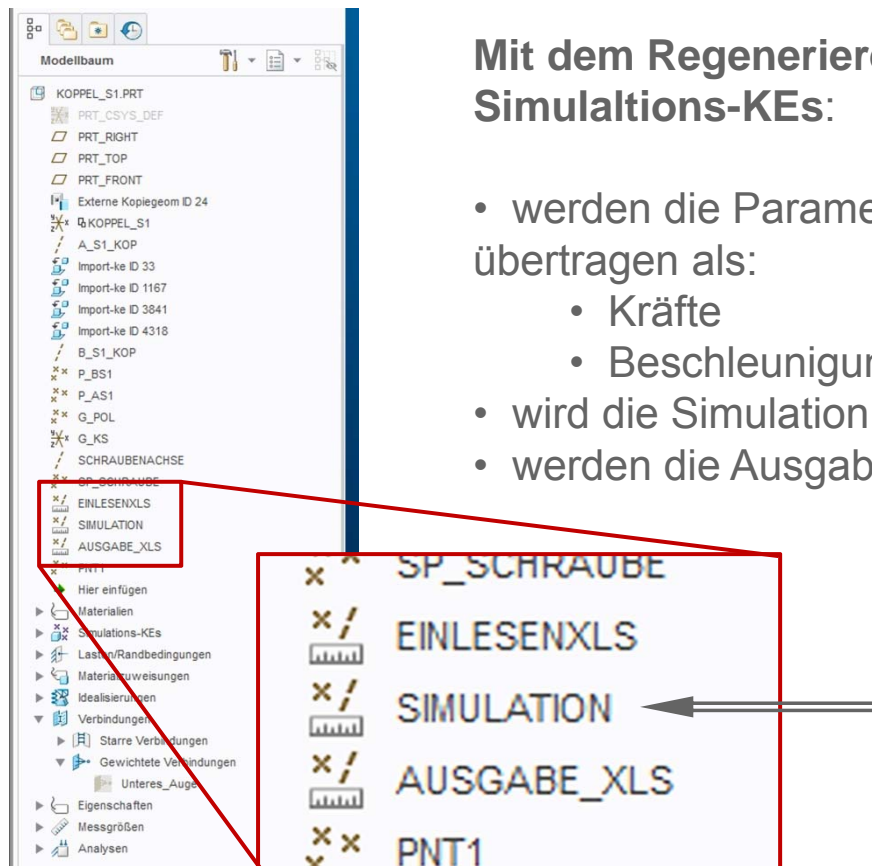
Regenerieren führt zur Übergabe des gewählten Lastfalles aus Excel nach Creo in Form von Parametern

SP_SCHRAUBE
EINLESENXLS
SIMULATION
AUSGABE_XLS
PNT1

Mit „Regenerieren“ zur Simulation

Mit dem Regenerieren des Simulations-KEs:

- werden die Parameter auf das Bauteil übertragen als:
 - Kräfte
 - Beschleunigungen
- wird die Simulation ausgeführt
- werden die Ausgabeparameter gesetzt



Zweite Schnittstelle zwischen Creo und MS Excel: Von der Simulation zu tabellarischen Auswertung über ein Analyse-KE

Creo-Simulate

MS Excel

Übergabewerte aus Mathcad über Excel nach Creo Simulate

| #Lastfall | Antriebs- teilung in rad (Null) | Zeit | Kräfte | | | | | | Lage | | | Bewegung um G (1-8) bzw. B um | | | translatorische Beschleunigung | | | |
|------------|---------------------------------------|--------|---------|-------|----------|--------|--------------|---------|-------|------|-------|----------------------------------|---|---|-----------------------------------|-------|---|---|
| | | | F_AS1 | | F_BS1 | | Beschl.pol G | | phi** | y | z | y | z | y | z | | | |
| | | | y | z | y | z | y | z | | | | | | | | phi** | y | z |
| 1 | 1.224 | 0.0042 | 2073 | 68 | -1310 | -12 | 0.38 | -0.99 | 1.71 | -962 | -9.8 | -0.2 | | | | | | |
| 2 | 2.725 | 0.0093 | -2340 | -166 | 1487 | -47 | 0.46 | -0.64 | 2.83 | 1695 | -9.8 | -0.4 | | | | | | |
| 3 | 5.207 | 0.0178 | 2174 | 60 | -1375 | -20 | 0.36 | -1.06 | 1.53 | -934 | -9.8 | -0.2 | | | | | | |
| 4 | 1.220 | 0.0042 | 2073 | 67 | -1310 | -13 | 0.38 | -0.99 | 1.69 | -957 | -9.8 | -0.2 | | | | | | |
| 5 | 2.717 | 0.0093 | -2340 | -164 | 1487 | -46 | 0.46 | -0.64 | 2.87 | 1680 | -9.8 | -0.4 | | | | | | |
| 6 | 5.211 | 0.0178 | 2174 | 59 | -1375 | -21 | 0.36 | -1.07 | 1.52 | -930 | -9.8 | -0.2 | | | | | | |
| 7 | 2.165 | 0.0074 | -1371 | 40 | 884 | 57 | -28.90 | 6.16 | 4.61 | 0 | -9.8 | -0.3 | | | | | | |
| 8 | 4.212 | 0.0144 | -1285 | 38 | 829 | 54 | -29.80 | 6.08 | 4.40 | 0 | -9.8 | -0.3 | | | | | | |
| gewählt: 1 | 1.224 | 0.0042 | 2072928 | 67558 | -1309506 | -12024 | 381.50 | -985.72 | 1.71 | -962 | -9804 | -197 | | | | | | |

Lage des Beschleunigungspoles G bezüglich des körperfesten kartesischen Koordinatensystems

Rotatorische Bewegungsanteile um den Beschleunigungspol G

Translatorische Beschleunigung bezüglich des körperfesten kartesischen Koordinatensystems

Ergebnisse

Regenerieren führt zur Übergabe des gewählten Lastfalles aus Excel nach Creo in Form von Parametern

Fehlerquelle II vermeiden:

Ausschnitt aus der Mathcad-Berechnung

Kinematische Berechnung Schleife 4

Gelenkpunkt A
 $A_{0\text{dir}} := A_0 + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
 $A_{Sd}(\varphi_{AN}) := \text{DAN}(Is_{t_0}, A_0, A_{0\text{dir}}, \varphi_{AN})$
 $A_{Srel}(\varphi_{AN}) := \text{RKA} \begin{pmatrix} A_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \\ A_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \\ A_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot A_{Sd}(\varphi_{AN})$

Gelenkpunkt B
 $B_{Sd}(\varphi_{AN}) := \text{DDD} \begin{pmatrix} Is_{t_1} & Is_{t_2} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot k_{s_3} \cdot A_{Sd}(\varphi_{AN}) \cdot B_0$
 $B_{Srel}(\varphi_{AN}) := \text{RKA} B_0 \begin{pmatrix} B_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \\ B_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \\ B_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot B_{Sd}(\varphi_{AN})$
 $B_{Srelpo}(\varphi_{AN}) := \text{RPO} B_0 \begin{pmatrix} B_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \\ B_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \\ B_{Sd}(\varphi_{AN}) & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot B_{Sd}(\varphi_{AN})$

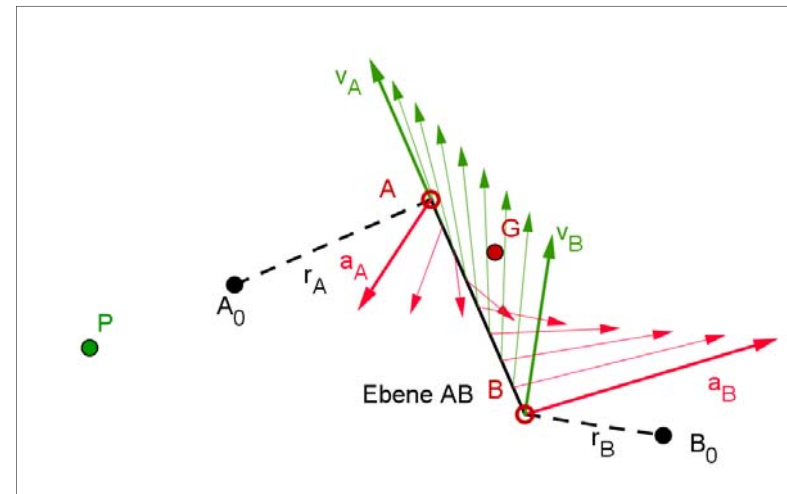
$\varphi_{AN} := 90^\circ$

| |
|---|
| $A_{Sd}(\varphi_1) = \begin{pmatrix} 0.184 & -2.027 & -1.335 \times 10^3 \\ -0.236 & 4.554 & -594.478 \end{pmatrix}$ |
| $A_{Srel}(\varphi_1) = \begin{pmatrix} 0.017 & -2.442 \times 10^{-15} & -1.462 \times 10^3 \\ 0 & 4.985 & -7.958 \times 10^{-13} \end{pmatrix}$ |
| $B_{Sd}(\varphi_1) = \begin{pmatrix} 0.108 & -2.381 & 436.207 \\ -0.121 & 4.321 & 571.342 \end{pmatrix}$ |
| $B_{Srel}(\varphi_1) = \begin{pmatrix} 0.037 & 0 & -657.781 \\ 0 & -4.933 & -289.883 \end{pmatrix}$ |
| $B_{Srelpo}(\varphi_1) = \begin{pmatrix} 0.037 & 0 & -4.321 \times 10^{-13} \\ 0 & -133.334 & -7.835 \times 10^3 \end{pmatrix}$ |

φ_{AN} als Argument für alle weiteren Berechnungen. Jede Größe ist als Funktion von φ_{AN} erzeugt.

Zwischenergebnisse zeigen zu jedem Rechenschritt die Plausibilität

Die Verwendung der Modulbibliotheken führt zu einem übersichtlichen Aufbau der Berechnung



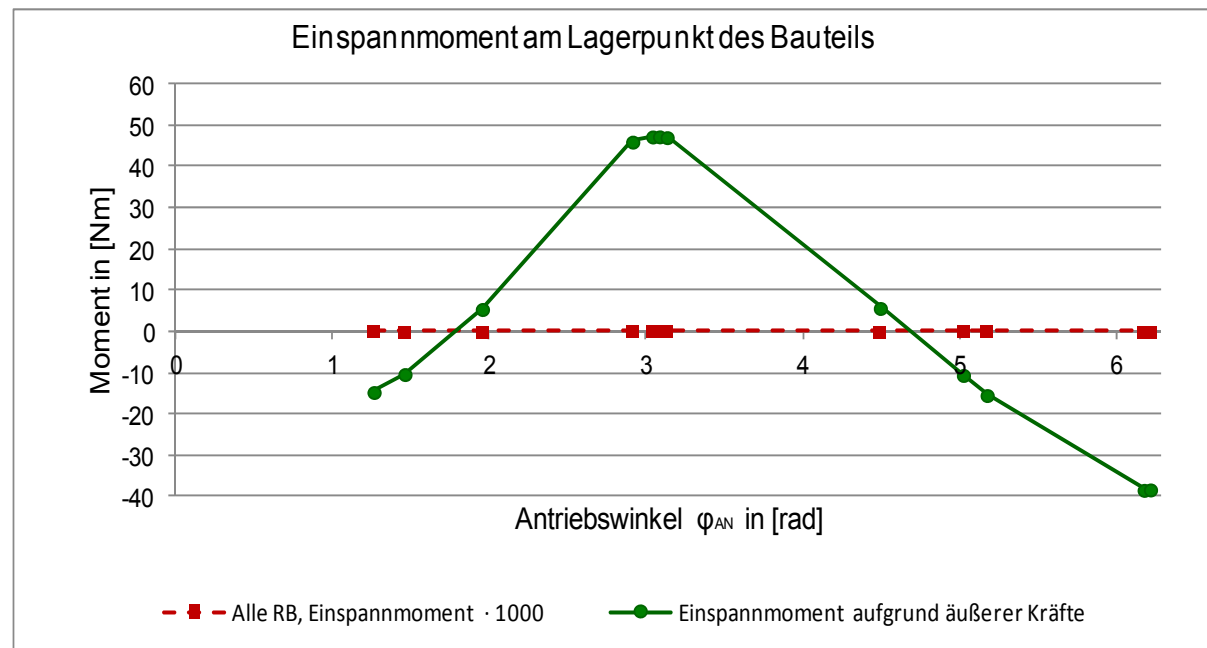
Mathcadberechnung mit Hilfe der Modulbibliotheken der Professur für Montage und Handhabungstechnik

Erkennen des Bewegungszustandes – Festlegen geeigneter Kenngrößen zur Beschreibung der Beschleunigung

Die Kinetostatisch Berechnung wird mit **Mathcad** und **Creo Parametric** berechnet und damit verifiziert!

Auswertung:

Stellvertretend für umfangreichere Auswertungen: Das Einspannmoment eines Bauteils



Es zeigt sich, dass...

- die Einspannung in der Summe frei von Kräften und Momenten ist.
- die Bearbeitungsstrategie der Datenmenge angepasst war.
- größere Datenmengen einen noch höheren Automatisierungsgrad erfordern.

Fazit: Effiziente Berechnung mit genügend Transparenz der Zwischenergebnisse zur Verifikation