

Ergänzungen vom 19.12.2018

- Massen- und Massenträgheitsmoment der z-Achse in den Anteil der rein bewegten Masse und den Anteil der feststehenden Basis getrennt:
[Ersatzmodell 3 // z-Achse: Massen und Massenträgheitsmomente](#)
und
[Ersatzmodell 3 // Basis: Massen und Massenträgheitsmomente](#)
- restliche Massenträgheitsmomente um Deviationsanteile ergänzt

Ergänzungen vom 03.12.2018

- Ergebnisse zu unterschiedlichen Bestück-Stellungen hinzugefügt:
[Nullstellung der Achsen y und z im FEM-Modell](#) und folgende
- Screenshots der Ansys-Steifigkeitsmatrizen (Stiffness Coefficients) geändert um konsistente Einheiten sicherzustellen (Grad → rad)
- Massen- und Massenträgheitsmoment für Ersatzmodell 3:
[Ersatzmodell 3 // y-Achse: Massen und Massenträgheitsmomente](#) und folgende
- Massen- und Massenträgheitsmoment für Stirn- und Umfangsspanner hinzugefügt:
[Massen und Massenträgheitsmoment Stirnspanner](#) und folgende

Ergänzungen vom 26.11.2018

- Koordinatensysteme der Basis vs. Bestückposition ergänzt:
[Koordinaten Basis / Bestückposition](#)
- Eigenfrequenzen und –moden für 4 unterschiedliche z-Positionen hinzugefügt:
[Ersatzmodell 3: Eigenfrequenzen 1-3, z-Pos. 1 unterste z-...](#)
bis
[Ersatzmodell 3: Eigenfrequenzen 1-3 für alle Positionen g...](#)

Ergänzungen vom 13.11.2018

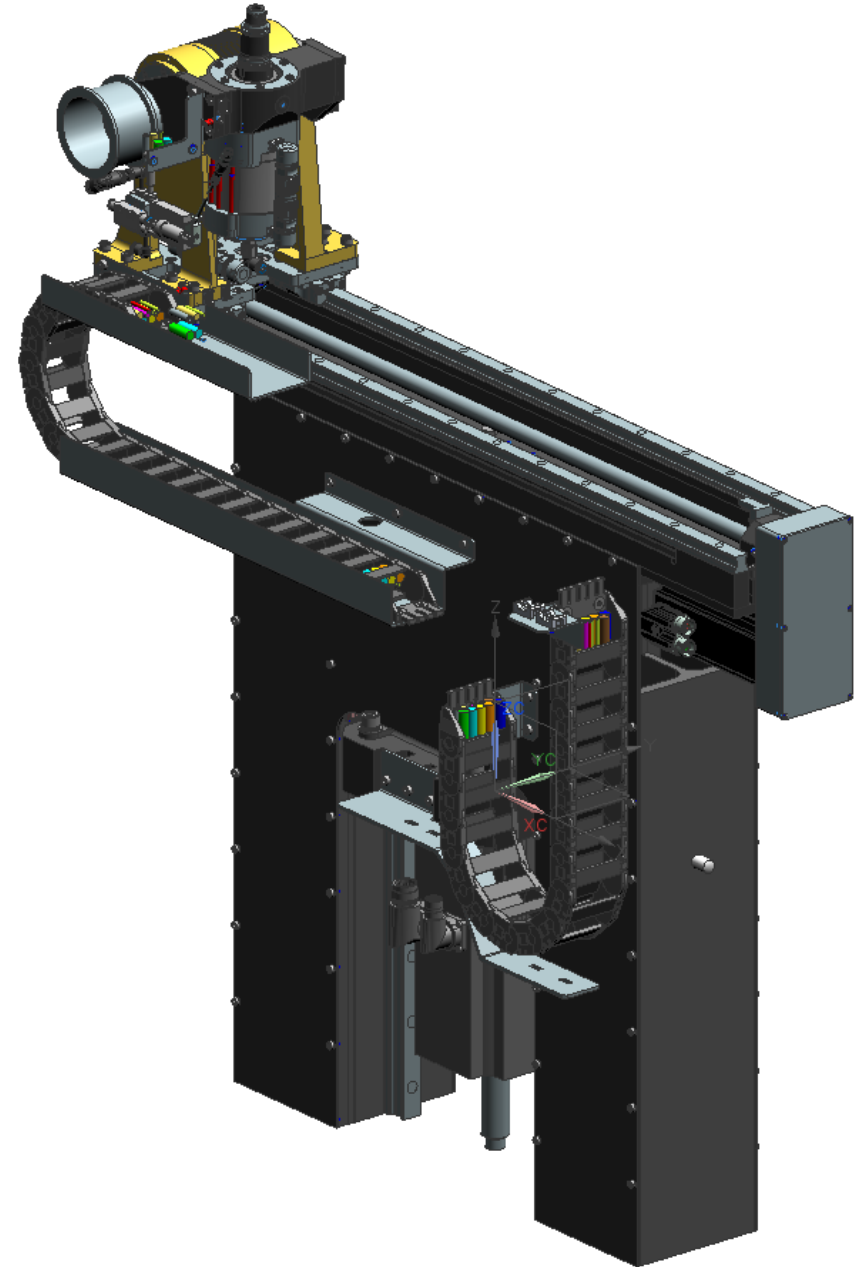
- Steifigkeitsmatrizen der Ersatzmodell 1 bis 3 aktualisiert:
[Ersatzmodell 1: Steifigkeitsmatrix](#)
[Ersatzmodell 2: Steifigkeitsmatrix](#)
[Ersatzmodell 3: Steifigkeitsmatrix](#)
- Steifigkeitsmatrix mit Kraftangriff auf der Welle RotBody bei Lager 1 hinzugefügt:
[Ersatzmodell 2b: Steifigkeitsmatrix](#)

Ergänzungen vom 31.10.2018

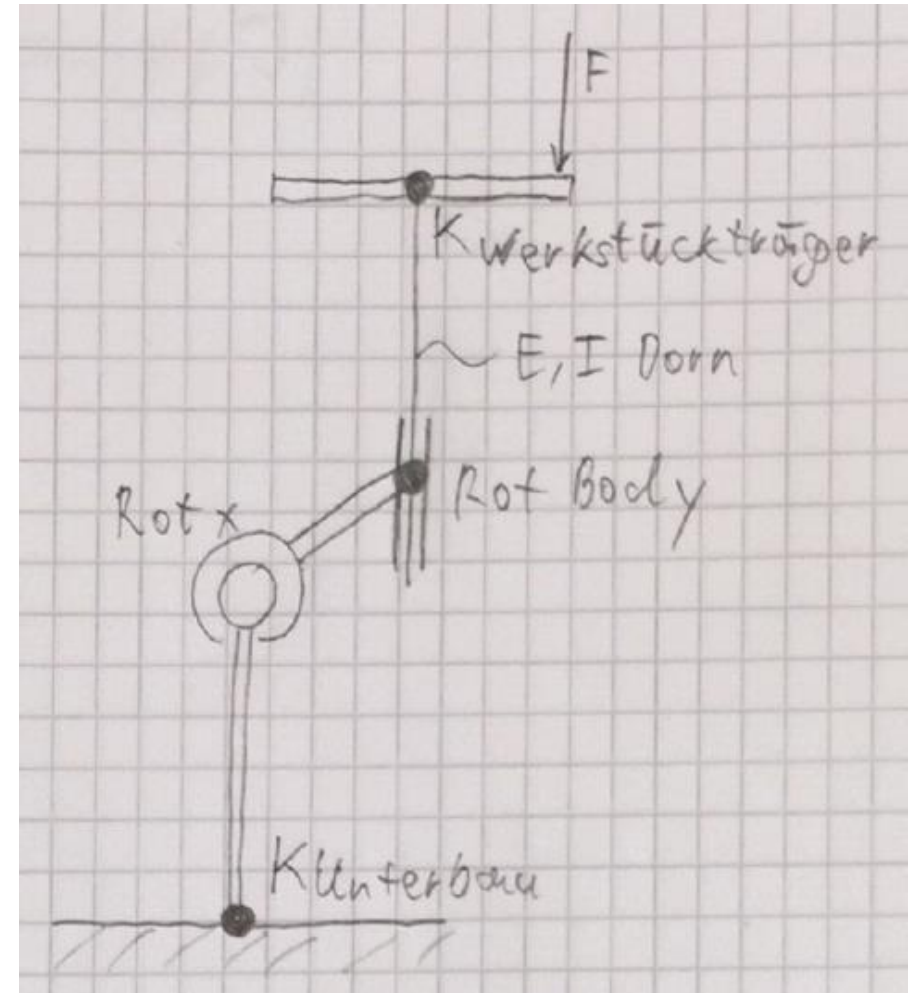
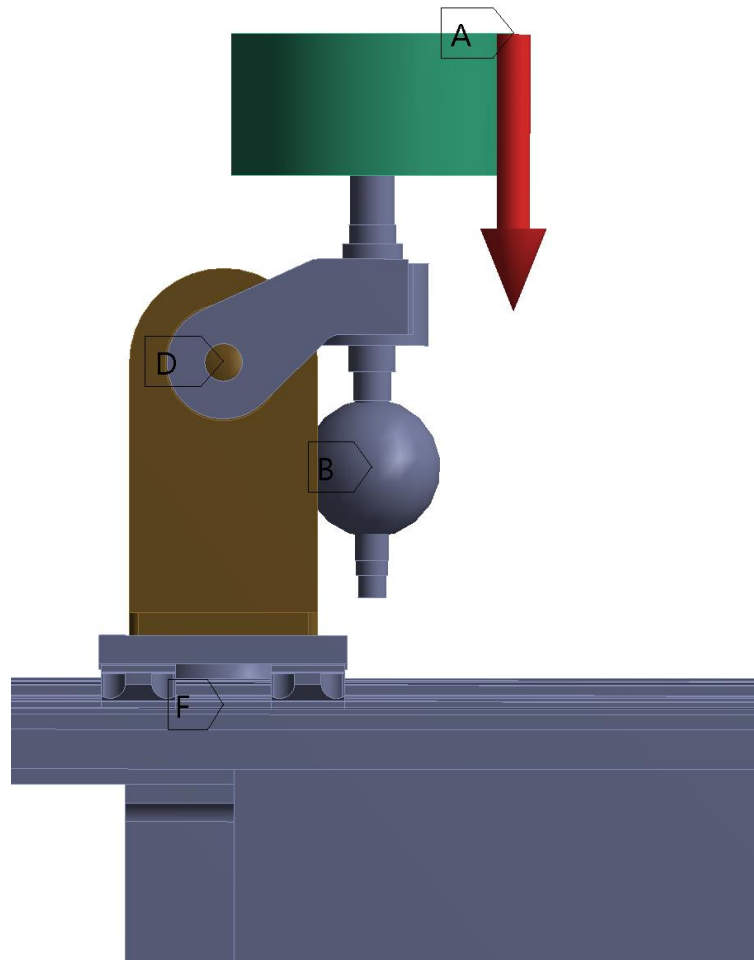
- Steifigkeitsmatrix der virtuellen Schnittstelle ergänzt:
[Steifigkeit Body Holder + Konusverbindung](#)
- Lagersteifigkeiten der Lager RotBody ergänzt:
[RotBody: Vergleich CAD / FEM](#)
- Ersatzsteifigkeit des Gestells ergänzt:
[Ersatzmodell 3: Gestell - Lagerung RotX](#)
- unterschiedliche Stellungen der RotX und kinematische abhängigkeit beispielhaft dargestellt:
[unterschiedliche Stellungen der RotX](#)

3D-CSM Body Handling

- 4-Achsen mit serielllem Aufbau
- z-Achse: Spindelantrieb
- y-Achse: Spindelantrieb
- Rot x: Direktantrieb
- Rot Body: Direktantrieb



Modell für Rot x und Rot Body



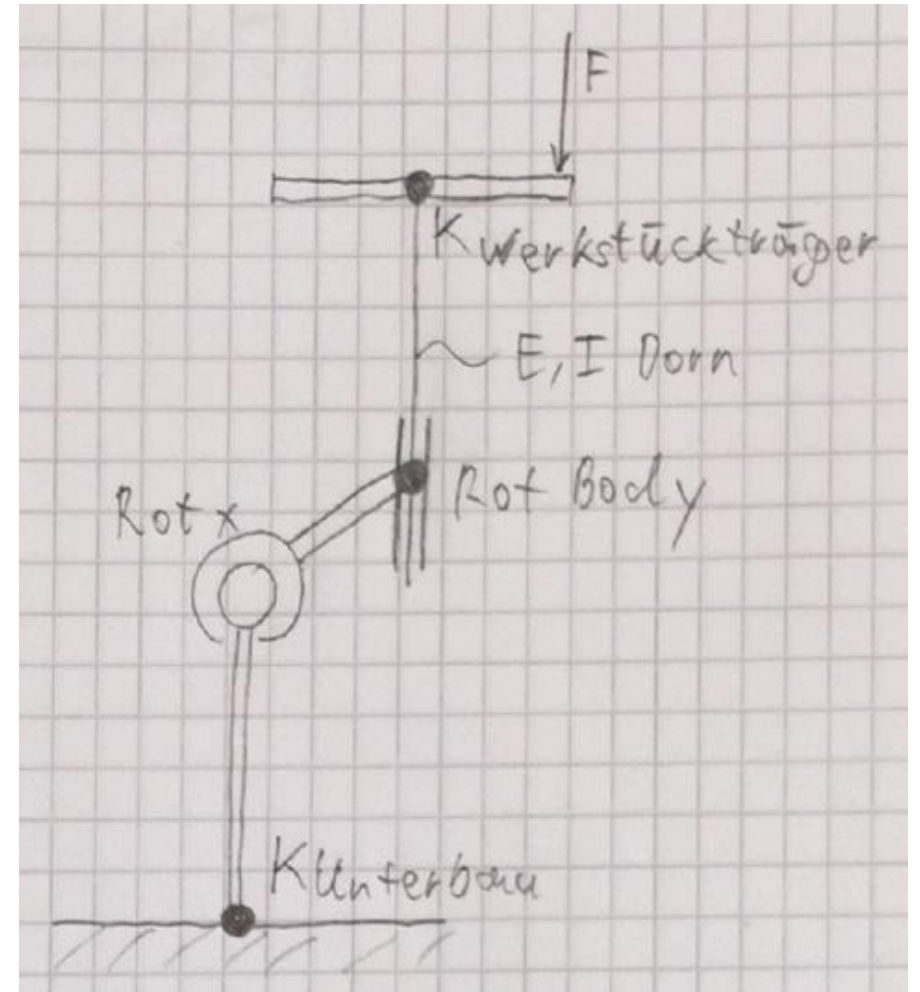
Erwartungen

Input

- **mechanisch:** Steifigkeiten (Unterbau, Lagerung Rot Body, Dorn, Werkstückträger), Massen & Massenträgheit, Dämpfung
- **regelungstechnisch:** Motormodell, Modell des Reglers mit Regelparametern, Positioniererrampen

Output

- **mechanisch:** Nachgiebigkeit bei unterschiedlichen Stellungen (Extremwertsuche), Eigenfrequenzen
- **regelungstechnisch:** Positionierverhalten, Positionsabweichung durch externe Kraft F , Ausschwingverhalten



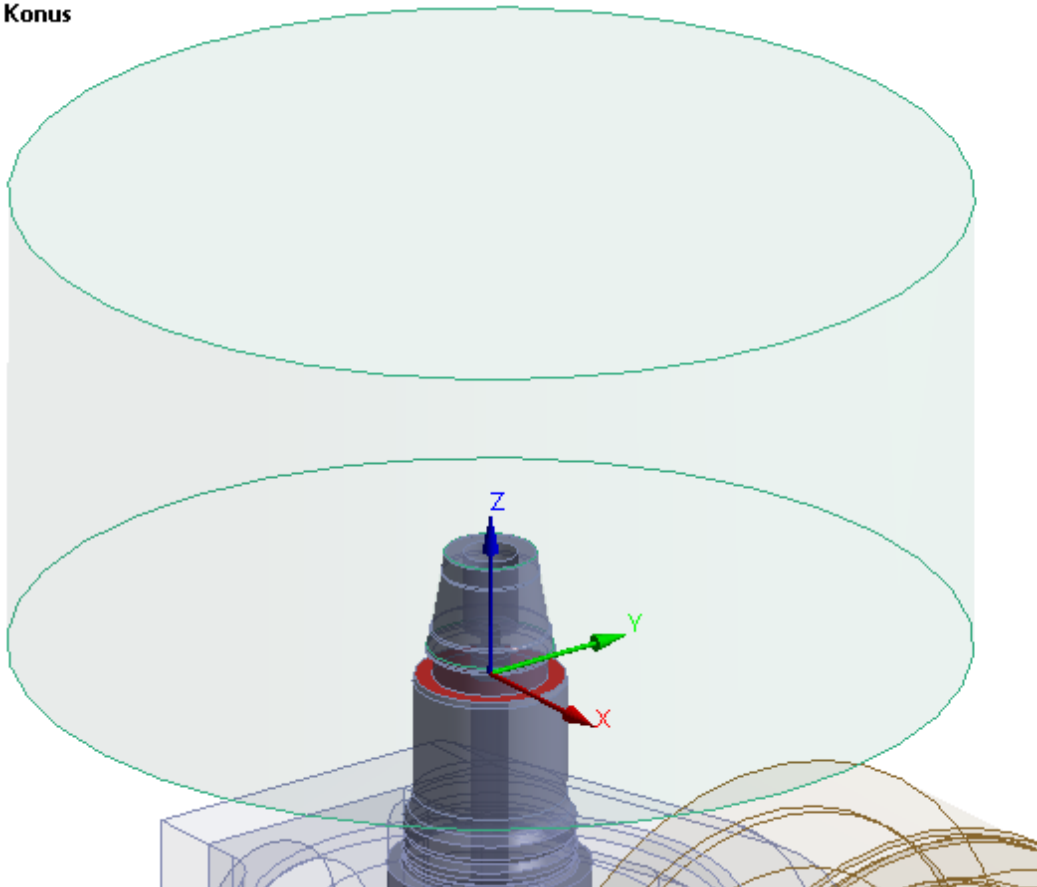
Steifigkeitsdaten

- FEM-Modell ist nicht am letzten Stand; Steifigkeiten sollten zum größten Teil abgebildet sein
- berücksichtigte Steifigkeiten:
 - elastische Nachgiebigkeit der Bauteile
 - Body-Holder (siehe nächste Seite)
 - Konusverbindung Body-Holder / Body (siehe nächste Seite)
 - beide Lager der Welle RotBody (Daten von Schäffler bereitgestellt)
- nicht berücksichtigte Steifigkeiten:
 - Lagersteifigkeit der Welle RotX
 - Steifigkeit des zu bestückenden Bodys
- für nicht abgebildete Geometrien wurden Ersatzmassen berücksichtigt

Steifigkeit Body Holder + Konusverbindung

Bushing - Welle To Konus
18.07.2018 14:54

X
Y
Z
RX
RY
RZ



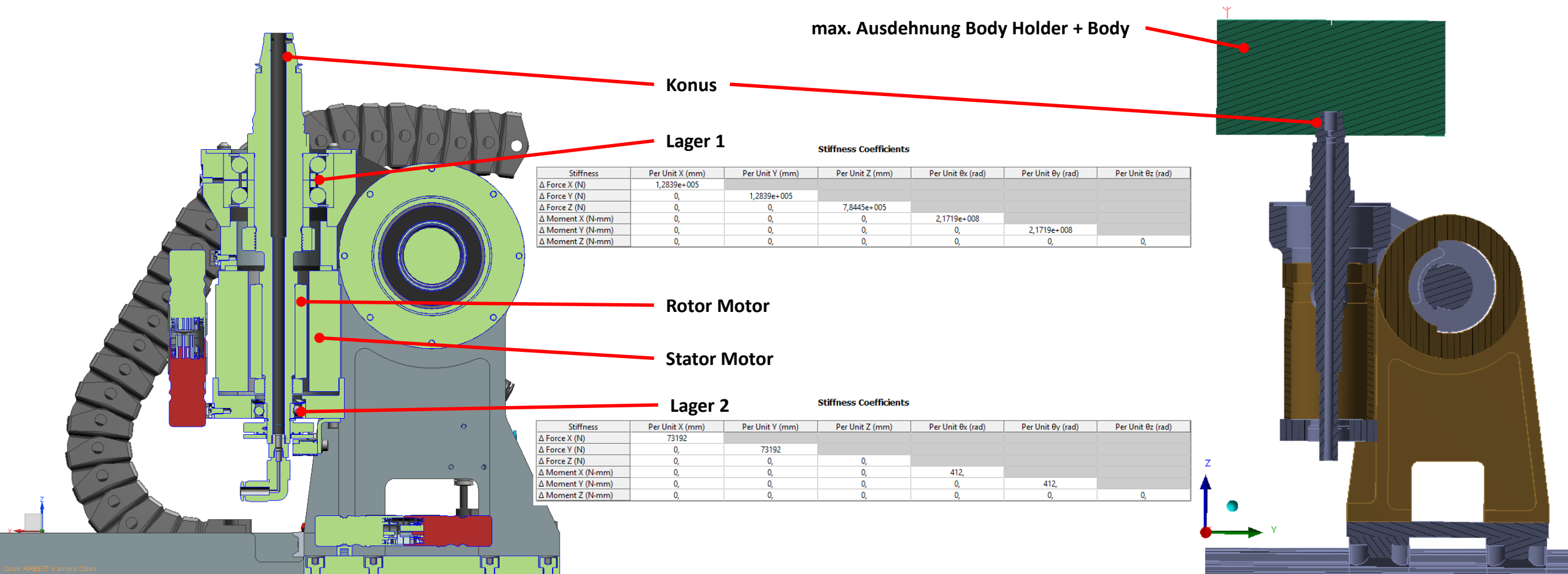
Steifigkeit von Body Holder und der Konusverbindung Body Holder / Body wurde als Steifigkeitsmatrix in einer virtuellen Schnittstelle unterhalb des Konus abgebildet.

Dadurch können externe Lasten direkt auf den Kontaktflächen des Konus aufgebracht werden

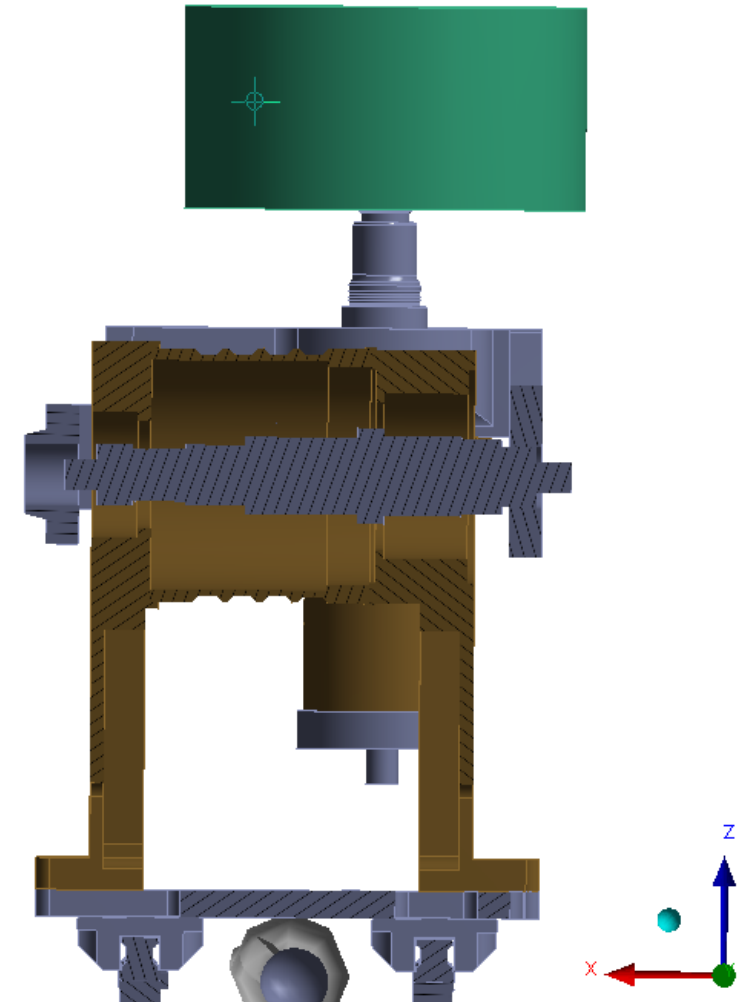
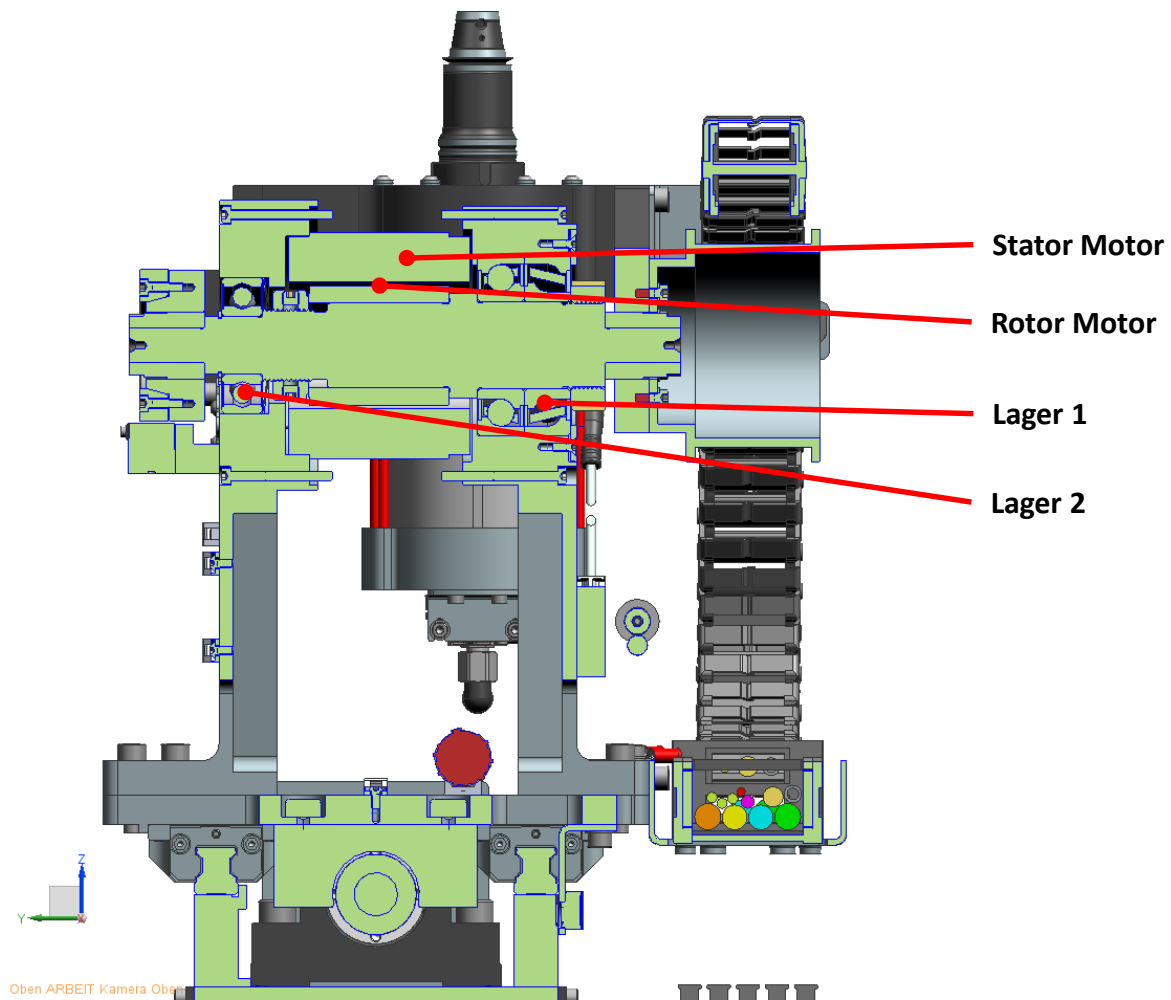
Stiffness Coefficients

Stiffness	Per Unit X (mm)	Per Unit Y (mm)	Per Unit Z (mm)	Per Unit θ_x (rad)	Per Unit θ_y (rad)	Per Unit θ_z (rad)
Δ Force X (N)	32661					
Δ Force Y (N)	0,	32661				
Δ Force Z (N)	0,	0,	6069,6			
Δ Moment X (N-mm)	0,	0,	0,	3,4899e+007		
Δ Moment Y (N-mm)	0,	0,	0,	0,	3,4899e+007	
Δ Moment Z (N-mm)	0,	0,	0,	0,	0,	3,4899e+007

RotBody: Vergleich CAD / FEM



RotX: Vergleich CAD / FEM



Ersatzmodell 1:

Lagerung RotBody - Body

- Fixierung RotBody-Gehäusebohrung bei Lager 1
(Ansys: Remote Displacement mit allen FG gesperrt)
- Bei der Motorwelle RotBody wird zur Berücksichtigung der Torsion an der Stelle des Rotors Rotation um $z = 0$ definiert
- Aufbringen von Einheitslasten am Konus in allen Raumrichtungen zur Bestimmung der Steifigkeitsmatrix
(F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z)
- Für Modalanalyse gleiche Einspannbedingung

Einheitslasten am Konus

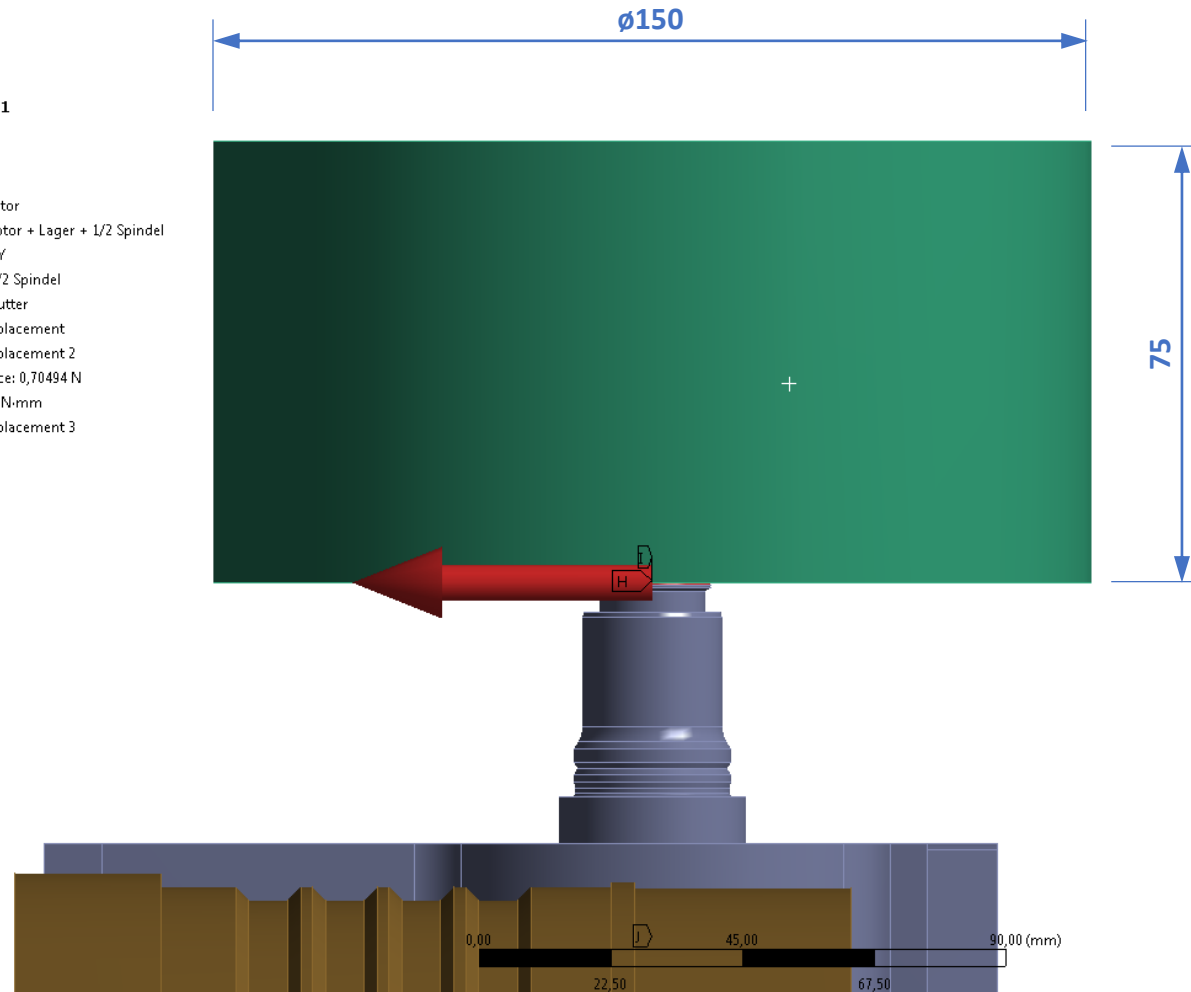
C: Ersatzmodell 1

Static Structural

Time: 0,70494 s

18.07.2018 15:12

- A RotBody_Rotor
- B y_Achse_Motor + Lager + 1/2 Spindel
- C Torque_RotY
- D y_Lager + 1/2 Spindel
- E y_Spindelmutter
- F Remote Displacement
- G Remote Displacement 2
- H Remote Force: 0,70494 N
- I Moment: 0, N-mm
- J Remote Displacement 3



Position des Kraftangriffes am Konus entspricht der untersten möglichen Kraftangriffsposition.

Der Arbeitsraum erstreckt sich auf einem Zylinder mit Durchmesser 150mm und Höhe 75mm, d.h. in diesem Arbeitsraum können die Kraftangriffe theoretisch auftreten

Ersatzmodell 1: Steifigkeitsmatrix

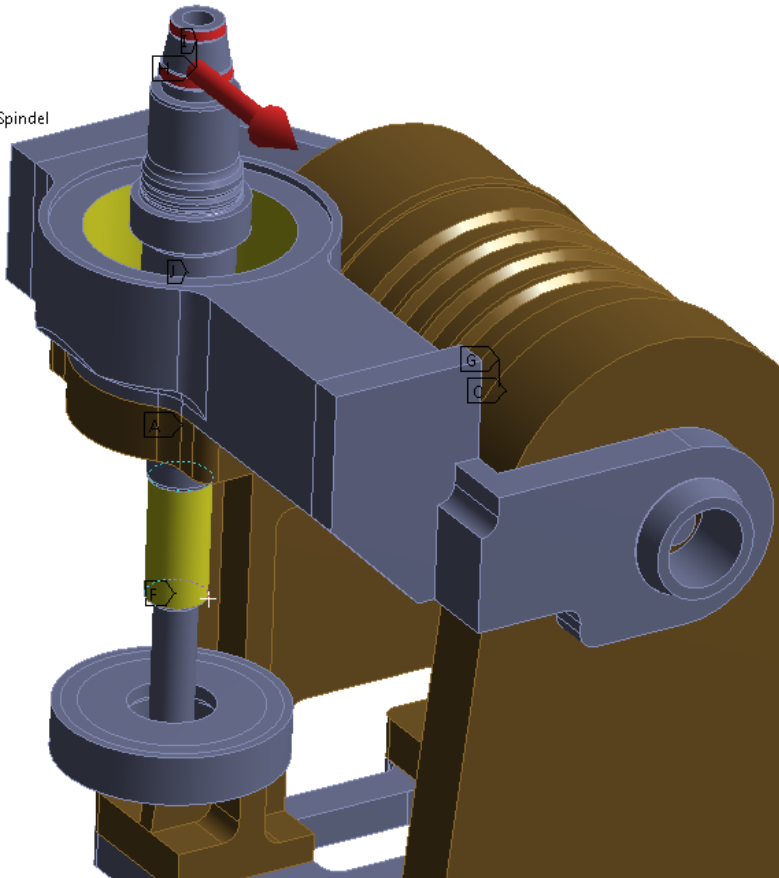
C: Ersatzmodell 1

Static Structural

Time: 1, s

18.07.2018 15:09

- A** RotBody_Rotor
- B** y_Achse_Motor + Lager + 1/2 Spindel
- C** Torque_RotY
- D** y_Lager + 1/2 Spindel
- E** y_Spindelmutter
- F** Remote Displacement
- G** Remote Displacement 2
- H** Remote Force: 1, N
- I** Moment: 0, N-mm
- J** Remote Displacement 3



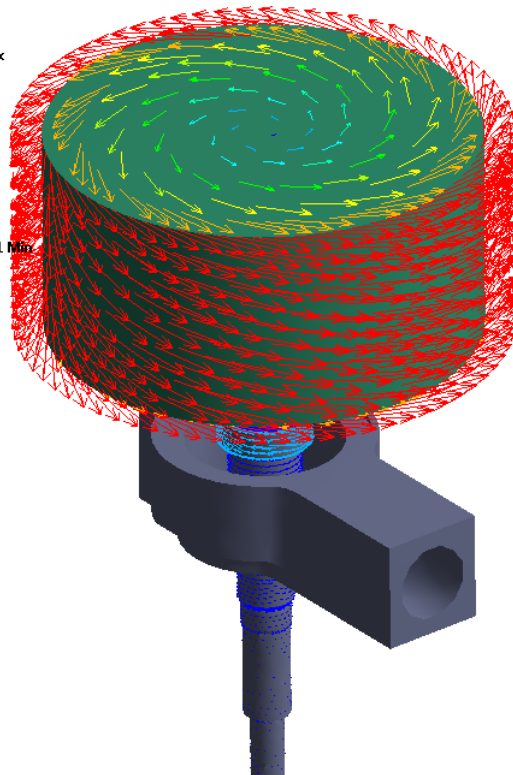
Steifigkeit		x	y	z	Φ_x	Φ_y	Φ_z
N/mm & Nmm/rad		mm	mm	mm	rad	rad	rad
Fx	N	16670	0	0	49	-364834	-7
Fy	N	0	16670	0	364931	-25	16
Fz	N	0	0	5995	-3	-8	0
Mx	Nmm	50	364942	-3	26429877	-2363	931
My	Nmm	-364824	-24	-8	-2333	26421338	225
Mz	Nmm	-7	16	0	929	227	8874261

Ersatzmodell 1: Eigenfrequenzen

Torsion: 395 Hz

F: Copy of Modal
Total Deformation
Type: Total Deformation
Frequency: 395,26 Hz
Unit: mm
18.07.2018 15:38

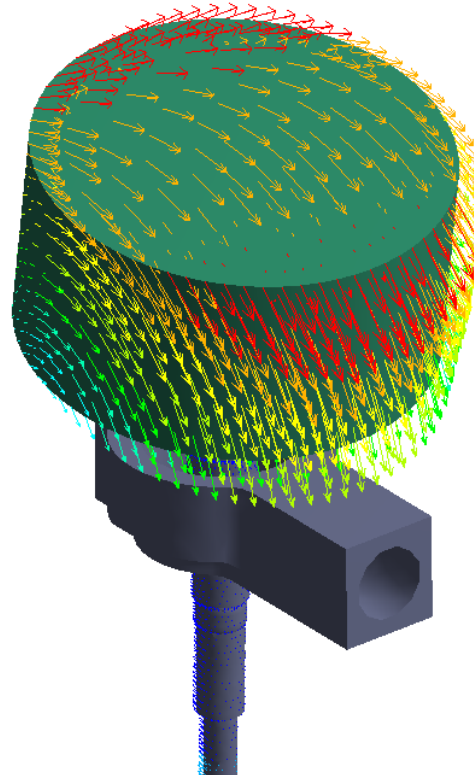
63,121 Max
56,108
49,094
42,081
35,067
28,054
21,04
14,027
7,0135
3,0544e-11 Min



Biegung um x bzw. y: 404 Hz

F: Copy of Modal
Total Deformation 3
Type: Total Deformation
Frequency: 403,71 Hz
Unit: mm
18.07.2018 15:42

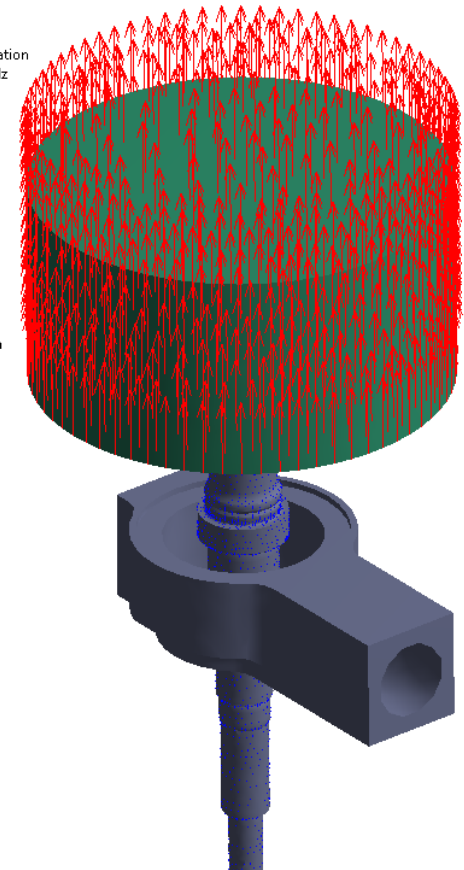
70,913 Max
63,034
55,154
47,275
39,396
31,517
23,638
15,758
7,8792
1,5682e-8 Min



Nachgiebigkeit in z: 534 Hz

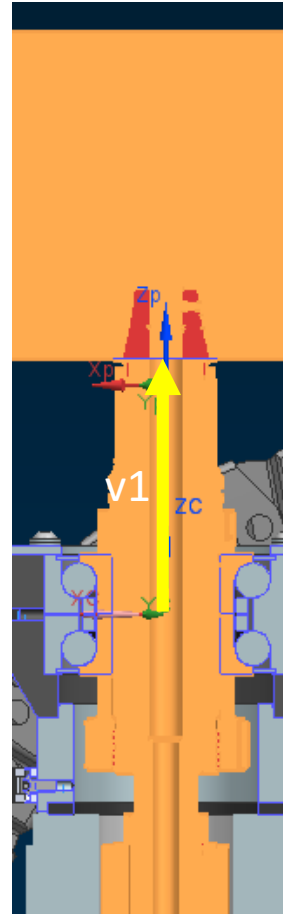
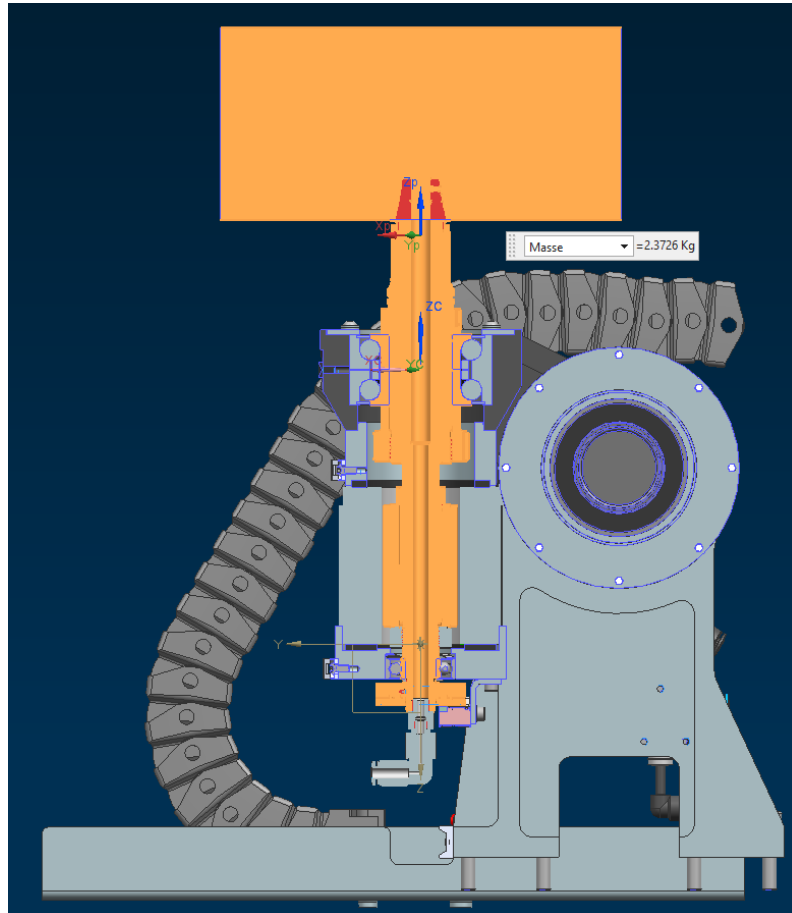
F: Copy of Modal
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 534,44 Hz
Unit: mm
18.07.2018 15:43

43,389 Max
38,568
33,747
28,926
24,105
19,284
14,463
9,642
4,821
1,1712e-9 Min



Ersatzmodell 1:

Massen und Massenträgheitsmomente



- Ergebnisse um Lagermittelpunkt von Lager 1 von RotBody Koordinatensystem KS1 (XC, YC, ZC)
- Vektor von KS1 zur Unterseite vom Artikelraum:
 $v1 = (0 \mid 0 \mid 60) \text{ mm}$

Masse [kg]	2,37 kg		
	XC	YC	ZC
Massensschwerpunkt [mm]	0,00	0,00	53,55
Massenträgheitsmoment um Schwerpunkt [kg*mm ²]	XC	YC	ZC
	XC	0	-1
	YC	13826	0
	ZC	-1	4992

Ersatzmodell 2:

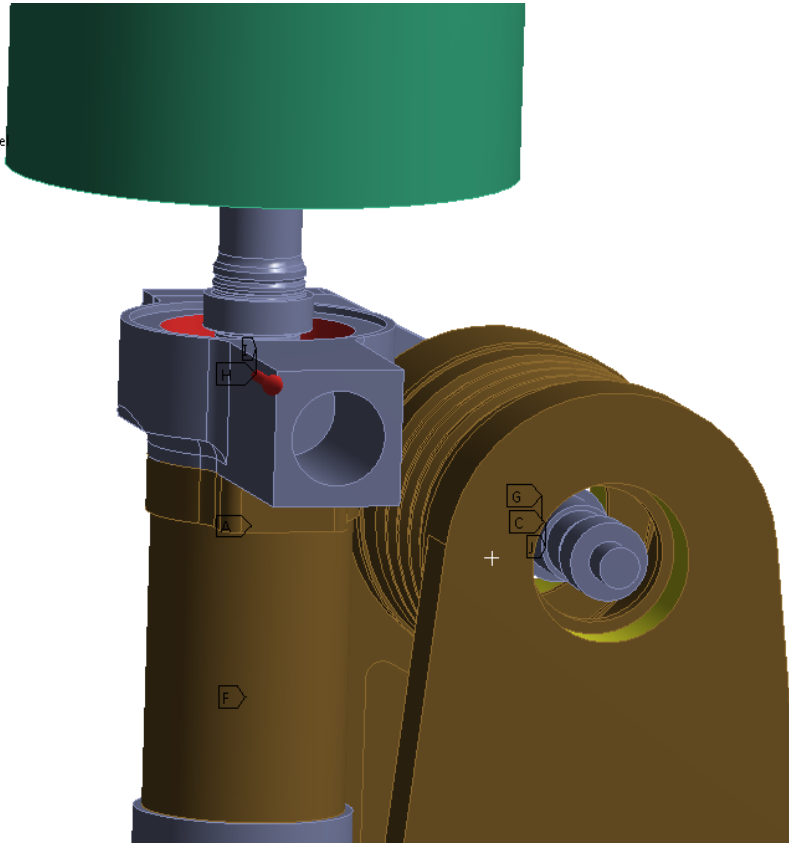
Lagerung RotX - Lagerung RotBody

- Fixierung RotX-Gehäusebohrung bei Lager 1 & 2
- Bei der Motorwelle RotX wird zur Berücksichtigung der Torsion an der Stelle des Rotors Rotation um $x = 0$ definiert
- Aufbringen von Einheitslasten an der in Modell 1 fixierten Gehäusebohrung von RotBody in allen Raumrichtungen zur Bestimmung der Steifigkeitsmatrix ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$)
- Für Modalanalyse gleiche Einspannbedingung und Bauteile oberhalb der Lagerung RotBody deaktiviert (keine Ersatzmasse)

Ersatzmodell 2: Steifigkeitsmatrix

D: Ersatzmodell 2
Static Structural 2
Time: 1, s
18.07.2018 15:07

- A RotBody_Rotor
- B y_Achse_Motor + Lager + 1/2 Spindel
- C Torque_RotY
- D y_Lager + 1/2 Spindel
- E y_Spindelmutter
- F Remote Displacement
- G Remote Displacement 2
- H Remote Force: 1, N
- I Moment: 0, N-mm
- J Remote Displacement 3



Steifigkeit		x	y	z	Φ_x	Φ_y	Φ_z
N/mm & Nmm/rad		mm	mm	mm	rad	rad	rad
Fx	N	16625	11602	-3908	102523	-651983	-1095643
Fy	N	11602	126295	-29379	2266641	-1227495	-2656075
Fz	N	-3908	-29379	56204	2488814	1258904	1291259
Mx	Nmm	102522	2266629	2488864	315513727	48479370	12788802
My	Nmm	-651983	-1227492	1258896	48478426	351031069	192287575
Mz	Nmm	-1095639	-2656037	1291243	12788883	192287307	717868440

Ersatzmodell 2b: Steifigkeitsmatrix

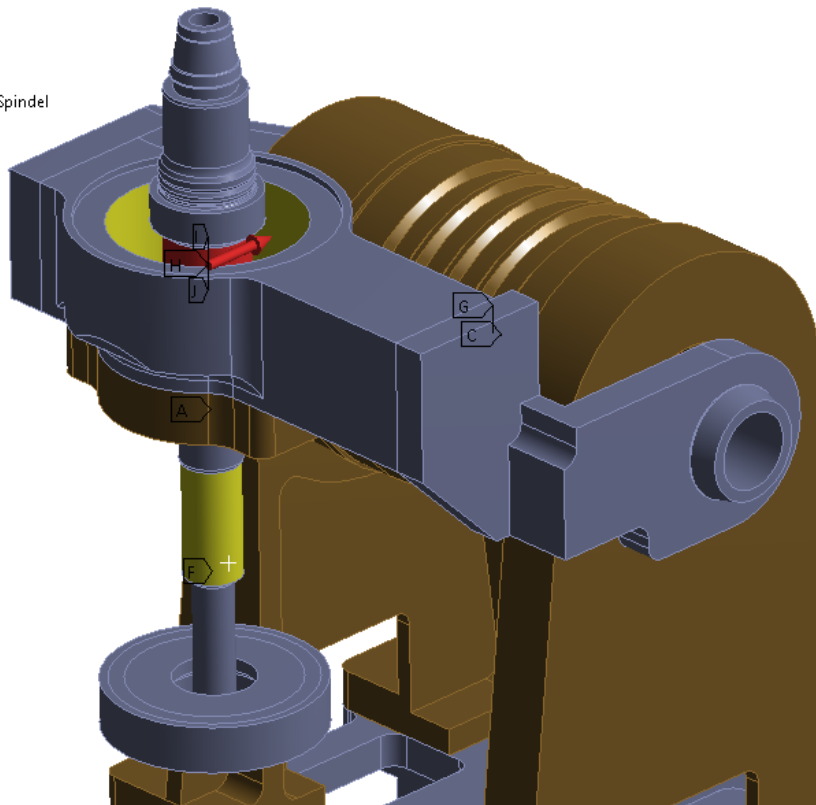
F: Steifigkeitsmatrix 1b

Static Structural 4

Time: 0,70494 s

13.11.2018 15:51

- A RotBody_Rotor
- B y_Achse_Motor + Lager + 1/2 Spindel
- C Torque_RotY
- D y_Lager + 1/2 Spindel
- E y_Spindelmutter
- F Remote Displacement
- G Remote Displacement 2
- H Remote Displacement 3
- I Remote Force: 0,70494 N
- J Moment: 0, N-mm



Steifigkeit		x	y	z	Φ_x	Φ_y	Φ_z
N/mm & Nmm/rad		mm	mm	mm	rad	rad	rad
Fx	N	13029	3203	-899	29960	-121294	-7
Fy	N	3203	57597	-17872	507662	-144025	-44
Fz	N	-899	-17872	33759	1005126	217238	-48
Mx	Nmm	29959	507639	1005134	113666461	7640925	-6300
My	Nmm	-121292	-144027	217239	7640908	116243946	-1856
Mz	Nmm	-7	-44	-48	-6298	-1856	16652846

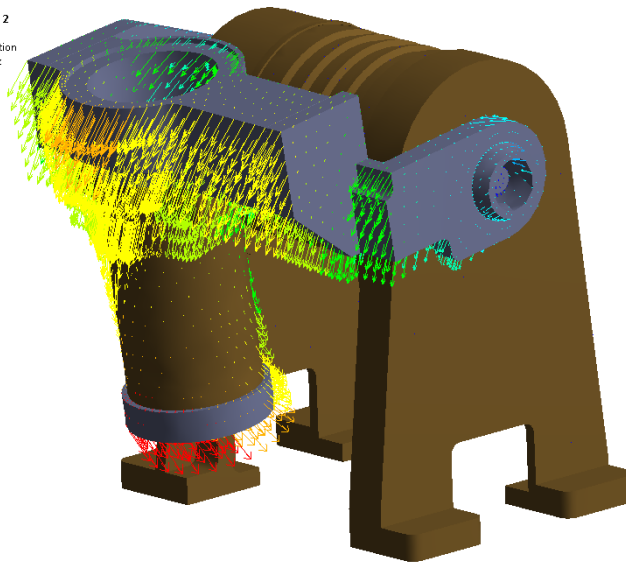
Ersatzmodell 2: Eigenfrequenzen

Nicken um RotX: 367 Hz

Loslagerschwingung im Lager 2 Taumeln: 785 Hz
von RotX: 370 Hz

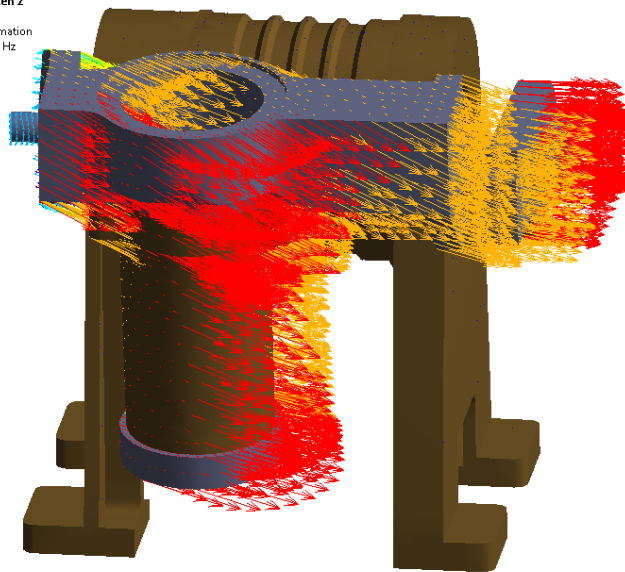
G: Eigenfrequenzen 2
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 366,54 Hz
Unit: mm
19.07.2018 06:26

33,635 Max
29,898
26,16
22,423
18,686
14,949
11,212
7,4744
3,7372
0 Min



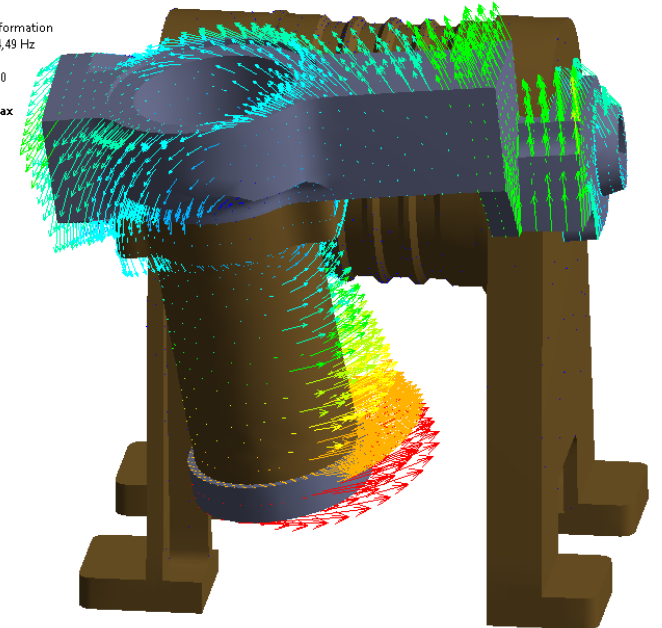
G: Eigenfrequenzen 2
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 370,33 Hz
Unit: mm
19.07.2018 06:27

22,572 Max
20,064
17,556
15,048
12,54
10,032
7,5241
5,0161
2,508
0 Min



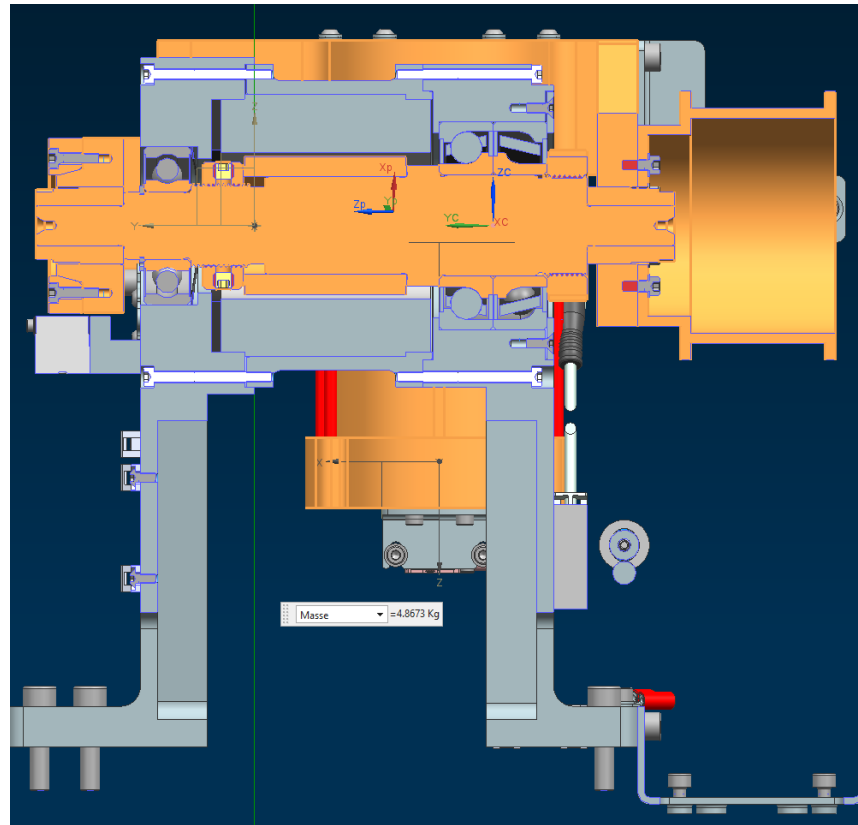
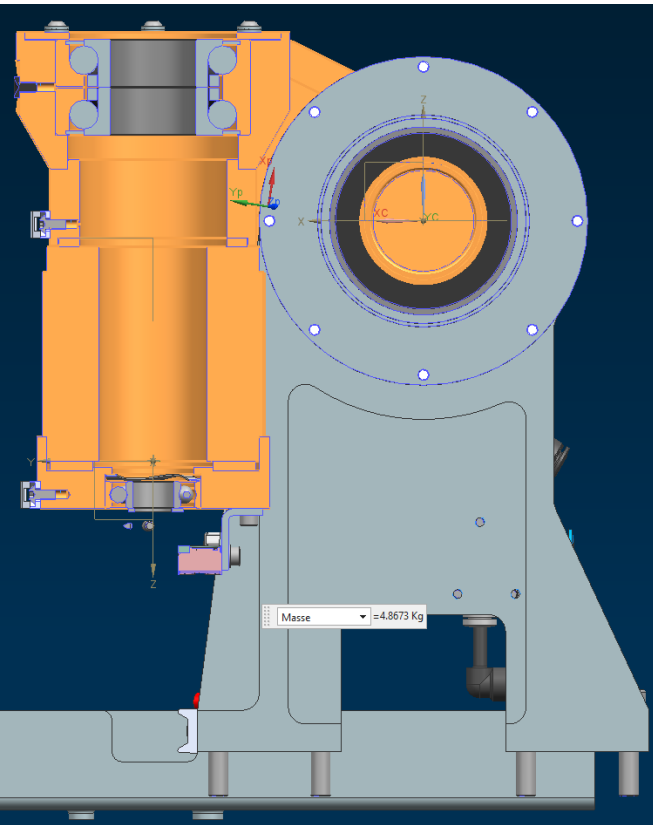
G: Eigenfrequenzen 2
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 784,49 Hz
Unit: mm
19.07.2018 06:30

43,631 Max
38,783
33,935
29,087
24,24
19,392
14,544
9,6958
4,8479
0 Min



Ersatzmodell 2:

Massen und Massenträgheitsmomente



- Ergebnisse um Lagermittelpunkt von Lager 1 von RotX: Koordinatensystem KS2 (XC, YC, ZC)
- Vektor von KS2 zu KS1 RotBody: $v_2 = (79 \mid 16 \mid 39) \text{ mm}$
- Abstand Lagermittelpunkt 1 / Lagermittelpunkt 2: 97 mm

Masse [kg]	4,87 kg		
	XC	YC	ZC
Massenschwerpunkt [mm]	45,33	29,82	4,14
	XC	YC	ZC
Massenträgheitsmoment um Schwerpunkt [kg*mm ²]	XC	YC	ZC
	XC	YC	ZC
	YC	XC	YC
	ZC	YC	XC

Ersatzmodell 3:

Gestell - Lagerung RotX

- Modellierung der Ersatzsteifigkeit des Gestells an der Flanschfläche vom Body Handling

Stiffness Coefficients

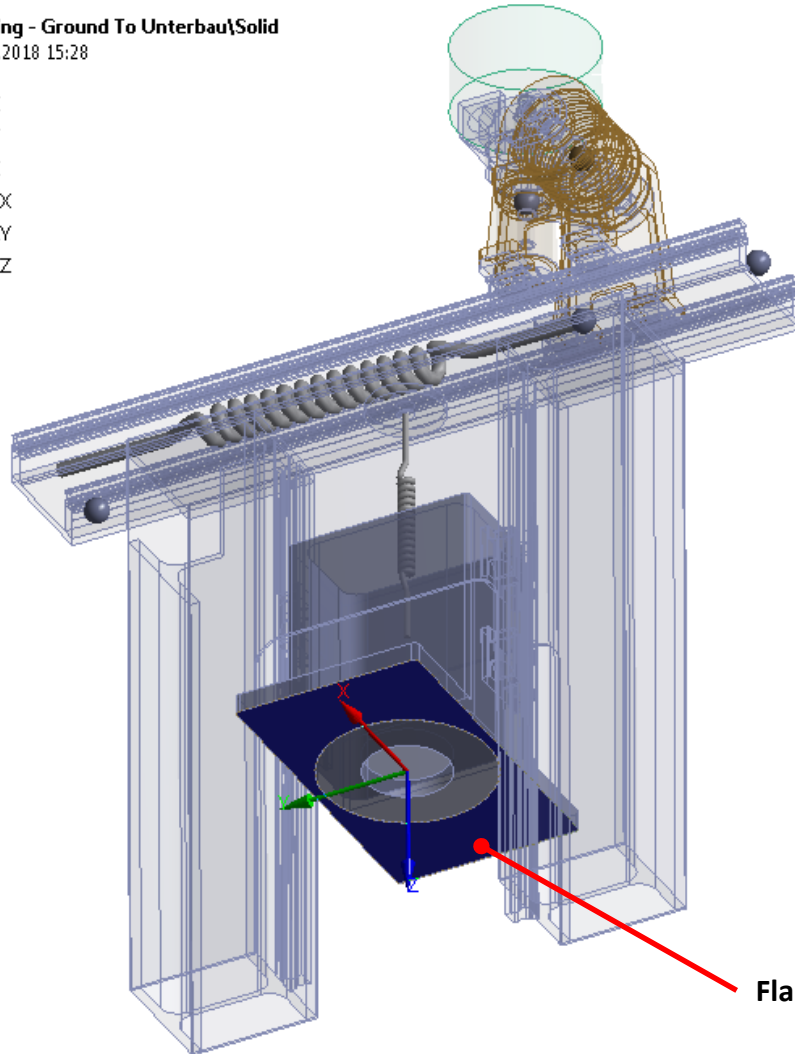
Stiffness	Per Unit X (mm)	Per Unit Y (mm)	Per Unit Z (mm)	Per Unit θ_x (rad)	Per Unit θ_y (rad)	Per Unit θ_z (rad)
Δ Force X (N)	4,1883e+005					
Δ Force Y (N)	-25227	3,4643e+005				
Δ Force Z (N)	-1787,	7487,	2,6251e+005			
Δ Moment X (N-mm)	-6,2206e+006	6,9938e+007	-4,8121e+006	3,0842e+010		
Δ Moment Y (N-mm)	-4,462e+007	3,8786e+006	7,6414e+006	-6,3303e+008	3,2736e+010	
Δ Moment Z (N-mm)	2,2364e+006	-3,56e+006	-1,1437e+006	1,2897e+009	-1,1383e+009	2,2592e+010

- Aufbringen von Einheitslasten an der in Modell 2 RotX-Gehäusebohrung bei Lager 1 & 2 in allen Raumrichtungen zur Bestimmung der Steifigkeitsmatrix (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z)
- Für Modalanalyse gleiche Einspannbedingung und Bauteile oberhalb der Lagerung RotX deaktiviert (keine Ersatzmasse)

Ersatzmodell 3: Steifigkeitsmatrix

Bushing - Ground To Unterbau\Solid
18.07.2018 15:28

X
Y
Z
RX
RY
RZ



Steifigkeit		x	y	z	Φ_x	Φ_y	Φ_z
N/mm & Nmm/rad		mm	mm	mm	rad	rad	rad
Fx	N	6012	-62	-51	-14315	-2121092	198911
Fy	N	-62	11008	8489	1691528	55757	-147658
Fz	N	-52	8497	36425	51385	290490	-62701
Mx	Nmm	-14284	1694202	47491	811870127	-7163376	-47792777
My	Nmm	-2121103	55669	290479	-7205487	1364057697	-32719574
Mz	Nmm	198907	-147919	-62468	-47844003	-32719881	175965058

Flansch zum Gestell

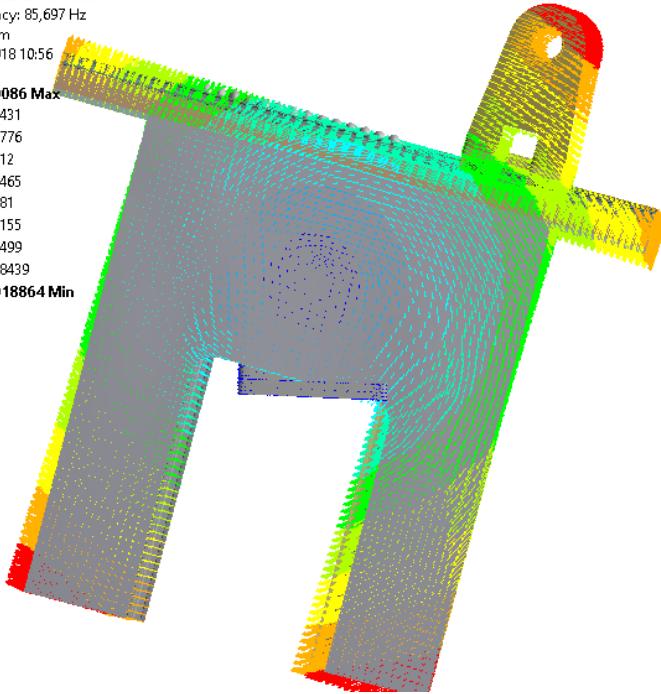
Ersatzmodell 3: Eigenfrequenzen 1-3, z-Pos. 1

unterste z-Position; z-Koordinate RotX: 526,5 mm (vgl. [Koordinaten Basis / Bestückposition](#))

Rotation um x: 86 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 85,697 Hz
Unit: mm
26.11.2018 10:56

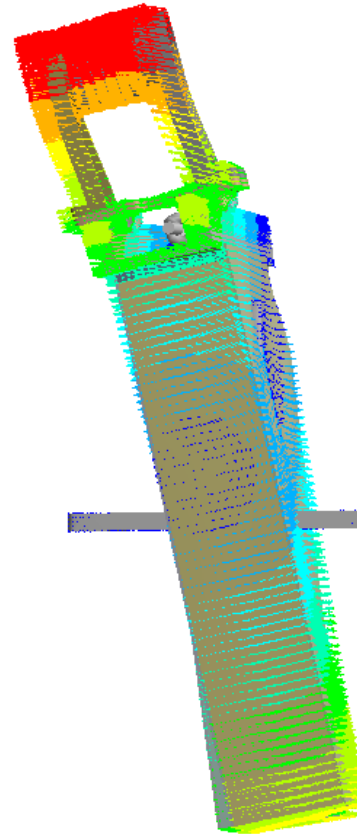
6,0086 Max
5,3431
4,6776
4,012
3,3465
2,681
2,0155
1,3499
0,68439
0,018864 Min



Rotation um y, z: 89 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 88,598 Hz
Unit: mm
26.11.2018 10:56

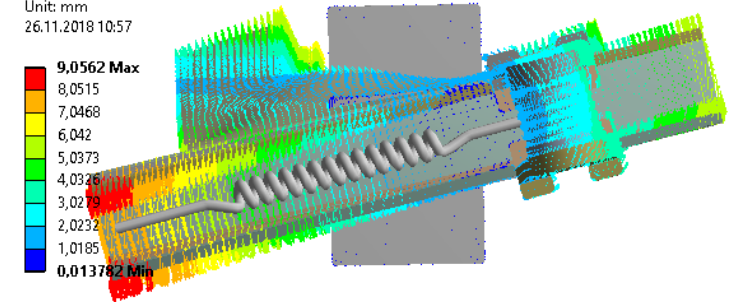
8,8789 Max
7,894
6,9091
5,9242
4,9393
3,9544
2,9695
1,9846
0,99972
0,014821 Min



Rotation um y, z: 117 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 117,38 Hz
Unit: mm
26.11.2018 10:57

9,0562 Max
8,0515
7,0468
6,042
5,0373
4,0326
3,0279
2,0232
1,0185
0,013782 Min



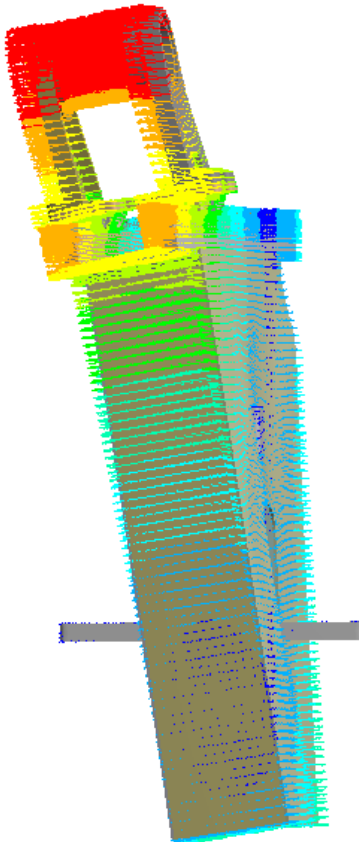
Ersatzmodell 3: Eigenfrequenzen 1-3, z-Pos. 2

z-Koordinate RotX: 640,5 mm (vgl. [Koordinaten Basis / Bestückposition](#))

Rotation um y, z: 74 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 74,226 Hz
Unit: mm
26.11.2018 11:14

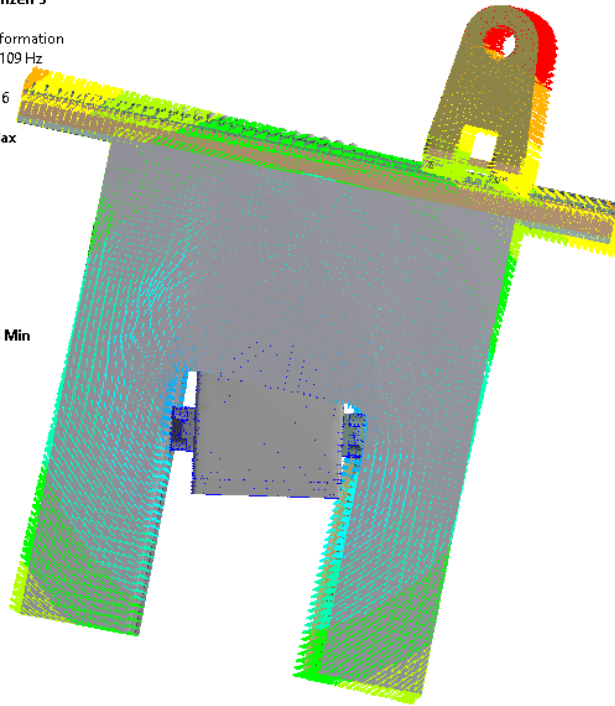
9,2062 Max
8,1844
7,1627
6,1409
5,1191
4,0974
3,0756
2,0538
1,0321
0,010316 Min



Rotation um x: 80 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 80,109 Hz
Unit: mm
26.11.2018 11:16

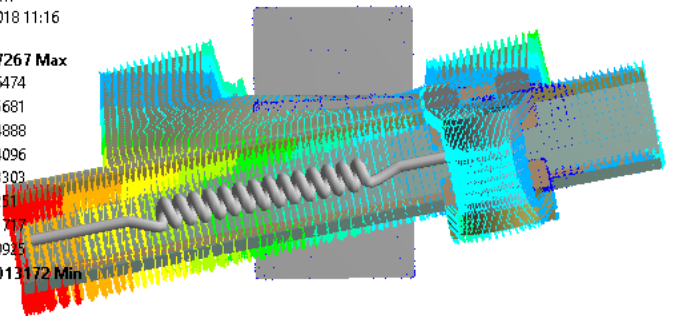
6,7499 Max
6,002
5,2541
4,5062
3,7582
3,0103
2,2624
1,5145
0,76655
0,018625 Min



Rotation um y, z: 92 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 92,132 Hz
Unit: mm
26.11.2018 11:16

9,7267 Max
8,6474
7,5681
6,4888
5,4096
4,3303
3,2511
2,1717
1,0925
0,013172 Min



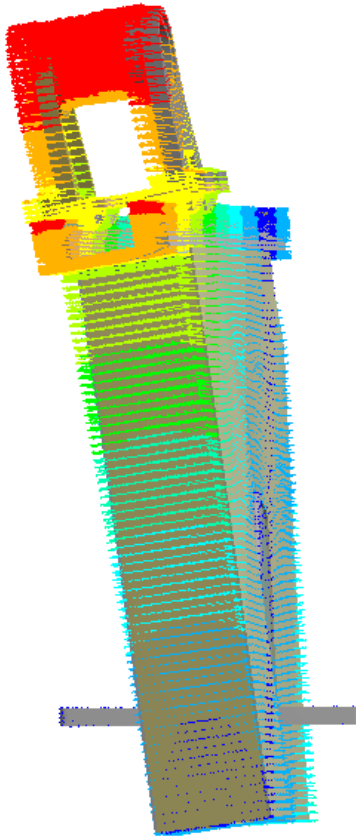
Ersatzmodell 3: Eigenfrequenzen 1-3, z-Pos. 3

z-Koordinate RotX: 746,5 mm (vgl. [Koordinaten Basis / Bestückposition](#))

Rotation um y, z: 62 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 61,528 Hz
Unit: mm
26.11.2018 14:40

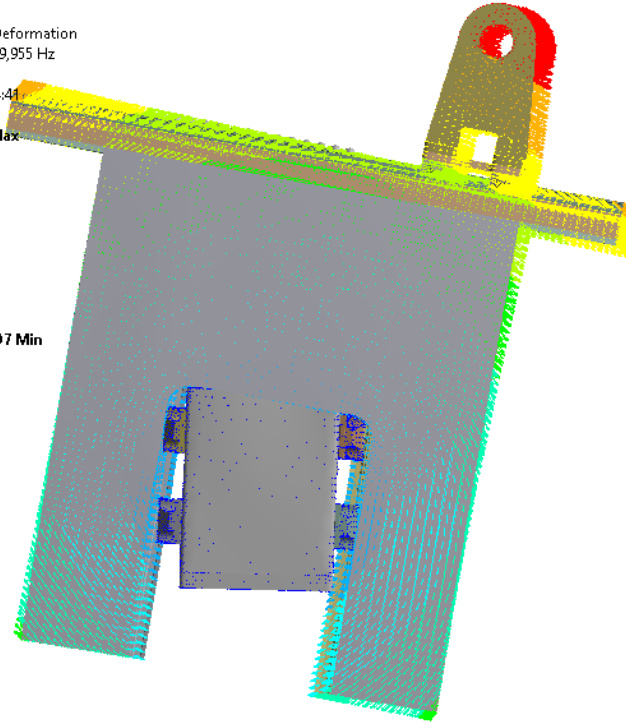
8,7189 Max
7,7508
6,7827
5,8146
4,8465
3,8783
2,9102
1,9421
0,97404
0,00594 Min



Rotation um x: 70 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 69,955 Hz
Unit: mm
26.11.2018 14:41

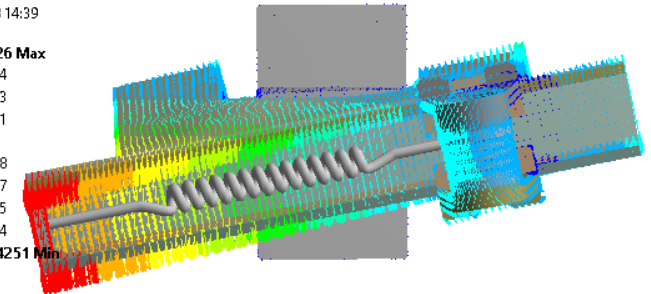
6,738 Max
5,9908
5,2437
4,4965
3,7493
3,0021
2,2549
1,5078
0,76058
0,013397 Min



Rotation um y, z: 74 Hz

I: Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 74,096 Hz
Unit: mm
26.11.2018 14:39

9,6726 Max
8,5994
7,5263
6,4531
5,38
4,3068
3,2337
2,1605
1,0874
0,014251 Min



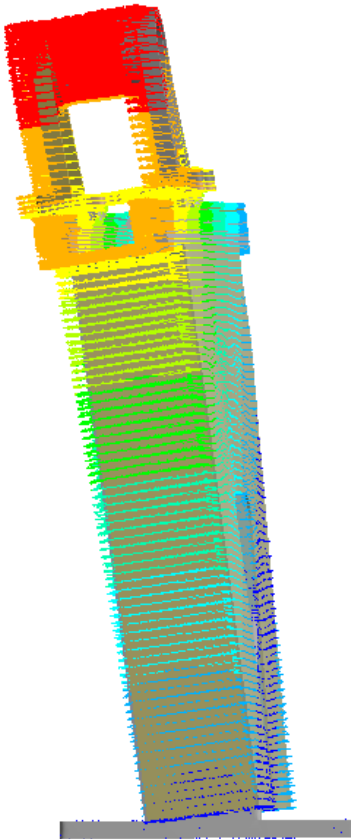
Ersatzmodell 3: Eigenfrequenzen 1-3, z-Pos. 4

oberste z-Position; z-Koordinate RotX: 886,5 mm (vgl. [Koordinaten Basis / Bestückposition](#))

Rotation um y, z: 47 Hz

! Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 47,481 Hz
Unit: mm
26.11.2018 11:06

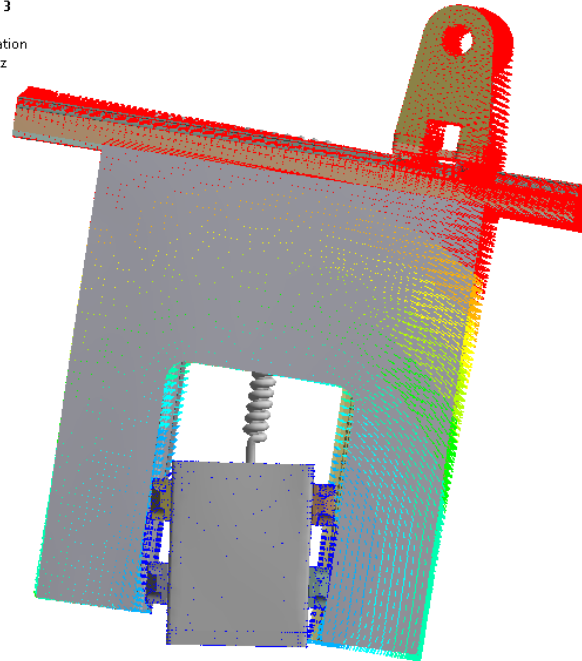
7,9089 Max
7,0304
6,152
5,2735
4,395
3,5165
2,638
1,7596
0,88107
0,0025906 Min



Rotation um x: 56 Hz

! Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 55,947 Hz
Unit: mm
26.11.2018 11:04

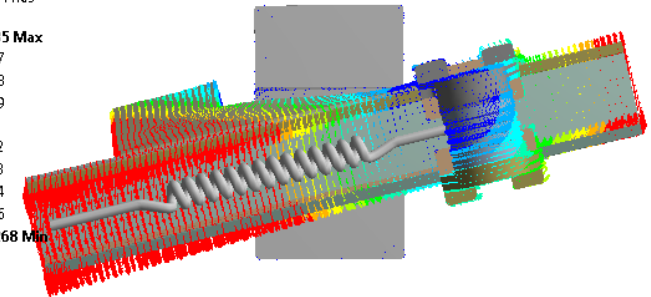
3,9335 Max
3,5757
3,2178
2,8599
2,502
2,1442
1,7863
1,4284
1,0706
0,71268 Min



Rotation um y, z : 57 Hz

! Eigenfrequenzen 3
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 57,156 Hz
Unit: mm
26.11.2018 11:05

3,9335 Max
3,5757
3,2178
2,8599
2,502
2,1442
1,7863
1,4284
1,0706
0,71268 Min



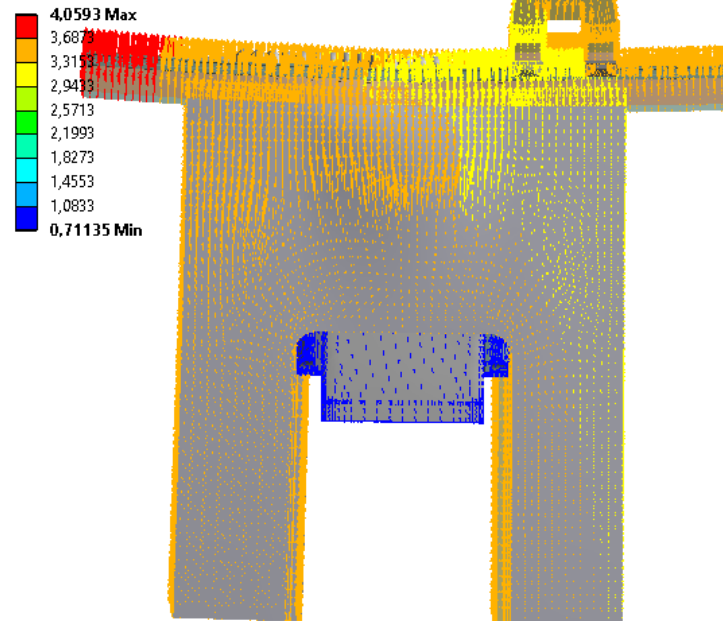
Ersatzmodell 3: Eigenfrequenz 4

für alle z-Positionen ergibt sich die gleiche Eigenfrequenz

Nachgiebigkeit der z-Spindel: 128 Hz

! Eigenfrequenzen 3

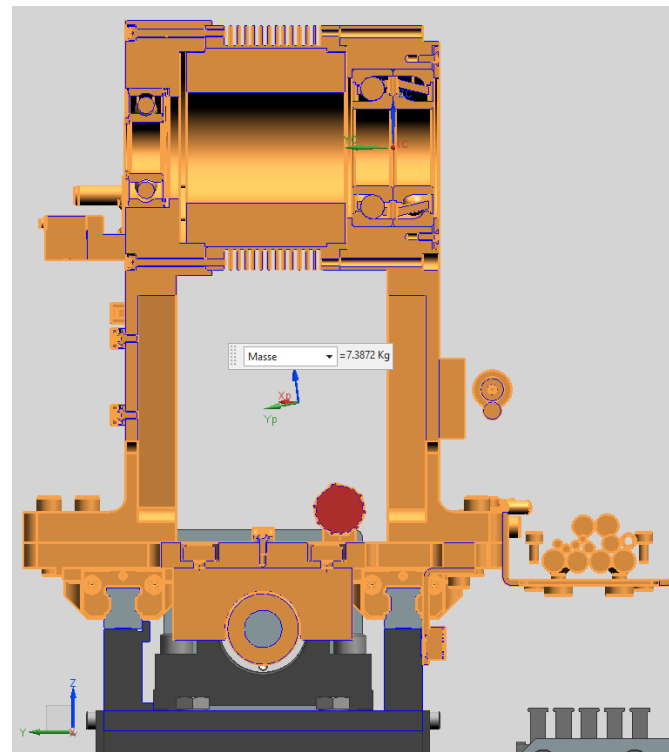
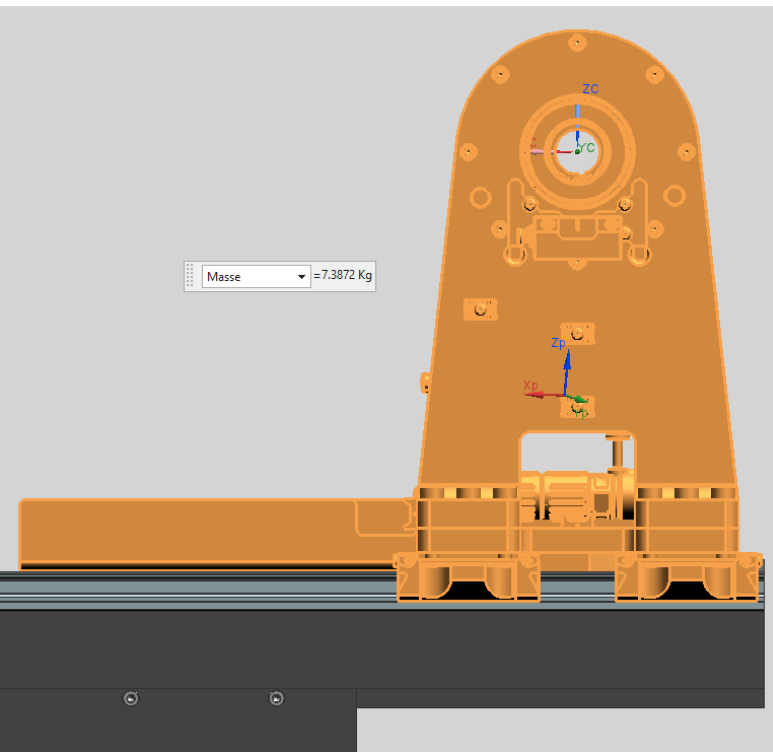
Figure
Type: Total Deformation
Frequency: 127,96 Hz
Unit: mm
26.11.2018 10:57



Ersatzmodell 3 // y-Achse:

Massen und Massenträgheitsmomente

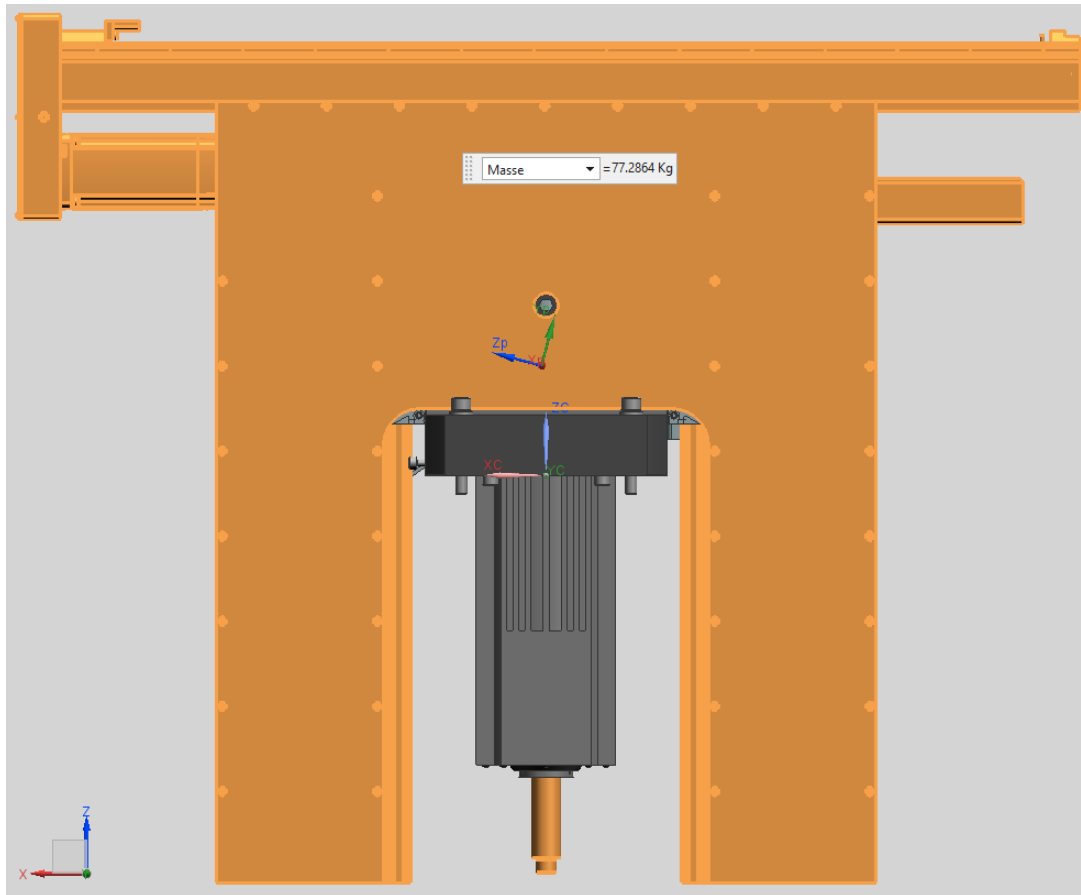
- Ergebnisse um Lagermittelpunkt von Lager 1 von RotX:
Koordinatensystem KS2 (XC, YC, ZC)



Masse [kg]	7,39 kg			
	XC	YC	ZC	
Massensschwerpunkt [mm]	5,37	37,16	-100,15	
Massenträgheitsmoment um Schwerpunkt [kg*mm²]	XC	YC	ZC	
	XC	69472	-5814	-2311
	YC	-5814	63029	2671
	ZC	-2311	2671	37851

Ersatzmodell 3 // z-Achse:

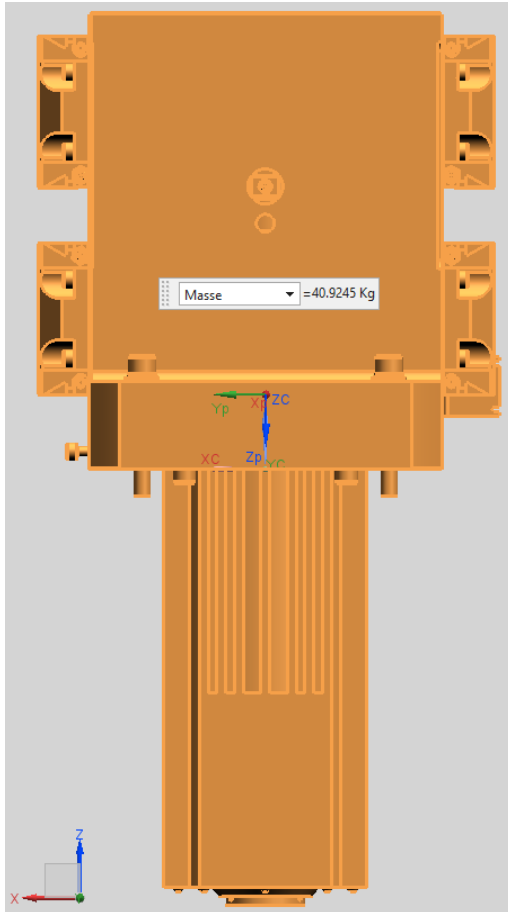
Massen und Massenträgheitsmomente



- Ergebnisse von Basis (Befestigungsflansch) aus:
Koordinatensystem KS3 (XC, YC, ZC)

Masse [kg]	77,29 kg			
	XC	YC	ZC	
Massensschwerpunkt [mm]	3,73	-1,70	90,32	
Massenträgheitsmoment um Schwerpunkt [kg*mm²]	XC	YC	ZC	
	XC	3634567	17358	57815
	YC	17358	7191075	-15381
	ZC	57815	-15381	3836487

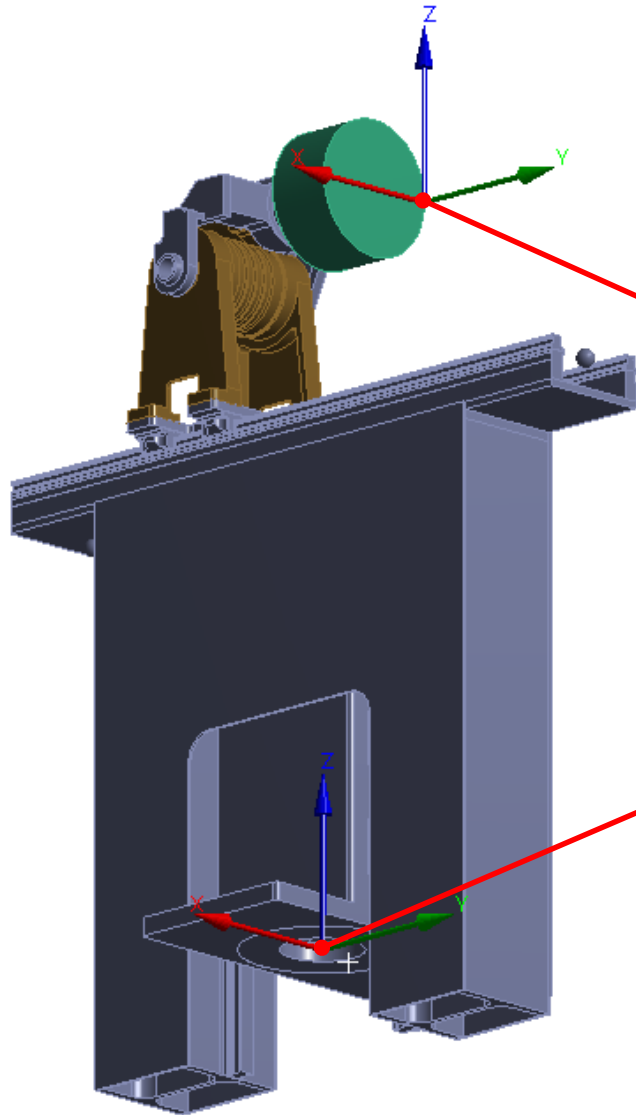
Ersatzmodell 3 // Basis: Massen und Massenträgheitsmomente



- Ergebnisse von Basis (Befestigungsflansch)
aus:
Koordinatensystem KS3 (XC, YC, ZC)

Masse [kg]	40,92	kg	
	XC	YC	ZC
Massensschwerpunkt [mm]	-0,29	0,27	42,49
	XC	YC	ZC
Massenträgheitsmoment um Schwerpunkt [kg*mm ²]	XC	YC	ZC
	XC	128	110
	YC	758293	1267
	ZC	110	251918

Koordinaten Basis / Bestückposition



Koordinatensystem der Bestückposition

x: -75 ... 75 mm

y: 40 mm

z: 826 mm

Koordinatensystem der Basis (Mitte Flanschplatte)

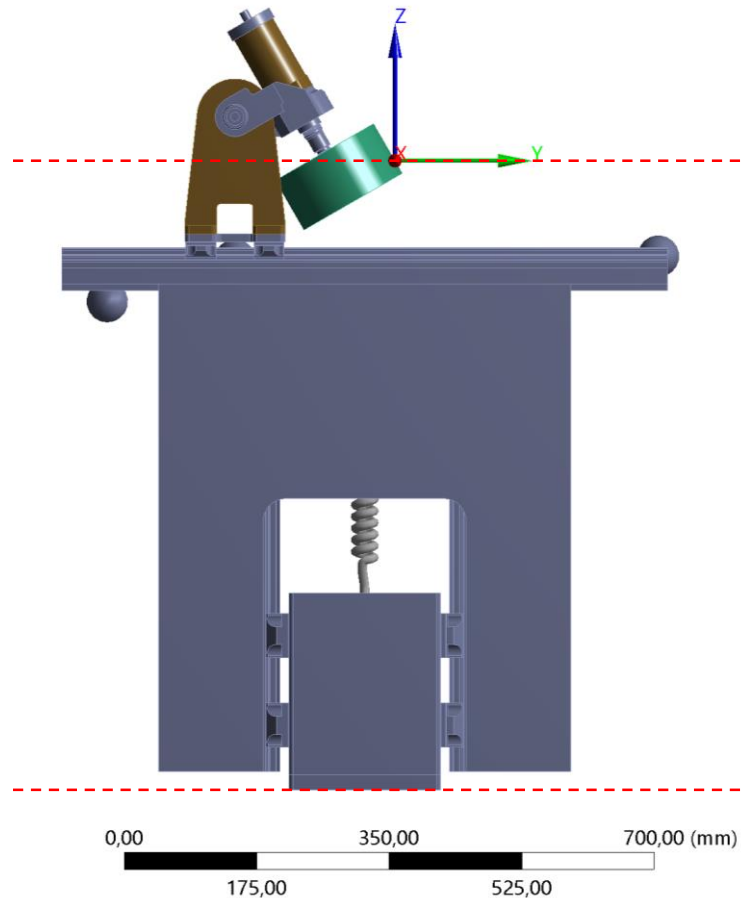
x: 35 mm

y: 0 mm

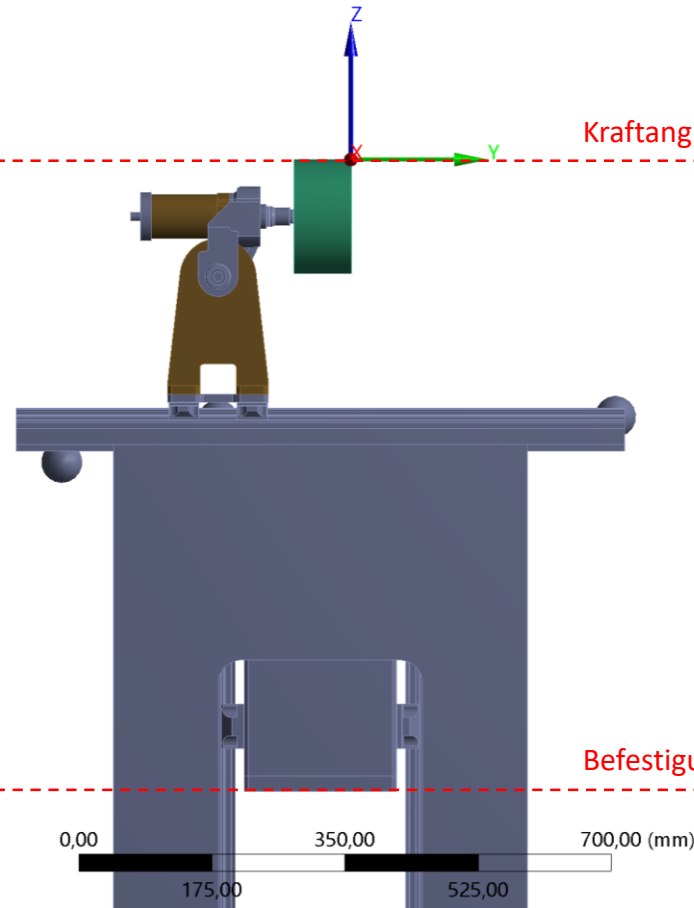
z: -4,9 mm

unterschiedliche Stellungen der RotX

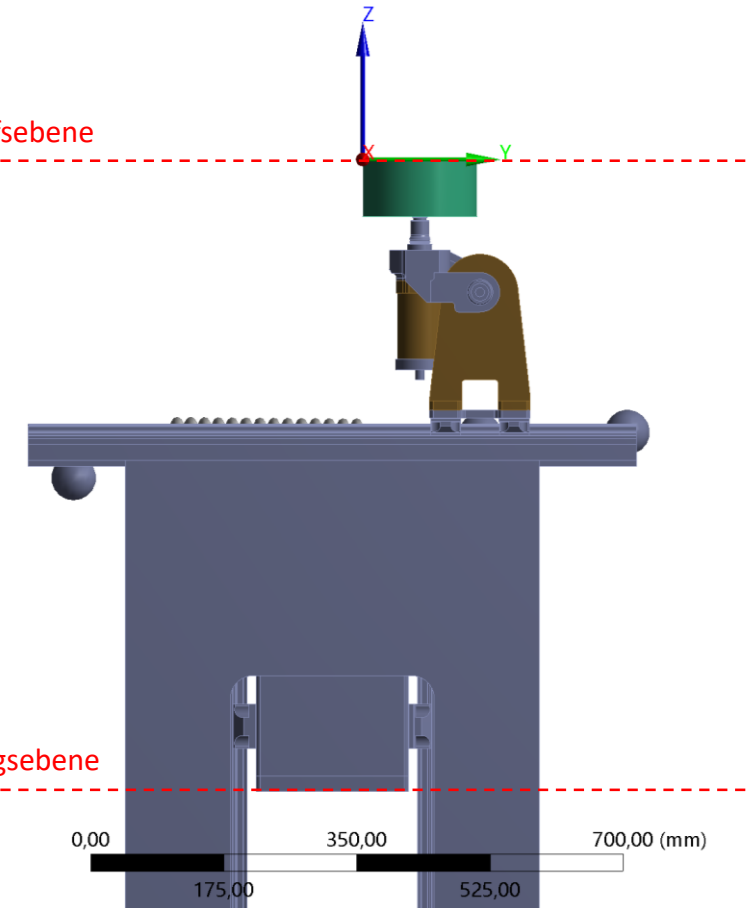
Stellung 150°



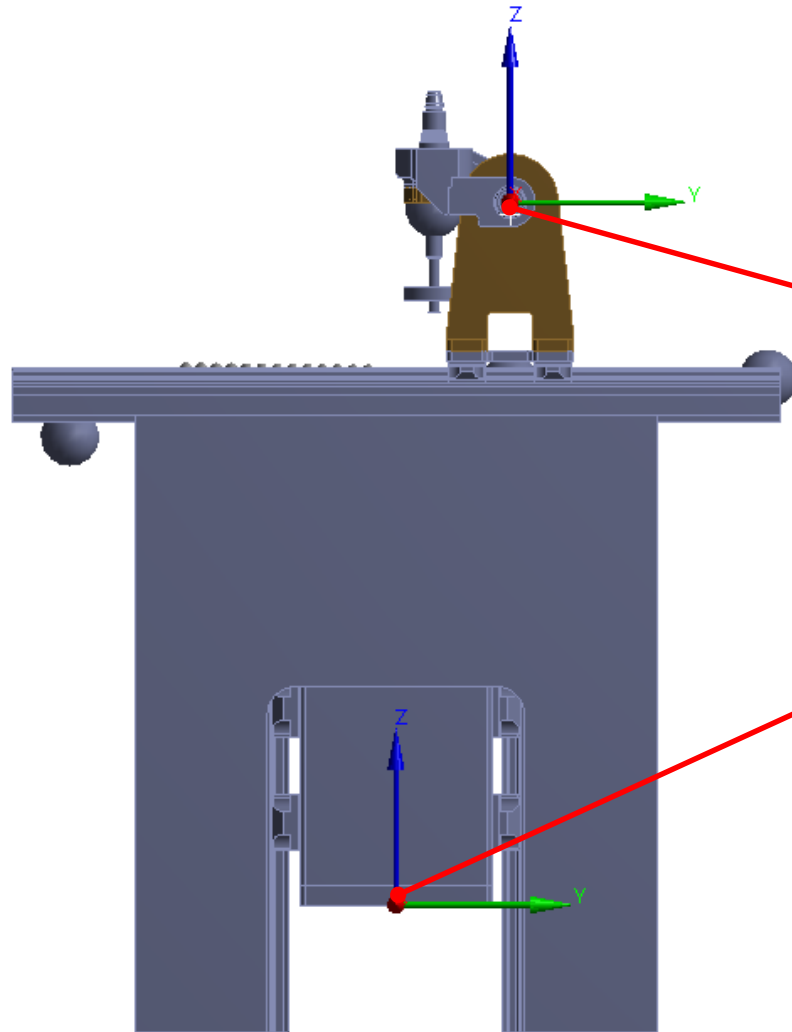
Stellung 90°



Stellung 0°



Nullstellung der Achsen y und z im FEM-Modell



Position RotX für $\text{RotX}=0^\circ$ (alpha), $dy=0$, $dz=0$
y: 119 mm
z: 726,5 mm

Koordinatensystem der Basis (Mitte Flanschplatte)
y: 0 mm
z: -4,9 mm

Die Achsen y und z werden entsprechend der kinematischen Abhängigkeit für eine vorgegebene Bestück-Position und -Orientierung (x, y, z im Artikelraum und RotX) gestellt

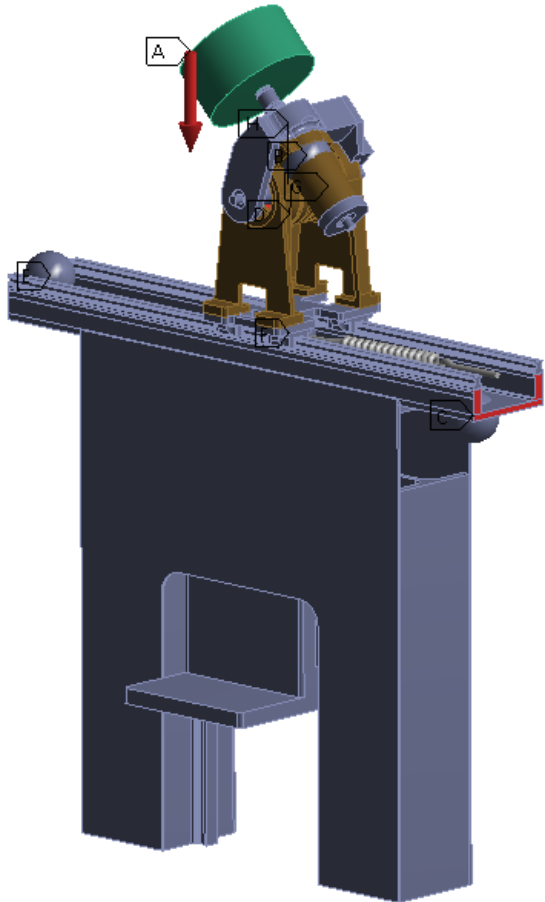
Ergebnisse aus der FEM für die Gesamtbaugruppe

maximale Deformation und die ersten beiden Moden bei unterschiedlichen Stellungen

Design Point in Ansys	alpha (rotX)	dx Achse	dy Achse	dz Achse	Total Deformation Maximum	dxy Maximum	dxy P	dx P	dy P	dz P	Mode 1	Mode 2
	°		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Hz	Hz
DP 5	0	0	75	-75	0,019	0,012	0,012	0,000	-0,012	-0,015	61	71
DP 6	45	0	-93,5	-132,8	0,005	0,001	0,001	0,000	0,001	-0,003	71	78
DP 7	90	0	-253,5	-54,5	0,021	0,012	0,012	0,000	0,012	-0,017	59	70
DP 8	135	0	-311,3	114	0,029	0,021	0,003	0,000	-0,003	-0,029	44	54
DP 9	150	0	-290,3	157,5	0,026	0,020	0,006	0,000	-0,006	-0,023	41	51
DP 10	0	-75	0	-75	0,016	0,010	0,010	-0,010	-0,002	-0,012	65	72
DP 11	45	-75	-146,5	-79,8	0,023	0,021	0,012	0,007	0,010	-0,020	66	73
DP 12	90	-75	-253,5	20,5	0,033	0,020	0,002	0,000	0,002	-0,032	52	63
DP 13	135	-75	-248,7	157,5	0,026	0,020	0,010	0,005	-0,009	-0,023	42	51
DP 14	150	-75	-203,7	157,5	0,019	0,015	0,005	0,002	-0,005	-0,016	43	51
DP 15	0	75	0	-75	0,015	0,009	0,009	0,009	-0,002	-0,012	65	72
DP 16	45	75	-146,5	-79,8	0,023	0,020	0,012	0,006	0,010	-0,020	66	73
DP 17	90	75	-253,5	20,5	0,033	0,019	0,002	0,000	0,002	-0,032	52	63
DP 18	135	75	-248,7	157,5	0,027	0,021	0,011	0,006	-0,009	-0,023	42	51
DP 19	150	75	-203,7	157,5	0,020	0,016	0,006	0,003	-0,005	-0,015	43	51

- dx, dy und dz Achse im Bezug auf Nullstellung (siehe vorherige Seite)
- Total Deformation Maximum ist die maximale Deformation im Artikelraum (Zylinder mit $\varnothing 150\text{mm}$ und Höhe 75mm)
- dxy Maximum ist die max. Verformung in der xy-Ebene im Artikelraum
- dxy P ist die Deformation in der xy-Ebene im Bestückpunkt
- dx P, dy P und dz P sind die richtungsabhängigen Komponenten der Deformation

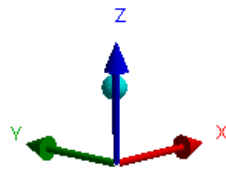
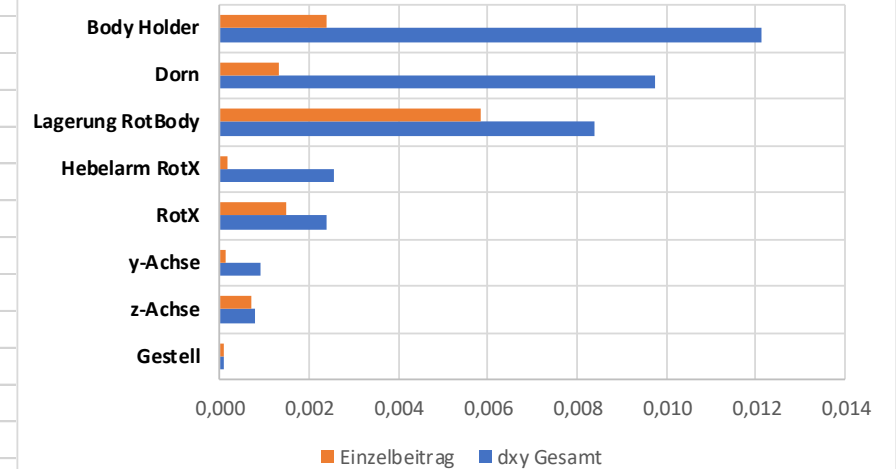
Anteile der Deformation für die Stellung mit der max. Deformation dxy P (DP 11)*



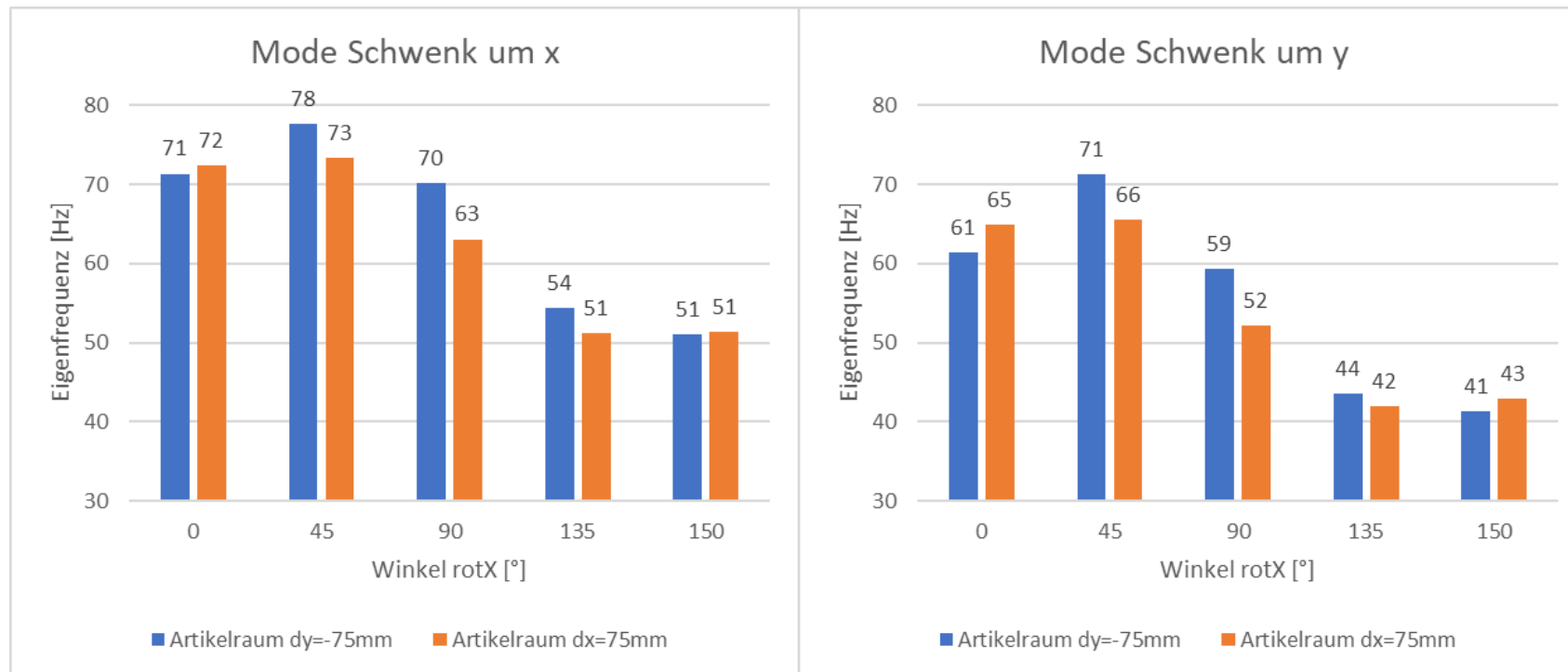
Nachgiebigkeiten - Einzelbeiträge an maximaler Stelle

	dxy Gesamt	Einzelbeitrag
Gestell	0,000	0,0001
z-Achse	0,001	0,0007
y-Achse	0,001	0,0001
RotX	0,002	0,0015
Hebelarm RotX	0,003	0,0002
Lagerung RotBody	0,008	0,0059
Dorn	0,010	0,0013
Body Holder	0,012	0,0024

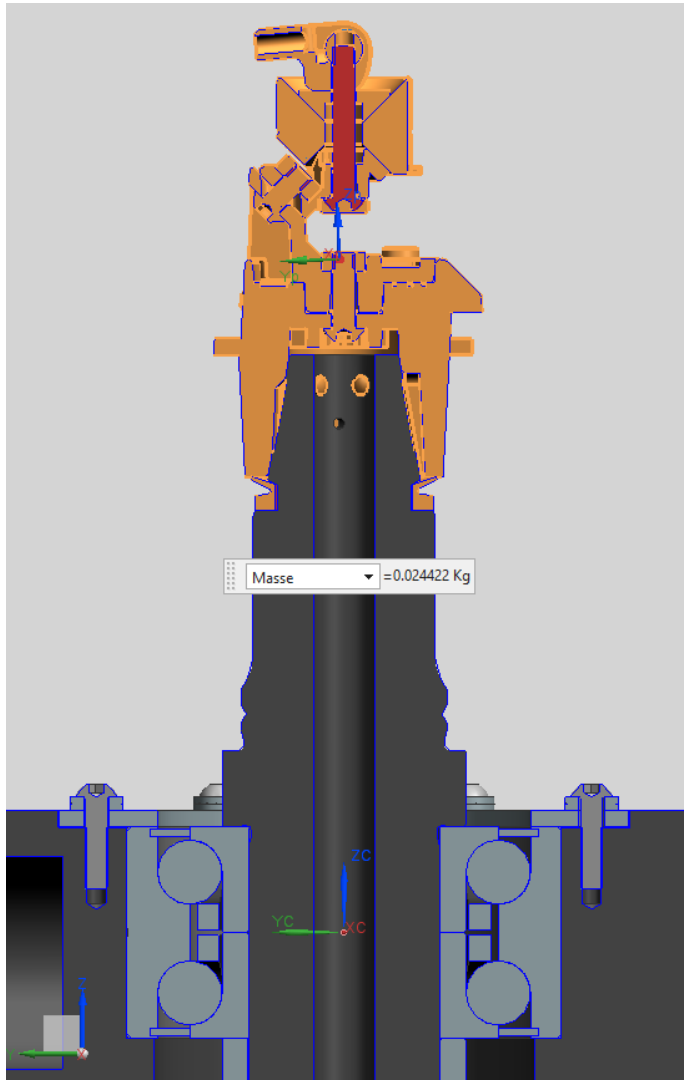
DP 11



Verteilung der ersten beiden Eigenmoden in Abhängigkeit der Stellung



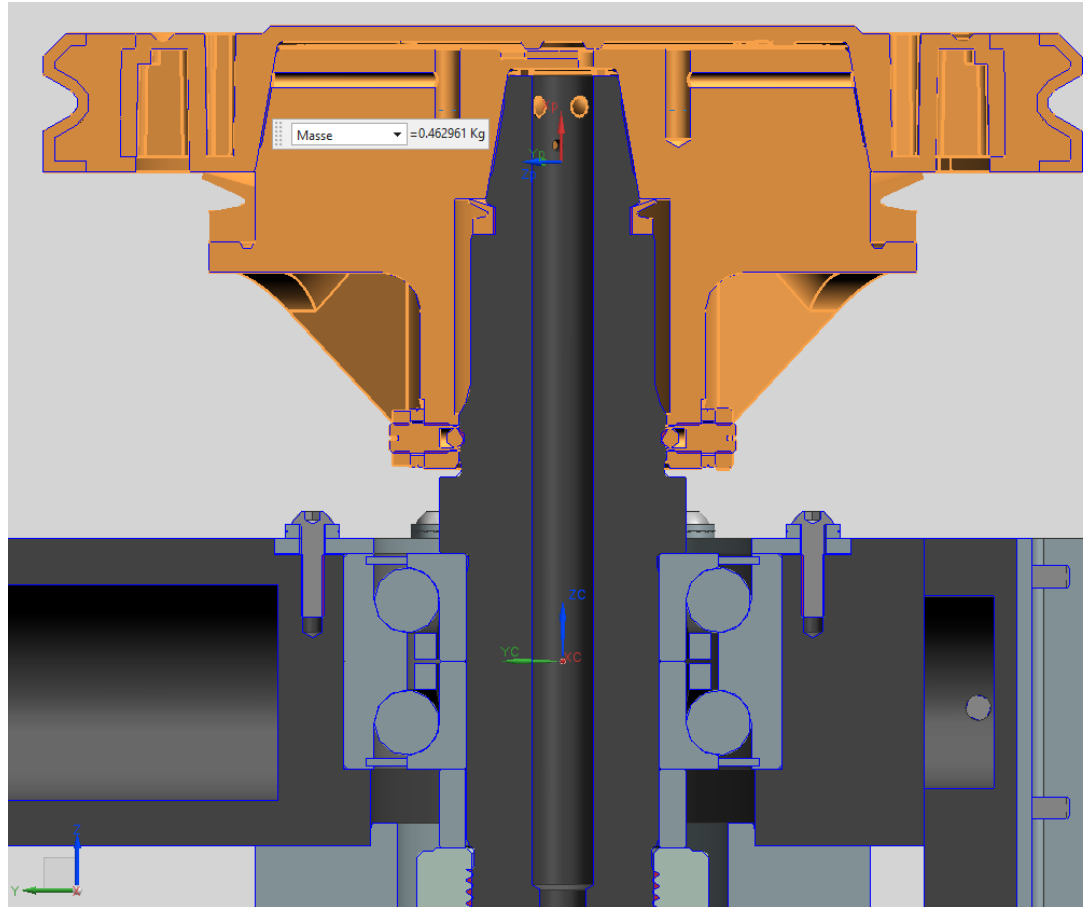
Massen und Massenträgheitsmoment Stirnspanner



- Ergebnisse um Lagermittelpunkt von Lager 1 von RotX:
Koordinatensystem KS2 (XC, YC, ZC)

Masse [kg]	0,024	kg	
	XC	YC	ZC
Massensschwerpunkt [mm]	0,033	0,630	88,616
	XC	YC	ZC
Massenträgheitsmoment um Schwerpunkt [kg*mm ²]			
XC	7,732	0,002	-0,013
YC	0,002	7,609	0,216
ZC	-0,013	0,216	1,749

Massen und Massenträgheitsmoment Umfangsspanner



- Ergebnisse um Lagermittelpunkt von Lager 1 von RotX:
Koordinatensystem KS2 (XC, YC, ZC)

Masse [kg]	0,463	kg	
	XC	YC	ZC
Massenschwerpunkt [mm]	0,342	0,218	64,831
	XC	YC	ZC
Massenträgheitsmoment um Schwerpunkt [kg*mm ²]			
XC	458,004	-5,353	1,222
YC	-5,353	455,812	0,687
ZC	1,222	0,687	748,754