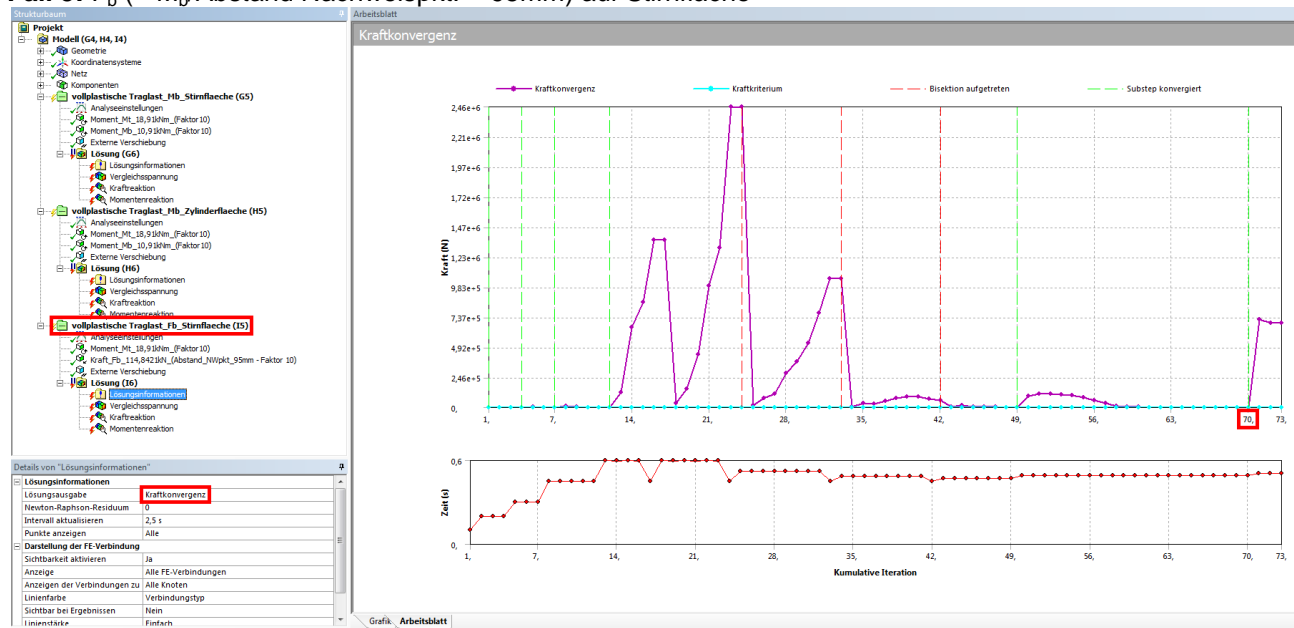


Fall 3: F_b (= M_b /Abstand Nachweispt. = 95mm) auf Stirnfläche



Kraftkonvergenz

```

EQUIL ITER 21 COMPLETED. NEW TRIANG MATRIX. MAX DOF INC= -6.646
LINE SEARCH PARAMETER = 0.9558E-01 SCALED MAX DOF INC = -0.6352
FORCE CONVERGENCE VALUE = 439.9 CRITERION= 445.0 <<< CONVERGED
>>> SOLUTION CONVERGED AFTER EQUILIBRIUM ITERATION 21
*** LOAD STEP 1 SUBSTEP 6 COMPLETED. CUM ITER = 70
*** TIME = 0.490000 TIME INC = 0.200000E-01
*** MAX PLASTIC STRAIN STEP = 1621. CRITERION = 0.1500
*** AUTO STEP TIME: NEXT TIME INC = 0.20000E-01 UNCHANGED

```

...

```

*** ERROR *** CP = 7689.866 TIME= 17:23:00
The value of UZ at node 77333 is 1971639.07. It is greater than the
current limit of 1000000. This generally indicates rigid body motion
as a result of an unconstrained model. Verify that your model is
properly constrained.

```

```

*** ERROR *** CP = 7689.866 TIME= 17:23:00
*** MESSAGE CONTINUATION ---- DIAGNOSTIC INFORMATION ***
If one or more parts of the model are held together only by contact
verify that the contact surfaces are closed. You can check contact
status in the SOLUTION module for the converged solutions using
CNCHECK.

```

```

*** ERROR *** CP = 7689.866 TIME= 17:23:00
*** MESSAGE CONTINUATION ---- DIAGNOSTIC INFORMATION ***
Rigid body motion can also occur when net section yielding has
occurred resulting in large displacements for small increments of load
or when buckling has occurred. You can plot the time history curve
for node 77333 in the UZ direction to check for stiffness (slope of
the curve) approaching zero.

```

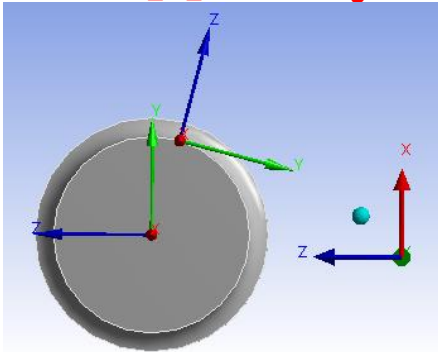
Solver-Ausgabe

⇒ $t_x = 0,49\text{sec}$

4. Frage: wie groß sind zur Zeit der vollständigen Querschnittsplastifizierung die Reaktionsmomente/-kräfte von M_b (F_b) bzw. M_t ?

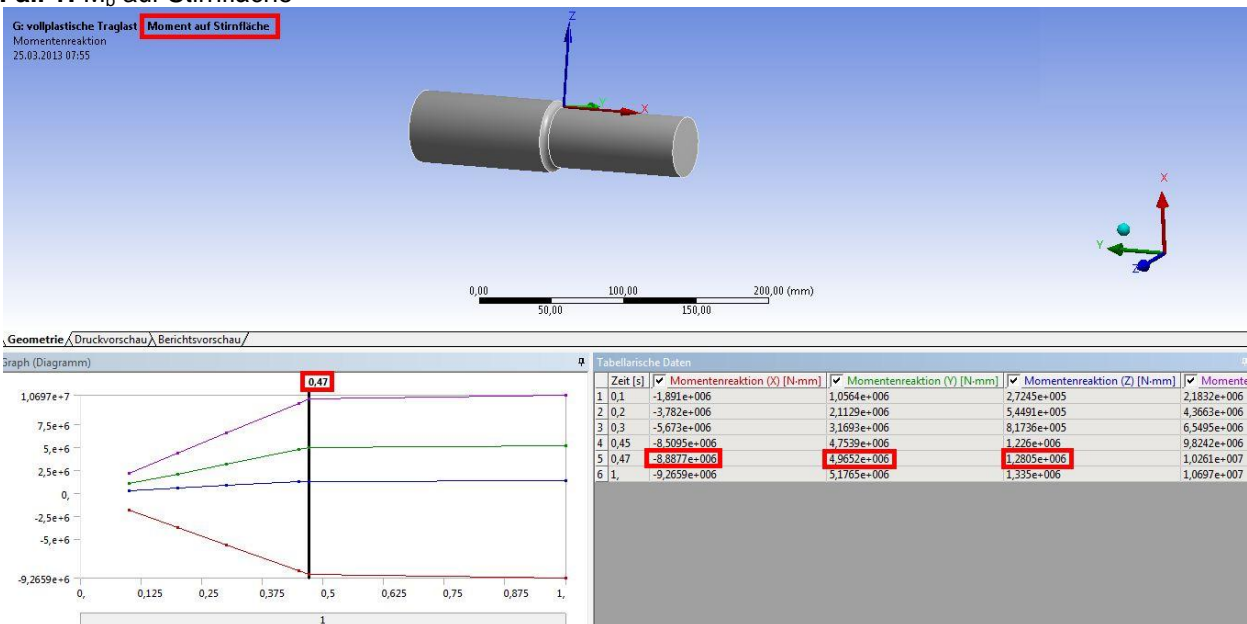
HINWEIS:

- Die äußeren Lasten wurden im LKS_in_Stabrichtung (die Achsen liegen parallel zum GKS, aber durch Orientierung X in Stabachsenrichtung kommt es zu einer Umbenennung der Achsen) orientiert.
- Die Lastreaktionen habe ich über LKS_XY_tangent_Oberfl (welches um 14,46° verdreht zu LKS_in_Stabrichtung im Nachweispt. Liegt) ausgewertet.



- ⇒ Die plastischen Traglasten (für M_b bzw. F_b) für das Biegemoment müssen vor dem Vergleich mit den elastischen Grenzlasten entsprechend (Verdrehwinkel 14,46°) transformiert werden.
- ⇒ Für M_t ist dies nicht nötig, da die Achsen im GKS und LKS parallel liegen.

Fall 1: M_b auf Stirnfläche

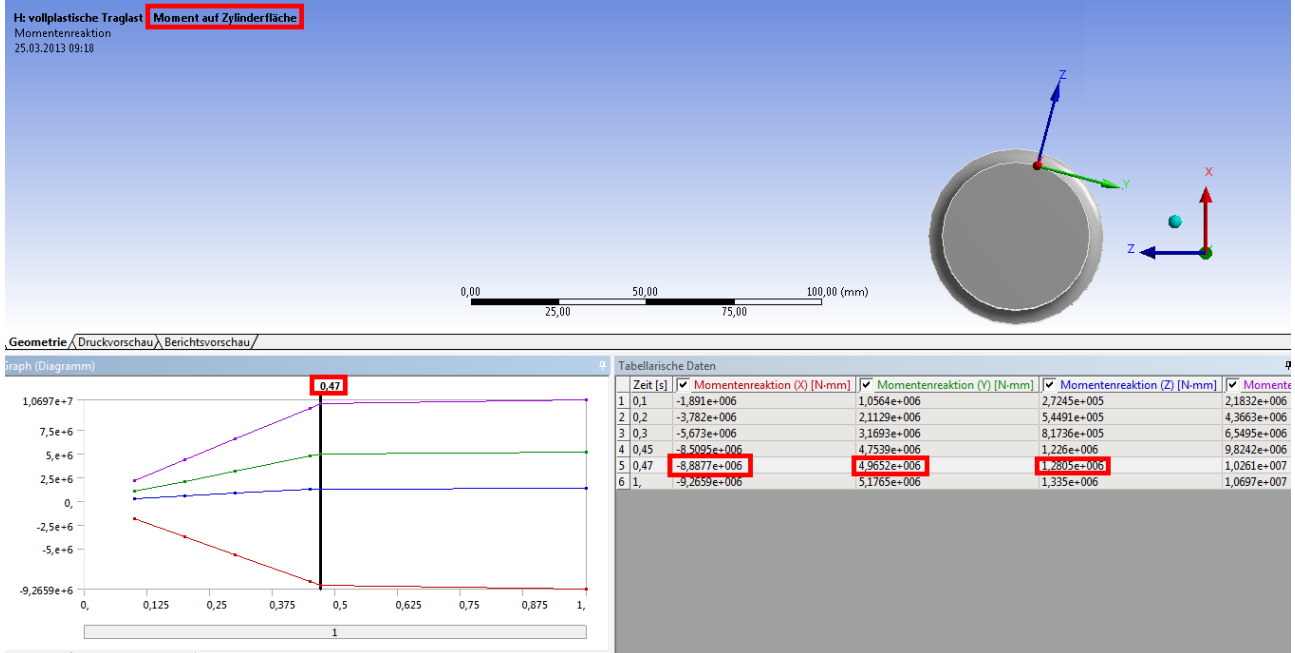


$M_{b,pl} = 4,9652 \cdot 10^6 \text{Nmm} \cdot \cos 14,46^\circ + 1,2805 \cdot 10^6 \text{Nmm} \cdot \sin 14,46^\circ \dots$ (Koordinatentransformation)
 $M_{b,pl} = 4,8079 \cdot 10^6 \text{Nmm} + 0,3197 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
 $M_{b,pl} = 5,1276 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
 $M_{t,pl} = -8,8877 \cdot 10^6 \text{Nmm}$

Zeit [s]	Kraftreaktion (X) [N]	Kraftreaktion (Y) [N]	Kraftreaktion (Z) [N]	Kraftreaktion (Gesamt) [N]
1 0,1	3,2798e-007	-7,6543e-008	1,6848e-006	1,7182e-006
2 0,2	5,9117e-012	-1,1483e-010	2,9229e-010	3,141e-010
3 0,3	1,7053e-011	-1,01e-010	4,3988e-010	4,5165e-010
4 0,45	-1,0186e-010	1,7191e-011	1,0104e-009	1,0157e-009
5 0,47	-1,7121e-010	1,4112e-009	1,08e-009	1,7852e-009
6 1,	1,3396e-008	1,2789e-007	-7,0302e-008	1,4655e-007

Kraftreaktionen gegen 0.

Fall 2: M_b auf Zylinderfläche



$$M_{b,pl} = 4,9652 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot \cos 14,46^\circ + 1,2805 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot \sin 14,46^\circ \dots \text{ (Koordinatentransformation)}$$

$$M_{b,pl} = 4,8079 \cdot 10^6 \text{ Nmm} + 0,3197 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{b,pl} = 5,1276 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

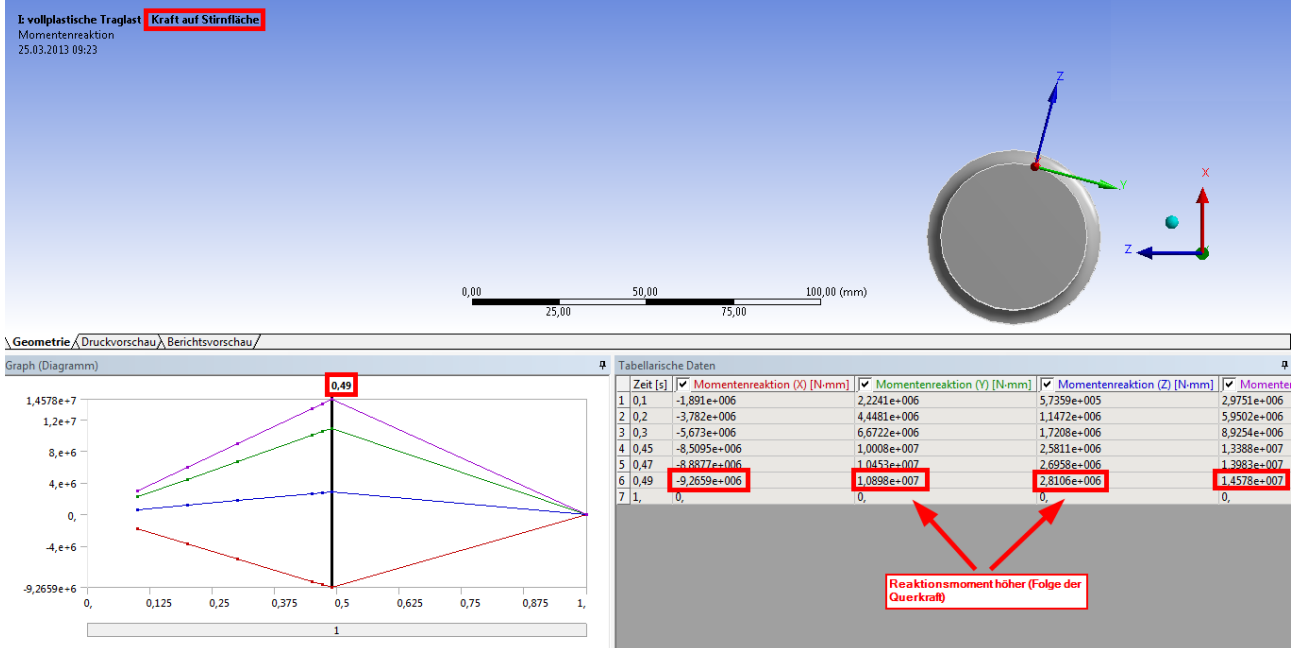
$$M_{t,pl} = -8,8877 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Tabellarische Daten

	Zeit [s]	Kraftreaktion (X) [N]	Kraftreaktion (Y) [N]	Kraftreaktion (Z) [N]	Kraftreaktion (Gesamt) [N]
1	0,1	3,8283e-007	-5,8422e-007	2,4305e-006	2,5288e-006
2	0,2	6,4688e-011	-6,2714e-011	2,7549e-010	2,8985e-010
3	0,3	1,0232e-011	-1,3416e-010	4,3369e-010	4,5408e-010
4	0,45	-9,3905e-011	-2,5693e-011	9,0722e-010	9,1243e-010
5	0,47	-3,2423e-010	1,4032e-009	9,7263e-010	1,7378e-009
6	1,	1,364e-008	1,2781e-007	-7,0713e-008	1,467e-007

Kraftreaktionen gegen 0.

Fall 3: F_b ($= M_b / \text{Abstand Nachweispt.} = 95\text{mm}$) auf Stirnfläche

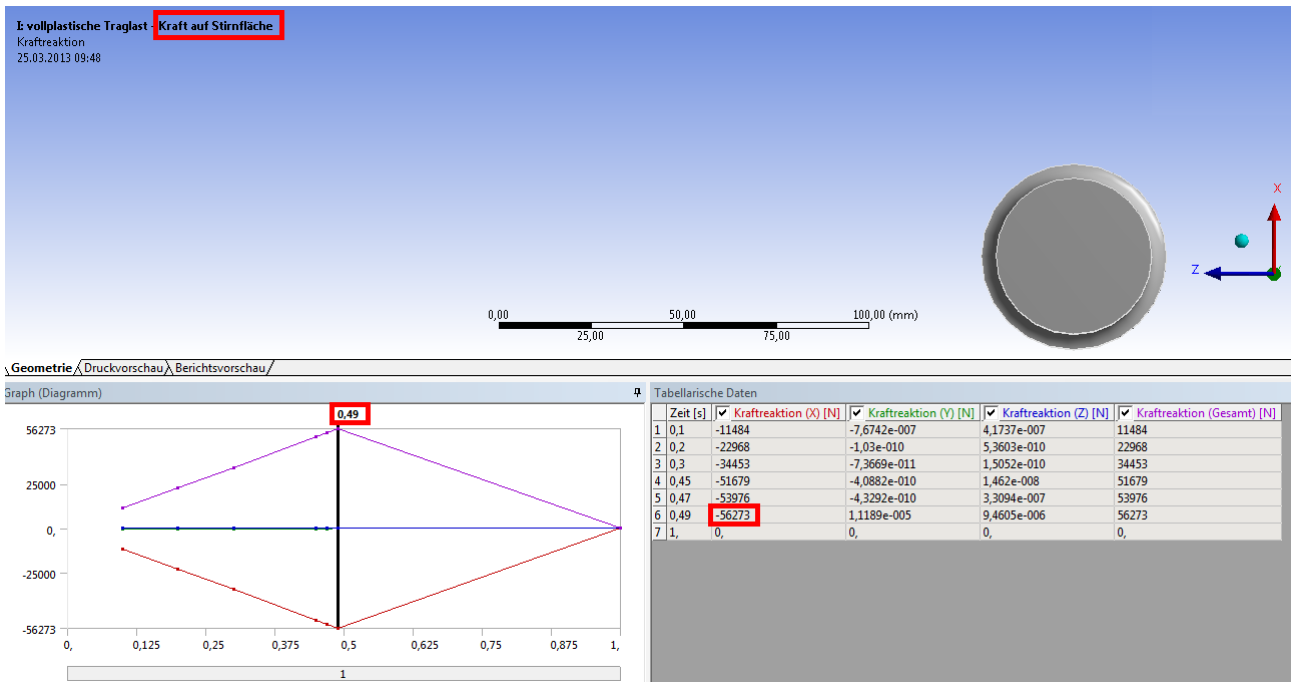


$$M_{b,pl} = 1,0898 \cdot 10^7 \text{Nmm} \cdot \cos 14,46^\circ + 2,8106 \cdot 10^6 \text{Nmm} \cdot \sin 14,46^\circ \dots \text{ (Koordinatentransformation)}$$

$$M_{b,pl} = 1,0553 \cdot 10^7 \text{Nmm} + 0,7018 \cdot 10^6 \text{Nmm}$$

$$M_{b,pl} = 1,1255 \cdot 10^7 \text{Nmm} \text{ (lt. Momentenreaktion)}$$

$$M_{t,pl} = -9,2659 \cdot 10^6 \text{Nmm}$$



$$M_{b,pl} = F_{b,pl} \cdot 95\text{mm} = -56273\text{N} \cdot 95\text{mm} = -5,3459 \cdot 10^6 \text{Nmm} \text{ (lt. Kraftreaktion)}$$

Add. vollplastische Traglasten im Nachweispunkt:

Werte in MPa	M_b auf Stirnfl.	M_b auf Zyl.fl	F_b auf Zyl.fl
$M_{b,pl}$	$5,1276 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$5,1276 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$5,3459 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
$M_{t,pl}$	$8,8877 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$8,8877 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$9,2659 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
$M_{b,pl} / M_{t,pl}$	0,577	0,577	0,577

Ergebnisse:**Add. elastische Grenzlasten im Nachweispunkt:**

Werte in MPa	M_b auf Stirnfl.	M_b auf Zyl.fl	F_b auf Zyl.fl
$M_{b,el}$	$1,0096 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$1,0096 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$0,9979 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
$M_{t,el}$	$1,7498 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$1,7498 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$1,7297 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
$M_{b,el} / M_{t,el}$	0,577	0,577	0,577

Add. vollplastische Traglasten im Nachweispunkt:

Werte in MPa	M_b auf Stirnfl.	M_b auf Zyl.fl	F_b auf Zyl.fl
$M_{b,pl}$	$5,1276 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$5,1276 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$5,3459 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
$M_{t,pl}$	$8,8877 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$8,8877 \cdot 10^6 \text{Nmm}$	$9,2659 \cdot 10^6 \text{Nmm}$
$M_{b,pl} / M_{t,pl}$	0,577	0,577	0,577

Add. plastischer Formzahl K_p :

Werte in MPa	M_b auf Stirnfl.	M_b auf Zyl.fl	F_b auf Zyl.fl
$M_{b,pl} / M_{b,el}$	5,0788	5,0788	5,3572
$M_{t,pl} / M_{t,el}$	5,0793	5,0793	5,3569