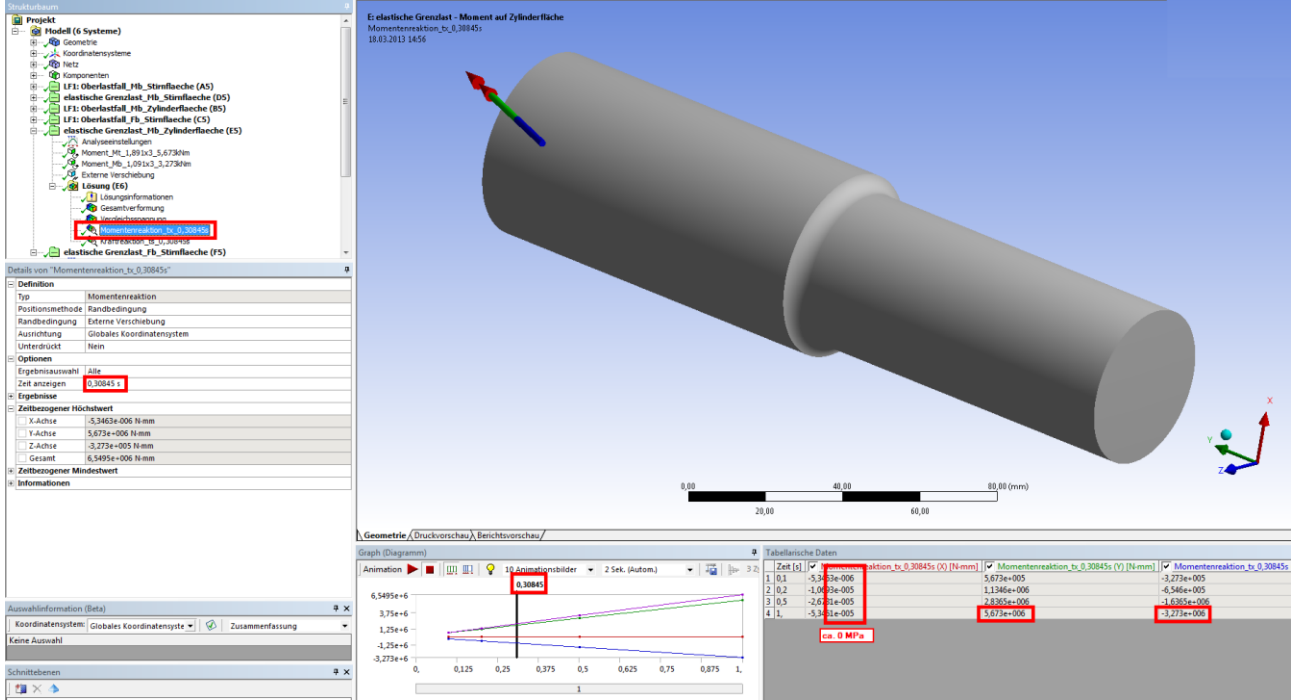
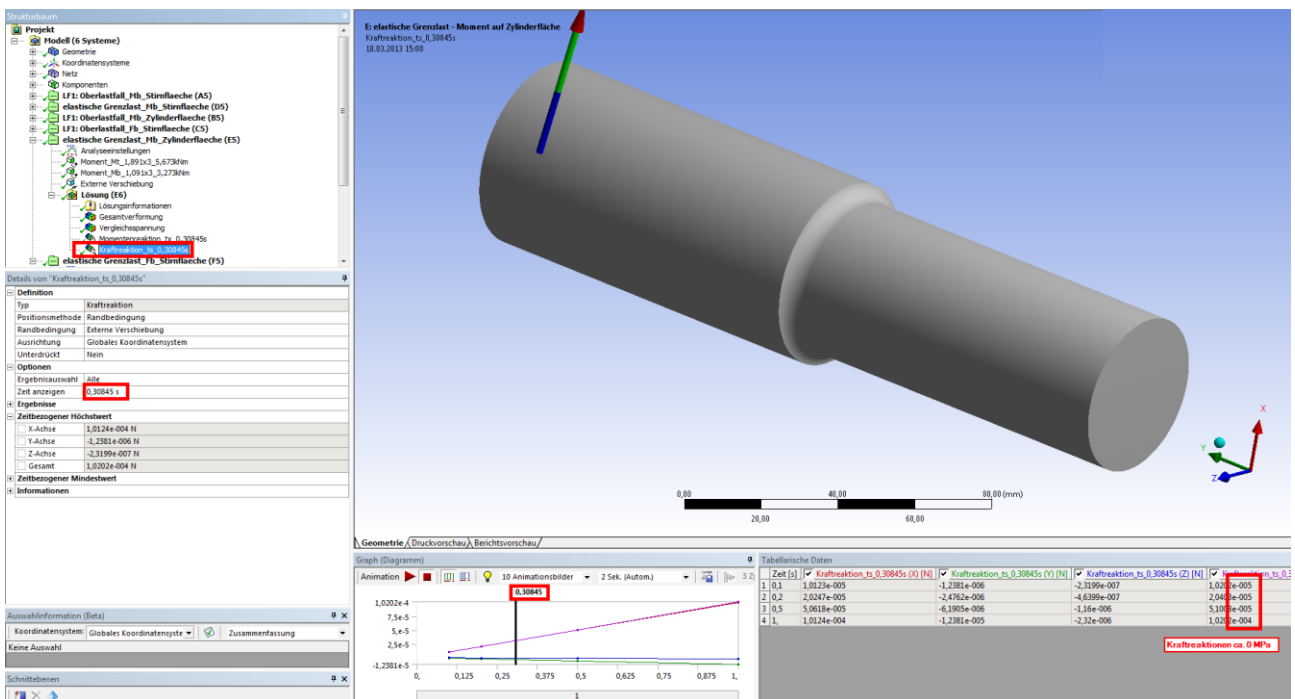


## Fall 2: $M_b$ auf Zylinderfläche



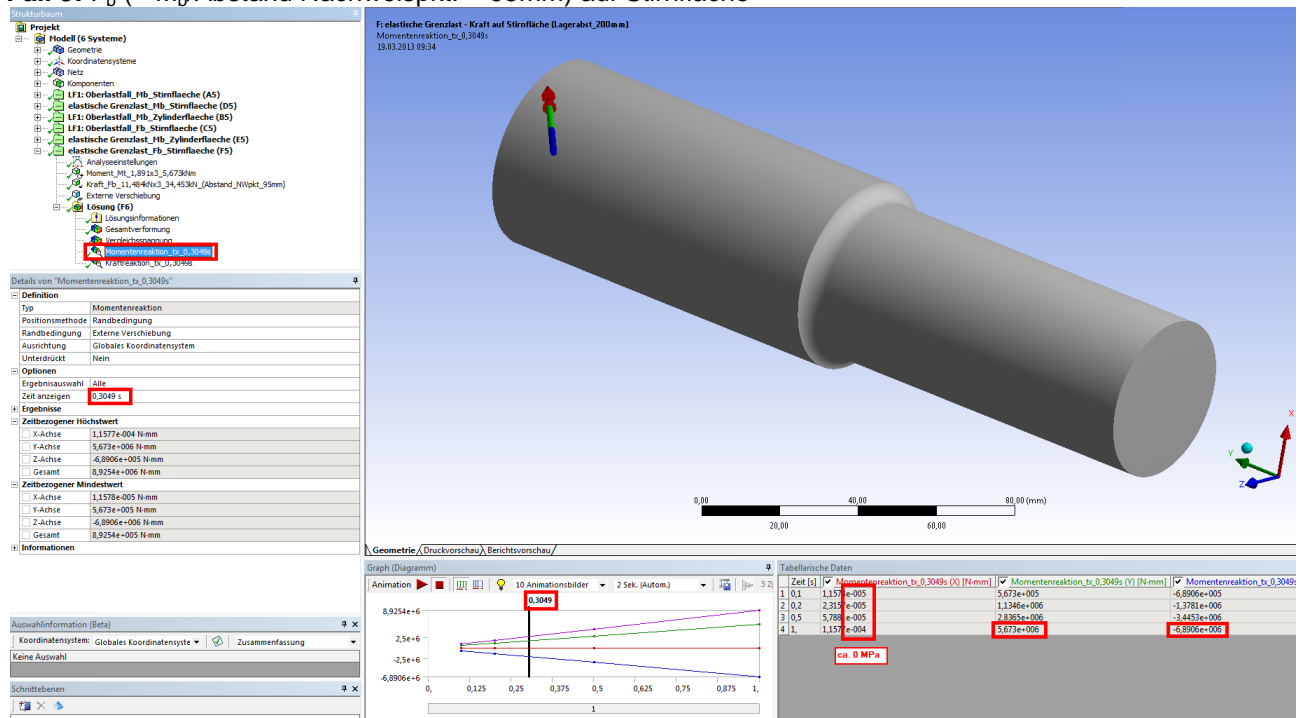
$$M_{b,el} = 3,273 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \quad 0,30845 \text{ s} = 1,0096 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{t,el} = 5,673 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \quad 0,30845 \text{ s} = 1,7498 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$



=>  $M_{b,el} = 10^{-4} \text{ Nmm}$   $0,30845 \text{ s} = \text{vernachlässigbar}$ , Kraftreaktion gegen 0!

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



$M_{b,el} = -6,8906 \cdot 10^6 \text{Nmm}$  0,3049s =  $-2,101 \cdot 10^6 \text{Nmm}$  (lt. Momentenreaktion)

**HINWEIS:**

Das größere Moment an der Einspannstelle ist eine Folge der Substitution von  $M_b$  durch  $F_b$ , denn man benötigt im Nachweispunkt das gleich große Moment wie wenn man  $M_b$  direkt aufbringt!

$M_b$  hat über die gesamte Länge  $x = 0 \dots 200$  konstantes Moment  $1,091 \cdot 10^6 \text{Nmm}$

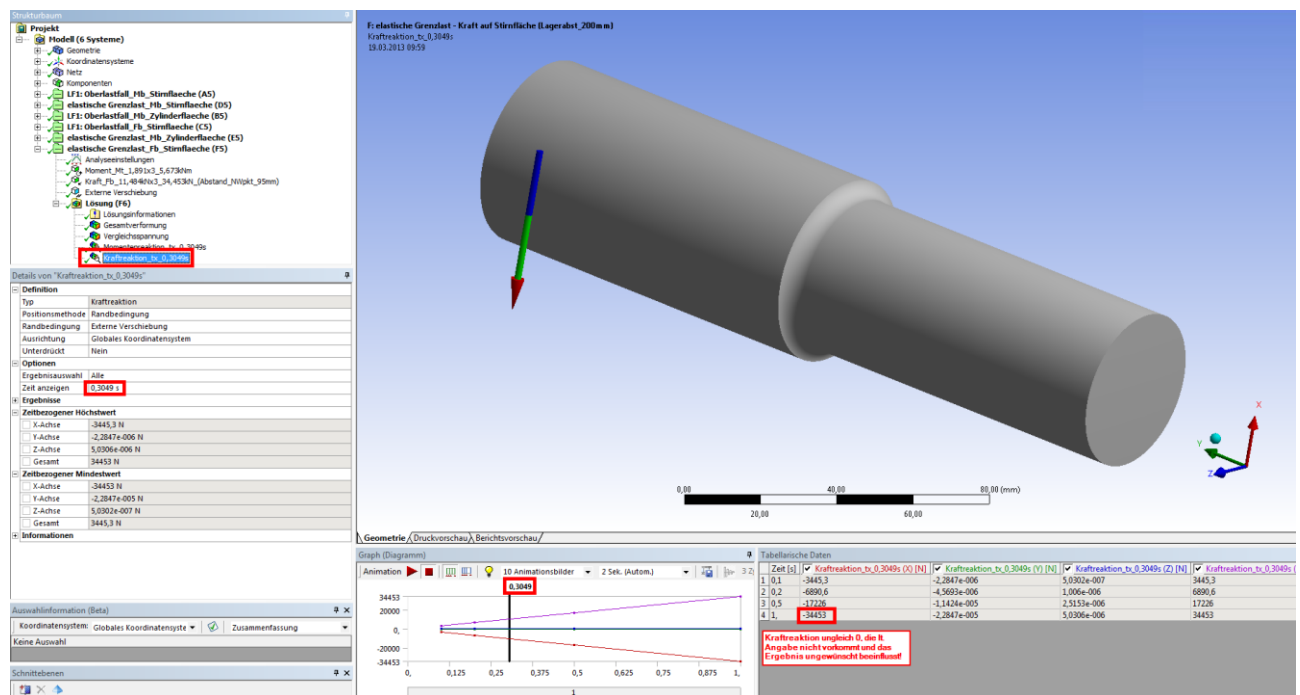
$F_b$  hat linear steigendes Moment Richtung Einspannstelle  $M_b(x) = f(x) = F_b \cdot (l-x)$

$\Rightarrow M_b(105) = 34452 \text{N} \cdot (200\text{mm} - 105\text{mm}) = 3,273 \cdot 10^6 \text{Nmm}$  am Nachweispt.

$\Rightarrow M_b(0) = 34452 \text{N} \cdot (200\text{mm} - 0\text{mm}) = -6,8904 \cdot 10^6 \text{Nmm}$  am Einspannpkt.

$\Rightarrow$  Damit habe ich aber ein viel höheres  $M_b$  an der Einspannstelle als wenn ich  $M_b$  nicht durch  $F_b$  substituier!

$M_{t,el} = 5,673 \cdot 10^6 \text{Nmm}$  0,3049s =  $1,7297 \cdot 10^6 \text{Nmm}$



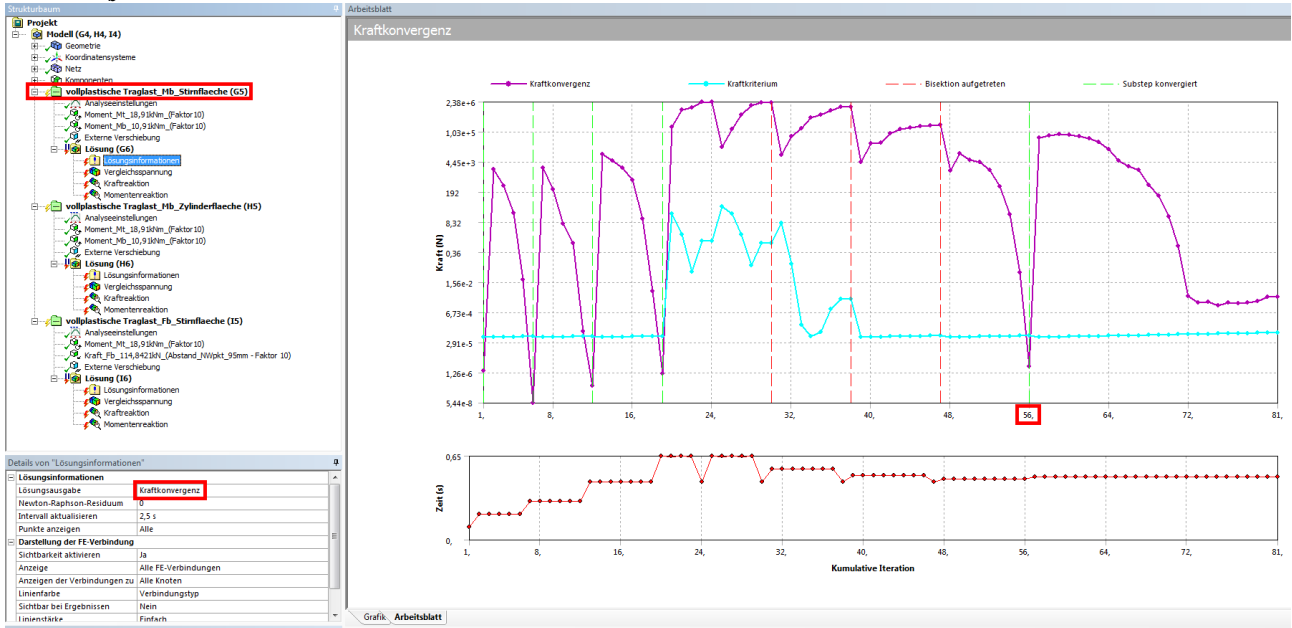
$M_{b,el} = F_{b,el} \cdot 95\text{mm} \cdot 0,3049\text{sec} = -34453 \text{N} \cdot 95\text{mm} \cdot 0,3049\text{sec} = -0,9979 \cdot 10^6 \text{Nmm}$  (lt. Kraftreaktion)

**Add. elastische Grenzlasten im Nachweispunkt:**

Werte in MPa	<b>M<sub>b</sub> auf Stirnfl.</b>	<b>M<sub>b</sub> auf Zyl.fl</b>	<b>F<sub>b</sub> auf Zyl.fl</b>
<b>M<sub>b,el</sub></b>	1,0096*10 <sup>6</sup> Nmm	1,0096*10 <sup>6</sup> Nmm	0,9979*10 <sup>6</sup> Nmm
<b>M<sub>t,el</sub></b>	1,7498*10 <sup>6</sup> Nmm	1,7498*10 <sup>6</sup> Nmm	1,7297*10 <sup>6</sup> Nmm
<b>M<sub>b,el</sub>/ M<sub>t,el</sub></b>	0,577	0,577	0,577

### 3. Frage: zu welcher Zeit wird eine vollständige Querschnittsplastifizierung erreicht?

#### Fall 1: $M_b$ auf Stirnfläche



#### Kraftkonvergenz

```
EQUIL ITER 9 COMPLETED. NEW TRIANG MATRIX. MAX DOF INC= -0.2367E-06
LINE SEARCH PARAMETER = 1.000 SCALED MAX DOF INC = -0.2367E-06
FORCE CONVERGENCE VALUE = 0.2397E-05 CRITERION= 0.6119E-04 <<< CONVERGED
```

```
*** WARNING *** CP = 5788.979 TIME= 14:37:31
A reference force value times the tolerance is used by the
Newton-Raphson method for checking convergence. The calculated
reference FORCE CONVERGENCE VALUE = 1.785243212E-09 is less than a
threshold. This threshold defaults to 1.0-2 or is specified as MINREF
on the CNVTOL command. Check results carefully.
>>> SOLUTION CONVERGED AFTER EQUILIBRIUM ITERATION 9
*** LOAD STEP 1 SUBSTEP 5 COMPLETED. CUM ITER = 56
*** TIME = 0.470000 TIME INC = 0.200000E-01
*** MAX PLASTIC STRAIN STEP = 0.3711 CRITERION = 0.1500
*** AUTO STEP TIME: NEXT TIME INC = 0.20000E-01 UNCHANGED
```

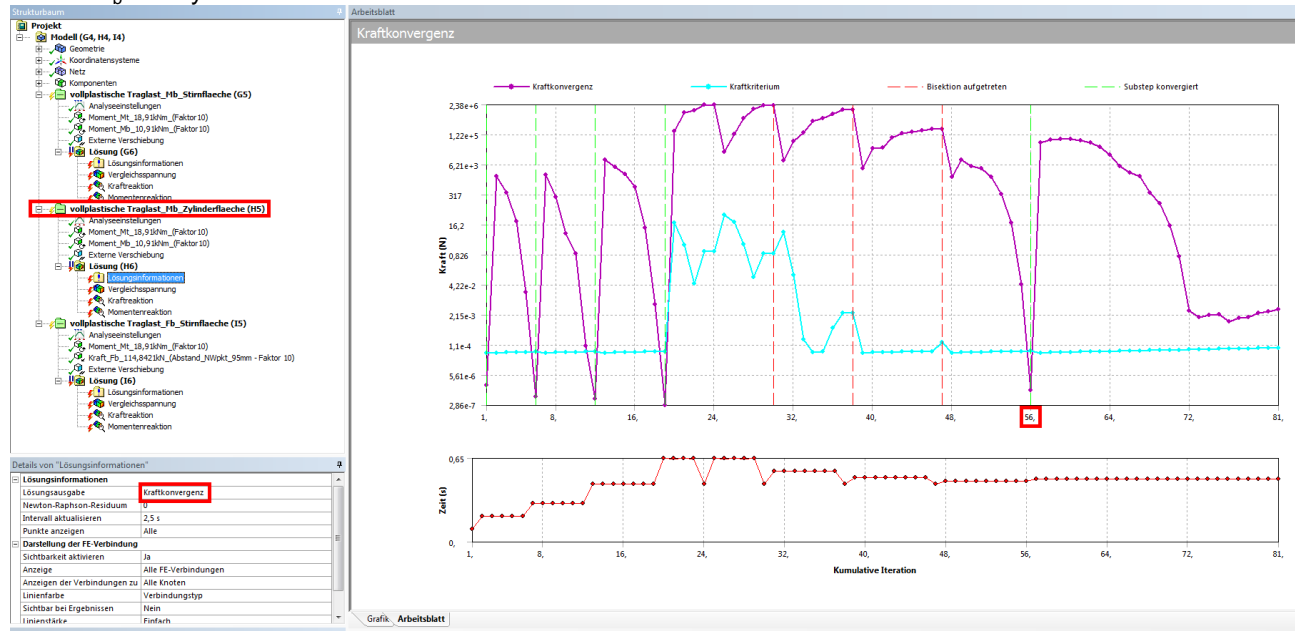
...

```
*** ERROR *** CP = 8360.655 TIME= 15:00:02
Solution not converged at time 0.49 (load step 1 substep 6).
Run terminated.
```

#### Solver-Ausgabe

⇒  $t_x = 0,47\text{sec}$

## Fall 2: $M_b$ auf Zylinderfläche



### Kraftkonvergenz

```
EQUIL ITER 9 COMPLETED. NEW TRIANG MATRIX. MAX DOF INC= -0.2367E-06
LINE SEARCH PARAMETER = 1.000 SCALED MAX DOF INC = -0.2367E-06
FORCE CONVERGENCE VALUE = 0.1258E-05 CRITERION= 0.6119E-04 <<< CONVERGED
```

```
*** WARNING *** CP = 6017.302 TIME= 15:52:40
A reference force value times the tolerance is used by the
Newton-Raphson method for checking convergence. The calculated
reference FORCE CONVERGENCE VALUE = 1.737834315E-09 is less than a
threshold. This threshold defaults to 1.0-2 or is specified as MINREF
on the CNVTOL command. Check results carefully.
>>> SOLUTION CONVERGED AFTER EQUILIBRIUM ITERATION 9
*** LOAD STEP 1 SUBSTEP 5 COMPLETED. CUM ITER = 56
*** TIME = 0.470000 TIME INC = 0.200000E-01
*** MAX PLASTIC STRAIN STEP = 0.3711 CRITERION = 0.1500
*** AUTO STEP TIME: NEXT TIME INC = 0.20000E-01 UNCHANGED
```

...

```
*** ERROR *** CP = 8678.616 TIME= 16:15:45
Solution not converged at time 0.49 (load step 1 substep 6).
Run terminated.
```

### Solver-Ausgabe

⇒  $t_x = 0,47\text{sec}$