

Projekt InnoRad

Dr. Gunnar Rückner

Überblick

- **Versuche Allgemein**
- **Versuche MTL**
- **Numeriktestserien**

Werkstoffdaten Polyurethan

Materialparameter Simulation	Stand / Umfang	Beurteilung	Vergleichsdaten (20°C)			
			V 27	Luft	PUR	Edel- stahl
Mechanische Daten						
Dyn. Schermodule [MPa]	T: -40-+ 120/200°C F: 10 ⁻² -10 ³ Hz	☺: Temperatur & Frequenz ☹: Belastungsumfang	G' 44-56 G'' 2.4-6.2			
Dyn. E-Module	1.) T:-150-+250°C F:1-100Hz 2.) T: -40-+ 120°C F: 10 ⁻² -10 ³ Hz	☹: Erste Messung verworfen, da Zweifel an Brauchbarkeit ☺: Zweite Messung: in Arbeit. (vor. Anfang Dezember)				
Querkontraktionsdaten	-----	☹: Zu teuer & aufwändig. Geht direkt ins Modell ein.				
Thermische Daten						
Spez. Wärmekapazität [kJ/kgK]	7.11.-13.11.2007 T: -100-+200	☺: vor. hinr. Datenmenge Beachte: Hohe Lasten ??	0.83-2.01 1.62	1.0	1.4	0.5
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	T: 22°C	☺ / ☹ ???	0.219	0.024	0.025	15E ³
Wärmeausdehnung [1/K]	T: -100-+200	☺: konstant vor und nach Glasübergangsbereich	199E ⁻⁶		24 E ⁻⁶	15E ⁻⁶

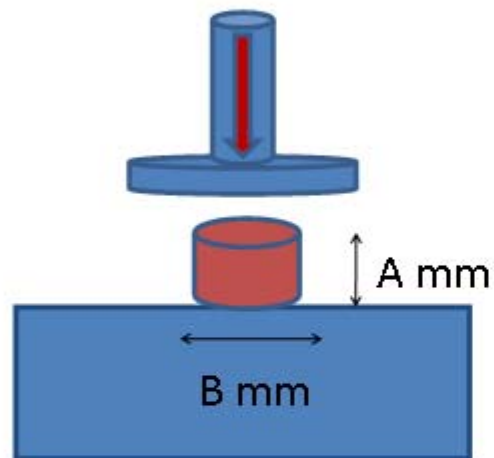
Werkstoffdaten Polyurethan

Materialparameter Simulation	Stand / Umfang	Beurteilung	Vergleichsdaten (20°C)			
			V 27	Luft	PUR	Edel- stahl
Mechanische Daten						
Dyn. Schermodule [MPa]	T: -40-+ 120/200°C F: 10 ⁻² -10 ³ Hz	☺: Temperatur & Frequenz ☹: Belastungsumfang	G' 44-56 G'' 2.4-6.2			
Dyn. E-Module	1.) T:-150-+250°C F:1-100Hz 2.) T: -40-+ 120°C F: 10 ⁻² -10 ³ Hz	☹: Erste Messung verworfen, da Zweifel an Brauchbarkeit ☺: Zweite Messung: in Arbeit. (MITTE Februar !!)				
Querkontraktionsdaten	-----	☹ : Zu teuer & aufwändig. Geht direkt ins Modell ein.				
Thermische Daten						
Spez. Wärmekapazität [kJ/kgK]	T: -100-+200	☺: vor. hinr. Datenmenge Beachte: Hohe Lasten ??	0.83-2.01 1.62	1.0	1.4	0.5
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	T: 22°C	☺ / ☹ ???	0.219	0.024	0.025	15E ³
Wärmeausdehnung [1/K]	T: -100-+200	☺: konstant vor und nach Glasübergangsbereich	199E ⁻⁶		24 E ⁻⁶	15E ⁻⁶

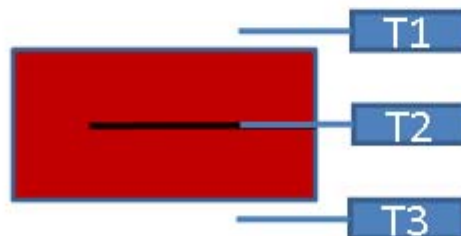
Externe Versuche

Materialparameter Simulation	Stand	Bemerkung
IFT (Roll-& Einfederversuche)		
Dehnungen / Volumenänderungen Reifen		Vergleichswerte für hohe Belastungen stationär & im Fahrbetrieb. In Simulation meistens kraftgesteuert
Kontaktflächenspannungen		Abgleich Simulation mit realen Belastungsbedingungen (Frequenz / Höhe Belastung / Längs- & Querbelastungen)
Querkontraktionsdaten		Realisierbar ?
Einfederzeiten:		E^{-1} - E^{-4} s
Wicke/Räder Vogel/ Bayer		
Radbelastungsversuche mit Temperaturmessung	Durchgeführt	Erweiterung mit weiteren Kerntemperaturen möglich ?

MTL Versuche/Berechnungen - Zylinderproben



Proben: A x B, A[mm], B[mm]
40x40, 20x40, 20x60, 40x60
V27 & V30
Belastung:
0-0.25, 0-0.5, 0,5 bis 2 t
Zyklen: 50
Belastungsgeschwindigkeiten:
6 bis 660 mm/min



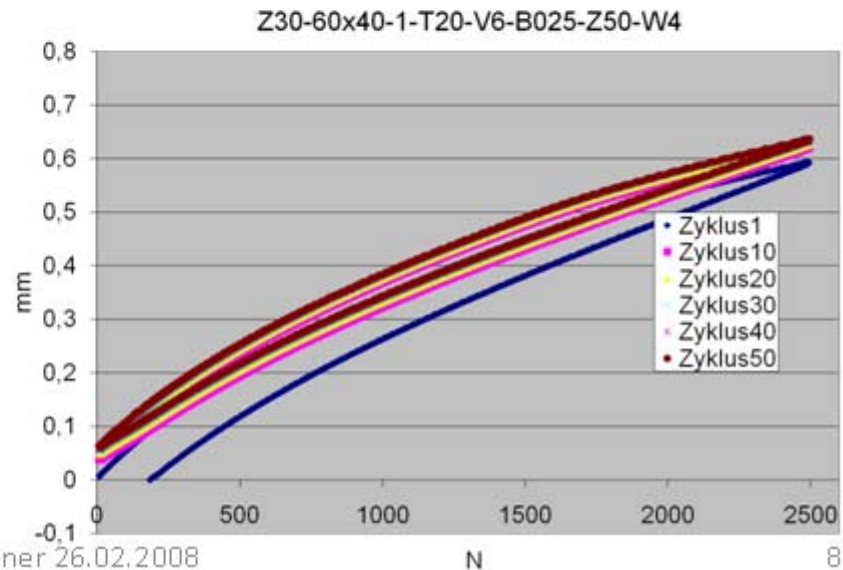
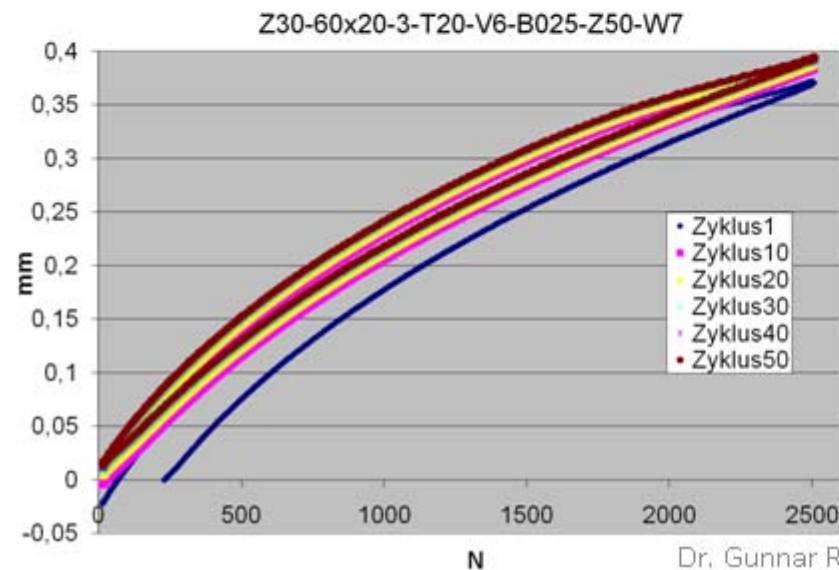
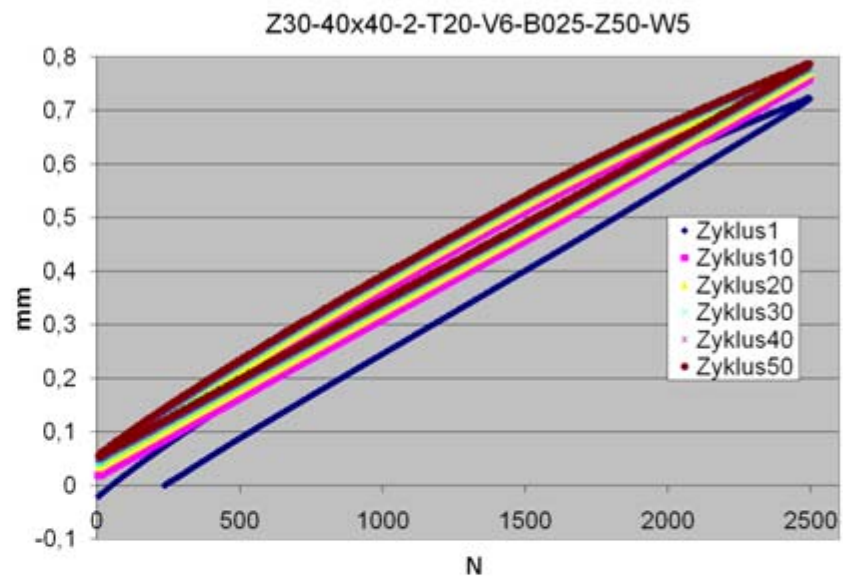
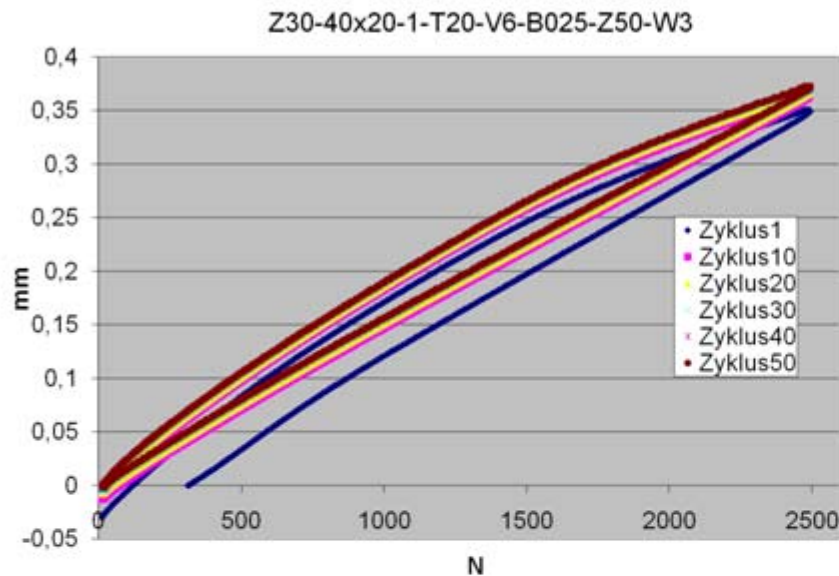
Lochbohrung

Aktuelle MTL Versuche - Zylinderproben

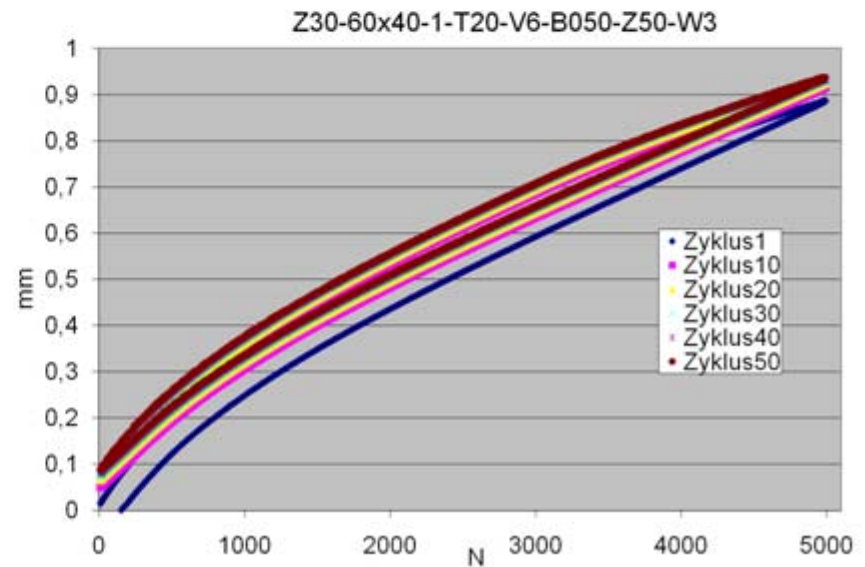
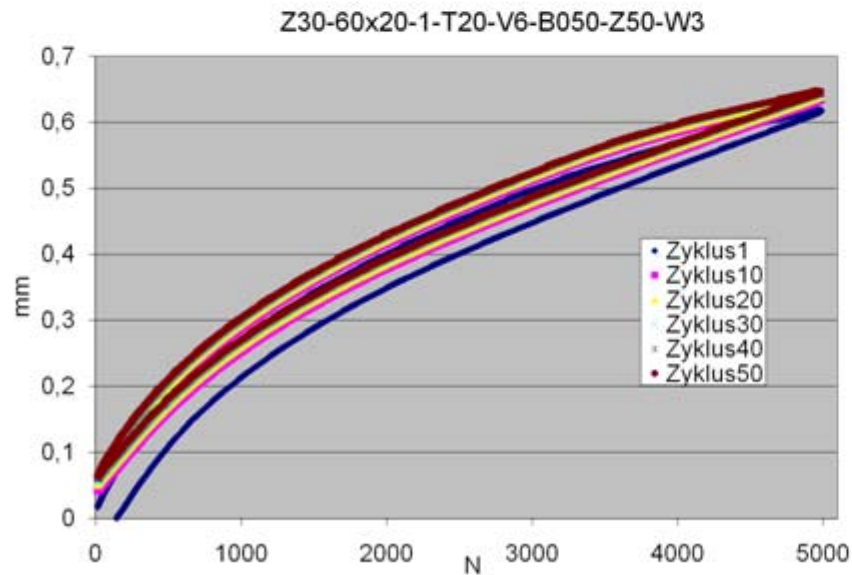
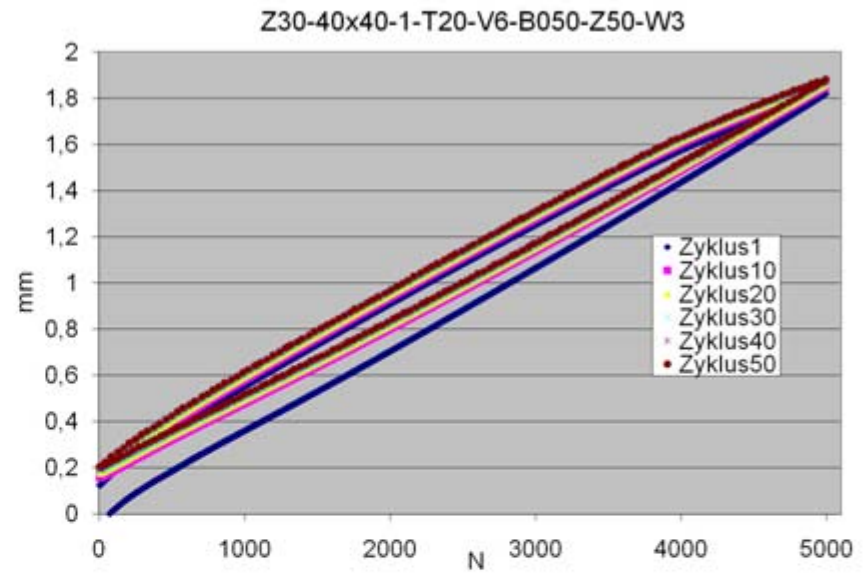
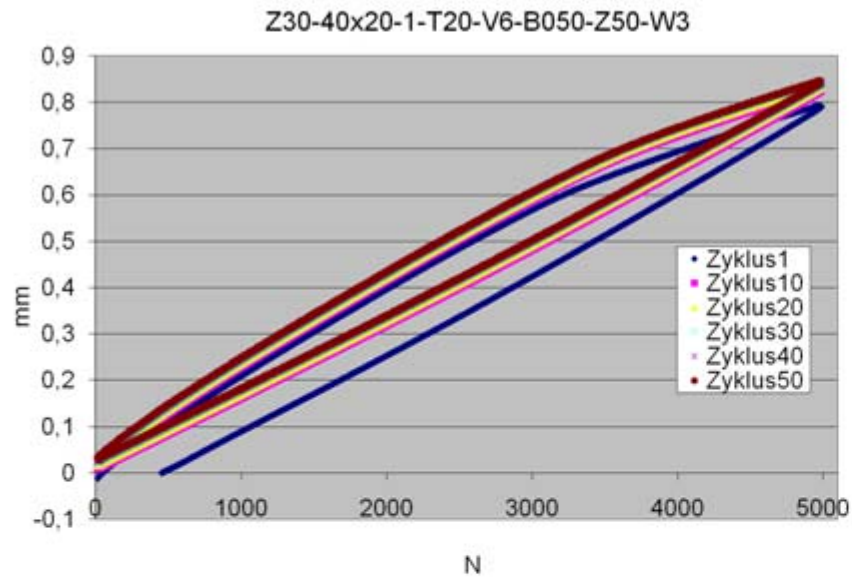
Druck	V [mm/min]	6	300	660
T [°C]				
20		P/R	P/[R]	P/R
40		P/R	P/[R]	P/R
60		P/R	P/[R]	P/R
XXL		P/R	P/[R]	P/R
#2-3, Z:50	Belastung [t]:	0-0.25, 0-0.5	0.5-2	

HYDROPULSERVERSUCHE		Stahl, PA
F [Hz]	Z	
0,5	1000-3000	P / [R]
[1,5]	5000-10000	P / -
3	5000-10000	P / -
5	5000-10000	P / [R]
Belastung:	0.5-2t	# 3

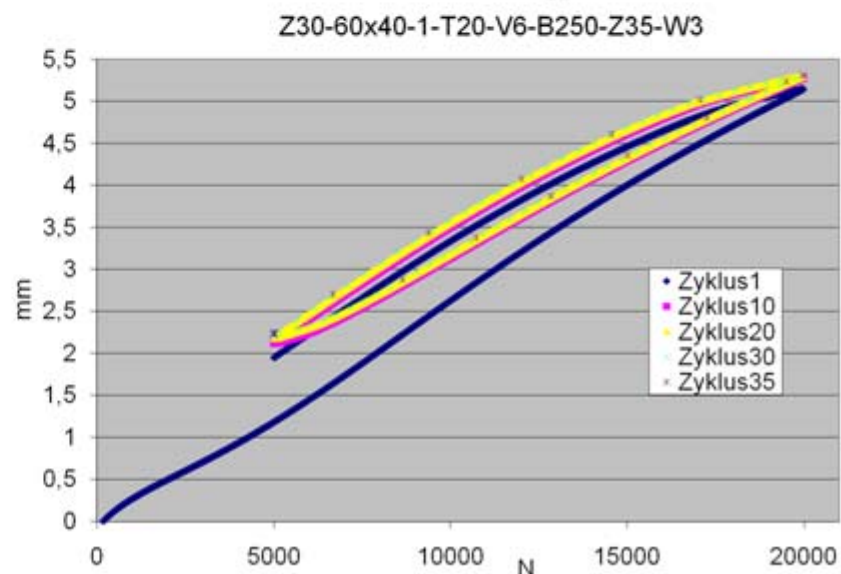
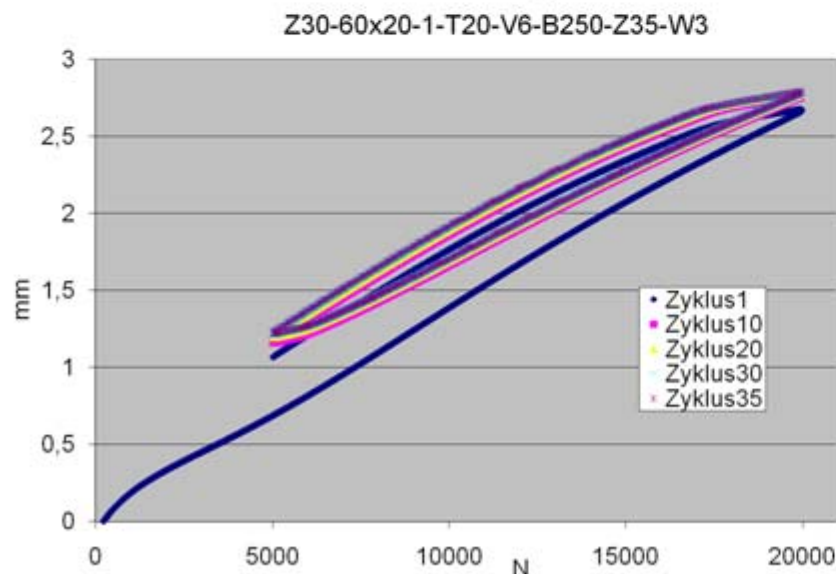
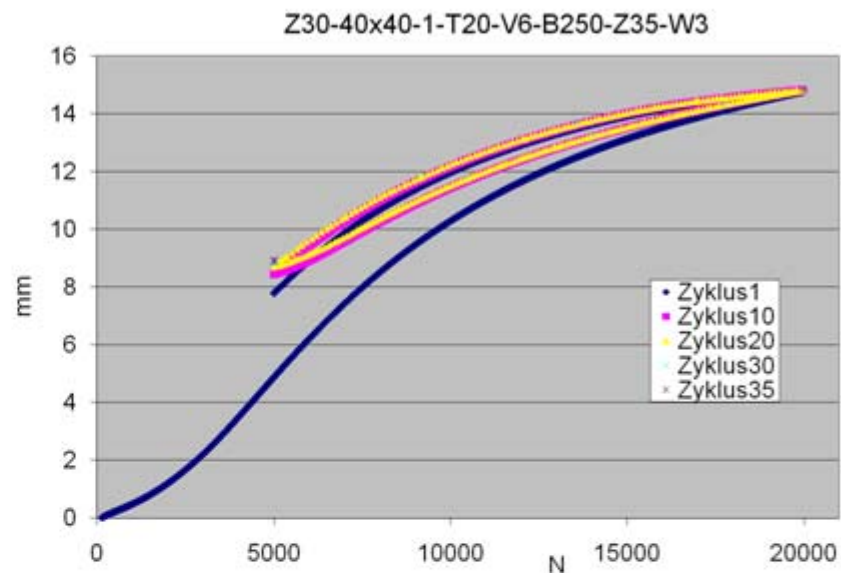
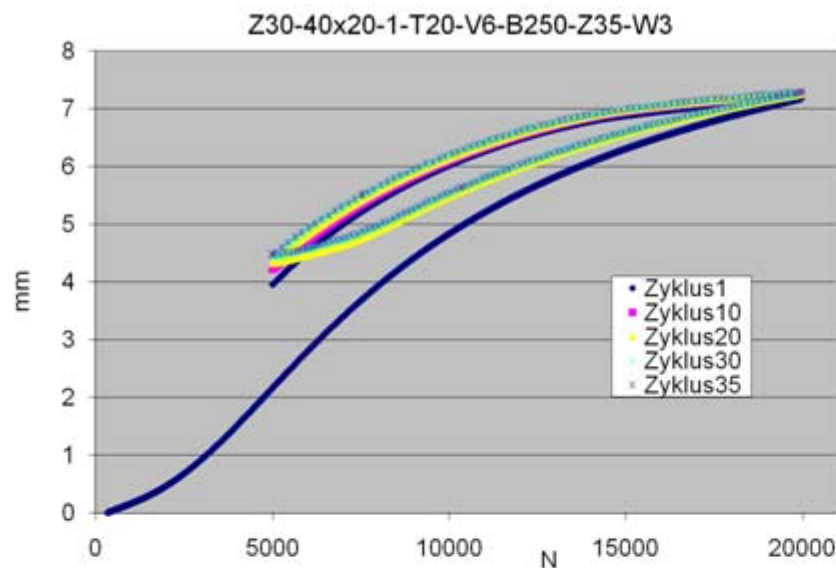
Z30-T20-V6-B025-Z50



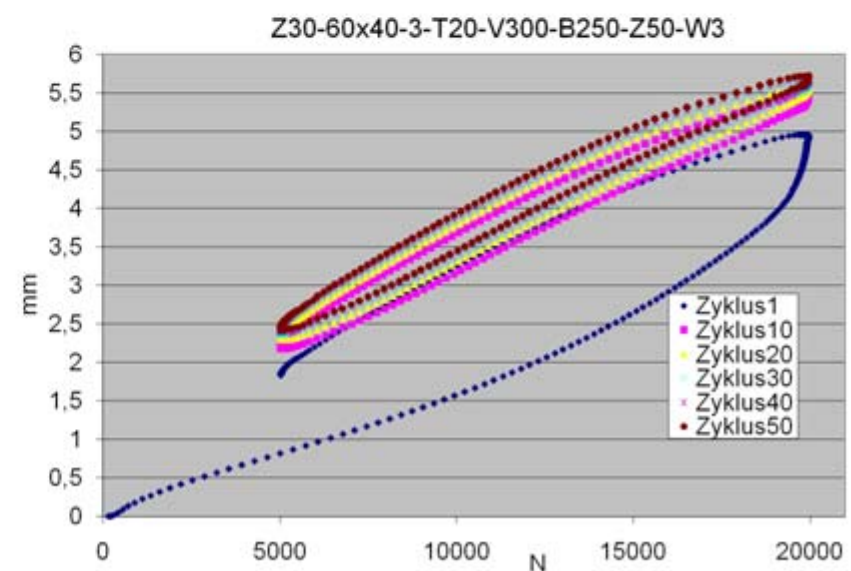
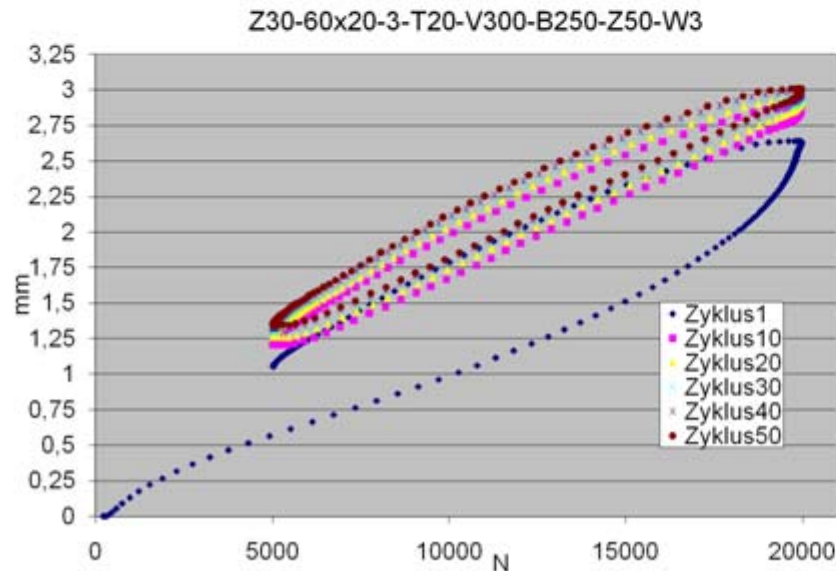
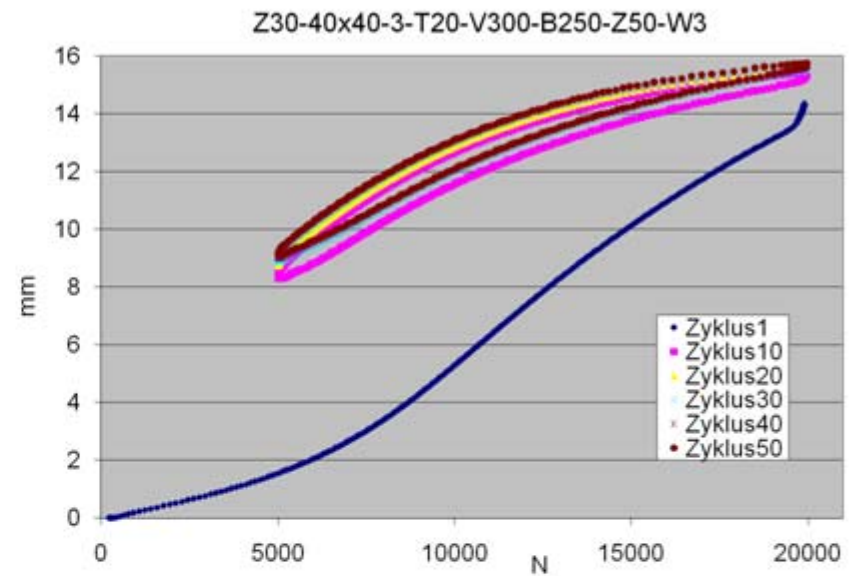
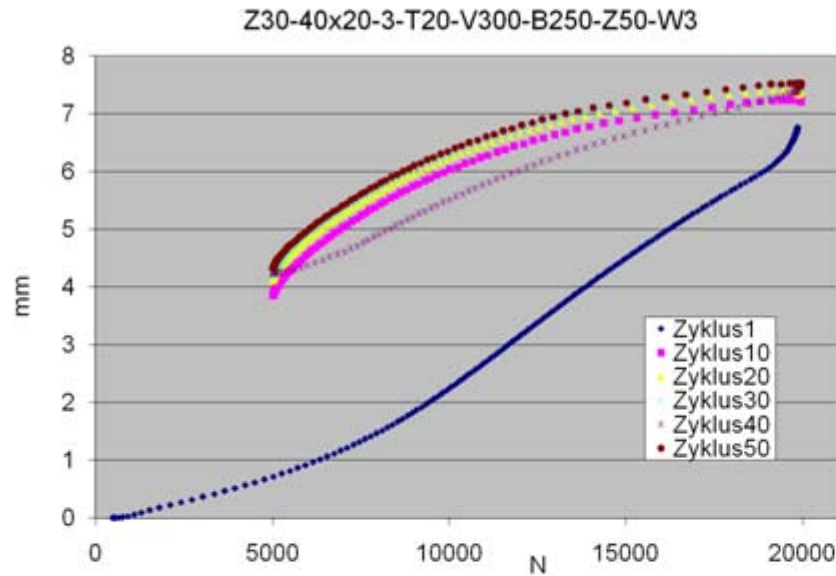
Z30-T20-V6-B050-Z50



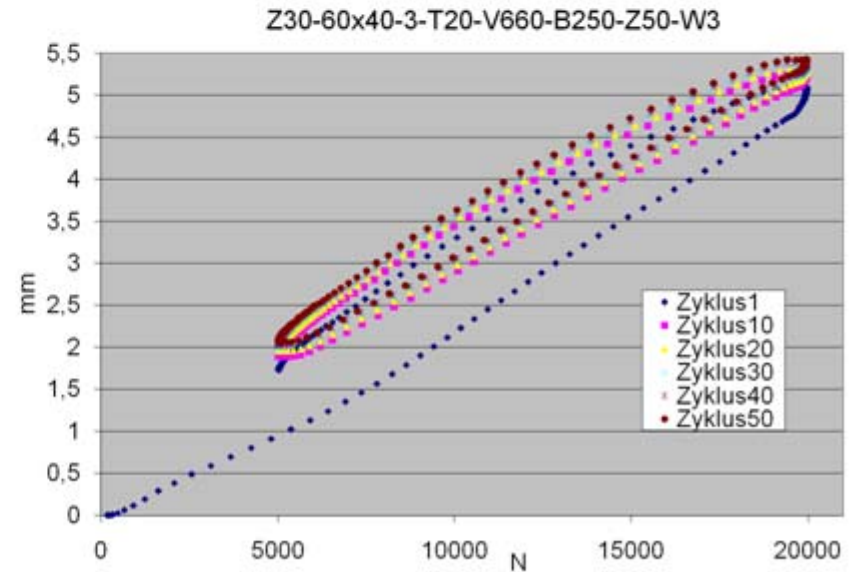
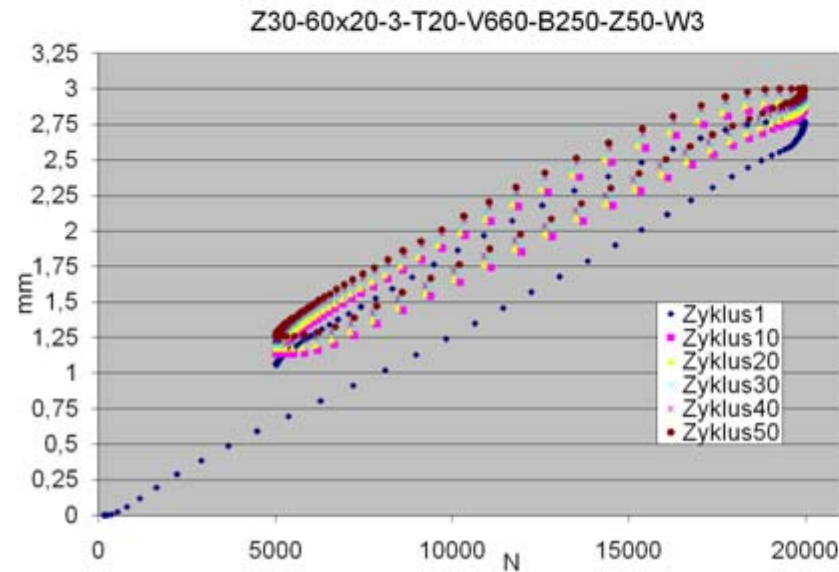
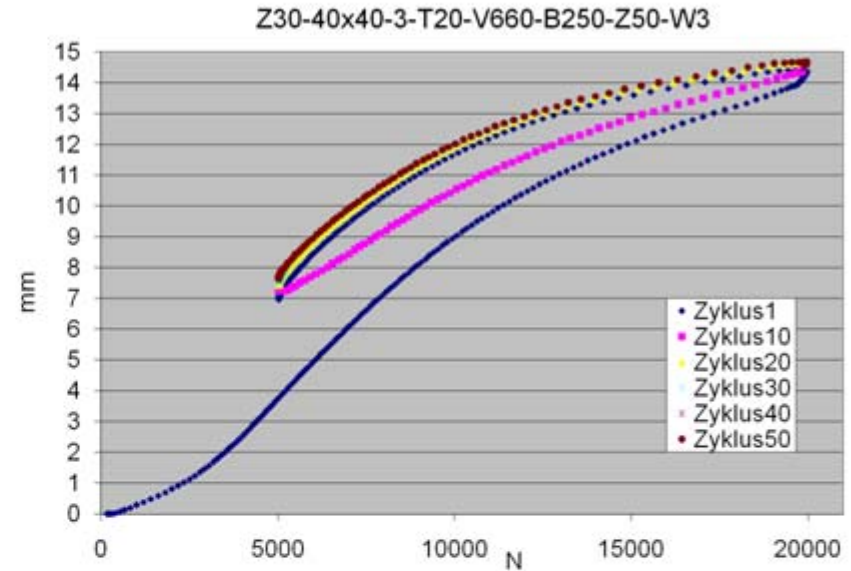
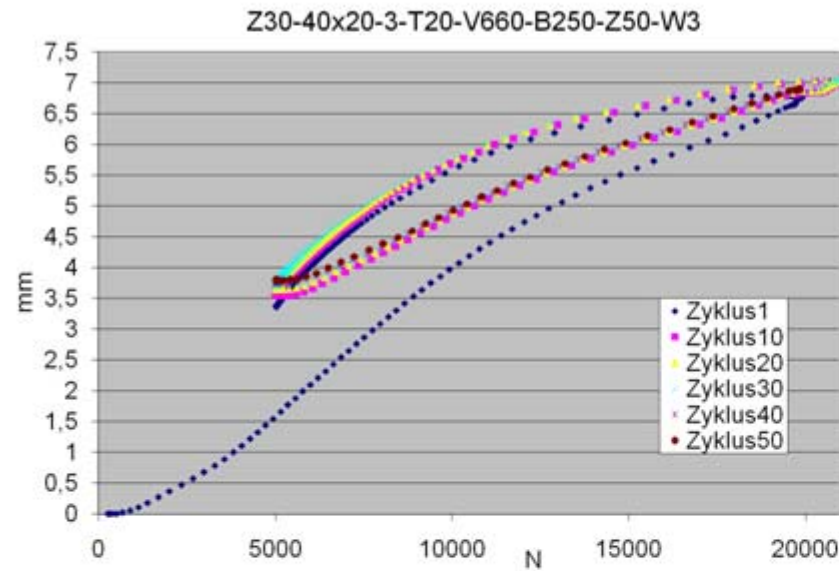
Z30-T20-V6-B250-Z35



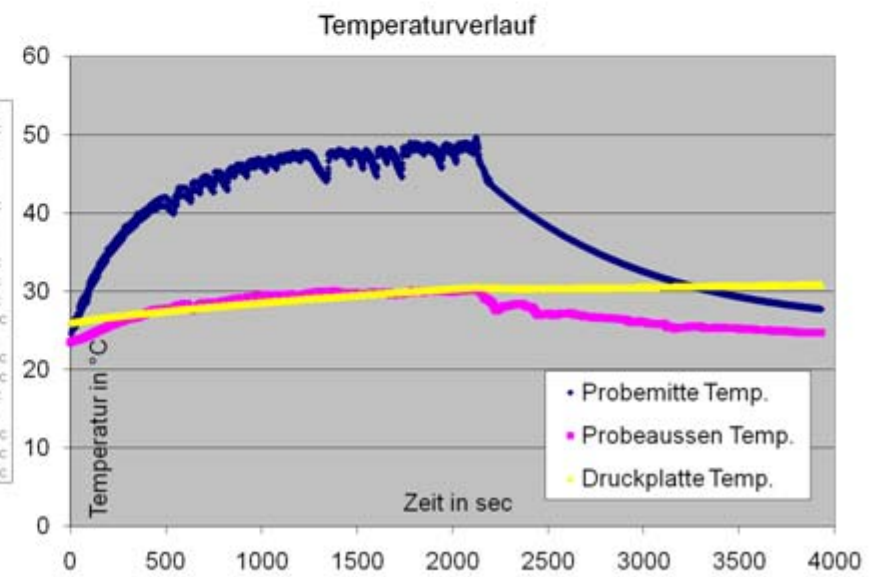
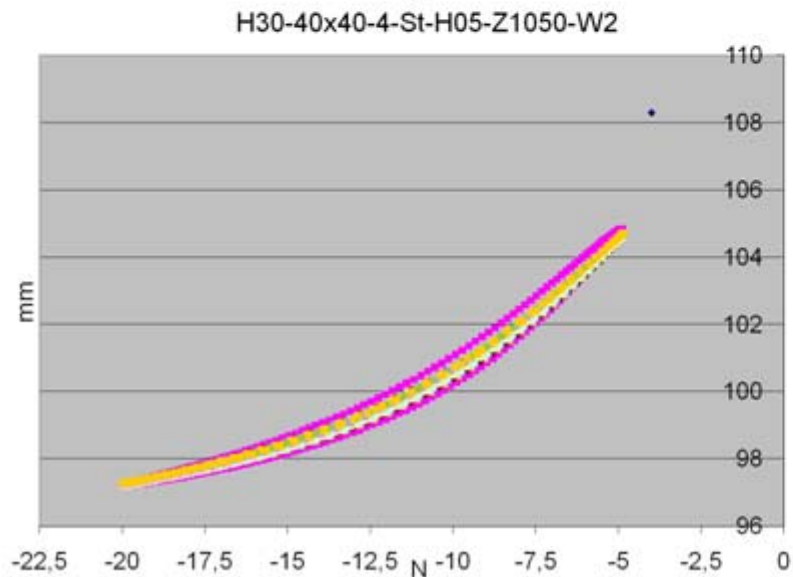
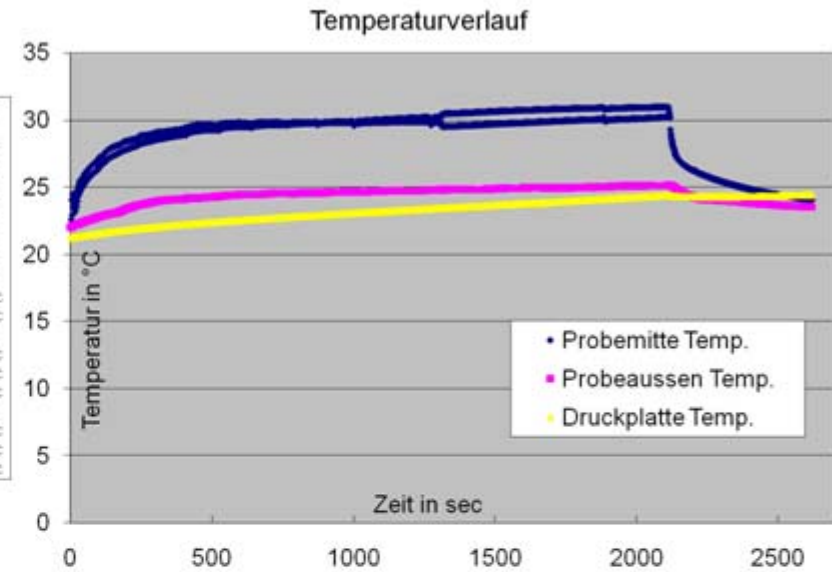
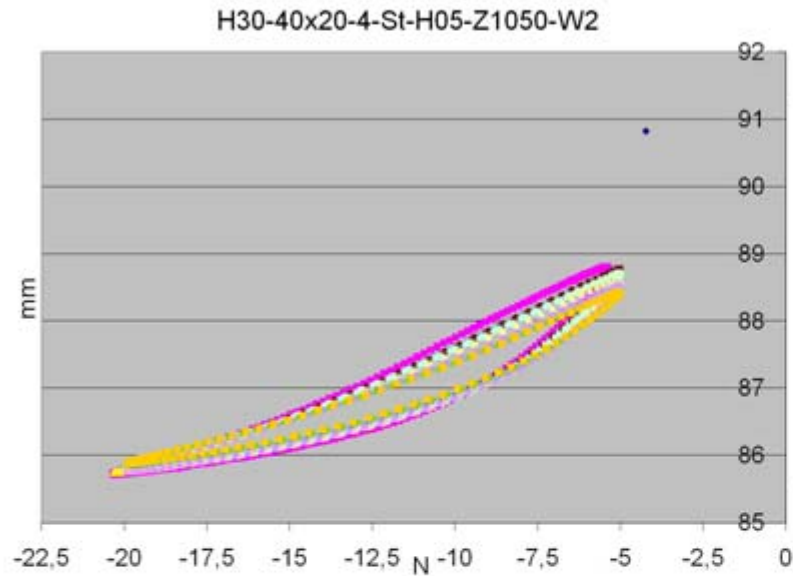
Z30-T20-V300-B250-Z50



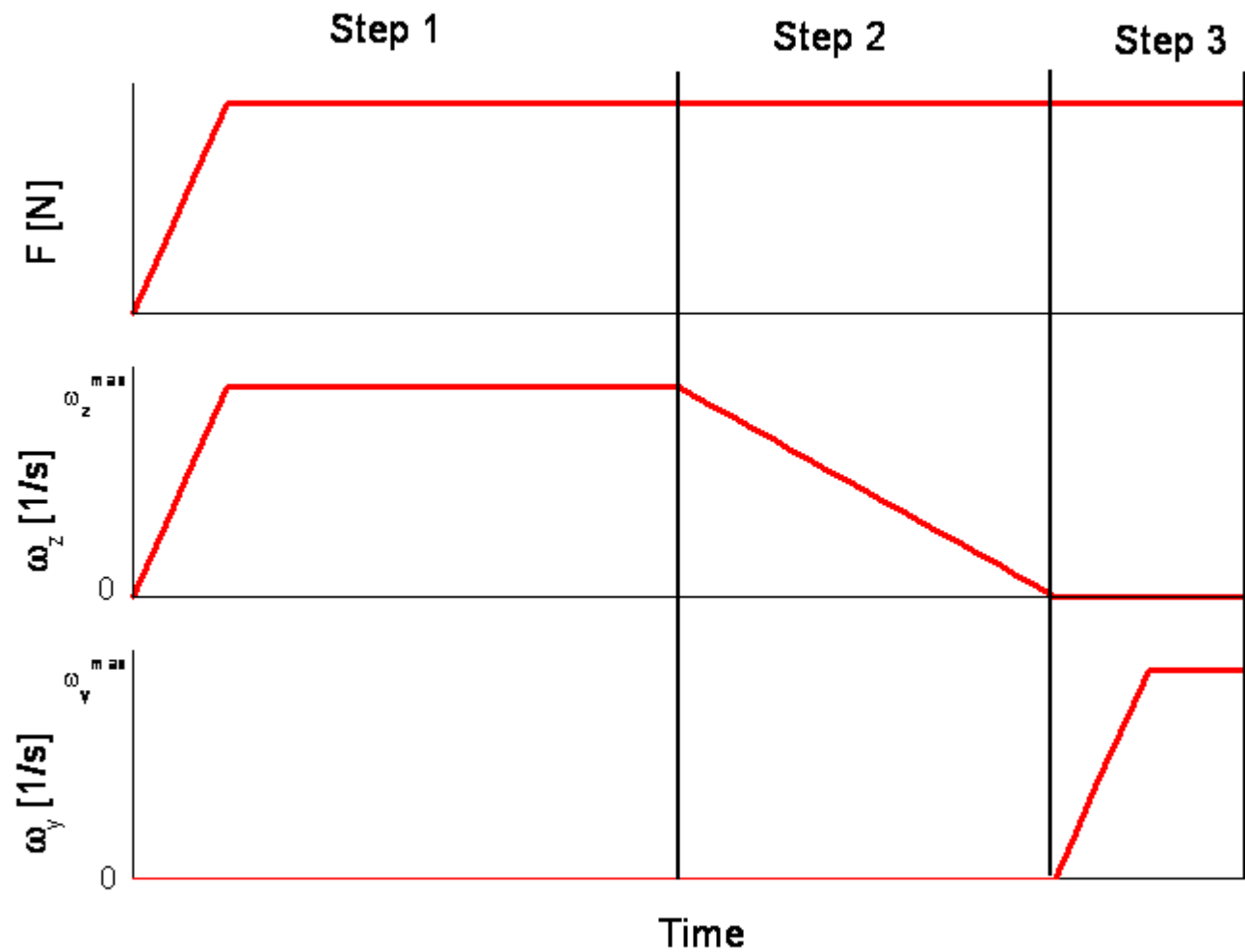
Z30-T20-V660-B250-Z50



H30-St-H05-Z1050

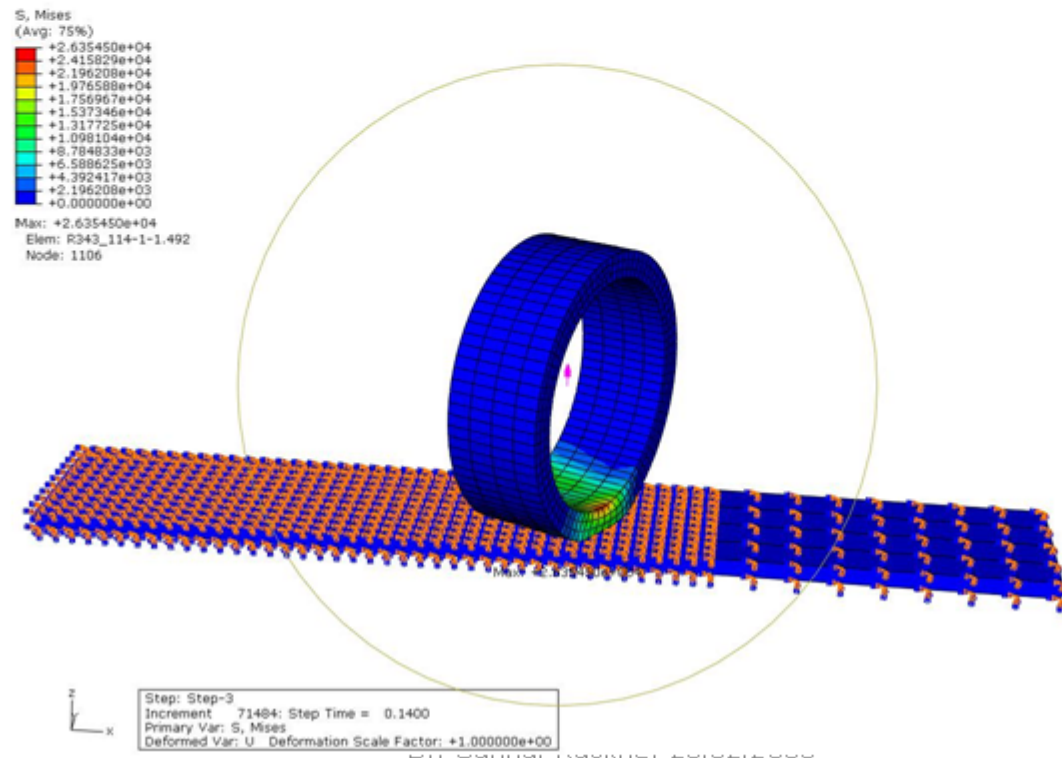
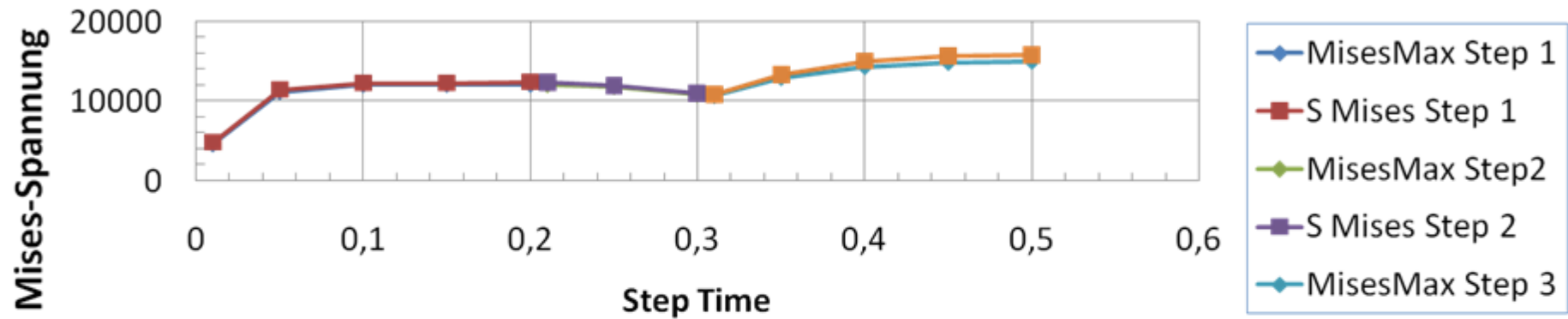


Abaqus Numeriktestserien

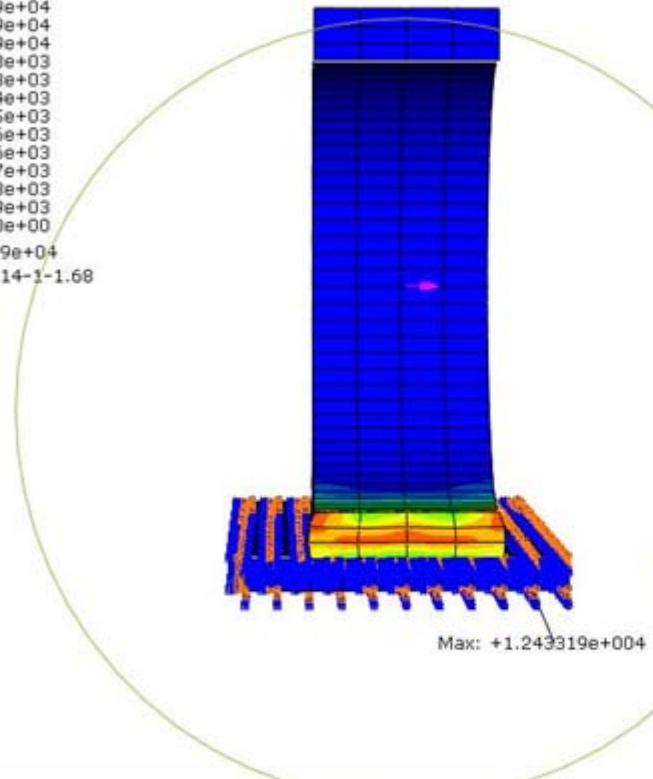
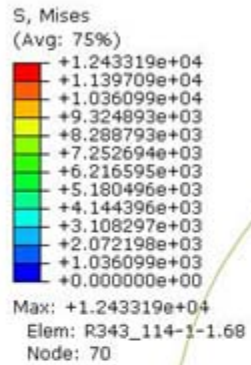


Abaqus Numeriktestserien

NoUD_Mises_1t

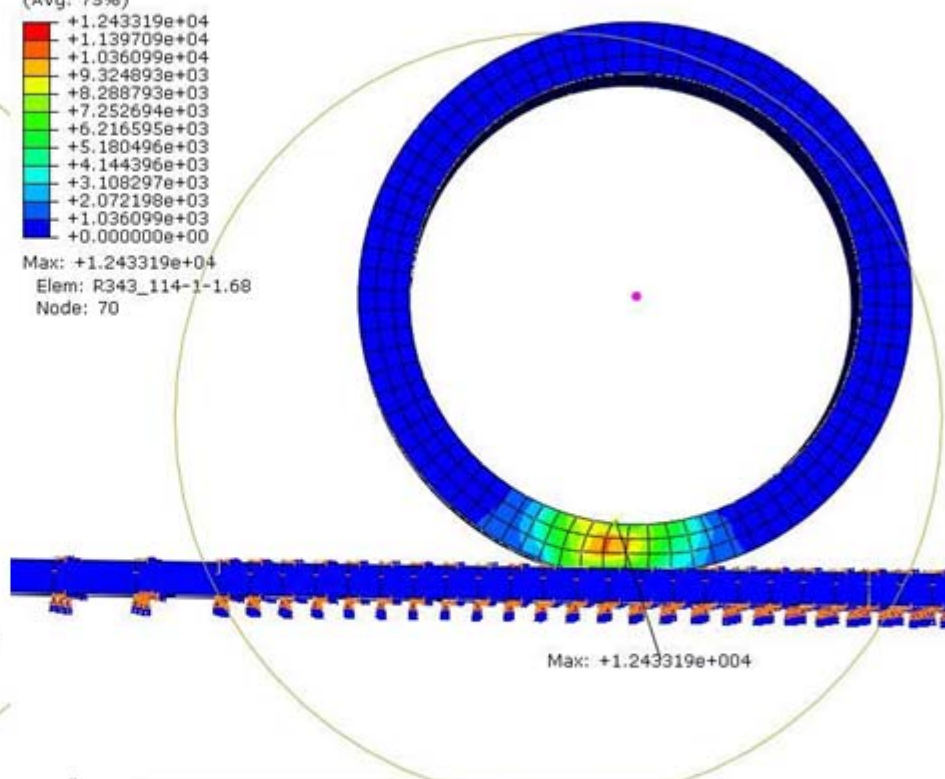
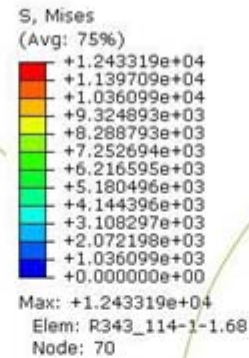


Abaqus Numeriktestserien



Max: +1.243319e+004

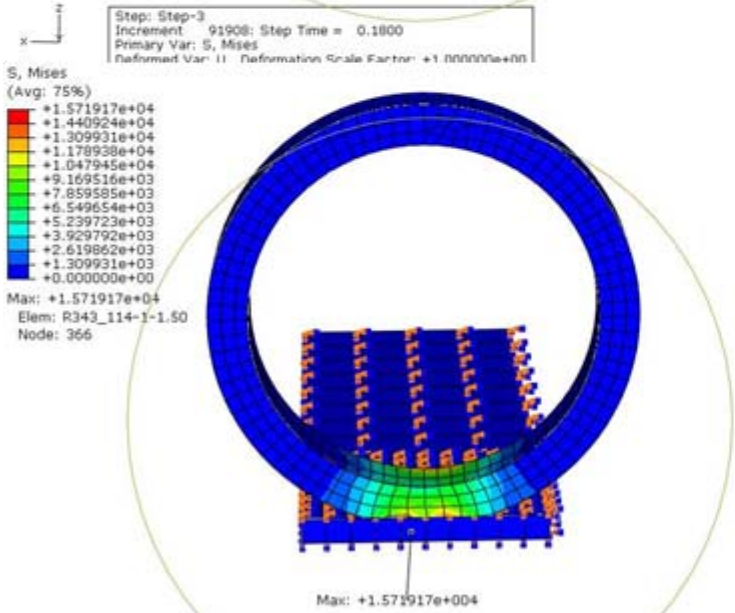
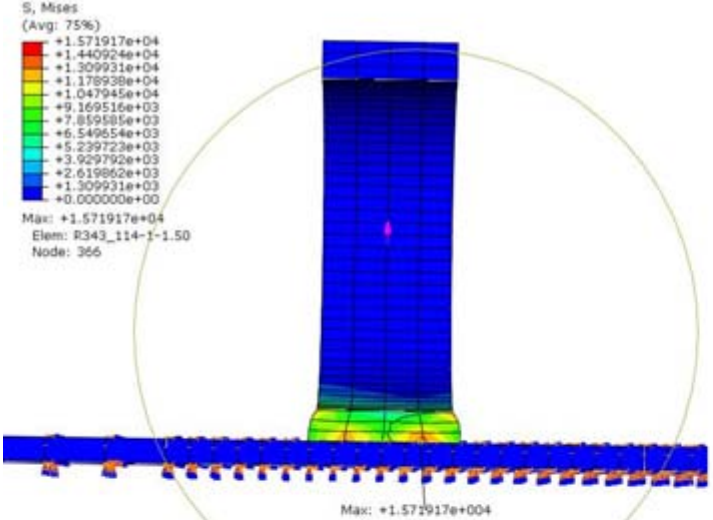
Step: Step-1
Increment 102120: Step Time = 0.2000
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000000e+00



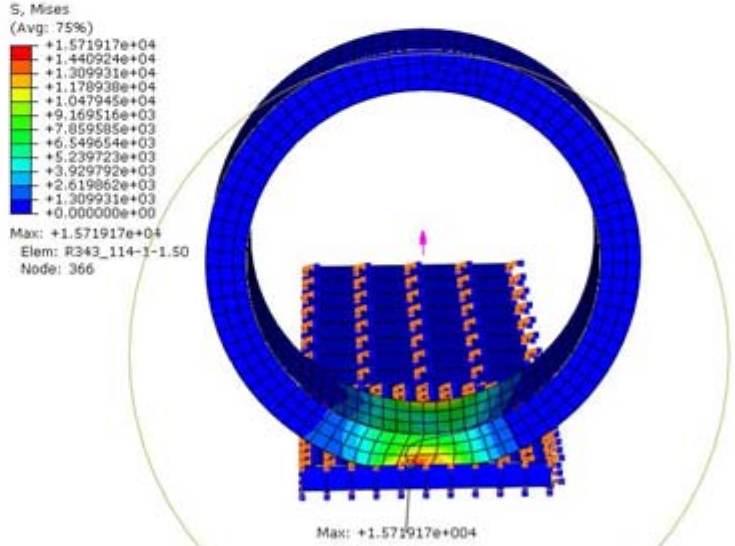
Max: +1.243319e+004

Step: Step-1
Increment 102120: Step Time = 0.2000
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000000e+00

Abaqus Numeriktestserien



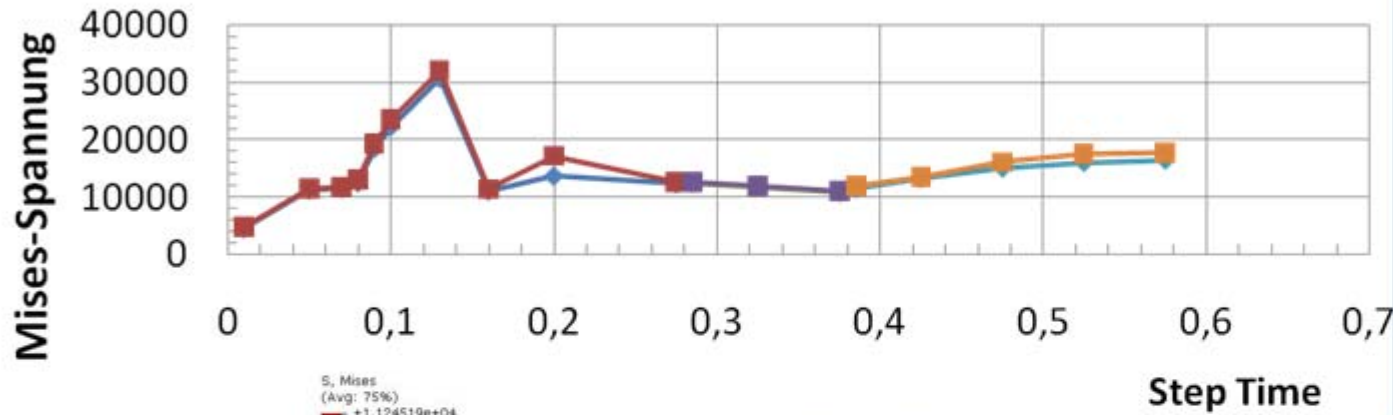
Step: Step-3
Increment 91908: Step Time = 0.1800
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000000e+00



Step: Step-3
Increment 91908: Step Time = 0.1800
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000000e+00

Abaqus Numeriktestserien

D20U5_Mises_1t

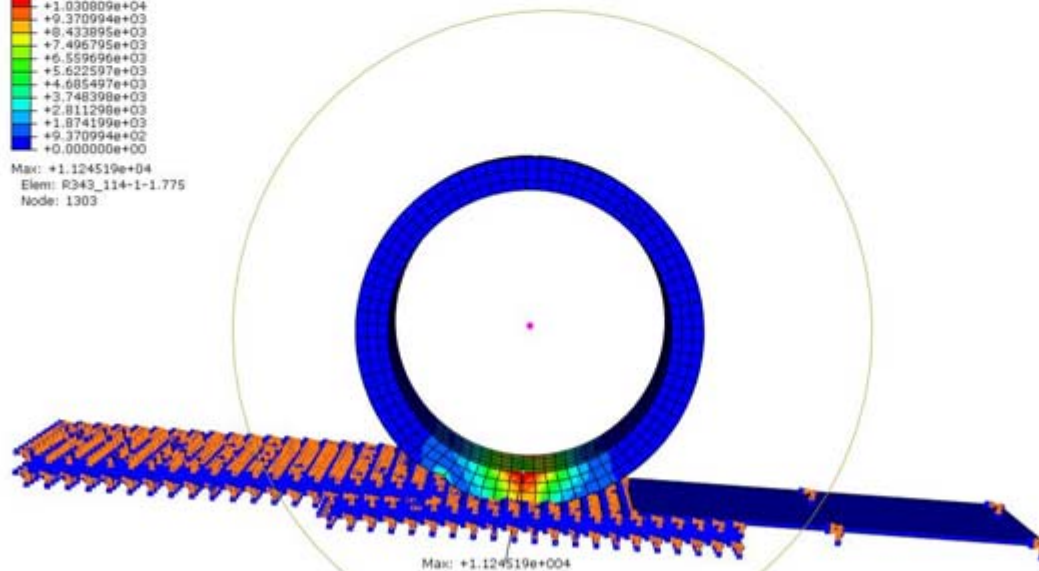


- MisesMax Step 1
- S Mises Step 1
- MisesMax Step 2
- S Mises Step 2
- MisesMax Step 3
- S Mises Step 3

S, Mises
(Avg: 75%)

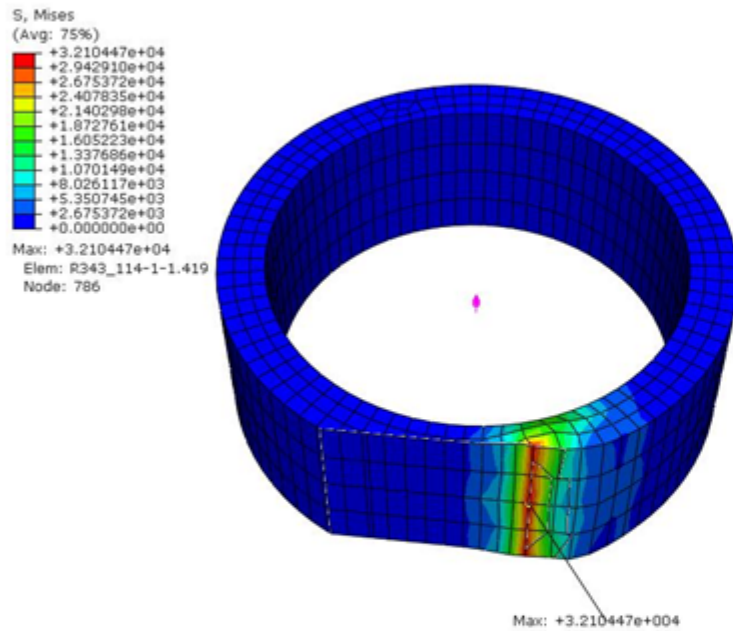
- +1.124519e+04
- +1.030809e+04
- +9.370994e+03
- +8.433895e+03
- +7.496795e+03
- +6.559696e+03
- +5.622597e+03
- +4.685497e+03
- +3.748398e+03
- +2.811298e+03
- +1.874199e+03
- +9.370994e+02
- +0.000000e+00

Max: +1.124519e+04
Elem: R343_114-1-1.775
Node: 1303

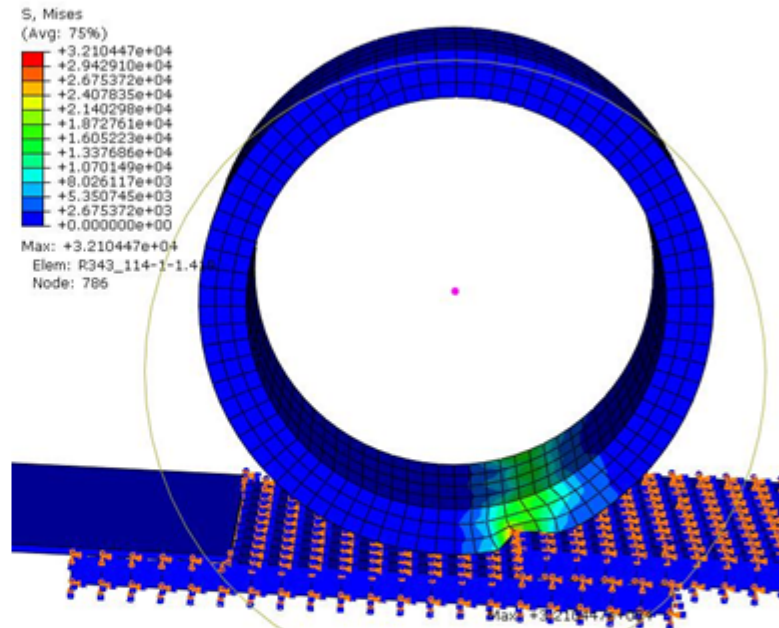


Step: Step-1
Increment: 176861; Step Time = 0.1500
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U; Deformation Scale Factor: +1.000000e+00

Abaqus Numeriktestserien



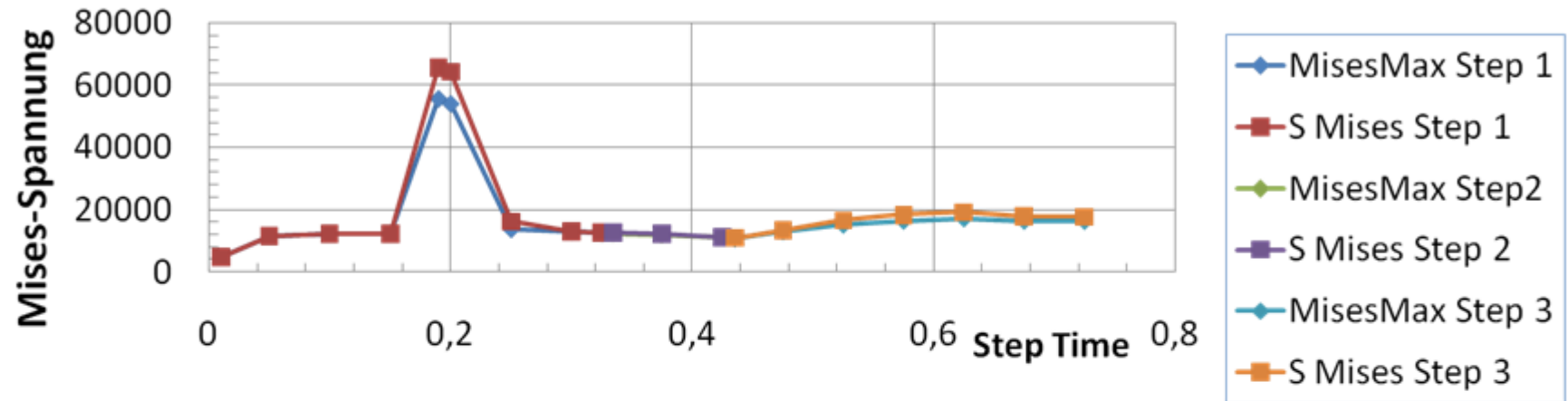
Step: Step-1
Increment 153279: Step Time = 0.1300
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000000e+00



Step: Step-1
Increment 153279: Step Time = 0.1300
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000000e+00

Abaqus Numeriktestserien

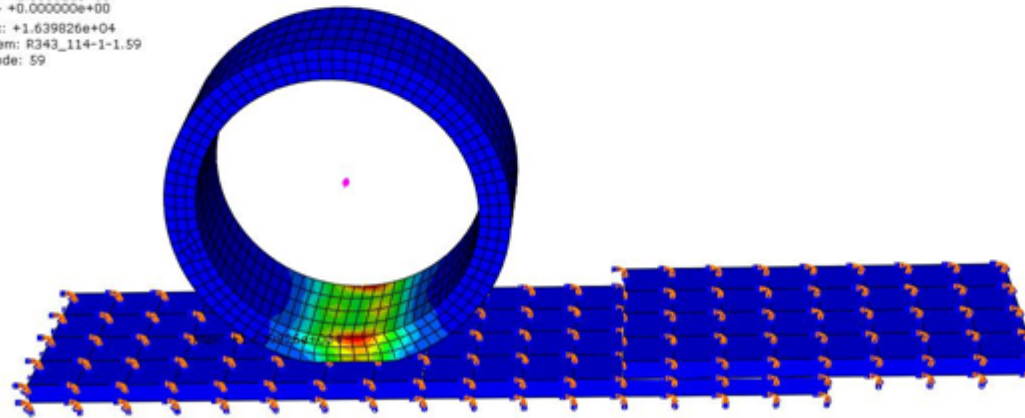
U20_Mises_1t



S, Mises
(Avg: 75%)

+	1.639826e+04
+	1.503174e+04
+	1.366521e+04
+	1.229897e+04
+	1.093217e+04
+	9.56550e+03
+	8.199129e+03
+	6.832607e+03
+	5.466086e+03
+	4.099564e+03
+	2.733043e+03
+	1.366521e+03
+	0.000000e+00

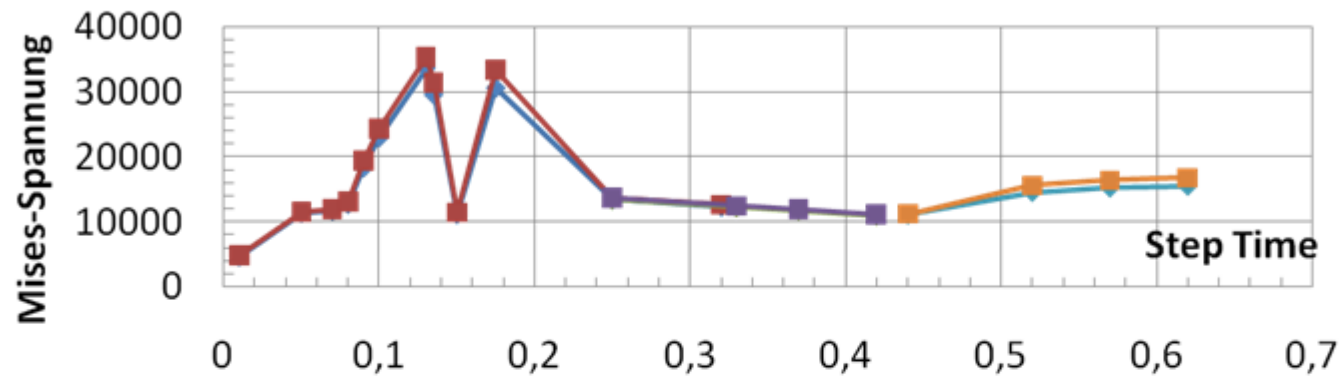
Max: +1.639826e+04
Elem: R343_114-1-1.59
Node: 59



Step: Step-1
Increment: 13548; Step Time = 4.0000E-02
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U; Deformation Scale Factor: +1.000000e+00

Abaqus Numeriktestserien

D20U20_Mises_1t

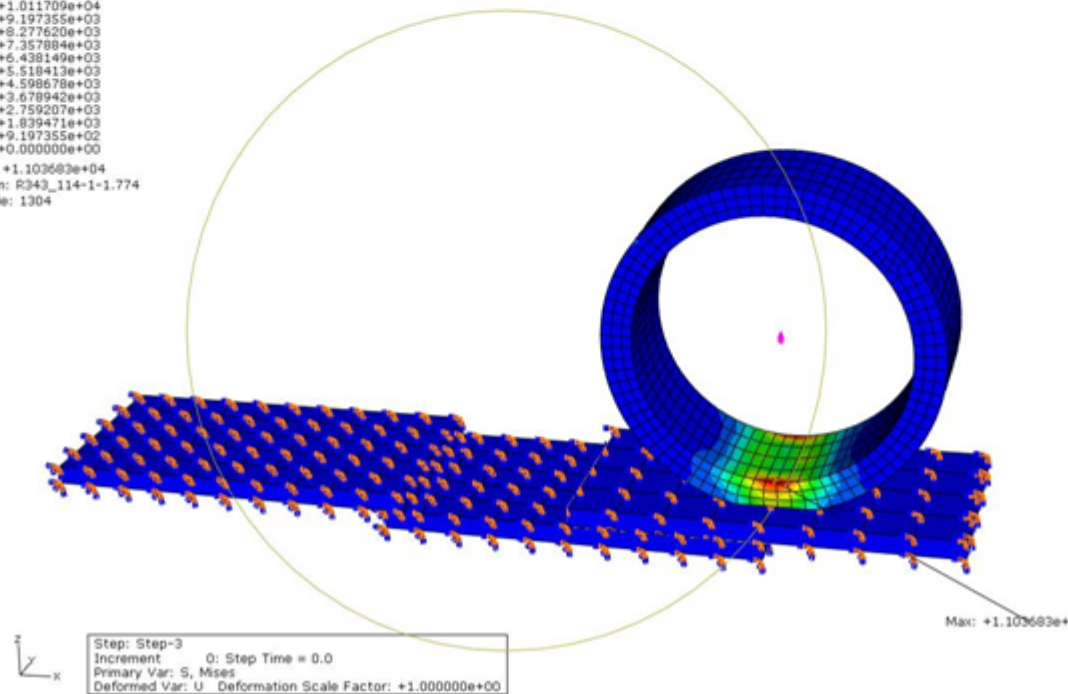


- ◆ MisesMax Step 1
- S Mises Step 1
- ◆ MisesMax Step 2
- S Mises Step 2
- ◆ MisesMax Step 3
- S Mises Step 3

S, Mises
(Avg: 75%)

+	1.103683e+04
+	1.011709e+04
+	9.197355e+03
+	8.277620e+03
+	7.357884e+03
+	6.438149e+03
+	5.518413e+03
+	4.598678e+03
+	3.678942e+03
+	2.759207e+03
+	1.839471e+03
+	9.197355e+02
+	0.000000e+00

Max: +1.103683e+04
Elem: R3+3_114-1-1.774
Node: 1304



Abaqus Numeriktestserien

- Baustelle Thermische Rechnungen:
Problemzone **Abaqus**
 - 1.) Kombination aus Lastamplituden, Rotationsgeschwindigkeiten, kurzen Einfederzeiten , Nichtlinearitäten & thermisch mechanischer Kopplung)
 - 2.) Definition viskoser Wärmequellen in Abaqus Explizit
- Alternative Herangehensweisen/Work around:
Python Scripting
 - (a) sequentielle Rechnung (innerhalb eines Inkrementes / Hintereinanderausführung entkoppelter thermischer & mechanischer Rechnungen)
 - (b) Python Scripting / Fortran Codierung zur automatisierten Kopplung vom impliziten & expliziten Solver
 - (c) Skalierung von Rechnungen (Beachte nichtlineare Amplitudenabhängigkeit!!!)
 - (d) User Element Selber Programmieren
 - (e) Split in kalte Rechnungen mit Rotation (explizit) & Erwärmungsrechnungen ohne Rotation (implizit)

Danke