

# Projekt InnoRad

## Agenda

Inputfilegeneratoren & Geometrievarianten

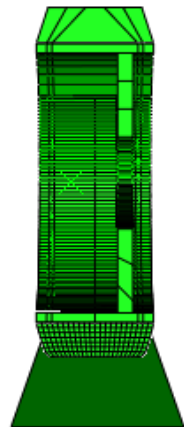
Experimente

Numerik

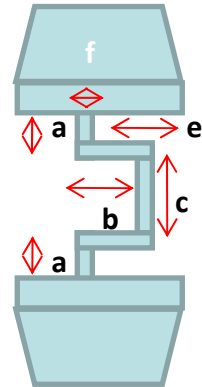
Ausblick

# Inputfilegeneratoren & Geometrievarianten

# Variationen von Geometrien

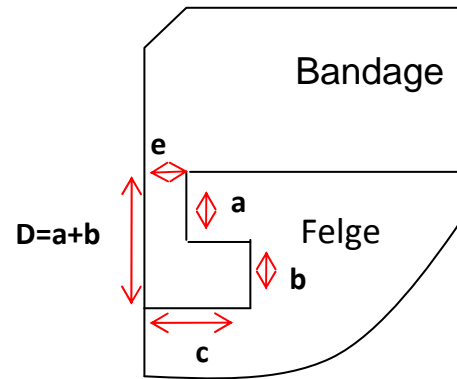


Bandage

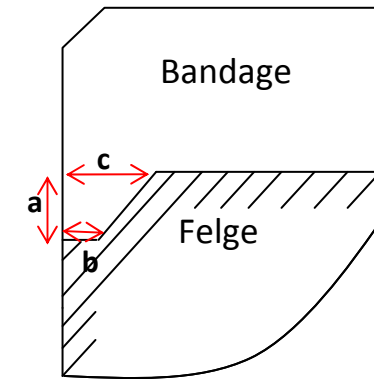


Bandage

Variante 1



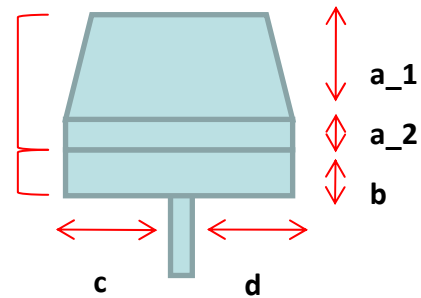
Variante 2



Variante 3

Bandage

Felge



Standardrad

Ziele :

- Harmonisierung der Spannungsverteilung
- \* Momentan Asymmetrie der Spannungen (Schub, HNS, Zug) auf die Seite hin, wo Felgenseibe liegt.
- Reduzierung von Spannungsspitzen (Schub, HNS, Zug)

# Inputfilegenerator, Standard, V1 & V3

VBA-Skript zur Erzeugung der Knoten und Elemente für einen Hohlzylinder

d <sub>a</sub>	mm	343
d <sub>i</sub>	mm	273
d <sub>c</sub>	mm	254
d <sub>d</sub>	mm	230
b	mm	114
a	mm	79
c	mm	20
φ <sub>vor</sub>	Grad	90
φ <sub>nach</sub>	Grad	120
EIsize Kunststoff	mm	5
EIsize Felgenbett	mm	30
EIsize Nabe	mm	30

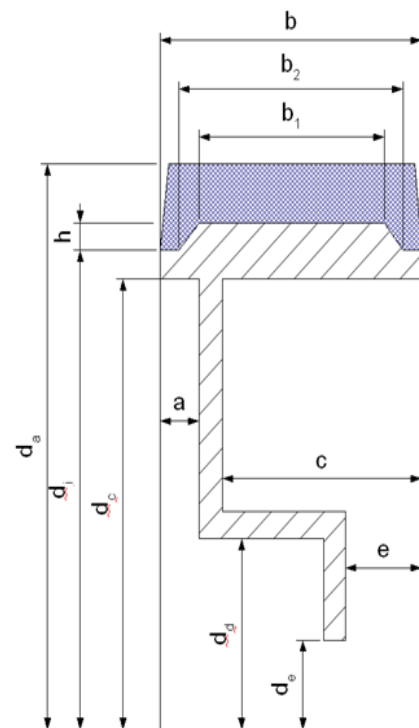
INPUT 1 (Eilingsberechnung)

O:\V51003\_Absquerrechnungen\DI273DC254B114-01V3-D-DI273DC254B114-2\_510-0.inp

INPUT 2 (TempErechnung)

E:\lobaque\work\IB114\Thermische\_Rechnungen\1000Tetz\13S-T-DI273DC254B114

Kunststoff		aussen	mitte	innen
Z-Anzahl	22	2	1	16
φ-Anzahl	112			
r-Anzahl	7			
Gesamtanzahl Kunststoff	17248			
Felgenbett		aussen	mitte	innen
Z-Anzahl	6	1	1	2
φ-Anzahl	112			
r-Anzahl	1			
Gesamtanzahl Felgenbett	672			
Felgennabe		III	II	I
Z-Anzahl	1	1	1	
φ-Anzahl	112	112	112	
r-Anzahl	1	0	2	
Gesamtanzahl Felgennabe	336			
<b>Gesamt:</b>	<b>18256</b>			



Versuchsparameter:

LAENGE_Boden		1
Geschwindigkeit	km/h	16
Last	to	3.5
Auswerte-Winkel		45
Querkraft	% FRmax	0
Moment	% Mmax	0

Reibung

μ<sub>r</sub> 0.36

± Antrieb/Bremsen

<sup>33</sup> Winkel zwischen Felge und Schräge

Zusatz

Geometrie der Nabe (gleichbleibende Blechdicke)

Einpresstiefe	20
innerer Felgendurchmesser	90

b <sub>1</sub>	mm	84
b <sub>2</sub>	mm	94
h	mm	0

Geometriekontrolle:

Felgenstärke	15 mm
Winkel am Absatz	0°
Prozentuale Höhe	0%

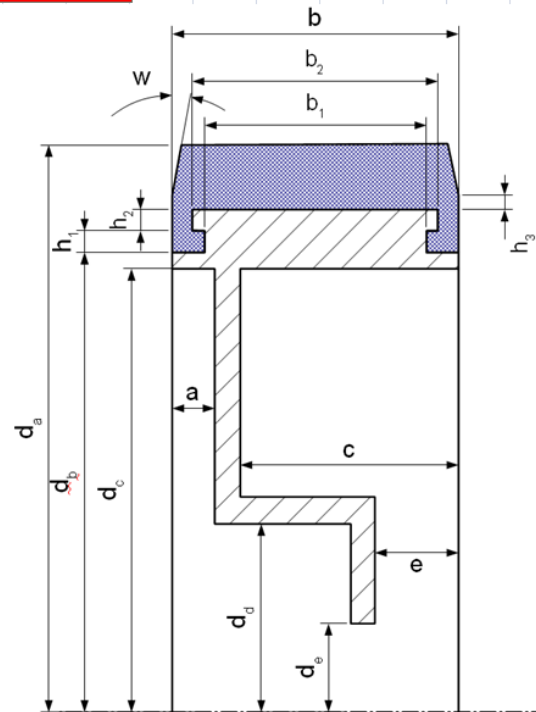
Dd-De>=EIsize Nabe

Gesamtlänge 82

VBA-Skript zur Erzeugung der Knoten und Elemente für einen Hohlzylinder

$d_a$	mm	343	INP UT 1 (Belastungsbereich)		
$d_b$	mm	273	C:\Viscorolle1m06-V3-DQ-20-DI273DC254B1M-2_5x10-63.434948822922.inp		
$d_c$	mm	254	254	INP UT 2 (Temp-Bereich)	
$d_d$	mm	230	230	C:\Viscorolle1m06-V3-TQ-20-DI273DC254B1M-3_5x10.inp	
b	mm	114			
a	mm	59			
c	mm	40			
$\phi_{vor}$	Grad	90			
$\phi_{nach}$	Grad	120			
EISize Kunststoff	mm	20			
EISize Felgenbett	mm	5			
EISize Nabe	mm	5			

Kunststoff		aussen	mitte	innen
Z-Anzahl	16	3	3	4
$\phi$ -Anzahl	28			
r-Anzahl	8			
Gesamtanzahl Kunststoff	3584			
Felgenbett		aussen	mitte	innen
Z-Anzahl	22	2	1	16
$\phi$ -Anzahl	28			
r-Anzahl	1			
Gesamtanzahl Felgenbett	616			
Felgennabe		III	II	I
Z-Anzahl	3	3	3	
$\phi$ -Anzahl	28	28	28	
r-Anzahl	2	2	14	
Gesamtanzahl Felgennabe	1512			
Gesamt:	5712			



Versuchsparameter:

LAENGE_Boden	1
Geschwindigkeit	km/h 10
Last	to 2.5
Auswerte-Winkel	45
Querkraft	% FRmax -20
Moment	% Mmax 0

Reibung

$\mu_r$  0.6

± Antrieb/Bremsen

<sup>33</sup> Winkel zwischen Felge und Schräge

Zusatz

Geometrie der Nabe (gleichbleibende Blechdicke)

Einpresstiefe e	20
innerer Felgendurchmesser $d_e$	90

b	mm	114
$b_1$	mm	84
$b_2$	mm	94
$h_1$	mm	10
$h_2$	mm	10
$h_3$	mm	2
w	°	30

Geometrieontrolle:

Felgenstärke	15 mm
Winkel am Absatz	63 °
Prozentuale Höhe	29 %
Restdicke Bandage	13 mm

$D_d - D_e \geq EISize\ Nabe$

	Rest	h3	h2	h1
r-Elementanzahl im Kunststoff	1	1	3	3

## Experimente (Druckversuche)

**Belastung** : 5kN & 7.5kN

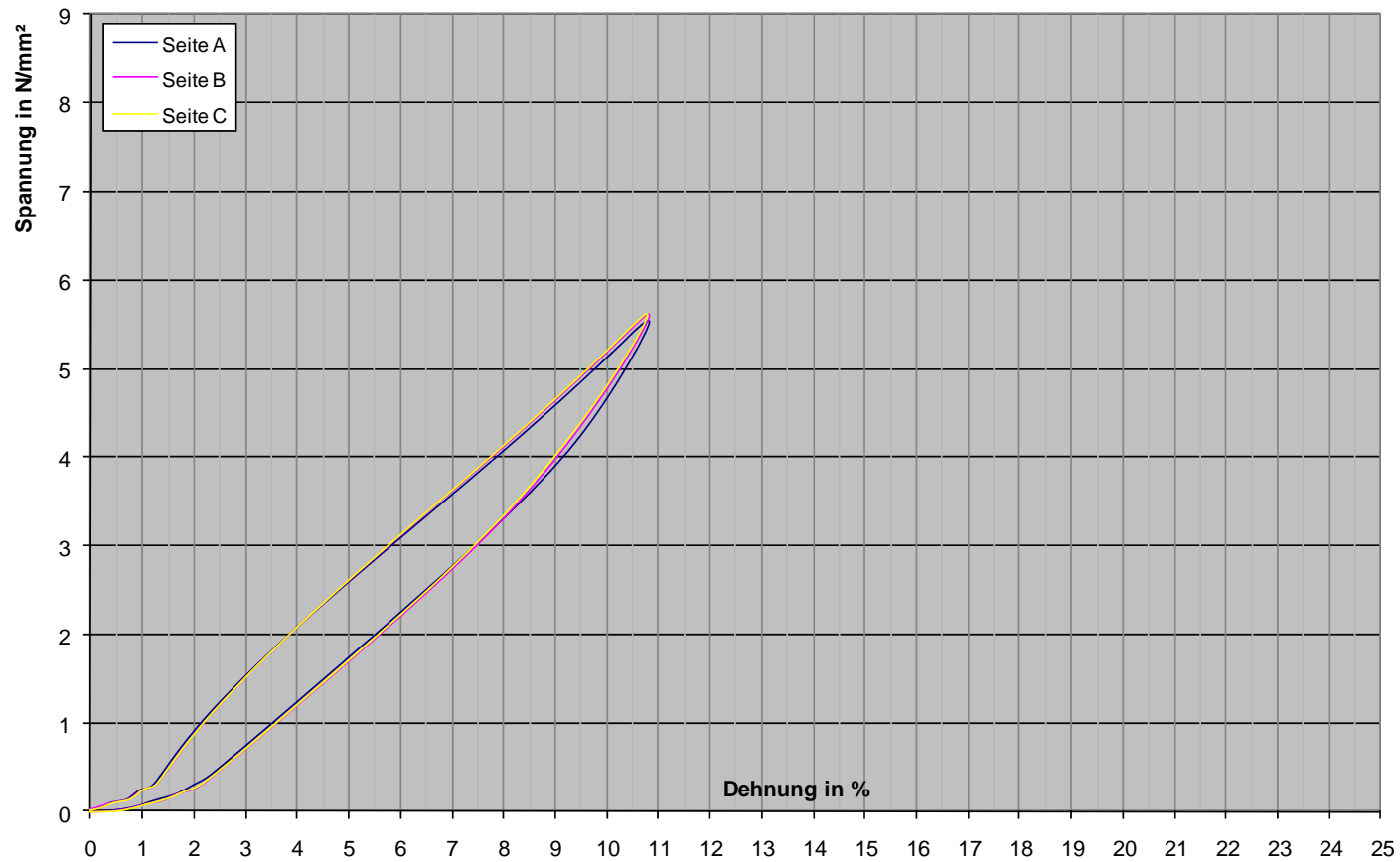
**Temperaturen** : 0°C, 100°C, 140°C

**Probengeometrien:** 30x30x30 mm<sup>3</sup> & 40x40x40 mm<sup>3</sup>

**Versuchsdurchführung:** 3 x 20 Zyklen pro Seite  
bei Wechsel der Seite, die belastet wurde

# Experimente: RT

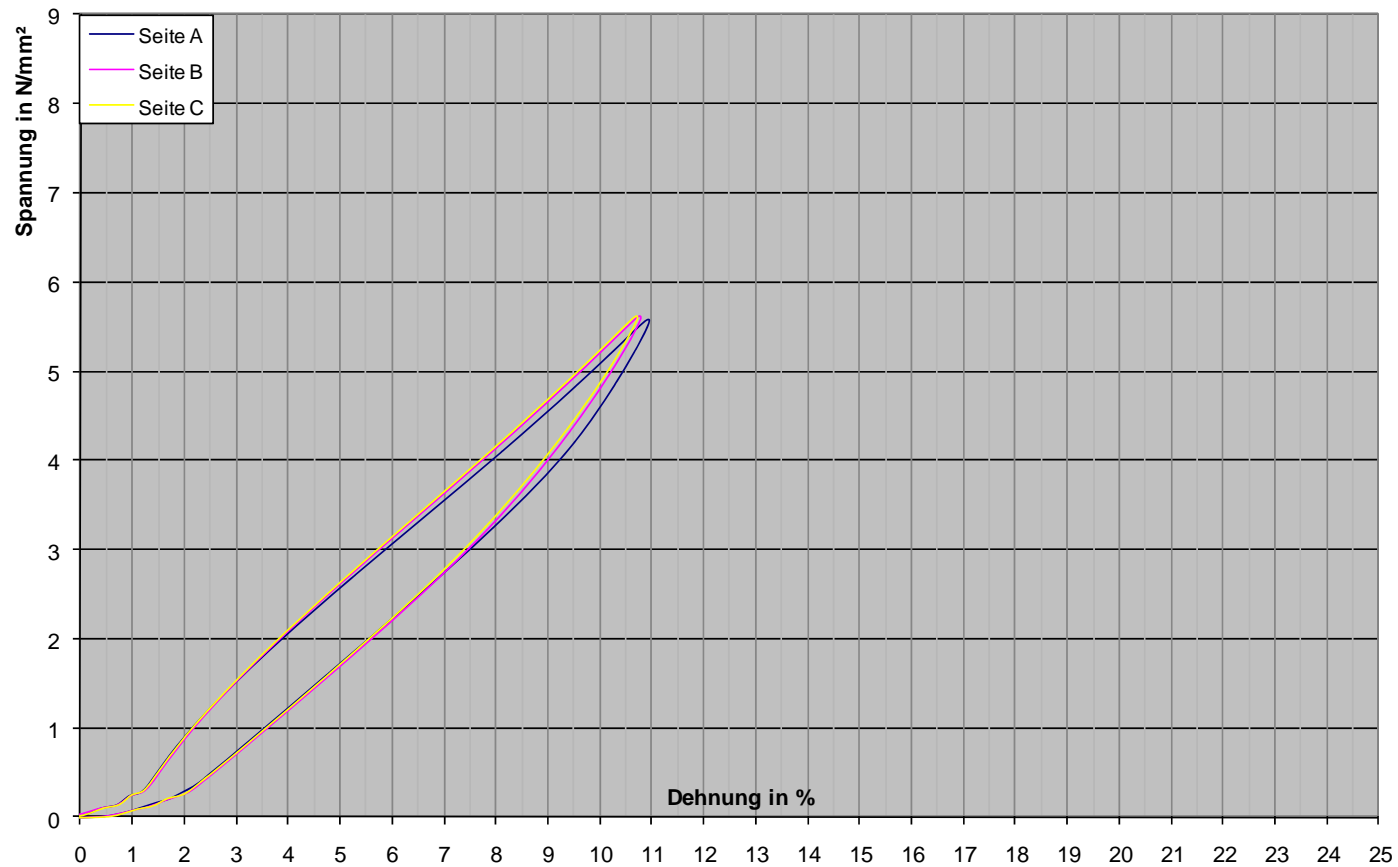
Mittelwerte der 3 Seiten - Last: 5kN, 24°C, P2: 30x30x30





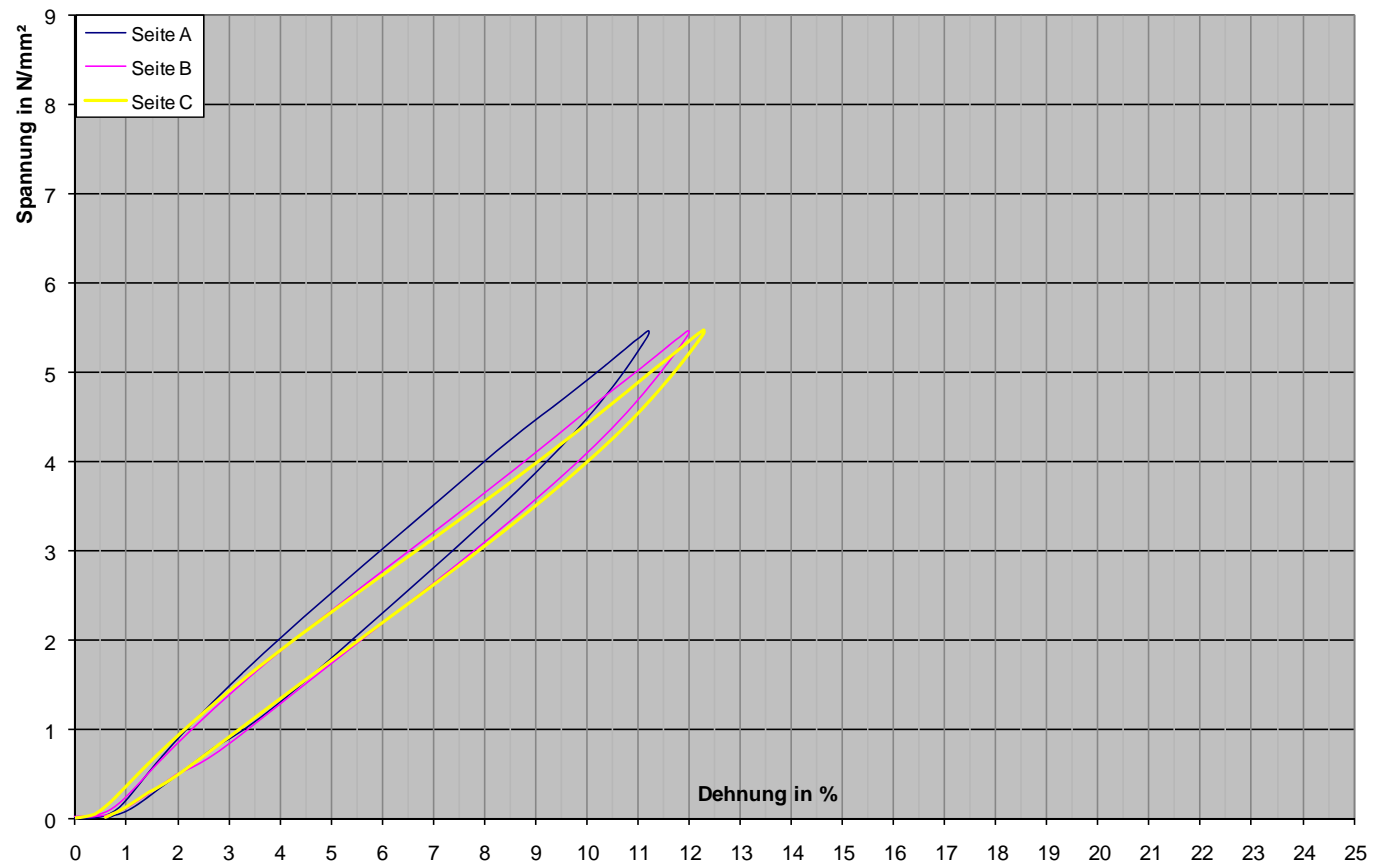
# Experimente: RT

Mittelwerte der 3 Seiten über Messungen 2&3 - Last: 5kN, 24°C, P2 30x30x30



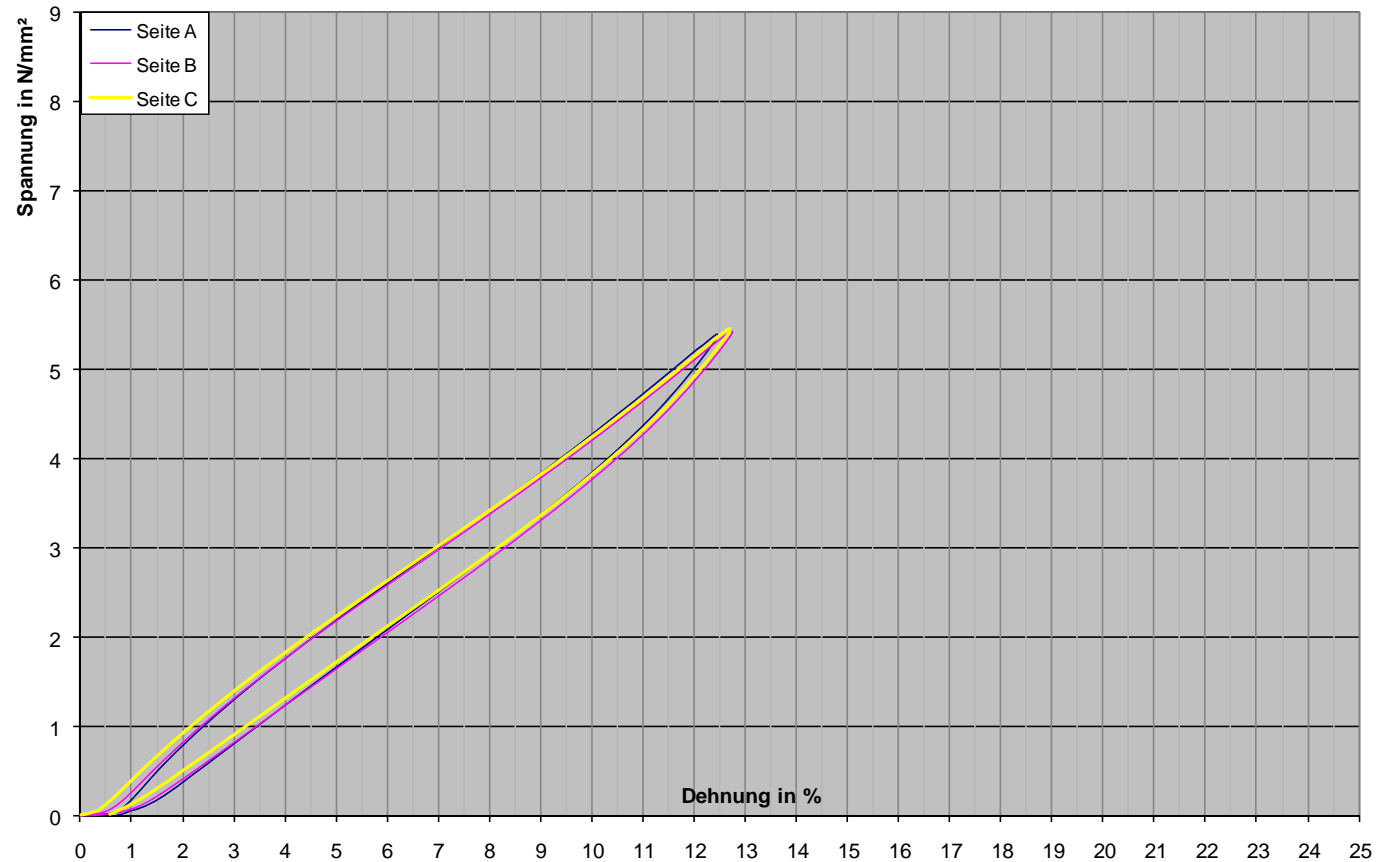
# Experimente: 100°C

Mittelwerte der 3 Seiten - Last: 5kN, 100°C, P1: 30x30x30



# Experimente: 100°C

Mittelwerte der 3 Seiten über Messungen 2&3 - Last: 5kN, 100°C, P1: 30x30x30

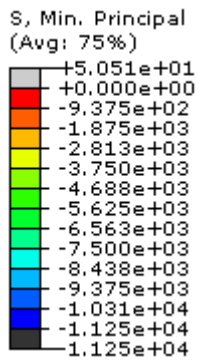
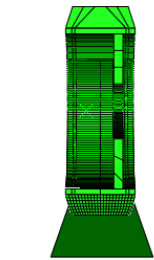


# Numerik - Auswahl

**Belastung :** Last, Geschwindigkeit, Steifigkeit, Querkraft

**Geometrie:** S (Normrad: B114, BD35, FD10)

# Auswirkungen der Steifigkeitsänderung Standardrad



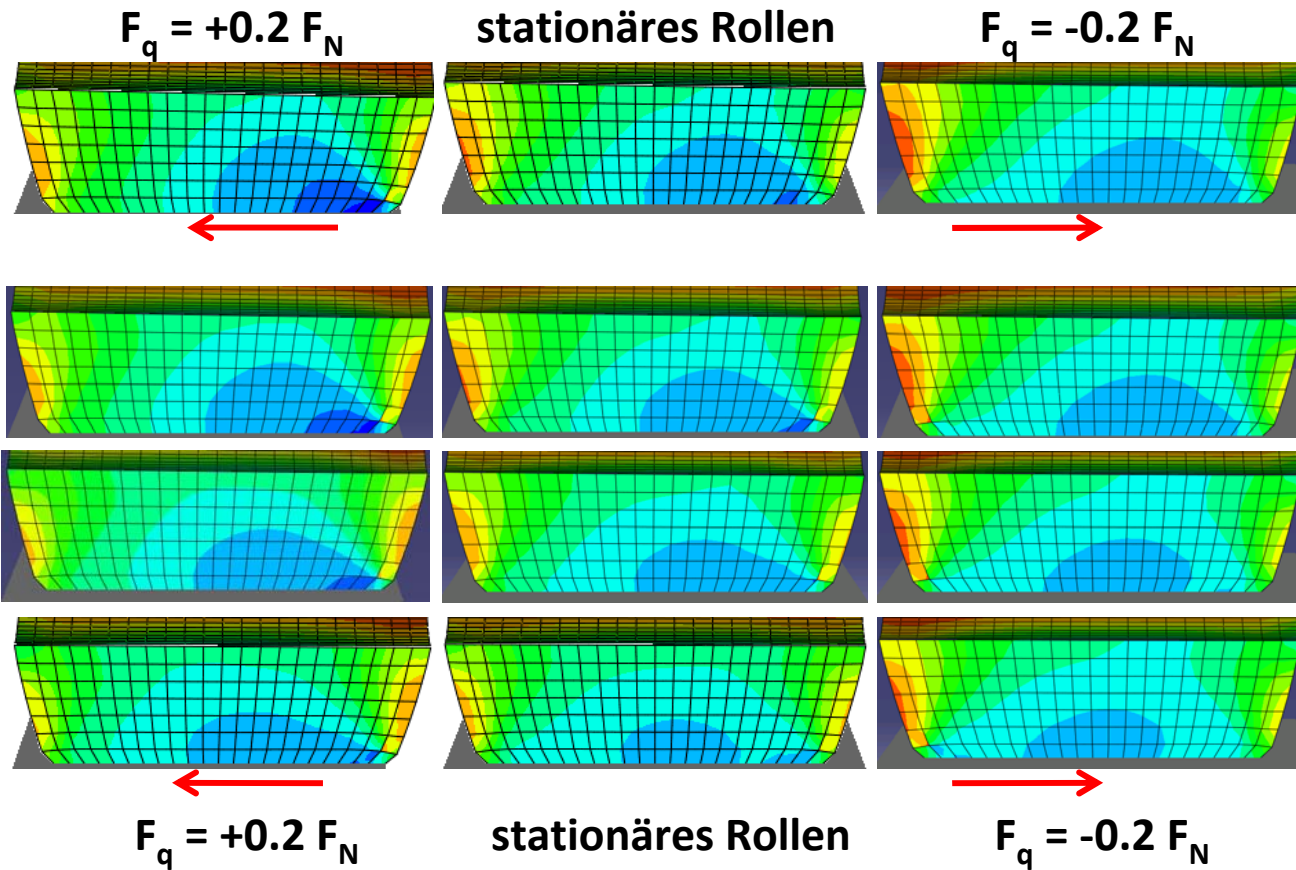
normalsteif

1,25\*steifer

2\*steifer

5\*steifer

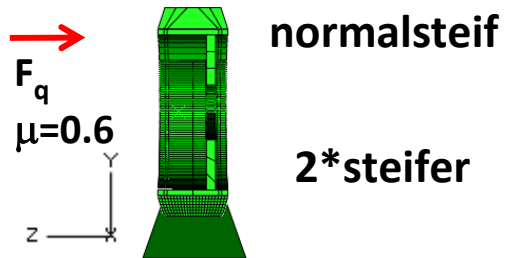
3.5t 16km/h  $\mu=0.6$



- \* Je nach Richtung der Querkraft unterschiedlich starke Belastung
- \* Je nach Richtung der Querkraft Lageänderung der höchsten Belastung
- \* Höhere Steifigkeit führt zur Symmetrisierung der hochbelasteten Zonen
- \* Einfluss der Steifigkeit auf Symmetrisierung und Amplituden degressiv

# Variation: Steifigkeit, Querkraft & Temp. - HNS

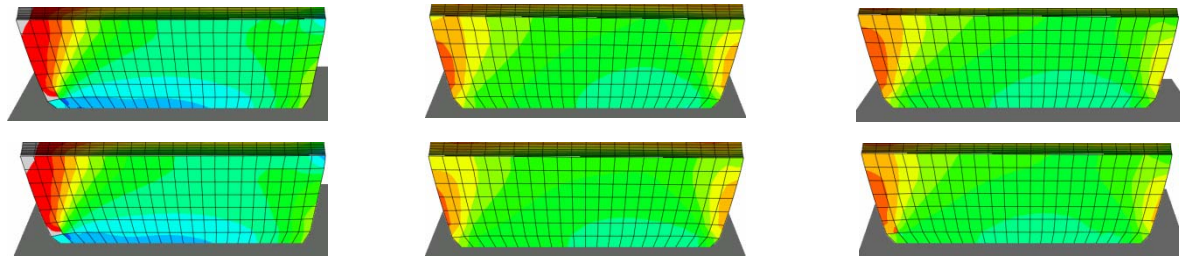
2.5t 10km/h  $\mu=0.6$  RT (24°C)



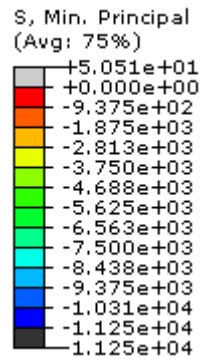
$F_q = -0.8 F_N$

stationäres Rollen

$F_q = -0.2 F_N$



2.5t 10km/h  $\mu=0.6$  100°C



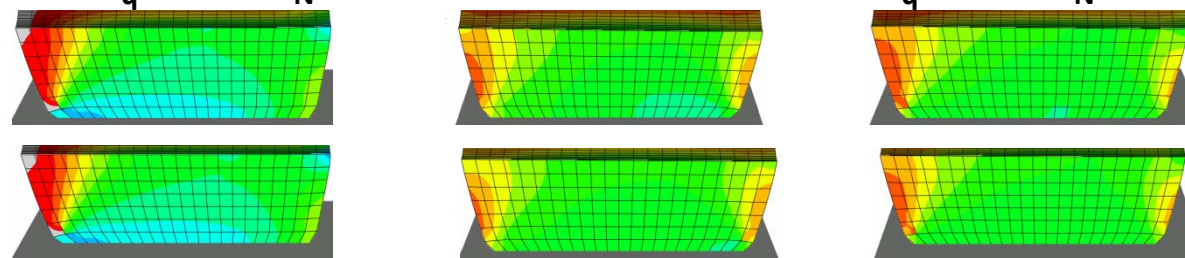
normalsteif

2\*steifer

$F_q = -0.8 F_N$

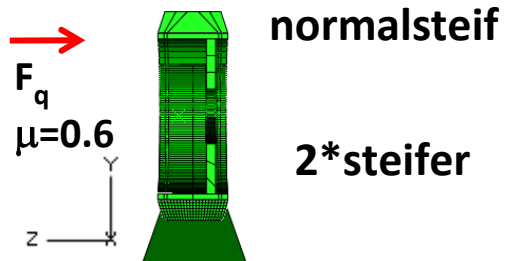
stationäres Rollen

$F_q = -0.2 F_N$



# Variation: Steifigkeit, Querkraft & Temp. - Schub

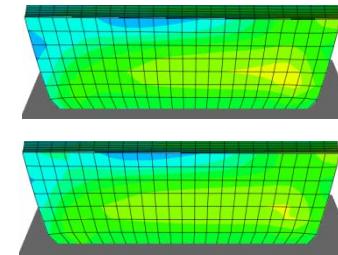
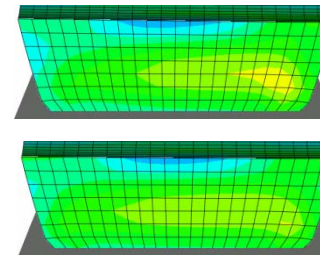
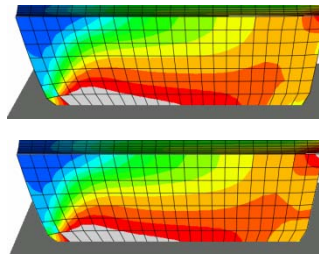
2.5t 10km/h  $\mu=0.6$  RT (24°C)



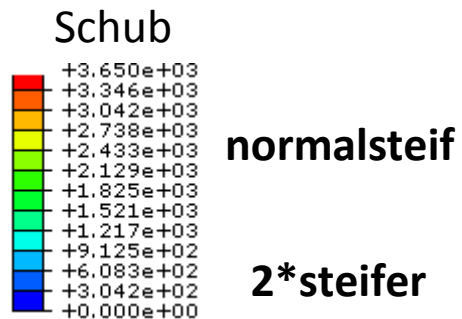
$F_q = -0.8 F_N$

stationäres Rollen

$F_q = -0.2 F_N$



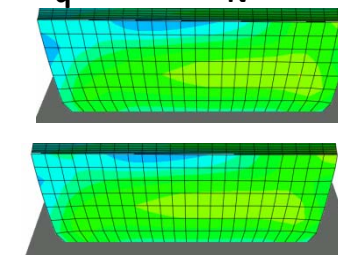
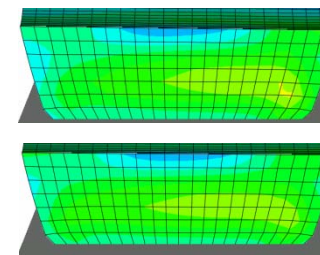
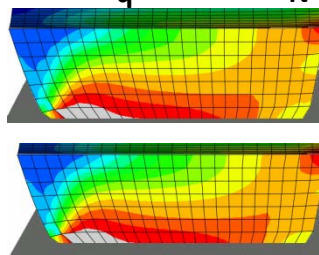
2.5t 10km/h  $\mu=0.6$  100°C



$F_q = -0.8 F_N$

stationäres Rollen

$F_q = -0.2 F_N$





- \* Je nach Stärke der Querkraft unterschiedlich starke Belastung
- \* Je nach Stärke der Querkraft unterschiedliche Lage der hochbelasteten Zonen
- \* Höhere Steifigkeit führt zur Symmetrisierung der hochbelasteten Zonen

## GEOMETRIEVARIATIONEN

### Einfluss Bandagendicke:

- Wenig Einfluss Schubbeanspruchung

- dicke Bandagen:

- ❖ Thermische Kurzzeitanalyse weniger Wärme, Langzeitanalyse höhere thermische Beanspruchung
- ❖ Druckbeanspruchung besser
- ❖ Zugbeanspruchung schlechter
- ❖ größerer Bereich (hoher) Beanspruchung

### Einfluss Felgendicke:

- Wenig Einfluss auf Zug

- dicke Felgen:

- ❖ Druckbeanspruchung besser
- ❖ Schub besser
- ❖ stark degressives Verbesserungsverhalten
- ❖ bessere Wärmeabfuhr
- ❖ Kombinationseinfluss bei Zug → dicke Felgen & dicke Bandagen schlechter
- ❖ Symmetrisierung der Beanspruchung

# Variationen

---

## **Einfluss Radbreite:**

Beanspruchung (thermisch und mechanisch): B86 > B114 > B136

## **Allgemein - Einfluss Steifigkeit & Kraftfluss (V1):**

Wenig Einfluss auf Zug

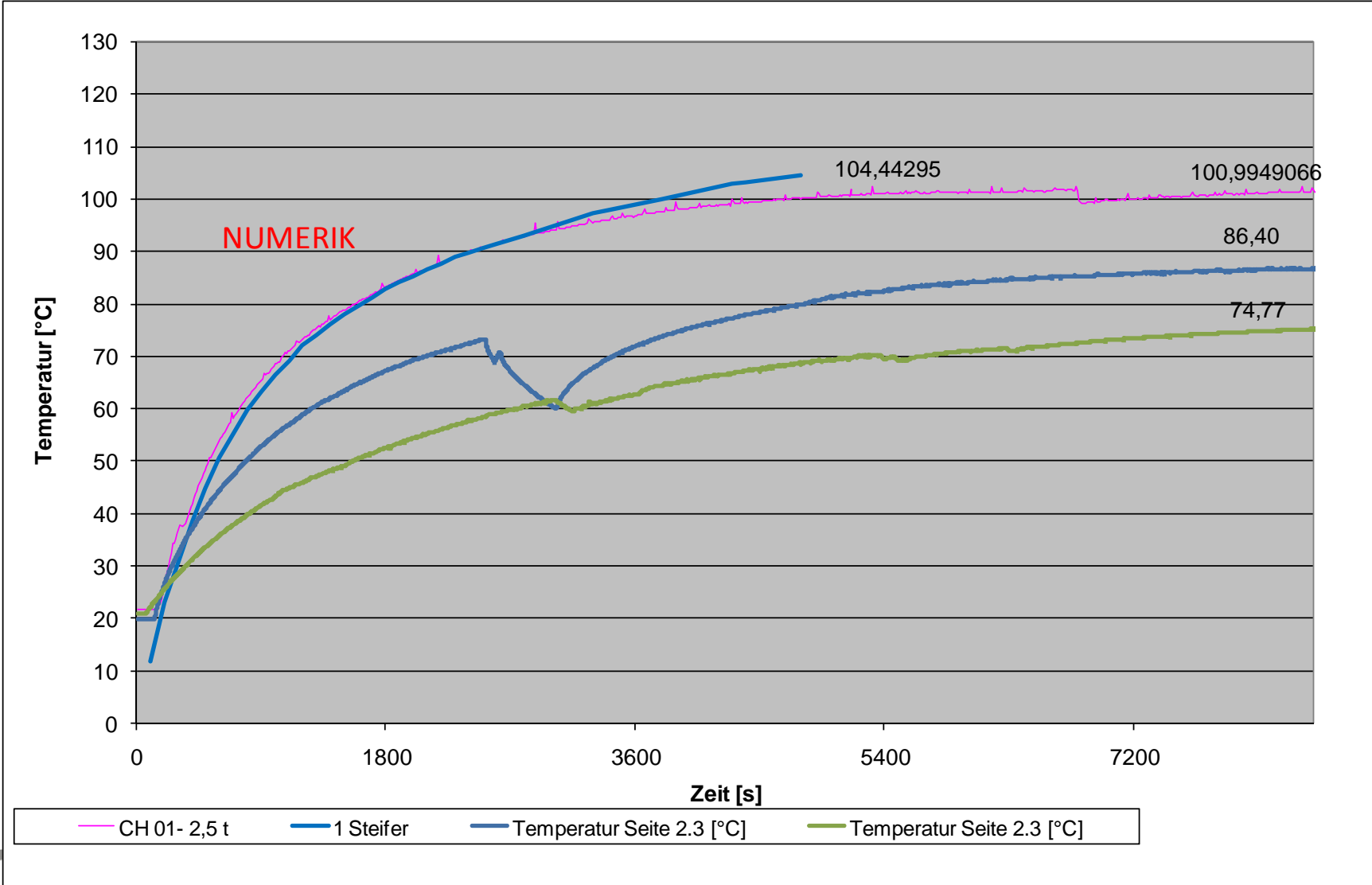
Symmetrisierung, degressives Verbesserungsverhalten (mechanisch)

## **BELASTUNGSVARIATIONEN**

## **Einfluss Querkraft:**

Richtung und Stärke beeinflussen Ort, Amplitude und Ausdehnung der höchsten Beanspruchungen

# Temperaturverläufe: Exp. & Simulation



# Entscheidungen

---

**Umfang & Art der Rechnungen Variante 2 & 4**

**Vorschlag: stationäres Rollen, Querkraft 20% & 80%  
2.5 10km/h & 3.6t 16km/h**

**Umfang & Art der Rechnungen IFT-MTL**

**Umfang & Art der Rechnungen: Sonstige Aufträge**

**Art & Umfang der Berichtserstellung - Koordination**