

# Miniaturisierte Kunststoffzahnradgetriebe für Automotive

Sebastian Fraulob

4. Tagung „Feinwerktechnische Konstruktion“  
am Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der TU Dresden

04. November 2010

1. Einleitung
2. Methodik
3. Ergebnisse
4. Fazit

Elektrische Antriebe im Automobil (Auswahl im Bereich des Fahrgastraumes)



Aufbau der Antriebe:

- Elektromotor,
- Getriebe (meist Zahnradgetriebe),
- elektrische Ansteuerung.

ausgewählte Anforderungen an die Getriebe:

- Übertragen hoher Lasten,
- geringe Masse,
- kleines Volumen,
- geringe Kosten,
- geringe Geräuschemission.

⇒ **verstärkter Einsatz von Zahnradgetrieben aus Kunststoff mit kleinem Modul ( $m < 1$  mm)**



Bild: maxon motor ag

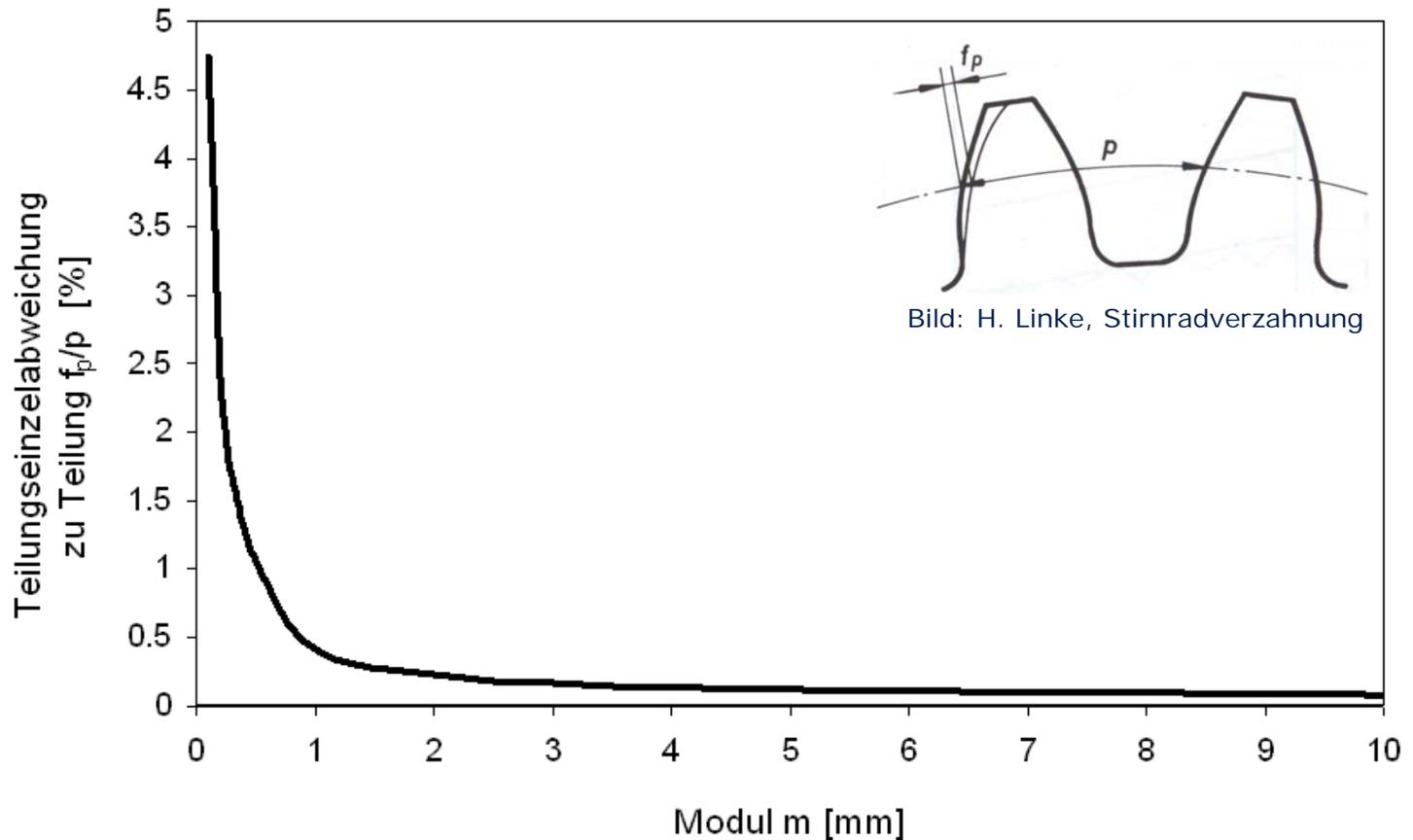
Problem:

- Dimensionierung:  
keine gültige Vorschrift für Kunststoffräder  
(VDI 2545, 1996 zurückgezogen, aber in Praxis gängig),
- kaum Veröffentlichungen.

⇒ **Diskrepanz zwischen Anwendungen und grundlegendem Wissen zu Kunststoffzahnradgetrieben mit kleinem Modul**

Interessante Punkte:

- Welche Besonderheiten haben kleine Module?
- Welches Betriebsverhalten weisen diese Getriebe auf?  
(Gibt es Unterschiede zu metallischen Getrieben?)
- Gibt es sinnvolle konstruktive Maßnahmen zum verbessern der Eigenschaften?



Teilungseinzelabweichung bezogen auf Teilung für verschiedene Module (Bezugsprofil DIN58400 und Qualität Q8)

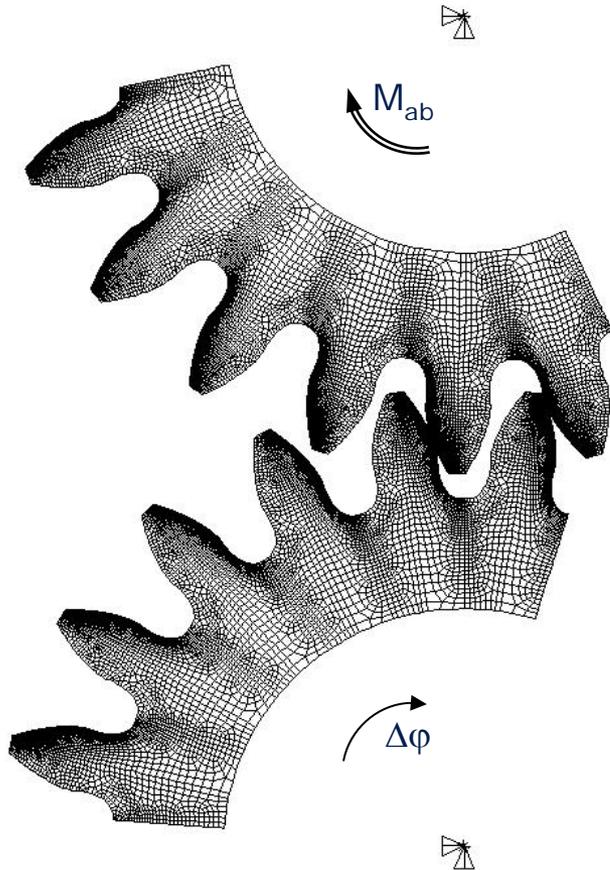
Berechnen des Betriebsverhaltens für eine Beispielgetriebestufe mit Hilfe der FEM.

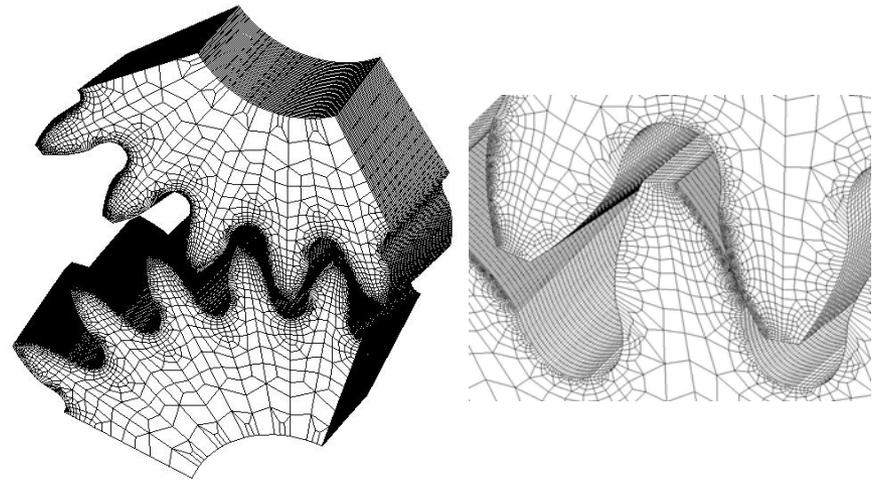
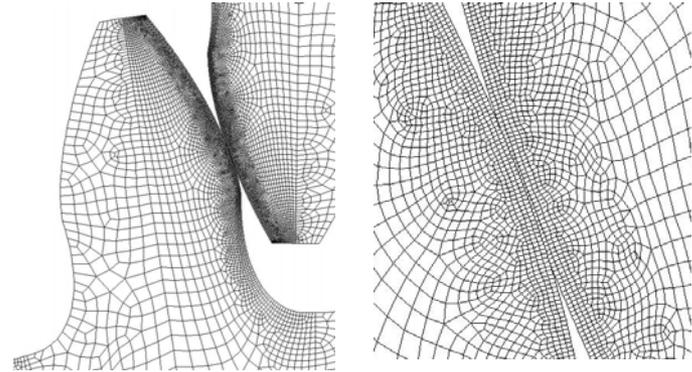
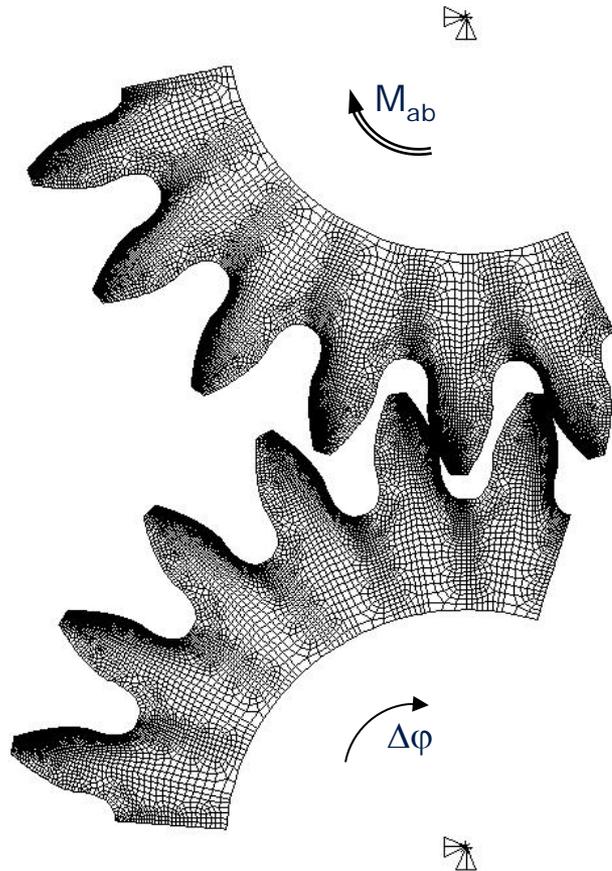
Ergebnisgrößen:

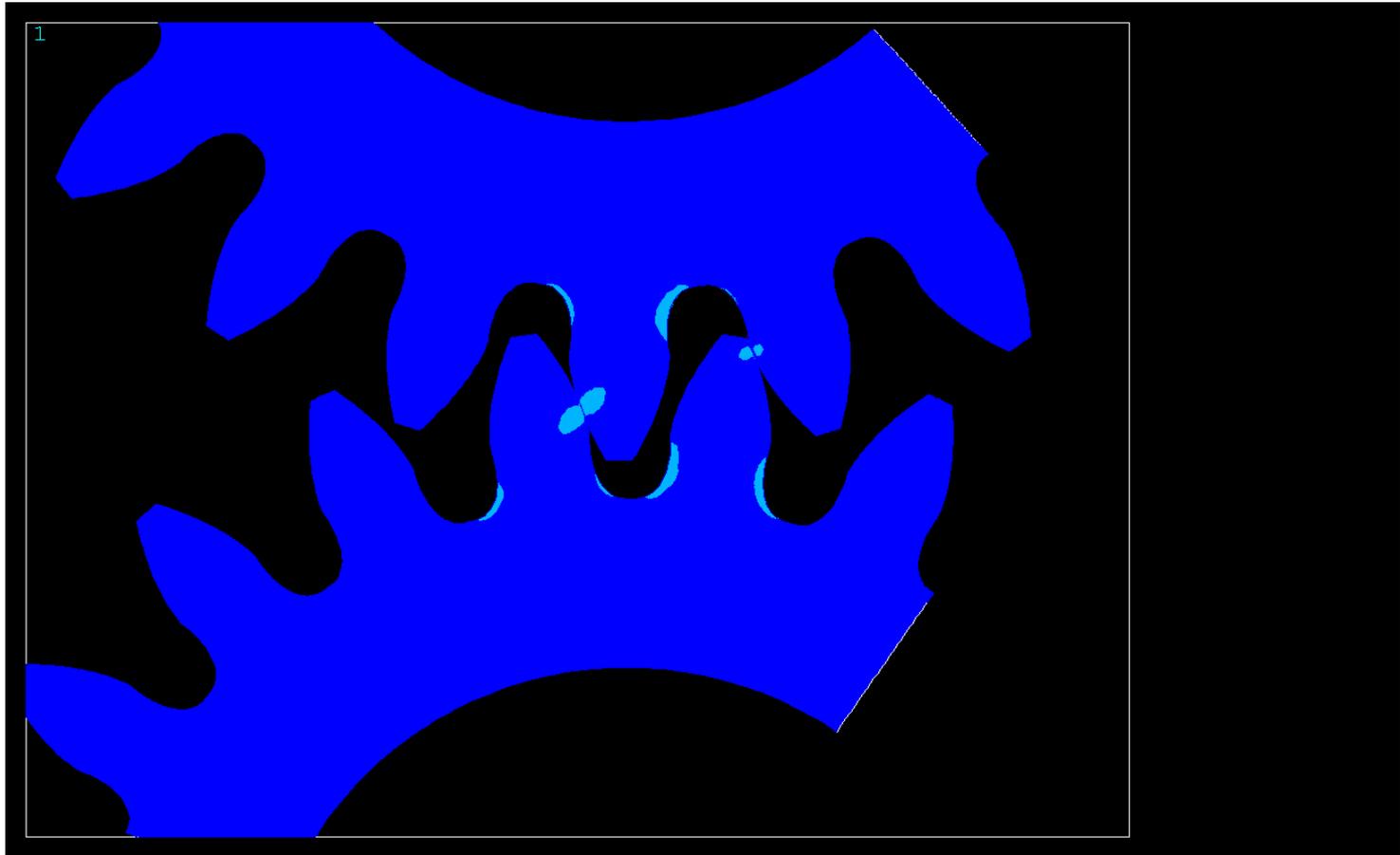
- Eingriffsverhalten,
- Zahnfußspannungen,
- Zahnflankenpressung,
- Verschleiß- / Geräuschverhalten,
- Übertragungsverhalten.

Geometrische Varianten:

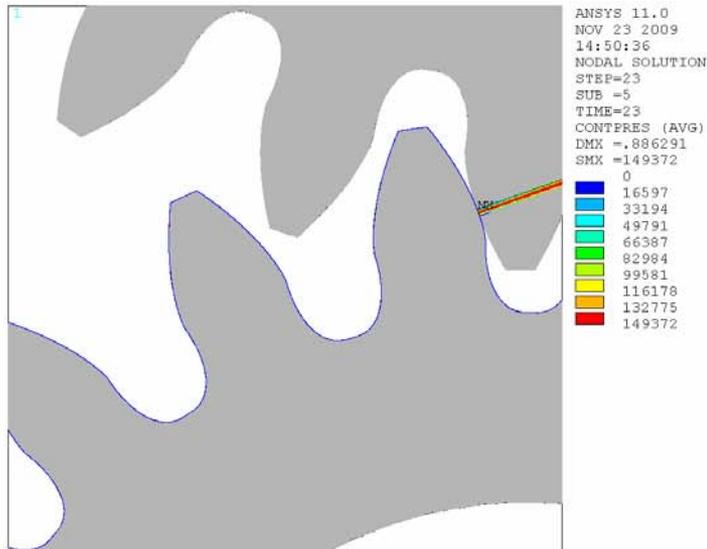
- Nennprofil nach DIN 58400 (gerad- und schrägverzahnt),
- DIN-Profil mit ungünstigsten Toleranzpaarungen,
- sinnvolle geometrische Modifikationen.



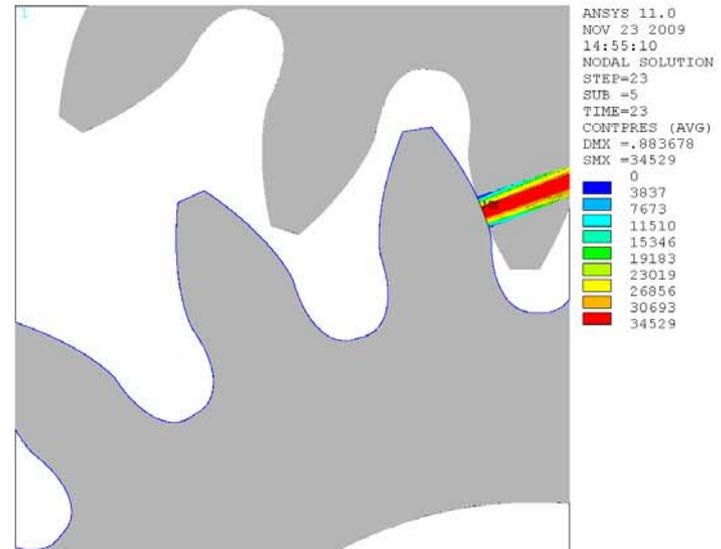




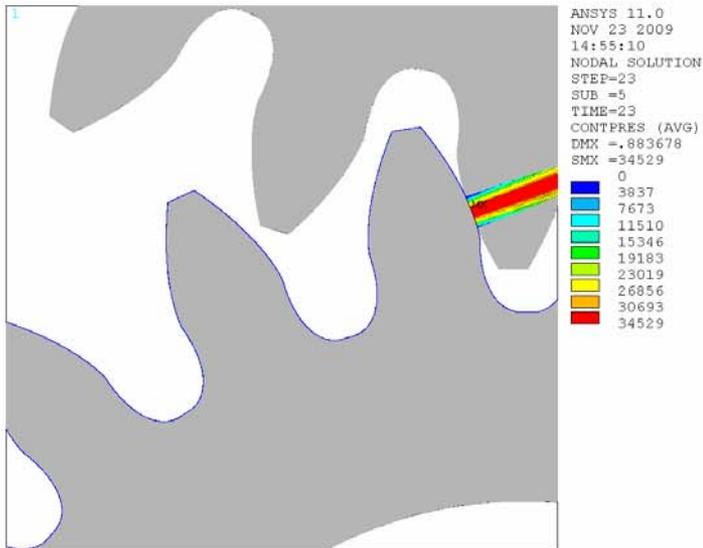
Stahl / Stahl  
Nennprofil



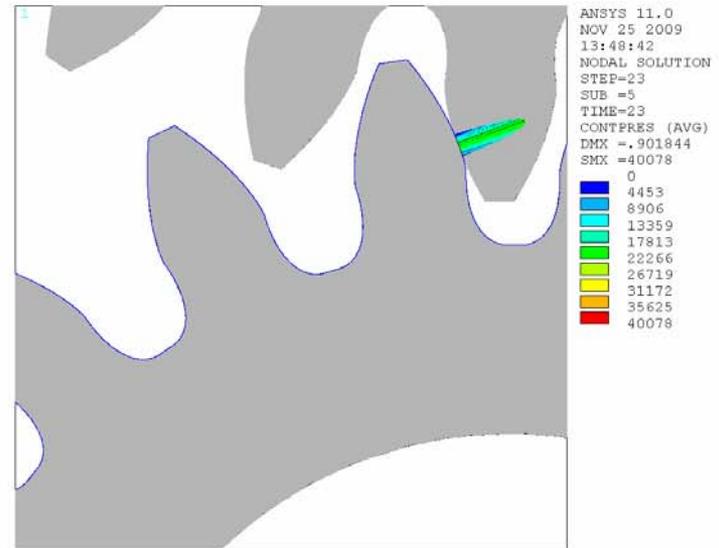
POM / POM  
Nennprofil

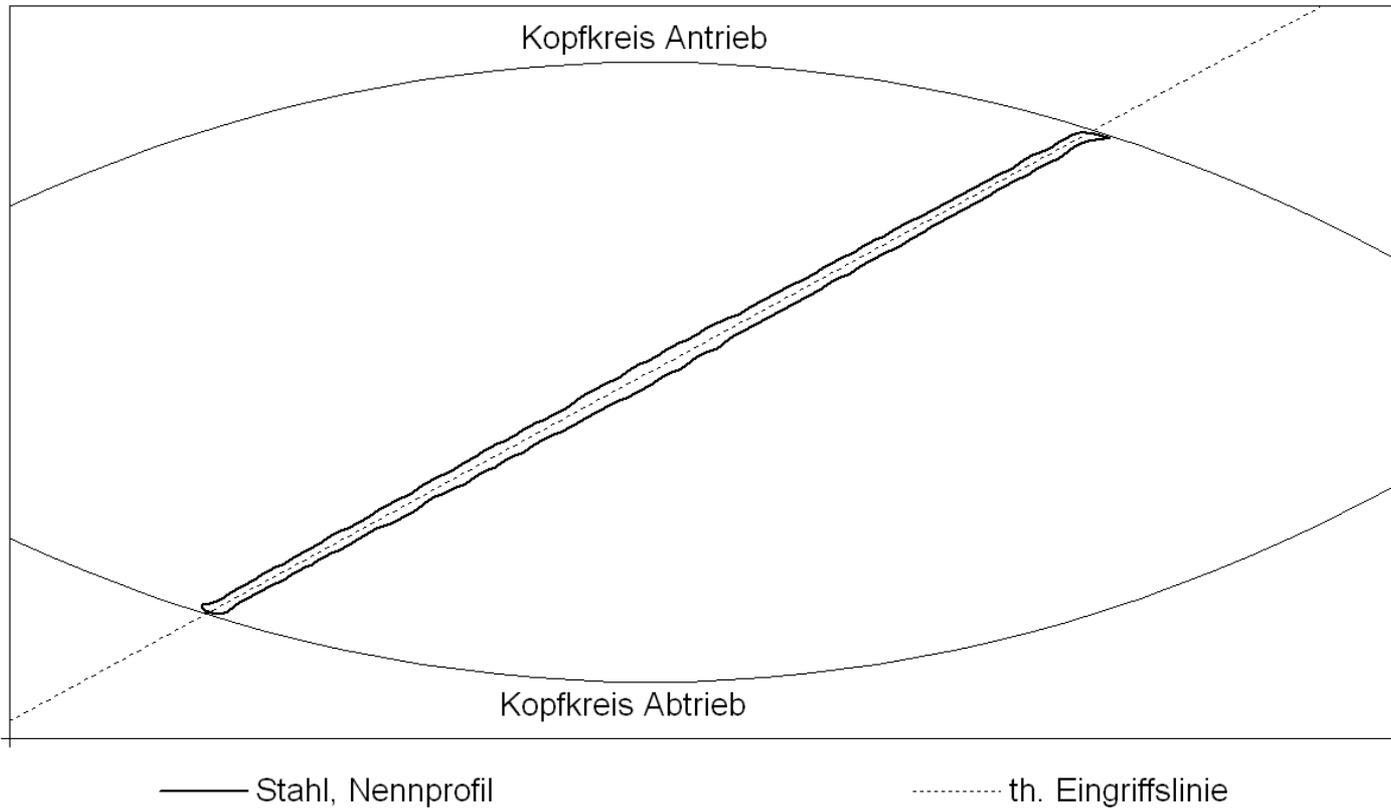


POM / POM  
Nennprofil

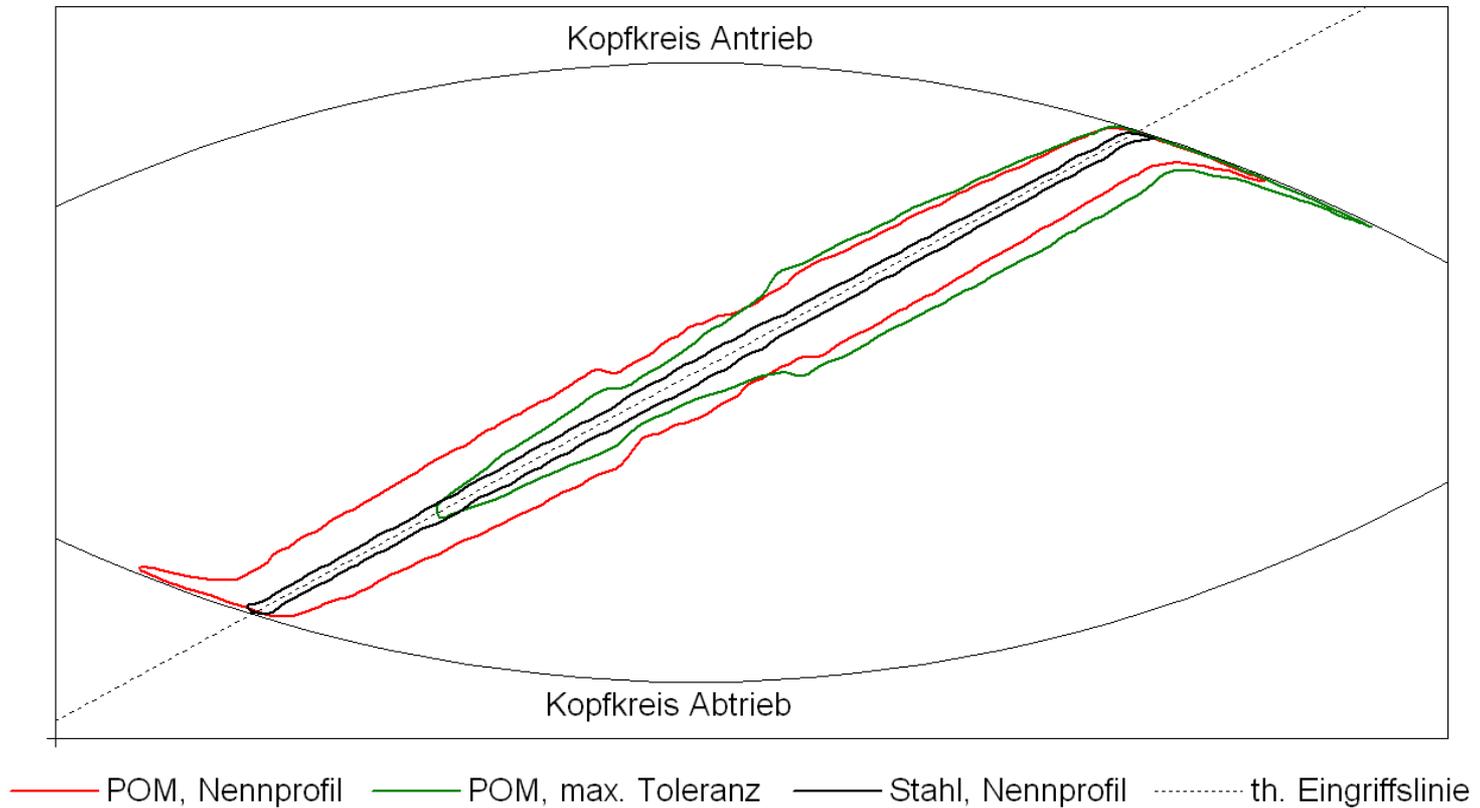


POM / POM  
max. Teilungseinzelabweichung





Problem: starker Kopfkanteneingriff



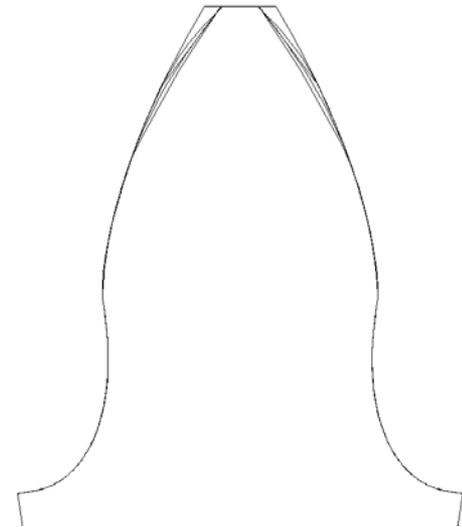
Problem: starker Kopfkanteneingriff

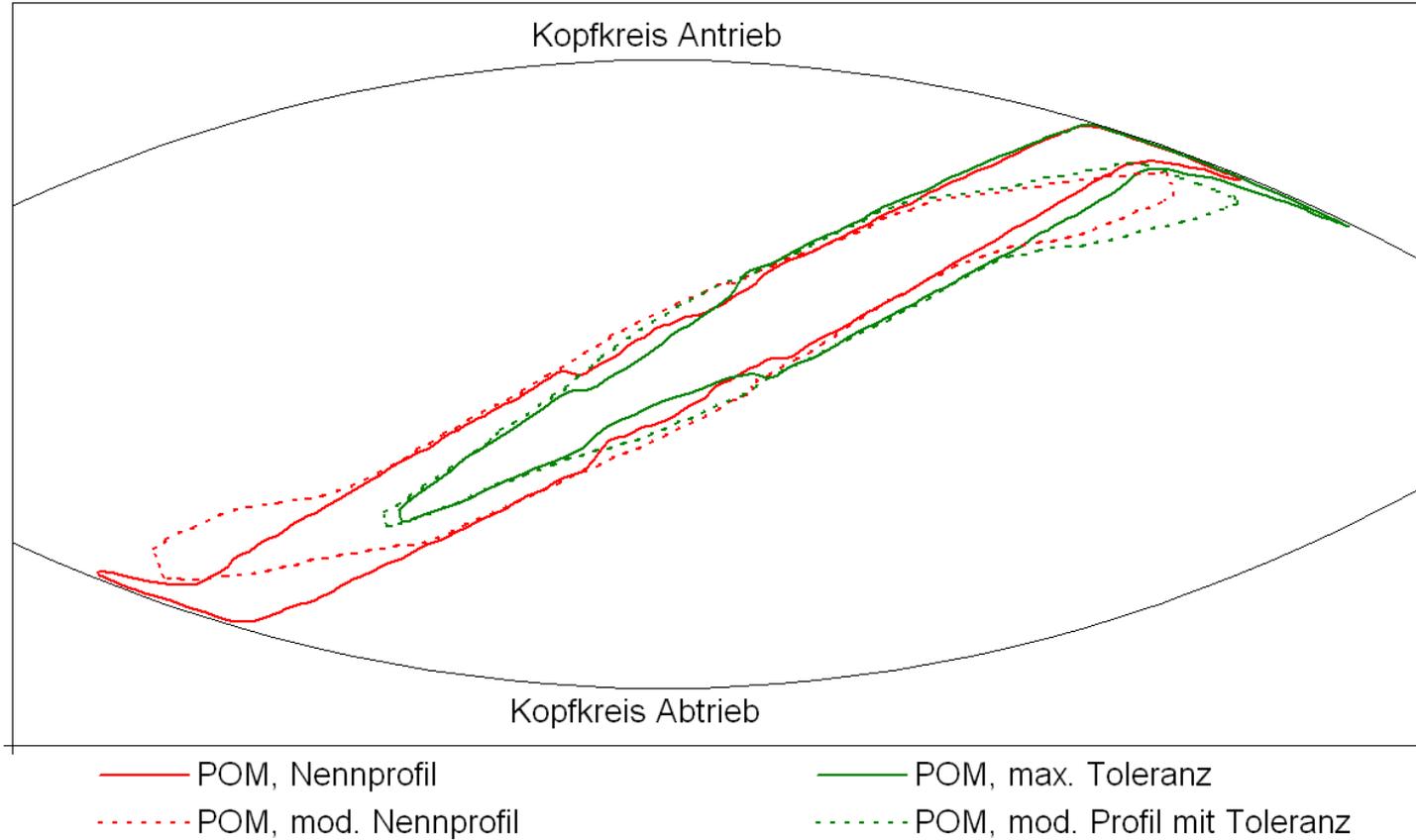
Problem:

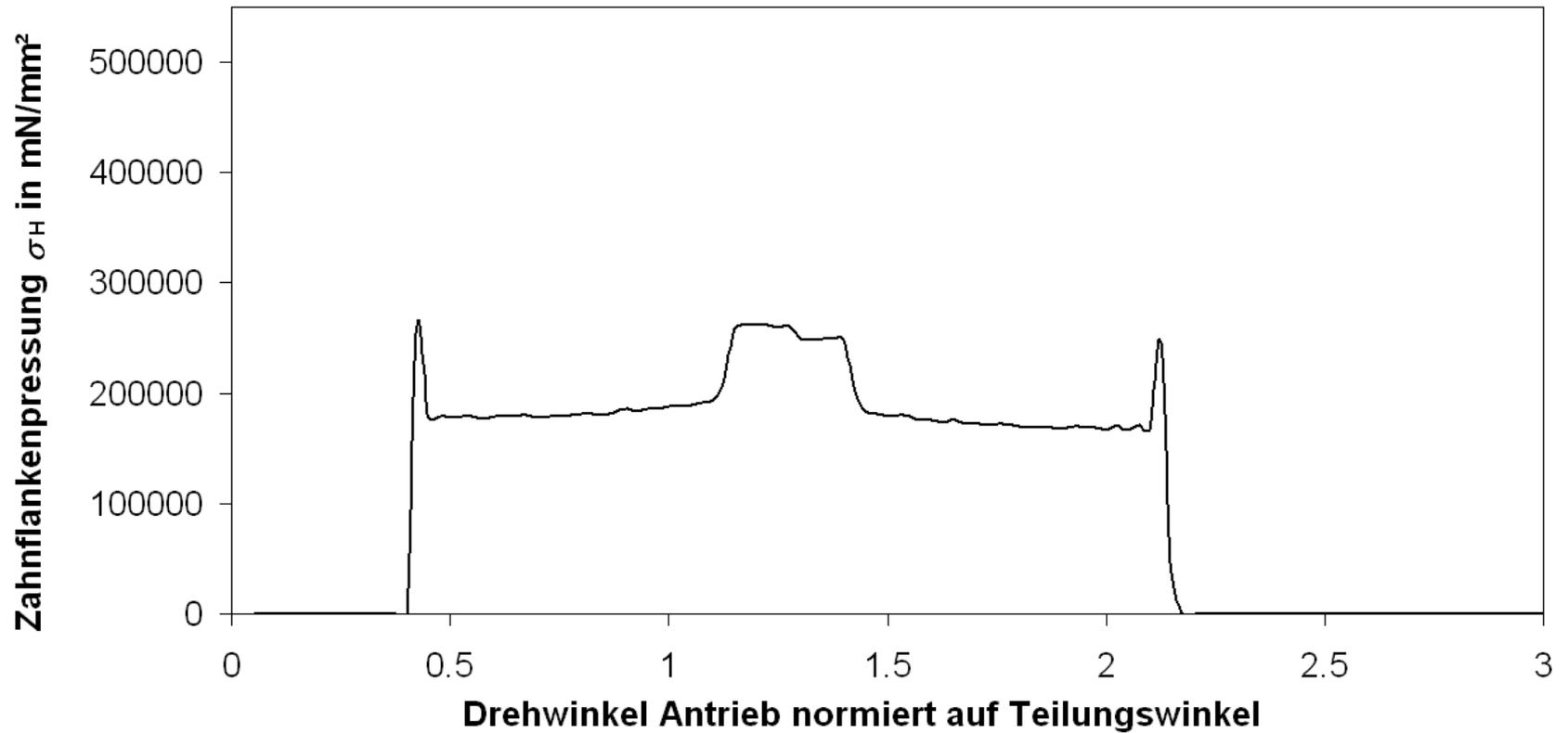
Kopfkanteneingriff

sinnvolle konstruktive Maßnahme:

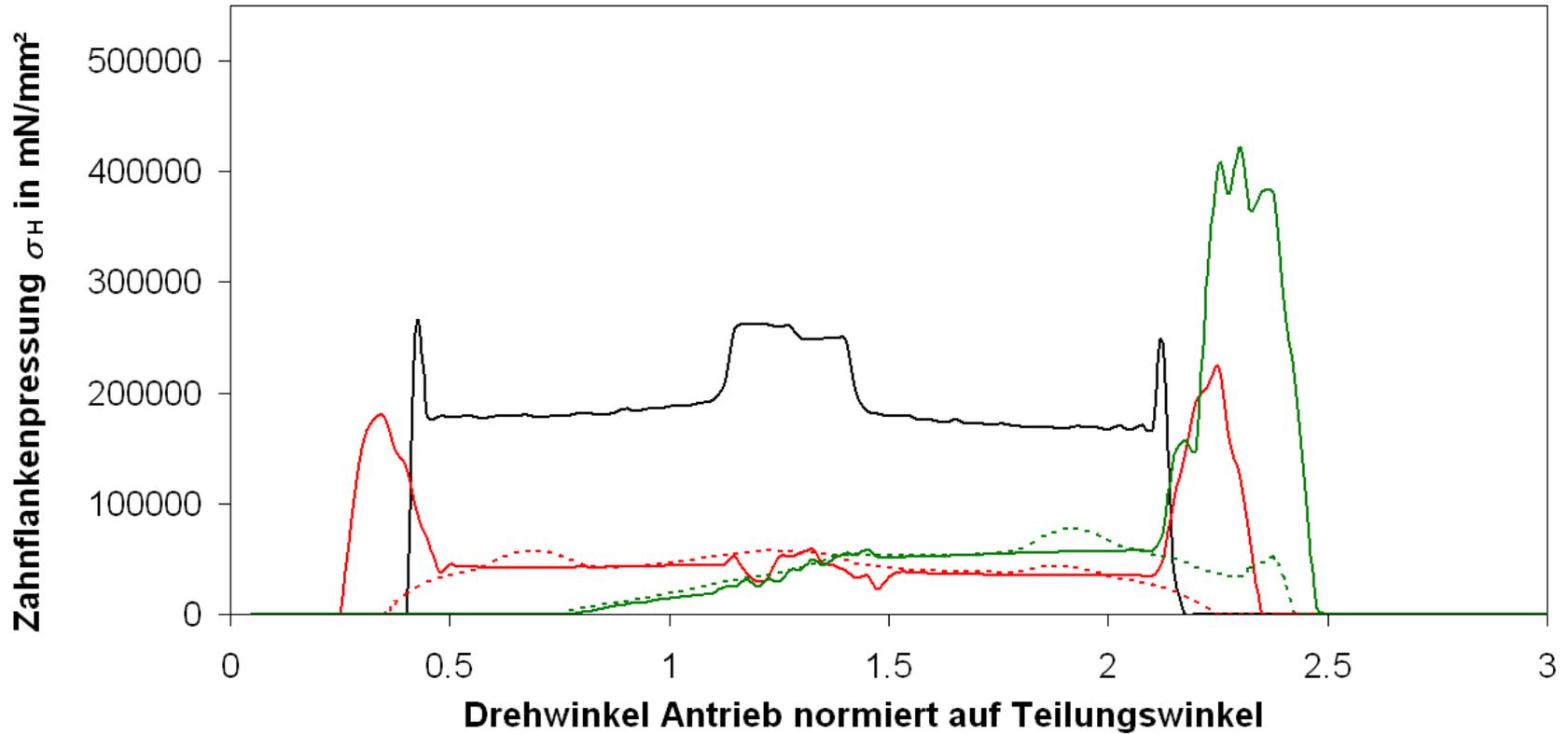
Profilmodifikation - Kopfrücknahme



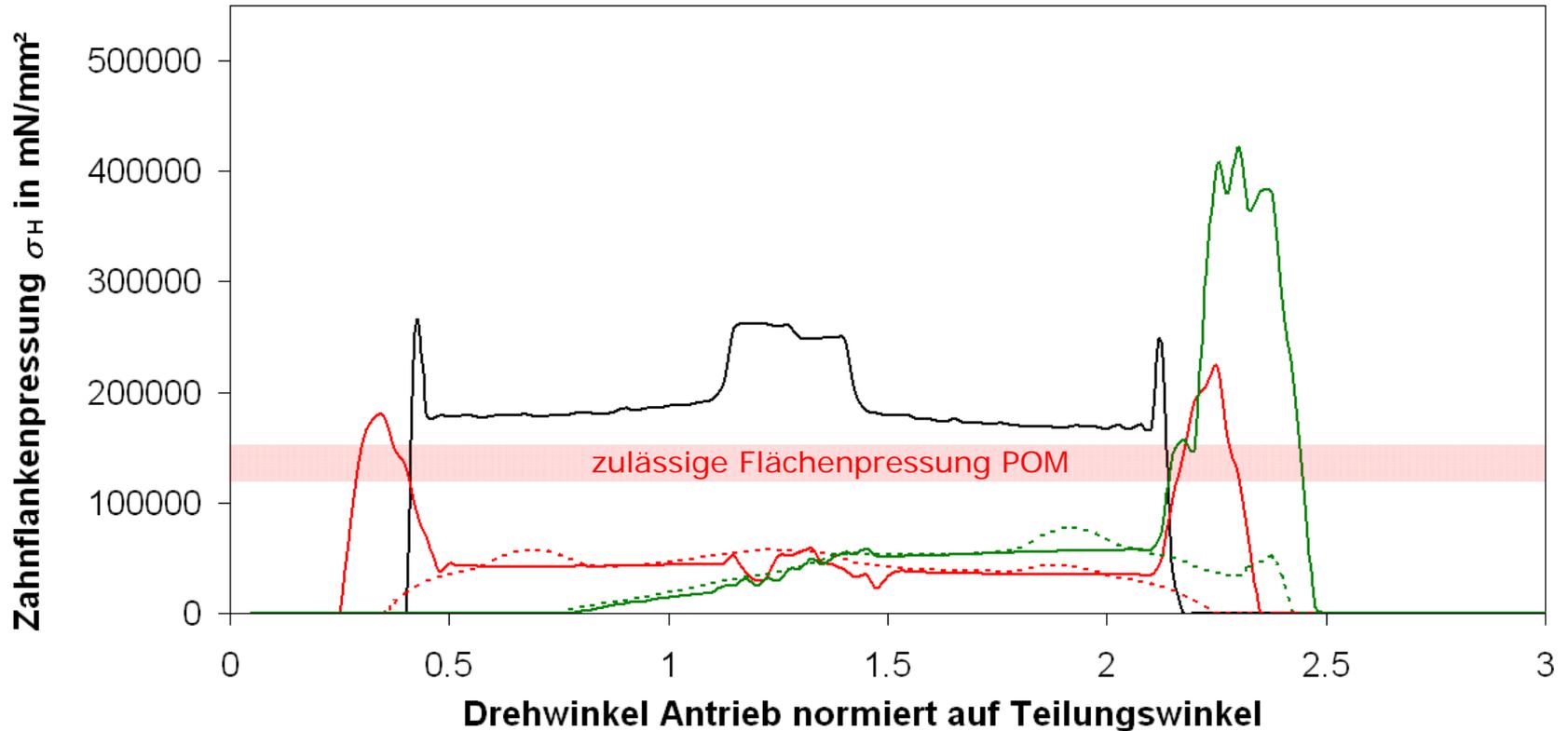




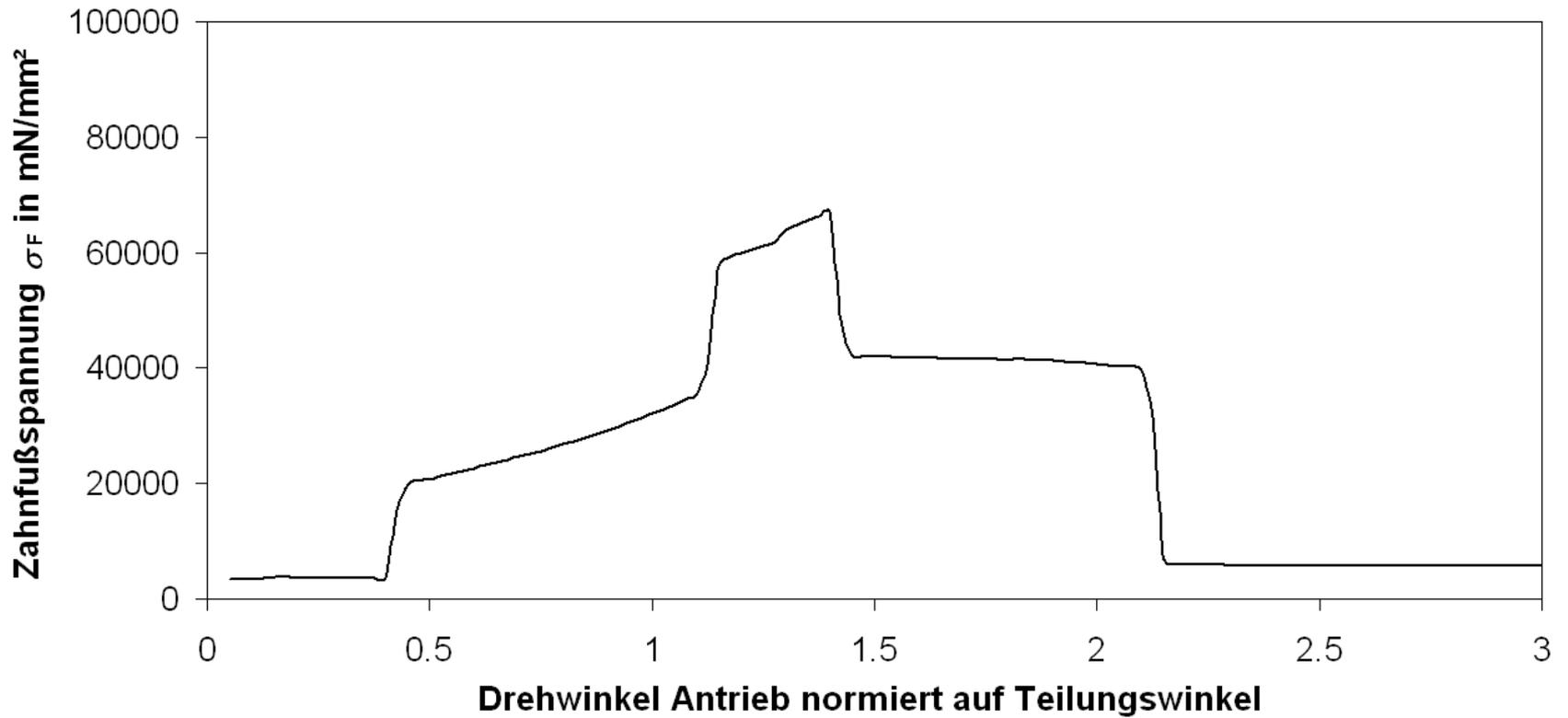
— Stahl, Nennprofil



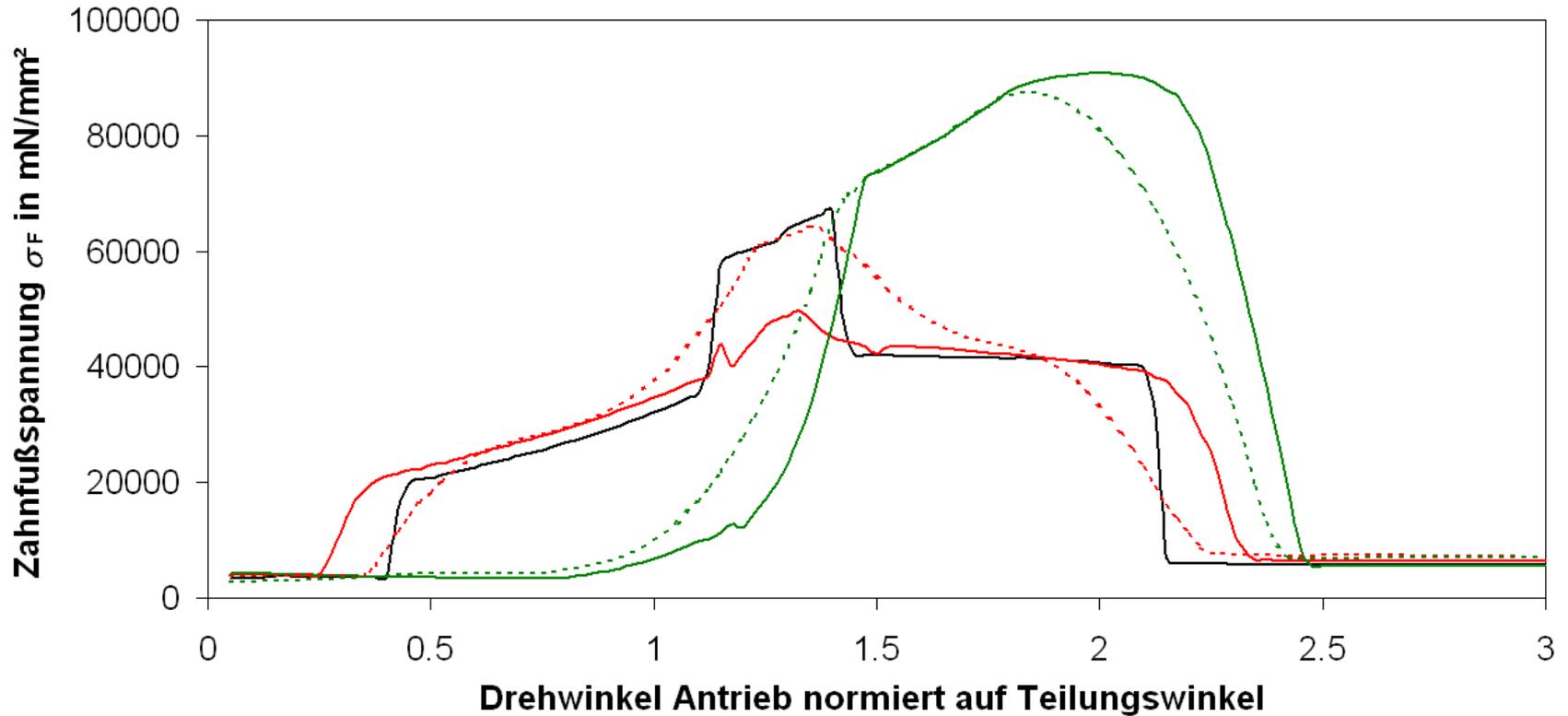
- Stahl, Nennprofil
- POM, max. Toleranz
- POM, Nennprofil
- POM, mod. Profil mit Toleranz
- POM, mod. Nennprofil



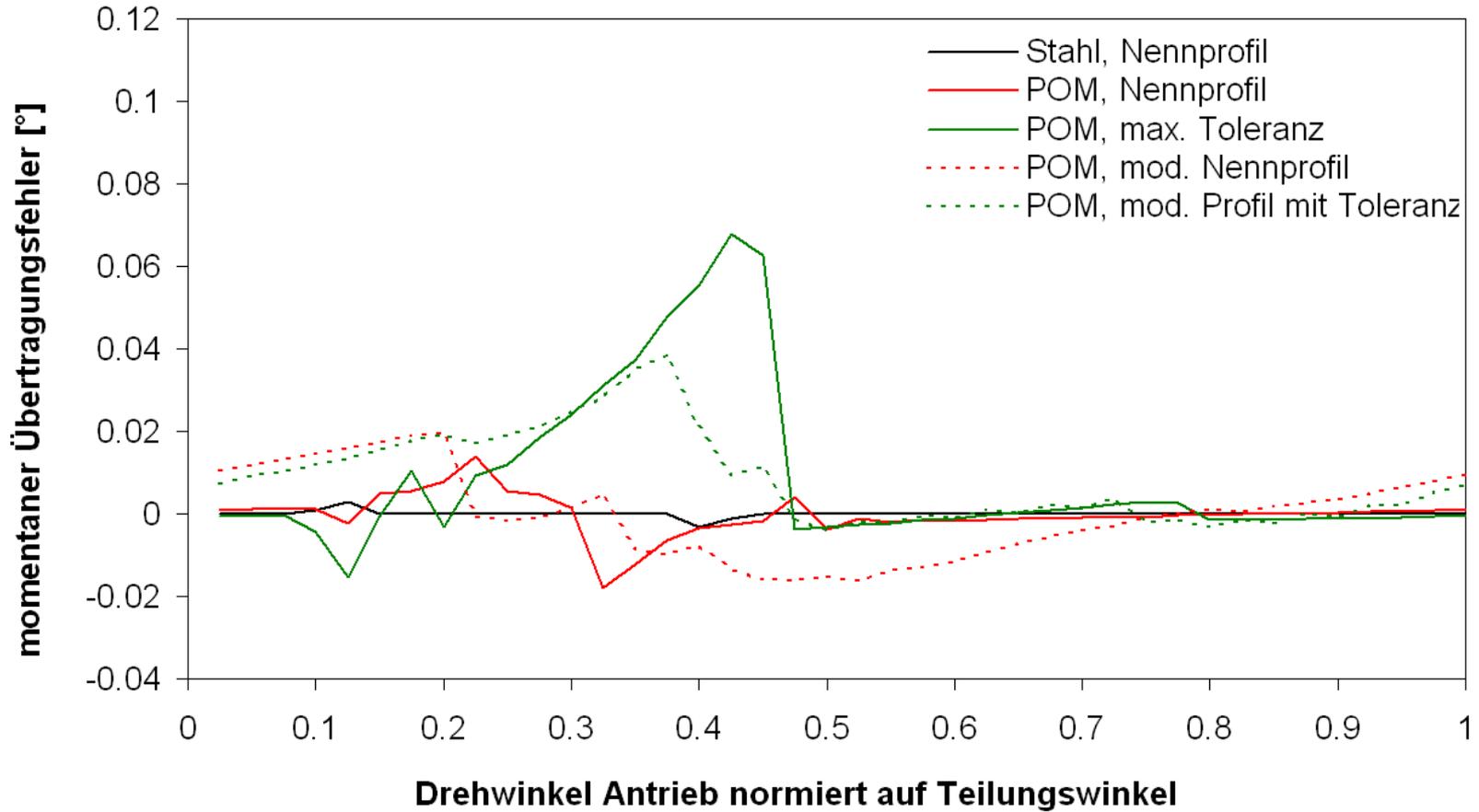
- |   |                               |   |                      |
|---|-------------------------------|---|----------------------|
| — | Stahl, Nennprofil             | — | POM, Nennprofil      |
| — | POM, max. Toleranz            | ⋯ | POM, mod. Nennprofil |
| ⋯ | POM, mod. Profil mit Toleranz |   |                      |



— Stahl, Nennprofil



- Stahl, Nennprofil
- POM, max. Toleranz
- POM, mod. Profil mit Toleranz
- POM, Nennprofil
- POM, mod. Nennprofil



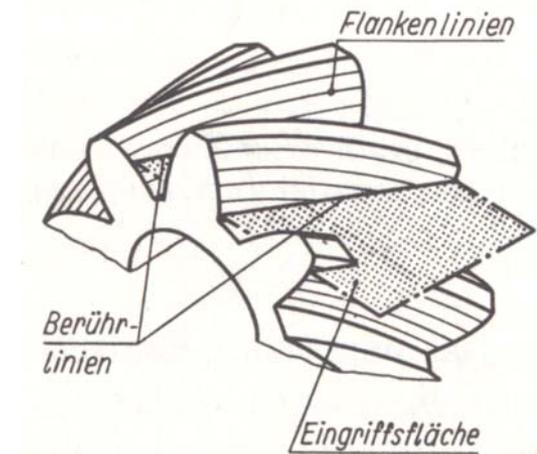
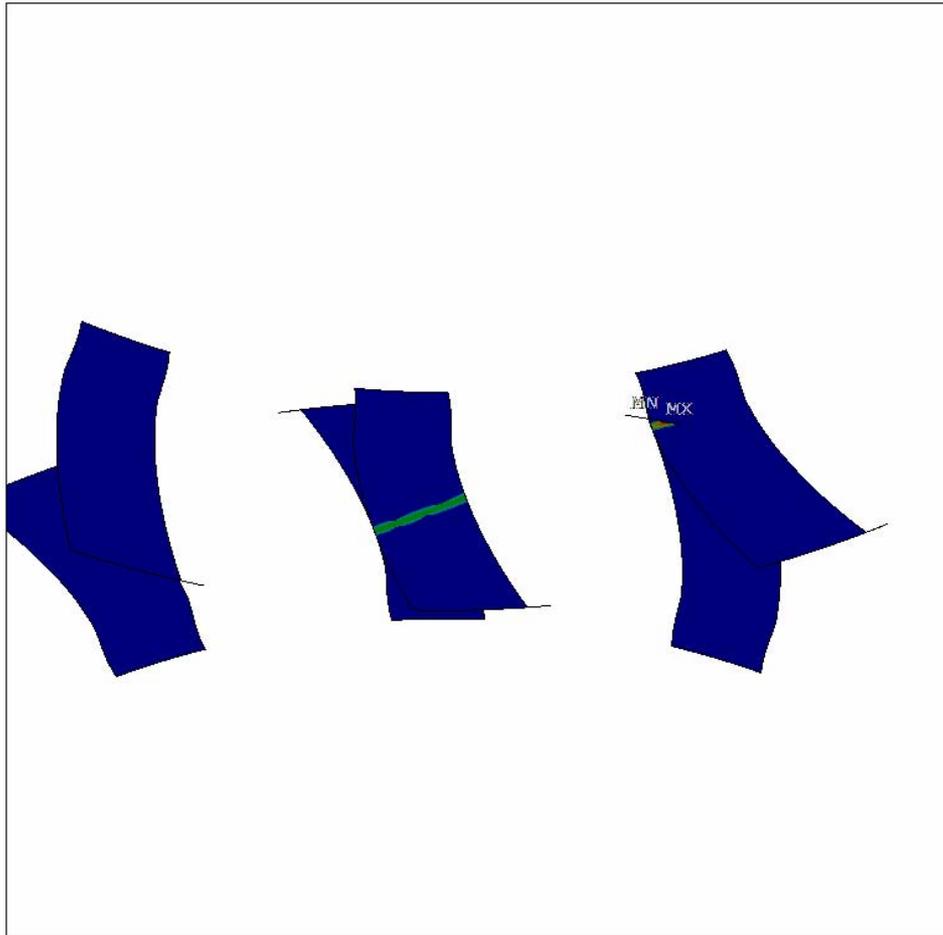
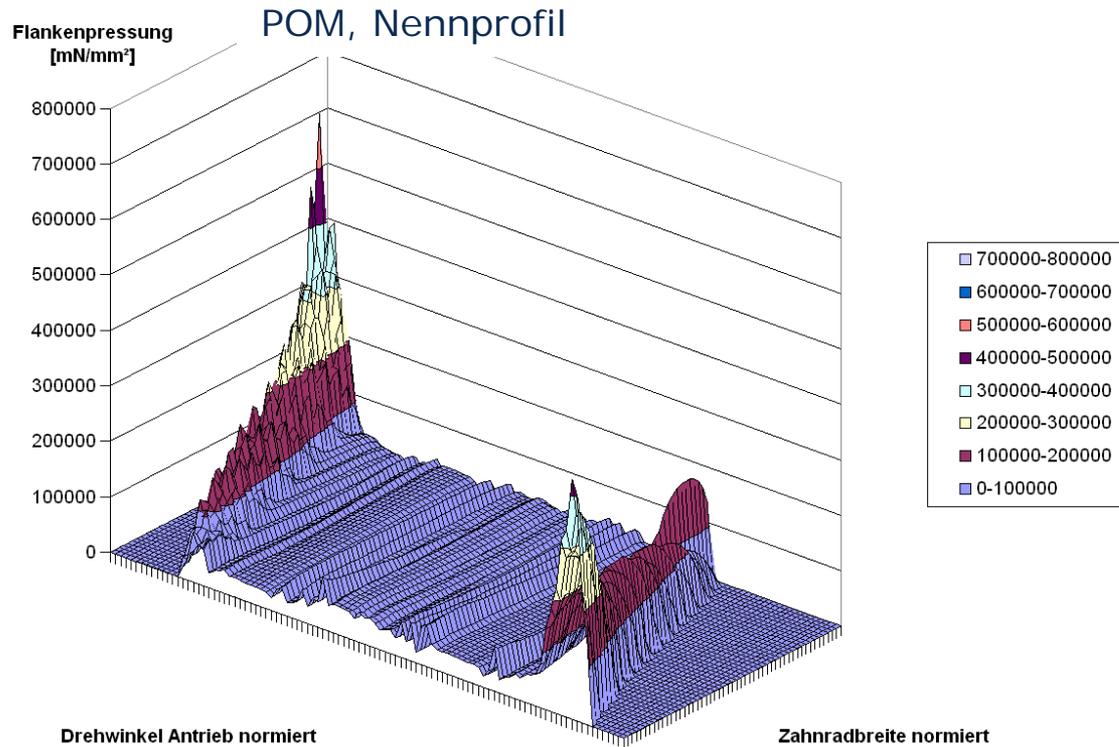
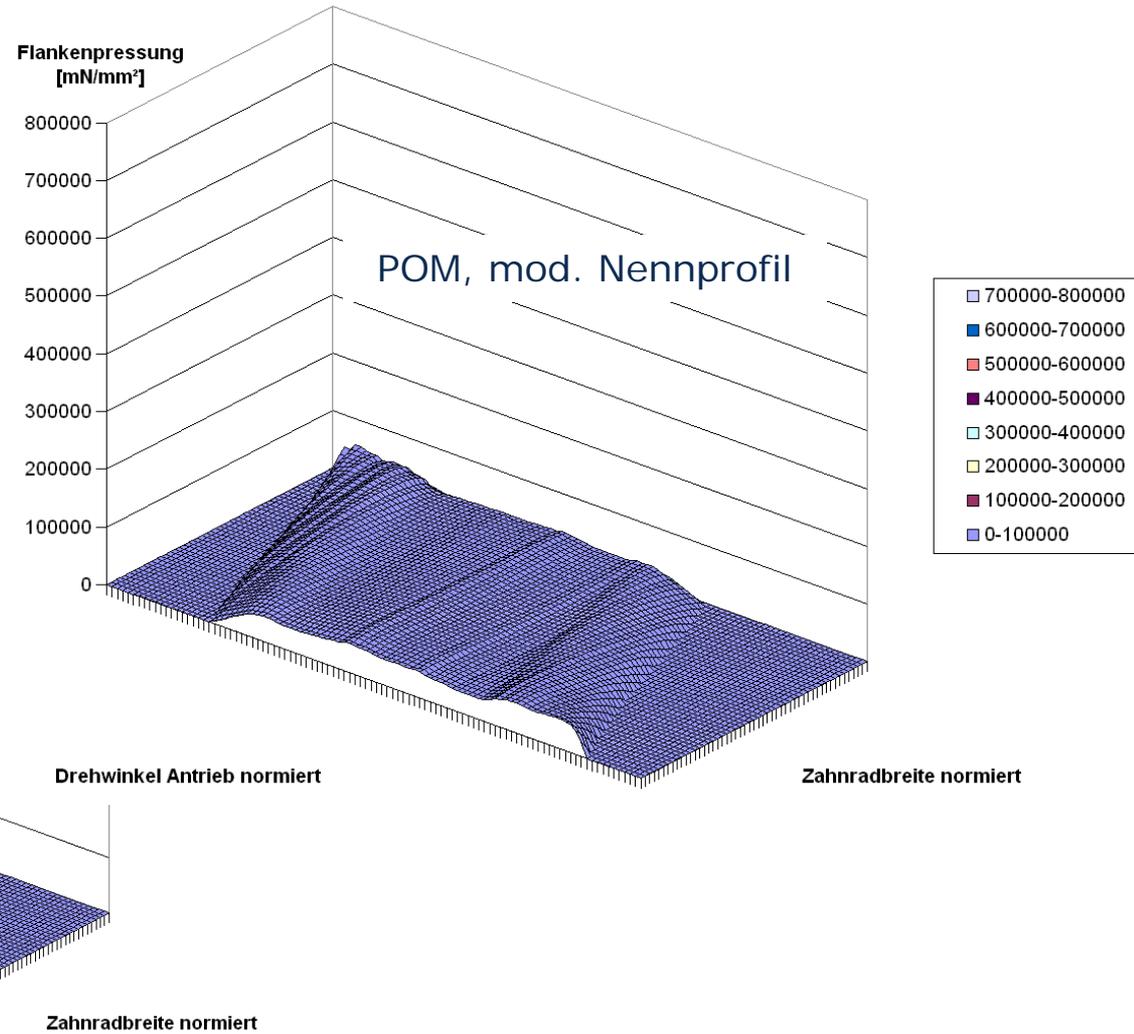
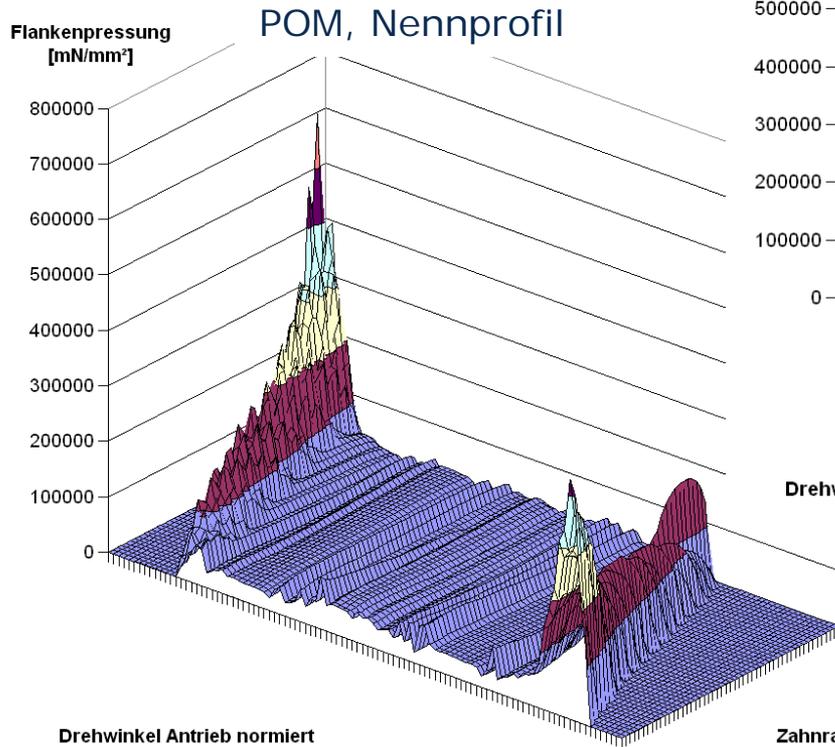


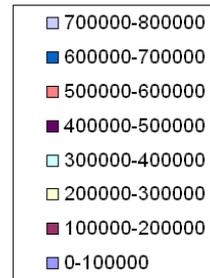
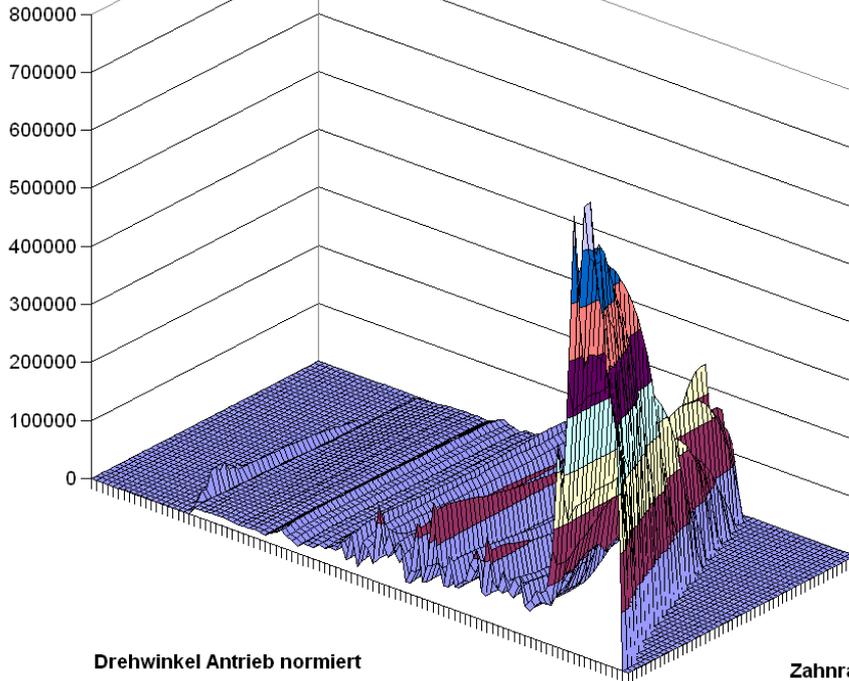
Bild: W. Krause,  
Konstruktionselemente der Feinmechanik





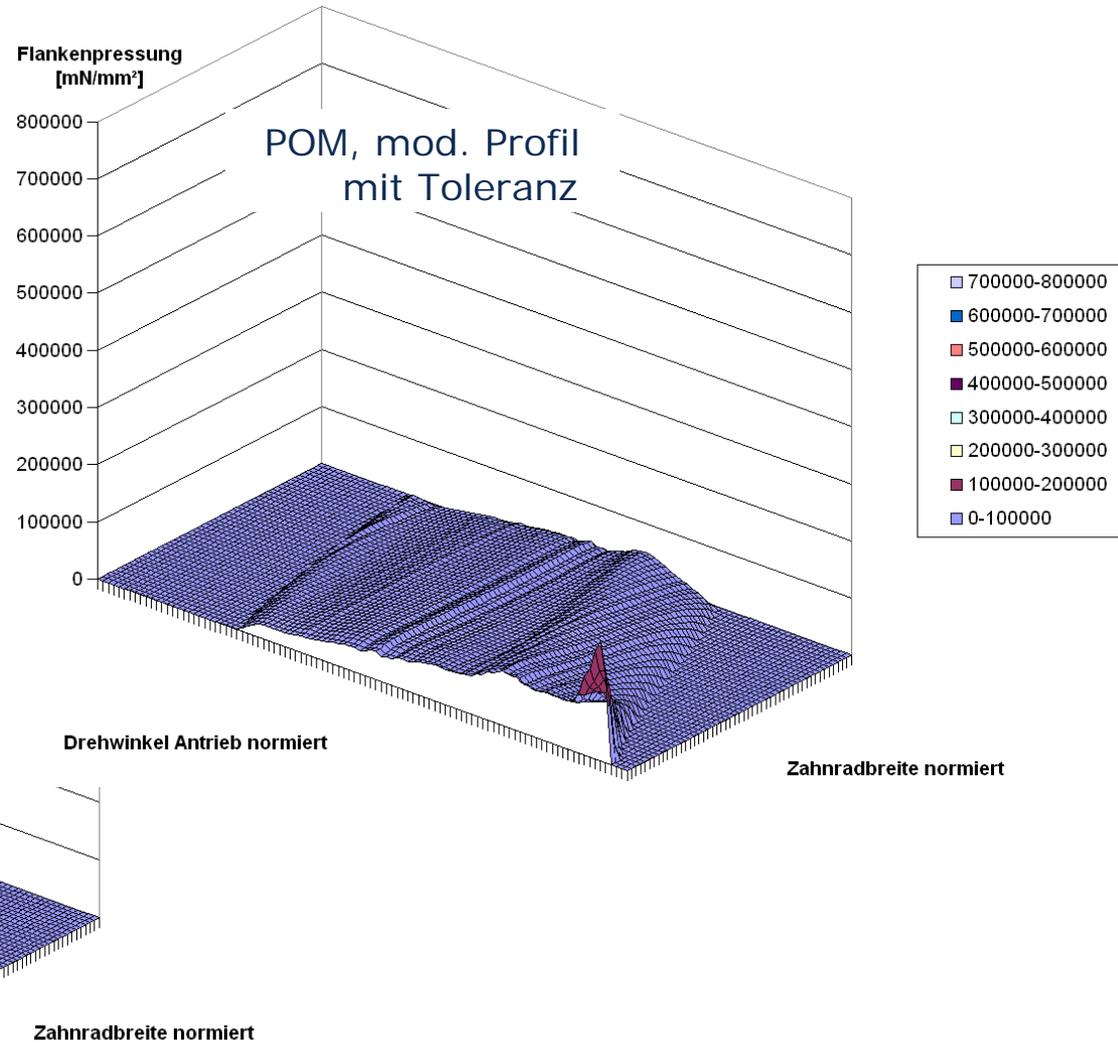
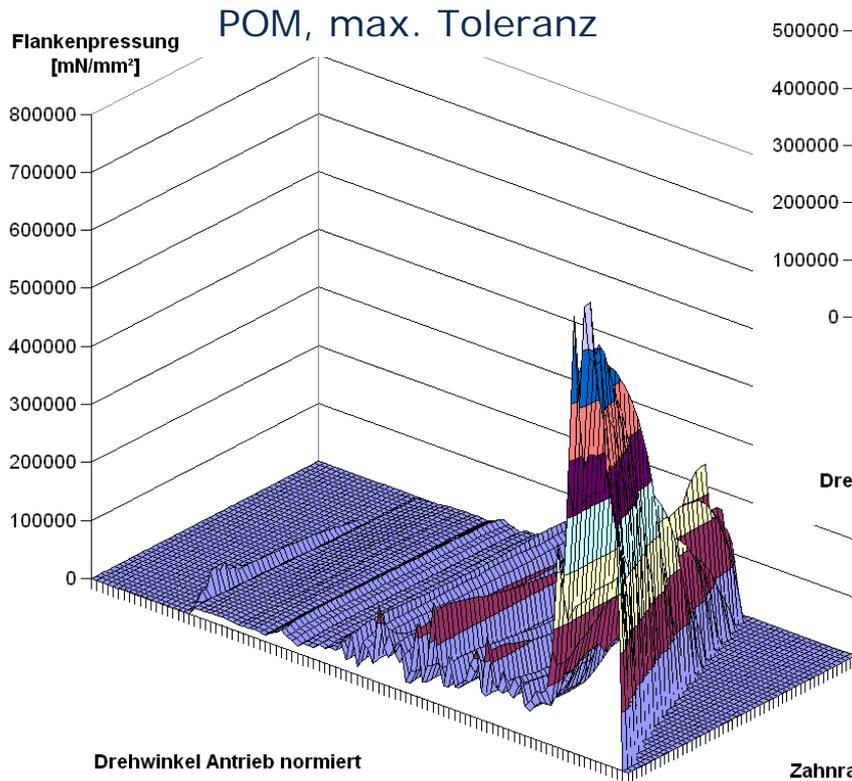
POM, max. Toleranz

Flankenpressung  
[mN/mm<sup>2</sup>]



Drehwinkel Antrieb normiert

Zahnradbreite normiert

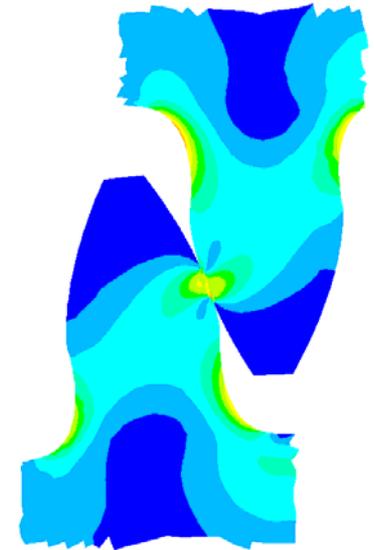


feinwerktechnische Zahnradgetriebe aus Kunststoff zur Leistungsübertragung zeigen:

- hohe Zahndeformation unter Last,
- große relative Toleranzen,

durch gezielte konstruktive Maßnahmen vermeiden von:

- ⇒ Eingriffsstörungen,
- ⇒ hohem Verschleiß,
- ⇒ großer Geräuschemission.



Ziel – allgemeine konstruktive Dimensionierungsrichtlinie

Miniaturisierte Kunststoffzahnradgetriebe für Automotive

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Sebastian Fraulob

4. Tagung „Feinwerktechnische Konstruktion“  
am Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der TU Dresden

04. November 2010