

# **Virtuelle Optimierung von Zerspanprozessen – Simulation statt Versuch und Irrtum**

16. Swissmem Zerspanungsseminar

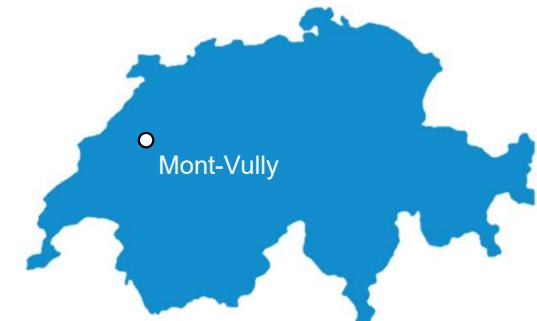
Daniel Brügger, Brügger Technologies Sàrl

Dr.-Ing. Arne Mücke, Tetralytix GmbH

## Brügger Technologies Sarl und Tetralytix GmbH

### Brügger Technologies Sarl

Technologie- und Managementberatung,  
Handelsvertreter von Tetralytix für Schweiz, Frankreich, Italien  
Mitglied im Swissmem



### Tetralytix GmbH

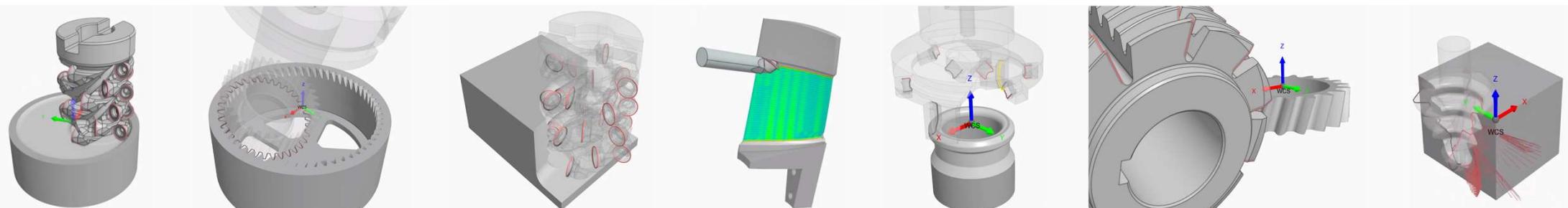
Entwicklung von Softwarelösungen für bessere  
Zerspanungstechnologie  
Produkt: Simulation Toolyzer



# Toolyzer – die Simulation für maximale Produktivität

## Maximale Produktivität für Ihre Zerspanungsprozesse

- Produktivitätssteigerungen bis zu 50 %
- Kosteneinsparungen bis zu 70%
- Schnelleres Einfahren neuer Prozesse
- Richtige Werkzeug- und Maschinenwahl



## Fakten

**Produzierende Betriebe aus z.B. Automobil- und Luftfahrtindustrie optimieren Prozesse mit Toolyzer**

Europa, Japan, USA

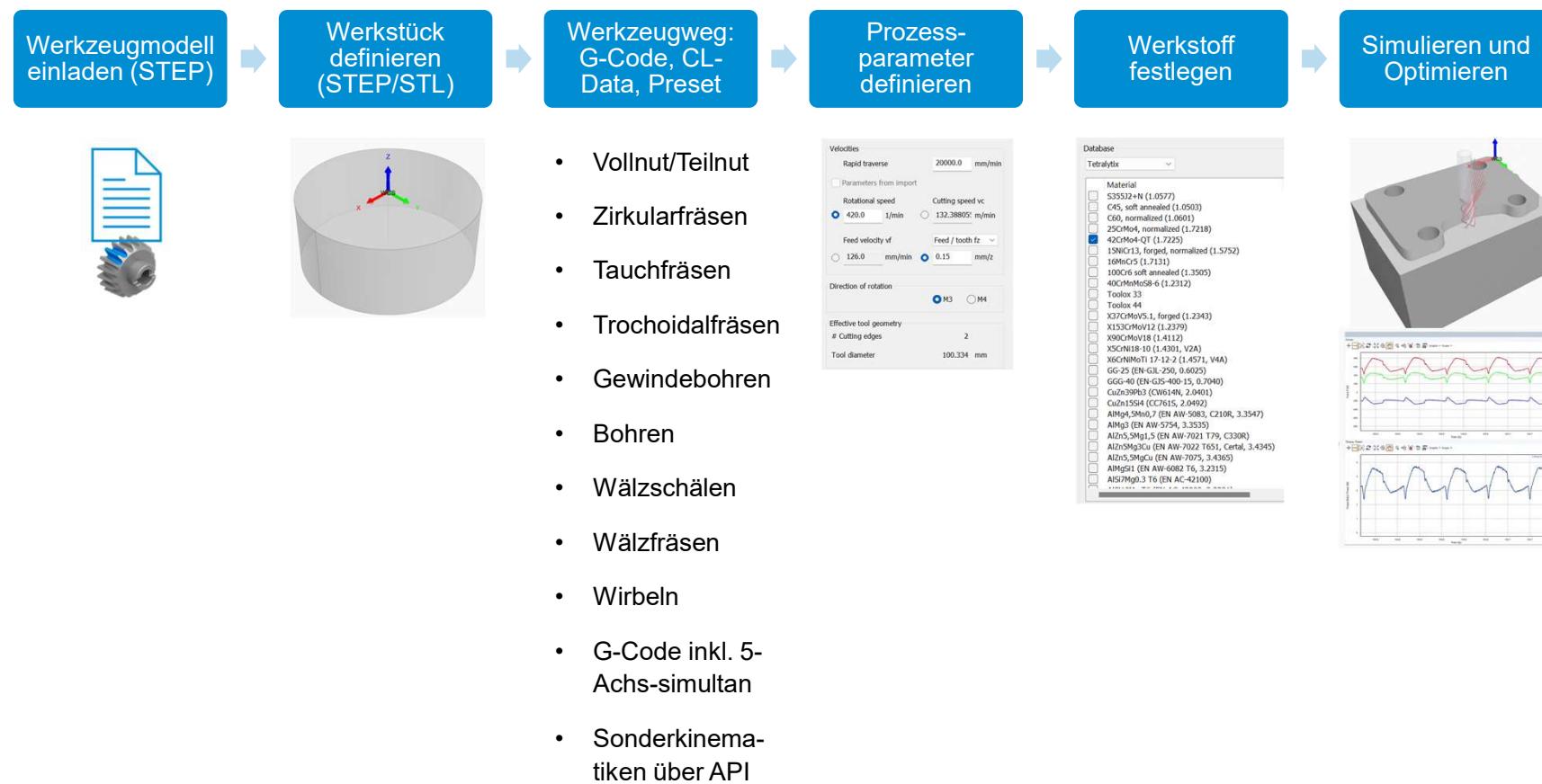
**Führende Werkzeughersteller und Maschinenhersteller verwenden Toolyzer**

Weltweit, u.a. in Europa, USA, Japan. Sowohl Großunternehmen als auch KMU

**Technische Universitäten erforschen mit Toolyzer neue Technologien**

Neue Werkzeugkonzepte, Modellierungen, Effizienzbetrachtungen uvm.

## Arbeitslauf einer Simulation mit Toolyzer



## Anwendungsbeispiele

Schruppen von GG-25 mit maximalem Zeitspanvolumen  
(Zusammenarbeit mit Alesa)

Optimierung der Produktivität der Herstellung eines Zahnímplantats  
(Zusammenarbeit mit Diametal)

Erhöhung der Prozesssicherheit beim Wälzschälen einer Innenverzahnung



## Schruppen mit maximalem Zeitspanvolumen (Fa. Alesa)

### Motivation

Hohes Zeitspanvolumen  $Q$  beim Schruppen von GG-25 mit Soll-Schnitttiefe  $a_p = 75 \text{ mm}$

### Herausforderungen

Langauskragende Werkzeuge,  
Ist-Schnitttiefe  $a_p = 72 \text{ mm}$ , Soll-Schnitttiefe  $a_p = 75 \text{ mm}$

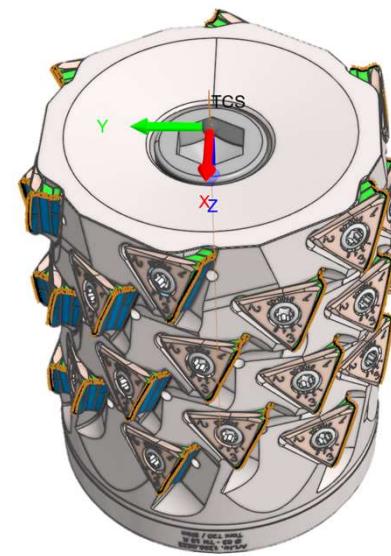
### Zielsetzung und Vorgehenweise

Bestmögliche Werkzeuggeometrie verwenden

Prozess optimal auslegen

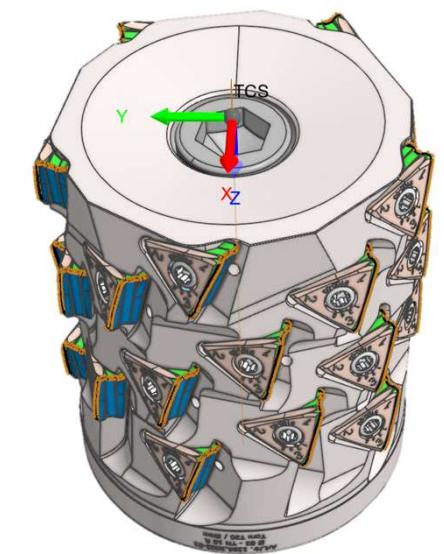
Simulationen zur gezielten Optimierung

Bisheriges Werkzeug



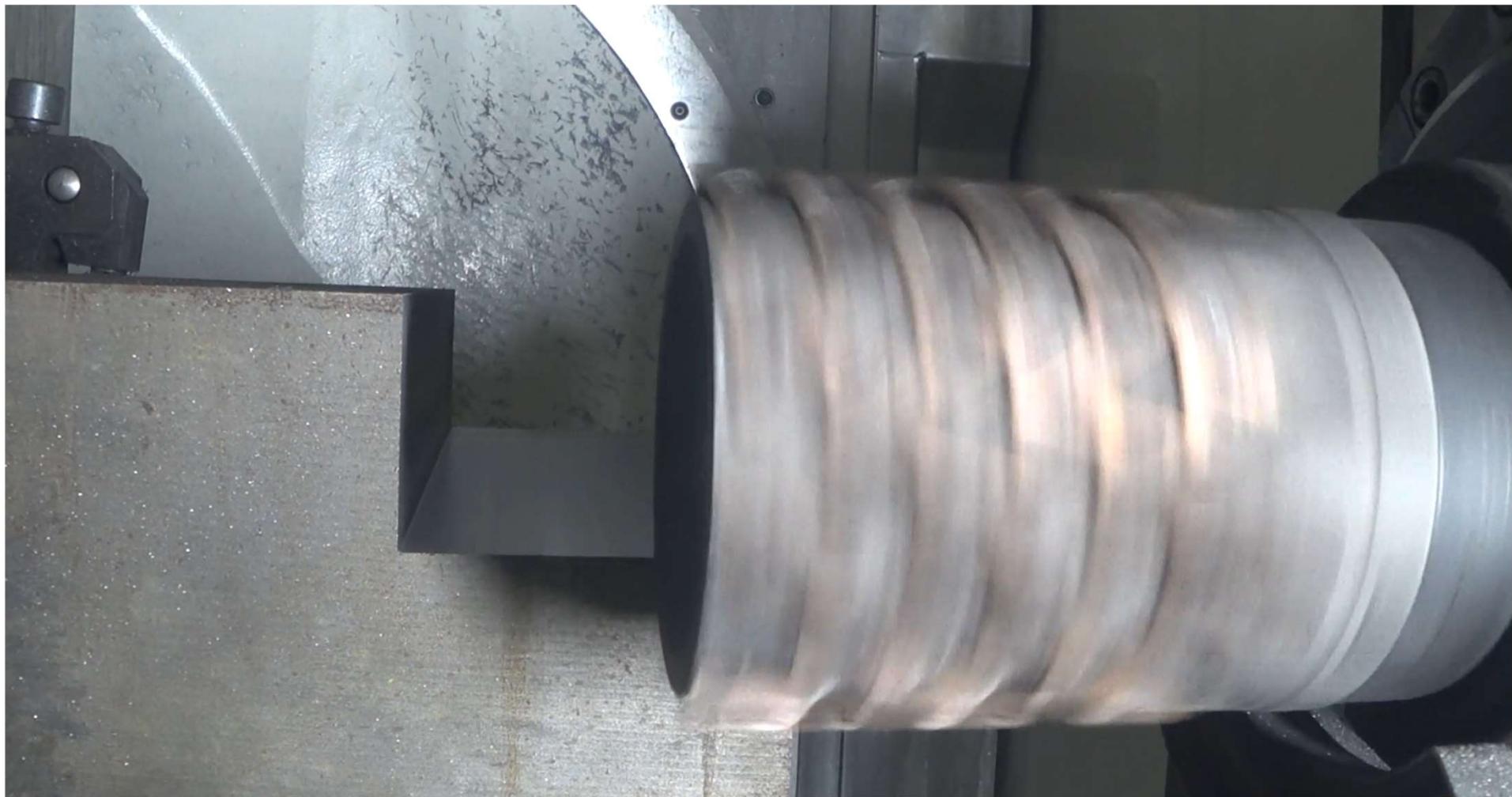
D = 83 mm  
Z = 6 / Umfang  
**Max.  $a_p = 72 \text{ mm}$**

Optimiertes Werkzeug

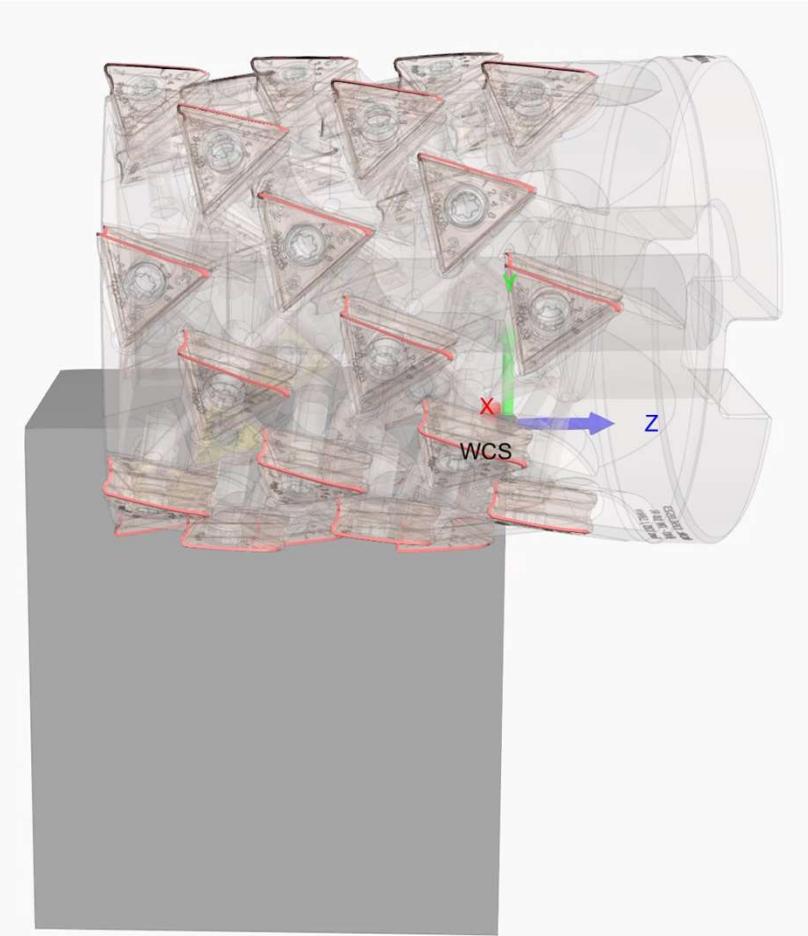
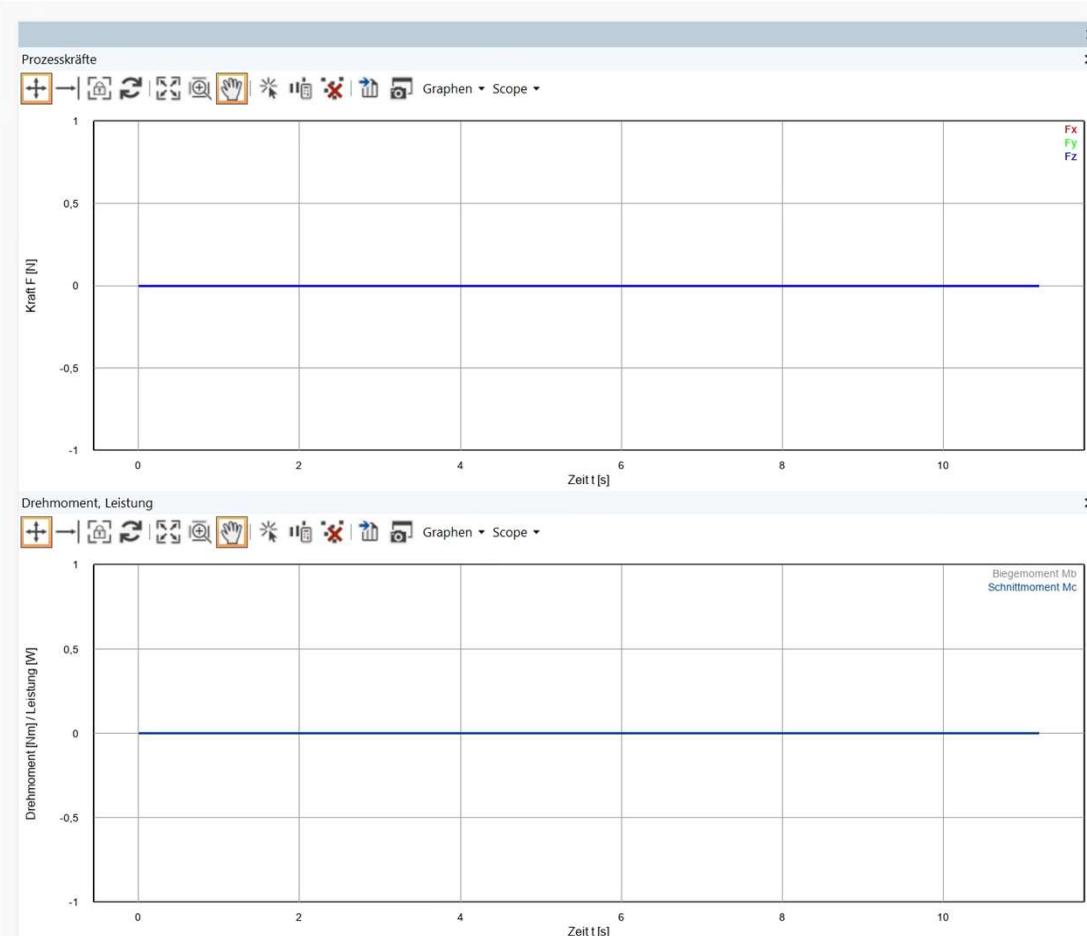


D = 83 mm  
Z = 5 / Umfang  
**Max.  $a_p = 75 \text{ mm}$**

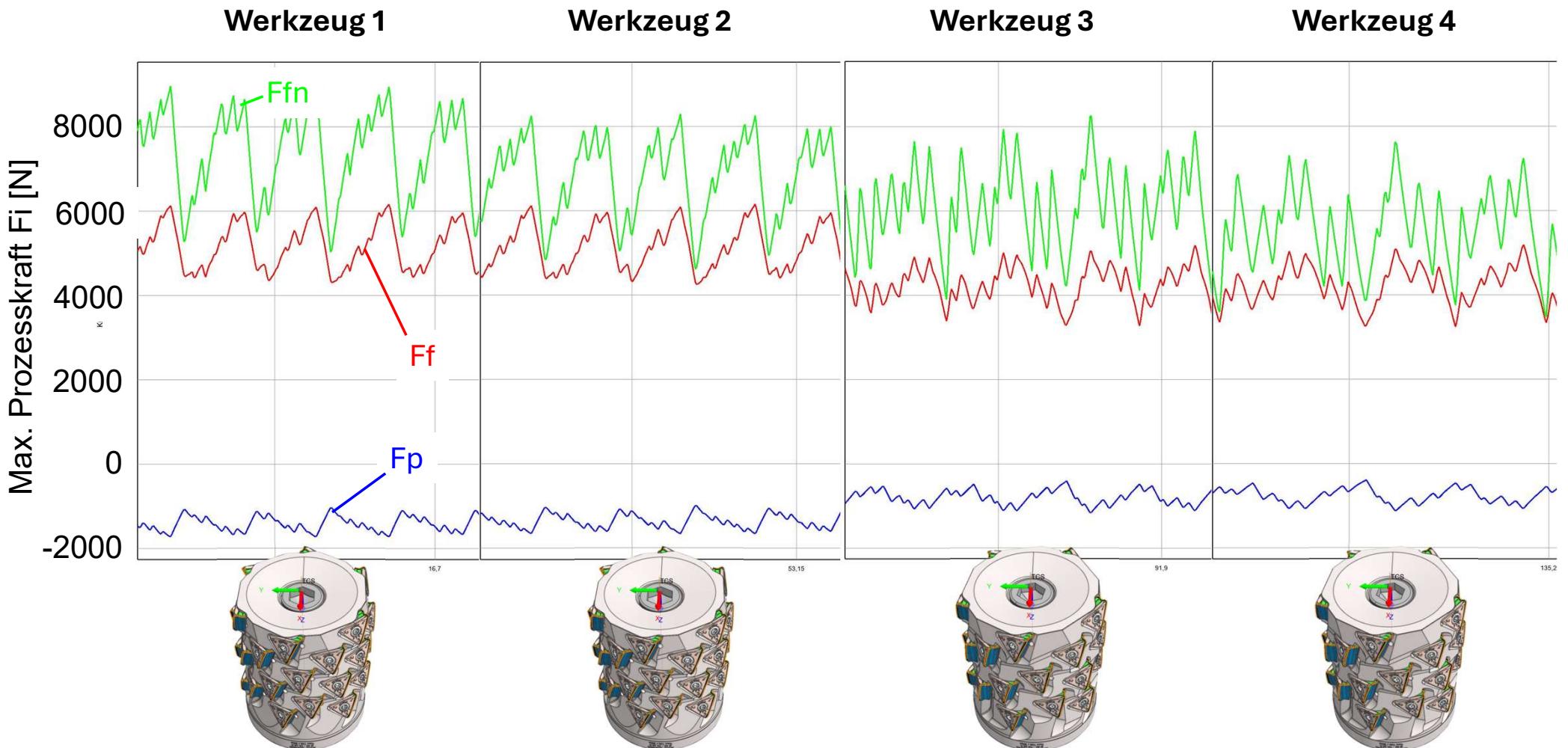
**Bisheriger Prozess: Schnitttiefe ap = 72 mm**



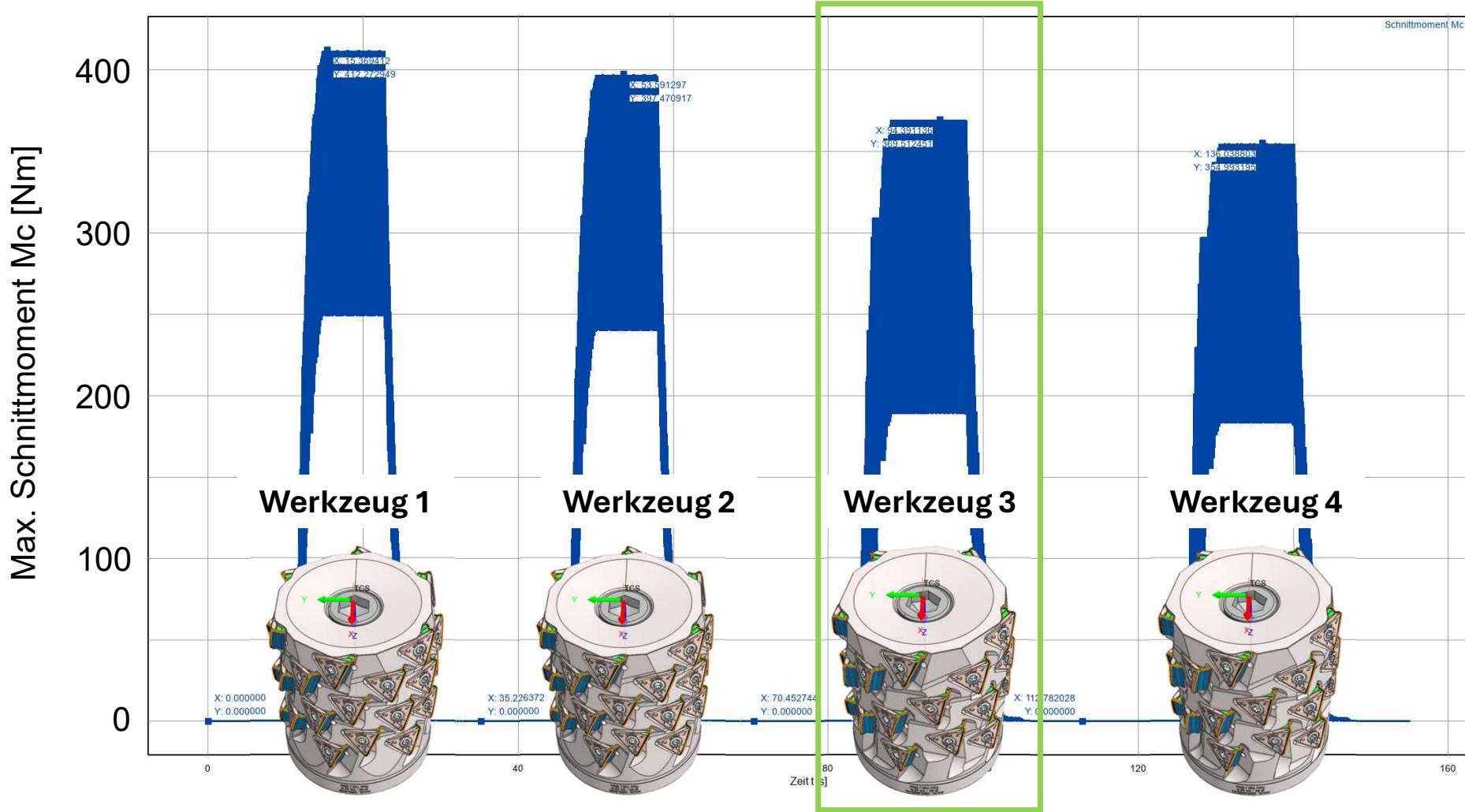
## Bisheriger Prozess: Schnitttiefe ap = 72 mm



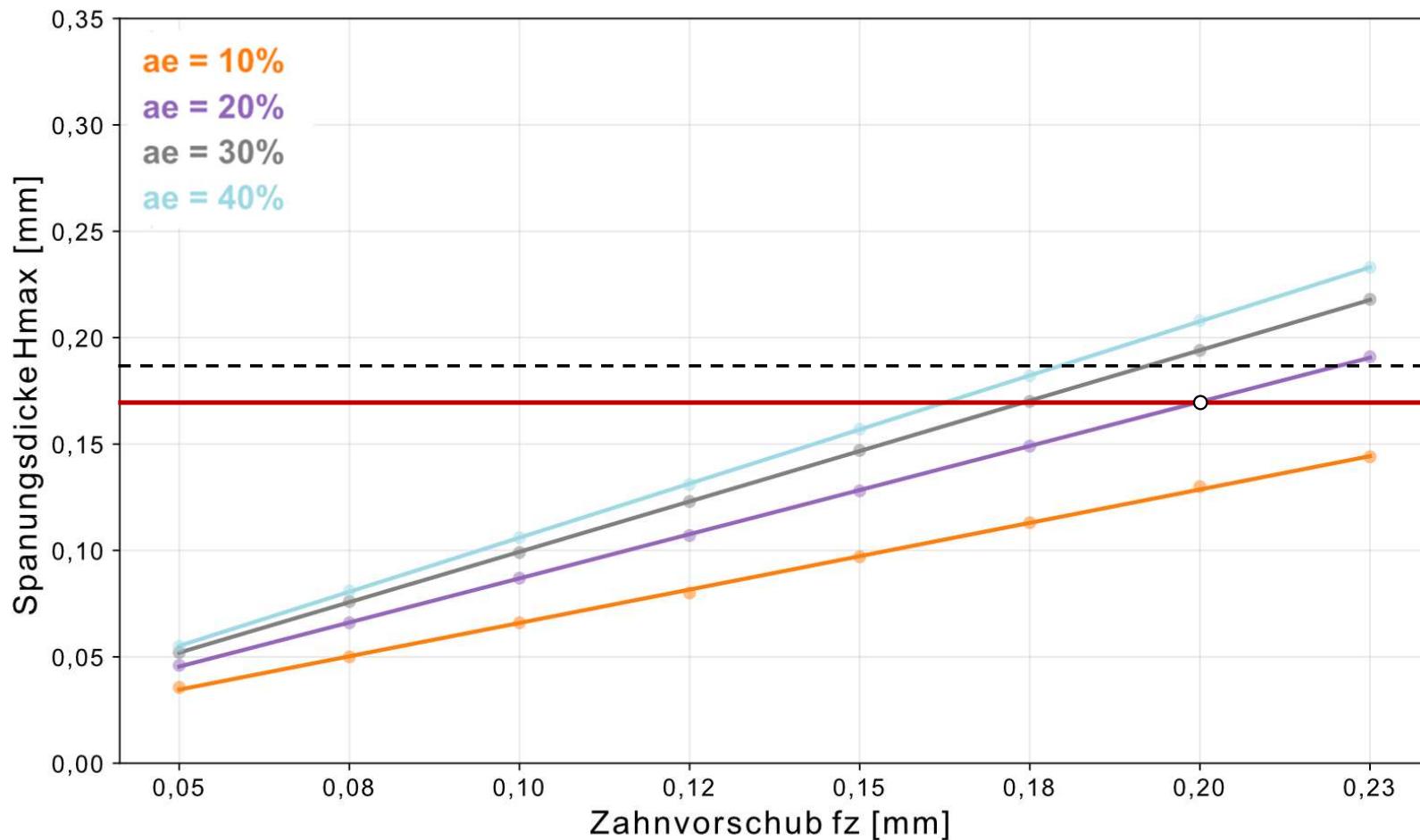
## **Simulierte Prozesskräfte für verschiedene Werkzeugkonfigurationen**



## Simuliertes Schnittmoment für verschiedene Werkzeugkonfigurationen

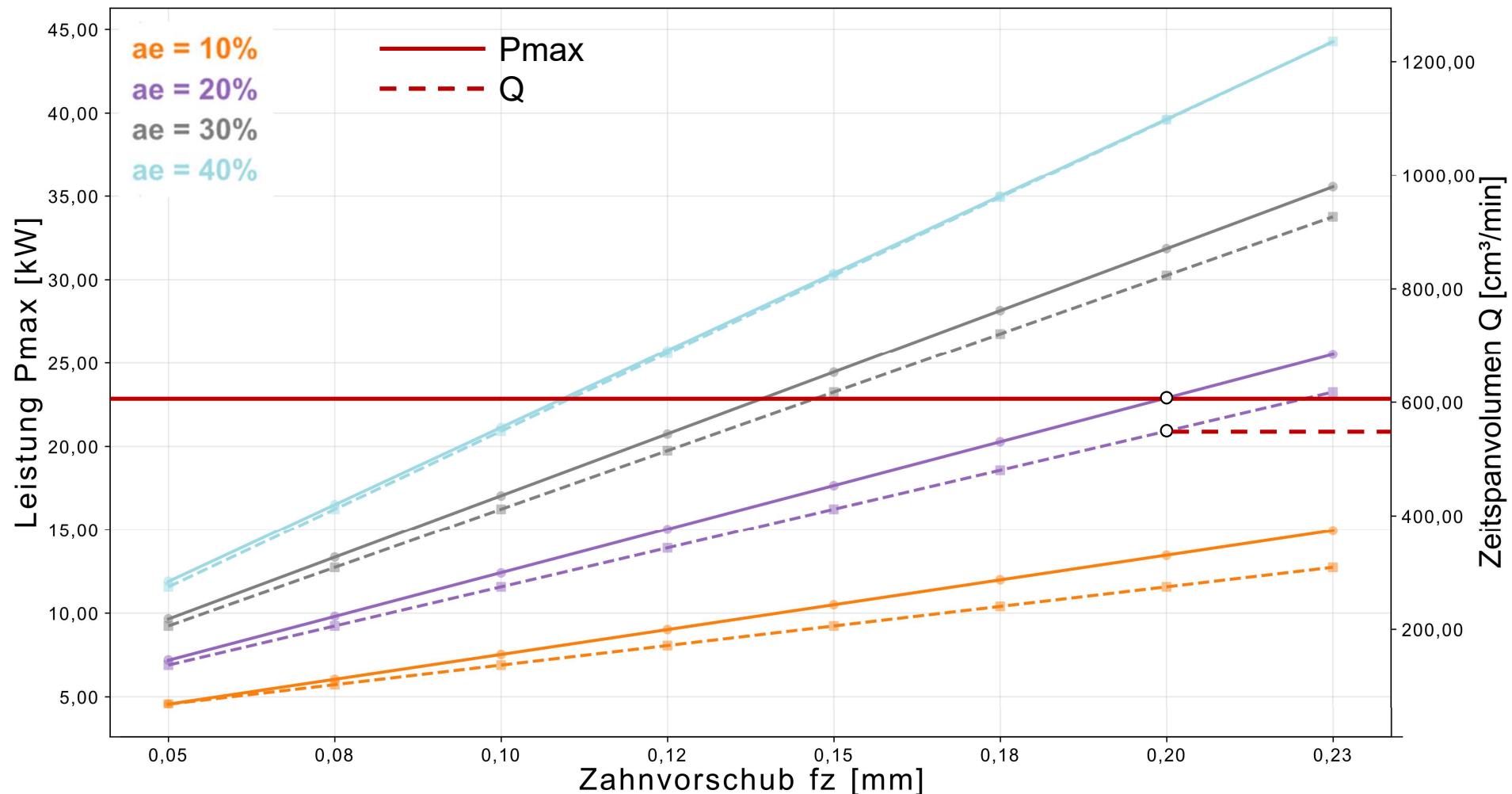


## Prozessauslegung: Spanungsdicke in Abhängigkeit von Zahnvorschub fz und Schnittbreite ae

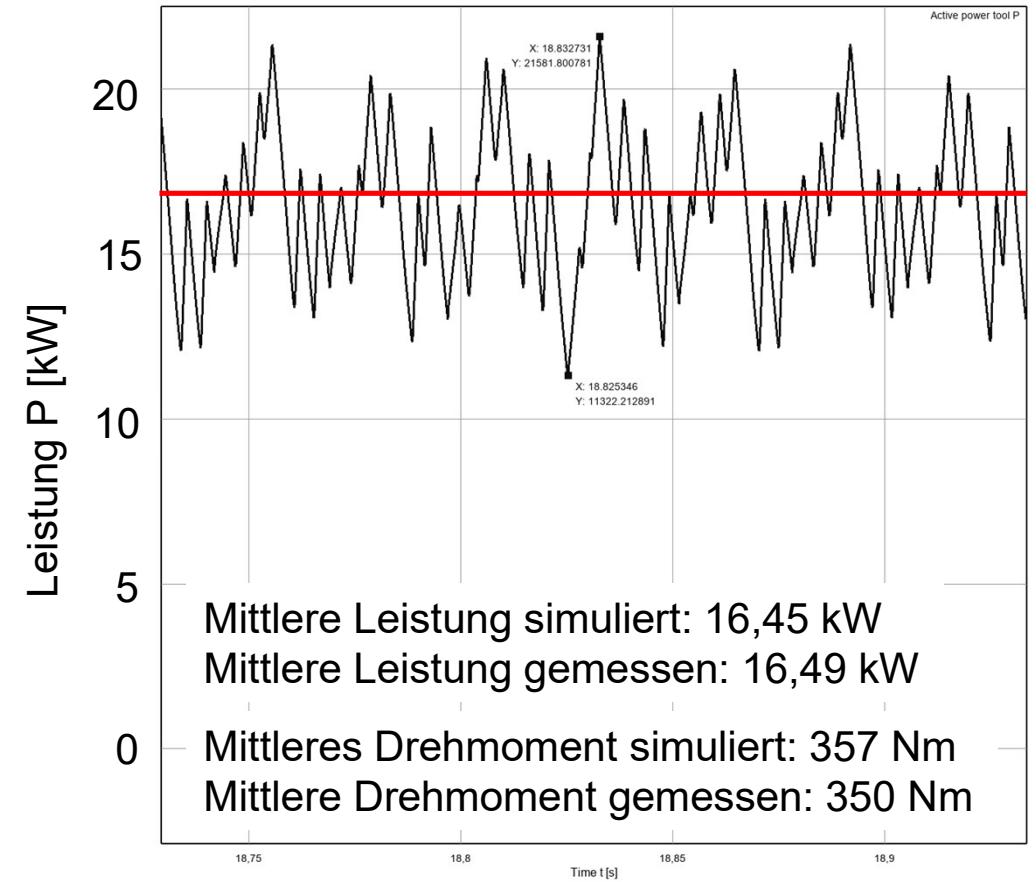
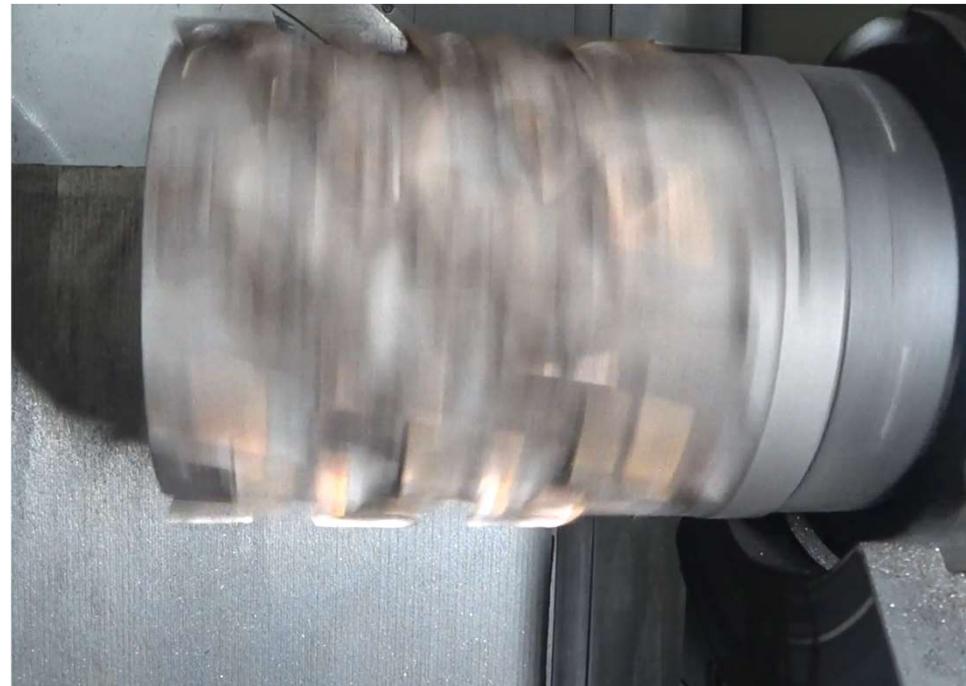


Exemplarisches Limit  
für die verwendete  
Wendeplatte

## Prozessauslegung: Simulierte max. Spindelleistung und Zeitspanvolumen (WZ 3, ap = 75 mm)



## Validierung: Werkzeug 3, ap = 75 mm, ae = 20%, fz = 0,196 mm / z



## Fazit

- ✓ Neue Werkzeuggeometrie ermöglicht Zielschnitttiefe von  $ap = 75 \text{ mm}$
- ✓ Optimale Prozessauslegung mit Hilfe von Toolyzer möglich:  
Maximales Zeitspanvolumen Q durch gezielte Wahl von Schnittbreite ae und Zahnvorschub fz  
Einfache Berücksichtigung von maximaler Spanungsdicke hmax und Spindelleistung P
- ✓ Bedarfsweise auch weitere Zielkriterien möglich, z.B. Berechnung max. Biegemoment  
Vorab Wahl der richtigen Maschine, des richtigen Werkzeughalter usw.

# Verbesserung der Produktivität bei Herstellung eines Zahnimplantats

## Motivation

Höhere Produktivität, schnelleres Einfahren

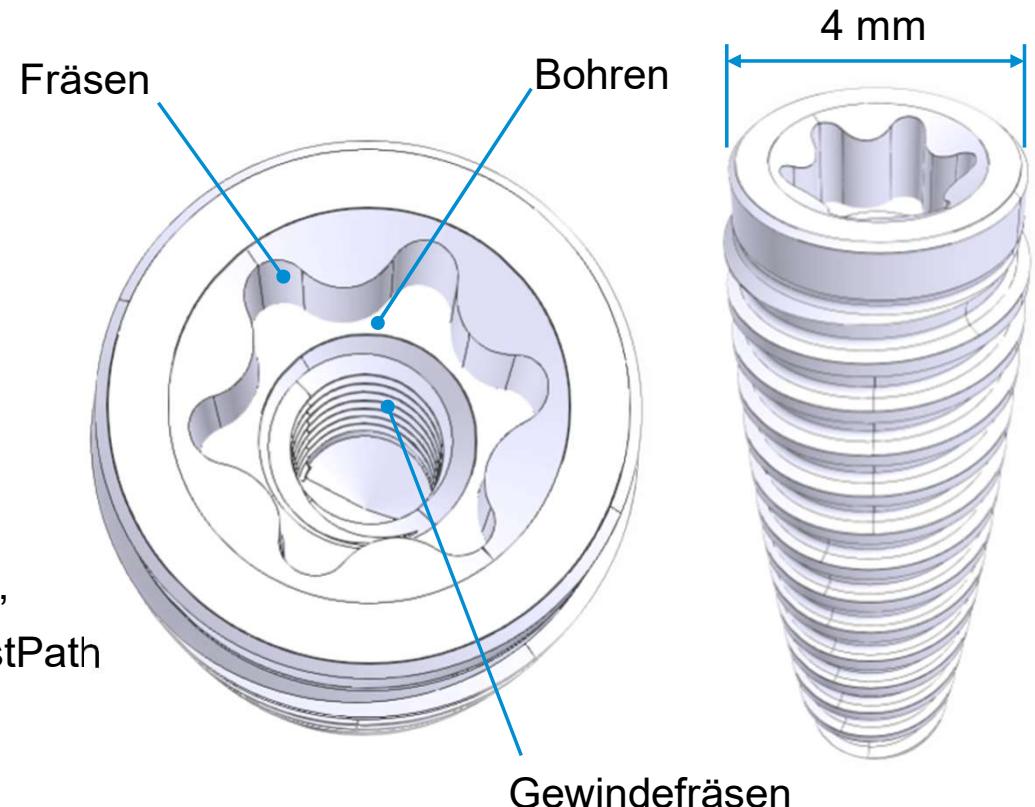
## Herausforderungen

Kleine Werkzeuge, Werkstoff Ti-6Al-4V

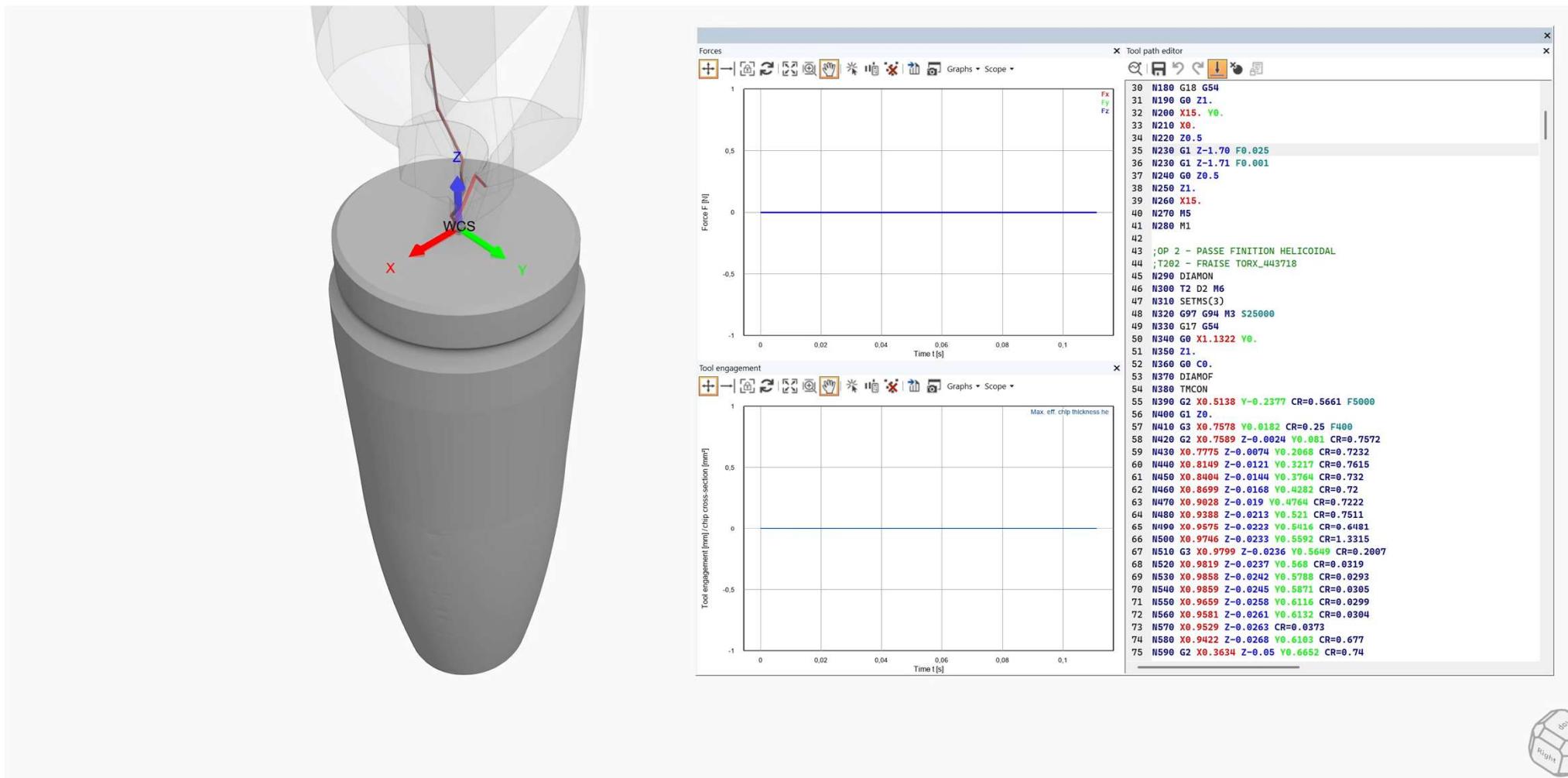
Enge Toleranzen

## Zielsetzung und Vorgehenweise

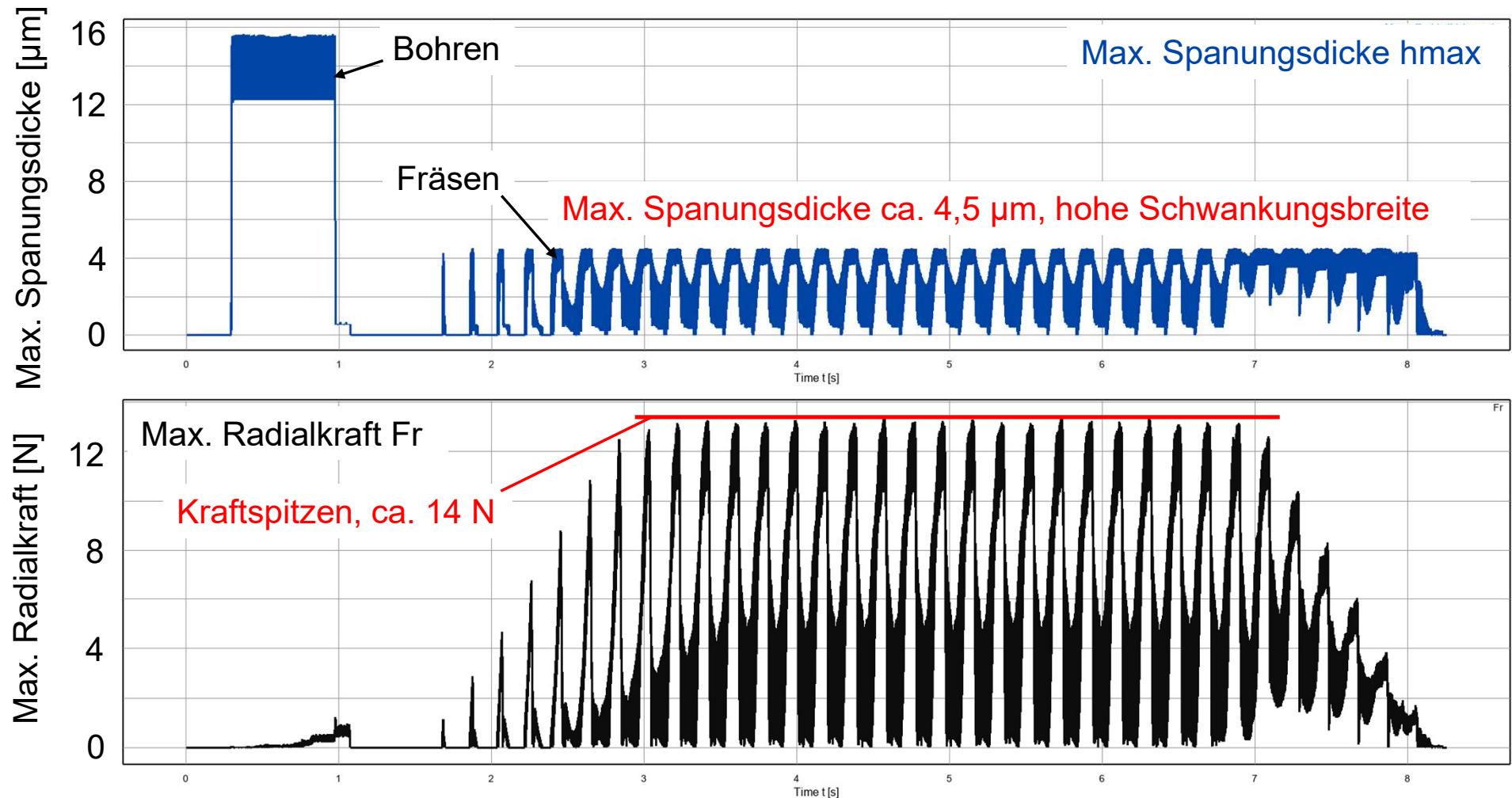
Analyse des Prozesses und der Werkstückgeometrie,  
Automatisierte Vorschuboptimierung mit Toolyzer FastPath



## Video – Referenzprozess



## Referenzprozess: Maximale Spanungsdicke und Radialkraft



## Toolyzer FastPath – die moderne Vorschuboptimierung

### Anwendung

Schnellere Prozesse durch Vorschuboptimierung

Reduktion von Kraft- und Drehmomentspitzen

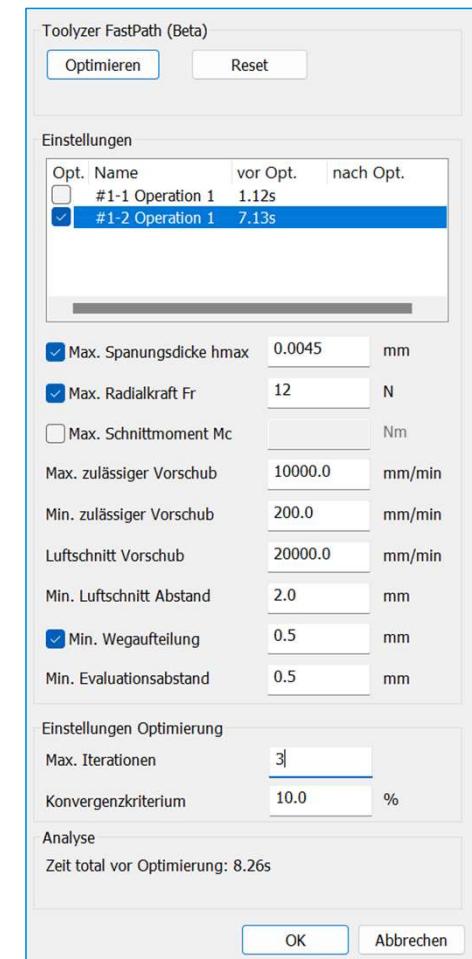
Homogenisierung des Werkzeugeingriffs

### Alleinstellungsmerkmale Toolyzer FastPath

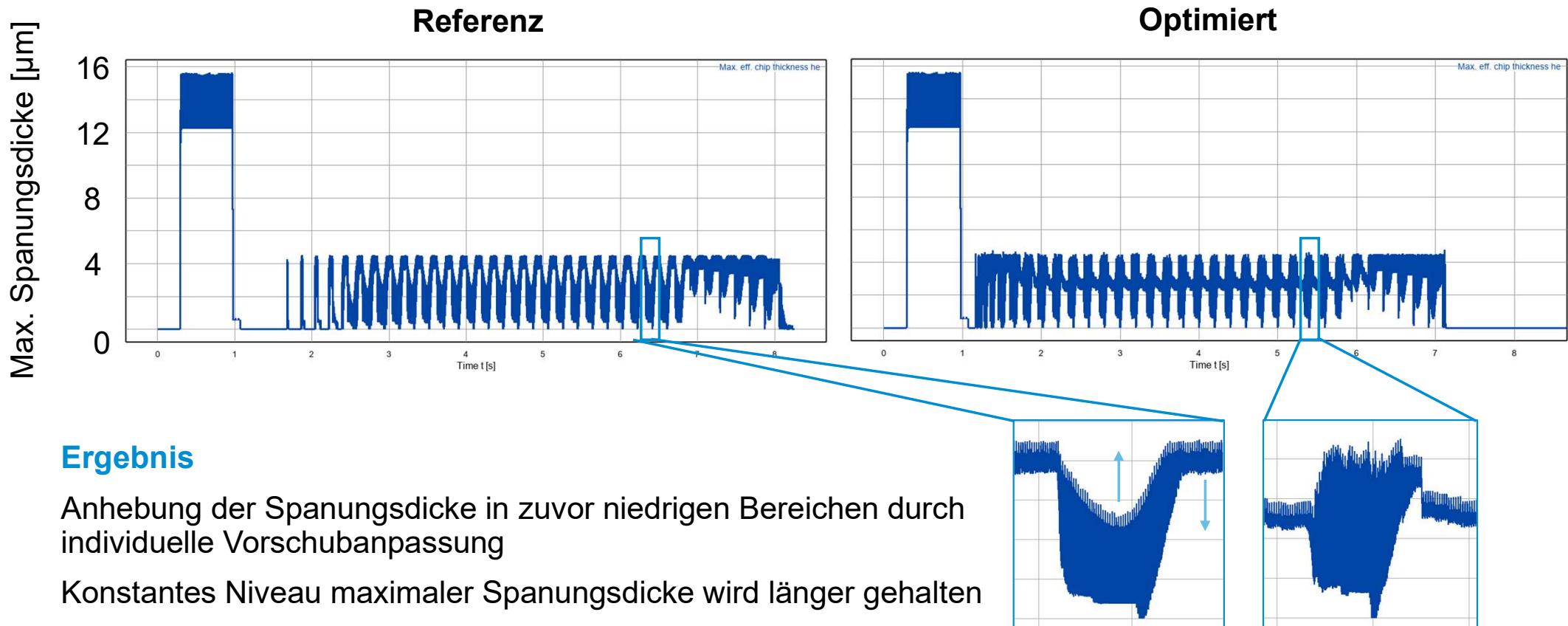
Berechnung der tatsächlichen Spanungsdicke

Beliebige Prozesse inkl. 5-Achs-Simultan und Wälzschälen

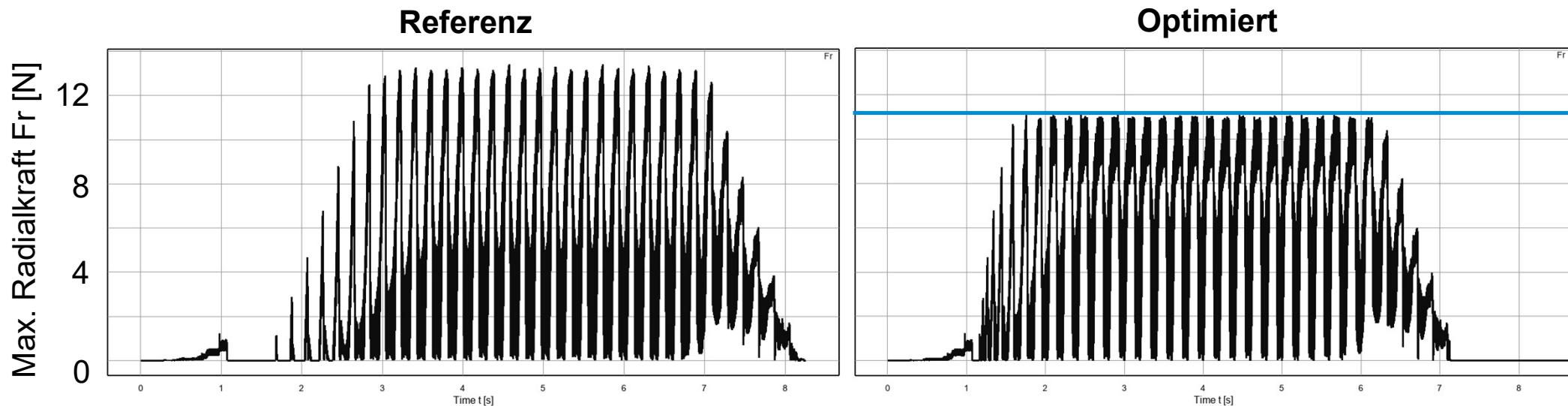
Schrupp- und Schlichtprozesse



## Maximale Spanungsdicke im Vergleich



## Maximale Radialkraft $F_r$ im Vergleich



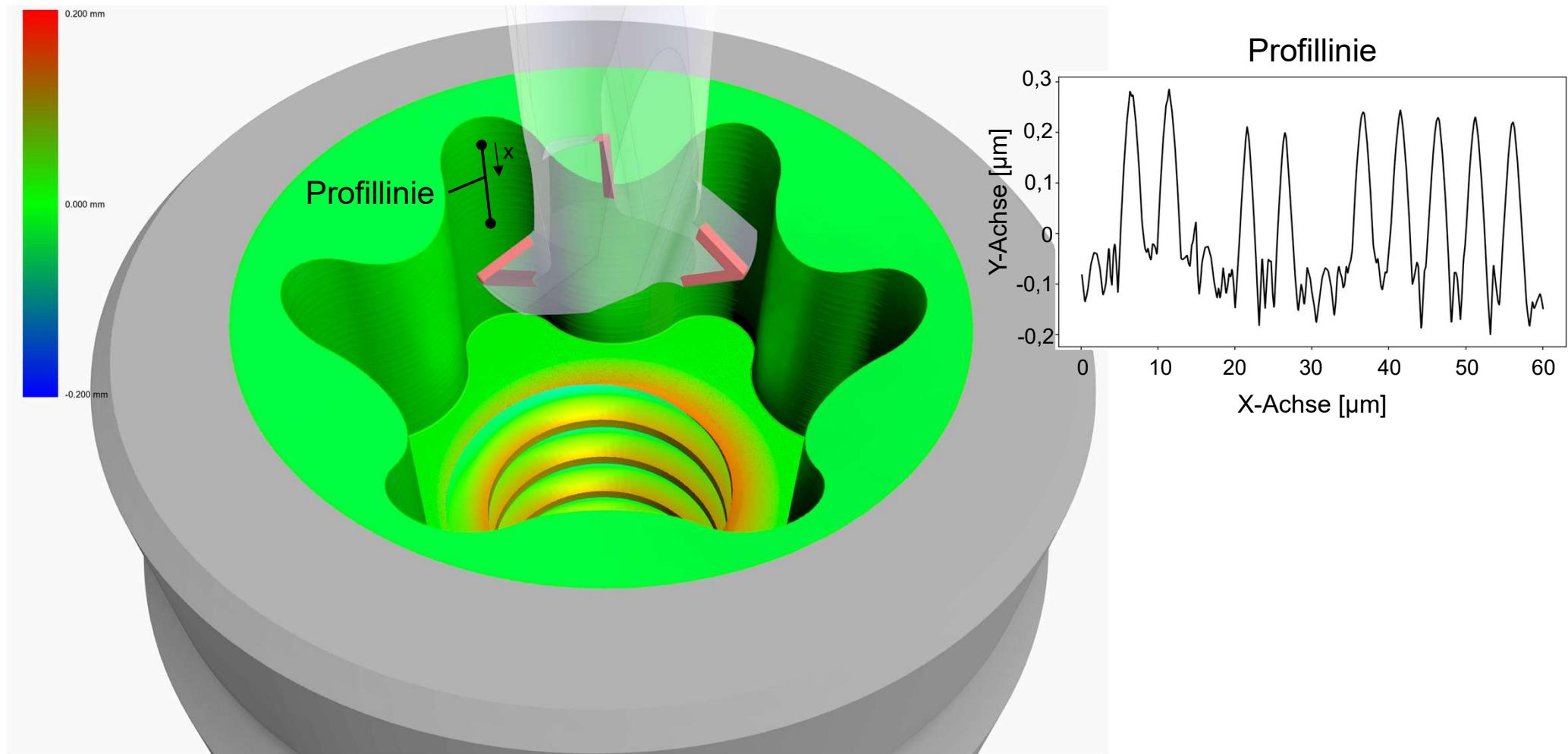
### Ergebnis

Reduktion der Kraftspitzen um 17 %

Geringere Schwankungen, konstanteres Kraftniveau, dadurch Prozess laufruhiger

**Verbesserung der Produktivität beim Fräsen ca. 16%**

## Kontrolle der Werkstückgeometrie des optimierten Prozesses



## Fazit

✓ **Prozesssicherheit und Charakteristik verbessert**

Homogenere Eingriffsbedingungen

Reduzierte Kraftspitzen und geringeres Kraftniveau

✓ **Produktivität erhöht um 16 %**

Schnellerer Fräsvorgang trotz geringerer maximaler Kräfte

✓ **Werkstückgeometrie i.O.**

Werkzeuge und G-Code sind geeignet, um geforderte Geometrie zu erzielen

## Höhere Prozesssicherheit beim Wälzschälen einer Innenverzahnung

### Motivation

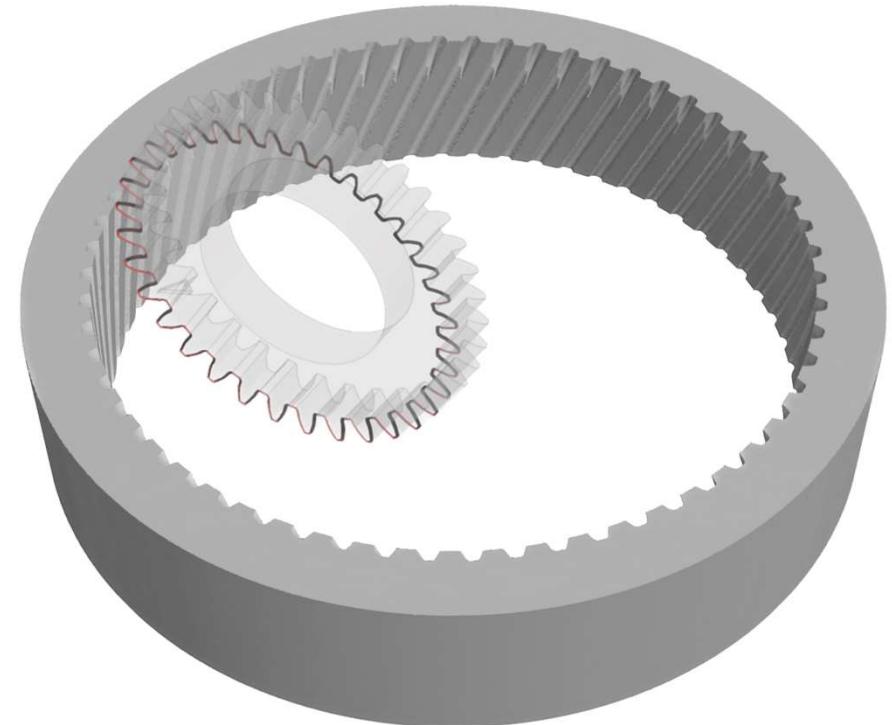
Zeitspanvolumen und Prozesssicherheit erhöhen

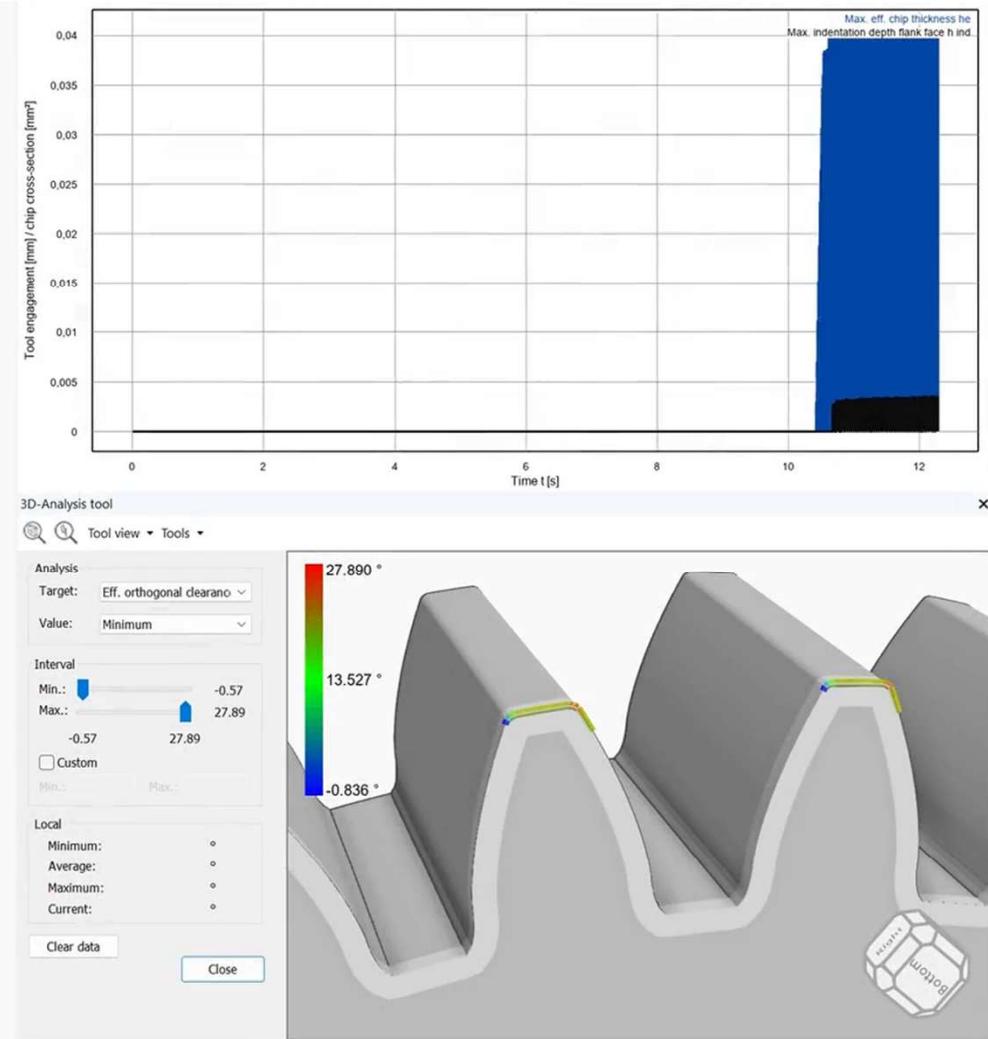
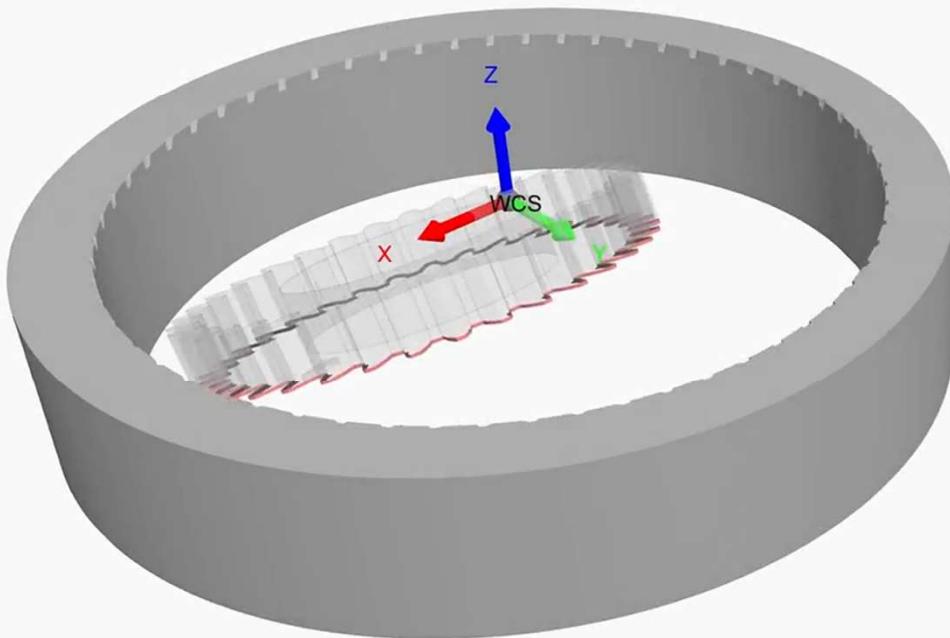
### Herausforderung

Komplizierte Kinematik, Analyse des Werkzeugeingriffs  
erschwert, Wechselwirkungen zwischen den Schnitten

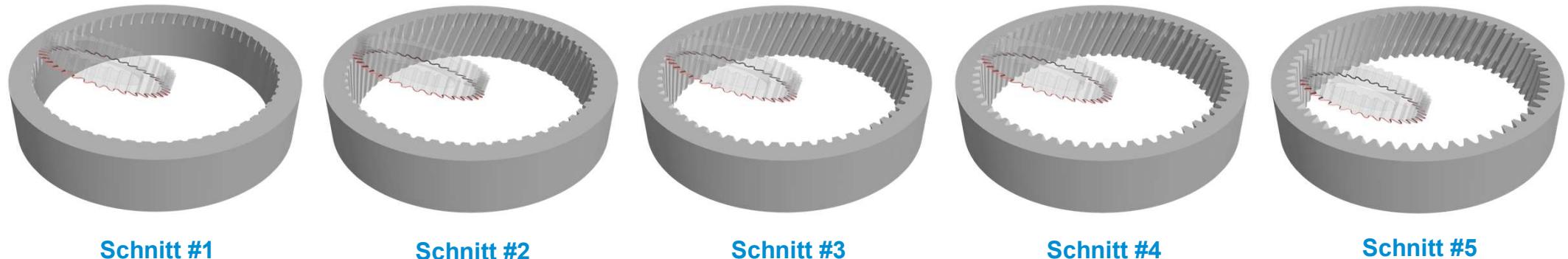
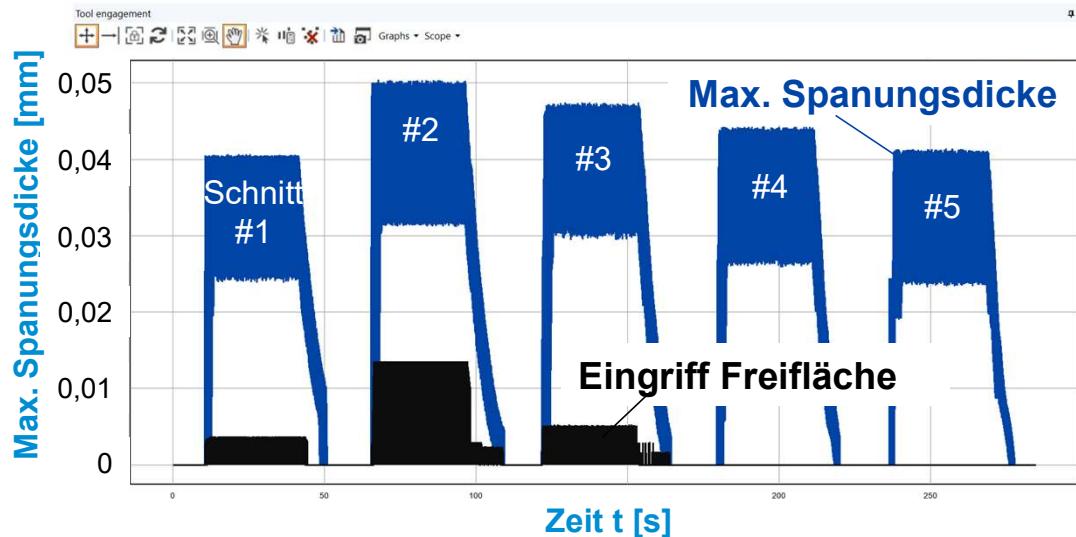
### Lösung

Vollständige, dreidimensionale Simulation des gesamten  
Prozesses





# Höhere Prozesssicherheit beim Wälzschälen einer Innenverzahnung



## Prozess

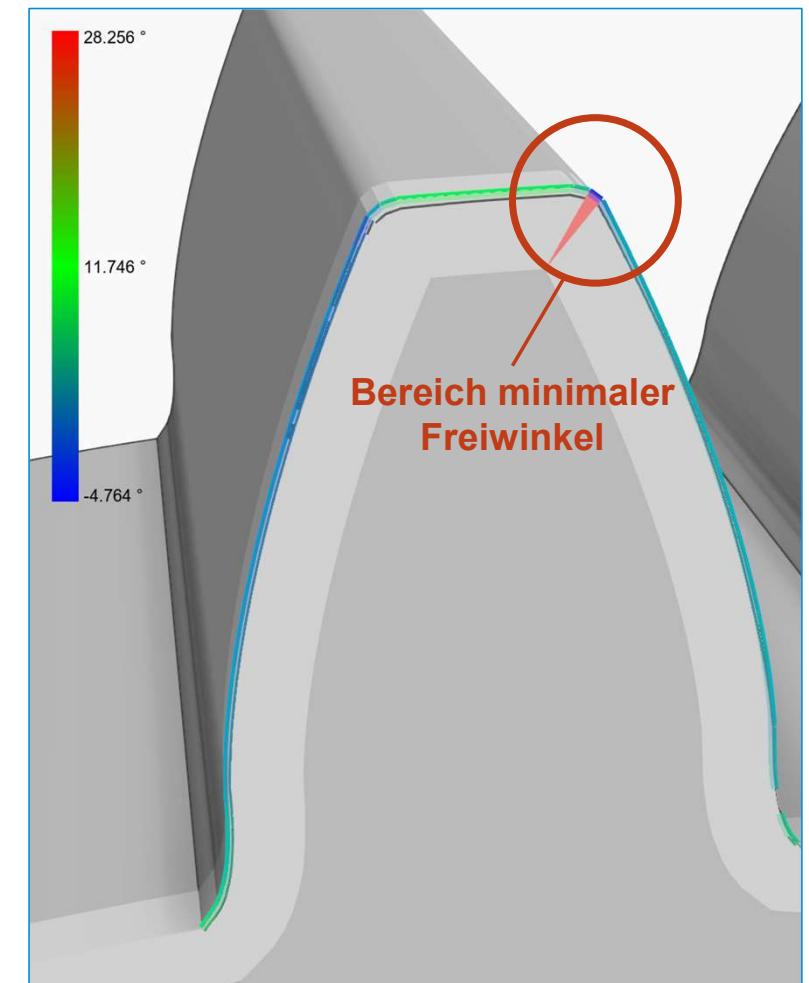
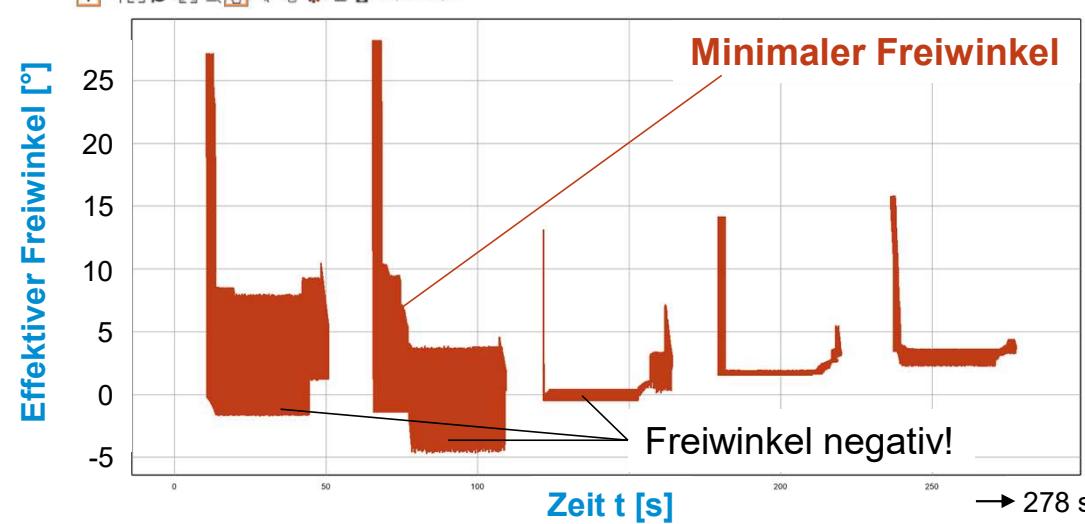
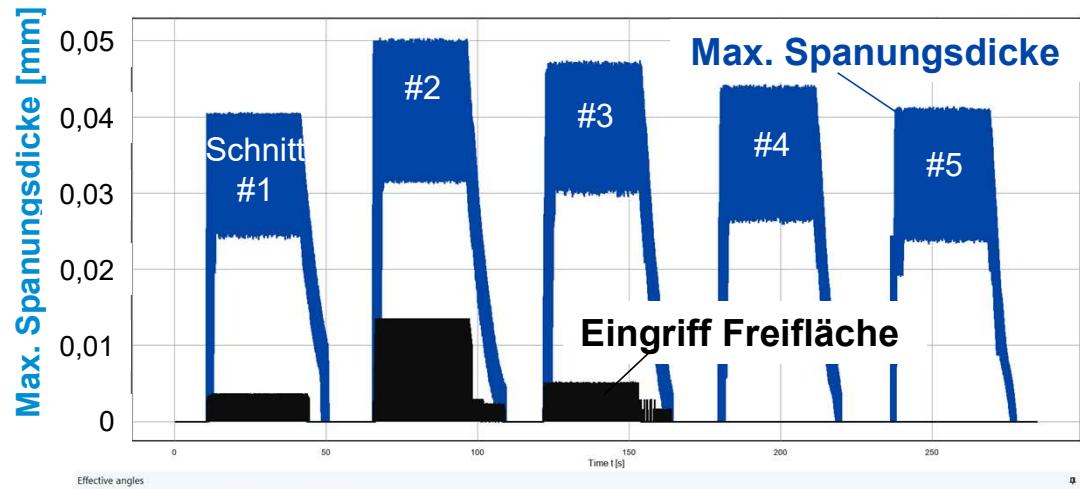
Innenverzahnung, 5 Schnitte

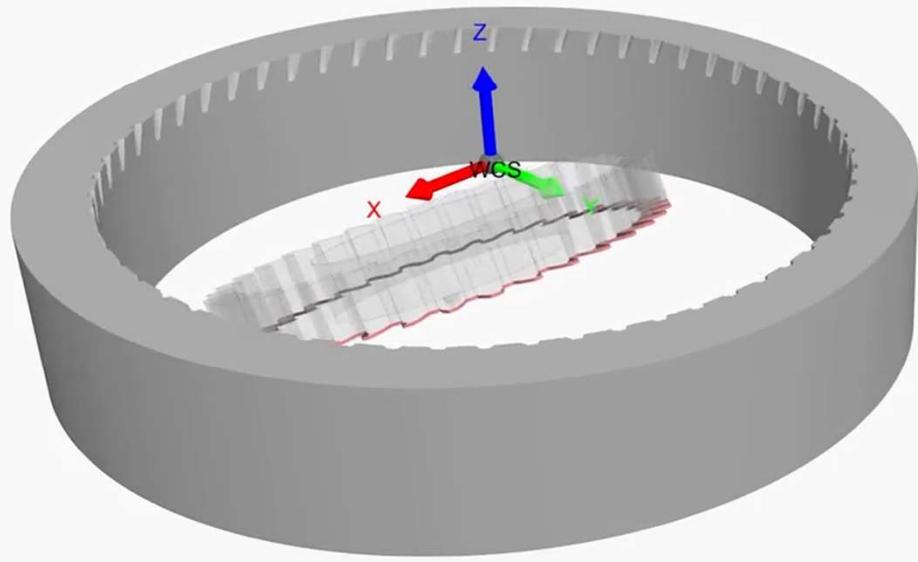
## Ziel

Zeitspanvolumen und Prozesssicherheit erhöhen:

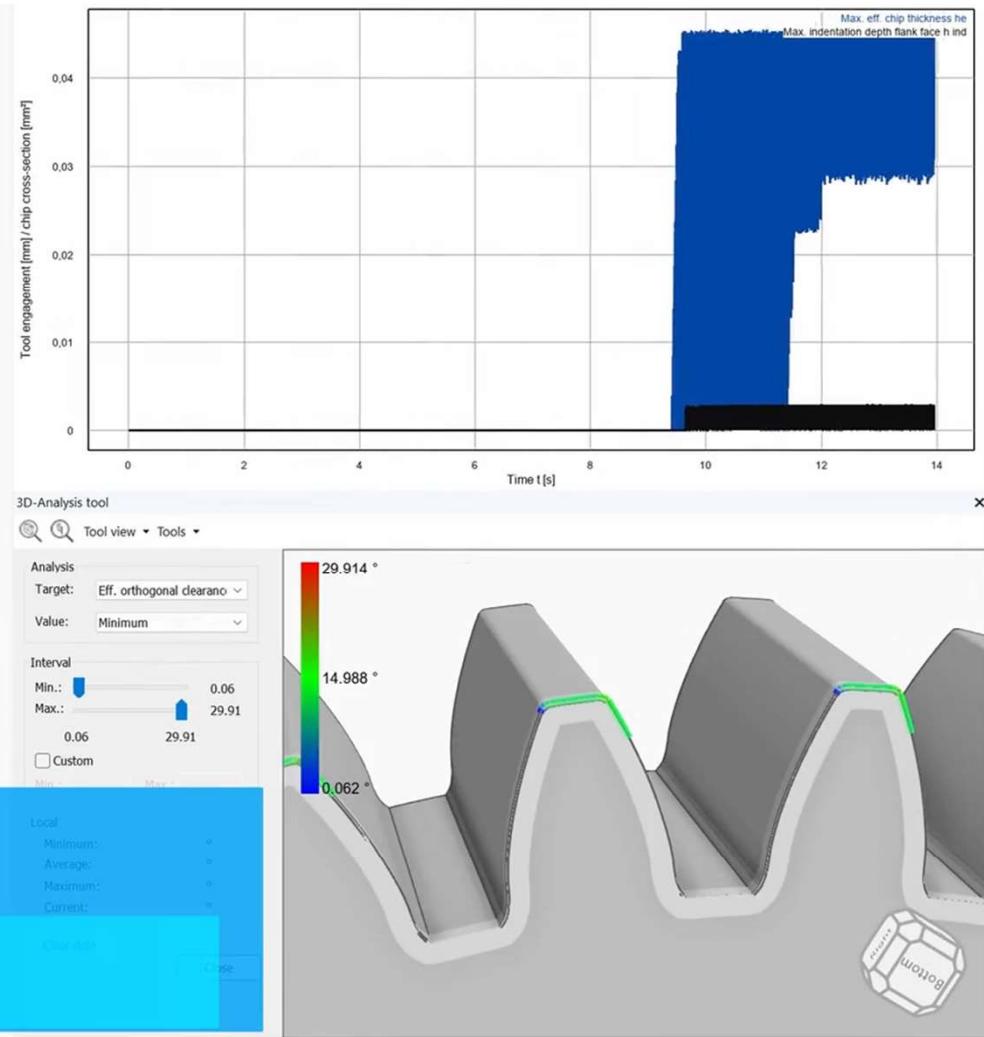
- Spanungsdicke harmonisieren
- Freiflächeneingriff vermeiden

## Höhere Prozesssicherheit beim Wälzschälen einer Innenverzahnung

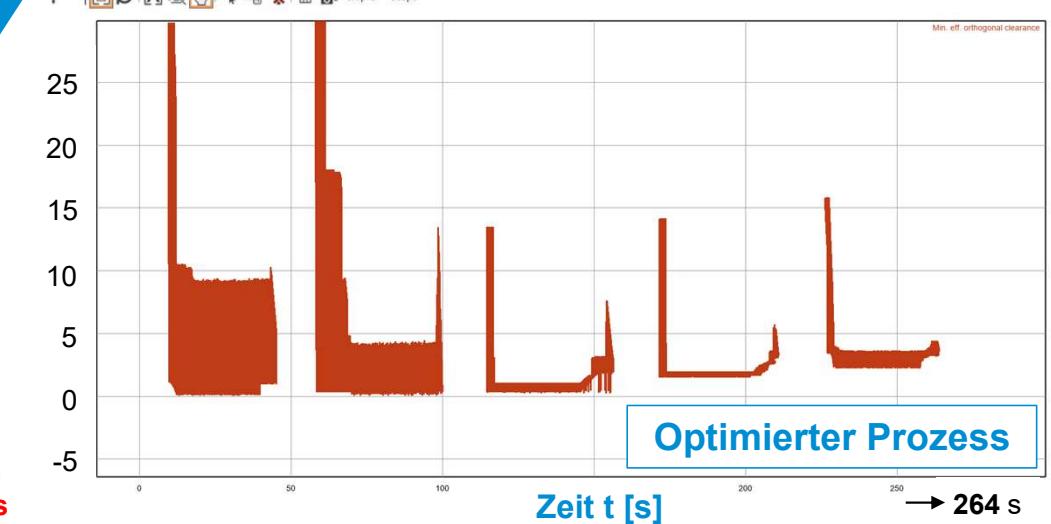
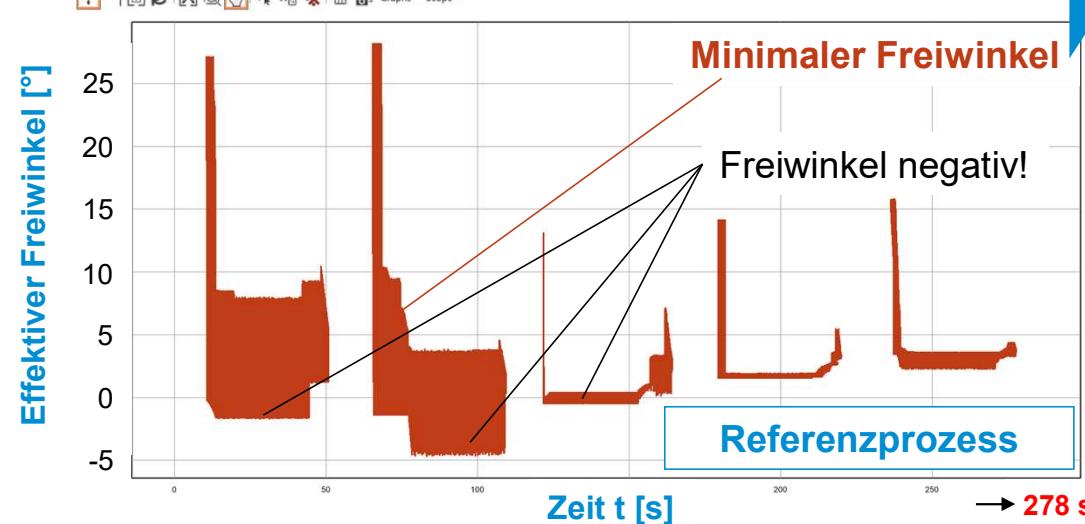
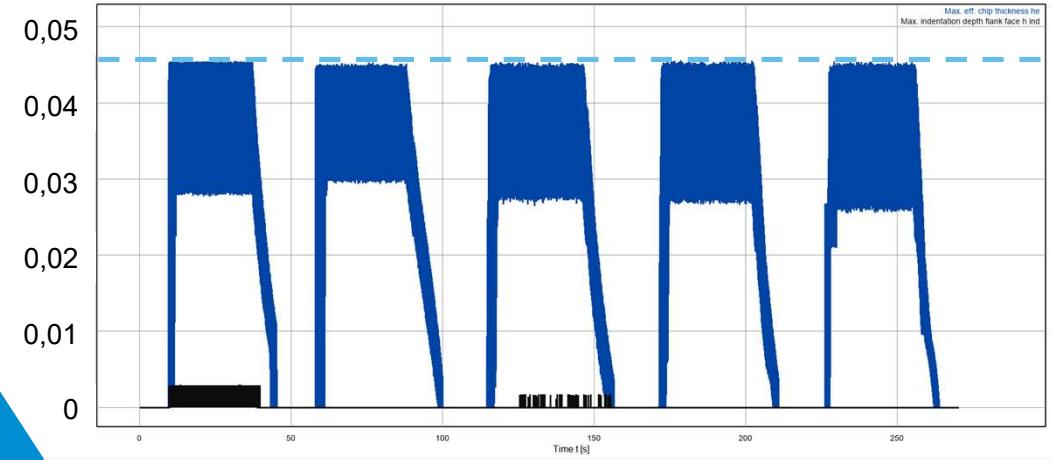
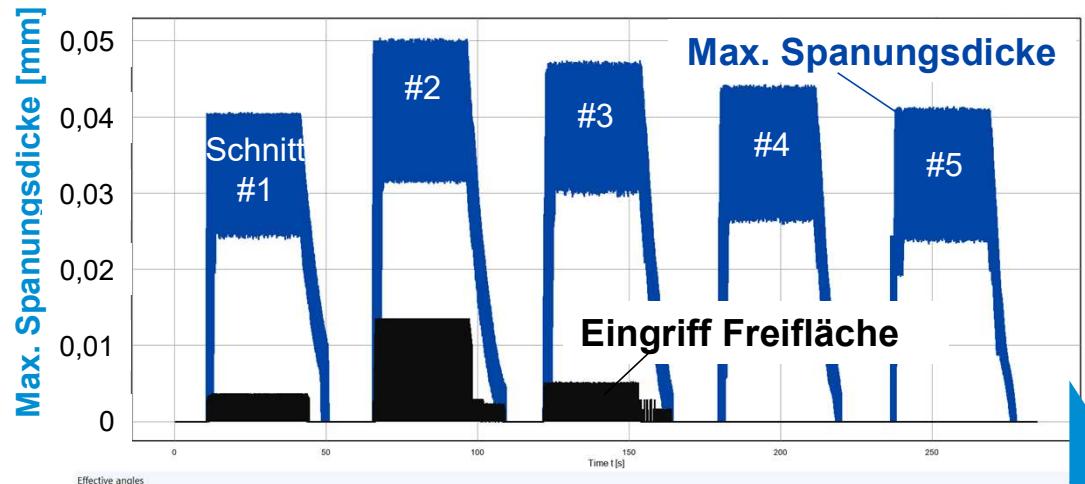




Optimized process  
Enhanced clearance and productivity!



## Höhere Prozesssicherheit beim Wälzschälen einer Innenverzahnung



## Nächste Termine

**SIAMS: 21.04.2026 – 24.04.2026, Moutier, Schweiz**

GrindingHub: 05.05.2026 – 08.05.2026, Stuttgart, Deutschland

Elmia Machine Tools: 19.05.2026 – 22.05.2026, Jönköping, Schweden

JIMTOF: 26.10.2026 – 31.10.2026, Tokio, Japan

## Ihre Möglichkeiten – Sprechen Sie uns an!

**Persönliche Online-Vorführung**

**Analyse Ihrer individuellen Problemstellung**

**Kostenlose Testphase**

**BRÜGGER**  
TECHNOLOGIES SARL

**Brügger Technologies Sàrl**  
Chemin aux maisonnettes 16  
CH 1788 Praz(Vully)  
Schweiz  
[info@dbrtech.ch](mailto:info@dbrtech.ch)  
Tel. +41 79 5071716  
[www.dbrtech.ch](http://www.dbrtech.ch)

**Tetralytix**

**Tetralytix GmbH**  
Hollerithallee 17  
30419 Hannover  
Deutschland  
[info@tetralytix.de](mailto:info@tetralytix.de)  
Tel. +49 151 42019457  
[www.tetralytix.de](http://www.tetralytix.de)  
HRB 222795  
Amtsgericht Hannover