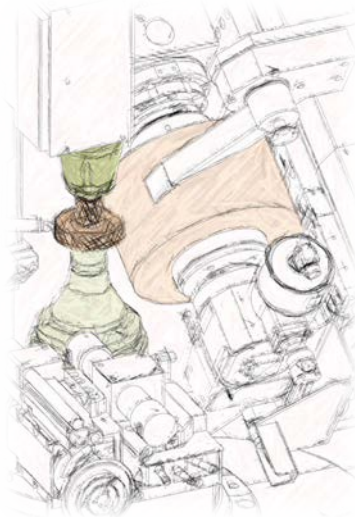


Lösungen für einen adaptiven Wälzschleifprozess

Jens Gentzen
Jonas Böttger




01.10.2020

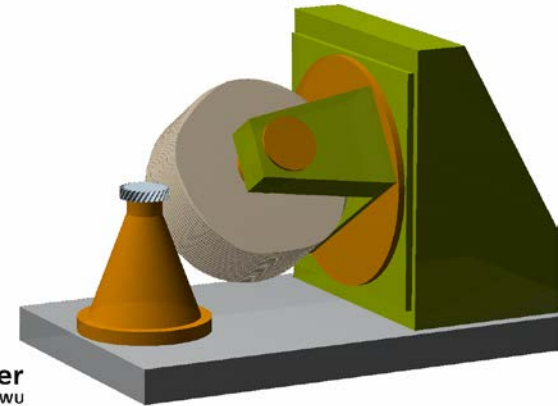


Motivation/Problemstellung

- Hohe Anforderungen an Werkstückqualität und Bauteileigenschaften
- gleichzeitig hohen Anforderungen an wirtschaftliche Fertigung
- Einflussgrößen auf Bauteilqualität beim Wälzschleifen weitgehend unbekannt, bzw. ungenutzte Potentiale hinsichtlich:
 - → Werkzeugzustand und thermische Randzonenbeeinflussung
 - → Relativverlagerungen und Topografie/Anregungsverhalten

Adaptive Fertigungsprozesse

- Selbstständige Anpassung technologischer Prozessparameter als Reaktion auf definierte und messbare Zustände von Werkzeug/Werkstück und Prozess
 -  Kontinuierliche Prozessbewertung durch eingesetzte Sensorik und geeignete Auswertung
 -  Vermeidung von Produktionsstillständen
 -  Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch Reduzierung von Sicherheitsfaktoren



Aufbau einer Online-Hochfrequenzanalyse

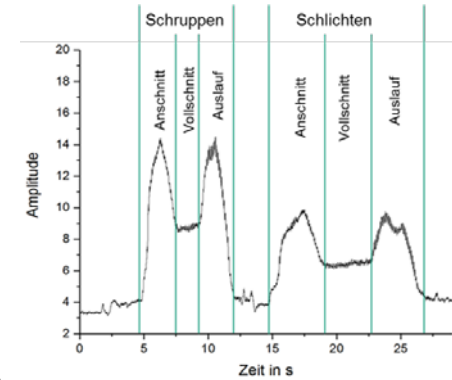
- Integration eines AE-Sensors in die Reitstockspitze und Nutzung weiterer vorhandener Sensoren (z.B. Spindelstrom)
- In-Prozess-Bewertung des Schleifverhaltens möglich
- Verifizierung bei verschiedenen Prozessführungen

Modellierung des Schleifprozesses

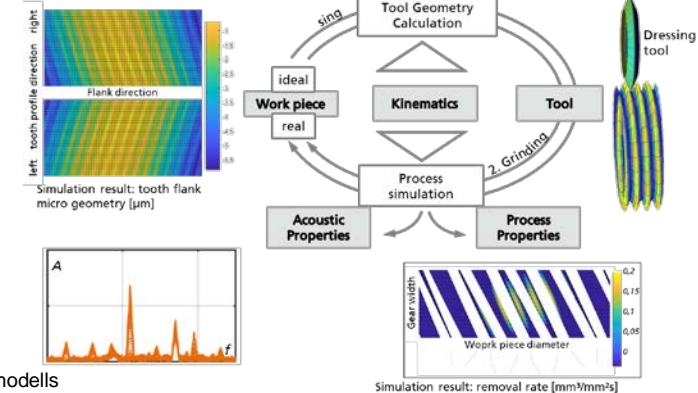
- Zweistufiges Zahnrad-Schleifprozessmodell erstellt
- Getrennte Betrachtung des Abricht- und Schleifprozesses
- Vorhersage von Prozessabbildern bei Störeinflüssen möglich
- Voraussetzung für Prozessregelung



Reitstockspitze mit Kraft- und AE-Sensor



AE-Pegel des Referenzprozesses



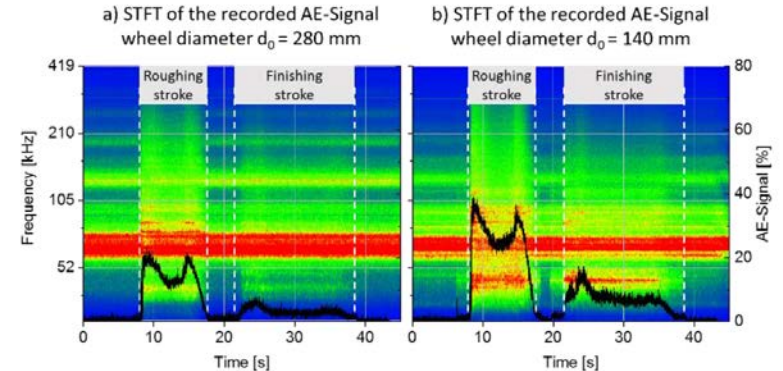
Aufbau des Prozessmodells

Entwicklung eines modellbasierten, adaptiven Zerspanungsprozesses

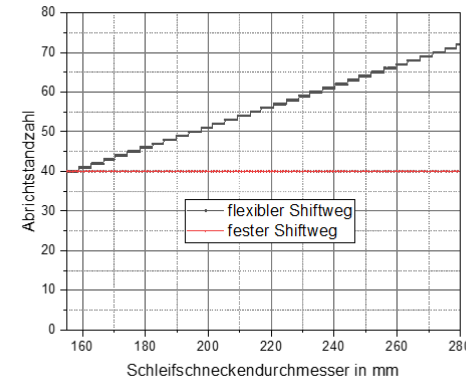
- Ermittlung von Korrelationen zwischen gewollten und ungewollten Prozesseinflüssen und dem Prozessbild auf Basis des Modells und von Schleifversuchen
- Ableitung von geeigneten Stellgrößen und Algorithmen für eine Prozessregelung
- Funktionsnachweis unter Versuchsbedingungen

Bewertung der entwickelten Technologie

- Abgleich der ermittelten Potenziale mit der Serientechnologie des Anwenders mit den Schwerpunkten Genauigkeit und Fertigungskosten
- Erarbeitung von Lösungsansätzen für weitere Anwendungsfälle



AE-Signal bei neuem (links) und verschlissenem (rechts) Schleifkörper



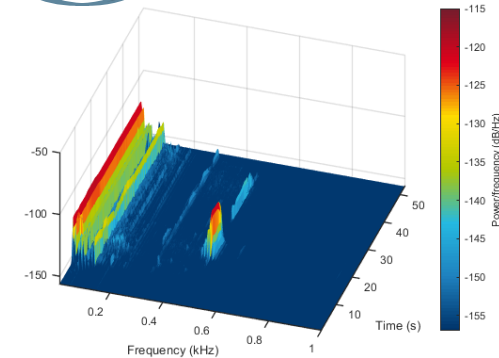
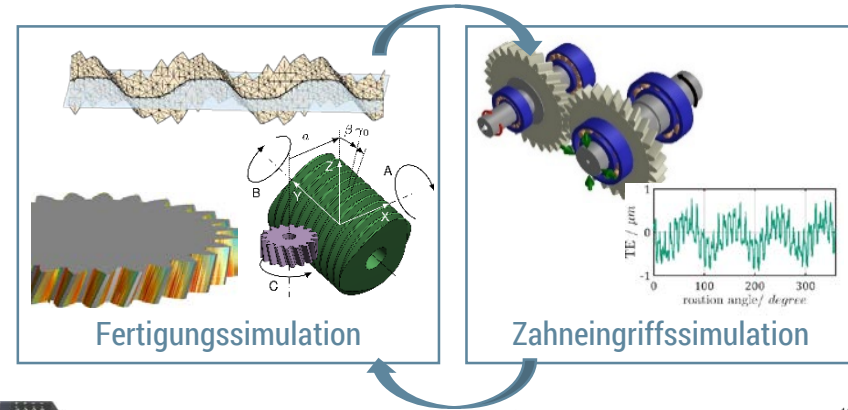
Potenzial bei Einsatz eines flexiblen Shiftwegs

Simulationskette als Grundlage der Prozessanalyse

- Systematische Untersuchungen zum Ursache-Wirk-Zusammenhang Fertigungstechnologie und Geräuschverhalten
- Abtragssimulation des Wälzschleifens
 - Reativverlagerungen und resultierende Topographie
 - Auswertung Spanvolumen und deren Frequenzanteile
- Zahneingriffssimulation im Zahnkontakt zur Berechnung des Anregungsverhaltens

In-Prozess-Analyse

- Anforderungen und Auswahl hinsichtlich:
 - Sensorik
 - Sensorposition in der Wälzschleifmaschine
 - Auswertesystem
- Frequenzanalyse der Sensorsignaldaten

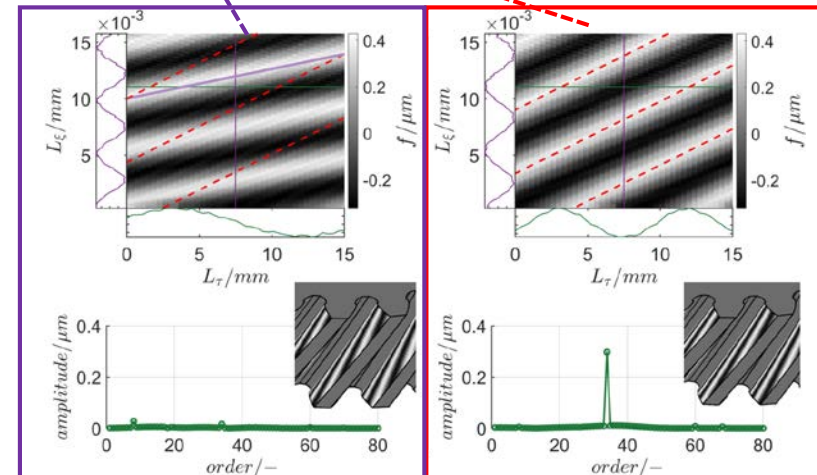
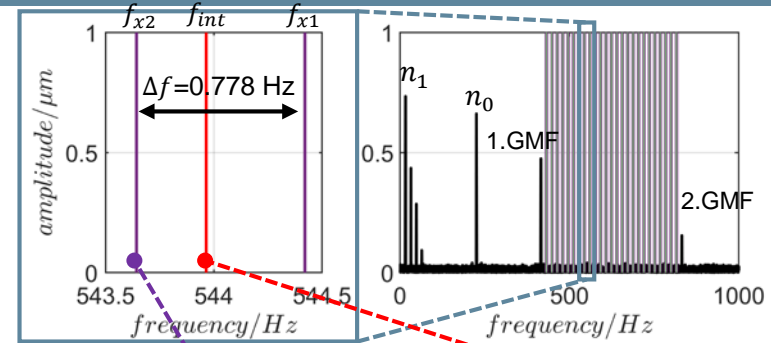


Modellbasiertes Monitoring – Frequenz-/Ordnungsanalyse

- Vertiefte Analyse der Kontaktbedingungen der Wälzschraubbewegung im Zusammenhang mit Prozessabweichungen
- Systematisierung Abweichung, Geräusch und Anregung im Prozess
 - Aufstellung der analytischen Zusammenhänge (Geometrie und Prozessparameter)
 - Berechnung zu überwachender Frequenzbänder in Abhängigkeit der Prozessparameter
- Anpassung technologischer Parameter (Drehzahl/Vorschub) auf Grundlage der In-Prozess-Messdaten

Ableich mit Anregungssimulation

- Bestätigung der Ergebnisse zur Frequenzbandberechnung
- Eingrenzung geräuschkritischer Welligkeiten auf Grundlage der Ordnungsanalyse

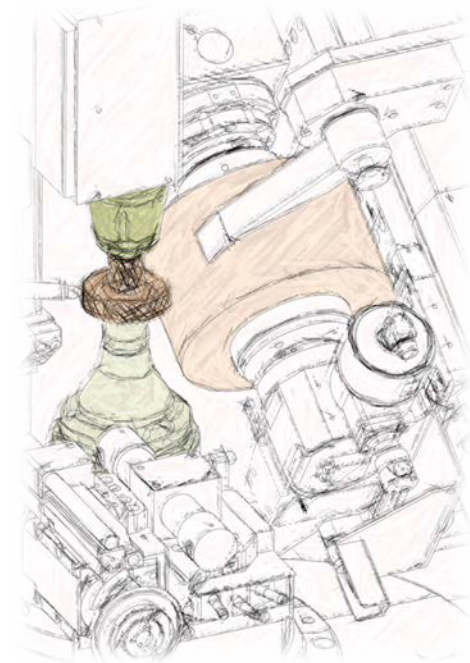


Zusammenfassung

- Adaptive Fertigungsprozesse zur Sicherstellung der Bauteilqualität im wirtschaftlichen Kontext
- Vertiefte Analyse des Prozessverhalten mittels Simulation
- In-Prozess-Sensorik zur Erfassung geeigneter Prozesskenngrößen
- Auswertung der Signale zur Rückführung der Prozesssignale (AE, Spindelstrom, Schwingungen) auf gewünschte Ergebnisgrößen (Oberflächengüte, Schleifscheibenzustand)
- Reduzierung der Sicherheitsfaktoren der Prozess-Vorauslegung und Vermeidung von Produktionsstillständen

Ausblick

- Anwendung auf weitere Fertigungsverfahren
- Überführung in maschineninterne Algorithmen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.amareto.info

Dieses Projekt wird gefördert von der Europäischen Union aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie aus Landesmitteln des Freistaats Sachsen.



Europa fördert Sachsen.
EFRE
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST



Freistaat
SACHSEN