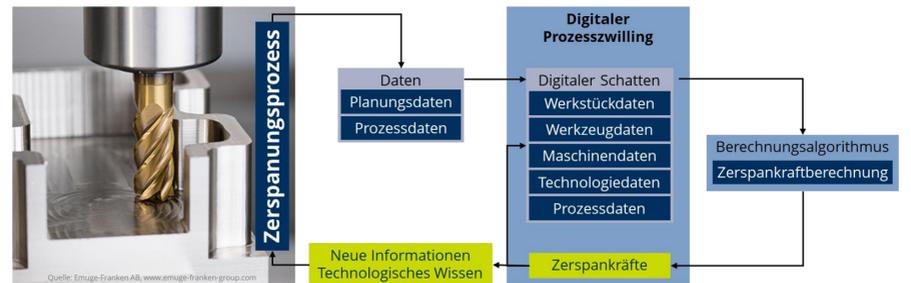


Entwicklung eines Schnittkraftmodells für 5-Achs Fräsapplikation Auf Basis von Prozess- und Planungsdaten als Bestandteil eines Digitalen Zwillings für komplexe Fräsbearbeitung

Mit Hilfe der Zerspankraftdaten einer Fräsbearbeitung ist es möglich, neues technologisches Wissen zu erlangen und somit den Zerspanprozess zu optimieren. Im Prozess lassen sich die Zerspankräfte nur aufwendig mit teurer Messtechnik bestimmen. Daher ist es das Ziel dieser Arbeit, ein Berechnungsalgorithmus als Teil eines Digitalen Zwillings zu entwickeln, welcher Planungs- und Prozessdaten nutzt, um daraus die Zerspankraft beim 5-Achs-Fräsen zu berechnen.



Vorgehen Zielstellung

Ergebnisse



Entwicklung des Berechnungsalgorithmus

Nutzung empirischer Zerspankraftmodelle zur Berechnung der mittleren Zerspankraft

- Altintas**

$$\bar{F}_i = \frac{z}{2\pi} \int_{\varphi_{in}}^{\varphi_{out}} k_{ic} * b * (fz * \sin(\varphi) * \sin(\kappa)) + k_{ie} * b * d\varphi \quad \text{mit } i = c, n, p$$
- Kienzle**

$$\bar{F}_i = \frac{z}{2\pi} \int_{\varphi_{in}}^{\varphi_{out}} k_{i1,1} * b * (fz * \sin(\varphi) * \sin(\kappa))^{1-m_i} d\varphi \quad \text{mit } i = c, n, p$$

Grundlage

- Planungsdaten:
 - Technologie-, Maschinen-, Werkstück- und Werkzeugdaten
- Prozessdaten:
 - hochfrequente Akquise der CNC-Steuerung durch lokal installierten Edge Rechner von Siemens (Sinumerik Edge)

Experimentelle Bestimmung der Zerspankraftkonstanten

Maschinen und Werkzeuge

- Konstanten 3-Achs Validierung
 - MAHO MH800
 - Werkstoff: 42CrMo4
 - Werkzeug: Vollhartmetallschaftfräser
- Konstanten 5-Achs Bearbeitung
 - Droop+Rein FOGS HD 50
 - Werkstoff: AlMg1SiCu
 - Werkzeug: Schaftfräser mit PKD-Schneide

Zerspankraftmessung: Kistler Dynamometer Typ 9257

Ziel

- Berechnung genauer Zerspankraftkonstanten unter Bearbeitungsbedingungen

Versuchsdurchführung

- Zerspanung mit bekannten Prozessparametern und Messung der Zerspankraft → Berechnung der Konstanten

Validierung anhand eines 3-Achs Zerspanversuches

Maschine und Werkzeug

- Werkzeugmaschine MAHO MH800:
 - Achsen (X, Y, Z): 803 x 431 x 581 mm
 - 3 Bewegungsachsen
 - Standort: Dresden (Fraunhofer IWU)
- Werkstoff: 42CrMo4
- Werkzeug
 - Vollhartmetallschaftfräser
- Zerspankraftmessung
 - Kistler Dynamometer Typ 9257

Ziel

- Bewertung der Genauigkeit des Algorithmus durch Vergleich der Modelldaten mit Messdaten

Versuchsdurchführung

- Komplexe 3-Achs Bearbeitung mit statischem und dynamischen Bereich

Anwendung auf 5-Achs Bearbeitung aus der Praxis

Maschine und Werkzeug

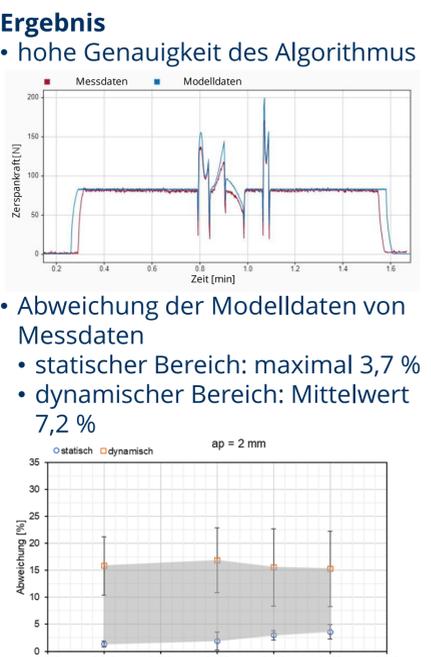
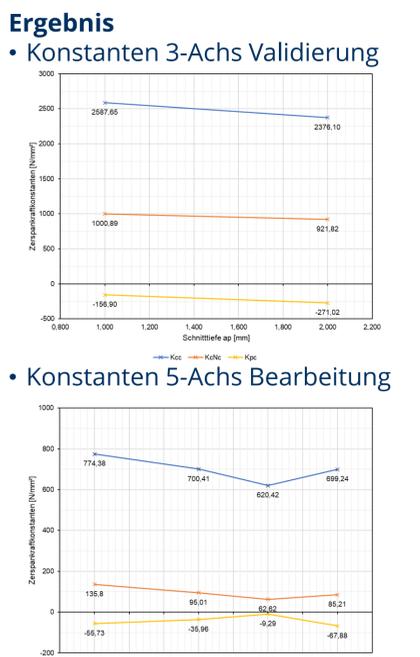
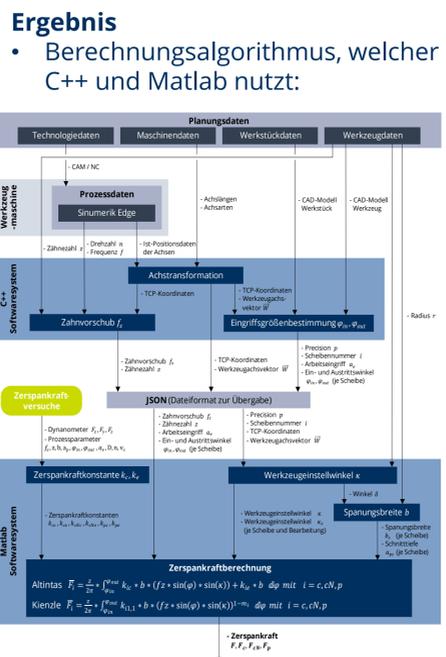
- Bearbeitungszentrum Droop+Rein FOGS HD 50:
 - Achsen (X, Y, Z): 15 x 5 x 2 m
 - 5 Bewegungsachsen
 - Standort: Waldürn (Concad)
- Werkstoff: AlMg1SiCu
- Werkzeug
 - Kugelpkopfräser mit PKD-Schneide

Ziel

- Test des Algorithmus an 5-Achs Bearbeitung aus der Praxis

Versuchsdurchführung

- Zerspanung mit Anstellung beider Rotationsachsen und Kugelpkopfräser



Ergebnis

- Alle Funktionen des Berechnungsalgorithmus wurden erfolgreich getestet

Funktion	Untersuchungsgegenstand	
	3-Achs	5-Achs
Datenakquise & -transfer	●	●
Zerspankraftkonstanten	●	●
Eingriffsgrößenbestimmung	●	●
Achstransformation	●	●
Zahnvorschub	●	●
Werkzeugeinstellwinkel	○	●
Spannungsbreite	●	●
Zerspankraftberechnung	●	●

Untersuchung: ● vollständig ○ unvollständig ○ nicht möglich

- Der Algorithmus ist in der Lage, Zerspankräfte einer 5-Achs Bearbeitung mittels Kugelpkopfräser auf der Grundlage von Prozess- und Planungsdaten zu berechnen