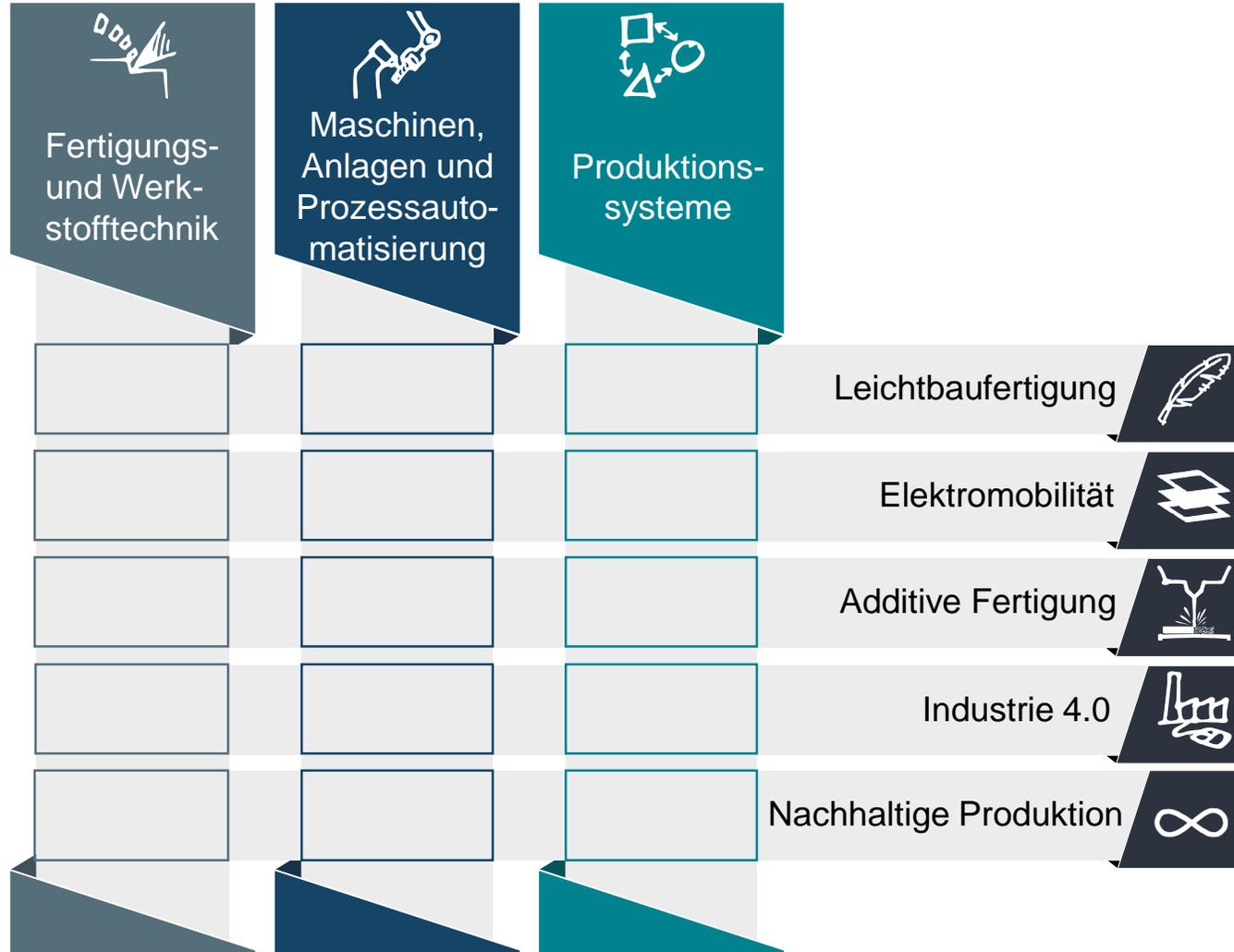


# OPTIMIERUNG VON ZERSPANUNGSPROZESSEN: KI UND FINITE-ELEMENTE ZUR PROZESSÜBERWACHUNG UND OPTIMIERUNG DER RANDSCHICHTEIGENSCHAFTEN

Germán González, M.Sc. (wbk) – AE Network – Open Office – 03.03.2021

# FORSCHUNGSPORTFOLIO

Institut für Produktionstechnik



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer



Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza

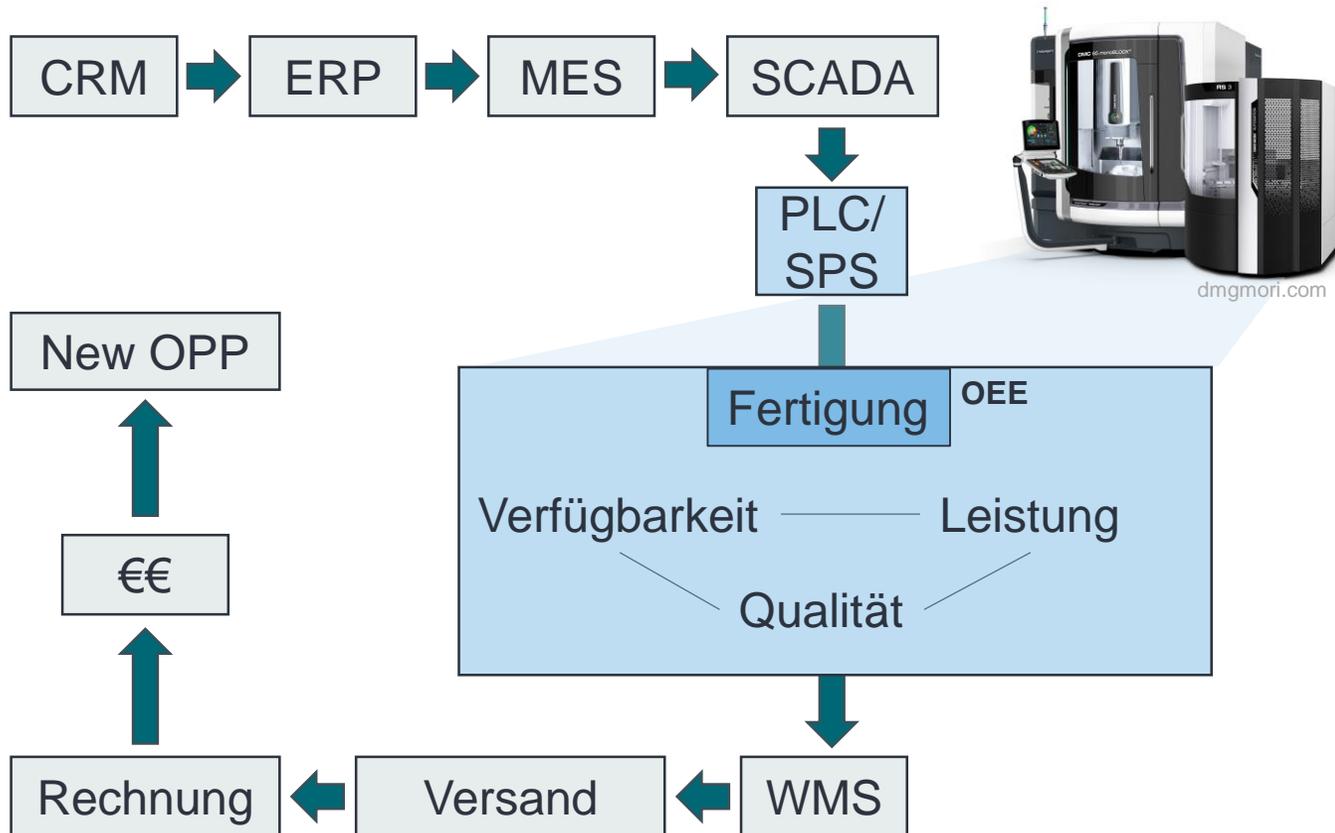


Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze



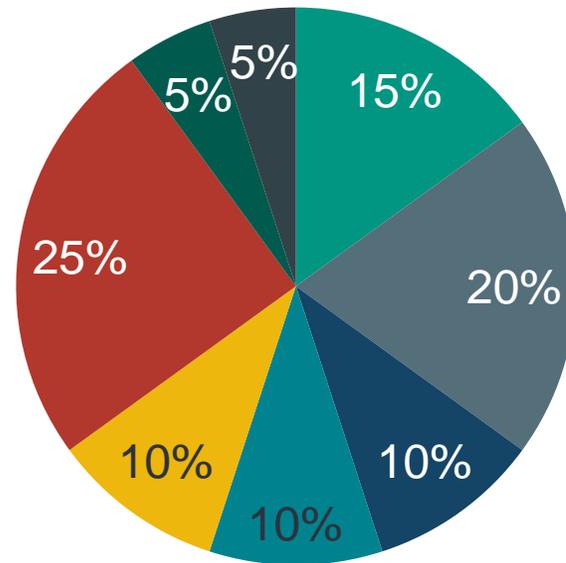
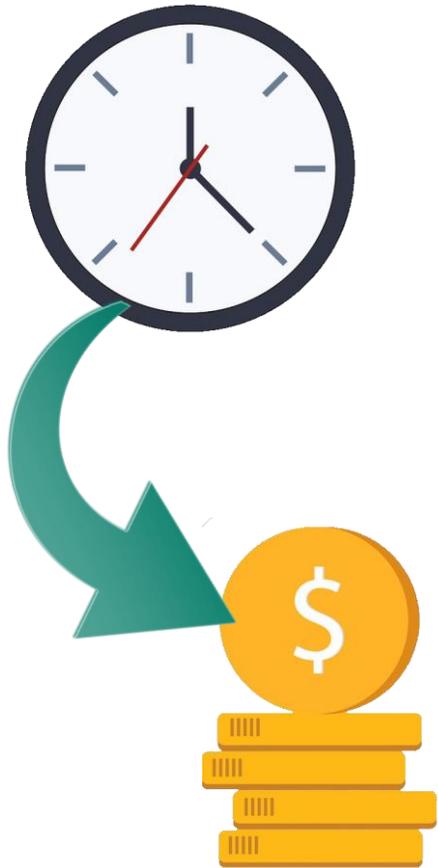
# EINFÜHRUNG

IIoT – Industrie 4.0 bei der Fertigungsunternehmen



# EINFÜHRUNG

IIoT – Industrie 4.0 bei der Fertigungsunternehmen

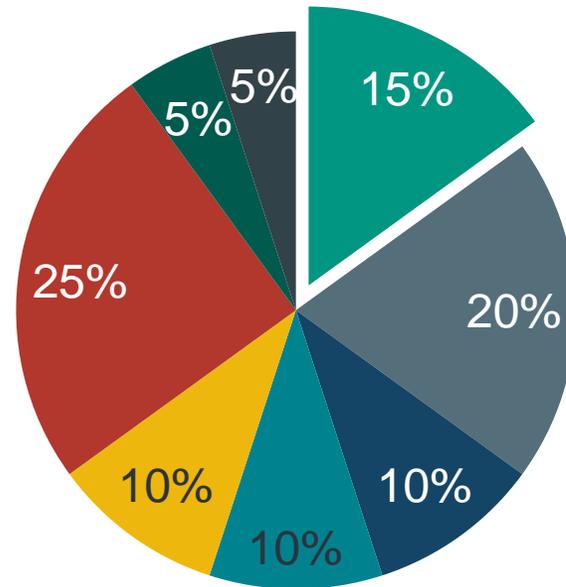
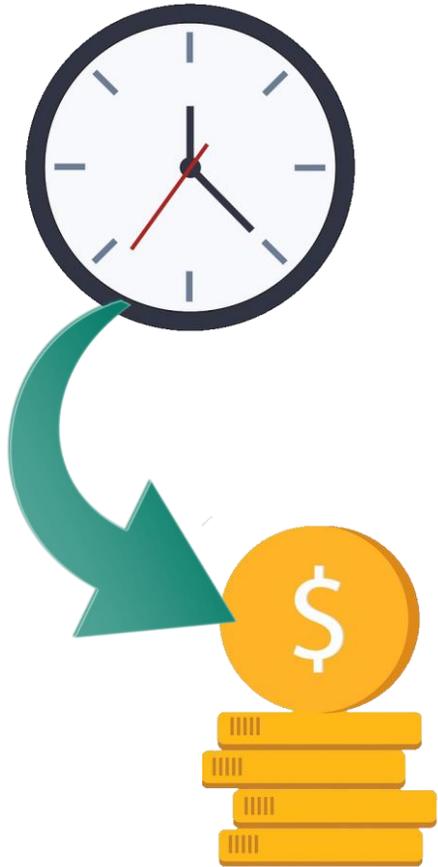


- Bearbeitungszeit
- Auslegungszeit
- Werkzeughandhabungszeit
- Werstückshandhabungszeit
- Quality Check
- Ungeplante Probleme
- Wartezeit
- Andere

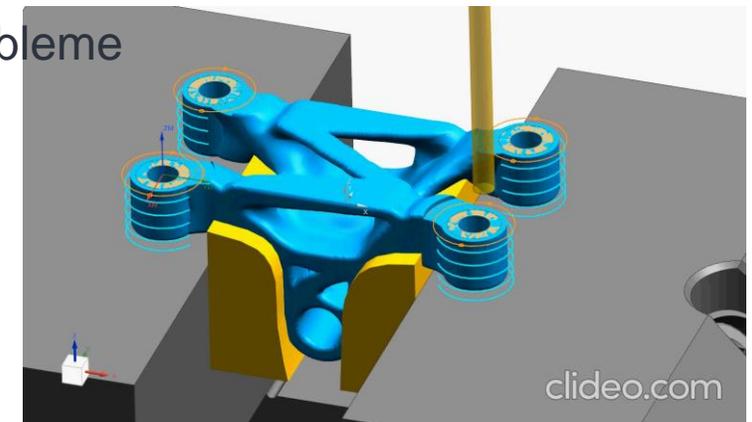
Quelle: Angepasst von secotools.com

# EINFÜHRUNG

IIoT – Industrie 4.0 bei der Fertigungsunternehmen



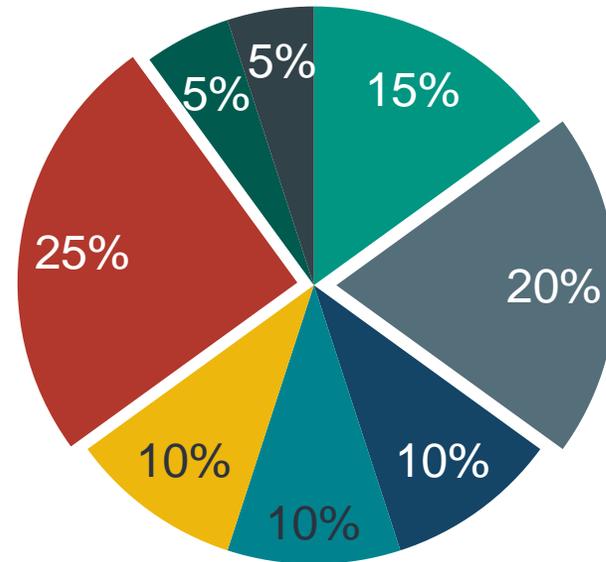
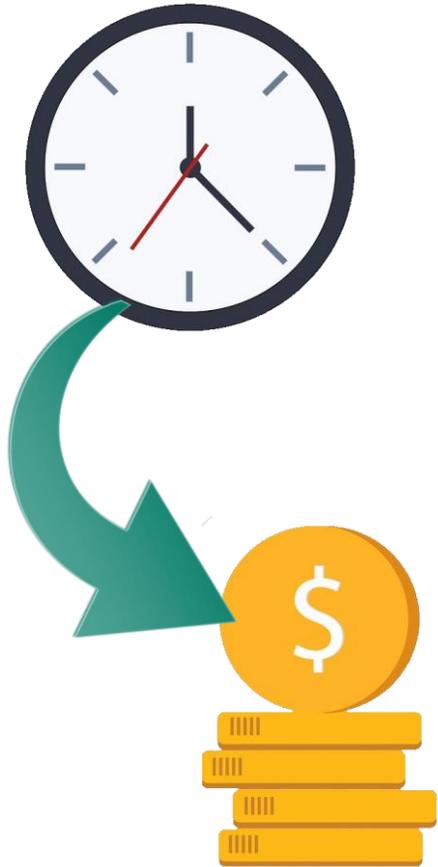
- Bearbeitungszeit
- Auslegungszeit
- Werkzeughandhabungszeit
- Werstückshandhabungszeit
- Quality Check
- Ungeplante Probleme
- Wartezeit
- Andere



Quelle: Angepasst von secotools.com

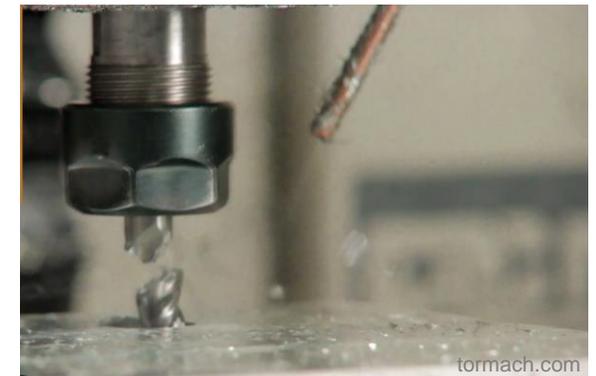
# EINFÜHRUNG

IIoT – Industrie 4.0 bei der Fertigungsunternehmen



- Bearbeitungszeit
- Auslegungszeit
- Werkzeughandhabungszeit
- Werkstückhandhabungszeit
- Quality Check
- **Ungeplante Probleme**
- Wartezeit
- Andere

- Neue Materialien
- Batch One Fertigung



Quelle: Angepasst von secotools.com

# MOTIVATION

Erhöhte Prozessflexibilität, Bauteil Qualität und Prozessüberwachung

1

Wie kann die Auslegungszeit minimiert werden, wenn ein Bauteil mit einem neuen Material oder einem neuen Werkzeug hergestellt werden muss?

2

Wie können die optimalen Prozessparameter bestimmt werden, um mit minimalem experimentellen Aufwand die gewünschte Oberflächenqualität zu erzielen?

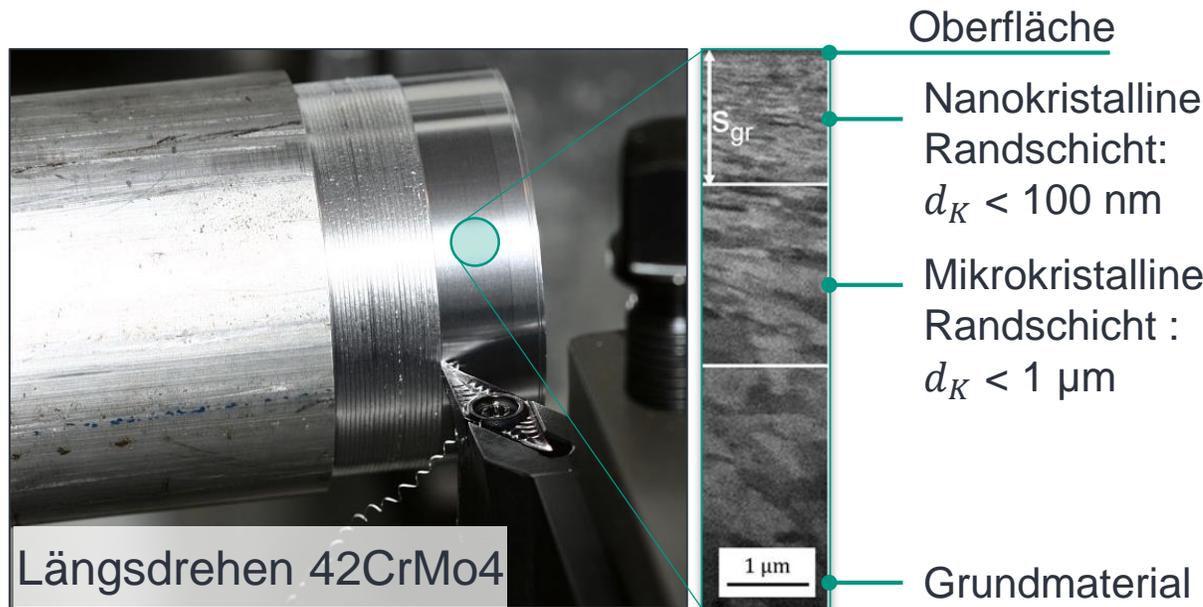
3

Wie kommt man zu einem intelligenten Prozess, der sich selbst optimiert und auf Störungen reagiert?

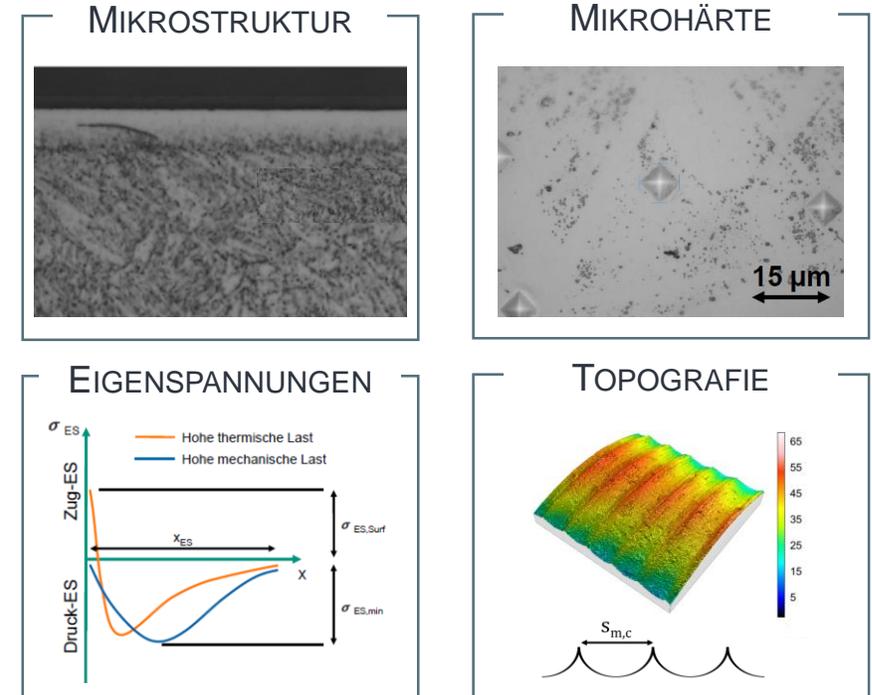
# ZERSPANUNG UND RANDSCHICHTZUSTAND

Randschichtoptimierung zur Leistungsverbesserung

## Modifikation der Randschichtmikrostruktur



## Größen der Randschicht



Durch die Optimierung des Randschichtzustandes wird erreicht: Optimale tribologische Eigenschaften, höhere Korrosionsbeständigkeit, höhere Ermüdungsbeständigkeit und Randschichthärte

# ZERSPANUNG UND RANDSCHICHTZUSTAND

Randschichtoptimierung zur Leistungsverbesserung: Experimentelle Analyse

## Einflussfaktoren

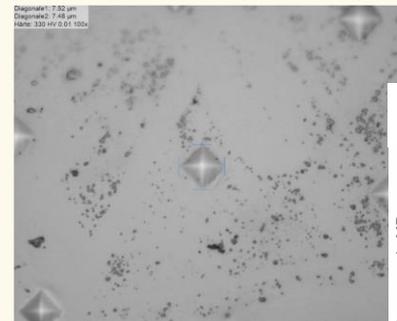
- Prozessparameter ( $v_c, f, a_p$ )
- Werkzeug (Geometrie und Material)
- Kühlschmiermittel (Art und Menge)
- Material (mech. Eigenschaften, etc.)
- Störgrößen (z. B. Verschleiß)
- Chargenschwankungen



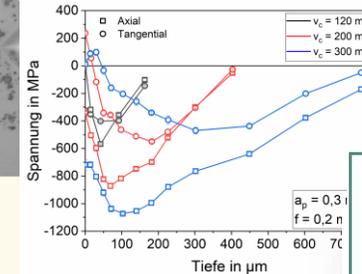
## Charakterisierung des Randschichtzustandes

### Zerstörend

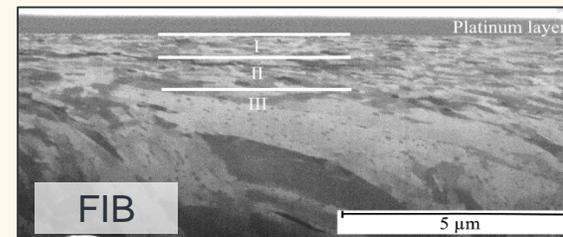
#### Mikrohärteprüfung



#### Eigenspannungen

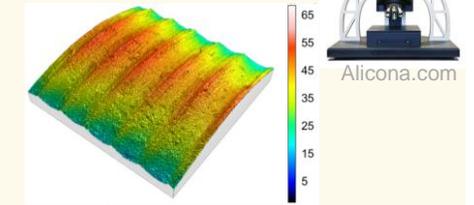


#### Gefüge Analyse

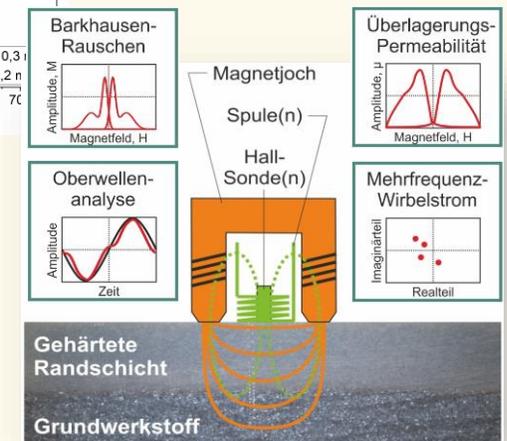


### Zerstörungsfrei

#### Oberflächengüte



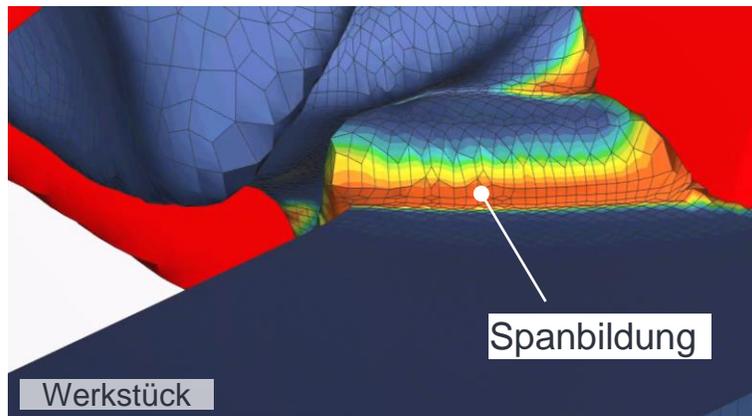
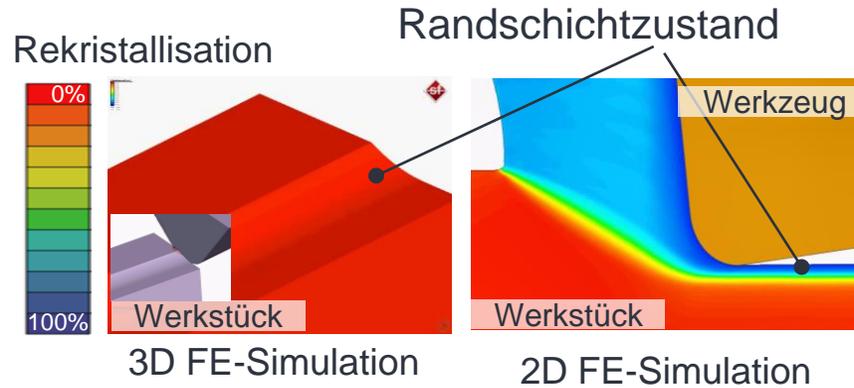
#### 3MA-Prüftechnik



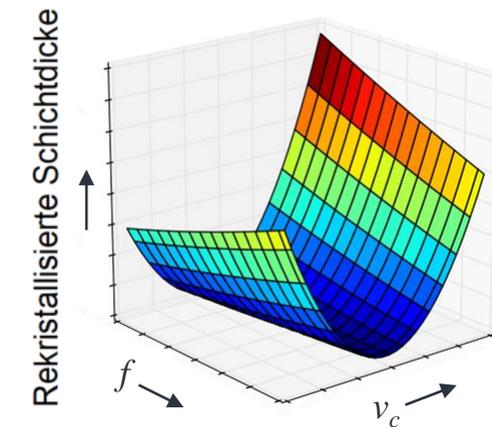
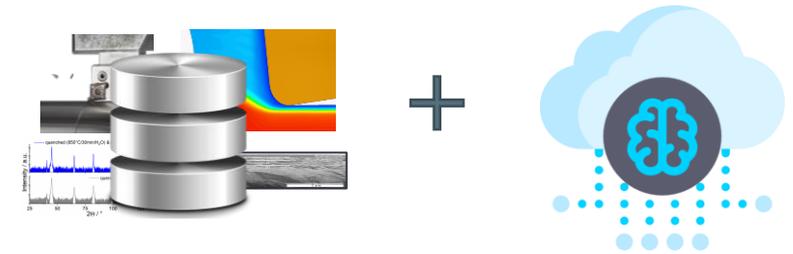
# ZERSPANUNG UND RANDSCHICHTZUSTAND

Modellierung und FEM-Simulation: KI für die Erstellung von hybride Modelle

## FEM-Simulationen



## FEM-KI Modelle



# PROZESSÜBERWACHUNG: WERKZEUG/WERKSTÜCK

Sensorisierung und KPI Identifizierung

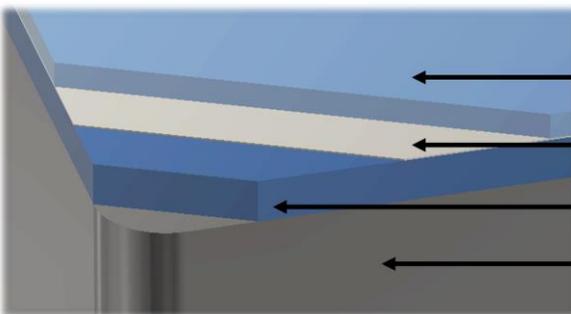
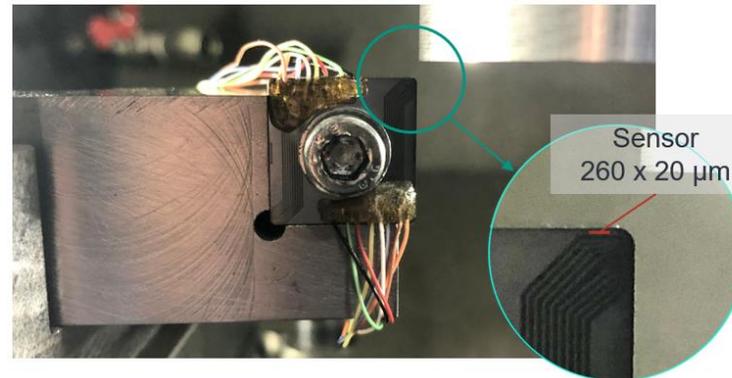
Dünnschichtsensor

Ultraschall

Kamera

SPS-Variablen

## Integration von Sensoren direkt in das Werkzeug zur Temperatur- und Verschleißmessung

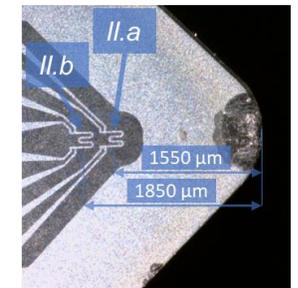
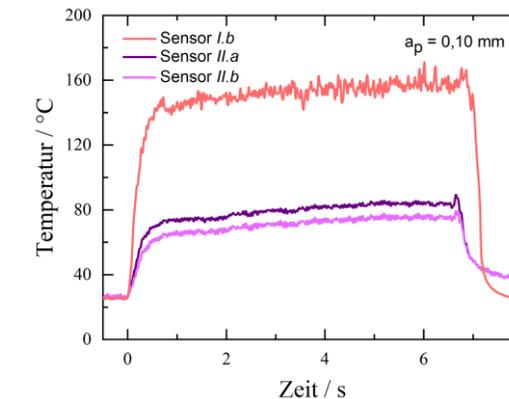


- ← Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Isolations- und Verschleißschutzschicht
- ← Chrom Sensorschicht
- ← Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Isolationsschicht
- ← Wendeschneidplatte

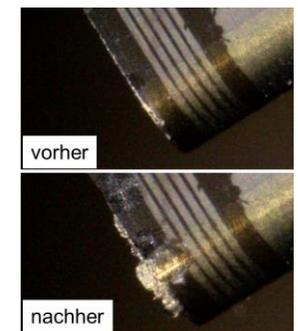
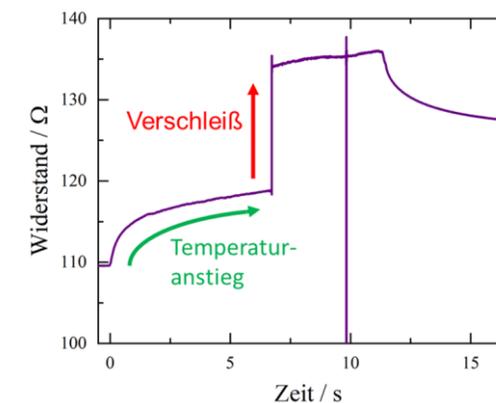


Fraunhofer IST

### Temperaturmessung: Thermoresistivität



### Verschleißmessung: Leiterbahndurchtrennung



# PROZESSÜBERWACHUNG: WERKZEUG/WERKSTÜCK

Sensorisierung und KPI Identifizierung



### Quantitatives Tracking

### Clustering und Deep-Learning-Verfahren

#### Qualitatives Tracking

#### Anomalie Erkennung

# PROZESSÜBERWACHUNG: WERKZEUG/WERKSTÜCK

Sensorisierung und KPI Identifizierung

Dünnschichtsensor

Ultraschall

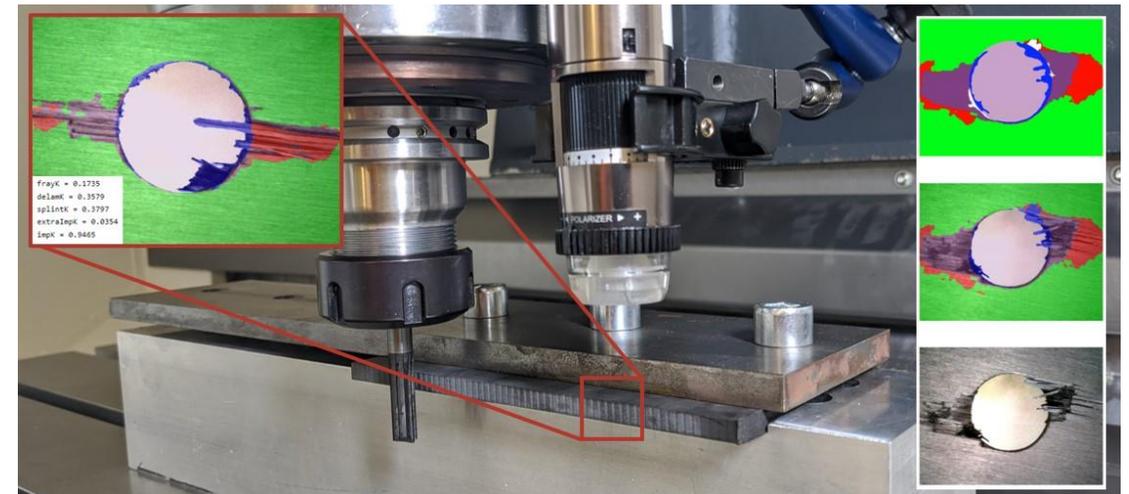
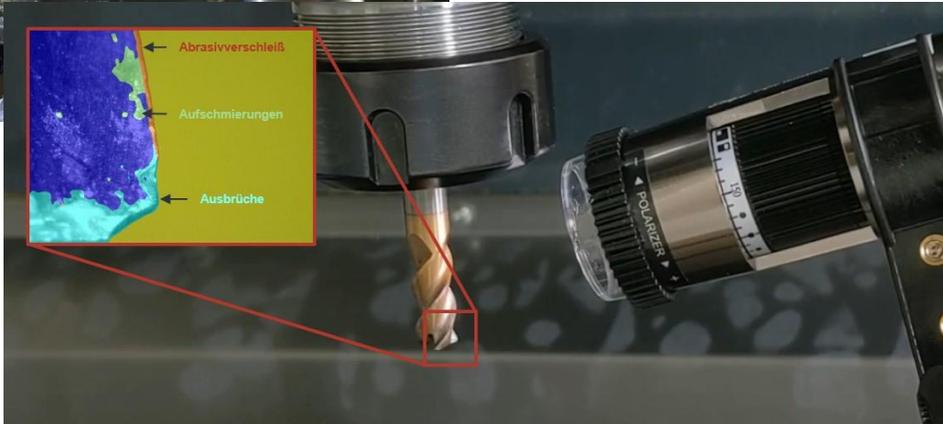
**Kamera**

SPS-Variablen



## Künstliche Neuronale Netze für Bildererkennung Algorithmen

- Vorteil: Präzision und einfache Umsetzung
- Nachteil: Notwendigkeit sauberer Umgebungen und Unfähigkeit, während des Prozesses zu messen



# PROZESSÜBERWACHUNG: WERKZEUG/WERKSTÜCK

Sensorisierung und KPI Identifizierung

Dünnschichtsensor

Ultraschall

Kamera

**SPS-Variablen**

Erfassung von Signalen direkt von der SPS:

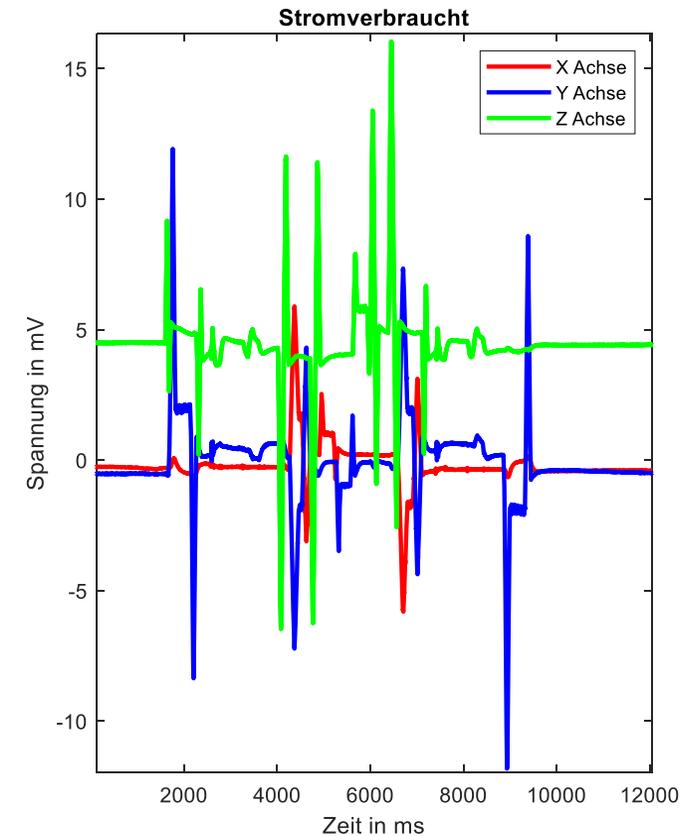
- Achsenposition
- Spindeldrehzahl
- Stromverbräuche
- Drehmoment
- ...



Asset

Edge Gerät

- Vorteil: Extra-Sensoren sind nicht notwendig
- Nachteil: Die Identifizierung relevanter Informationen ist komplexer



# POTENZIAL UND FAZIT



- Produktionsflexibilität
- Optimaler Prozess (Qualität/Zeit)
- Berechnung der Verfügbarkeit
  
- Erforderliche Vorkenntnisse
- Auslegungszeit
- Fehlerhafte Bauteile
- Downtimes
- Ungeplante Probleme



Pixabay.com

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Germán González Fernández, M.Sc.**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Tel.: +49 1523 9502577  
E-Mail: [german.gonzalez@kit.edu](mailto:german.gonzalez@kit.edu)

**wbk** Institut für Produktionstechnik  
Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe  
<https://www.wbk.kit.edu/>