



79. Treffen des Sächsischen Arbeitskreises Elektronik-Technologie
Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Dr.-Ing. Wolfgang Zorn

Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

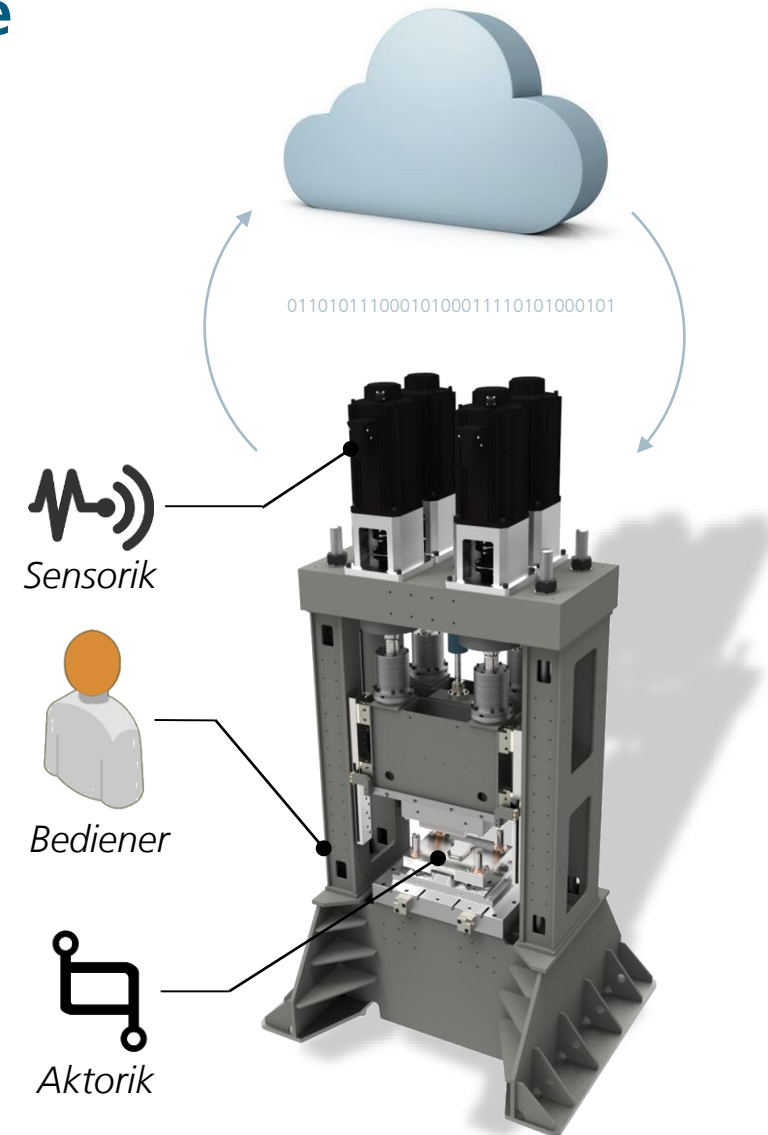
Agenda

1. Ausgangssituation und Motivation
2. Anwendungsbeispiele für werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme
3. Zusammenfassung



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Ausgangssituation und Motivation (1)

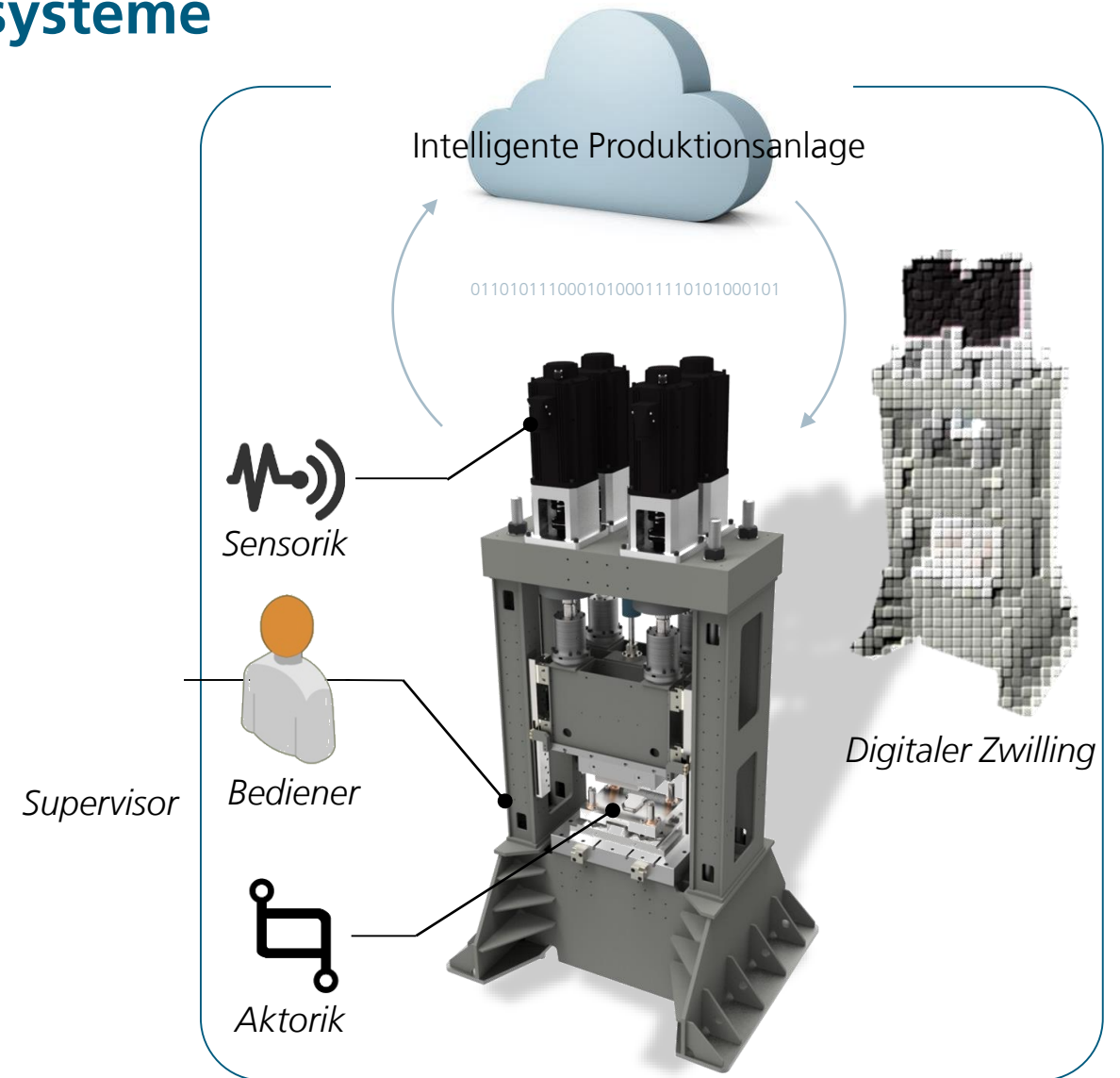


Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Ausgangssituation und Motivation (2)

Intelligente Produktionsanlagen erfordern

- Integrierte Sensoren und Aktoren
- Digitalisierte Zusammenhänge
- Robuste Wirkungsweise
- Zielvorgabe



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

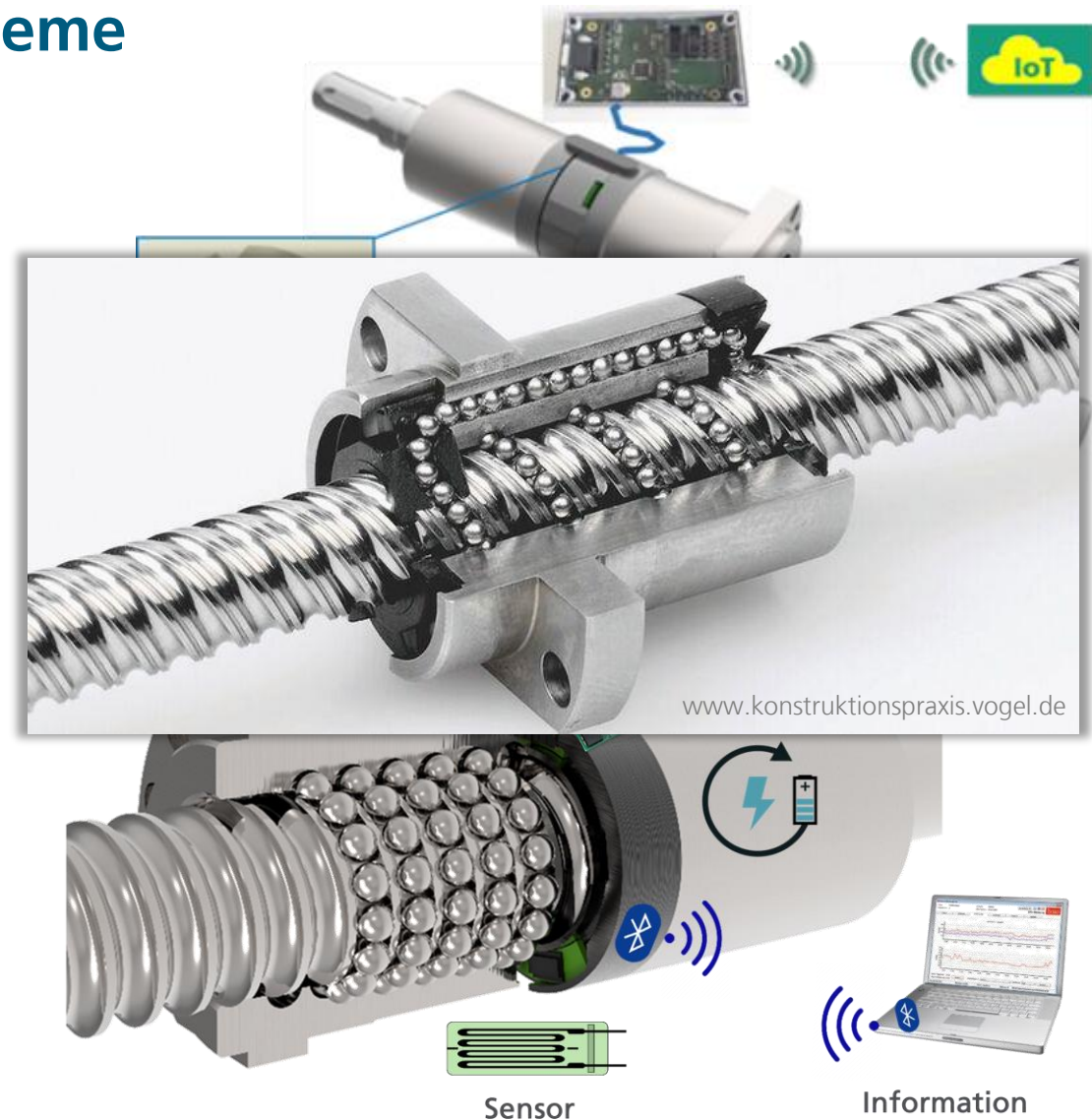
Anwendungsbeispiele - Intelligenter Kugelgewindetrieb

Ausgangssituation

- Lagervorspannung beeinflusst sowohl die Positioniergenauigkeit im dynamischen Betrieb als auch die Lebensdauer
- Kenntnis der Lagervorspannung als Basis für zuverlässige Abschätzung der Wartungszeitpunkte und optimalen Betrieb

Lösungsansatz

- Integration von Sensorik und Technologie zur drahtlosen Datenübertragung zur Erfassung und Übermittlung von Kraftsignalen während des Betriebes
- Integration von Aktorik zur hochverdichteten Beeinflussung der wirkenden Vorspannung



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Anwendungsbeispiele - Überwachung von Fräsprozessen (1)

Ausgangssituation

- Schnittkraft stellt die aussagefähigste Messgröße für die Erkennung von **Werkstückschwingungen**, **Verschleiß** und **Mikrofrakturen an der Werkzeugschneide** dar
- Bisherige Ansätze konzentrieren sich auf direkte und indirekte Sensorprinzipien entfernt von der Wirkstelle → hohe Unschärfe bei der Prozessüberwachung

Lösungsansatz

- Anwendung von Sensoren direkt an bzw. hinter der Wendeschneidplatte



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

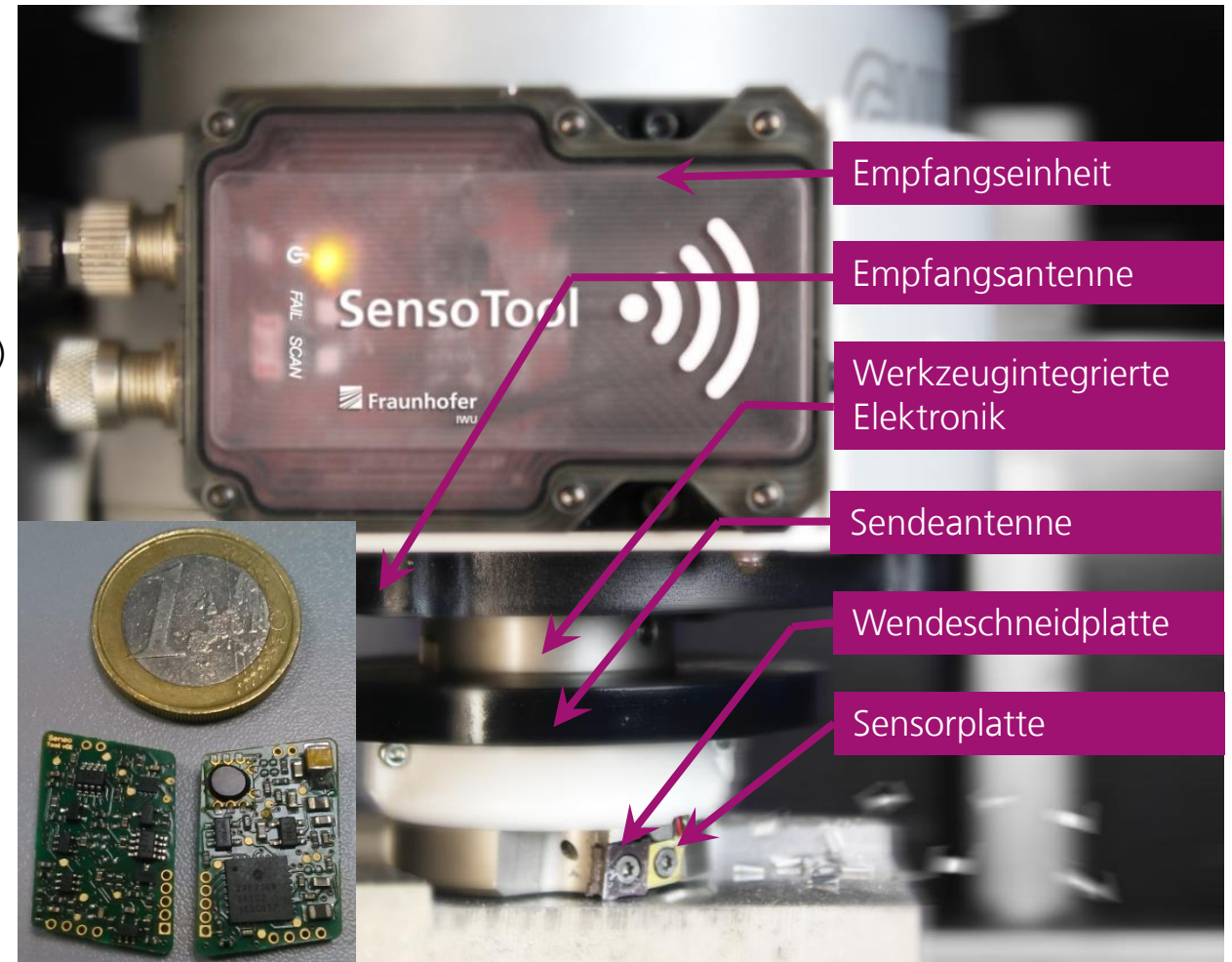
Anwendungsbeispiele - Überwachung von Fräsprozessen (2)

Umsetzung

- Einsatz gedruckter piezoelektrischer Schichten als Sensorelemente direkt hinter der Wendeschneidplatte
- Drahtlose Daten- und Energieübertragung (RFID, Bluetooth)
- Alternativ: Akkulösung

Elektronik

- Ladungsverstärker für Piezosensoren mit einer Messgenauigkeit von 10 pC
- PT1000-Messverstärker
- analoge Mittel-/ Spitzenwertermittlung
- Bessel-Filter (Tiefpass) 480Hz
- AD-Wandler, aktuelle Abtastrate 1kHz
- Funkübertragung



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

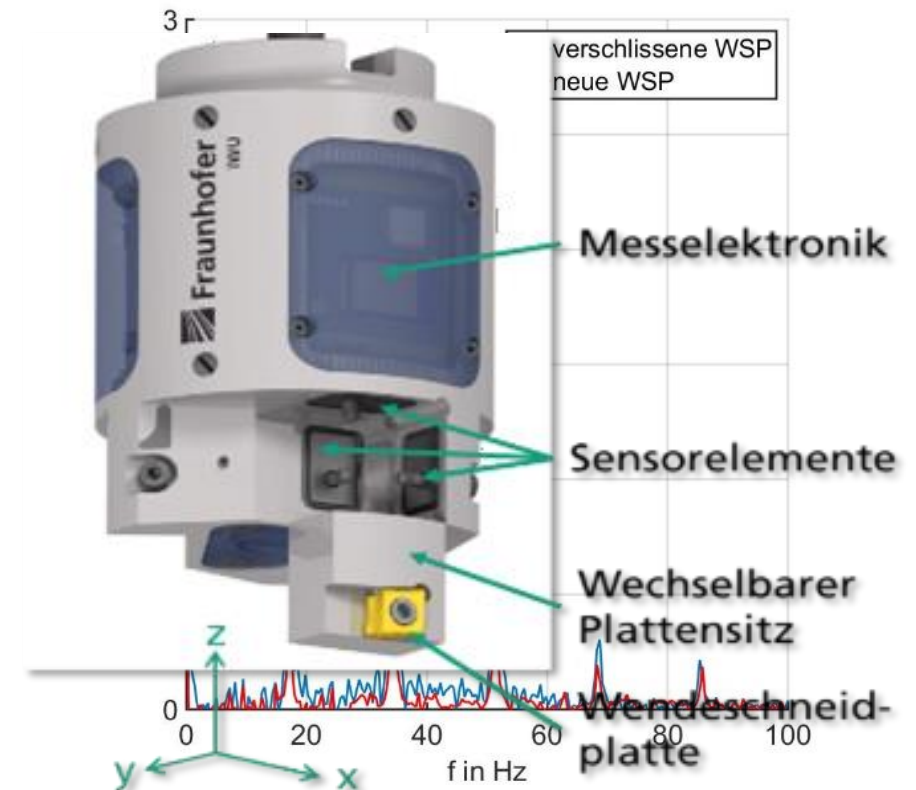
Anwendungsbeispiele - Überwachung von Fräsprozessen (3)

Ergebnisse

- Erfassbarkeit des Werkzeugverschleißes durch die Sensorik nachgewiesen
- Nachweis der größeren Bandbreite gegenüber konventionellen Messsystemen

Aktuelle Forschungsarbeiten

- Vorhersage der Standzeit
- Übertragung der Technologie auf 3-Achs-Messung und mehrschneidige Werkzeuge sowie andere spanende Verfahren



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Anwendungsbeispiele - Überwachung und Regelung von Umformprozessen (1)

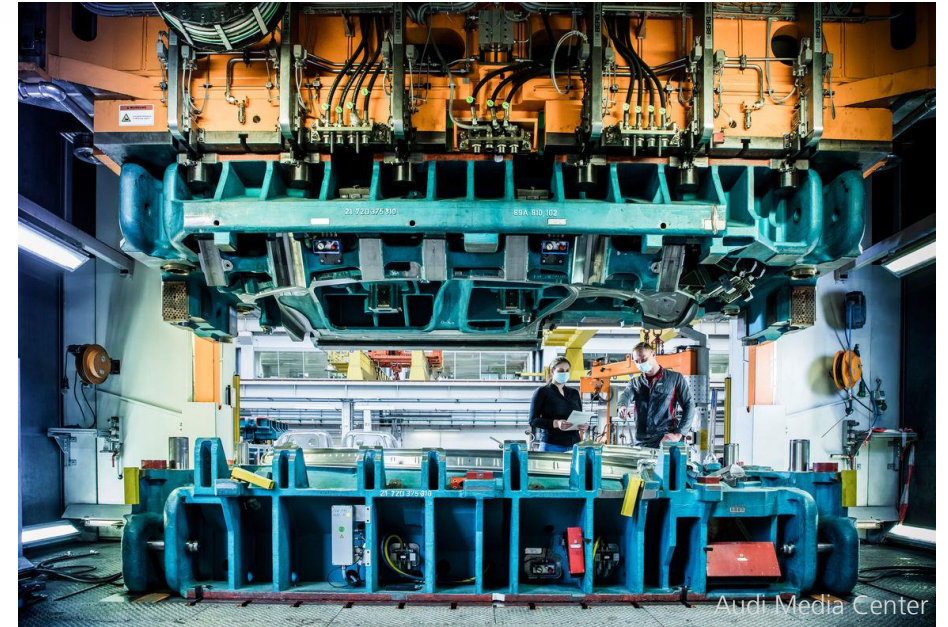
BK Kent Week

Ausgangssituation

- Blechumformung mit hohem Anteil der Gesamtwertschöpfung
- aufwändige Einarbeit
- Kraftverteilung als eine der wichtigsten Prozessgrößen in der Blechumformung (Zusammenhang zwischen Kraft und Bauteilqualität, sowie Indikator für Prozessstabilität)
- Konventionelle Ansätze: diskrete Kraft- und Temperatursensorik

Lösungsansatz

- Anwendung von verteilten Sensorknoten an der Werkzeugsystemgrenze
- Nutzung von aktiven Werkzeugelementen zur direkten Beeinflussung des Umformprozesses



Audi Media Center

Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

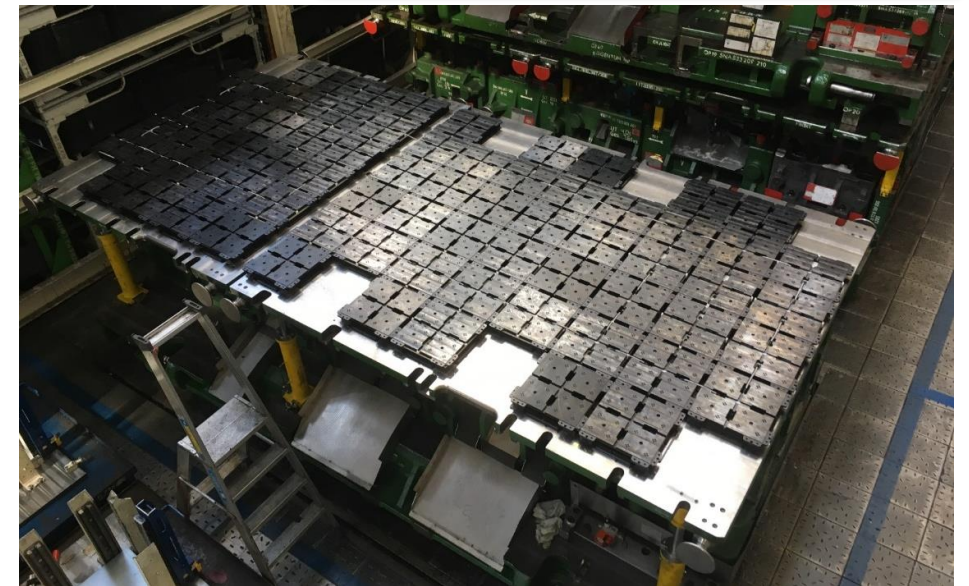
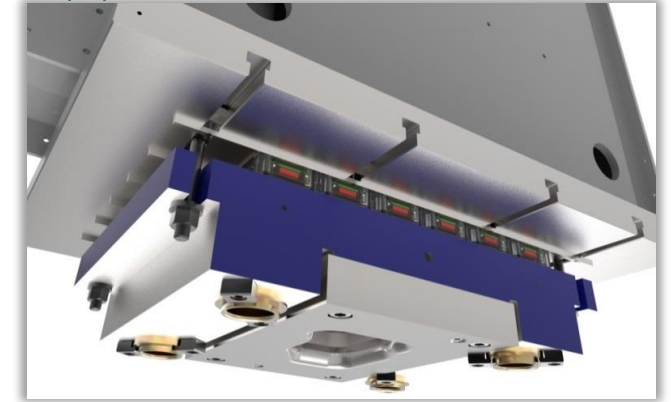
Anwendungsbeispiele - Überwachung und Regelung von Umformprozessen (2)

Umsetzung der Sensorik

- Anordnung eines flächigen Messsystems zwischen Stößel und Oberwerkzeug
- Modularer Aufbau: beliebige Werkzeuggrößen und -formen; Self-Mapping-Funktionalität und Single-Point-Zugriff
- Implementierung verschiedener Auswertemöglichkeit mittels Edge-Device

Elektronik

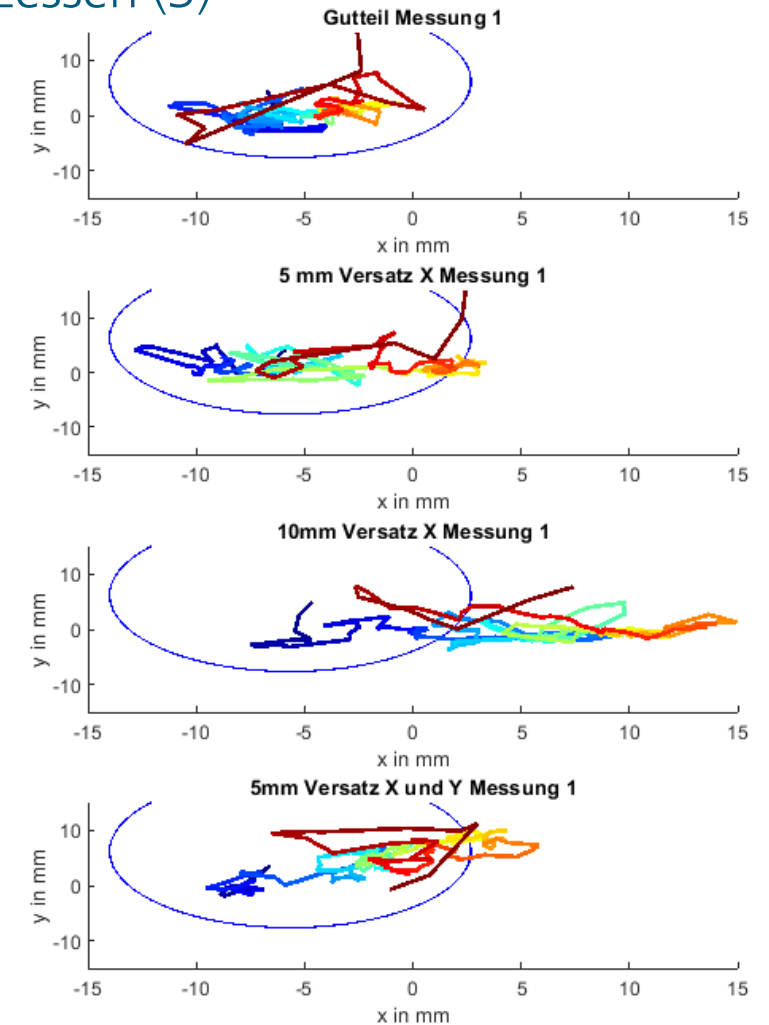
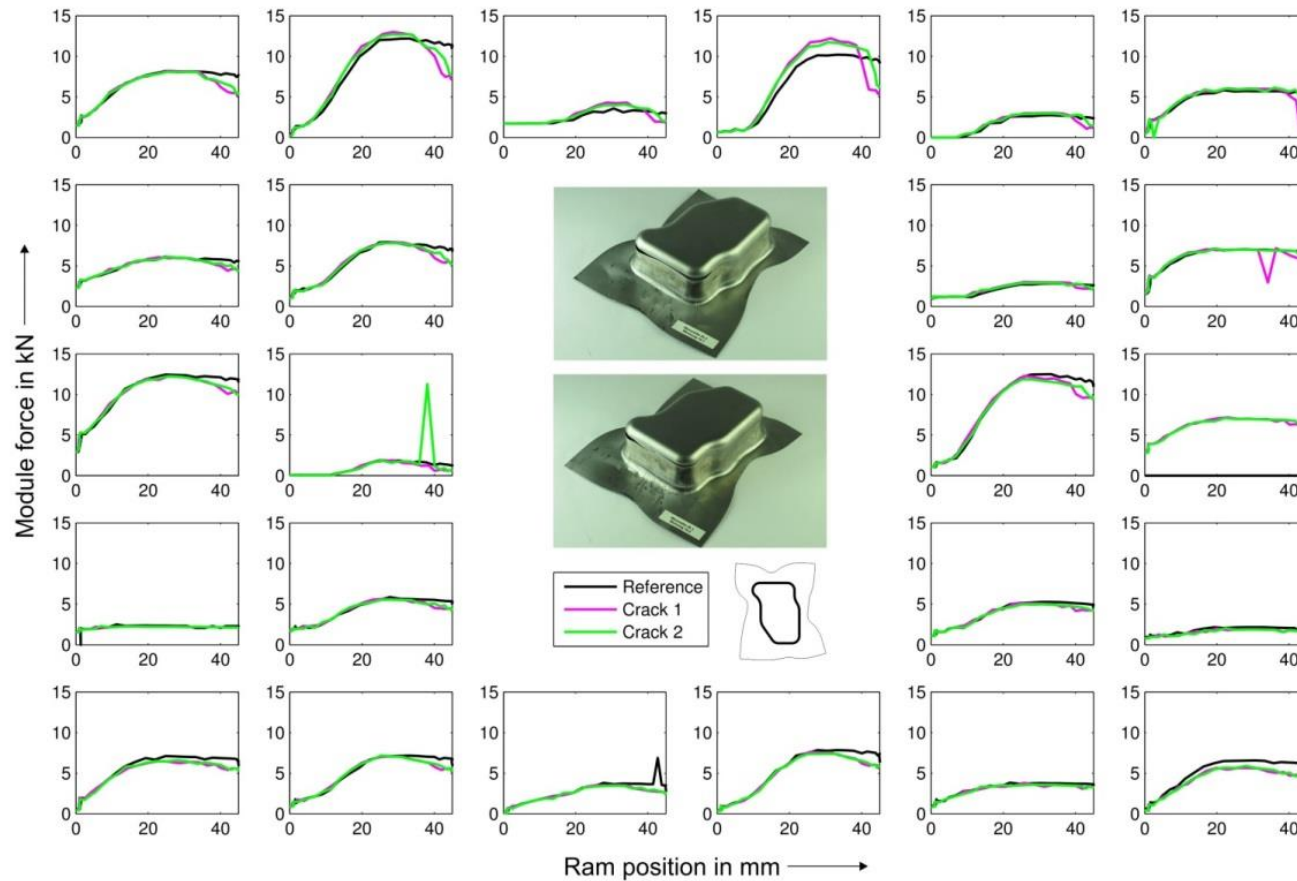
- Modulintegrierte Elektronik mit Messverstärkern und Kommunikationselektronik
- 24V Spannungsversorgung
- Modifizierte I²C-Kommunikation, alternativ: CAN



Anordnung und Aufbau des Messsystems (Industrieanwendung)

Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Anwendungsbeispiele - Überwachung und Regelung von Umformprozessen (3)



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

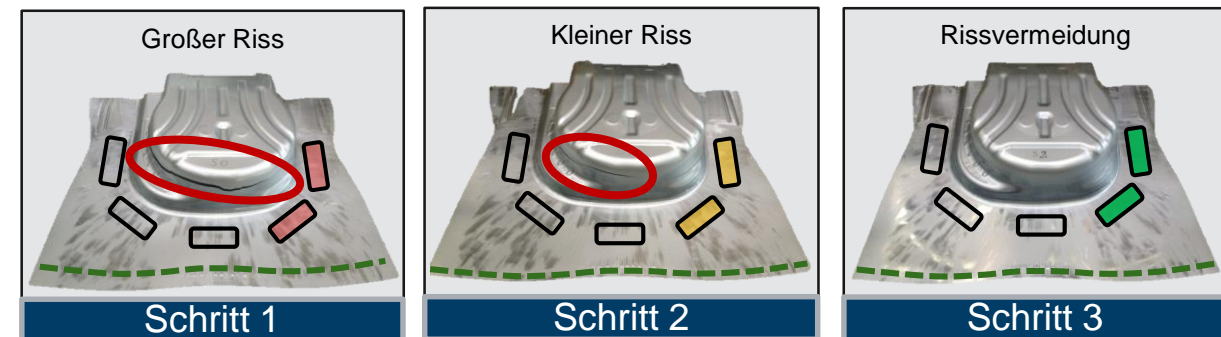
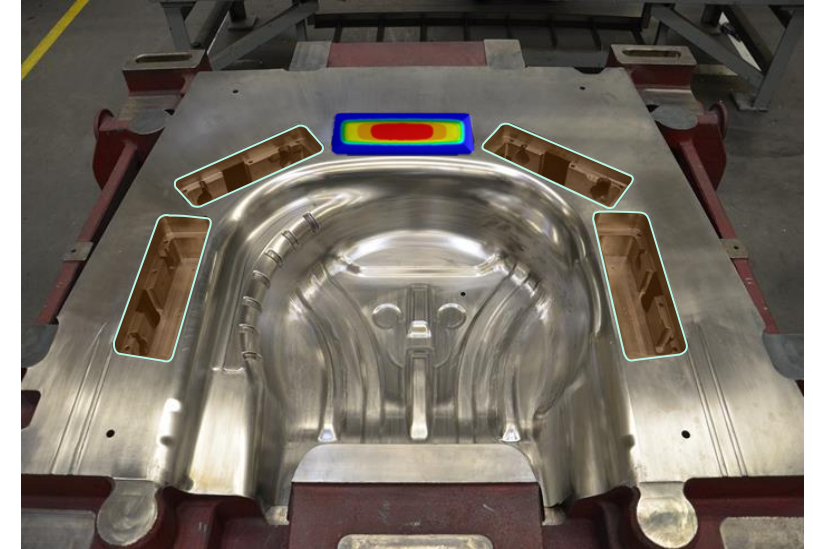
Anwendungsbeispiele - Überwachung und Regelung von Umformprozessen (4)

Umsetzung der Aktorik

- Entwicklung und Implementierung verschiedener Ansätze: elektromechanisch sowie piezoelektrisch
- Wirkprinzip: Umlenkung des lokalen Kraftflusses

Elektronik

- 24V Spannungsversorgung
- Kommunikation: CAN-Bus
- Integrierte Sicherheitsfunktionalität



Ergebnisse einer industriell-umgesetzten Hub-zu-Hub-Regelung

Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Anwendungsbeispiele - Ultraschallüberlagertes Bohren

Ausgangssituation

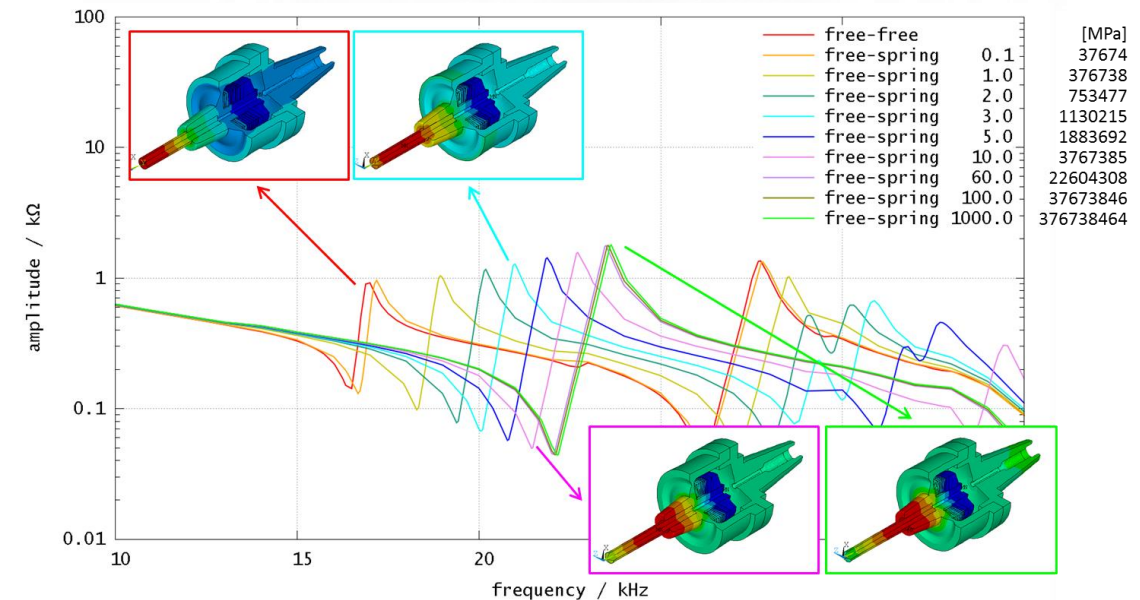
- Schwingungsüberlagerte Zerspanung bereits seit vielen Jahren erprobt und nachgewiesen
- Aber: keine modularen und universell einsetzbaren Systeme auf dem Markt

Lösungsansatz

- Flexible Aktorintegration mit adaptiver Regelung
- Kompatibilität mit verschiedenen Maschinensystemen durch autarke Energieversorgung

Umsetzung

- Integrierte Piezokeramik (Multilayer); dabei Kombination von Sensorik und Aktorik
- Werkzeugintegrierte Elektronik zum Erfassen und Nachführen der Resonanzfrequenz



Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Zusammenfassung

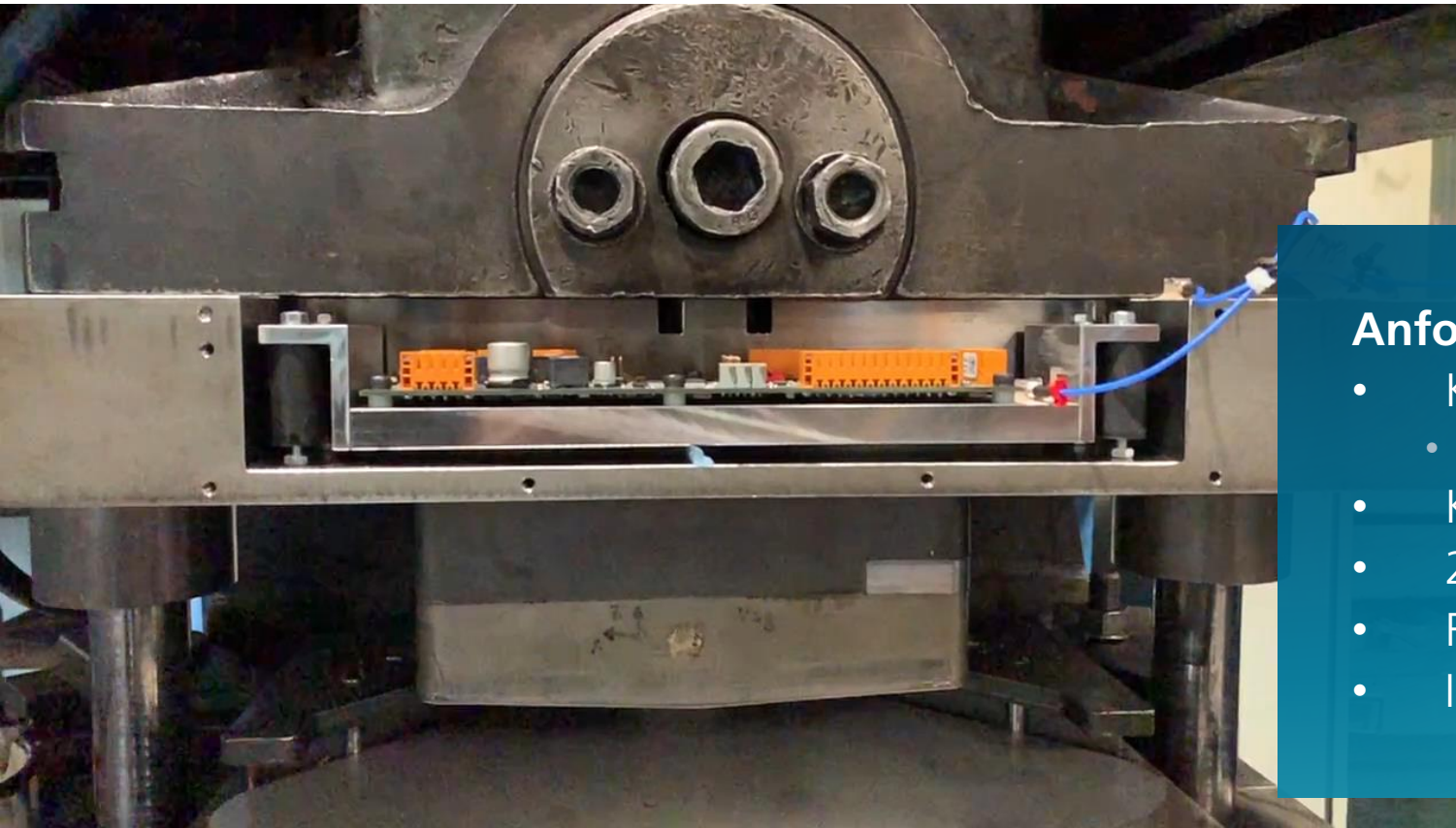


Anforderungen an Elektronik-Komponenten

- Kommunikation
 - Bluetooth, CAN, EtherCat, ProfiNet
- Kompatibilität mit verschiedenen Messprinzipien
- 24V Energieversorgung, alternativ: Akkubetrieb
- Robustheit ggü. Produktionsbedingungen
- Integrierte Edge-Intelligenz

Werkzeugintegrierte Sensor- und Aktorsysteme

Zusammenfassung



Anforderungen an Elektronik-Komponenten

- Kommunikation
 - Bluetooth, CAN, EtherCat, ProfiNet
- Kompatibilität mit verschiedenen Messprinzipien
- 24V Energieversorgung, alternativ: Akkubetrieb
- Robustheit ggü. Produktionsbedingungen
- Integrierte Edge-Intelligenz

Kontakt

Dr.-Ing. Wolfgang Zorn

Geschäftsfeldleiter Adaptive Prozessketten

Tel. +49 351 4772-2789

Fax +49 351 4772-3-2789

wolfgang.zorn@iwu.fraunhofer.de

Fraunhofer IWU

Reichenhainer Straße 88

09126 Chemnitz

www.iwu.fraunhofer.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit