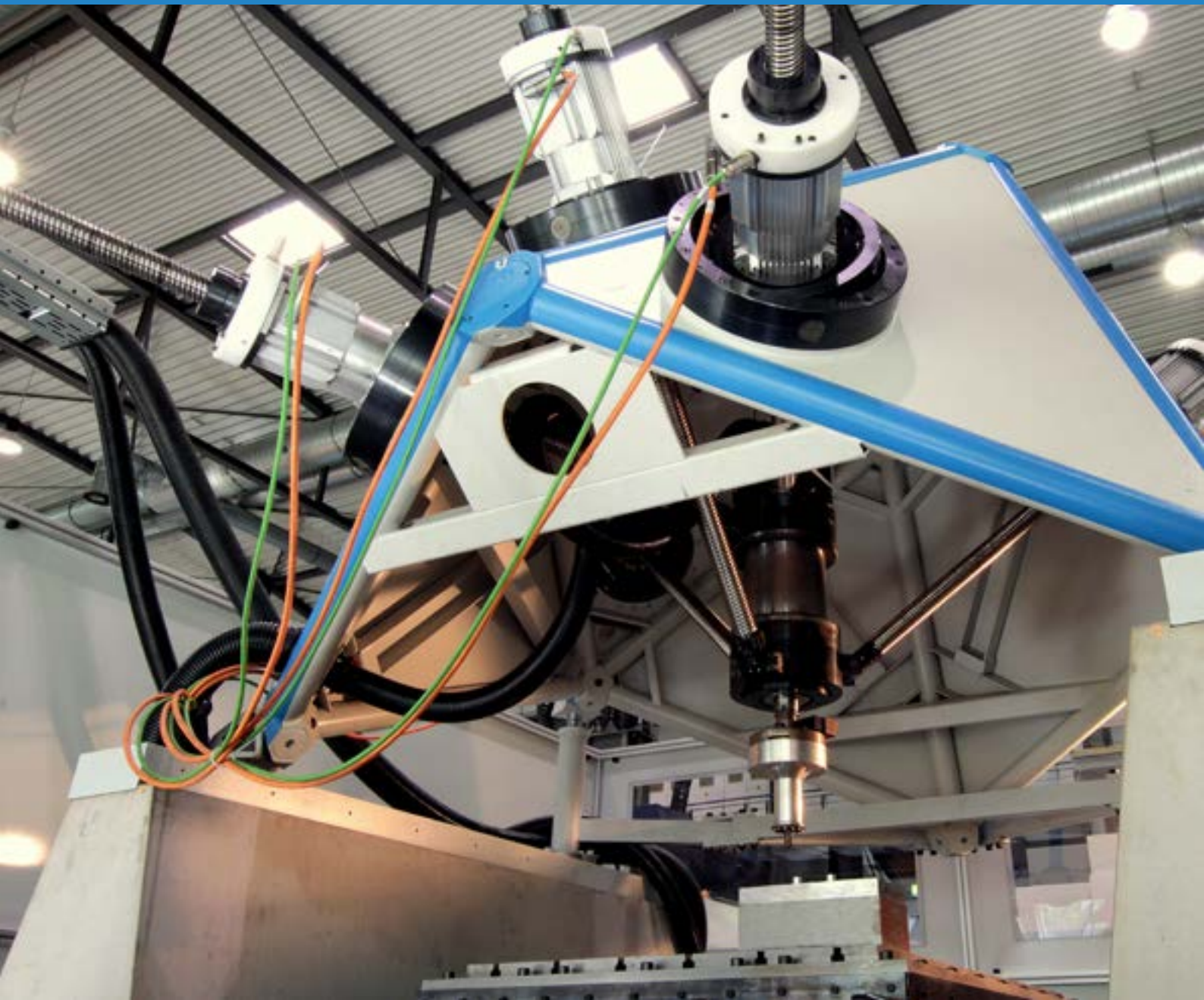




**Fraunhofer**  
IWU

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKZEUGMASCHINEN UND UMFORMTECHNIK IWU

# WERKZEUGMASCHINEN UND PRODUKTIONSSYSTEME





## VON DER TECHNOLOGIE ZUR MASCHINE

Unter der Dachmarke Ressourceneffiziente Produktion des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU forscht die Abteilung Werkzeugmaschinen an der Entwicklung von Produktionssystemen, Maschinen und Komponenten sowie deren peripheren Bereichen. Der Fokus liegt vor allem auf Problemstellungen, die sich aus den steigenden Forderungen an Produktivität, Fertigungsgenauigkeit, Flexibilität sowie Energie- und Ressourceneffizienz bei Entwicklungen im Maschinen- und Anlagenbau ergeben.

Die Reduzierung der Durchlaufzeiten und die Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit sind für die kostengünstige Herstellung von Werkzeugen der Blech- und Massivumformung ebenso wichtig wie für die hochproduktive Massenfertigung von Teilen des Fahrzeugantriebsstrangs. Die Ermittlung und Umsetzung der daraus für Werkzeugmaschinen und deren Hauptbaugruppen resultierenden Anforderungen stehen im Fokus unserer Arbeit. Dazu gehören schwerpunktmäßig höhere Beschleunigungen und Geschwindigkeiten der Vorschubachsen, eine Erhöhung der Drehzahlen für die HSC-Bearbeitung sowie selbstoptimierende Genauigkeitsregelungen und Rekonfigurierbarkeit.

Eine hohe Dynamik kann durch geringe bewegte Massen erreicht werden. Gewichtseinsparungen sind sowohl durch neue Aufbauprinzipien der Maschinen als auch durch die konsequente Anwendung der Leichtbauweise möglich, zum Beispiel unter Nutzung von Metallschäumen als Konstruktionswerkstoff für Baugruppen. Neben der präventiven Eigenschaftsermittlung durch experimentelle Untersuchungen und FEM-Berechnung widmen wir uns auch der Simulation des Bewegungs- und Kollisionsverhaltens von Maschinen.

Mithilfe der Virtuellen Realität (VR) lassen sich Objekte im dreidimensionalen Raum betrachten. Maschinenentwicklungen können so in einer frühen Entwicklungsphase sehr realitätsnah beurteilt und bewertet werden. Je frühzeitiger Änderungswünsche an virtuellen Prototypen vorgenommen werden, desto geringer fallen die dafür notwendigen Kosten aus.

Wir entwickeln Methoden und Werkzeuge zur systematischen Auslegung und Optimierung u. a. von Parallelkinematiken und Maschinenstrukturen. Elektromechanische Antriebe zur Erzeugung der Haupt- und Vorschubbewegung sind genauigkeits- und produktivitätsbestimmende Baugruppen von Werkzeugmaschinen. Unter Gesichtspunkten der Ressourceneffizienz gewinnt die bedarfsgerechte Auslegung von Antrieben und Strukturen immer mehr an Bedeutung. Dieser aktuelle Trend wird bei Umformmaschinen durch den Einsatz großer Servoantriebe als Hauptantriebe aufgegriffen.

Die Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit und der Wegfall des Kühlschmiermitteleinsatzes bei der Trockenbearbeitung sind Entwicklungstrends, die zunehmend die Thermoforschung in den Fokus wissenschaftlicher Forschungen rückt. Eine thermisch robuste Maschinengestaltung und die Kompensation thermisch bedingter Verlagerungen an Werkzeugmaschinen gehören zu wichtigen Aufgaben in diesem Bereich.

## Unsere Kompetenzfelder

Wir bieten unser Know-how im Rahmen von Forschungsprojekten und als Dienstleistung zur Unterstützung von Maschinenbauern und -betreibern in folgenden Kompetenzfeldern an:

- Strukturfindung und -optimierung für Werkzeugmaschinen ausgehend vom technologischen Anforderungsbild
- Entwicklung von Hochleistungskomponenten
- Messtechnische Eigenschaftsanalysen
- Simulation des statischen, dynamischen und thermischen Verhaltens von Maschinen, Baugruppen, Werkzeugen und Werkstücken
- Entwicklung von rechnergestützten Entwurfswerkzeugen für Werkzeugmaschinen unter Berücksichtigung von Mechanik, Antrieben, Regelung und Bearbeitungsprozess
- Entwurf und Optimierung von Vorschubreglern
- Unterstützung bei der Inbetriebnahme
- Experimentelle thermische Analysen von Maschinen in einer Klimazelle
- Prädiktive Instandhaltung von Werkzeugmaschinen
- Wirtschaftliche Bewertung von Produktionslösungen
- Beratung, Schulung, Erarbeitung von Studien

- 1 3D-Vorformzentrum Hexa-Bend zum Biegen von Rohren
- 2 Hydraulischer, hochdynamischer Kurzhubaktor
- 3 Großbearbeitungszentrum für den Werkzeug- und Formenbau

## Von der Technologie zur Maschine



*Maschinen- und Antriebskonzept*



*Baugruppentwurf*



*Konstruktion*



*Simulation und Analyse*



*Bau und Inbetriebnahme*



*Funktionstest*



*Prozessüberwachung*







1



2

## SPANENDE WERKZEUGMASCHINEN

Die Planung, Entwicklung und Inbetriebnahme spanender Werkzeugmaschinen ist eine unserer Kernkompetenzen. Dabei betrachten wir die gesamte Maschine einschließlich peripherer Einrichtungen wie zum Beispiel Handling, Spann- und Spann- und Vorrichtungen. Unser Schwerpunkt liegt hauptsächlich auf Fertigungslösungen für den Automobilbau, insbesondere für den Werkzeug- und Formenbau.

### Unser Leistungsangebot

- Maschinenkonzeptionen
- Maschinenentwicklung
- Baugruppenentwicklung
- Erarbeitung und Umsetzung von Pflichtenheften/Lastenheften
- Erarbeitung von Wirkprinzipien unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit in reale konstruktive Lösungen
- Entwürfe und Detailkonstruktionen durch 3D-CAD-Modellierung und 2D-CAD-Zeichnungen, Dimensionierung von Bauteilen/Baugruppen
- Funktionsnachweise für konstruktive Lösungen durch Animation, Kollisionsbetrachtungen, Steifigkeits- und Genauigkeitsanalysen
- Detaillierung (Einzelteilzeichnungen, Zusammenbauzeichnungen, Montagebeschreibungen, Abnahmerichtlinien)
- Unterstützung bei der Inbetriebnahme
- Durchführung von Wirtschaftlichkeitsbewertungen

Mit unserem Know-how sind wir kompetenter Partner der Maschinenbauindustrie. Neben der Untersuchung von Ist-Zuständen erarbeiten wir Verbesserungsvorschläge und bringen sie zur Umsetzung.

### Unsere Kompetenzen

- Realisierung innovativer Zerspanungstechnologien und hybrider Prozesse
- Entwicklung von Maschinenstrukturen
- Wandlungsfähige Produktionssysteme
- Geregelt elektrische und hydraulische Antriebe
- Simulation mechatronischer Vorschub- und Bewegungssysteme
- Entwicklung von Regelungs- und Steuerungsstrategien
- Erhöhung der Prozessstabilität durch aktive Dämpfung
- Erstellung von Ratterkarten
- FEM-Berechnungen sowie statische, dynamische und thermische Simulationen unter Berücksichtigung der Regelung
- Experimentelle Eigenschaftsermittlung
- Condition Monitoring
- Vorausschauende Instandhaltung

- 1 *Hochleistungsgewindetrieb in CFK-Metall-Hybridbauweise*
- 2 *5-Achs-Bearbeitungseinheit für den Werkzeug- und Formenbau*
- 3 *Mobile 5-achsige Maschine zur spanenden Bearbeitung einer Rotorwelle*



## KERNKOMPETENZ MOBILE MASCHINE

Mobilität für eine effizientere Maschinenstruktur – Kleine transportable Maschinen für große Werkstücke

Im Maschinenbau müssen zunehmend immer größere Bauteile bearbeitet werden. Beispiele dafür sind u. a. in Integralbauweise zu einem komplexen Bauteil zusammengefasste Einzelbauteile oder auch Windkraftanlagen, Krane, Umformwerkzeuge und Komponenten des Anlagenbaus. Oft sind an diesen Bauteilen nur lokale Bearbeitungen durchzuführen, die jedoch eine 5-achsige und hochgenaue Ausführung erfordern. Bei konventioneller Herangehensweise muss das Werkstück dazu in Großbearbeitungsmaschinen eingelegt werden. Dies führt zu extremen Missverhältnissen zwischen theoretisch benötigter und vorhandener Maschinengröße und damit zu einer ineffizienten Ressourcennutzung. Zweckmäßiger ist es, große Werkstücke mit kleinen mobilen Maschinen zu bearbeiten. Für dieses Konzept wird Mobilität in lokaler und globaler Hinsicht angestrebt.

### Lokale Mobilität

Kleinere Maschineneinheiten werden lokal an den zu bearbeitenden Stellen des Werkstücks positioniert. Dadurch können die Baugröße und die zu bewegende Masse auf ein Minimum reduziert werden. Darüber hinaus ergeben sich aus dieser Miniaturisierung Effizienzsteigerungen durch das Einsparen von Nebenaggregaten und eine signifikante Senkung der grauen Energie durch das Ersetzen großer Bearbeitungszentren.

### Globale Mobilität

Unter globaler Mobilität ist die Transportierbarkeit der Maschine zwischen verschiedenen Einsatzorten zu verstehen. Die mit der Verkleinerung der Maschinen und entsprechender Robustheit mögliche Transportierbarkeit ist insbesondere für

Anwendungen im Instandhaltungssektor interessant. Denn neben der Senkung des Logistikaufwands und Wegfalls des Transportrisikos für investitionsintensive Werkstücke sind hier vor allem die Reaktionsfähigkeit für weltweite Instandhaltungsaufgaben sowie die stark verminderten Ausfallzeiten von Anlagen durch die Überarbeitung vor Ort als Vorteile zu sehen.

Im Rahmen einer ganzheitlichen Methodik für die Entwicklung und Konfiguration mobiler Maschinen werden einsatznahe Lösungen für grundlegende Maschinenkonzepte, Kopplungsstrategien und Ansätze zur Koordinatenzuordnung sowie entsprechende Bearbeitungsstrategien entwickelt. Im Hinblick auf den industriellen Einsatz entstehen zudem Werkzeuge zur wirtschaftlichen und energetischen Bewertung mobiler Werkzeugmaschinen.

### Potenziale für die Anwendung

- Steigerung der Ressourceneffizienz durch den Einsatz kleinerer Maschinen und damit geringeren zu beschleunigenden Massen
- Zeiteinsparung durch Wegfall der Werkstückdemontage infolge der Integration der mobilen Maschine in die vorhandene Struktur
- Erschließen neuer Möglichkeiten in der Produktentwicklung, speziell durch die Bearbeitung integrierter Komponenten
- Flexibilität durch nichtstationäre Maschinenstruktur
- Kostensenkung durch Reduktion des Logistikaufwands
- Zeiteinsparung durch Bearbeitung direkt vor Ort



# UMFORMENDE WERKZEUGMASCHINEN

Im Arbeitsgebiet Umformende Werkzeugmaschinen verfügen wir über umfassende Kompetenz in der Planung, Entwicklung, Konstruktion und Eigenschaftsanalyse von Baugruppen für Umformmaschinen bzw. -anlagen einschließlich der entsprechenden Handlingstechnik.

## Unser Leistungsangebot

- Anlagenplanung und Konzepterstellung von Presswerken einschließlich der Simulation des Teiledurchlaufs und der möglichen Ausbringung
- Produktentwicklung, Konstruktion und Projektierung ausgewählter Baugruppen von Umformmaschinen, beispielsweise Gestellbauteilen, Haupt- und Nebenantrieben, Automatisierungstechnik
- Theoretische und experimentelle Eigenschaftsbewertung des statischen und dynamischen Verhaltens von Umformmaschinen
- Analysen zum Energieverbrauch der Anlagen einschließlich der einzelnen Baugruppen
- Mitwirkung bzw. Durchführung von Maschinenabnahmen, Unterstützung bei der Erstellung von Lastenheften
- Mitwirkung und Organisation beim Bau und Inbetriebnahme von ausgewählten Baugruppen

1 *Arbeitsraum einer Umformmaschine*

2 *Analyse aktiver Dämpfer zur Erhöhung der Prozessstabilität*

3 *Belastungstests an Umformmaschinen*

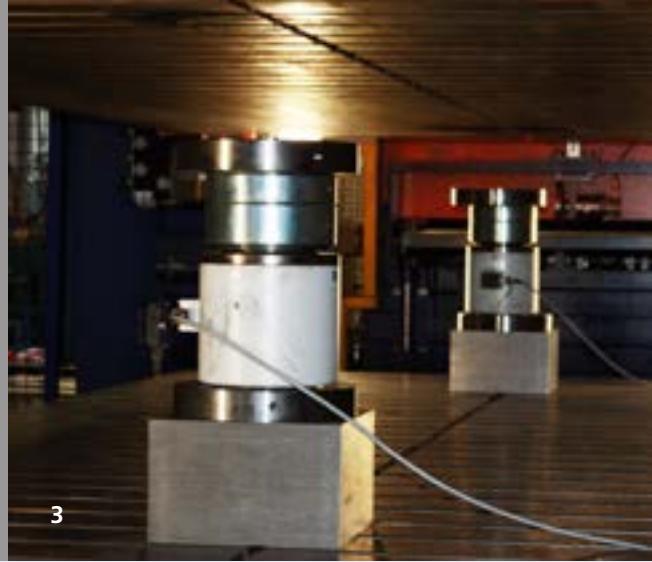
Die numerische Berechnung, Analyse und Simulation von einzelnen Bauteilen bis hin zu komplexen Maschinenstrukturen und Prozessabläufen wird für die Produktentwicklung moderner und konkurrenzfähiger Produkte zunehmend unabdingbar. Unsere Leistungen bei der Analyse und Simulation umformender Werkzeugmaschinen beinhalten die Projektierung und Erprobung bei der Entwicklung der Maschinen sowie die Analyse bestehender Anlagen.

## Unsere Kompetenzen

- Prototypenentwicklung und -erprobung
- Steuerungsentwurf, Modellierung, Simulation, Regelung, Diagnose und Wartung fluidischer Antriebe
- Projektierung von elektromechanischen Antriebsbaugruppen
- Berechnungen bzw. Simulation des statischen und dynamischen Verhaltens von Baugruppen
- Messtechnische Analyse von Umformmaschinen (statisches und dynamisches Verhalten)
- Analyse zur Energieeffizienz von Anlagen und Maschinen

Zur Verifizierung von Simulationsmodellen werden Maschinenanalysen durchgeführt. Die Vorteile der Simulation und Analyse liegen dabei in den Möglichkeiten zur

- Verringerung der Produktentwicklungszeiten,
- Strukturoptimierung,
- Darstellung komplexer kinematischer Zusammenhänge, zum Beispiel Kollisionsbetrachtungen,
- Reglerentwurf,
- Vorherbestimmung von Prozessabläufen sowie zur
- Schwachstellenanalyse.



## KERNKOMPETENZ MASCHINENUNTERSUCHUNG

### Experimentelle Eigenschaftsanalyse

Ziele unserer Forschungsarbeiten und Dienstleistungen für Unternehmen sind die Erhöhung der statischen und dynamischen Steife von Werkzeugmaschinen, die Verbesserung der Fertigungsgenauigkeit, die Ermittlung der statischen und dynamischen Kenngrößen von Umformmaschinen sowie Schwachstellenanalysen bei fehlerhaftem Betrieb. Die aus experimentellen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse werden dazu mit Berechnungsmodellen abgeglichen und Verbesserungsvorschläge erarbeitet.

#### Unsere Kompetenzen

- Experimentelle Ermittlung des statischen und dynamischen Verhaltens von Werkzeug- und Umformmaschinen
- Bewertung und Optimierung des statischen und dynamischen Maschinenverhaltens durch Schwachstellenanalyse und Ableitung von Verbesserungspotenzialen
- Analyse von Ausfallursachen
- Kalibrierung von Werkzeug- und Umformmaschinen
- Durchführung von Betriebsschwingungsanalysen und akustischen Untersuchungen
- Prozessüberwachung bei der spanenden und umformenden Bearbeitung
- Maschinenüberwachung im Sinne der vorausschauenden, zustandsabhängigen Instandhaltung (Condition Monitoring)

#### Experimentelle Untersuchung

Um das Strukturverhalten von Maschinen zu erfassen sowie Schwachstellen und Verbesserungspotenziale aufzuzeigen, sind experimentelle Maschinenanalysen mit einem hochwertigen Messequipment notwendig. Mit unserer langjährigen

Erfahrung können wir messtechnische Untersuchungen sowohl beim Maschinenhersteller oder -betreiber als auch am Fraunhofer IWU durchführen. Erste Ergebnisse stehen direkt nach der Messung zur Verfügung. Ein detaillierter Bericht und die Ergebnispräsentation beim Kunden sind Bestandteil unserer Dienstleistung. Darüber hinaus kann der gesamte Umfang der Maschinen- und Prozessüberwachung messtechnisch abgedeckt werden. Daraus ergeben sich umfangreiche Möglichkeiten der ganzheitlichen Betrachtung von Maschine und Prozess.

#### Experimentelle Strukturuntersuchungen:

- Analyse des statischen/dynamischen Verformungsverhaltens bei Erregung mit Impulshammer oder hydraulischem Erreger
- Ermittlung von dynamischen Nachgiebigkeiten, Schwingungsformen und Dämpfungen
- Ermittlung statischer Maschinenkennwerte von hydraulischen/mechanischen Umformmaschinen mit einem Lasertracker
- Ermittlung des Trag- und Verformungsverhaltens von Antriebs- und Gestellbaugruppen von Umformmaschinen

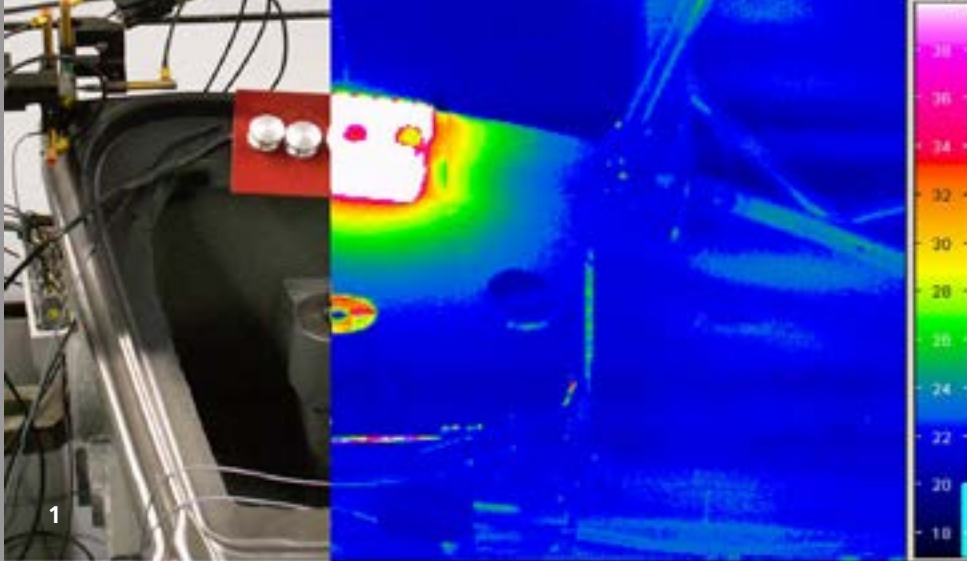
#### Betriebsschwingungsanalysen und akustische Messungen:

- Signalanalysen bei Schwingungserscheinungen im Bearbeitungsprozess (Diagnose von Ratterschwingungen)
- Hochlauf- und Ordnungsanalysen
- Lärmpegelmessungen und Schallquellenortung

#### Maschinen- und Prozessmesstechnik:

- Messung/Kompensation von Positioniergenauigkeit, Rechtwinkligkeit und Kreisformabweichung
- Thermische Analyse/Kompensation von Werkzeugmaschinen
- Qualitätsmesstechnik (Rundheit, Rauheit, Maßhaltigkeit, Schneidkantenvermessung, Geometrievermessung)





# THERMOFORSCHUNG

Thermisch bedingte Verlagerungen sind heute in der spanenden Bearbeitung eine dominierende Fehlerursache. Wir widmen uns daher der Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen unter praxisüblichen Temperaturbedingungen durch simulative und experimentelle Analysen, praxistaugliche Fehlerkorrekturen und konstruktive Verbesserungen.

## Unsere Kompetenzen

- Experimentelle Ermittlung von Temperaturfeldern und ihrer zeitlichen Änderung sowie den daraus resultierenden Verformungen und Verlagerungen einzelner Baugruppen bzw. absoluter Abweichungen
- Berechnung des thermoelastischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen durch verbesserte Modellbildung, insbesondere Beschreibung der Randbedingungen
- Bewertung und Optimierung der thermischen Verlagerungen der Strukturelemente durch Analyse von Schwachstellen und Ableitung von Verbesserungspotenzialen
- Erarbeitung von Algorithmen zur steuerungsintegrierten Korrektur thermisch bedingter Verformungen und Verlagerungen

Das bedarfsgerechte Zu- und Abschalten der Haupt- und Nebenantriebe sowie die Reduzierung des Kühlschmierstoffeinsatzes können das thermische Gleichgewicht dauerhaft stören. Ein instationäres Maschinenverhalten sowie thermoelastische Verformungen sind die Folgen.

Auf Basis einer Vielzahl von Maschinenuntersuchungen haben wir eine spezielle Methodik zur Analyse des thermischen Verhaltens entwickelt. Unsere Mitarbeiter führen komplexe Untersuchungen zum thermischen Verhalten sowohl in der Klimazelle am Standort Chemnitz als auch einzelne Untersuchungen an Maschinen oder Baugruppen direkt beim Kunden als Dienstleistung durch. Dabei werden neben dem Einfluss der Umgebungstemperaturen und der Temperaturschichtung in der Maschinenhalle auch Temperatureffekte, die sich durch die Maschinenantriebe und die unmittelbare Bearbeitung des Werkstücks (inklusive heißer Späne) im Arbeitsraum ausbilden, ermittelt. Im Ergebnis entstehen mathematische Korrekturmodelle, mit denen thermoelastische Verformungen steuerungsintern korrigiert und letztendlich die Bearbeitungsgenauigkeit erhöht werden kann.

Für experimentelle Untersuchungen steht folgende Ausrüstung zur Verfügung:

- Klimazelle zur Erzeugung definiert variierbarer Umgebungsbedingungen
- Vielstellenmesstechnik mit bis zu 100 Messkanälen und punktuellen Messungen von Verlagerungen und Temperaturen
- Umfangreiches thermostabiles Messgestänge aus Invar-Stahl
- Hochauflösende schnelle Thermografiekamera

1 *Thermografieaufnahme*

2 *Maschine in der Klimazelle*





2

## KERNKOMPETENZ KLIMAZELLE

Experimentelle thermische Untersuchung großer Maschinenteile, Baugruppen und ganzer Maschinen

Die Ermittlung der bei verschiedenen Betriebszuständen und schwankenden Umgebungseinflüssen auftretenden thermisch bedingten Verlagerungen zwischen Werkzeug und Werkstück ist aufgrund steigender Genauigkeitsanforderungen im modernen Werkzeugmaschinenbau eine notwendige Voraussetzung zur Entwicklung thermisch robuster Werkzeugmaschinen. Dabei ist die Kenntnis der Einflüsse verschiedener thermischer Randbedingungen, insbesondere auch der Umgebungstemperatur, auf das Genauigkeitsverhalten und die Langzeitstabilität der Maschine notwendig. Mit einer umfangreichen experimentellen Ausstattung und langjähriger Erfahrung besitzt das Fraunhofer IWU eine hervorragende Basis für experimentelle Untersuchungen und kann so die Grundlagen für eine exakte Modellierung thermischer Effekte schaffen.

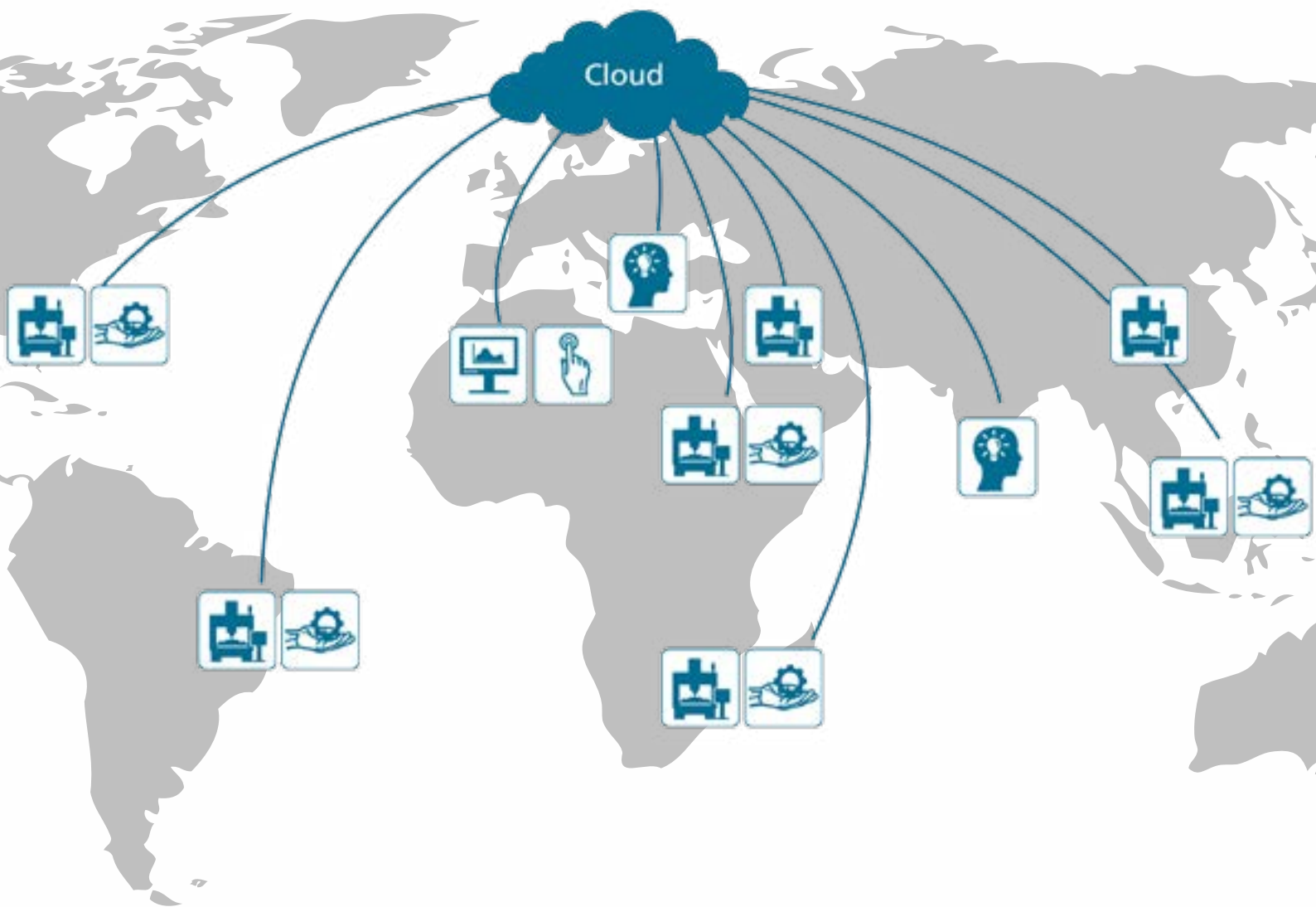
Mit einer Klimazelle ist es möglich, sowohl den Einfluss innerer Wärmequellen einer Maschine bei konstanten Umgebungstemperaturen als auch das determinierte thermische Verhalten von Maschinen bei sich ändernden Umgebungstemperaturen zu bestimmen. Unter Berücksichtigung der thermisch bedingten Verformungen und Verlagerungen der Maschine einschließlich der thermischen Wechselwirkung zur Umgebung werden Maßnahmen zur Konstruktionsverbesserung, steuerungsinternen Korrektur oder Kompensation abgeleitet.

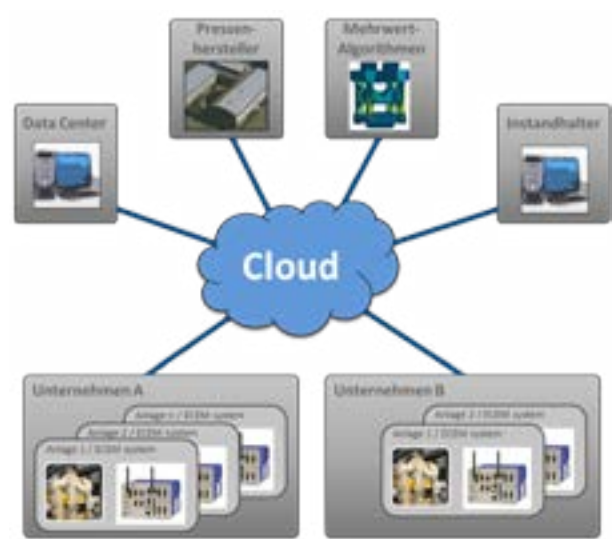
Mit der Klimazelle und unserer messtechnischen Ausstattung lassen sich folgende Ziele umsetzen:

- Ermittlung des thermischen Verhaltens unter konstanten oder veränderlichen Umgebungsrandbedingungen
- Korrektur von Abweichungen mithilfe steuerungsinterner Methoden
- Ableitung konstruktiver und werkstoffspezifischer Maßnahmen aus der Kenntnis des thermischen Verhaltens
- Zuglufttests

Technische Daten

- Außenmaße: 10,7 m x 7,5 m x 5,0 m
- Raumklimatisierung:
  - Raumluft regelbar zwischen 10 °C bis 40 °C
  - max. Luftgeschwindigkeit < 0,4 m/s
  - Luftaustausch max. 20000 m<sup>3</sup> pro Stunde
  - Raumfeuchteregelung zwischen 35 % bis 55 %
- Bodenplatte:
  - Aufstellfläche 8,15 m x 5,10 m
  - in zwei Ebenen unabhängig temperierbar
  - 4 x 6 Temperatursonden für Regelung integriert
  - schwingisoliert (12 Luftfedern, elektronisch geregelt)
  - Luftfeuchte von 10 % bis 90 % relativ





# KERNKOMPETENZ PRÄDIKTIVE INSTANDHALTUNG

iMAIN – Eine kooperative Lösung für die vorausschauende Instandhaltung

Fallen Maschinen in der Produktion unerwartet aus, entstehen den Unternehmen unnötige Kosten. Wenn man vorher wissen würde, wann eine Maschine ausfällt bzw. wann Komponenten brechen, könnten Unternehmen exakt planen, wann eine Maschine gewartet oder eine Komponente ausgetauscht wird. Am besten geschieht dies, wenn es optimal in den Produktionsplan passt. Ein derartiger vorausschauender Blick in die Zukunft erfordert umfangreiche Informationen und spezielles Expertenwissen, was mit heutigen Fernwartungssystemen weder technisch noch wirtschaftlich sinnvoll realisierbar ist.

## Cloudbasierter Instandhaltungsansatz

Mit der Informatisierung und Vernetzung von Maschinen und Anlagen könnte dieses Problem gelöst werden. Davon könnten vor allem Hersteller profitieren, die ihren internationalen Kunden Dienstleistungen rund um die Instandhaltung anbieten wollen. Durch die zentrale Verwaltung der erfassten Daten und Informationen innerhalb einer unternehmensinternen eMaintenance Cloud ergeben sich völlig neue Möglichkeiten zur Generierung von instandhaltungsrelevantem Wissen. Mit dem Zusammenführen dieser Daten und Informationen wird eine völlig neue Quantität bei der Restlebensdauerprognose erzielt. Co-Simulationsumgebungen ermöglichen die Integration komplexester Bewertungsmodelle. Hierfür kann problemspezifisches Expertenwissen auch von Drittanbietern eingebunden werden.

Im vom Fraunhofer IWU koordinierten EU-Projekt iMAIN (Intelligent Maintenance) haben acht Partner aus vier europäischen Ländern die notwendige informationstechnische Infrastruktur und spezielle Algorithmen und Modelle entwickelt und die Funktionalität am Beispiel der Blechumformung demonstriert.

## Eingebettetes Condition Monitoring

Der interdisziplinäre Ansatz beim Streben nach weiterführenden Erkenntnissen zu Materialbelastung und Komponentenlebensdauer spiegelt sich in einer breit aufgestellten Strategie bei der Instrumentierung und Datenerfassung wider. Bei der Erfassung physikalischer Prozesse und Messgrößen, Sensoren und zusätzlicher Anlagenprozessdaten – wie unterschiedlichen Datenraten, Formaten und Schnittstellen – wird ein »Multi-Domain«-Ansatz verfolgt. Damit können verschiedenste Sensortypen (u.a. MEMS, Wireless) integriert und vielfältige Zustandsgrößen wie zum Beispiel die Stößelkipfung bei Pressen, die Verteilung der Presskräfte, Temperaturänderungen in Lagern und Führungen, Schwingungen an Antrieben und Riemen oder die Ölqualität sowie der Luft- und Energieverbrauch erfasst werden. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der erstmaligen Erfassung einer realen Belastungshistorie der kompletten Gestellstruktur zur Vermeidung von Dauerbrüchen, wobei hier neuartige, sogenannte virtuelle Sensoren eingesetzt werden.

## Serviceorientierte Geschäftsmodelle

Ein derartiger kooperativer Instandhaltungsansatz ermöglicht es Maschinen- und Anlagenherstellern, ihre serviceorientierten Geschäftsbereiche zu erweitern. Ein besonderer Schwerpunkt wird dabei zukünftig bei »information-for-x«-Modellen gesehen, die dem Kunden erweiterte Garantien für die Bereitstellung aktueller Anlageninformationen bieten. Aber auch bei anderen Product-Service-Modellen wie »pay for use« oder »pay for performance« kann das wirtschaftliche Risiko für den Systemanbieter durch cloudbasierte Monitoringansätze deutlich reduziert werden.



### **Herausgeber**

Fraunhofer-Institut für  
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU  
Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

Telefon +49 371 5397-0  
Fax +49 371 5397-1404  
info@iwu.fraunhofer.de  
www.iwu.fraunhofer.de

### **Abteilung Werkzeugmaschinen**

Dr.-Ing. Markus Bergmann  
Telefon +49 371 5397-1302  
Fax +49 371 5397-6-1302  
markus.bergmann@iwu.fraunhofer.de

### **Bildquellen**

Seite 5: METROM Mechatronische Maschinen GmbH  
Alle übrigen Abbildungen: © Fraunhofer IWU

© Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen  
und Umformtechnik IWU 2021