



**IWT**

**Stiftung Institut  
für Werkstofftechnik  
Bremen**

**Hauptabteilung  
Fertigungstechnik**  
Badgasteiner Straße 3  
28359 Bremen

Tel.: (0421) 218-2318  
Fax: (0421) 218-3272

## **AWT Fachausschuss 18: „Werkstofforientierte Fertigung“**

Protokoll der Sitzung vom 31. Mai 2011 10:00 - 14:00 Uhr, ISCAR, Ettlingen

### **Teilnehmer:**

T. Wolfrath	Fuchs Europe, Mannheim
K. Brenner	ISCAR GmbH, Ettlingen
D. Becker	ISCAR GmbH, Ettlingen
P. Dollinger	AUDI AG, Ingolstadt
D. Dapprich	Stresstech GmbH, Höhn
P. Walther	Oemeta, Uetersen
J. Wüppenhorst	ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen
J. Kleff	ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen
D. Fössel	Bosch Rexroth AG, Schweinfurt
S. Knobloch	Daimler AG, Untertürkheim
A. Michel	Castrol Industrie, Hamburg
Dr. M. Wittmann	SKF Linearsysteme, Meckesheim
Dr. J. Eckebrecht	IWT, Bremen
Dr. M. Garbrecht	IWT, Bremen



## **Fachausschuss 18 Werkstofforientierte Fertigung**

**31. Mai 2011, 10:00 Uhr, Fa. ISCAR, Ettlingen**

### **Tagesordnung**

- Top 1 **Begrüßung durch den Gastgeber / Vorstellung der Teilnehmer**
- Top 2 **Genehmigung des Protokolls der letzten Sitzung des Arbeitskreises**
- Top 3 Wahl eines neuen Obmanns
- Top 4 Werkzeuge für schwer zerspanbare Werkstückstoffe aus der Luft & Raumfahrtindustrie  
*K. Brenner, ISCAR, Ettlingen*
- Top 5 Möglichkeiten der Randzonenanalyse an metallischen Werkstoffen  
*D. Dapprich, Stresstech GmbH, Höhn*
- Top 6 Zerspanen aus der Schmiedehitze  
*Dr. M. Garbrecht, IWT, Bremen*
- Top 7 Angefragt: Stahlmarkt vor dem Hintergrund einer globalen Wirtschaft  
*N.N.*
- Top 8 Diskussion neuer Projektvorschläge  
Projektvorschläge:     - Bearbeitung von hochfestem Gusseisen mit Vermiculargraphit  
                                  - Verzugsvorhersage  
Sachstand Projektantrag:     - Chargeneinfluss
- Top 9 Sonstiges  
- Richtlinienarbeit im FA18  
- Tagesordnung nächste Sitzung  
- Termin und Ort der nächsten Sitzung
- 14:00     Ende der Sitzung**

**Top 1:** Begrüßung und Vorstellung der Teilnehmer durch Herrn Brenner und Herrn Dr. Eckebrecht.

**Top 2:** Das Protokoll wird ohne Änderungen angenommen. Protokoll und Tagesordnung der Sitzungen des FA 18 finden sich unter <http://www.iwt-bremen.de/fertigungstechnik/eco-centrum/forschung.html> am Ende der Seite. Dr. Eckebrecht erläutert, dass es leider nicht gelungen sei, einen Referenten zu der Thematik „Stahlmarkt vor dem Hintergrund einer globalen Wirtschaft“ zu finden. Gleichwohl bleibt es ein wichtiges Ziel für den Fachausschuss Stahlhersteller in die Arbeit einzubinden. Herr Wüppenhorst und Herr Wittmann werden versuchen, Stahlhersteller in Hinblick auf den FA 18 anzusprechen.

**Top 3: Wahl eines neuen Obmanns**

Da Herr Dr. Wilke für die Firma BOSCH eine Aufgabe im Ausland übernommen hat, steht er als Obmann für den Fachausschuss nicht mehr zur Verfügung. Der Fachausschuss dankt Herrn Dr. Wilke für seinen Einsatz. Dr. Wittmann (SKF Linearsysteme) erklärt sich bereit, den Vorsitz des Fachausschusses zu übernehmen. Die Teilnehmer begrüßen diesen Vorschlag. Dr. Wittmann wird einstimmig als neuer Obmann des Fachausschusses 18 gewählt.

**Top 4: Werkzeuge für schwer zerspanbare Werkstückstoffe aus der Luft & Raumfahrtindustrie**

*K. Brenner, ISCAR, Ettlingen*

Werkstoffe aus der Luft- und Raumfahrtindustrie, insbesondere die im Triebwerksbau verwendeten Titan- oder Nickelbasislegierungen, gelten als schwer zerspanbar. Werkstoffeigenschaften wie schlechte Wärmeleitfähigkeit oder hohe Zähigkeit (langspanend) stellen hohe Anforderungen an Zerspanwerkzeuge. Steigende Stückzahlen erfordern eine deutliche Steigerung der Produktivität und erzwingen die Entwicklung angepasster Lösungen. Hier hat vor allem die Entwicklung der Kühlschmierstoffzufuhr unter Hochdruck (bis 600 bar) einen wesentlichen Produktivitätszuwachs erbracht. Herr Brenner geht auf die Bedingungen der Kühlschmierstoffzufuhr ein und erläutert die von ISCAR hierzu erarbeiteten Lösungen. Ein Schwerpunkt seiner Ausführungen ist dabei die innere Kühlschmiermittelzufuhr unter Hochdruck, die einen Spanbruch begünstigt und zu einer effektiven Kühlung der Werkzeug-schneide führt.

Diskussion:

- In der anschließenden Diskussion werden die Voraussetzungen für die Innenkühlung erörtert. Herr Brenner erläutert, dass die maschinellen Voraussetzungen vielfach bereits gegeben sind, aber zusätzliche KSS-Filter, die die Kühlkanäle der Werkzeuge vor Zusetzungen schützen, benötigt werden. Da der Kühlschmierstoff eine wesentliche Komponente des Zerspanprozesses ist, sei eine Zusammenarbeit mit KSS-Herstellern wünschenswert. Hier habe man allerdings wenige Einflussmöglichkeiten auf den Anwender.
- Auf die Frage nach alternativen Bearbeitungskonzepten verweist Herr Brenner auf Ansätze zur kryogenen Unterstützung der Zerspanung.
- Herr Knobloch weist darauf hin, dass gerade hochwarmfeste Werkstoffe vielfach unter ungünstigen Bearbeitungsparametern zerspannt werden und dass die Zerspanntemperatur eine wichtige Rolle spielt. Herr Brenner merkt hierzu an, dass Untersuchungen zur laserunterstützten Zerspanung durchgeführt werden. Ansonsten sei hier gerade die Entwicklung neuer Schneidstoffe notwendig.

- Herr Fössel weist auf die Möglichkeiten der Beschichtung von Werkzeugen hin. Dies sei bei den angesprochenen Werkstoffen der Luft- und Raumfahrt laut Herrn Brenner leider nicht zulässig.

### **Top 5: Möglichkeiten der Randzonenanalyse an metallischen Werkstoffen**

*D. Dapprich, Stresstech GmbH, Höhn*

Herr Dapprich stellt die von Stresstech entwickelten Lösungen zur Randzonenanalyse mittels Barkhausenrauschen, Röntgendiffraktion und dem Bohrlochverfahren vor. Die theoretischen Hintergründe, sowie die praktische Nutzung der entwickelten Geräte, werden anhand von Anwendungsbeispielen erläutert. Ziel der Entwicklungsarbeiten der Firma Stresstech ist es dabei, Anwendern Lösungen zur fertigungsnahen oder integrierten Bewertung von Randzonen zu bieten.

#### Diskussion:

- Herr Wüppenhorst erkundigt sich nach der Möglichkeiten Schleifrisse mittels Barkhausenrauschen zu detektieren. Dies ist laut Herrn Dapprich leider nicht möglich.
- Herr Kleff möchte wissen, warum der Randzonenanalyse mittels Barkhausenrauschen der allgemeine Durchbruch bisher versagt blieb. Herr Dapprich führt hierzu aus, dass einzelne Anwender hier zwar schon viele Erfahrungen hätten, dass eine Normung des Verfahrens aber noch aussteht und verweist hierzu auf ein Projekt innerhalb der FVA. Herr Fössel merkt an, dass intensive Schulungen der Anwender notwendig seien und dass für eine gute Wiederholbarkeit der Messungen Hilfseinrichtungen (z.B. Linearführung des Messkopfes) wichtig sind.
- Auf Nachfrage von Herrn Dr. Garbrecht führt Herr Dapprich aus, dass bereits Ansätze zur automatisierten Messung verfügbar sind.

### **Top 6 Zerspanung aus der Schmiedehitze**

*Dr.-Ing. M. Garbrecht, IWT Bremen*

Ziel des von der AiF geförderten Verbundvorhabens EcoForge ist die Verkürzung der Prozesskette zur Herstellung von Hochleistungsbauteilen vom Umformprozess zur Endwärmebehandlung. Ein Nutzen der hier vorhandenen Potentiale bedeutet einen erheblichen Vorsprung in den wirtschaftlichen, sowie den technologischen Arealen der Umformindustrie. Ziel des Teilprojektes „Zerspanung aus der Schmiedehitze“ ist es in diesem Zusammenhang, die u. U. verschlechterte Zerspanbarkeit der hier erzeugten bainitischen Gefüge und schwefelarmen AFP-Stähle in den untersuchten Prozessketten durch eine Heißzerspanung aus der Schmiedehitze zu kompensieren.

Herr Dr. Garbrecht stellt die Projektstruktur und erste Ergebnisse, des kürzlich gestarteten Forschungsprojektes mit der Vision „Zerspanung während der Haltezeit“ vor.

#### Diskussion:

- Herr Wüppenhorst merkt an, dass bei den angegebenen Werkstoffen die Umwandlung bei ca. 600 °C abgeschlossen ist und fragt, ob es geplant sei, auch bei höheren Temperaturen zu zerspanen. Inwiefern höhere Temperaturen günstig für die Zerspanung wären, müsse laut Herrn Dr. Garbrecht noch geprüft werden.

- Auf die Frage nach den Eigenschaftsprofilen der Werkstücke nach der abschließenden Wärmebehandlung verweist Dr. Garbrecht auf andere Teilprojekte, die diese Eigenschaften prüfen.

## **Top 8      Neue Projektvorschläge / Sachstand Projektanträge**

*Dr.-Ing. M. Garbrecht, Dr.-Ing. J. Eckebrecht, IWT Bremen*

- Dr. Garbrecht stellt eine Projektidee mit dem Titel „Zerspanbarkeit und Randzoneneigenschaften bei der Fertigung von normalem und bainitischem GJV“ vor. Den Vorteilen des vermicularen im Vergleich zu einem lamellaren Graugussgefüge stehen die Defizite gegenüber, wie
  - kein ausreichend verschleißfester Schneidstoff für HSC bekannt,
  - Verschleißmechanismen noch unklar,
  - wenige Kenntnisse bezüglich Maßhaltigkeit und Randzonenbeeinflussung bei der Zerspanung.

Zielsetzung des Projektes ist es daher, die Zerspanbarkeit von normalem und bainitischem GJV systematisch zu untersuchen. Besonders berücksichtigt werden sollen dabei die Maß- und Formgenauigkeit sowie die Randschichteigenschaften. Dr. Garbrecht entwirft eine mögliche Vorgehensweise für die geplanten Untersuchungen und stellt die Projektidee zur Diskussion.

### Diskussion:

- Herr Brenner weist darauf hin, dass die Nachfrage nach GJV eher gering sei. Vor diesem Hintergrund sei es wünschenswert, wenn ein Anwender derartige Untersuchungen begleiten würde.
  - Herr Kleff merkt an, dass es bei der Wärmebehandlung von ADI noch Defizite gibt und hier Entwicklungsarbeit notwendig sei.
  - Herr Walther würde ein entsprechendes Vorhaben unterstützen und ergänzt, dass im Zusammenhang mit Kühlschmierstoffen die Minimalmengenschmierung bzw. eine kryogene Unterstützung der Zerspanung interessant wären.
- Der Projektantrag Chargeneinfluss ist kurz vor der Fertigstellung und wird dem AWT-Beirat in Kürze zur Begutachtung vorgelegt. Nach positiver Begutachtung kann der Antrag bei der AiF eingereicht werden. Es wird hierzu angemerkt, dass es ggf. möglich sei, Werkstoffrückstellungen aus dem Bereich der Fachausschussmitglieder in die Untersuchungen mit einzubeziehen.

### **Sonstiges**

- Die nächste Sitzung des Fachausschusses 18 findet am 16. November 2011 statt.
- 

Dr. Wittmann bedankt sich bei den Teilnehmern für die rege Diskussion.

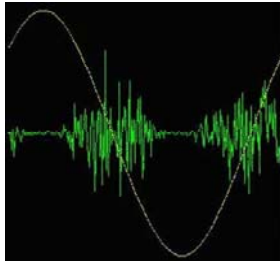
Protokoll: Dr.-Ing. J. Eckebrecht



[www.stresstech.de](http://www.stresstech.de)

## Stresstech bietet...

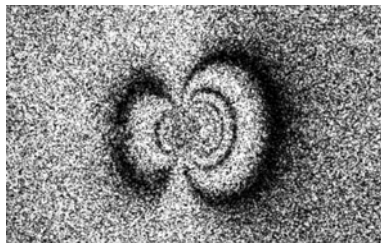
■ **Barkhausen**



■ **Röntgendiffraktion**



■ **Bohrlochmethode**



■ **Lohnarbeiten**

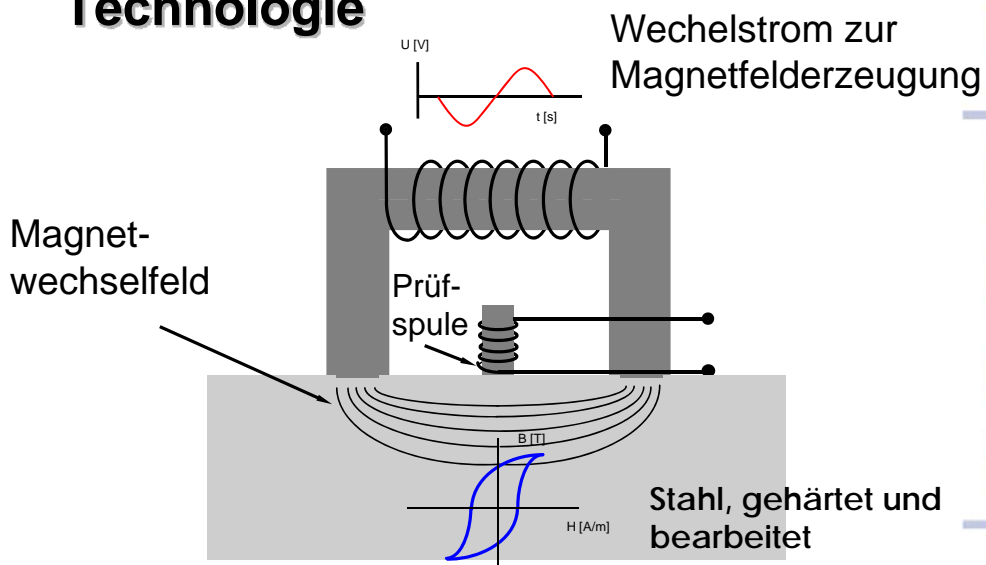


DD 2011 05 30



[www.stresstech.de](http://www.stresstech.de)

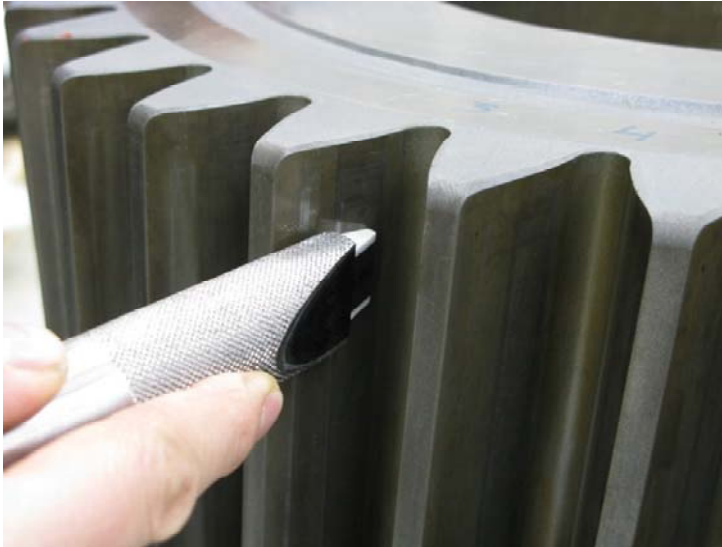
## Prinzip Barkhausen-Technologie



DD 2011 05 30

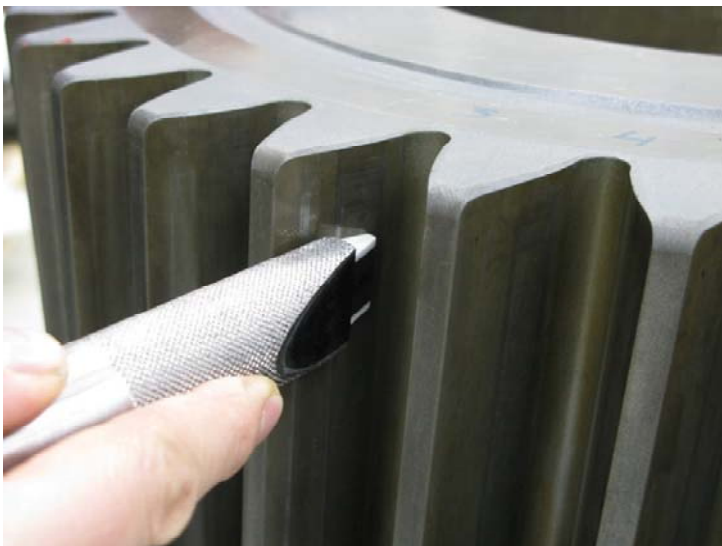
stresstech stresstech stresstech

Im einfachsten Fall: Manuelle Prüfung.



DD 2011 05 30 10

Im einfachsten Fall: Manuelle Prüfung.



DD 2011 05 30 10

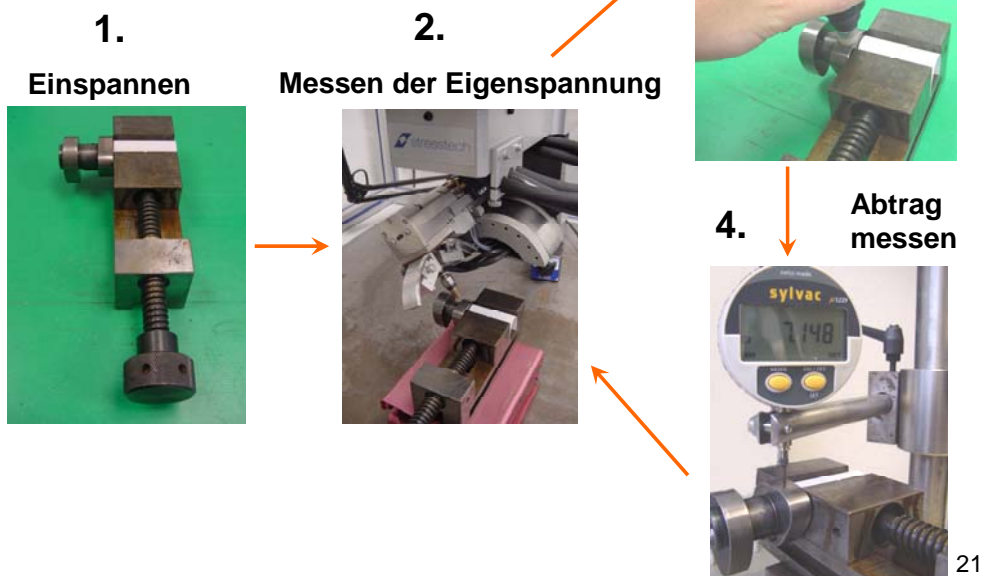
## Röntgendiffraktion zur Eigenspannungs- und Restaustenitmessung

- Nutzt Röntgenstrahlen
- Zerstörungsfrei (sofern an der Oberfläche ausgeführt)
- Quantitative Messung von
  - Eigenspannung
  - Restaustenit
- Schnell, hohe Auflösung
- Anwendung im Labor oder mobil



DD 2011 05 30

## Tiefenprofil erstellen

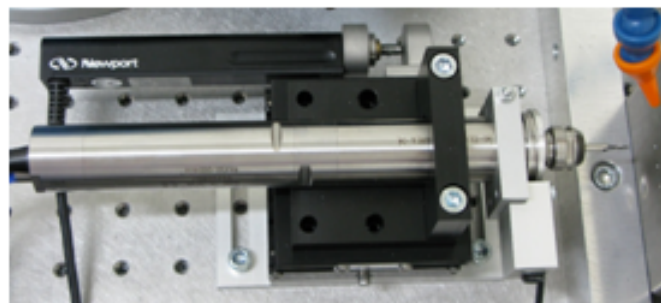


## Bohrlochmethode Prinzip

- Bohren eines Lochs  
Eigenspannungen verändern den Gleichgewichtszustand an der Oberfläche
- Ermittlung der ausgelösten Verschiebungen  
Fotos der durch Laser beleuchteten Oberfläche vor und nach jedem Bohrschritt
- Berechnung der Eigenspannungen  
Die gemessenen Verschiebungen an der Oberfläche werden mit einem FEM-Modell korreliert.

DD 2011 05 30

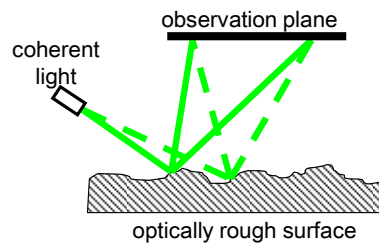
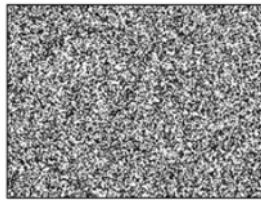
## Bohreinheit



- Präzisionsbohrer mit 50.000/min, elektrisch, luftgekühlt
- Gesteuerter Vorschub,  $\mu\text{m}$ -Positionierung
- Bohrer mit 0.8, 1.6 und 3.2mm Durchmesser
- Bohrtiefe bis ca. 60% des Bohrlochdurchmessers

DD 2011 05 30

## Ermittlung der Verschiebungen



- Kohärentes Laserlicht erzeugt Speckle Muster auf optisch "rauh" Oberflächen. Dieses Muster enthält Informationen über die Oberflächenstruktur.
- Die Größe der Speckle Flecken hängt von der Blende der verwendeten Kamera ab.

DD 2011 05 30

Zusammenfassung Einsatzgebiete der Techniken:

**Barkhausen** – Scannende, großflächige  
Überprüfung von Hartfein-Bearbeitungsprozessen

**Röntgendiffraktion** – Absolute  
Eigenspannungsmessung, Ermittlung auch steiler  
Gradienten an der unmittelbaren Werkstückrandzone  
möglich

**Bohrlochverfahren** – schnelle  
Tiefenprofilerstellung, auch bei grobkörnigen oder  
stark texturierten Materialien

## Projektstruktur EcoForge

	Neue Prozessketten	AFP- / HDB-Stahl	Einsatzstahl
<div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Prozessketten</div>	TP1 	38MnVS6 / HDB*	
	TP2 	Heiß- umformung	Heiß- umformung
	TP5/6  <small>Verfahrenstechnik</small>	Geregelte Abkühlung / <i>Bainitisieren</i> *	Geregelte Abkühlung / Bainitisieren
	TP3/4  <small>Fertigungstechnik</small>	Kaltkalibrieren / Lauwarm- umformen	Heiß- / Kalt- zerspanung
	TP2  <small>Werkstofftechnik</small>	Einsatzhärten	

Quelle: IWT VT, Prof. Fritsching

## Ziele EcoForge

Prozesskettenverkürzung

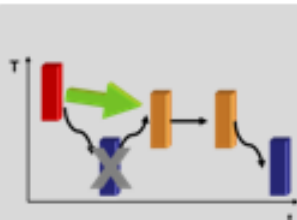
Schmiedebauteile EcoForge:  
abgesetzte Welle und Rail

Quelle: IWT VT, Prof. Fritsching

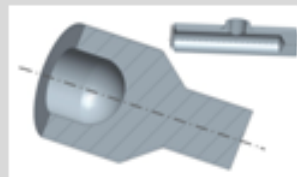
- Ziele:**
- Sensor kontrollierte Gefügeeinstellung im Schmiedeprozess
  - Abbildung der gesamten Prozesskette durch Simulation
  - Möglichkeiten und Vorteile einer Heißzerspanung
- Zielgrößen:**
- Festigkeit / Zähigkeit mit geringer Prozessstreuung
  - Zerspanbarkeit (Kalt/Heiß)
  - Umformbarkeit (Kalt/Lauwarm)
  - Verzug
- Validierung:**
- Bauteil „abgesetzte Welle“ - AFP- / HDB- / Einsatzstahl
  - Bauteil „Rail“ - AFP- / HDB- (High ductility bainitic) Stahl

# Ziele

EcoForge



Prozesskettenverkürzung



Schmiedebauteile EcoForge: abgesetzte Welle und Rail

Quelle: IWT VT, Prof. Fritsching

## Ziele:

- Sensorkontrollierte Gefügeeinstellung im Schmiedeprozess
- Abbildung der gesamten Prozesskette durch Simulation
- Möglichkeiten und Vorteile einer Heißzerspanung

## Zielgrößen:

- Festigkeit / Zähigkeit mit geringer Prozessstreuung
- Zerspanbarkeit (Kalt/Heiß)
- Umformbarkeit (Kalt/Lauwarm)
- Verzug

## Validierung:

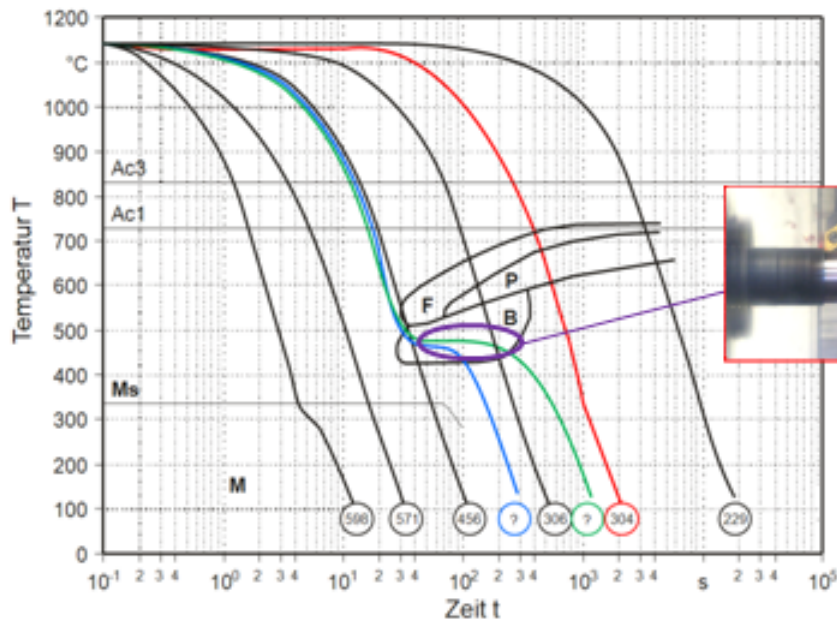
- Bauteil „abgesetzte Welle“ - AFP- / HDB- / Einsatzstahl
- Bauteil „Rail“ - AFP- / HDB- (High ductility bainitic) Stahl

IWT Eggenstein

# TP4: Projektziele

Vision: Zerspanung während der Haltezeit

EcoForge



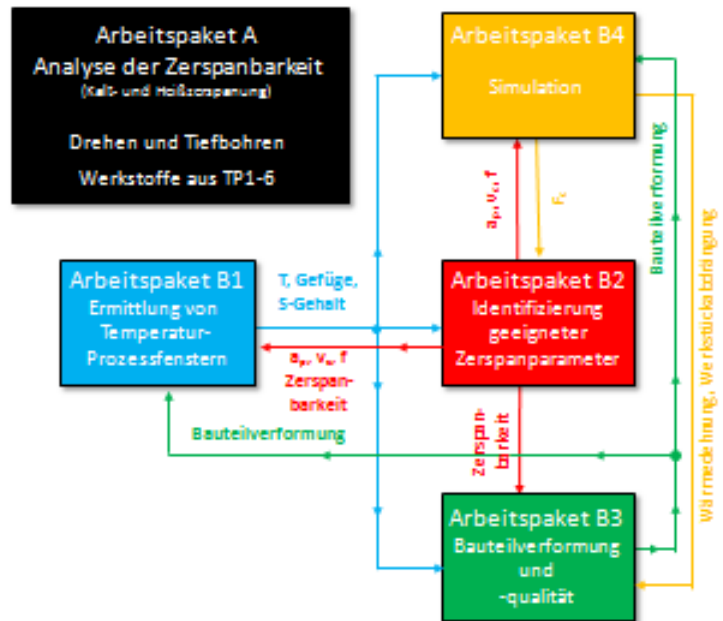
IWT Eggenstein

# TP4: Lösungsweg

## Angestrebte Ergebnisse

EcoForge

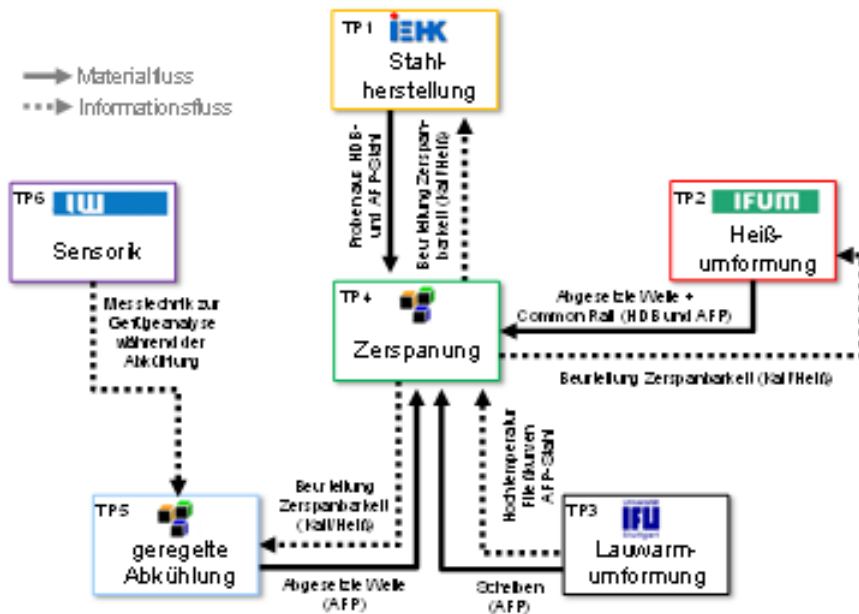
- APA
  - > Werkzeugstandzeit
  - > Zerspankräfte und Spanform
  - > Oberflächenqualität
- AP B1
  - > Temperaturverlaufskurven
  - > Gefügestand
  - > Einfluss Schwefel-Gehalt
- AP B2
  - > Zerspanparameter ( $v_c, f, a_p$ )
  - > Werkzeuggeometrie
  - > Spannstrategie
- AP B3
  - > Oberflächenqualität
  - > Härte
  - > Verzug
- AP B4
  - > Werkstückabdrängung
  - > Wärmedehnung
  - > Zerspankräfte



IWT Eggen

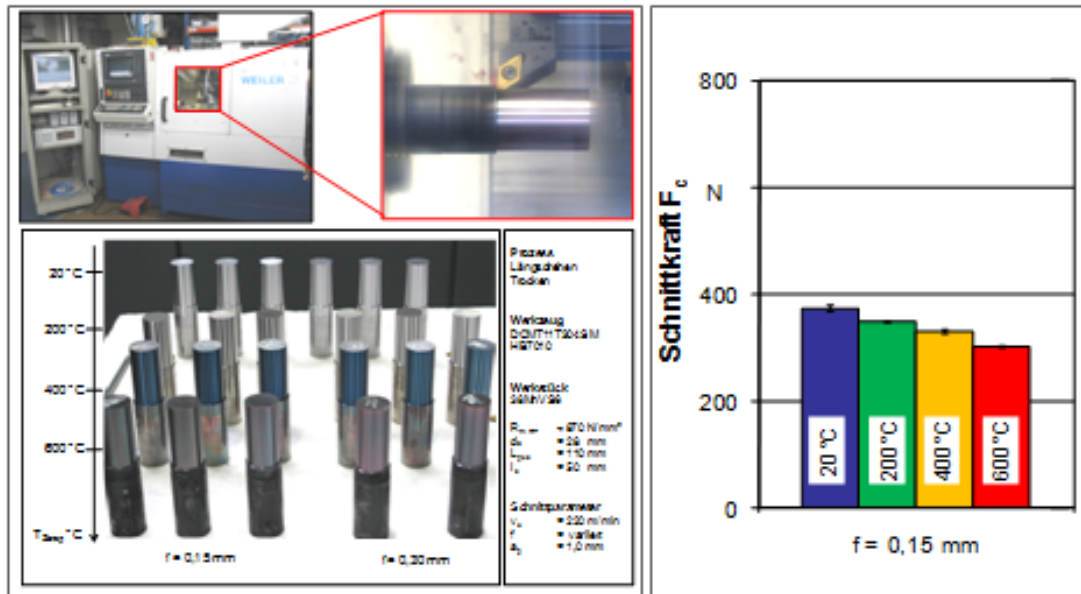
# TP4: Vernetzung mit anderen Teilprojekten

EcoForge



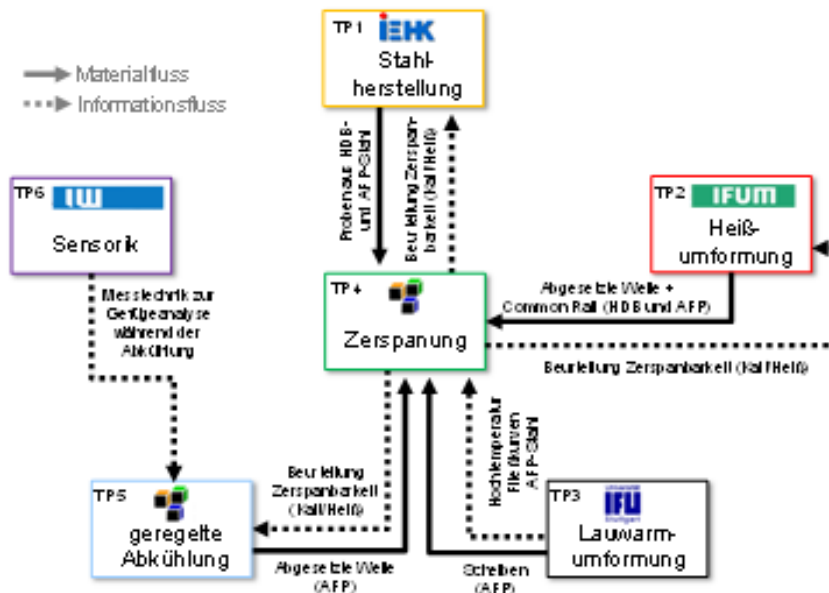
IWT Eggen

## TP4 Arbeitspaket B2: Vorversuche zum Heißzerspanen



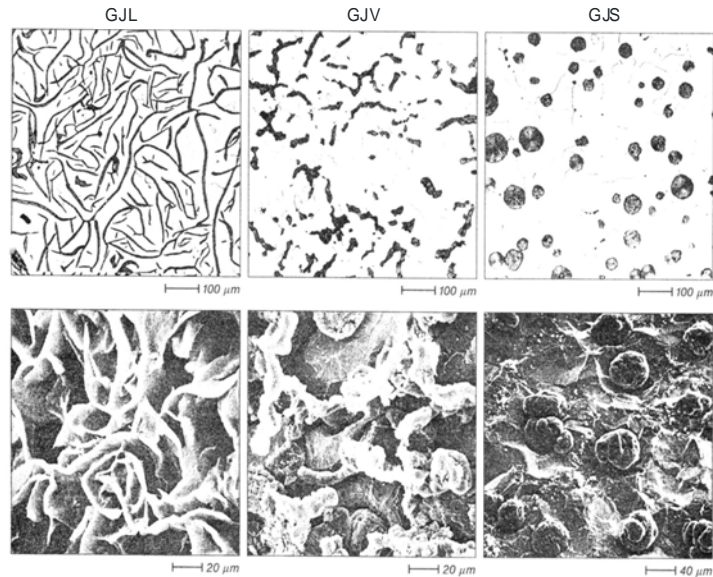
IWT Eggenstein

## TP4: Vernetzung mit anderen Teilprojekten



IWT Eggenstein

**GJL, GJV und GJS als ungeätzte Schlitze (oben) und als REM-Aufnahme (unten)**



Quelle: Röhrig

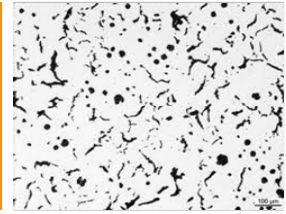
**Vorteile des vermicularen Grauguss (GJV)**

<p><b>Vorteile zum lamellaren Grauguss GJL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>größere Belastbarkeit bei gleicher Konstruktion</li> <li>geringere Wandstärke bei gleicher Belastung</li> <li>geringere Gewindelängen und somit kürzere Schrauben</li> <li>verbesserte Giessbarkeit für komplexere verwickelte Bauteile</li> <li>bis zu 20% verbesserte Ausbeute aufgrund einfacherer Speisung</li> </ul>	<p><b>geringere Sicherheitsfaktoren</b> aufgrund geringerer Eigenschaftsschwankungen nach dem Gießen</p>	<p>weniger Bruch bei Handhabung, Zusammenbau und Einsatz wegen höherer Zähigkeit</p> <p>höhere Festigkeit ohne weitere Zugabe von Legierungselementen</p> <p>höhere Formbeständigkeit bei Temperaturwechseln</p> <p>bessere Wärmeleitung</p> <p>weniger Spannungsaufbau da bessere Temperaturleitfähigkeit und geringerer E-Modul</p>
<p><b>Vorteile zum kugelförmigen Grauguss GJS</b></p>	<p><b>höhere Dämpfungsfähigkeit</b></p>	

Anforderungen an die Kolbenführung in Zylinderblöcken

Quelle: Dawson, Fripan; Bild: Martin

## Problemstellung und Zielsetzung

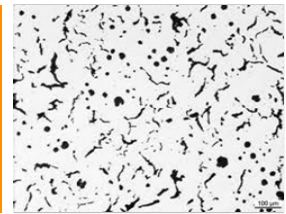


- 1. Für die Zerspaltung von GJV ist bisher:
  - kein ausreichend verschleißfester Schneidstoff für HSC bekannt
  - Verschleißmechanismen noch unklar
  - wenig Kenntnisse bezüglich Maßhaltigkeit und Randzonenbeeinflussung bei der Zerspaltung
- 2. Durch Bainitisieren des GJV (CGI - ADI) können die Eigenschaften des Werkstoffs verbessert werden.
  - Es gibt nur wenige Kenntnisse bezüglich Zerspaltbarkeit dieses Werkstoffzustandes.
- Zielsetzung:

Die Zerspaltbarkeit von normalem und bainitischem GJV soll systematisch untersucht werden. Besonders berücksichtigt werden sollen dabei die Maß- und Formgenauigkeit sowie die Randschichteigenschaften.

IWT Gar 0235

## Problemstellung und Zielsetzung



- 1. Für die Zerspaltung von GJV ist bisher:
  - kein ausreichend verschleißfester Schneidstoff für HSC bekannt
  - Verschleißmechanismen noch unklar
  - wenig Kenntnisse bezüglich Maßhaltigkeit und Randzonenbeeinflussung bei der Zerspaltung
- 2. Durch Bainitisieren des GJV (CGI - ADI) können die Eigenschaften des Werkstoffs verbessert werden.
  - Es gibt nur wenige Kenntnisse bezüglich Zerspaltbarkeit dieses Werkstoffzustandes.
- Zielsetzung:

Die Zerspaltbarkeit von normalem und bainitischem GJV soll systematisch untersucht werden. Besonders berücksichtigt werden sollen dabei die Maß- und Formgenauigkeit sowie die Randschichteigenschaften.

IWT Gar 0235