

Stand 04.07.23



AWF-Arbeitsgemeinschaft  
in Kooperation mit  
**DEMOFABRIK-Z4**  
Automatisierte Zerspanung der Zukunft

# Gründungssitzung zur AG „Die moderne, digitalisierte Zerspanung“

# Zu meiner Person

- 36, verheiratet, Vater und Familienmensch
- Wirtschaftsingenieur, IE Kunststoff und Metall Background, 12 Jahre Zerspanung, Automotive, Lohnfertigung und Maschinenbau
- Leiter einer Produktionstechnikabteilung, Lean Champion, Operationsmanagementteam
- Experte für Automatisierungstechnik in Ausbildung
- Haupttätigkeit in der Papierindustrie, Unikatfertigung, Bohren, Fräsen, Drehen von Edelstahl
- Hobby Berater, Autor und Vorträger
- Nebenberuflicher Dozent für Montage- und Fertigungstechnik
- Obstakel-Läufer, Häuslebauer
- Nicht die Berater sondern die Anwender Brille dabei (kein Verkauf sondern Verbreitung/Herzensthema)
- Verbindung zum AG Thema:
  - Auftrag zum Erhalt der Zerspanung: Grenzen der Optimierung, Suche nach neuen Ufern
  - Ewige Suche nach Fachkräften
  - Zähes vorankommen aufgrund von jahrelangem Abgesang
  - Suche nach Next Big Step; z.B. Vollintegration, Automatisierung, Werkzeugeigenbau...



# Zur AG: Die moderne Zerspanung

*„An der Schneide des Drehstahls entscheidet sich die Dividende des Unternehmens“ Georg Schlesinger um 1900*



- Die wesentlichen Trends erkennen und richtig reagieren
- Themen gemeinsam diskutieren und bearbeiten (Praxis)
- Demofabrik: Automatisierte Zerspanung der Zukunft
- Stetig wachsender Druck auf die klassische Zerspanung
- Spaß am Thema!; Pro Aktiv in die Zukunft

## Zielgruppe:

Diese Arbeitsgemeinschaft richtet sich an Werksleiter, Führungs- und Fachkräfte in der Zerspanung, Fertigung und Produktion. Angesprochen sind Abteilungsleiter, Techniker, Prozessingenieure, Meister, Betriebsingenieure, Mitarbeiter der Zerspanung, Fertigungsplanung und Fertigungsentwicklung in verarbeitenden.

# Mannigfaltige Zerspanungswelt (1)

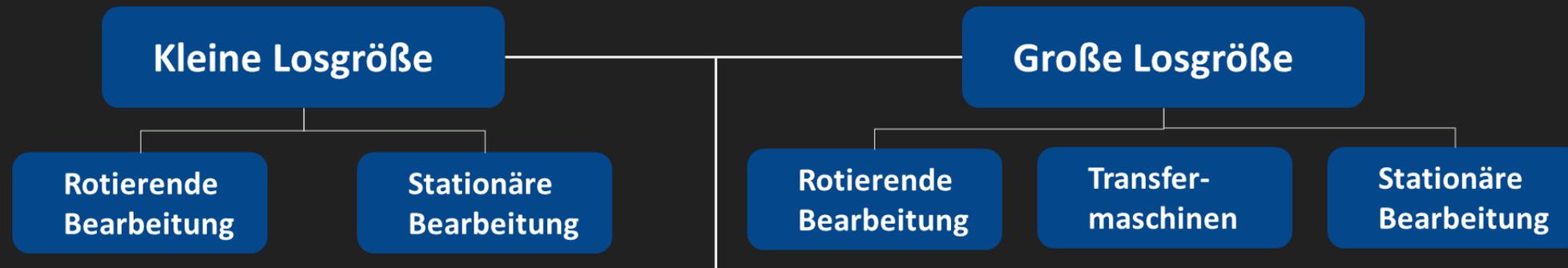


## Ganzheitlicher Prozessbetrachtung für die Zerspanung



\*Prof. Dr.-Ing. Siegfried Schmalzried; 2019

# Mannigfaltige Zerspanungswelt (2)



## 3 Kategorien Zerspanung

**A. Zerspanungsbetrieb (Lohnbearbeiter, Auftragsfertiger, Dienstleister)**

**B. Zerspanungsabteilungen (Maschinenbau, Haustechnik, Materialprüfung, Formenbau)**

**C. Zerspanung Plus (Produktveredler, Umformer kalt/warm, Armaturen, Blech, Gießerei)**



# Warum nehmen wir uns die Zeit?

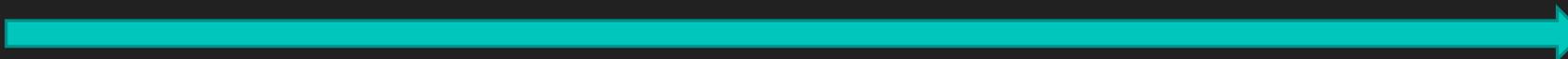
Von außen nach ganz innen....lassen Sie uns diskutieren....wo ordnen Sie sich ein?

Was brauchen wir um gegen VUCA´s bestehen zu können?

Wie können wir zum Unternehmenserfolg beitragen?

Helfen wir damit unseren Maschinen; Prozess und/oder Produkte?

Helfen wir uns damit selber?

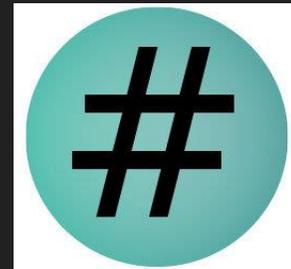


# Über die Teilnehmer



AWF-Arbeitsgemeinschaft  
in Kooperation mit  
**DEMOFABRIK-Z4**  
Automatisierte Zerspanung der Zukunft

Teilnehmer	Verfahren	Branche	Technischer Fokus	Einteilung nach Rimmel	Einordnung in WSK	Herzensthema
Michael Thaler	Bohren, Fräsen, Drehen, Laser	Papier und Lebensmittel	Anwender	Lohnfertiger und Veredeler	Ganzheitlich	Grenzen der Optimierung auflösen



# Trends und Innovation

## Globale Entwicklungen und Umfeld (1)

Zerspantungstrends in den letzten 15 Jahren	Marktdurchdringung	Marktbedeutung	Zukunftspotenzial
Simultane 5-Achsbearbeitung	++	++	++
HSC- Bearbeitung	+	+	+/0
Stab- und Parallelkinematiken	-	-	-
Trockenbearbeitung/ MMS	0	+	++
Linearmotoren	0/+	0/+	0
Prozessintegration/Hybridmaschinen	+	++	++
Mikrosystemtechnik/Mikrobearbeitung	+	+/0	+

Quelle: www.fertigung.de

### Der Fertigungsphilosophie im Wandel der Zeit

#### Früher

Starre System

Sondermaschinen für Spezialaufgaben

Fertigungsprozesse sind Know How der Anwender

Differenzierung durch Technologieschwerpunkte

#### Heute

Flexible Maschinen

Breite Einsetzbarkeit von Spezialprozessen

Prozesse werden mit der Maschine bzw. den Werkzeugen gekauft

Differenzierung durch Schnelligkeit, Flexibilität bei hoher Qualität

Produktlebenszyklen verkürzen sich stetig  
Variantenanzahl nimmt zu  
Technologien von der Stange sind käuflich

# Trends und Innovation

## Globale Entwicklungen und Umfeld (2)

### Komplettbearbeitung/Prozesskettenverkürzung

Integration verschiedener Bearbeitungsverfahren wie Drehen, Fräsen, Verzahnen, Schleifen in einer Maschine zur Fertigbearbeitung des Werkstückes.

### Rekonfigurierbare Fertigungssysteme

Stückzahl- und Technologieflexibilität bezüglich neuer Teilespektren zur lebensdaueroptimierten Nutzung investitionsintensiver Anlagen.

### Direktantriebe

Linear- und Torquemotoren mit hoher Dynamik und einfachem Aufbau zur unmittelbaren Erzeugung linearer und rotatorischer Bewegungen.

### Additive Fertigung

Fertigung von Bauteilen aus u. a. metallischen oder Kunststoff-Werkstoffen durch gezielte Schaffung von lokalem Stoffzusammenhalt, mit den Zielen, entweder bei hoher Flexibilität komplexe Geometrien für Funktionsbauteile zu realisieren (generative Fertigung) oder schnell Ansichts- oder Funktionsmuster zu erhalten (3D-Druck/Rapid Prototyping).

### Hybride Prozesse

Unterstützung von Bearbeitungsprozessen durch Zusatzenergie, z. B. Ultraschall oder Laser, sowie additive Prozesse.

### Faserverbundwerkstoffe

Bearbeitungsverfahren für Faserverbundwerkstoffe zur Realisierung von Leichtbaupotenzialen.

### Steuerungen

Innovative Steuerungen halten mit den wachsenden Anforderungen Schritt. Dezentralisierung, Vernetzung, Ferndiagnose über Internet, Fehlererkennung bis zur Ebene der Feldgeräte (z. B. Sensoren, Aktoren) kennzeichnen die zukünftigen Herausforderungen

### Durchgängige CAX-Verfahrensketten

Leistungsstarke CAD-CAM-Kopplungen sowie die entsprechende Anbindung an die CNC sind die Voraussetzungen für durchgängige Verfahrensketten von digitalen Produktmodelldaten bis zum fertigen Bauteil.

### Simulation/Virtual Reality/Augmented Reality

Leistungsfähige Werkzeuge und Rechnerunterstützung helfen Konstrukteuren und Entwicklern bei der Schaffung genauer und wirtschaftlicher Fertigungssysteme sowie der Planung leistungsfähiger Produktionsprozesse für die Zukunft.

### Energie- und Ressourceneffizienz

Energie- und ressourceneffiziente Werkzeugmaschinen dienen als Grundlage für ökologisch verbesserte Produkte.

### Hochleistungsprozesse

Die Steigerung von Produktivität und Bauteilqualität erfordert die kontinuierl. Fertigungsprozessen und Anlagen, insbesondere für neue Werkstoffe für W gehören Hartfeinbearbeitung mit geometrisch bestimmter Schneide, Trockenbearbeitung, Minimalmengenschmierung usw.

### Industrie 4.0

Industrie 4.0 steht als Überbegriff für die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion. Im Vordergrund stehen dabei durchgängige Prozessketten, bei denen der realen Welt weitestgehend eine parallele digitale Abbildung an die Seite gestellt wird, z. B. um Abläufe effizienter zu machen oder dezentral zu steuern.

### Mikrobearbeitung

Bearbeitungsverfahren zum Erzeugen miniaturisierter Werkstücke, zum Teil mit Geometrieabmessungen im Mikrometer- und Oberflächen im Nanometerbereich.

### Laser-Strahlquellen

Höhere Leistungsklassen, Miniaturisierung, Flexibilitätssteigerung durch neuartige Strahlführungen, Diodenlaser, Scheibenlaser, Faserlaser, EUV-Laser.

### Laser-Anlagen

Schneidsysteme mit höchster Prozessdynamik, kompakte und gut integrierbare Markier und Beschriftungssysteme, innovative Lösungen für das Schweißen, Mikro- und (Ultra-) Kurzpulsbearbeitung.

# Trends und Innovation

## Globale Entwicklungen und Umfeld (3)

### Web Research:



The screenshot shows the homepage of 'werkzeug&formenbau'. The navigation bar includes 'Branche', 'Spritzen & Gießen', 'Pressen & Umformen', 'Engineering & Dienstleistung', and 'Trends & Innovationen'. Below the navigation bar, there are links for 'Trendreport', 'Benchmark', 'Interview', 'Messen', 'Bildergalerien', 'Markt & Kontakt', 'Stellenmarkt', and 'Aufträge suchen'. A large banner features a torn paper effect with the text 'Hier könnte Ihre Werbung stehen...' and a red button that says 'Jetzt informieren!'. Below the banner, there are logos for 'Hühlig', 'MEDIA-MANUFAKTUR', 'myconnect', 'SV Veranstaltungen', and 'ULTIMAMEDIA'. The main content area shows a breadcrumb trail: 'Home > Trendreport > Das Ende der Zerspanung?'. The article title is 'Trendreport' and the date is '16. Nov. 2015 | 01:07 Uhr'. The article is categorized under '3D-Technologien' and has the title 'Das Ende der Zerspanung?'. The text of the article begins with 'Wunderbare neue Welt – die 3D-Drucker liefern immer perfektere Produkte aus Kunststoff und Metall. Bald, so die Vision der Hersteller, werden von Jedermann bedienbare Geräte genauso selbstverständlich zu unserem Leben gehören wie heute Computer, Tablets und Smartphones.'

<https://www.produktion.de/technik/praezisionswerkzeuge-8-themen-die-die-branche-dominieren-113.html>

1. **Corona-Krise und politische Rahmenbedingungen**
2. **Elektromobilität: Wie die Hersteller von Präzisionswerkzeugen zur Elektrifizierung stehen**
3. **Digitalisierung: Warum Big Data und intelligente Prozessregelung wichtig sind**
4. **Sensorik: Warum Spannzeuge mit Sensoren ausgestattet werden sollten**
5. **Additive Fertigung: Wie sich der 3D-Druck in die Prozesskette einfügt**
6. **Nachhaltigkeit: Was Werkzeuge zu einer nachhaltigeren Industrie beitragen können**
7. **Fachkräftemangel: Wie steht es um den Engpass in der Präzisionswerkzeuge-Branche**
8. **Zahlungsmoral: Wie späte Zahlungen dem Werkzeug- und Formenbau schaden**

# Trends und Innovation

## Globale Entwicklungen und Umfeld (4)

CHATGPT, sag mir mal die zukünftigen Trends der Zerspanung:

„Hier sind einige wichtige Trends im Bereich der industriellen Zerspanung:

1. *Automatisierung: Die Automatisierung von Zerspanungsprozessen mit Hilfe von Robotern und CNC-Maschinen ist einer der wichtigsten Trends. Dies ermöglicht eine höhere Produktivität, verbesserte Genauigkeit und reduzierte Betriebskosten.*
2. *Industrie 4.0: Die Integration von Zerspanungsmaschinen in das Internet der Dinge (IoT) ermöglicht eine Fernüberwachung und -steuerung der Maschinen, vorausschauende Wartung und Effizienzverbesserungen durch Datenanalyse.*
3. *Hochpräzise Bearbeitung: Die Nachfrage nach speziellen, hochpräzisen Zerspanungsverfahren, wie Mikrozerspanung oder Hartzerspanung, nimmt zu. Dies wird insbesondere in Branchen wie der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik und der Elektronikindustrie benötigt.*
4. *Nachhaltigkeit: Die Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs in der Zerspanung ist ein wichtiger Trend. Dies umfasst die Entwicklung von umweltfreundlicheren Kühlschmierstoffen, die Verwendung von erneuerbaren Energien und die Minimierung des Materialabfalls.*
5. *Additive Fertigung: Die Integration von additiven Fertigungsverfahren, wie 3D-Druck, in die Zerspanung ermöglicht die Herstellung komplexer Bauteile mit reduziertem Materialverbrauch. Dies kann zu Zeit- und Kosteneinsparungen führen.*
6. *Digitalisierung und Vernetzung: Die Nutzung digitaler Technologien wie digitale Zwillinge, Simulation und virtuelle Realität ermöglicht fortschrittliche Planungs- und Optimierungsmöglichkeiten für Zerspanungsprozesse.*
7. *Leichtbau: Die Nachfrage nach Leichtbaukomponenten aus Materialien wie Aluminium, Titan oder faserverstärkten Kunststoffen steigt. Dies erfordert spezielle Zerspanungsverfahren, um die komplexen Formen und Eigenschaften dieser Materialien zu bearbeiten.*
8. *Globalisierung: Die Zerspanungsindustrie ist stark globalisiert, wodurch neue Möglichkeiten und Herausforderungen entstehen. Die Entwicklung von neuen Märkten und die Optimierung von Lieferketten sind wichtige Trends in dieser Branche.*

Bitte beachten Sie, dass dies nur eine Auswahl der wichtigsten Trends ist und es weitere Entwicklungen und Innovationen gibt, die den Bereich der industriellen Zerspanung beeinflussen können.“

# Themenvorschläge aus Flyer



1. Zerspanungsleistung am Limit Sind im Bereich der Zerspanung die Grenzen hinsichtlich der Optimierung von Zeit, Kosten und Qualität bereits erreicht?
2. Die moderne Zerspanungsmaschine
3. Die moderne Zerspanungsfachkraft
4. Zeitgemäße Bewertung von Kundenanfragen für Fertigteilherstellung
5. Zusammenspiel Zerspanung und additive Fertigungsverfahren
6. Modernes Werkzeugmanagement
7. Sonstige Themen:
  - Standzeit vs. Geschwindigkeit
  - Termin- und Kapazitätsplanung im Fertigungsbereich
  - Ressourcen schonend fertigen

# Themenvorschläge der Teilnehmer (1)



AWF-Arbeitsgemeinschaft  
in Kooperation mit  
**DEMOFABRIK-Z4**  
Automatisierte Zerspantung der Zukunft

Nord-Micro GmbH & CO. OHG

- Thema, welches wir in der Zerspantung optimieren möchten, ist das maschinelle Entgraten von vor allem Gussteilen.

Matthias Preter

- SMED – Rüstzeiten minimieren in der Praxis



## Flottweg SE

- Ziele: Benchmark mit anderen Firmen, Erkenntnis für zukünftige Gestaltung / Weiterentwicklung der Produktion bei Flottweg, Lernen und besser werden, auf dem technisch aktuellsten Stand sein
- Was machen wir schon? Digitalisierung (VF3 als Shopfloorlösung (Maschinenfabrik Reinhausen), Werkzeugdatenbank Simulationssystem), Externe Programmierung (TopSolid (Version 6 und 7), EXAPT), additive Fertigung (WAAM-Verfahren)

### Was wollen wir machen? / Was interessiert uns?

- Richtige Maschinenauswahl bei Neuanschaffung (Checkliste, Konfiguration)
- Möglichkeiten zur Schaffung von Kostentransparenz
- Zielpreiskalkulation anhand Modelle, Programmen etc.
- Zusammenspiel Zerspantung und additive Fertigungsverfahren
- Werkzeugdatenbank (z.B. Handling bei Abkündigungen / Innovationen )
- Werkzeugmanagement (abteilungsübergreifender Austausch EK, WZL, AV, usw.)
- Standzeit vs. Geschwindigkeit vs. Prozesssicherheit
- Einsatz von Überwachungssystemen (Verschleißerkennung, Kollision, WZ-Bruch)
- Einführung Technologiezentrum
  - Werkzeugtest mit Dokumentation und Auswertung
  - Umsetzung/ausrollen der gewonnenen Erkenntnisse

- Aufbau Produktionscontrolling
- Automatisierung bei Losgröße 1
- Automatisierung bei hochlegierten Materialien
- Zusammenspiel Konstruktion und Fertigung
- Flexibilität bei Maschinenausfall (Maschinenwechsel)
- Optimierung der Fertigungszeiten (Prozess der Überwachung, ERP, BI, etc.)
- Zusammenspiel AV und FST (Austausch, Info, Abhängigkeit)
- Simulationssystem / CAM
- Betreuung verlängerte Werkbank
- Erstfertigungsprozess
- Erstmusterfertigung



# Themenvorschläge der Teilnehmer (2)

ATLAS ELEKTRONIK GmbH

## ○ Perfektes Einfahren

Einfahrteile reduzieren/ Ausschusskosten senken und somit die Umrüstzeiten beschleunigen

Das erste Teil kann direkt als Erststück freigegeben werden

Wie bekomme ich das hin, wie gehen andere hier vor?

Lohnt sich der Aufwand der längeren Einfahrzeiten?

## ○ Nutzen wir die richtigen Zerspanungszyklen?

werden die modernsten Zyklen genutzt, um die maximalen Fähigkeiten der Programmierung und der Maschinen auszuschöpfen?

welche Schulungen benötigen die Programmierer dazu heutzutage

welche Schulungen benötigen die Werker, um sich neuen Varianten zu öffnen?

## ○ Werkzeugausgabe

wieviel Personal wird dort heute noch benötigt?

welche Tools nutzen andere?

wieviel Einsparungen konnten durch modernste Tools im Zuge der Digitalisierung erzielt werden?

Wie sieht die Werkzeugausgabe der Zukunft aus?

## ○ Transport von sensiblen Bauteilen in Kleinserien

Wie transportiere ich Kleinserien in großer Vielfalt sicher von Gewerk zu Gewerk?

Welche Transportsysteme gibt es heute, welche haben sich bewährt?



# Zuordnung der Themenvorschläge (1)

Prio:	Thema:	Beschreibung und Inhalte:
1 (D) 2 (A)	<b>Digitalisierung, Automatisierung in der Zerspanung Software und Programme:</b> (In 2 Module zerlegen: Digitalisierung (1) und Automatisierung (2))	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulationslösungen</li> <li>• MES Systeme</li> <li>• Werden die modernsten Zyklen genutzt, um die maximalen Fähigkeiten der Programmierung und der Maschinen auszuschöpfen?</li> <li>• welche Schulungen benötigen die Programmierer dazu heutzutage</li> <li>• welche Schulungen benötigen die Werker, um sich neuen Varianten zu öffnen?</li> <li>• Simulationssystem / CAM</li> <li>• Automatisierung bei Losgröße 1</li> <li>• Automatisierung bei hochlegierten Materialien</li> <li>• Zusammenspiel Konstruktion und Fertigung</li> </ul>
	<b>Die moderne Zerspanungsmaschine:</b>	<p>Welche Sensorik, Monitoring, Digitalisierung, Umwelt- und Sicherheitsaspekte sowie welcher Modulierungs- und Automatisierungsgrad sollten in jedem Lastenheft zu finden sein?</p> <p>Einsatz von Überwachungssystemen (Verschleißerkennung, Kollision, WZ-Bruch) Richtige Maschinenauswahl bei Neuanschaffung (Checkliste, Konfiguration) Flexibilität bei Maschinenausfall (Maschinenwechsel) Mehrmaschinenbedienung ermöglichen</p>
	<b>Zerspanungstechnik:</b> (Integration in Tag Zerspanungsleistung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinelles Entgraten von Gußteilen</li> <li>• Entgraten (Endbearbeiten) allgemein</li> <li>• Oberflächenbehandlung</li> <li>• HS-Fräsen von hochkomplexe und dünnwandigen Bauteilen</li> </ul>
4	<b>Zerspanungsleistung am Limit :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standzeit vs. Geschwindigkeit vs. Prozesssicherheit</li> <li>• Optimierung der Fertigungszeiten (Prozess der Überwachung, ERP, BI, etc.)</li> <li>• SMED – Rüstzeiten minimieren in der Praxis</li> </ul>

# Zuordnung der Themenvorschläge (2)

Prio:	Thema:	Beschreibung und Inhalte:
	<b>Die moderne Fertigungsplanung Auftragskalkulation:</b>	Themen wie, z.B. Make or Buy, effiziente Machbarkeitsanalyse, Einsatz von KIs zur Bewertung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsaufträge von Morgen: Kleinserienfertigung, Charaktereigenschaften der</li> <li>- Fertigteile von Morgen, z.B. Leichtbau, Elektromotoren</li> <li>- Möglichkeiten zur Schaffung von Kostentransparenz • Zielpreiskalkulation anhand Modelle, Programmen etc.</li> <li>- Betreuung verlängerte Werkbank</li> <li>- Zusammenspiel AV und FST (Austausch, Info, Abhängigkeit)</li> <li>- Aufbau Produktionscontrolling</li> </ul>
	<b>Zerspanung und additive Fertigung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie gelingt und wann lohnt sich der Einstieg in den 3D Druck?</li> <li>- Wie können die neuen Verfahren in den bestehenden Ablauf eingebunden werden?</li> <li>- Sonstige moderne Zerspanungstechniken (z.B. Hochpräzise Bearbeitung)</li> </ul>
	<b>Neue Materialien in der Zerspanung</b>	Herausforderungen der modernen, z.B. Verbundwerkstoffe und 3D Druck Materialien Anforderungen durch Kräfteänderungen in den Branchen (z.B. Leichtbau)
3	<b>Werkzeugmanagement / -ausgabe Werkzeugdatenbank:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wieviel Personal wird dort heute noch benötigt?</li> <li>• welche Tools nutzen andere?</li> <li>• wieviel Einsparungen konnten durch modernste Tools im Zuge der Digitalisierung erzielt werden?</li> <li>• Wie sieht die Werkzeugausgabe der Zukunft aus?</li> <li>• Werkzeugdatenbank (z.B. Handling bei Abkündigungen / Innovationen )</li> <li>• Werkzeugmanagement (abteilungsübergreifender Austausch EK, WZL, AV, usw.)</li> </ul>

# Zuordnung der Themenvorschläge (3)

Prio:	Thema:	Beschreibung und Inhalte:
	<b>Intralogistik in der Zerspanung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie transportiere ich Kleinserien in großer Vielfalt sicher von Gewerk zu Gewerk?</li> <li>• Welche Transportsysteme gibt es heute, welche haben sich bewährt?</li> </ul>
	<b>Einfahren von neuen Bauteilen:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstfertigungsprozess; Erstmusterfertigung</li> <li>• Einfahrteile reduzieren/ Ausschusskosten senken und somit die Umrüstzeiten beschleunigen</li> <li>• Das erste Teil kann direkt als Erststück freigegeben werden</li> <li>• Wie bekomme ich das hin, wie gehen andere hier vor?</li> <li>• Lohnt sich der Aufwand der längeren Einfahrzeiten?</li> <li>• Einführung Technologiezentrum</li> </ul> <p style="text-align: right;">Werkzeugtest mit Dokumentation und Auswertung Umsetzung/ausrollen der gewonnenen Erkenntnisse</p>
	<b>Die moderne Zerspanungsfachkraft:</b>	Welche Anforderungen werden in der heutigen Zeit an den Mitarbeiter in der Zerspanung gestellt? Zerspanungsmechaniker, Rüster, Programmierer oder CNC-Techniker? Ausbildung, Studium oder Training?
	<b>Nachhaltige Zerspanung:</b>	Die Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs in der Zerspanung ist ein wichtiger Trend. Dies umfasst die Entwicklung von umweltfreundlicheren Kühlschmierstoffen, die Verwendung von erneuerbaren Energien und die Minimierung des Materialabfalls.

# Erste Terminvorschläge



- Digitalisierung in der Zerspanung  
Demofabrik-Z4 (58791 Werdohl)  
Termin 1: Vorschlag **08. und 09.11.2023**
- Automatisierung in der Zerspanung  
Ort 2  
Termin 2: **06. und 07.02.2024**
- Werkzeugmanagement/-datenbank  
Flottweg (84137 Vilsbiburg)  
Termin 3: **14. und 15.05.2024**
- Zerspanung am Limit  
Ort 4  
Termin 4: **24. und 25.09.2024**