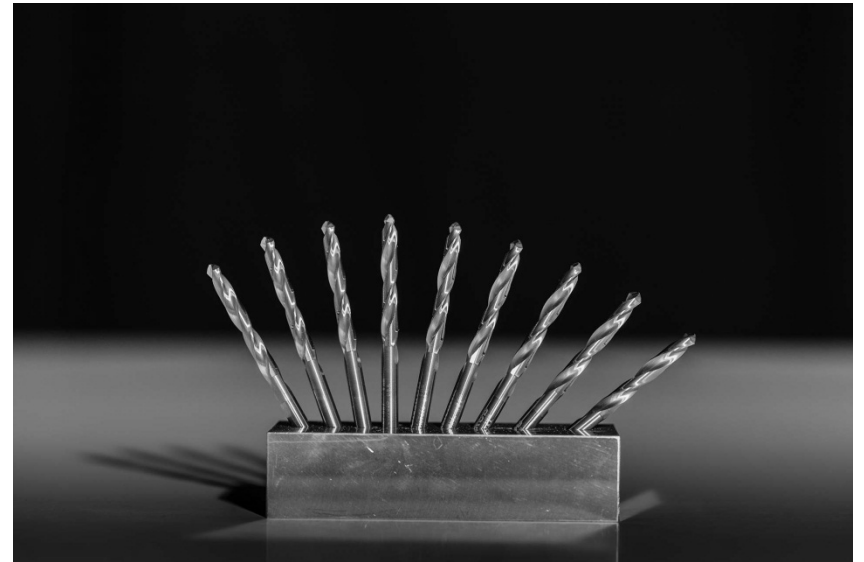

FRAUNHOFER IPA

Abteilung Leichtbautechnologien

Herausforderungen und Lösungen für die Staub- und Späneerfassung bei der CFK-Bearbeitung

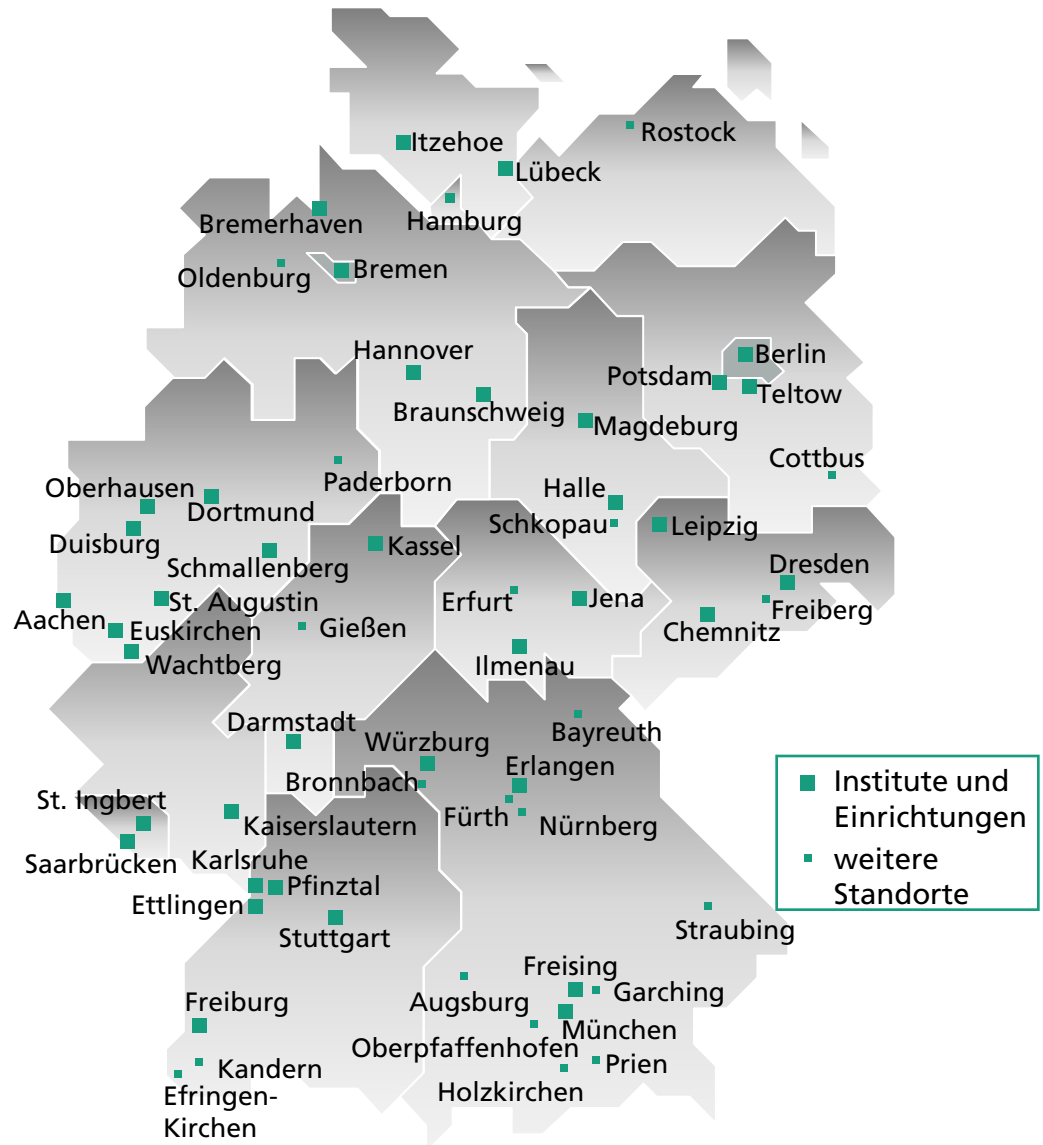


Dipl.-Ing. Andreas Gebhardt, Fraunhofer IPA

Zahlen und Fakten

- Mehr als 20 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- 1,8 Mrd Euro Budget
- 60 Institute

Die führende Organisation
für angewandte Forschung
in Europa!



Organisation – Geschäftsfelder und Arbeitsgebiete

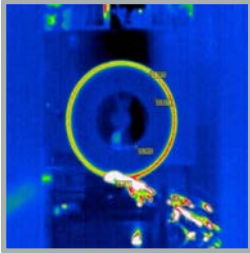
Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Alexander Verl | Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

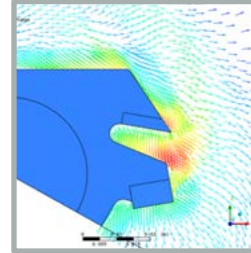
	Produktionsorganisation			Oberflächentechnologie		Automatisierung					Prozesstechnologie			
Automotive	Nachhaltige Produktion und Qualität	Fabrikplanung und Produktionsoptimierung	Auftragsmanagement und Wertschöpfungsnetze	Beschichtungssystem- und Lackiertechnik	Galvanotechnik	Steuerungs- und Antriebstechnik	Roboter- und Assistenzsysteme	Biomechatronische Systeme	Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik	Reinst- und Mikroproduktion	Bild- und Signalverarbeitung	Funktionale Materialien	Generative Verfahren und Digitale Drucktechnologie	Leichtbautechnologien
Maschinen- und Anlagenbau														
Elektronik und Mikrosystemtechnik														
Energiewirtschaft														
Medizin- und Biotechnik														
Stuttgarter Produktionsakademie														
Kompetenzzentrum diglTools für die Produktion														
Projektgruppe Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB, Mannheim	Anwendungszentrum Großstrukturen in der Produktionstechnik AGP, Rostock			Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth		Projektgruppe Produktionsmanagement und Informatik PMI, Budapest			Office for Process Engineering of Functional Materials and Robotics OPER, Osaka			Fraunhofer Austria Research GmbH, Wien		

Abteilung Leichtbautechnologien

Themeninhalte und Arbeitsschwerpunkte

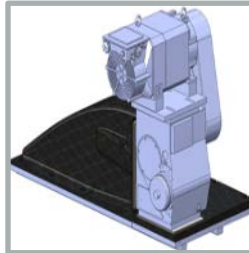


Fertigungsmittel für
Leichtbauwerkstoffe;
Prozess-, Maschinen und
Werkzeugentwicklung

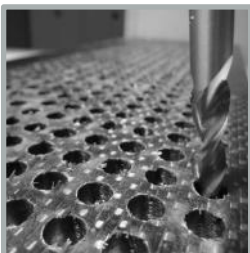
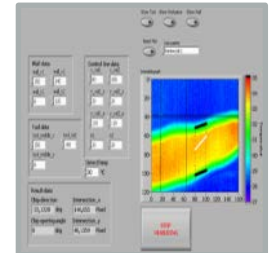


Auslegung von
Werkzeugen: Standweg,
Qualität, Lärmemission,
Späneemission, Kräfte in
der Zerspanung

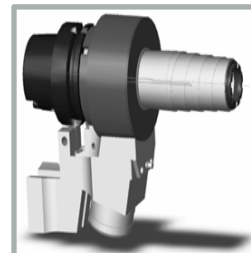
Integration von
Leichtbauwerkstoffen und
-technologien
in Fertigungsmittel



Integration von Sensorik
zur adaptiven Bearbeitung;
Analyse von Maschinen und
Prozessen



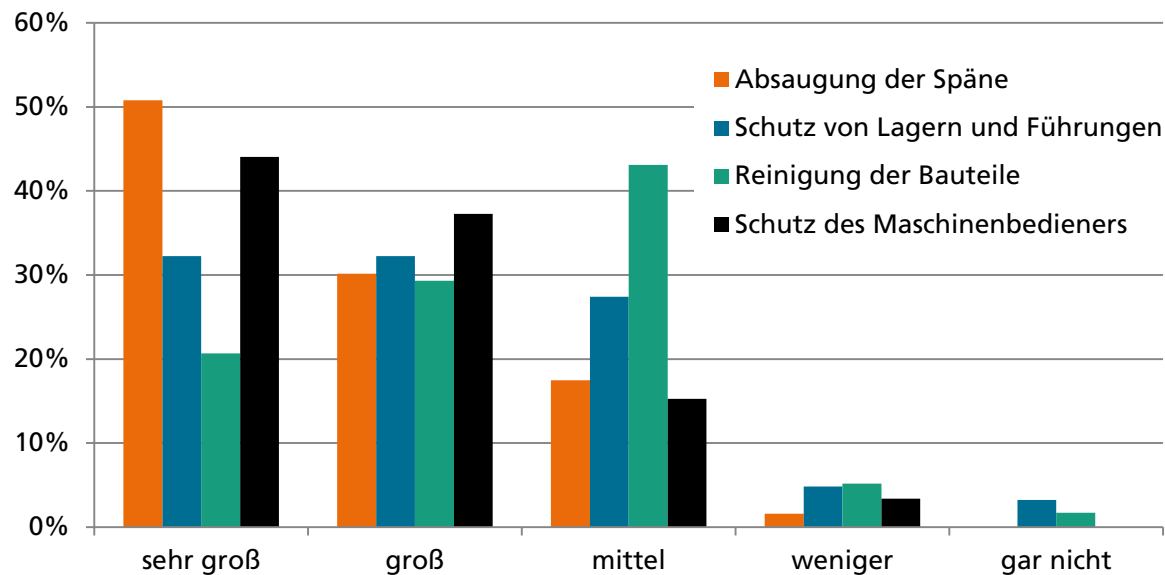
Untersuchung der
spanenden Bearbeitungstechnologien für
Leichtbauwerkstoffe



Entwicklung der
Maschinenperipherie,
Absaugung, Aufspannung
und Sicherheitssysteme

Herausforderungen durch CFK-Stäube bei der spanenden Bearbeitung

Wo sehen Sie bei der CFK-Bearbeitung Handlungsbedarf?



Erhoben bei der CFK-Tagung 2012 *Bearbeitung von Verbundwerkstoffen – Spanende Bearbeitung von CFK*
des Instituts für Werkzeugmaschinen IfW der Universität Stuttgart

Spanende Bearbeitung von CFK

■ Bearbeitungsverfahren

- Fräsen
- Schleifen
- Bohren
- Sägen

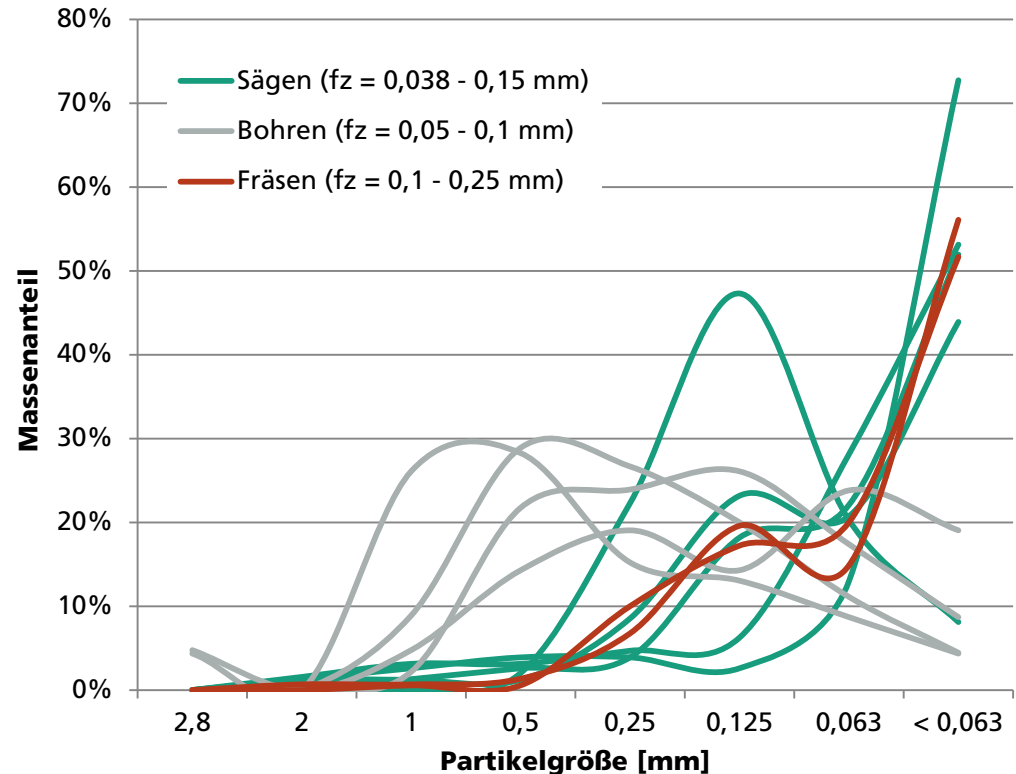
■ Bearbeitungsaufgaben

- Besäumen der Werkstoffkanten
- Einbringen von Bohrungen, Langlöchern und Taschen
- Vorbereiten von Fügestellen

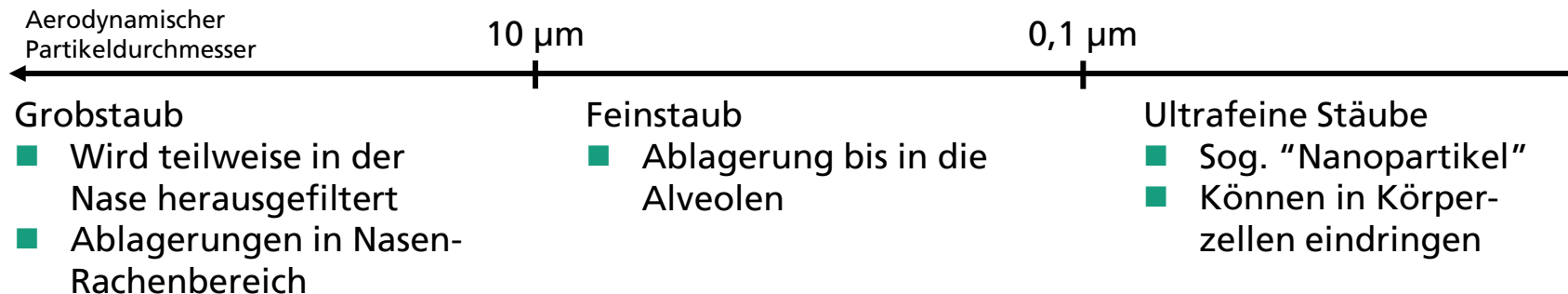


Spangutanalyse und Größenverteilung

- Größenverteilung variiert je nach gewähltem Bearbeitungsverfahren
- Unterschiedliche Größenverteilung auch durch unterschiedliche Prozessparameter in den Verfahren
- Hohe Anteile feinsten Partikel beim Fräsen und Sägen

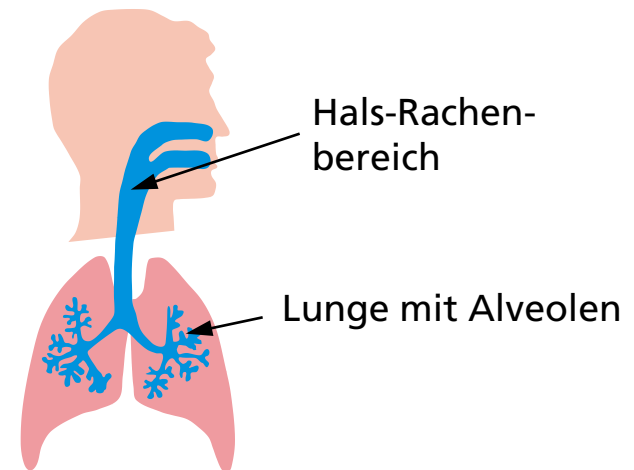


Problemstellung - Gesundheitsgefährdung



Definition der Partikelgröße nach VDI 80.1 und EN 481 über aerodynamischen Durchmesser:

Durchmesser einer Kugel (Dichte $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$) mit gleicher Sinkgeschwindigkeit wie der Partikel



Problemstellung - Gesundheitsgefährdung

Allgemeine Staubgrenzwerte

- Geregelt durch *Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 900*
- Höchstgrenzen für die Menge an Stäuben in der Maschinenumgebung
 - A-Staub mit Partikelgrößen $< 10 \mu\text{m}$ für alveolengängige, d.h. bis in die Lungenbläschen gelangende Partikelstäube; Grenzwert 3 mg/m^3
 - E-Staub mit Partikelgrößen $> 10 \mu\text{m}$, für einatembare Partikelstäube; Grenzwert 10 mg/m^3
- Empfehlung der Kommission zur Festsetzung maximaler Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Kommission)
 - A-Staub: $1,5 \text{ mg/m}^3$
 - E-Staub: 4 mg/m^3

Nanopartikel

- Entstehen mit höchster Wahrscheinlichkeit bei der CFK-Bearbeitung
- Qualitativer und quantitativer Nachweis extrem aufwändig
- Gefährdung durch Nanopartikel wird intensiv diskutiert

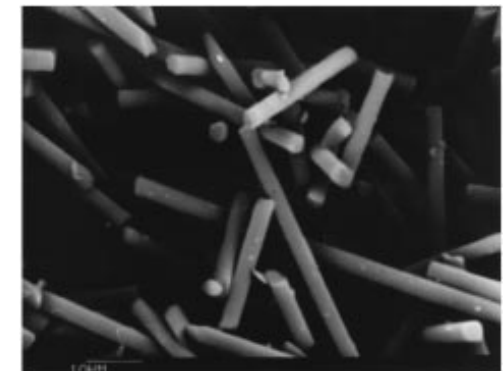
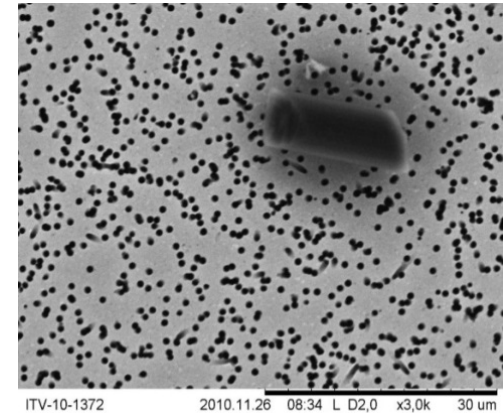
Problemstellung - Gesundheitsgefährdung

Fasern mit kritischen Abmessungen

- Anorganische Fasern mit kritischen Abmessungen
"WHO-Partikel" (z.B. Asbest)
- Stehen im Verdacht Krebs auszulösen → Derzeitige Einstufung in Kategorie 3 der krebserregenden Stoffe
- Partikel wurden vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung bei Luftmessungen an Bearbeitungsmaschinen nachgewiesen

Definition WHO-Partikel

Länge L	$L > 5 \mu\text{m}$
Durchmesser D	$D < 3 \mu\text{m}$
Schlankheitsgrad L / D	$L / D > 3$



DGUV Institut für Arbeitssicherheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung: BGIA - Jahresbericht 2007;
<http://www.dguv.de/ifa/de/pub/jahr/pdf/jb2007.pdf>

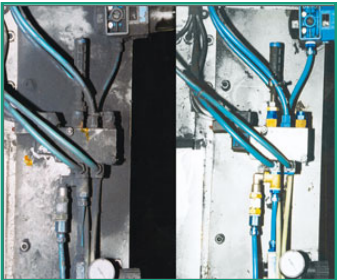
Problemstellung – Gefährdung der Werkzeugmaschine

Gefährdung durch abrasiven Verschleiß

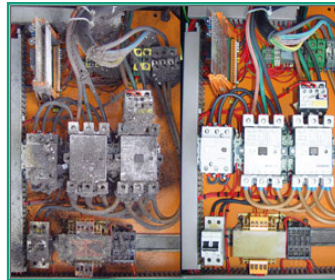
- Extreme Härte der CFK-Fasern
- Gefährdung der Spindelbaugruppe, Vorschubachsen, Führungen und Lagern

Gefährdung durch elektrische Leitfähigkeit

- Hohe elektrische Leitfähigkeit der Faserpartikel im CFK-Staub
- Gefährdung aller elektrischer / elektronischer Komponenten wie Schaltschränke, Motoren, etc.



Versorgungsleitung



Schaltschrank



Industrieroboter

Problemstellung – Prozesssicherheit und Explosionschutz

Herabsetzung der Prozesssicherheit durch Verunreinigungen mit CFK-Staub

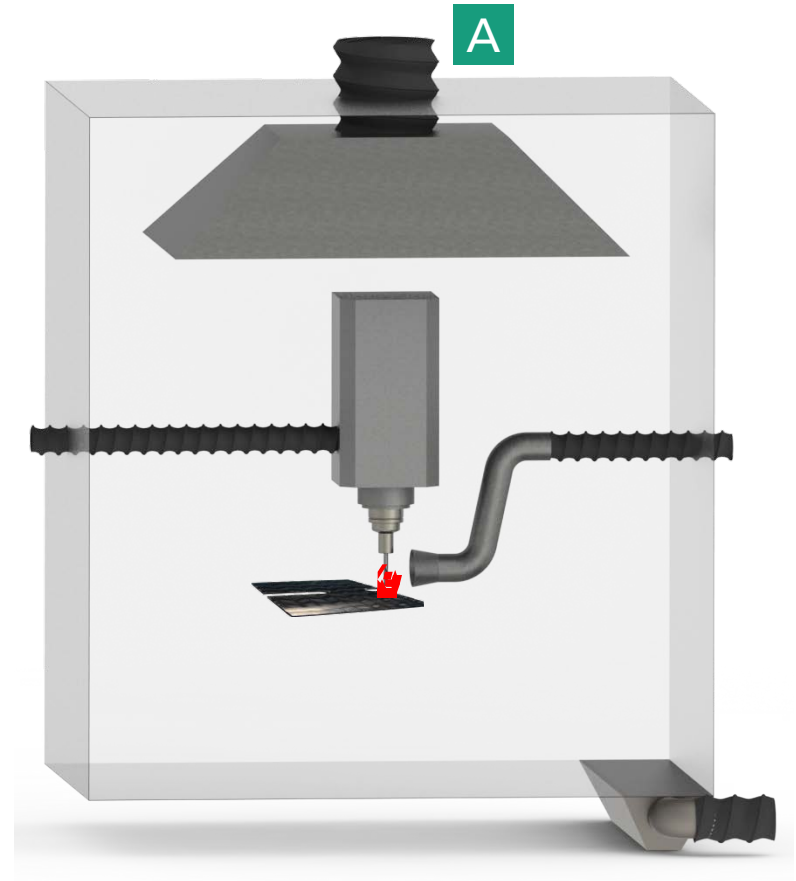
- Unsichere Werkstückspann durch verschmutzte Spannsysteme
- Höherer Werkzeugverschleiß durch Doppelzerspanung
- Beschädigung beim Stapeln von Werkstücken durch Eindrücke in die Oberfläche
- Aufwändige Reinigung für Folgeprozesse, z.B. Lackieren nötig

Gefahr von Staubexplosionen

- Aerosolbildung von CFK Staub mit Luft an der Zerspanstelle
- Sedimentationsbildung in der Maschine (→ bei Aufwirbelung Explosionsgefahr)
- Untere Explosionsgrenze: Keine expliziten Werte für CFK-Stäube (Kohlenstofffaserstäube und Epoxidharze ~ 30 g/m³)

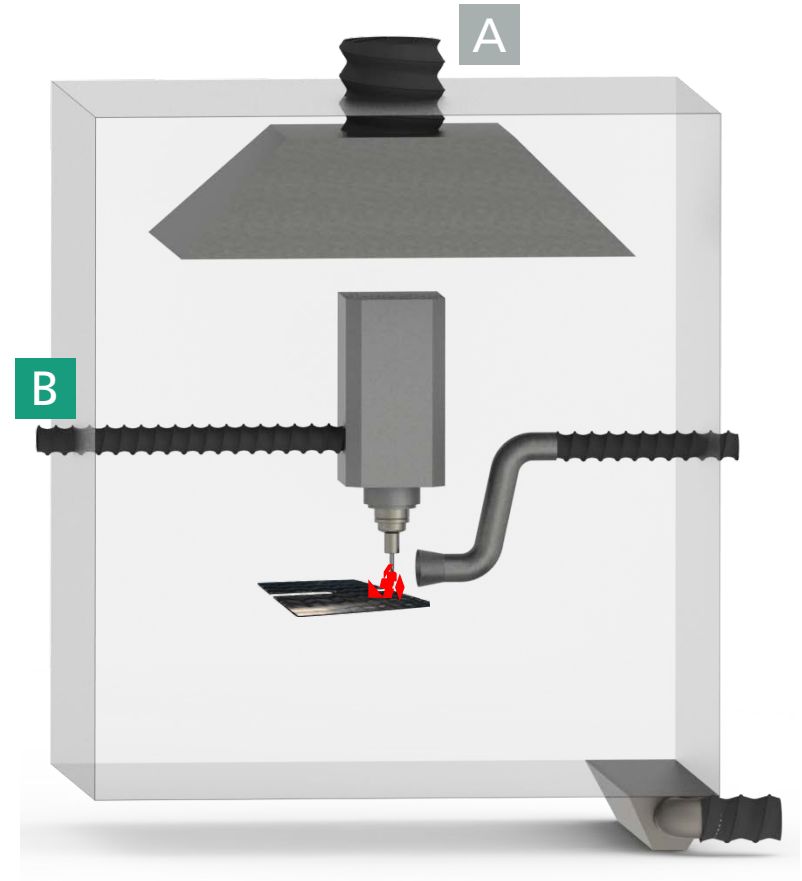
Absaugstrategien für Bearbeitungszentren

- A** Raumabsaugung
- für Stauberfassung
 - wenig effektiv für die Späneerfassung



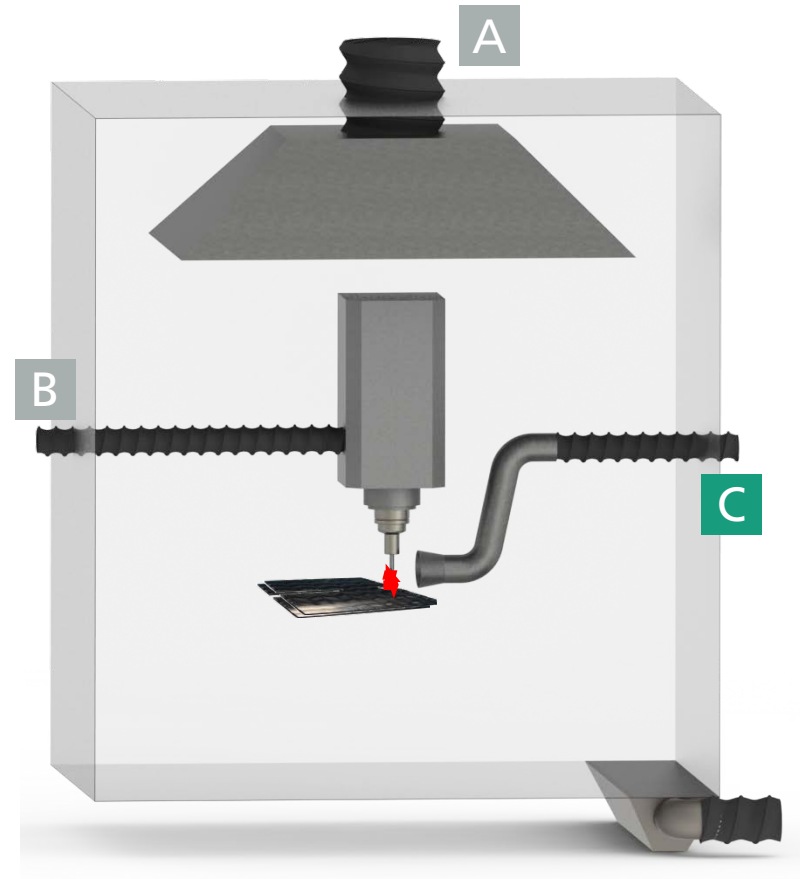
Absaugstrategien für Bearbeitungszentren

- A** Raumabsaugung
 - für Stauberfassung
 - wenig effektiv für die Späneerfassung
- B** Werkzeuginterne Absaugung
 - Sehr effektiv
 - Nur für Spezialfälle



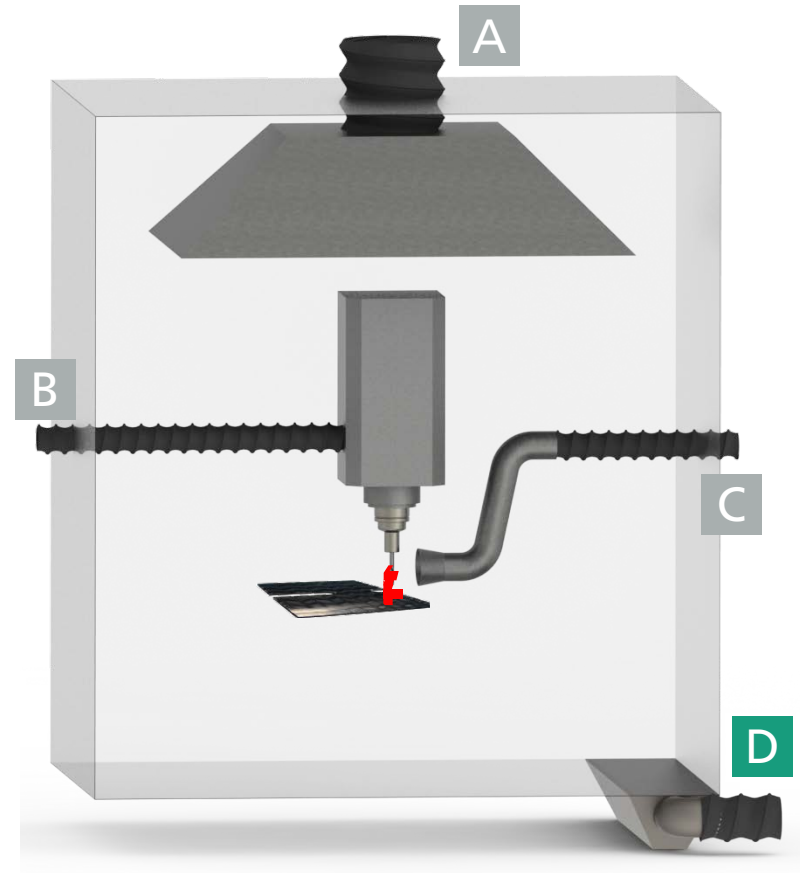
Absaugstrategien für Bearbeitungszentren

- A** Raumabsaugung
 - für Stauberfassung
 - wenig effektiv für die Späneerfassung
- B** Werkzeuginterne Absaugung
 - Sehr effektiv
 - Nur für Spezialfälle
- C** Werkzeugnahe Absaugung
 - vermindert Verschmutzung
 - sehr effektiv
 - begrenzter Einbauraum



Absaugstrategien für Bearbeitungszentren

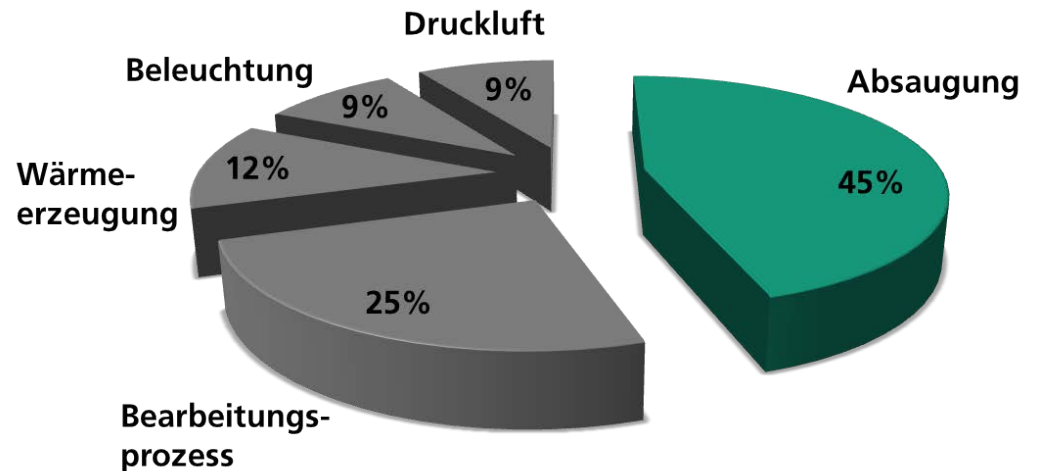
- A** Raumabsaugung
 - für Stauberfassung
 - wenig effektiv für die Späneerfassung
- B** Werkzeuginterne Absaugung
 - Sehr effektiv
 - Nur für Spezialfälle
- C** Werkzeugnahe Absaugung
 - vermindert Verschmutzung
 - sehr effektiv
 - begrenzter Einbauraum
- D** Bodennahe Absaugung
 - geeignet für Späneabtransport, ggf. zusammen mit Förderer



Energiebilanz eines Bearbeitungszentrums

Elektrischer Energieverbrauch industrieller Bearbeitungszentren für die Kunststoff- und Holzspanung:

- 45 % des Gesamtenergieverbrauchs für Absaugung
- Absaugtechnologie wichtiger Baustein zur Erhöhung der Energieeffizienz und Prozesssicherheit



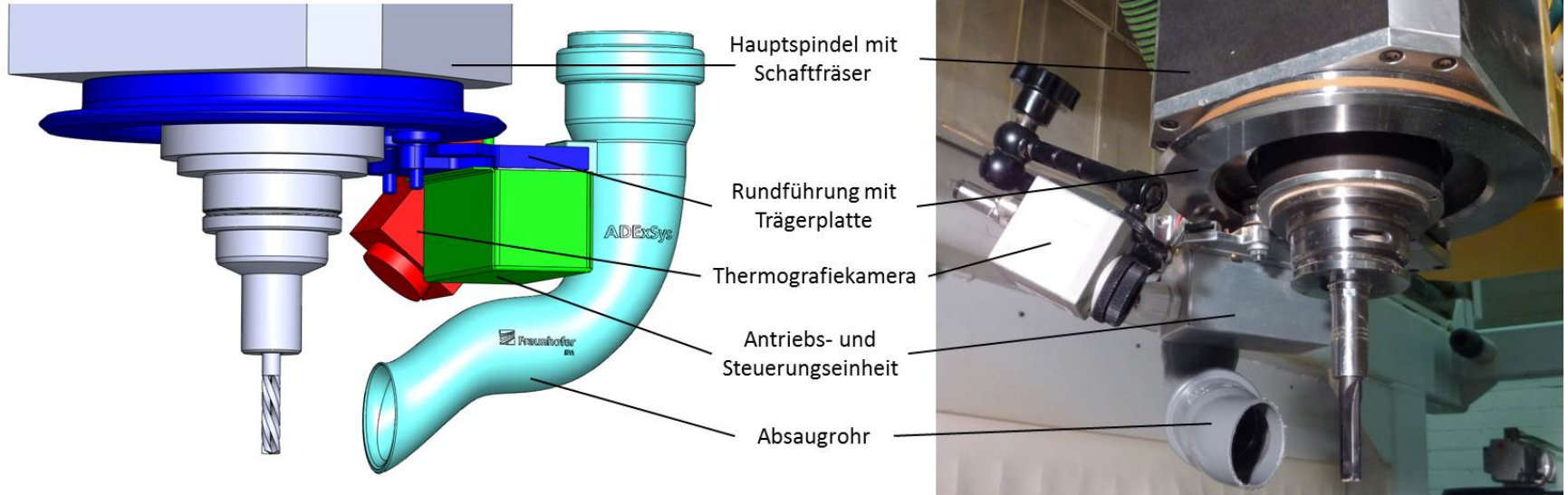
Quelle: Lachenmayr, G.; Kreimes, H.: Energietechnik für die Holzindustrie. Retru Verlag, Wayern, 2006

Lösungsansatz – Adaptive werkzeugnahe Absaugung

- Werkzeugnahe Absaugung zeichnet sich durch hohe Erfassungsraten bei geringem Energieverbrauch aus.
- Bei Fräs-, Säge- und Besäumungsprozessen entsteht ein gebündelter Spänestrahls tangential zum Schneidenflugkreis ausgeworfen wird.
- Erwärmung des Spanguts durch Prozessenergie

Lösungsansatz - Prototyp ADExSys

- Kontinuierliche Detektion des Spänestrahl mittels Thermografiekamera
- Automatische Ausrichtung des Absaugrohrs in den Spänestrahl
- Positionierung des Absaugelements in den Spänestrahl → keine hohen Absaugströme zur Ablenkung der Partikel in Richtung der Absaugöffnung nötig!



Lösungsansatz - Prototyp ADExSys

ADExSys



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnik und
Automatisierung IPA
<http://www.ipa.fraunhofer.de>

Dipl.-Ing. Andreas Gebhardt
Holzgartenstr. 17 70174 Stuttgart
Tel.: 0711 970-1538
E-Mail: andreas.gebhardt@ipa.fraunhofer.de