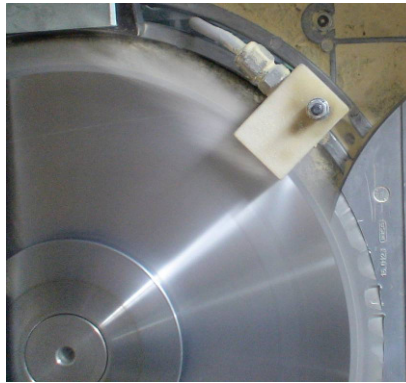


## Reinigung von Holzbearbeitungswerkzeugen mit CO<sub>2</sub>-Schneestrahlen

Robert Veit

Institut für  
Werkzeugmaschinen  
und Fabrikbetrieb

Technische Universität  
Berlin



## Reinigung von Holzbearbeitungswerkzeugen mit CO<sub>2</sub>-Schneestrahlen



Quelle: leitz

- Anhaftungen an Holzbearbeitungswerkzeugen
- Zielsetzung
- Einleitende Untersuchungen
- Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen
- Reinigung beim Fräsen
- Zusammenfassung und Ausblick

## Anhaftungen an Holzbearbeitungswerkzeugen



Anhaftungen aus

- Harz, Holzinhaltstoffen
- Spänen, Staub
- Leim, Klebstoffen, Lacken

verursachen

- Werkzeugverformungen und Unwuchten
- Erhöhung der Arbeitstemperatur

Negative Einflüsse auf die Produktion

- Minderung der Bearbeitungsqualität
- Verringerung der Werkzeugstandzeit
- Gefahr eines Werkzeugbruchs

## Zielsetzung

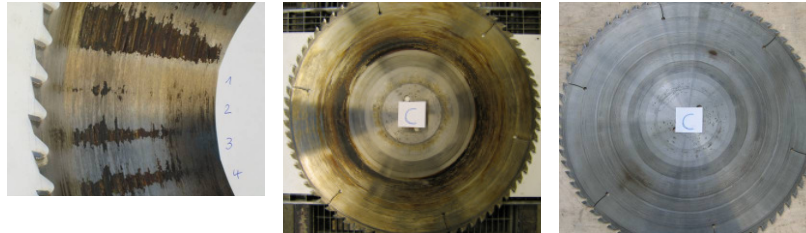


- Anhaftungen im Prozess vermeiden
- Rüst- und Schärfintervalle verlängern
- Rüst- und Schärfkosten verringern
- Wärmeeinfluss reduzieren
- Herkömmliche Reinigung ersetzen
- Reinigungskosten minimieren

## Einleitende Untersuchungen

### Reinigungsversuche an real verschmutzten Kreissägeblättern

- Ermittlung der notwendigen Reinigungszeit
- Bestimmung der optimalen Reinigungsparameter je Sägeblatt
- Automatisierte Reinigung der gesamten Sägeblattfläche



Cryonomic CAB 52,  $p_s = 12$  bar, Strahlmittel: zerkleinerte Pellets

## Einleitende Untersuchungen

### Reinigungsversuche an real verschmutzten Kreissägeblättern

- Für die Reinigung von Sägeblättern mit Trockeneis im Rahmen üblicher Wartungsintervalle muss mit Reinigungszeiten von sechs bis zehn Minuten (beidseitig) gerechnet werden.
- Strahlmittelverbrauch: 4 - 7 kg/Sägeblatt
- Druckluftverbrauch: 9 - 10 Nm<sup>3</sup>/min
- Die Reinigung muss bei einem geringeren Verschmutzungsgrad einsetzen
- Die Anwendung des Verfahrens sollte hinsichtlich Strahlmittel- und Druckluftverbrauch optimiert werden
- Das CO<sub>2</sub>-Schneestrahlen bietet hinsichtlich der Automatisierung größere Potenziale

## Einleitende Untersuchungen

### Entstehung von Anhaftungen

Schnittweg [lfm]	9	27	54	81	117
Lärche					
Fichte					
Schnittweg [lfm]	198	331	493	547	612
Lärche					
Fichte					

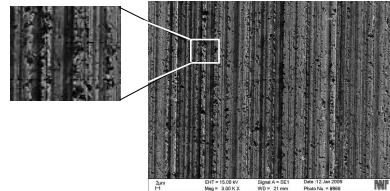
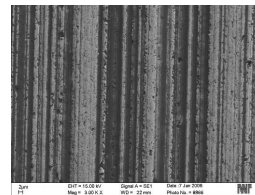
## Einleitende Untersuchungen

### Schädigung von Werkzeugschneiden durch den Strahlprozess

- Ermittlung des Einflusses der Strahlzeit auf die Oberflächenschädigung beim CO<sub>2</sub>-Schneestrahlen.
- punktuelle Bestrahlung des Werkzeugs
- mycon IceMaster, Strahldruck 6 bar, CO<sub>2</sub>-Massenstrom 0,75 kg/min

Werkzeugschneide in 3000 facher Vergrößerung vor und nach einer Bearbeitungszeit von 60 s

→ Maximale punktuelle Strahldauer 50 s



## Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

### Untersuchungen am bewegten Werkzeug

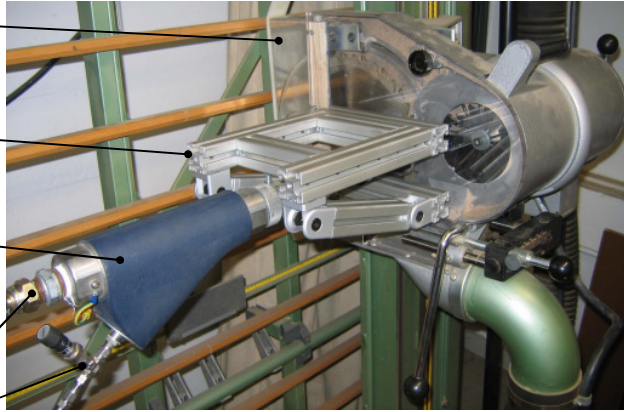
modifizierter  
Gehäusedeckel

Aufnahme für  
verschiedene  
Strahlanlagen

CO<sub>2</sub>-Schnee-  
strahlanlage

Druckluftzufuhr

CO<sub>2</sub>-Dosierung



## Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

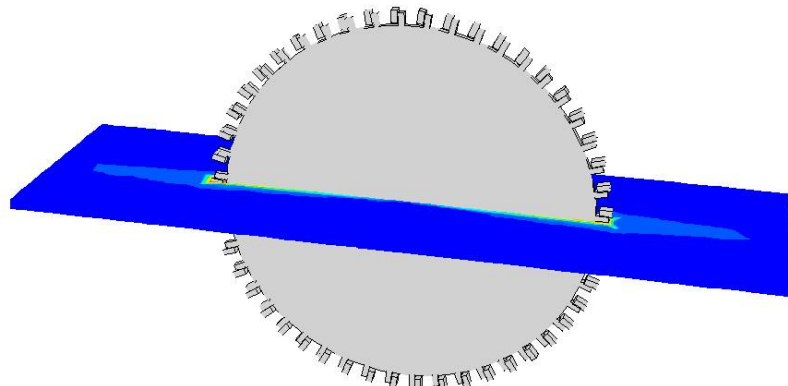
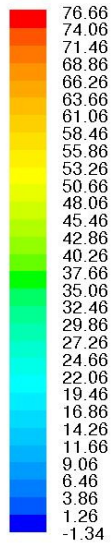
### Untersuchungen am bewegten Werkzeug

- Die Baugröße am Markt verfügbarer CO<sub>2</sub>-Schneestrahlanlagen ist für eine Integration in Holzbearbeitungsmaschinen ungeeignet
- Ein mitrotierendes Luftpolster am Sägeblatt und Rückstauungen der Druckluft im Sägegehäuse verhindert das Auftreffen der CO<sub>2</sub>-Partikel.

Die vorliegenden Verschmutzungsgrade wurden bei ruhendem Werkzeug mit der gleichen Anlagentechnik und gleichen Prozessparametern vollständig entfernt.

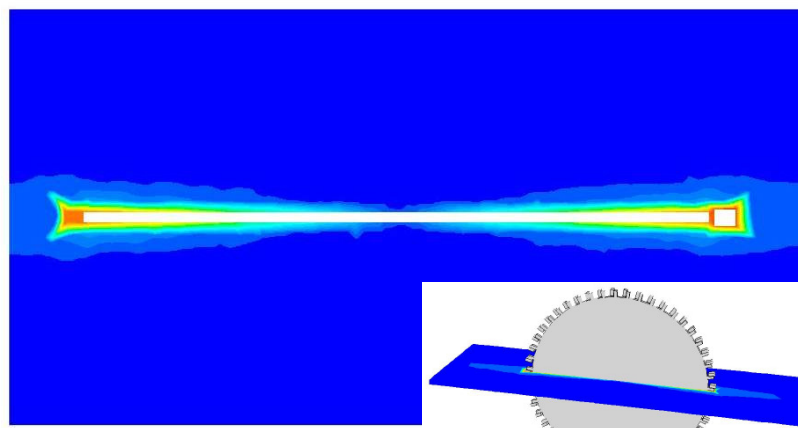
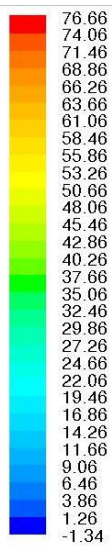
- Eine Reinigung der Werkzeuge unter Bearbeitungsdrehzahl scheint nicht möglich

### Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen Simulation mitrotierendes Luftpolster



Tangente Geschwindigkeit in m/s

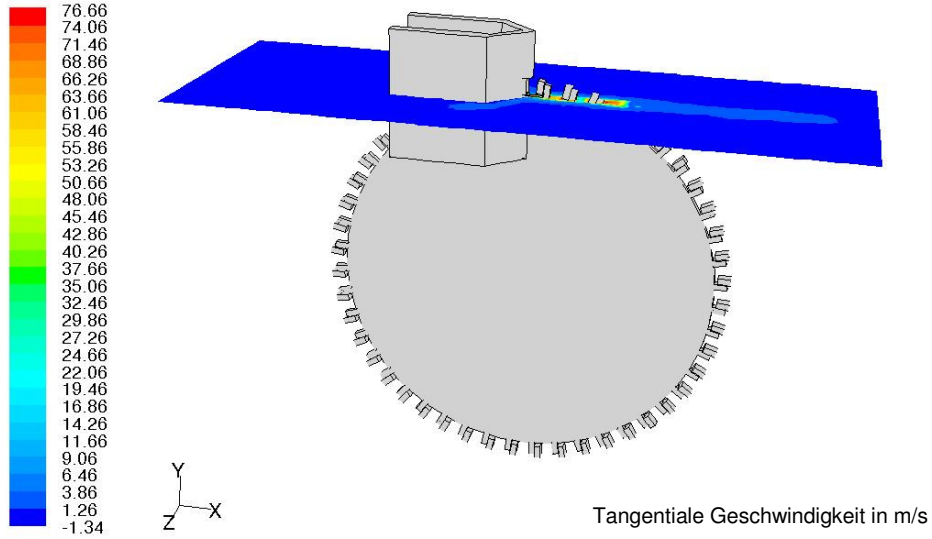
### Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen Simulation mitrotierendes Luftpolster



Tangente Geschwindigkeit in m/s

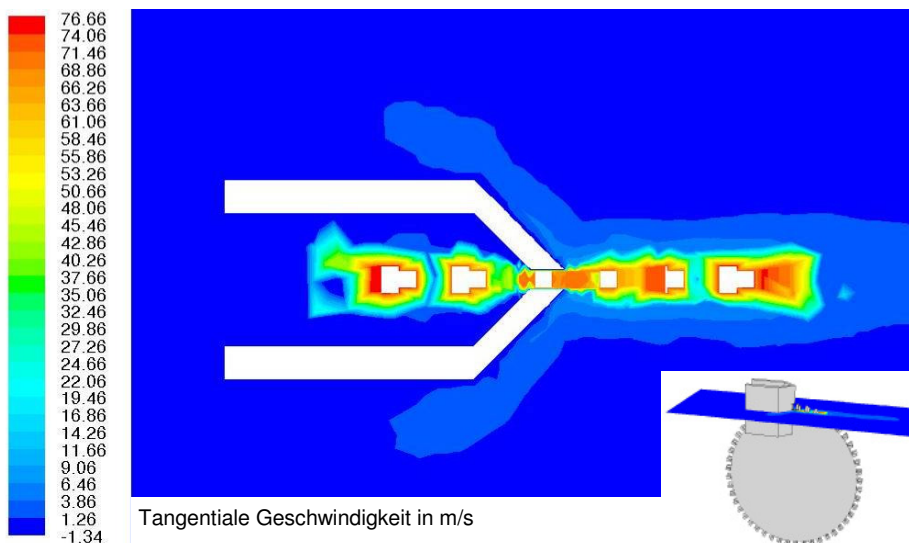
### Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

Simulation mitrotierendes Luftpolster, Lösungsansatz Abweiskörper



### Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

Simulation mitrotierendes Luftpolster, Lösungsansatz Abweiskörper



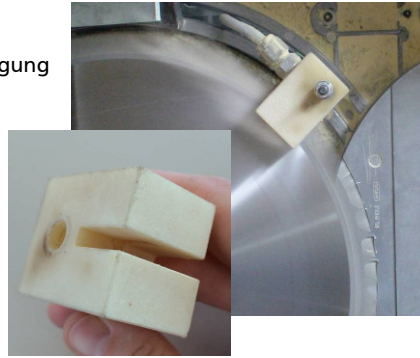
## Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

### Lösungsansatz Schuhdüse

- Aufreißen des mitrotierenden Luftpolsters durch eng anliegende CO<sub>2</sub>-Düse
- Völliger Verzicht auf Druckluft
- Kontinuierliche und zyklische Reinigung während des Werkzeugeingriffs



Sägeblatt nach 50 m Vorschubweg  
und kontinuierlicher Reinigung



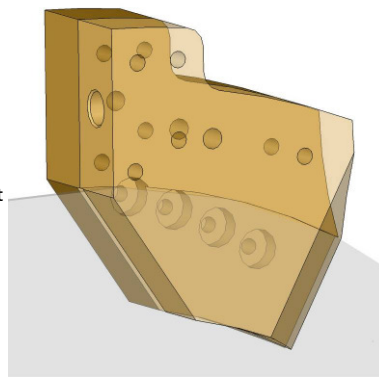
## Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

### Weiterentwicklung Schuhdüse

Referenzverschmutzung nach 200 m Schnittweg  
Werkstoff Kieferbohle 40 mm



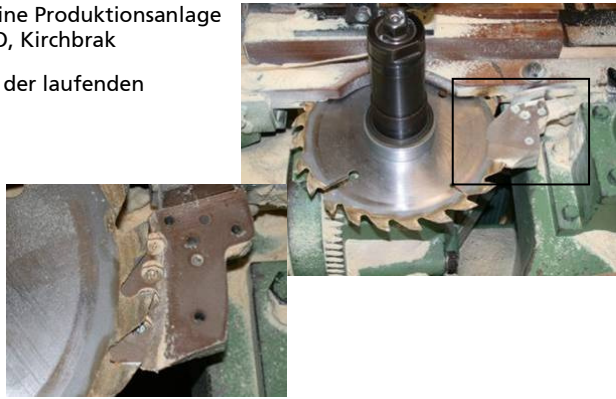
Verschmutzungsgrad nach 200 m Schnittweg mit  
Reinigungsimpuls im Einschnitt jeweils nach 5 m



## Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

### Erprobung der Schuhdüse unter Praxisbedingungen

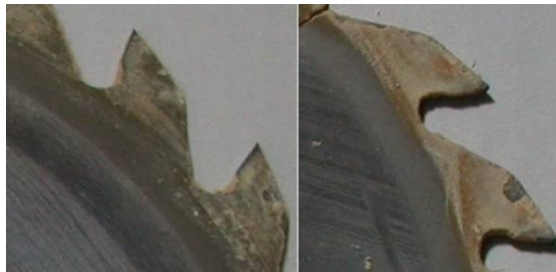
- Integration in eine Produktionsanlage der Firma AMCO, Kirchbrak
- Dauereinsatz in der laufenden Produktion
- Erprobung verschiedener Reinigungszyklen



## Prozessintegrierte Reinigung beim Sägen

### Erprobung der Schuhdüse unter Praxisbedingungen

- Bearbeitung von Leistenprofilen aus Kiefernholz, Holzfeuchte 12%
- Vorschubgeschwindigkeit  $v_f = 10$  m/min, 1000 m Vorschubweg je Versuchsreihe
- Eine signifikante Reduzierung der Anhaftungen ist wirtschaftlich nicht möglich



## Reinigung beim Fräsen

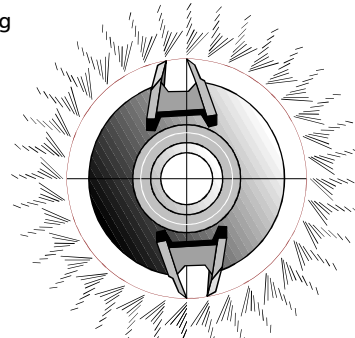
- Aus kinematischen Gründen keine Reinigung im Prozess möglich
- Einführung eines Reinigungsintervalls bei stehendem Werkzeug

Kiefer

100 lfm

500 lfm

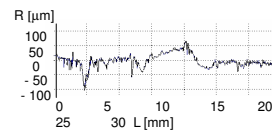
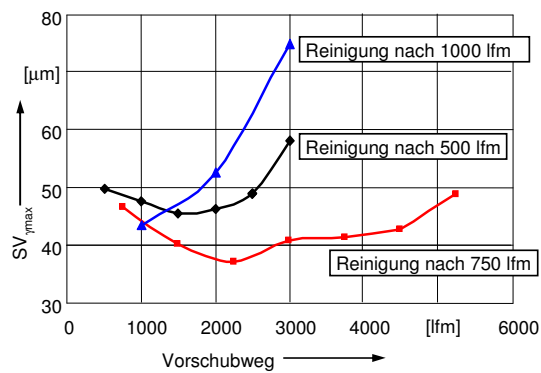
1000 lfm



Quelle: Universität Stuttgart, IFW  
 $n = 3000 \text{ min}^{-1}$ ,  $v_{\text{tmax}} 13 \text{ m/s}$

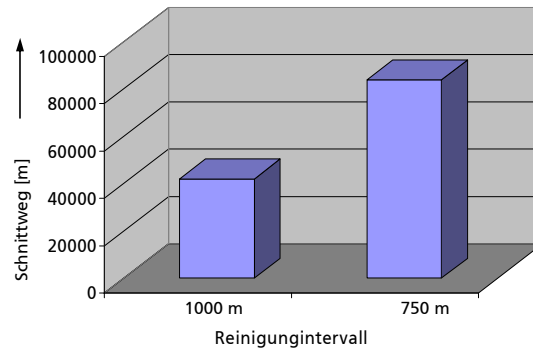
## Reinigung beim Fräsen

Einfluss des Reinigungsintervalls auf die Verschleißmarkenbreite



## Reinigung beim Fräsen

Einfluss des Reinigungsintervalls auf die Werkzeugstandzeit

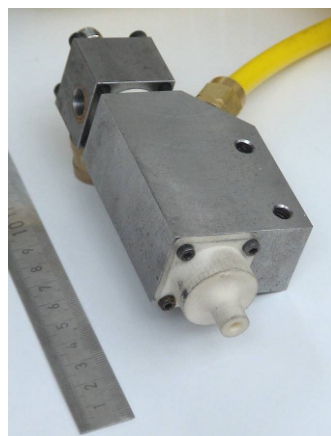


→ Eine Reinigung nach 750 m Vorschubweg führt zu einer Verdopplung der Standzeit

## Reinigung beim Fräsen

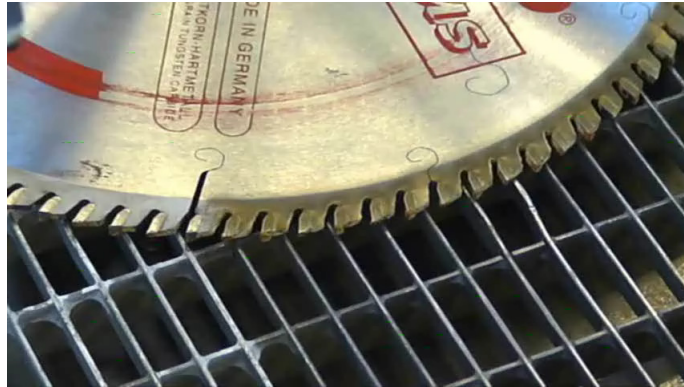
Miniaturisierung der CO<sub>2</sub>-Schneestrahlschneidtechnik

- Festlegung des Maximaldrucks der Druckluft auf 8 bar um universelle Einsetzbarkeit in Standarddruckluftnetzen zu ermöglichen
- Erprobung und Optimierung an definiert verschmutzten Werkzeugen
- CO<sub>2</sub>-Verbrauch 9 - 30 kg/h



## Reinigung beim Fräsen

### Miniaturisierung der CO<sub>2</sub>-Schneestrahlschneidtechnik



Strahlendruck 8 bar, CO<sub>2</sub>-Verbrauch 150 g/min

## Zusammenfassung und Ausblick

- Eine Reinigung von Holzbearbeitungswerkzeugen unter Bearbeitungsdrehzahl ist auf Grund des mitrotierenden Luftpolsters bisher nicht möglich.
- Das Prinzip der Schuhdüse stellt bei der ausschließlichen Verwendung von CO<sub>2</sub> keine wirtschaftliche Alternative dar.
- Ein weiterer Lösungsansatz könnte auf einer Kombination aus Schuhdüse und Druckstrahldüse basieren.
- Eine zyklische Reinigung der Werkzeuge führt zu einer signifikanten Standzeitverlängerung.
- Für die Reinigung von Holzbearbeitungswerkzeugen steht erstmalig eine CO<sub>2</sub>-Schneestrahlschneidtechnologie zur Verfügung, die mit werkstattüblicher Druckluftinfrastruktur betrieben und auf Grund ihrer geringen Baugröße in Maschinen integriert werden kann.