

## Spänedynamik am Kreissägewerkzeug

*Titel: Detektion und Auswertung der realen Spanentstehung und Dynamik bei der Holzbearbeitung mittels Kreissägewerkzeugen und deren Optimierung als Konditionierung zur ganzheitlichen Späneerfassung*

Forschungsstelle: [IFW Remscheid](#)

Laufzeit: 01.04.2017 – 31.03.2019 (verlängert bis 30.9.2019)  
IGF-Forschungsvorhaben 19422 N

### Ausgangssituation

Bei der Holzbearbeitung mittels Kreissägewerkzeugen entstehen Holzspäne und -stäube, die energieaufwendig mittels Absauganlagen entfernt werden müssen. In einem Forschungsvorhaben des IFW-Remscheid (Institut für Werkzeugforschung und Werkzeuge der FGW) wurden die reale Spanentstehung und Dynamik sowie deren Optimierung zur ganzheitlichen Spanerfassung untersucht.

Holz aus nachhaltiger Produktion ist ein nachwachsender Rohstoff mit zunehmender Bedeutung als Werkstoff und Energieträger. Ein Bestandteil eines jeden Verarbeitungsprozesses von Holz ist das Zerspanen mittels Kreissägeblättern. Hierbei kommen verschiedene Zahngeometrien mit entsprechend unterschiedlichen Spanräumen zum Einsatz. Bei der spanabhebenden Bearbeitung entstehen dabei, je nach Anwendung, Werkzeugauslegung und Prozessparametern Späne in unterschiedlichster Größe, die bis zum feinen Holzstaub hinunter reicht. Die entstandenen Späne und Stäube müssen mittels aufwendiger Absauganlagen und Filter entfernt werden.

Die Anwendungsvielfalt des Kreissägeprozesses durchdringt dabei viele verarbeitende Anwendungsfelder der unterschiedlichsten Branchen. Neben der Holzver- und der holzbearbeitenden Industrie sind bspw. auch die Verarbeiter von modernen Leichtbauwerkstoffe adressiert. Holzstäube belasten nicht nur die Lebensdauer der Maschinen, CFK-Stäube können elektrisch leitend sein und so in elektrischen Schaltschränken zu gefährlichen Kurzschlüssen führen. Verbleiben Späne in der Schnittfuge, weil sie nicht direkt durch den Spanraum abtransportiert werden, kommt es zur sogenannten „Doppeltzerspanung“, welche die Werkzeugschneide belastet und die Standzeit der Werkzeuge reduziert. Zudem reduzieren verbleibende Späne durch Reibung die erzeugten Schnittqualitäten an den Werkstückoberflächen. Holzstäube unterliegen einer hohen Explosionsgefahr, lungengängige Stäube bergen zusätzlich für den Anwender ein hohes Gesundheitsgefährdungspotential. Aber auch sozio-ökologisch und -ökonomisch stellt die ganzheitliche Span- und Stauberfassung eine deutliche Herausforderung dar; etwa 45 % des Energiebedarfs in der Holz- und Möbelindustrie werden für die Erfassung und Filterung von Staub und Spänen aufgewandt.

Seitens der Verarbeiter und der Kunden steigen die Ansprüche hinsichtlich der Bearbeitungsqualität, Werkzeugstandzeit, aber auch hinsichtlich der Energieeffizienz. Hier hat die Branche der Holzindustrie erkannt, dass die werkzeug- und maschinenseitige Optimierung der Späne- und Stauberfassung ein sehr hohes Potential liefert. Die ganzheitliche Erfassung von lungengängigen und damit gesundheitsschädlichen Stäuben und Spänen schonen zudem Mensch, Anlagen und Werkzeuge. Um hier Ansätze zu finden, bedarf es der Kenntnis der dynamischen Prozesse bei der Spanentstehung und der nachfolgenden Kinematik.

### Zielsetzung

Erstes Ziel des Forschungsprojektes war die Entwicklung und Validierung eines Messverfahrens, welches die Span- und Staubentstehung und die hochdynamischen Prozesse im Spanraum, aber auch außerhalb des Spanraums und der Schnittfuge optisch abbilden kann. Die Messungen sollen die

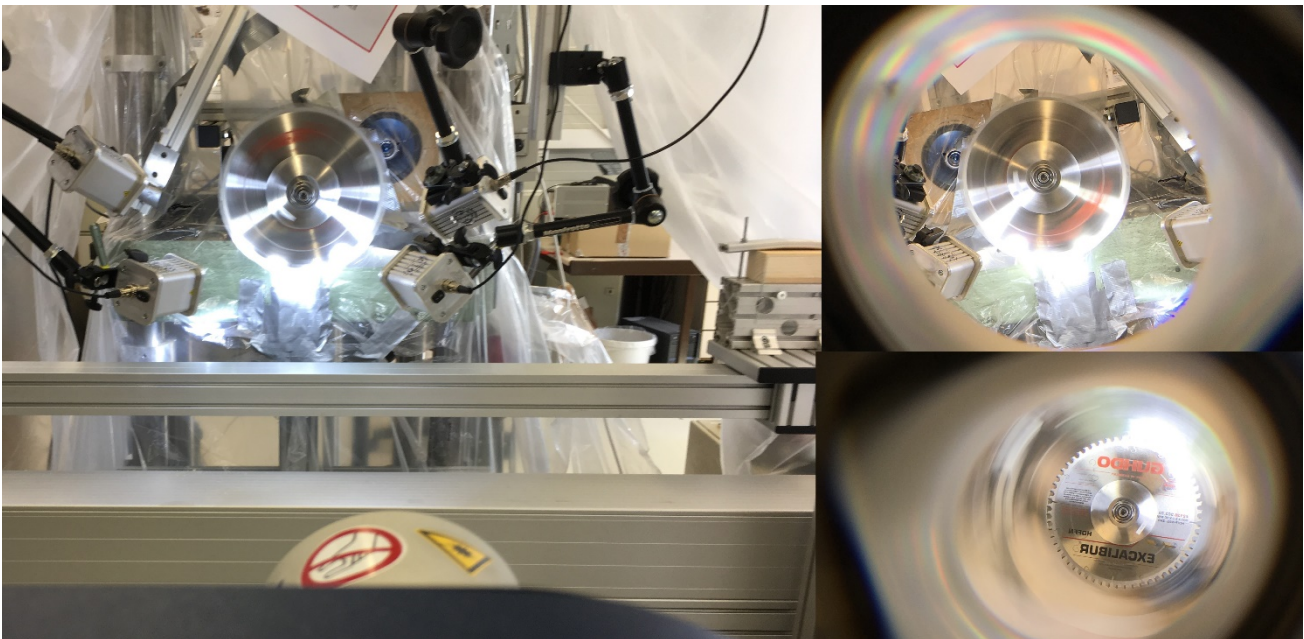
unterschiedlichen Spanentstehungsszenarien auch unter verschiedenen Prozessparametern beobachtbar machen, und zeigen, welche Faktoren wie z.B. die Zahngeometrie und die Spanraumgestaltung Einfluss auf die Spanentstehung, sowie den Spanabflug aus dem Werkzeug und der Schnittfuge nehmen.

Der Spanbildungsprozess ist sehr eng mit den bruchmechanischen Eigenschaften und der Materialmatrix des Bearbeitungsmaterials verknüpft. Aufgrund der ausgeprägten Anisotropie von Naturholz bestehen richtungsabhängige Trenn- bzw. Spanentstehungseigenschaften. Weitere Einflussgrößen ergeben sich aus den kinematischen, kinetischen und geometrischen Verhältnissen.

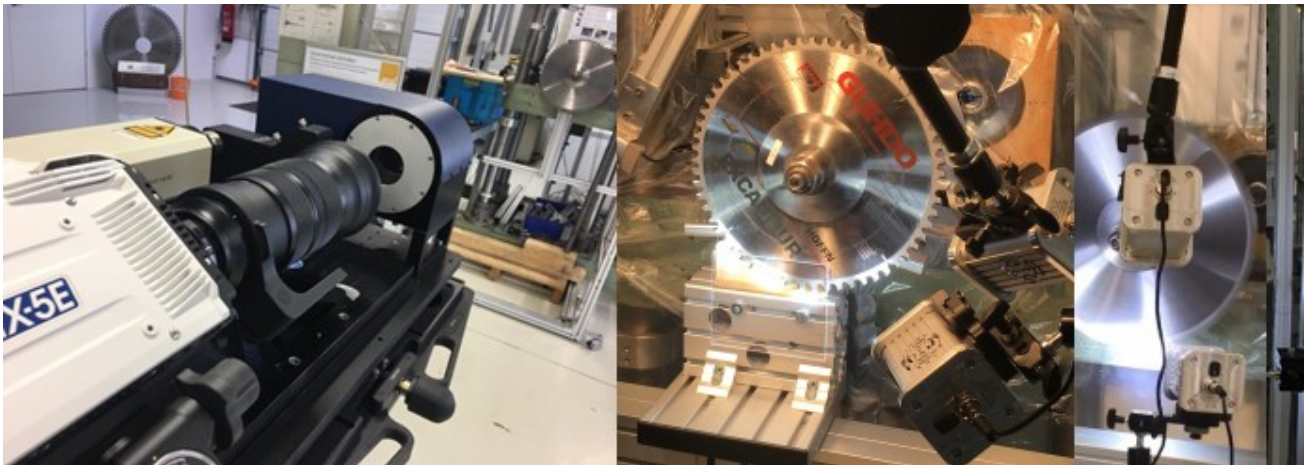
Die Erkenntnisse aus den Messungen sollen dazu beitragen, ein Systemverständnis aufzubauen und bilden die wissenschaftlich fundierte Grundlage zur Optimierung des Gesamtprozesses.

## Ergebnisse

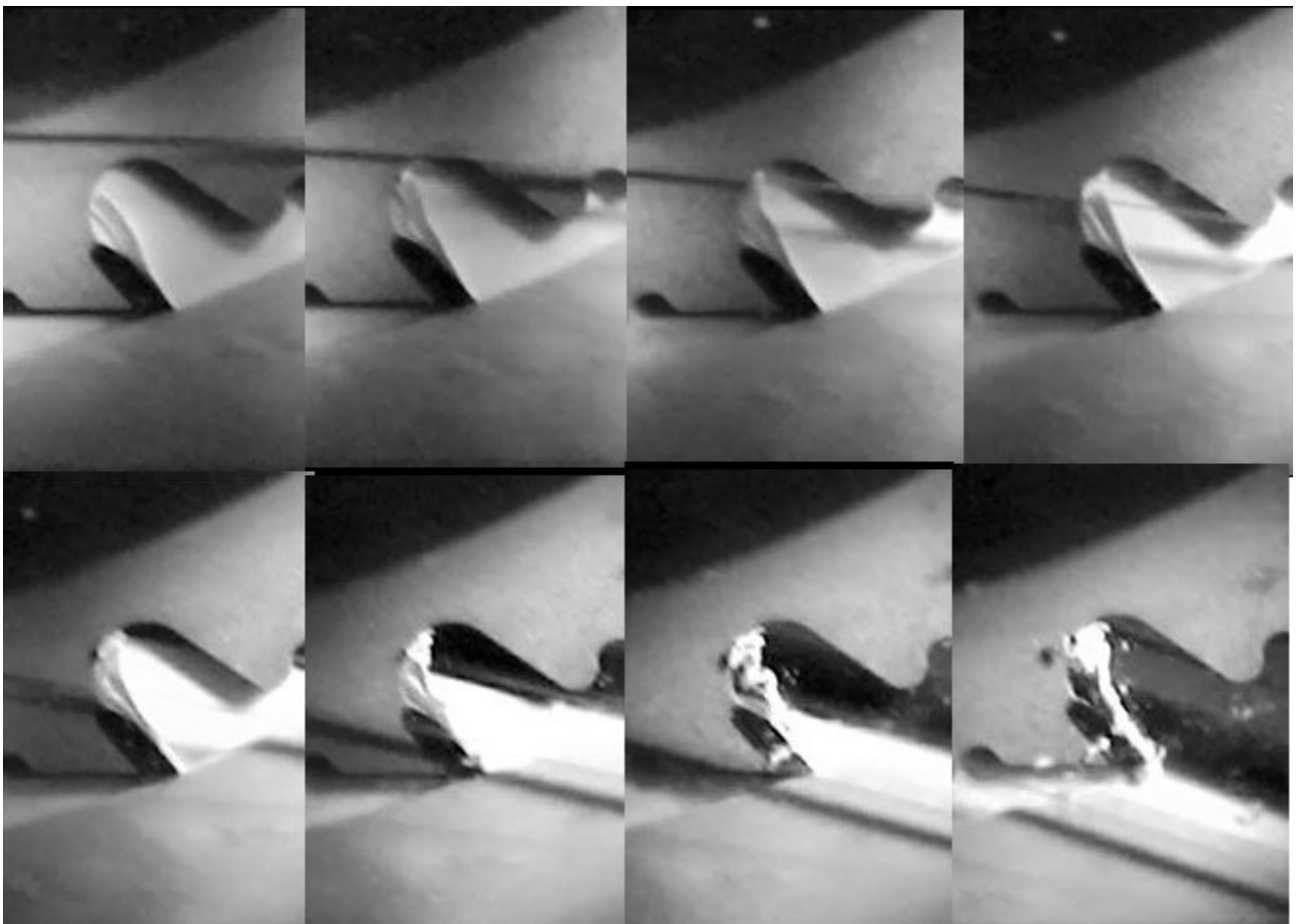
Im Projekt wurde erstmalig die individuelle Spanentstehung unter realistischen Prozessparametern kontinuierlich sichtbar und messbar gemacht. Durch die Kombination einer optischen Einheit, welches ein drehendes Objekt optisch in den Stillstand versetzt (Bild 1) und einer Hochgeschwindigkeitskamera (Bild 2) ist es in der Forschungseinrichtung erstmals möglich, die hochdynamischen Prozesse beim Trennvorgang am eingreifenden Zahn und im Spanraum unter Einsatzdrehzahl optisch abzubilden (Bild 3).



*Bild 1: Links: rotierendes Werkzeug. Rechts: Beim Blick durch ein mitrotierendes Dove-Prisma wird das Werkzeug optisch in den Stillstand versetzt.*



*Bild 2: Links: Optische Einheit zum Mitführen eines Messgitters (Derotator) und Hochgeschwindigkeitskamera. Rechts: Beleuchtungssystem und Vorschubeinheit für die Hochgeschwindigkeitsaufnahmen.*

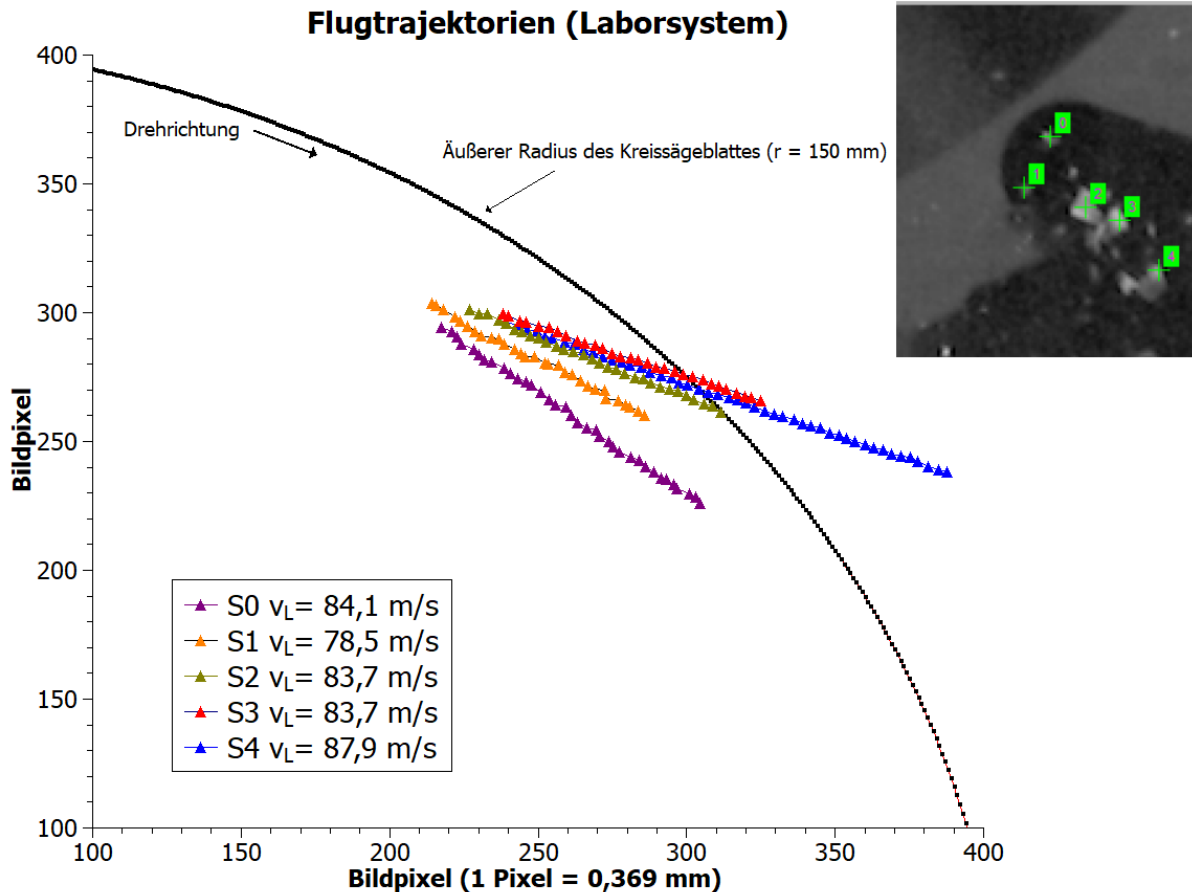


*Bild 3: Spanentstehung bei einer Versuchssäge mit Wechselzahn. Die Bildfolge zeigt die Entstehung des Spans und das Einrollen im Spanraum bei einer Schnittgeschwindigkeit von 80 m/s und einer Vorschubgeschwindigkeit von 120 m/min. Die Aufnahmen wurden mit der Hochgeschwindigkeitskamera mit 70.000 fps und Blick durch den Derotator aufgenommen.*

Das durch die optische Einheit betrachtete stillstehende Werkzeug ermöglicht es, den Spanraum und damit die Spanentstehung erstmals kontinuierlich während der gesamten Spanbogenlänge zu beobachten. Bei einer alleinigen Betrachtung mit der Hochgeschwindigkeitskamera würde der beobachtete Spanraum sich im Bildausschnitt bewegen und wegen des grundsätzlich begrenzten

Auflösungsvermögens der Kamera bei hohen Aufnahmegeschwindigkeiten, schließlich aus dem Bild hinauslaufen. So konnten im Projekt Messungen mit Schnittgeschwindigkeiten von bis zu 100 m/s und Vorschubgeschwindigkeiten bis zu 200 m/min realisiert werden.

Im Vorhaben wurden unterschiedliche Versuchskreissägen mit Variationen der Zahnform, Zähneanzahl und Spanwinkeln mit entsprechenden Spanräumen untersucht.



*Bild 4: Abflugtrajektorien einzelner Späne eines Spanraumes. Hier beispielhaft für ein Werkzeug mit Wechselzahn, Spanwinkel positiv (15°). Werkstück Buchenholz, Längsschnitt. Prozessparameter: Vorschub 1 m/s; Schnittgeschwindigkeit 85 m/s; Aufnahmegeschwindigkeit der Kamera 70.000 fps, Bild oben rechts zeigt den Spanraum mit den 5 betrachteten Spänen.*

Es wurden jeweils für die untersuchten Zahnformtypen die Prozessparameter Schnittgeschwindigkeit und Vorschub sowie das Schnittgut variiert. Dadurch wird die geometrische Form des Spans, wie beispielsweise die Mittenspandicke, variiert und die Einflüsse der Prozessparameter bei der Spanentstehung untersucht. Die unterschiedliche Kinematik (Winkelbereiche, Geschwindigkeiten, Flugrichtungen) sind eine wichtige Eingangsvoraussetzung, um eine definierte Konditionierung der Spandynamik für nachgelagerte Absaugkonzepte in nachfolgenden Projekten entwickeln zu können.

## Hinweise

Das IGF-Vorhaben wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Das Forschungsvorhaben wurde von einem Industrie-Arbeitskreis unter Beteiligung der Firmen Altendorf GmbH, Blecher KG, Ceratizit S.A., Grasche GmbH, Guhdo GmbH, Leitz GmbH & Co. KG, Leuco Ledermann GmbH & Co KG, MAK Bildtechnik GmbH und Michael Weinig AG im projektbegleitenden Ausschuss begleitet und unterstützt.