

# Multimediales Modell des Zerspanprozesses<sup>1</sup>

*Dipl.-Ing. Jens Hoffmann*

## Einleitung

Entsprechend der Ausrichtung der Arbeitsgruppe PAZAT bildet die Lehre zu den spanenden Fertigungsverfahren einen wesentlichen Schwerpunkt. Dabei ist es ein besonders komplexes Problem, die kinematischen Zusammenhänge während des Spanprozesses darzustellen und den Studierenden verständlich zu vermitteln.

Die in den letzten Jahren auch in Zusammenhang mit der stetig steigenden verfügbaren Rechenleistung speziell der PC-Technik sich stark entwickelnden Verfahren der virtuellen Realität bieten dazu völlig neue Entwicklungs- und Gestaltungsansätze.

Die Umsetzung solcher Möglichkeiten soll an Hand der Ergebnisse des Projektes „Multimediale Darstellung des Zerspanprozesses am Beispiel des einschneidigen Trennverfahrens Drehen“ /MUM-06/ und weiterer paralleler Arbeiten dargestellt werden.

## 1 Vorbemerkungen

Im Ergebnis dieser Entwicklungsarbeiten, die wesentlich die studentische Belege sowie durch die Tätigkeit studentischer Hilfskräfte getragen wurden, stehen unterschiedliche multimediale Modelle zur Verfügung:

- Multimediale Modelle der geometrischen und kinematischen Zusammenhänge am Dreh- sowie am Fräswerkzeug,
- Multimediales Modell der geometrischen und kinematischen Zusammenhänge am Dreh- bzw. Fräswerkstück während der Bearbeitung,
- (Vereinfachtes) multimediales Modell der CNC-Drehmaschine Gildemeister CTX 400 sowie der Fünfsachsfräsmaschine MAHO MH 800C.

Die Modelle zum Verfahren Drehen sind weitgehend fertiggestellt, wogegen die Fräsemodelle sich noch im Auf- und Ausbau befinden.

## 2 Erstellung der virtuellen Modelle - Grundprinzip

Ausgangspunkt ist die 3D-Modellierung der in den Modellen enthaltenen Objekte mit Hilfe des CAD-Systems SolidWorks. Umgesetzt wurden die für das jeweilige Modell relevanten Komponenten des Systems Werkstück – Werkzeug – Spannmittel – Werkzeugmaschine. Das komplexe Gesamtsystem wurde, ausgehend von der Wirkstelle Werkzeug – Werkstück, stufenweise mit den entsprechenden Komponenten des Gesamtsystems verknüpft. Damit ist es möglich, für ein gewähltes Bearbeitungsverfahren, die relevanten Vorgänge zu modellieren und zu animieren.

Für die 3D-Visualisierung kam die Software EON Studio zu Einsatz. Die Auswahl der Software erfolgte auf Grund der Verfügbarkeit an der Fakultät Maschinenwesen. Ein für die Nutzung der Modelle erforderlicher Viewer ist kostenlos über das Internet

---

<sup>1</sup> gefördert im Rahmen des Multimedia-Fonds der TU Dresden, Projekt „Multimediale Darstellung des Zerspanprozesses am Beispiel des einschneidigen Trennverfahrens Drehen“

verfügbar. Damit ist ein Einsatz der erzeugten Software problemlos als Desktop-Lösung möglich. Darüber hinaus ist dieses System auch für die Anwendung zur 3D-Visualisierung innerhalb der an der Fakultät Maschinenwesen installierten VR-Technik im Lichtenheldt-Hörsaal und der Cave des Zentrums für virtuellen Maschinenbau (ZVM) verfügbar, sodass der bei der Portierung der Modelle erforderliche Aufwand minimal ist /MUM-07/.

Die Modelle können die bisher eingesetzten technischen Darstellungen (Abb. 2.1), Fotos und Videoclips zum besseren Verständnis der Zusammenhänge ergänzen. Sie wurden im Rahmen der Vorlesung „Fertigungstechnik 1 – Zerspan- und Abtragtechnik“ im Sommersemester 2007 erstmals zum Einsatz gebracht. Auf Grund der dabei gewonnenen Erfahrungen erfolgten nachträglich kleinere Modifikationen mit dem Ziel der Optimierung des Handlings der Modelle für den Vorlesungsbetrieb.

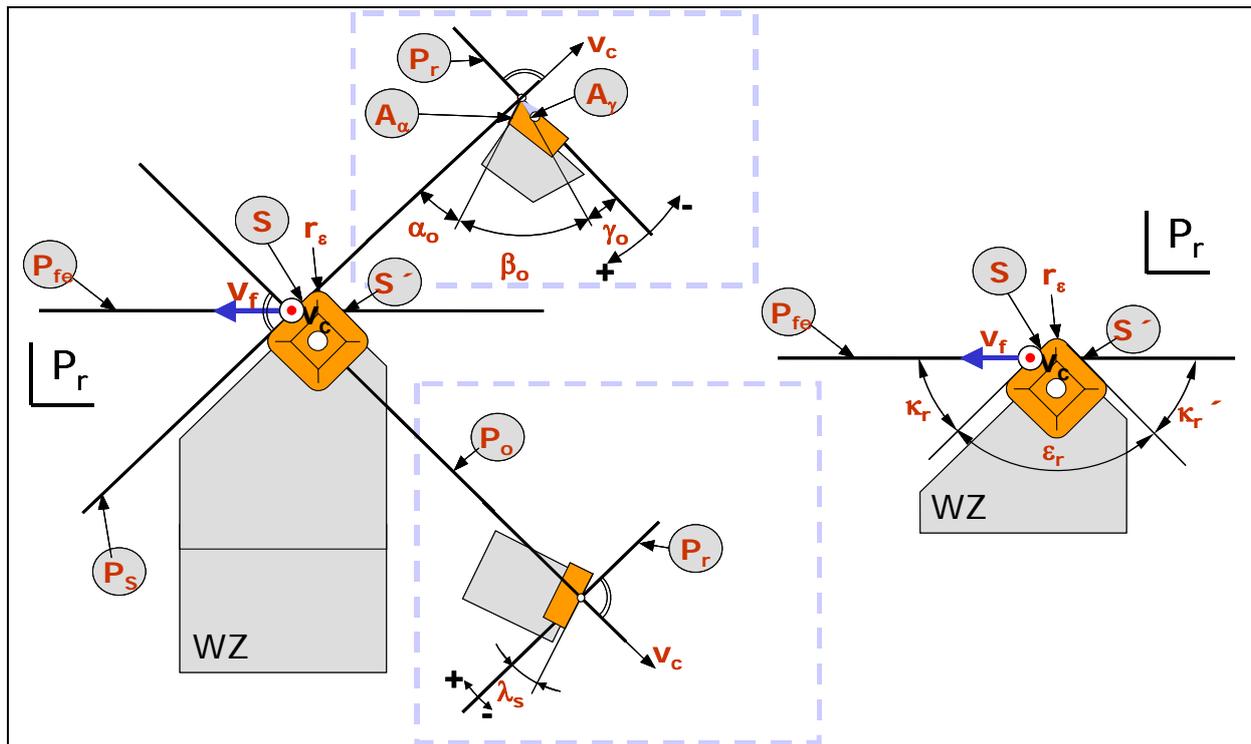


Abb. 2.1: Bisher genutzte zweidimensionale Ansichten der Elemente am Drehwerkzeug

### 3 Virtuelle Modelle - Drehen

#### 3.1 Vorbemerkungen

Für das spanende Fertigungsverfahren Drehen wurden unterschiedliche virtuelle Modelle erzeugt. Dabei handelt es sich im Einzelnen um:

- Virtuelle Modelle zu den Grundlagen des Fertigungsverfahrens
- Virtuelles Modell der Drehmaschine Gildemeister CTX 400

Bei der Erstellung der Modelle wurde auf eine Modularisierung der Elemente gesetzt. Dies ermöglicht die Integration von Elementen der Teilmodelle in umfangreiche Modelle, z.B. des Drehprozesses in das Maschinenmodell.

### 3.2 Virtuelle Modelle zu den Grundlagen des Fertigungsverfahrens

Innerhalb der drei virtuellen Modelle zum Fertigungsverfahren Drehen werden folgende Schwerpunkte dargestellt:

- Ebenenbetrachtung (Abb. 3.1)  
räumliche Veranschaulichung der Vektoren Vorschub- und der Schnittgeschwindigkeit, der Zerspangkraftkomponenten Schnitt-, Vorschub- und Passivkraft, der Arbeits-, Werkzeug-Schneiden-, Werkzeug-Bezugs- und Werkzeug-Orthogonal-ebene sowie der Span- und der Freifläche am Werkzeug in Verbindung mit dem Werkzeug-Orthogonal-Spanwinkel und dem Werkzeug-Orthogonal-Freiwinkel
- Drehvorgang  
Dynamische Darstellung der Drehbearbeitung (Drehwerkzeug im Eingriff)
- Querschnittbetrachtung (Abb. 3.1)  
Darstellung des Spanungsquerschnittes beim Drehen mit den zugehörigen Größen

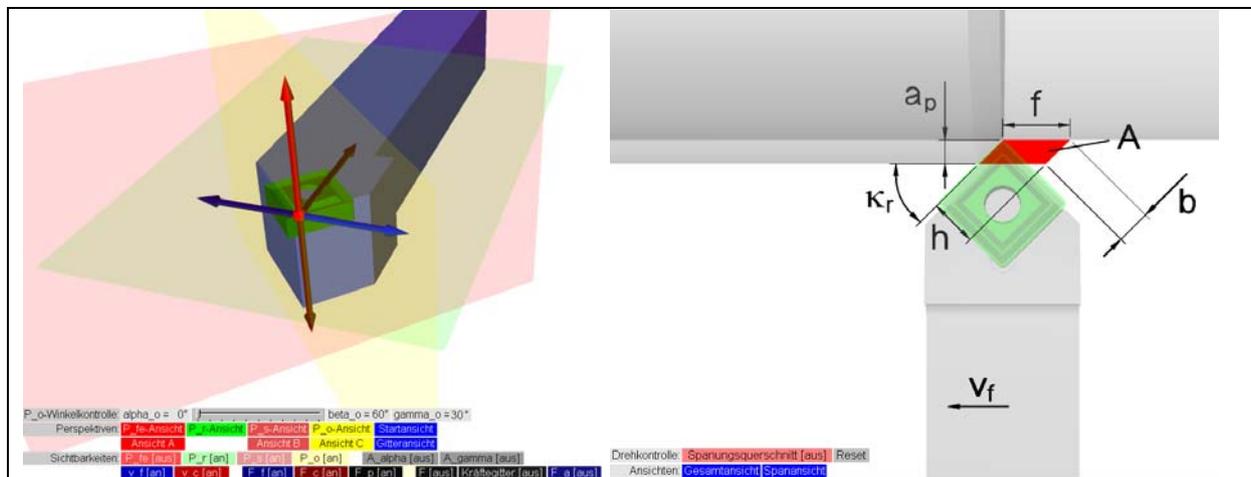


Abb. 3.1: Virtuelle Modelle zur Ebenenbetrachtung mit Geschwindigkeits- und Kraftvektoren sowie den Ebenen  $P_o$ ,  $P_s$  und  $P_r$  (links) sowie zum Spanungsquerschnitt beim Drehen (rechts)

### 3.3 Virtuelles Modell CNC-Drehmaschine Gildemeister CTX 400

Als komplexe Darstellung für das Drehen wurde eine CNC-Drehmaschine Gildemeister CTX 400 ausgewählt, wie sie im Laborverbund Zeuner-Bau im Einsatz ist (Abb. 3.2).

Die Nutzung des Modells kann in zwei verschiedenen Versionen erfolgen:

- Im „Handbetrieb“  
die Funktionen wie Werkzeugwechsel, Reitstock, Spindel ein/aus können vom Nutzer aktiviert werden
- Im „Programmbetrieb“  
an Hand einer beispielhaften Bearbeitung werden die Funktionen der (virtuellen) Maschine von einem automatisch ablaufenden Programm gesteuert

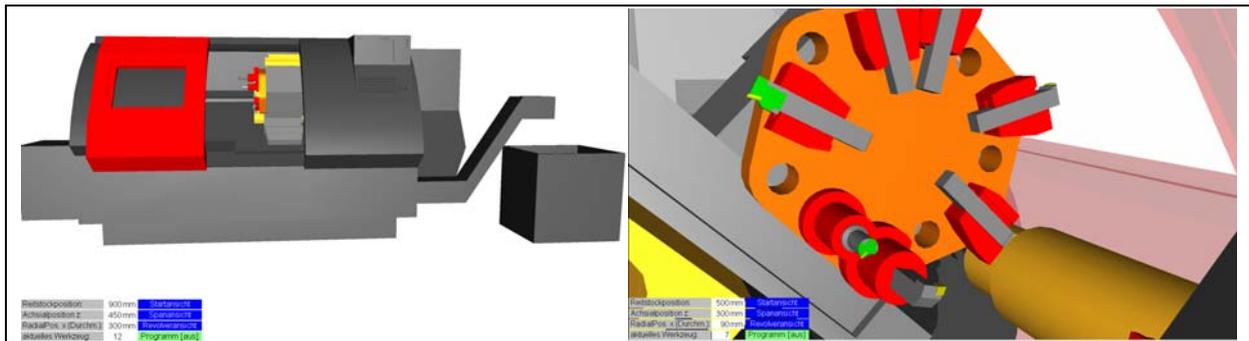


Abb. 3.2: Virtuelles Modell Gildemeister CTX 400  
links: Außenansicht, rechts: Werkzeugrevolver im Arbeitsraum

## 4 Virtuelle Modelle - Fräsen

### 4.1 Vorbemerkungen

Analog zu den vorgestellten virtuellen Verfahrens- und Maschinenmodellen erfolgte die Übertragung auf das Fertigungsverfahren Fräsen.

### 4.2 Virtuelle Modelle zu den Grundlagen des Fertigungsverfahrens

Innerhalb der drei virtuellen Modelle zum Fertigungsverfahren Fräsen werden folgende Schwerpunkte dargestellt:

- Ebenenbetrachtung (Abb. 4.1)  
räumliche Veranschaulichung der Vektoren Vorschub- und der Schnittgeschwindigkeit, der Zerspangkraftkomponenten Schnitt-, Vorschub- und Passivkraft, der Arbeits-, Werkzeug-Schneiden-, Werkzeug-Bezugs- und Werkzeug-Orthogonal-ebene sowie der Span- und der Freifläche am Werkzeug in Verbindung mit dem Werkzeug-Orthogonal-Span- und dem Werkzeug-Orthogonal-Freiwinkel

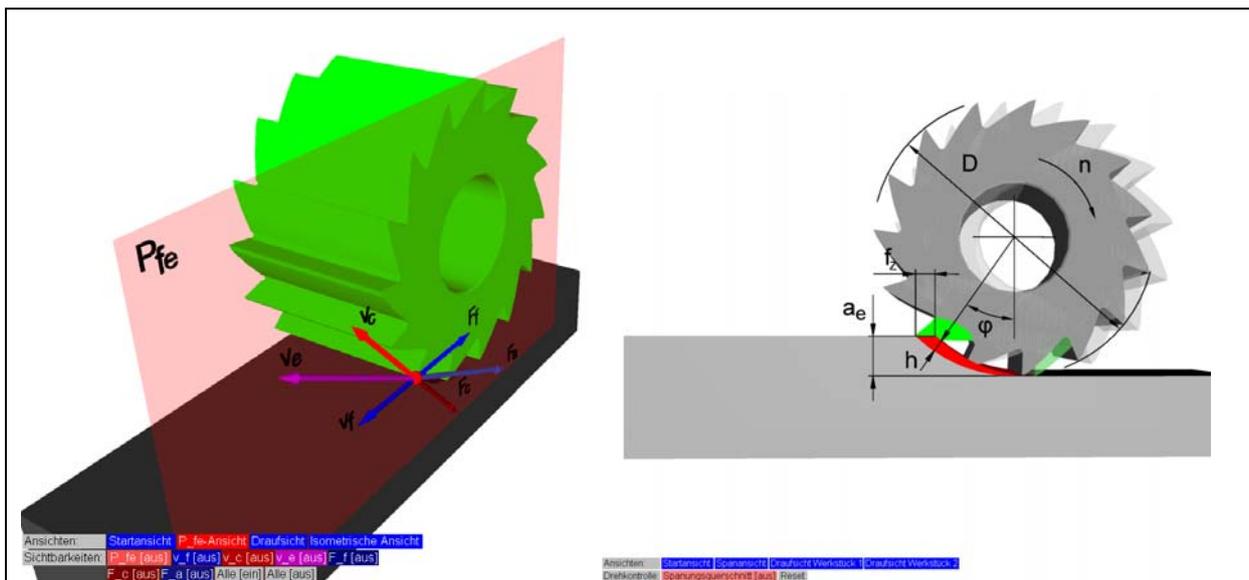


Abb. 4.1: Virtuelle Modelle zur Ebenenbetrachtung mit Geschwindigkeits- und Kraftvektoren sowie der Arbeitsebene  $P_{fe}$  (links) sowie zum Spanungsquerschnitt beim Fräsen (rechts)

- Fräsvorgang  
Dynamische Darstellung der Fräsbearbeitung (Fräswerkzeug im Eingriff) in Verbindung mit den Wegelementen in Vorschubrichtung
- Querschnittbetrachtung (Abb. 4.1)  
Darstellung des Spanungsquerschnittes beim Fräsen mit den zugehörigen Größen

#### 4.3 Virtuelles Modell CNC-Fräsmaschine Maho HM 800C

Für die Fünffachsfräsmaschine Maho MH 800C wurde analog zur Drehmaschine Gildemeister ebenfalls ein virtuelles Modell (Abb. 4.2) erstellt. Bisher wurden neben der Maschine mit den verschiedenen Verfahrensbewegungen eine einfache Bearbeitungssimulation sowie ein steuerbarer Werkzeugwechsel integriert.

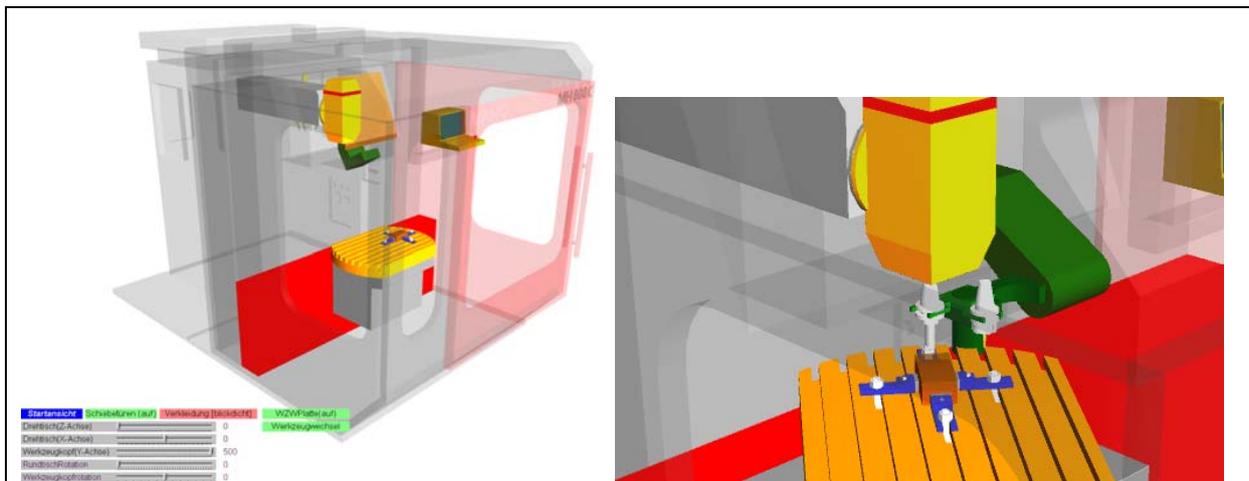


Abb. 4.2: Virtuelles Modell Maho MH 800C  
links: Außenansicht, rechts: Werkzeugwechsel im Arbeitsraum

### 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die dargestellten Arbeitsergebnisse bieten die Möglichkeit, wesentlich deutlicher die kinematischen Zusammenhänge des Zerspanprozesses im Rahmen der verschiedenen Lehrveranstaltungen darzustellen. Der Einsatz erfolgt aktuell in den Lehrveranstaltungen Fertigungstechnik I und II sowie in der Vorlesung Produktionsautomatisierung.

Schwerpunkt der Arbeiten sind die Weiterentwicklung der vorhandenen Modelle, speziell der Maschinenmodelle inklusive der Integration weiterer Funktionalitäten. Dazu zählt u.a. ein Ausbau der vorhandenen Funktionen zur Mesch-Maschine-Kommunikation. Eine spezielle Möglichkeit dazu ist die Nutzung der in der Cave vorhandenen Hard- und Software.

#### Literatur

/MUM-07/ Multimediale Darstellung des Zerspanprozesses am Beispiel des einschneidigen Trennverfahrens Drehen. Abschlussbericht und Softwaredokumentation zum Projekt im Rahmen des Multimediafonds der TU Dresden. TU Dresden. 2007