

# Online-Simulation von Planungsvorgängen für Mehrachsfräsmaschinen<sup>3</sup>

*Dipl.-Ing. Marius Eßers*

## 1 Einleitung

Im Rahmen des Multimediafonds des Medienzentrums der Technischen Universität Dresden wurde auch in der dritten Förderperiode das Ziel verfolgt die Entwicklung und Implementierung von E-Learning in die Lehre voranzutreiben, um eine nachhaltige Qualitätssteigerung bei Lernprozessen zu erreichen.

Nach der vorangegangenen Bearbeitung von Projekten zu Zerspanverfahren im Rahmen der ersten beiden Auflagen des Multimediafonds /MUM-07, FEB-08, MUM-10, FEB-09/ und der dritten Auflage mit dem Hintergrund der NC-Bearbeitungstechnik /MUM-12, FEB-11/ wurde innerhalb der neuen Fördermöglichkeit der Aufbau eines OPAL-Kurses mit dem Schwerpunkt Fertigungsplanung der NC-Bearbeitungstechnik für Zerspanverfahren weiterentwickelt. Mit der Online-Simulation von Planungsvorgängen für Mehrachsfräsmaschinen /MUM-12/, bestand das Ziel darin, anhand von dreidimensionalen Simulationen grundlegende Zusammenhänge einzelner Schritte für die Fertigungsplanung zu veranschaulichen.

## 2 Aufgabenstellung

Für die Umsetzung der Online Simulation von Planungsvorgängen für Mehrachsfräsmaschinen bilden zwei Rohteilformen (Zylinder und Quader) den Ausgangspunkt. Diese sind anhand einer Fertigteilvergabe auszuwählen und im Folgenden mit weiteren Schritte zu absolvieren:

- Dimensionierung des Rohteils
- Festlegung der technologischen Basen
- Auswahl des Bearbeitungsverfahrens
- Auswahl der Bearbeitungsmaschine
- Auswahl der Bearbeitungswerkzeuge

Dabei sind dem Studenten bei jedem Planungsschritt visuelle Modelle verfügbar, die seine Auswahl und Festlegungen veranschaulichen. Diese mit EON-Studio erzeugten virtuellen Modelle lassen sich per html-Umgebung, sowie zusätzlich benötigten VisualBasic- und JAVA-Scripten in einen OPAL-Kurs implementieren.

Diese Software und die dazugehörige Hardware wird an der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden im Rahmen des Zentrums virtueller Maschinenbau (ZVM) zur Verfügung gestellt. Die entsprechend aufbereitete html-Seite und die visuellen Modelle erzeugen und verarbeiten Aus- und Eingaben des Lernenden. Eine schrittweise Kursabsolvierung hat dabei direkten Bezug zur Lehre der Lehrveranstaltung "Fertigungsplanung/Teilefertigung" und ermöglicht eine Verbesserung der Darstellungsformen für Entscheidungsabläufe und Auswahlkriterien.

---

<sup>3</sup> über die AiF im Rahmen der Fördermaßnahme ZIM als Kooperationsprojekt vom BMWi gefördert

Die in den letzten Jahren entwickelten Softwaretechnologien unter der Bezeichnung Virtual Reality bieten in Verbindung mit den Möglichkeiten des Internets völlig neue Methoden, sich selbständig auch komplizierte Zusammenhänge zu erarbeiten, unabhängig vom Umfang der Teilnehmerzahl, eine entsprechende Aufbereitung der Lehrinhalte vorausgesetzt.

### **3 Realisierung**

#### **3.1 Vorbemerkungen**

Die Realisierung des Kurses „Virtuelle NC-Planung“ erfolgte in zwei Schritten:

1. Erstellung der virtuellen Modelle mittels EON-Studio
2. Erstellung des Kurses „Virtuelle NC-Planung“ in der OPAL-Umgebung und Implementierung der virtuellen Modelle sowie zusätzlicher Informationen

#### **3.2 Virtuelle Planungsschritte**

Innerhalb der folgenden Punkte sind die entsprechenden Simulationen und die Inhalte der einzelnen Schritte unter der OPAL-Umgebung aufgeführt. Eine Erläuterung für die Einbindung in die Umgebung wird in Punkt 3.3 gegeben.

##### **Fertigungsauftrag**

Der erste Schritt dient zur Veranschaulichung der lehrhaft geforderten Fertigungsaufgabe. Es wurde ein virtuelles Modell des Fertigteils und eine dazugehörige Zeichnung umgesetzt. Dabei sind drei Bearbeitungsfeature – eine Gruppe von sechs Bohrungen, eine Nut und eine Tasche – auf einem Würfel angeordnet. Vorrangig soll hier die Zuordnung von Flächen und Geometrien aus einer Zeichnung zu einem dreidimensionalen Objekt geübt werden

##### **Rohteilauswahl**

Die Auswahl des Rohteiles erfolgt zwischen einem rotatorischen und einem prismatischen Teil. Unter Berücksichtigung der gewünschten Fertiggeometrie – eine weitere isometrische Ansicht mit allen Außenmaßen steht zur Verfügung - soll hier die Auswahl festgelegt werden und die Abmessungen sind schrittweise anzupassen.

##### **Verfahrensauswahl**

Für die Verfahrensauswahl steht derzeit das Fräsen zur Verfügung. Eine Alternative bildet das Drehen. Für beide Verfahren wird an dieser Stelle für eine tiefergreifende Information auf den Kurs „Fertigungstechnik“ /MUM-10, FEB-09/, der den Lernenden ebenfalls zu diesem Zeitpunkt innerhalb des Studienablaufes zur Verfügung steht, verwiesen.

##### **Maschinenauswahl**

Die Auswahl der zu verwendenden Werkzeugmaschine geschieht vorrangig unter technischen Aspekten, die für drei Maschinen exemplarisch aufgeführt sind. Diese Maschinen stehen wiederum in einem weiteren Kurs „Virtuelle NC-Simulation“ /MUM-12, FEB-11/ zur Verfügung, sodass auch hier weitestgehend auf eine Simulation verzichtet werden konnte.

##### **Werkzeugauswahl**

Dieser Punkt beschränkt sich nicht nur auf die reine Auswahl der zu verwendenden Werkzeuge, sondern umfasst auch die Zuordnung dieser zu den Bearbeitungsfeature. So können für jedes Feature Werkzeuge in zwei Rangfolgen

ausgewählt werden. Diese erscheinen in der Simulation und lassen sich frei im Raum bewegen (Abb. 3.1).

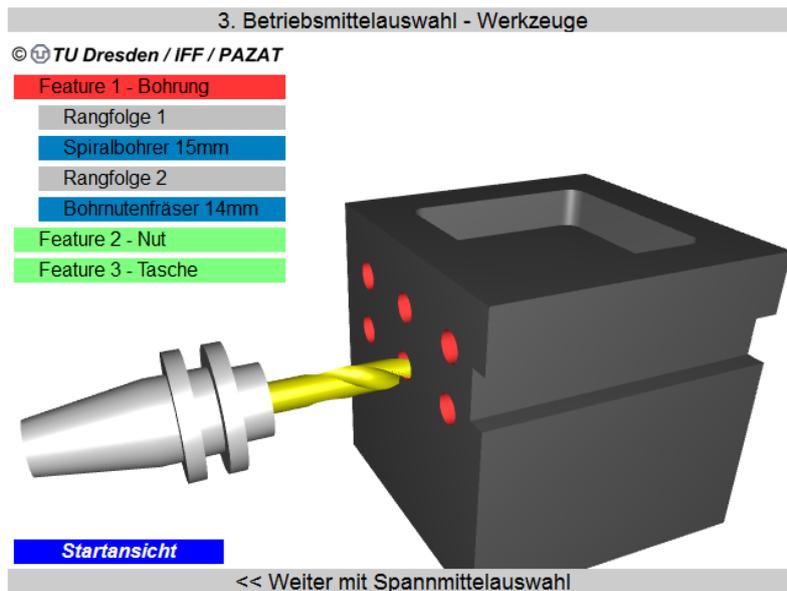


Abb. 3.1: Schritt 3 Werkzeugauswahl mit frei positionierbaren Werkzeugen

### Spannmittelauswahl

Als verwendbare Spannmittel stehen an dieser Stelle zwei Optionen zur Verfügung. Zum einen Niederzughalter und zum anderen ein Maschinenschraubstock. Beide lassen sich wechselseitig einblenden und veranschaulichen die Positionierung und Fixierung des Werkstückes. Weiterhin kann das Fertigteil sichtbar gemacht werden, um die Zugänglichkeit während der Bearbeitung zu kontrollieren.

### Ausführung der geplanten Bearbeitung

Die Bearbeitung der Fertigungsaufgabe erfolgt in einem festgelegten Szenario. Es können zwei Bearbeitungsfolgen ausgelöst werden, bei denen eine mit drei unterschiedlichen Werkzeugen aus Rangfolge 1 abläuft und die zweite mit lediglich einem Werkzeug. Es sollen Möglichkeiten der Arbeitsgangoptimierung durch Einsparung der Werkzeugwechsel aufgezeigt werden. Die Bearbeitung findet auf der Fünfachportalfräsmaschine Speed Hawk 650 von OPS Ingersoll statt (Abb. 3.2).

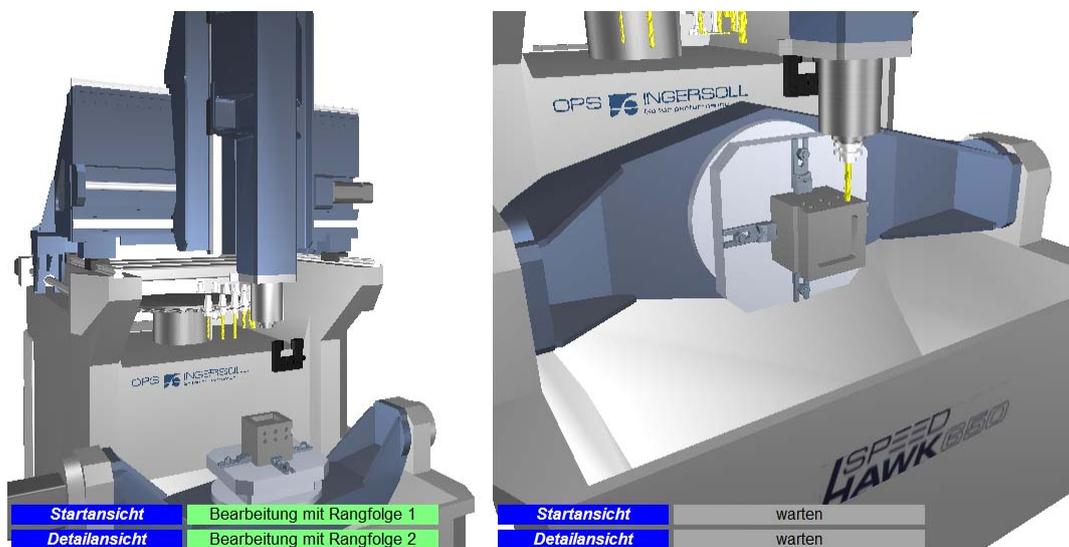


Abb. 3.2: Ablaufsimulation vor und während der Bearbeitung

### 3.3 OPAL – Kurs „Virtuelle NC-Planung“

Entsprechend den Vorgaben des Projektträgers erfolgt die Nutzung der virtuellen Modelle innerhalb eines Kurses, der in das OPAL-System integriert ist. Es lassen sich neben den Modellen so auch zusätzlich Information in Form von Text und Bildern einbeziehen (Abb. 3.3).

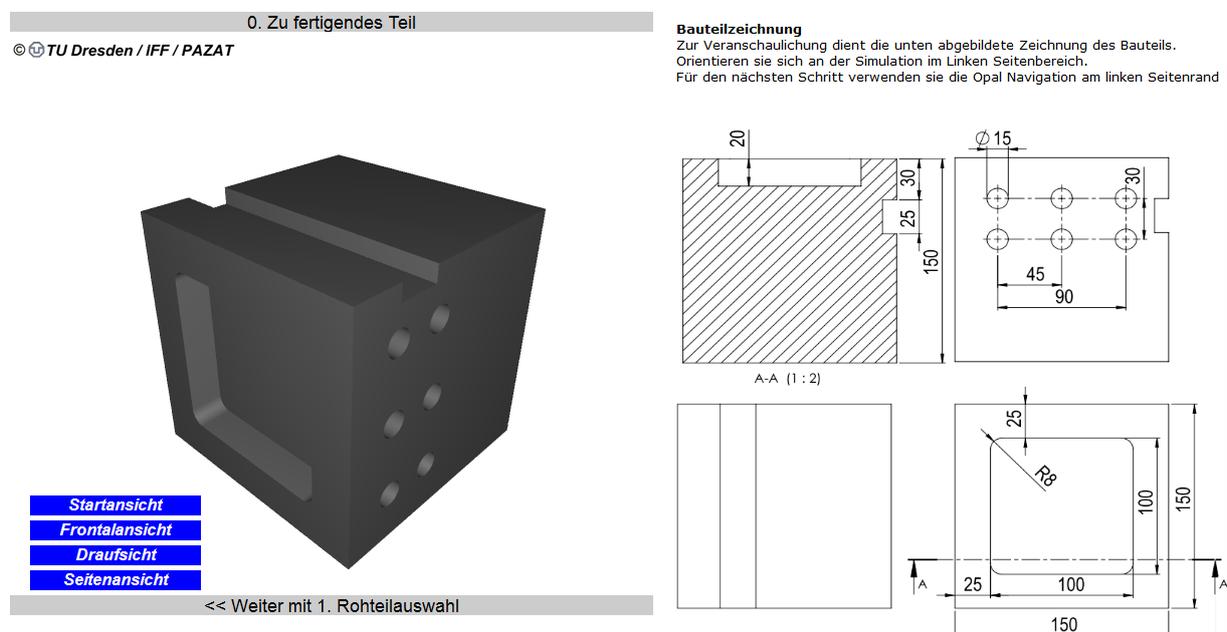


Abb. 3.3: Startansicht des Kurses „Virtuelle NC-Simulation“

Der Kurs beginnt mit dem Modul „Einführung“. Neben einem kurzen fachlichen Einführungstext ist die Vorstellung des Handlings des Kurses und speziell die der virtuellen Modelle Schwerpunkt dieses Abschnittes.

Für die Nutzung der virtuellen Maschinenmodelle ist die Installation eines speziellen Viewers, der ein Browser-Plugin bereitstellt erforderlich. Dieser ist über einen vorangestellten Link downloadbar oder der Benutzer wird dazu aufgefordert dies zu tun, sobald ein virtuelles Modell geladen werden soll. Die Funktion wird derzeit vornehmlich für den Internet Explorer von Microsoft gewährleistet. In der Bedienungsanleitung sind Hinweise für die Installation und Handhabung enthalten.

Darauf folgt die Planungsdurchführung als Unterpunkt mit allen Planungsschritten und als zusätzlicher Anstrich die Ausführung der Bearbeitung.

Der Kurs ist aktuell auf der OPAL-Plattform unter der Internetadresse <https://bildungsportal.sachsen.de/opal/url/RepositoryEntry/3736797184> verfügbar.

Abschließend beinhaltet der Kurs noch wesentliche Links zu weiterführenden Informationen sowie eine Möglichkeit, mit den Autoren per Mail in Kontakt zu treten.

Die Erstellung des Kurses erfolgte nach der weitgehenden Fertigstellung der virtuellen Maschinenmodelle. Da bereits Erfahrungen in der Einbindung in das OPAL-System aus den vorherigen Projekten existierten war dies relativ kurzfristig möglich.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Der Kurs stand in einer ersten Ausbaustufe im Verlauf des Wintersemesters 2012/13 zur Verfügung. Eine vollständige Evaluierung wird innerhalb der Lehrveranstaltung „Fertigungsplanung II / Teilefertigung“ im Sommersemester 2013 erfolgen.

Nach Beendigung dieses Projektes im Rahmen des Multimediafonds wird die weitere Betreuung des erstellten OPAL-Kurses über die studentische Hilfskräfte, die aus Haushalts- und eventuell noch einzuwerbenden Drittmitteln der Arbeitsgruppe finanziert werden, unter fachlicher Anleitung des Antragstellers sichergestellt. Die Lehrveranstaltungen „Fertigungsplanung / Teilefertigung“ sind Bestandteil der zukünftigen modularisierten Ausbildung innerhalb der Fakultät Maschinenwesen, die weitere Nutzung des Kurses ist damit gegeben.

Weiterführende Arbeiten werden teilweise auch durch die Zusammenarbeit innerhalb des Zentrums virtueller Maschinenbau unterstützt, sowie durch weitere Projekte, die sich auch auf andere Lehr- und Bildungsbereiche erstrecken.

Der Einsatz der Multimedia-Technologien in Verbindung mit dem Internet eröffnet völlig neue Möglichkeiten für den Lernenden, im Selbststudium auch komplizierte Zusammenhänge schnell zu begreifen und zu üben.

Die Fertigungsplanung für NC-Bearbeitungsaufgaben ist geprägt durch komplexe Zusammenhänge mit technischer und technologischer Basis über einen weiten Bereich hinweg. Die Aufbereitung konventioneller Planungsschritte für eine Kombination mit virtuellen Modellen bietet dabei die Möglichkeiten konkrete Sachverhalte, oder auch allgemeine Zusammenhänge zu veranschaulichen. Für eine zukünftige Entwicklung sind gerade weitere Inhalte und spezifische Aufgabenstellungen mit gezielten Problemstellungen notwendig, die dann für eine Anwendung wie in der geschilderten Umsetzung Verwendung finden können.

Neben den entsprechenden Vorlesungen und Übungen ist das Selbststudium sowohl im Direkt- als auch im Fernstudium von großer Bedeutung. Durch die Ergänzung der bekannten Formen der Literaturstudien sowie der Arbeiten mit den bereitgestellten Unterlagen mit der Nutzung virtueller Modelle wird ein bereits bewährtes Vorgehen ausgebaut. Dies wird auch von den Studierenden so eingeschätzt.

Die derzeit eingesetzte Software bietet den Vorteil der Implementierung in Webseiten. Jedoch traten vor und während der Bearbeitung Kompatibilitätsprobleme auf, die nur beseitigt werden können, indem spezielle Einstellungen am verwendeten Browser vorgenommen werden. Dies kann zu Akzeptanzschwierigkeiten bei Anwendern führen. Es wird für zukünftige Arbeiten auf diesem Gebiet überprüft, inwieweit diese Kompatibilitätsprobleme durch eine Portierung der Inhalte auf ein anderes System umgangen werden können. Hinzu kamen Probleme mit der Informationsweitergabe zwischen den virtuellen Modellen, die für planungsschrittübergreifende Einstellungen notwendig ist. Innerhalb der OPAL-Umgebung war es deshalb im Projektrahmen nicht möglich, dies zu realisieren.

Ansätze für Weiterentwicklungen sind speziell die Integration von weiteren Eingriffsmöglichkeiten für den Nutzer, der Ausbau der Inhalte und die Weiterentwicklung des pädagogischen Konzepts, sowie die Verknüpfung der virtuellen Modelle untereinander.

## Literatur

- /MUM-07/ Multimediale Darstellung des Zerspanprozesses am Beispiel des einschneidigen Trennverfahrens Drehen. Abschlussbericht und Softwaredokumentation zum Projekt im Rahmen des Multimedialfonds der TU Dresden. TU Dresden. 2007
- /FEB-08/ Hoffmann, J.: Multimediales Modell des Zerspanungsprozesses. In: Forschungsergebnisbericht 2007/08 der Arbeitsgruppe Produktionsautomatisierung, Zerspan- und Abtragtechnik. TU Dresden, 2009; S. 19-23
- /MUM-10/ Online-Nutzung Multimedialer Zerspanprozessmodelle. Abschlussbericht zum Projekt im Rahmen des Multimedialfonds der TU Dresden. TU Dresden. 2010
- /FEB-09/ Hoffmann, J.: Multimediales Modell des Zerspanprozesses. In: Forschungsergebnisbericht 2009 der Arbeitsgruppe Produktionsautomatisierung, Zerspan- und Abtragtechnik. TU Dresden, 2009; S. 17-24
- /MUM-12/ Online-Simulation von steuer- und regelbaren Komponenten. Abschlussbericht zum Projekt im Rahmen des Multimedialfonds der TU Dresden. TU Dresden. 2012
- /FEB-11/ Hoffmann, J.: Online-Simulation von steuer- und regelbaren Komponenten. In: Forschungsergebnisbericht 2011 der Arbeitsgruppe Produktionsautomatisierung, Zerspan- und Abtragtechnik. TU Dresden, 2011; S. 19-24
- /MUM-12/ Online-Simulation von Planungsvorgängen für Mehrachsfräsmaschinen. Abschlussbericht zum Projekt im Rahmen des Multimedialfonds der TU Dresden. TU Dresden. 2012