

# LEHRE UND FORSCHUNG

— 2015 —



## Projektbasierte Lehre verbindet Hobby und Studium:

FB TECHNIK  
 Michael Hoffmann  
 C. Fries  
 K. Mertes  
 A. Esch  
 M. Reinhard  
 D. Maischberger

**Projektbasiertes und anwendungsorientiertes Lernen ist eine Grundvoraussetzung für eine interessante und praxisbezogene Ingenieurausbildung. Das Projekt STUNNING (STUDENT ceNtered learning), gefördert vom Ministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zielt u.a. auf eine Erweiterung des Praxisbezugs der Studiengänge sowie den vermehrten Einsatz studierendenzentrierter Lehrmodelle. Durch diese Fördermaßnahme konnten diese Lehrmethoden im Fachbereich Technik an der Hochschule Trier weiter intensiviert werden, so z.B. auch im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung:**

Im Rahmen der Lehrmodule CAD und CAM werden dabei Themen für Projekt- oder Seminararbeiten unmittelbar aus industriellen Anwendungen/Problemstellungen innerhalb der Hochschule oder auch in Unternehmenskooperationen aufgegriffen. Ergebnisse werden in Zwischenpräsentationen und nach Projektabschluss in Vortragsreihen präsentiert. Die Studierenden wählen ihr individuelles Projektthema nach eigenen Interessen und Neigungen selbst aus. Im Folgenden soll exemplarisch ein Projekt vorgestellt werden:

Das gemeinsame Hobby „Motorrad“ - ob



Abb. 1: Studentisches Projektteam v.l.: K. Mertes, C. Fries, A. Esch



Abb. 2: Motocross-Oldtimer HONDA CR250R aus dem Jahre 1982

beim Fahren, Schrauben oder Sammeln - von Dozenten und Studierenden brachte eine Projektgruppe zusammen. Den Anstoß für die Aufgabenstellung gab Prof. Dr. Ortwig aus seiner Passion für Oldtimer-Motorräder und deren Restauration. Problematisch dabei ist heute die Beschaffung der oft nicht mehr verfügbaren Ersatzteile. Durch die Anwendung leistungsfähiger Werkzeuge aus der computerunterstützten Konstruktion (CAD) und Fertigung (CAM), sowie 3D-Scan und 3D-Drucktechnologien wird eine Rekonstruktion historischer Ersatzteile ermöglicht. Dabei können natürlich auch bekannte Probleme und Schwachstellen der Bauteile eliminiert werden.

Auf der Basis bereits gewonnener Grundlagenkenntnisse aus dem bisherigen Studium und einer hervorragenden Ausstattung im Bereich CAD/CAM hat sich die Projektgruppe in einem Vertiefungsprojekt CAD III unter der Leitung von Dozent Michael Hoffmann mit der Rekonstruktion, Optimierung und Prototypenfertigung eines Kupplungsdeckels beschäftigt. Das Bauteil

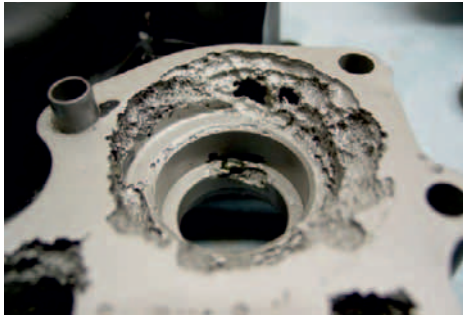


Abb. 3: Galvanische Korrosion am Wasserpumpengehäuse



Abb. 4: 3D-Modellaufbau im CAD-System



Abb. 5: Digitales 3D-Modell des Kupplungsdeckels

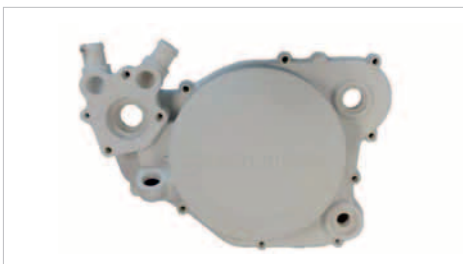


Abb. 6: Prototyp aus dem 3D-Druck aus Polymergips

mit integriertem Wasserpumpengehäuse stammt von einem Motocross-Oldtimer HONDA CR250R aus dem Baujahr 1982.

### Problembeschreibung und Ursachen

Bei der Entwicklung des Motorrads hat man damals im Bereich des Antriebstrangs aus Gründen der Gewichtsreduktion auf die Verwendung von Leichtmetallen wie Aluminium (Motorblock) und Magnesium (Kupplungsdeckel) gesetzt. Aufgrund der Differenz der elektrochemischen Spannungspotentiale kommt es bei Verbindung der beiden Materialien durch Elektrolyt (Kühlflüssigkeit) zur galvanischen Korrosion (Abb. 3). Das höherwertige Aluminium zersetzt das minderwertigere Magnesium im Bereich des Impellers der Wasserpumpe. Die beschriebene Problematik macht die Ersatzteilversorgung besonders schwierig. Um den originalen Zustand wiederherzustellen, schaffen in diesem konkreten Fall noch überbeuerte Altbestände aus Magnesium Abhilfe.

### 3D-Rekonstruktion/Reverse Engineering und 3D-Druck (C. Fries und K. Mertes)

Zu Beginn und als Grundlage für die digitale Fertigung musste ein maßgetreues, digitales 3D-Modell des Bauteils erstellt werden. Dazu wurde die PLM-Software CATIA V6 von Dassault Systems verwendet. Für die Passgenauigkeit der Bohrungen zur Befestigung und Aufnahme der Wellen gelten sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit. Aus diesem Grund wurden diese Achsabstände mit einem Messtaster auf einer 5-Achsfräse Hermle B300 an der Hochschule vermessen. Da das Bauteil hauptsächlich aus einfachen Grundgeometrien wie Kreisbögen, Geraden aufgebaut ist, wurden die übrigen Geometrien mit einem taktilen (berührenden) 3D-Koordinatenmessgerät aufgenommen und unmittelbar in der CAD-Software weiter verarbeitet (Abb. 4). Nach einem aufwendigen Rekonstruktionsprozess entstand als Zwischenergebnis das digitale 3D-Modell des Kupplungsdeckels (Abb. 5). Um eine verlässliche Prozessüberwachung zu realisieren, wurde dieser Zwischenstand als Prototyp im 3D-Druck gefertigt (Abb. 6). Auch diese Technologie wird in der Ersatzteilversorgung in Zukunft eine wichtige Rolle einnehmen. Lediglich die Verfügbarkeit besonderer Werkstoffigenschaften, die hohen Prozesszeiten und -kosten der additiven Fertigung (Selektives Laserschmelzen) von Kleinserien-Bauteilen in metallischen Werkstoffen sind heute noch häufig eine Hürde in der industriellen Anwendung dieser Technologie. Im konkreten Fall wurde das Bauteil im Pulverdruck aus einem Polymergips gefertigt. Bereits jetzt konnte die Passgenauigkeit durch Montage des Deckels an dem Motorrad überprüft werden.

### Prototypenfertigung in Aluminium: CAD/CAM Programmierung, Simulation und Fertigung

(A. Esch, M. Reinhard, D. Maischberger)

Im nächsten Projektschritt erfolgte die Fertigung eines Prototyps in Aluminium auf einer 5-Achs Fräsmaschine. Für die virtuelle Absicherung komplexer Fertigungsprozesse beim 5-Achsfräsen wurde ein detailgetreues kinematisiertes Maschinenmodell der Fräsmaschine verwendet, das an der Hochschule entwickelt und im Rahmen dieses Projektes auf den aktuellen Softwarestand angepasst wurde. Zur exakten Simulation der Fertigungsschritte und deren Absicherung gegen Kollision und Erreichbarkeit werden alle benötigten Ressourcen wie die verwendete Maschine, Spannmittel, Werkzeughalter, Werkzeuge und ggf. Spannvor-

richtungen in der jeweiligen Aufspannung konfiguriert. Weiterhin werden das zu zerspanende Rohteil und die Fertigteilgeometrie positioniert (Abb. 7).

Im nächsten Schritt, der sogenannten CAM-Programmierung werden die notwendigen Fertigungsfolgen in Form von Bearbeitungsoperationen (z. B. Schruppen, Konturfräsen, Bohren, Kopierfräsen ...) mit Angabe der Werkzeuge, Schnittgeschwindigkeiten, Strategien, Toleranzen etc. konfiguriert. Die Maschinenbewegungen können bei der verwendeten Maschine in drei oder simultan in bis zu fünf Achsen definiert werden. Aufgrund der Vielzahl von Möglichkeiten und Einstellungen können bereits in der Simulation Ergebnisse verglichen, Fertigungszeiten abgeschätzt, sowie Probleme erkannt und vermieden werden (Abb.

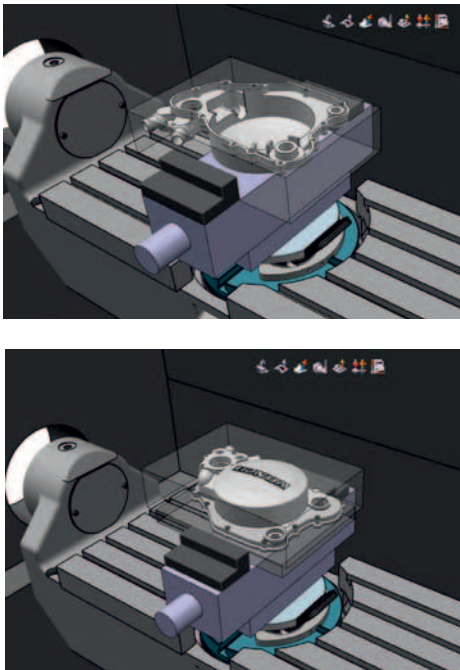


Abb. 7: Virtuelle Aufspannungen mit Rohteil, Fertigteil und Spannmittel im virtuellen Maschinenmodell

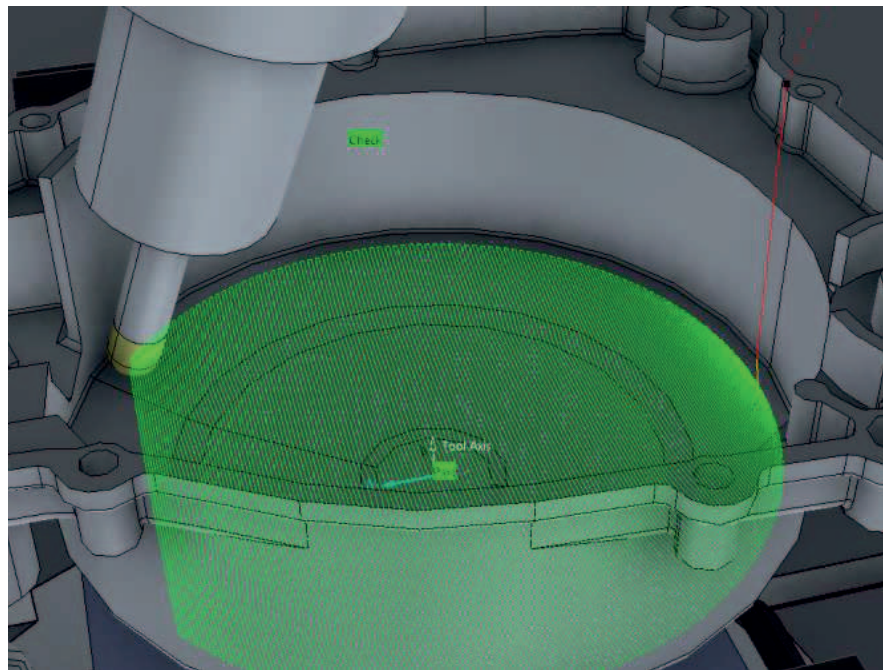


Abb. 8: Werkzeugbahnsimulation Kopierfräsen mit angestellter Werkzeugachse



Abb. 9: Projektgruppe, Labormitarbeiter und Dozent mit dem beeindruckenden Ergebnis (v.l.: A. Esch, K. Mertes, H. Hostert, C. Fries, G. Martin, M. Hoffmann)

8). Der entscheidende Lerneffekt zeigt sich jedoch erst nach der Ausgabe des generierten CNC-Codes bei der realen Zerspanung auf der Maschine. Aufgrund der komplexen Bauteilgeometrie führte in diesem Fall besonders die notwendige Verwendung von extrem langen Werkzeugen zu Problemen bei der Zerspanung.

Nach zahlreichen Optimierungs- und Maschinenstunden konnte schließlich der fertige Kupplungsdeckel ausgespannt werden (Abb. 9) und findet Verwendung als eindrucksvolles Anschauungs- und Ausstellungs-exponat im Labor für Computerunterstützte Fertigung (Abb. 10).



Abb. 10: Exponat im Ausstellungssystem



**Michael Hoffmann**  
FB Technik  
Fachgebietsleitung CAD und CAM  
Hochschule Trier,  
Hauptcampus  
T.: +49 651 8103 281  
M.Hoffmann@fh-trier.de  
<http://3DDruck.hochschule-trier.de>