

# Optimale, digitalisierte mechanische Fertigung

«Smart Factory» ist eine Strategie, welche in der Gegenwart immer mehr an Bedeutung gewinnt, um die Attraktivität des Standortes Schweiz langfristig zu sichern und das Unternehmen zu stärken. Doch was steckt dahinter und wie wird dieses Konzept überhaupt in industrieller Umgebung umgesetzt?

Thomas Moser

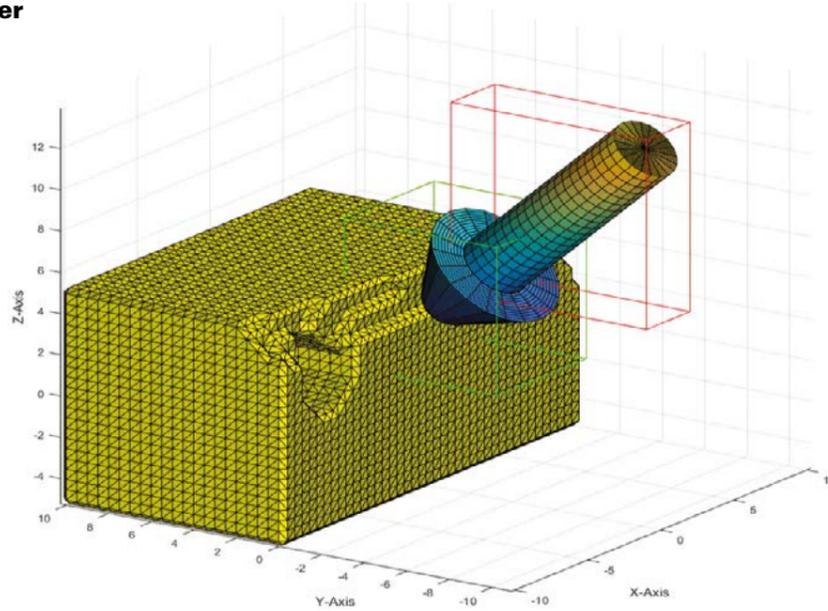


Abbildung 1: Virtuelle Fertigungsverfahren wie Fräsen an einem Digital-Twin

## Einleitung

Im Auftrag von Technologieunternehmen aller Branchen stellt die Firma FAES in Rüti (ZH) Präzisionsteile unter anderem für die Medizinal- und Labortechnik wie auch für die Luft- und Raumfahrtindustrie her, wobei höchste Qualitätsansprüche zu erfüllen und eine durchgängige Rückverfolgbarkeit zu garantieren sind. Das Unternehmen übernimmt für seine Kunden sämtliche Dienstleistungen entlang der Wertschöpfungskette: Von der Bedarfsanalyse über die Beschaffung, die Fertigung und Montage bis hin zur Vertriebslogistik. Fast 90% der gefertigten Produkte werden direkt oder indirekt ins Ausland exportiert.

Als Industriepartner gilt FAES als einer derjenigen KMU-Pioniere, die sich frühzeitig in die Industrie 4.0 - Welt vorgewagt haben. Führend in der digitalen Vernetzung und Aufbereitung von Prozessdaten in der Fertigung von Kundenaufträgen, werden mit Hilfe der «Smart Factory» neue Umsetzungsideen getestet und aktiv in die Tat umgesetzt.

In einem durch die KTI unterstützten Projekt soll ein innovatives, neuartiges Cyber-phisches System (CPS) ent-

wickelt werden, das den Fertigungsprozess revolutioniert. Ziel ist es, den Fertigungsprozess so in einem digitalen Modell abzubilden, dass die einzelnen Fertigungsschritte der mechanischen Bearbeitung in eine eindeutige Relation zu den Qualitätsanforderungen des Kunden gesetzt werden können. Durch die digitalen Verknüpfungen zwischen Fertigungsanweisungen (Abbildung 1) und Prüfresultaten bieten sich neue Möglichkeiten bezüglich Automation und Optimierung der mechanischen Fertigung.

## Cyber-phisches System

Ein Cyber-phisches System bezeichnet den Verbund zwischen software- und hardwaretechnischen Komponenten, welche über eine Dateninfrastruktur kommunizieren. Für die Prozesse einer mechanischen Fertigung kann dies, wie in Abbildung 2 gezeigt, definiert werden. Kundeninformationen wie die 3D-CAD-Zeichnung sowie die dazugehörigen Toleranzen, müssen in einem ersten Schritt durch eine Model-Based-Definition (MBD) digital verlinkt werden, wie dies z.B. auch im seit 2015 existierenden STEP AP242 Format umgesetzt wurde. Die Zuordnung von Toleranzen zu den betroffenen Werkstückaspekten wird dadurch digital interpretierbar, was zu einem Wegfall der bis jetzt benö-

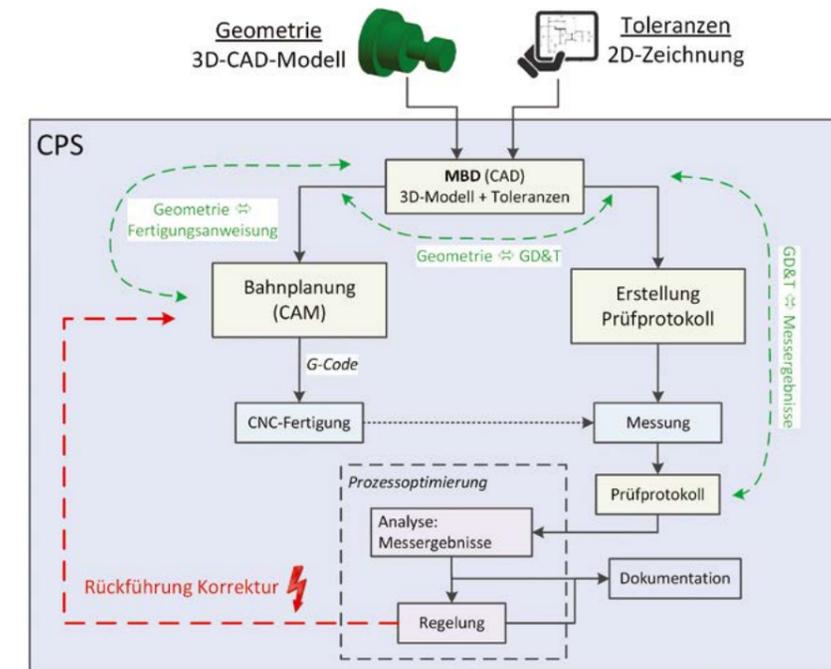


Abbildung 2: Cyber-phisches System der mechanischen Fertigung mit fehlender Rückführung

tigten 2D-Zeichnungen führt. Aus der MBD wird in einem zweiten Schritt der Fertigungsplan (Maschinenanweisungen) sowie - parallel dazu - ein passender Prüfplan erstellt.

Das heute bestehende Hauptproblem liegt jedoch bei der Realisierung einer digitalen Rückführung von den Messresultaten zu den Korrekturmaßnahmen. Sobald nach der Fertigungsplanung das maschineninterpretierbare Programm (G-Code) erstellt wird, gehen jegliche Verknüpfungen zur Sollgeometrie und den Toleranzfeldern verloren, was eine automatische Korrektur der Fertigung unmöglich macht. Im sogenannten G-Code werden die einzelnen Achsenpositionen, welche die Bewegung der Maschine definieren, ohne Bezug zur herzustellenden Geometrie definiert.

Verschiedene Maschinen- und Steuerungshersteller beim Industriepartner erschweren das Vorhaben zusätzlich, weshalb die CAM-Software, mit welcher die Bahnplanung grösstenteils herstellerunabhängig definiert werden kann (Abbildung 3), eine ganz zentrale Rolle spielt.

In diesem Projekt wird eine Möglichkeit erarbeitet, wie die bestehenden «digitalen Lücken» geschlossen werden können, um den Regelkreis zu schliessen und eine automatisierte Korrektur der Fertigungsbahnplanung zu implementieren. Prüfmasse, welche ausserhalb der Toleranz liegen, sollen erkannt, analysiert und verarbeitet werden, um somit automatisch Korrekturmaßnahmen festlegen zu können. So können beispielsweise nicht eingehaltene Toleranzen direkt durch die damit verbundenen geometrischen Aspekte der 3D-Werkstückgeometrie korrigiert werden, indem automatisch Anpassungen an den Fertigungsanweisungen anhand der Prüfergebnisse durchgeführt werden.

## Ausblick

Das entworfene bislang noch theoretische CPS soll in der nächsten Projektphase praktisch umgesetzt und im indus-

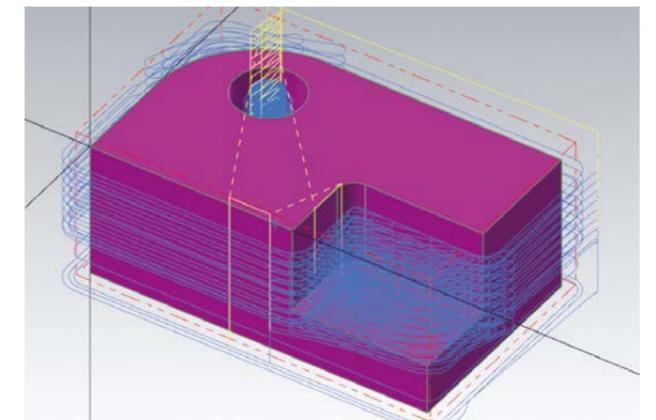


Abbildung 3: Bahnplanung in der CAM-Software «Mastercam»

triellen Umfeld ausgetestet werden. Der Fokus liegt dabei besonders auf der Generierung von digitalen Links zwischen allen Fertigungs- und Prozessgrößen eines Unternehmens, da dies die Grundlage eines effizienzsteigernden CPS bildet.

## Industriepartner

FAES AG, Matthias Weibel  
FAES-PWR AG, Daniel Beeler

## Projektteam

Prof. Dr. Roland Anderegg, Projektleiter, roland.anderegg@fhnw.ch  
Daniel Treyer, MSc FHNW in Engineering, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand, daniel.treyer@fhnw.ch  
Thomas Moser, BSc FHNW in Systemtechnik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Masterstudent, thomas.moser1@fhnw.ch