

# Beschleunigung von automatisierten Fertigungsprozessen

## CAM-NC – Maschinensteuerung für den universellen Einsatz



*Bild 1: In vielen Fertigungsbetrieben ist der Automatisierungsgrad so weit fortgeschritten, dass zahlreiche Maschinen über NC-Programme gesteuert werden.*

**Die innovativen Entwicklungen deutscher Ingenieure werden im Ausland mit Anerkennung beobachtet. Gerade in den Bereichen Maschinenbau und Automation wird hervorragende Arbeit geleistet, die Maschinen und der Know-How-Transfer jedoch wandern ausgereift und unaufhaltsam in Richtung Osteuropa. Die Gründe hierfür sind bekannt. Bisher unerschlossene Potenziale entlang der Wertschöpfungskette zeigen auf, wie auch hier mit einer Lohnkostenquote von weit unter 20% die Kostentreiber in der Fertigung auf ein Minimum reduziert werden.**

Um auf dem Parkett der globalisierten Fertigungswelten als Hochlohnland wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Industrieunternehmen heute einen objektiv prüfenden Blick auf die eigene Wertschöpfungskette haben. Oft fallen greifbare Einsparungspotenziale wie Lohnkostenreduzierung durch Personalabbau oder größerer Verhandlungsspielraum bei den Anschaffungskosten für neue Maschinen direkt ins Auge. Klare Grenzen sind in diesem Bereichen ebenso schnell erschlossen. Im Bereich der Automation hingegen wartet durch optimierten Einsatz von Informationstechnologie ein weites und meist ungenutztes Feld an Möglichkeiten zur effizienteren Fertigung. Eine Lohnkostenquote von unter 20% lässt sich auch am Standort Deutschland realisieren. Der Weg dahin wird möglich über die optimale Abstimmung unterschiedlicher Maschinen bis hin zur bedienerlosen Schicht auf der Basis einer einheitlichen Software-Lösung. Manufacturing Execution Systeme (MES) sind aufgrund ihrer fertigungsnahen Lösungsorientierung federführend, wenn es um die Integration heterogener Systemlandschaften in die übergeord-

neten IT-Lösungen der Unternehmensebenen geht. Aus der Sicht einiger MES-Hersteller ist der Abschnitt der computerintegrierten Produktion (CAM) nur ein Modul innerhalb der MES-Lösung, das dabei nicht die tatsächliche Steuerung der Maschinen im Fokus hat, sondern die Integration der erfassten Daten zum Handling der Materialwirtschaft und der Ressourcenzuteilung.

### Von der Werkzeuggebundenen Fertigung zur Automation

In vielen Fertigungsbetrieben ist der Automatisierungsgrad mittlerweile so weit fortgeschritten, dass zahlreiche Maschinen über NC-Programme gesteuert werden. Der zunehmende Automatisierungsgrad hat zu einem Wildwuchs von CAM-Programmen mit proprietären Maschinensteuerungen geführt. Die vom Wettbewerbsdruck getriebenen Unternehmen fertigen heute durch kleinere Losbildung Werkzeug-ungebunden und mittels CAM und NC-Steuerungen, um flexibel auf Veränderungen am Markt oder Anforderungen ihrer Kunden reagieren zu können. Die Tendenz zu kurzen Durchlaufzeiten und

kleinen Losen hat sich in fast allen Fertigungsbetrieben als wettbewerbsentscheidend durchgesetzt. Der Weg von der Werkzeug-gebundenen Fertigung hin zur Automation, kleineren Rüstzeiten und geringeren Werkzeugkosten ist also vorgegeben. Unternehmer mit ohnehin stark belasteter Personaldecke haben die Aufgabe der Programmierung der Steuerungssoftware bis dato gerne an den Hersteller der jeweiligen Maschine verteilt. Die Entschei-



*Bild 2: Das Ziel, ein CAM-Programm für die Steuerungen aller Maschinen*

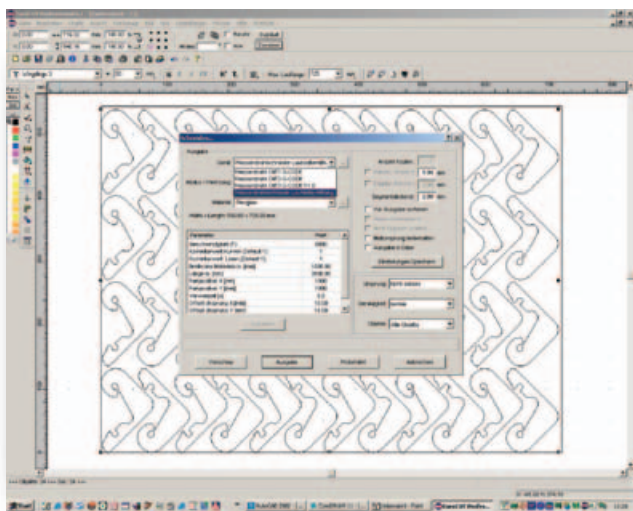


Bild 3: Systemdurchgängigkeit des CAM-Moduls in einer hoch automatisierten Fertigungswelt

Träger erkennen erst jetzt die Nachteile einer auf diese Weise gewachsenen heterogenen Programmier- und Steuerungswelt.

## Personal- und Kapitalbindung beim Anwender

Maschinenhersteller sind spezialisiert auf die Prozessfertigung und haben sich Verfahrens-Know-how angeeignet. In Ausnahmefällen wird noch die Firmware für die eigentliche Steuerung der Aktoren beim Hersteller selbst erstellt. Die eigentliche Programmiersoftware (CAM) wird weitestgehend zugekauft. Kleinere Software-Häuser haben diese Aufgabe mit

tiefgreifendem Spezialisierungsgrad übernommen. Mit hohem Aufwand wird programmiert, bis der Leistungsumfang der Maschine vollständig erschlossen ist. Der Softwarehersteller hat sich so ein Alleinstellungsmerkmal geschaffen oder das Verhältnis von Aufwand zu Kosten aus dem Blick verloren und es bleibt nur noch der Schritt in die Insolvenz. Die Refinanzierung der Entwicklung kann nur über die Stückzahlen der veräußerten Maschinen sichergestellt werden. Da auch der Maschinenabsatz rückläufig ist, bleiben viele CAM-Hersteller auf den Entwicklungskosten sitzen und verabschieden sich von diesem wenig lukrativen

Markt. Daher ist es in vielen Fertigungsbetrieben nicht selten, dass für zehn unterschiedliche Maschinen diverser Hersteller auch acht bis zehn unterschiedliche CAM-Programme vorhanden sind. Genau dieser Umstand führt zu immer spezielleren Aufgaben der Maschineneinrichter, Maschinenbediener, Konstrukteure und Programmierer. Die Kette der so entstanden Dissonanzen unterschiedlichster Systeme wäre noch weiter fortzusetzen. An dieser Stelle bleibt jedoch festzustellen, dass hier augenscheinlich Potenzial in der Wertschöpfung durch die Vereinheitlichung von Informationstechnologie zu erschließen ist.

## Ein CAM-System zur Steuerung aller Maschinen

Die Beschleunigungen von Fertigungsprozessen allein durch die Reduktion unterschiedlicher CAM-Programme und die daran angebotenen Maschinenansteuerungen kann ein Beispiel aus der Praxis am deutlichsten veranschaulichen. Blickfang des Projekts ist ein Maschinenpark mit unterschiedlichen Stanz- und Schneidemaschinen der Firma Overath GmbH aus Lohmar. Der Automobilzulieferer und Verpackungsspezialist für Mehrweg-Verpackungen setzte für eine Kleinserienfertigung mit hoher Variantenvielzahl Maschinen unterschiedlicher Hersteller ein. Für vier Engpassmaschinen verschiedener Herkunft, die für die Hauptarbeitsgänge eingesetzt werden, wurden in der Ausgangssituation vier unterschiedliche CAM-Programme eingesetzt. Die Produkte des rheinländischen Automobilzulieferers werden in einer kleinen Konstruktionsabteilung entwickelt. Acht bis zwölf Komplettverpackungen, angefangen bei der Neukonstruktion bis zum fertig geschnittenen Produkt, werden täglich für eine Einmalfertigung vorbereitet. Die Konstrukteure legten vor der Umstellung bereits in der Konstruktionsphase die Zielmaschine in der Programmierung

fest. Bei Engpässen an den Fertigungsmaschinen führte dies zu einer Nachbesserung der Programmierung – ein aufwändiger Vorgang, der die Flexibilität und Reaktionszeit des Unternehmens einschränkte. Die älteren SPS-Steuerungen mussten durch Personal mit Kenntnissen der NC-Programmierung (G-Code) manuell in einem Zeileneditor bearbeitet werden. Gerade bei älteren SPS-Steuerungen liegen die Grenzen darüber hinaus in der Speicherverwaltung. In solchen Fällen werden Verschachtelungen zur Ausnutzung des Plattenmaterials durch Sprungbefehle im Zeileneditor programmiert. Die Beschreibungen der Verfahrensweg sind zwar standardisiert, dennoch fügt jeder Maschinenhersteller dem G-Code weitere spezielle Maschinenparameter hinzu. Da die Speicherverwaltung der Steuerungen nicht von den CAM-Programmen organisiert wird, wurden diese Programme manuell mittels Taschenrechner optimiert. Aber auch hochmoderne PC-basierende Steuerungen (2-Kopf-Fräsmaschinen oder 3D-5-Achsen-Wasserstrahl-Maschinen) werden nun nach dem Rollout einer einheitlichen CAM-Lösung mit einfacher Handhabung angesteuert.

## Aufgaben einer verfahrensneutralen Lösung

Die größte Herausforderung bei der Umsetzung des Projektes war gleichsam die zentrale Aufgabe. Die heterogenen CAM-Programme mussten auf eine einzige Lösung reduziert werden. Zusätzlich musste die Speicherbegrenzung älterer SPS-Steuerungen umgangen werden. Nur so konnte das manuelle Einpflegen von Sprungbefehlen verhindert werden. Das CAM-Programm sollte außerdem nicht nur über verfahrensneutrale CAD-Schnittstellen verfügen (DXF, IGES, Step), sondern eine Vielzahl von Quellprogrammen ohne Konvertierung direkt einlesen können. Gemeint sind beispielsweise CAD-Programmen wie Catia oder AutoCAD, aber

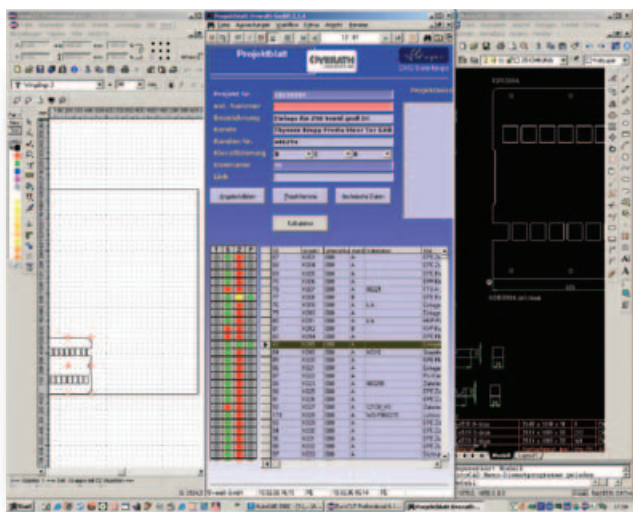


Bild 4: CAD-System in einer hoch automatisierten Fertigungswelt

auch Programme aus anderen Bereichen wie Desktop Publishing (Corel Draw, Freehand, Quark Express und viele mehr). Um auch die Konstruktion in der eigentlichen Aufgabe, der Digitalisierung von Zeichnungen, zu entlasten, sollten auch Vektorisierungs- und Digitalisierungshilfen direkt im CAM-Programm implementiert sein. Material- und Werkzeugdatenbanken sollten in Verbindung der jeweiligen Zielmaschine die exakte Schneidzeit für die Kalkulation berücksichtigen. Da spezialisiertes Wissen der zu bearbeiten Materialien mit unterschiedlichen Einspannrichtungen (Schablonen, Vakuum usw.) hauptsächlich den erfahrenen Maschinenbedienern obliegt, war auch der Wunsch des Anwenders naheliegend, Programmierarbeiten auf diese Fachkräfte zu verlagern. Die Ansteuerung der Maschinen über File-Transfer-Programme (serielle Übertragung an die SPS-Steuerung) oder G-Code-Konverter (PC-basierende Steuerungen) sollte vereinheitlicht werden. Auch ein HPGL-Code sollte problemlos zu interpretieren sein. Programme, die zuvor explizit für spezielle Maschinen geschrieben wurden, sollten erst unmittelbar vor Beginn des Fer-

tigungsauftrags einer Zielmaschine zugeordnet werden. Abhängig von der verfügbaren Zeit kann der Maschinenfahrer so die Programmverschachtelungen vollenden. Das CAM-Programm fungiert also als Plot-Server und korrespondiert über den Abruf von Wiederholaufträgen permanent mit den Maschinen. Die eigentliche Verschachtelung, also die optimale Ausnutzung des Plattenformats sollte automatisch von einem Optimierungsalgorithmus vorgeschlagen werden. Nur in Einzelfällen, bei starker Materialverdrängung oder bei Haftungsproblemen, lässt sich ein manueller, korrekativer Eingriff nicht umgehen. Auch unterschiedliche Layer in der Konstruktionszeichnung, z.B. für das Durchschneiden oder zur Perforierung, sollten von den Programmen automatisch erkannt und zugeordnet werden.

## Projektziele und Ergebnisse

Gemeinsam mit einem Schichtführer der Firma Overath wurden letztendlich alle Einflussparameter und Schnittstellen der Maschine mittels einer Einführungs-Checkliste aufgenommen. Anhand der ursprüng-

lichen CAM-Programme wurden jeweils zwei einfache und zwei komplexe Geometrien erstellt. Diese Musterprogramme stellten die Basis für die Anpassung der Postprozessoren für die jeweiligen Zielmaschine dar. Eine weitere Checkliste gab Auskunft über besondere Maschinenparameter (Grenzbereiche und Sonderanpassungen). Anhand einer frei programmierbaren Postprozessor-Unit wurde in nur zwei bis drei Tagen ein Prototyp erstellt. Das eigentliche Programm wurde dann vor Ort installiert und trainiert. Eine intuitive Benutzeroberfläche sowie die durchgängigen Drag&Drop-Funktionen sorgten für einen schnellen Lernerfolg und Akzeptanz bei den Usern. Alle Anlagenbediener waren bereits mit dem BDE-Modul und mit dem Dokumentenmanagement des MES vertraut. Nun konnten auch die NC-Programme über die BDE-Buchung „Beginn – Auftrag“ direkt an die passende Maschine gesendet werden. Für die Konstrukteure entfällt heute der Arbeitsgang der Programmierung, auch die Durchlaufzeit der Produkte verkürzte sich erheblich. Die zuvor speziell ausgebildeten Maschinenfahrer müssen keine spezifischen

Kenntnisse der G-Code-Programmierung mehr haben. Die Job-Dateien, die in einer Zeichnung grafisch dargestellt werden, können via Drag&Drop verschachtelt oder über einen einfachen Programmbefehl automatisch vollzogen werden. Die Basis der mittlerweile voll funktionsfähigen Lösung verkörpert das universelle CAM-Programmpaket „EuroCut Professionell“. Dieses Programmprodukt ist integraler Bestandteil der „flexpo“ MES-Suite und ist ein Beispiel für die Straffung von Fertigungsprozessen mithilfe technologischer Mittel. ■



*Autor: Dipl.-Ing. Jörg Rehage ist Technologie- und Organisationsberater für den produzierenden Mittelstand und Inhaber der F&M Consulting Rehage IT-Management in Duisburg.*

[www.fundm.de](http://www.fundm.de)