

Forschungsvorhaben

Verfahrensübergreifende Technologieplanung unter Nutzung einer objektorientierten Datenbank zur Abbildung von betriebsmittelbezogenem Technologiewissen

Einleitung und Ausgangssituation

In dem o. a. Forschungsvorhaben wurden Konzepte und Demonstrationslösungen erarbeitet, um die Technologieplanungsmethoden in CAM-Systemen den rasanten Entwicklungen von modernen Maschinen- und Werkzeugkonzepten anzupassen. Das klassische Vorgehen bei der heutigen NC-Planung ist in Bild 1 dargestellt. Die Werkzeugzuordnung erfolgt dabei manuell und basiert auf der zu fertigenden Geometrie und der vom Planer ausgewählten Bearbeitungsstrategie. Ausgehend vom einzelnen Bearbeitungsfeature leitet der Planer die anzuwendende Technologie, die Bearbeitungsstrategie und das zu verwendende Werkzeug ab. Hierbei dient dem Planer lediglich das eigene Wissen zur Auswahl und Kombination. Eine systematische Unterstützung, wie z. B. eine automatische Technologieplanung auf Basis von Algorithmen, ausgehend von den aktuell verfügbaren Werkzeugen, findet nicht statt.

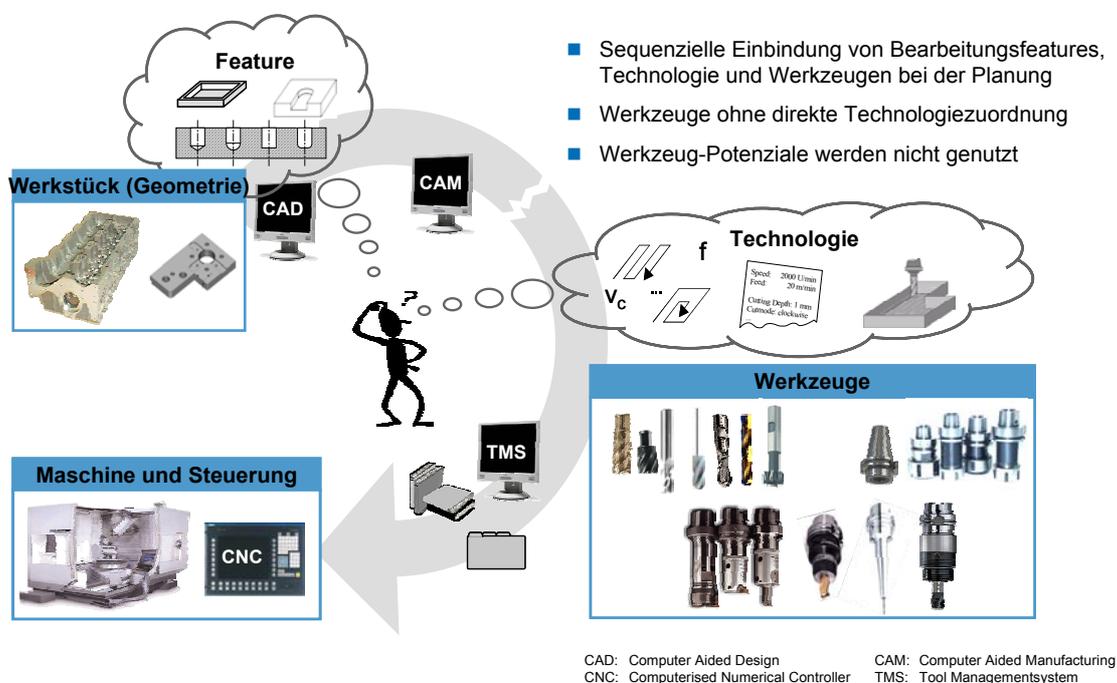


Bild 1: Ausgangssituation bei der Technologieplanung

Im Rahmen der NC-Planung werden heute vielfach 3D-Solid-basierte CAM-Systeme eingesetzt. Für die Werkzeugplanung ergeben sich damit neue Möglichkeiten, die 3D-Geometriemodellierungsfunktionen nutzbar zu machen. Um wiederkehrende Bearbeitungsfälle zu identifizieren und technologisch umzusetzen, benutzen 3D-CAM-Systeme Featureerkennungsmethoden (AFR). Die Feature werden aus dem 3D-Solid-Modell des CAD-Systems abgeleitet und mit Fertigungswissen „gemapped“. Das Mapping der Feature auf mögliche Bearbeitungstechnologien erfolgt in der Regel interaktiv durch den Planer auf Basis bestehender Algorithmen und Auswahltechniken. Somit entscheidet das Technologiewissen des Planers, wie ein Feature bearbeitet und mit welchem Werkzeug es am vorteilhaftesten hergestellt werden kann (siehe Bild 2).

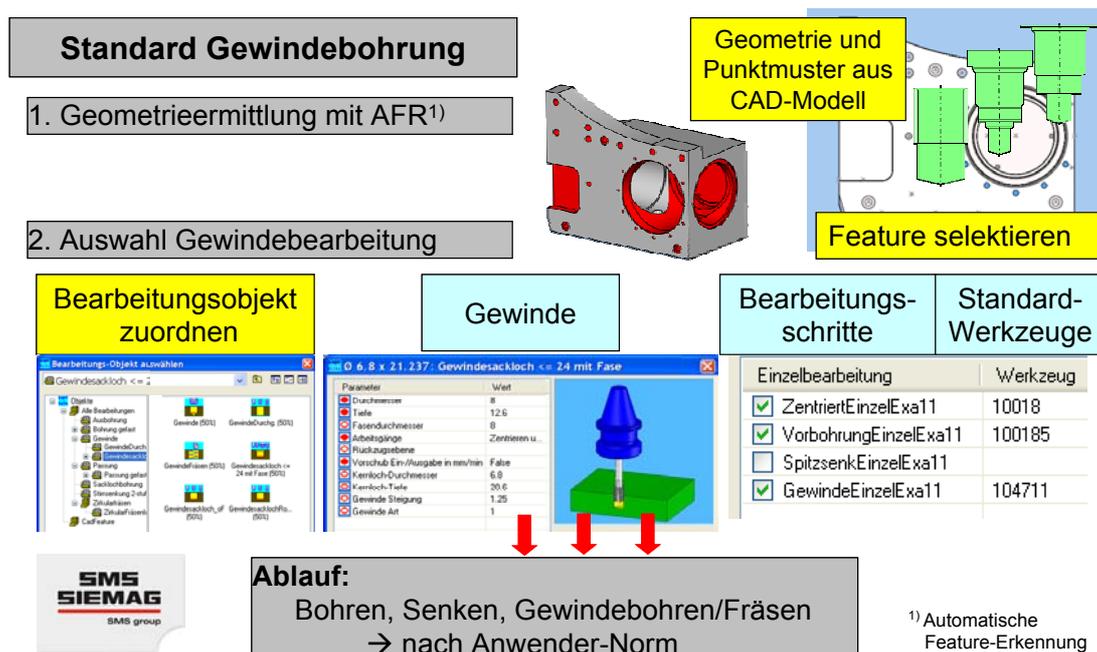


Bild 2: Featureverarbeitung in CAM-Systemen

Die technologischen Bearbeitungsprozesse können in NC-Programmiersystemen gar nicht oder häufig nur mit nicht aktuellen und zudem lediglich verfahrensspezifischen Algorithmen abgebildet werden, die zusätzlich auch nicht die tatsächlichen Werkzeugfähigkeiten berücksichtigen. Dadurch obliegt dem Bediener der NC-Programmiersysteme die Aufgabe, aus der Vielfalt an Werkzeugen das geeignete für die aktuelle Aufgabenstellung auszuwählen. Das geht heute nur über relationale Anfragen an den Datenbestand eines NC-spezifischen Werkzeugsystems (Tabellen) oder im günstigsten Fall gibt es Unterstützung durch Toolmanagementsysteme (TMS). So existieren in der Regel auch keine Eignungshinweise für Werkzeuge für bestimmte Bearbeitungsfälle oder Feature, oder sie sind – aufgrund der eingeschränkten Kommunikationsfähigkeit von Regelwissen bestehender Systeme – nicht durchgängig einsetzbar. Die hohe Innovationsgeschwindigkeit in der Werkzeugtechnik und die Kopplung von Bearbeitungstätigkeiten erschwert die Aufgabe der Werkzeugauswahl zusätzlich.

Randbedingungen und Besonderheiten in der technologischen Werkzeugauswahl

Eine besondere Herausforderung besteht in der hohen Komplexität der Bearbeitungsprozesse. So existieren eine Menge Einflussparameter, die beachtet werden müssen. Es müssen z. B. negative Korrelationen beachtet werden, die die Auswahl eines optimalen Werkzeugs verhindern. Stattdessen müssen die betrachteten Parameter (Oberflächengüte, Bearbeitungszeit, Verschleiß, etc.) je nach ihrer Bedeutung für die jeweilige Bearbeitungsaufgabe gewichtet werden. Anhand der gewichteten Parameter lässt sich schließlich ein im Einzelfall optimales Werkzeug identifizieren.

Über die Korrelation der jeweiligen Parameter hinaus existiert eine Abhängigkeit der Systeme Werkzeug, Werkstoff und Maschine voneinander. So ist das Arbeitsergebnis eines Werkzeugs unter anderem abhängig von dem jeweiligen Werkstoff, der bearbeitet wird. Ebenso können die Ergebnisse auch variieren, wenn dasselbe Werkzeug auf verschiedenen Maschinen eingesetzt wird. Des Weiteren müssen auch Präferenzen des Bedieners beachtet werden, die z. B. den Einsatz bestimmter Werkzeuge favorisieren bzw. auf den Einsatz gewisser Werkzeuge verzichten. An dieser Stelle wird erneut die hohe Komplexität der Aufgabe deutlich, da für die Auswahl eines optimalen Werkzeugs eine Vielzahl von verschiedenen interdependenten Einflussfaktoren beachtet werden müssen. Eine weitere Anforderung besteht darin, ein Lösungskonzept vorzustellen, das in vorhandene Systemlandschaften und Organisationsstrukturen eingebettet werden kann, ohne dass eine vollständige Neuausrichtung des Werkzeugwesens notwendig wird.

Der wesentliche Ansatz besteht darin, Methoden zur Wissenserfassung und Wissensbereitstellung von Werkzeugeinsatzbedingungen zu konzipieren und entwickeln, die dem Planer bei der Bearbeitung seiner Fertigungsaufgabe sinnvolle und technologisch einsetzbare Werkzeuge anbieten und ihm eine aufwändige Suche ersparen.

Bei Befragungen von Unternehmen stellte sich heraus, dass die Unternehmen, vor allem kleine und mittlere Unternehmen, nur in geringem Umfang Toolmanagementsysteme einsetzen und damit keinen elektronischen Zugriff auf den unternehmensweit eingesetzten Werkzeugdatenbestand haben. Viele CAM-Systeme erfassen die zur Planung notwendigen Werkzeugdaten in eigenen Systemstrukturen. Eine Abbildung des realen Werkzeugbestandes ist nur eingeschränkt möglich.

Toolmanagementsysteme wiederum erwarten in der Regel eine vollständige Erfassung der Werkzeuge über Komponenten, Stücklisten und Komplettwerkzeuge. Sie bauen damit eine Hürde für eine pragmatische und angemessen aufwändige Einführung und Erfassung eines für die Fertigung notwendigen Komplettwerkzeugbestandes auf. Andererseits besitzen TMS die notwendigen Funktionen und Techniken, um einen zentralen Werkzeugbestand aufzubauen sowie eine leistungsfähige Suche nach flexiblen Merkmalen und Einsatzbedingungen anzubieten. Der in TMS abgelegte Werkzeugbestand und die verfügbaren Suchalgorithmen sind also eine notwendige Voraussetzung für eine weitergehende Technologieplanungsunterstützung. Für die hier gestellte Aufgabenstellung werden also TMS vorausgesetzt, die neben einer Komponentenverwaltung auch eine eigenständige Erfassung und Verwaltung von Komplettwerkzeugen erlauben. Damit kann der Aufwand für die Werkzeu erfassung optional gestaltet und skaliert werden.

Um dem Anspruch einer verbesserten Technologieplanung gerecht zu werden, ist eine auf dem TMS aufsetzende Wissensbasis über die einsetzbaren Werkzeuge aufzubauen. Die Wissensbasis muss sich einerseits den bestehenden Quellen erschließen und andererseits den Ansprüchen einer regelbasierten Werkzeugsuche genügen, um dem Planer situations- und problembezogenen Lösungen anzubieten.

Es wurden zwei prinzipielle Verfahren untersucht:

- Generierung von werkzeugbezogenem Einsatzwissen
- Generierung von planungs- oder aufgabenbezogenem Einsatzwissen

Beide Verfahren bedingen eigenständige Lösungsansätze. Bei der werkzeugbezogenen Lösung kann ein klassisches Wissensmanagementsystem zum Einsatz kommen, das z. B. in der Diagnosetechnik besonderen Einsatz findet.

Bei dem zweiten Verfahren ist eine Integration in eine CAM-Planungsumgebung erforderlich, da hier das Wissen bearbeitungsfallbezogen benötigt wird. Das Technologiewissen wird featurebezogen in einer objektorientierten Datenbank abgelegt, die wiederum vom CAM-System angesteuert und mit geometrischen und technologischen Randbedingungen versorgt wird.

Wichtig für den verfahrensübergreifenden Ansatz ist Verfügbarkeit einer entsprechenden Werkzeugbeschreibungssystematik, die den Anforderungen (alle spanabhebenden Verfahren 2 bis 5-Achsen simultan, Materialabtrag, Kollision, Simulation, Voreinstellung) der CAD/CAM-Kette genügt. Sie wurde im Rahmen des Projektes erarbeitet. Die Beschreibungssystematik war die Basis für das Mapping zwischen Geometriefeature und Technologiewissen.

Weiterhin wurde eine Systematik entwickelt, definierte Fräsfeature zu segmentieren und daraus Werkzeugeinsatzbedingungen abzuleiten. Auch für die Drehbearbeitungen wurden Verfahren zur Ableitung geeigneter Drehwerkzeuge erarbeitet und konzeptionell vorgestellt.

Bei der Technologieplanung von Bohrbearbeitungen wurden in den Kriterienkatalog auch nicht spanabhebende Werkzeuge (Stanzen und Erodieren) einbezogen, die unter definierten Umständen die Herstellung einer kreisrunden Aussparung unterstützen können. Grundsätzlich lassen sich die erarbeiteten Methoden und Demonstrationsplattformen auch auf nicht spanabhebende Verfahren ausdehnen, wenn das notwendige Basiswissen hinterlegt wird bzw. aus Erfahrungsdatenbanken durch geeignete Mapping-Mechanismen ableitbar ist.

Es wurden unterschiedliche Methoden und Ansätze zur Wissensakquirierung, -verarbeitung und Einbindung in CAM-Systeme untersucht und in Demonstrationslösungen einbezogen und eine prinzipielle Struktur für eine wissensbasierte Technologieplanung erarbeitet. Dies beinhaltet folgende notwendige Komponenten:

- System-Frame: Systemrahmen und Softwareplattform
- Knowledge-Management: Technologische Wissensbasis, strukturiert, unstrukturiert, explizit, implizit
- Analysis - Decision: Entscheidungsregeln, Beurteilungskriterien, etc.

- **Agents:** Mapping: Umsetzung der Bearbeitungsanforderungen in Regeln, Formeln oder Fallunterscheidungen auf das Technologiewissen
Knowledge: Nachforschungen in unterschiedlichen zugänglichen Quellen, um die Fragen der Bearbeitungsanforderung zu beantworten
- **Executive-Management:** Anwendungskomponenten, CAM-System, TMS, Wissensmanagementsystem, Schnittstellen

Das prinzipielle Zusammenwirken der einzelnen beschriebenen Komponenten im Rahmen einer Technologieplanung kann anhand des nachfolgenden Bildes (Bild 3) zusammengefasst werden.

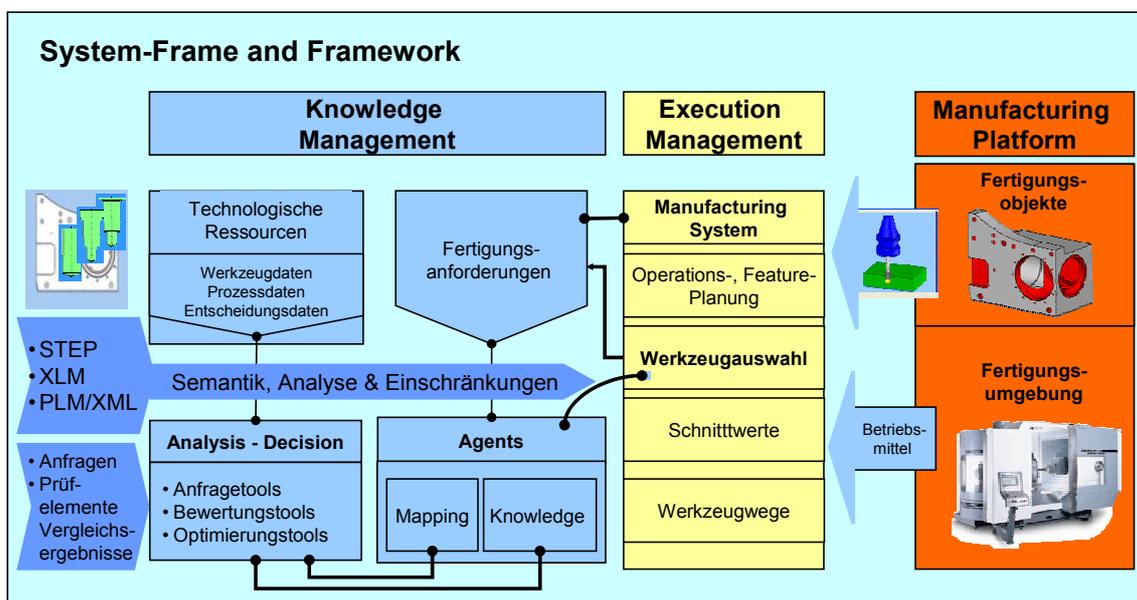


Bild 3: Prinzipielle Struktur einer wissensbasierten Technologieplanung

Das Forschungsprojekt wurde durch die Forschungsvereinigung Programmiersprachen für Fertigungseinrichtungen in Kooperation mit dem Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen durchgeführt und im Programm zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die AiF als Projektträger gefördert. Das Projekt begann im November 2007 und endete im Oktober 2009.

Weitere Informationen und der Sachbericht zu dem Projekt können über die Forschungsvereinigung Programmiersprachen für Fertigungseinrichtungen e. V. (E-Mail: info@forschungsvereinigung-programmiersprachen.de) bzw. über das Werkzeugmaschinenlabor der RWTH (E-Mail: how-tool@wzl.rwth-aachen.de) angefordert werden.

Internet:

www.forschungsvereinigung-programmiersprachen.de
oder
www.howtool.rwth-aachen.de