

Leseprobe

Michael Hoffmann

CAD/CAM mit CATIA V5

NC-Programmierung, Postprocessing, Simulation

ISBN: 978-3-446-42284-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42284-1>

sowie im Buchhandel.

Vorwort

Während noch in den 80er-Jahren ein CAD-System als Ablösung des klassischen Zeichenbretts verstanden wurde, entwickelten sich im Laufe der Zeit Softwarelösungen, die inzwischen in ihrer Funktionalität weit mehr als die reine Geometrierstellung abdecken. Diese Anwendungen werden heute als CAE-Systeme bezeichnet. CAE steht hier für „Computer Aided Engineering“ und bietet dem Anwender Werkzeuge zur digitalen Abbildung eines Produktlebenszyklus von der Konstruktion über die Berechnung, Simulation und Fertigung von Produkten.

Das vorliegende Buch befasst sich mit dem Thema CAD/CAM, also der computerunterstützten Fertigung auf Basis von bestehenden CAD-Daten, und vermittelt die Möglichkeiten und Vorgehensweisen im Umgang mit den vielfältigen Fertigungsmodulen (Fräsen, Drehen, Drahterodieren, Wasserstrahlschneiden und Rapid-Prototyping) von CATIA V5. Nach einer allgemeinen Einführung und einem Überblick der CATIA V5 NC-Module und deren Abgrenzung zueinander wird Schritt für Schritt die methodische Vorgehensweise zur Offline-Programmierung von Werkzeugmaschinen für die oben genannten Technologien an praxisrelevanten Beispielen erläutert. Weitere Kapitel beschäftigen sich mit anwenderspezifischen Anpassungen (Postprozessoren, NC-Dokumentation) und schließlich mit der Entwicklung von Automatismen in Form von Prozessvorlagen (Templates) oder Makros. Letztlich werden dann die Möglichkeiten der Simulation von Werkzeugmaschinen bereits in der Programmierumgebung („Programmierung im Maschinenkontext“) mit dem integrierten Produkt „NC Machine Tool Simulation“ aufgezeigt. Im letzten Kapitel erfolgt ein kurzer Überblick zu CATIA V6 innerhalb der neuesten PLM 2.0-Plattform von Dassault Systèmes.

Das Buch entstand zum Teil aus Projekten und Workshops im Rahmen der Lehre an der Fachhochschule Trier im Fachbereich Technik, Fachrichtung Maschinenbau/Fahrzeugtechnik. An der FH Trier werden in der CAD-Ausbildung seit 1990 die Software CATIA und bereits seit Ende 2000 CATIA V5 eingesetzt. Das vorliegende Buch in der zweiten überarbeiteten und aktualisierten Auflage basiert auf CATIA V5 Release 20. Für das Verständnis der Thematik sind Grundkenntnisse der NC-Programmierung von Werkzeugmaschinen und Vorkenntnisse im Umgang der Arbeitsumgebung der Teilekonstruktion (Part Design) von CATIA V5 von Vorteil. Die Daten zu den Anwendungsbeispielen können im Internet unter der URL: <http://CADCAM-mit-CATIAV5.fh-trier.de> abgerufen werden.

Herzlichen Dank sage ich allen, die mich bei der Erstellung des Buches unterstützt haben, besonders Oliver Hack und Sven Eickenberg als Co-Autoren der ersten Auflage, Frau Sieglinde Schaerl vom Carl Hanser Verlag für die sehr angenehme und professionelle Betreuung dieses Buchprojektes. Ein besonderer Dank gilt Herrn Oswald Rommelfanger, der mit seiner Praxiserfahrung als langjähriger Mitarbeiter bei Dassault Systèmes wertvolle Hinweise zu diesem Buchprojekt gab.

1 Einleitung

1.1 CAD/NC-Kopplung

Die Entwicklung von CAD-Systemen und NC-Programmier-systemen der ersten Generation erfolgte völlig autark. So entstanden Insellösungen, was dazu führte, dass identische Daten in verschiedenen Funktionsbereichen eines Unternehmens mehrfach erzeugt und gepflegt werden mussten. Auch die Verwendung von Schnittstellenformaten zum Datenaustausch zwischen CAD- und CAM-Systemen brachte Probleme wie Übertragungsfehler und Datenverluste mit sich.

Die aktuellen Entwicklungen moderner CAE-Systeme im Hinblick auf eine digitale Begleitung des Produktlebenszyklus bieten die Möglichkeit, fachlich, organisatorisch und auch geografisch getrennte Unternehmensbereiche zu verbinden und durch die gemeinsame Datenbasis eine redundanzfreie Datenhaltung zu gewährleisten. So bieten z.B. die Methoden der virtuellen Produktentwicklung, ein Produkt virtuell im Rechner darzustellen und bereits im Vorfeld Prozessabsicherungen in Form von Berechnungen, Simulationen oder Einbauuntersuchungen durchzuführen. Auch der gesamte Fertigungsprozess kann mit den Möglichkeiten der integrierten Fertigungslösungen im Rechner abgebildet werden.

CATIA Version 5, als Nachfolger der Version 4 seit Mitte der 90er-Jahre völlig neu entwickelt, gehört zu den weltweit mächtigsten CAD/CAM-Systemen und ist bei vielen Unternehmen der Automobil-, Schiffbau- und Flugzeugindustrie das System der Wahl.

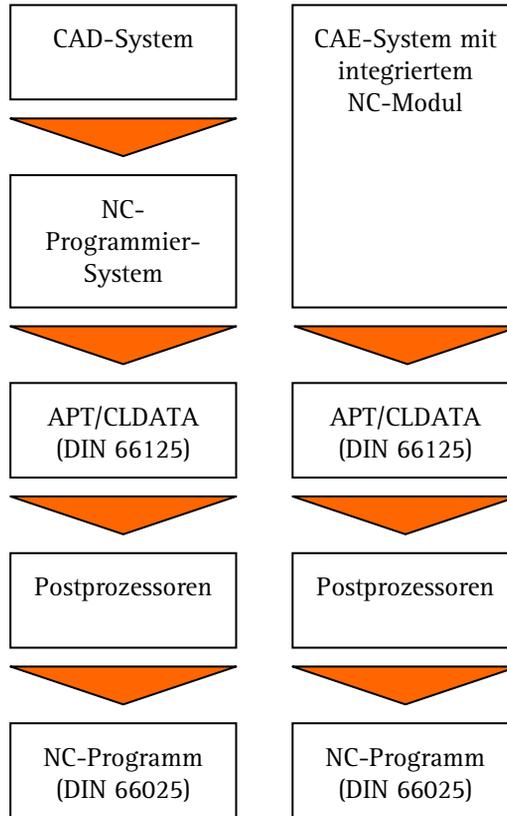


Bild 1.1: Modelle der CAD/NC-Kopplung

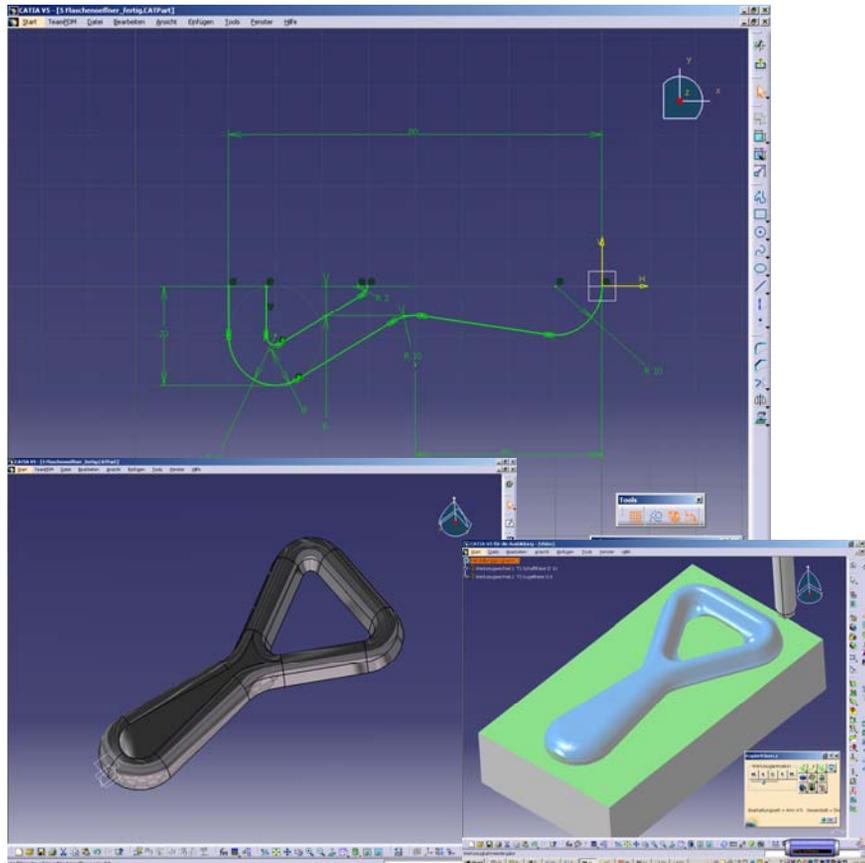
1 Einleitung

Wie in *Bild 1.1: Modelle der CAD/NC-Kopplung* dargestellt, werden die Fertigungsinformationen grundsätzlich in einem neutralen APT-Format (Automatically Programmed Tool) ausgegeben. Dieses Format enthält alle für die Fertigung des Bauteils erforderlichen Informationen (Werkzeuge, Technologiedaten, Verfahrenswweisungen) für ein spezifisches Fertigungsverfahren (z.B. Fräsen, Drehen, Drahterodieren). Diese Daten werden dann über einen angepassten Postprozessor für die spezifische Werkzeugmaschinensteuerung konvertiert.

1.2 Assoziative Datenbasis

Durch die Integration von CAD und CAM in einem durchgängigen CAE-System entsteht im Idealfall der gewaltige Vorteil, dass eine Geometrieänderung im CAD eine unmittelbare Anpassung der betroffenen NC-Programme zur Folge hat. Das folgende Bild zeigt exemplarisch die parametrisierte Skizze der Grundkontur eines Flaschenöffners, die darauf verknüpfte 3D-Geometrie des Bauteils und einen Fertigungsprozess der abgeleiteten Stempelgeometrie.

Bild 1.2: Anwendungsbeispiel Flaschenöffner



1.3 Fertigungslösungen in CATIA V5

Über die parametrisierte Skizze wird nun eine Änderung (Länge und Griffradius) eingebracht. Diese beeinflusst unmittelbar die 3D-Geometrie des Bauteils und des Stempels. Außerdem wird der Fertigungsprozess nach einer Neuberechnung automatisch aktualisiert.

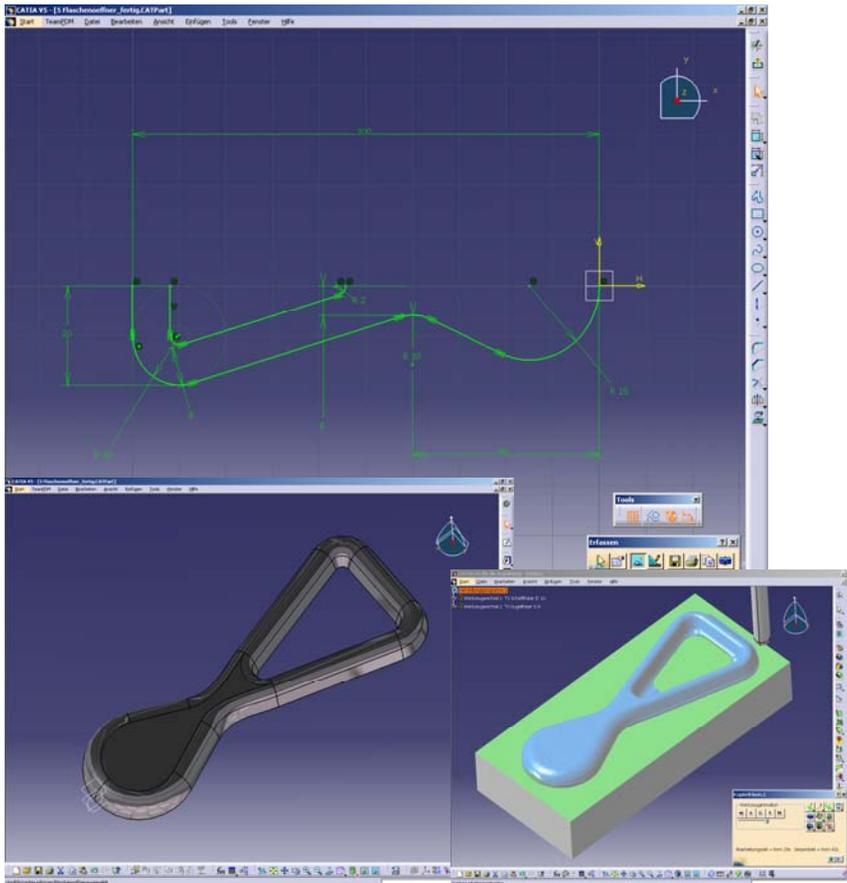


Bild 1.3: Automatisierte Änderung bis zum NC-Programm

1.3 Fertigungslösungen in CATIA V5

Mit den *CATIA Manufacturing Solutions* stehen eine Vielzahl von Fertigungslösungen zur Verfügung. Die folgende Grafik gibt einen Überblick der verfügbaren NC-Produkte in CATIA V5.

1 Einleitung

Neben den Standardprodukten für die Technologien Drehen, Fräsen/Bohren und Stereolithografie stehen weitere integrierte Produkte von Entwicklungspartnern, z.B. für das Drahterodieren (FAST4AXES), Gesenkerodieren (FASTELEKTRODE), 3D-Laser- und Wasserstrahlschneiden (FASTTRIM) und für weitere Nischentechnologien bis zu beliebigen Roboteranwendungen auf Basis der PLM-Lösung DELMIA V5 von Dassault Systèmes zur Verfügung. Im Bereich des Postprocessings werden Lösungen von der Firma CENT AG, ICAM oder IMS unterstützt. Neben den Produkten NVG und NBG zur Maschinensimulation werden erweiterte, leistungsfähige Simulationsumgebungen von Drittanbietern (CENT AG, Cgtech) angeboten.

Bild 1.4: Übersicht der Fertigungslösungen in CATIA V5

Cenit [fastControl]					Cgtech [Vericut]					
NC Manufacturing Verification [NVG]			NC Machine Tool Builder [MBG]			NC Machine Tool Simulation [MSG]				
Integrierte Maschinensimulation:										
CENT [fastPost]			ICAM			IMS				
Integriertes Postprocessing:										
Lathie Machining [LMG]	Multi Slide Lathie Machining [MLG]	Prismatic Machining [PMG]	Surface Machining [SMG]	Multi-Axis Surface Machining [MMG]	Advanced Machining [AMG]	Multi Pocket Machining [MPG]	Prismatic Machining Preparation Assistant [MPA]	STL Rapid Prototyping [STL]	CAA-Applikationen von Fremdanbietern	
									Drahterodieren [CENT fast4axes]	Elektroenerzeugung [CENT fastElektrode]
Drehen		2,5 Achs, 3-Achs, 5-Achs Bohr- und Fräsbearbeitung					Rapid Prototyping	Erodieren	
Manufacturing Infrastructure [NCG]										
Integrierte CAM-Infrastruktur:										

In den folgenden Kapiteln werden die oben genannten Produkte und Technologien detailliert vorgestellt und deren Nutzung in Anwendungsbeispielen Schritt für Schritt erläutert. Bis zur Release 13 waren die beiden Produkte Machine Tool Builder und Machine Tool Path Simulation nur unter der Produktlinie DELMIA V5 unter der Produktkonfiguration Virtual NC verfügbar. Somit mussten hier noch CATIA V5 und DELMIA V5 parallel installiert werden. Ab V5 R14 sind diese, wie auch alle oben dargestellten Fertigungslösungen, sowohl in CATIA V5 als auch in DELMIA V5 verfügbar. Eine parallele Installation beider Produkte ist also nicht mehr erforderlich. Ab CATIA V6 (siehe Kapitel 10) sind alle PLM-Produkte von Dassault Systèmes (CATIA, ENOVIA, SIMULA und DELMIA) in einem durchgängigen Datenmodell verfügbar.

2 Bohr- und Fräsbearbeitung

Die *NC Manufacturing Workbench* stellt Module der Bereiche Drehen, Fräsen, STL Rapid Prototyping und verschiedene Zusatzmodule wie z. B. fast4AXES zum Draht-erodieren zur Verfügung. Durch den Einsatz von Zusatzmodulen wie z.B. FASTPOST oder FASTCONTROL von der Firma CENT AG und ergänzenden Komponenten wie z. B. Standard-Postprozessoren oder auch kompletten MaschinenintegrationsPaketen ist es möglich, eine durchgängige Prozesskette in der NC-Bearbeitung – inklusive einer kompletten Prozessabsicherung durch integrierte NC-Simulation – zu realisieren. Die Möglichkeiten der verschiedenen Zusatzmodule werden in weiteren Kapiteln näher erläutert.

2.1 Einführung

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Schritte zur Nutzung der Workbench im Bereich der Bohr- und Fräsbearbeitung aufgezeigt und ein Einblick in die generelle Vorgehensweise der Offline-Programmierung in CATIA V5 gegeben.

Die Daten der offline programmierten Bauteile werden im Anschluss durch einen Postprozessor in eine maschinenspezifische Sprache umgewandelt und können an CNC-gesteuerten Maschinen gefertigt werden.



CATIA V5
NC Manufacturing Bohr-
und Fräsbearbeitung



Bild 2.1: CNC-gesteuertes
4-Achs-
Bearbeitungszentrum [1]



Bild 2.2: CNC-gesteuertes
5-Achs-
Bearbeitungszentrum [2]

2 Bohr- und Fräsbearbeitung

2.1.3 Konfigurationen und Plattformen im Bereich NC Manufacturing

CATIA V5 stellt mehrere *Konfigurationsmöglichkeiten* auf verschiedenen *Plattformen* zur Verfügung.

In Bild 2.4 wird ein Überblick über die verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten und Plattformen innerhalb der *NC Manufacturing-Bohr- und Fräsbearbeitung* gegeben.

Bild 2.4: Machining Product List [5]

Machining Product List

These products are available in several platform levels		P1	P2	P3
 CATIA - NC Machine Tool Builder →			MBG	
 CATIA - NC Machine Tool Simulation →			MSG	
 CATIA - NC Manufacturing Review →		NG1	NCG	
 CATIA - Prismatic Machining Preparation Assistant →			MPA	
 CATIA - Prismatic Machining →		PG1	PMG	
 CATIA - 3-Axis Surface Machining →			SMG	
 CATIA - Multi-Axis Surface Machining →			MMG	
 CATIA - Multi-pocket Machining →			MPG	
 CATIA - Advanced Machining →			AMG	
 CATIA - Lathe Machining →		LG1	LMG	
 CATIA - Multi-Slide Lathe Machining →			MLG	
 CATIA - NC Manufacturing Verification →			NVG	
 CATIA - STL Rapid Prototyping →		TL1	STL	

Für weiterführende Informationen im Bereich *CATIA V5 NC Manufacturing* wird auf folgende Internetseite verwiesen:

<http://www.3ds.com>

Je nach Lizenzausstattung und Plattform stehen dem Anwender ggf. nicht alle Workbenches und Funktionalitäten zur Verfügung.

2.1.4 Aufrufen einer Workbench

Über das Menü *Start > NC Manufacturing* besteht die Möglichkeit, in eine *NC-Workbench* zu wechseln.



Bild 2.5: Aufruf einer Arbeitsumgebung

2.1.5 Auswahl der Workbenches

Wie in Kapitel 2.1.3 angesprochen, stehen dem Anwender je nach Lizenzausstattung und Plattform folgende *Workbenches* im Bereich der Bohr- und Fräsbearbeitung zur Verfügung:

Prismatic Machining

Erstellung von NC-Programmen für das 2,5-Achs-Fräsen und die Bohrbearbeitung



Surface Machining

Erstellung von NC-Programmen für das 3-Achs-Flächenfräsen



Advanced Machining

Erstellung von NC-Programmen für die Bearbeitung komplexer Bauteile mit der Unterstützung nahezu aller Strategien von der 2,5-Achsbearbeitung bis hin zur simulanten 5-Achsbearbeitung



NC Manufacturing Review

Prüfung, Visualisierung und Modifikation von NC-Programmen



Prismatic Machining Preparation Assistant (MPA), NC Manufacturing Verification (NVG) Multi-Axis Surface Machining (MMG) und Multi Pocket Machining (MPM) sind, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben, integrierte Zusatzfunktionen der Workbenches.



CATIA V5 NC User
Interface

2.2 User Interface

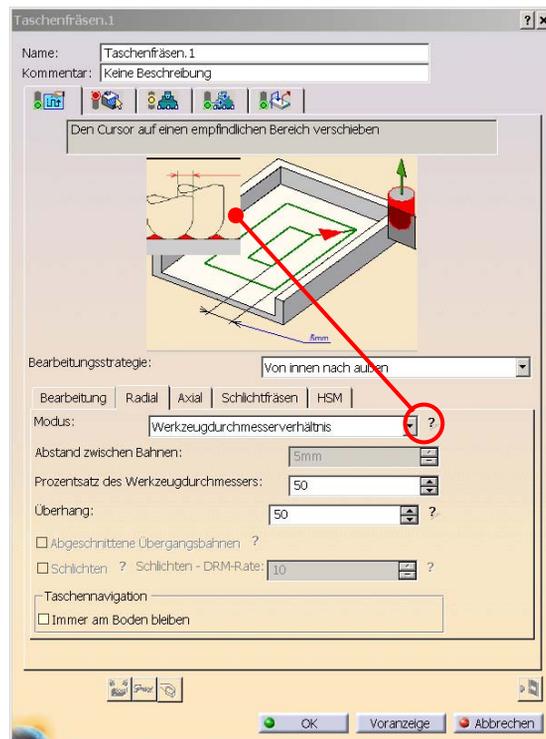
Bevor mit der Bearbeitung der einzelnen Anwendungsbeispiele begonnen wird, ist es notwendig, einige Grundlagen der Workbench *NC Manufacturing* zu präsentieren.

Aufgrund der sehr vielen Funktionalitäten und Parametereinstellungen kann nicht auf alle Befehle und Kombinationen der eigentlichen Operationen eingegangen werden. Dem Anwender stehen, auch bei identischen Bauteilen, eine Vielzahl von Bearbeitungskombinationen zur Verfügung, die je nach Bauteilanforderungen zu erkennen und individuell anzuwenden sind.

Da die Strukturen und generellen Arbeitsweisen in all diesen Modulen nahezu identisch und überwiegend selbsterklärend sind, wird dem Anwender eine schnelle und einfache Arbeitsweise angeboten, die je nach Komplexität der Anwendung bzw. des zu bearbeitenden Werkstückes jedoch sehr tief ins Detail gehen kann.

Da dem Leser der grundlegende Umgang mit CATIA V5 geläufig sein sollte, wird hier von grundsätzlichen Erklärungen abgesehen.

Bild 2.6:
Dialogunterstützung
durch grafische Symbole



Durch eine intuitive Benutzeroberfläche wird eine einfache Bedien- und Erlernbarkeit gewährleistet. Dem Anwender stehen beim Ausfüllen der Dialoge grafische Symbole als Erläuterung der Parameter zur Verfügung. Hilfreich sind die grafischen Erläuterungen im Kontext beim Anwählen des Fragezeichensymbols.

2.2.1 Beschreibung des Strukturbaumes

Nachdem in eine NC-Workbench (NC-Arbeitsumgebung), wie in Kapitel 2.1.4 beschrieben, gewechselt wurde, wird der *Strukturbaum* (Spezifikationsbaum) erweitert. Das dargestellte PPR-Modell von Dassault Systèmes ist ein integriertes Modell zur Verknüpfung von Produktdarstellungen, Fertigungsressourcen (Maschinen, Werkzeuge, Bedienpersonal) und des Fertigungsprozesses. Die Abkürzung PPR steht für Produkt-, Prozess- und Ressourcendaten. Im Folgenden werden die Erweiterungen aufgezeigt:

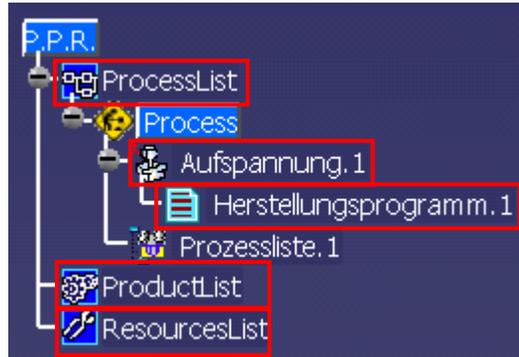


Bild 2.7: Strukturbaum: PPR-Modell

- **Prozessliste (ProcessList)** ist ein Plan, der alle Aktivitäten und Bearbeitungsoperationen darstellt, die erforderlich sind, um ein Teil von der Rohform in eine Endform umzuwandeln.
- **Aufspannung** definiert die Fertigungsressourcen und die Referenzdaten für die jeweilige Werkzeugaufspannung. Es können mehrere Aufspannungen innerhalb eines Prozesses definiert werden. Dabei kann das Ergebnis der ersten Aufspannung als Rohteil der nachfolgenden Aufspannung definiert werden.
- **Herstellungsprogramm** repräsentiert als Strukturelement alle durchgeführten Operationen, Werkzeugwechsel und Hilfsoperationen. Innerhalb einer Aufspannung kann es mehrere Herstellungsprogramme geben.
- **Produktliste (ProductList)** enthält alle zu bearbeitenden Teile sowie zusätzlich benötigte Geometrien (z.B. Rohteilgeometrie, Spannelemente). Dabei können sowohl CATPart- als auch CATProduct-Dokumente verwendet werden.
- **Ressourcenliste (ResourcesList)** enthält alle Ressourcen wie Maschinen und Werkzeuge, die im Bearbeitungsprozess verwendet wurden.

Alle Elemente des Strukturbaums können analog der allgemeinen Vorgehensweise in CATIA im Kontextmenü (rechte Maustaste) bearbeitet werden. Im Kontext können außerdem weitere Funktionalitäten abgerufen werden.

2 Bohr- und Fräsbearbeitung

2.2.2 Definition eines Rohteiles



Erzeugung eines Rohteiles

In der Regel liegen die zu bearbeitenden Bauteile nicht in der Endform, sondern in Form eines Rohteiles vor. Die Erzeugung eines Rohteiles ist zur Offline-Programmierung nicht zwingend notwendig. Lediglich zu Simulationszwecken und zur Berechnung von Schruppoperationen ist die Definition eines Rohteiles notwendig. Ein Rohteil kann in Form eines Solidkörpers oder in Form eines Flächenmodells benutzerdefiniert erzeugt werden. Es können auch vereinfachte Geometriepäsentationen wie digitalisierte Daten (STL-Format) oder CGR-Daten als Ergebnis eines vorherigen Bearbeitungsprozesses als Rohteil verwendet werden.

CATIA V5 bietet weiterhin eine Möglichkeit zur schnellen Erstellung von Rohteilen an. Über die Symbolleiste Geometrieverwaltung kann ein Rohteil erzeugt werden.

Bild 2.8: Symbolleiste Geometrieverwaltung



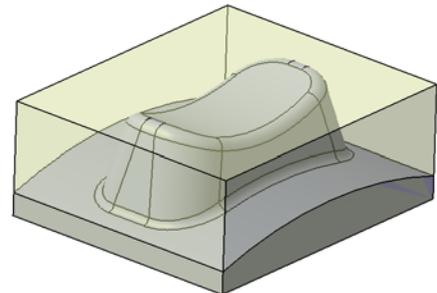
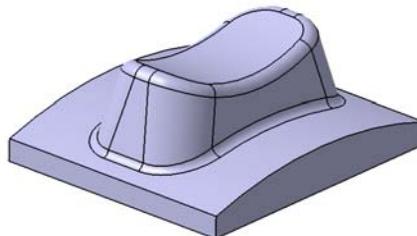
Es eröffnet sich ein Dialogfenster, in dem folgende Einstellungen vorgenommen werden können:

Bild 2.9: Dialogfenster Rohteilerzeugung



- Eine Achse am Bauteil auswählen
- Zielposition im Strukturbaum auswählen
- Benutzerdefinierte Änderung der Hauptabmaße (ggf. Aufmaße definieren)

Bild 2.10:
Links: Bauteil
Rechts: Bauteil mit
Rohteil



In den folgenden Anwendungsbeispielen sind die Rohteile schon im Vorfeld erzeugt worden.

Ab CATIA V5 R19 ergeben sich durch die Funktion des temporären Rohteils neben den hier gezeigten Vorgehensweisen neue methodische Ansätze durch das Mitführen des jeweils aktuellen Rohteils in allen Operationen. So erzeugt z.B. eine Taschenoperation dann nur noch dort Fräsbahnen, wo auch Material zu zerspanen ist. Weiterhin besteht die Option, das simulierte Rohteil als Geometrie abzuspeichern, um es z.B. in einer zweiten Aufspannung als Eingangsrohteil weiterzuverwenden.

2.2.3 Definition einer Aufspannung

In einer *Aufspannung* werden die Fertigungsressourcen und die Referenzdaten definiert. Alle wichtigen Einstellungen, wie z. B. die Auswahl der Maschine, die zu fertigende Geometrie und die Auswahl des Postprozessors, werden hier festgelegt.

Durch einen Doppelklick im Strukturbaum auf die Aufspannung wird der folgende Dialog geöffnet:



Bild 2.11: Aufspannung im Strukturbaum

Im Register *Geometrie* besteht nun die Möglichkeit, im Kontext zwischen Benutzeroberfläche und der Arbeitsumgebung (Strukturbaum) die relevanten Geometrielemente zuzuordnen.

Die Zuordnung der Geometriedaten ist nicht zwingend notwendig. Sie ist lediglich hilfreich, wenn bei der späteren Offline-Programmierung eine Materialabtragssimulation oder eine Schruppoperation durchgeführt werden soll. Sicherheitsebenen werden zur späteren Makrodefinition (Anfahr- und Wegfahrbewegung) benötigt.

Über die Definition von Umhüllungsrahmen, Übergangsebenen und Drehebene können erforderliche Verfahrenswege zwischen den Bearbeitungsoperationen generiert werden (z. B. automatische Tischdrehungen oder Verbindungswege).

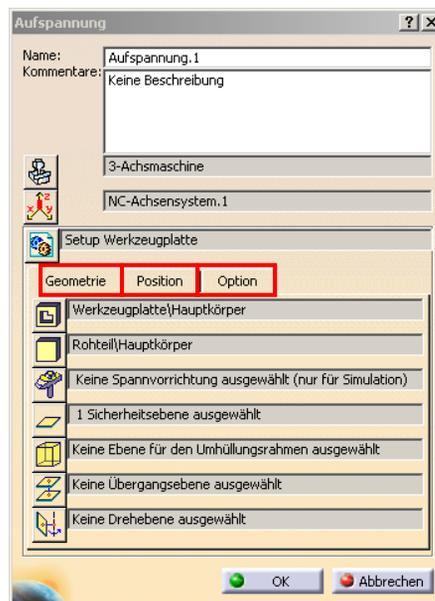


Bild 2.12: Dialogfenster Aufspannung

Zur Benutzung von Umhüllungsrahmen wird eine *virtuelle NC-Maschine* benötigt. Ein Beispiel zur Benutzung eines Umhüllungsrahmens finden Sie in Kapitel 7.5.10.

2 Bohr- und Fräsbearbeitung



Maschineditor

Im *Maschineditor* wird eine Werkzeugmaschine mit Ihren spezifischen Daten definiert.

Folgende Maschinentypen stehen im Bereich der *Fräsbearbeitung* zur Verfügung:



- 3-Achsmaschine



- 3-Achsmaschine mit Drehtisch



- 5-Achsmaschine



- Importieren von virtuellen Maschinenmodellen (siehe Kapitel 7.4.7.2)

Weiterhin können Einstellungen zur numerischen Steuerung, zum Werkzeugwechsel und zur Spindel vorgenommen werden.

Bild 2.13: Initialisierung der numerischen Steuerung

Numerische Steuerung	Werkzeugwechsel	Spindel
Post Processing	MAHO_CNC432_3X.pp	
Postprozessor-Worttabelle	CPOST_MILL.pptable	
Ausgabety	ISO	

Eine wichtige Einstellung im *Maschineditor* ist die Initialisierung der *Numerischen Steuerung*. Soll nach der Offline-Programmierung ein NC-Programm wie in Kapitel 2.2.12.1 beschrieben erzeugt werden, ist es notwendig, in der Aufspannung den *Postprozessor* und eine *Postprozessor-Worttabelle* zu definieren.

In Kapitel 6 wird näher auf die Erstellung, Anpassung und die Funktion von Postprozessoren eingegangen. In diesem Buch werden die individuell erstellten Postprozessoren aus dem Maschinenpark der FH Trier verwendet. Da Postprozessoren restriktiv für jede Maschine und deren Maschinensteuerung ausgelegt werden, stehen dem Anwender meist verschiedene Postprozessoren zur Verfügung.

Über das Symbol *Referenzbearbeitungsachsensystem* (NC-Nullpunkt) besteht die Möglichkeit, das NC-Achsensystem benutzerspezifisch auszurichten. Die Achskoordinaten des NC-Programms werden später relativ zu diesem Achsensystem ausgegeben.



Referenzbearbeitungsachsensystem

In der Workbench *Part Design* kann der Anwender über das Menü:

Einfügen > Achsensystem

ein benutzerspezifisches Achsensystem erzeugen.

Dieses Achsensystem kann dann an dieser Stelle als NC-Achsensystem zugewiesen werden. Durch die Anwahl des Koordinatenpunktes kann der NC-Nullpunkt verändert werden.



Part Design

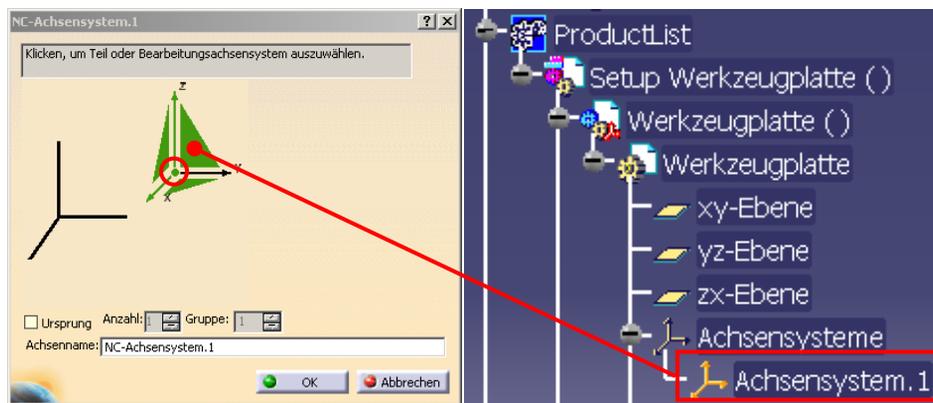


Bild 2.14: Benutzerdefiniertes NC-Achsensystem

Weiterhin kann das NC-Achsensystem benutzerdefiniert ausgerichtet werden. Die Achsrichtungen können wahlweise in einem Dialogfenster über die Vergabe von Richtungsvektoren bzw. Winkelmaßen festgelegt werden. Alternativ dazu kann die Ausrichtung auch durch Selektion von Kanten oder Punkten erfolgen.

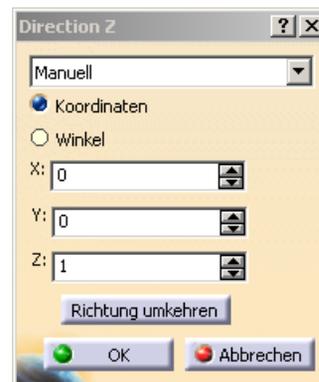


Bild 2.15: Dialogfenster zur Ausrichtung eines NC-Achsensystems

Beim Wechsel in eine NC-Workbench wird das aktuell geöffnete CATPart oder CATProduct automatisch in die „ProductList“ aufgenommen. Wird aber über den Menüpunkt *Datei > Neu* ein leeres CATProcess-Dokument erstellt, muss in der Aufspannung ein vorhandenes Teil oder Produkt über einen Browser zugeordnet werden.



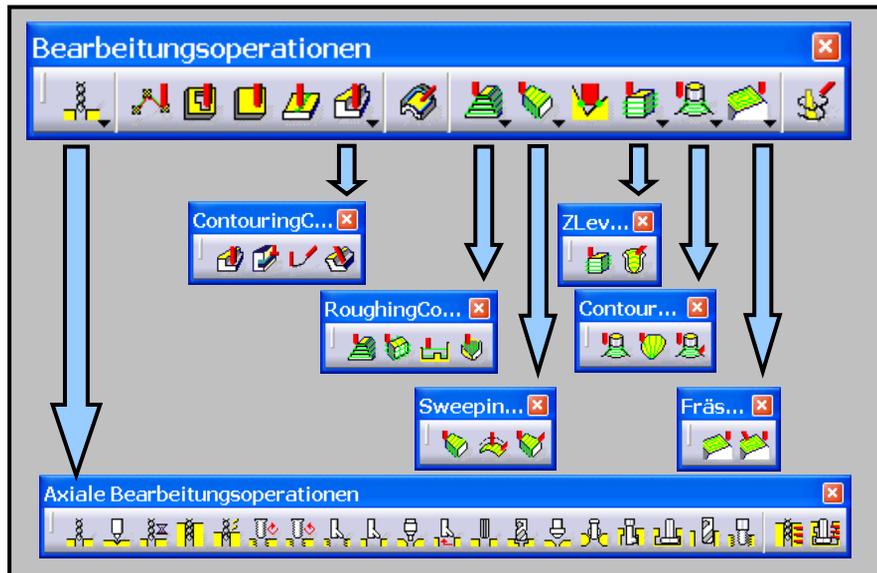
Produkt oder Teil

2 Bohr- und Fräsbearbeitung

2.2.4 Bearbeitungsoperationen

Das Herzstück jeder Machining-Workbench stellen die *Bearbeitungsoperationen* dar. In Bild 2.16 wird ein Überblick über die einzelnen Operationen gegeben.

Bild 2.16:
Bearbeitungsoperationen



Vor der Definition einer Bearbeitungsoperation sollte man die Überlegung treffen, ob die *bereichsorientierte* oder die *operationsorientierte* Bearbeitungsstrategie verfolgt werden soll.

2.2.4.1 Bereichsorientiert

Die bereichsorientierte Methode ist hilfreich, wenn ein komplexes Teil bearbeitet werden soll und der Anwender schon vorab weiß, welche Operationen an den einzelnen Bereichen (z.B. steile und flache Bereiche) durchgeführt werden sollen. Diese Methode ist besonders dann hilfreich, wenn z. B. eine aus ähnlichen Teilen bestehende „Familie“ bearbeitet werden soll. Ein weiterer Vorteil der bereichsorientierten Bearbeitung ist die Änderungsverwaltung. Wird z. B. ein Bereich ausgegrenzt und ggf. später geändert, muss lediglich eine Änderung vorgenommen werden, um das Programm zu aktualisieren.

2.2.4.2 Operationsorientiert

Die operationsorientierte Bearbeitung sollte durchgeführt werden, wenn das Bearbeitungsprogramm sequenziell, d. h. Operation für Operation, definiert werden soll.

Bei jeder Operation ist der Bereich, in dem die Operation ausgeführt wird, anders als bei der bereichsorientierten Bearbeitung, als Teil der Operationsdaten definiert. Diese Methode ist bei der Produktion von einzelnen Teilen oder Teilen in geringer Stückzahl sinnvoll, da die Anforderungen Schritt für Schritt definiert werden können. Bei der NC-Programmierung, wie auch bei der Konstruktion allgemein, ist es also sehr wichtig, schon im Vorfeld eine geeignete Bearbeitungsstrategie zu wählen. Folgende *Kriterien* sollten deshalb genauer betrachtet werden:

- Schwer zugängliche Bereiche
- Hinterschneidungen
- Ähnliche Bereiche oder wiederkehrende Muster
- Spiegelsymmetrische oder polar angeordnete Muster
- Features (Taschen, Bohrungen oder Profilkonturen usw.), die unmittelbar einer Operation zugeordnet werden können
- Bereiche mit flachen oder steilen Steigungen
- Anzahl der zu bearbeitenden Teile
- Vermeidung von unnötigen Werkzeugwechseln
(Überprüfung, ob ein Werkzeug mehrfach verwendet werden kann)
- Möglichkeiten, den Werkzeugverschleiß gering zu halten
Bei Bohrungen in einer Tasche ist es z.B. sinnvoll, erst die Tasche zu fräsen und dann die Bohroperationen durchzuführen.

2.2.5 Bearbeitungsoperationen im Überblick

Wie in Bild 2.16 grafisch dargestellt, stehen dem Anwender je nach Konfiguration (Lizenzen, Plattform) folgende Bearbeitungsoperationen zur Verfügung:

2.2.5.1 Bohroperationen

- Bohroperation
- Anbohroperation
- Bohroperation mit Verweilzeit
- Tieflochbohroperation



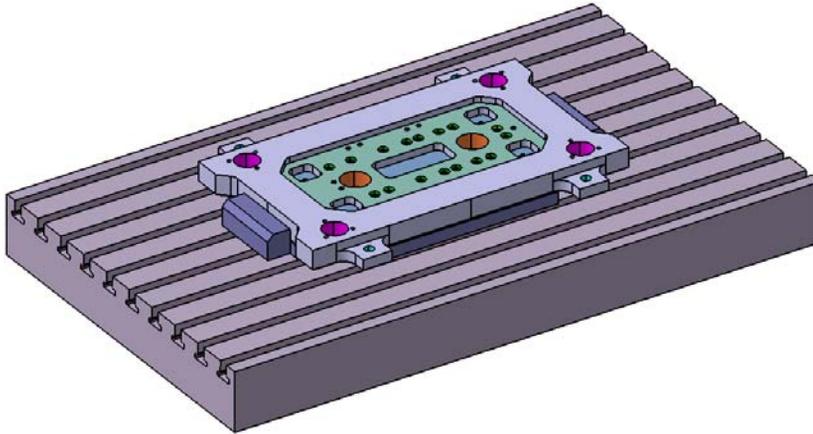


Prismatic Machining

Bild 2.50: Werkzeugplatte

2.3 Anwendungsbeispiel 1: Werkzeugplatte

In diesem Kapitel soll die generelle Vorgehensweise im Bereich der 2,5-Achs-Fräs- und Bohrbearbeitung anhand einer Werkzeugplatte erläutert werden.



Die Vorgehensweise bei der prismatischen Bearbeitung kann sehr unterschiedlich sein. Im ungünstigsten Fall erzeugt sich der Anwender für jedes Feature, wie z. B. eine Tasche oder Bohrung, eine dazugehörige Bearbeitungsoperation (bearbeitungsorientiert). Dies kann bei einfachen, nicht in der Serienproduktion zu fertigenden Bauteilen auch oft der einfachste Weg sein. Sind jedoch immer wiederkehrende Features oder Bearbeitungsmuster vorhanden, ist es ratsam, mit der automatischen Musterauswahl und Feature-Erkennung (bereichsorientiert) zu arbeiten. In ersten Fall wird die Werkzeugplatte Operation für Operation gefertigt, um die generelle Vorgehensweise der Arbeitsumgebung zu vermitteln.

Voraussetzungen: CATIA Workbench Prismatic Machining

Ziel: Das oben abgebildete Bauteil soll offline programmiert werden.

Startdokument: [Setup Werkzeugplatte.CATProduct](#)

Zieldokument: [Setup Werkzeugplatte.CATProcess](#)

- Laden Sie das Startmodell:

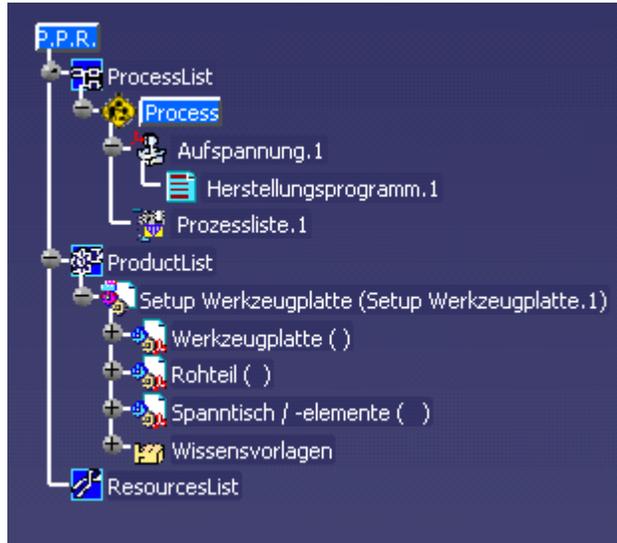
[Setup Werkzeugplatte.CATProduct](#)

Dieses Produkt enthält alle benötigten Einzelteile wie Werkzeugplatte, Rohteil, Spanntisch und Spannelemente.

2 Bohr- und Fräsbearbeitung

- Wechseln Sie in die Arbeitsumgebung (Workbench) Prismatic Machining

Bild 2.51: Strukturbaum



Damit wird ein neuer CATProcess geöffnet, und das zu dem Zeitpunkt geladene Produkt in die ProductList eingebettet.

Über *Datei > Neu > Process* ist es ebenfalls möglich, eine neue CATProcess-Datei zu erzeugen. Jedoch muss dann in der Aufspannung das zu bearbeitende CATPart oder CATProduct über das Icon Produkt oder Teil in der Aufspannung neu zugewiesen werden.

Bild 2.52: Dialogfenster Datei Neu



2.3.1 Definition der Aufspannung (Werkzeugplatte)



Aufspannung

In der Aufspannung werden nun wie in Kapitel 2.2.3 beschrieben folgende Einstellungen vorgenommen:



Das *Referenzachsensystem* kann beliebig ausgerichtet werden (siehe Kapitel 2.2.3).



Das *Dokument* (CATPart oder CATProduct) mit der zu bearbeitenden Bauteilgeometrie (standardmäßig definiert)



Zur späteren Durchführung einer Materialabtragssimulation muss hier die Fertigteilgeometrie zugeordnet werden ([hier: Werkzeugplatte\Hauptkörper *](#)).



Auch das Rohteil für eine Materialabtragssimulation wird hier zugeordnet ([hier: Werkzeugplatte\Rohteil\Hauptkörper *](#)).



Ggf. können hier vorhandene Geometrien der Spannvorrichtungen für die Simulation ausgewählt werden (in diesem Beispiel zur Vereinfachung nicht verwendet).



Die hier ausgewählte Sicherheitsebene wird bei den Zustell- und Rückzugsmakros berücksichtigt

([hier: Werkzeugplatte\Rohteil\Hilfselemente\Sicherheitsebene *](#))

* werden im Kontext zwischen Dialogfenster und der Arbeitsumgebung ausgewählt

- Im Maschineneditor wird eine 3-Achsmaschine ausgewählt.
- Im Register Numerische Steuerung werden der Postprozessor und die Postprozessor-Worttabelle definiert.



Maschineneditor

Numerische Steuerung	Werkzeugwechsel	Spindel
Post Processing	MAHOMH600C_PHI432.PPPAR	
Postprozessor-Worttabelle	CPOST_MILL.pptable	
Ausgabety	ISO	

Bild 2.53: Einstellung zur numerischen Steuerung

Hier gilt es nochmals zu erwähnen, dass die Einstellungen im Maschineneditor und die Einstellung zur numerischen Steuerung restriktiv sind. In diesen Anwendungsbeispielen werden die individuell erstellten Postprozessoren des Maschinenparks der FH Trier verwendet.

2.3.2 Erzeugung einer Planfräsoperation



Werkzeugwechsel:
Planfräser

- Selektieren Sie im Strukturbaum das *Herstellungsprogramm.1* und danach das Untermenü des Icons Werkzeugwechsel aus der Symbolleiste Hilfsoperationen und fügen einen Werkzeugwechsel wie in Kapitel 2.2.8 beschrieben mit einem *Planfräser* ein. Die Parameter des Werkzeuges und der Aufnahme können wieder benutzerdefiniert geändert werden.
- Selektieren Sie nun im Strukturbaum den *Werkzeugwechsel* und danach das Icon *Planfräsen*.



Planfräsoperation

Eine Planfräsoperation wird nun automatisch dem Werkzeugwechsel zugeordnet, und es öffnet sich das Register Geometrische Komponenten.

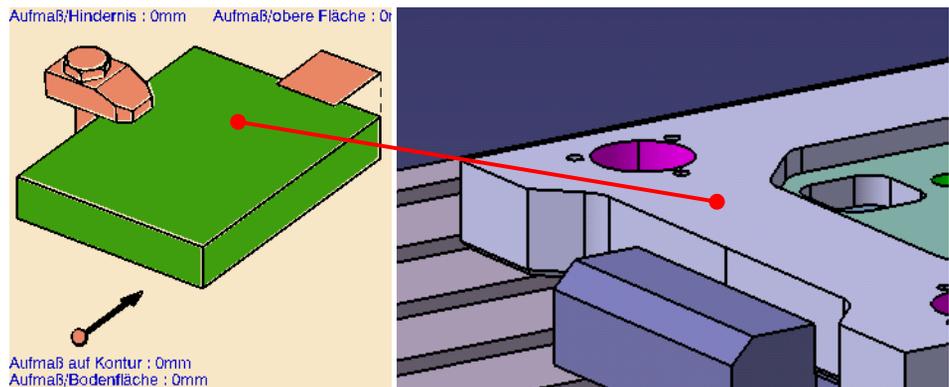
Es ist auch möglich, eine Operation sofort ins Herstellungsprogramm einzufügen und im Register Werkzeugdaten die Werkzeugparameter zu bearbeiten. Damit wird ein ggf. erforderlicher Werkzeugwechsel automatisiert vor der Operation im Strukturbaum eingefügt.

Im Register Geometrische Komponenten wird nun im Kontext zwischen Dialogfenster und Benutzeroberfläche die Geometrie zugewiesen. Im folgenden Beispiel wird die obere Fläche der WKZ-Platte im Kontext zwischen Dialogfenster und Arbeitsumgebung der repräsentativen Geometrie zugewiesen.

Werden Aufmaße vergeben (z. B. Aufmaß zum Schleifen oder für eine Nachbearbeitung), verlaufen die Werkzeugbahnen später automatisch mit dem hier angegebenen Abstand über der eigentlichen geometrischen Komponente.



Bild 2.54: Geometrische
Komponenten



2.3 Anwendungsbeispiel 1: Werkzeugplatte

Im Register Bearbeitungsstrategie können nun wie in Kapitel 2.2.6.1 beschrieben alle wichtigen benutzerdefinierten Parameter, wie z.B.:

- Strategie
- Schnitttrichtung
- Toleranz
- Bahnabstand
- Schnitttiefe
- usw.

festgelegt werden.

Wie in Kapitel 2.2.6.1 beschrieben, sind viele Parametereinstellungen mit einem Fragezeichen versehen. Durch die Auswahl des Fragezeichens erscheint eine erläuternde Grafik wie in Bild 2.56 dargestellt.

In dem hier vorliegenden ersten Anwendungsbeispiel werden zur Vereinfachung zunächst die Standardeinstellungen in den Dialogen übernommen.



Bild 2.55: Bearbeitungsstrategie

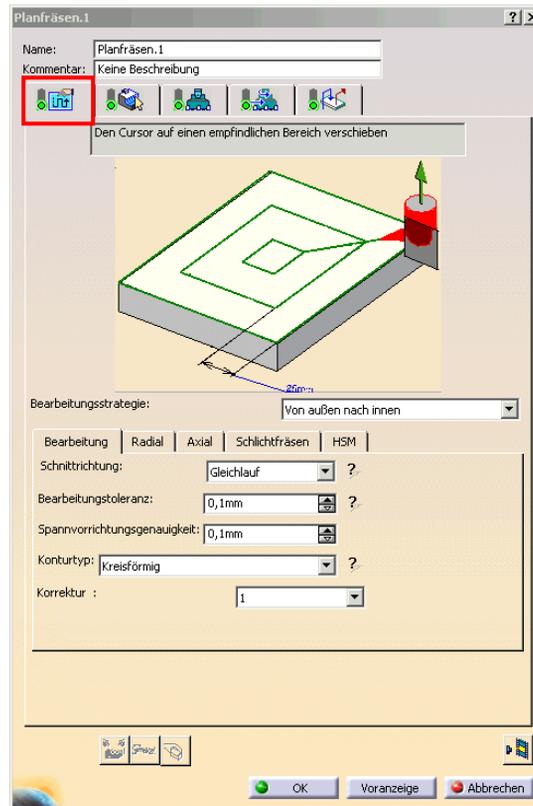


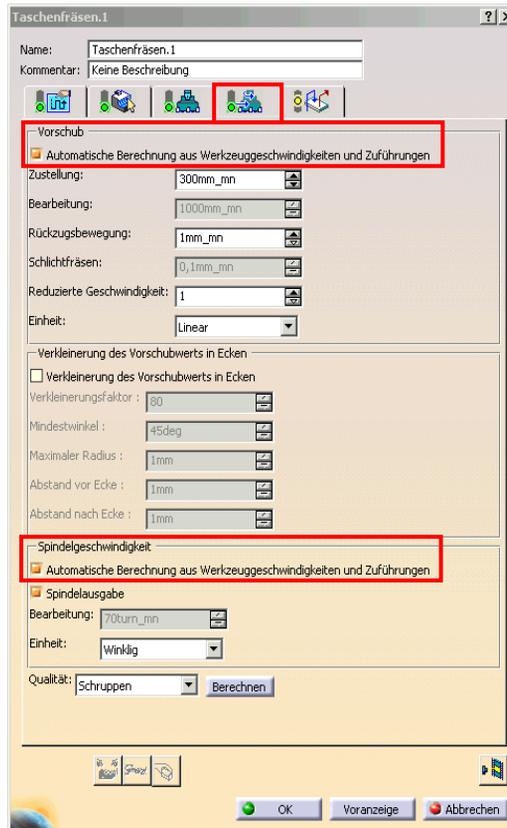
Bild 2.56: Beispielhafte Erläuterung des GegenlaufräSENS

2 Bohr- und Fräsbearbeitung



Bild 2.57: Werkzeuggeschwindigkeiten

Im Register Werkzeuggeschwindigkeiten werden die Vorschubwerte und Drehzahlen festgelegt.



Durch die Anwahl von „Automatische Berechnung aus Werkzeuggeschwindigkeiten und Zuführungen“ können die Vorschubwerte automatisch errechnet werden.

Dies geschieht jedoch nur, wenn im Register Werkzeugdaten, wie in Kapitel 2.2.6.3 oder Kapitel 2.2.9.1 aufgezeigt, die Schnittwerte festgelegt worden sind.

Da die Schnittwerte jedoch sehr von Material, Maschine und Werkzeug abhängig sind, werden in unserem Beispiel zur Vereinfachung die Standardeinstellungen des Dialogs übernommen.

Wichtig zu erwähnen ist lediglich, dass der Anwender die Möglichkeit hat, die maschinen- und material-spezifischen Werkzeuggeschwindigkeiten im Vorfeld bei der Werkzeugdefinition oder diese in dem

Register Werkzeuggeschwindigkeiten festzulegen. Werden die Werkzeuge verwaltet wie in Kapitel 2.2.11 beschrieben und sofort mit Schnittdaten, Vorschubwerten und Drehzahlen definiert, ist das sicherlich die effizienteste Art der Werkzeugverwaltung und Schnittdatenberechnung. Von Drittanbietern (z.B. TDM Systems, DATOS) werden weiterhin professionelle Werkzeugverwaltungssysteme mit Schnittstellen zu CATIA V5 angeboten.

Da die Verwaltung der Werkzeuge sehr anwenderspezifisch ist, wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen.

2.3 Anwendungsbeispiel 1: Werkzeugplatte

Im Register Makrodefinition werden wie in Kapitel 2.2.6.5 dargelegt alle nicht auf die Geometrie bezogenen Werkzeugbewegungen definiert, wie z. B. Zustellungs- und Rückzugsbewegungen.

Dem Anwender stehen vordefinierte Makros zur Verfügung. Es können aber auch benutzerdefinierte Makros erzeugt und in Katalogen zur Wiederverwendung gespeichert werden.

Bei der Makrodefinition können Sie den gewünschten Makrotyp (Zustellung, Rückzugsbewegung etc.) aktivieren oder inaktivieren.

Aus dem Pull-down-Menü können auch vordefinierte Makros ausgewählt werden.

Bei der Definition der Werkzeugbewegungen in den Makros steht eine Vielzahl von Strategien zur Verfügung, die beliebig aneinandergereiht werden können.

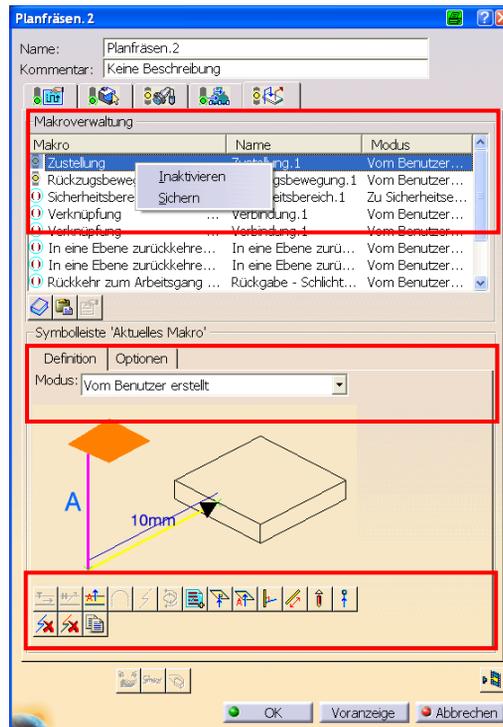


Bild 258: Makrodefinition

Die Einstellung der Makrodaten ist sehr wichtig. Es darf z.B. mit einem Fräswerkzeug, das keine Schneiden an der Stirnseite besitzt, niemals in Achsrichtung in ein Bauteil eingetaucht werden. Bei der Bearbeitung von Hinterschneidungen darf die Rückzugsbewegung nicht axial zur WKZ-Achse stattfinden, solange das Werkzeug sich im Eingriff befindet. Außerdem besteht die Gefahr, dass ein Werkzeug nach oder vor einem Werkzeugwechsel oder bei den Verbindungswegen zwischen den zu bearbeitenden Komponenten ungewünscht mit dem Bauteil in Kontakt kommen kann. Um dies zu vermeiden, können durch den Einsatz der Makros kollisionsfreie Werkzeugbewegungen realisiert werden.

2 Bohr- und Fräsbearbeitung

Bild 2.59:

Links: Zustellung

Bild 2.60:

Rechts: Rückzugsbewegung bei der Planfräsoperation

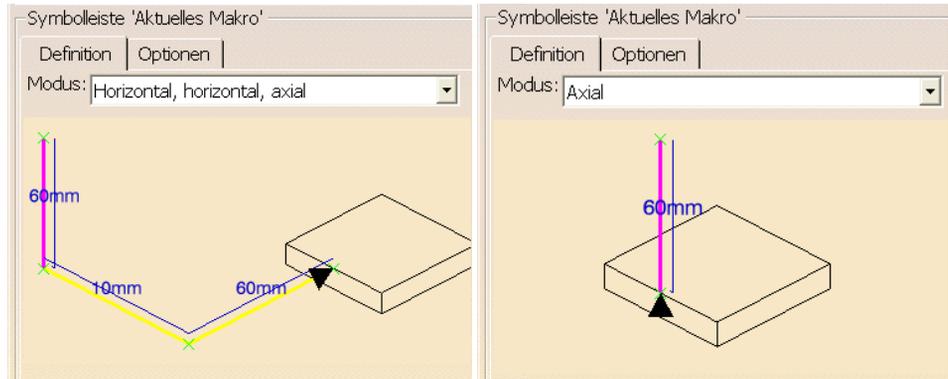


Bild 2.61: Kontextmenü Makrokomponenten



In unserem Falle werden ein Zustell- und ein Rückzugs-makro definiert. Über das Kontextmenü mit der rechten Maustaste können die Werkzeugbewegungen in den einzelnen Makros noch weiter bearbeitet werden. Sie können z. B. Vorschubwerte festlegen oder das Makro oder einzelne Komponenten daraus wieder löschen. Mit der rechten Maustaste oder einen Doppelklick können die gewünschten Makrokomponenten weiter bearbeitet werden.

Für die Zustellbewegung aus Bild 2.59 wurde ein vordefiniertes Makro „Horizontal, horizontal, axial“ mit einer axialen und zwei horizontalen Bewegung definiert.

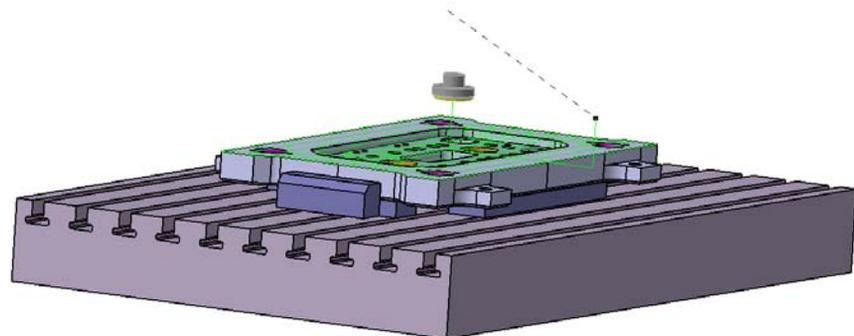
Für die Rückzugsbewegung aus Bild 2.60 wird ebenfalls ein vordefiniertes Makro „Axial“ verwendet.



Bild 2.62:

Werkzeugbahnwiedergabe der Planfräsoperation

Damit sind alle relevanten Parameter in den einzelnen Registern definiert, und durch die Anwahl von Werkzeugbahnwiedergabe kann die Werkzeugbahn berechnet und simuliert werden.



2.3.3 Erzeugung einer Taschenfräsoperation



Taschenfräsen

- Selektieren Sie im Strukturbaum die Operation *Planfräsen.1* und danach das Icon Werkzeugwechsel aus der Symbolleiste Hilfsoperationen und fügen wie in Kapitel 2.2.8 beschrieben einen Werkzeugwechsel mit einem *Schaftfräser* ein.

Die Parameter des Werkzeuges und der Aufnahme können wieder benutzerdefiniert geändert werden.

- Selektieren Sie im Strukturbaum den Werkzeugwechsel und danach das Icon *Taschenfräsen*.

Im Register Geometrische Komponenten wird nun im Kontext zwischen Dialogfenster und Benutzeroberfläche wieder die Geometrie zugewiesen. Im folgenden Beispiel werden die Grundfläche der Tasche und die obere Ebene zugewiesen.

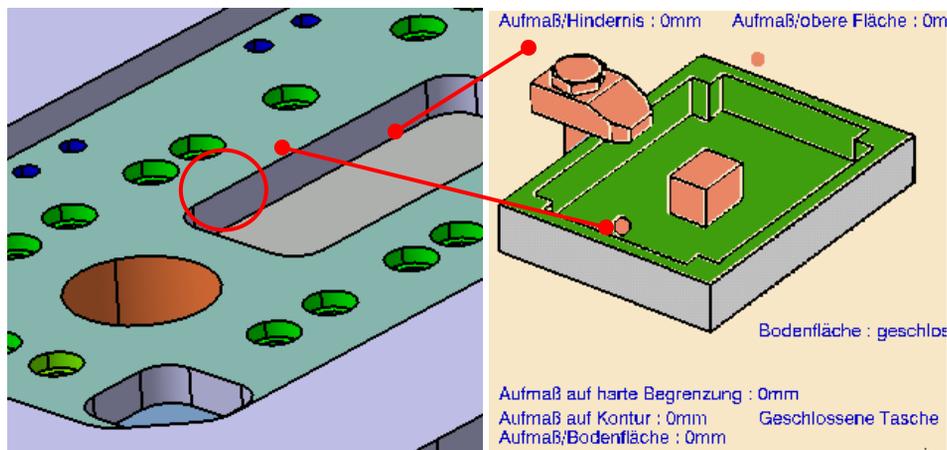


Bild 2.63: Geometrische Komponenten

Durch Anwählen des mittleren Quadrates mittels der rechten Maustaste erscheint ein Dialogfenster, in dem verschiedene Einstellungen vorgenommen werden können.

Im Auswahlménü wird nun „*Alle Inseln entfernen*“ angewählt. Dies führt dazu, dass die Bohrungen am Taschengrund nicht als Inseln ausgespart, sondern überfräst werden.

Bild 2.64: Kontextmenü Taschenfräsen

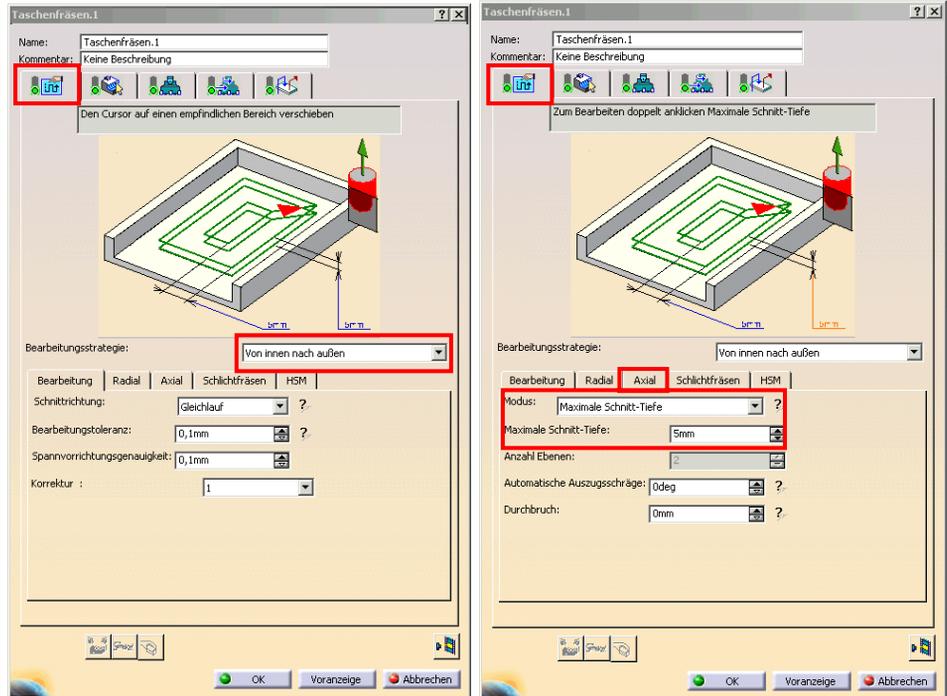
2 Bohr- und Fräsbearbeitung

Im Register Bearbeitungsstrategie werden nun folgende Einstellungen vorgenommen.

- Bearbeitungsstrategie: *Von innen nach außen*

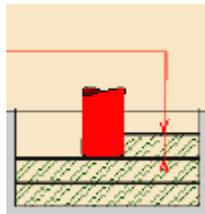


Bild 2.65:
Bearbeitungsstrategie



- Im Unterregister *Axial*:

Bild 2.66: Maximale
Schnitttiefe



Modus: *Maximale Schnitttiefe*
Maximale Schnitttiefe: 5 mm

Alle weiteren Standardeinstellungen werden übernommen oder können benutzerdefiniert geändert werden.

2.3 Anwendungsbeispiel 1: Werkzeugplatte

Bei der Definition der Makros werden die Zustellung und Rückzugsbewegung wie in Kapitel 2.3.2 beschrieben definiert.



Bild 2.67: Makrodefinition

In diesem Fall jedoch wird ein benutzerdefiniertes Makro erzeugt. Nach der Auswahl des Pull-down-Menüs „Modus:“ *Vom Benutzer erstellt* eröffnen sich weitere Möglichkeiten zur Makrodefinition.

Im vorliegenden Fall wird nun jeweils für das Zustell- und das Rückzugsmakro eine *Axiale Bewegung bis zu einer Ebene hinzufügen* ausgewählt:

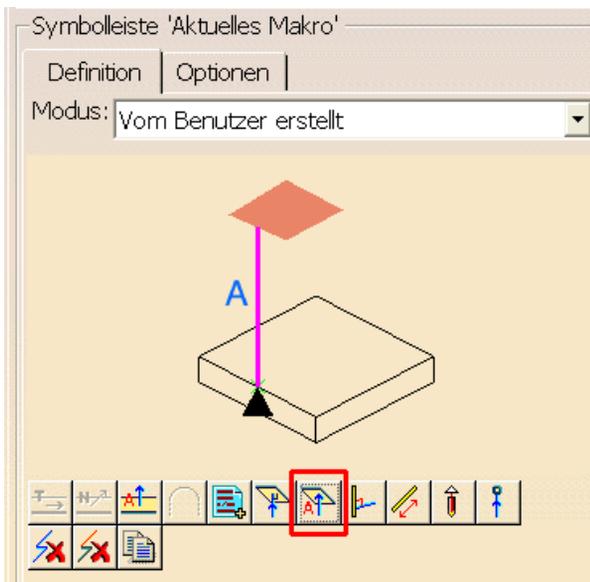


Bild 2.68: Erzeugung eines Benutzermakros

Da im Vorfeld in der Aufspannung eine Sicherheitsebene definiert wurde, finden die Zustellung und die Rückzugsbewegung nun automatisch bis zu dieser Ebene statt, andernfalls kann auch eine andere Ebene ausgewählt werden.

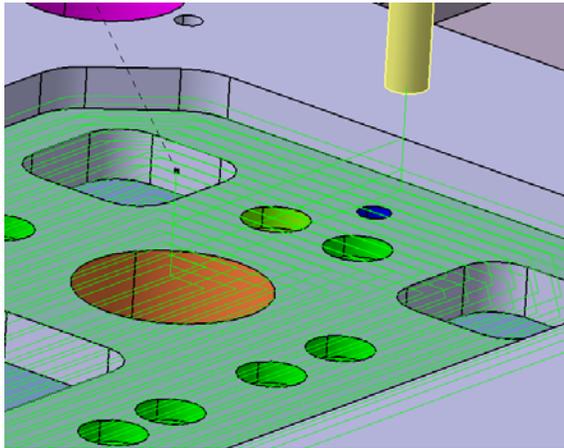
Ab CATIA V5 R13 ist das Register zur Definition von Makrodaten anders aufgebaut. Hier wird, abhängig von der jeweiligen Bearbeitungsoperation, eine Vielzahl von Makros angeboten, welche aktiviert oder inaktiviert werden können. Die Vorgehensweise zur Erstellung von Benutzermakros und vordefinierten Makros ist jedoch fast identisch und dürfte für den Anwender daher kein Problem darstellen.

2 Bohr- und Fräsbearbeitung



Bild 2.69: Werkzeugbahnwiedergabe

Durch die Anwahl von *Werkzeugbahnwiedergabe* kann die Werkzeugbahn nun berechnet und simuliert werden.



Bei der Werkzeugbahnwiedergabe besteht die Möglichkeit, den Farbmodus zu wechseln. Werkzeugbahnen können einfarbig oder in unterschiedlichen Farben, abhängig vom Vorschub in den Zustell-, Eilgang- oder Rückzugsbewegungen, dargestellt werden.

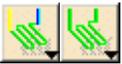
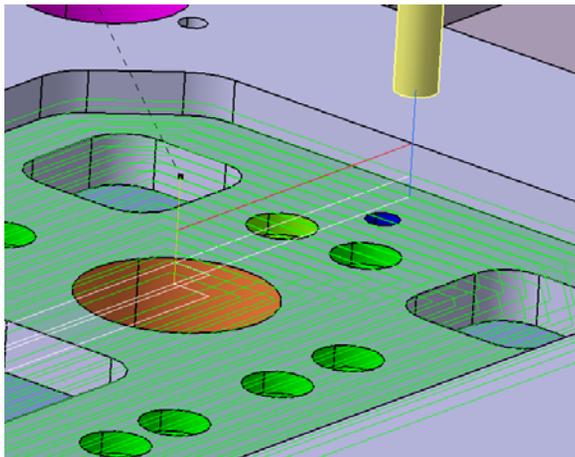


Bild 2.70: Farbmodus



Bei der Simulation mit unterschiedlichen Farben sind die im Bild farblich hervorgehobenen Makrobewegungen zu erkennen.

Man erkennt, dass die blaue Rückzugsbewegung und die gelbe Zustellbewegung jeweils von bzw. bis zur Sicherheitsebene verlaufen. Werkzeugbewegungen im Eilgang werden rot dargestellt.

2.3 Anwendungsbeispiel 1: Werkzeugplatte

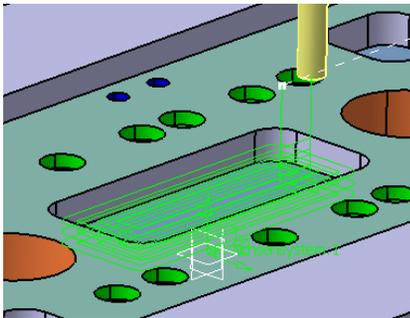
2.3.4 Wiederverwenden von bereits erzeugten Operationen

- Zur Erzeugung der nächsten Taschenfräsoperation wird die Operation *Taschenfräsen.1* im Strukturbaum kopiert (STRG-C) und an derselben Position wieder eingefügt (STRG-V).

Im Register Geometrische Komponenten wird das Icon *Zum Entfernen der angegebenen Geometrie in Bezug auf die aktuelle Registerseite angewählt*.

Nun besteht die Möglichkeit, eine neue Geometrie zuzuweisen. In unserem Falle wird die Geometrie der mittleren Tasche analog zum vorangegangenen Beispiel neu zugewiesen.

Alle anderen Parameter bleiben somit erhalten und müssen nicht mehr neu definiert werden.



Die mittlere Tasche kann nun wieder berechnet und simuliert werden.

Der Strukturbaum wird nun um die neu erzeugte Taschenfräsoperation erweitert.

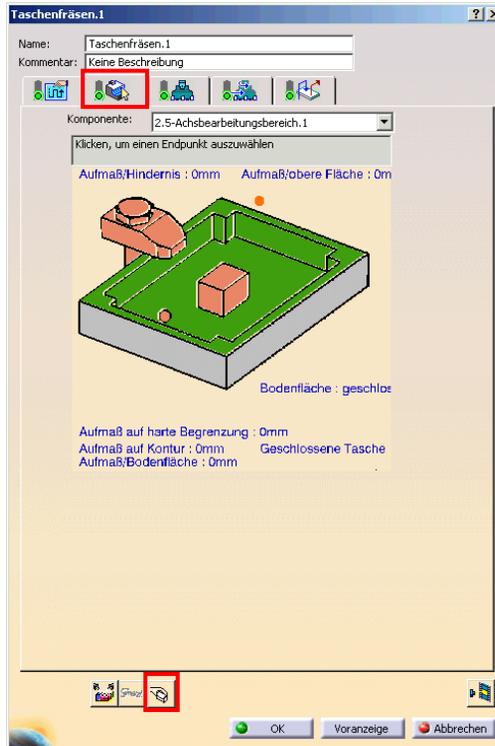


Bild 2.71: Geometrie entfernen



Bild 2.72: Werkzeugbahnwiedergabe



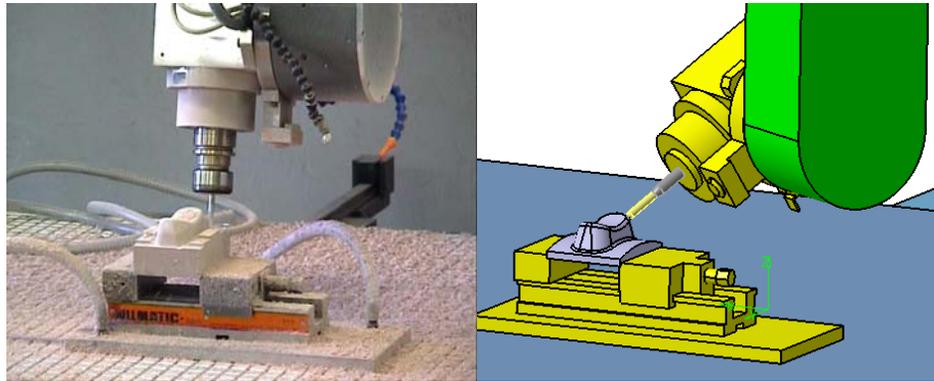
Bild 2.73: Strukturbaum

7 Maschinensimulation

7.1 Einführung

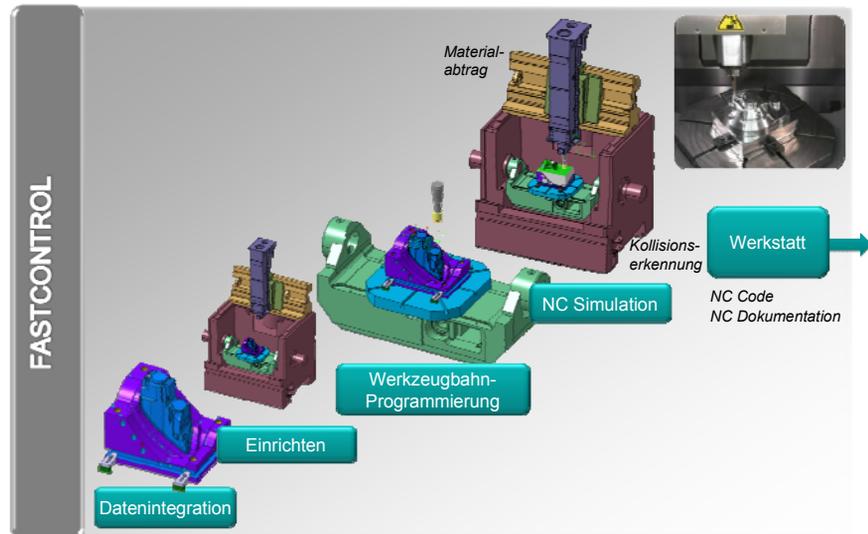
Unter dem Begriff einer Maschinensimulation ist ein integriertes Konzept zu verstehen, das den Fertigungsprozess eines Produktes im virtuellen Raum realitätsgetreu darstellt und über eine gekoppelte Simulation dessen gesamte Funktionalität abbildet. In CATIA V5 ist eine Simulation der Maschine in verschiedenen Stufen möglich, die in den folgenden Kapiteln näher erläutert werden.

Bild 7.1
Reelle und simulierte Fertigung (5-Achs-Fräsen)



Somit kann der gesamte Fertigungsprozess im CAE-System virtuell abgesichert werden (Erreichbarkeit, Fertigungszeiten, Kollisionskontrolle etc.). Damit werden Fehler vermieden und die Maschinenbelegungszeiten optimiert.

Bild 7.2
Virtuelle Fertigung und Simulation in CATIA V5 [CENIT AG]



7.2 Konventionelle Maschinensimulation:

7.2 Konventionelle Maschinensimulation:

In der Vergangenheit etablierten sich spezialisierte Simulationssysteme, die NC-Daten aus verschiedenen CAM-Systemen einlesen und in einem virtuellen Maschinenmodell simulieren.

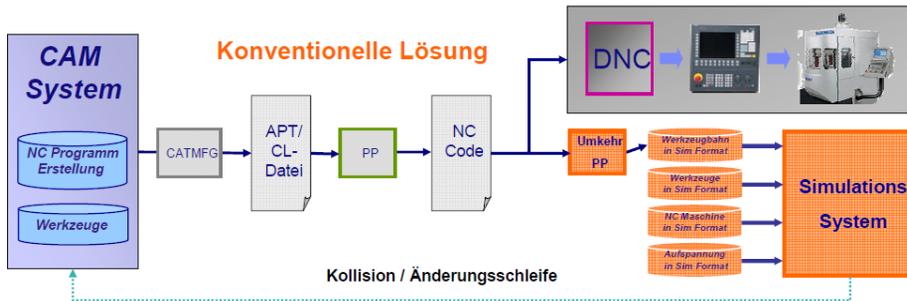


Bild 7.3
Konventionelle Maschinensimulation
[Dassault Systèmes]

Bei Änderungen muss die Simulationsumgebung immer wieder neu definiert werden.

7.3 Integrierte Maschinensimulation in CATIA V5

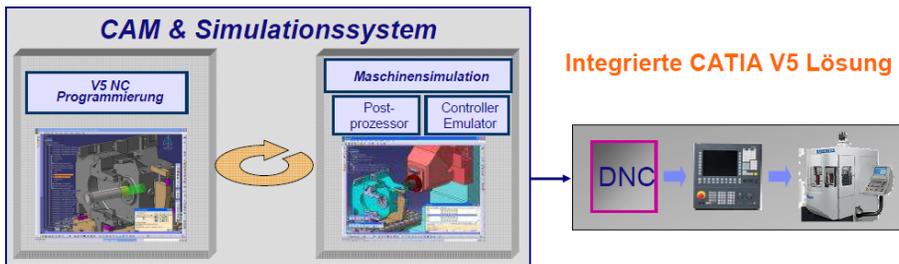


Bild 7.4
Integrierte Maschinensimulation in CATIA V5
[Dassault Systèmes]

Bei der integrierten Maschinensimulation in CATIA V5 steht bereits während der Offline-Programmierung das vollständige Maschinenmodell zur Verfügung. So kann z.B. bereits die Aufspannung, Bauteillage oder die Erreichbarkeit geprüft und statisch oder dynamisch simuliert werden. Bei Änderungen im Bearbeitungsprozess muss lediglich eine Aktualisierung der Berechnung durchgeführt werden.

7.3.1 Simulationsarten

Bei den in den Kapiteln 2.2.7.1 vorgestellten Grundfunktionalitäten zur Simulation der Werkzeugbahn oder der Materialabtragssimulation bei allen CATIA V5 Machining-Produkten wird lediglich das Werkzeug, ggf. mit Werkzeugaufnahme, simuliert und auf Kollision geprüft. Bei der in diesem Kapitel vorgestellten Maschinensimulation wird das gesamte Maschinenmodell der Werkzeugmaschine in der Simulation berücksichtigt. Je nach Anforderung sind verschiedene Simulationsstufen realisierbar:

7.3.1.1 Statische Maschinensimulation

Durch die Funktion „Erreichbarkeit prüfen“ aus dem Replay-Dialog heraus kann die Maschine an definierten Punkten positioniert werden. So ist eine (statische) Analyse verschiedener Bahnpunkte im Maschinenkontext möglich. Diese Option steht mit jedem CAM-Modul von CATIA V5 zur Verfügung und erfordert lediglich ein Ressourcenmodell der Maschine.

7.3.1.2 Dynamische Maschinensimulation

Diese Simulationemethode auf Basis der internen Verfahrenswege (inverse Kinematik) kann noch vor Fertigstellung des Gesamtprozesses zur schnellen Kontrolle von Einzeloperationen oder Programmsegmenten dienen. Da die Simulation nicht auf den finalen NC-Daten basiert, werden jedoch Berechnungslogiken des Postprozessors (1./2. Winkellösung, Bewegung auf Sicherheitsposition, automatisches Freidrehen etc.) noch nicht berücksichtigt. Hierfür ist neben dem Maschinenmodell auch das CATIA V5-Modul MSG (NC Machine Tool Simulation) erforderlich. Die zum Verfahren der Achsen erforderlichen Positions- und Koordinatenbestimmungen der Maschinenkinematik erfolgen *invers* von der Werkzeugspitze. Der Vorteil dieser ersten Stufe liegt darin, dass schnelle Simulationsdaten ohne externe Zusatzmodule realisierbar sind.

7.3.1.3 Dynamische, NC-Code-basierte Maschinensimulation

Zur Simulation wird der NC-Code über einen Postprozessor parallel zum APT-Code generiert (MIK-Simulation). Ein Steuerungsemulator oder sogar eine virtuelle Steuerungssoftware interpretiert das NC-Programm und liefert die Simulationswerte für die dynamische Simulation in CATIA V5. Zusätzlich zum Maschinenmodell und zu dem Modul MSG ist für diese Simulationemethode auch ein Steuerungsemulator (Controller Emulator) oder, in einer weiteren Ausbaustufe, die Integration einer virtuellen Steuerung (z.B. VNCK/Siemens oder VirtualTNC/Heidenhain) erforderlich.

7.3 Integrierte Maschinensimulation in CATIA V5

7.3.2 Softwarekomponenten

Je nach verwendeter Simulationsart aus Kapitel 7.3.1 werden verschiedene Ausbaustufen der CATIA V5-Softwarekonfiguration, -Zusatzsoftware und -Anpassungen vorausgesetzt:

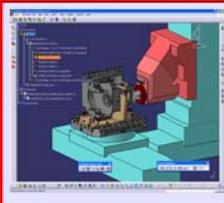
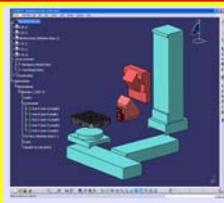
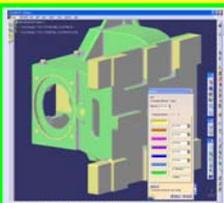
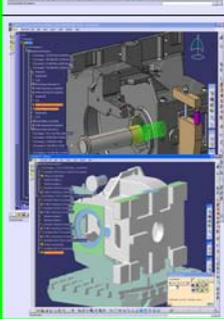
	<ul style="list-style-type: none"> ■ NC Machine Tool Simulation <ul style="list-style-type: none"> n Simulation der Maschinenbewegungen n Auf Basis von Werkzeugbahn oder: ISO Format  	Postprozessor	Maschinenmodell	Adapter	Virtuelle Maschinensteuerung
	<ul style="list-style-type: none"> ■ NC Machine Tool Builder <ul style="list-style-type: none"> n Modellierung der NC-Maschine mit Zusatzgeräten <ul style="list-style-type: none"> ■ Geometrie ■ Kinematik ■ Technologie  	Postprozessor	Maschinenmodell	Controller Emulator (CE)	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ NC Manufacturing Verification <ul style="list-style-type: none"> n Analyse und Überprüfung der bearbeiteten Teile  	Postprozessor	Maschinenmodell		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ NC Manufacturing Infrastructure <ul style="list-style-type: none"> n Wiedergabe der Werkzeugbahn n Materialabtragssimulation (Photo/Video) n Auf Basis von Werkzeugbahn oder ISO Format (mit MSG)  	Postprozessor	Maschinenmodell		

Bild 7.5

Softwarevoraussetzungen der Ausbaustufen:

Grün:
Dynamische Maschinensimulation

Gelb:
Dynamische, NC-Code basierte Simulation mit Controller Emulator

Rot:
Dynamische NC-Code basierte Simulation mit Integration einer virtuellen Steuerung

Sowohl der Controller Emulator (CE) als auch die Integration der virtuellen Maschinensteuerung (z.B. Siemens VTNC von Heidenhain Virtual TNC) werden von Drittanbietern angeboten, z.B. „fastCONTROL“ von der CENIT AG oder „NC Manufacturing Suite“ von ICAM.

7.4 Beispielszenario: Aufbau eines Maschinenmodells

Um die Leistungsfähigkeit und Funktionalität der Simulationsumgebung in CATIA V5 vorzustellen, wird in diesem Kapitel ein virtuelles Simulationsmodell einer 5-Achs-Portalfräsmaschine an der FH Trier aufgebaut und in Kapitel 7.5 angewendet. Die Maschine vom Typs ECO 516 Sprint der Firma Reichenbacher-Hamuel ist eine primär für die Holzbearbeitung ausgelegte Sonderanfertigung mit einer konventionellen Siemens 840D-Steuerung. Besonders bei der Mehrachsbearbeitung ist eine virtuelle Absicherung unerlässlich, um Kollisionen bereits während der Offline-Programmierung zu erkennen.

Bild 7.6

Links:
Maschinenkinematik
(Zwei Rundachsen im
Kopf) [4]
Rechts:
Virtuelles Maschinenmo-
dell der 5-Achs-
Fräsmaschine

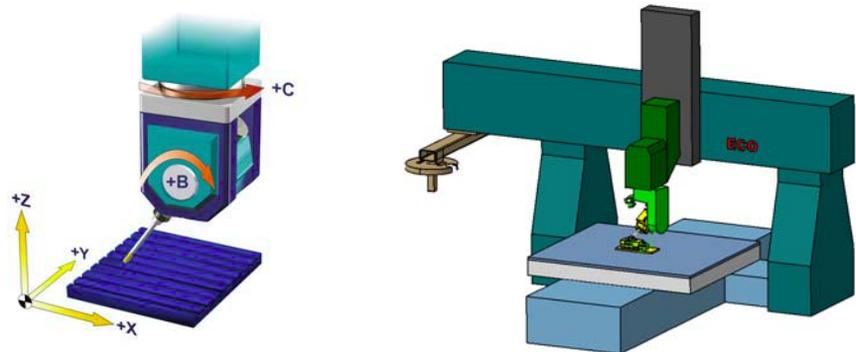


Bild 7.7

Reale Fräsmaschine

