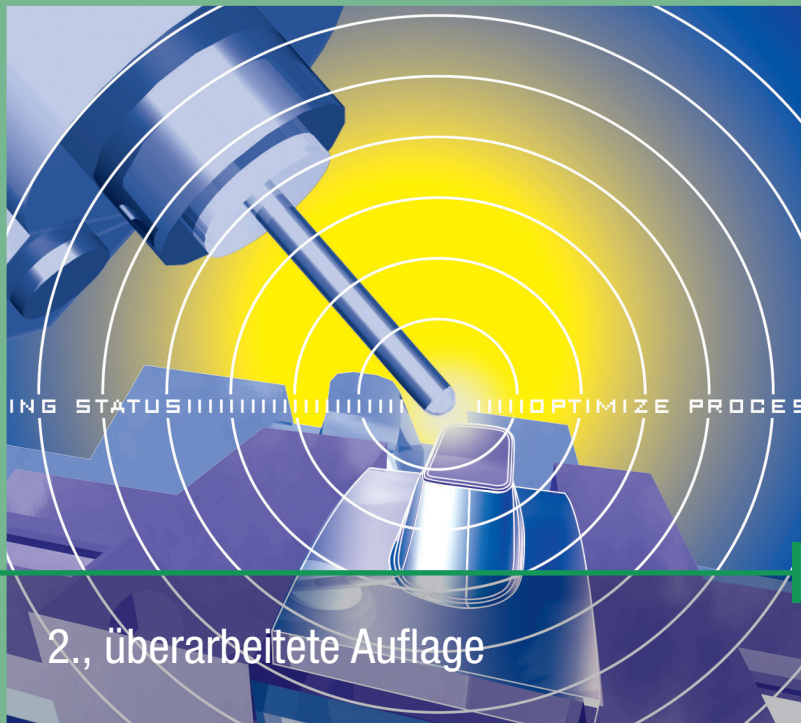


Michael Hoffmann

Mit
Ausblick
auf V6

CAD/CAM mit CATIA V5

NC-Programmierung, Postprocessing, Simulation



2., überarbeitete Auflage

EDITION
CAD.DE

HANSER

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	10
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung.....	12
1.1 CAD/NC-Kopplung.....	12
1.2 Assoziative Datenbasis	13
1.3 Fertigungslösungen in CATIA V5	14
2 Bohr- und Fräsbearbeitung	16
2.1 Einführung	16
2.1.1 Vorteile von CATIA V5 NC Manufacturing.....	17
2.1.2 Verfahren	19
2.1.3 Konfigurationen und Plattformen im Bereich NC Manufacturing.....	21
2.1.4 Aufrufen einer Workbench.....	22
2.1.5 Auswahl der Workbenches	22
2.2 User Interface.....	23
2.2.1 Beschreibung des Strukturbaumes.....	24
2.2.2 Definition eines Rohteiles	25
2.2.3 Definition einer Aufspannung	26
2.2.4 Bearbeitungsoperationen	29
2.2.5 Bearbeitungsoperationen im Überblick.....	30
2.2.6 Einstellungen in den Bearbeitungsoperationen	34
2.2.7 Berechnung und Simulation der Werkzeugbahnen.....	40
2.2.8 Erzeugung eines Werkzeugwechsels	44
2.2.9 Einstellungen im Werkzeugwechsel	45
2.2.10 Automatische Generierung eines Werkzeugwechsels	48
2.2.11 Erzeugung eines Werkzeugkataloges	49
2.2.12 Programmausgabe.....	50
2.3 Anwendungsbeispiel 1: Werkzeugplatte	53
2.3.1 Definition der Aufspannung (Werkzeugplatte).....	55
2.3.2 Erzeugung einer Planfräsoperation	56
2.3.3 Erzeugung einer Taschenfräsoperation.....	61
2.3.4 Wiederverwenden von bereits erzeugten Operationen	65
2.3.5 Kopierumsetzung von bereits erzeugten Operationen	67

2.3.6	Operator COPY auf Operationen anwenden.....	68
2.3.7	Erzeugung einer Anbohroperation.....	70
2.3.8	Erzeugung einer Bohroperation.....	74
2.3.9	Erzeugung einer Planeinsenkoperation.....	77
2.3.10	Erzeugung einer Zirkularfräsoperation.....	78
2.3.11	Erzeugung einer Profilkonturoperation.....	80
2.3.12	Vorarbeit für die 2,5-Achsbearbeitung (PMA).....	84
2.3.13	Erzeugung eines Bearbeitungsprozesses.....	89
2.3.14	Integration von erprobtem Fertigungswissen.....	104
2.4	Anwendungsbeispiel 2: Tasche mit Durchbruch.....	111
2.4.1	Erzeugung eines 2,5-D-Nachbearbeitungsbereiches.....	112
2.4.2	Weitere Möglichkeiten zur Bereichsauswahl.....	116
2.4.3	Kollisionsbetrachtung innerhalb des Bauteils und des Werkzeuges.....	117
2.5	Anwendungsbeispiel 3: Schmiedegesenk.....	121
2.5.1	Definition der Aufspannung.....	123
2.5.2	Erzeugung einer Schruppoperation.....	124
2.5.3	Erzeugung einer Kopierfräsoperation.....	125
2.5.4	Erzeugung eines Neigungsbereiches.....	128
2.5.5	Erzeugung eines Nachbearbeitungsbereiches.....	136
2.6	Anwendungsbeispiel 4: Elektrode für Schmiedegesenk.....	141
2.6.1	Erzeugung einer Kopierschruppoperation.....	143
2.6.2	Erzeugung eines Neigungsbereiches.....	145
2.7	Anwendungsbeispiel 5: Mehrachsbearbeitung.....	147
2.7.1	Definition der Aufspannung.....	148
2.7.2	Bearbeitungsoperationen im Bereich der 5-Achsbearbeitung.....	149
2.7.3	Stellung der Werkzeugachsen.....	150
2.7.4	Erzeugung einer Schruppoperation.....	154
2.7.5	Erzeugung einer 5-Achs-Kopierfräsoperation.....	155
2.7.6	Erzeugung einer isoparametrischen Bearbeitung.....	159
2.7.7	Erzeugung einer 5-Achs-Flankenfräsoperation.....	163
2.7.8	Wiederverwenden von Operationen.....	165
2.7.9	Erzeugung einer 5-Achs-Konturfräsoperation.....	167
2.7.10	Konturgeführtes 5-Achs-Flächenfräsen.....	170
3	Drehbearbeitung.....	174

3.1	Einführung	175
3.2	CATIA V5 <i>Lathe Machining</i>	176
3.3	CATIA Multi-Slide Lathe Machining	177
3.4	User Interface	177
3.4.1	Arbeitsumgebung starten	177
3.4.2	Voreinstellungen	178
3.4.3	Symbolleisten	179
3.4.4	Aufspannung definieren	182
3.4.5	Bearbeitungsoperationen und Register	186
3.5	Rohteilerstellung	195
3.6	Schruppbearbeitung	197
3.6.1	Schruppdrehen	197
3.6.2	Schruppdrehen mit Rampe (Ansteigende Schruppoperation)	207
3.6.3	Einstechdrehen (Schruppen)	208
3.6.4	Stechdrehen (Einstechdrehoperation)	210
3.6.5	Einstechdrehen mit Rampe (Ansteigende Aussparungsoperation) ..	211
3.7	Schlichtoperationen	212
3.7.1	Konturdrehen (Profilschlichtoperation)	212
3.7.2	Einstichschichten	219
3.8	Gewindeschneiden	221
3.8.1	Außengewindeschneiden (Ausrichtung: außen)	222
3.8.2	Innengewindedrehen (Ausrichtung: Innen)	228
3.9	Ausrichtungsstrategien - Beispiele	229
3.9.1	Anwendungsbeispiel Schruppen: Innendrehen	229
3.9.2	Anwendungsbeispiel: Einstechen einer Innennut	234
3.9.3	Sonstige Ausrichtungen	238
3.10	Drehen in Einzelschritten	242
3.10.1	Funktion: <i>GO/Go to a point</i>	243
3.10.2	Funktion: <i>GO-Delta</i>	245
3.10.3	Funktion: <i>GO IndirV</i>	246
3.10.4	Funktion: <i>GO-Follow</i>	247
3.10.5	Postprozessoranweisungen <i>PP Word</i>	248
3.10.6	Strategieregister	248
3.11	Axiale Bearbeitungsoperationen	250

3.12	Anwendungsbeispiel: Durchgängiger Prozess	250
4	Drahterodieren	270
4.1	Verfahren	270
4.2	Anwendungsgebiete.....	270
4.3	Produktüberblick: CATIA-Drahterodiermodul fast4AXES	271
4.4	Arbeitsumgebung starten.....	273
4.5	Funktionen und Symbolleisten	273
4.6	Voreinstellungen	276
4.7	Anwendungsbeispiel 1: Profilkontur ohne Konus.....	277
4.7.1	Vorbereitungen	278
4.7.2	Definition der Aufspannung	279
4.7.3	Profilkonturoperation (ohne Konus)	279
4.7.4	Berechnung und Simulation der Werkzeugbahn	288
4.7.5	NC-Code generieren (Postprozessorlauf)	289
4.7.6	Fertigung.....	291
4.8	Anwendungsbeispiel 2: Profilkontur mit und ohne Konus.....	292
4.8.1	Vorbereitungen	293
4.8.2	Definition der Aufspannung	294
4.8.3	Profilkonturoperationen ohne Konus (Verzahnung).....	294
4.8.4	Profilkonturoperationen mit Konus (Abstechmeißel):.....	297
4.8.5	Positionieren zum nächsten Einfädelpunkt.....	300
4.8.6	Profilkontur-Operationen mit Konus (Rundmeißel).....	301
4.8.7	Berechnung und Simulation der Werkzeugbahn	303
4.8.8	NC-Code generieren (Postprozessorlauf)	304
4.8.9	Fertigung.....	305
4.9	Anwendungsbeispiel 3: Design Feature	306
4.9.1	Vorbereitungen	306
4.9.2	Erzeugen des Design Features.....	307
4.9.3	Definition der Aufspannung	308
4.9.4	Profilkonturoperation mit Design Feature	309
4.9.5	Berechnung und Simulation der Werkzeugbahn	309
4.10	Anwendungsbeispiel 4: Kopierumsetzung	310
4.10.1	Vorbereitungen	310
4.10.2	Kopierumsetzung als Verschiebung in Y-Richtung	310

4.10.3	Berechnung und Simulation der Werkzeugbahn.....	311
4.11	Anwendungsbeispiel 5: Szenario Geometrieänderung.....	312
4.11.1	Vorbereitungen.....	312
4.11.2	Geometrieänderung	312
4.11.3	Aktualisierung und Simulation der Werkzeugbahn:.....	314
5	Wasserstrahlschneiden	316
5.1	Verfahren.....	316
5.2	Anwendungsgebiete.....	316
5.3	Wasserstrahlschneiden in CATIA V5.....	317
5.3.1	Das Produkt fastTRIM.....	317
5.3.2	Verwendung von CATIA V5 Manufacturing und cPost.....	318
5.4	Anwendungsbeispiel 1: Konturschneiden Schrift.....	318
5.4.1	Geometrieerstellung.....	319
5.4.2	Vorbereitungen.....	320
5.4.3	Definition der Aufspannung.....	321
5.4.4	Erzeugung einer Profilmbearbeitung.....	321
5.4.5	Technologiedaten	324
5.4.6	Makroeinstellungen	324
5.4.7	Berechnung und Simulation der Werkzeugbahn:.....	325
5.4.8	NC-Code generieren (Postprozessorlauf):	326
5.4.9	Fertigung:.....	328
6	Postprocessing.....	329
6.1	Definition.....	329
6.2	Postprozessortypen.....	330
6.2.1	Individuelle Einzellösung.....	330
6.2.2	Generalisierter Postprozessor	330
6.2.3	Postprozessorgenerator	330
6.3	CATIA V5-Integration	331
6.3.1	Voreinstellungen	331
6.4	Das Produkt fastPOST.....	331
6.4.1	fastPOST Runtime	332
6.4.2	fastPOST Builder	333
7	Maschinensimulation	349
7.1	Einführung	349

7.2	Konventionelle Maschinensimulation:.....	350
7.3	Integrierte Maschinensimulation in CATIA V5.....	350
7.3.1	Simulationsarten.....	351
7.3.2	Softwarekomponenten.....	352
7.4	Beispielszenario: Aufbau eines Maschinenmodells.....	353
7.4.1	Benötigte Softwarekomponenten.....	354
7.4.2	Geometrieaufnahme und Datenerfassung.....	355
7.4.3	Konstruktionsphase.....	356
7.4.4	Kinematikdefinitionen.....	359
7.4.5	Inverse Kinematik.....	364
7.4.6	Werkstückaufnahme.....	368
7.4.7	Simulationsvorbereitungen.....	371
7.4.8	Prozessvorlage.....	372
7.5	Simulationsbetrachtung.....	373
7.5.1	Simulationsumgebung laden.....	374
7.5.2	Werkstück in Maschinenmodell einrichten.....	374
7.5.3	Dynamische Maschinensimulation.....	375
7.5.4	Dynamische, NC-Code-basierte Maschinensimulation.....	377
7.5.5	Kollisionsbetrachtung.....	381
7.5.6	Kollisionsbetrachtung definieren.....	381
7.5.7	Erreichbarkeitsprüfung der Achsen.....	386
7.5.8	Abstands- und Bandanalysen.....	387
7.5.9	Datenausgaben Display und Sensor.....	388
7.5.10	Erzeugung von Übergangsbahnen.....	389
8	NC-Dokumentation.....	390
8.1	Definition.....	390
8.2	Automatisierung über ein Postprozessormakro.....	390
8.3	Automatisierung über ein Makro in CATIA V5.....	390
8.3.1	Einfügen von Grafiken in die HTML-Dokumentation.....	391
8.3.2	NC-Dokumentation generieren.....	391
8.3.3	Anpassungen des Makros.....	392
9	STL Rapid Prototyping.....	395
9.1	Definition und Verfahren.....	395
9.2	Datenfluss beim Rapid Prototyping.....	396

9.3	Datenformat STL.....	397
9.3.1	STL-Generierung in CATIA V5	397
9.4	Datenaufbereitung und Fertigung (Stereolithografie)	402
10	PLM 2.0 und V6.....	403
10.1	PLM 2.0.....	403
10.2	V6-Plattform.....	403
10.3	V6 Machining-Produkte.....	405
10.4	ENOVIA 3DLive.....	406
10.5	Benutzeroberfläche	408
10.6	Anwendungsbeispiel: Fräsbearbeitung in V6.....	409
11	Quellenverzeichnis.....	413
12	Stichwortverzeichnis.....	414

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.

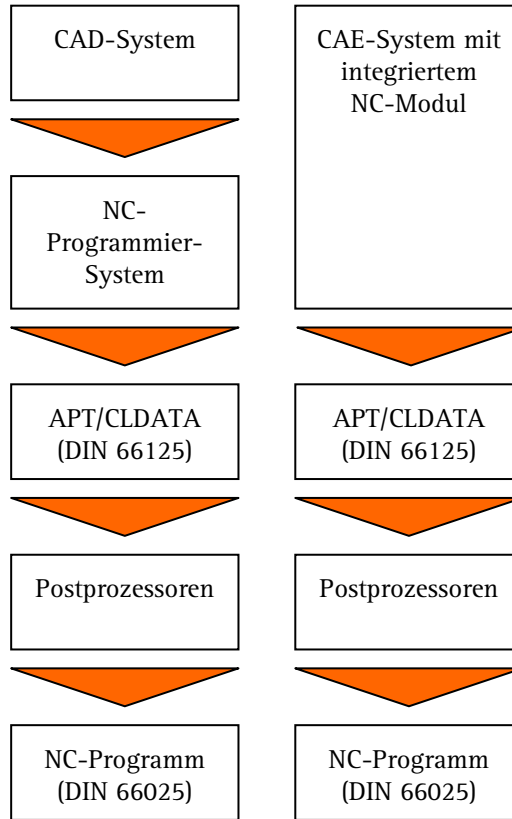


Bild 1.1: Modelle der CAD/NC-Kopplung

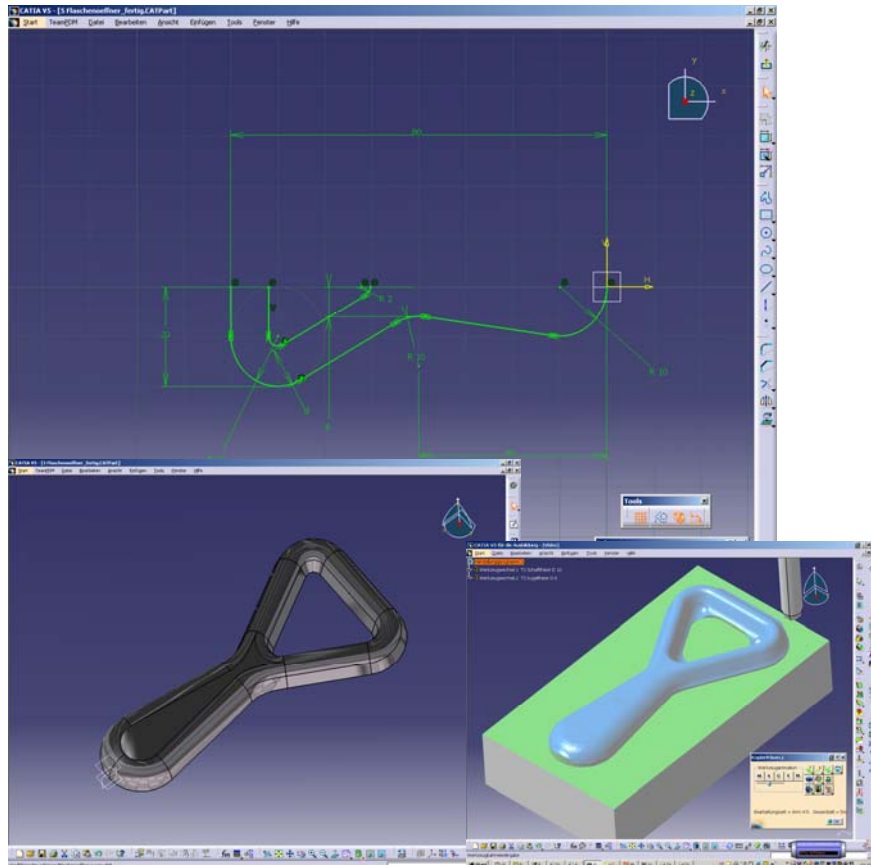
1 Einleitung

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, Verfahrenweisungen) 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.

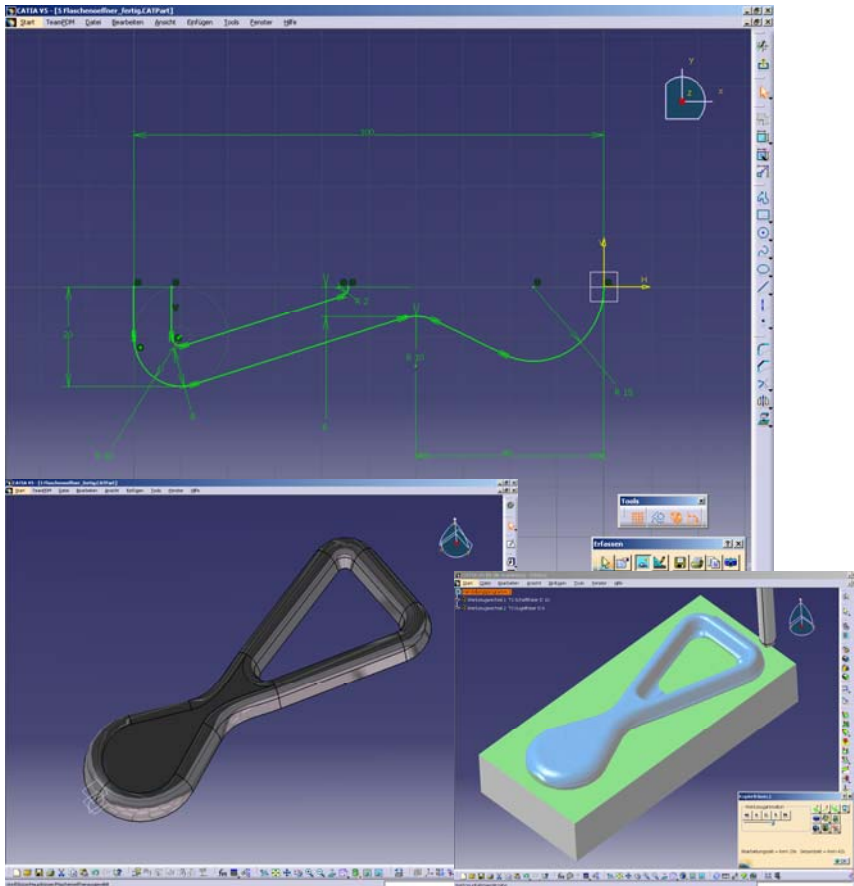


Bild 1.3: Automatisierte Änderung bis zum NC-Programm

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

© Vorteile der CATIA V5
NC-Bohr- und Fräsbear-
beitung

2.1.1 Vorteile von CATIA V5 NC Manufacturing

Höchste Produktivität bei der Teileprogrammierung

Mit leistungsfähigen Bearbeitungsstrategien deckt *CATIA NC Manufacturing* die komplette Bearbeitungsfolge vom Schrappen bis zum Schlichten ab. Optimierte Algorithmen erlauben eine schnelle Berechnung der Werkzeugbahnen. Durch die integrierte Materialabtragssimulation und die Visualisierung des Restmaterials bis zur realistischen Maschinensimulation auf der Basis von ISO-Code am Bildschirm wird die Prozesssicherheit erhöht, und die Testaufwände werden an den NC-Maschinen deutlich reduziert. Diese realistische virtuelle Simulation ermöglicht NC-Programmierern, frühzeitig im Entwicklungsprozess sicherzustellen, dass die Teile auf Anhieb richtig und kollisionsfrei gefertigt werden. [3]

Effektive Änderungsverwaltung

Ein hohes Maß an Assoziativität zwischen Produktentwicklung, Fertigungsprozessen und Ressourcen sorgt für eine bestmögliche Unterstützung von konstruktiven Änderungen, Teilevarianten und Teilefamilien sowie von parallelen Entwicklungsabläufen (Concurrent Engineering). Die Folge sind kürzere Durchlaufzeiten und deutlich niedrigere Entwicklungskosten. [3]

Automatisierung und Standardisierung auf höchstem Niveau

Die durchgängige Integration von *CATIA Knowledgeware-Funktionen* in NC-Anwendungen ermöglicht das Erfassen und Wiederverwerten von erprobtem Fertigungswissen. Daraus resultiert eine deutliche Steigerung von Produktivität und Prozesssicherheit. [3]

Optimierte Werkzeugbahnen und kürzere Bearbeitungszeiten

Ein umfassendes Spektrum flexibler Bearbeitungsoperationen wie Fräsen in Höhengschnitten, Spiralfräsen und 5-Achs-Konturfräsen sowie die Unterstützung von HSM (High Speed Machining) ermöglichen die Erstellung technologisch optimierter NC-Programme und die Minimierung von Maschinenlaufzeiten. [3]

Einfache Erlern- und Bedienbarkeit

Eine intuitiv bedienbare Benutzeroberfläche vereinfacht den Einstieg und das Arbeiten mit CATIA *NC Manufacturing*. Sehr schnell erlernen die Benutzer die effektive Nutzung aller Funktionen der Software – das Arbeiten mit der NC-Software von CATIA V5 wird so zum Erlebnis. [3]

Geringer Aufwand in Ausbildung und Administration

CATIA V5 *NC Manufacturing* vereint die vielfältigsten Anwendungen (vom Drehen bis zum 5-Achs-Fräsen) in einem einzigen System. Dadurch lassen sich Aufwände für Ausbildung und Systemadministration drastisch reduzieren. [3]

Einsatz vollintegrierbarer Zusatzmodule

Durch den Einsatz von Zusatzmodulen wie z. B. CATIA MSG (Machine Tool Simulation) und FASTPOST des Systemhauses CENIT AG ist es möglich, eine durchgängige Prozesskette in der NC-Bearbeitung zu realisieren. Die Möglichkeiten der verschiedenen Zusatzmodule werden in den kommenden Kapiteln näher erläutert. Durch weitere benutzerdefinierte Anpassungen und Optimierungen innerhalb der gesamten Prozesskette von der Konstruktion bis zur integrierten Fertigung in einer gemeinsamen Datenbasis ohne Schnittstellenverluste entsteht damit ein hohes Maß an Effizienzsteigerung.

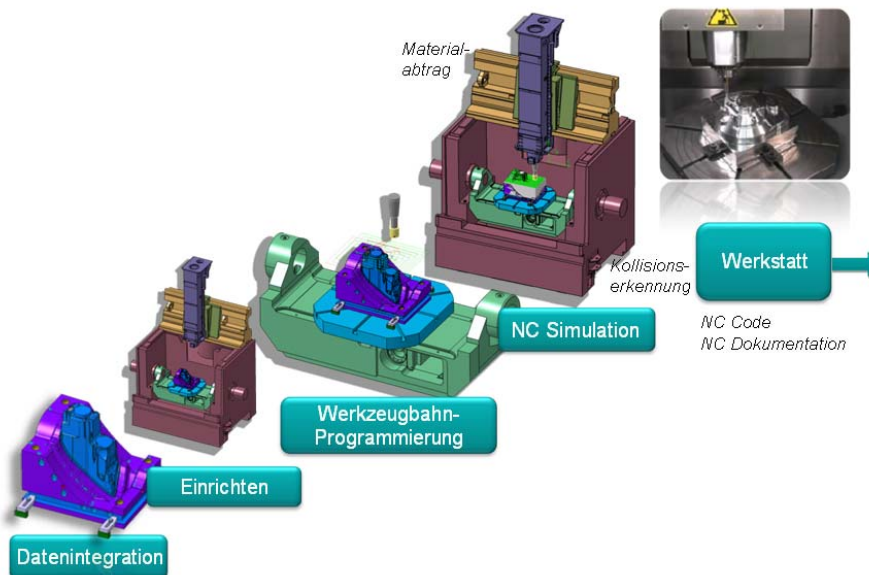


Bild 2.3: Durchgängige Prozesskette [CENIT AG]

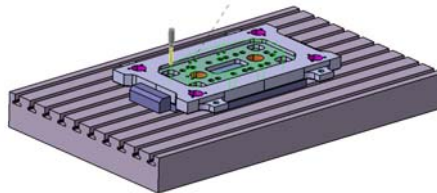
2 Bohr- und Fräsbearbeitung

2.1.2 Verfahren

Im Bereich der Bohr- und Fräsbearbeitung stellt das Produktportfolio von CATIA V5 ein weitreichendes Spektrum mit mehreren Arbeitsumgebungen (Workbenches) und individuell darauf abgestimmten Operationen zur Verfügung.



Prismatic Machining



Prismatic Machining (PMG)

deckt die NC-Programmierung für das 2,5-Achs-Fräsen und die Bohrbearbeitung ab.

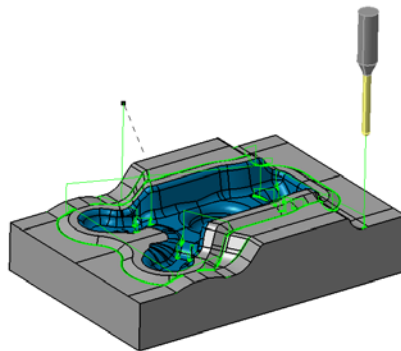


Prismatic Machining Preparation Assistant

Prismatic Machining Preparation Assistant (MPA) unterstützt den NC-Programmierer mit zusätzlichen Funktionalitäten bei der Bearbeitung von 2,5-D-Features. MPA ist vollständig integriert in die 2,5-D-Bearbeitung (PMG). Geometrie-Features wie z.B. Bohrungen und Taschen können automatisch erkannt und sofort einer NC-Operation zugeordnet werden. Somit kann die Programmierzeit drastisch gesenkt werden.



Surface Machining

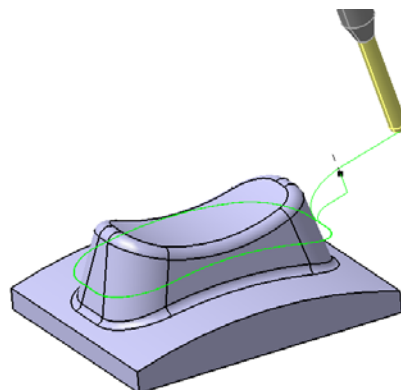


Surface Machining (SMG)

Surface Machining (SMG) deckt die NC-Programmierung für das 3-Achs-Flächenfräsen mit individuell darauf abgestimmten Operationen ab. Kinematisch gesehen unterstützt SMG sowohl das Fräsen mit beliebigen Stellachsen (Mehrseiten-Bearbeitung) und auch die automatische 5-Achs-Simultanbearbeitung durch den 3-nach-5-Achsen-Umsetzer.



Multi-Axis Surface Machining



Multi-Axis Surface Machining (MMG) ist ein erweitertes Standardprodukt der Oberflächenbearbeitung, das ergänzend zu den bereits mit SMG verfügbaren 5-Achs-Strategien erweiterte simultane 5-Achs-Bearbeitungen wie z.B. das 5-Achs-Konturfräsen unterstützt.

Advanced Machining (AMG) dient zur Erstellung von NC-Programmen für die Bearbeitung komplexer Bauteile mit der Unterstützung nahezu aller Strategien von der 2,5-Achsbearbeitung bis hin zum 5-Achs-Simultanfräsen. Mit den zusätzlichen Operationen des 5-Achs-Flankenfräsoption und der Bearbeitung von Mehrfachachs-Helix wird die Leistungsstärke der NC Manufacturing Workbench abgerundet.



Advanced Machining

NC Manufacturing Review (NCG) ermöglicht eine schnelle und komfortable Visualisierung dreidimensionaler NC-Fertigungsdaten. Fertigungsdaten können schnell angezeigt, visualisiert und durchsucht werden. Dieses Produkt bietet grundlegende Infrastrukturfunktionen zum Erzeugen und Integrieren von Bearbeitungsumgebungen sowie weitere Bearbeitungsstrategien mit vollständiger Integration in die V5-Plattform von NC Manufacturing. Weiterhin ermöglicht NCG, CATIA V4 NC-Mill-Daten zu übernehmen und zu überprüfen. V4 NC-Mill-Daten können jedoch nicht geändert werden.



NC Manufacturing Review

NC Manufacturing Verification (NVG) gestattet dem Anwender, zusätzlich zu der bereits mit NCG verfügbaren Abtragssimulation erweiterte Kollisionsbetrachtungen zwischen Bauteil, Werkzeug und Aufnahme durchzuführen. Eventuell auftretende Kollisionen können grafisch visualisiert werden.



NC Manufacturing Verification

Multi Pocket Machining (MPM) ist eine prozessorientierte Lösung zur Bearbeitung von Bauteilen mit mehreren Taschen, z.B. Strukturteile für die Luft- und Raumfahrtindustrie. Dabei kommt eine Kombination von Schrupp- und Schlichtwerkzeugbahnen zum Einsatz. Durch die Verwendung von Knowledgeware-Funktionen entsteht mit der Wiederverwendung von bewährtem Fertigungs-Know-how ein hohes Maß an Automatisierung und Standardisierung.



Multi Pocket Machining

NC Machine Tool Builder 2 (MBG) dient zur Erstellung von virtuellen Maschinenmodellen. Das Produkt bietet eine umfassende NC-Maschinendefinition in Form von Geometrie, Kinematik, Steuerung und technologischen Daten. Die mit MBG erstellte Ressourcen können sowohl in CATIA V5 als auch im DELMIA V5 gespeichert und von Prozessplanern, NC-Programmierern und Maschinenführern verwendet werden, um Bearbeitungsprozesspläne zu erstellen, Maschineneinrichtungen zu kontrollieren, Werkzeugbahnen zu prüfen und zu optimieren.



Machine Tool Builder

NC Machine Tool Simulation 2 (MSG) ermöglicht die dynamische Simulation und Kollisionskontrolle und damit die virtuelle Absicherung von Bearbeitungsprozessen.



Machine Tool Simulation

Über die Integration von Steuerungsimulatoren bis hin zu virtuellen Steuerungen kann der ISO NC-Code realitätsnah simuliert werden. Dabei kann auch der dynamische Materialabtrag visualisiert werden. Das Produkt erkennt auch Fehler infolge des Überschreitens der Verfahrensgrenzen. Diese können interaktiv durch Änderung der Aufspannung korrigiert werden.

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.

2 Bohr- und Fräsbearbeitung

2.2 User Interface



CATIA V5 NC User
Interface

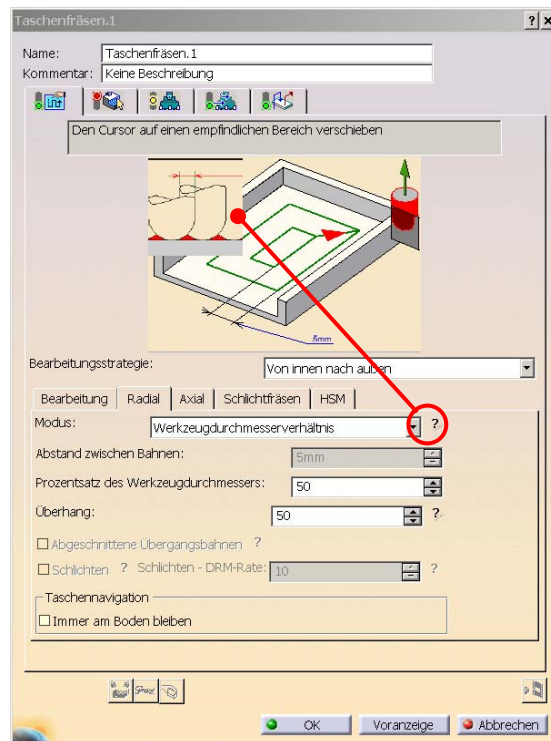
Bevor mit der Bearbeitung der einzelnen Anwendungsbeispiele begonnen wird, ist es notwendig, einige Grundlagen der Workbench *NC Manufacturing* zu präsentieren.

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.

12 Stichwortverzeichnis

- 2,5-D-Nachbearbeitungsbereich 109
- 3/5-Achsen-Umsetzer 123
- 3DLive 399, 402
- 5-Achsbearbeitung 145
- 5-Achs-Flankenfräsoperation 161
- 5-Achs-Konturfräsoperation 165
- 5-Achs-Kopierfräsoperation 153
- Abstandsanalyse 383
- Abstechen 206
- Advanced Automation 270
- Advanced Machining 19, 21
- Anbindungstyp 282
- Ansteigende Aussparungsoperation 209
- Ansteigende Schruppoperation 205
- Anzeigenerfassung 387
- APT-Code 50
- APT-Format 327
- Assoziativität 312
- Aufmaß 185
- Aufspannung 23, 25, 180, 277
- Ausrichtungsstrategien 227
- Außengewindedrehen 219
- Auszugsschrägenanalyse 128
- Automatische Feature-Erkennung 82
- Axiale Bearbeitungsoperationen 248
- Bearbeitungsbereiche 114, 127
- Bearbeitungsmuster 114
- Bearbeitungsoperationen 28, 29, 184
- Bearbeitungsprozess 87
- Bearbeitungsstrategie 34, 186
- Bearbeitungstoleranz 285
- Bearbeitungsverfahren 198
- Berechnung von Neigungsbereichen 119
- Bereichsorientiert 28
- Bohr- und Fräsbearbeitung 15
- Bohrmuster 260
- Bohroperation 261, 263
- CAA-Partnerschaft 269
- CAE-Systeme 3
- CATIA V5 NC Manufacturing 16
- CATIA V6 399
- CATScript 386
- CGR-File 50
- CLDATA-Format 327
- CLF-Code 50
- Combin Parelm 150
- Combin Tanto 150
- Controller Emulator 67, 348
- Datenformat STL 393
- DELMIA V6 399
- Design Feature 304
- Design-Feature 273
- Diskretisierungsschritt 285
- Drahtefädelpunkt 278
- Drahterodieren 14, 268
- Drahtneigungswinkel 305
- Drehbearbeitung 172
- Drehen in Einzelschritten 240
- Drehmaschine mit Revolver 182
- Drehoperationen 177
- Durchhang 394

- Dynamische Maschinensimulation 348
- Einfädeln 283
- Einstechdrehen 201, 206
- Einstechdrehen mit Rampe 209
- Einstechdreheroperation 208
- Einstech-Dreheroperation 233
- Einstechoperation 231
- Einstichschichten 217
- Eintauchstrategie 223
- Elektrode 139
- Endelement 278
- ENOVIA V6 399
- Erreichbarkeitsprüfung 383
- Event-Punkt 278
- Exit-Punkt 278
- fast4AXES 269
- fastCONTROL 352
- fastPOST 329, 351
- fastTRIM 315
- Fertigungslösungen 13
- Flächenkrümmungsanalyse 128
- Fräsbearbeitung 15
- Fräsen in Höhenschnitten 129
- Geometrieänderung 12, 310
- Geometrie-Approximation 273
- Geometrieauswahl 196
- Geometriedefinition 185, 278
- Geometrieprüfung 280
- Geometrischen Komponenten 35
- Geometrischer Bereich 114
- Gewindeschneiden 219
- Header-Event 272
- Herstellungsprogramm 23, 180
- Home Position 362
- In Process Models 203
- Innengewindedrehen 219
- Inverse Kinematik 361
- IPM-Basiselemente 204
- Isoparametrische Bearbeitung 157
- Kinematische Verbindungstypen 357
- Knowledgware-Funktionen 102
- Kollisionsbetrachtung 115, 378
- Konstruktionstabelle 106
- Kontakthöhe 151
- Konturdefinition 279
- Konturdrehen 210, 215
- Konturgeführtes 5-Achs-Flächenfräsen 168
- Kopierfräsoption 123
- Kopierschuppen 141
- Kopierschruppoperation 141
- Kopierumsetzung 65, 272, 308
- Längsdrehen 174
- Lathe Machining 173
- Lizenzkonfiguration 270
- Machine Tool Implementation Kit 270
- Makrodaten 38, 192
- Makros 57, 281
- Maschinenauswahl 182
- Maschineneditor 26, 368
- Maschinenlaufzeiten 109
- Maschinensimulation 370
- Materialabtragssimulation 41
- Materialelement 204, 206
- Maximale Verfahrenswegen 361
- Mehrachsbearbeitung 145

12 Stichwortverzeichnis

- Mehrfachtaschenbearbeitung 32
- Meilensteine 273
- Messzyklen 32
- MIK 270, 273
- Multi-Axis Surface Machining 18
- Nachbearbeitungsbereich 119, 134
- NC Manufacturing Review 19, 21
- NC Manufacturing Verification 19
- NC Manufacturing Workbench 15
- NC-Achsensystem 27
- NC-Code 327
- NC-Code-basierte
 - Maschinensimulation 348
- NC-Dokumentation 386
- NC-Steuerungssätze 328
- Neigungsbereich 143
- Neigungsbereiche 127
- Neigungswinkel 380
- Numerische Steuerung 26
- Offsetgruppe 114
- Operationsorientiert 28
- Pivot-Point 354
- Planeinsenkoperation 75
- Planfräsoperation 54
- PLM 2.0 399
- Postprocessing 14, 327
- Postprozessor 12, 327
- Postprozessoranweisung 46, 272
- Postprozessorauslauf 302, 327
- Postprozessortypen 328
- PP-Anweisung ANGTWO 382
- Prismatic Machining 18, 21
- Prismatic Machining Preparation
 - Assistant 18
- ProcessList 180
- Product Lifecycle Management 399
- ProductList 180
- Produktliste 23
- Profilbearbeitung 319
- Profil-Feature 273
- Profilkontur ohne Konus 275
- Profilkonturoperation 78
- Profilkontur-Operation 272
- Profilkonturoperation (ohne Konus)
277
- Profilschichten 211
- Profilschlichtoperation 210, 230
- Programmausgabe 48
- Prozessbeispiel 248
- Prozesskette 17
- Prozessliste 23
- Prozesstabelle 163
- Rapid Prototyping 391
- Referenzachsensystem 178
- ResourcesList 180
- Ressourcenliste 23
- Rohteil 24, 257
- Rohteildefinition 193
- Schlichtoperationen 210
- Schneidplatten-Werkzeuge 188
- Schnittichtung 55
- Schnittwerte 189
- Schriftzug 317
- Schritt 394
- Schruppbearbeitung 195
- Schruppdrehen 214
- Schruppdrehen mit Rampe 205
- Schrupppoperation 122, 152

- Sequenzielle Operationen
 - GO 241
 - GO IndirV 244
 - GO-Delta 243
 - GO-Follow 245
- Sicherheitsebene 61
- Simulation 370
- Simulation der Werkzeugbahnen 39
- SIMULIA V6 399
- Slice-Verfahren 393
- Spiralfräsen 129
- Startelement 278
- Statische Maschinensimulation 348
- Stellung der Werkzeugachsen 148
- Stereolithografie 391
- STL 391
- Strategieregister 246
- Strukturbaum 23
- Surface Machining 18, 21
- Tanto Fan 150
- Taschenfräsoperation 59
- Teileelemente 206
- temporäres Rohteil 25
- Tesselierung Siehe Triangulation
- Tool Mount Point Siehe Werkzeugaufnahmepunkt
- Trennschnitt 283, 284
- Triangulation 394
- Überfahrlänge 283
- Übergangsbahnen 385
- Übergangsebenen 25
- Umhüllungsrahmen 25, 385
- User Interface 22, 175
- V6 399
- V6 PLM Express 400
- VBScript 389
- Verwaltung von
 - Bearbeitungsprozessen 92
- VirtualTNC 348
- Virtuelle Maschinen 26
- VNCK 348
- Vollabtragsoperation 272
- Vorschubgeschwindigkeiten 37
- Wasserstrahlschneiden 14, 314
- Werkstückaufnahmepunkt 363
- Werkzeugabfragen 91
- Werkzeugachse 148
- Werkzeugaufnahmepunkt 363
- Werkzeugbahn 62
- Werkzeugbahnwiedergabe 39, 286
- Werkzeugbaugruppe 45
- Werkzeugdaten 36, 44
- Werkzeuge 178
- Werkzeuggeschwindigkeiten 191
- Werkzeugkatalog 47, 190
- Werkzeugmaschine 26
- Werkzeugparameter 36
- Werkzeugverwaltung 187
- Werkzeugwechsel 42, 46, 179
- Wiederkehrende Arbeitsabfolgen 87
- Wiederverwenden von Operationen 163
- Workbench 21
- Workpiece Mount Point Siehe Werkstückaufnahmepunkt
- Zirkularfräsoperation 76
- Zweite Winkellösung 381