

# CAM – Fragen-Antworten

Christoph Hansen, Jannik Ehlert

[chris@university-material.de](mailto:chris@university-material.de)

Martina Klocke

Dieser Text ist unter der [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) Lizenz veröffentlicht.

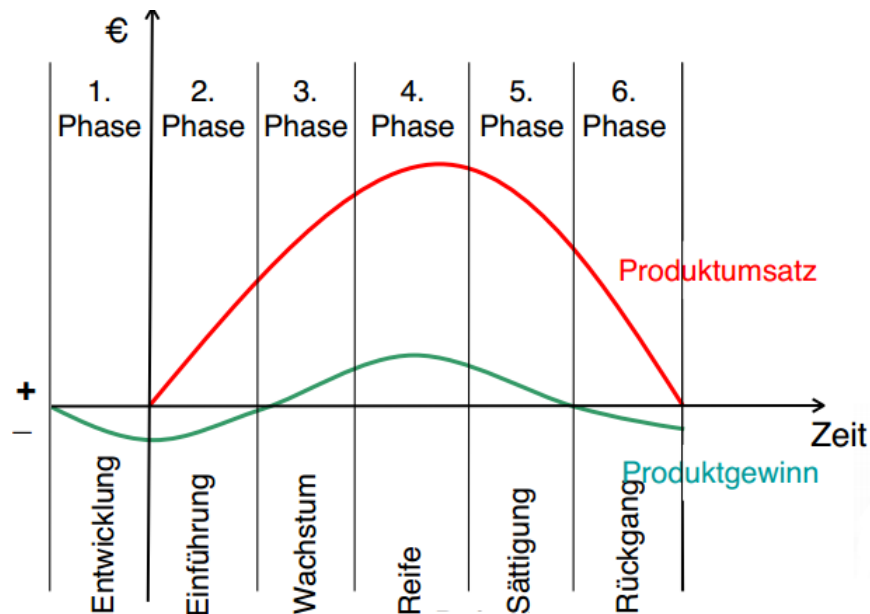
Ich erhebe keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit. Falls ihr Fehler findet oder etwas fehlt, dann meldet euch bitte über den [Emailkontakt](#).

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung CAM</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NC-Programmierung</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Features und Werkzeugorga</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Auswahl von CAM-Systemen</b>	<b>9</b>

# 1 Einführung CAM

**Beschreiben des Produktlebenszyklus: Phasen. Wie verhalten sich Umsatz und Gewinn in Abhängigkeit von der jeweiligen Phase. Begründen Sie Ihre Aussage.**



In der Graphik können wir die einzelnen Phasen ablesen, in der Entwicklung kostet das Produkt Geld, da wir Leute, Maschinen etc für die Entwicklung bezahlen müssen. In der Einführungsphase beginnt der Umsatz zu steigen, allerdings kostet uns das Produkt noch Geld, da wir Geld in Werbung und oftmals Ausbesserungen stecken müssen. In der Wachstumsphase fangen wir an mit dem Produkt Geld zu verdienen, was in der Phase der Produktreife zu einem Umsatz als auch Gewinnmaximum führt. In den Phasen der Sättigung und des Rückgangs sinken der Umsatz als auch der Gewinn wieder. Zum Schluss kostet uns das Produkt wieder Geld, da wir trotz wenig bis keinen Verkäufen noch Support oder Garantieleistungen erfüllen müssen.

**Welche Potenziale kann der Anwender von der Kopplung CAD/CAM erwarten? (fünf Beispiele)**

- 1) die direkte Anbindung an die Fertigung ermöglicht einen direkteren Austausch zwischen den Konstrukteuren und den Leuten an der Maschine
- 2) Kostensenkung: durch weniger Fehlkonstruktionen
- 3) Zeitersparnis: es kann schon mit CAM angefangen werden bevor CAD komplett fertig ist
- 4) keine Datenumwandlungen: bei verschiedenen Systemen bei CAD und CAM kann es sein, das man Daten umwandeln muss, dabei gehen oft Parameter und/oder Daten verloren
- 5) schnelle Ermittlung von Problemen

**Was bedeuten die Kürzel und welche Tätigkeiten werden mit diesen Systemen unterstützt? Produkt entwerfen → CAD → CAE → CAP → CAM → Produkt**

**CAD** Computer Aided Design ⇒ Konstruieren am Rechner

**CAE** Computer Aided Engineering ⇒ umfasst alle Varianten der Rechner-Unterstützung von Arbeitsprozessen in der Technik.

**CAP** Computer Aided Process Planning ⇒ Werkzeugmaschinen belegen, Fertigungsmittel bereitstellen

**CAM** Computer Aided Manufacturing ⇒ Spannvorrichtung festlegen, Werkzeuge auswählen, Arbeitspläne erstellen, NC-Programme simulieren und bereitstellen, Produkt herstellen

**Welche Informationen / Unterlagen erhalten Sie aus den Bereichen CAD, CAE, CAP, CAM?**

**CAD** Zeichnungen, Stücklisten

**CAE** Montagepläne, Doku

**CAP** Maschinenbelegung, Arbeitspläne

**CAM** NC-Programme, Werkzeuglisten, Bestückungspläne, Korrekturen

## 2 NC-Programmierung

### Was bedeuten die Kürzel: CNC, DNC, LAN?

**CNC** Computerized Numerical Control

**DNC** Direct Numerical Control

**LAN** Local Area Network

### Welche Informationen / Unterlagen liefert die Arbeitsplanung im Rahmen der technischen Auftragsbearbeitung?

- Arbeitspläne
- NC-Programme
- Einrichtblätter
- Montageblätter

### Welche Informationen enthält ein Arbeitsplan? Erstellen Sie ein Beispiel für einen Arbeitsplan.

Blatt, Datum, Bearbeiter, Auftragsnummer, Stückzahl, Bereich, Benennung, Zeichnungsnummer, Werkstoff, Rohform und -abmessungen, Rohgewicht, Fertigungsgew.

tabellarisch: AVG-Nr, Arbeitsvorgangsbeschreibung, Kostenstelle, Lohngruppe, Masch.gruppe, Fertigungshilfsmittel

Blatt: 1	Datum: 19.07.2002	Auftrags-Nr.: PM1V6 B3			<b>Arbeitsplan</b>		
	Bearbeiter: W. Müller						
Stückzahl:	Bereich: 1-20	Benennung: Getriebewelle			Zeichnungs-Nr.: 170-0542		
Werkstoff: St 50		Rohform und -abmessungen: Rundmaterial $\varnothing$ 65 mm			Rohgew.: 7,6 kg	Fertiggew.: 4,6 kg	
AVG Nr.	Arbeitsvorgangsbeschreibung	Kostenstelle	Lohngruppe	Masch.-gruppe	Fertigungshilfsmittel	$t_r$ [min]	$t_e$ [min]
10	Rundmaterial auf 145 mm Länge sägen	300	04	4101	-	30	10,0
20	Rundmaterial auf 140 mm ablängen und zentrieren	340	06	4201	1001 1051	30	2,0
30	Welle komplett drehen	360	08	4313	1101/1121/ 1131	30	2,6
40	Gewindelöcher bohren, Gewinde M6x20 schneid.	350	07	4407	1201/1231/ 1233	20	5,2
50	Passfedernut fräsen	400	09	4751	3104	45	4,7
60	Lagersitz schleifen	510	07	4908	-	20	6,7
70	Fertigteilkontrolle	900	-	9002	-	10	3,8

### Welche Informationen enthält ein Einrichtblatt und welche Abteilung arbeitet mit diesen Informationen?

Werkzeugliste, Aufspannplan, NC-Arbeitsplan, Messmittel  
Abteilung: Montage und Fertigung

**Nennen Sie drei verschiedene Möglichkeiten zur Programmierung von NC-Maschinen und beschreiben Sie in Stichworten die Unterschiede.**

- 1) manuelle Steuerung: direkte Programmierung an der Maschine  
*Problem/Unterschied:* andere Bedienoberfläche, andere Worte/Sätze in Programmiersprache
- 2) manuell extern: direkte Programmierung an einem externen Gerät
- 3) Programmierung mit Hilfe einer grafischen Oberfläche und interaktiv;  
*grafisch:* Darstellung der Geometrie des Werkstücks auf dem Bildschirm  
*interaktiv:* Eingabe der Geometrie, Verfahrenswege, etc. im Dialog mit dem Rechner  
⇒ Schritt-für-Schritt-Benutzung; Vorteil: weniger Fehler, Arbeitsaufwand verringern, nachträgliche Änderungen erleichtern
- 4) Programmierung mit Hilfe einer grafischen Oberfläche und CAD-Kopplung
- 5) Programmierung mit Hilfe einer grafischen Oberfläche und integriertem CAM-System

**Was versteht man unter „graphisch interaktiver NC-Programmierung“. Erläutern Sie drei Merkmale in Stichworten**

- Bearbeitungsgeometrie des Werkstücks graphisch auf dem Bildschirm
- interaktive Eingabevorgänge ⇒ im Dialog eingegeben, es kann kontrolliert und korrigiert werden
- Schritt-für-Schritt-Programmierung
- Möglichkeit zur Kopplung an CAD

**Nennen Sie beispielhaft 5 Einsatzkriterien für graphisch interaktive Programmierung**

- komplizierte Teile
- mehr als zwei Achsen
- Anzahl der Maschinen
- Anzahl der Bearbeitungen
- Typenvielfalt der Maschinen
- Typenvielfalt der Steuerung
- Automatisierungsgrad der NC-Maschinen
- komplizierte Technologie
- vereinheitlichte Technologie
- geringe Wiederholhäufigkeit
- CAD-Kopplung

**Nennen Sie 3 Bezeichnungen von Schnittstellen für den Datenaustausch von CAD zu CAM-Systemen**

**VDAFS** Verband der Automobilindustrie – Flächenschnittstelle ⇒ Austausch von 3D-Freiform-Kurven und Flächendaten

**STEP** Standard for the Exchange of Product Model Data

**IGES** Initial Graphics Exchange Specification

**DXF** Drawing Exchange Format

**STL** Surface Tessellation Language

### 3 Features und Werkzeugorga

**Die Feature Technologie besitzt ein erhebliches Potenzial zur Beschleunigung der Produktentwicklung. Welches Problem soll mit Hilfe der *Feature-Technologie* behoben werden?**

Es wird nicht mehr nur die geometrischen Elemente mit ihren festen Werten erfasst, sondern auch die hinterlegten Informationen – die sogenannte „Semantik“ wie z. B. Funktionen und Fertigungstechnologie.

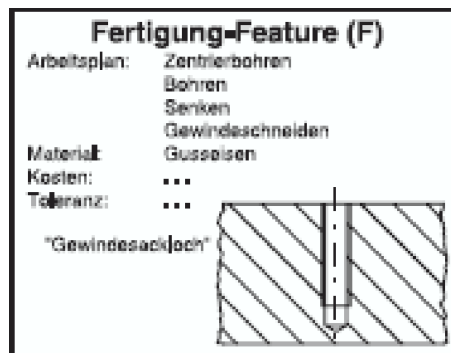
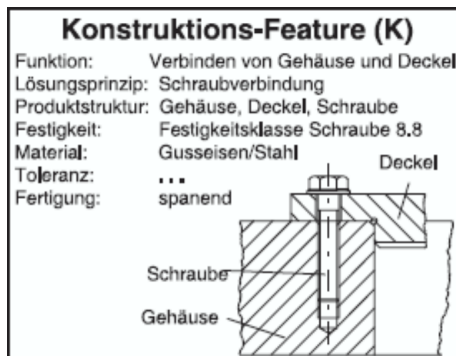
Ein Feature ist also eine spezifische aus Daten generierte Sichtweise auf die Produktbeschreibung, die Eigenschaftsklassen und bestimmte Phasen des Produktlebenszyklus in sich bündelt.

**Beschreiben sie in Stichpunkten den Unterschied zwischen „konventionellen“ und feature-basierten CAD-Systemen.**

siehe oben.

**Erläutern sie an einem Beispiel den Unterschied zwischen „Konstruktionsfeature“ und „Fertigungsfeature“**

Allgemein kann man sagen, dass das Konstruktionsfeature Informationen über Teile, Material und Funktion enthält. Das Fertigungsfeature enthält Informationen wie die Bearbeitungsschritte (bohren, senken, ...)



**Welche Fragen gibt es zur Featureerkennung?**

- Welche Maschine?
- Welches Material?
- Welches Werkzeug?
- Welche Aufspannung?
- Welche Technologie?
- Welche Bearbeitungsreihenfolge?

**Welche Bedeutung besitzt die Werkzeugorga im Rahmen von CAM? Erläutern sie in Stichworten.**

- Bessere Verfügbarkeit der Werkzeuge
- Reduzierung der Werkzeugtypen
- Reduzierung der Werkzeuganzahl
- Komponenteneinsparung durch Technologiestandardisierung
- Bessere Nutzung der Ressourcen (Wiederverwendung, Reststandzeit)
- Vereinfachte Arbeitsplanung
- Vereinfachte, vereinheitlichte NC-Programmierung mit Datensicherheit

**Erläutern sie beispielhaft, warum im Zusammenhang mit dem Werkzeug eine Kollisionsbetrachtung notwendig sein kann.**

Angenommen man hat recht weit unten in einem Werkstück eine Nut, die seitlich in die Wand gefräst werden soll. Eine Kollisionsbetrachtung ist hier notwendig, da man nicht genau weiß, wie der Werkzeugkopf aufgebaut ist und wie die Maschine ihn versuchen wird in die notwendige Position zu bringen. Es könnte ja passieren, dass der Operationsraum zu klein ist.



## 4 Auswahl von CAM-Systemen

**Nennen Sie mögliche Gesichtspunkte bei der Auswahl eines CAM-Systems.**

- steigende Komplexität der Fertigung
- Kundenanforderung
- Wechsel des CAD-Systems
- Anpassung an Unternehmensstrategie mit CIM-Zielen
- Wirtschaftlichkeit steigern

**Nennen Sie Argumente, die für/gegen die Hinzuziehung eines externen Beraters bei der CAM-System-Auswahl sprechen könnte.**

- + Betriebsblindheit ausschließen
- + Erfahrung in Projekten
- + Kenntnis von CAM
- + Fachübergreifende Kompetenz
- hohe Kosten
- Geheimhaltung kritisch
- Standardlösungsansatz
- keine neutrale Beratung

**Nennen Sie Themen, die im Pflichtenheft zur Auswahl von CAM-Systemen auftauchen sollten und erläutern sie diese.**

- Benutzeroberfläche
- Programmfunktionalität
- Fräß, Dreh und Bohrtechniken
- Postprozessor
- Simulation
- Softwareanbindung
- Support
- Allgemeine Anforderungen
  - z.B Kosten

siehe auch auf den Seiten 29 bis 41 des Skripts VL-05-CAM-14-Ju.pdf –