

International Conference on  
**COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING**

Internationale Konferenz über  
**RECHNERINTEGRIERTE FERTIGUNGSSYSTEME**

Zakopane, March 24-27 1992

Johannes KLOSE

Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion  
Technische Universität Dresden, Deutschland

**MODELLBEZIEHUNGEN BEIM GESTALTEN UND BERECHNEN**

Zusammenfassung: Das Gestalten ist eine kreative Phase im Konstruktionsprozeß. Sie steht in enger Verbindung mit dem Berechnen. Daraus ergeben sich Wechselwirkungen in den Modellbeziehungen, die aufgezeigt werden.

1. Einführung und Modellbegriff.

Unter dem Blickwinkel der Datenverbindungen zwischen kommunizierenden CA-Systemen sind die Fragen der Modellbildung in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. In dem Entwicklungsprozeß eines technischen Erzeugnisses existiert das zu entwickelnde Objekt in allen Phasen vor der Fertigung nur in modellhaften Beschreibungen. Das veranschaulicht das Bild 1. Von der Idee bis zum realen Objekt werden dabei in Analogie zu den Phasen des konstruktiven Entwicklungsprozesses /1/ die Prinziplösungen, die Gestalt und der Fertigungsplan jeweils modellhaft abgebildet.

Der Konstrukteur sucht, kombiniert und verarbeitet Informationen zu dem Erzeugnis so weit, bis dieses bezüglich seiner funktionell-geometrischen Struktur eindeutig und vollständig beschreibbar, abbildbar und herstellbar ist, so daß auch für eine rechnerische Simulation wesentlicher Verhaltensweisen alle Informationen bekannt sind /2/. D. h. das erzeugte Gestaltmodell muß die wesentlichen funktionellen, geometrischen und technologischen Eigenschaften des künftigen Objektes zum Ausdruck bringen.

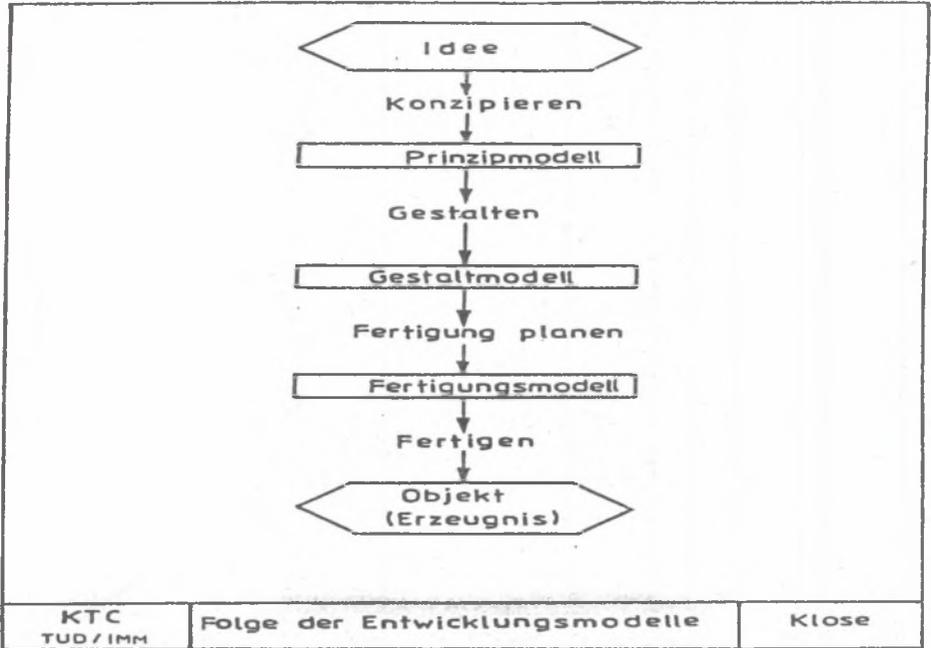


Bild 1

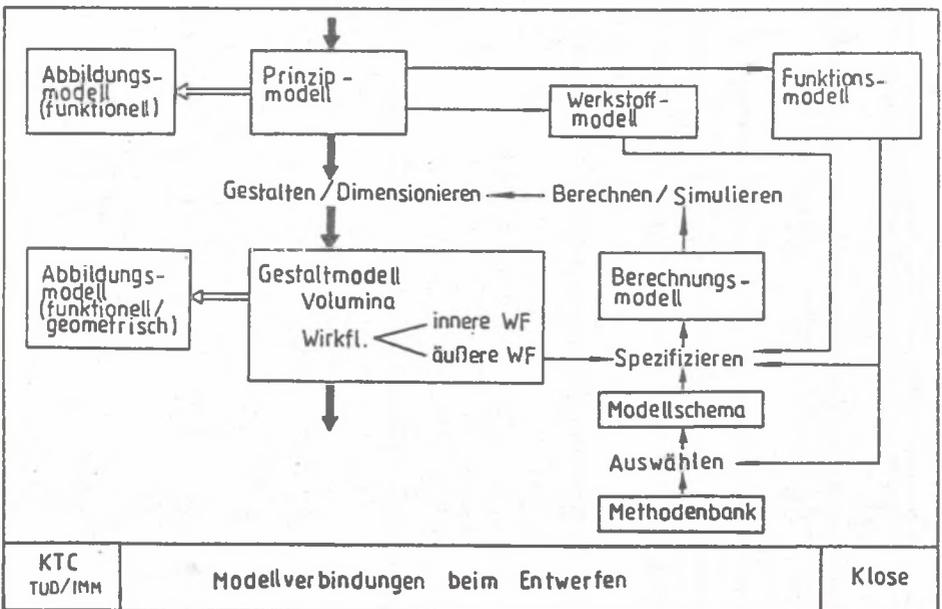


Bild 2

Da unter einem Modell die Abbildung eines realen Objektes zum Beschreiben einer speziellen Eigenschaft bei Vernachlässigung für die Eigenschaft nicht relevanter Informationen und Merkmale verstanden wird, ist ein Modell im allgemeinen eine nicht vollständige Beschreibung des Objektes.

Für diese Unvollständigkeit gibt es zwei Ursachen: Bei bereits vollständig beschriebenen oder physisch vorhandenen Objekten wird zur Simulation von Verhaltensweisen auf relevante Merkmale und Eigenschaften reduziert, um die Gesamtzahl von Einflüssen zu verringern und damit die Problemlösung zu ermöglichen.

Anders liegen die Verhältnisse im Ablauf des konstruktiven Entwicklungsprozesses. Hier ist das Modell in den vorgelagerten Phasen noch unvollständig, weil die Daten zur vollständigen Beschreibung des Objektes erst im Ablauf der Bearbeitung ermittelt und determiniert werden müssen.

## 2. Modellverbindungen beim Entwerfen

Die Akkumulation von Informationen in diesem Prozeß ist sehr komplex und mit der Bildung verschiedener Partialmodelle verbunden. Bild 2 zeigt den Ablauf der Modellentwicklung vom Prinzipmodell zum Gestaltmodell. Das Prinzipmodell beinhaltet Aussagen zum Wirkprinzip des Erzeugnisses und erste Vorstellungen zur räumlichen Anordnung der Wirkstellen und der Bauelemente. Aus dem Prinzipmodell leiten sich die Partialmodelle Werkstoff und Funktion direkt ab.

Das Gestaltmodell entsteht durch die Tätigkeiten Gestalten und Dimensionieren. Damit die im Prinzipmodell, dargestellt im funktionellen Abbildungsmodell des Prinzips, durch Striche gekennzeichneten Elemente Gestalt annehmen, d. h. die Parameter der Abmessungen festgelegt werden können, müssen die funktionellen Verhaltensweisen simuliert oder zumindest abgeschätzt werden können.

Dazu ist das Berechnungsmodell erforderlich. Es entsteht dadurch, daß auf der Grundlage des Funktionsmodells aus der Methodenbank ein die zu untersuchende Eigenschaft möglichst treffsicher widerspiegelndes Modellschema ausgewählt wird. Dieses ist dann zum Berechnungsmodell zu spezifizieren.

Bei dieser Tätigkeit des Modellierens wird das Modellschema mit Informationen und spezifischen Daten so angereichert, daß die Berechnung erfolgen kann und es sind sowohl die bereits vorhandenen Kenntnisse über die Geometrie der Wirkflächen zu berücksichtigen bzw. für die Entwurfsberechnung Abschätzungen vorzunehmen.

Zum Spezifizieren des Modells gehören weiterhin Informationen aus dem Werkstoffmodell und aus dem Funktionsmodell Angaben zur Belastung.

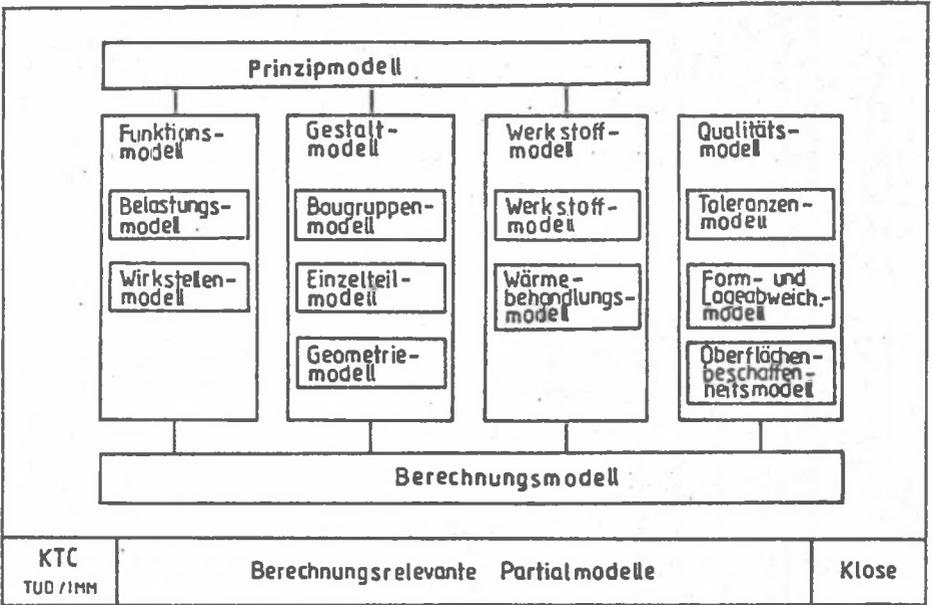


Bild 3



Bild 4

Auf Grund der Ergebnisse der Berechnung werden Dimensionen festgelegt bzw. bestehende so verändert, daß unzureichende oder unerwünschte Verhaltenseffekte positiv beeinflusst werden. Der Durchlauf des Zyklus "Gestalten und Berechnen" erfolgt so lange bis der Konstrukteur sich genügend sicher ist, daß das Erzeugnis beim späteren Praxiseinsatz den funktionellen Anforderungen über die vorgesehene Lebensdauer hinweg gerecht werden kann.

Die Vielfalt der Einflüsse ist aus Bild 2 noch nicht vollständig erkennbar, dazu müssen die Partialmodelle Funktion, Gestalt und Werkstoff noch inhaltlich aufgesplittet sowie das Partialmodell Qualität hinzugenommen werden. Diese weitere Untergliederung ist in Bild 3 dargestellt und ihr Zusammenwirken demonstriert Bild 4.

Es wird deutlich, daß neben der Bauteilgeometrie und zum Bauteilwerkstoff auch die Belastungen eindeutig bekannt sein müssen.

### 3. Die Berechnung in Verbindung mit dem integrierten Produktmodell

Die Vollständigkeit dieser Partialmodelle wird aus dem Blickwinkel der Berechnung meist zu wenig beachtet. Vorstellungen zu integrierten Produktmodellen konzentrieren sich immer auf die Geometrie, wohl korrespondierend mit rechnerinternen Modellen, die von CAD-Systemen gebildet werden. Berücksichtigung finden dabei auch die Inhalte des Qualitätsmodells und des Werkstoffmodells. Zusammengefaßt handelt es sich eigentlich um die Informationen, die bei konventioneller Arbeitsweise die Technische Zeichnung enthält.

Wenn aber das integrierte Produktmodell in der Lage sein muß, zu allen Lebensphasen und über Einflüsse aus allen Lebensphasen Informationen zu enthalten, müssen auch Angaben zur Berechnung verfügbar sein. Das betrifft einmal Informationen über Anforderungen, d. h. Belastungen mechanischer, thermischer u. a. Art, die im späteren Betriebseinsatz auftreten werden oder könnten.

Zum anderen ist aber auch zu sichern, daß Informationen über Berechnungsergebnisse, angewandte Berechnungsverfahren und angenommene Belastungen so verfügbar sind, daß bei evtl. Störungen im Betriebseinsatz auf diese Angaben zurückgegriffen werden kann. Dabei ist es im Grunde genommen belanglos, ob die Angaben direkt im Produktmodell enthalten oder über Zeiger aus anderen Datenbeständen rekonstruierbar sind, zumal das Produktmodell ohnehin nicht als Kompletmodell, sondern durchaus in getrennten Datenbeständen in Form seiner Partialmodelle abgelegt sein kann.

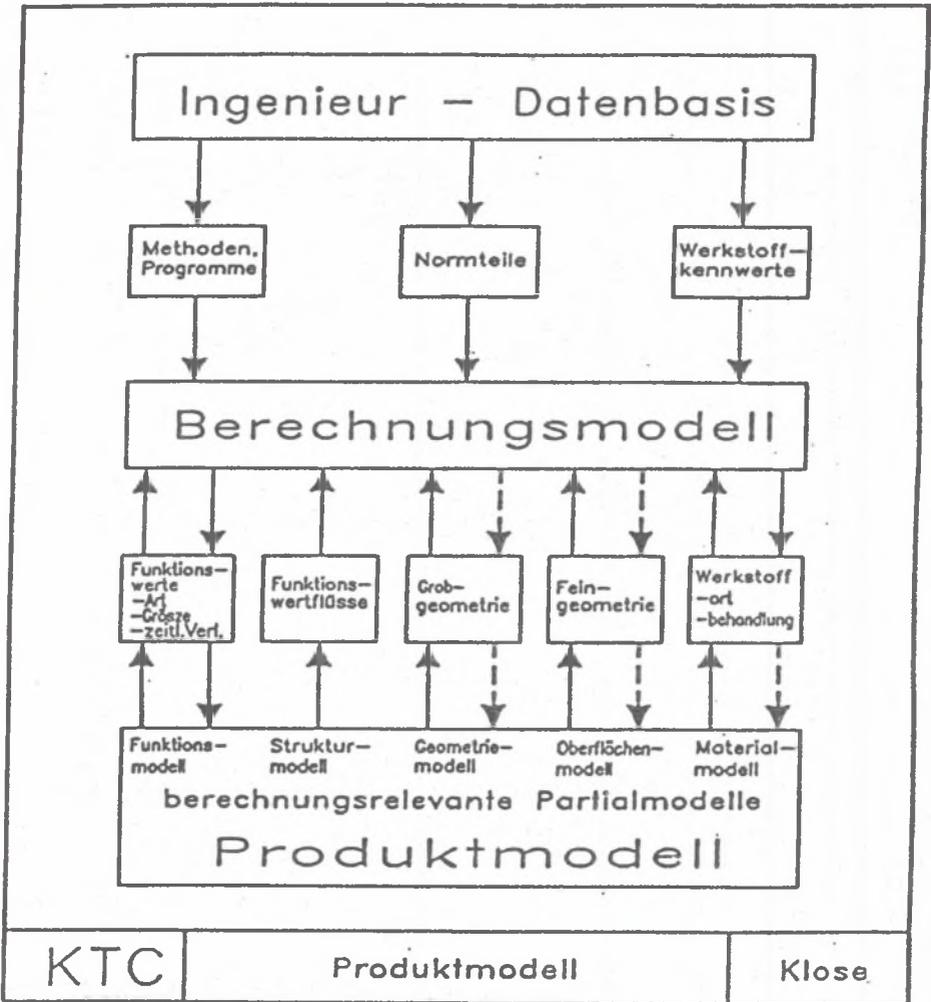


Bild 5

Diese Verbindung zwischen dem Produktmodell, dem Berechnungsmodell und einer Ingenieurdatenbasis zeigt Bild 5. Bezüglich der Partialmodelle erhebt Bild 5 keinen Anspruch auf Vollständigkeit, es sind lediglich die berechnungsrelevanten Partialmodelle angefügt.

#### 4. Einordnung und Ausblicke

Unter dem Blickwinkel des CIM-Betriebes war die Entwicklung "zentraler Produktmodelle" sehr aktuell. In Auswertung bisher gewonnener Erkenntnisse wird der Begriff relativiert und mit dem integrierten Produktmodell den machbaren Zielen angepaßt. Die Entwicklung der dazu notwendigen Vorstellungen vollzieht sich parallel zur Präzisierung von Datenschnittstellen wie z. B. STEP /3/.

Da die Beanspruchungen und das Verhalten der Erzeugnisse bereits bei der konstruktiven Entwicklung durch Simulation und Berechnung Schlußfolgerungen auf die spätere Funktionsfähigkeit und damit die funktionelle Qualität zulassen, sind diese Einflüsse so wichtig, daß eine Berücksichtigung in integrierten Produktmodellen unverzichtbar ist. Der vorliegende Beitrag soll in dieser Richtung eine Anregung sein.

#### LITERATUR

- /1/ VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI-Verlag 1985.
- /2/ Klose, J.: Konstruktionsinformatik im Maschinenbau. Berlin: Verlag Technik 1990.
- /3/ Grabowski, H.; Anderl, R.; Schilli, B.; Schmitt, M.: STEP - Entwicklung einer Schnittstelle zum Produktdatenaustausch. VDI-Zeitschrift 131(1989)H.9

#### CONNECTIONS OF MODELS IN DESIGN AND CALCULATION

##### Summary

Design is a creating part of the process for design. There are important connections to the calculation. Of this result relations in the connections of models, who will be shown.

#### POWIĄZANIA MODELI W PROJEKTOWANIU I OBLICZENIACH

##### Streszczenie

Konstruowanie jest tworzeniem części w procesie konstruowania. Tam znajdują się istotne powiązania z obliczeniami. Takie powiązania w modelu zostały przedstawione w niniejszym artykule.

Wpłynęło do redakcji w marcu 1992r.

Recenzent: Ryszard Knosala