

International Conference on  
**COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING**

Internationale Konferenz über  
**RECHNERINTEGRIERTE FERTIGUNGSSYSTEME**

Zakopane, March 24-27 1992

Eugeniusz RUSIŃSKI

Wojciech ZABŁOCKI

Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn

Politechnika Wroclawska

**NUMERISCHE ANALYSE IN KONSTRUKTION AUTOMOBIL**

Zusammenfassung. In der vorliegenden Arbeit werden manche Aspekte einer computergestützten Dimensionierung von Fahrzeugen und deren Elementen dargelegt. Außerdem wurden auch zahlreiche Beispiele des FEM-Einsatzes angegeben.

1. Einleitung

Die Notwendigkeit des Einsatzes moderner rechnerunterstützter Entwicklungsverfahren ist unumstritten. Die unterschiedlichsten Aufgaben in Forschungs- und Entwicklungsbereichen erfordern dabei eine ständige Zunahme der -zentral wie auch dezentral -zur Verfügung stehenden Rechnerleistung, die Beschaffung bzw. Entwicklung neuer Softwaresysteme sowie die Integration von Systemen durch Lösung der Schnittstellen-Problematik und den Einsatz von Datenbanktechnik .

Für Unternehmen sind Produktinnovationen und kostengünstige, flexible Leistungserstellung die entscheidenden Erfolgsfaktoren im Wettbewerb. Markterfolg und wirtschaftliches Ergebnis hängen dabei wesentlich von der Fähigkeit des Unternehmens ab, sich mit der stufenweisen Einführung neuer Informationstechniken wie CAD / CAM / CIM (Bild 1 ) frühzeitig Vorteilspotentiale zu schaffen und die Produktivitäts- und Flexibilitätsvorteile im Rahmen einer expliziten Wettbewerbsstrategie gezielt zu nutzen.

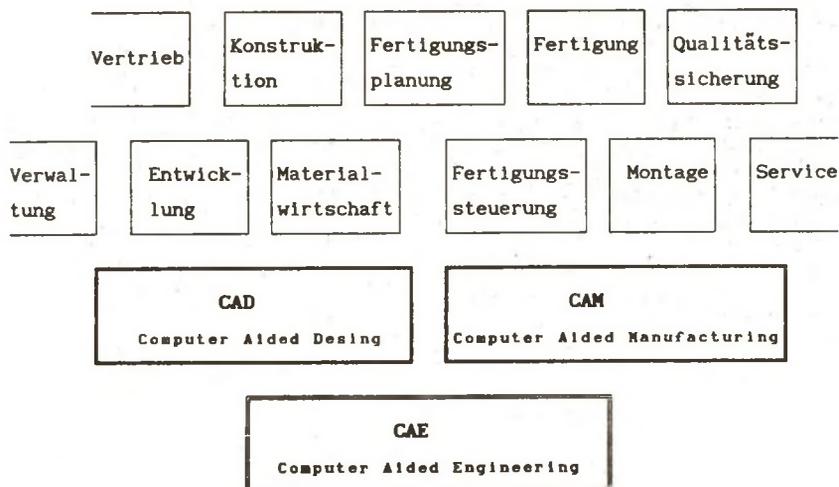


Bild 1. Rechnerunterstützung in den Funktionsbereichen - Begriffe

## 2. Die rechnergestützte Konstruktion (CAD)

Zwar haben die verschiedenen CAD - Systeme, die weltweit im Einsatz sind eine Reihe von Entwicklungsschritten hinter sich, trotzdem gibt es zum heutigen Zeitpunkt noch kein System, welches allen Anforderungen in den verschiedensten Bereichen der Unternehmen bzw. den verschiedensten Aufgaben gleich gut gerecht wird. Teilweise werden Eigenentwicklungen mit anderen Systemen integriert, teilweise findet zur Zeit eine Intensivierung der Entwicklungen der einzelnen Systeme statt, mit dem Ziel, diese Systeme zu integrieren bzw. eine Verringerung des Aufwands für die Systembetreuung zu erreichen.

Die benutzerseitigen Grundforderungen an den CAD - Einsatz sind allgemein recht widersprüchlich, es werden einerseits ein extrem zuverlässiger Betriebsablauf bei gleichbleibend kurzen Antwortzeiten einschließlich einer umfassenden Betreuung und Unterstützung bei Einführung und Betrieb, und andererseits ein Höchstmaß an Selbständigkeit und Eigenverantwortlichkeit für den Benutzer verlangt.

Der störungs- und verzögerungsfreie Dialog-Betrieb hat sich in der Praxis als besonders wichtig für die Akzeptanz und den effizienten Einsatz von CAD-Systemen erweisen. Darüber hinaus spielen bei Auswahl und Bewertung von CAD Systemen eine ganze Reihe von weiteren Kriterien eine wichtige Rolle. Dies

sind z.B.:

- Funktionalität und Ergonomie des Arbeitsplatzes,
- Systemeigenschaften für die 2D-Zeichnungserstellung ,
- Systemeigenschaften für die 3D-Geometrieverarbeitung ,
- Systeme ( FEM ),
- Schnittstellen zu CAD-Systemen anderer Anbieter ,
- Sicherung der Daten bei Störungen und Unterbrechungen ,

### 3. CAD - Integration

Das letztendliche Ziel des CAD/CAM Einsatzes in der Produktentwicklung ist die Aufgaben der Forschung und Entwicklung:

- Vorentwurf,
- Styling,
- Konstruktion,
- Analyse (Berechnung),
- Versuchsbau,
- Test,

geschlossen in rechnerunterstützten Arbeitsverfahren zu erledigen, d.h. daß die Datenmodelle der Entwurfsobjekte von Teilschritt zu Teilschritt weitergereicht und innerhalb der einzelnen Entwurfsschritte ergänzt, detailliert bewertet und in Produkte umgesetzt werden sollen.

Während des gesamten rechnergestützten Entwicklungsprozesses liegt der Entwurf im jeweils erreichten Status als rechnerinternes Modell (geometrische, technologische und organisatorische Daten ) vor.

Bild 2 zeigt einen Vergleich der traditionellen Vorbereitung eines neuen Produktes zum Herstellungsprozeß mit der Vorbereitung eines neuen Produktes unter Einsatz der modernen computergestützten Technologie dar.

### 4. Die rechnergestützte Analyse-FEM

Für einen beanspruchungsgerechten Leichtbau von Automobilen bietet die Strukturanalyse die Möglichkeit, im Sinne eines computerorientierten Experiments, Entwicklungsalternativen zu simulieren, auszuwählen und zu optimieren , ohne daß ein Prototyp existiert.

Die Finite-Element-Methode [3,4] ist ein vielfach verwendetes numerisches Verfahren der Strukturanalyse und Teilanalyse. Für die Generierung der Finite-Element-Strukturen und für die Überprüfung der Diagnostik, werden dabei speziell programmierte CAD-Systeme [1,2].

Eine besonders schwierige Aufgabe ist die Dimensionierung von Fahrzeug-Teilen. Moderne Fahrzeugstrukturen bestehen heute aus Unterbauten und damit fest tragend verbundenen Aufbauten. Zudem sind insbesondere für dynamische Analyse die Achsentelle, Lenker, Federn usw. in der Gesamtsimulation zu berücksichtigen.

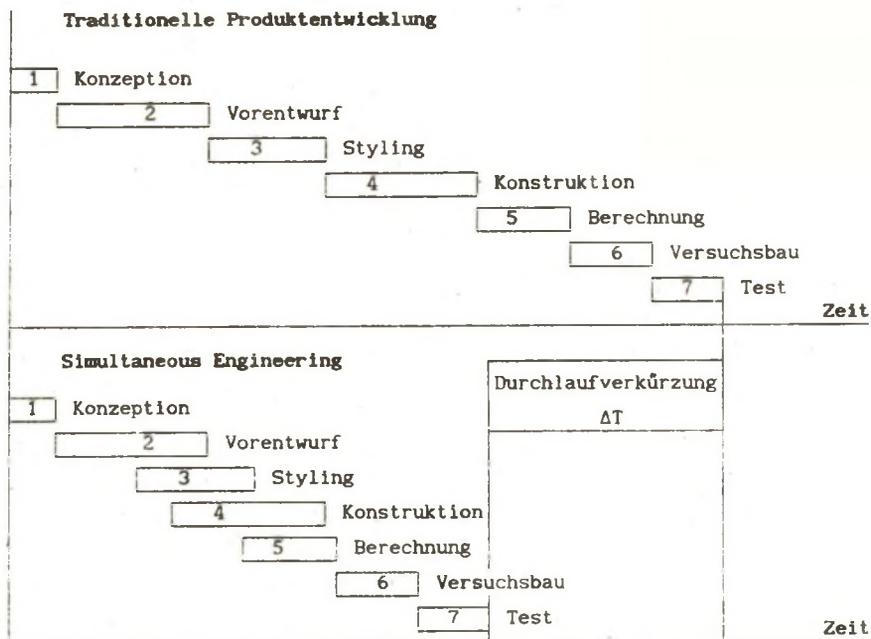


Bild 2. Der Einsatz moderner C-Technologien gibt es eine Durchlaufverkürzung der Produktentwicklung.

Der Einsatz der FEM zur Festigkeitsberechnung wird am Beispiel des Unterbaus eines PKW-s mit Gesamtaussicht im Bild 3 gezeigt; Bild 4 stellt dagegen das Berechnungs-schema dar. Das FEM-Modell wurde vollständig aus Balken und Schalelementen aufgebaut: es hat ca. 3000 Knotenpunkte.

Ein anderes Beispiel ist die FEM-Berechnung eines Vorderachsschenkel. Alle Kraftwirkungen am Fahrzeug, wie Gewichts- oder Windkräfte durch Vertikalbeschleunigungen z.B. durch Bodenunebenheiten und Radialbeschleunigungen, Kurvenfahrt sowie Längsbeschleunigungen beim Anfahren und Bremsen werden durch die Reifen am Radaufstandspunkt auf das Fahrzeug übertragen [5]. Das Berechnungsschema des Unterbaus mit der Aufteilung in dreidimensionale finite Elemente des Typs Hexa, Penta, Tetra wird in Bild 5b dargestellt.

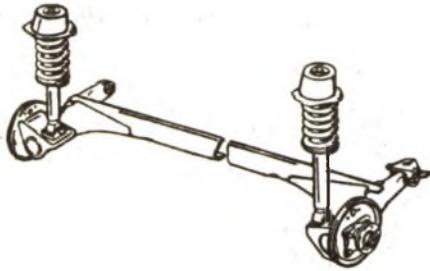


Bild 3. Gesamtaussicht des Unterbaus eines PKW-s

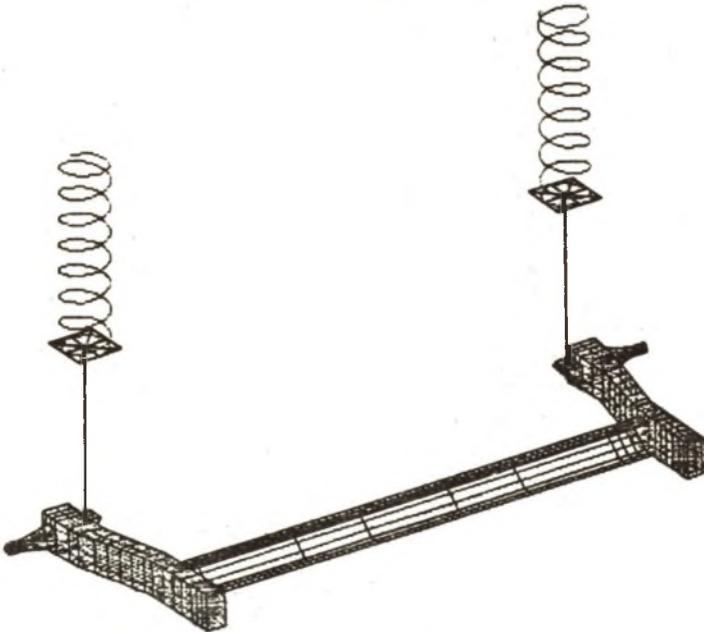


Bild 4. Berechnungsschema des Unterbaus

Belastungszustände wurden mit Hilfe des Programmes PENTA [3] durchgeführt und Beispiele der Berechnungsergebnisse zeigt das Bild 6.

Zum Schluß nur ein Hinweis darauf, daß selbstverständlich moderne Fahrzeug-Strukturen, die heute wegen der Energieeinsparung leicht sein und auch windschlüpfrig gestaltet werden müssen, auch zunächst mit FEM simuliert werden. Es sei erwähnt, daß mit automatisch-dreidimensional arbeitenden

Programmen die Struktur von allen Blickpunkten betrachtet und beurteilt werden kann.

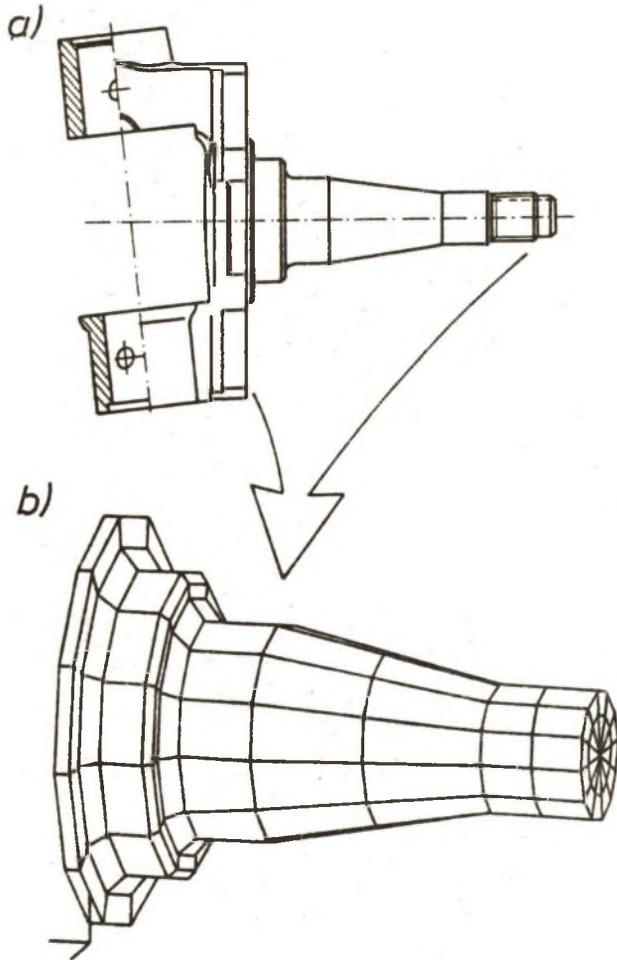


Bild 5. Vorderachsschenkel für den Wagen

a) Gesamtansicht

b) Berechnungsschema



Bild 6. Schichten der reduzierten Spannungen am Vorderachsschenkel

#### LITERATUR

- [1] Neipp G.: Die Fabrik der Zukunft. Technische Mitteilungen Krupp 1/1986.
- [2] Seiffert U. und Mund A.: Aufgaben der Automobilforschung - Unterstützung durch Rechnereinsatz. ATZ 89 (1984) 9
- [3] Rusiński E.: Mikrokomputerowa analiza ram i nadwozi pojazdów i maszyn roboczych. WKŁ, Warszawa 1990.
- [4] Zienkiewicz O. C.: Metoda elementów skończonych. ARKADY, Warszawa 1972.
- [5] Rusiński E.: Der Vorderachschenkel in der Sicherheit von Wagen (Druckverfahren läuft) ATZ.

#### NUMERICAL ANALYSIS IN CARS ENGINEERING

##### Summary

CAD in vehicle constructions and elements has been presented in this paper. The application of FEM has been illustrated by some examples.

#### ANALIZA NUMERYCZNA KONSTRUKCJI SAMOCHODOWYCH

##### Streszczenie

W pracy omówiono niektóre aspekty komputerowego wspomagania projektowania konstrukcji pojazdów i ich elementów. Podano przykłady zastosowań MES.