

Tarek MASHHOUR

Konstruktionstechnik
Technische Universität Hamburg-Harburg, Deutschland

Unterstützung des Konstruktionsprozesses durch den Einsatz von Hilfsmitteln in den nächsten 30 Jahren

Summary

In kleinen Teilbereichen werden vernetzte Methoden und Hilfsmittel den Konstrukteur unterstützen. Dabei wird die Informationsverarbeitung immer mehr an Bedeutung gewinnen, vor allem im Zusammenhang mit den Neuronalen Netzen. Dabei entstehen Konstruktionswerkzeuge, die auf unterschiedliche Art und Weise auf das Wissen der Experten einer Firma oder Firmen weltweit zugreifen werden.

1. Einleitung

Das Kriterium **Information** nimmt neben den klassischen Faktoren **Energie** und **Material** im heutigen Produktionsprozeß eine zentrale Rolle ein [Spu87]. Mit der computerintegrierten Fertigung (CIM) beabsichtigt man dabei eine vollständige informationstechnische Verkettung aller am Produktionsprozeß beteiligten Bereiche [Lut85].

Verengt man das Blickfeld vom gesamten Produktionsprozeß auf den Teilbereich der Konstruktion, so haben rechnergestützte Verfahren, insbesondere im Bereich des Computer Aided Design (CAD), eine wesentliche Bedeutung erlangt. Häufig sind in diesem Bereich bereits spezielle Erweiterungen, wie beispielsweise zur Erstellung von Festigkeitsberechnungen und strukturdynamischen Berechnungen, mit Hilfe der Finiten Elemente Methode (FEM) und der Mehrkörpersimulation (MKS) aus erzeugten Geometriedaten zu beobachten.

Betrachtet man jedoch alle dem Konstruktionsprozeß zugeordneten Teilbereiche des

- Planens,
- Konzipierens,
- Entwerfens und
- Ausarbeitens,

so wird augenscheinlich, daß vorhandene Verfahren fast ausschließlich im Sektor der Ausarbeitungsphase der Konstruktion anzusiedeln sind. Im Bereich des Computer

Aided Engineering (CAE) erfahren die Bereiche Planen, Konzipieren und Entwerfen weit weniger Unterstützung.

Ein entscheidender Grund für die Tatsache ist sicherlich darin zu sehen, daß die Konstruktionsaufgabe nur dann befriedigend gelöst werden kann, wenn menschliche Kreativität und Intuition ins Spiel kommen. Eine Vielzahl von Experten bewältigt die an sie gestellten Anforderungen, indem sie ihre im Laufe ihrer langjährigen Tätigkeit gewonnenen Erfahrungen in die Lösung ihrer Aufgaben einfließen lassen. Dabei ist nicht außer acht zu lassen, daß jeder der oben genannten Teilbereiche unterschiedlich viele Informationsquellen sowie Hilfsmittel benötigt.

Daraus ergeben sich viele offene Fragen, die einer Klärung bedürfen, die hier in Ansätzen diskutiert werden und die als Grundlage für einen Blick in die Zukunft dienen sollen.

- Welche Hilfsmittel und Methoden gibt es und wie unterstützen sie den Konstrukteur in den unterschiedlichen Teilbereichen?
- Wie könnte dabei die Integration aussehen?
- Wie sollte der Daten-, Informations- und Wissensfluß zum Konstrukteur aussehen und mit welchen Hilfsmitteln und Methoden erfolgen?
- Welche Art von Zusammenarbeit (Teamarbeit) und Kommunikation findet dabei zwischen den unterschiedlichen Abteilungen und den Konstrukteuren einer Abteilung statt?
- Wie sollte die Organisation des Teams, des Daten-, Informations- und Wissensaustausches aufgebaut sein und die Produktplanung aussehen?

2. Der Markt für Konstruktionshilfsmittel im Jahre 2024

Jede Prognose für die Zukunft ist mit vielen Unsicherheitsfaktoren behaftet. Aber es ist dennoch möglich, in sehr groben Zügen abzuschätzen, welche Umweltfaktoren die Ausbreitung von Konstruktionshilfsmitteln und -methoden vorwiegend beeinflussen werden.

Es scheint sicher zu sein, daß bis zum Jahre 2024 die Bevölkerung unseres Planeten weiter zunehmen wird. Die Bevölkerung wird im Durchschnitt älter sein als heute. Wir entsprechen dann der Generation unserer Väter und unsere Kinder werden in den Anfängen ihres Berufsleben stehen.

Während unsere Väter noch die Entwicklung der Computer und Software beobachteten, sich langsam damit vertraut machten und es als nützliches und unterstützendes Hilfsmittel mit Skepsis einzusetzen begannen, haben wir es für bestimmte Anwendungen (Textverarbeitung, Datenbanken, Telebanking, Bankautomaten, CAD (als "Malprogramme"), FEM, etc.) schätzen gelernt und aus unserer Sicht als unverzichtbares, ja notwendiges Werkzeug angenommen. Für die Zukunft wird dieser Trend der rechnerunterstützten Welt sich verstärken, da zum einen unsere Kinder mit Computern (Videospiele, Lernprogrammen, etc.) groß werden und dadurch die Hemmschwelle beim Benutzen nicht mehr vorhanden ist und zum anderen die

Informationsverarbeitung (Informationssysteme) und die kommunikationstechnische Durchdringung, (Telekommunikation, Videokonferenzen, etc.) steigen wird.

Aus diesem Grunde scheint es wahrscheinlich zu sein, daß alte, bekannte und neue Methoden so aufbereitet werden, daß sie der Rechnerwelt angepaßt und dem Konstruktionsprozeß zugeführt werden.

Die größten Probleme bei der Zusammenarbeit der Konstruktionsteilnehmenden und zwischen den anderen Abteilungen (Fertigung, Arbeitsvorbereitung, Montage, Kunde etc.) liegt nach [Ehr93] an zwischenmenschlichen und organisatorischen Defiziten. Dieses könnte weiter zunehmen, da der Mensch die Kommunikation und das Sichmitteilen verlernt. Dies liegt daran, daß er es "nur" noch gewöhnt ist, mit und über den Computer zu kommunizieren und seine Informationen darüber bezieht.

3. Die Ansätze und Konzepte

Verfolgt man die Konstruktionsmethodik (Anfänge vor ca. 30 Jahren), so läßt sich folgendes beobachten:

- die Methoden [VDI93] zum Entwickeln von Lösungsideen (Morphologischer Kasten, Delphimethode, Gestaltungsregeln und -richtlinien, etc., [Bir90],[Pah86]), die Bewertungsverfahren und Entscheidungstechniken (Nutzwertanalyse, Fault Tree Analysis (FTA), Multi Attribute Value-Verfahren (MAV-Verfahren) , Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Quality Function Deployment (QFD) etc.), die sich im Laufe der Jahre entwickelt haben tauchen alle paar Jahre unter einem anderen Begriff mit relativ gleichem Inhalt wieder auf.
- das gleiche gilt für die Zeitverkürzungsmethoden des Produktlebenszyklusses, wie Simultaneous-, Concurrent-Engineering und Cooperative Design etc..
- der Einsatz der Methoden ist sehr zeitintensiv und der Erfolg nicht direkt quantifizierbar.

Das Problem ist, daß jede Methode für sich in den einzelnen Teilbereichen der Konstruktionsmethodik Ihre Stärken bzw. Schwächen hat, es aber keine Kombination oder Verknüpfung der Methoden gibt. Zum Beispiel kann man aus den Produktdaten, der Anforderungsliste, der QFD-Methode und der FMEA ein Netzwerk von funktionalen Abhängigkeiten formulieren, die mit Wissen versehen den Konstrukteur in der Planungs- und Konzeptionsphase bei der Entscheidungsfindung unterstützen (Bild 1, Bild 2, Bild 3 und Bild 5)

Die Rechnerunterstützung durch Werkstoffinformationssysteme, CAD, FEM, MKS, etc. leisten keinen direkten Beitrag zu den Methoden, sondern sind nur reine Anwendungswerkzeuge. Diese Werkzeuge sind, wie in Bild 2 zu sehen, über eine Schnittstelle STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data), vgl. [Gra89], verbunden und tauschen Produktdaten aus.

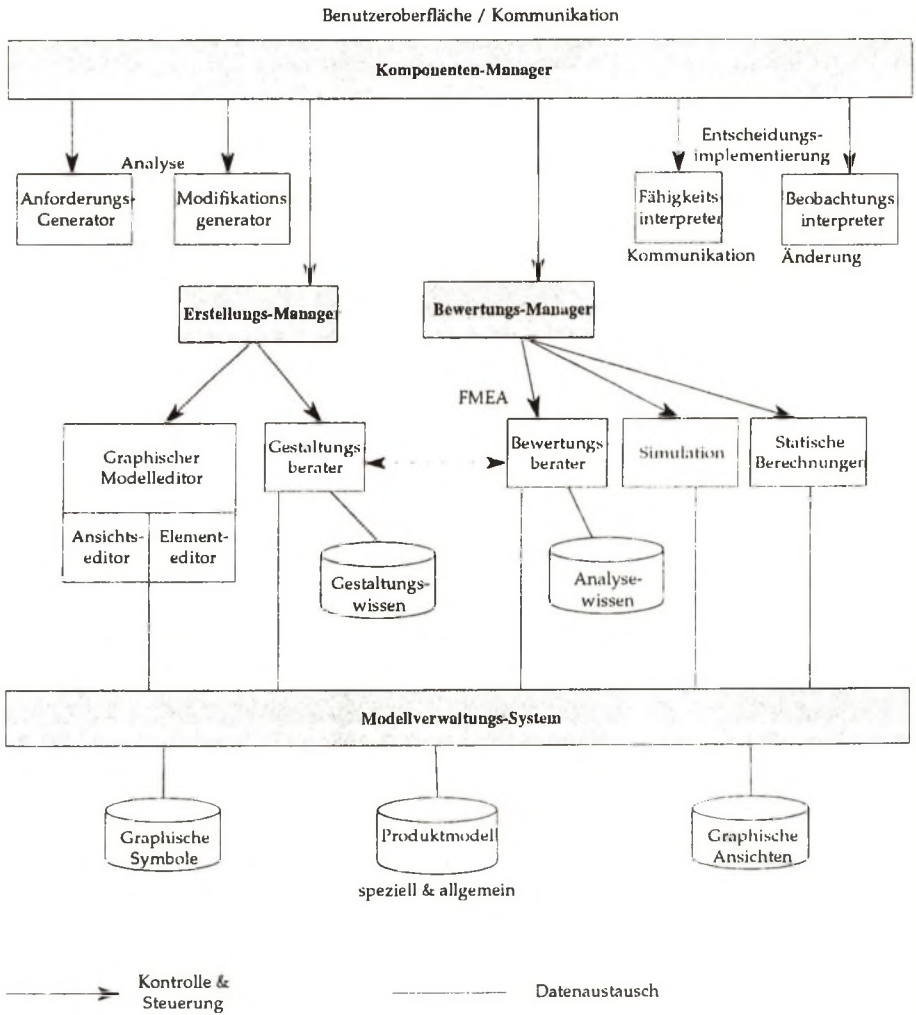


Bild 1. Aufbau eines Konstruktionswerkzeugs zur Entscheidungsunterstützung

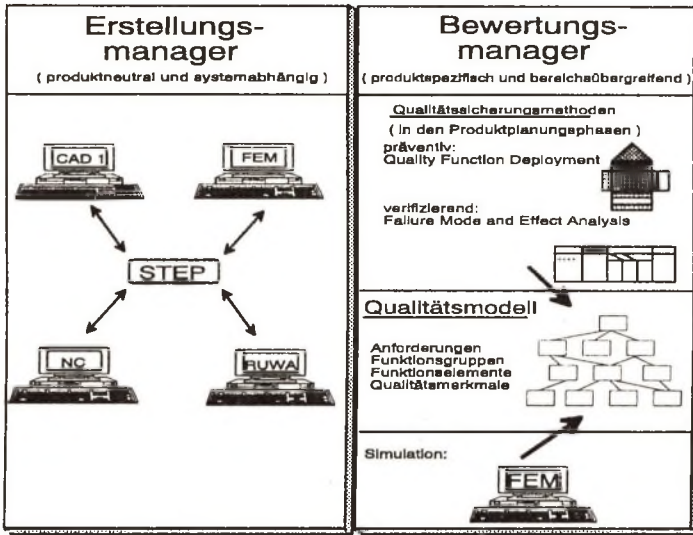


Bild 2. Aufbau des Erstellungs- und Bewertungsmanager

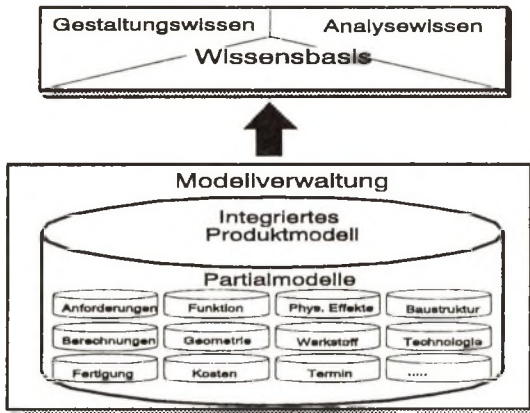


Bild 3. Aufbereitung der Produktdaten in Wissen

Erst durch die Kommunikation zwischen dem Erstellungs-Manager und dem Bewertungs-Manager findet eine Entscheidungsunterstützung statt. Dabei gilt, daß aus den Daten Informationen werden und aus den Informationen Wissen wird [Mey90].

Der in Bild 4 dargestellte Zusammenhang ist für die Planung und Organisation eines Teams und des Daten-, Informations- und Wissensaustausches notwendig. In [Bah94] werden Ansätze zur Organisation eines Teams beschrieben.

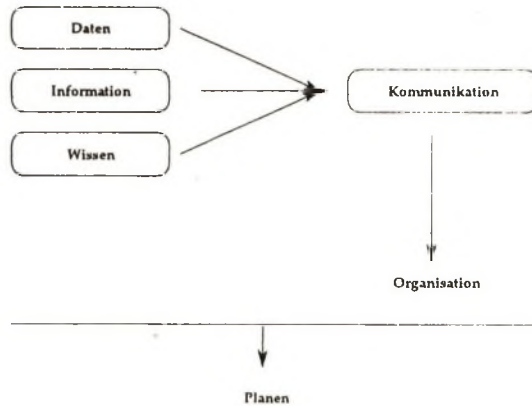


Bild 4. Strukturierte Darstellung für die Planung, Organisation und Kommunikation

Da jedoch das Wissen eines Experten nur schwer abzubilden und auf dem neuesten Stand zu halten ist, müssen Wege gefunden werden, um an das Wissen auch anderweitig heranzukommen. Dabei könnte eine Art Mailbox als Verteiler und temporärer Speicher der Fragen und Antworten dienen. Diese Mailbox muß in der Lage sein, Sprache in Text, Text in Sprache und natürlich auch Text in Text zu verstehen und umzuwandeln. Über ein Schlüsselworterkennungssystem muß die Zuordnung zum Experten hergestellt werden können. Ein Problem in der heutigen Zeit wird es sein, alle Mitarbeiter dazu zu motivieren, aktiv mitzuarbeiten. Zeitverlust dürfte dadurch kaum entstehen, da jeder in Zukunft seinen PC oder seine Workstation auf seinem Schreibtisch oder an der Werkzeugmaschine stehen hat. Die gestellten Fragen und Antworten müssen dann automatisch in die Wissensbasis und das Netzwerk der funktionalen Zusammenhänge aufgenommen werden. Dieser dynamische, lernorientierte Ablauf erfordert die Ansätze der Neuronalen Netze.

Das Konstruktionswerkzeug wird dadurch auf die unterschiedlichen Wissensbereiche und Kompetenzebenen in Form eines mehrstufigen Neuronalen Netzwerks aufgebaut sein. Wie komplex so ein Netzwerk aussieht, ist am Beispiel von den Verbindungsarten im Maschinenelementebereich dargestellt (Bild 5).

4. Die Technologien

Die Hard- und Software-Landschaften sind zur Zeit sehr heterogen und es wird auch im Jahre 2024 voraussichtlich nicht anders sein. Zwar werden die Programme leistungsfähiger sein, jedoch werden sie in gleichem Maße mehr Speicherkapazität benötigen. Wir befinden uns heute im Giga-Bereich was die Speicherkapazität angeht, in Zukunft werden wir jedoch in die Teraebene eindringen. Die Rechner werden zwar leistungsfähiger sein, jedoch ist zu befürchten, daß diese Leistung durch den zunehmenden Netzwerkverkehr und die komplexen und umfangreichen Programme erheblich beeinträchtigt werden wird.

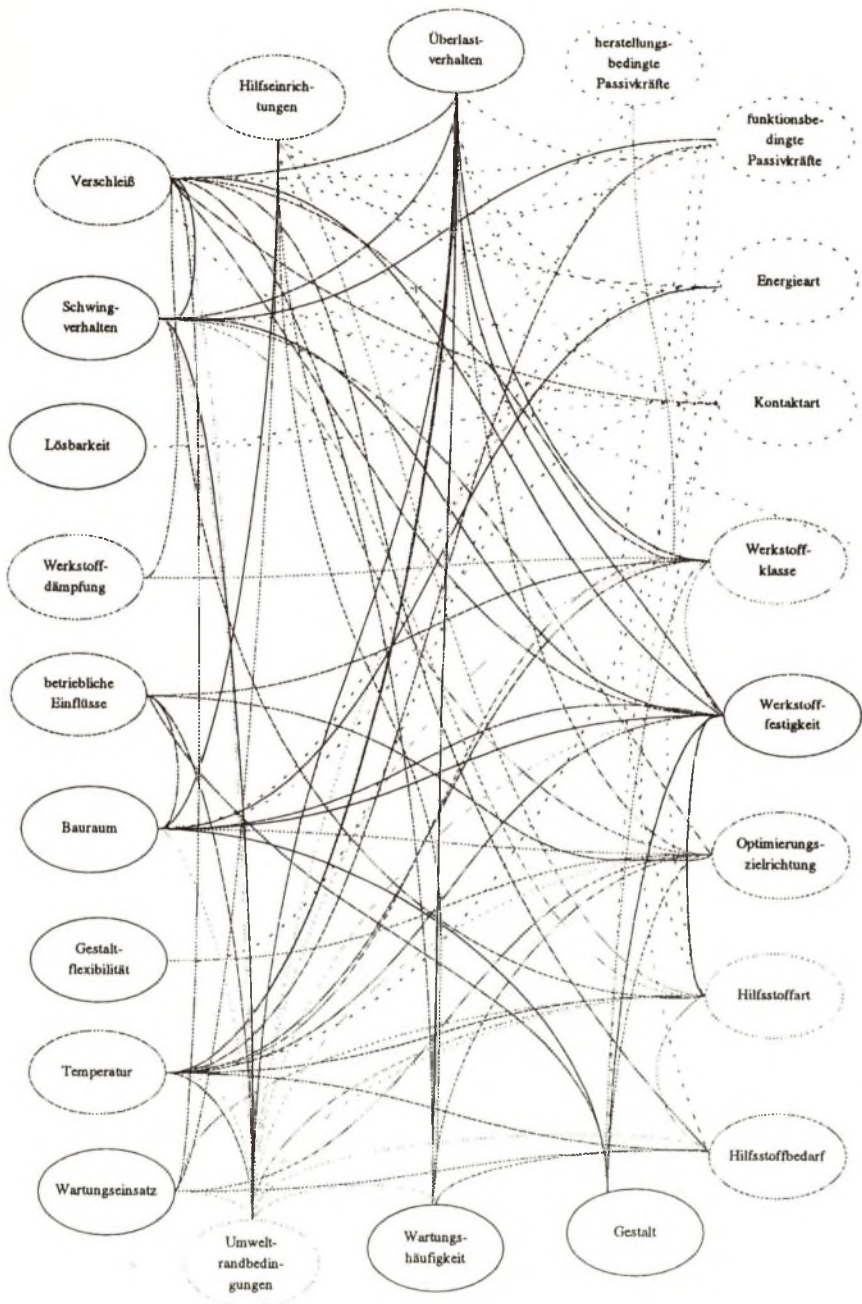


Bild 5. Interdependenzen im Entwurfsprozeß von Verbindungen

5. Diskussion und Zusammenfassung

So unwirklich die geschilderten Beispiele auch gewesen sein mögen, so haben sie doch bestimmte Gemeinsamkeiten:

- Keine Methode bzw. kein Hilfsmittel wird wirklich neu sein. Sie müssen lediglich preiswerter angeboten, spezieller auf den Kunden und an unterschiedliche Problembereiche angepaßt werden, um die Massenmärkte bedienen zu können.
- die Rechnerunterstützung in den Teilbereichen der Konstruktionsmethodik wird nach wie vor nicht ohne das Wissen, die Kreativität und Intuition des Menschen auskommen können.
- CAD, FEM und MKS werden mehr als nur rein geometriebasiert arbeiten. Das heißt, sie werden nicht mehr nur Daten austauschen und verarbeiten, sondern auch Informationen und Wissen integriert haben.

Wir werden zunehmend in einer simulierten Welt leben und versuchen, zum Beispiel den Konstruktions- und Fertigungsprozeß zu verkürzen und zu optimieren. In kleinen Teilbereichen wird das auch möglich sein, jedoch nie ganzheitlich. Dafür gibt es einfach noch zu viele ungelöste Probleme wie zum Beispiel im Bereich der Faserverbundwerkstoffe oder der Klebverbindungen. Es müssen deshalb erst einmal für Teilbereiche die richtigen Daten, Informationen und Wissen gesammelt, strukturiert und abgebildet werden.

Der Markt für die Informationsverarbeitung und Unterstützungswerkzeuge wird auch in den kommenden drei Jahrzehnten weiter starkes Wachstum zeigen. Die Neuronalen Netze werden hierbei einen großen Beitrag leisten.

8. Literaturverzeichnis

- [Bah94] Bahlow, J.: *Wirksame Qualitätssicherung im Entwicklungsprozeß durch bereichsübergreifende Produkt-Teams*, VDI-Bericht 1106, VDI-Verlag 1994.
- [Bir90] Birkhofer, H.: *Konstruieren im Sondermaschinenbau -Erfahrungen mit Methodik und Rechnereinsatz*, VDI-Bericht 812, VDI-Verlag, 1990
- [Ehr93] Ehrlenspiel, K.: *Industrieprobleme in Entwicklung und Konstruktion*, Konstruktion 45 (1993)
- [Gra89] Grabowsky, : *STEP-Entwicklung einer Schnittstelle zum Produktdatenaustausch*, VDI-Z 131 (1989)
- [Lut85] Luttmmer, G.: *Integrierte Automatisierung industrieller Gesamtsysteme*, VDI-Bericht 580, VDI-Verlag 1985.
- [Mey90] Meyer, W.: *Expertsystems in Factory Management*, Ellis Horwood Limited (1990)
- [Pah86] Pahl, G. : *Konstruktionslehre*, Springer-Verlag 2 Auflage 1986
Beitz, W.
- [Spu87] Spur, G.: *Informationsverarbeitung als Produktionsfaktor*, in Proceedings Werkzeugmaschinenkolloquium '87 Produktionstechnik auf dem Weg zum integrierten Systems, VDI-Verlag, 1987
- [VDI93] N.N.: *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*, VDI-Richtlinie, VDI-Verlag, 1993

Gutachter: Wojciech Cholewa