

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG
Herausgeber: Eisenbibliothek
Band: 58 (1987)

Artikel: CAD / CAE / CAM in der Entwicklung, Konstruktion und Fabrikation am Beispiel der Firma Georg Fischer
Autor: Sigrist, Rainer
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378201>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

gebaut ist? Was machen die «intellektuellen Chaoten»? Findet sich in dieser Welt eine Nische, die ohne Entscheidungsbäume auskommt?

Wenn beängstigend ist, was auf uns zukommt, ist es manchmal gut, zurückzublicken und zu sehen, was in der Vergangenheit bewältigt werden musste. Dazu nochmals aus den Anfängen des Automobils: Henry Ford hatte Mühe, für seine Massenproduktion von Automobilen die nötigen Kredite aufzutreiben. Die Banken argumentierten: so viele Menschen, die imstande wären, die hohe Kunst des Autofahrens zu erlernen, gebe es gar nicht. Der geneigte Leser zieht den sich daraus ergebenden Analogieschluss.

CAD/CAE/CAM in der Entwicklung, Konstruktion und Fabrikation am Beispiel der Firma Georg Fischer

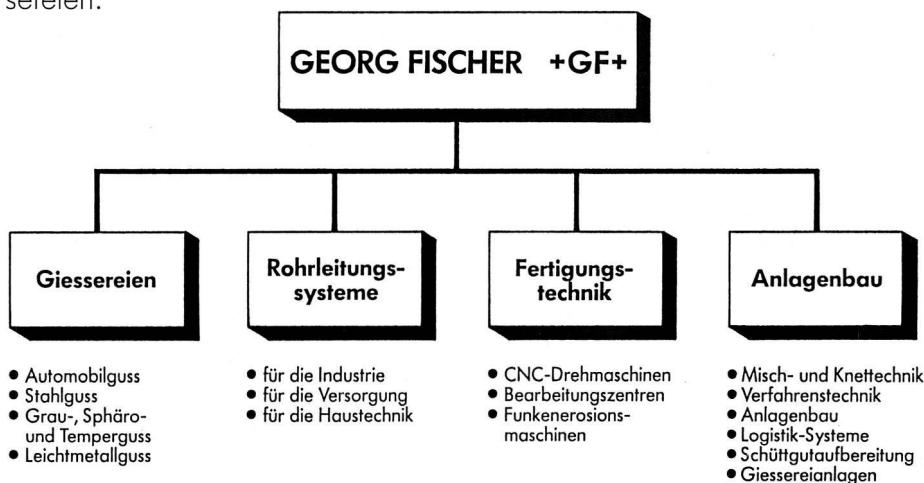
Rainer Sigrist, dipl. Ing. ETH
c/o Georg Fischer AG
CH-8201 Schaffhausen

1. Einleitung

CAD, CAM, CAE, CIM, MAP (Computer Aided Design, – Engineering, – Manufacturing, Computer Integrated Manufacturing, Manufacturing Automatic Protocol): Sind dies Mode-Schlagwörter, sind es Zukunftsvisionen oder sind es bereits Teile der heutigen Wirklichkeit in Forschung, Entwicklung und Fabrikation?

Dieser Frage soll in der Folge auf pragmatische Weise nachgegangen werden. Es soll dies geschehen aus der Sicht des «Benützers von CAD auf der Management-Ebene» und nicht etwa des Informatik-Spezialisten oder des praktischen CAD-Anwenders oder gar des Gestalters von CAD-Systemen.

Wir gehen der Frage nach am Beispiel von Georg Fischer, einer Schweizer Firma aus der Welt des Maschinen- und Anlagenbaus und der Giesereien.



Georg Fischer gliedert sich in vier marktorientierte Unternehmensbereiche mit einem sehr breiten Produktspektrum.

Der 1802 gegründete Konzern beschäftigt heute ca. 15 000 Personen in der ganzen Welt, befasst sich mit einem äusserst vielfältigen Leistungsangebot, bewegt sich in sehr vielen, sehr unterschiedlichen Märkten und wendet folglich sehr viele und sehr unterschiedliche Technologien an. Aus dieser mehrschichtigen Vielfalt ergeben sich ebensoviele Unter-

schiede wie Parallelen bei den Zielen und Anwendungen von CAD. Dabei wollen wir uns bewusst auf tatsächlich Erlebtes und Erfahrenes abstützen und nicht etwa auf die Literatur.

2. Ein Blick zurück, von der Idee zum fertigen Produkt

Mehreren bekannten Bildhauern wird die folgende Anekdote zugeschrieben: Frage an einen Bildhauer: «Wie gelingt es Ihnen, aus einem starren, leblosen Steinblock einen von Kraft und Lebendigkeit strotzenden Löwen herauszuarbeiten?» – Antwort des Bildhauers: «Ich stelle mich vor den Block und schaue so lange auf ihn und in ihn hinein, bis ich darin den Löwen sehe. Der Rest ist ganz einfach, ich schlage mit dem Hammer all das weg, was nicht zum Löwen gehört, also überflüssig ist.»

Um in der modernen CAD-Sprache zu reden, haben wir es hier mit einem typischen Fall von «solids modelling» zu tun: Dieser Bildhauer hat nicht etwa zuerst eine Zeichnung erstellt mit Grundriss, Aufriss, Seitenriss und Schnitten, sondern er denkt und handelt von Anfang an dreidimensional.

Betrachten wir nun den Konstrukteur, der gestaltet, der die Design-Arbeit der heutigen Industrie ausführt. (Wir werden den Begriff «Design» in der Folge im engeren englischen Sinn benutzen, nämlich als Konstruktions-tätigkeit, nicht zu verwechseln mit der Tätigkeit des sogenannten Designers, der sich nur mit der äusseren Gestaltung und nicht mit der Funktion eines Produktes befasst.)

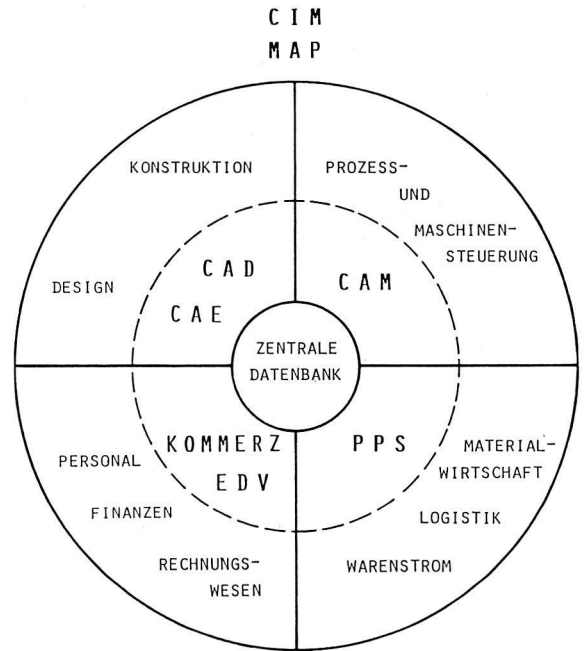
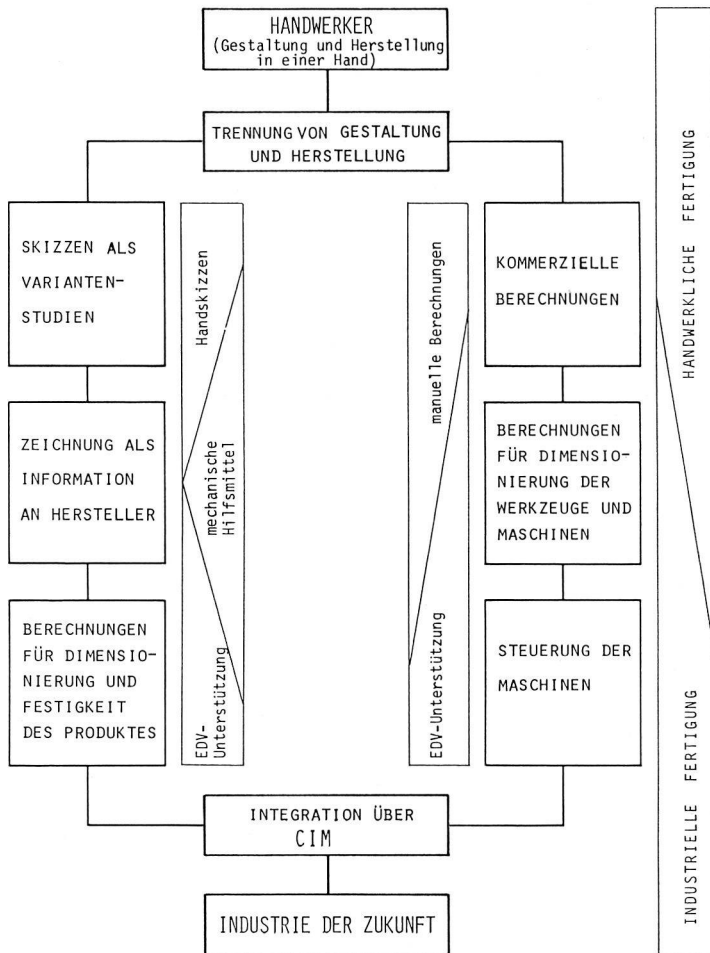
Wenn unser Konstrukteur heute «konstruiert» hat, hat er gestaltet, aber noch nicht hergestellt. Damit sein Produkt entsteht, muss es noch fabriziert, also physisch gestaltet werden. Die ersten Konstrukteure waren wohl die Handwerker, die nach der Methode des zitierten Bildhauers vorgegangen sind, die also unmittelbar von der Idee zur Ausführung geschritten sind.

Der Designer war in der vorindustriellen Zeit identisch mit dem Hersteller. Später haben wohl beide, sowohl der Handwerker wie der Künstler, ihre Ideen skizziert. Sie taten dies aber nicht aus demselben Grund wie der heutige Konstrukteur als Informationsmittel für einen Dritten, sondern lediglich für sich selbst im Sinne von – wieder ein heutiger Ausdruck – einer Varianten-Studie.

Mit der Industrialisierung vollzog sich sehr rasch eine vollständige Trennung des Gestaltungsprozesses vom Herstellungsprozess. Die Arbeitsteilung auf allen Stufen ist ja eine der wesentlichen Erscheinungen der Industrialisierung (vgl. Trennung in Konstruktions-Büro und Werkstatt, in Kopf- und Handarbeit, in Angestellte und Arbeiter ...). Dem Hersteller wird heute die Idee des Gestalters in Form einer graphischen Darstellung mitgeteilt, oft auch noch mit weiteren Instruktionen. Folgen wir nun den beiden getrennten Wegen, also dem Gestalter und dem Hersteller, in die heutige Zeit.

Der Gestalter hatte wohl bald das Bedürfnis, Berechnungen anzustellen über die Funktion und die Dimensionierung seiner Produkte. Schon vor dem Zeitalter der elektronischen Datenverarbeitung standen ihm neben Papier und Schreibstift mechanische Hilfsmittel zur Verfügung, nämlich Rechenmaschinen und Geräte für die graphische Gestaltung und Darstellung seiner Ideen (Planimeter, Pantograph).

Der Hersteller, auf dem anderen Weg in die Zukunft, hatte das Bedürfnis, Berechnungen kommerzieller Art anzustellen sowie die Dimensionierung seiner Werkzeuge und Maschinen zu berechnen. Später ging es hier



CIM ist eine Umsetzung der Idee, dass alle Stellen auf dieselben Originaldaten zugreifen (sofern sie Bedarf haben) – im Gegensatz zur herkömmlichen Struktur, in der jeder seine eigenen Daten hortet.

Bild links:
Die Industrialisierung hat Kopf- und Handarbeit getrennt, der Computer führt sie wieder zusammen.

um die automatisierte Steuerung seiner Werkzeuge und Maschinen und schliesslich um die Steuerung der Fertigung seiner Werkzeuge und Maschinen.

Die elektronische Datenverarbeitung hat den Hersteller zuerst auf dem kommerziellen Gebiet unterstützt, dann bei der Produktions-Steuerung und schliesslich bei der Prozess- und Anlagen-Steuerung (CAM). Dem Gestalter stand diese Unterstützung erst später zur Verfügung, nämlich mit dem Aufkommen von CAD-Systemen.

Während wir gesehen haben, dass sich mit der Industrialisierung die Gestaltungs- und Herstellungsprozesse vollständig getrennt haben, können wir heute feststellen, dass wieder eine Integration stattfindet und dass vermutlich in der Zukunft diese verschiedenen Prozesse über Informatik- und Informationssysteme wieder viel näher zusammenrücken, ja integriert sein werden.

Einige bewusst äusserst knapp gehaltene Worte zur eigentlichen «modernen» CAD-Geschichte, beginnend am Anfang der 50er Jahre des 20. Jahrhunderts: Damals wurde am MIT die erste automatisch gesteuerte Fräsmaschine entwickelt, was schliesslich zur Entstehung des Automatically Programmed Tool (APT) geführt hat. Wir sehen also, dass CAM, d.h. Computer Aided Manufacturing, nicht etwa eine Folge von CAD ist, sondern einen eigenen, sogar früheren Ursprung hat.

Southerland, einer der ersten CAD-Pioniere, stellte sich den künftigen Designer vor als an einer Konsole sitzend und ein interaktives, graphisches

System bedienend. Er entwickelte am MIT 1963 SKETCH PAD. 1964 erstellte General Motors das DAC-1-System (Design Augmented by Computer). 1965 entwickelte Bell Telephone GRAPHIC 1 als System für die geometrische Erzeugung von gedruckten Schaltungen. Bereits 1967 schlug Freeman einen Algorithmus für die Lösung des wichtigen Problems «hidden line» vor. Während die 60er Jahre geprägt waren von den CAD-Pionieren, gehörte die erste Hälfte der 70er Jahre den enthusiastischen CAD-Wissenschaftlern. Viele theoretische Grundlagen wurden gelegt. Man hat sich befasst mit Problemen wie «finite Elemente» und vor allem mit dem «hidden line»-Problem, resp. mit der Zurückführung des Konstruktionsprozesses auf die Boolesche Algebra. Damit wurden die Grundlagen für den dreidimensionalen computerunterstützten Konstruktionsprozess geschaffen (vgl. solid modelling).

1973 hat man sich wohl erstmals, bei Lockheed, der wirtschaftlichen Seite des Komplexes der Konstruktionsarbeit zugewandt. Daraus entstand ein besonderes Ziel von CAD, nämlich die Rationalisierung der eigentlichen Zeichnungsherstellung (Computer Aided Drafting). Diese Vorstellung ist auch heute noch in vielen Köpfen, und daher wird sehr oft eine klare Unterscheidung zu CAE gemacht, mit dem alle Berechnungs-, Optimierungs- und Analysen-Probleme gelöst werden sollen. Bei Georg Fischer betrachten wir jedoch CAD als Überbegriff, als Gesamtsystem für die Optimierung resp. Unterstützung des Gestaltungs- und des Herstellungsprozesses. CAD-/CAE-/CAM-Systeme sind Werkzeuge zur Erzeugung von Geometriedaten aller Art und zu deren problemorientierter Weitergabe und Weiterverarbeitung.

Ende der 70er, anfangs der 80er Jahre gelang dann etlichen CAD-Systemen der Durchbruch aus der wissenschaftlichen Phase in die Vermarktungsfähigkeit. Heute besteht ein weltweiter grosser Markt für CAD-Systeme. Trotzdem muss auch jetzt noch festgestellt werden, dass der Durchbruch in vielen Konstruktionsabteilungen auch grosser Industriefirmen noch nicht vollzogen ist. Namhafte Unternehmen haben erst kürzlich CAD-Systeme angeschafft. An der ETH ist erst 1985 das CAD-Institut gegründet worden.

Der Graben zwischen CAD-Technologie und CAD-Anwendung dehnt sich vorderhand noch aus. Vermutlich werden heute noch mehr CAD-Systeme gekauft und installiert als sinnvoll angewendet.

Es ist ein langer und schwerer Weg von der Installation bis zur Integration eines solchen Systems in den Gestaltungs-, Entscheidungs- und Fabrikationsprozess.

3. Zielsetzungen und Anwendungsmöglichkeiten bei Georg Fischer

Alle vier Unternehmensbereiche von Georg Fischer verfügen heute über CAD-Anwendungen. Es liegen Erfahrungen aus dem ganzen breiten Spektrum der Georg Fischer Tätigkeiten vor, nämlich in den Kundengiesereien, im Maschinen- und Anlagenbau sowie aus dem Bereich Rohrleitungssysteme. Auf den letzteren wird in einigen Fragen etwas näher eingegangen, da der Verfasser hier seine persönlichen Erfahrungen gemacht hat.

Die Ziele sind, wenn auch mit unterschiedlichen Prioritäten, in allen Bereichen in etwa dieselben:

- Verkürzung von Durchlaufzeiten (bei der Produkteentwicklung, bei Offertabläufen sowie bei der Auftragsabwicklung)
- Optimierung der Produktequalität
- Reduktion der Herstellkosten von Produkten und Werkzeugen (fertigungsoptimale Konstruktion, Mehrfachverwendung von Geometrien)

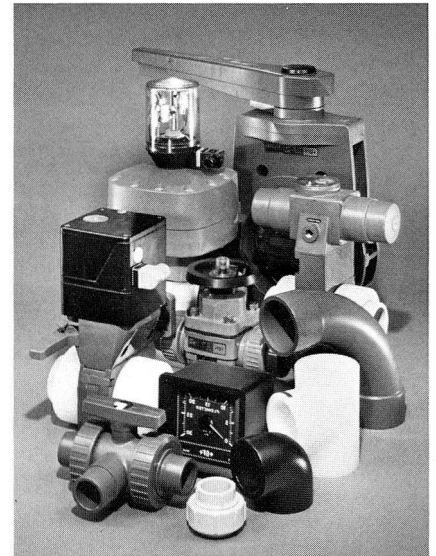
- Reduktion des technischen Aufwandes bei Entwicklung und Konstruktion (Mehrfachverwendung von Geometrien, on-line-gesteuerte Dokumentation, programmgesteuerte Geometrieerzeugung, Simulationen ...)
- Reduktion des technisch/administrativen Aufwandes («Zeichnungsverwaltung», Stücklisten, ...)
- Vorstossen in Innovationsbereiche
- Integration und Koordination, d.h. sicherstellen, dass verschiedene an einer Aufgabe beteiligte Stellen auf gleiche und aktuelle Geometriedaten zugreifen
- Austausch von Geometriedaten mit Dritten (Kunden und Lieferanten)

Im Unternehmensbereich Rohrleitungssysteme, der sich mit der Entwicklung, Konstruktion, Fabrikation und weltweiten Vermarktung von Systemen und Produkten (Verbindungselemente wie Fittings, Verschraubungen und Flansche, Armaturen sowie Mess- und Regelgeräte) für den Rohrleitungsbau in Kunststoff und Metall für die Industrie, für die Versorgung und für die Haustechnik befasst, wird das CAD-System für folgende Anwendungen eingesetzt:

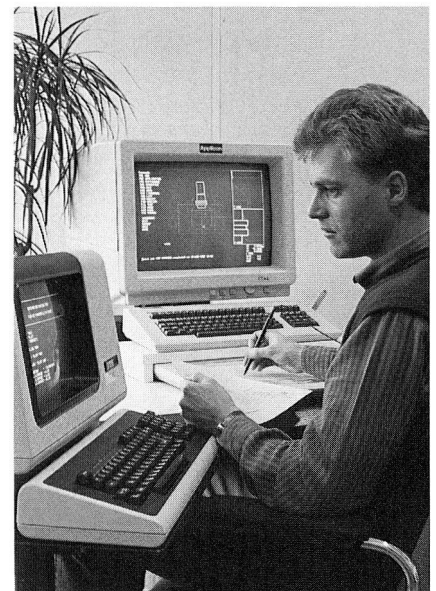
- Konstruktionsentwürfe für Produkte und Werkzeuge
- 3-D-Konstruktion komplexer Einzelteile
- Toleranz- und Kollisionskontrollen
- Design-Studien (äussere Gestalt)
- Varianten-Konstruktion
- Einzelteilzeichnungen
- Zusammenstellungszeichnungen
- Explosionszeichnungen für Verkaufsunterlagen
- Wandstärken-/Massierungs-Analysen
- Gewichts- und Herstellkosten-Grobkalkulation
- Festigkeitsberechnung, FE-Analysen (Simulation der Funktion)
- Simulation der Herstellvorgänge: Füllbild, Kühlung usw.
- Zeichnungsverwaltung und Änderungsdienst
- Stücklisten-Erstellung
- Produkte-, Einzelteile-, Normteile-, Formen- und Werkstoff-Datenbank (Wiederverwendungsnachweis)
- NC-Datenbereitstellung für Formherstellung
- NC-Datenbereitstellung für spanabhebende Teileproduktion
- Daten für Arbeitsvorbereitung
- Integration in Form von Datentransfer zu kommerzieller EDV und Datentransfer von Produktkonstruktion zu Formenkonstruktion und Formenbau.

Neue Produkte werden vom ersten Entwurf bis zur Montagezeichnung am CAD-System entwickelt. Der Entwurf wird in mehreren Varianten ausgearbeitet, wobei gleiche Teile übernommen werden können. Die gültige Variante wird bis zur Zusammenstellungszeichnung fertiggestellt. Produkte, die in mehreren Grössen oder nach verschiedenen Normen produziert werden, werden nach Abschluss der Entwicklungsarbeit vom Konstrukteur programmiert. Sämtliche Zeichnungen für alle Grössen und Normen können dann automatisch erstellt werden. Änderungen der Konstruktion brauchen nur einmal im Programm vorgenommen zu werden und werden dann in neuen Originalen automatisch gezeichnet. Die Information an die Formenkonstruktion erfolgt nicht mehr über fertige Zeichnungen, sondern nur noch durch ein Programm mit den zugehörigen Daten. Typische Beispiele für diesen Anwendungsfall sind Fittings, deren Gestalt über ganze Dimensionsreihen hinweg gleich bleibt.

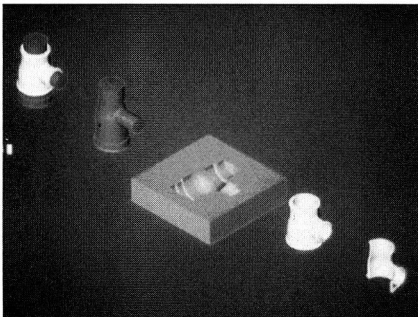
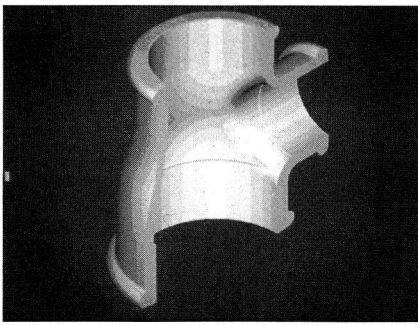
Solche Programme werden auch eingesetzt, um Standard- und Normteile darzustellen. Dabei wird z.B. die nach Norm erforderliche Länge einer Schraube bestimmt, unter Berücksichtigung der Unterlagscheiben und



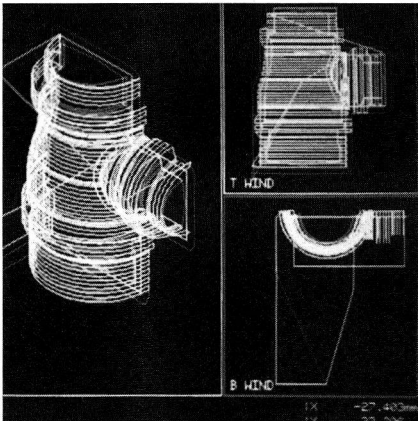
Im industriellen Rohrleitungsbau nehmen Fittings und Armaturen von Georg Fischer eine führende Stellung ein. Das breitgefächerte Sortiment an Verbindungsstücken und Armaturen bietet interessante Anwendungsmöglichkeiten für CAD.



Ein leistungsfähiges CAD-System (Computer Aided Design) unterstützt Ingenieure und Konstrukteure in effizienter Weise bei der Entwicklung neuer Typen von Georg Fischer Kunststoffprodukten.



Plastische Körpermodelle unterstützen die Konstruktion: Sie ermöglichen Schnitte und Volumenberechnungen während der Konstruktionsarbeit.



Das CAM-System unterstützt die NC-Programmierung. An der vorhandenen CAD-Geometrie können die Fräswege dargestellt und kontrolliert werden.

Layout einer Giessereianlage. Die oft in ähnlicher Form wiederverwendeten Anlagenkomponenten sind parametrisiert und programmiert. Sie werden vom CAD-System automatisch eingezeichnet, nachdem Lage, Variante und Grösse angegeben wurden.

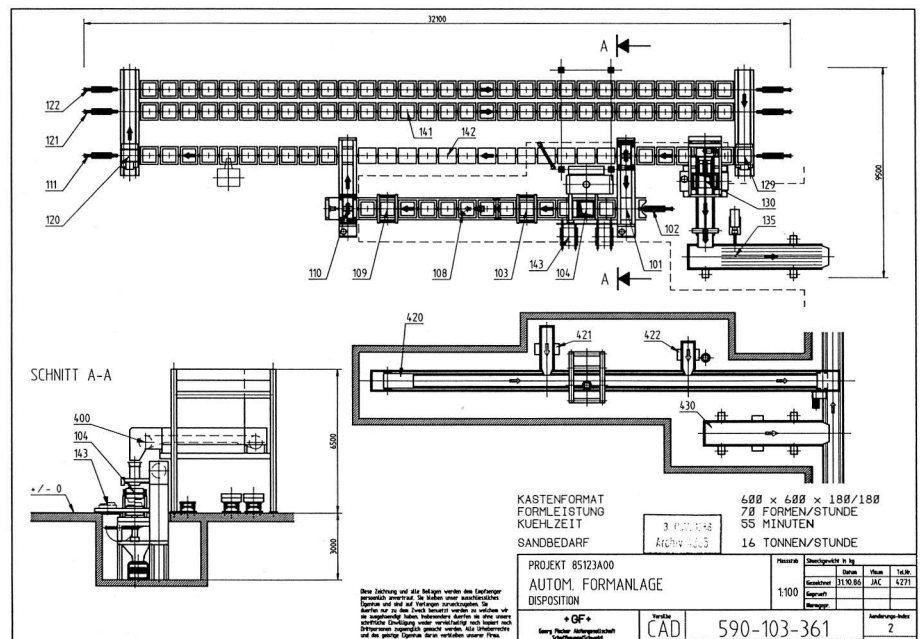
des gewählten Schraubenmusters. Auf diese Art und Weise werden die meisten Normteile des Georg Fischer Formenbaus abgerufen.

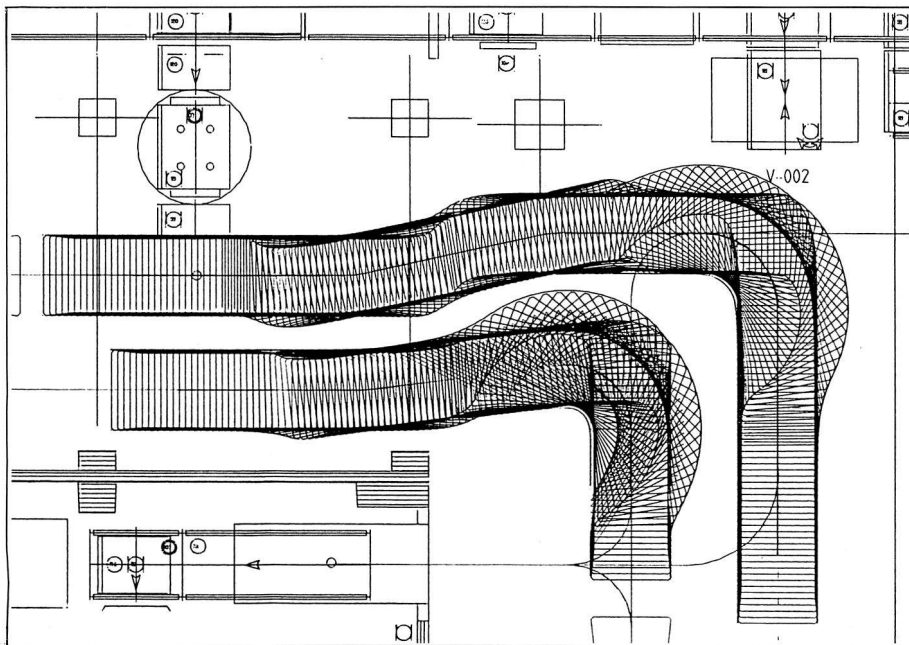
Um schon vor der Herstellung eines Prototyps möglichst genaue Aussagen über die Festigkeit eines Produktes machen zu können, kann eine computerunterstützte Festigkeitsanalyse durchgeführt werden. Die ohnehin im Computer gespeicherte Geometrie des Produktes wird dazu für eine Finite-Elemente-Berechnung aufbereitet. Die Berechnungsergebnisse geben einen wesentlich detaillierteren Einblick in das Verhalten des Produktes unter der angegebenen Belastung, als das mit manueller Berechnung möglich wäre. So kann das Produkt schon vor den ersten Versuchen am Bildschirm optimiert werden.

Nur mit CAD sind bei vertretbarem Aufwand Studien der Entformung von Spritzgussteilen zu machen. In der Formenkonstruktion sind mit Hilfe von CAD Untersuchungen möglich, die vorher mühsam mit dem Zirkel durchgeführt wurden, z.B. die vereinfachte Simulation der Füllung des Werkzeugs. Ausgehend von den Geometrien können auch die Bearbeitungswege der Fräsmaschine festgelegt werden, die die Form oder das Modell erzeugt. Auch hier unterstützt das CAD/CAM-System den Benutzer, denn er kann am Bildschirm erkennen, ob der Fräsweg mit der Aufspannung oder sogar mit einer schon bearbeiteten Fläche kollidiert.

Neben diesen aus dem Unternehmensbereich Rohrleitungssysteme stammenden Anwendungen seien in der Folge noch einige für andere Produktbereiche typische Beispiele erwähnt:

Der Geschäftszweig Fahrzeugtechnik befasst sich mit der Entwicklung, Konstruktion, Herstellung und Vermarktung von Bauteilen für Nutzfahrzeuge. Es sind dies vor allem Räder und Sattelkupplungen. Dieser Geschäftszweig ist nicht nur bei Georg Fischer der CAD-Pionier, sondern gehört auch ausserhalb des eigenen Unternehmens in diese Kategorie, hat er doch nachweislich im Sommer 1977 das zweite in der Schweiz vorhandene System zum computerunterstützten Zeichnen installiert. Dabei handelt es sich um ein typisches produktbezogenes Variantenkonstruktionsgerät. Das System wird angewendet zum automatischen Erstellen von NC-Daten für die Bearbeitung der Radsterne sowie zur automatischen Darstellung dieser Produkte resp. deren massgenauer Geometrie als Kontrolle der NC-Daten. In der Angebotsphase wird es auch eingesetzt zur rechenunterstützten Erstellung von Offertzeichnungen.





Studien des Raumbedarfs und Kollisionsuntersuchungen für fahrerlose Transportsysteme waren bisher nur im Modellversuch möglich. Heute werden die Fahrbahnen schnell und exakt am Bildschirm ermittelt.

Im Anlagenbau, nämlich im Geschäftszweig Giessereianlagen und bei OWL AG Logistik-Systeme wird CAD sowohl in der Offert- wie in der Realisierungsphase von Projekten regelmässig für die Layout-Planung eingesetzt. Der Geschäftszweig Giessereianlagen befasst sich mit der Entwicklung, Konstruktion und weltweiten Vermarktung von Maschinen, Apparaten und Anlagen für Giessereien sowie mit der Planung und Realisierung von ganzen Giessereien als Planer oder als Generalunternehmer. OWL entwickelt, konstruiert, plant und realisiert komplexe logistische Gesamtsysteme (vgl. vollautomatisierte Lager), d.h. integrierte Problemlösungen. Die Tätigkeiten reichen von der Problemanalyse bis zur schlüsselfertigen Realisierung als Generalunternehmer.

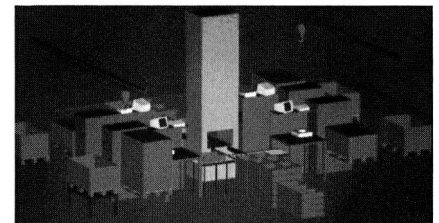
Bei der layout-Planung werden sowohl die Grobkonzepte wie auch die Detailkonzepte und die Bau- und Versorgungsplanung mit CAD gemacht. Dabei wird häufig Gebrauch gemacht von Programmbibliotheken. Eine besonders interessante Anwendung stellt bei OWL die Bewegungssimulation für induktiv gesteuerte Fahrzeuge im Rahmen der Planung von «Fahrerlosen Transportsystemen» dar. Die entsprechenden Studien mussten früher mühsam mit Modellversuchen im Massstab 1:1 durchgeführt werden.

Während im Bereich Werkzeugmaschinen neben den bereits genannten Anwendungen vor allem die Aufbereitung von NC-Steuerdaten im Vordergrund steht, geht es im Bereich Kundenguss vor allem um den Datenaustausch mit den Kunden, um die gemeinsame Teileentwicklung zu rationalisieren und zu beschleunigen.

4. Einführungsplanung und Benutzerschulung

Der Einstieg in den CAD-Einsatz ist in der Regel eine teure und langfristige Angelegenheit, die sorgfältig geplant und diszipliniert durchgeführt werden muss. Der Weg vom ersten Versuch bis zur vollen Integration dauert Jahre. In einzelnen Georg Fischer Bereichen wird nach 3–5 Jahre dauernden Einführungskonzepten gearbeitet.

Der Schulung der Benutzer ist dabei besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Wir haben hier grossen Aufwand betrieben bezüglich Schulungskonzeption und -vorbereitung sowie Durchführung und Leitung der Schulung. Als minimale Voraussetzung für die erfolgreiche Schulung der



Am Bildschirm können wie mit dem Baukasten vollständige Anlagen aufgebaut werden. Alle Komponenten sind massgetreu und erlauben genaue Platzuntersuchungen und geben auch einen vollständigen Überblick.

Benutzer betrachten wir eine abgeschlossene Ausbildung als technischer oder Maschinen-Zeichner und eine gewisse Erfahrung im Erstellen technischer Zeichnungen. Das Alter ist nicht massgebend. Sämtliche CAD-Benutzer durchlaufen dieselbe interne Ausbildung, natürlich je nachdem schneller oder langsamer resp. weiter oder weniger weit. Eine Ausnahme dazu bilden die NC-Programmierer, die nicht zeichnen oder konstruieren müssen.

Im Georg Fischer Grundkurs werden die allgemeinen EDV-Grundlagen gelehrt, es wird die Verwaltung der eigenen Daten sowie das Erzeugen und Manipulieren der Geometrie (Zeichnen mit dem Computer) geschult sowie das Erstellen kompletter Zeichnungen.

Georg Fischer interne Spezialkurse werden angeboten für Graphik-Programmierung, Volumen-Modell, NC-Programmierung, Anwendungsprogrammierung sowie Berechnungen.

5. Erfahrungen

Die bisherigen Erfahrungen sind auf allen Stufen inkl. Benutzer positiv. Es hat sich gezeigt, dass die angestrebten Ziele realistisch sind. In den meisten Bereichen wurde jedoch der Ausbildungsaufwand sowie der Aufwand für die Gestaltung des Umfelds, für die Erstellung von Bibliotheken, Datenorganisation, Datensicherung und Ablauforganisation unterschätzt.

Es hat sich gezeigt, dass die Wirtschaftlichkeit nicht etwa kurzfristig bei der Zeichnungserstellung zu erreichen ist, sondern erst im Verbund CAD/CAE/CAM (Integration!).

Im Bereich Rohrleitungssysteme liegen die CAD-Vorteile eindeutig bei der einfachen Datenübergabe zwischen Teile-Konstrukteur und Formen-Konstrukteur, in der Verbesserung der Fertigungsgerechtigkeit der Konstruktion, in der Teile-Optimierung durch die Möglichkeiten der leichten Varianten-Konstruktion und in der Beschleunigung von Projekten durch die Möglichkeit, Dimensionsreihen durch Geometrieprogrammierung automatisch zu erzeugen.

Im Anlagenbau zeigen sich die Vorteile darin, dass Abstimmungsintervalle zwischen verschiedenen Fachabteilungen gewaltig verkürzt werden können, dass mehrere Projektmitarbeiter gleichzeitig auf dieselbe Grafik zurückgreifen und folglich am selben Projekt arbeiten können, und dass schliesslich die Flexibilität und die Sicherheit der Erstellung und Anpassung von Plänen einen Grad erreicht, der auf manuelle Weise bei weitem nicht mehr möglich wäre.

In den meisten Bereichen gibt es bereits etliche Mitarbeiter, die das Instrument CAD heute weder missen könnten noch missen möchten, d.h., die ihre Aufgaben ohne dieses Instrument nicht mehr in der heute gewohnten Zeit und Qualität erfüllen könnten. Es ist auch erstaunlich, wie schnell es neuen Abteilungen resp. ihren Mitarbeitern gelingt, auf dem Gebiet CAD Tritt zu fassen. Dies ist möglich aufgrund einer sorgfältigen Projektplanung, einer sorgfältigen Auswahl der Benutzer, aber auch dank der im Hause bereits vorhandenen Anwender-Erfahrung und dank des bereits vorhandenen und ausprobierten Schulungskonzeptes.

Auch wenn die konkreten Tätigkeiten und Bedürfnisse in all den genannten Georg Fischer Bereichen völlig unterschiedlich sind, hat sich doch gezeigt, dass folgende Ziele für alle Bereiche gelten:

- Integration → CIM
- Verkürzung von Durchlaufzeiten (Erfüllen von Marktbedürfnissen)
- Produkt-Optimierung (Erfüllen von Marktbedürfnissen)
- Erhöhung der schöpferischen Gestaltungsfreiheit des Konstrukteurs (Innovation)

- Steigerung der Wirtschaftlichkeit, jedoch oft nur indirekt, vor allem aber erst über die Integration (Gesamtbetrachtung ist notwendig).

Ein nicht sinnvolles Ziel wäre der einfache Ersatz des Zeichenbrettes durch den Computer oder die einfache Computerisierung von einzelnen, heute manuellen Tätigkeiten oder Abläufen. Es wäre falsch, lediglich die heutigen Arbeitsweisen zu «computerisieren».

An allgemeinen Erfahrungen hat sich neben den bereits erwähnten überdies folgendes gezeigt:

- Bei der Systemauswahl sind nicht die aktuellen Unterschiede der angebotenen Systeme entscheidend, sondern massgeblich ist die Beurteilung des Anbieters auf seine Fähigkeit und seinen Willen, den künftigen Entwicklungsfortschritt mitzumachen und somit stets auf dem Stand der Technik zu bleiben.
- Wichtiger als der Systemscheid ist die sorgfältige Vorbereitung des Umfeldes und der Einführung eines Systems (bis hin zur Neu-Organisation des Unternehmens).
- Viel grösser als allgemein angenommen ist der Aufwand für Organisation und Umfeld.
- Wenn es nicht möglich ist, ganze Teams von der täglichen Arbeit freizustellen oder neu einzusetzen, ist es schwierig, parallel zum bestehenden Arbeitsprozess CAD einzuführen.
- Die Zeit für die Einführung von CAD ist reif. Die auf dem Markt vorhandenen Produkte und Systeme sind nutzbringend einsetzbar (vom PC bis zum Grossrechner).
- Es ist zu beobachten, dass der technische Fortschritt, sowohl bei Hardware als auch bei Software, ungeheuer schnell vor sich geht, allerdings keineswegs synchron. Während alle 2 Jahre eine neue Hardware-Generation entsteht, gibt es auf der anderen Seite nur alle 6 Jahre eine neue Software-Generation. Dieses Auseinanderklaffen des Fortschrittes kann für den Anwender Schwierigkeiten bedeuten, mindestens jedoch dauernde hohe Investitionen.

6. Ausblick in die Zukunft

Zum Schluss seien einige Überlegungen angefügt zur Bedeutung von CAD, CAE, CAM resp. CIM für das Unternehmen der Zukunft und für die Mitarbeiter, die dieses Unternehmen darstellen werden:

Wie ein roter Faden hat sich das Stichwort «Integration» durch unsere bisherigen Betrachtungen gezogen. Dieses Stichwort wird auch in Zukunft eine grosse Rolle spielen, und zwar noch vermehrt. Ein Blick auf das zukünftige Informationssystem einer Industrie-Unternehmung zeigt, dass CIM sicher kein leeres Schlagwort mehr sein wird, sondern eine Notwendigkeit. Heute bleibt es allerdings meistens beim Schlagwort. CIM-Realisierungen sind (ausser in punktuellen Einsätzen in der Automobil- und Flugzeug-Industrie) noch nicht bekannt. Für Georg Fischer ist CIM eine konkrete Vision. Nach dieser Vision richten wir unsere zukünftigen Zwischenschritte beim Aufbau von Teil-Informationssystemen.

Wie in anderen Bereichen und anderen Technologien stellen wir auch bei CAD/CAE/CAM eine zunehmende Entwicklungsgeschwindigkeit fest. Die Entwicklung erfolgt schon längst nicht mehr evolutions-, sondern im Normalfall revolutionsartig! Darin liegen Chancen für die einen und Risiken und Gefahren für die anderen (sowohl für Menschen wie Firmen). Es bedarf neben dem Mut auch neuer Methoden und neuer Verhaltensweisen, um neue Technologien innerhalb einer Firma auf allen Ebenen rechtzeitig zu adaptieren. Dies gilt für den Sachbearbeiter ebenso wie für das Kader bis zur obersten Stufe.

Der Management-Entscheid kann längst nicht mehr aufgrund der persön-

lichen Entwicklung und Erfahrung getroffen werden. Dies gilt für die Bereiche der Informatik, also EDV und CAD/CAE/CAM ebenso wie für die Elektronik, ja sogar für die Beurteilung von Märkten. Es geht darum, die Entscheidungsprozesse und Entscheidungsunterlagen nach neuen Methoden zu gestalten. Nur jene Firmen werden bekanntlich überleben, denen es gelingt, sich den veränderten Umweltbedingungen anzupassen. Diese beschleunigte Entwicklung von Technologien ist eine der wesentlichen Veränderungen der Umwelt.

Ein grosses CAD-Risiko wird in Zukunft in der Abhängigkeit vom eigenen installierten System resp. seinem Hersteller liegen. Die Auswahl dieses Partners ist von viel längerfristiger Bedeutung als etwa die Abschreibungsdauer der einzelnen Investitionen. Wegen dieser Abhängigkeit ist auch den Sicherheitsaspekten grösste Aufmerksamkeit zu schenken (Betriebsicherheit und Sicherheit gegen Missbrauch).

Es muss beachtet werden, dass der Wert des Werkzeuges CAD nicht nur von der Qualität des Systems, sondern vor allem auch von seinem Anwender und seiner Umgebung abhängt (siehe Schulung, Umfeldorganisation).

Es wäre ein grosser Irrtum anzunehmen, dass die heute auf dem Markt vorhandenen CAD-Systeme so benutzerkomfortabel sind, dass auf der Anwenderseite kein Computerwissen notwendig ist. Dies trifft insbesondere für die System's Managers, aber auch für viele Benutzer zu. Das notwendige Wissen ist aber erlernbar. Selbstverständlich muss trotzdem festgehalten werden, dass die Anwenderfreundlichkeit der Systeme in den letzten Jahren gewaltig gestiegen ist.

Die hohen Investitionen werden notgedrungen zu einer Neugestaltung von Arbeitszeiten und Arbeitsformen führen.

Ein Risiko wird in der Personalfluktuaton liegen, d.h. es wird eine Zeit kommen (zum Teil ist sie schon da), in der die CAD-Anwender – die gut geschulten – zu einer Mangelware auf dem Arbeitsmarkt werden. Dieses Problem wird nicht durch Geld oder Verträge zu lösen sein, sondern nur über ein attraktives Betriebsklima und eine herausfordernde Tätigkeit!

Ordnungssysteme werden künftig wieder eine höhere Bedeutung erhalten, und zwar sowohl für das Unternehmen wie für den einzelnen. Der CAD-Konstrukteur muss sein Vorgehen frühzeitig überlegen. Dies hat nichts zu tun mit der Einschränkung der schöpferischen Freiheit, bedingt aber bei den meisten Konstrukteuren ein Umdenken. Dasselbe gilt auch für das Unternehmen. Wer sich jetzt, d.h. am Anfang des CAD-Einstiegs, nicht mit dem sorgfältigen Ordnen von Bibliotheken, Programmen und Zeichnungen befasst, wird in einigen Jahren tatsächlich der Sklave seines Systems sein!

Eine Frage wird uns dauernd beschäftigen, nämlich: «Führt das Instrument den Benutzer oder unterstützt es ihn?»

Das erstere wäre insbesondere bezüglich der Innovationsfähigkeit eines Unternehmens katastrophal! Für das zweite bestehen hohe und gute Chancen. Die Furcht vor der Angst des Benutzers ist bei richtigem Vorgehen unbegründet.

Abschliessend kann aufgrund der gemachten Erfahrungen festgehalten werden, dass wir mit CAD dem Konstrukteur nicht ein System in die Hand geben, dessen Sklave er in der Zukunft sein wird, sondern mit dessen Hilfe er erst seine wahre, schöpferische Freiheit ausnützen kann. Wir sind überzeugt, diese Aussage auch im Namen unserer CAD-benutzenden Georg Fischer Mitarbeiter machen zu dürfen.