

CAD/CAM-Graphics für die Anwendung im Anlagenengineering

Georg Nees

Siemens AG Unternehmensbereich Energietechnik

1 Was ist Anlagenengineering?

Ordnet man technische Objekte der Größe nach, so reicht die Spannweite vom kleinsten Schraubchen bis zum Eisenbahnnetz. In diesem Spektrum zählen die technischen Anlagen zu den "großen" Objekten. Eine typische Anlage ist ein Umspannwerk, dessen Schalter und Transformatoren man oft vom Eisenbahnzug aus sehen kann. Umspannanlagen vermitteln elektrische Energie, eine Feststellung, die sofort auf ein Klassifikationsschema für Anlagen führt: Man kann sie nach der Substanz unterscheiden, deren Transport und/oder Verarbeitung sie primär dienen. Eine Fernsehsendeanlage verarbeitet primär Information, eine chemische Anlage einen Stoffstrom. Auch die Branchentechnologien liefern ein Einteilungsraster. Jede von ihnen, so z.B. die Papierherstellung, benötigt die für sie typischen Anlagen.

Technische Anlagen sind komplexe Objekte, die in vielfacher Weise aus Untereinheiten zusammengesetzt sind. So kann man in einer Zellstoff- und Papierfabrik verschiedene Stationen unterscheiden, durch die der Prozeß läuft: Rohstoffaufbereitung, Kocherei, Wäscherei, Bleicherei, bis zur eigentlichen Papiermaschine, die das Papier in einer kontinuierlichen Bahn erzeugt. Die Aufgabe des Elektrounternehmens bei der Erstellung der Anlage ist die Energieversorgung für den gesamten Fabrikationsprozeß, die Bereitstellung der Antriebstechnik, dann aber auch der Einrichtungen zum Messen, Steuern, Regeln und Überwachen der Prozeßparameter. Das Beispiel der Zellstoff- und Papierfabrik macht auch die Spannweite der Ausdehnung technischer Anlagen insofern anschaulich, als diese Anlage für die Bereitstellung der benötigten elektrischen Energie eine Umspannanlage oder ein Kraftwerk (oder beides) als Untereinheit benötigt.

Die geistige Leistung, die durch Bestimmung und Verknüpfung aller Anlagenkomponenten die Gestalt einer fertigen technischen Anlage bestimmt, ist das Anlagenengineering. Es grenzt sich durch diese Definition deutlich gegen die Fertigung der Anlagenkomponenten ab. Anlagenengineering selbst gliedert sich jedoch in bestimmte Abschnitte, nämlich Planung, Projektierung, Konstruktion und Schaltungstechnik, schließlich die Abwicklung. Bestimmt die Planung Zweck, Ort, Errichtungszeit und Leistungscharakteristik der Anlage, so dient die Projektierung bereits der konkreten Ermittlung der Anlagenkomponenten aufgrund der geforderten Anlagenleistung und Anlagenfunktionen. Anlagen sind räumliche Objekte. Der Konstruktion obliegt die Festlegung der Anlage im Raum, d.h. die eindeutige Bestimmung von Gestalt, Lage und Bewegungsmöglichkeiten aller Komponenten unter technologischen Randbedingungen, z.B. Materialeigenschaften. Die Schaltungstechnik legt die Verschaltung der elektrischen Komponenten fest. Schließlich trägt die Abwicklung Sorge, daß die Anlage wirklich realisiert wird. Dazu setzt die Abwicklung z.B. die Bestellung von Komponenten, aber auch die Anlagenmontage in Gang.

Seit einigen Jahren gesellen sich zu den Prozeßrechnern in ständig wachsendem Umfang Mikroprozessoren als Systemkomponenten in technischen Anlagen. Bei der Papierherstellung sind sie z.B. Bestandteil der Flächengewichts- und Feuchte-regelung. Da Mikroprozessoren wie auch Prozeßrechner programmiert werden müssen, tritt die Softwareerstellung an die Seite der schon erwähnten Teiltätigkeiten des Anlagenengineering. Betrachtet man zusammenfassend das Anlagenengineering als eine komplexe geistige Leistung im Ganzen, so ist offensichtlich, daß es die Verarbeitung zahlreicher und verschiedenartiger Informationen verlangt.

2 CAD/CAM

Auch ohne die Mikroprozessoren wäre die moderne Anlagentechnik schon so komplex, daß man zu ihrer Bewältigung ohne den helfenden Computer nicht auskäme. Deshalb beruhen die in der letzten Dekade entwickelten Anlagenengineeringverfahren alle auf Softwarepaketen und geeigneter Computerhardware. Der Ausdruck Computer Aided Design, kurz CAD, hat sich zur Bezeichnung der computerunterstützten Ermittlung technischer Auslegungsdaten im weitesten Sinn im Schrifttum eingebürgert. Bedeutet das Allerweltswort "Design" doch auch "Plan", "Projekt", "Konstruktion". Die Anlagenengineeringverfahren sind deshalb spezielle CAD-Verfahren. Allerdings erlauben eine Reihe dieser Verfahren die Erzeugung nicht allein von Dokumenten

für den menschlichen Gebrauch, sondern auch von Steuermedien für Fertigungsmaschinen, zu denen sich neuerdings die Roboter gesellen. Es ist deshalb sinnvoll, den Begriff Computer Aided Manufacturing (CAM) ins Spiel zu bringen. Überhaupt besteht eines der Ziele computerunterstützter Technologie in der Bildung von Verfahrensketten, die im Idealfall von der produktorientierten Forschung bis zur Produktwartung reichen. In solche weitreichenden Ketten werden auch die Anlagenengineeringverfahren mehr und mehr eingebettet.

Da der Automatisierungsgrad technischer Anlagen weiterhin wächst, weil außerdem in der Zukunft immer neue Techniken eingeführt werden, nimmt der Aufwand für das Anlagenengineering ständig zu. Durch steigende Dokumentationsanforderungen wird dieser Trend noch verstärkt, was auch durch eine vergleichende Untersuchung des Engineeringaufwands für zwei vergleichbare Anlagen in den Jahren 1965 bzw. 1980 aufgezeigt wird. Nach technischen Funktionen gegliedert, betrug die Funktionsanzahl bei der späteren Anlage mehr als das Zehnfache als bei der früheren. Trotz Rationalisierungsmaßnahmen stieg dadurch der Engineeringaufwand noch an, wenn auch um einen wesentlich geringeren Faktor. Die aufgezeigte Entwicklung spiegelt den Trend zur Großtechnologie wieder, die durch immer größere Produktionseinheiten bei höherer Produktivität, höherer Qualität und niedrigerem spezifischem Energieeinsatz gekennzeichnet ist. Die Größenordnung der hier zu realisierenden technischen Prozesse kann nur durch einen entsprechend hohen Automatisierungsgrad bewältigt werden, der wiederum den konsequenten Einsatz von Computer Aided Design erfordert.

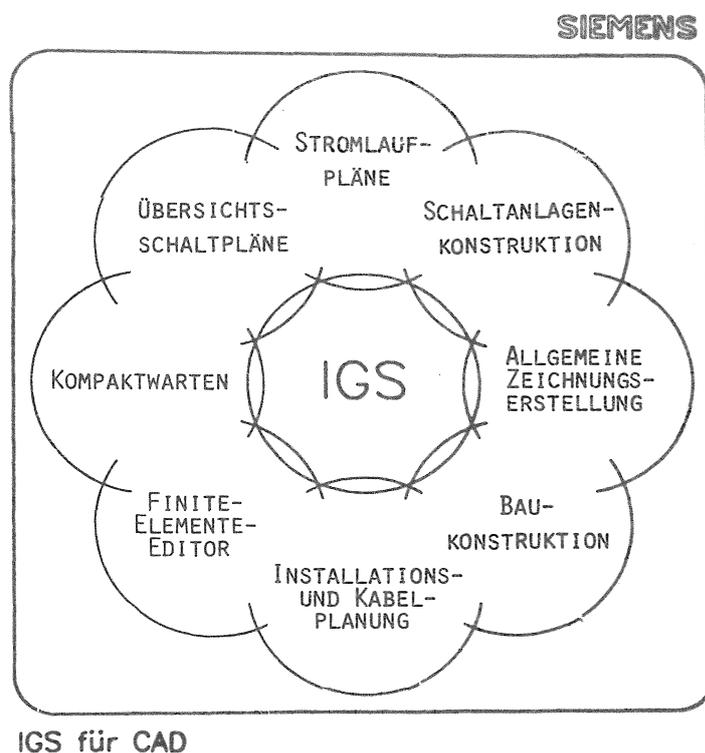
3 Graphics für das Anlagenengineering

Es entspricht der Größe des Objekts "Technische Anlage", daß die Anlagenengineeringverfahren eine Arbeitsumgebung von beträchtlicher Kompliziertheit erfordern. Gliedert man das Arbeitsfeld grob nach Hardware, Software und Organisation, so wird der durch ein Verfahren bedingte Datenverarbeitungsaufwand weitgehend schon durch den Umfang der benötigten Dateien bestimmt. Die beim Anlagenengineering verarbeiteten Unterlagen sind Texte oder Zeichnungen. Man kann durchaus die Frage aufwerfen, warum das so sein muß, warum der Text nicht genügt. Der Grund liegt jedenfalls nicht allein darin, daß z.B. die technische Zeichnung ein nichteliminierbares Medium im Konstruktionswesen ist. Eher ist dies, wie wir gleich sehen werden, eine kausale Folge. Immerhin sind Designsprachen denkbar, die von einem als Text abgefaßten Entwurf als Ausgangsdatum bis zur Information führen, die über einen Kanal direkt auf Fertigungs- oder

Montageautomaten einwirkt. Das wesentliche Argument für den Gebrauch graphischer Information ist jedoch die phantastisch gute Parallelverarbeitungsfähigkeit des menschlichen Gehirns, die durch die Evolution auf die schnelle Erfassung der parallel angebotenen Details von Seheindrücken abgestimmt wurde. Auch dieses Faktum erzeugt den gegenwärtigen technischen Evolutionsdruck der die Entfaltung graphischer Methoden so sehr verstärkt, seitdem graphische Computerhardware kostengünstig zur Verfügung steht.

An einem typischen, mit modernen Mitteln arbeitenden Environment für das Anlagenengineering soll jetzt der Einsatz von Graphics näher erläutert werden. Es handelt sich um die Abteilung Technische Datenverarbeitung (E TDV) im Unternehmensbereich Energietechnik der Siemens AG in Erlangen. Das Rechenzentrum dieser Abteilung stellt seinen Benutzern für Computer Aided Design eine Dialogebene mit insgesamt 50 graphischen und 300 alphanumerischen Terminals zur Verfügung. Über 3 Netzknotenrechner sind die Terminals an 5 Anlagen von Typ Siemens 7.000 herangeführt. Die 50 graphischen Terminals sind vom Typ des graphischen SIGIRS-Arbeitsplatzes, der einen Rechner R10 einschließt (Graphik-Arbeitsplatz 9731). Basis aller mit Hilfe der graphischen Terminals abgewickelten CAD-Verfahren ist das bei E TDV entwickelte Interaktive Graphische System IGS, das unter dem Namen SICAD[®] vertrieben wird.

FIGUR 1



Figur 1 zeigt einen Kranz von Beispielen für CAD- bzw. CAD/CAM-Verfahren auf dem Fundament des IGS. Neben der Benutzung des gleichen graphischen Kerns ist bei den Verfahren ein zweites einheitliches Prinzip wirksam, nämlich die zentrale Datenhaltung. Durch sie werden die Nachteile weitgehend ausgeglichen, die sich aus der notwendigen Aufteilung der differenzierten Tätigkeiten des Anlagenengineering auf verschiedene Bearbeiter und bearbeitende Abteilungen ergeben. Die einmal gespeicherte Information ist allen zugänglich und zwar mit dem gleichen Aktualisierungsstand. Außerdem ermöglicht die Speicherung von schon einmal gefundenen Designlösungen ihre Wiederverwendung in neuen Zusammenhängen.

Die Bearbeitung von SF₆-Schaltanlagen bietet ein gutes Beispiel für das Zusammenwirken verschiedener über eine gemeinsame Datenbank kommunizierender Bereiche. Die SF₆-Energieverteilung benutzt Behälter, in denen die eigentlichen Stromschienen von dem Gas Hexafluorid umgeben sind. An der Abwicklung der SF₆-Schaltanlagen sind vier Partner beteiligt: Vertrieb, Projektierung, Bauplanung, Fertigung. Der Vertrieb spezifiziert zusammen mit dem Kunden den Anlagenumfang, aus dem die Projektierung Übersichts- und Anordnungspläne ableitet. Daraus gewinnt die Bauplanung die Zeichnungen für den Bau der Schaltanlagegebäude. Erteilt der Kunde den Auftrag für das Projekt, so dienen die bis dahin gesammelten Daten dem Werk für die Erstellung der Fertigungszeichnungen. Die verschiedenen zeitlich verzahnt ablaufenden Tätigkeiten erfordern ein erhebliches Maß an Kommunikation, die durch die SF₆-Anlagendatenbank wesentlich verbessert wird. In dieser Datenbank sind alle zu einem Projekt gehörenden Zeichnungen und Daten gespeichert. Ein den Gesamtkomplex SF₆-Engineering ergänzendes CAD-Verfahren ist übrigens die Festigkeitsberechnung für die Leiter-Metallkapselung mit Hilfe des Finite-Elemente-Verfahrens.

Ein anderes Beispiel für die Anwendung von CAD/CAM im Anlagenengineering ist die Projektierung von Kompaktwarten in der Steuerungstechnik. Bearbeitet werden können Kompaktwartenspulte, Kompaktwarteneinsätze und Wandfriestafeln. Am graphischen Arbeitsplatz werden die Bilder der einzelnen Pult- bzw. Tafelsektionen aufgebaut, wobei Menüs auf dem Digitalisiertablett vorteilhaft eingesetzt werden. Weitere Anwendungen interaktiver Graphik im Anlagenengineering betreffen Angebotszeichnungen von Schaltanlagen sowie Fließbilder z.B. für die Zementindustrie.

Neben der Betreuung der erwähnten Anwendungen von CAD im Anlagenengineering nimmt die Schaffung von Rationalisierungsmitteln für die Stromlaufplanerstellung einen breiten Raum ein. Hierzu wurde ein ebenfalls auf dem Interaktiven Graphischen System IGS basierendes CAD-Softwaresystem entwickelt. Die Bibliotheken für Symbole, Menüs und Standards gliedern sich hier jeweils in solche des Anwenders und des Systems, wobei die Systembibliotheken zentral erstellt und gewartet werden. In den Symbolbibliotheken sind Schaltzeichen und Schaltungsstandards gespeichert, die dem Bearbeiter an Graphikterminals über Menüs angeboten werden. Die Unterlagenarten, die mit diesem System erstellt werden können, umfassen Übersichtspläne, Stromlaufpläne, Anlagenübersichten, Betriebsmittelpläne, Kataloge und Anschlußpläne. Zu den Anwendungstechniken zählen Drehstromantriebe, Hochspannungsschaltanlagen, geregelte Antriebe, Meßkreise und Rechnerperipherie, Signalflußpläne für die Regelungstechnik sowie Schaltungen der Digitalelektronik.

Es ist selbstverständlich, daß einer Instanz mit dem dargestellten Tätigkeitspektrum ein sehr leistungsfähiges Zeichenzentrum angegliedert sein muß. Die Abteilung für Technische Datenverarbeitung der Siemens AG in Erlangen betreibt 2 Mikrofilmplotter, 2 Trommelplotter und 1 Rasterplotter. Mit diesem Plotterpark werden pro Monat rund 20.000 Zeichnungen erzeugt, woran allerdings die Mikrofilmplotter mit etwa 85 % den Löwenanteil bewältigen.

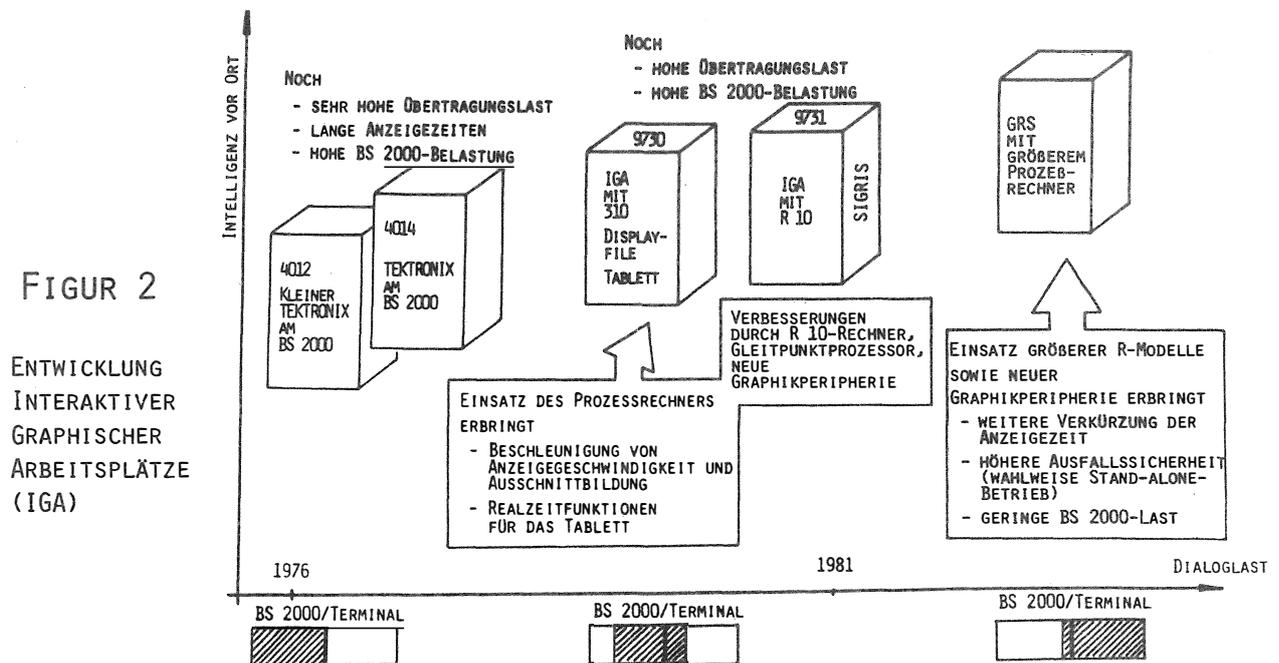
4 CAD/CAM-Graphics in der nächsten Zukunft: "Intelligenz vor Ort!"

Der Erfolg der großen Anlagenengineeringverfahren beruht wesentlich auf den von vielen Benutzern in Anspruch genommenen zentralen Datenbanken sowohl für Standards, als auch für aktuelle Anlagendaten. Selbstverständlich werden die zentralen Rechenanlagen durch die technischen Datenbanken erheblich in Anspruch genommen. Diese Rechner haben jedoch noch andere Aufgaben, so bewältigen sie die oft umfangreichen numerischen technischen Rechnungen. Insbesondere tragen sie aber gegenwärtig den Hauptanteil der graphischen Software. So benötigt der graphische Arbeitsplatz eine Anlage 7.000 als Träger des Interaktiven Graphischen Systems IGS. Hier liegt der Gedanke einer Arbeitsteilung nahe: Man kann eine Entlastung des Hauptrechners dadurch erreichen, daß man das Dialoggeschehen auf einerseits die komplexen Dialoganwendungen, bei denen der Hauptrechner unbedingt benötigt wird, andererseits auf die eigentliche Zeichnungsbearbeitung im Rahmen der CAD-Verfahren aufteilt. Die Aufteilung erfordert das gezielte Hin- und Rückverlagern zentraler Dateien zum und vom Hauptrechner. Eine Folge ist, daß der Datenzugriff am Terminal in vielen Fällen lokal erledigt werden kann. Zur Lösung des Arbeitsteilungsproblems muß man konsequent einen

möglichst großen Teil der Intelligenz für die Dialogaufgaben in den graphischen Arbeitsplatz verlagern. Dieser Weg eröffnet die Möglichkeit, dem Bearbeiter sehr schnell reagierende graphische und rechnerische Arbeitsfunktionen zur Verfügung zu stellen. Der persönliche Leistungsdurchsatz des Bearbeiters wird dadurch verbessert, man erreicht einen zügigeren Arbeitstakt bei günstigeren ergonomischen Verhältnissen.

Steigerung der graphischen Intelligenz "vor Ort" erfordert natürlich eine Erhöhung der Rechenleistung des graphischen Arbeitsplatzes. Man erreicht dies durch den Einsatz kräftigerer Zentraleinheiten, wie sie durch die Fortentwicklung der Rechner der Serie 300 zur Verfügung gestellt werden (System GRS, Figur 2). Erhöhte Intelligenz vor Ort erlaubt dann auch die Nutzung der Möglichkeiten der modernen Graphikperipherie, insbesondere der hochauflösenden Rasterbildschirme.

Die konsequente Fortsetzung dieser Entwicklungslinie führt zu hoher Flexibilität im Einsatz des Graphik-Arbeitsplatzes. Dieser kann auf vielfältige Weise in Datennetze eingebettet werden. Günstig ist dabei auch die Realisierung von GKS-kompatiblen Schnittstellen. Das Graphische Kernsystem GKS ist bekanntlich der DIN-Vorschlag auf dem Gebiet der Graphik-Normung.



Neuere Entwicklungen bei den Betriebssystemen, insbesondere die Nutzung von UNIX, schließlich der Einsatz von C als Implementierungssprache, ermöglichen die Realisierung hochleistungsfähiger CAD/CAM-Systeme für Anlagenengineering und Fertigung.

Literaturverzeichnis

Böhner K.: Das interaktive graphische System IGS - Ein Weg zur Integration der Graphik in technische DV-Verfahren.

In: Weiß J. (Herausg.): Graphische Datenverarbeitung 79.

Schriftenreihe Österreichische Computer Gesellschaft Nr. 4/

Juni 1979. ISBN3-85403-004-5. Wien 1979

Encarnacao J., Straßer W. (Herausg.): Graphics und Portabilität - Das Graphische Kernsystem GKS. Drittes Darmstädter Kolloquium. München 1981

Händler W., Nees G. (Herausg.): Rechnergestützte Aktivitäten - CAD. BI Wissenschaftsverlag Bibliographisches Institut. Mannheim, Wien, Zürich 1980

Howein W.: Methoden und Möglichkeiten der Datenverarbeitung.

Planung und Abwicklung von leitetechnischen Ausrüstungen für verfahrens- und kraftwerkstechnische Projekte mittels EDV;

Arbeitsgemeinschaft des VDE-Bezirksvereins. Frankfurt am Main vom 24.11.-15.12.1975.

Herausgegeben von Oberpostrat a. D. Dipl.-Ing. Alfred Vollmeyer. Selbstverlag des VDE-Bezirksvereins Frankfurt am Main

Nees G.: Struktur und Organisationsform von CAD-Systemen aus der bisherigen Praxis. CAD-Fachgespräch (Proceedings) bei der GI-Jahrestagung, Berlin 1978.

Forschungs- und Arbeitsberichte des Fachgebietes "Graphisch-Interaktive Systeme",

Herausgeber: Prof. D. J. Encarnacao, Prof. Dr. W. Straßer, Nr. GRIS 78 - 3.

Technische Hochschule Darmstadt, Fachbereiche Informatik.

Nees G.: CAD als Universalansatz - Für und Wider. In Händler et al 80

Nees G.: Graphik-Standards und die Aufgabe der technischen Projektierung und Abwicklung. In Encarnacao et al 81