

# Planen mit CAD - Voraussetzungen und Auswirkungen

Autor(en): **Bernet, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 23

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76172>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## CAD-Praxis im Architekturbüro

# Planen mit CAD - Voraussetzungen und Auswirkungen

Von Jürg Bernet, Zug

Im März 1986 hat Bernet CAD-Consult als produktneutrales Consulting-Unternehmen des Bauwesens im Auftrag der Speich CAD-Service AG eine Reihe schweizerischer Architekturbüros nach ihren ersten Erfahrungen bei der Anwendung von CAD befragt. Diese Fallstudien zeigen beispielhaft Voraussetzungen und mögliche Auswirkungen der CAD-Anwendung im Architekturbüro auf.

Die Entwicklung des Computer Aided Design hat in den vergangenen Jahren auch im Bauwesen beeindruckende Fortschritte erfahren und ein spektakuläres Ausmass angenommen. Gemessen an den Problemen, die in den vergangenen Jahren gelöst wurden, reichen die heutigen Möglichkeiten schon sehr weit. Gemessen jedoch an denjenigen Problemen, die noch vor uns liegen, sind wir noch nicht sehr weit gekommen. Am wenigsten weit wohl im Bereich, wo Mensch und Technik ineinandergreifen sollten - im Bereich des Man-Machine-Interface. Weitere, bisher nur unzureichend gelöste Probleme bestehen auch in der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen verschiedenen CAD-Systemen und in der mangelnden Integration von CAD und Bauadministration [1].

An die Grenzen der heutigen Generationen von CAD-Systemen stossen wir aber auch überall dort, wo wir die heute schon vorhandenen Möglichkeiten nicht mehr sinnvoll zu unserem Nutzen einzusetzen vermögen - dort wo sich die Technik schneller entwickelt, als wir aus dem Fortschritt zu lernen vermögen. CAD-Ausbildung und Weiterbildung sind nicht nur für CAD-Benutzer, sondern auch für solche, die es werden wollen, zu einem vitalen Anliegen geworden. Mit zunehmender Beschleunigung der technischen Entwicklung wird diese Problematik immer deutlicher spürbar. Die Diskrepanz zwischen dem Stand der vorhandenen technischen Möglichkeiten und dem Stand des eigenen Wissens und Könnens kann nur durch den gezielten Aufbau eigener Erfahrungen schrittweise abgebaut werden.

Vor diesem Hintergrund hat sich in den letzten zwei bis drei Jahren auch in der Schweiz eine ganze Reihe von Architekten dazu entschlossen, mit dem Aufbau eigener Erfahrungen im Umgang mit CAD zu beginnen. Die meisten von ihnen im Bewusstsein, keine ausgereiften Lösungen für ihre spezifischen Bedürfnisse auf dem Markt zu finden, sondern vielmehr Prototypen, Pilotinstallationen, die dank dem Rückfluss

von Erfahrungen aus dem anwendungsorientierten Einsatz laufend verbessert und weiterentwickelt wurden. Heute können wir nun schon auf die daraus gewonnenen Einsichten zurückblicken und können klarere Vorstellungen von den Möglichkeiten und den Grenzen des heute Machbaren erkennen. Um aus den vorhandenen Erfahrungen zu lernen und sie auf die Situation im eigenen Architekturbüro übertragen zu können, ist es jedoch wichtig, auch das Umfeld und die Randbedingungen zu kennen, unter denen diese Erfahrungen entstanden sind. Bernet CAD-Consult als produktneutrales Consulting-Unternehmen für das Bauwesen hat deshalb im Auftrag von Speich CAD-Service AG eine Reihe von Schweizer Architekturbüros, die mit CAD arbeiten, im Hinblick auf ihre Anwendungen, Erfahrungen und Einsichten im Umgang mit CAD analysiert. Untersucht wurden die Unternehmensstruktur, die verfolgte Zielsetzung und die angewandte Strategie der CAD-Einführung, die Merkmale des eingesetzten CAD-Systems, die durchgeführten CAD-Anwendungen sowie die daraus resultierenden Erfahrungen und Einsichten. Zehn dieser Fallstudien sind hier kurz beschrieben. Allen Beteiligten sei an dieser Stelle bester Dank dafür ausgesprochen, dass sie mit grosser Offenheit über ihre Situation berichtet und es damit ihren Berufskollegen ermöglicht haben, aus gemachten Erfahrungen zu lernen und die gewonnenen Einsichten in eigene, zukunftsgerichtete Schritte umzusetzen.

### Fallstudie 1

#### Auftragsstruktur und Büroorganisation

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Planung und Ausführung von Wohnbauten (vorwiegend Einfamilienhäuser) und diversen anderen Neu- und Umbauten wie Geschäftshäuser, Alters- und Pflegeheim, Arztpraxen usw. Durchschnittliche Objektgrössen lie-

gen zwischen 1 bis 7 Mio. Fr. Bausumme.

Je nach Auftragslage werden 5 bis 7 Mitarbeiter beschäftigt. Das Büro gliedert sich in die Bereiche Entwurf/Ausführungsplanung (1 Architekt, 1 Bauzeichner und 1 bis 2 Temporäraushilfen), Bauausführung (2 Bauführer) und Büroadministration (1 Sekretärin). Bau- und Büroadministration werden seit 1983 über EDV abgewickelt.

#### Beweggründe und Evaluation

Mit einer CAD-Einführung sollte der Schwierigkeit begegnet werden, in der Region qualifizierte Bauzeichner zu finden. Der Architekt wollte die gesamte Planbearbeitung von Entwurf bis Ausführungsplanung selbst bewältigen können. Zudem sollten auch mehr Perspektiven für das Gespräch mit den Bauherrn zur Verfügung stehen.

An den Fachmessen «Swissdata» und «Computer» wurde ein Überblick über das aktuelle CAD-Angebot aufgebaut. Der Besuch einer CAD-Vorführung und eine 2-tägige Systemeinführung bei einem Anbieter führten zum Entscheid und Mitte 1984 zu einer Investition von 270 000.- Fr. für einen CAD-Arbeitsplatz (Bankfinanzierung).

#### Systemmerkmale und Anwendungen

Bei dem beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenspezifische Software für das Bauwesen, die nur auf der Hardware eines Herstellers lauffähig ist. Das System wurde als Einzelplatzsystem installiert. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 3-dimensionalen Geometriemodell abgelegt, das über 2-dimensionale Darstellungen (Grundrisse, Ansichten und Schnitte) interaktiv bearbeitet wird. Bis heute wurden auf dem System graphische Anwendungen und alpha-numerische Auswertungen durchgeführt. Das System wurde nicht an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es sind keine Datenbankschnittstellen zu externen Programmen vorhanden (Bild 1).

Der Büroinhaber besuchte eine 10-tägige Grundschulung beim Softwareanbieter. Die Zeichner liessen sich nicht dazu motivieren, sich ebenfalls auf CAD auszubilden. Aufgrund des hohen Schwierigkeitsgrades von 3D-Anwendungen wurden bis heute nur 2D-Anwendungen durchgeführt. Als erstes Projekt wurde nach manuellem Vorzeichnen ein Teil der Ausführungsplanung eines Geschäftshauses auf CAD bearbeitet. Im weiteren wurden das Bauprojekt (inkl. BGF-Berechnungen) für ein Mehrfamilienhaus sowie Vorstudien für ein Geschäftshaus und ein Skiliftrestaurant mittels CAD erstellt.

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

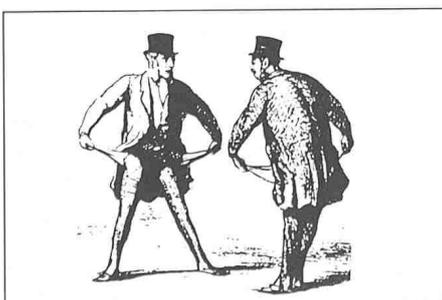
Bild 1. Systemmerkmale Fallstudie 1

Bild 3. Systemmerkmale Fallstudie 2

**Erfahrungen und Einsichten**

Die Schulungsprobleme für CAD erwiesen sich als wesentlich komplexer als diejenigen, die man von Personal-Computer-Anwendungen her kannte. Die Handhabung des beschafften CAD-Systems erforderte eine grosse geistige Beweglichkeit des Benützers. Bis zu einer produktiven Projektbearbeitung war eine Einführungszeit von rund einem Jahr erforderlich. Über die durchgeführten Anwendungen konnte die getätigte Investition nicht amortisiert werden, da das System nur zu 30 Prozent ausgelastet war. Die Qualität der laufenden Projekte litt darunter, dass für die Einarbeitung in die laufenden Erneuerungen der Software immer wieder ein grosser Schulungsaufwand erforderlich war. Eine gemeinsame Nutzung des CAD-Systems in mehreren Büros in der Region liess sich nicht realisieren, da die Architekten der Region dem CAD gegenüber noch zuwenig aufgeschlossen waren. Auch die technische Unterstützung durch den CAD-Anbieter erwies sich in dem geographischen Randgebiet als problematisch. Seit Anfang 1986 versucht die Firma, Hard- und Software zu verkaufen. Der Wiederverkauf gestaltet sich jedoch recht schwierig, da die Hardware in ihren technischen Möglichkeiten rasch veraltet und die Software mit rechtlichen Lizenzproblemen verbunden ist (Bild 2).

Bild 2. Erfahrungsaustausch zweier Architekten nach unzureichend vorbereiteter CAD-Einführung (2)



**Fallstudie 2**

**Auftragsstruktur und Büroorganisation**

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Planung und Ausführung von Wohn- und Geschäftsbauten. Durchschnittliche Objektgrössen liegen zwischen 10 bis 20 Mio. Fr. Bausumme.

Je nach Auftragslage werden 10 bis 12 Mitarbeiter beschäftigt. Das Büro gliedert sich in die Bereiche Projektierung (1 Architekt), Ausführungsplanung (1 bis 2 Techniker/Sachbearbeiter/Zeichner pro Objekt), Bauausführung (1 Bauführer pro Objekt) und Sekretariat. Vor der CAD-Einführung waren noch keine anderen EDV-Erfahrungen vorhanden.

**Beweggründe und Evaluation**

Getragen wurde die CAD-Einführung von einem zukunftsorientierten Pioniergeist, der dazu ermutigte, anderen Architekten einen Schritt voranzugehen. Dank einer rechtzeitigen CAD-Einführung wollte man auch zukünftig in der Lage sein, mit Generalunternehmern zusammenzuarbeiten, die selbst CAD einsetzen. Firmenintern wurde von der CAD-Anwendung eine spürbare Kapazitätssteigerung erwartet. Längerfristig wurde die Verbindung der Informationsverarbeitung im technischen Büro mit derjenigen der Bauadministration angestrebt. Der Einstieg in die EDV sollte deshalb mit CAD erfolgen.

Ausschlaggebend für den Systementscheid war eine persönliche Bekanntschaft eines Partners des Architekturbüros mit einem Mitglied der Geschäftsleitung des damals einzigen

CAD-Rechenzentrums der Region. Ende 1984 wurde für eine Anschluss- und Benützungsg Gebühr von 35 000.- Fr. pro Jahr ein CAD-Arbeitsplatz im Architekturbüro eingerichtet (Miete).

**Systemmerkmale und Anwendungen**

Bei dem gemieteten CAD-System handelt es sich um eine branchenspezifische Software für das Bauwesen, die auf der Hardware verschiedener Hersteller lauffähig ist. Das System wurde als externer Anschluss an das Mehrplatzsystem des Rechenzentrums installiert. Rechnerintern werden die graphische Daten in einem 3-dimensionalen Geometriemodell abgelegt, das über 2-dimensionale Darstellungen (Grundrisse, Ansichten und Schnitte) interaktiv bearbeitet wird. Bis heute wurden auf dem System ausschliesslich graphische Anwendungen durchgeführt. Das System wurde mit eigenen Befehlsmakros an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es wurden keine Datenbank-schnittstellen zu externen Programmen eingesetzt (Bild 3).

Drei Mitarbeiter wurden während eines 2-wöchigen Grundkurses im Rechenzentrum mit Theorie und Praxis auf den CAD-Einsatz vorbereitet. Erste einfache CAD-Anwendungen für ein reales Bauprojekt mussten jedoch frühzeitig abgebrochen werden, da die CAD-unterstützte Planerstellung mit dem Fortschritt der Bauausführung nicht Schritt halten konnte. Auch der Versuch einer CAD-Anwendung für die Perspektiverstellung im Rahmen eines Wettbewerbs konnte nicht rechtzeitig abgeschlossen werden. Mit intensiverer Unterstützung durch das Rechenzentrum wurde anschliessend parallel zur manuellen Bearbeitung die Ausführungsplanung einer Mehrfamilienhaus-Überbauung auf CAD durchgeführt.

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 4. Systemmerkmale Fallstudie 3

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 5. Systemmerkmale Fallstudie 4

### Erfahrungen und Einsichten

Aufgrund der starken Belastung des Rechenzentrums und der Datenfernübertragung mit dem Aufbau 3-dimensionaler Gebäudedaten ergaben sich am CAD-Arbeitsplatz unzumutbar lange Antwortzeiten. Im frühen Projektstadium war für die CAD-Bearbeitung ein unverhältnismässig grosser Arbeitsaufwand erforderlich, da früher als gewohnt genaue Abmessungen festgelegt und in allen drei Dimensionen überprüft werden mussten. Die vorhandenen Bauteil- und Symbolbibliotheken des CAD-Systems waren unvollständig und zuwenig auf die firmenspezifischen Bedürfnisse angepasst. Die Zusammenarbeit der CAD-Anwender mit ihren Arbeitskollegen gestaltete sich schwierig, weil Projektdaten nicht mehr spontan übergeben und ausgetauscht werden konnten. Pläne konnten nur über das Rechenzentrum ausgeplottet werden. Die Mehrfachbelegung des CAD-Arbeitsplatzes mit mehreren, parallel laufenden Projekten führte zu gravierenden Eingriffen in den gewohnten Arbeitsablauf. Auch die perspektivischen Darstellungen waren kaum von Nutzen, da die professionelle Bauherrschaft mit ihrer langjährigen Erfahrung bereits aus den Ausführungsplänen eine recht gute Vorstellung gewinnen konnte.

Die CAD-unterstützten Arbeiten kosteten etwa doppelt soviel und dauerten rund zweimal so lang wie vergleichbare manuelle Projektbearbeitungen. Der Gewinn der durchgeführten Versuche war nicht quantifizierbar. Es lag vielmehr in einem längerfristigen Erfahrungsaufbau im Hinblick auf die Eröffnung von neuen Möglichkeiten für die Zukunft.

### Fallstudie 3

#### Auftragsstruktur und Büroorganisation

20 Prozent der bearbeiteten Aufträge fallen in den Bereich der Siedlungsplanung, 80 Prozent in Planung und Ausführung von Bauprojekten. Ausgeführt werden mehrheitlich Neu- und Umbauten für den Wohnungsbau (Ein- und Mehrfamilienhäuser). Durchschnittliche Objektgrössen liegen zwischen 0,5 bis 13 Mio. Fr. Bausumme. Zur Zeit werden 6 Mitarbeiter beschäftigt. Das Team gliedert sich in die Bereiche Siedlungsplanung, Hochbau und Sekretariat. Je nach Auftragslage wird zwischen diesen Bereichen auch projektübergreifend zusammengearbeitet. Textverarbeitung und Tabellenkalkulationen werden seit 1983 über EDV abgewickelt.

#### Beweggründe und Evaluation

Die mit einer CAD-Einführung verbundenen grundsätzlichen Erwartungen gründeten auf dem persönlichen Interesse der Firmeninhaber an der EDV, auf den positiven Erfahrungen aus dem bisherigen EDV-Einsatz in ihrer Firma und auf dem Bestreben, durch den rechtzeitigen Aufbau eines Erfahrungsvorsprungs in der CAD-Anwendung die Konkurrenzfähigkeit der Firma auch für die Zukunft zu erhalten.

An den Fachmessen «Swissbau» und «Swissdata» wurde ein Überblick über das aktuelle CAD-Angebot aufgebaut. Eines der vorgeführten Systeme löste die Faszination der Besucher aus. Ein nachträglicher eintägiger Besuch beim CAD-Anbieter führte zum Entscheid und Mitte 1984 zu einer ersten Investition von 330 000.- Fr. für einen CAD-Arbeitsplatz (Kauf).

### Systemmerkmale und Anwendungen

Bei dem beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenspezifische Software für das Bauwesen, die nur auf der Hardware eines Herstellers lauffähig ist. Das System wurde als Einzelplatzsystem installiert. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 3-dimensionalen Geometriemodell abgelegt, das über 2-dimensionale Darstellungen (Grundrisse, Ansichten und Schnitte) interaktiv bearbeitet wird. Bis heute wurden auf dem System ausschliesslich graphische Anwendungen durchgeführt. Das System wurde nicht an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es sind keine Datenbankschnittstellen zu externen Programmen vorhanden (Bild 4).

Verteilt auf das erste Jahr nach der CAD-Einführung wurde vom Softwareanbieter beim Anwender eine insgesamt 10-tägige Grundschulung durchgeführt. Heute werden möglichst alle Projekte mit CAD unterstützt. Nach ersten Handskizzen werden die Grundrisse des Vorprojekts mit CAD gezeichnet. Grundrissänderungen, Ansichten, Schnitte und Detailskizzen für das Bauprojekt werden dann wiederum von Hand erstellt. Um eine gute Übersicht über das Projekt zu gewinnen, werden schliesslich mit CAD Wände, Böden, Decken und Dach dreidimensional aufgebaut und perspektivisch dargestellt.

### Erfahrungen und Einsichten

Die betriebliche Integration der CAD-Arbeitsweise in den übrigen Planungsbetrieb konnte bis heute noch nicht bewältigt werden. Man geht davon aus, dass gewisse Arbeiten anders als bisher gegliedert und besser strukturiert werden müssten. Um eine gute Auslastung des CAD-Arbeitsplatzes zu erreichen, wird das Terminal in gestaffelten Arbeitszeiten mehrfach belegt.

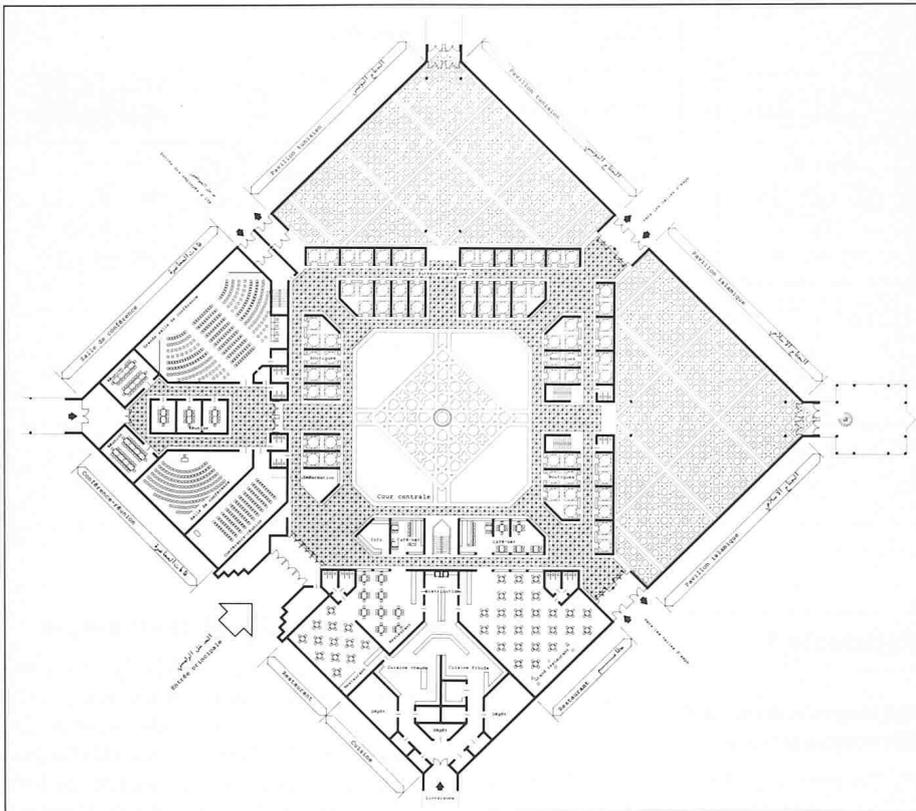
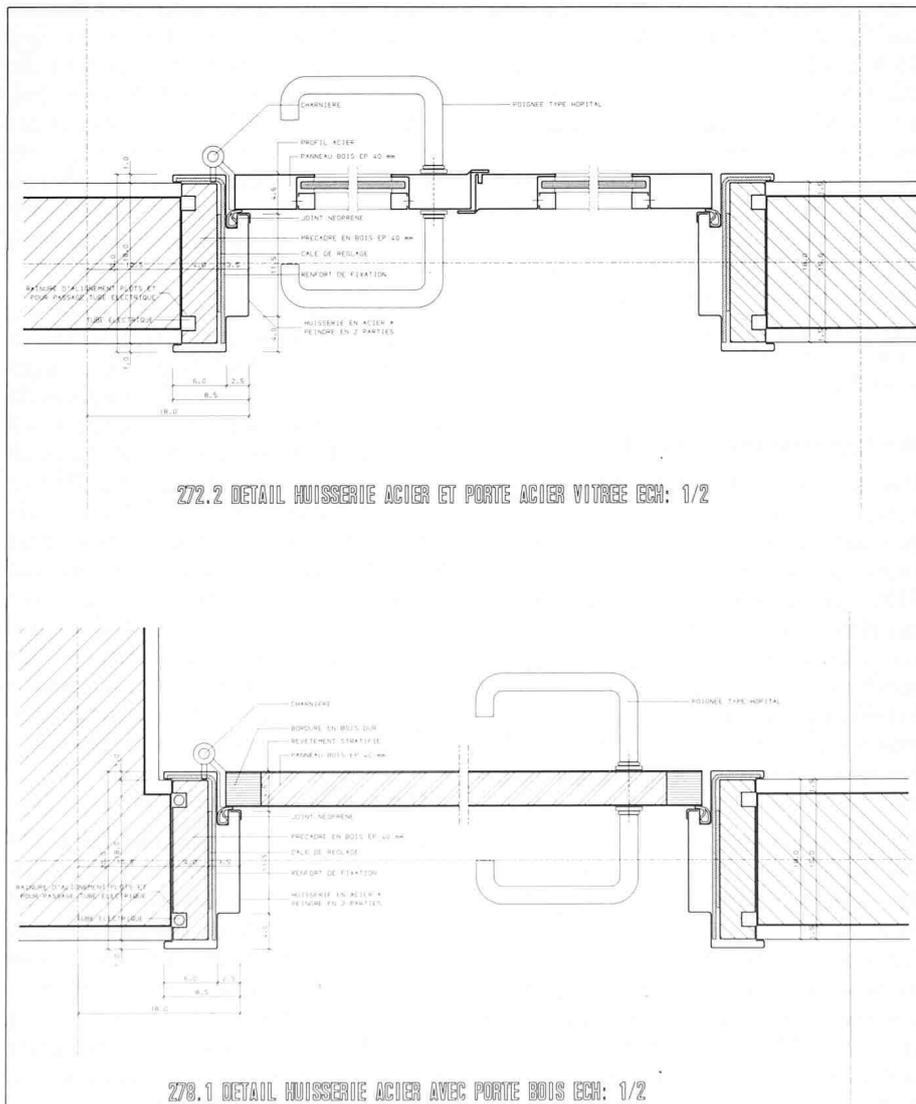


Bild 6. Projektgrundriss für ein Verwaltungsgebäude

Bild 7. Detaillösungen für eine Metallfassade



272.2 DETAIL HUISSERIE ALU ET PORTE ALU VITREE ECH: 1/2

278.1 DETAIL HUISSERIE ALU AVEC PORTE BOIS ECH: 1/2

Die Wirtschaftlichkeit des Systems kann heute noch nicht abschliessend beurteilt werden, da noch keine Projekte durchgehend mit CAD abgewickelt worden sind. Für komplexere Anwendungen war das System jedoch zuweilen leistungsfähig. Aus heutiger Sicht würde man einen Investitionsschritt dieser Grössenordnung nicht mehr tätigen. Falls sich die laufende Bearbeitung einer Reihenhaussiedlung bis zur Ausführungsplanung nicht bezahlt machen sollte, will man das CAD-System verkaufen.

### Fallstudie 4

#### Auftragsstruktur und Büroorganisation

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Architektur- und Bauingenieur-Leistungen für Beratung, Planung und Ausführung im Gesundheitswesen (50 Prozent), im Ausbildungswesen (40 Prozent) in der Verwaltung (10 Prozent) und in anderen Sparten. 70 Prozent der Aufträge kommen aus dem Ausland. Die Grössen der bearbeiteten Objekte variieren zwischen 20 bis 60 Mio. Fr. Bausumme.

Je nach Auftragslage werden 35 bis 40 Mitarbeiter beschäftigt. Die Firma gliedert sich in einen Architektur- und einen Ingenieurbereich. Für jedes Projekt wird ein eigenes Projektteam gebildet. Das Team wird von einem Projektleiter geführt und variiert im personellen Umfang je nach den Erfordernissen der verschiedenen Projektphasen. Ingenieurberechnungen werden seit 1971, die Bau- und Büroadministration seit 1982 über EDV abgewickelt.

#### Beweggründe und Evaluation

Die mit einer CAD-Einführung verbundenen Erwartungen gründeten auf den im Vergleich zur schweizerischen Situation sehr niedrigen Honoraransätzen in den Auftragsländern des Auslands. Da es in der Schweiz sehr schwierig war, gut qualifizierte Architekten, Techniker und Hochbauzeichner zu finden, sollte mit den vorhandenen Mitarbeitern effizienter gearbeitet werden können. Nach der Einführung der Schichtplantechnik konnte seit mehreren Jahren zweimal so schnell gearbeitet werden, wie vorher. Von der Anwendung eines geeigneten CAD-Systems wurde nochmals eine Verdoppelung der Produktivität erwartet.

An der Fachmesse «Swissdata» wurde während zwei Tagen ein Überblick über das aktuelle CAD-Angebot aufgebaut. Anhand eines typischen Anwen-

dungsbeispiels wurde im Verlaufe der Messe eine ganze Reihe von Systemen praktisch getestet. Der Entscheid erfolgte für dasjenige System, welches auch bei einem grossen Konkurrenten in der Schweiz bereits für ähnliche Anwendungen eingesetzt wurde. Ende 1984 wurden für 3 CAD-Arbeitsplätze 750 000.- Fr. investiert (Kauf).

### Systemmerkmale und Anwendungen

Bei dem beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenübergreifende Software mit Spezialprogrammen für das Bauwesen, die auf der Hardware zweier verschiedener Hersteller lauffähig sind. Das System wurde als Mehrplatzsystem installiert. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 2-dimensionalen Geometriemodell mit 3D-Erweiterungsmöglichkeiten abgelegt. Bis heute wurden auf dem System graphische Anwendungen, alpha-numerische Auswertungen und Arbeiten für die interdisziplinäre Fachkoordination mit Bauingenieuren und Elektroplanern durchgeführt. Das System wurde mit eigenen Befehlsmakros, Bildschirm- und Tablett-Menüs an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es wurden keine Datenbankschnittstellen zu externen Programmen eingesetzt (Bild 5).

Zwei Mitarbeiter besuchten eine 2-wöchige Grundausbildung beim Softwareanbieter. Danach wurden gleichzeitig mehrere Projekte parallel zueinander mit CAD bearbeitet. Die bereits ausgebildeten CAD-Anwender bildeten firmenintern 3 weitere Kollegen für die CAD-Anwendung aus. Heute werden alle Projekte in allen Phasen mit CAD unterstützt (Bild 6 und 7). Je nach Bauobjekt werden dabei die CAD-Pläne mehr oder weniger weit mit CAD ausgearbeitet und mehr oder weniger stark von Hand überarbeitet und ergänzt. Erste Entwurfsskizzen werden nach wie vor für alle Projekte von Hand erstellt.

### Erfahrungen und Einsichten

Mit CAD wurden mehr Pläne und damit mehr Problemlösungen erarbeitet als früher von Hand. Früher wurden 90 Prozent der Probleme in Plänen und die verbleibenden 10 Prozent auf der Baustelle gelöst. Heute werden auch die Lösungen für die restlichen 10 Prozent der Probleme noch im Büro geplant. Für die Bewältigung dieser letzten 10 Prozent wird jedoch der doppelte Arbeitsaufwand eingesetzt. Am CAD-Arbeitsplatz ist dazu auch wesentlich mehr Ablagefläche erforderlich als früher. Die Büros wurden deshalb umgestellt und die alten Zeichentische ausgeräumt.

Bei der Unterstützung von Projekten der öffentlichen Hand hat sich CAD nicht bewährt, da die Entscheidungswege zu lang und das Planungsvorgehen teilweise durch den Bauherrn im Detail vorgeschrieben waren. In problematischen Phasen der CAD-Einführung musste zeitweise der übrige Bürobetrieb unterbrochen werden, um die termingerechte Fortführung der produktiven Projekte gewährleisten zu können. Für die CAD-Bearbeitung wurden jeweils die besten Mitarbeiter herangezogen. Es zeigte sich, dass diese durch die technische Arbeit am Bildschirm so stark absorbiert wurden, dass sie die ihnen anvertrauten Führungsaufgaben als Projektleiter nicht mehr in genügendem Masse wahrnehmen konnten. Die finanziellen Lasten, welche durch die CAD-Einführung und -Anwendung entstanden sind, konnten bisher gut verkraftet werden. Der erhoffte Rationalisierungseffekt ist jedoch bis heute noch nicht eingetreten. Durch den vermehrten Einsatz firmenspezifischer Befehlsmakros, Bauteil- und Symbolbibliotheken wird versucht, die Effizienz des CAD-Einsatzes weiter zu steigern.

## Fallstudie 5

### Auftragsstruktur und Büroorganisation

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Planung und Ausführung, teilweise auch GU-Leistungen für Bauten aller Art (Altersbauten, Wohnbauten, Industriebauten, usw.). Durchschnittliche Objektgrößen liegen zwischen 3 bis 5 Mio. Fr. Bausumme.

Je nach Auftragslage werden zwischen 8-10 Mitarbeiter beschäftigt. Das Büro gliedert sich in die Bereiche Planung (Entwurf, Projektierung und Projektüberwachung), Ausführung (Ausführungsplanung, KV, Devisierung, Bauausführung) und Sekretariat (Büro- und Bauadministration). Die Baubuchhaltung wird seit 1971 über EDV abgewickelt.

### Beweggründe und Evaluation

Die mit einer CAD-Einführung verbundenen grundsätzlichen Erwartungen gründeten auf positiven persönlichen EDV-Erfahrungen von Frau und Sohn des Geschäftsinhabers. Eine wichtige Rolle spielten auch gesundheitliche Aspekte wie die Entlastung von Rücken und Augen.

Der Besuch eines CAD-Seminars in einem Rechenzentrum brachte einen ersten Eindruck der heutigen Anwendungsmöglichkeiten von CAD-Systemen. An der Fachmesse «Swissdata»

wurde ein Überblick über das aktuelle CAD-Angebot aufgebaut. Ein Gespräch mit einem CAD-erfahrenen Kollegen führte zu einer Demonstration bei einem CAD-Anbieter. Nach der Abklärung des Entwicklungspotentials des Softwareherstellers wurde Mitte 1985 ein CAD-Arbeitsplatz für 260 000.- Fr. eingerichtet (Leasing auf 5 Jahre).

### Systemmerkmale und Anwendungen

Bei dem beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenspezifische Software für das Bauwesen, die nur auf der Hardware eines Herstellers lauffähig ist. Das System wurde als Einzelplatzsystem installiert. Rechnerintern werden die grafischen Daten in einem 3-dimensionalen Geometriemodell abgelegt, das über 2-dimensionale Darstellungen (Grundrisse, Ansichten und Schnitte) interaktiv bearbeitet wird. Bis heute wurden auf dem System ausschliesslich grafische Anwendungen durchgeführt. Das System wurde nicht an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es sind keine Datenbankschnittstellen zu externen Programmen vorhanden (Bild 8).

Der Geschäftsinhaber und alle Zeichner des Büros wurden während 2 Tagen beim Softwareanbieter eingeschult. Anschliessend wurde für zwei laufende Wohnbauprojekte nach vorhandenem Bauprojekt die Ausführungsplanung auf CAD weitergeführt (Bild 9). Ein Erweiterungsprojekt für einen Spitalbau wurde bereits im Vorprojektstadium auf CAD begonnen.

### Erfahrungen und Einsichten

Der Arbeitsaufwand für die Ausführungsplanung wurde teilweise in die Projektphase vorverlagert, da man für die CAD-Bearbeitung gewisse Entscheide bereits früher und präziser getroffen hatte. Der automatische Massenauszug von Böden, Wänden und Decken hat die Ermittlung der Rohbaukosten wesentlich erleichtert. Perspektivische Darstellungen mit Schattenwurf waren dem Architekten ein geeignetes Hilfsmittel auf der Suche nach besseren Lösungen im Entwurf (Fassadengestaltung, Dachformen, usw.) und gaben dem Bauherrn eine klarere Vorstellung von Baukörper und Innenräumen. Der Umgang mit einem 3D-System stellte jedoch hohe Anforderungen an das geometrische Vorstellungsvermögen der Zeichner. Auch die Projektüberwachung am Zeichentisch würde erschwert, wenn der Projektleiter nicht selbst mit CAD umgehen könnte.

Im Einführungsstadium erwies sich die CAD-Anwendung bis heute nicht als wirtschaftlich. Dies wird hauptsächlich

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 8. Systemmerkmale Fallstudie 5

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 10. Systemmerkmale Fallstudie 6

darauf zurückgeführt, dass Projektänderungen auf dem gewählten CAD-System mit einem relativ grossen Arbeitsaufwand verbunden sind und die CAD-Anbieter die Komplexität realer Bauprojekte zu wenig kennen. Um das System leistungsfähiger einzusetzen, müsste auch die eigene Arbeit klarer strukturiert werden können.

### Fallstudie 6

#### Auftragsstruktur und Büroorganisation

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Planung und Ausführung von Bauten für Industrie, Wissenschaft (Labor- und

Forschungsbauten), Dienstleistung (Wohn-, Büro- und Geschäftsbauten) und Sonderaufgaben. Die bearbeiteten Objekte variieren zwischen 10 und 100 Mio. Fr. Bausumme.

Es werden rund 130 Mitarbeiter beschäftigt. Die Firma gliedert sich nach Dienstleistungsbereichen in mehrere Abteilungen an insgesamt fünf verschiedenen Standorten der Schweiz. Für jedes Projekt wird ein eigenes Projektteam unter der Führung eines Projektleiters gebildet. Die einzelnen Abteilungen werden mit zentralen Diensten wie Finanzen, Administration und Personal vom Hauptsitz aus betreut. Bau- und Büroadministration werden seit 1971 über EDV abgewickelt.

#### Beweggründe und Evaluation

Mit einer CAD-Einführung wollte man in erster Linie eine Qualitätssteigerung der eigenen Dienstleistungen erreichen. Die praktische CAD-Anwendung sollte vorerst dazu beitragen, Probleme im Umgang mit der neuen Arbeitstechnik frühzeitig zu erkennen.

Eine firmeninterne CAD-Arbeitsgruppe definierte Ziele und Vorgehen für die CAD-Einführung. Für die Evaluation wurde ein pragmatisches Vorgehen gewählt, das zu einer einfach zu handhabenden Software und einer überschaubaren Hardwarekonfiguration ohne die Notwendigkeit einer Betreuung durch firmeninterne Informatikspezialisten führen sollte. Mitte 1984 wurde ein CAD-Arbeitsplatz für 300 000.- Fr. beschafft (Kauf). Ein Jahr später wurde ein zweiter CAD-Arbeitsplatz für 130 000.- Fr. (Kauf) eingerichtet. Die Installation eines dritten CAD-Arbeitsplatzes ist für 1986 vorgesehen.

#### Systemmerkmale und Anwendungen

Bei dem beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenspezifische Software für das Bauwesen, die nur auf der Hardware eines Herstellers lauffähig ist. Die Gesamtkonfiguration wurde aus einzelnen, miteinander verbundenen Einplatzsystemen aufgebaut. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 3-dimensionalen Geometriemodell abgelegt, das über 2-dimensionale Darstellungen (Grundrisse, Ansichten und Schnitte) interaktiv bearbeitet wird. Bis heute wurden auf dem System ausschliesslich graphische Anwendungen durchgeführt. Das System wurde nicht an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es sind keine Datenbankschnittstellen zu externen Programmen vorhanden (Bild 10).

Ein Architekt besuchte eine 3-tägige Grundausbildung beim Softwareher-

Bild 9. Fassadenstudie für ein Mehrfamilienhaus



steller. Im ersten Jahr der CAD-Einführung wurden innerhalb der Abteilung Dienstleistungsbauten einige kleinere Acquisitionsprojekte und die Ausführungsplanung eines Wohnbaus bearbeitet. Nach und nach wurden durch den bereits CAD-erfahrenen Architekten sechs weitere Mitarbeiter der Abteilung Dienstleistungsbauten für die Arbeit am CAD-System ausgebildet. Heute werden alle Wohnbauten von der Acquisitionsphase bis in die Ausführungsplanung mit CAD unterstützt (Bild 11). Als nächster Schritt wird je zwei Mitarbeitern jeder weiteren Abteilung die Möglichkeit geboten, sich mit der Bildschirmarbeit anzufreunden und sich in praktischer Arbeit für die CAD-Anwendung auszubilden. Während der Hälfte dieser Ausbildungszeit wird jeweils an Baueingaben für reale Projekte gearbeitet.

**Erfahrungen und Einsichten**

Um möglichst vielen Mitarbeitern eine CAD-Ausbildung zu ermöglichen, wurde die Benützung der CAD-Arbeitsplätze zentral koordiniert. Dabei wurden auch die Mittags- und die Abendstunden miteinbezogen. Durch die CAD-unterstützte Projektbearbeitung wurden innerhalb der einzelnen Projektteams Entwurf und Ausführungsplanung näher zusammengerückt. Man musste weiter vorausdenken und dabei klarere räumliche Vorstellungen entwickeln, wie sie früher nur der Ingenieur kannte. Material- und Gestaltungsstudien konnten durch perspektivische Variantenvergleiche unterstützt werden, die teilweise von Hand ergänzt und farbig überarbeitet wurden. Solche Darstellungen boten auch eine geeignete



Bild 11. Material- und Proportionsstudien für den Wohnungsbaus

te Kommunikationshilfe, um Bauherren, Käufern und Mietern unkonventionelle Projektideen näher zu bringen. Die CAD-Bearbeitung verläuft heute etwas schneller als vergleichbare manuelle Arbeiten. Dieses Zeitersparnis wird jedoch durch die entstehenden Mehrkosten für System und Ausbildung wieder ausgeglichen. Im allgemeinen wurden die mit der CAD-Einführung verbundenen Erwartungen erfüllt. Der Schulungsberg konnte überwunden und innerhalb der Firma ein Beurteilungsvermögen dafür aufgebaut werden, wo die Leistungsgrenzen des CAD-Systems liegen.

**Fallstudie 7**

**Auftragsstruktur und Büroorganisation**

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Planung und Ausführung von Wohn-

bauten (unter anderem auch Einfamilienhäuser) sowie Umbauten aller Art (z.B. Bauernhäuser).

Das Büro arbeitet als Einmannbetrieb mit einer Sekretärin. Vor der CAD-Einführung waren noch keine anderen EDV-Erfahrungen vorhanden.

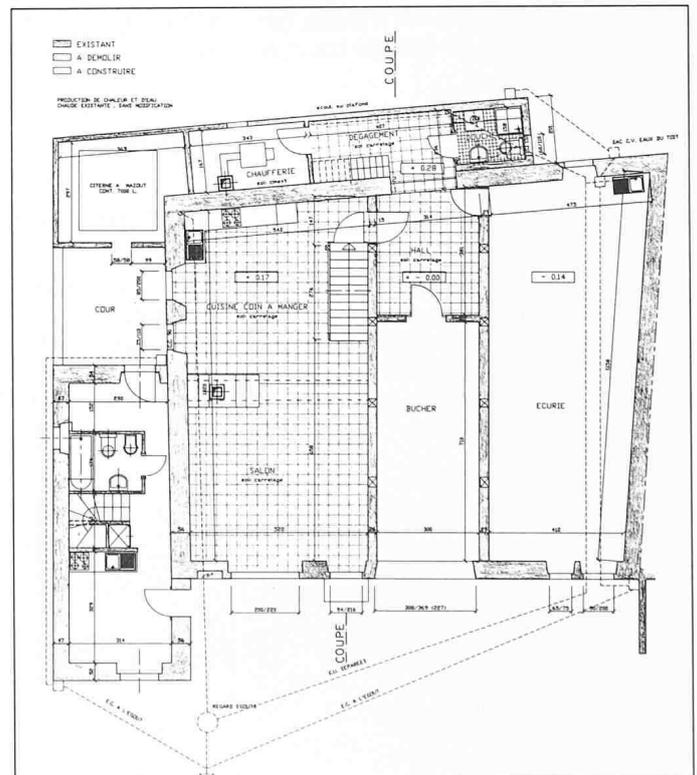
**Beweggründe und Evaluation**

Die mit einer CAD-Einführung verbundenen grundsätzlichen Erwartungen lagen im Rationalisieren der Zeichnungsarbeit und in einer Qualitätsverbesserung der erstellten Pläne. An den Fachmessen «Swissdata» und «Computer» wurde ein Überblick über das aktuelle CAD-Angebot aufgebaut. Dieser Überblick wurde durch den Erfahrungsaustausch mit einem CAD-erfahrenen Fachkollegen ergänzt. Der Entschluss erfolgte spontan für das günstigste Angebot, das zu finden war. Anfang 1985 wurde ein CAD-Arbeitsplatz für 55 000.- Fr. eingerichtet (Kauf).

Bild 13 (rechts). Werkplan für die Renovation eines Bauernhauses

Bild 12. Systemmerkmale Fallstudie 7

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	



MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 14. Systemmerkmale Fallstudie 8

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 17. Systemmerkmale Fallstudie 9

**Systemmerkmale und Anwendungen**

Beim beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenneutrale Software, die auf der Hardware verschiedener Hersteller lauffähig ist. Das System wurde als Einplatzsystem installiert. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 2-dimensionalen Geometriemodell abgelegt. Bis heute wurden auf dem System ausschliesslich graphische Anwendungen durchgeführt. Das System wurde nicht an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es sind keine Datenbankschnittstellen zu externen Programmen vorhanden (Bild 12).

Der Architekt und seine Sekretärin absolvierten eine 2-tägige Grundschulung beim Softwareanbieter. Von da an wurden sämtliche Projekte vollständig auf CAD bearbeitet (Bild 13). Lediglich in der ersten Entwurfsphase werden weiterhin einzelne grobe Handskizzen erstellt.

**Erfahrungen und Einsichten**

Mit dem beschafften CAD-System war man bereits nach 3 bis 4 Tagen einsatzfähig. Dann waren die Pläne jedoch noch nicht in geeigneter Weise strukturiert und mussten bei Projektänderungen teilweise neu gezeichnet werden. Durch die Bereitstellung geeigneter Bibliothekselemente und Standarddetails im CAD-System konnte nach einigen Monaten eine 30 bis 40prozentige Ra-

tionalisierung der Zeichnungsarbeit erreicht werden. Nachdem auf dem CAD-System die nötigen Arbeitsvorbereitungen getroffen waren (Menüs, Bibliotheken, Layerstruktur), konnte auch die Sekretärin als Zeichnerin arbeiten.

Baueingaben wurden bereits im Detaillierungsgrad der Ausführungsplanung erstellt. Die Pläne beinhalteten mehr Informationen und waren besser lesbar als die früher von Hand gezeichneten Pläne. Vermehrt wurden detailliertere Materialangaben (z.B. Bodenraster) und teilweise auch Submissionstexte in die Pläne eingetragen.

Da Hardware und Software vom gleichen Anbieter bezogen wurden, steht heute für alle Probleme ein einziger Partner zur Verfügung. Der Architekt führt für diesen Anbieter ab und zu Kundendemonstrationen durch und sichert sich so eine optimale Systemwartung und -betreuung.

**Fallstudie 8**

**Auftragsstruktur und Büroorganisation**

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Planung und Ausführung von Bauten aller Art (Grossüberbauungen, Schulen, Sportanlagen, Gewerbehäuser, Alterssiedlungen, usw.) sowie die Baukostenüberwachung für externe Projekte.

Durchschnittliche Objektgrössen liegen zwischen 10 bis 70 Mio. Fr. Bau-summe.

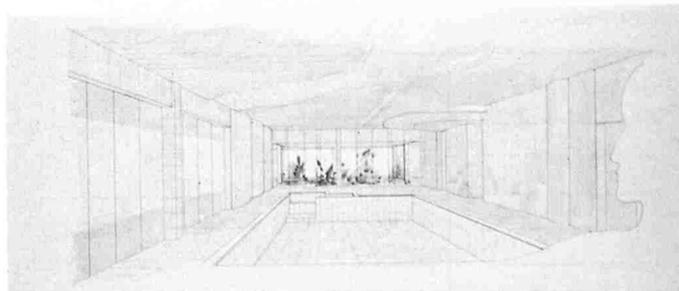
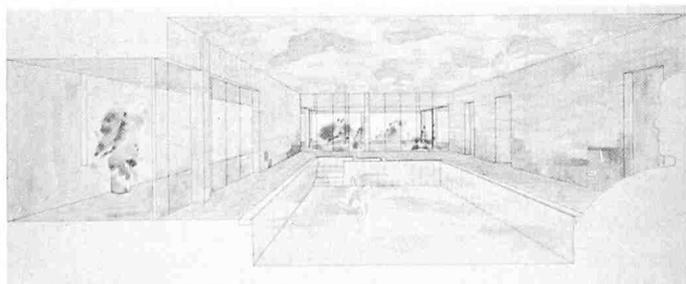
Je nach Auftragslage werden zwischen 15 bis 20 Mitarbeiter beschäftigt. Das Büro gliedert sich in Entwurf (Projektbearbeitung bis Vorprojekt), 3 Projektgruppen, die jeweils einem Projektgruppenleiter unterstehen (Projektbearbeitung ab Bauprojekt, teilweise auch Bauadministration) und Sekretariat (Bau- und Büroadministration sowie externe Kostenüberwachungen). Die Textverarbeitung wird seit 1970, die Bau- und Büroadministration seit 1979 über EDV abgewickelt.

**Beweggründe und Evaluation**

CAD wurde im Hinblick auf eine zukünftige Verkürzung der Arbeitszeit eingeführt. Bei einem eventuellen Einbruch der Honorare sollte zudem billiger gearbeitet werden können, ohne Arbeitsplätze abbauen zu müssen. Längerfristig soll bei gleicher Rendite des Büros für alle Mitarbeiter die 35-Stunden-Woche eingeführt werden.

Aufgrund der eigenen Erfahrungen aus früheren Hardware- und Software-Evaluationen wurde für das gesuchte CAD-System ein Anforderungskatalog mit Kriterien bezüglich der Anwendung, der Handhabung und der Betreuung erstellt. An der Fachmesse «Swissdata» wurde ein Überblick über das aktuelle

Bild 15 (links) und Bild 16 (rechts). Gestaltungsvarianten für ein Hallenbad



CAD-Angebot aufgebaut. Anschliessende Besuche bei CAD-Anwendern im In- und Ausland führten zum Entschluss für ein System, das sich im praktischen Einsatz bewährt hatte. Ende 1985 wurde ein CAD-Arbeitsplatz für 350 000.- Fr. eingerichtet (Kauf). Anfang 1986 kam ein zweiter CAD-Arbeitsplatz für 22 000.- Fr. dazu (Kauf). Die Beschaffung eines dritten CAD-Arbeitsplatzes ist für 1987 vorgesehen.

### Systemmerkmale und Anwendungen

Bei dem beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenspezifische Software für das Bauwesen, die auf der Hardware verschiedener Hersteller lauffähig ist. Das System wurde als Mehrplatzsystem installiert. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 3-dimensionalen Geometriemodell abgelegt, das über 2-dimensionale Darstellungen (Grundrisse, Ansichten und Schnitte) interaktiv bearbeitet wird. Bis heute wurden auf dem System graphische Anwendungen und alphanumerische Auswertungen durchgeführt. Das System wurde nicht an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es wurde eine alpha-numerische Datenbankschnittstelle zu externen Bauingenieurprogrammen eingesetzt (Bild 14).

Zwei langjährige Mitarbeiter wurden vom Softwareanbieter während 4 Tagen im eigenen Hause ausgebildet. Anschliessend wurde ein Schulhausprojekt mit Renovation und Umbau ab Bestandaufnahme auf CAD bearbeitet. Für eine Grossüberbauung wurde die Situationsplanung mit Leitungskataster auf CAD durchgeführt. Für einen Wettbewerb wurden perspektivische Variantenstudien mit CAD dargestellt und anschliessend von Hand überarbeitet (Bild 15 und 16). Heute werden alle neuen Projekte nach manuellen Grobskizzen auf CAD weiterbearbeitet. Bereits im Vorprojektstadium werden erste Studien und Grobkostenschätzungen mit CAD unterstützt.

### Erfahrungen und Einsichten

Perspektivische Darstellungen erleichterten das Verständnis schwieriger Eckverbindungen auf der Baustelle. Mit CAD erstellte Pläne waren übersichtlicher und enthielten weniger Fehler in der Vermassung als die früher von Hand erstellten Pläne. Mögliche Mehrleistungen gegenüber dem Bauherrn wurden bewusst als Leistungsreserven zurückbehalten. Für die CAD-Einführung musste ein Mitarbeiter während der Dauer eines Jahres von allen produktiven Arbeiten (mit Ausnahme auslaufender Projekte) freigestellt werden. Nach dieser Einführungsphase konnte CAD dann produktiv eingesetzt wer-

den. Rationalisierungsvorteile werden jedoch erst nach 2 bis 3 Jahren erwartet. Bis dahin wird zur System-Amortisation unabhängig von der CAD-Benützung ein fester Betrag aus dem Ertrag der Gesamtfirma abgezweigt.

Die Schwierigkeit, die zukünftige Leistung von CAD zu beurteilen, führte zur Ungewissheit, ob noch neue Mitarbeiter eingestellt werden sollen. Für die CAD-unterstützte Planung werden innerhalb der einzelnen Projektgruppen zukünftig wieder mehr Generalisten gebraucht werden. Die Architekten sollten deshalb wieder lernen, Ausführungsdetails zu lösen und die Hochbauzeichner sollten sich auf Alternativenergien und anderen Bereichen weiterbilden. Nach 2 bis 3 Jahren wird die Funktion der Projektgruppenleiter abgebaut werden und der Geschäftsführer wird wieder direkteren Einfluss auf die einzelnen Projekte ausüben können. Durch eine vorausblickende, bürointerne Ausbildung und gezielte Mitarbeitergespräche konnten negative soziale und psychologische Auswirkungen verhindert und die positiven Auswirkungen der CAD-Einführung in den einzelnen Arbeitsbereichen nachhaltig verstärkt werden.

## Fallstudie 9

### Auftragsstruktur und Büroorganisation

Die bearbeiteten Aufträge umfassen Planung, teilweise auch Ausführung von Wohn- und Gewerbebauten (80 Prozent Wohnen, 20 Prozent Gewerbe). Durchschnittliche Objektgrössen liegen zwischen 10 und 20 Mio. Fr. Bau-somme.

Drei Architekturbüros sind mit einem Ingenieurbüro und Rechenzentrum (Rechenleistung, Software-Entwicklung und -Anpassung, CAD-Schulung, CAD-Projektbegleitung) zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammengeschlossen. In naher Zukunft wird der Gemeinschaft auch ein Büro für die Haustechnikplanung angeschlossen. In den drei Architekturbüros werden je nach Auftragslage 8 bis 10 Mitarbeiter beschäftigt. Die Architekturbüros gliedern sich in die beiden Bereiche Planung/Ausführung und CAD-Bearbeitung. Im Ingenieurbüro werden Statikberechnungen seit 1964 über EDV abgewickelt. Das Rechenzentrum für Ingenieure und Architekten besteht seit 1980.

### Beweggründe und Evaluation

Mit CAD wollte man in den relativ kleinen Architekturbüros auch grosse

Aufträge bewältigen können. Während der langen Bewilligungsfristen laufender Bauprojekte wollte man mit weniger Überkapazität durch ständige Mitarbeiter auskommen. Zudem sollten auch zeitliche Freiräume geschaffen werden für die vermehrte Bearbeitung von Wettbewerben.

Ab Ende 1984 wurden für die Benützung eines CAD-Arbeitsplatzes im Rechenzentrum 10 bis 12 Prozent des Architektenhonorars eingesetzt (Miete). Anfang 1986 wurden von der Bürogemeinschaft für 100 000.- Fr. 3 CAD-Arbeitsplätze mit Anschluss an das Rechenzentrum beschafft (Kauf).

### Systemmerkmale und Anwendungen

Bei dem beschafften CAD-System handelt es sich um eine branchenspezifische Software für das Bauwesen, die auf der Hardware verschiedener Hersteller lauffähig ist. Das System wurde als RZ-Anschluss installiert. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 3-dimensionalen Geometriemodell abgelegt, das über 2-dimensionale Darstellungen (Grundrisse, Ansichten und Schnitte) interaktiv bearbeitet wird. Bis heute wurden auf dem System graphische Anwendungen, alpha-numerische Auswertungen und Arbeiten für die Fachkoordination mit dem Bauingenieur durchgeführt. Das System wurde mit eigenen Befehlsmakros auf firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es wurden alpha-numerische Datenbankschnittstellen zu externen Programmen für Devisierung und Ingenieurberechnungen eingesetzt (Bild 17).

Die drei Architekten besuchten eine 3-wöchige Grundschulung beim Softwarehersteller. Im Verlauf des ersten Jahres wurden anhand von Übungsbeispielen bürointerne Vorbereitungen getroffen und eigene Bauteil- und Symbolbibliotheken aufgebaut. Für diese Arbeiten stand bei Bedarf ein CAD-Arbeitsplatz des Rechenzentrums zur Verfügung. Auf Wunsch eines Bauherrn wurde als erstes reales Projekt eine Wohnüberbauung ab Bauprojekt mit CAD ausgeführt. Künftig sollen alle Projekte mit einer Honorarsumme von mehr als 150 000.- Fr. bereits ab der Projektierung mit CAD bearbeitet werden.

### Erfahrungen und Einsichten

Mit CAD wurde genauer gearbeitet, als früher von Hand. Dadurch konnten Konflikte in der Koordination mit den Spezialisten früher erkannt werden. Dank präziseren Entscheiden in der Projektphase konnte auch früher submissioniert werden. Aufgrund genauerer Flächen- und Massenauszüge konnten die Unternehmer mit einer zuver-

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 18. Systemmerkmale Fallstudie 10, Grosssystem

MERKMALE	AUSPRAEGUNG
Branchenorientierung	
Anwendungsbereich	
Anbieterphilosophie	
Systemoffenheit	
Geometriemodell	
Betriebsart	

Bild 19. Systemmerkmale Fallstudie 10, Kleinsystem

lässigeren Preisgarantie offerieren. Die Auswertung interaktiver Variantenstudien ermöglichte eine bessere Kostenoptimierung.

Die Wirtschaftlichkeit der CAD-Anwendung kann noch nicht abschliessend beurteilt werden. Von zentraler Bedeutung für den Erfolg der CAD-Einführung war die Schaffung eines geeigneten betrieblichen Umfelds und eine schrittweise technische und personelle Vorbereitung. In Zeiten von Spitzenbelastungen im Rechenzentrum entstanden lange Antwortzeiten und dadurch Konzentrationslücken und Fehlerquellen bei den CAD-Anwendern. Die Komplexität des CAD-Systems stellte hohe Anforderungen an seine Benutzer. Um Abhängigkeiten von einzelnen Spezialisten zu vermeiden, war es deshalb nötig, technische und personelle Redundanzen zu schaffen. Während der Entwicklungsphasen der Projekte waren die Projektdaten wohl auf der Datenbank vorhanden, dort jedoch nicht direkt sichtbar. Dies wird in Zukunft neue Formen der Kommunikation mit Bauherren und Behörden erfordern (mehr Vertrauen zu den Planern, Besprechungen mit Video-Grossbildprojektion ab Bildschirm usw.). Von Seiten der Reprographieanstalten wäre ein Service mit elektrostatischen Plottern wünschenswert, um insbesondere vor kurzfristig angesagten Besprechungen rasch eine grosse Zahl qualitativ hochstehender Pläne ausgegeben zu können. Die neue Technologie führte aber auch zu einer neuen Gliederung des Arbeitsprozesses. Detailstudien für das Ausführungsprojekt wurden vermehrt in das Bauprojekt vorverlagert. Diese Umschichtung des Arbeitsaufwands wird auch eine Anpassung der Honorarstruktur nach sich ziehen. Heute liegen darüber noch keine exakt quantifizierbaren Erfahrungen vor. Es wäre jedoch zu prüfen, ob

im SIA-Tarif vorläufig eine variable Pauschale eingeführt werden sollte, um für CAD-unterstützte Planungen die Attraktivität des rationellen Arbeitens zu steigern.

## Fallstudie 10

### Auftragsstruktur und Büroorganisation

Die angebotenen Dienstleistungen umfassen Projektmanagement, Architektur, Bauingenieurwesen, Haustechnik und Beratungen für Industrie/Gewerbe/Handel, Banken/Versicherungen/Verwaltung, Gesundheitswesen, Wohnen, Tourismus und andere Sparten. Die Grössen der bearbeiteten Objekte variieren von 1 bis 100 Mio. Fr. Bau-summe.

Je nach Auftragslage werden 650 bis 700 Mitarbeiter beschäftigt. Die internationale Firmengruppe gliedert sich in nationale Gesellschaften, die ihrerseits in verschiedenen Dienstleistungsbereichen (Projektgruppen) organisiert sind. Die einzelnen Projektgruppen werden mit zentralen Diensten wie Marketing, Entwurf, Rechnungswesen, EDV, Personal usw. vom Gesellschaftssitz aus betreut. Büroadministration und Baubuchhaltung werden seit 1972, einfache graphische Darstellungen seit 1982 über EDV abgewickelt.

### Beweggründe und Evaluation

Mit einer CAD-Einführung sollte in erster Linie die Zeichnungsarbeit für die Planerstellung und -überarbeitung (mit Schwerpunkt in der Werkplanung) rationalisiert werden. Darüber hinaus wurde die Austauschbarkeit von Projektbearbeitungen zwischen den Niederlassungen der Firmengruppe im In- und Ausland sowie die Erhaltung

der Konkurrenzfähigkeit unter den niedrigen Honorarsätzen auf dem internationalen Bauproduktmarkt angestrebt. Für die Betreuung der CAD-Einführung und -Anwendung wurde ein Architekt mit EDV-Spezialausbildung in die Geschäftsleitung aufgenommen. Mit einer Betriebsanalyse wurden Möglichkeiten für die Rationalisierung und für die Qualitätssteigerung mit CAD abgeklärt. Der Hauptnutzen war von einer flexiblen graphischen und alphanumerischen Datenbank für die Werkplanung zu erwarten. In Europa und den USA wurde anschliessend praxiserprobte, branchenspezifische Software evaluiert und in Besuchen bei erfahrenen CAD-Anwendern analysiert. Wesentliche Entscheidungskriterien bei der Wahl der Software waren das Entwicklungspotential des Herstellers sowie die Qualität von Wartung und Unterstützung während der Einführung und dem Betrieb. Vor dem definitiven Kaufentscheid wurde die Software für den eingehenden praktischen Test während eines halben Jahres gemietet. Bedingungen, welche an die Hardware gestellt wurden, waren die Zukunftsorientierung des Herstellers, die Offenheit für andere Software, die Wachstumsfähigkeit, die Vernetzungsfähigkeit und die Gewährleistung von Wartung und Unterstützung. Anfang 1983 wurden ein zentraler Rechner und 4 graphische Arbeitsplätze für 720 000.- Fr. beschafft (Kauf). In kleineren und grösseren Schritten wurde das System bis Anfang 1986 mit weiteren teilweise miteinander vernetzten Rechnern und insgesamt 28 graphischen Arbeitsplätzen an verschiedenen Standorten im In- und Ausland ausgebaut. Dafür wurden bis heute rund 6 Mio. Fr. investiert (Kauf).

Anfang 1986 wurden in Verbindung mit dem CAD-Grosssystem auch zwei CAD-Kleinsysteme installiert.

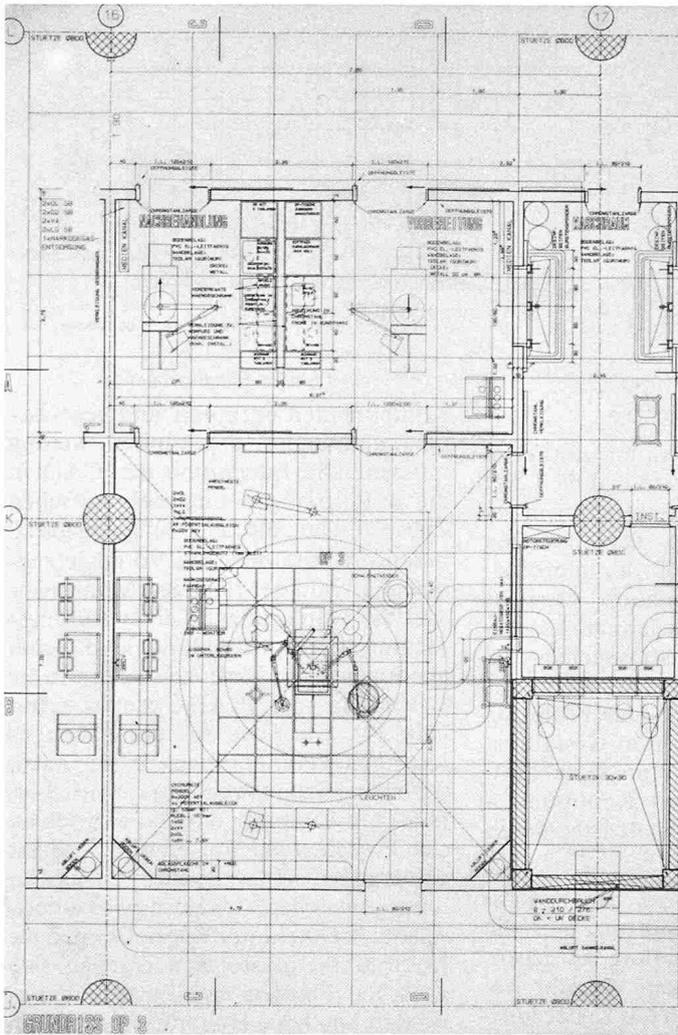


Bild 20. Ausführungsgrundriss für einen Spitalbau

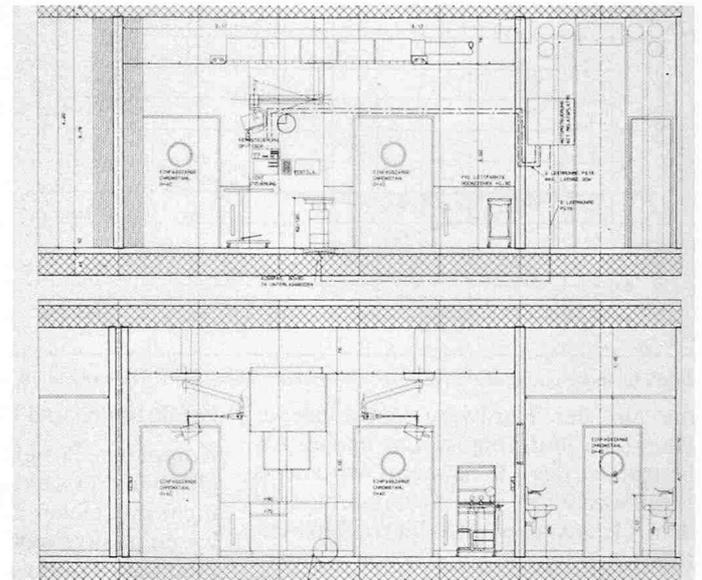


Bild 21. Ausführungsquerschnitt durch ein Krankenzimmer

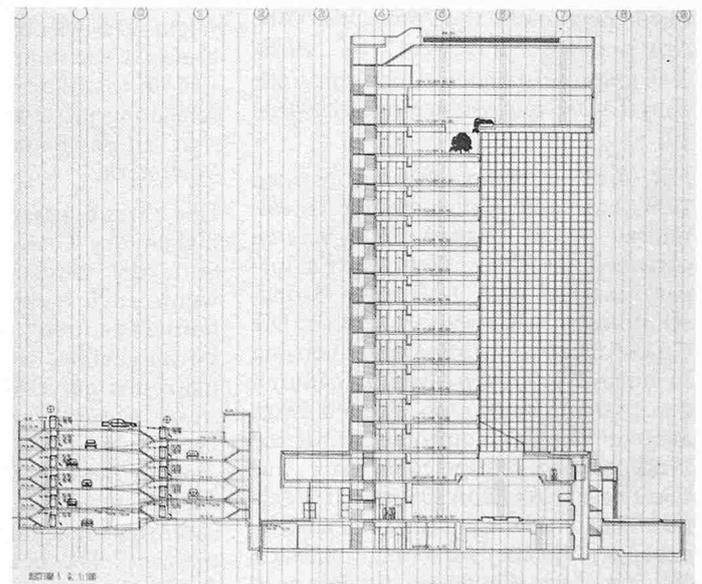


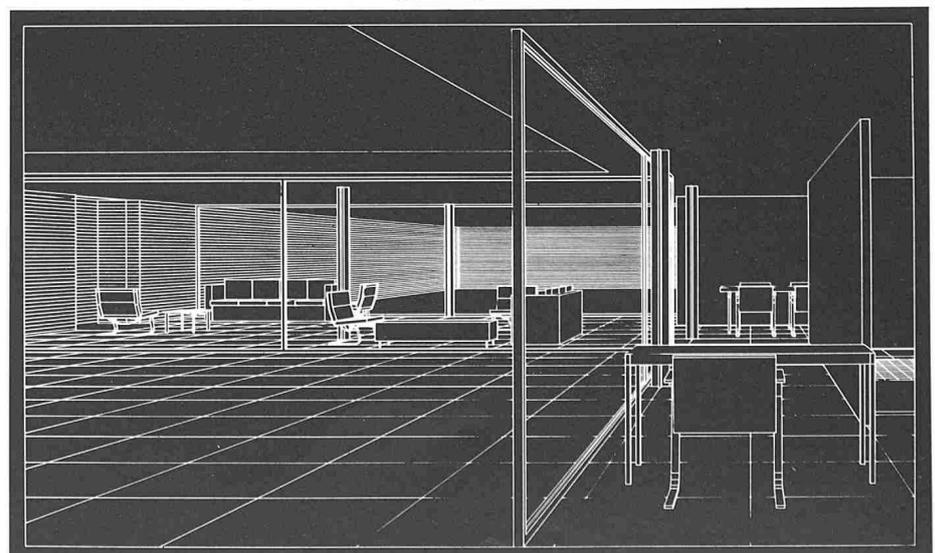
Bild 22. Projektquerschnitt durch ein Bankgebäude

### Systemmerkmale und Anwendungen

Beim CAD-Grosssystem handelt es sich um eine branchenübergreifende Software mit Spezialprogrammen für das Bauwesen, die auf der Hardware zweier verschiedener Hersteller lauffähig sind. Die Gesamtkonfiguration besteht aus teilweise miteinander vernetzten Mehrplatzsystemen. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 2-dimensionalen Geometriemodell mit 3D-Erweiterungsmöglichkeiten abgelegt. Bis heute wurden auf dem System graphische Anwendungen, alpha-numerische Auswertungen und Arbeiten für die interdisziplinäre Fachkoordination mit Bauingenieur und Haus Technikern durchgeführt. Das System wurde mit Basic-Programmen, Befehlsmakros, Bildschirm- und Tablett-Menus an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es wurden alpha-numerische und graphische Datenbankschnittstellen zu externen Bauingenieurprogrammen sowie eine graphische Schnittstelle zum CAD-Kleinsystem eingesetzt (Bild 18).

Beim CAD-Kleinsystem handelt es sich um eine branchenneutrale Software,

Bild 23. Innenperspektive für die Einrichtungsplanung



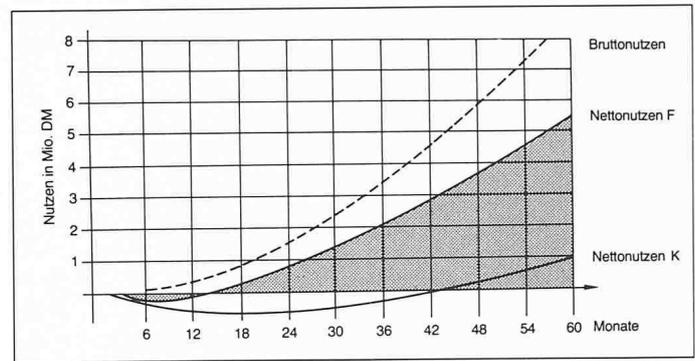
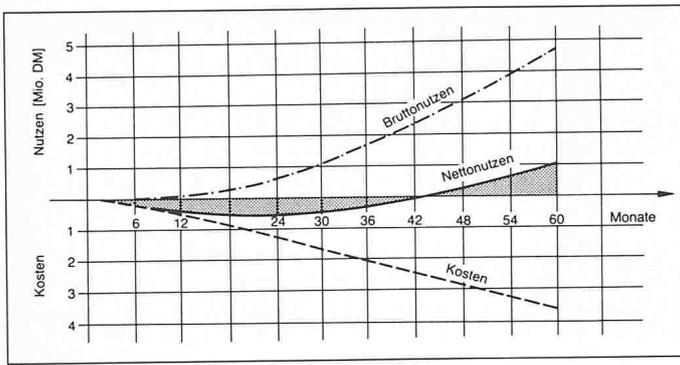


Bild 24a (links) und Bild 24b (rechts). Wirtschaftlichkeit der CAD-Anwendung in Abhängigkeit technischer, betrieblicher und sozialer Randbedingungen (3)

die auf der Hardware verschiedener Hersteller lauffähig ist. Die beiden Arbeitsplätze des Kleinsystems wurden als Einplatzsysteme in Verbindung mit dem Grosssystem installiert. Rechnerintern werden die graphischen Daten in einem 2-dimensionalen Geometriemodell abgelegt. Bis heute wurden auf dem System ausschliesslich graphische Anwendungen durchgeführt. Das System wurde noch nicht an firmenspezifische Arbeitsabläufe angepasst. Es wurde eine graphische Datenbankschnittstelle zum CAD-Grosssystem eingesetzt (Bild 19).

Für die Betreuung der technischen EDV-Anwendungen wurde der firmeninterne administrative EDV-Bereich personell ausgebaut. Der Systemmanager besuchte eine 1-wöchige Grundschulung beim Software-Hersteller. Die CAD-Anwender wurden anschliessend in einem 2-wöchigen Grundkurs durch den Systemmanager im eigenen Haus ausgebildet. Als Pilotprojekt wurde die Werkplanung eines Spitalbaus auf CAD bearbeitet (Bild 20 und 21). Interne und externe CAD-Spezialisten boten dabei periodische Unterstützung. Nach erfolgreichem Abschluss des Pilotprojekts wurden die CAD-Anwendungen schrittweise auf weitere Werkplanungen, Haustechnik-, Bauingenieur- und Detailplanungen, Bauprojekte und Wettbewerbe ausgeweitet (Bild 22 und 23). Die CAD-Bearbeitung wurde vorerst durch den firmeninternen EDV-Bereich stark unterstützt, später dann personell und örtlich zunehmend in die Projektgruppen integriert. Einfache Anwendungen für Projektmanagement, Organisationsplanung und Haustechnik wurden aus dem Grosssystem ausgelagert und auf dem CAD-Kleinsystem durchgeführt. Für gutausgewiesene Hochbauzeichner und Techniker wurde eine mehrstufige, firmeninterne CAD-Ausbildung aufgebaut. Heute werden in allen Bereichen, in denen CAD installiert ist, möglichst alle neuen Projekte ab Bauprojekt auf CAD bearbeitet. Längerfristig ist die Ausweitung der Anwendungen Richtung Entwurf und die Verbindung zur Ausschreibung vorgesehen.

**Erfahrungen und Einsichten**

Komplexe Projekte wären mit dem gleichen Personalaufwand ohne CAD nicht in gleicher Zeit zu bewältigen gewesen. Aufgrund von stets aktuellen Plangrundlagen waren in der interdisziplinären Fachkoordination weniger Planungsfehler zu verzeichnen. Es wurde ein höherer Informationsgehalt und eine bessere Lesbarkeit der Pläne erreicht. Die wiederholte Durchführung breiter Variantenstudien in Gestaltung und Konstruktion unterstützte Entscheidungsprozesse und Kommunikation mit der Bauherrschaft bzw. deren Vertretern.

Der Grundsatzentscheid, die Zuständigkeit der CAD-Einführung auf die Stufe der Geschäftsleitung zu legen, wurde auch rückblickend als sehr wesentlich beurteilt. Auch das Kader musste ausgebildet werden, um die Möglichkeiten der CAD-Anwendung realistisch beurteilen zu können. Parallel zueinander bearbeitete Projekte bedingten die Schaffung entsprechender organisatorischer Voraussetzungen (Mehrfachbelegung von CAD-Arbeitsplätzen). Da bei CAD-unterstützten Projekten ein rascherer Fortschritt der Arbeiten erreicht werden konnte, waren auch häufigere Arbeitskontrollen durch die Projektleiter erforderlich. Die Effizienz der CAD-Anwendung beruhte weitgehend auf einer geeigneten Strukturierung der eingegebenen Daten, die später für Projektänderungen und -überarbeitungen wieder neu miteinander kombiniert werden konnten. Im Hinblick auf eine leistungsfähige Gliederung der Projektdaten waren systematische Arbeitsvorbereitungen zu treffen. CAD konnte überall dort optimal eingesetzt werden, wo auch die CAD-Benützer durch eine entsprechende Schulung optimal auf die CAD-Anwendung vorbereitet wurden.

**Schlussfolgerungen**

Die Erfahrungen der untersuchten Firmen zeigen, dass für eine erfolgreiche CAD-Einführung nicht nur technische, sondern ebenso betriebliche und soziale

Komponenten optimiert und gegenseitig aufeinander abgestimmt werden müssen. Die Integration des CAD in die mittelfristigen unternehmerischen Zielsetzungen, die Schaffung von geeigneten organisatorischen Voraussetzungen, die Wahl der richtigen Mitarbeiter und die Durchführung einer stufengerechten CAD-Ausbildung sind dabei ebenso wichtige Einflussgrössen wie die Evaluation des CAD-Systems selbst (Bild 24). Die neue Art des Arbeitens löst auch Veränderungen in der traditionellen Arbeitswelt aus: Neue Formen der Zusammenarbeit entwickeln sich zwischen den am Planungsprozess beteiligten Partnern, neue Vertragsformen entstehen zwischen Bauherrschaft, Architekt und Spezialisten, neue Kommunikationsformen ergeben sich zwischen Planern und Entscheidungsträgern und neue Honorarsätze müssen geschaffen werden für eine CAD-unterstützte Bauplanung.

Wohin uns die Entwicklung der Zukunft führen wird, vermag heute niemand zu sagen. Was wir wissen ist nur, dass auch in der Bauplanung die Zukunft bereits begonnen hat. Und dass wir unsere Zukunft nur dann aktiv werden mitgestalten können, wenn wir als Architekten frühzeitig damit beginnen, selbst Erfahrungen im Umgang mit CAD zu gewinnen, neue Einsichten daraus abzuleiten und diese in neue Leistungen umzusetzen.

Adresse des Verfassers: J. Bernet, dipl. Arch. ETH/SIA, Bernet CAD-Consult, Chamerstrasse 52, 6300 Zug.

Auftraggeber: Speich CAD-Service AG, Brandchenkestrasse 43, 8002 Zürich.

Überarbeitete Fassung des Referates über CAD-Erfahrungen in schweizerischen Architekturbüros an der CAD-CAM'86 vom 17. April 1986 in Linz. Die detaillierte Auswertung wird an Weiterbildungsseminaren im September 1986 interessierten Architekten zugänglich gemacht.

**Literatur**

- [1] Bernet J.: CAD-Praxis im Architekturbüro, SIA-Dokumentation 95, Zürich 1985
- [2] Yazdani M. u. Kandler, B.: Computer für Anfänger, Rohwolt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg 1985
- [3] Gnatz R.: CAD-Handbuch, Springer-Verlag, Berlin 1984