

CAD IM TEST

DAS INSTITUT FÜR ANGEWANDTE MIKROELEKTRONIK, BRAUNSCHWEIG

Es wird zu oft davon gesprochen, wie ein Gebäude entworfen werden muß, damit CAD voll zum Einsatz kommen kann. Daher gesehen ist die Befürchtung sicher berechtigt, daß sich auch diese Technik zu verselbständigen beginnt und nicht mehr Mittel zum Zweck, sondern Selbstzweck wird. Die Meinung, Mikroelektronik führe zu mickriger Architektur, die *E. M. Lang* mit einem Untertitel zu Benedeks Karikatur (Architektenblatt Januar 85) zum Ausdruck brachte und die unter Architekten weit verbreitet ist, scheint daher verständlich.

Die Motivation zum CAD-Einsatz sollte umgekehrt sein: CAD sollte dort eingesetzt werden, wo diese neue Technik uns erlaubt, Projekte oder Abläufe zu entwerfen, die wir ohne die Technik nicht mehr in den Griff bekämen. Es wäre fatal, CAD dazu zu nutzen, den traditionellen Entwurfsprozeß billiger und dafür schlechter abzuwickeln. Meine Arbeit des Entwerfens mit Halbzeugen und Bauteilen offener Bausysteme, insbesondere das Entwickeln von Varianten auf der Basis von Koordinationssystemen und die Kostenkontrolle dieser Varianten, zwang quasi dazu, über neue Medien nachzudenken, um diese Arbeit erst zu ermöglichen. CAD schien hierfür ein möglicher Weg zu sein.

Da ich mich zunächst auf das Knowhow meiner Kollegen an der Universität von Kalifornien, die seit 10 Jahren auf dem Gebiet des CAD gearbeitet hatten, verlassen hatte, mußte ich mich nach meiner Rückkehr nach Deutschland 1982 wohl oder übel selbst mit CAD befassen. Der Auftrag für das Institut für Angewandte Mikroelektronik des Landes Niedersachsen war eine gute Gelegenheit, den Einstieg zu wagen, denn es erschien sinnvoll, die Mikroelektronik dem Inhalt des Gebäudes entsprechend auch für den Entwurfsprozeß zu nutzen. Um das Medium in seiner vollen Breite kennenzulernen, entschloß ich mich, das Experiment zu versuchen, zunächst den gesamten Umfang der Architektenleistungen über CAD laufen zu lassen. Dabei sollten jedoch keine architektonischen Qualitäten dem CAD-Entwurfsprozeß zuliebe geopfert werden.

Voraussetzung für die CAD-Arbeit war die nötige Hard- und Software, die ich im ICT (Institut für Computer Technologie) vorfand, das als ein von der Technischen Universität Braunschweig unabhängiges Institut neu gegründet worden war. Uns stand folgende Hardware zur Verfügung: 32 Bit Prime 9950 Rechner, 670 MB Festspeicher und 6 MB Arbeitsspeicher, Westward Terminal 2019 Tektronix 4014 und ein elektrostatischer Flachbrett-Plotter Benson 9444. Als Software diente das in Cambridge von Applied Research entwickelte GDS 2 1/2 d (General Drafting Systems).

Die nachfolgenden Bemerkungen sind im Zusammenhang mit dieser Hard- und Software und unserer Arbeitsweise zu sehen und können nicht bedenkenlos verallgemeinert werden. Sie mögen aber mithelfen, einige unbegründete Vorurteile gegen CAD sowie einige durch „Propaganda“ verbreitete CAD-Hoffnungen zu widerlegen, die ja für die heutige Situation typisch sind.

Die oft extremen Gegensätze in der Beurteilung des CAD hängen mit seiner rapiden Entwicklung der letzten Jahre zusammen: So werden oft Techniken von gestern als Argumente für die Unzulänglichkeiten des heutigen CAD herangezogen, ebenso wie Erwartungen für morgen bereits als heutiger Stand der Technik verkauft werden. So kam zum Beispiel in der ersten Besprechung nach der Rohbauvergabe von einer Baufirma der Einwand, man möge doch um Gottes Willen nicht nach vom Computer gezeichneten Werkplänen arbeiten, da man bei einem Bau dieser Größe doch mit Plänen im DIN A 4-Format den Überblick verlöre. Dieser Einwand

kam, obwohl der Ausschreibung großformatige Computerzeichnungen beigelegt waren; diese wurden jedoch nicht als solche erkannt. Mit dem Benson Plotter 9444 sind die Pläne von der Breite eines Reißbrettes und in beliebiger Länge erstellbar.

Auf der anderen Seite des Spektrums ist das häufigste Argument für CAD die Schnelligkeit und Effizienz der Planerstellung; und zwar wird dieses Argument nicht nur von den Softwarehäusern, sondern auch in Fachzeitschriften verbreitet. So wurde z.B. in der Zeitschrift der Architekturabteilung der Universität von Kalifornien (Winter 1982) die Legende von der Schnelligkeit mit der Bemerkung untermauert, daß die CAD-Studenten eine Zeichnung der historischen Fassade der Royce Hall mit ihrem Plotter in weniger als 15 Minuten erstellen. Er wurde bewußt verschwiegen, wieviel Zeit das Eingeben der Daten heute noch braucht. Es ist so, als würde der heutige Bauzeichner die Schnelligkeit der Lichtpausmaschine zum Beweis seiner schnellen Zeichentechnik heranziehen.

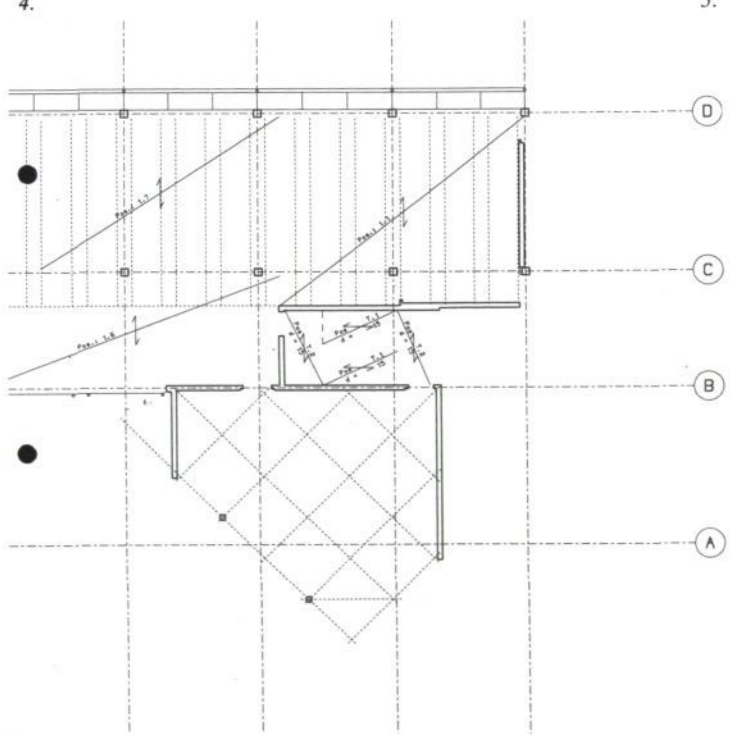
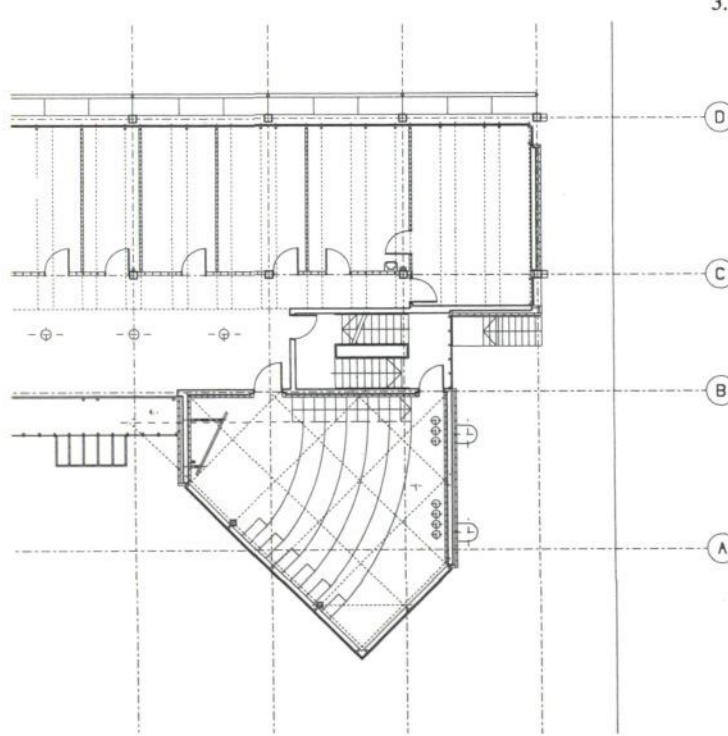
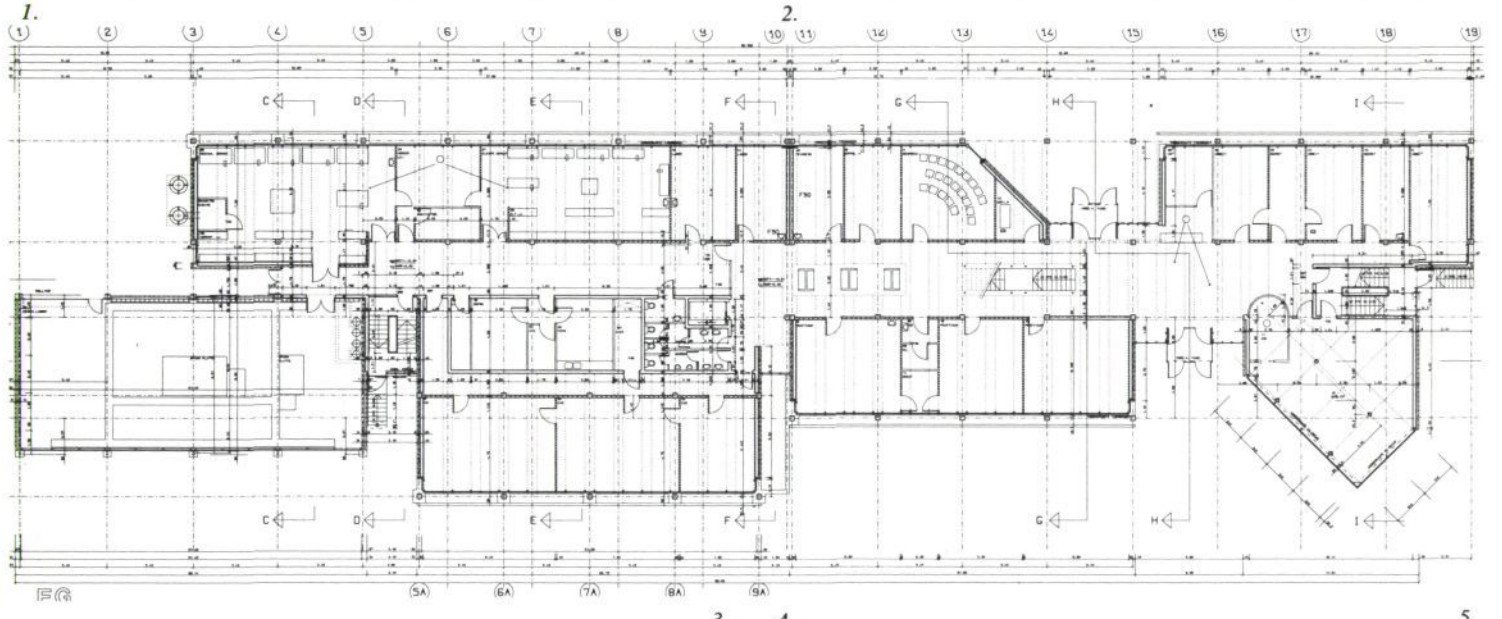
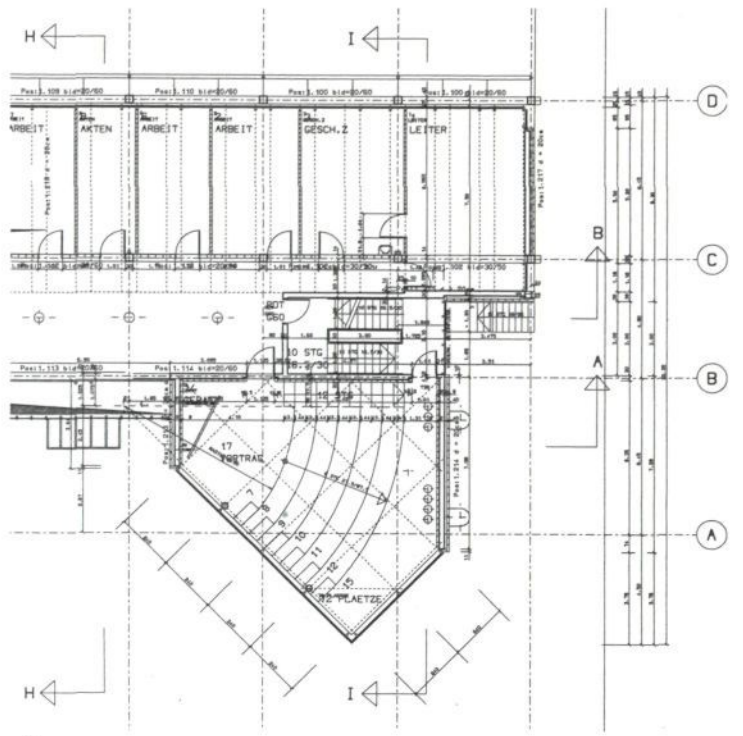
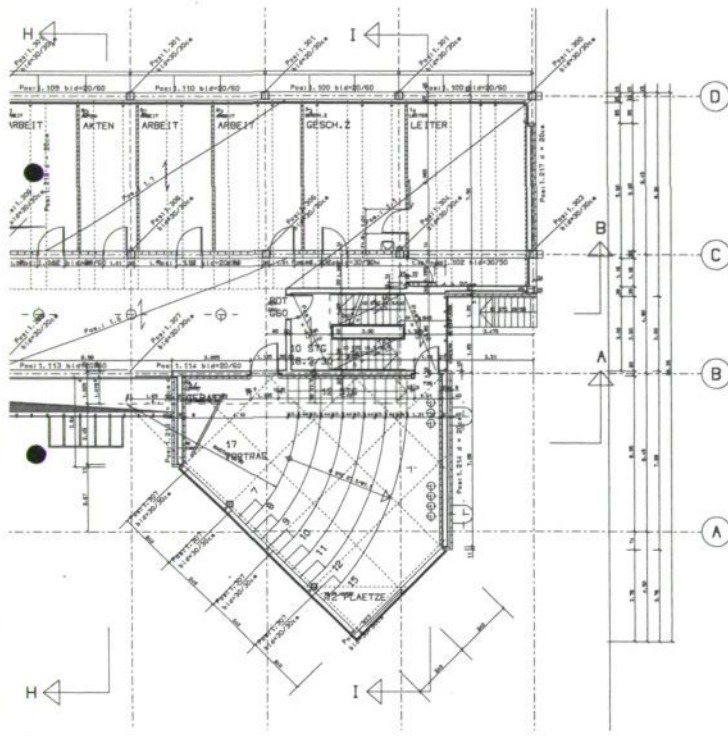
Den im Anschluß folgenden detaillierten Aussagen über die Vor- und Nachteile des rechnergestützten Zeichnens und Entwerfens soll zusammenfassend vorausgeschickt werden, daß sich CAD nicht als eine schnellere Methode des technischen Zeichnens erwiesen hat. Häufige Behauptungen, CAD erhöhe die Effizienz des Zeichnens durch einen Faktor von 3 bis 5, lassen sich nach unseren Erkenntnissen nicht nachvollziehen. Für Architekturbüros, die sich als reine Entwurfsbüros betrachten, d.h. die Architektenleistungen wie die der Ausführungszeichnungen, der Kostenkontrolle, der Ausschreibung, der Vergabe und der Abrechnung z.B. einem Ingenieurbüro übergeben oder mit einem Generalunternehmer zusammenarbeiten, kann das Medium CAD noch keine Vorteile bieten. Der Sinn des CAD scheint überhaupt nicht im technischen Zeichnen selbst zu liegen, sondern in der Informationsverarbeitung, die durch die automatische Speicherung der gezeichneten Informationen möglich wird. So lassen sich durch die Zeichnung gespeicherte Daten für die Erstellung z.B. der Schal- und Durchbruchpläne, der Ingenieurzeichnungen der Massenberechnung, der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung nutzen. Es wäre sogar nicht abwegig, von Hand gezeichnete Pläne anschließend noch einmal über CAD zu erstellen, um diesen Vorteil nutzen zu können. Im Maschinenbau wird dieser Prozeß ohne große Bedenken angewandt, wenn es um die direkte Koppelung mit der Fertigung geht.

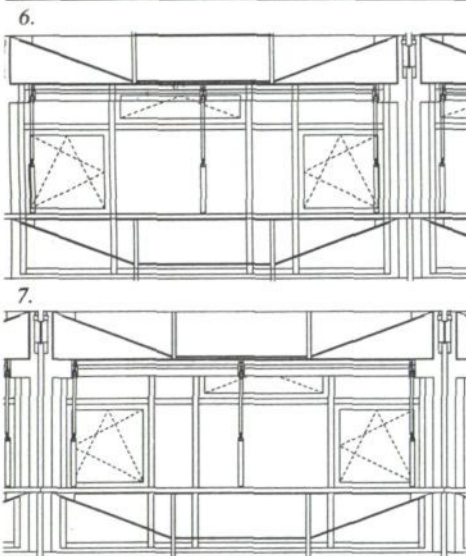
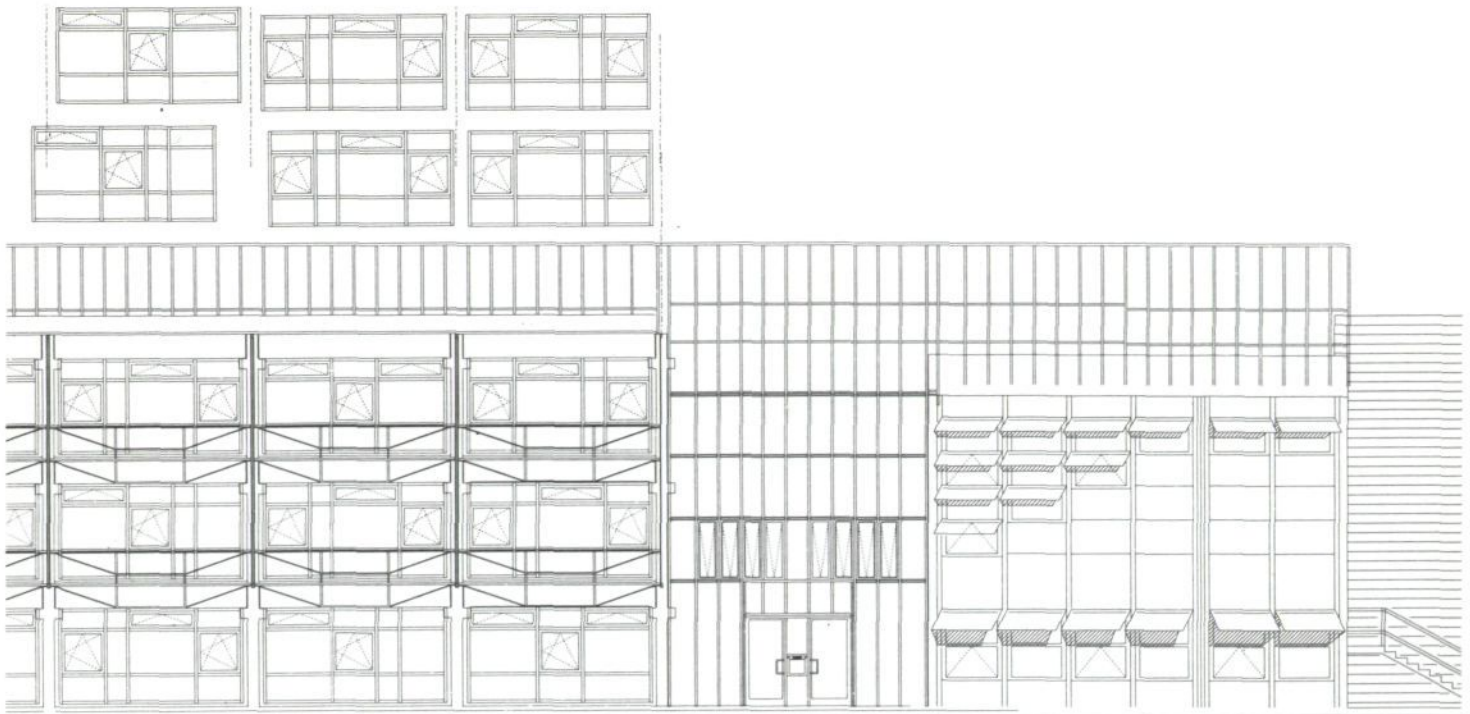
Wie jede technische Neuerung erweitert auch CAD die herkömmlichen Möglichkeiten des Zeichnens, nicht ohne zu neuen, ungewollten Problemen und Begleiterscheinungen zu führen. Ich möchte im folgenden die wesentlichen drei Eigenschaften des CAD, nämlich Genauigkeit, Möglichkeit der Planänderung und objektweise Eingabe und Abruf von Daten sowie die aus ihnen resultierenden Vorzüge und Probleme beleuchten.

Genauigkeit der Zeichnung

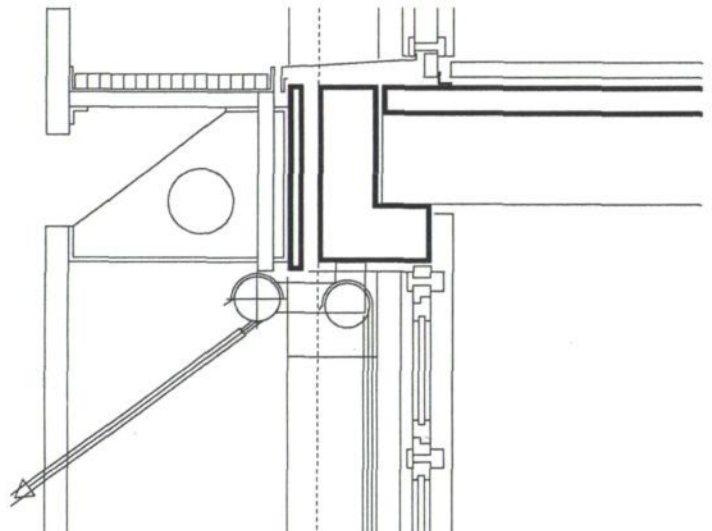
● Durch die Exaktheit der Baueingabepläne (1:100) konnten die Grundlagen für die Werkpläne (1:50) aus den vorhandenen Daten unmittelbar durch den Plotter erzeugt werden. Es ließen sich sogar Zeichnungen im Maßstab 1:10 aus dem 1:100 durch Aufzoomen erstellen, die zur wechselseitigen Überprüfung der 50stel und der Detailpläne dienten. Es braucht theoretisch also nur ein Satz Pläne erstellt zu werden, aus dem dann durch Vergrößerung und Verkleinerung alle anderen Pläne erstellbar sind.

● Die Eingabe muß daher exakt erfolgen, was dazu zwingt, sich rechtzeitig mit den Details zu beschäftigen, was auch als ein Positivum angesehen werden muß.





1. Überlagerungen von Informationen in einem Plan (1. OG)
2. Ausführungsplan
3. Ausführungsplan mit gelöschter Bemaßung (1. OG)
4. Löschung aller Informationen außer „Betonobjekte“ und Positionen (1. OG)
5. Grundriß Erdgeschoß, Ausführungsplan
6. Fassade + Objekte: Fassadenelemente
7. Detail mit sichtbaren „hidden lines“
8. Detail der richtig gezeichneten Fassade
9. Übertragungsfehler durch objektweises Arbeiten



8. Die Zeichnung verfügt über eine solche Genauigkeit, daß die Maße direkt aus der Zeichnung errechnet werden können, wodurch die für herkömmliche Zeichnungen typische Diskrepanz zwischen Zeichnung und Bemaßung vermeidbar wird.

Die Eingabe im Detail wird aber auch zu einem umgekehrten Entwurfsprozeß verführen, den Thomas Schmid einmal für das Bauen mit Systemen verlangt hat. Dieser Entwurfsprozeß ist aber ebenso falsch wie der traditionelle Prozeß, der vom Wettbewerbsentwurf (im 1:500) oder der Vorentwurfsskizze über das 1:200 zum 1:100 zu Ausführungsplänen 1:50 und schließlich zum Detail führt. Das Entwerfen muß gleichzeitig von beiden Seiten, der städtebaulichen Gesamtkonzeption und dem Detail, beginnen.

Die genaue Eingabe im Detail hat den weiteren Nachteil, daß der Zeichner am Bildschirm leicht den Überblick verliert, die Dateneingabe über die Tastatur verlangt, jeweils an einem kleinen Ausschnitt zu arbeiten. Während der mit Bleistift am Zeichenbrett arbeitende Architekt einige Schritte vom Arbeitsplatz zurücktritt, um den Überblick zu bekommen, muß der Architekt am Bildschirm aus- und einblenden.

Da der Architekt gewöhnlich nur über einen graphischen und einen alphanumerischen Bildschirm verfügt und nicht über mehrere graphische Bildschirme, ist es schwierig, den Überblick zu behalten, wenn z.B. aus dem Grundriß ein Schnitt erstellt werden soll. An einem typischen Architekten-Arbeitsplatz hängen die Wände bzw. Stellwände voll von Plänen. Der Zeichner am Bildschirm muß, um z.B. beim Zeichnen des Schnittes Informationen aus dem Grundriß zu bekommen, den Schnitt auf dem Bildschirm löschen. Das Ver-

gleichen von Schnitt und Grundriß ist erst nach dem Plotten möglich. Der typische CAD-Arbeitsplatz muß daher mehr im Sinne eines traditionellen Architektenarbeitsplatzes mit Plänen an Stellwänden organisiert werden. Ideal wäre natürlich, wenn der Zeichner am CAD-Arbeitsplatz alle Informationen im Kopf hat, d.h. der Entwerfer sollte die Dateneingabe selbst vornehmen. Bei einem Projekt dieser Größe ist das Ein-Mann-Team aber illusorisch. Aus der Arbeitsteilung ergibt sich die Notwendigkeit der Kontrolle der Pläne auf Fehler, die zu einem zusätzlichen Arbeitsschritt im Sinne des Suchbild-Zeitvertreibs „Original und Fälschung“ führt.

Möglichkeit der leichten Planänderung

Im Zuge der Erstellung der Ausführungspläne ist die Möglichkeit der Planänderung ein großer Vorteil. Selbst Änderungen, die im herkömmlichen Zeichnen ein Neubeginn bedeuten würden, wie das Addieren einer Achse in der Mitte des Baues, lassen sich im Handumdrehen erledigen.

Der Plan ist immer perfekt und ohne Spuren vom Kratzen oder Radieren. Aus dem papierlosen Ändern auf dem Bildschirm ergibt sich aber, daß mit jeder Änderung ein neues Original notwendig wird. Dadurch entsteht eine Flut von ungültigen Originalen im Büro. Das papierlose Zeichnen führt im Endeffekt zum Paradox eines Mehrverbrauchs an Papier.

Auch die Leichtigkeit, mit der Varianten erzeugt werden, z.B. bei der Erstellung von Perspektiven mit unterschiedlichen Standpunkten und Blickrichtungen, ist ein weiterer Vorteil der CAD-Technik,

verführt aber dazu – weil es so einfach geht –, unnötig viele Drucke zu erstellen, die eigentlich gar nicht gebraucht werden.

● Im Gegensatz zur Entwicklung von Varianten im oben genannten Sinne erwies sich aber das Ändern von Plänen im Entwurfsstadium im Vergleich zu dem konventionellen Skizzieren als immer noch zu schwerfällig. Das Arbeiten mit der Skizzenrolle, d.h. das schrittweise Weiterentwickeln des Planes durch das Darüberlegen von Skizzierpapier ist dem Arbeiten am Bildschirm auch dadurch überlegen, daß das Festhalten der Entwicklungsstadien als automatisches Nebenprodukt gegeben ist, wodurch eine ständige Rückkoppelung möglich ist. Der Umweg über den Plotter ist beim Arbeiten am Bildschirm nicht spontan genug. Das Arbeiten an farbigen Bildschirmen, um das Prinzip des Überlagerns von Zeichnungen zu simulieren, stand uns nicht zur Verfügung. (Es ist auffallend, daß es sich bei den publizierten Beispielen von CAD-Anwendungen in der Architektur in erster Linie um das Abzeichnen, das Aufnehmen von Bauten oder um das Darstellen schon entworfener Bauten handelt.)

Wir haben sehr bald erkannt, daß CAD für die eigentliche Entwurfsphase noch kein kosten- oder zeitsparendes Medium ist, und uns entschlossen, das Entwickeln sowohl der Zeichnungen im Maßstab 1:200 als auch der Details 1:1 bis 1:20 von dem CAD-Prozeß abzukoppeln. CAD wurde dadurch von Computer Aided Design zum Computer Aided Drafting degradiert. Das bedeutet, daß die Zeichnungen vor der CAD Dateneingabe in 1:20 vorlagen, z.T. sogar in Tusche gezeichnet.

Wer in CAD nichts weiter als das technische Zeichnen mit dem Computer sieht, wird enttäuscht sein, denn die Dateneingabe bei Detailzeichnungen, bei denen Rezeption von Elementen nur in geringem Maße zum Tragen kommt, ist heute noch nicht schneller als das Zeichnen von Hand. Der Sinn des CAD liegt aber – wie eingangs erwähnt – in der Verknüpfung mit dem Bauablauf. Hierfür ist die Eigenschaft des objektweisen Eingebens und Abrufens von Informationen von großer Bedeutung

Objektweises Eingeben und Abrufen von Daten

Durch diese Eigenschaft wird rationelles Zeichnen und Ändern von Zeichnungen erst möglich. Bei gut strukturierter Dateneingabe lassen sich so aus einem einzigen Werkplan z.B. Schalpläne, statische Positionspläne, Installationspläne bzw. Pläne anderer Geschosse entwickeln und automatisch vermaßen.

Diese Eigenschaft, zusammen mit der Möglichkeit, die durch die Zeichnungen gespeicherten Daten mit anderen Datenbanken zu verknüpfen und so Flächenberechnungen, Wärmeschutznachweis, Massenberechnung und Kostenkontrolle zu erleichtern, wird in Zukunft zum Hauptargument für CAD werden.

Gleichzeitig verlangt aber diese Arbeitsweise eine erhöhte Aufmerksamkeit des Zeichners und ein Vermögen, die Informationen richtig zu strukturieren. Das bedeutet eine notwendige Umstellung des Zeichners. Eine unstrukturierte Arbeitsweise kann diesen Vorteil des CAD zunichte machen, wenn z.B. Betonwände nicht als getrenntes Objekt eingegeben werden, lassen sich Schalpläne und Positionsplan nicht aus dem Werkplan entwickeln.

Als Beispiel für die Notwendigkeit, Daten richtig zu strukturieren, sei die Fassade beschrieben. Sie besteht aus einer Überlagerung einer repetitiven Betonfertigteilkonstruktion und einer fast zufällig erscheinenden Fensteraufteilung. Der Fassade vorgelagert ist ein filigraner Fluchtbalkon und auf der Südseite ein Sonnenschutz. Ein technischer Zeichner am Reißbrett wäre gezwungen, die Fassade Linie für Linie zu zeichnen, wobei es unwichtig ist, ob Stützen z.B. getrennt vom Fenster gezeichnet würden; es ließen sich z.B. zuerst alle vertikalen Linien ausziehen und dann alle horizontalen. Am Bildschirm läßt sich das Zeichnen der Betonkonstruktion auf zwei Elemente, Stütze und Balken, reduzieren, die Fluchtbalkone auf einen halben Balkon, der dann gespiegelt wird, die Fensterelemente, die von der inneren Funktion der Räume und Raumteilung her entwickelt und daher in der äußeren Erscheinung eher zufällig erscheinen, lassen sich auf 6 Grobelemente reduzieren, die als Objekte definiert werden und einzeln in die Betonkonstruktion transponiert werden.

Wenn diese Objekte nun in die Zeichnung eingegeben werden, entstehen durch die unterschiedlichen Ebenen, auf denen die Elemente stehen, Überschneidungen, die der Rechner nicht automa-

tisch erkennt (hidden lines). Der traditionell ausgebildete technische Zeichner würde wahrscheinlich bei der Überarbeitung der Zeichnung darangehen, jede der versteckten Linien zu löschen, was bei der Nord- und Südfassade bedeuten würde, 1500 Befehle und 3000 verschiedene Punkte einzugeben. Der geübte Zeichner am Bildschirm gibt 6 Alternativ-Fassadenelemente, eine Alternativ-Stütze und ein Unterzug-Element ein, bei denen die versteckten Linien gelöscht sind, noch bevor die gesamte Fassadenzeichnung erstellt wird.

● Der offensichtliche Nachteil solcher Arbeitsweise ist, daß sich Fehler schnell multiplizieren bzw. daß ein einmal gemachter Fehler sich durch mehrere Zeichnungen zieht.

● Ein weiteres Problem ist das falsche Zuordnen von Objekten, das weniger passiert, wenn man jede Zeichnung von Grund auf neu entwickelt. Der Fassadenschnitt zeigt, wie das falsche Eingeben von Objekten (Übertragung des Fluchtbalkons des 2. OG ins 1. OG, Fassen des EG ins 1. OG) zu Fehlern führen kann (hier Verdoppelung des Sonnenschutzes im 1. OG).

● Ein anderes Beispiel ist eine Innenraumperspektive: Eine fehlerhafte Übertragung der Konstruktionsachse als Objekt aus der Mittelzone des Gebäudes auf die Arbeitsräume bewirkte, daß die gesamte Sequenz von Alternativen falsch war. Die potentiell falsche Zuordnung von Elementen ist beim perspektivischen Zeichnen besonders groß und besonders leicht zu übersehen. So wurden die offensichtlich falsch zugeordneten Treppenelemente bis nach dem Ausdrucken übersehen. Fehler werden auch generell bei gestochen gezeichneten Plänen weniger vermutet als bei Skizzen. Man muß sich erst langsam darauf einstellen, daß es keine Skizze, sondern nur fehlerhafte Zeichnungen gibt.

● Das Prinzip des Arbeitens mit Objekten ist ein fundamentaler Bestandteil der CAD-Technik. Dieses Prinzip könnte so angewendet werden, daß die Objekte den auf dem Markt befindlichen Bauelementen entsprechen. Auf diese Weise könnten bei einer zugrundeliegenden Koordinationssystematik die Architektur bereichert und die Architektenleistungen vereinfacht werden.

● Zu einem Problem wird diese Technik des CAD aber, wenn sie zu einer Art Architektur-Collage führt im Sinne eines Zusammenfügens von bestehenden Zeichnungen oder Teilen von Zeichnungen. Da alle Daten von CAD bearbeiteten Projekte gespeichert sind, läßt sich z.B. ein Gebäudeteil, z.B. eine Treppe, leicht von einem Projekt auf das nächste übertragen, denn auch das Anpassen eines einmal gezeichneten Objektes wird durch CAD erleichtert. Der Architekten-Entwurf ließe sich auf diese Weise leicht durch das Planfertigen durch Bauträger und Bauunternehmer ersetzen. Ein kommerzieller „Eklektizismus“ wäre die Folge.

Aber auch der „historische Eklektizismus“, wie er schon international von Architekten betrieben wird, wird durch die CAD-Technik gestützt werden. Schon vor einigen Jahren gelang es den Professoren der Architekturabteilung an der Universität von Kalifornien in Los Angeles mit ihrer „Palladian shape Grammar“, Villen im Stile Palladios mit CAD so zu entwickeln, daß man sie für echte Bauaufnahmen hielt. Die Computer aided Stil-Collage, bei der gespeicherte Stil-Elemente abgerufen und koordiniert werden, ist der nächste Schritt.

Es erscheint überraschend, daß sich hier Entwurfstechnik und die Architekturmode der Stil-Collage völlig parallel entwickeln, als würde das eine für das andere geschaffen. Paradox ist aber, daß die Collage vorhandener Stilelemente als Ausdruck einer Architektur gesehen wird, in der das Künstlerische mehr und mehr an Bedeutung gewinnt, während die CAD-Technik von der Mehrzahl der Architekten für den Inbegriff des Unkünstlerischen gehalten wird. CAD ist bei Architekten in höchstem Grade unpopulär in einer Zeit, in der man häufig zu vergessen scheint, daß eine Bauzeichnung nichts weiter sein sollte als ein Informationsträger mit dem Ziel, den Bauprozess zu ermöglichen und zu erleichtern.

Während man sich noch vor 25 Jahren bemühte, Zeichnungen möglichst technisch mit Graphos im Sinne der Zeichnung Mies van der Rohes zu erstellen, ist es heute durchaus nicht mehr ungewöhnlich, wenn Architekturzeichnungen um ihrer selbst willen, in den unterschiedlichsten Mal- und Zeichentechniken kreiert, in Galerien ausgestellt und verkauft werden. Es scheint fast, als entwickle sich die manuelle Zeichentechnik zu einem bewußten Statement der Architekten gegen die bevorstehende Zeit des CAD.