

im Schnittpunkt/Bildpunkt (\vec{B}_i) gilt:

$$\vec{g}_i = \vec{d}$$

$$\Leftrightarrow \vec{O}_i + \alpha (\vec{A} - \vec{O}_i) = \vec{d}_0 + \beta \vec{d}_x + \gamma \vec{d}_y$$

$$\Leftrightarrow \alpha (\vec{A} - \vec{O}_i) - \beta \vec{d}_x - \gamma \vec{d}_y = \vec{d}_0 - \vec{O}_i$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \alpha (x_A - x_{O_i}) - \beta x_{dx} - \gamma x_{dy} = x_{d0} - x_{O_i} \\ \alpha (y_A - y_{O_i}) - \beta y_{dx} - \gamma y_{dy} = y_{d0} - y_{O_i} \\ \alpha (z_A - z_{O_i}) - \beta z_{dx} - \gamma z_{dy} = z_{d0} - z_{O_i} \end{cases}$$

$$\alpha * A - \beta * B - \gamma * C = D$$

$$\Leftrightarrow \alpha * E - \beta * F - \gamma * G = H$$

$$\alpha * I - \beta * J - \gamma * K = L$$

$$HD = \begin{pmatrix} A & B & C \\ E & F & G \\ I & J & K \end{pmatrix} = A * F * K + B * G * I + C * E * J - C * F * I - A * G * J - B * E * K$$

$$ND1 = \begin{pmatrix} D & B & C \\ H & F & G \\ L & J & K \end{pmatrix} = (\text{siehe oben})$$

$$ND2 = \begin{pmatrix} A & D & C \\ E & H & G \\ I & L & K \end{pmatrix} = (\text{siehe oben})$$

$$ND3 = \begin{pmatrix} A & B & D \\ E & F & H \\ I & J & L \end{pmatrix} = (\text{siehe oben})$$

$$\alpha = HD/ND1$$

$$\beta = HD/ND2$$

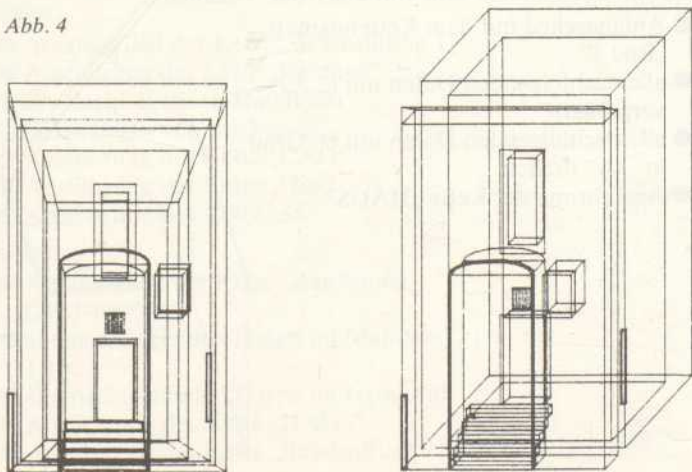
$$\gamma = HD/ND3$$

Setzt man α in die Gleichung 1 ein, erhält man den 3d-Bildpunkt. β und γ sind die 2d-Koordinaten des Bildpunktes in der Bildebene \vec{d} .

Das war mein erstes Programm. Bis zu einer gewissen Komplexität konnte ich Dinge zeichnen (Abb. 4). Bei größeren Objekten wurden die Datenmengen so groß und die Steuerung über Punktkoordinaten so unsicher, daß ich die Übersicht verlor. Das Programm war z.B. nicht in der Lage „KUBUS“ und „PRISMA“ zu dem Baustein „HAUS“ zusammenzufassen, wodurch der Umgang mit dem Objekt erheblich übersichtlicher geworden wäre. Man könnte natürlich „HAUS“ als eigenen Baustein definieren. Das ist besonders bei umfangreicheren Montagen sehr umständlich. Man könnte es sogar automatisch ablaufen lassen: Struktur 3 = Struktur 2 + Struktur 1. Allerdings ist es dann relativ aufwendig zu entscheiden, welche Linien wegfallen können, weil sie z.B. doppelt definiert sind. Wie sollte man aber bei dem zusammengesetzten Baustein „HAUS“ die Dachneigung ändern? Man könnte die Eingabe von 5 statt 4 Punkten vereinbaren: Höhe bis Dachkante, Höhe Dachkante bis First. Aber montieren Sie 20 Einzelkörper auf diese Weise! Sie werden entsprechend viele Parameter gebrauchen und fürchterlich durcheinander kommen! Mit anderen Worten: Bei meinem ersten Programm waren Struktur (Linie von - nach) und Bedeutung (Ort, Lage, Größe) zu stark getrennt. Oder: das mit den Bauklötzen war nichts.

Es ist überhaupt ein interessantes Ergebnis meiner Arbeit an nachher ziemlich komplexen (Programm-) Systemen: Jedes Element muß vom Wesen her gleich sein und erst auf dieser gemeinsamen Basis kann ein Element spezialisiert werden. Je weiter man die Gemeinsamkeiten treiben kann, desto reibungsloser funktioniert der Organismus.

Abb. 4



Das Programm mit Körpern

Immer noch hatte ich die Vorstellung mit dem Programm Körper montieren zu müssen. Allerdings waren sie jetzt nicht mehr als bestimmte „Bausteine“ vorgegeben. Jetzt konnte ich sie in einer listenartigen Datenstruktur direkt erzeugen und wurde dadurch unabhängig in der Wahl der Körper. Außerdem konnte ich mit diesem Programm die Sichtbarkeiten klären, d.h. die Körper waren jetzt nicht mehr transparent, sondern verdeckten sich gegenseitig.

Beim Arbeiten hat man zunächst je eine leere Punkt-, Linien- und Flächenliste zur Verfügung. So füllt man Punkt für Punkt (indem man die Koordinaten speichert), Linie für Linie (indem man jeder Linie zwei Punkte zuordnet) und Fläche für Fläche (indem man jeder Fläche eine Reihe von Linien zuordnet). Alle Listen zusammen ergeben einen Körper. Ihm gibt man einen Namen und speichert ihn in einer Bibliothek ab. Jetzt können beim Definieren eines neuen Körpers auch alte Körper aus der Bibliothek in die zu füllenden Listen kopiert werden, wodurch alte Körper integrale Bestandteile des neuen Körpers sein können. Auch der neue Körper, der jetzt eine Körpergruppe darstellt, kann wieder in die Bibliothek aufgenommen werden und steht dadurch wieder für weiteres Kopieren zur Verfügung. Das Kopieren in diesem Programm ist der gleiche Vorgang wie das Montieren einzelner Bausteine zu einem Objekt in Programm 1. In diesem Programm wird jedoch nicht unterschieden zwischen Baustein und Objekt, sondern das „Objekt“ ist wieder „Baustein“. Allein dadurch wird das Programm frei von der Form der Bausteine. Gleichzeitig lassen sich jetzt die Körper gruppieren. Im ersten Programm gab es noch eine eindimensionale Reihe von Körpern, die ein Objekt bildeten:

HAUS A = FENSTER 1 + FENSTER 2 = FENSTER 3 ... + TÜR 1 ... + WAND 1 ...

Jetzt können sie hierarchisch geordnet werden:

FENSTER = FENSTER 1 + FENSTER 2 + FENSTER 3 ...

TÜREN = TÜR 1 ...

WÄNDE = WAND 1 ...

HAUS A = FENSTER + TÜREN + WÄNDE ...

So wird der Aufbau erheblich übersichtlicher und die Handhabung einfacher. Die gegenüber dem ersten Programm komplexere Datenstruktur erlaubt die Sichtbarkeit zu klären. Erst werden Flächen, die dem Betrachter abgewandt sind unterdrückt. Für die verbleibenden Flächen (z.B. für einen Kubus maximal drei) muß untersucht werden, welche Fläche welche andere Fläche in welchem Umfang verdeckt. Das ist ein nicht zu unterschätzendes Problem. Allein die Rechenarbeit: letztendlich muß jede Linie jeder Fläche mit jeder Linie der anderen Flächen zum Schnitt gebracht werden. Das bedeutet, daß bei 10 Linien 45 Schnitte untersucht werden müssen. Bei 1000 Linien sind es aber schon ca. 500.000! 1000 Linien sind aber nicht viel, denn ein Kubus, wie oben definiert, hat 12 aktive Linien. Nehmen wir an, der Rechner braucht nur 1/10000 Sekunden pro Schnitt, dann benötigt man für 1000 Linien ca. 50 Sekunden, für 10000 Linien aber schon 83 Minuten! So einfach ist das Grundproblem 3-dimensionaler CAD. Also keine Idee davon, ein Haus als Summe vollkommener durchdetaillierter Einzelteile verarbeiten zu wollen, an dem man nur beliebig nah heranzoomen muß um „alles“ zu sehen. D.h. vernünftigerweise: ein Ziegeldach ist eine flache Schraffur, das Fenster ein Rechteckprofil ..., wenn man von weitem guckt, wenn man näher ran geht, wählt man ausschnittsweise ein „anderes“ Haus. Durch aufwendiges Programmieren lassen sich diese Verhältnisse natürlich erheblich verbessern, was am Prinzip nichts ändert. Bedenken Sie vor allen Dingen, daß man, um einigermaßen in einer Perspektive arbeiten zu können, was beim Entwerfen u.U. wirklich hilfreich wäre, Antwortzeiten um 2 Sekunden (!) benötigt. Wie wollen Sie mit Hilfe des Computers Räume formen, selbst wenn dieser für jede grafische Antwort, gemessen am Aufwand, nur eine Minute gebrauchen sollte?

Wie im Programm 1 entstanden ab einer gewissen Komplexität der Körper Schwierigkeiten im Umgang mit den Listen, so daß sie schnell nicht beherrschbar waren. Denn die Listen konnten nur absolute Koordinaten in der festen Listenstruktur speichern. Daß z.B. Linie 14 unabhängig von ihren Koordinaten per Spiegelung