

Einführung in Computer Aided Design (CAD)

Gliederung

- Grundlegende Aspekte, Begriffsbestimmungen
- Verbreitung von CAD in der Landschaftsarchitektur
- Datenstrukturen in CAD-Systemen
- Arbeiten mit CAD
 - 2-D-Funktionalität
 - 3-D-Funktionalität
- Datenbankanschluss / Integration / AVA-Kopplung
- CAD versus GIS
- Literatur

Vorbemerkungen

Das vorliegende Skript verfolgt nicht das Ziel, die vorhandene Fachliteratur zu ersetzen. Es versteht sich als Rahmenskript, das die begleitende Lektüre der einschlägigen Fachliteratur voraussetzt. Insbesondere wird Bezug genommen auf das trotz seines Alters immer noch bedeutende Einführungsbuch von Andreas Muhar ("EDV-Anwendungen in Landschaftsplanung und Freiraumgestaltung", 1992) sowie das sowohl in Buchform als auch online verfügbare Werk von Gerhard Schmitt ("Architektur mit dem Computer", 1996),

Online-Fassung unter: <http://caad.arch.ethz.ch/projects/acm>.

Bibliographische Angaben zu dieser und weiterer Literatur zum Thema CAD findet sich in der Rubrik "Literatur" im Modul CAD der EDL-Website).

Zahlreiche der verwendeten Abbildungen entstammen ebenfalls dem Buch von Muhar.

Für die praktische Arbeit empfiehlt sich auch der von David Watson (Univ. of Greenwich) unterhaltene CAD-Tutor (<http://www.cadtutor.net>)

Grundlegende Aspekte, Begriffsbestimmungen

Wenn man sich die noch vergleichsweise junge Geschichte des CAD-Einsatzes in der Landschaftsarchitektur am Beispiel von Studienarbeiten aus CAD-Praktika an der Fachhochschule Weihenstephan vor Augen führt, so fällt auf, dass sich hierbei in wenigen Jahren ein sehr deutlicher Wandel in den Darstellungsmöglichkeiten vollzogen hat. Vor etwa 10 Jahren standen ausschließlich Stiftplotter für eine Darstellung großformatiger Pläne zur Verfügung. In der Konsequenz konnten auch CAD-basierte Entwürfe lediglich die Darstellungsmöglichkeiten von Stiften ausschöpfen, also z. B. keine Vollflächenfarben, sondern ausschließlich Schraffuren, keine Einbindung von Graphiken und Bildern (heute redet man von Mixed-Media-Techniken), sondern lediglich Striche unterschiedlicher Farben bzw. Stärken.

Heute dagegen stehen mit der Technik der Tintenstrahlplotter sehr viel raffiniertere Möglichkeiten der Darstellung zur Verfügung. Man muß sich also klarmachen, dass die EDV-gestützten Arbeitstechniken einem ständigen Wandel unterzogen sind. Und damit sind nicht nur die Unterschiede in der Bedienung eines Programmes im Laufe seiner Weiterentwicklung gemeint, sondern die grundlegenden Arbeitstechniken und daraus resultierenden Darstellungsmöglichkeiten.

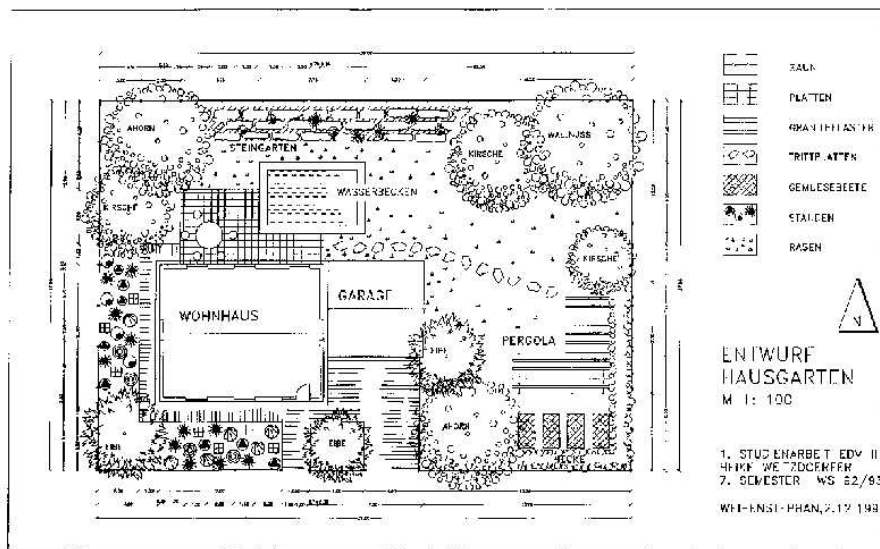


Abb.: Beispiel für eine CAD-Studienarbeit zu Beginn der Neuziger Jahre, ausgefertigt auf einem großformatigen Stiftplotter (Quelle: FH Weihenstephan)





Abb.: Beispiele für CAD-Studienarbeiten zum Ende der Neuziger Jahre, ausgefertigt auf einem großformatigen Tintenstrahlplotter (Quelle: FH Weihenstephan)



Abb.: Beispiel für eine Profiarbeit: Die Graphik zu diesem Wettbewerbsbeitrag stammt aus der Feder von Prof. Sabrina Wilk, FH Weihenstephan (Quelle: Garten + Landschaft)

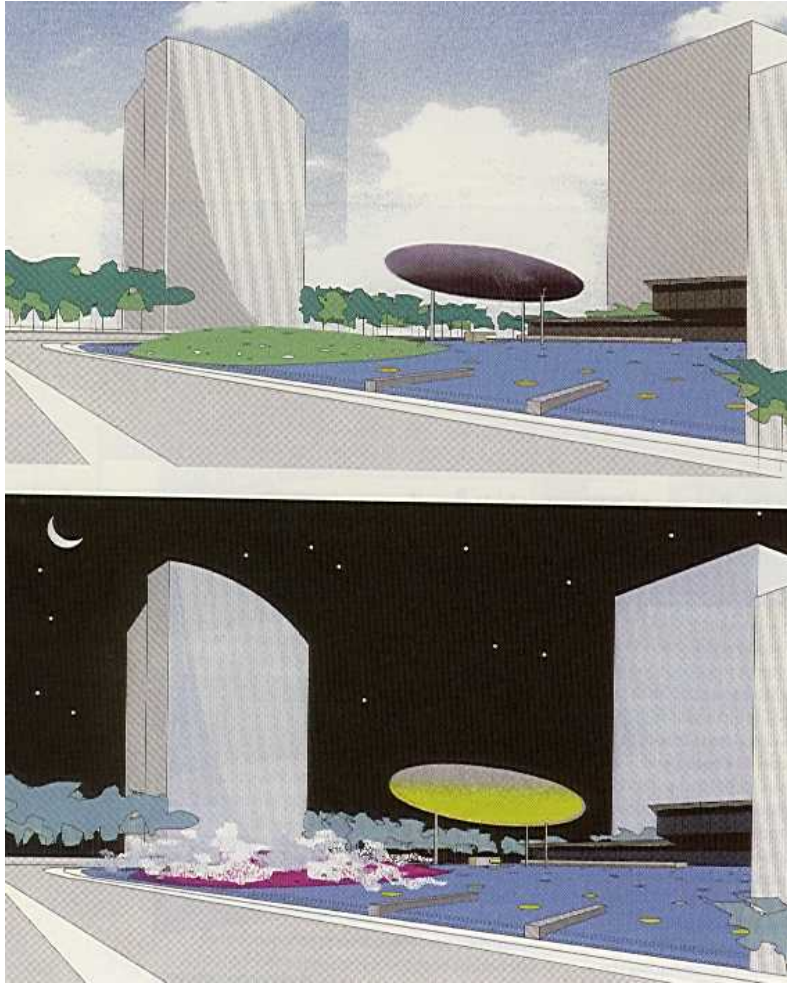


Abb.: Beispiel für eine Profiarbeit: Die Graphik zu diesem Wettbewerbsbeitrag stammt aus der Feder von Prof. Sabrina Wilk, FH Weihenstephan (Quelle: Garten + Landschaft)

Das Kürzel CAD kann für zweierlei stehen:

- computergestütztes Zeichnen ("drafting")
- computergestütztes Entwerfen und Konstruieren ("design")

Auch tauchen die Kürzel C und A im Zusammenhang mit anderen Techniken der EDV-Unterstützung auf ("CA-Techniken"):

- CAM / CIM: Computer aided / integrated manufacturing
- CAE: Computer aided engineering
- CAC: Computer aided cartography
- Abgeleitet aus dem Kürzel CAD sprechen die Architekten auch von ...
- CAAD: Computer aided architectural design

Die Architekten wollen mit der Bezeichnung CAAD statt CAD deutlich machen, dass es branchenbezogene spezifische Anforderungen an ein Basis-CAD-Programm gibt, Architekten also ein anderes CAD brauchen als z. B. Maschinenbau- oder Elektro-Ingenieure.

So gesehen könnten wir auch im Zusammenhang mit den spezifischen Anforderungen bei Aufgaben innerhalb der Landschaftsarchitektur von CALD (= computer aided landscape-architectural design) reden. Ein solches Kürzel ist aber bisher nicht geläufig.

Muhar (1992) unterscheidet in Anlehnung an Koller drei grundlegende Anwendungsbereiche von CAD:

- Zeichnen:
CAD als Arbeitsinstrument des technischen Zeichners. Programme diesen Typs dienen lediglich dem Ersatz des klassischen Zeichentisches durch einen Computerarbeitsplatz
- Darstellen:
Präsentationsqualität, Generieren von verschiedenen Ansichten aus einer Modellrepräsentation, z. B. auch Perspektiven / Isometrien
Hier geht es also bereits nicht mehr um das Zeichnen, sondern die Arbeit an einem Modell, von dem unterschiedliche Sichten abgeleitet werden können
- Konstruieren:
Bereits Realität in benachbarten Disziplinen wie etwa der Architektur ist eine gewisse konstruktive "Intelligenz" im CAD-System, die die Einhaltung gewisser Konstruktionsregeln überwacht. Eine Wand beispielsweise ist in einem solchen System nicht mehr das Zeichnen zweier paralleler Linien, sondern vielmehr die parametrisierte Konstruktion eines Objektes Wand, inkl. der damit verbundenen bautechnischen Charakterisierung. Übertragen auf die Landschaftsarchitektur müsste somit ein Weg auch nicht das Zeichnen von 2 parallelen Linien sein, sondern mit dem Objekt "Weg" wäre sowohl die graphische Darstellung auf dem Plan als auch die technische Realisierung mit Material, Wegeaufbau etc. verknüpft. Solche Aspekte sind in den gängigen CAD-Systemen für Landschaftsarchitekten bisher erst ansatzweise realisiert.

Verbreitung von CAD in der Landschaftsarchitektur

In der Architektur hat sich CAD seit dem Ende der 80er Jahre durchgesetzt. Seit dieser Zeit existiert die jährlich stattfindende Messeveranstaltung ACS (= "Architekten-Computer-Systeme", heutige Bezeichnung: "Computersysteme im Bauwesen"; www.acs-show.com). Die meisten Architekturbüros arbeiten heute zumindest in Teilbereichen einer Projektbearbeitung mit dem Computer.

Dies gilt mittlerweile auch in Landschaftsarchitekturbüros, nach anfangs zögerlichem Einstieg ist in den letzten Jahren eine deutlich steigende Tendenz zu verzeichnen.

Die noch relativ junge Geschichte läßt sich anhand einiger Umfragen gut nachvollziehen. Der Arbeitskreis "Graphische Datenverarbeitung" der FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V.) führte die ersten bekannten Umfragen zu diesem Thema durch. Sie stammen aus den Jahren 1986 und 1990.

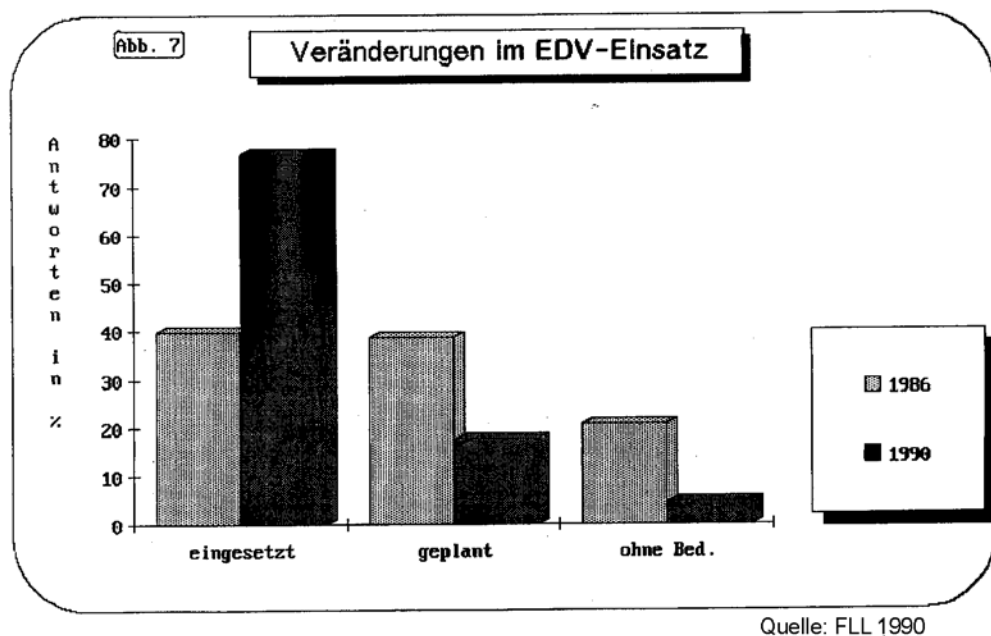


Abb.: Umfrage zur Bedeutung des EDV-Einsatzes in Landschaftsarchitekturbüros (Quelle: FLL 1990)

Die Umfrage macht deutlich, daß in der zweiten Hälfte der 80er Jahre ein nicht unerheblicher Anteil der Landschaftsarchitekten noch den Meinung war, EDV hätte mit diesem Berufsstand gar nichts zu tun. Und dabei ging es noch nicht einmal um CAD, sondern um den Einsatz von Computern generell. Innerhalb von 4 Jahren hatte sich dieses Bild bereits deutlich verändert.

Eine weitere Umfrage erfolgte 1993 parallel in Deutschland und in den USA. Unter anderem wurde danach gefragt, ob und wenn ja wann einerseits Textverarbeitung und andererseits CAD im Büro eingeführt wurde. Daraus ist ersichtlich, dass bei der Textverarbeitung nach einem zeitlichen Versatz von etwa 5 Jahren bis zum Zeitpunkt der Umfrage ein in etwa identisches Niveau erreicht war, das gegen 100 % tendierte.

Die Anwendung von CAD setzte erst später ein, auch hier gab es in Deutschland eine Verzögerung von einigen Jahren gegenüber den USA. Im Vergleich zu den älteren Umfragen zeigt sich deutlich, dass eine rasante Entwicklung eingesetzt hat, die sich auch in der wiederum von Buhmann im Jahre 1997 durchgeführten Umfrage bestätigt.

Aus (nicht repräsentativen) Gesprächen mit Studierenden, die aus dem Praxissemester zurückkommen, drängt sich in letzter Zeit der Eindruck auf, dass die Büros, die heute noch keine graphische Datenverarbeitung einsetzen, deutlich in der Minderzahl sind.

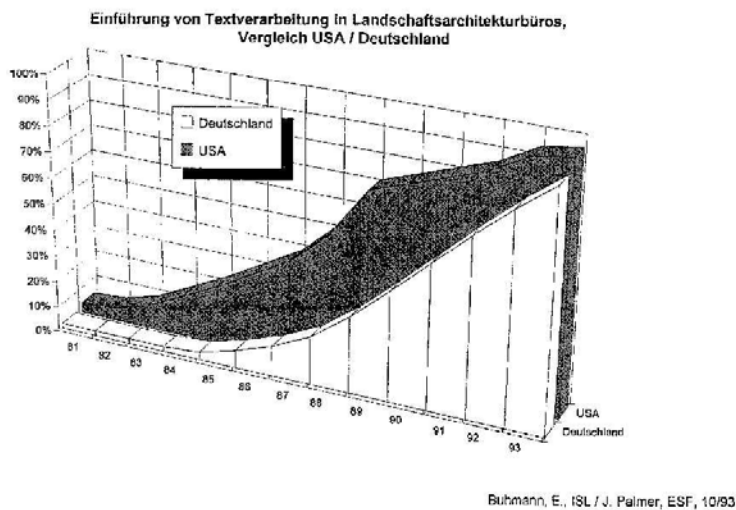


Abb.: Einführung von Textverarbeitungsprogrammen in deutschen bzw. amerikanischen Landschaftsarchitekturbüros (Quelle: Buhmann & Palmer 1993)

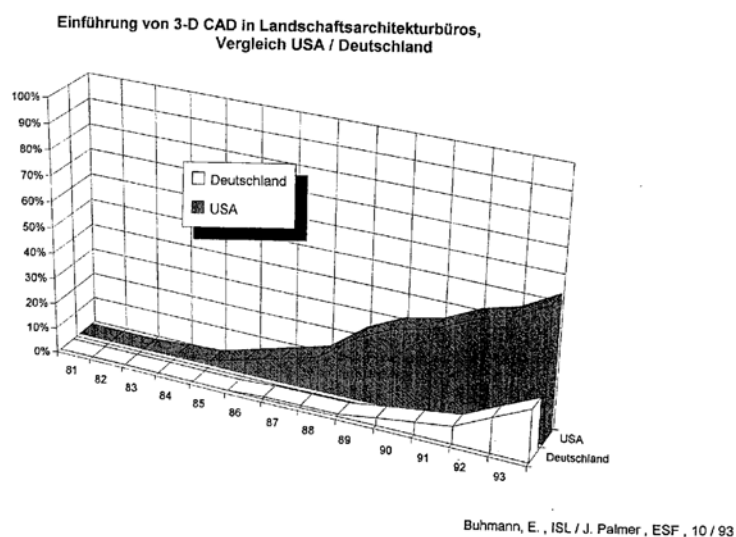


Abb.: Einführung von CAD-Programmen in deutschen bzw. amerikanischen Landschaftsarchitekturbüros (Quelle: Buhmann & Palmer 1993)



Abb.: EDV-Anwendungsbereiche in Landschaftsarchitekturbüros (Quelle: Buhmann 1997)

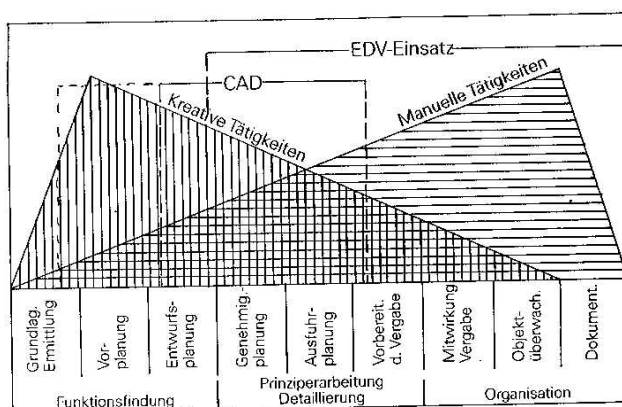
Bis Mitte der 90er Jahre hatten sich auf dem deutschsprachigen Markt etwa 4 - 5 Softwarehäuser etabliert, die spezielle CAD-Applikationen für Landschaftsarchitekten anboten¹. Diese Zahl ist auch bis heute nicht gestiegen, auch wenn es gewisse Verschiebungen am Markt gab. Insgesamt gibt aber der relativ kleine Markt kein Potential für mehr Softwareanbieter her.

Gleichzeitig ist diese Klientel aber aufgrund der zu bewältigenden Aufgaben durchaus anspruchsvoll, was die CAD-Funktionalitäten angeht. Neben besonderen Anforderungen an freie Formen ist es nicht zuletzt auch der Anspruch an eine graphisch befriedigende Darstellung von Pflanzen, der hier eine Rolle spielt. Dagegen sind die Forderungen, die manche andere Ingenieurdisziplinen an die CAD-Funktionalität stellen, eher bescheiden. Erst die Entwicklung von PCs mit hoher Rechnerleistung, wie sie in den letzten Jahren stattgefunden hat, konnte die Anforderungen an graphisch befriedigende Ergebnisse einerseits und einer brauchbaren Performance beim Arbeiten andererseits befriedigen.

Wie auch die Bestandsaufnahme im Rahmen des Forschungsprojektes "Projektorganisation beim Einsatz von CAD im Landschaftsarchitekturbüro" (Winzer & Kias 1997) ergab, ist das Spektrum der Planungsphasen, in denen die Büros CAD einsetzen, sehr unterschiedlich. Während die einen den Schwerpunkt eher in der Genehmigungs- und Ausführungsplanung sehen, setzen andere von der Grundlagenermittlung bis zur Objektbetreuung Werkzeuge der graphischen Datenverarbeitung ein. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über denkbare Einsatzbereiche in den einzelnen Leistungsphasen gemäß HOAI².

Einsatzmöglichkeiten von CAD in der Objektplanung (Leistungsphasen nach HOAI)

Leistungsphase	Bezeichnung	Beispiele
1	Grundlagenermittlung	Geländeaufmaßpläne
2	Vorplanung	Vorentwurfspläne
3	Entwurfsplanung	Entwurfspläne Massenpläne (Kostenberechnung)
4	Genehmigungsplanung	Freiflächengestaltungspläne
5	Ausführungsplanung	Höhen- und Absteckpläne Konstruktionsdetailpläne Pflanzpläne
6	Vorbereitung der Vergabe	Massenpläne (Mengenermittlung)



Quelle: Wössnig 1991

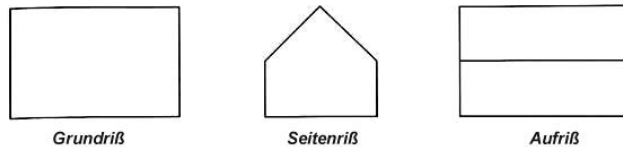
¹ Links zu den Homepages einiger Softwarehäuser finden sich in der Linkliste des CAD-Moduls auf der EDL-Website

² Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

Datenstrukturen in CAD-Systemen

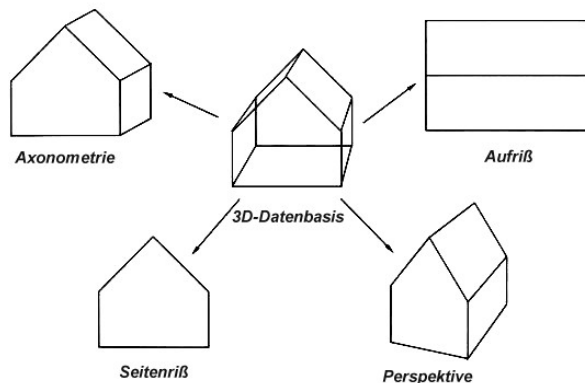
Hinsichtlich der unterstützten räumlichen Dimensionen lassen sich CAD-Systeme folgendermaßen klassifizieren:

- **2-D-Systeme:** Die Arbeit mit einem solchen System kann als zeichnungsorientiert charakterisiert werden. Jede Sicht auf das zu schaffende Bauwerk wird als eine eigene Zeichnung verwaltet. Eine Änderung am Entwurf erfordert die Nachführung jeder dieser Zeichnungen.



2D-CAD: Ansichten eines 3D-Objektes als von einander unabhängige Zeichnungen
Quelle: Muhar, 1992

- **3-D-Systeme:** Die Arbeit mit einem solchen System kann als werkstückorientiert bezeichnet werden. Die Konstruktion erfolgt an einem 3-dimensionalen Modell im Computer. Sichten auf dieses Modell sind keine eigenen Zeichnungen, sie können vielmehr jederzeit und in unterschiedlichster Konstellation aus dem Modell generiert werden. Dies schließt auch die Erzeugung von isometrischen (axonometrischen) und perspektivischen Darstellungen ein. Eine Änderung am Entwurf erfolgt somit nicht in verschiedenen Zeichnungen, sondern nur einmal am 3-dimensionalen Modell.



3D-CAD: Generierung beliebiger Ansichten aus einem einzigen Datenmodell
Quelle: Muhar, 1992

- **2½-D-Systeme:** Darunter versteht man ein CAD-System, das lediglich primitive 3-D-Möglichkeiten ausgehend von einer Grundriss-Darstellung zur Verfügung stellt. Damit ist es zwar möglich, beispielsweise einen Gebäudekörper ausgehend von der Grundriss-Darstellung zu erzeugen. Dies geschieht durch Angabe einer Höhe, die das im Grundriss dargestellte Objekt quasi in die Höhe zieht. Die Grenzen dieses Systemtyps sind jedoch bald erreicht. Kompliziertere Konstruktionen sind nicht möglich.

Die genannten Systemtypen unterscheiden sich hinsichtlich der Investitionskosten erheblich. Als Faustregel kann hier ein Preisunterschied in der Größenordnung einer Zehnerpotenz genannt werden.

Bezogen auf die Praxis im Planungsbüro muss natürlich bedacht werden, dass nicht für alle anfallenden Arbeiten die 3-D-Funktionalität benötigt wird. Um diesen unterschiedlichen Bedürfnissen gerecht zu werden, bieten die CAD-Softwarehäuser z. T. "Light-Versionen" an, die zu den eigentlichen Vollversionen kompatibel sind, aber hinsichtlich der (3-D-)Funktionalität Einschränkungen aufweisen.

Datenmodelle

Bereits im Modul "GIS" dieser Lehreinheit wurden die verschiedenen Typen von Vektorgeometrien unterschieden:

- Punkte (0-D)
- Linien (1-D)
- Flächen (2-D)

Die dort gemachten Ausführungen zu Vektorgeometrien können an dieser Stelle aufgegriffen werden, handelt es sich doch im Zusammenhang mit CAD auch um Vektorgeometrien. Einen weiteren Objekttyp müssen wir jedoch an dieser Stelle ergänzen:

- Volumen bzw. Körper (3-D)

Bezüglich der Objektmodellierung von 3-dimensionalen Körpern können wir folgende Unterscheidung treffen:

- **Kantenmodell** (Drahtmodell / "wireframe modelling"):
Beschreibung des Modells mit Hilfe der begrenzenden Kanten. Das Kantenmodell erlaubt noch nicht die Darstellung eines 3-dimensionalen Eindrucks (z. B. Isometrie), da es nicht möglich ist, die verdeckten Linien unsichtbar zu machen.
- **Flächenmodell** ("surface modeling"):
Beschreibung von Objekten nach ihrer Oberfläche (3-D-Flächen)
Durch das Wegrechnen von "hidden lines" ist eine lesbare isometrische oder perspektivische Darstellung möglich.
- **Volumenmodell** ("solid modeling"):
Ein Körper wie z. B. ein Würfel wird nicht mehr durch 6 begrenzende Flächen beschrieben, sondern ist ein einzelnes Objekt. Durch Vereinigung und Differenzbildung von Volumenkörpern (boolesche Operationen) sind auch komplexe Modelle konstruierbar.
Am Beispiel eines Raumes in einem Gebäude soll dies deutlich gemacht werden:
Das Zimmer kann auf 2 Wegen konstruiert werden. Die erste Möglichkeit besteht darin, die 4 Wände jeweils als Quader abzubilden und anschliessend die 4 Quader zu einem Volumenkörper zu vereinigen. Alternativ könnte man auch 2 Quader bauen (der eine beschreibt die äußere Kubatur des Raumes, der zweite den Innenraum). Durch Differenzbildung der beiden ineinanderliegenden Quader ergibt sich die Wand selber. Damit fehlen eigentlich nur noch die Fenster. Die Fensteröffnungen sind jedoch auch nichts anderes als Quader. Durch Differenzbildung lassen sich somit auch die Fensteröffnungen aus der Wand heraus-schneiden und das Zimmer ist "im Rohbau" fertig.

Auch bei CAD-Programmen, welche die höherwertigen Datenmodelle unterstützen, ist es jederzeit möglich, während der Arbeit auf die weniger aufwändige Drahtmodellldarstellung zurückzugreifen, um ggf. die Bildaufbauzeiten am Monitor zu beschleunigen.

Während Muhar (1992) die Volumenmodellierung für PCs noch als zu aufwändig und als eine Domäne der leistungsfähigeren "Workstations" ansah, ist diese Technik aufgrund der Weiterentwicklung der Hardware im PC-Bereich zu einer Standardfunktionalität der gängigen CAD-Programme geworden.

Datenaustausch

Beim Datenaustausch zwischen CAD-Programmen hat sich seit einigen Jahren das Format DXF (drawing exchange format) als Quasi-Standard durchgesetzt. Es wurde ursprünglich von Autodesk entwickelt und zwar weniger, um damit den Datenaustausch mit anderen CAD-Programmen zu unterstützen, sondern vielmehr zur programmgesteuerten Manipulation der Zeichnungsdaten. Da es sich bei diesem Format jedoch um ein lesbares Textformat handelt, erreichte es eine große Beliebtheit als Austauschformat.

Man muss sich allerdings im klaren sein, dass es sich aufgrund der proprietären Herkunft nicht um einen echten Standard handelt. Vielmehr gibt es im Zuge der Weiterentwicklung von Autodesks CAD-Programm AutoCAD zahlreiche Versionen des DXF-Formats, die sich in einigen Nuancen unterscheiden. Somit erlebt man immer wieder auch Reibungsverluste beim Datenaustausch mittels DXF, wenn Quell-System und Ziel-System z. B. auf unterschiedliche Versionen von DXF ausgelegt sind.

Eine Reihe von Softwareanbietern haben daher "DXF-Konverterprogramme" auf den Markt gebracht, mit dem Ziel, solche Probleme möglichst zu minimieren.

In der Folge des mittlerweile beinahe flächendeckenden Einzugs von CAD nicht nur in der Landschaftsarchitektur, sondern in allen Sparten der bauenden und planenden Branchen, nehmen auch Fragen des Datenaustausches eine zunehmend wichtigere Rolle ein. Zum Regelfall wird dabei, dass der Landschaftsarchitekt in einem Netzwerk digitalen Datenaustausches arbeitet, wobei er vom Architekten die Hochbauplanung erhält, vom Vermessungsamt die digitale Stadtgrundkarte sowie von weiteren Sparten deren Planungen, die als Restriktionen der eigenen Arbeit berücksichtigt werden müssen, wie z. B. der Verlauf von Leitungs-Trassen.

Hinzu kommt, dass die Reaktionszeiten immer kürzer geworden sind. Während früher eine klare Abfolge die Regel war, bei der die Planung weitgehend abgeschlossen war, wenn die Arbeiten auf der Baustelle begannen, sieht dies heute sehr häufig anders aus. Ständig wird während der Bauarbeiten - gerade bei größeren Projekten - die Planung verändert, mit der Folge, dass auch der Landschaftsarchitekt laufend gezwungen ist, die Konsequenzen solcher Änderungen im Hinblick auf seine eigene Planung zu überprüfen. Es gibt genügend Beispiele in der Praxis, wo dies versäumt wurde und sich anstelle des vom Landschaftsarchitekten geplanten Baumes an der vorgesehenen Stelle nun ein Revisionsschacht befindet.

Bei Großprojekten ist es daher inzwischen zur Regel geworden, dass seitens eines Projektsteuerers auch genaueste Vorgaben bezüglich der CAD-Arbeitsweise, inkl. des Datenaustausches der am Projekt Beteiligten gemacht werden. Teilweise geht dies sogar soweit, dass das zu verwendende CAD-Programm vorgeschrieben wird.

Am Beispiel der Planungen zur EXPO 2000 soll dies illustriert werden.

Seitens des Projektsteuerers wurde ein Datenserver installiert, der für alle Projektbeteiligten über das Internet zugänglich war. Alle Regelungen zur CAD-Arbeit sind in einem Pflichtenheft niedergelegt, welches für alle Beteiligten verbindlich ist.

Gliederung des CAD-Pflichtenheftes zur Planung EXPO 2000 (Auszug):

1. Allgemeine Regeln zur Erstellung und zum Austausch von Planungsdaten
2. Vorgaben für Entwurfs- und Ausführungsplanung
 - 2.1 Bearbeitungsgrundsätze
 - 2.2 Plangestaltung
 - 2.3 Planinhalt
3. Leistungen
4. Dokumentation
5. Strichbreite
6. Schriftgröße
7. Gelände Layerstruktur
8. Hochbau Layerstruktur
9. Weitere Layer-Strukturmerkmale

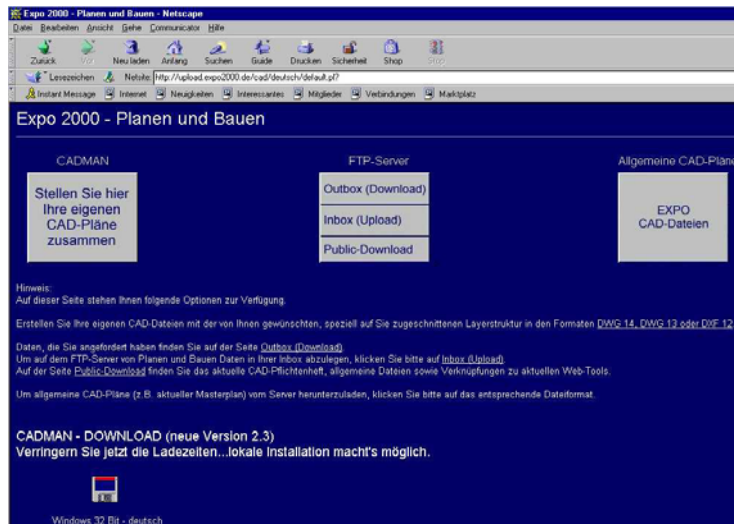


Abb.: Der CAD-Datenserver "EXPO 2000 - Planen und Bauen"

Der Download von CAD-Daten mit Hilfe des "CAD-Managers" gestaltet sich folgendermaßen: Eine Einstiegsseite erläutert zunächst die Vorgehensweise.



Abb.: Einstiegsseite mit erläuternder Kurzanleitung

Als nächstes werden die Koordinaten des Ausschnitts definiert, für den Daten angefordert werden sollen.

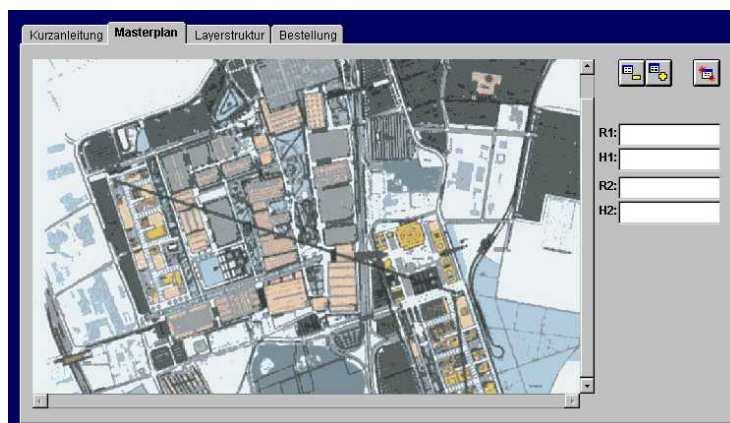


Abb.: Ausschnittdefinition auf der Basis des Masterplans

Im folgenden ist zu definieren, welche Layer benötigt werden.



Abb.: Zusammenstellung der für den Download benötigten Layer

Der letzte Schritt besteht in der Anforderung der Daten, wobei angegeben werden muss, in welchem AutoCAD-Format die Daten gewünscht werden.



Abb.: Anforderung der CAD-Daten unter Angabe des gewünschten Formats

Arbeiten mit CAD

Im Hinblick auf die Arbeit mit CAD muss unterschieden werden in:

- Datenübernahme / Erstellung eines Bestandsplanes (Grunddaten)
 - Digitalisierung von einer topographischen Karte / Stadtgrundkarte (dieser Aspekt wurde ausführlich im Modul "GIS" behandelt)
 - Scannen (siehe auch hierzu die Ausführungen im Modul "GIS")
 - Übernahme vom Vermessungsamt (oder Architekt) / eigenes elektronisches Aufmaß
- Modellierung / Entwurf: Interaktive Bildschirmeingabe

Die manuelle Erfassung eines Bestandsplanes kann mittlerweile als Ausnahme angesehen werden. Zumindest für den bebauten Bereich liegen inzwischen weitestgehend flächendeckend großmaßstäbige digitale Flurkarten vor, die bei den zuständigen Vermessungsämtern bezogen werden können. Ergänzungen dazu wird der Landschaftsarchitekt jedoch häufig vornehmen müssen, beispielsweise das Aufmaß des Baumbestandes. Eine direkte Übernahme dieser Daten in den bereits vorliegenden CAD-Bestandsplan ist leicht möglich, wenn diese Ergänzungen direkt mittels eines elektronischen Tachymeters ("Totalstation") erfolgt. Je nach Genauigkeitsanforderungen können alternativ auch GPS-Vermessungen verwendet werden.

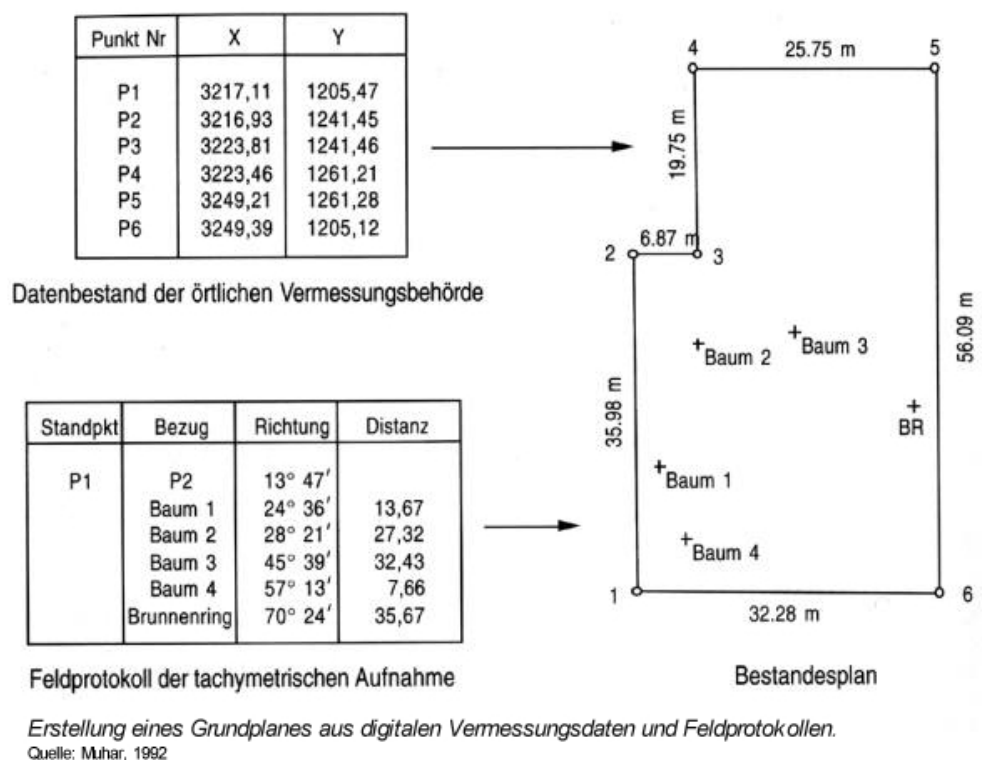


Abb.: Ergänzung des Datenbestandes der amtlichen Vermessung durch eigene Aufmaße (Quelle: Muhar 1992)

Bevor wir uns der Funktionalität von CAD-Programmen zuwenden, sollten wir einen kurzen Blick werden auf:

- die Hardware-Komponenten eines CAD-Arbeitsplatzes
- die Bedienungsstruktur von CAD-Systemen

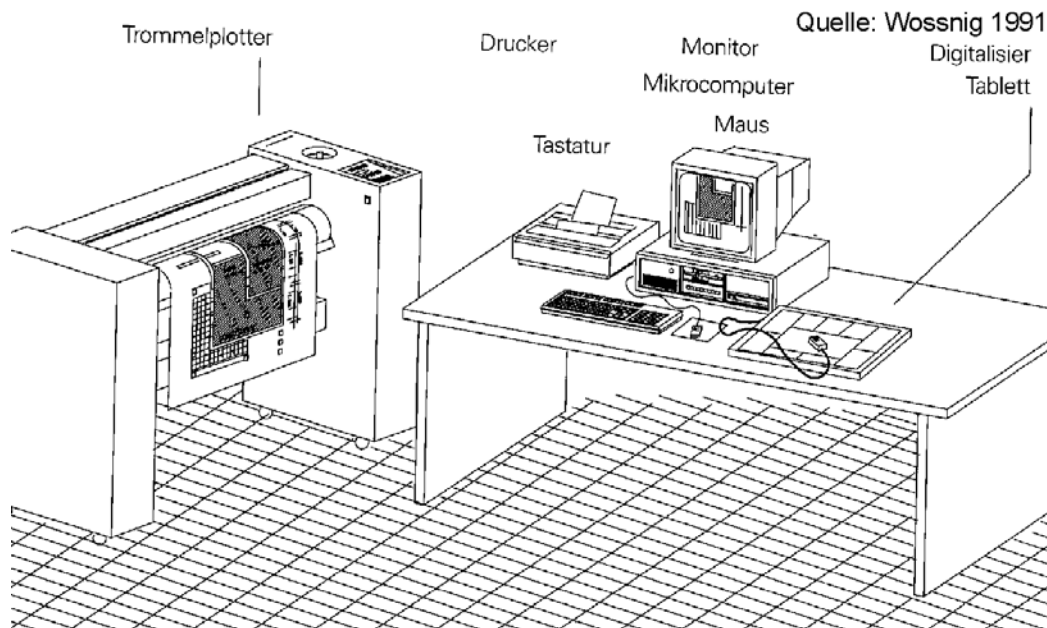


Abb.: Hardware-Komponenten eines CAD-Arbeitsplatzes (Quelle: Wossnig 1991)

Unabhängig von dem jeweils verwendeten CAD-Programm kann die Bedienstruktur folgendermaßen charakterisiert werden:

- **Formale Sprache**
 - Syntaktische Regeln
 - Spezifisches Vokabular
- **Struktur**
 - Operator (z. B. Zeichne, Verschiebe)
 - Operand (z. B. LINIE)
 - Spezifikation (z. B. Parallel)
 - Dateneingabe (z. B. Länge, Winkel, ...)
 - Positionieren
 - Identifizieren
- **Menütechnik**
 - Hierarchischer Aufbau
 - Bildschirmmenüs
 - Tablettmenüs

Basierend auf der Fenstertechnik der heute gängigen Programme stehen die verfügbaren Befehle in der Regel auch in Form sog. "Werkzeugkästen" auf dem Bildschirm zur Verfügung. Dabei werden funktional verwandte Befehle als Schaltflächen in kleinen wahlweise einblendbaren Fenstern zusammengefaßt.

Man kann dies als Variante der bereits früher verfügbaren (auf ein Digitalisier-Tablett aufgelegten) Tablettmenüs auffassen, mit denen eine ähnliche Strategie verfolgt wurde, nämlich die verfügbaren Befehle mittels visuell gut einprägsamer Symbole in übersichtlicher Art und Weise dem Benutzer anzubieten.

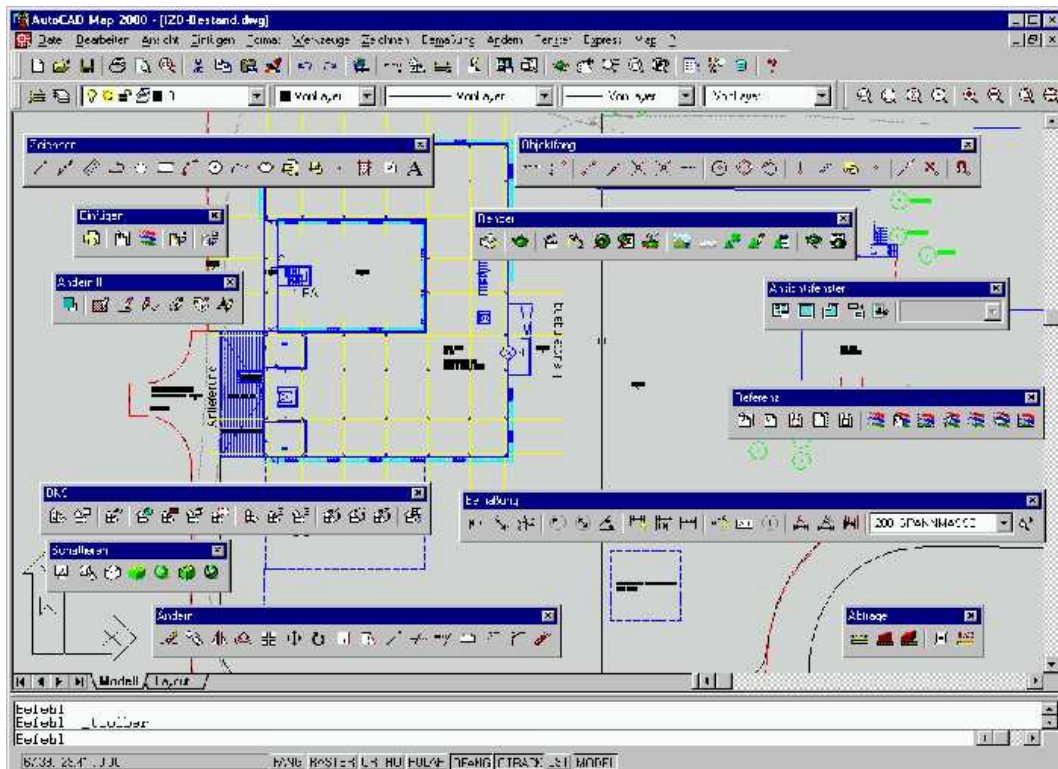


Abb.: Bedienung eines CAD-Programmes über "Werkzeugkästen" am Bildschirm

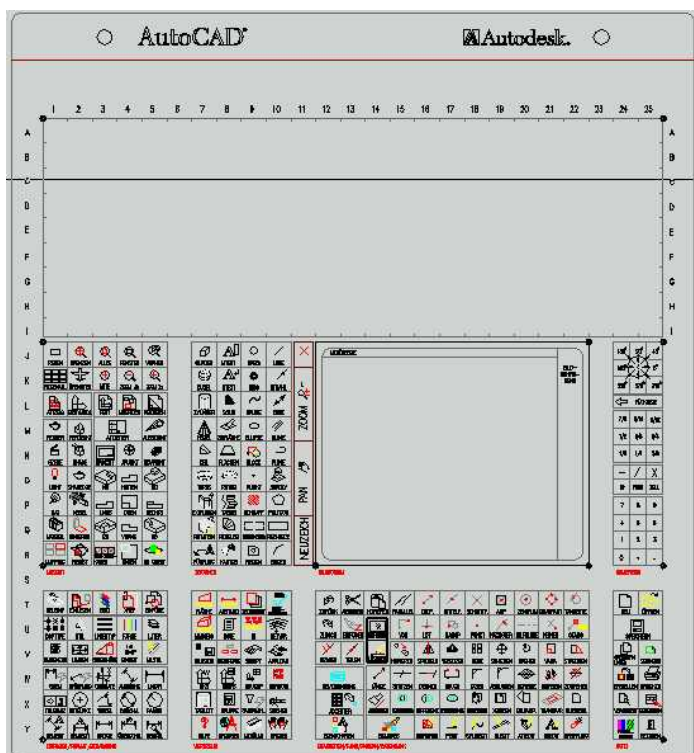


Abb.: Tablettmenü am Beispiel von AutoCAD

2-D Funktionalität

Eine Reihe von Aspekten im Zusammenhang mit der CAD-Arbeit im 2-dimensionalen Raum sollen im folgenden stichwortartig angerissen werden.

Geometrische Grundelemente

Hierbei handelt es sich um eine Grundfunktionalität jedes Zeichenprogrammes, nämlich die Möglichkeit der Erzeugung einfacher geometrischer Grundformen wie Geraden, Rechtecke, Quadrate, Kreise, Ellipsen, Polygone u. a. m.

Aus untenstehender Abbildung wird dabei deutlich, dass es vielfach nicht nur eine Variante der Vorgehensweise gibt, sondern zahlreiche. Ein Kreis etwa läßt sich auf vielfältige Weise konstruieren. Letztlich bleibt es der Routine des Bearbeiters überlassen, im Einzelfall zu entscheiden, welche davon die jeweils Schnellste resp. Zielführendste ist.

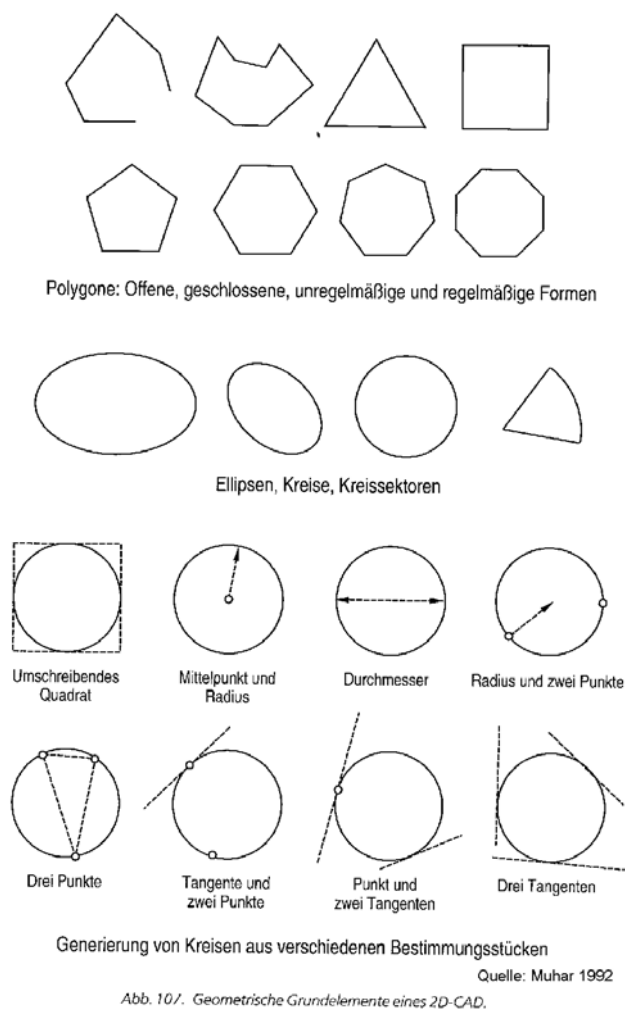


Abb.: Geometrische Grundelemente eines 2-D-CAD-Systems (Quelle: Muhar 1992)

Eine Beschränkung auf solche geometrischen Grundelemente ist für den Einsatz von CAD in der Landschaftsarchitektur natürlich undenkbar. Sonst würde ja das Werkzeug selbst die Grundstruktur des Entwurfes bestimmen. Vielmehr müssen CAD-Systeme den gewohnten Entwurfsgepflogenheiten entgegenkommen. Es wäre schließlich fatal, wenn bestimmte Gestaltungselemente nur deshalb nicht zum Tragen kommen würden, weil das verwendete CAD-Programm dies nicht unterstützt. Dann ist eindeutig der falsche Weg eingeschlagen worden oder die falsche Wahl getroffen worden.

Freie, geschwungene Linien und Formen

Jedes heute gängige CAD-Programm bietet in irgendeiner Weise die Möglichkeit, geschwungene Linien zu zeichnen. Angesichts der Bedeutung dieser Elemente für die Aufgaben in der Landschaftsarchitektur ist es notwendig, sich mit der Modellierung geschwungener Linien in einem CAD-Programm auseinanderzusetzen. In der Praxis dominieren 2 Varianten der Erzeugung geschwungener Linien:

- die (nachträgliche) Ausrundung von Polygonen
- die direkte Zeichnung von geschwungenen Linien (sog. Splines)

In beiden Fällen werden die geschwungenen Linien aus den Stützpunkten erzeugt, mit denen ein Polygon beschrieben ist, im Falle der zweiten Variante geschieht dies jedoch während des Zeichnens selbst. Somit hat der Bearbeiter dabei eine bessere Kontrolle über das zu erwartende Ergebnis.

Grundsätzlich lassen sich 2 Typen von ausgerundeten Linien unterscheiden:

- Interpolierende Kurven: diese verlaufen stets durch die Stützpunkte des beschreibenden Polygons hindurch.
- Approximierende Kurven: diese berühren nur am Anfang und am Ende exakt die Position der Stützpunkte

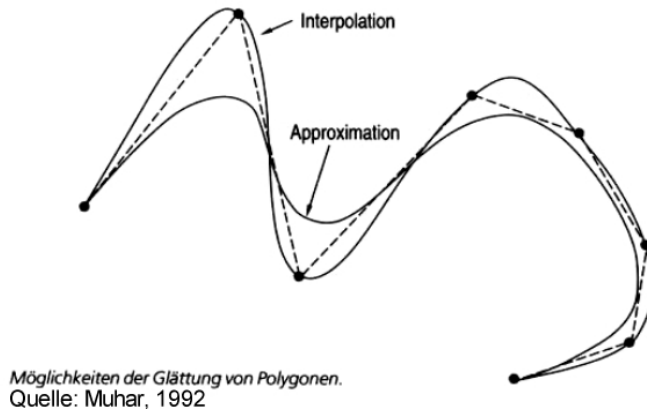


Abb.: Möglichkeiten der Glättung von Polygonen (Quelle: Muhar 1992)

Zu den approximierenden Kurven gehören die häufig verwendeten Beziér-Kurven, benannt nach dem Mathematiker Beziér. Bei diesen Kurven ist die Position jedes einzelnen Punktes als das gewichtete Mittel aller Stützpunkte des beschreibenden Polygons bestimmt. Der Beitrag jedes einzelnen Stützpunktes zu dieser Gewichtung steigt, je näher der Stützpunkt bei dem zu bestimmenden Punkt liegt.

Als eine Erweiterung und Vereinfachung des Beziér-Ansatzes können die sog. B-Splines aufgefasst werden. Anders als bei den Beziér-Kurven selbst kann nämlich hier die Reichweite des Einflusses der einzelnen Stützpunkte verändert werden. Dies hat den Vorteil, dass bei Polygonen mit sehr vielen Stützpunkten die Berechnung beschleunigt werden kann, da nicht alle Stützpunkte bei der Berechnung des Kurvenverlaufs berücksichtigt werden müssen.

Detaillierte Erläuterungen zu diesem Komplex finden sich bei Muhar (1992, S. 98ff).

Zeichenhilfen

Beim konventionellen Zeichnen gibt es als Hilfsmittel Schablonen, Reißschienen, Linienspiegel, Millimeterpapier u.a. Analog dazu braucht man auch bei der Arbeit mit CAD Werkzeuge zur Unterstützung des Zeichnungsprozesses:

- Ausrichtungsraster (Fangraster)
- Objektfangfunktionen
- Einschränkung auf orthogonales Zeichnen
- Zeichnen mit vorgegebener Richtung
- Eckenausrundung

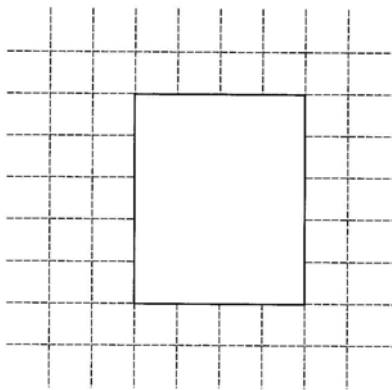


Abb. 118. Objektausrichtung entlang eines Referenzrasters.
Quelle: Muhar 1992

Abb.: Objektausrichtung entlang eines Referenzrasters (Quelle: Muhar 1992)

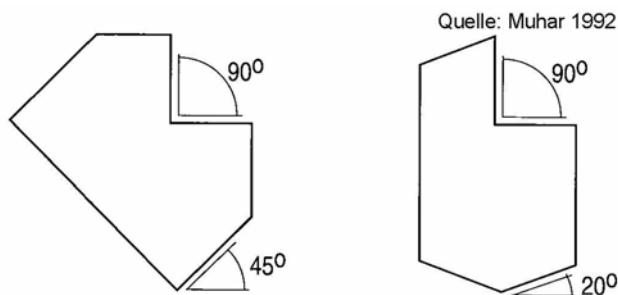


Abb. 119. Linienzeichnung in vorgegebenen Richtungen.

Abb.: Linienzeichnung in vorgegebenen Richtungen (Quelle: Muhar 1992)

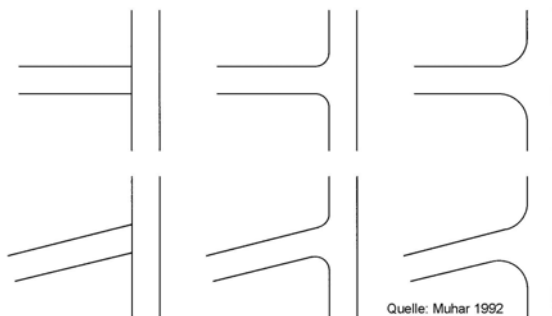


Abb. 123. Automatische Eckenausrundung über Kreisbögen mit unterschiedlichen Radien.

Abb.: Automatische Eckenausrundung über Kreisbögen mit unterschiedlichen Radien (Quelle: Muhar 1992)

Editieroperationen

Ähnlich wie dies schon im Modul "GIS" dieser Lehrinheit angesprochen wurde, verfügt auch ein CAD-Programm über eine Grundfunktionalität von typischen Editieroperationen. Die wichtigsten sind aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

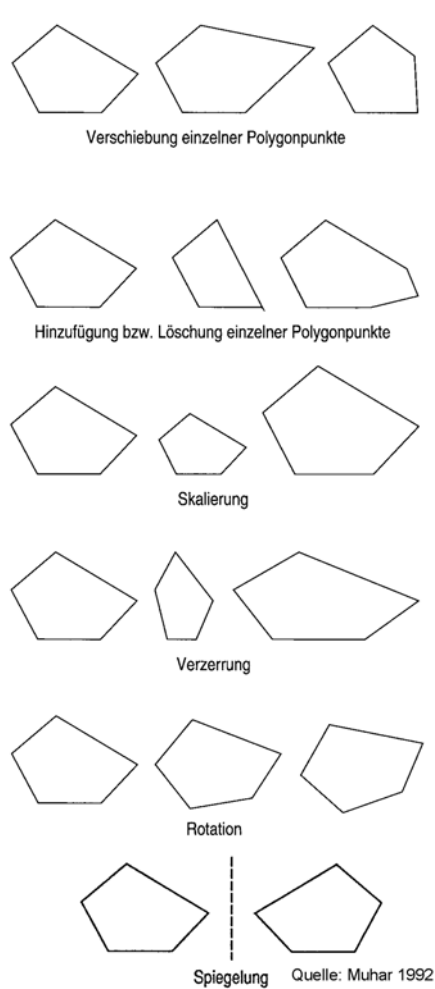


Abb. 126. Typische Editiervorgänge an 2D-Objekten.

Abb.: Typische Editiervorgänge an 2-D-Objekten (Quelle: Muhar 1992)

Ein wesentlicher Aspekt bei der Arbeit mit CAD ist die konstruktive Herangehensweise. Wo immer möglich, wird man versuchen, ein zu zeichnendes Objekt dahingehend zu analysieren, inwieweit man durch Duplikation von Teilelementen das gesamte Objekt erstellen kann. Die folgenden Abbildungen geben Beispiele dafür.

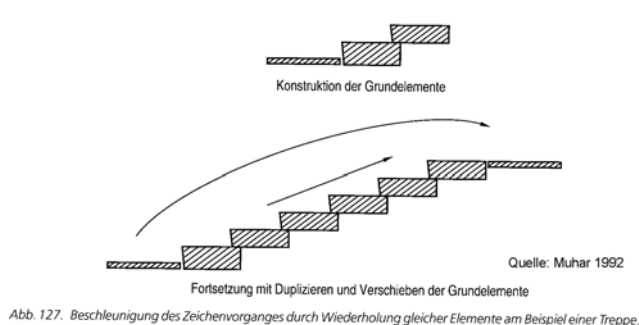


Abb. 127. Beschleunigung des Zeichenvorganges durch Wiederholung gleicher Elemente am Beispiel einer Treppe.

Abb.: Beschleunigung des Zeichenvorganges durch Wiederholung gleicher Elemente am Beispiel einer Treppe (Quelle: Muhar 1992)

Abb. 128. Einfache Pflastermuster auf Basis weniger Steingrößen in regelmäßiger Anordnung.

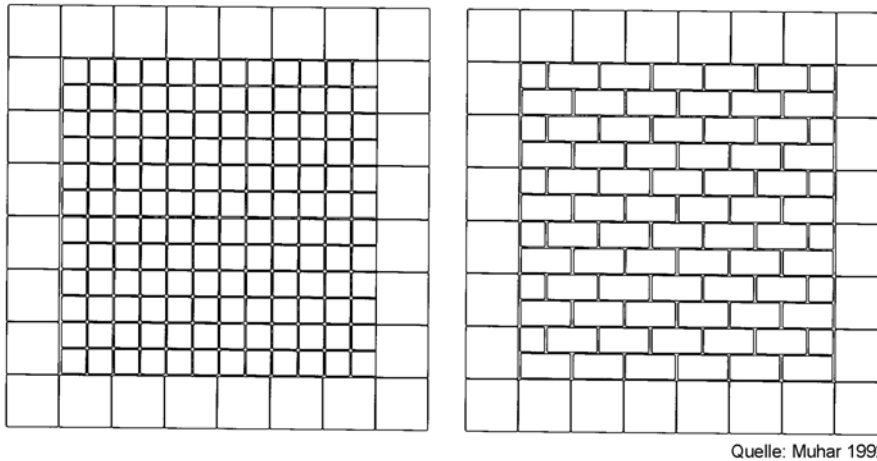


Abb.: Einfache Pflastermuster auf Basis weniger Steingrößen in regelmäßiger Anordnung
(Quelle: Muhar 1992)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass viele mühsame Detailzeichnungen in der Freiraumgestaltung durch einfache Dupliziervorgänge erheblich rascher fertiggestellt werden können.

Layertechnik / CAD-Projektorganisation

Eine der wichtigsten Vorarbeiten für einen effizienten CAD-Einsatz ist eine gute Strukturierung der Zeichnungsdatei in verschiedene Layer. Ein Teil der Layer ist durch das Einlesen der Grundlagenzeichnung bereits übernommen worden. Deren Benennung entspricht den Vorschlägen in der FLL-Publikation "Projektorganisation beim Einsatz von CAD im Landschaftsarchitekturbüro" (WINZER & KIAS 1997).

Der Sinn und Zweck besteht darin

- den Layerinhalt eindeutig zu charakterisieren
- die Layer sinnvoll zu gruppieren.

Im einzelnen sollen folgende Informationen aus den Layernamen ablesbar sein

- die Verfasser
- der Plan- bzw. Bauabschnitt
- der Plantyp (Bestand, Planung etc.)
- die Lokalität bzw. Spezifikation (Außenanlage, Gebäudegeschoß usw.)
- der Inhalt (ggf. in mehreren Hierarchiestufen)

Der in der FLL-Broschüre verwendeten Benennung liegt folgende Struktur zugrunde:

□ _ □ □ □ _ □ □ □ □ _ □ _ □ □ □ □ □ □ □ □

1. 5. 10. 12.

Der eigentliche Layername beschränkt sich auf 12 Zeichen. Individuelle Bezeichnungen können ab dem 14. Zeichen (13. Stelle = Unterstrich) angehängt werden.

1. Stelle = Verfasser

A = Architekt, F = Freiflächenplaner, Landschaftsarchitekt, V = Vermessung

2. Stelle = Plan-/Bauabschnitt, hier ein Unterstrich**3. Stelle = Plantyp / Elementtyp**

b = Bestand, p = Planung, z = Zeichnungselemente

4. + 5. Stelle = Spezifikation

au = Außenanlage, uf = Unterbaute Freiflächen (TG), eg = Erdgeschoss, ng = Nebengebäude, gg = geschoßübergreifend, 01 = 1. Detail, 02 = 2. Detail, 03 = 3. Detail usw.

6. Stelle = Unterstrich**7. + 8. Stelle = Layergruppe**

bf = Befestigte Flächen, bw = Bauwerk, Gebäude, Bebauung, gl = Grenzlinien, ly = Layout, to = Topographie, ve = Verkehrsflächen etc.

9. + 10. Stelle = differenzierte Layerbezeichnung

ac = Achsen, au = Aussenkante, bb = Bearbeitungsgrenze, da = Dach, Überdachung, Durchgang, fz = Feuerwehruzufahrt, gs = Grundstücksgrenze, ho = Höhe, tr = Treppe, Rampe, tu = Türen (und Fenster) etc.

11. Stelle = Unterstrich**12. Stelle = Index bzw. Darstellungsweise**

p = Polylinie, s = Schraffur, v = vollflächige Füllung etc.

Optional kann die 13. Stelle als Unterstrich gewählt werden und eine genauere Bezeichnung mit maximal 7 Zeichen angehängt werden.

Die folgenden Tabellen zeigen Beispiele, wie sie im Rahmen einer Studienarbeit im 6. Semester verwendet wurden.

Die erste Tabelle enthält Layer, die bereits in der Bestandszeichnung, welche vom Architekten übernommen wurde, enthalten sind, während die zweite Tabelle Vorschläge für die Ergänzung dieser Layerliste im Hinblick auf die eigene Arbeit macht.

Layerbenennung	Farbe	Erklärung, Inhalt
A_B.....		Bestand vom Architekten
A_B_PB		Planbeschriftung
A_BEG_BWDA_LADEN		Bauwerk Dach (Läden im Erdgeschoss)
A_BEG_BWAU		Bauwerk (Erdgeschoss) Außenmauern
A_BEG_BWAU_LADEN		Bauwerk (Erdgeschoss) Außenmauern (Läden)
A_BOG_BWAU		Bauwerk (Obergeschosse) Außenmauern
A_BGG_ZHAC		Hilfslinien / Gebäudeachsen
V_BAU_BFVE		Befestigte Flächen (Straßen)
V_BAU_TO		Topographie-Elemente
A_Z.....		Zeichnungselemente des Architekten / Landschaftsarchitekten
A_Z_LYPN		Nordpfeil
A_Z_LYPR		Planrahmen
F_Z_LYAF		Ansichtsfenster im Layout
F_Z_ZHSC		Hilfslayer für Scan
F_Z_BMSM		Spannmaße

Für die spätere Planung sind nach Bedarf weitere Layer sind zu ergänzen, z. B.:

Benötigter Layer	Farbe	Erklärung, Inhalt
F_pau_bfwg		Wegebegrenzungen
F_pau_bffw		Feuerwehrflächen (Begrenzung)
F_pau_bfsi		Spielflächen
F_pau_bfef		Einfassungen für befestigte Flächen
F_pau_gfrs		Begrenzung Rasenflächen
F_pau_gfbg		Begrenzung Pflanzflächen
F_pau_taaw		Entwässerungseinrichtungen (Rinnen, Gullis etc.)
F_pau_bgba		Einzelbäume
F_pau_bghe		Hecken
F_pau_toh0		Symbole für Höhen (Dreiecke)
F_pau_toh2		Höhenwerte, Höhenkoten geplant
F_pau_atmo		Möbliering, Ausstattungsgegenstände
F_pau_atsi		Spielgeräte
F_pau_bktr		Treppen, Rampen
F_pau_bkzn		Zaun, Einfriedung
F_pau_bkpc		Pergolen, Rankgerüste

usw. usw.

Eine ausführliche Zusammenstellung für die unterschiedlichsten Anwendungsfelder in der Landschaftsarchitektur findet sich bei Winzer & Kias (1997).



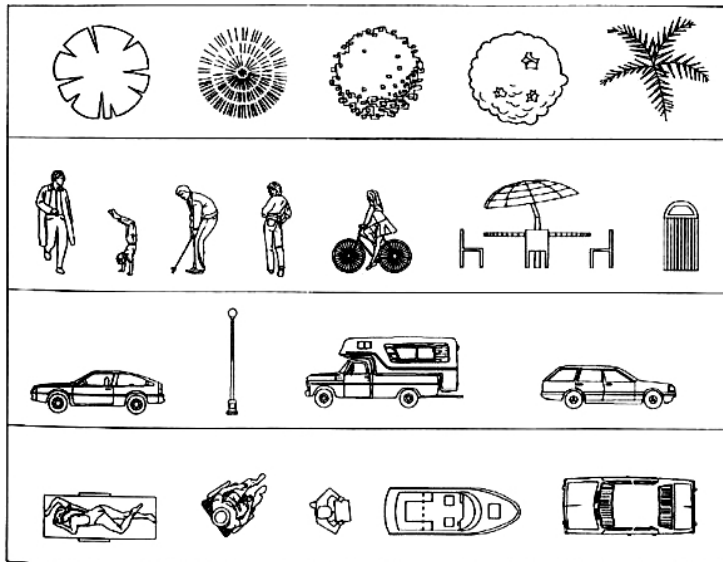
Symbolbibliotheken

In Symbolbibliotheken werden sämtliche Zeichnungselemente verwaltet, die für eine Wiederverwendung in anderen Zeichnungen vorgesehen sind. Dies reicht von Symbolen für die Darstellung von Pflanzen über Ausstattungsgegenstände, Fahrzeuge bis hin zu konstruktiven Hilfsmitteln wie etwa Fahrzeugschleppkurven.

Die einschlägigen Hersteller von CAD-Programmen liefern Ihren Kunden bereits umfangreiche Bibliotheken mit der CAD-Software aus. Ergänzt werden können diese durch die Symbolbibliotheken, die die Hersteller von branchenspezifischen Bauteilen und Ausstattungsgegenständen bereitstellen. Dabei ist natürlich auch an die zahlreichen Anbieter aus dem Bereich Architektur zu denken. Häufig erfolgt bereits in diesem Zusammenhang eine Verschränkung mit der Bauabwicklung. Es werden nämlich oft nicht nur die Bauteile als CAD-Zeichnungen geliefert, sondern darüberhinaus auch die entsprechenden Ausschreibungstexte für die betreffenden Positionen eines Leistungsverzeichnisses. Damit wird deutlich, daß die Arbeit mit CAD über das reine Zeichnen weit hinaus geht.

Symbolbibliotheken lassen sich natürlich auch durch eigene Zeichnungen vervollständigen. Betont werden sollte an dieser Stelle die Bedeutung einer nachvollziehbaren Systematik bei der Einrichtung einer eigenen Symbolbibliothek, die ein rasches Auffinden der gewünschten Teile sicherstellt.

Objekte einer 2D-Symbolbibliothek (Landcadd, Widemann Systeme, Wiesbaden).



Quelle: Muhar, 1992

Abb.: Auszüge aus einer CAD-Symbolbibliothek (Quelle: Muhar 1992)

Automatische Bemaßung

Wenn die Konstruktion eines zu bauenden Objektes koordinatengenau im Computer abgespeichert ist, so liegt es nahe, die für die Bemaßung benötigten Werte vom Computer ermitteln zu lassen und darüber hinaus auch die Darstellung der Bemaßung so weit wie möglich automatisch vom Computer durchführen zu lassen.

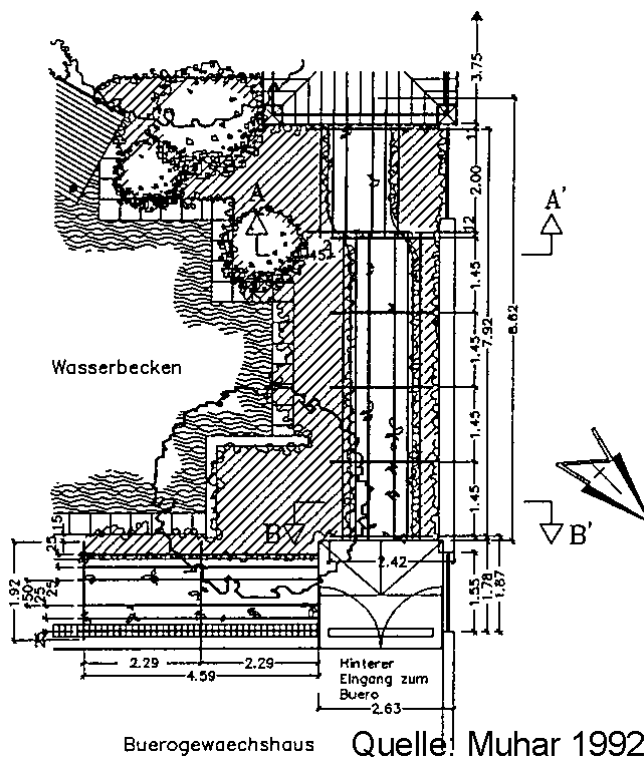


Abb.: Bemaßung eines Details aus einem Hausgarten (Quelle: Muhar 1992)

Hierbei ergibt sich gegenüber dem manuellen Zeichnen ein ganz gravierender Rationalisierungseffekt. Dies gilt um so mehr, als die modernen CAD-Programme die sog. "assoziative" Bemaßung kennen. Dies bedeutet, dass die einmal angebrachte Bemaßung bei Änderungen am bemaßten Objekt automatisch nachgeführt wird, eine erneute Bemaßung somit entfällt.

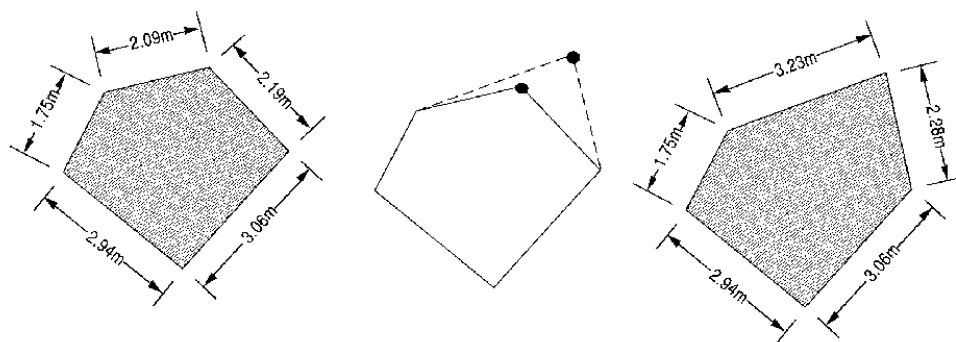


Abb. 140. Automatische Aktualisierung der Vermaßung nach Veränderungen am Objekt.

Quelle: Muhar 1992

Abb.: Automatische Aktualisierung der Bemaßung nach Veränderungen am Objekt
(Quelle: Muhar 1992)

3-D-Funktionalität

Die folgenden Aspekte der Arbeit im 3-dimensionalen Raum sollen kurz angerissen werden:

- Erzeugung von 3-D-Körpern
- 3-D-Darstellung
- Pflanzendarstellung
- Digitale Geländemodelle

Häufig dominiert beim bisherigen Einsatz von CAD im Landschaftsarchitekturbüro die Arbeit im 2-dimensionalen Raum. Gerade im Hinblick auf eine spätere Visualisierung des Entwurfes ist es jedoch oftmals sinnvoll, zumindest Teile davon 3-dimensional zu konstruieren. Da der Bildschirm nur ein 2-dimensionales Medium darstellt, muß man sich auch bei der CAD-Arbeit der beim manuellen Zeichnen üblichen Vorgehensweise bedienen und in verschiedenen Ansichten des 3-dimensionalen Modells arbeiten. Anders als beim manuellen Zeichnen müssen diese Ansichten jedoch nicht unterschiedliche Zeichnungen sein, sondern unterschiedliche Sichten auf das 3-dimensionale Modell. Die folgende Abbildung verdeutlicht dies: in verschiedenen Ansichtsfenstern am Bildschirm sind Grundriss, Seitenriss und Aufriss sowie eine isometrische Darstellung zu sehen. In allen diesen Ansichten kann am Modell gearbeitet werden, Änderungen sind durch die gleichzeitige Einblendung der Isometrie immer hinsichtlich ihrer räumlichen Wirkung überprüfbar.

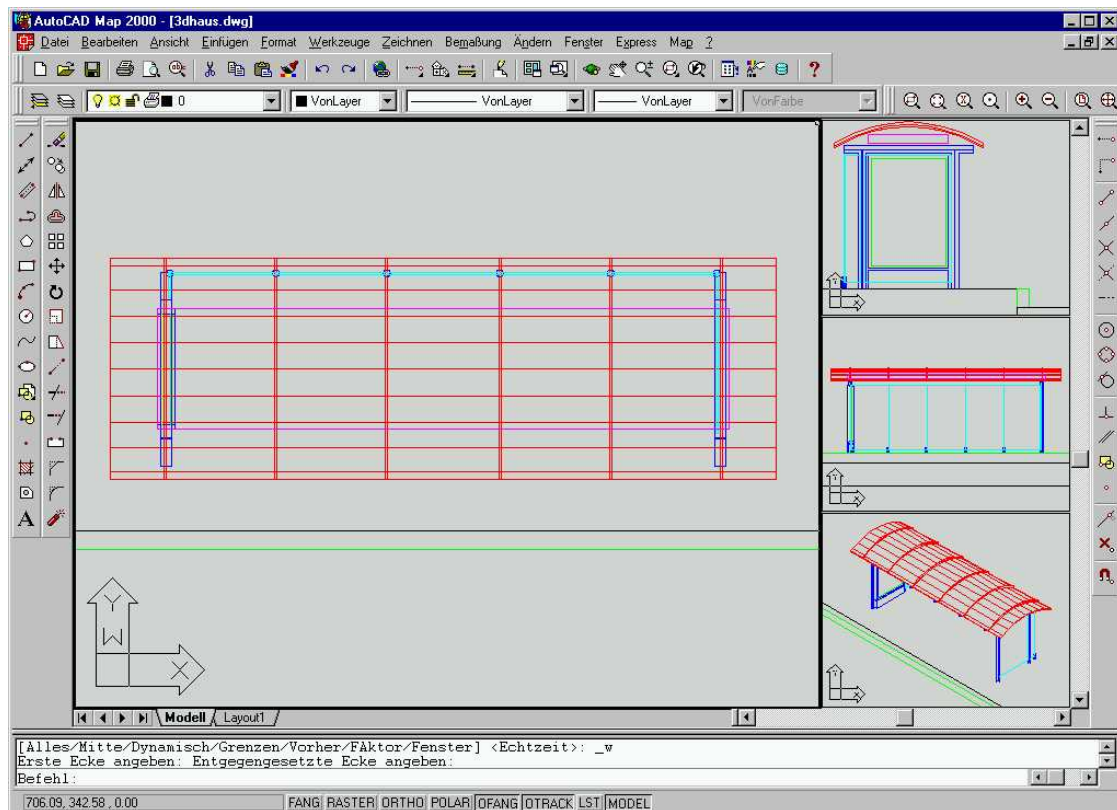
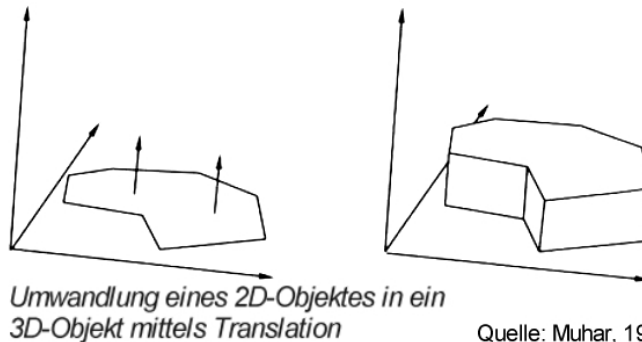


Abb.: "Mehrtafelprojektion" eines 3-D-Objektes in einem CAD-Programm

Erzeugung von 3-D-Körpern

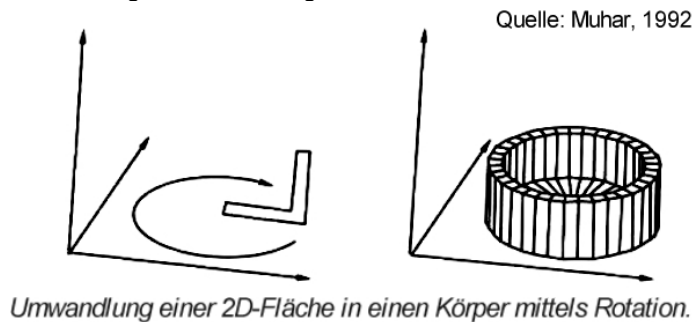
Zur Erzeugung von 3-D-Körpern bieten sich verschiedene Möglichkeiten der Vorgehensweise an:

- Translation / Extrusion: dies ist die einfachste Möglichkeit der Erzeugung 3-dimensionaler Geometrien aus 2-D-Grundrissen. Durch Beifügung einer "Dickenangabe" wird die 2-D-Geometrie "in die Höhe gezogen".



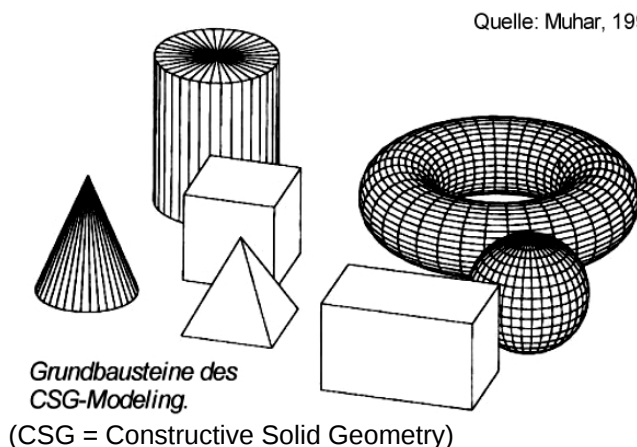
Quelle: Muhar, 1992

- Rotation: Ausgehend von einem Profil wird durch Angabe der Anzahl gewünschter Segmente eine 3-dimensionale Form erzeugt. Da es sich um eine Rotation in diskreten Schritten handelt, ist das Ergebnis immer ein Kompromiss zwischen Auflösungsgenauigkeit und benötigter Datenmenge.



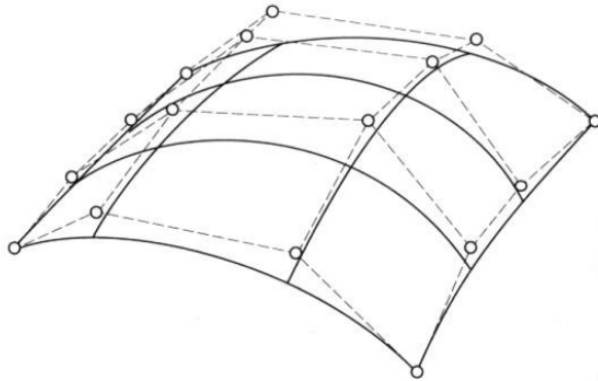
Quelle: Muhar, 1992

- Flächenbegrenzungsmodell: hierbei wird ein 3-D-Körper durch die ihn begrenzenden Flächen beschrieben. Die Konstruktion eines Würfels erfordert somit 6 Flächen. Bei komplizierteren Konstruktionen kommt diese Technik schnell an ihre Grenzen.
- 3-D-Grundelemente: die heutigen 3-D-fähigen CAD-Programme bieten auch die Funktionalität der Erzeugung von einfachen 3-D-Raumkörpern. Ergänzt durch sog. Boole'sche Operationen (d.h. logische Verknüpfungen wie Vereinigung, Differenzbildung, Schnittmengen) lassen sich daraus eine Vielzahl auch komplizierterer Körper erzeugen. Im wesentlichen läßt sich z. B. die Geometrie eines Gebäudes auf solche Grundkörper zurückführen.



Quelle: Muhar, 1992

- Freiformflächen: Ähnlich wie bei der 2-D-Funktionalität im Zusammenhang mit geschwungenen Linien angesprochen, ist hier ein Polygonnetz die Ausgangsgeometrie, die durch mathematische Algorithmen zu einer Freiformfläche ausgerundet wird. Diese Technik, für die Anwendungsfelder etwa im Zusammenhang mit der Geländemodellierung denkbar sind, kommt in der Landschaftsarchitektur noch wenig zum Einsatz. Bekannt ist sie jedoch in anderen Branchen, z. B. beim Karosseriebau in der Automobilindustrie.

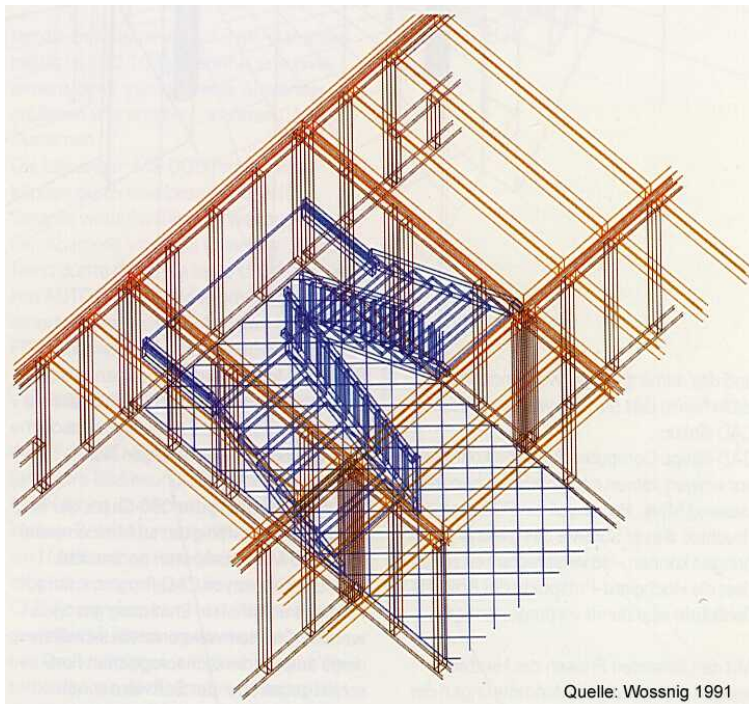


Bezierfläche und ihr beschreibendes Polygonnetz.

Quelle: Muhar, 1992

3-D-Darstellung

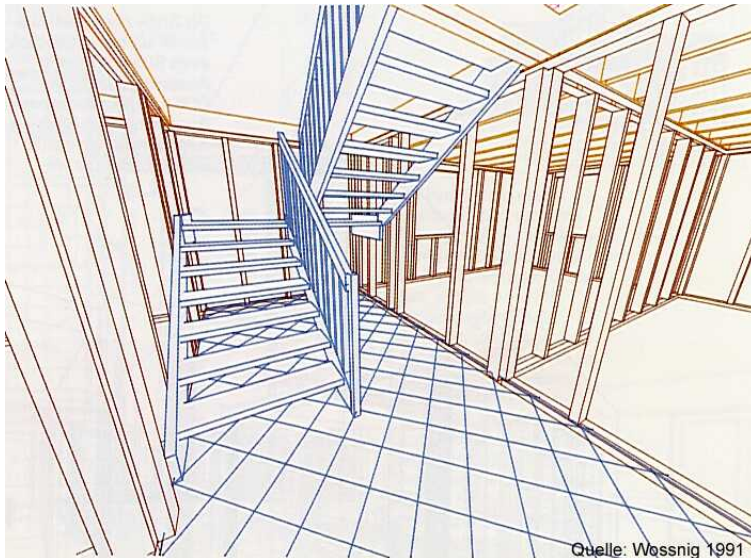
Ein 3-dimensional konstruiertes CAD-Objekt lässt sich im einfachsten Fall als Isometrie visualisieren. Dabei kommt zunächst ein Drahtmodell zum Einsatz.



Quelle: Wossnig 1991

Abb.: Drahtmodell einer Treppenkonstruktion (Quelle: Wossnig 1991)

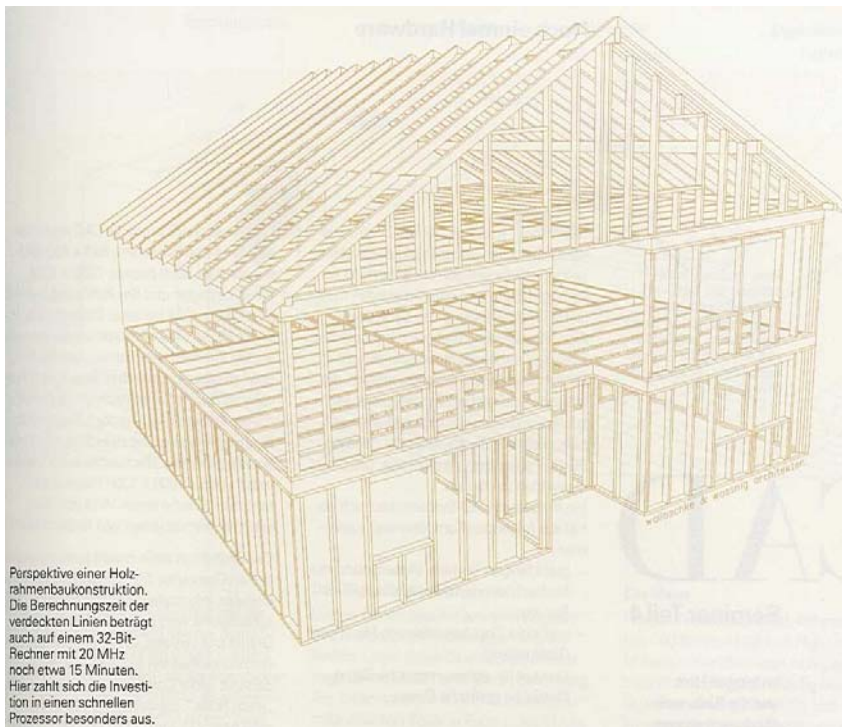
Es fällt jedoch schwer, die Räumlichkeit eines Drahtmodells zu verstehen. Bereits im Kapitel "Datenmodelle" wurde angesprochen, dass es möglich ist, ein Drahtmodell zu einem Flächenmodell umzuwandeln, indem der Computer die Aufgabe übernimmt, die verdeckten Linien "wegzurechnen".



Quelle: Wossnig 1991

Abb.: Durch Entfernen der verdeckten Linien entsteht eine wesentlich besser lesbare 3-D-Darstellung, hier als Perspektive (Quelle: Wossnig 1991)

Aus dem gleichen Buch wie die vorherigen beiden Abbildungen stammt auch die folgende 3-D-Darstellung einer Holzrahmenkonstruktion. Die links unten gemachte Aussage bezieht sich zwar auf einen PC zu Beginn der 90er Jahre. Generell gilt diese jedoch weiter: Wenn es um Visualisierungsaufgaben geht, ist der schnellste zur Verfügung stehende Computer gerade richtig.



Perspektive einer Holzrahmenbaukonstruktion. Die Berechnungszeit der verdeckten Linien beträgt auch auf einem 32-Bit-Rechner mit 20 MHz noch etwa 15 Minuten. Hier zählt sich die Investition in einen schnellen Prozessor besonders aus.

Abb.: Perspektive einer Holzrahmenkonstruktion (Quelle: Wossnig 1991)

Weitere Möglichkeiten der realitätsnahen Visualisierung werden im Modul "Digitale Visualisierungstechniken" dargestellt.

Pflanzendarstellung

Da die Darstellung von Pflanzen gerade für Aufgaben der Landschaftsarchitektur eine besondere Bedeutung hat, so darauf etwas ausführlicher eingegangen werden.

Typische Computergraphik, wie sie mit den bereits beschriebenen Möglichkeiten der Erzeugung von 3-D-Objekten entstehen kann, befriedigt bei der Darstellung von Pflanzen häufig nicht. Sie kann dann eine angemessene Darstellungsform sein, wenn es um die Visualisierung städtebaulicher Situationen geht, in größeren freiraumplanerischen Maßstäben wird sie jedoch als steril und unangemessen empfunden.

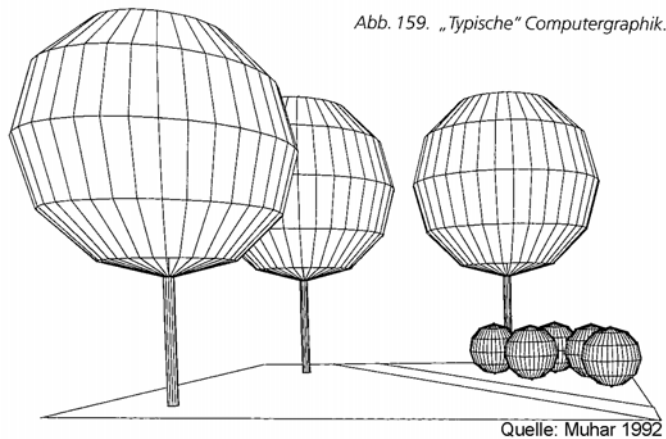


Abb.: Typische Computergraphik: Pflanzen als "Kugelbäume" (Quelle: Muhar 1992)

Eine Alternative könnten eventuell symbolisch abstrahierte Signaturen sein, die die Handschrift des Planers erkennen lassen. Oder auch die Verwendung von symbolischen Darstellungen aus einer CAD-Symbolbibliothek.



Abb. 161. Dreidimensional modellierte symbolische Baumdarstellungen (Larocad, Widemann Systeme, Wiesbaden).

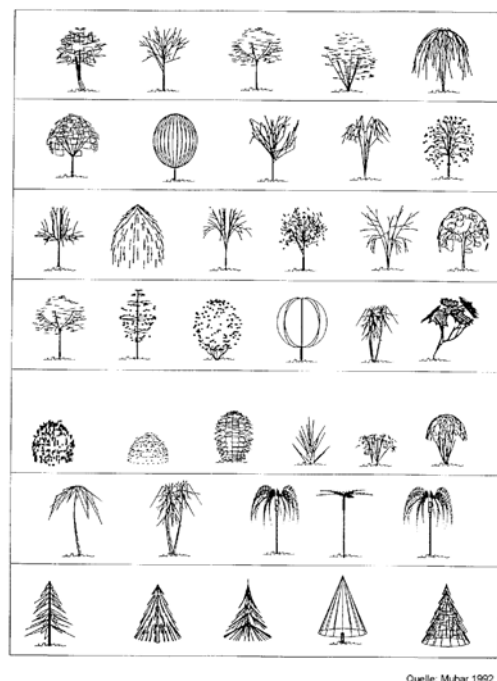


Abb.: Alternative Möglichkeiten der Pflanzendarstellung in einem CAD-Programm (Quelle: Muhar 1992)

Eine weitere Alternative könnte darin bestehen, Pflanzen möglichst realistisch darstellen zu wollen, wie dies die folgende Abbildung exemplarisch zeigt. Dabei wird versucht, das Wachstum und damit den genauen Habitus der darzustellenden Pflanzen über eine computer-gestützte Modellierung nachzubauen. Interessant daran ist insbesondere die Möglichkeit, unterschiedliche Altersstadien zu visualisieren und somit die Entwicklung der Pflanzung nachvollziehbar zu machen.



Abb.: Beispiel für eine realitätsnahe Darstellung von Pflanzen (Quelle: Behaneck 1991)

Solche Pflanzengeneratoren nutzen die fraktale Geometrie, ein faszinierendes Teilgebiet der Mathematik. Fraktale Geometrien beruhen auf dem Prinzip der Selbstähnlichkeit. Das Grundprinzip besteht darin, dass aus einer Ausgangsstruktur (dem Initiator) mittels eines einfachen Abbildungsgesetzes (dem Generator) Tochtergenerationen entwickelt werden. Die stufenweise Entwicklung am Beispiel einer sehr einfachen (und noch nicht realitätsnahen) Pflanzendarstellung wird aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

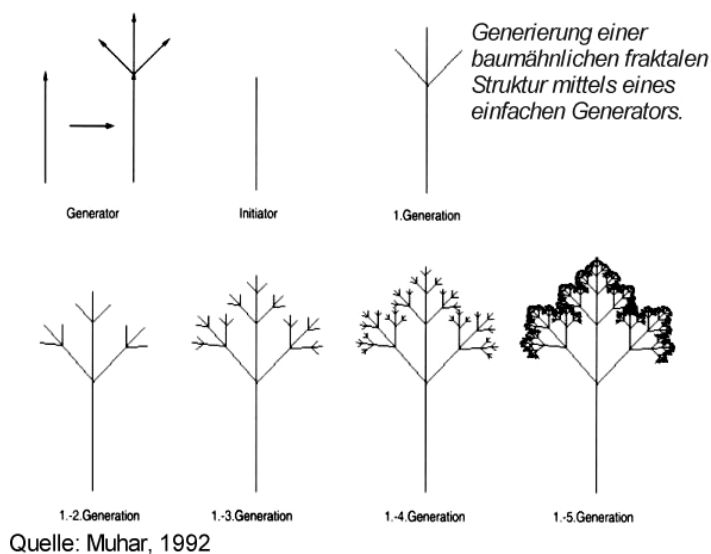


Abb.: Generierung einer baumähnlichen fraktalen Struktur mittels eines einfachen Generators (Quelle: Muhar 1992)

Wie Muhar (1992, S. 136ff) ausführt, haben zahlreiche Untersuchungen gezeigt, dass sich viele sehr kompliziert wirkende natürliche Strukturen von Zellgeweben bis hin zu Gebirgslandschaften relativ einfach fraktal beschreiben lassen. So ist es auch mit geringem Aufwand möglich, pflanzenähnliche Graphiken für die Verwendung in Freiraumdarstellungen zu generieren. Dabei erweist es sich als vorteilhaft, wenn bei der Programmierung die Möglichkeit der Variabilität entstehender Strukturen berücksichtigt wird: Durch einfache zufallsbedingte Abweichungen in den Längen- und Winkelverhältnissen können aus einem einzigen Generator zahlreiche unterschiedliche Fraktale erstellt werden.

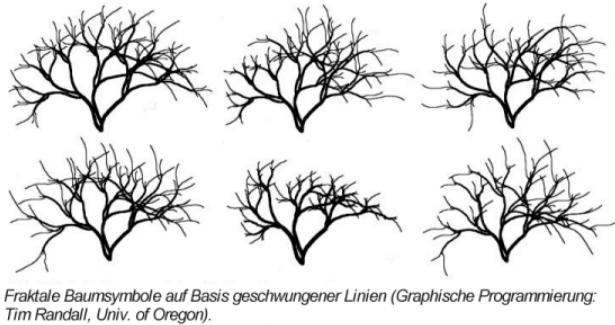


Abb.: Fraktale Baumsymbole auf der Basis geschwungener Linien (Quelle: Muhar 1992)

Eine noch etwas differenziertere Möglichkeit der computergestützten Pflanzenmodellierung ergibt sich mit der vom dänischen Botaniker Aristid Lindenmeyer formulierten Grammatik der L-Systeme. Die Erweiterung gegenüber der fraktalen Geometrie besteht in der Möglichkeit der besseren Simulation von Entwicklungszuständen (für eine detaillierte Darstellung siehe Muhar 1992, S. 140ff). Die folgende Abbildung zeigt, bis zu welcher Detailschärfe die computergestützte Modellierung von Pflanzen möglich ist. Der dargestellte Fliederzweig ist kein Foto, sondern entstand durch computergestützte Modellierung.



Abb.: Computermodellierter Fliederzweig (Quelle: Muhar 1992)

Digitale Geländemodelle

Im Zusammenhang mit der 3-D-Funktionalität eines CAD-Programmes ist unbedingt auch ein - wenn auch knapper - Blick auf das Thema "digitale Geländemodellierung" zu werfen.

Da diese Thematik sowohl die Arbeitsfelder der Landschaftsplanung wie auch der Objektplanung berührt, finden wir Module zur digitalen Geländemodellierung in zahlreichen Branchenapplikationen aus dem Bereich GIS gleichermaßen wie aus dem Bereich CAD. Die Schwerpunkte sind dabei allerdings durchaus unterschiedlich. Während der Landschaftsplaner digitale Geländemodelle vielleicht eher im Hinblick auf Neigungs- und Expositionsanalysen oder auch zur Analyse von Sichtbarkeitsbeziehungen einsetzt, interessiert sich der Objektplaner gerade für Anwendungsfelder wie Erdmassenberechnungen oder auch konstruktive Geländeänderungen.

Trotz dieser Unterschiedlichkeiten sind die grundlegenden Schritte zum Aufbau eines Geländemodells doch identisch:

- Punktaufmaß repräsentativer Geländepunkte
- Bruchkanten / Zwangslinien definieren
- Dreiecksvermaschung (Triangulation / TIN = "triangulated irregular network")
- Ggf. Höhenlinien interpolieren

Darauf aufbauend stehen nun verschiedene Auswertungsfunktionen zur Verfügung.

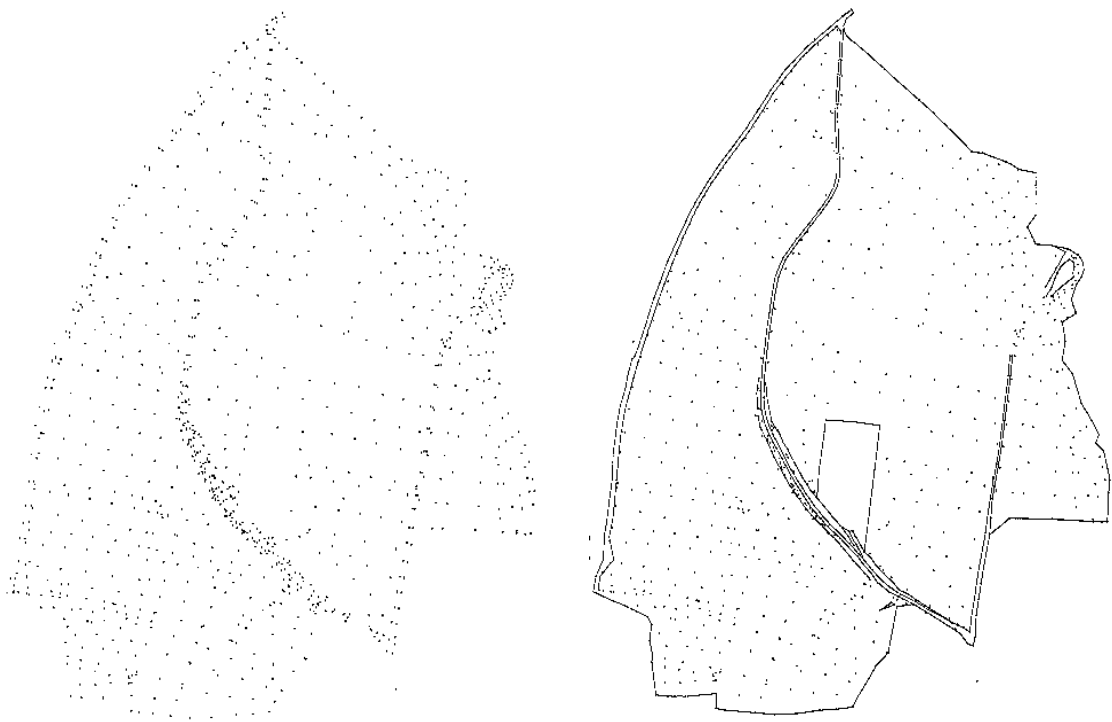


Abb.: Punktaufmaß (links) und Definition von Bruchkanten und Zwangslinien (rechts) für die Erstellung eines digitalen Geländemodells (Quelle: Ditsch & Volmer 1992 / Diplomarbeit an der FH Weihenstephan)

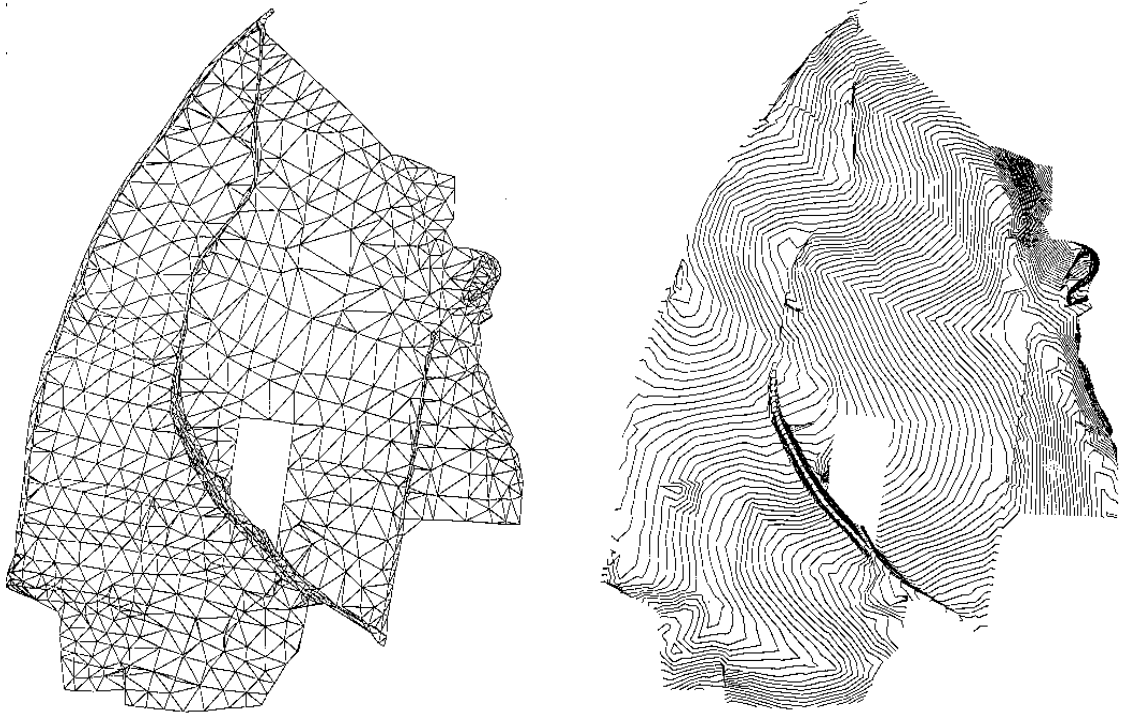


Abb.: Dreiecksvermaschung (links) und Höhenlinieninterpolation (rechts) auf der Basis eines elektronischen Geländeaufmaßes (Quelle: Ditsch & Volmer 1992 / Diplomarbeit an der FH Weihenstephan)

Ein digitales Geländemodell unterstützt auch die Visualisierung eines Bestandes bzw. eines Entwurfes, wie die folgende Abbildung an einem einfachen Beispiel zeigt.

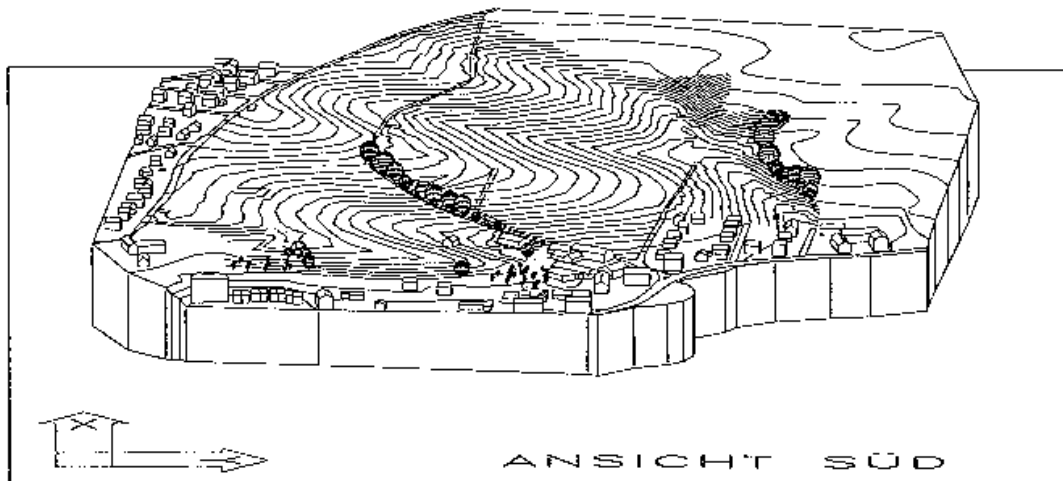
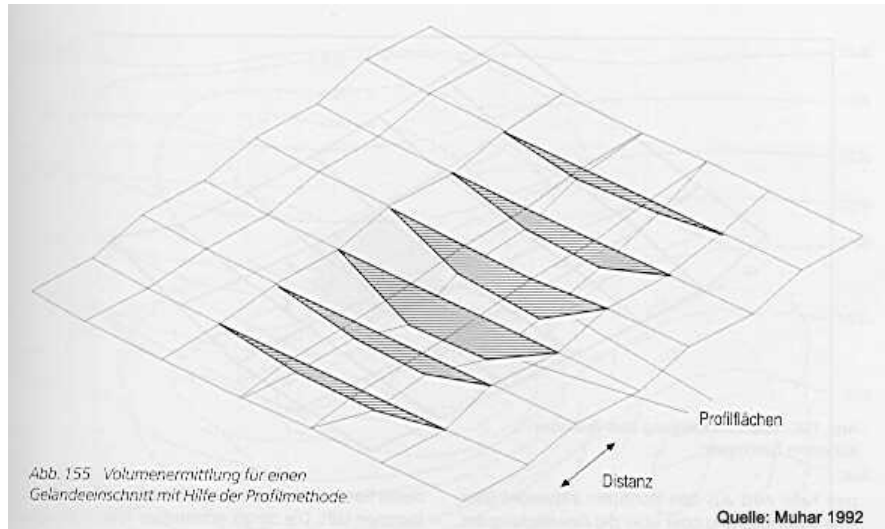


Abb.: Visualisierung der Ausgangssituation für eine Diplomarbeit zur Bebauungsplanung im Bereich "Tuchinger Berg" in Freising (Quelle: Ditsch & Volmer 1992 / Diplomarbeit an der FH Weihenstephan)

Ein gerade in der Objektplanung besonders interessanter Anwendungsbereich digitaler Geländemodelle ist die Ermittlung von Erdmassenbilanzen. Dies ist möglich, wenn mindestens zwei Zustände (z. B. Bestand und Planung) als TIN (d. h. als triangulierte Geländeoberfläche) vorliegen.

Die Erdmassenberechnung erfolgt auch bei manueller Vorgehensweise häufig nach der Profilmethode.



Das Volumen zwischen jeweils 2 Profilflächen lässt sich sehr einfach nach folgender Formel abschätzen:

$$V = \frac{d \cdot (F_1 + F_2)}{2}$$

V	= Teilvolumen zwischen zwei Profilen
d	= Distanz zwischen den Profilen
F ₁ , F ₂	= Flächeninhalt der Deckflächen

Abb.: Erdmassenberechnung nach der Profilmethode (Quelle: Muhar 1992)

Die Genauigkeit der auf diese Weise ermittelten Erdmassen hängt wesentlich vom Profilabstand ab, insbesondere dann, wenn die beiden Profilflächen hinsichtlich ihrer Flächengröße stark voneinander abweichen. Grundsätzlich ist es gerade bei der Verwendung eines Computers zwar möglich, durch Wahl einer sehr kurzen Distanz zwischen den Profilen eine relativ genaue Abschätzung zu erreichen. Ein Problem ergibt sich aber, wenn die ermittelten Erdmassen für den Auftraggeber mittels graphischer Dokumentation nachgewiesen werden müssen. Dann führt ein sehr eng gewählter Profilabstand zu einer sehr großen Zahl an Geländeprofilen. In der Praxis wird man somit immer einen Kompromiss zwischen erwünschter Genauigkeit und dem damit verbundenen Aufwand suchen müssen.

Eine Alternative zur Profilmethode stellt die auch in den gängigen Programmen angebotene Prismenmethode dar. Dabei werden die beiden Geländezustände (Bestand / Planung), die z. B. als TIN vorliegen miteinander verschnitten, so dass eine Vielzahl an Prismen entsteht. Aus deren Addition (Auftrag / Abtrag) ergibt sich somit ebenfalls eine Erdmassenbilanz. Da hier anders als bei der Profilmethode die tatsächlich modellierten Oberflächen Gegenstand der Betrachtung sind, ergibt sich dieser gegenüber in der Regel eine genauere Abschätzung. Die Prismenmethode funktioniert, wie die folgende Abbildung zeigt, natürlich nicht nur bei der Verschneidung zweier TINs, sondern auch bei quadratischen Rastern.

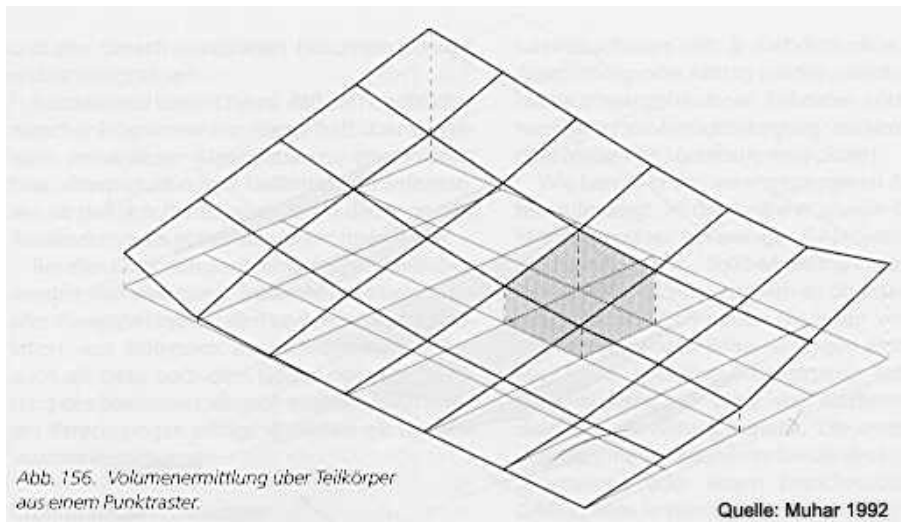


Abb.: Prinzip der Erdmassenberechnung mit Hilfe der Prismenmethode (Quelle: Muhar 1992)

Leistungsfähigere DGM-Programme sind auch in der Lage, auf Wunsch einen automatischen Massenausgleich vorzuschlagen. Dabei wird vom Computer das geplante Gelände iterativ soweit verändert, bis der Benutzer mit dem Ausgleich zufrieden ist.

Datenbankanschluss / Integration / AVA-Kopplung

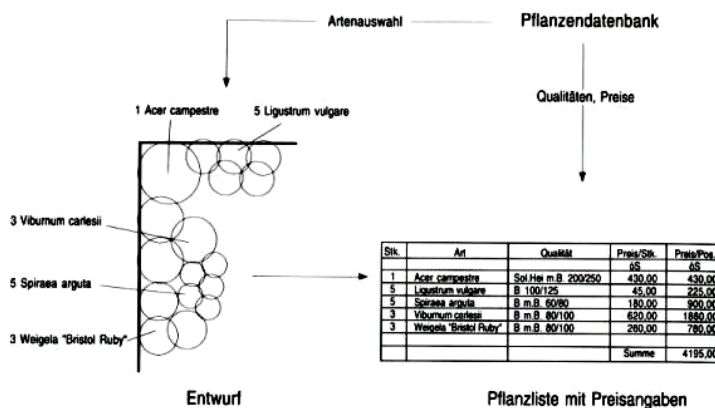
Bisher war hauptsächlich von der graphischen Seite des CAD-Einsatzes die Rede. Das vorangegangene Kapitel über digitale Geländemodelle deutet jedoch schon darauf hin, dass in CAD mehr drinsteckt als nur das Zeichnen und Konstruieren und 2- oder 3-dimensionalen Raum. Durch die Einbindung von Sachdaten mittels der schon vom Modul GIS her bekannten Datenbanktechnologie sind vielfältige Auswertungen und letztlich eine Integration des gesamten Planungsprozesses möglich. Ein erster Schritt in diese Richtung ist bereits die Ermittlung von Flächengrößen aus der CAD-Zeichnung, die für die Ausschreibung des zu bauenden Projektes benötigt werden.

Ähnlich wie bei einem GIS-Programm ist es jedoch auch möglich, diverse Sachdaten mit den graphischen Objekten zu verknüpfen, etwa zur Charakterisierung von Materialeigenschaften. Im Bauingenieurwesen wird diese Möglichkeit genutzt, um z. B. statische Berechnungen aus den CAD-Daten abzuleiten.

Für den Aufgabenbereich der Freiraumplanung ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten einer Integration von CAD und Datenbanksystemen. Ein Beispiel dazu ist die Einbindung von Pflanzendatenbanken und digitalen Baumschulkatalogen zum Zwecke der Unterstützung der Pflanzplanung. Einerseits dient diese Verknüpfung dem direkten Zugriff auf eine Pflanzenverwendungsdatenbank aus der CAD-Zeichnung heraus. Nach Auswahl der geeigneten Arten können im CAD-Programm die gewünschten Pflanzen platziert werden. Dabei stehen nicht nur die Eigenschaften der Pflanzen zur Verfügung, sondern auch die im Handel verfügbaren Qualitäten und die aktuellen Preise. Eine dynamische Stückliste stellt sicher, dass für die anschließende Ausschreibung die richtigen Mengen bereitgestellt werden. Jede Änderung in der Graphik, also etwa das Löschen eines Pflanzensymbols, muss entsprechend in den Stücklisten automatisch nachgeführt werden, damit keine Inkonsistenzen entstehen.

Wir haben es hierbei also nicht mit einem "unidirektionalen" Datenaustausch zu tun wie bei der Übergabe von Massenlisten aus der CAD-Zeichnung an ein Ausschreibungsprogramm, sondern mit einer dynamischen Integration.

Quelle: Muhar, 1992



Integration zwischen Entwurf und Pflanzendatenbank.

Abb.: Integration zwischen Entwurf und Pflanzendatenbank (Quelle: Muhar 1992)

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die vielfältigen Integrationsmöglichkeiten zwischen den graphischen Daten im CAD-Programm sowie anderen Graphikprogrammen und den diversen alphanumerischen Daten, die ebenfalls im Zuge des Planungsprozesses anfallen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle dargestellten Funktionalitäten innerhalb einer integrierten "Software für Freiraumplaner" zur Verfügung steht. Vielmehr macht diese Zusammenstellung deutlich, auf "wie vielen Klavieren" ein Landschaftsarchitekt spielen muss, um diesem Anspruch gerecht werden zu können.

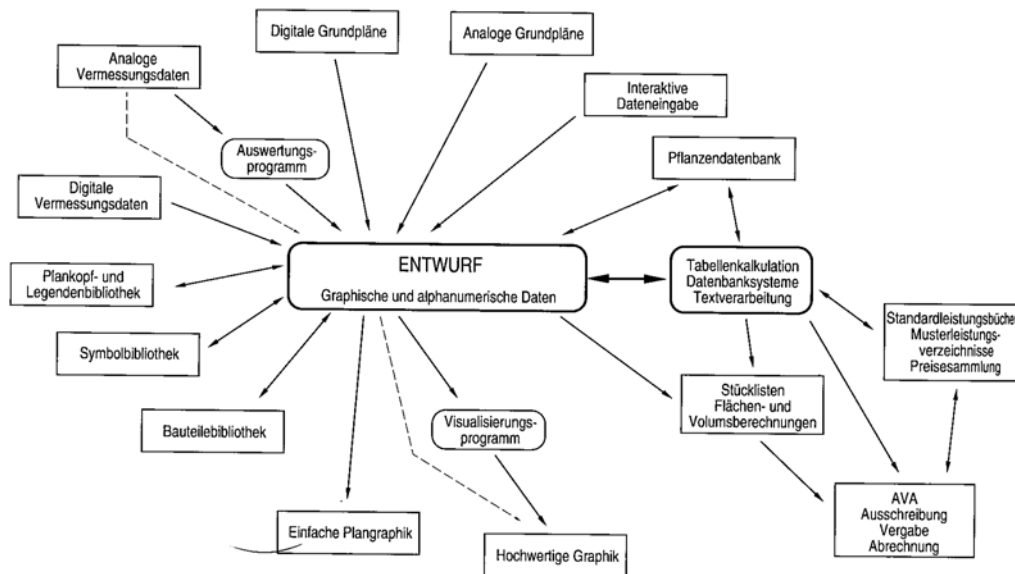


Abb. 172. Konzept für die integrierte Projektbearbeitung auf CAD-Basis in der Freiraumgestaltung.

Quelle: Muhar 1992

Abb.: Konzept für die integrierte Projektbearbeitung auf CAD-Basis in der Freiraumplanung
(Quelle: Muhar 1992)

Insbesondere die Frage der Integration von Entwurf (Graphik) und Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) wird durchaus kontrovers diskutiert.

Einzelne CAD-Programme am Markt proklamieren als ihr besonderes Profil eine enge Integration dieser beiden Komponenten. Dabei wird davon ausgegangen, dass der jeweilige Bearbeiter in enger zeitlicher Integration sowohl am Entwurf als auch an der Ausschreibung (Abfassung des Leistungsverzeichnisses) arbeitet und somit den ständigen (bidirektionalen) Wechsel zwischen diesen Komponenten benötigt. Eine Änderung am Entwurf mit dadurch veränderten Flächengrößen beispielsweise würde bei dieser Lösung automatisch eine darauf bezogene Änderung in den diesem Objekt zugeordneten Positionen im Leistungsverzeichnis bewirken.

Andere Programmanbieter stellen sich mit Hinweis auf die gängige Praxis auf den Standpunkt, dass es sich hierbei um zwar einander zugeordnete, aber doch zeitlich und u. U. auch bearbeiterseitig getrennte Arbeitsschritte handelt. Dementsprechend legen sie in ihrer Lösung zwar Wert auf einen Datenaustausch vom CAD- ins AVA-Programm (Übergabe von Massen), nicht jedoch auf die vollständige AVA-Integration mit der Möglichkeit der gleichzeitigen Arbeit in beiden Programmen mit dynamischem Datenaustausch.

CAD versus GIS

Im Folgenden sollen zum Abschluß nur stichwortartig einige Aspekte von Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen GIS und CAD zusammengestellt werden. Zum Verständnis hilfreich ist auch die Lektüre von:

<http://www.gis-tutor.de/theorie/grundlag/architek/gisarchi.htm>

Dort werden die verfügbaren Systeme zwecks Typisierung differenziert in:

- "Echte" GIS
- CAD-GIS
- Desktop-GIS
- Web-GIS
- u. a.

Weiterhin bietet einen Überblick über die am Markt gängigen Systeme beider Systemwelten (sowie der Mischformen), ebenfalls in der genannten Typen-Differenzierung:

<http://www.gis-report.de>

A. Gemeinsamkeiten:

Beide: Graphik- und Datenbankteil sowie Eingabe- und Ausgabefunktionen

Einem Plot sieht man auf den ersten Blick nicht an, ob er aus einem CAD- oder GIS-Programm stammt. Solche Gemeinsamkeiten führen z. T. dazu, dass ursprüngliche CAD-Pakete als GIS angeboten werden.

Und umgekehrt wird bei GIS-Paketen den potentiellen Käufern schmackhaft gemacht, dass damit auch Aufgaben in der Objektplanung (also typische CAD-Aufgaben) zu bewältigen seien. Der Kunde merkt oft zu spät, wenn er eine Fehlentscheidung getroffen hat. Es ist also gut, über Unterschiede zwischen CAD und GIS zu reden.

B. Unterschiede:

Einsatzbereiche:

GIS: Die real existierende Welt soll modelliert werden, d. h. es werden Daten über diese Welt gesammelt, gespeichert, analysiert, weiterverarbeitet und ausgegeben.

CAD: dient in erster Linie dem Entwurf und der Konstruktion von Objekten, die dann in die Realität umgesetzt, sprich gebaut werden sollen.

Natürlich ist diese Trennung nicht starr, denn die Plangrundlage für den Entwurf und die Analyse des Geländes sind auch Bestandteil bzw. Voraussetzung der Entwurfs-(CAD-)Arbeit.

Aber diese Differenzierung deutet darauf hin, daß GIS-Inhalte aus anderen Quellen (inkl. eigener Kartierung) stammen, während CAD-Inhalte vor allem aus dem eigenen Kopf stammen.

Datenstruktur:

Im Zusammenhang mit GIS wurde schon über topologische Strukturen gesprochen, die die Grundlage für bestimmte Auswertungen liefern, z. B. Nachbarschaftsanalysen:

"Welche Nutzungen grenzen an ein Biotop eines bestimmten Typs und wie lang sind die gemeinsamen Grenzen?"

Die Datenstruktur eines CAD-Programmes ist in der Regel nicht darauf ausgelegt, solche Fragen beantworten zu können.

Umgekehrt kommt ein GIS von der Datenstruktur her vielen CAD-Anwendungen nicht entgegen, z. B. wenn es darum geht, zwei Punkte mit identischen x/y-Koordinaten, aber unterschiedlicher z-Koordinate abzuspeichern. Dies ist in der Objektplanung aber sicher notwendig.

Weiterhin: Anforderungen an geometrische Grundelemente in CAD

In den letzten Jahren ist jedoch ein Trend festzustellen, der dazu führt, die früher eher getrennten Systemwelten enger zusammenrücken zu lassen.

Zum einen betrifft dies die Möglichkeit des gegenseitigen Datenaustausches. Die heute markt-führenden GIS- bzw. CAD-Datenformate können von den gängigen CAD- und GIS-Programmen wechselseitig gelesen werden. Lediglich die im Quellprogramm verwendete Symbolik kommt beim

Datenaustausch häufig nicht mit, so dass eine Nacharbeit der graphischen Aufbereitung im Zielprogramm oft unvermeidbar ist.

Zum anderen wachsen die beide Welten auch direkt zusammen. Als 2 Beispiele aus dem in dieser Lehrveranstaltung verwendeten Produktumfeld können genannt werden:

- ArcCAD von ESRI als Ergebnis einer strategischen Zusammenarbeit der Softwarehäuser ESRI (GIS) und Autodesk (CAD).
- AutoCAD MAP von Autodesk, also die Erweiterung des marktführenden CAD-Programmes AutoCAD um diverse GIS-Funktionalitäten als Autodesk's Antwort auf die Bedürfnisse des Marktes.

Literatur

Siehe Literaturhinweise auf der EDL-Website im Modul "CAD":

<http://www.fh-weihenstephan.de/la/edl/edl2-cad/index.shtml>