

Die Geschichte von CAD-2D und CAD-3D

Hellmuth Stachel, TU Wien

CAD-2D für GZ

Ende der Achtzigerjahre des vorigen Jahrhunderts gab es unter der Leitung von Herrn Ministerialrat Szirucsek eine Besprechung im damaligen Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Sport über die Einführung eines Faches Informatik im Austausch gegen das Geometrische Zeichnen. Mit dem Kollegen Felix Primetzhofner gemeinsam gelang es, diese Versuche abzuwehren mit dem Argument, dass wir natürlich auch bereit wären, den Computer im Geometrischen Zeichnen einzusetzen. Dies ermöglichte einen natürlichen und altersgemäßen Zugang zur Nutzung des Computers und keine abstrakte Einführung in die Informatik. Damit wurde eine Streichung des Faches Geometrisches Zeichnen verhindert.

Einige Wochen später wandte sich Herr Ministerialrat Szirucsek an mich mit der Frage, ob es denn geeignete Software existierte. Aber außer der ‚Turtlegraphik‘ und ‚Derive‘ gab es damals nichts, was auch nur irgendwelche Berührungspunkte mit dem Geometrischen Zeichnen hatte. Nach internen Diskussionen mit meinen Kollegen Wolfgang Rath und Georg Glaeser fühlte ich mich stark genug zu behaupten, das Institut für Geometrie der TU Wien wäre bereit und in der Lage, eine derartige Software zu entwickeln. Daraufhin beauftragte uns Herr Min.Rat. Szirucsek mündlich, in dieser Hinsicht tätig zu werden.

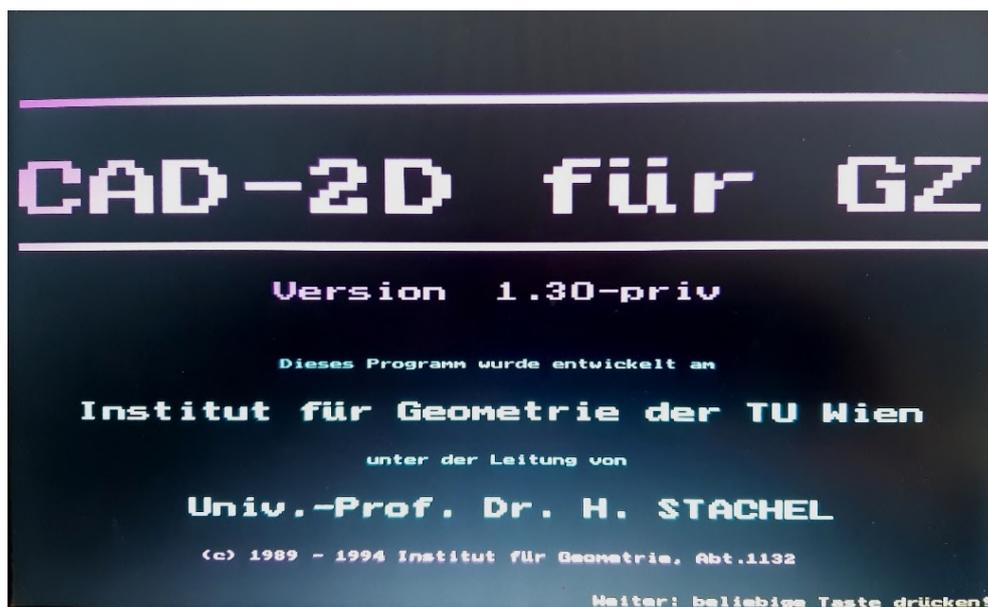


Abb. 1: Titelseite von CAD-2D für GZ

Hinter meinem Angebot versteckte sich wohl eine gehörige Portion Übermut, denn die meisten von uns hatten kaum eine Ahnung, wie wir das denn machen sollten. Viele hatten bestenfalls etwas mit Basic zu tun gehabt und mit Commodore-Rechnern, und am Institut gab es kaum Computer. Wie so oft, war uns Wolfgang Rath in dieser Hinsicht weit voraus. Er kannte bereits CAD-Programme und wusste auch etwas von der Programmiersprache Turbo-Pascal. Herr Georg Glaeser war ebenfalls von Anfang an dabei, und ich erinnere mich an seine ersten Erfolge, wie er gemeinsam mit seinem ehemaligen Schüler Heinrich Pommer es schaffte, während der Bewegung der Maus gleichzeitig auf dem Bildschirm die laufenden Koordinaten anzeigen zu lassen. Damals musste noch alles ‚zu Fuß‘ erledigt werden, angefangen von der Gestalt und Steuerung des Cursors. Mit der dynamische Datenspeicherung waren wir damals noch recht wenig vertraut. Deshalb gab es fast nur ‚arrays‘ einer vordefinierten Größe, und das hatte zur Folge, dass die Anzahlen der verwendeten Punkte und Konstruktionsschritte begrenzt werden musste. Zudem war damit zu rechnen, dass die Rechner an den Schulen auch nur sehr begrenzte Datenspeicher und oft nicht einmal einen Farbbildschirm hatten.

Aber wir schafften es, das Programm CAD-2D für GZ auf die Beine zu stellen. Es war von Anfang an so konzipiert, dass es die Nutzer bei der gewohnten Zeichenarbeit unterstützte. Es sollte nicht so sein, dass sich das Fach Geometrisches Zeichnen den Designern von Geometriesoftware und deren oft nur begrenzten Geometrievorstellungen anzupassen hätten. Demgemäß fanden sich im Menü alle diejenigen elementaren Konstruktionen wieder, die man vom Zeichnen her kannte. Bewusst wurde darauf verzichtet, gleich ganze Konstruktionfolgen wie die Bestimmung der Umkreismitte eines Dreiecks als einzigen Menüpunkt anzubieten. Die Schüler sollten immer wieder ihr Basiswissen erproben. Dafür aber gab es bereits etwas, was wir heute von der dynamischen Geometriesoftware kennen, nämlich, bei einer einmal durchgeführten Konstruktion nachträglich einzelne Angabeelemente ändern zu können, ohne die Konstruktion erneut Schritt für Schritt durchführen zu müssen. Damals hieß dies ‚Variantenkonstruktion‘ bzw. ‚variantengerechtes Konstruieren‘. Aber die Varianten wurden noch nicht kontinuierlich in ‚real time‘ geliefert, sondern nur einzeln auf Knopfdruck. Nicht unerwähnt soll bleiben, dass an der Erstellung des Programms neben den bereits Genannten auch die Kollegen Andreas Asperl und Helmut Pottmann beteiligt waren.

Im Jahr 1989 konnten wir jedenfalls dem Ministerium eine lauffähige Version vorlegen¹. Nach einer mehrmonatigen Testphase mit anschließender Programmanpassung und der

¹Siehe H. Stachel, W. Rath: *Beschreibung des Programmpaketes CAD-2D für GZ*. BMUKS: Materialien für Lehrerfortbildung und Unterricht **8** (1989) sowie W. Rath, H. Stachel: *Bemerkungen zu unserem Zeichenpaket CAD-2D*. IBDG **9/2**, 1-7 (1990).

eher zögerlichen Auszahlung des vom Ministerium zugesagten Honorars erteilten wir die Lizenz für alle österreichischen Schulen.²

CAD-3D für GZ

Uns war klar, dass ein Computer viel mehr kann als Zeichnungen zu erstellen. Er muss ja auch mit dreidimensionalen Objekten umgehen können, und zwar direkt im Raum – ohne die klassische darstellend-geometrische Methode, raumgeometrische Konstruktionen zurückzuführen auf ebene Konstruktionen in zugeordneten Rissen. Zur Orientierung im Raum und zur Kontrolle der räumlichen Objekte und Vorgänge war es uns aber wichtig, diese stets in mindestens zwei Hauptrissen zu zeigen, um Missverständnisse zu vermeiden und dem Nutzer permanent vor Augen zu führen, dass ein Bild allein nicht ausreicht.

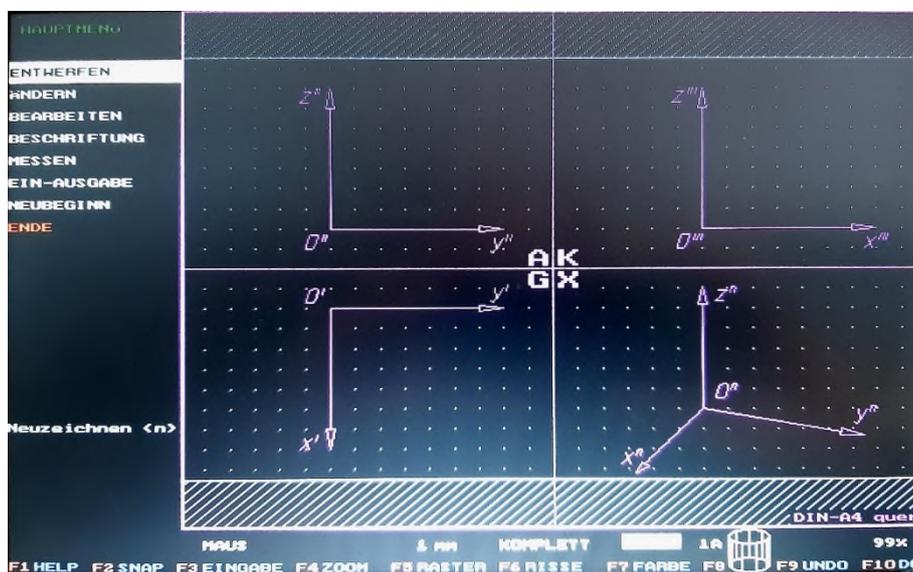


Abb. 2: Benutzeroberfläche des MS-DOS-Version von CAD-3D für GZ

Eine derartige Aufgabenstellung erforderte natürlich eine Festlegung auf eine gewisse und doch möglichst universelle Klasse von Raumobjekten. Es war naheliegend, sich in dem zu entwickelnden Programm CAD-3D auf Polyeder zu beschränken, die natürlich auch eine Approximation von Flächen wie Zylinder- oder Kegelflächen ermöglichen. Boolesche Operationen sollten dazu dienen, aus gewissen Grundkörpern beliebige neue Körper zu generieren, wie es eben die sogenannte ‚Constructive Solid Geometry‘ verlangt. Aber dies bedeutet, Polyeder nicht als Flächen, sondern als ‚solids‘, also als Körper aufzufassen, was gewisse Nachteile mit sich bringt, wenn es um die Approximation von Flächen geht.

Obwohl für den Nutzer die Polyeder Vollkörper sind, werden sie computerintern durch ihren jeweiligen Rand dargestellt („boundary representation“, kurz B-rep). Diese Randdarstellung

²Erwähnen möchte ich, dass mein ehemaliger Studienkollege Erwin Podensdorfer etwa um dieselbe Zeit mit der Entwicklung der Unterrichtssoftware GAM begann, die ebenfalls schon sehr früh im GZ-Unterricht eingesetzt wurde.

der Polyeder ist ziemlich umfangreich. Neben einer Liste der Punkte, der Kanten und der begrenzenden orientierten Ebenen braucht man auch die Information, in welcher Reihenfolge die Punkte einer Ebene eine Seitenfläche derart einschließen, dass - von der Außenseite des Polyeders betrachtet - das Innere der Seitenfläche links liegt³. Schließlich können in einer Ebene mehrere derartige ‚Loops‘, also Seitenflächen des Polyeders liegen. Auch kann ein Polyeder mehrere unzusammenhängende Komponenten umfassen. Unter den Grundkörpern müssen auch die regulären Polyeder vorkommen, nachdem diese doch ein wesentlicher Bestandteil der Geometrieausbildung sind. Unter diesen Rahmenbedingungen war es weniger angebracht, die regulären Polyeder vom Nutzer schrittweise konstruieren zu lassen.

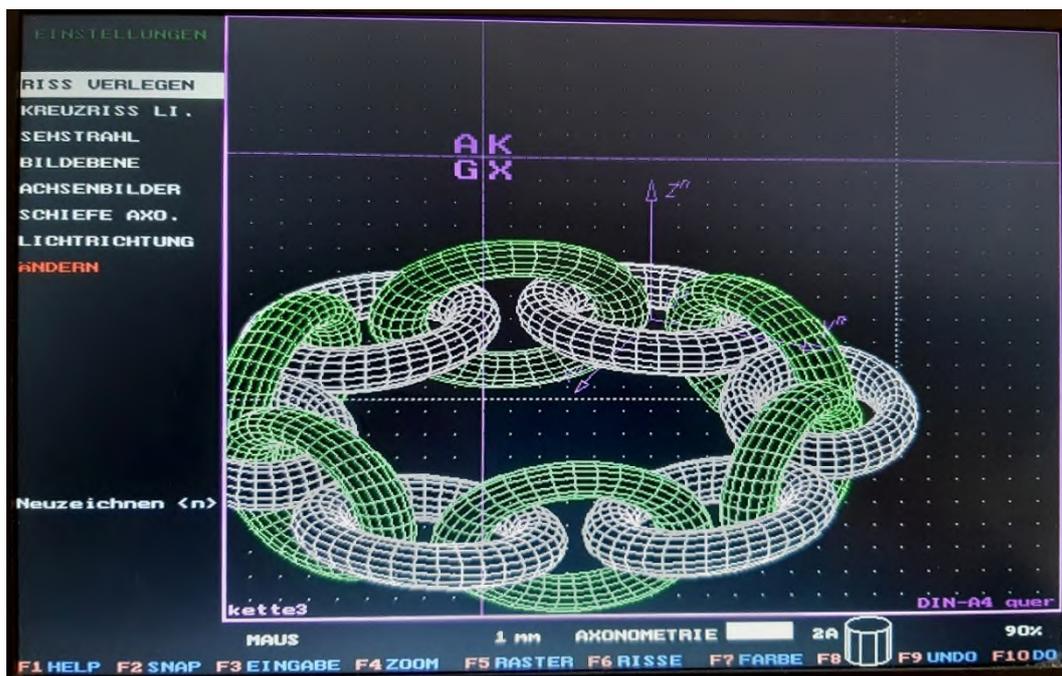


Abb. 3: Beispiel eines mit CAD-3D für GZ konstruierten Objekts

Während im allgemeinen Fall die Durchführung Boolescher Operationen, also die Berechnung des Durchschnittes, der Verbindungsmenge oder der Differenzmenge (als Durchschnitt des ersten mit dem Komplement des zweiten) algorithmisch klar lösbar ist⁴, erweisen sich die Spezialfälle als Fass ohne Boden. Haben die zwei zu verknüpfenden Polyeder Seitenflächen in derselben Ebene oder überhaupt eine Seitenfläche gemein oder eine Kante oder Kantengerade, so ist jeweils eine detaillierte Diskussion durchzuführen, die auch die Umgebung heranzieht. Diese Sonderfälle konnten in CAD-3D nicht vollständig erledigt werden, und es ist offen, ob nicht Hans Vogler recht hatte mit seiner Ansicht, dass

³Erst CAD-3D hat mir gezeigt, dass die Verbindungskörper der einem Pentagondodekaeder eingeschriebenen linken bzw. rechten Tetraeder dieselbe Punkt-, Kanten- und Ebenenmenge haben. Die beiden ungleichsinnig kongruenten Körper unterscheiden sich nur in den Loops innerhalb der Flächen (siehe H. Stachel: *On the Identity of Polyhedra*. Amer. Math. Monthly **101**, 162-165 (1994)).

⁴Siehe z.B. A. Meier, H. Locker: *POLY-Computergeometrie für Informatiker und Ingenieure*. McGraw-Hill Book Co., Hamburg, 1987. C.M. Hoffmann: *Geometric and Solid Modeling*, Morgan Kaufmann Publ., San Mateo, 1989. M. Mäntylä: *An Introduction to Solid Modeling*, Computer Science Press, Rockville, 1988.

die Liste dieser Fälle überhaupt unendlich ist. Es ist z.B. gar nicht schwer, mit CAD-3D Objekte zu erzeugen, wo ein und dieselbe Gerade mehrere Kanten trägt oder eine Kante doppelt auftritt, also vier angrenzende Flächen besitzt. Haben z.B. zwei Polyeder Seitenflächen in derselben orientierten Ebene, so muss der Vereinigungskörper (bzw. Durchschnittskörper) nicht notwendigerweise die Vereinigung (bzw. den Durchschnitt) dieser komplanaren Seitenfläche enthalten.⁵

Bei der algorithmischen Durchführung Boolescher Operationen oder der Berechnung der Sichtbarkeit spürt man besonders deutlich den Unterschied der beiden Welten, der idealen Welt der Geometrie und unserer realen Welt mit den Rundungsfehlern in Computern. In der einen Welt ist definitionsgemäß jederzeit klar, ob ein Punkt in der Ebene liegt oder nicht. In der anderen hängen derartige Entscheidungen von einem Epsilon ab, und es kann passieren, dass sich nach einer Vergrößerung der beteiligten Objekte eine Entscheidung ins Gegenteil umkehrt.



Abb. 4: Trophäe des für CAD-3D verliehenen Deutsch-Österreichischen Hochschul-Software-Preises

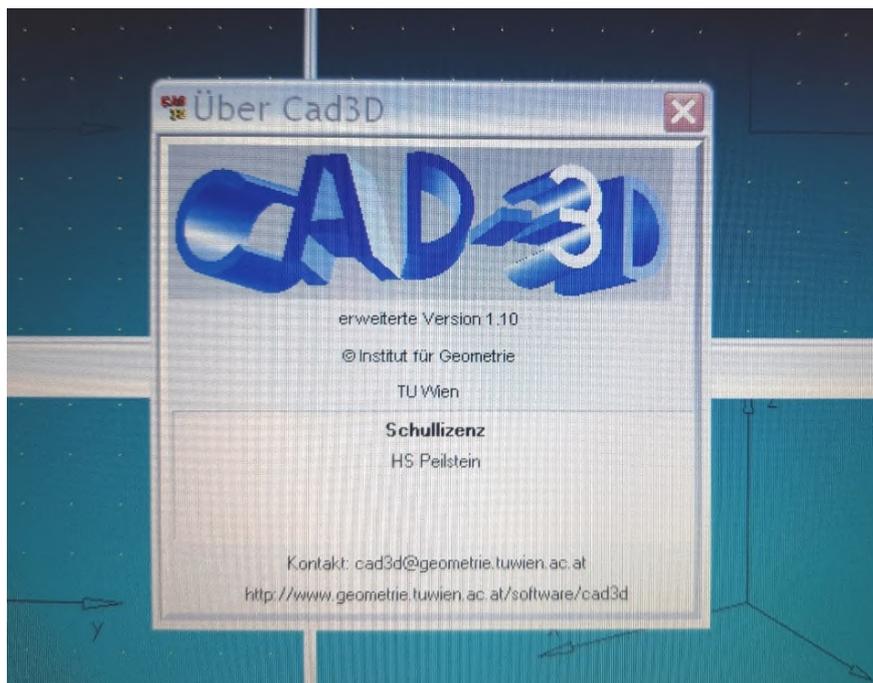
Das Programm CAD-3D wurde im Jahr 1993 mit dem Deutsch-Österreichischen Hochschul-Software-Preis ausgezeichnet. Der mit 5.000 DM ausgestattete Preis wurde im September 1993 vom Deutschen Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Rainer Ortleb (ein

⁵ Für weitere Details siehe H. Stachel: *Degenerate Intersection in Solid Modeling*. Proceedings of the 6th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, Tokyo 1994, Vol. 1, 191-195 oder G. Glaeser, H. Stachel: *Open Geometry: OpenGL + Advanced Geometry*. Springer-Verlag, New York 1999, pp. 179-228.

Mathematiker), in Berlin überreicht. Das Programm war übrigens auch in französischer, kroatischer, polnischer, tschechischer und ungarischer Sprache verfügbar. Natürlich darf die so wichtige Unterstützung durch den unvergessenen Wolfgang Rath nicht unerwähnt bleiben. Er half bei der Ausarbeitung des Programms und war stets mit seinen umfassenden Computerkenntnisse parat. Weitere wertvolle Mitarbeiter waren Georg Glaeser, Lu Qinghui, Michael Wagner und Johannes Wallner. Das Programm CAD-3D für GZ kam erstmals im Schuljahr 1993/94 an die Schulen.

CAD_3D für Windows

Das Erscheinungsbild der unter MS-DOS laufenden CAD-3D Version mit seiner geringen Bildschirmauflösung ließ das Programm bald veraltet aussehen. Zum Glück bot sich mein Mitarbeiter Markus Pfeifer an, das Programm zusammen mit seinem Studienkollegen Stefan Hagmann unter Verwendung der Programmiersprache Delphi auf eine unter Windows laufende Version umzuarbeiten. Im Jahr 2002 wurde vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur die Generallizenz für die Basisversion von CAD-3D für Windows für alle österreichischen Schulen angekauft.



Ausschnitt der Titelseite von CAD-3D für Windows

Zudem wurde am Institut eine erweiterte Fassung entwickelt, mit welcher auch perspektive Ansichten erzeugt werden konnten. Auch wurde ein Export der erzeugten Objekte im VRML-Code angeboten, was den Weg zu vielen zusätzlichen Visualisierungsmöglichkeiten eröffnete. Schullizenzen für diese erweiterte Version konnten am Institut für Geometrie

käuflich erworben werden, und die Schüler durften dieses Programm auch zuhause verwenden.⁶

Während die Geometrie schon Jahrtausende überdauert, gibt es für Computersoftware stets ein Ablaufdatum. So genügten Personalmangel und die Umstellung von 32-Bit- auf 64-Bit Windows, um unsere CAD-3D-Version für die Schulen unbrauchbar zu machen.

⁶ Siehe M. Pfeifer, W. Rath, H. Stachel. *Handbuch zu CAD-3D für Windows, Basisversion 1.04*. Institut für Geometrie, TU Wien, 2002. ISBN 3-902233-01-X, sowie *Handbuch zu CAD-3D für Windows, erw. Version 1.10*, Institut für Geometrie, TU Wien, 2002. ISBN 3-902233-02-8