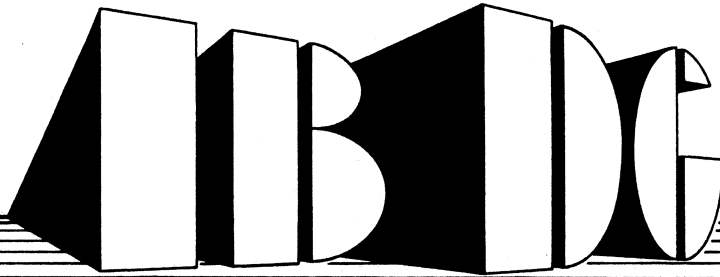


Informationsblätter für



Darstellende Geometrie

Heft

2 / 1990

Jg. 9

Sonderdruck

IMPRESSUM

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: ARBEITSKREIS FÜR DARSTELLENDGEOMETRIE (ADG) der österreichischen Fachvertreter für Darstellende Geometrie an AHS, BHS, PÄDAK, Akademien, Hochschulen und Universitäten. Verantwortlich für den Inhalt und geschäftsführende Vertretung des Eigentümers, Herausgebers u. Verlegers: o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Josef P. Tschupik, A-6020 Innsbruck, Technikerstraße 13. Erscheinungsort: Innsbruck. Druck: Universitätsdruckerei Innsbruck. ---- Die IBDG sind nicht im Handel erhältlich ----

Bemerkungen zu unserem Zeichenpaket CAD-2D

von

Wolfgang Rath und Hellmuth Stachel, Wien

Vier Forderungen standen am Beginn der Entwicklung unseres¹⁾ für den Unterricht im Fach "Geometrisches Zeichnen" bestimmten Programmpaketes:

1. **Einfache und übersichtliche Bedienbarkeit bei zugleich hoher Leistungsfähigkeit und Präzision:** Die Arbeit mit dem Paket soll das Interesse an der Geometrie fördern und gleichzeitig dem Schüler behutsam das Werkzeug Computer näherbringen, nicht zuletzt auch im Hinblick auf eine allenfalls spätere Arbeit mit professioneller CAD-Software.
2. **Unterstützung bei der Vermittlung von Geometriekenntnissen:** Beim computergestützten Zeichnen soll dem Benutzer immer wieder geometrisches Grundwissen abverlangt und dadurch vertieft werden.
3. **Übernahme von echter Routinearbeit und Ausgabe einer sauberen Hardcopy:** Ein Zeichenpaket ist wertlos, wenn es dem Schüler nicht die Möglichkeit bietet, eine saubere und maßstabsgetreue Kopie seiner Zeichnung mit nach Hause nehmen zu können. Unser Paket soll eine Ausgabe mittels Plotter oder Laserdrucker ermöglichen, damit die graphische Qualität der Zeichnung mindestens ebenso gut ist wie die einer traditionell hergestellten.
4. **Bestmögliche Anpassung an die Bedürfnisse des GZ-Unterrichtes:** Mit dem Paket soll möglichst viel vom traditionellen und bewährten Inhalt des Geometrieunterrichtes verwirklicht werden können. Das Paket soll im ständigen Kontakt mit Lehrern entstehen und weiterentwickelt werden.

Inwiefern wurden diese Forderungen verwirklicht?

Zu 1.: Die Anzahl der verfügbaren Menüs wurde bewußt klein gehalten, um ein "Verirren" des Anfängers im "Menübaum" zu vermeiden. Auf dem Bildschirm wurde die Zeichenfläche eingeschränkt; damit können stets wesentliche Einstellungen wie etwa das momentan gewählte Menü, die laufenden Cursorkoordinaten, die augenblicklich gewählte Strichart, Farbe oder Schriftgröße gezeigt werden sowie ein Dialogfenster mit Anweisungen für den Benutzer. Die Arbeit mit unserem Paket ist zweifellos auch deshalb besonders übersichtlich, weil es jederzeit und ohne Menüwechsel, sondern einfach durch Betätigung von Funktionstasten möglich ist, die Art der Punkteingabe, die Farbe oder Strichart oder den Bildausschnitt zu verändern. Auch das Einfangen von Punkten verschiedener Art, also die SNAP-Funktion, wird mittels Funktionstasten aufgerufen. Die SNAP-Funktion ist übrigens auch iteriert anwendbar und für die hohe Präzision der Zeichnung verantwortlich.

Der Verzicht auf zu viele Menüs zwingt zu Einsparungen und zur Beschränkung auf das wichtigste. Deshalb wurde z.B. auf Ellipsen verzichtet. Es muß doch jedem klar sein, daß man im Geometrischen Zeichnen mit der Darstellung von Ellipsen mit randparallelen Achsen allein keinesfalls auskäme. Man müßte Ellipsen auch durch konjugierte Durchmesserstrecken oder durch die Brennpunkte vorgeben können, und auch Teilbögen von Ellipsen müßten definierbar sein. Und natürlich müßte man mit SNAP auch Schnittpunkte zwischen Ellipsen einfangen können. Wenn schon Ellipsen, warum dann nicht auch die anderen Kegelschnitte? Ein sinnvolles Ellipsenmenü würde also zweifellos eine wesentliche Programmerweiterung verursachen. Deshalb wurde es als vertretbar angesehen, bei einem Programm für Anfänger ganz darauf zu verzichten.

Zu 2.: CAD-2D ist ein reines Zeichenpaket; die Geometriekenntnisse müssen vom Benutzer eingebracht werden. So muß der Schüler selbst wissen, wie eine Streckensymmetrale, eine Winkelsymmetrale oder eine Kreistangente zu konstruieren ist. Zum Erlernen des Begriffes Maßstab ist es sinnvoll, wenn der Schüler selbst sich überlegen muß, in welcher Größe er eine Figur zu zeichnen hat, damit sie auf dem DIN-A3- oder DIN-A4-Blatt Platz findet. Weiters ist es nach unserer Auffassung pädagogisch sinnvoller und auch vielseitiger, bei der Darstellung von regulären Vielecken die Größe der Winkel anstelle der Eckenanzahl eintippen zu lassen.

¹⁾ Weitere Mitarbeiter waren die Herren Mag. Dr. G. Glaeser, Mag. A. Asperl, Doz. Mag. Dr. H. Pottman und H. Pommer.

Der Geometrieunterricht erschöpft sich nicht in der Erzeugung hübscher Zeichnungen. Wesentlich ist das Verständnis für die dahintersteckende Geometrie, und nur dieses wird den Schüler befähigen, sich auch dann bei geometrischen Problemen helfen zu können, wenn gerade kein Computer oder kein genau angepaßtes Menü zur Verfügung steht.

Zu 3.: Als Erleichterung beim Konstruieren, insbesondere beim Zeichnen regulärer Vielecke, bewährt sich die Methode, bei Koordinateneingaben stets zunächst den alten Wert vorzuschlagen. Von besonderem Vorteil ist die gebotene Möglichkeit, beim Parallelenzeichnen Streckenlängen vervielfachen und damit eigentlich Teilverhältnisse eingeben zu können. Das Fehlen einer derartigen Option bei den meisten CAD-Paketen zeigt, wie schlecht es zumeist um die Geometriekenntnisse von CAD-Software-Herstellern bestellt ist.

Eine echte Routinearbeit ist natürlich das Zeichnen von durch Abbildungen transformierten Figuren; die in unserem Paket möglichen Iterationen machen den Computer zu einem wertvollen Hilfsmittel. Auch das automatische Zeichnen von Pfeilen verschiedener Art an den Enden von Strecken oder Kreisbögen bringt eine echte Erleichterung. Dies gilt auch für die gebotene Möglichkeit, mit unerreichbaren Schnittpunkten jederzeit weiterzeichnen zu können, indem man diese mit SNAP wie gewohnt einfängt. Natürlich könnte man derartigen Schwierigkeiten auch durch vorhergehendes zentrisches Verkleinern und anschließendes Vergrößern ausweichen.

Besonders effizient und jeder herkömmlichen Zeichentechnik überlegen ist der Computer dann, wenn nachträglich Eingabedaten variiert werden können. Unser Paket erlaubt weitreichende Variantenkonstruktionen und kann sich in dieser Hinsicht ohneweiters mit dem von der Fa. Siemens auf der IFABO 90 vorgestellten professionellen "Sigraph Design" messen, bei dem in der Werbung von einer "relationalen Datenstruktur" und einem neuen Weg, "die Konstruktionsidee zu speichern" die Rede ist. Dem Geometer ist natürlich klar, daß aus einem konsequent konstruierten axonometrischen Bild neue Ansichten allein durch Veränderung der Bilder der Einheitspunkte gewonnen werden können. Der Laie mag sich wundern, daß dies bereits mit einem 2D-Paket möglich ist.

Unserer Auffassung nach haben die automatische Erzeugung eines achsenparallelen Rechteckes oder eines Kreises durch drei Punkte und auch das automatische Schraffieren und Bemaßen im Geometrischen Zeichnen keine so große Bedeutung, daß dafür eigene Menüs angeboten werden müssen.

Zu 4: Die im Paket benutzte Terminologie steht im Einklang mit der im österreichischen Mathematik- und Geometrieunterricht verwendeten. Und auch die Konstruktionsstrategien, die beim Umgang mit CAD-2D anzuwenden sind, stimmen mit jenen beim Zeichnen mit traditionellen Zeichengeräten zumeist überein. Auf jeden Fall lassen sich alle diejenigen Konstruktionen, welche traditionell möglich sind, auch mit unserem Zeichenpaket durchführen. Es wäre nämlich unverantwortlich, wenn bei der im Lehrplan für das Fach "Geometrisches Zeichnen" nun zusätzlich vorgeschriebenen dritten Zeichentechnik, also jener mit Hilfe des Computers, alles das überflüssig würde, was beim Konstruieren mit Zirkel und Lineal in Bleistift- oder Tuscheausführung gelernt wird. Eine Maxime unserer Arbeit war es, das Softwarepaket dem GZ-Unterricht anpassen zu wollen und nicht umgekehrt.

Im folgenden werden einige Beispiele vorgeführt, anhand derer das Paket besser kennengelernt werden könnte.²⁾ Die gezeigten Beispiele sollen klar machen, wie leistungsfähig das Paket ist. Die Figuren sollen beweisen, daß die Qualität des Endproduktes, der Zeichnung, auch hohen Ansprüchen gerecht wird. Aber auch die Grenzen, insbesondere die Grenzen der im Paket angebotenen Variantenkonstruktion sollen erwähnt werden. Die Bedienungsanleitung zu CAD-2D wird dabei als bekannt vorausgesetzt; aktuelle Versionen sind von den genannten Autoren schriftlich anzufordern. Die folgenden Beispiele sind bewußt anspruchsvoll gehalten und zumeist in der vorliegenden Form nicht unmittelbar im Unterricht zu verwenden.

²⁾ Dies ist auch als Ergänzung zum Heft 10/89 "Neue Techniken im Geometrischen Zeichnen, CAD" der Materialien für Lehrerfortbildung und Unterricht des BMFUKS zu sehen. Die darin genannten Autoren und Berater waren vermutlich nur recht mangelhaft mit unserem Paket vertraut.

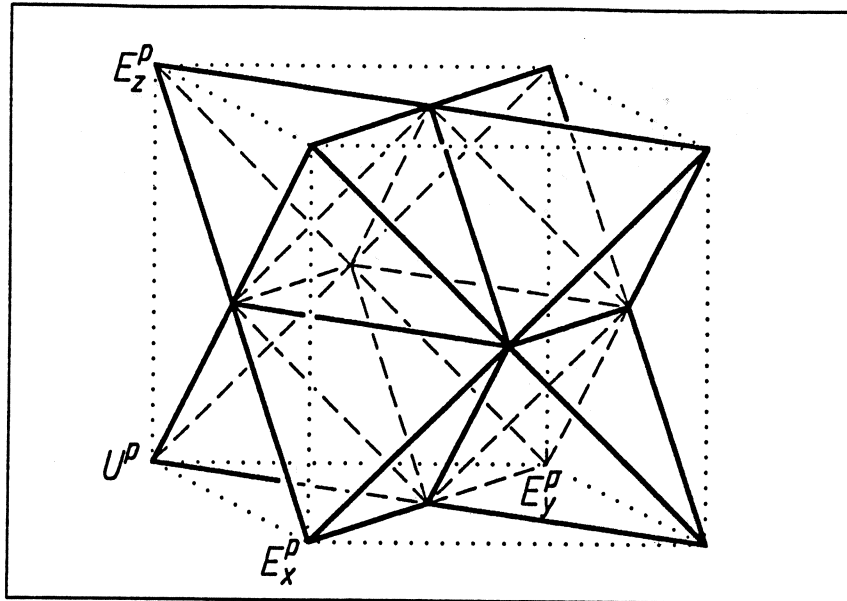


Fig. 1

Beispiel 1: Bei der ersten Arbeit mit dem Paket ist es am besten, einen Zentimeterraster einzustellen (<F5>). Damit lassen sich "freihändig" einfache Ornamente zeichnen, auch solche mit Halb-, Viertel- oder Achteckkreisen. Bei dem in Fig. 1 gezeigten frontalexonometrischen Bild des Einheitswürfels

$$U^p = (-7, -4), E_x^p = (-3, -6), E_y^p = (3, -4), E_z^p = (-7, 6) \text{ (Maße in cm)}$$

treten nur Rasterpunkte als Risse der Eckpunkte auf, auch dann, wenn man durch Errichten von 45°-Pyramiden über den Würfelseitenflächen ein Rhombendodekaeder darstellen möchte. Trägt man in die Seitenflächen des Würfels die Diagonalen ein, so erhält man die beiden eingeschriebenen regulären Tetraeder, also die davon gebildete *Stella Octangula*. Will man im axonometrischen Bild dieses nichtkonvexen Polyeders die sichtbaren Kanten hervorheben, so müssen Linien zerteilt werden. Die Teilungspunkte kann man mit "Augenmaß" wählen oder mittels SNAP-Schnittpunkt (<F2, F6>) exakt fangen.

Beispiel 2: Die Wirkung von Abbildungen läßt sich am einfachsten anhand von Fliesenmustern zeigen. Als Grundfiguren können Quadrate, Rechtecke oder Sechsecke gewählt werden. Wenn man so wie in Fig. 3 auch die Trennfugen exakt zeichnen will, so hat man schon Geometriekenntnisse zu investieren, denn anstelle der früheren Randlinien müssen nun Parallelstreifen definiert werden.

Wenn man auf Fliesenmuster noch eine Translation ausübt und die Schieb Strecken zeichnen läßt, so erhält man bei geeigneter Lage einen anschaulichen Militärriß. Allerdings müssen nachträglich noch einzelne Linien gelöscht werden, nämlich die Risse unsichtbarer Kanten sowie jene bei berührenden Übergängen.

Beispiel 3: Die in Fig. 2 gezeigte Parkettierung mit einem beliebigen konvexen Viereck ist eine einfache Übung zur SNAP-Funktion und auch zur Variantenkonstruktion: Zunächst muß beim Zeichnen der letzten Seite des frei gewählten Ausgangsvierecks dieses mittels SNAP-Endpunkt (<F2, F2>) geschlossen werden. Nur so ist für den Computer der letzte Endpunkt gleich dem Anfangspunkt. Dann wendet man diejenigen Translationen wiederholt an, welche je zwei Gegenecken des Ausgangsvierecks ineinander überführen. Fügt man in das Ausgangsviereck zuvor noch etwas ein, etwa die beiden Diagonalen, so erkennt man, daß zwischen den parallelverschobenen Vierecken noch Lücken bleiben. Diese werden erst gefüllt, wenn alle bisherigen Vierecke noch um eine Seitenmitte durch 180° gedreht werden.

Wenn Sie noch wissen, wo das Ausgangsviereck war - am besten, Sie beschriften es zu Beginn -, dann können Sie es nachträglich variieren, indem Sie im Menü Variante diese Ecken neu definieren. Damit wird die ganze Parkettierung verändert, sofern Sie bei der Definition der Translationen die Gegenecken des Ausgangsvierecks wirklich mit SNAP gefangen haben. Ist das nicht der Fall, sondern haben Sie diese z.B. als deckungsgleiche Raster-

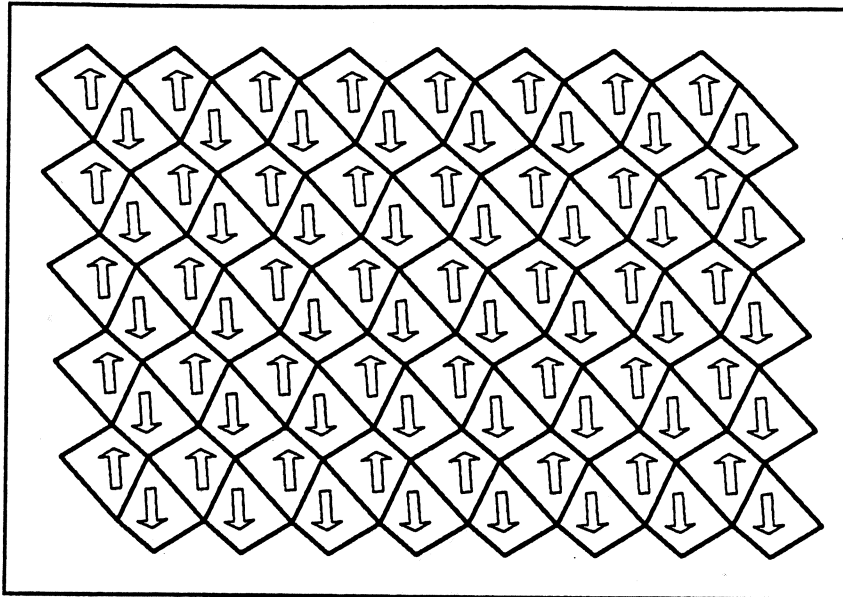


Fig. 2

punkte gewählt, so werden die definierenden Punktepaare als neue Punkte im Rechner gespeichert, die dann von den Veränderungen am Ausgangsviereck nicht beeinflusst werden.

Noch ein wichtiger Hinweis: Haben Sie das Viereck z.B. in Relativ-Polarkoordinaten eingegeben und dabei nacheinander gleiche Abstands- oder Winkelwerte gewählt, so wird dies als "geometrisch relevant" erkannt. Wenn Sie daher später den ersten der Werte variieren, so wird der zweite in gleicher Weise mitverändert. Eine alleinige Änderung des zweiten ist nicht möglich. Um daher nachträgliche Variationsmöglichkeiten nicht von vornherein einzuschränken, sollten bei der Ersterstellung der Zeichnung nach Möglichkeit keine gleichen Werte nacheinander gewählt werden.

Das Menü Variante wurde absichtlich etwas versteckt, weil seine Wirkungsweise von geometrischen Laien wahrscheinlich nicht erfaßt wird und seine Anwendung eine genaue Kenntnis der Zeichnungserstellung erfordert. Sie kommen ins Menü Variante, wenn Sie während einer Menüwahl - erkennbar am links oben sichtbaren weißen Balken - die Taste <v> drücken. Im obigen Parkettierungsbeispiel sind nur die Ecken des Ausgangsvierecks variierbar; alle anderen Punkte sind bei konsequenter Konstruktion eine Folge davon. Hat man übrigens später vergessen, in welcher Reihenfolge gezeichnet worden ist, so kann man durch wiederholtes UNDO die Zeichnung "von hinten aufrollen".

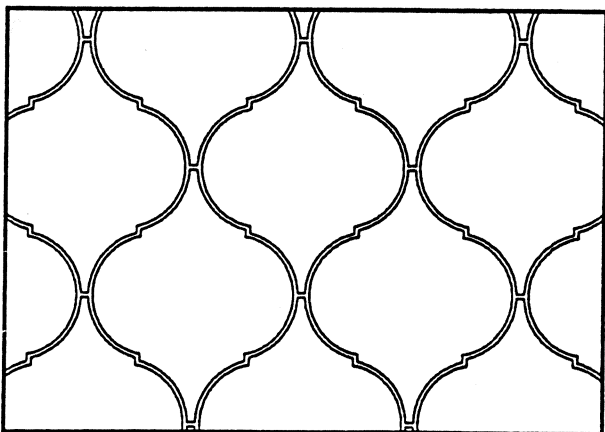


Fig. 3

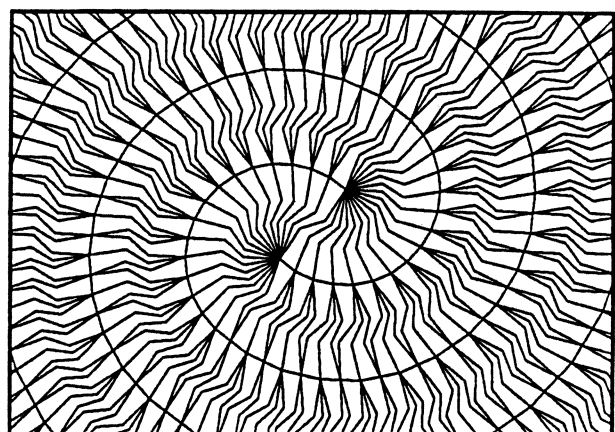


Fig. 4

Eine besonders anspruchsvolle Parkettierung ist in Fig. 4 gezeigt; ihre Idee geht auf VODERBERG (1936) zurück. Da unser Paket aus Gründen der einfachen Bedienbarkeit immer

nur die Gesamtfigur oder die bei der letzten Abbildung gezeichnete Bildfigur als Urbild der neuen Abbildung zu verwenden erlaubt, muß man sich zu Beginn genau zurechtlegen, in welcher Reihenfolge man vorgeht, um diese Überdeckung zu erhalten. Auch kommt man hier bald in die Grenzen des reservierten Speicherplatzes von 2000 Punkten.

Man kann der genannten Unmöglichkeit, mit unserem Paket Teilfiguren allein zu transformieren, unter Umständen dadurch ausweichen, daß man diese Teilfiguren einzeln zeichnet, transformiert, speichert und dann am Schluß diese Teilbilder übereinander einliest. Der Rechner fügt die Elemente der "darübergelegten" Zeichnung einfach den bisherigen hinzu, ohne auf Gleichheit zu prüfen. So ist es verständlich, daß eine allfällige Variantenkonstruktion an der ursprünglichen Zeichnung dann die dazugekommene nicht verändert, obwohl beide vielleicht von derselben Grundfigur stammen.

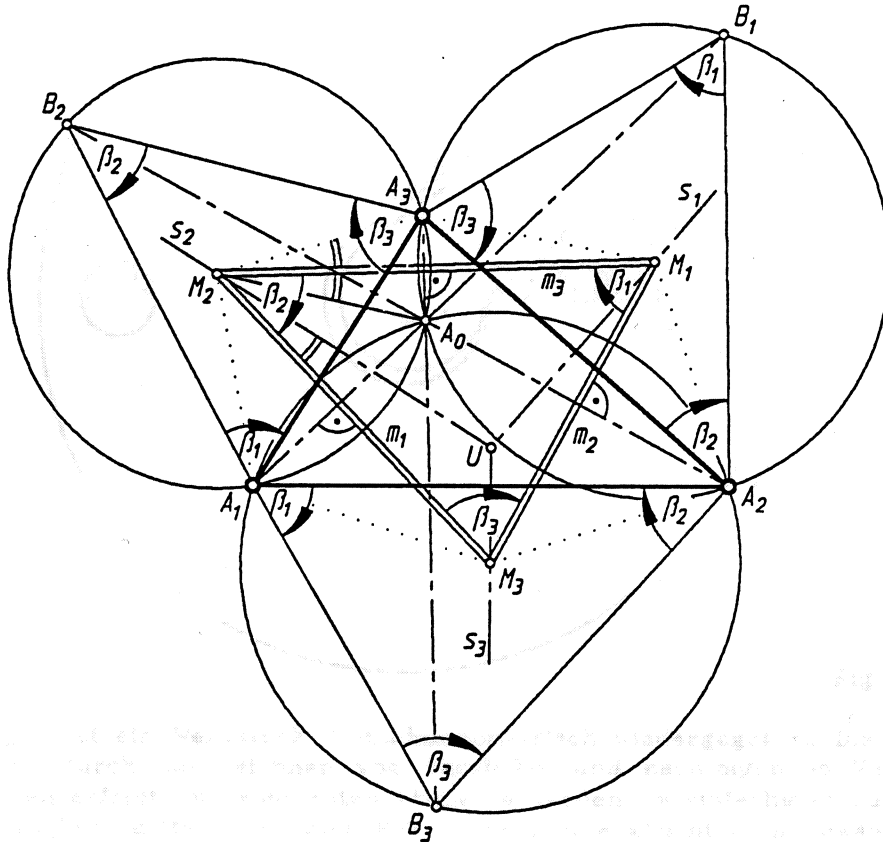


Fig. 5

Beispiel 4: In Fig. 5 ist eine Verallgemeinerung des Satzes von NAPOLEON dargestellt, die unter anderen vom kürzlich verstorbenen Kollegen DOMKOWITSCH entdeckt worden ist: Werden dem Dreieck $A_1A_2A_3$ untereinander gleichsinnig ähnliche Dreiecke $A_1A_2B_3$, $B_1A_2A_3$, $A_1B_2A_3$ aufgesetzt, und zwar einheitlich nach außen oder nach innen, so gehen ihre Umkreise durch eine gemeinsamen Punkt A_0 , der auch den drei Eckenlinien A_1B_1 , A_2B_2 , A_3B_3 angehört. Das Dreieck der Umkreismitten ist gleichfalls ähnlich zu den Aufsatzdreiecken. Der Satz von NAPOLEON selbst stellt sich im Fall gleichseitiger Aufsatzdreiecke ein.

Beim Zeichnen dieser Figur hat man nach Wahl des ersten Aufsatzdreiecks $A_1A_2B_3$ Winkel zu übertragen. Man muß zuerst die Nullrichtung der Polareingabe auf eine Seite des Ausgangsdreiecks einstellen, indem dazu eine Parallele der Länge 0 gezeichnet wird. Bei der Eingabe des Polarwinkels wird dann "gesnapt"; dabei ist zu beachten, daß orientierte Winkelmaße zwischen Halbgeraden übertragen werden.³⁾ In Fig. 5 sind die Linien bei den Punktringen "händisch" unterbrochen worden, indem sie an den Schnittpunkten mit dem Kreis zerteilt und das Zwischenstück anschließend gelöscht wird.

Hat man konsequent konstruiert, so ist es beeindruckend zu sehen, wie im Varianten-

³⁾ Eine etwas einfachere Übung für den Anfang wäre die kongruente Übertragung eines Dreiecks in eine verdrehte Lage, ohne dabei das Menü Drehung zu benutzen.

menü sowohl das Ausgangsdreieck als auch das erste Aufsatzdreieck verändert werden kann. Die Beschriftung geht bei diesen Varianten nur dann mit, wenn sie mit der Zeichnung gekoppelt wird. Dies kann entweder dadurch geschehen, daß bei der Bezeichnung B_3 beispielsweise der Text mit einem Leerzeichen beginnt und dann beim Plazieren des Textes die Ecke B_3 als Bezugspunkt "gesnapt" wird. Oder man zeichnet eine geeignete Linie von B_3 aus und fängt deren Endpunkt als Bezugspunkt für die Beschriftung, worauf die Hilfslinie wieder gelöscht wird.

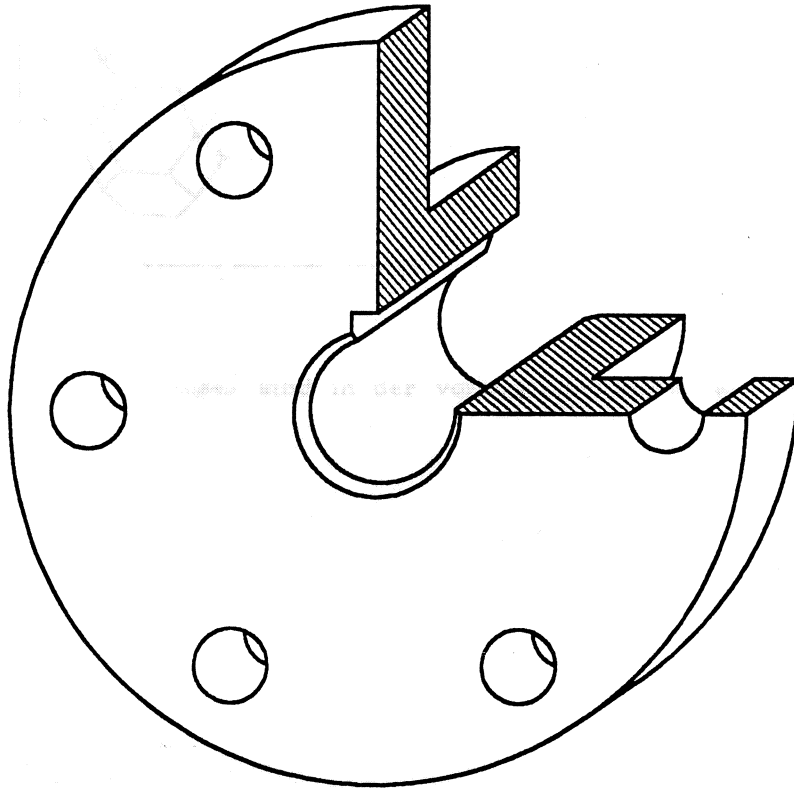


Fig. 6

Beispiel 5: In Fig. 6 ist ein Werkstück frontalaxonometrisch wiedergegeben. Die Schraffur ist wieder "händisch" durch das Zeichnen von Parallelen und nachfolgendes Verlängern und Zerteilen der Linien erfolgt. Die konstanten Abstände werden am einfachsten dadurch erzielt, daß auf einer Randlinie mittels iterierter Polareingabe eine gleichförmige Skala aufgetragen wird. Bei Änderung der axonometrischen Abbildung durch Variieren des Verkürzungswinkels oder -faktors entsteht ein neues Bild, wobei die eingezeichnete Schraffur stets Parallelriß einer 45°-Schraffur am Raumobjekt ist.

Beispiel 7: Fig. 7 zeigt ein abgestumpftes Oktaeder; das Abstumpfen erfolgt durch Dritteln der Kantenlängen, ist also über die Streckenmultiplikation im Menü Parallel durchführbar. Mit dazu kongruenten Polyedern läßt sich der Raum lückenlos ausfüllen. Einige Bausteine dieser räumlichen Parkettierung sind mittels des Menüs Verschieben dargestellt worden, wobei natürlich nachträglich die Sichtbarkeit korrigiert worden ist. Die Eigenschaft, ein "Raumfüller" zu sein, trifft übrigens auch auf das Rhombendodekaeder zu.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß mit unserem Paket auch das reguläre Ikosaeder ohneweiters axonometrisch darstellbar ist. Das Ikosaeder ist ja die konvexe Hülle von drei Rechtecken in paarweise orthogonalen Ebenen, wobei sich die Seitenlängen der Rechtecke wie $1 : 1,618034..$ gemäß dem goldenen Schnitt verhalten (siehe W. WUNDERLICH: Darstellende Geometrie II, Seite 109).

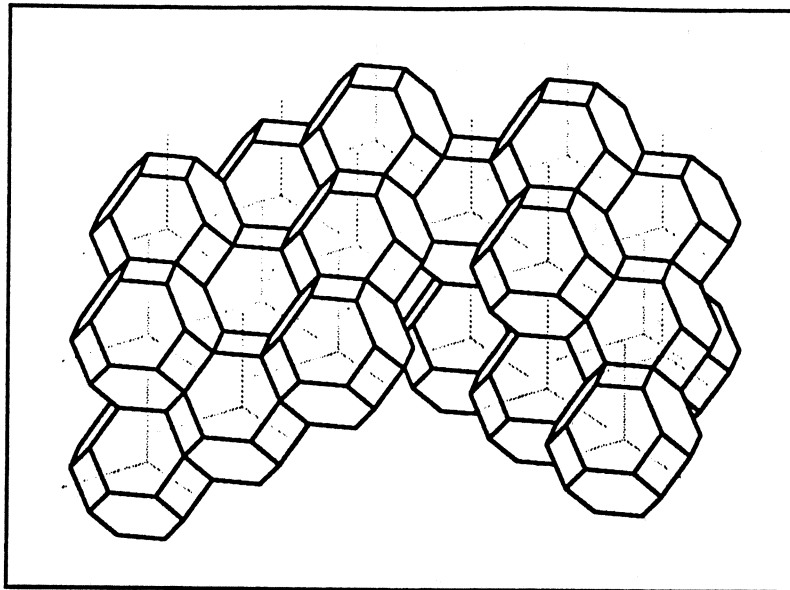


Fig. 7

Alle Figuren dieses Beitrages sind in der vorliegenden Größe auf einem Laserprinter erstellt worden.