"Geometrisches Zeichnen - ein notwendiges Fach?"

Abstrakt:

Da es Überlegungen zur Abschaffung des Faches Geometrisches Zeichnen oder der Zusammenlegung mit dem Fach Mathematik gibt, soll an Hand von Schülerarbeiten die aktualisierte Situation der Lehr- und Lerninhalte aufgezeigt werden. Neben traditionelle Inhalte tritt der Einsatz von CAD-Anwendungen, die aber das Wissen um die konstruktive Umsetzung nicht ersetzen können und auch neue Unterrichtsmethoden erfordern. Eine verstärkte Schulung der Raumvorstellung ermöglicht erst die Auseinandersetzung mit anderen Flächentypen als den bisher im Schulunterricht behandelten, zeigt aber gleichzeitig die Wichtigkeit und Unersetzbarkeit der Grundlagenkenntnisse. Damit wird der Weg zur notwendigen Kreativität für neue technisch-naturwissenschaftlichen Lösungen geebnet.

0) Zur Person des Referenten:

Mag. Karl Zeitlhofer, geb. 1952
verheiratet, Vater von Katharina (3.Kl. RG), Thomas (2.Kl. AHS)

1970 Matura in Amstetten (altes Rg: Latein, kein GZ, aber DG in der 7./8. Klasse)
Herbst 1971 bis 1977: Studium an der TU Wien (DG: Prof. Brauner, M: Prof. Nöbauer)

seit 1973 im Schuldienst:
Vorstudienlehrgang der Wiener Universitäten (bis 1980/81): dort erste Erfahrungen, daß die Zeichnung **Kommunikationsmittel** ist, da die ausländischen Studenten mehr oder weniger (Fach-)Deutsch können
1974/75 bis 1981/82: verschiedene Wiener Realgymnasien und Vorstudienlehrgang, zuletzt auch BG/BRG Mödling
seit 1982/83: ganz am BG/BRG Mödling, Franz Keimgasse
in den letzten Jahren nur mehr DG-Unterricht, da mit der administrativen Führung der Schule betraut.
Seit 3 Jahren Leiter der AG für DG/GZ in N.Ö.

1) Chronologie der jüngsten Schulentwicklung:

Am 30. Juni 1993 erschien in den Salzburger Nachrichten ein Artikel, in dem der Schulsprecher der ÖVP Abg. z. NR und Präsident des Salzburger Landesschulrates Herr Mag. Gerhard Schäffer vorschlug, das Gymnasium mit dem dort berechtigten Latein zu zementieren; zur Erreichung solle das Realgymnasium durch die Einführung einer zweiten lebenden Fremdsprache ab der 3. Klasse "aufgewertet" werden.

Die Herren Prof. Stachel und Prof. Pottmann vom Institut für Geometrie an der Technischen Universität Wien haben dagegen am 17. November 1993 in einem Brief an Herrn Vizekanzler Dr. Erhard Busek protestiert und Ihre sachlichen Einwände vorgetragen. Das Antwortschreiben vom 10. Dezember 1993 des Herrn Vizekanzlers zerstreut aber keineswegs die Bedenken der Geometrielehrer aller Schulformen.

Heißt es darin zunächst, daß "... an eine Abschaffung von GZ ... **nicht** gedacht ist ...",so wird im nächsten Absatz die zitierte Aussage selbst widerlegt. Liest man doch, daß "... Inhalte von GZ ... in die **beiden Fächer Mathematik sowie Informatik** eingeflossen sind ..." und "... ist eine **Zusammenlegung** von Mathematik und GZ zu einem einzigen Unterrichtsfach gedacht ...". Im Schlußteil findet sich "Die durch die Zusammenlegung von Mathematik und GZ zu einem einzigen Unterrichtsfach **abfallenden** Stunden könnten als **Basis** für eine weitere Fremdsprache dienen."

Das Institut für Geometrie an der TU Wien hat daraufhin alle Direktoren und Professoren aller AHS und BHS aufgefordert, Protestschreiben zu dieser Vorgangsweise an BM Dr. Scholten zu schicken.

Ich selbst habe einen langen Brief an viele öffentliche Personen gesandt, in denen ich **sachliche** Argumente für die Beibehaltung des GZ-Unterrichts dargelegt habe.

Am 18. Jänner 1994 fand ein konstruktives Gespräch zwischen BM Dr. Scholten und Herrn Prof. Pottmann, Koll. Asperl und Koll. Scharf statt.

Die Antwortschreiben aus dem Ministerium und dem Stadtschulrat für Wien waren durchaus beruhigend und sachlich: man verwies auf die Autonomie der einzelnen Schulen - nur wenn eine entsprechende Mehrheit von Eltern, Schülern und Lehrern die Einführung einer zweiten lebenden Fremdsprache wünsche, solle es zu Stundenumschichtungen kommen - und darauf, daß der Koalitionspartner das Zugeständnis einer solchen Autonomiebestimmung **nur** für das Realgymnasium verlangte.

Das Antwortschreiben von Herrn Vizekanzler und BM Dr. Busek gingen allerdings nicht auf die Argumente ein:

> "International gesehen ist "Geometrisches Zeichen" und "Darstellende Geometrie" kein verbindlicher Teil des Unterrichtes in allgemeinbildenden Schulen. In Österreich haben wir die bewährten Höheren technischen Lehranstalten ... Dort werden die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten der beiden Unterrichtsgegnestände vermittelt.
>
> Die neueste Entwicklung hat dazu geführt, daß traditionelle Inhalte des GZ-Unterrichts obsolet wurden. An ihre Stelle tritt das Arbeiten mit CAD. Dafür kann an allgemeinbildenden Schulen wegen der enormen Kosten (Pro Arbeitsplatz mindestens S 35.000,--) kein Platz sein. Alle Fachleute sind sich darüber einig, daß in einem Europa der Zukunft Fremdsprachenkenntnisse wesentlich an Bedeutung gewinnen werden."

Schließlich wird auf <u>eine freiwillige Entscheidung</u> im Rahmen der schulautonomen Lehrplanbestimmungen verwiesen.

Derzeitiger Stand: Der vom BMfU vorgelegte Entwurf wurde in den Bundesländern Wien, Niederösterreich und Salzburg einstimmig von Kollegium abgelehnt!

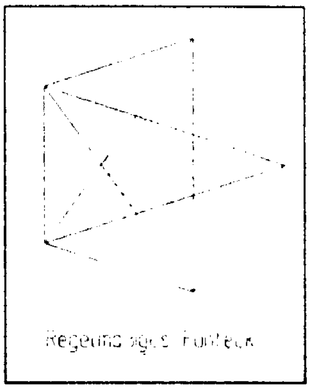
Anmerkung: Beachtenswert in der Diskussion ist der Umstand, daß die Hauptschule (trotz wortidenten Lehrplänen) nicht erwähnt wird.

2) Geometrisches Zeichnen - Beispiele zum Unterricht

Im folgenden möchte ich eine Reihe von Beispielen aus dem Unterricht in Geometrischem Zeichnen präsentieren. Sie sollen illustrieren, wie abwechslungsreich und fächerübergreifend die Inhalte des Gegenstandes aufgearbeitet werden können. Sie zeigen auch, wie dabei gleichzeitig die traditionellen Inhalte nicht verlorengehen. Zusätzlich finden sich Ansatzpunkte zur Förderung der Kreativität, die im "Trägerfach" wie in keinem anderen Fach aufgegriffen und derartig stark in die neuen Lehrpläne eingebaut wurde wie im Fach Geometrisches Zeichnen. Die Dias haben mir freundlicherweise die Kollegen Thomas Müller, Krems, und Georg Schilling, Wieselburg, zur Verfügung gestellt. Die Overheadfolien sind einem Manusskript zu einem Ausbildungskurs für Geometrisches Zeichnen entnommen, den ich mit den genannten Kollegen am PI Niederösterreich halte.

2.1 Konstruktion regelmäßiger Vielecke - Die erste Tuschezeichnung

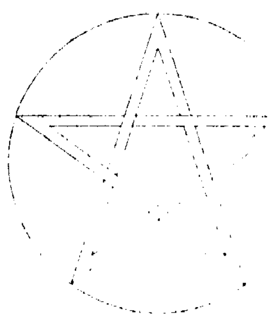
Ziel: *Zusammenfassung exakter und näherungsweiser Konstruktionen regelmäßiger Vielecke. Dadurch soll den Lehrplanforderungen "Durchführen von einfachen Konstruktionen zur Schulung im manuellen Gebrauch von Zeichengeräten, zur Schulung von Zeichen-techniken, zur Förderung der Sauberkeit, Genauigkeit und Ästhetik" und "Konstruktion elementarer ebener geometrischer Figuren" entsprochen werden.*



Pentagramm: regelmäßiges Fünfeck mit allen Diagonalen
1. Schritt: Blattformat überprüfen
2. Schritt: Ev. Rand einzeichnen
3. Schritt: Bleistiftkonstruktion
4. Schritt: Tuscheausführung
5. Schritt: Bleistiftstriche abradieren, Tuschefehler ausbessern
6. Schritt: Farbanlegen

Variante: Schritt 1 bis 5 dem Computer konstruieren!

Das Endergebnis kann auf viele Arten ausgeführt werden:



* Eine mögliche Ausfertigung wäre als reiner Fünfecksstern, wie er auf vielen Flaggen vorkommt. Damit bietet sich eine nette **Querverbindung zur Geographie (Länderkunde)** an. Als Hausübung könnte man die Flagge eines bestimmten Staates zeichnen lassen.

* Durch Parallelverschieben der Fünfeckdiagonalen ergibt sich ein sogenannter **"DRUDENFUSS"**. Auf das mannigfache Auftreten dieses Symbols in der Geschichte verweist der unterstehende Schriftblock!

CAD-Anmerkung: Die Konstruktion regelmäßiger Vielecke kann mit der in GZ eingeführten Software sehr einfach und graphisch genau erfolgen.
* Mit **CAD-2D**: Mit <F3> Eingabe auf POLAR umstellen
* Mit **PC-DESIGN**: Kreismenü - Punktmenü - Streckenmenü

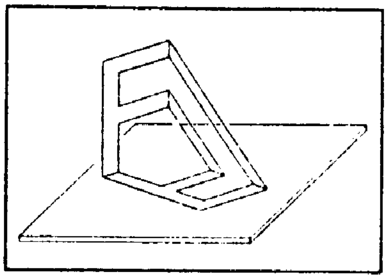
Anregungen zu diesem Thema sollen auch die folgenden Dias vermitteln

1.) Optische Täuschungen
2.) Band: Tibetanisches Glückssymbol
3.) Band
4.) Schneekristalle
5.) A Celtic Design
6.) Kreisornament: Rosette
7.) Kreisband: Griechisches Flechtband
8.) Kerbschnitte
9.) Kerbschnitte

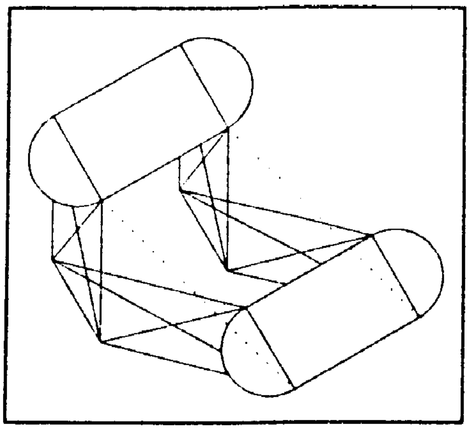
2.2 Parallelprojektion - Projektionsarten und ihre Eigenschaften

Ziel: ***Wir wollen in diesem Abschnitt den Abbildungsbegriff (im Sinne einer Projektion) einführen, die wichtigsten Projektionsarten besprechen und vor allem die Eigenschaften der Parallelprojektion herleiten.***

Eigenschaften der Parallelprojektion:

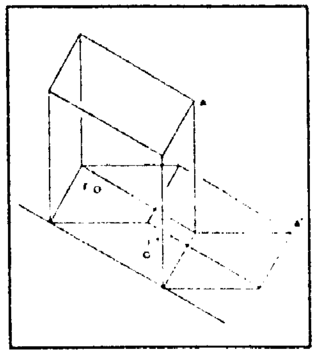


1) Jeder Punkt P hat als Riß einen Bildpunkt P^p in der Bildebene.
2) Jeder Punkt G der Bildebene fällt mit seinem Bildpunkt G^p zusammen.
3) Jede Gerade g hat i.a. als Riß eine Bildgerade g^p; Ausnahme: Die Gerade liegt parallel zu den Sehstrahlen (projizierende Gerade), ihr Riß g^p ist dann ein Punkt.



4) Sind zwei Strecken parallel und gleich lang, so sind auch ihre Risse parallel und gleich lang.
5) Ist eine Strecke parallel zur Bildebene, so ist ihr Riß parallel zur Strecke im Raum und die Länge im Bild weist die gleiche Länge wie im Raum auf: Sie erscheint in **wahrer Länge**.
6) Der Riß einer Geraden geht immer durch den Schnittpunkt der Geraden mit der Bildebene (Spurpunkt).
7) Ist eine Gerade parallel zur Bildebene, so ist die dazugehörige Bildgerade parallel zur Geraden: sie heißt dann **Hauptgerade**.
8) Liegt ein Punkt P auf einer Geraden g, so liegt sein Bild P^p auf der Bildgeraden g^p.
9) Teilt ein Punkt R eine Strecke $\overline{GP}$ im Raum in einem bestimmten Teilverhältnis r : s, so teilt der Bildpunkt R^p die Bildstrecke $\overline{G^pP^p}$ im selben Teilverhältnis (falls sie nicht projizierend ist).
10) Der Parallelriß einer ebenen Figur ist im allgemeinen wieder eine ebene Figur. Bei der Projektion gehen natürlich einige Eigenschaften der Figur verloren, sie wird i.a. verzerrt erscheinen.
11) Liegt eine (ebene) Figur parallel zur Bildebene, so ist die Bildfigur kongruent zur Figur im Raum: Sie befindet sich in **Hauptlage** und erscheint in wahrer Größe. Ihr Bild entsteht durch Translation in Sehstrahlrichtung.

Abschließend wollen wir noch das schematisierte Foto eines Fußballtores betrachten. Wir sehen auf dem Foto den Ball F und seinen Schatten F'. Es drängt sich die Frage auf, ob der Ball zum Zeitpunkt der Aufnahme schon im Tor war.



Zur Beantwortung dieser Frage nützen wir die Eigenschaften der Parallelprojektion. Da auf dem Foto nur ein Schatten des Tores zu sehen ist, ist die Aufnahme bei Sonnenlicht - also bei Parallelbeleuchtung - entstanden. Ein Lichtstrahl läßt sich etwa als Verbindung von A mit A' rekonstruieren. Dann ermitteln wir jenen Punkt F' des Spielfeldes, über dem sich der Ball befindet.

Weitere Anregungen zum Thema Parallelprojektion und ihre Eigenschaften zeigen die Dias

10.) Buchstabenschatten "AUT"

11.) Buchstabenschatten "GWK"

Einen Übergang zur Konstruktion von Parallelrissen (Schrägrissen) zeigt Dia

12.) Kreuzform

Gerade beim letzten Beispiel läßt sich der Computer wieder sinnvoll einsetzen, da mit seiner Hilfe sehr rasch und genau die kongruenten Teile gezeichnet werden können. Dies setzt aber eine genügende Beherrschung der Kongruenzabbildungen voraus, die etwa auch in Form des Dia

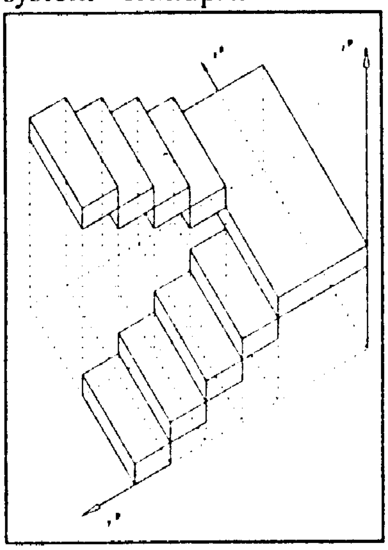
13.) Kongruenzabbildungen

erworben werden kann.

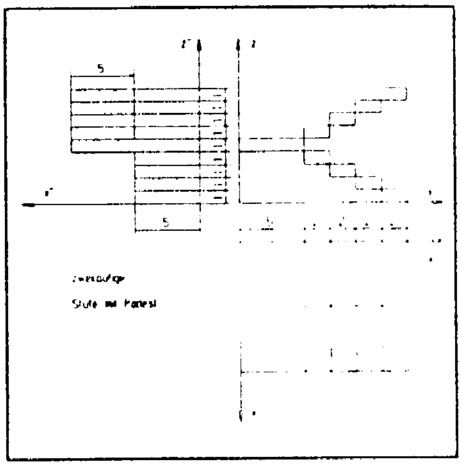
2.3 Darstellung technischer Objekte in Horizontal- und Frontalrissen

Ziel: *Erkennen und Beschreiben der Form eines Objektes, Sprechen über die Geometrie, Verknüpfen des Objektes mit einem kartesischen Rechtskoordinatensystem, Wahl von geeigneten Abbildungsmethoden, Verwendung von Explosionszeichnungen (als Bauanleitung) und ihre Bedeutung in der technischen Praxis*

Beispiel 2.3.1: Wir wollen die in den Hauptrissen bemaßte Darstellung einer sehr einfachen Treppe betrachten. Mit dieser zweiläufigen Treppe ist bereits ein Koordinatensystem verknüpft:



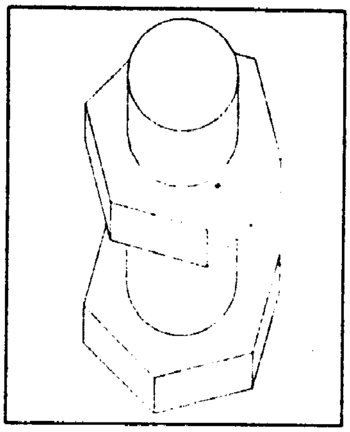
damit ist für unser Objekt vorne - hinten, rechts - links, oben - unten festgelegt.

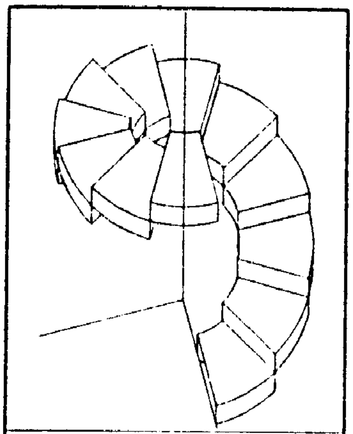


Das Objekt besteht nur aus Quadern, die zwar großteils gleiche Größe haben, allerdings im Raum gegeneinander versetzt sind.

Für die nebenstehende Darstellung wurde die Treppe in einem Horizontalriß abgebildet.

Beispiel 2.3.2: Wir stellen die Schraube mit ihrem Kopf auf den Tisch und legen das Koordinatensystem so in das Objekt, daß die z-Achse in die Prismen- und Zylinderachse fällt; ein Eckpunkt des Sechskantkopfes soll auf der x-Achse liegen. Bei diesem Objekt ist bei dieser natürlichen Aufstellung eine Abbildung in einem Horizontalriß für die anschauliche Schrägrißdarstellung jedem anderen Abbildungsverfahren vorzuziehen, da sonst graphische Probleme auftreten. Die Mutter ist gegenüber dem Kopf um 30° verdreht.





Wendeltreppe

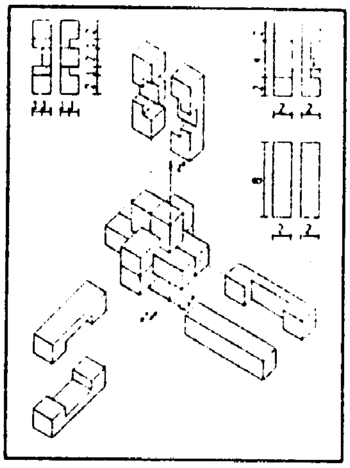
Beispiel 2.3.3: Die einzelnen Stufen der nebenstehenden Wendeltreppe sind "Kreisringscheibenteile".

Einfachere Varianten ergeben sich durch Weglassen der Stufenplattendicke oder/und des inneren Hohlraumes.
Bei der gezeichneten Variante sind zwar nur die sichtbaren Teile eingetragen, dennoch treten bei der dritten und neunten Stufe Umrißerzeugenden des äußeren Drehzylinderteiles auf!

In den bisherigen Beispielen haben wir Anwendungen aus dem Bauwesen und Maschinenbau kennengelernt.

Beispiel 2.3.4: Wir sehen eine Holzverbindung, die nur durch Zusammenstecken eine feste Verbindung ergibt - falls die Teile genügend genau gefertigt wurden. Im Inneren dieses "Teufelsknoten" sind dabei keine Hohlräume. Um vom Innenleben eine Vorstellung zu bekommen, wurden die Einzelteile in einer Explosionsdarstellung dem fertigen Objekt hinzugefügt.

Dieses Beispiel könnte in einem fächerübergreifenden Projekt mit dem Gegenstand Technisches Werken behandelt werden; fächerübergreifend zu Mathematik könnten Oberfläche und Volumen sowie der prozentuelle Verschnitt berechnet werden.



Eine Zugangsmöglichkeit geht vom Modell aus, das zunächst in einer Freihand-(schrägriß)zeichnung festgehalten werden soll; in diese Zeichnung können wir auch die Objektbemaßung eintragen. Auf grund dieser Skizze wird dann eine ordentliche Werkzeichnung gefertigt. Diese besteht sicherlich aus den bemaßten Hauptrissen und eventuell auch aus (einigen) Schrägrißansichten des Objektes. Dabei ist es empfehlenswert, verschiedene Blickrichtungen zu wählen. Damit schulen wir das Raumvorstellungsvermögen.

Neben den vorgestellten Holzverbindungen sind hier auch die Holzmodelle aus der Serie von "IVO HAAS" sehr geeignet: die Objektmaße sind für Zeichnungen im Format DIN A4 zurechtgeschnitten. Außerdem beinhaltet jede Serie 16 gleiche Modelle, sodaß zumindest in jeder Bank ein Modell zu Verfügung steht. Die Schüler können somit die Geometrie begreifen. Beispiele zeigen die Dias

13) Militärriß/Axonometrie
14) Militärriß
15) Baustein 2
16) Axonometrie

Aber auch Computer-Spiele wie "Block-Out" mit seinen Somateilen in Dia

17) Soma 2
18) Soma 2

sind für den Schüler handfeste Geometrie. Kreativität und Eigenständigkeit beiweisen das Dia

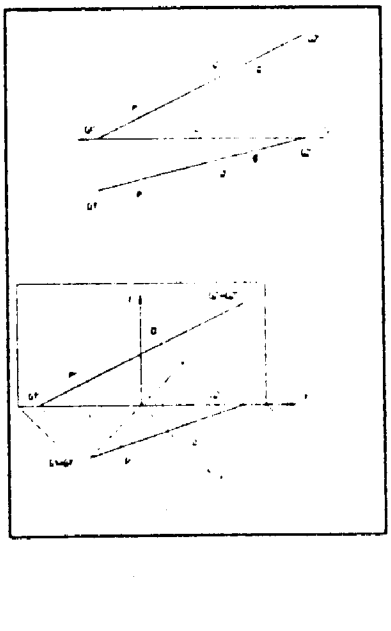
19) Kapelle
20) Bolzen

oder aber auch die OHP-Folie "Ritterburg".

2.4 Hauptrisse einer Geraden
Lage einer Geraden zur Bildebene - Lage von Punkten und Geraden zueinander

Ziel: ***Erkennen und Beschreiben der Lage einer Geraden zur Bildebene, der Lage eines Punktes zu einer Geraden; Ermittlung der Spurpunkte einer Geraden; Erkennen der besonderen Lage einer Geraden zu einer Bildebene***

Die folgenden Überlegungen wollen wir für Darstellungen in Grund- und Aufriß anstellen: Mit diesen Abbildungen werden häufig technische Werkzeichnungen angefertigt. Sie sollen daher auch ausführlicher behandelt werden, da vor allem das Lesen solcher Bilder wegen ihrer Nichtanschaulichkeit Schwierigkeiten macht. Dennoch zeigt gerade der folgende Abschnitt die Vorteile dieser Abbildungsmethode für die Praxis.



Wir können eine Gerade im Raum durch zwei verschiedene Punkte festlegen; die Bilder der Geraden erhalten wir durch Verbinden der Grundrisse der Punkte beziehungsweise der Aufrisse der beiden Punkte. Wir zeichnen üblicherweise den Grundriß bzw. den Aufriß einer Geraden nur bis zur 12–Achse.

Beispiel: Nach dem Zeichnen von Grund- und Aufriß dieser Geraden bauen wir ein einfaches Modell mit einem Bleistift. Beschreiben wir die Lage dieser Geraden im Raum, so sehen wir, daß die Punkte der Geraden links weiter vorne liegen als rechts und daß ihre Punkte links tiefer liegen als rechts. Wir sagen, die Gerade verläuft von **links vorne unten** nach **rechts hinten oben.** Wir können die Bilder einer Geraden auch zuerst in Grund– und Aufriß aufzeichnen, dann von zwei Punkten die Koordinaten ermitteln, ihr Modell bauen und die Gerade beschreiben. Wir bestimmen die Schnittpunkte der Geraden mit der ersten und der zweiten Bildebene, also ihre **Spurpunkte**.

Inzidenzkriterium: Liegt ein Punkt im Raum auf einer Geraden, so liegt sein Grundriß auf dem Grundriß der Geraden und sein Aufriß auf dem Aufriß der Geraden liegt. Die Umkehrung dieser Aussage ist allerdings, wie das Beispiel **Profilgerade** zeigt, nicht immer richtig. Dies erschwert das Lesen von Zeichnungen.

Besondere Lage einer Geraden zu den Bildebenen:

Es können nun einige Sonderfälle der Lage einer Geraden zu einer der beiden Bildebenen auftreten. Eine Gerade könnte doch zu einer der beiden Bildebenen parallel oder normal liegen.

Fall 1: Die Gerade liegt im Raum nur parallel zur ersten Bildebene π_1. Strecken, die auf dieser Geraden liegen, bilden sich im Grundriß in gleicher Länge wie im Raum ab; wir sagen, sie erscheint im Grundriß in **wahrer Länge**. Eine solche Gerade heißt **1. Hauptgerade**.

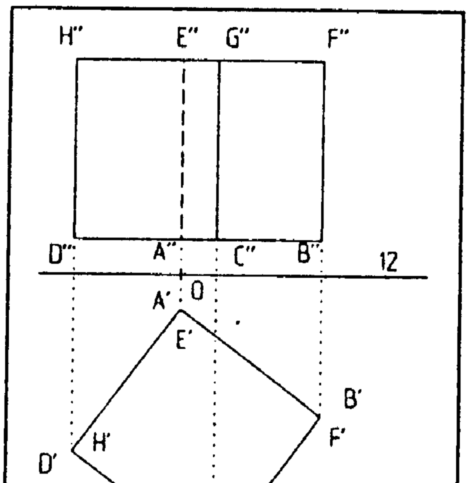
Fall 2: Die Gerade liegt im Raum nur parallel zur zweiten Bildebene π_2. Strecken, die auf dieser Geraden liegen, bilden sich im Aufriß in gleicher Länge wie im Raum ab; wir sagen, sie erscheint im Aufriß in wahrer Länge. Eine solche Gerade heißt **2. Hauptgerade**.

Fall 3: Die Gerade liegt im Raum normal zur ersten Bildebene π_1. Wir erkennen im Modell, daß dann ihr Aufriß normal zur 12–Achse liegen muß; im Grundriß sehen wir von der Geraden nur einen Punkt. Eine solche Gerade heißt **erstprojizierende Gerade**.

Fall 4: Die Gerade liegt im Raum normal zur zweiten Bildebene π_2. Wir erkennen im Modell, daß dann ihr Grundriß normal zur 12–Achse liegen muß; im Aufriß sehen wir von der Geraden nur einen Punkt. Eine solche Gerade heißt **zweitprojizierende Gerade**.

2.5 Körperkonstruktionen - Anwendungen der besonderen Lage von Geraden

Ziel: ***Erkennen und Anwendung der besonderen Lage von Geraden zur Bildebene zur Konstruktion von Hexaeder (Würfel), quadratischer Pyramide, Oktaeder und Tetraeder in besonderen Lagen in Grund- und Aufriß.***

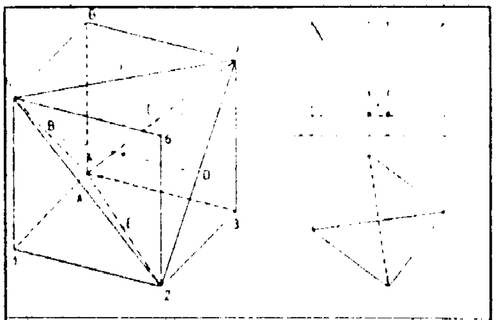


Beispiel 2.5.1: In unserem ersten Anwendungsbeispiel des bisher erworbenen Wissens wollen wir Grund- und Aufriß eines Würfels konstruieren, von dem wir zwei Eckpunkte A(1|0|1) und B(4|4|z) kennen und wissen, daß seine Basisebene ABCD parallel zur ersten Bildebene π_1 liegt. Wir zeichnen auf einem Blatt DIN A4 quer und wählen O[90|120].

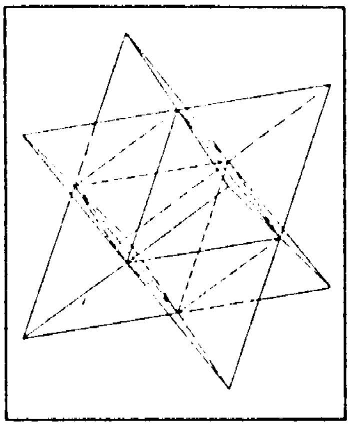
Anleitungen: Wenn Sie dieses Beispiel mit den Schülern durchbesprechen, können die Begriffe Hauptlage einer Geraden, projizierende Lage einer Geraden und Hauptlage einer ebenen Figur - der Basisebene und der Deckebene - ausführlich eingeübt und wiederholt werden. Achten Sie vor allem auf eine saubere sprachliche Formulierung.

Anregungen - weitere Würfeleigenschaften:

Wir wollen einem Würfel die (Bilder der) Flächendiagonalen eintragen, die von einer Ecke ausgehen. Dieses nicht orthogonale "Dreibein" können wir durch weitere (Bilder von) drei Flächendiagonalen schließen. Es entsteht somit ein regelmäßiges Tetraeder.



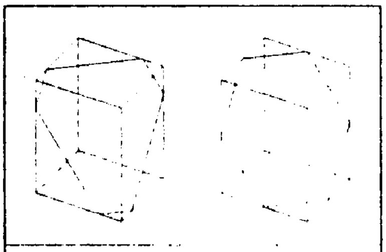
Würfel - eingeschriebenes Tetraeder

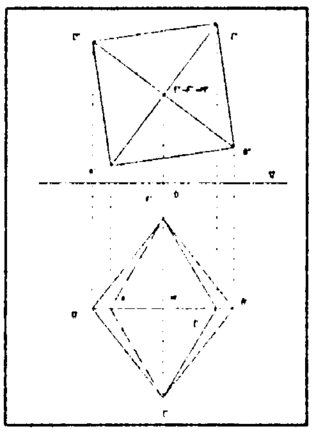


Da bei einem (regelmäßigen) Tetraeder von den sechs Kanten je zwei zueinander windschief liegen, gibt es drei solcher Paare windschiefer Tetraederkanten. Zu zwei windschiefen Kanten gibt es eine Gemeinnormale - das ist die Verbindungsgerade jener beiden Punkte auf den Geraden, die die kleinste Entfernung haben und die zu den beiden windschiefen Geraden normal ist: Die Gemeinnormale von zwei windschiefen Tetraederkanten liegt bei der gewählten Aufstellung jeweils parallel zu einer Würfelkante und verläuft von einer Würfel-Flächenmitte zur gegenüberliegenden Würfel-Flächenmitte. Die drei Paare windschiefer Tetraederkanten besitzen somit drei paarweise orthogonale Gemeinnormale. Der Abstand von windschiefen Tetraederkanten ist gleich der Würfelseite.

Zeichnen wir beide eingeschriebenen Tetraeder in den Würfel ein, die als Schnitt jenes regelmäßige Oktaeder besitzen, das aus den sechs Würfel-Flächenmitten gebildet wird, so erhalten wir das "**Stella octangula**".

Schleifen wir einem Würfel die Ecken ab: In der linken Figur wurden die Kanten des Würfels geviertelt, in der rechten Figur in die Hälfte geteilt. Wir erhalten ebene Schnitte und erkennen im zweiten Fall als Schnitt ein regelmäßiges Sechseck, das in der Symmetrieebene der dazu normalen Raumdiagonale liegt.





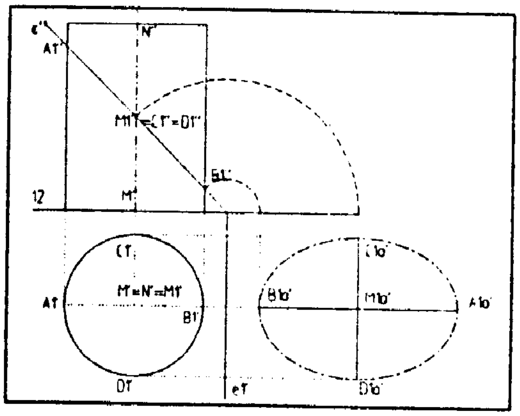
Beispiel 2.5.2: Wir sollen ein regelmäßiges Oktaeder konstruieren, von dem wir zwei Eckpunkte A(7|-3|1) und C(x|3|9) kennen und wissen, daß seine Basisebene ABCD parallel zur zweiten Bildebene π_2 liegt. Wir zeichnen auf einem Blatt DIN A4 hoch und wählen O[105|170].

Anleitung: Analog zum vorigen Beispiel, wobei neuerlich auf die sprachliche Umsetzung geachtet werden sollte, zumal nun die Überlegungen bezüglich der zweiten Bildebene π_2 zu formulieren sind.

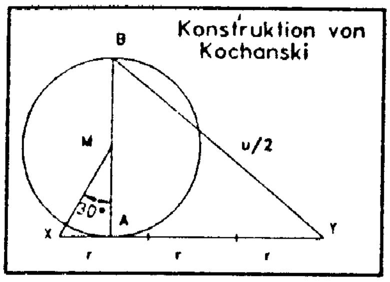
2.6 Ebener Drehzylinderschnitt - Zylindernetze

Ziel: *Erlernen des Schnittes eines Drehzylinders in einfacher Aufstellung mit einer projizierenden Ebene sowie das Anfertigen eines Modelles, also der Herstellung eines Ausschneidebogens; punktweise Ermittlung der Abwicklung eines Zylinderhufes; Aufwicklung einer Geraden auf einem Drehzylinder, kürzester Weg zwischen zwei Drehzylinder(mantel)punkten, die nicht auf der selben Erzeugenden liegen.*

Beispiel 2.6.1a: Wir wollen den Drehzylinder mit dem Mittelpunkt M(4|0|0), dem Radius r= 3 und der Höhe h = 8, der auf der ersten Bildebene π_1 steht, mit der Ebene ε schneiden. Von der Ebene ε kennen wir die drei Punkte I(0|4|0), II(8|4|0) und M1(4|0|4). Wir zeichnen auf einem Blatt DIN A4 quer und wählen den Ursprung mit O[70|110].



Wir sollen die wahre Größe der Schnittellipse durch Drehen der Ebene ε um ihre erste Spur e1 nach π_1 ermitteln.

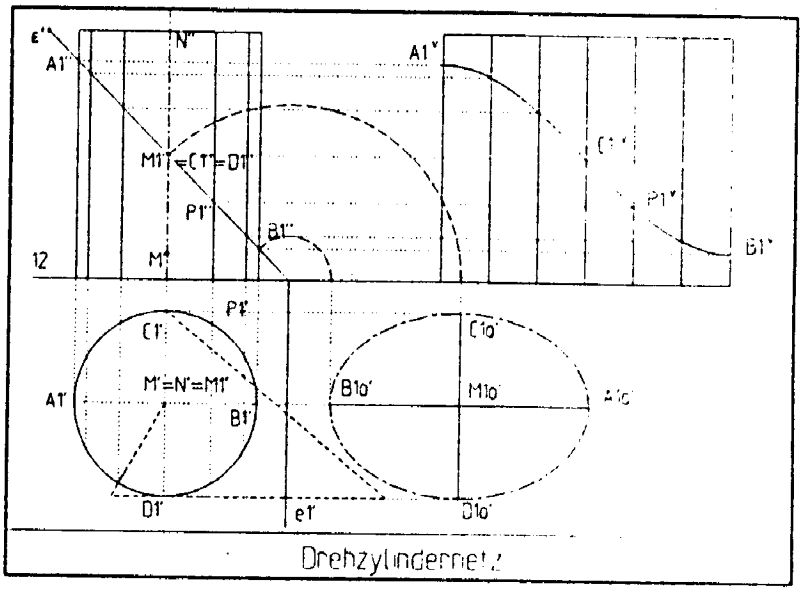


Zwischenbemerkung: Für die folgende Aufgabe benötigen wir die Rektifizierung des Kreises, also eine (Näherungs-) Konstruktion zur konstruktiven Ermittlung einer Strecke, die dem (halben) Kreisumfang entspricht. Sehr zweckmäßig dafür ist die Konstruktion von **Adam Kochansky** (1631-1700).

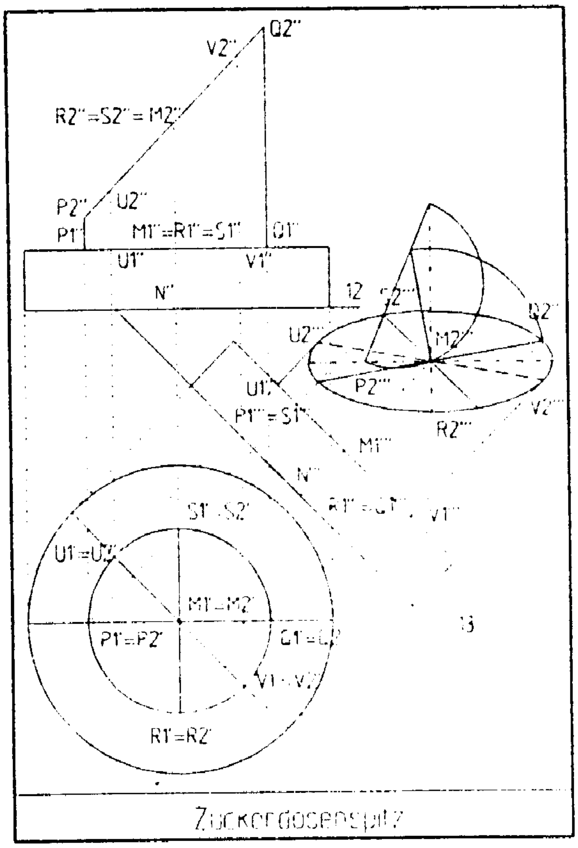
Wir wollen die Genauigkeit durch Rechnung überprüfen. Der Fehler beträgt weniger als 0,001888 %!

Beispiel 2.6.1b: Wir wollen für den Zylinderhuf aus Beispiel 1a ein Modell aus Zeichenkarton anfertigen.

Um den Ausschneidebogen für den verbleibenden Zylindermantel zu konstruieren, müssen wir den Mantel in die Ebene ausbreiten, eine **Verebnung** zeichnen.



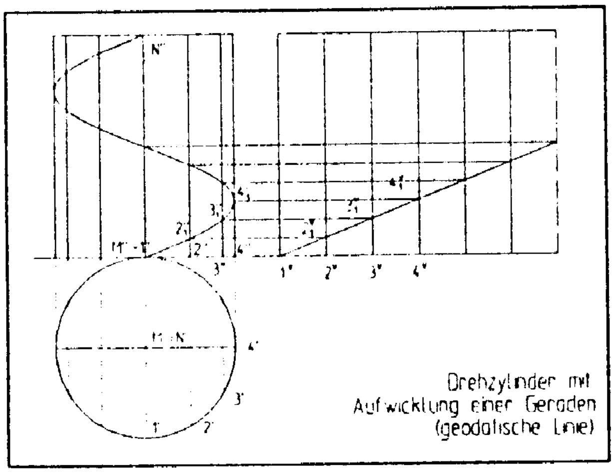
Beispiel 2.6.2: Auf einem Drehzylinder mit dem Basismittelpunkt N(10|0|0), dem Radius r = 5 und der Höhe h = 2, der auf der ersten Bildebene π_1 steht, steht ein laut nebenstehender Figur unter 45° geschnittener Drehzylinder mit der Basismitte M1(10|0|2) und der Schnittellipsenmitte M2(10|0|6). Der Koordinatenursprung für die Zeichnung auf einem Blatt DIN A4 hoch liegt bei O[70|185].



Wir sollen von diesem vereinfachten Schraubverschluß einer Zuckerdose für die angegebene 13-Achse (45° zur 12-Achse, Schnittpunkt 2 cm links vom Ursprung) den Seitenriß ermitteln!

Der Geometer interessiert sich vor allem für die beiden Erzeugenden (im Raum), die den dritten **wahren Umriß** oder **Kontur** und ihr <u>drittes</u> Bild den dritten (**scheinbaren**) **Umriß** bilden. Die im dritten Bild auftretenden scheinbaren Berührpunkte heißen **scheinbare Umrißpunkte.**

*<u>Anmerkung</u>: Aus den beiden Beispielen ergibt sich, daß der Schrägriß einer Kugel - also ihr Bild bei Schrägprojektion - <u>kein</u> Kreis, sondern eine Ellipse ist. Legen wir in den Drehzylinder eine Kugel derart, daß ihr Äquatorkreis gleich dem Basiskreis des Drehzylinders ist und wählen die Erzeugendenrichtung als Projektionsrichtung sowie die Schnittebene ε als Bildebene, so ergibt sich genau dieser ebene Ellipsenschnitt als Bild der Kugel. Wir sehen, daß der Äquatorkreis alleine das Bild der Kugel vortäuschen kann. Grund dafür ist, daß (nur) seine Punkte Tangentialebenen besitzen, die bei Projektion in Erzeugendenrichtung projizierend sind. Punkte einer Fläche mit dieser Eigenschaft nennen wir den **wahren Umriß**. Der wahre Umriß ist also eine Raumkurve. Sein Bild, bei unserem Beispiel also die Schnittellipse, heißt der **scheinbare Umriß**.*



Drehzylinder mit Aufwicklung einer Geraden (geodätische Linie)

Beispiel 2.6. 3: Wir zeichen Grund- und Aufriß eines Drehzylinders auf der ersten Bildebene π_1 mit der Mitte M, Radius r und Höhe h. Neben dem Aufriß konstruieren wir die Verebnung des halben Zylindermantels. Auf diesem Zylinder soll eine Schnur einmal herumgewickelt werden.

Anmerkung 1: Der Techniker nennt solche Kurven **Schraublinien.**

Anmerkung 2: Diese Linie ist die kürzeste Verbindung von zwei Zylinderflächenpunkten, also eine **geodätische Linie.**

3) Raumvorstellung

Ziel: *Von der "Raumvorstellung" zum "Raumdenken"; Hinweise auf den aktuellen Stand der Forschung zum Thema "Synergie", der - auch geschlechtsspezifischen - Wechselwirkung beider Gehirnhälften im Zusammenhang mit Raumorientierung. Vorstellung von Übungsreihen, welche einerseits die Raumvorstellung, andererseits das Raumdenken ansprechen sollen. Querverbindung GZ ⟷ Psychologie!*

3.1 Was versteht man unter »Raumvorstellung« ?

Nachstehende Sequenzen weisen einen Zugang, eine schrittweise Annäherung an den Begriff »Raumvorstellung«:

(1) **Wahrnehmung durch die Sinne** und zwar in Form von Gestalt, Größe und Lage von Dingen der uns umgebenden dreidimensionalen Umwelt: **Raumanschauung bzw. Raumwahrnehmung** (space perception).
(2) **Speicherung der Daten** im Gedächtnis
(3) **Abruf der Daten** (Erinnerung)
(4) **Mitteilung der (ggf. auch gedanklich veränderten) Daten** über mögliche Informationsträger:
   - Sprache, in Form einer Beschreibung
   - (technische) Zeichnung, Foto,..

   Voraussetzungen an den "Empfänger": Wesentlich für einen sicheren Aufbau eines gedanklichen Bildes sind ausreichende Erfahrungen mit der Raumwahrnehmung. Diese ergänzen die gebotenen Informationen zu einem Vorstellungsbild der räumlichen Situation, zur **Raumvorstellung** (space visualisation, space imagination)

Nach Leopold MAKOVSKY [IBDG II/1985] ist nun *Raumvorstellung*, im folgenden mit RV abgekürzt, *die Fähigkeit, dreidimensionale Lagebeziehungen nach Aufnahme durch die Sinne gedanklich zu erfassen, zu speichern und mit ihnen zu operieren. Das heißt, die räumlichen Realitäten in einzelne "Bausteine" zu zerlegen (analysieren), zu verändern bzw. neue Lagebeziehungen zu bauen (synthetisieren).*

Alfred BERGER, Direktor der HTBLuVA für Textilindustrie in Wien, Spengergasse, knüpft an die MAKOVSKYsche Definition an und führt weiter aus [IBDG II/1986]:

"Unschwer läßt sich ableiten, daß es sich bei der RV um einen sehr breiten und wesentlichen **Bestandteil der menschlichen Intelligenz** handelt, der sich, wie andere Intelligenzbereiche auch - nicht scharf abgrenzen läßt.

Zu dem in der Definition erwähnten Begriff des "**Operierens**" gehören Regeln und Gesetzmäßigkeiten, die in der Abbildungsgeometrie ein logisches System bilden.

Die Schulung der RV ist damit auch eine Schulung des logischen Denkens!

Will man aber über Probleme der RV auf höherer Ebene kommunizieren, so sind Abbildungen unentbehrlich. Jede Abbildung ist aber Modellbildung, sodaß es sich **bei Problemen der RV immer um logisches Denken unter Einbeziehung geeigneter Modelle** handelt.

Es erhebt sich die Frage, ob wir beim Testen der RV die Fähigkeit des Operierens mit logischen Systemen miteinbeziehen wollen oder ob wir uns bemühen wollen, diesen Logikanteil nach Möglichkeit auszuschalten."

Berger schlägt nun – in Übereinstimmung mit Howard GARDNER, Abschied vom IQ – eine klare begriffliche Trennung von "**reiner Raumvorstellung**" (GARDNER: "räumliche Intelligenz") einerseits und "**Raumdenken**" (GARDNER: "räumliche Fähigkeiten") andererseits vor, eine Sprachregelung, die in dieser Form später auch von anderen österreichischen Autoren aufgegriffen und beibehalten wurde:

»**Reine RV**« meint (bloß) die Fähigkeit, eine Form oder ein Objekt wahrzunehmen. Man kann diese Fähigkeit durch MC-Aufgaben testen oder indem man die Versuchsperson eine Form abzeichnen läßt. Abzeichnen ist schwieriger und oft entdeckt man latente Probleme im räumlichen Bereich!

Soll hingegen Form oder Objekt manipuliert werden, d.h., soll man sich vorstellen, wie dieses Objekt

◇ aus einem anderen Blickwinkel oder
◇ im gedrehten Zustand

aussieht, wird »**Raumdenken**« hinterfragt, denn es wird ein Operieren im Raum verlangt! Solche Transformationen können anspruchsvoll sein, wenn die Aufgabe verlangt, daß komplexe Formen mehrmals "im Kopf" gedreht werden sollen. Roger SHEPARD, einer der führenden Forscher auf dem Gebiet der räumlichen Intelligenz, hat nachgewiesen, daß die Zeit, die man benötigt, um herauszufinden, ob zwei Formen tatsächlich identisch sind, direkt davon abhängt, um welches Winkelmaß eine Form gedreht werden muß, bis sie mit der anderen deckungsgleich ist.

Das Raumdenken ist mithin eine grundlegende Intelligenzleistung für alle gehobenen Tätigkeiten, es inkludiert logisch-geometrisches Schließen; reine RV ist hingegen nur ein Teil des Raumdenkens (BERGER).

3.2 Neurophysiologische Hinweise:

Felix PRIMETZHOFER [IBDG II/1990]: Untersuchungen auf medizinisch-physiologischem Gebiet geben eindeutige Hinweise auf eine **laterale Asymmetrie** der Gehirnfunktionen; diese Tatsache ist bedeutsam für das Verständnis des Zustandekommens von Raumvorstellung. Verbal-logische, auf strukturelle Details ausgerichtete Funktionen sind links – und zwar dominant – repräsent, hingegen werden bildhaft-intuitive, auf komplexe Strukturen ausgerichtete Funktionen arbeitsteilig von der rechten Gehirnhälfte übernommen. In dem für Raumvorstellung unerläßlichen Zusammenspiel beider Gehirnhälften, der sog. »Synergie«, sehen Humanwissenschaftler nicht nur die Möglichkeit eines **Intelligenztrainings**, sondern auch die physiologische Bedingung für **Kreativität**!

F. PRIMETZHOFER führt in IBDG I/93 über die arbeitsteilige "Seitlichkeit" der Gehirnentwicklung weiter aus:

In der linken Gehirnhemisphäre finden sich die nach logischen Sequenzen rational ablaufenden Funktionen, in der rechten die als ganzheitliche Bilder gewonnenen komplexen Strukturen. Dieses Modell läßt nicht nur aus Grad und Art des Zusammenspiels beider Hemisphären eine Erklärung für Intelligenz und Kreativität zu, sondern weist sie als trainierfähig aus!

Mit Obigem bemerkenswert übereinstimmend, aus heutiger Sicht geradezu visionär, erscheinen in diesem Zusammenhang die didaktischen Ratschläge von C.F. GAUSS. In einer 1813 verfaßten Rezension zu G. MONGES "Géométrie descriptive" heißt es:

Man hat vor allem die Untersuchung der Raumgeometrie lieber mit Hilfe der Analyse behandelt, sie so gleichsam der Geometrie entzogen, welche sich nur der unmittelbaren Anschauung bedient. Inzwischen ist es doch immer von großer Wichtigkeit, daß auch die geometrische Methode fortwährend kultiviert werde. Abgesehen davon, daß sie in einzelnen Fällen unmittelbarer und und kürzer zum Ziel führt als die Analyse, wird sie auch besonders in formaler Hinsicht und beim jugendlichen Studium unentbehrlich bleiben, um Einseitigkeit zu verhüten, den Sinn für Strenge und Klarheit zu schärfen und den Einsichten eine Lebendigkeit und Unmittelbarkeit zu geben, welche durch die analytischen Methoden weit weniger befördert, mitunter eher gefährdet werden.

3.3 Didaktische Wege zum Raumdenken:

Wir sollen unsere Schüler zum Raumdenken erziehen! Diese Aufgabe ist so groß und komplex, daß man sie didaktisch zerlegen muß. Ein Teil dieser Zerlegung ist die Schulung der reinen RV.

Gerade in einer Zeit, wo das Detailwissen ins Unmeßbare ansteigt, muß die Schulung der grundlegenden Fähigkeiten wieder in den Vordergrund treten!

- Eine statische Übungs- bzw. Testreihe etwa an anschaulichen Parallelrissen überprüft reine RV, es läßt das logische Element in den Hintergrund treten.

- Eine dynamische Testreihe (Raumbewegungen) erfordert RV und log. Denken, hinterfrägt mithin Raumdenken!

- Großes Gewicht / einen hohen Stellenwert im Unterricht sollen ...
  - genauen Erklärungen über Raumlage und räuml. Bewegungsabläufen eines Objekts, ggf. auch deren Demonstration mit Hilfe der Zeichengeräte
  - erläuternde Farbgebungen in der Zeichnung, z.B. colorieren entsprechender Flächen in gepaarten Normalrissen
  - dem Anfertigen und "Begreifen" von Modellen bzw. der Verwendung von Fertigmodellen und Bausteinen

  beigemessen werden!

Raumdenken sollte höher gestellt werden als die reine RV!

Nach Univ.Prof. Josef TSCHUPIK (Innsbruck), Univ.Prof. Hans SACHS (Leoben) und Felix PRIEMETZHOFER (Salzburg) wird der fachdidaktische Ansatz des **gedanklichen Ausführens von Raumbewegungen** als **»kinetisches Prinzip«** bezeichnet.

Eine Forcierung dieses "kinetischen Prinzips" zeigt eine deutliche Verbesserung des Raumverständnisses und damit verbunden auch einen sprunghaften Leistungsanstieg, und zwar in allen Ausbildungsebenen und Altersklassen.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß **die Entwicklung der Raumvorstellung etwa mit dem 14. Lebensjahr abgeschlossen ist**, während es für die Höherentwicklung des Raumdenkens keine Altersgrenze gibt!

3.4 Geschlechtsspezifische Unterschiede:

Unterschiede treten bei jenen Aufgabestellungen zutage, an deren Lösung neben der linken auch die rechte Gehirnhälfte beteiligt ist. Linguistische Operationen vorwiegend in der linken, raumbezogene hauptsächlich in der rechten. (Vgl. in diesem Zusammenhang L.E. TYLER, The Psychology of Human Differences, 1965).

Im Lichte der Faktorenanalyse vieler Intelligenztests ist es erwiesen, daß die linke **Gehirnhälfte bei Frauen** viel stärker in den Denkprozeß involviert ist als bei Männern. Untersuchungen (an gesunden Menschen!) über die spezifischen Fähigkeiten der beiden Hirnhemisphären mit Hilfe spezieller Geräte, sog. Zwei- bzw. Dreifeld-Tachistoskopen ergeben eine deutlich "einseitige" Begabung der rechten Hemisphäre für räumliches Vorstellungsvermögen. (Lit.: **D. KIMURA**, The Asymmetry of the Human Brain, Sc.Am., March 1973, p. 70). Nach TYLER ist es erwiesen, daß es eine "**männliche Überlegenheit**" in **bezug auf räumliches Urteils- und Vorstellungsvermögen** gibt.

GARDNER erklärt diesen geschlechtsspezifischen Unterschied bei räumlichen Intelligenztests aus der Evolution der räumlichen Intelligenz:

Die Tätigkeiten des Jagens, Sammelns und Nomadisierens - und die damit verbundene sichere Rückkehr zu den Wohnorten oder das Auffinden bestimmter Stützpunkte - waren vorwiegend Männersache; sie setzten eine untrügliche Raumorientierung, einen "räumlichen Verstand" voraus. Entwicklungsgeschichtlich gesehen war somit die Entwicklung räumlicher Intelligenz lebensnotwendig, sie sicherte einen selektiven Vorteil gegenüber jenen, die diese Fähigkeiten in ungenügendem Maße besaßen.

3.5 Zusammenfassend kann gesagt werden:

Die Schulung der Raumanschauung ist für viele Berufe wichtig. In erster Linie für den Architekten, den Ingenieur, den Techniker, den Handwerker, aber auch für den Biologen, Chemiker, Mediziner. Der Arzt beispielsweise, der eine Operation vorbereitet oder eine Bestrahlung vornimmt und der sich vorher an Hand von zweidimensionalen Röntgenaufnahmen eine Vorstellung von der räumlichen Lage der gebrochenen Knochen oder der Geschwulst, des Tumors, etc. machen muß. Ein Professor für Innere Medizin, ein Herzspezialist, betonte immer wieder, wie dankbar er wäre, daß er DG gelernt und die Raumanschauung gepflegt hätte; er bemerkte: "Es ist kaum zu glauben, wie wenig sich die Studenten heutzutage oft in innere Vorgänge (z.B. die Herzkammern betreffend) hineindenken können"!

> **Mehr denn je gehört ein richtiges Erfassen unseres Raumes zum Verstehen unserer Umwelt überhaupt.** Es ist ein Stück allgemeiner Bildung.

Schließlich noch ein Wort zu ...
RV und Computer(gläubigkeit) ↔ RV und optimistische Unbekümmertheit

Es ist keinesfalls selbstverständlich, daß das am Bildschirm Gezeigte beim Betrachten zwingend zu richtiger Raumvorstellung führt! Axonometrische Objektdarstellungen beispielsweise werden beim Fehlen eines entsprechenden RV-Trainings **nicht räumlich interpretiert**, sondern **planimetrisch gelesen!** Insbesondere gilt dies für die sog. »WIREFRAME« - Darstellungen, die keine Sichtbarkeitsunterschiede aufweisen.

3.6 Übungsreihe zur Schulung des Raumdenkens (Josef TSCHUPIK, Innsbruck)

Ebenflächige, aus Würfeln ausgeschnittene Körper, deren Eckpunkte einem räumlichen Punktgitter angehören, sollen um eine parallel zu einer Würfelkante liegenden Achse a um (a) 90°, (b) 180°, (c) 270° gedreht werden. Stelle das Original und dessen gedrehte Raumlage mit allen sichtbaren und verdeckten Körperkanten dar; das mit dem Objekt verknüpfte Koordinatensystem (O; x,y,z) ist mitzutransformieren!

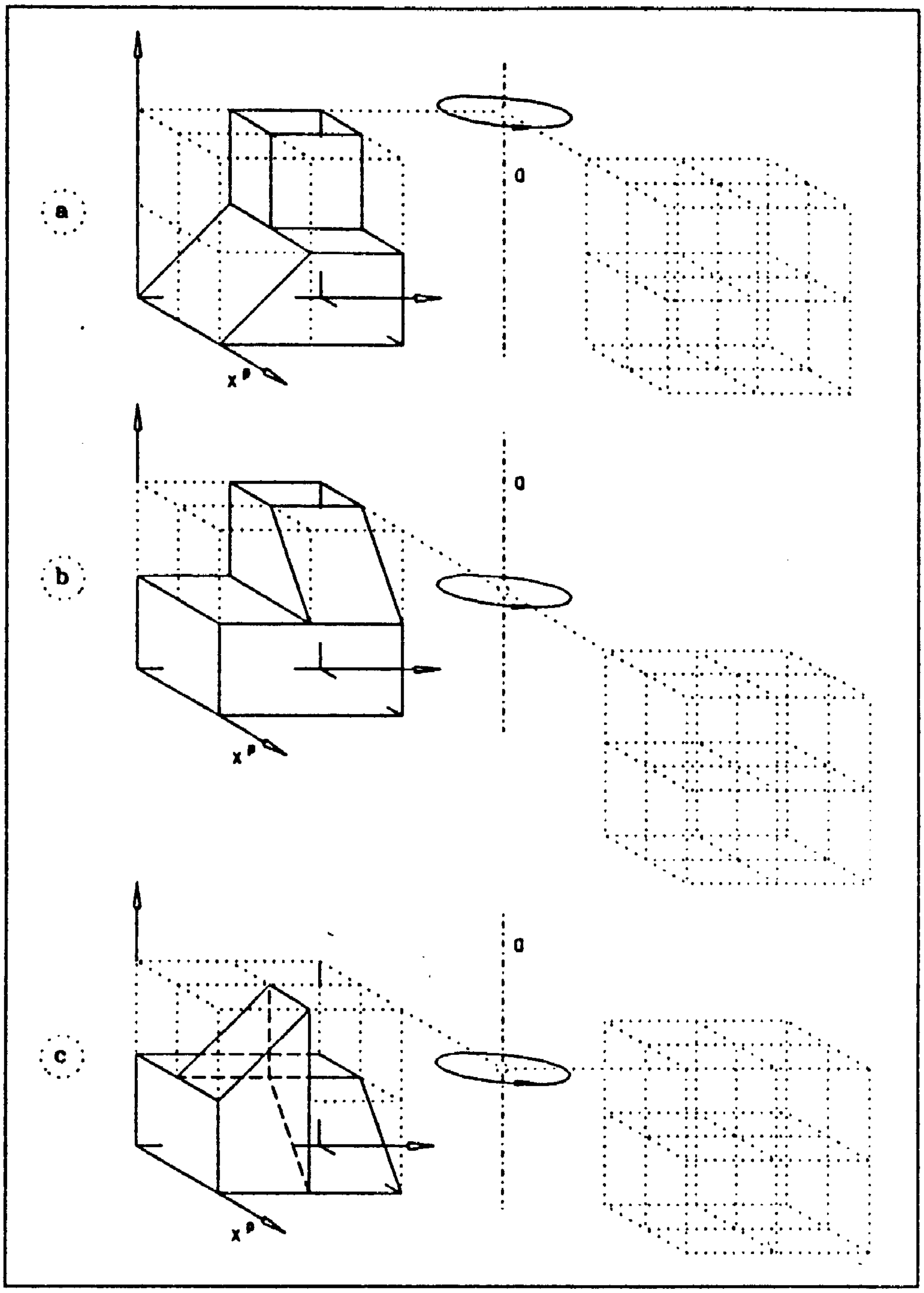
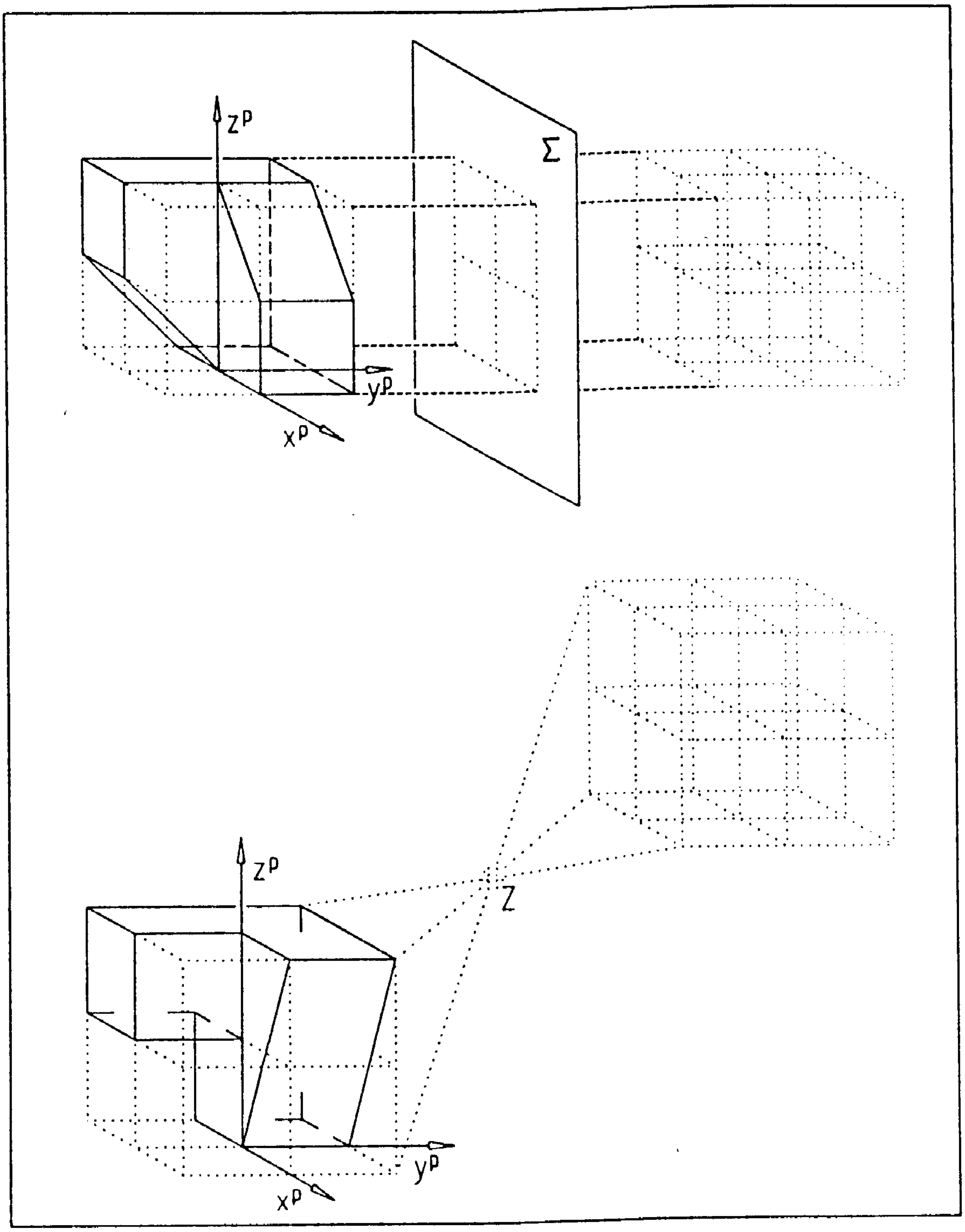


Abb. 21

Die nächste abgebildete Aufgabenreihe wird an der Baufakultät Innsbruck in einem DG – Vorbereitungskurs verwendet, um Hörer **ohne Vorkenntnisse** aus Darst. Geometrie zu testen, wie gut ihr Raumdenken bzw. ihr RV-Vermögen bereits entwickelt ist. Insbesondere soll überprüft werden, ob der Übende mit den Begriffen »**Drehung**« und »**Planare Spiegelung**« (Symmetrieebene Σ liegt parallel zu einer Seitenfläche des Würfels) und »**zentrische Spiegelung**« überhaupt die richtige Raumvorstellung verbindet.

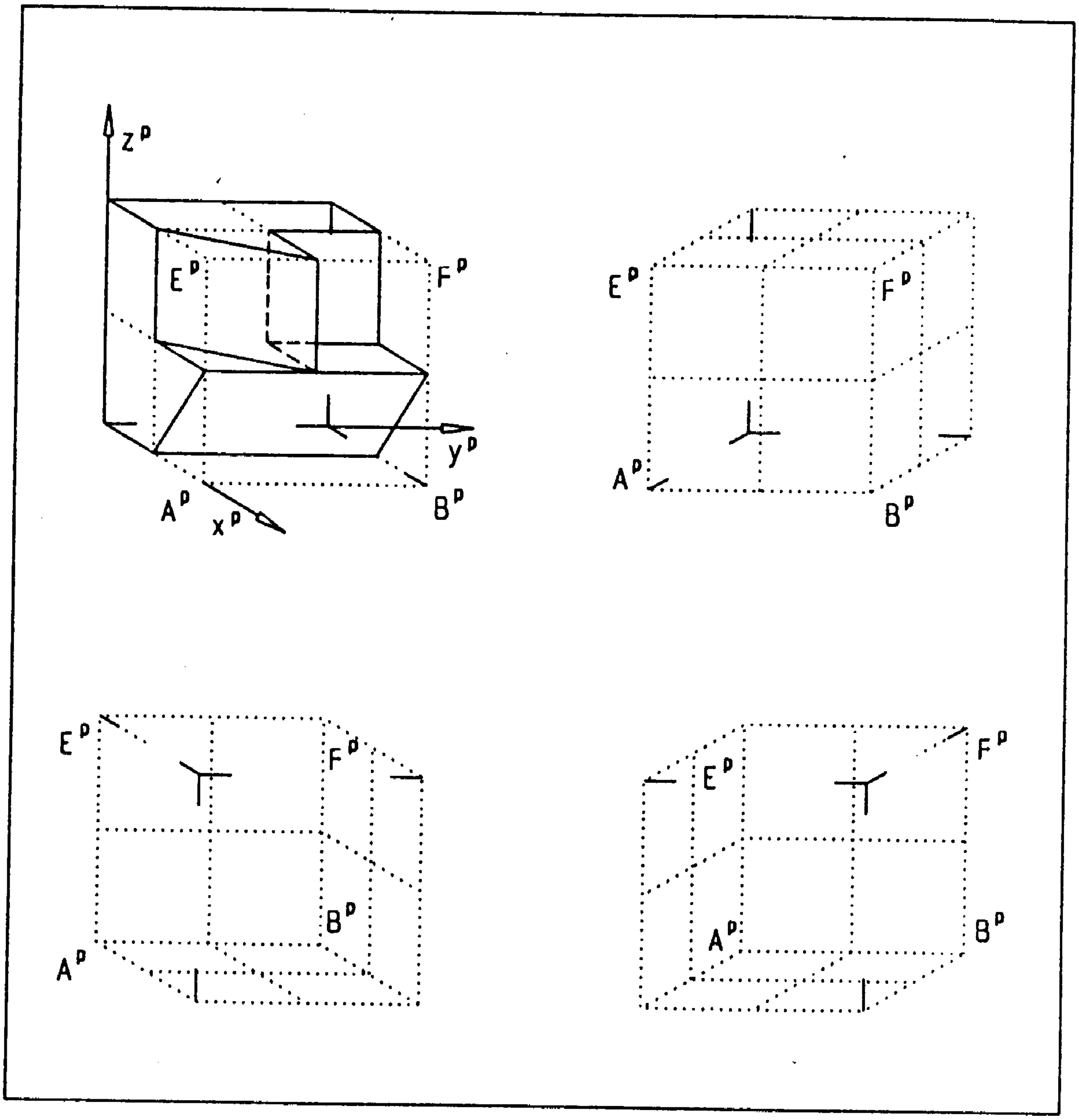


Die letzte Aufgabenfolge dieser Testreihe geht wieder von einem im Würfelgitter eingetragenen Körper aus. Es liegt eine Darstellung in einem Frontalriß vor, und zwar als Ansicht von links oben. Es soll von diesem Objekt – unter Berücksichtigung der Achsenbilder (O^p; x^p,y^p,z^p) und sämtlicher verdeckter Kanten – eine Ansicht von

- rechts oben
- rechts unten und
- links unten

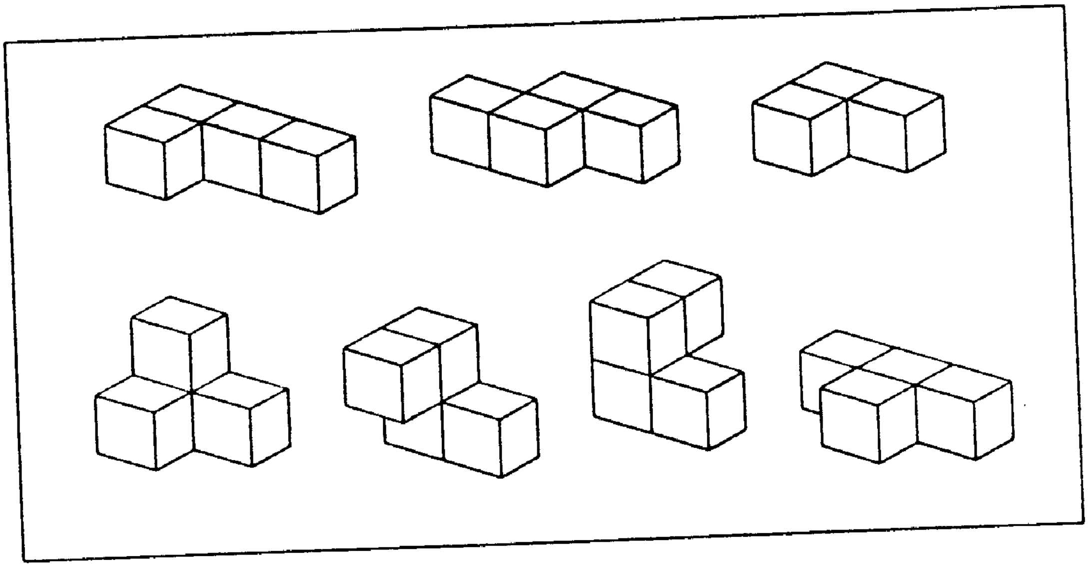
gezeichnet werden. Zur Vermeidung von Fehldeutungen dieser Aufgabe wurden die Ecken der vordersten Seitenfläche des Grundwürfels in allen Rissen beschriftet.

Diese Aufgabenstellung soll hinterfragen, ob der Übende in der Lage ist, das gegenständliche Objekt auf Grund seiner Frontalrißangabe einerseits richtig zu erfassen und ob ihm andererseits Sichtbarkeitsermittlungen Schwierigkeiten bereiten.



Mit der nächsten Aufgabenstellung soll zugleich das sog. »SOMA-Set« vorgestellt werden. Erdacht von dem Dänen Piet HEIN in den Fünfzigerjahren während einer Vorlesungsstunde über Quantenphysik bei Werner HEISENBERG, so wird zumindest berichtet. ***Piet HEIN ging von der Frage nach der Anzahl der möglichen Körper aus, die man aus höchstens vier kongruenten Würfeln bilden kann, wenn man sie längs zusammenfallender Seitenflächen verklebt. Der so gewonnene "Baustein" soll mindestens eine Hohlkante (einspringende Kante) besitzen.***

Man überzeugt sich leicht, daß die Lösung obiger Aufgabe auf den unten abgebildeten "Bausatz", bestehend aus genau sieben Teilen, führt (SOMA-Set):



Der Umstand, daß man zur Anfertigung aller sieben Teile insgesamt 3 + 6.4 = 27 Einzelwürfel benötigt, legt die Frage nahe, ob sich diese Teile zu einem Würfel zusammenfügen lassen. Diese Herausforderung wird viele Schhüler motivieren, die sieben Teile aus gekauften Holzwürfeln zusammenzukleben, um sich an der Aufgabe zu versuchen. Es empfiehlt sich, zunächst die **drei nicht-prisamtischen ("echt räumlichen") Teile** passend anzuordnen; die restlichen **4 prismatischen ("ebenen") Steine** sind dann leichter anzufügen. R.K. GUY von der University of Malaya in Singapore soll eine Liste von mehr als 230 wesentlich verschiedenen Lösungen aufgestellt haben!

4) Geometrisches Zeichnen - die heutige Ausbildungssituation

Die Ausbildung der Mathematiklehrer sieht heute an manchen Universitäten keine verpflichtenden Lehrinhalte aus **konstruktiver** Geometrie mehr vor. Bei einer Zusammenlegung von Mathematik und GZ müßten die entsprechenden Unterrichtsstunden der siebenten und achten Schulstufe von DG-Lehrern unterrichtet werden oder aber - ähnlich wie im Bereich Informatik - Lehrer mit einer entsprechenden Ausbildung.

Der Fortschritt im Bereich der graphischen Datenverarbeitung hat international zu steigendem Interesse an Geometrie geführt. Da durch CAD-gestützte Konstruktion ein breiteres Spektrum an technischen Problemen behandelt werden kann, wird vom Techniker ein viel weitergehendes Verständnis für geometrische Zusammenhänge erwartet. Die Inhalte des Faches Geometrisches Zeichnen haben sich dem heutigen Stand der Technik angepaßt und in Richtung Schulung der Raumvorstellung verlagert. Diese Ausbildung soll auch nach medizinisch-psychologischen Untersuchungen mit dem 14. Lebensjahr abgeschlossen sein! Es **kann** und **muß** daher das Fach **Geometrisches Zeichnen** auch weiterhin als **eigenständiger Unterrichtsgegenstand** von dafür ausgebildeten Lehrern unterrichtet werden. Nur dadurch wird der Bedeutung der Inhalte des Faches Rechnung getragen.

Eine solide und eigenständige Ausbildung von Lehrern und dann erst von Schülern in einem Fach, das die Grundlagen für technisches Verständnis und Zusammenhänge und überdies die "**Sprache** des Technikers" lehrt, ist umso mehr notwendig, als in einem künftigen Europa sicherlich auch noch Techniker zur Lösung der anstehenden Probleme (Verkehr, Umwelt,...) gebraucht werden. Hier kann ein kleines Land wie Österreich einen **Beitrag zu einem Europa** leisten durch **qualifizierte Ausbildung**, die durch die Abschaffung des Faches Geometrisches Zeichnen bereits an der Basis gefährdet wird.

Wie sehr Geometrisches Zeichnen einem "Europa-Vielfalt der Sprachen" (Zitat aus einem Antwortschreiben) dienen kann, hat bereits 1991 Prof. Tschupik, Universität Innsbruck, in einem Vortrag dargelegt, in dem Geometrisches Zeichnen als Sprache beschrieben [vgl. IBDG 2/1991] wird:

(1) Unter dem Gesichtspunkt einer Sprache hat das GZ eine bedeutend über den bisher üblichen Rahmen hinausgehende Bildungsaufgabe zu erfüllen.
(2) Von zentraler Bedeutung ist die schon durch den Namen des Gegenstandes ausgedrückte Bindung an die Geometrie, in der die Denkstrukturen des GZ angesiedelt sind.
(3) Das manuelle Zeichnen bzw. Konstruieren ist - da es im späteren Leben normalerweise die dominierende Rolle spielen wird - unbedingt auch weiterhin ausreichend zu pflegen. Es wäre unverzeihlich, wenn man es verkümmern ließe.
(4) Dem Computer kommt primär die Rolle eines für gehobene Ansprüche gedachten Zeichenwerkzeuges zu. Sekundär ist ihm natürlich auch die Rolle eines Mediums für Visualisierungszwecke bzw. für Lehrprogramme zuzuordnen.

Wenn man bedenkt, daß das GZ

- eine logisch-geometrische Komponente,
- eine in die Wahrnehmunspsychologie weisende Raumvorstellungskomponente,
- eine manuell-graphische Komponente und damit verbunden auch
- eine ästhetische Komponente aufweist,

dann müßte eigentlich feststehen, daß ein guter GZ-Unterricht hohe Ansprüche an den Lehrer stellt. Damit ist evident, daß die Erreichung einen großen methodischen Entwicklungsaufwand und den Einsatz und die Ideen vieler engagierter Lehrer erfordert.