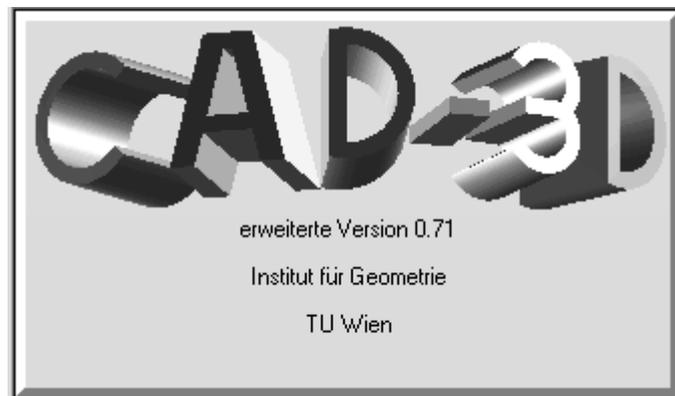


# CAD-3D und CAD-3D+



Begleittext zum Workshop  
Strobl 2001

zusammengestellt von

Markus Pfeifer, Wolfgang Rath, Hellmuth Stachel

November 2001



# 1. Grundsätzliches

Das neue CAD-3D für Windows enthält folgende Verbesserungen und Ergänzungen gegenüber der DOS Version:

- Anpassung der Benutzeroberfläche an den Windows Standard
- Verbesserung der Darstellungs- und Druckfunktionen
- Erleichterung beim Konstruktionsvorgang durch zusätzliche Funktionen
- Möglichkeit des Abspeicherns persönlicher Einstellungen.

Darüber hinaus bietet die erweiterte Version CAD-3D+ die Möglichkeit, perspektive Bilder der generierten Objekte zu erzeugen.

## a) Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche von CAD-3D für Windows ist in folgende Bereiche aufgliedert:

- *Hauptmenü* am oberen Rand mit allen Funktionen;
- *Zeichenbereich* mit vier Rissfenstern (Grund-, Auf-, Kreuzriss, Axonometrie – sowie bei der erweiterten Version CAD-3D+ ein fünftes für die Perspektive);
- *Symbolleiste* oben und *Schaltflächen* rechts (*Standardkörper*, *Verlagern*, *Bearbeiten*, *Snap*) für die wichtigsten Funktionen. Diese Schaltflächen sind mittels Menüpunkt ‚*Fenster* → *Funktionsfenster*‘ einzeln aufrufbar und positionierbar.
- *Infoleiste* am unteren Rand.

Weiters erscheinen

- ein *Pop-Up Menü* beim Drücken der rechten Maustaste
- *Funktionsfenster*, wenn während des Konstruktionsablaufes Eingaben nötig sind.

**Rissfenster:** Position und Maßstab der vier (oder fünf) Ansichten in den Rissfenstern sind im Gegensatz zur alten Version voneinander unabhängig, können aber auch gekoppelt werden (Menü ‚*Einstellungen* → *Risse koppeln*‘). Es kann jedes Ansichtsfenster gemäß Windows-Standard mittels der Symbole rechts oben im Vollbild-Modus gezeigt oder auch weggeschaltet werden. Zudem kann durch Verschieben der Randleisten (*Pop-Up Menü*, *Scrollbars*) der jeweilige Bildausschnitt angepaßt werden. Schließlich ist die Standardanordnung durch Anklicken der entsprechenden Schaltfläche (rechts vom Farbquadrat), mittels des Menüpunktes ‚*Einstellungen* → *Risse anordnen*‘ oder mit ‚*Ctrl A*‘ wiederherzustellen.

**Pop-Up Menü:** Durch Drücken der rechten Maustaste in einem Rissfenster gelangt man in ein Popup-Menü, in dem die Darstellungsart (z.B. Sichtbarkeit) und ein Zoomfaktor für eben diesen Riss gewählt werden können. Zusätzliche Optionen zur Veränderung der Risse sind ‚*Körper zentrieren*‘ und ‚*Körper einpassen*‘. Die Bilder der Koordinatenachsen lassen sich einzeln wegschalten, sind aber auch für alle Risse gemeinsam im Menü ‚*Einstellungen* → *Optionen* → *Achsen*‘ in vielfacher Hinsicht zu verändern.

**Infoleiste:** Während einer Aktion ist in der Infoleiste ganz unten ein Kommentar angegeben, der dem Benutzer den nächsten Schritt erleichtern soll. Auch mitlaufende Punktkoordinaten sowie der Status der Rastereinstellung sind in dieser Leiste abzulesen.

**Menü ‚Einstellungen → Optionen‘:** Hier kann hinsichtlich der Gestaltung der Benutzeroberfläche eine Reihe von Einstellungen vorgenommen werden. So lassen sich etwa im Untermenü ‚Kreuzriß rechts‘ das axonometrische Bild und der Kreuzriß rechts vom Grund- und Aufriß anordnen. Die getroffenen Einstellungen können mittels des Menüpunktes ‚Einstellungen → Einstellung → speichern‘ in einer Konfigurationsdatei mit der Erweiterung **.ini** gespeichert und später wieder geladen werden. Standardmäßig wird beim Starten des Programmes die Datei **CAD3D.ini** geladen, falls diese im Programmverzeichnis vorhanden ist. Ist dies nicht der Fall, kann eine andere Konfigurationsdatei angegeben werden, oder es werden vom Programm Standardeinstellungen vorgenommen.

## **b) Modellierungsvorgang**

Unabhängig von der verwendeten 3D CAD-Software sind beim Modellieren folgende Schritte erforderlich:

1. Erzeugen eines Grundkörpers in Grundstellung
2. Ändern des Grundkörpers durch Abbildungen
3. Ändern der Position des Körpers durch Abbildungen
4. Bearbeiten mit Booleschen Operationen
5. Festlegen von Farbe, Material und Licht
6. Festlegen einer geeigneten Ansicht

## **c) Literatur**

Asperl- Paukowitsch - Scharf: GZ-Handbuch

Asperl: GZ-Handbuch-2000. <http://www.geometrie.tuwien.ac.at/asperl/gzbuch2k/>

Müllner-Löffler-Asperl: DG, DG I, DG II, Darstellende Geometrie. Hölder-Pichler-Tempsky, Wien. 1998

Homepage des ADG: <http://www.geometry.at/>

## **d) Lizenzen**

Für die Basisversion von CAD-3D wird es voraussichtlich ab Dezember 2001 eine *Generallizenz* für alle österreichischen Hauptschulen, Polytechnischen Schulen und Höheren Schulen geben. *Schullizenzen* für die erweiterte Version CAD-3D+ können ab Mitte November 2001 zu einem Preis von **250,- Euro** (= S 3.440,-) über die Internetadresse

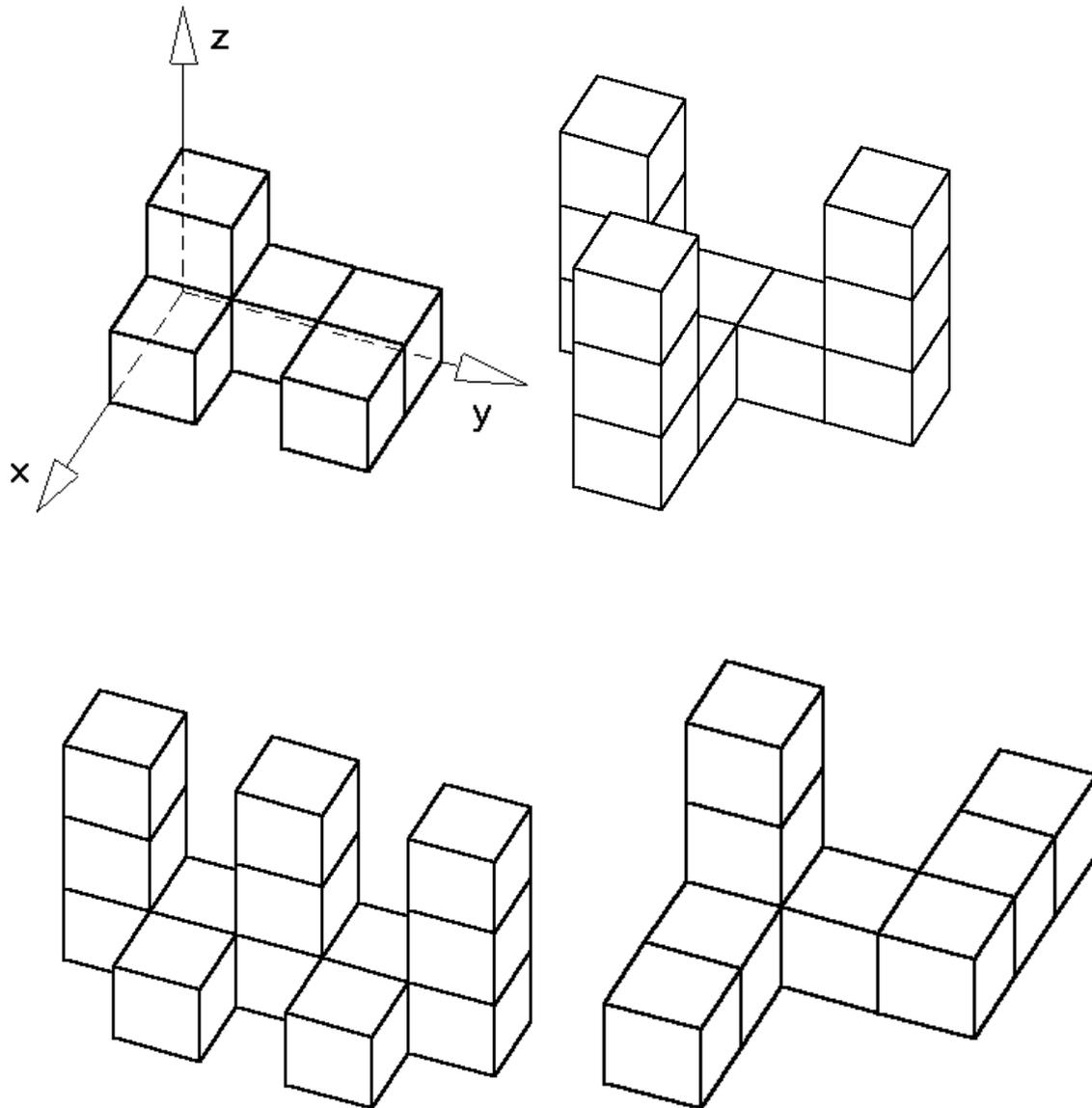
<http://www.geometrie.tuwien.ac.at/software/cad3d>

erworben werden. Unter dieser Adresse werden ab Erteilung der Generallizenz auch die Updates der Basisversion beziehbar sein.

In den folgenden Beispielen werden anhand einfacher Modellierungsaufgaben die weitere Funktionen von CAD-3D vorgestellt.

## 2. Würfelgruppen

Die folgenden, aus Würfeln aufgebauten Objekte sind zu modellieren:



Dazu sind folgende Schritte nötig:

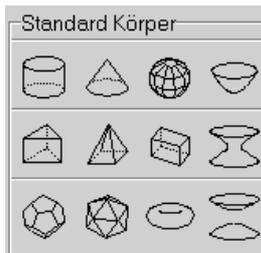
## a) Raster einstellen:



Um die Eingabe mit der Maus schnell und exakt durchführen zu können, aktivieren wir einen Raster (Schaltfläche in der Symbolleiste - gekoppelt mit der Anzeige ‚Raster EIN‘ oder ‚Raster AUS‘ rechts unten in der Infoleiste). Die Rasterweite, hier etwa 10mm, kann durch Drücken auf Schaltfläche mit der Millimeterangabe stufenweise verändert werden.

In den Haupttrissen wird standardmäßig ein Punktraster mit 10mm gezeichnet, sofern dies nicht im Menüpunkt ‚Einstellungen - Raster zeichnen‘ unterbunden wird. Die Wahl einer anderen Schrittweite dieses Punktrasters sowie eine Veränderung der Farbe sind im Menü ‚Einstellungen → Optionen → Farben‘ durchführbar.

## b) Entwurf eines Würfels der Kantenlänge 10mm



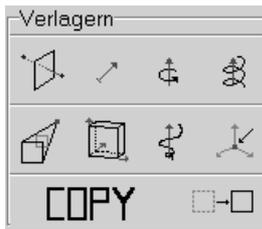
Wir gehen ins Menü ‚Modellieren → Entwerfen → Quader‘ oder klicken die entsprechende Schaltfläche im Feld ‚Standard Körper‘ an.

Durch Ziehen mit der Maus legen wir den Quader in zwei Haupttrissen fest. Man kann die einzelnen Kantenlängen aber auch im Funktionsfenster ‚Entwurf‘ eintippen. Ein Abbruch der Operation ist jederzeit mit der *Escape-Taste* oder mittels des Pop-Up Menüs (rechte Maustaste) möglich.

## c) Verschieben und Kopieren eines Würfels

**1. Auswählen der Körper:** Bevor eine Aktion mit einem Körper durchgeführt werden kann wie etwa das folgende Kopieren, muß dieser ausgewählt werden. Dies geschieht in einem beliebigen Riß durch Anklicken am Umriß – oder durch Anklicken einer Kante, je nachdem, wie dies im Menü ‚Einstellungen → Optionen → Allgemeines‘ eingestellt worden ist. Ein nochmaliges Anklicken hebt die Markierung wieder auf.

Die Funktion ‚Zaun‘ im *Pop-Up Menü* ermöglicht eine gleichzeitige Markierungen mehrerer Körper: Bei gedrückter linker Maustaste kann in einem Riß ein Rechteck aufgezogen werden, und alle diejenigen Körper, deren Risse vollständig in dieses Rechteck fallen, sind damit markiert. Bereits markierte Körper bleiben in diesem Fall markiert.



**2. COPY aktivieren:** Sollen die ausgewählten Körper nicht nur verlagert, sondern kopiert werden, so ist vor Abschluß der Transformation die COPY-Schaltfläche zu aktivieren.

**3. Schiebvektor festlegen:** Nach Aufruf des Menüpunktes *Modellieren* → *Verlagern* → *Schiebung* oder nach dem Drücken der entsprechenden Schaltfläche in der Tafel *Verlagern* sind in jeweils zwei Haupttrissen der Anfangspunkt und der Endpunkt des Schiebvektors festzulegen. In dem vorliegenden Beispiel ist allerdings die folgende Funktion empfehlenswert:

**4. Schnellverschieben:** Die Verschiebung eines Körpers parallel zu einer Koordinatenebene läßt sich unmittelbar in einem Hauptriß festlegen: Die betreffende Funktion ist mittels der Schaltfläche rechts neben der Schaltfläche *Copy* oder mittels Hotkey *Q* (wie *quick*) zu aktivieren, und dann ist der Körper am Umriß zu ziehen. Für ein exaktes Verschieben sollte dabei der Raster aktiviert sein. Jede Wiederholung erfordert ein neuerliches Aktivieren.

**5. Speichern:** Ein Projekt kann im Menüpunkt *Datei* → *Speichern unter* in verschiedenen Formaten gespeichert werden:

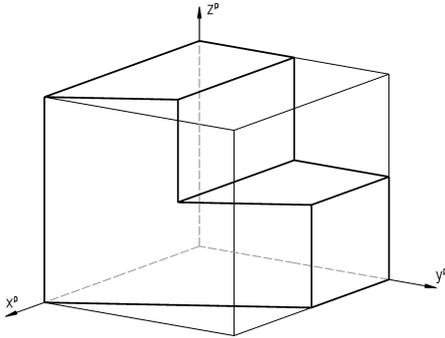
- i. **\*.pol:** Es werden nur die fertigen Körper (**Polyeder**) gespeichert - einzeln oder alle zusammen.
- ii. **\*.pro:** Es wird nur das **Protokoll** des Modellierungsvorganges gespeichert. Dies ermöglicht ein komprimiertes Auslagern der Projektinformationen. Beim Laden wird das gesamte Projekt neu aufgebaut
- iii. **\*.pop:** **Polyeder** und **Protokoll** werden gespeichert.

Alle alten \*.llx-Dateien der DOS-Version sind weiterhin einlesbar.

**6. Drucken, Exportieren:** Der Menüpunkt *Datei* → *Drucken* oder das Anklicken des Druckersymbols ermöglicht die Ausgabe der Zeichnung in verschiedenen Varianten - als einzelner Riß oder als Gesamtbild und in verschiedenen Darstellungsarten. Zudem kann das Bild mittels *Datei* → *Exportieren* als Bitmap oder PostScript-Datei exportiert werden.

Auch ein Ausschnitt eines Risses kann als Bitmap in die Zwischenablage kopiert werden (Menüpunkt *Datei* → *Ausschnitt kopieren* oder Schaltfläche mit Kamera-Symbol in der Symbolleiste).

### 3. Tschupik - Würfel



Die folgenden Objekte entstehen aus einem Würfel von 40mm Seitenlänge bzw. aus den vier Teilwürfeln mit 20mm Seitenlänge durch Anwendung der Operationen Durchsägen und Löschen bzw. der Booleschen Operationen Verbindung und Differenz.

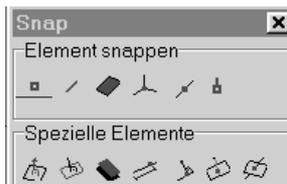
#### a) Durchsägen



Markieren Sie alle Objekte, die mit derselben Ebene durchzusägen sind, und klicken Sie auf die Schaltfläche für Durchsägen (oder wählen Sie den Menüpunkt *Modellieren* → *Bearbeiten* → *Durchsägen*).

Die Schnittebene ist nun durch die Eingabe von drei Punkten anzugeben. Jeder dieser Punkte kann mit der Maus in zwei Haupttrissen - mit oder ohne Raster - oder durch Koordinaten im entsprechenden Dialogfenster oder unter Benützung der Snap-Funktion eingegeben werden.

#### b) Snap-Funktionen



Damit ein bereits vorhandener Punkt exakt gewählt werden kann, muß eine Snap-Funktion verwendet werden. Die jeweils möglichen Snap-Funktionen sind farbig hervorgehoben.

Die häufigsten Snap-Funktionen sind entweder über den Menüpunkt *Modellieren* → *Snap* aufrufbar oder durch Anklicken der einzelnen Schaltflächen oder mittels der Funktionstasten F2 - F7. Dabei stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

F2 *Punkt* F3 *Gerade* F4 *Ebene* F5 *Körperursprung* F6 *Kantenmitte* F7 *Punktriß*

Mit *Körperursprung* ist jener Punkt gemeint, der beim Entwerfen des Körpers mit dem Koordinatenursprung übereinstimmt. Die getroffene Wahl eines Elementes ist mit der linken Maustaste oder der Taste *j* zu bestätigen oder mit der rechten Maustaste oder mit *n* zu verwerfen.

Über die genannten Funktionen hinaus werden in der Gruppe ‚Spezielle Elemente‘ noch weitere Elemente zum Snappen angeboten, nämlich *Normalvektor*, *Normalebene*, *Parallele Ebene*, *Teilungspunkt*, *Normalenfußpunkt auf Gerade* oder *Ebene* oder *Schnittpunkt Gerade – Ebene*. Wird die Eingabe einer Länge verlangt, z.B. die Schieblänge bei einer Schraubung, so kann durch das Auswählen einer Kante deren Länge übernommen werden.

### c) Löschen



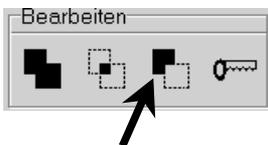
Die nach dem Durchsägen nicht mehr benötigten Körper werden nach Auswahl durch Anklicken der Schaltfläche für Löschen entfernt.

### d) Vereinigung



Nach Auswahl der Körper werden diese nach Klicken auf die entsprechende Schaltfläche oder nach Aufruf des Menüpunktes ‚Modellieren → Bearbeiten → Vereinigung‘ vereinigt.

### e) Differenz



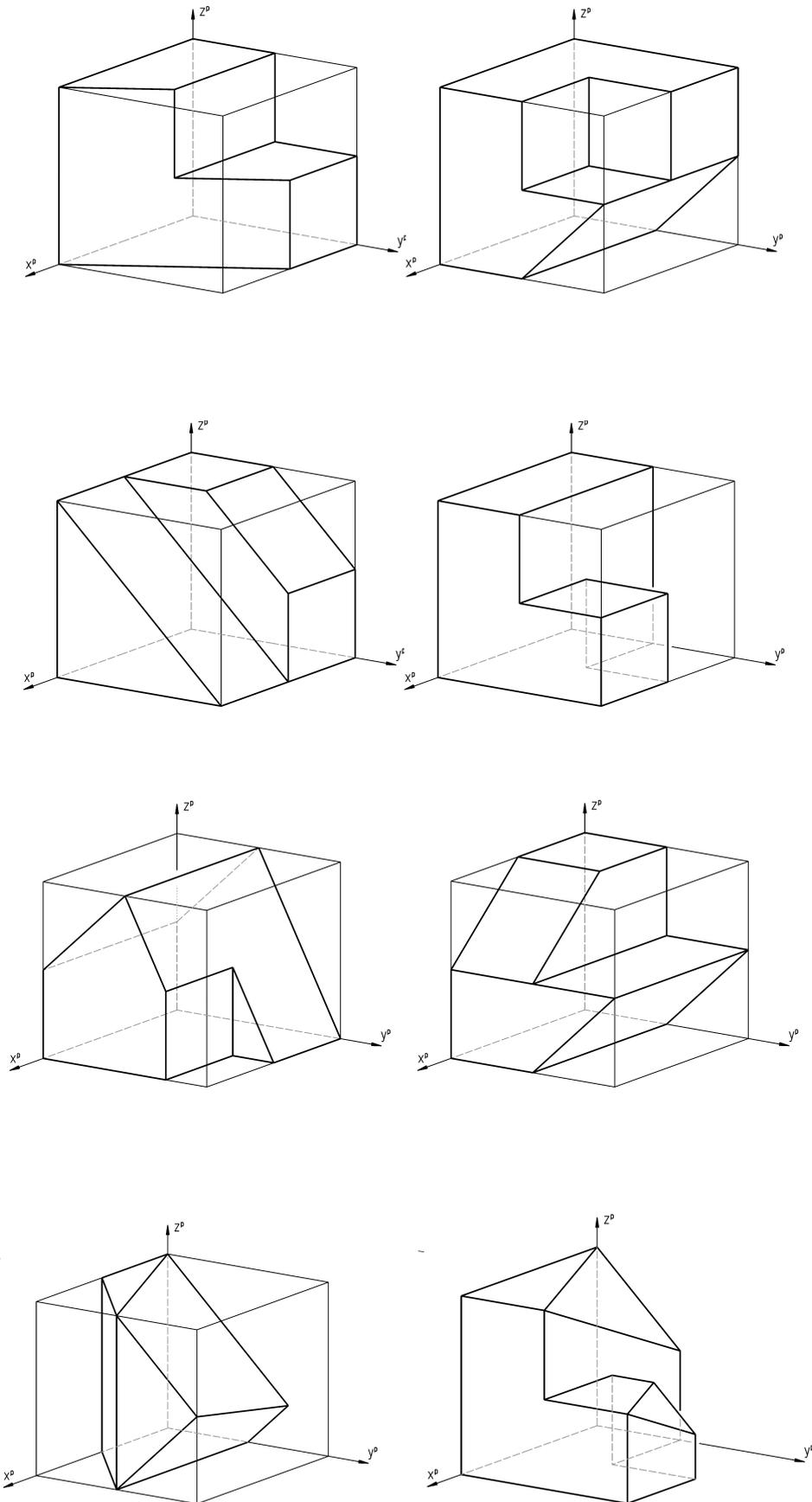
Hier ist besonders auf die richtige Reihenfolge der Auswahl zu achten. Es werden vom ersten markierten Objekte alle weiteren markierten Objekte abgezogen. Sind mehrere Objekte von dem erstgewählten abzuziehen, so kann zur rascheren Bearbeitung auch wieder der Zaun benützt werden.

### f) Undo, Redo

Alle Aktionen, die Änderungen an Körpern bewirken, können schrittweise rückgängig gemacht werden. Dazu dienen die Schaltfläche links oben in der Symbolleiste oder der Menüpunkt ‚Modellieren → Rückgängig‘. Dies gilt nicht für Aktionen, die sich nur auf die Darstellung beziehen.

Ein zurückgenommener Schritt kann erneut ausgeführt werden (Schaltfläche in Symbolleiste oder Menüpunkt ‚Modellieren → Wiederherstellen‘). Dadurch wird ein ‚Blättern‘ im Konstruktionsablauf möglich.

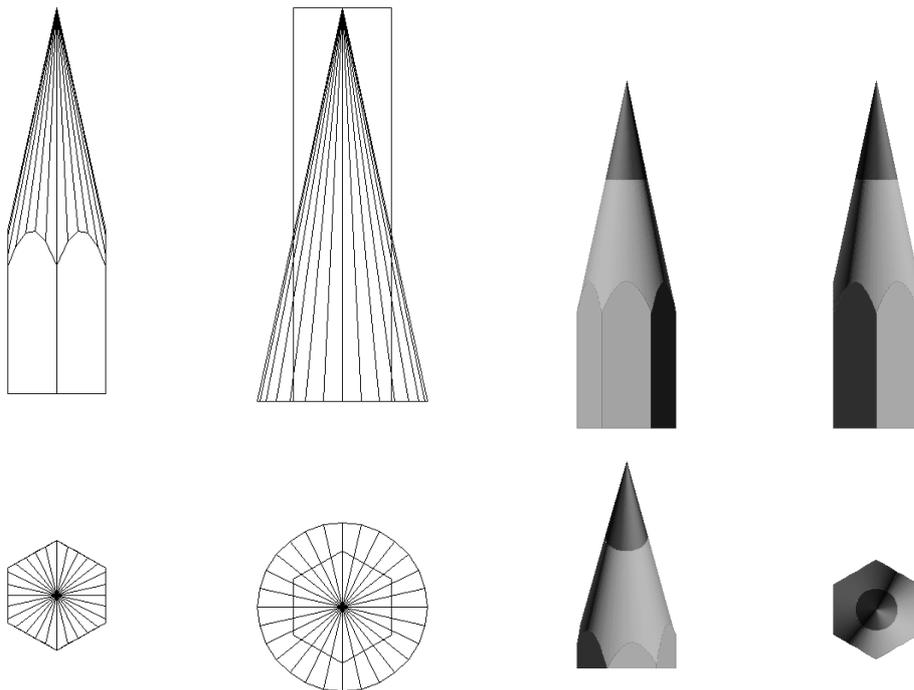
### g) Weitere Objekte



## g) Darstellung

1. **Sichtbarkeit:** Die Darstellungsart der Körpers (mit oder ohne Sichtbarkeit, Kantendarstellung oder schattierte Darstellung) kann für jeden Riss extra im Pop-Up Menü (rechte Maustaste) oder für alle Risse gleichzeitig in den Untermenüs von ‚Einstellungen → Sichtbarkeit‘ eingestellt werden.  
Im nichtschattierten Modus kann es zu Sichtbarkeitsfehlern kommen, wenn zwei verschiedene, also nichtverbundene Körper Fläche an Fläche liegen. Zur Vermeidung genügt es, einen der Körper geringfügig abzurücken.
2. **Axonometrie:** Die Festlegung der Axonometrie erfolgt im Menüpunkt ‚Einstellungen → Axo-Ansicht‘. Unter den angebotenen Möglichkeiten kommt auch die dynamische Wahl einer Normalprojektion anhand eines von Mausebewegungen gesteuerten veränderlichen Würfelbildes vor. Diese Wahl ist auch mit der Taste ‚D‘ (dynamisch) oder dem entsprechenden Schaltfeld in der Symbolleiste zu aktivieren.

## 4. Bleistift



Mit welchen Booleschen Operationen lässt sich der Bleistift am besten konstruieren?

### a) Entwerfen des Prismas:



Zur Erzeugung eines regelmäßigen sechsseitigen Prismas mit 10mm Umkreisradius des Basissechsecks und der Höhe 70mm verwenden Sie den Grundkörper *Prisma*. Bei diesem Typ kann die Eingabe nicht mit der Maus, sondern nur durch Eingabe der Werte in das Funktionsfenster erfolgen.

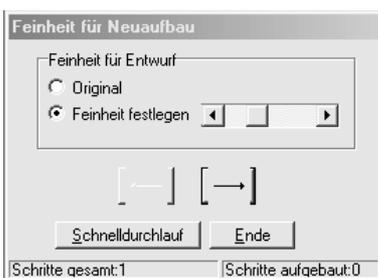
## b) Entwurf des Drehkegels:



Erzeugen Sie einen Drehkegel mit Basiskreisradius 15mm und der Höhe 70mm – ebenfalls durch Eingabe der Werte im Funktionsfenster.

Die *Feinheit* gibt an, wie gut der Drehkegel durch eine Pyramide approximiert wird. Die Einstellung kann vorerst wie vorgeschlagen übernommen und später noch geändert werden.

## c) Feinheit



In CAD-3D werden alle Körper durch Polyeder angenähert. Die Feinheit kann nachträglich mit dem Menüpunkt *Modellieren* → *Neuaufbau* geändert werden. Nach Aufruf dieser Funktion erscheint das nebenstehende Funktionsfenster:

Nun kann entweder eine andere Feinheit für alle Teilkörper eingestellt und anschließend im *Schnelldurchlauf* die vorher festgelegte Konstruktion automatisch durchlaufen werden. Oder die Konstruktion wird mittels Anklicken des Pfeiles *→* schrittweise durchlaufen, wobei ein späterer Wechsel auf *Schnelldurchlauf* den Vorgang wie im Film ablaufen läßt.

Soll beim schrittweisen Vorgehen die Feinheit des eben erschienen Teilkörpers geändert werden, so kann man einen Schritt zurückgehen und die gewünschte Einstellung vornehmen.

## d) Licht



Im Menü ‚*Einstellungen* → *Lichtquellen*‘ gibt es die Untermenüs *Hinzufügen*, *Verwalten* und *Raumlicht*.

Der Schalter *Raumlicht* legt fest ob die im Eigenschatten eines Körpers liegenden Teile aufgehellt werden oder nicht.

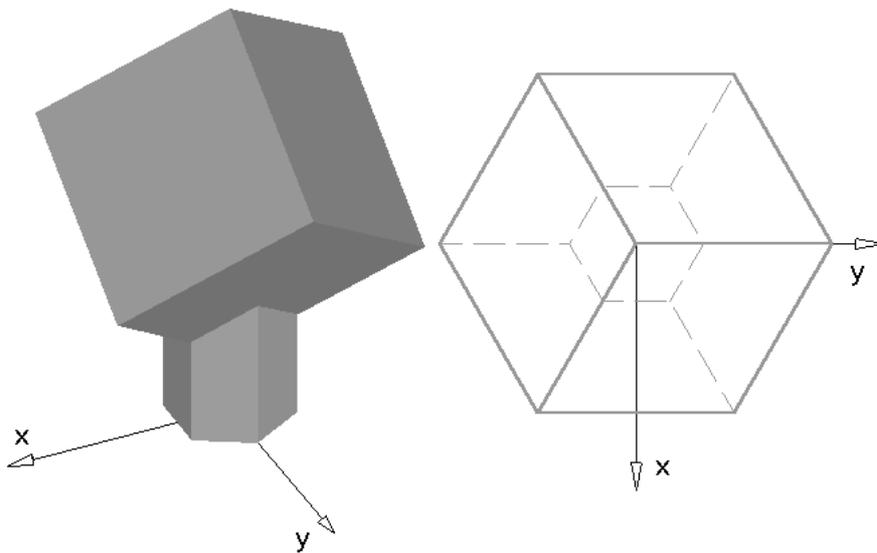
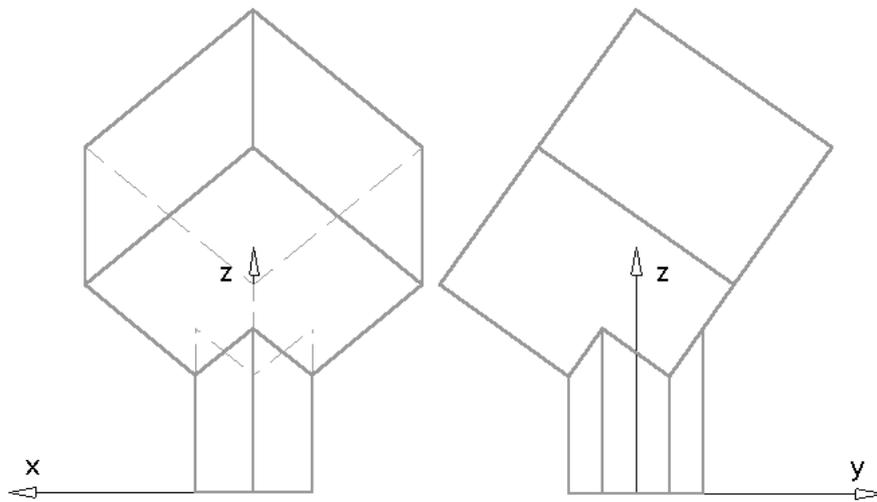
Die beiden Menüpunkte *Hinzufügen* und *Verwalten* erlauben das Hinzufügen bzw. Löschen und Ändern der Richtung und Intensität einer Parallelbeleuchtung.

## 5. Baumhaus

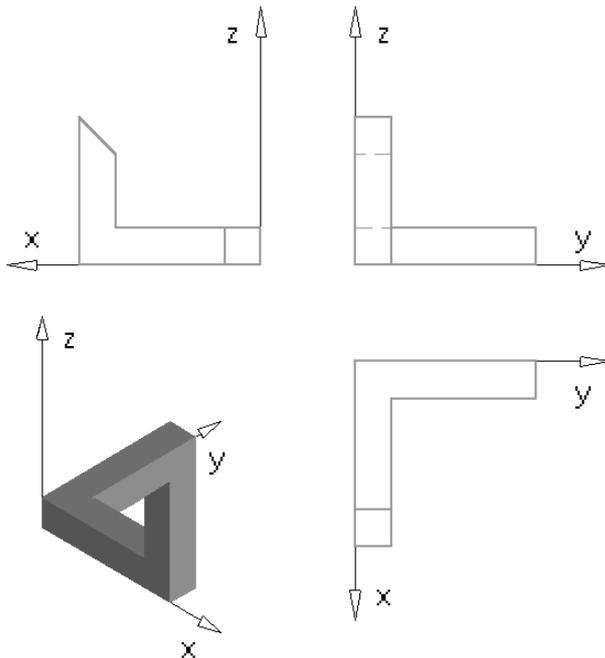
Der Architekt Piet BLOM hat in Helmond (Niederlande) eine Siedlung geplant, deren Gebäude die Form von Bäumen haben sollten. Die ‚Baumkrone‘ ist ein auf einer Raumdiagonale stehender Würfel mit der Seitenlänge 680cm, dessen unterste Ecke 200cm über dem Boden liegt. Der ‚Stamm‘ ist ein sechseitiges regelmäßiges Prisma: Die senkrechte Raumdiagonale des Würfels ist die Achse; gegenüberliegende Prismenkanten haben den Abstand 380cm; der Umkreisradius des Basissechsecks beträgt 190cm. Es ist ein Modell im Maßstab 1:100 zu konstruieren.

Konstruktionsgang:

1. Würfel mit Seitenkante 68mm entwerfen.
2. Drehen um die z-Achse um  $45^\circ$ , so daß eine Raumdiagonale parallel zur Aufrißebene liegt.
3. Drehen um die x-Achse, so daß diese Raumdiagonale in die z-Achse fällt. (Angabe der Drehung durch zwei Punkte und Verwendung der Snap-Funktion.)
4. Prisma mit Umkreisradius 19mm und geeigneter Höhe (etwa 80mm) entwerfen.
5. Drehen des Prismas um die z-Achse in die richtige Lage.
6. Vereinigung der beiden Körper.



## 6. Impossible?



### a) Tribar

Im Jahre 1958 wurde solch ein Tribar erstmals in der Zeitschrift *British Journal of Psychology* (Band 49) von dem Mathematiker Roger Penrose angegeben.

Aus drei Quadern ist ein Objekt herzustellen, das bei geeigneter Ansicht als unmögliche Figur erscheint.

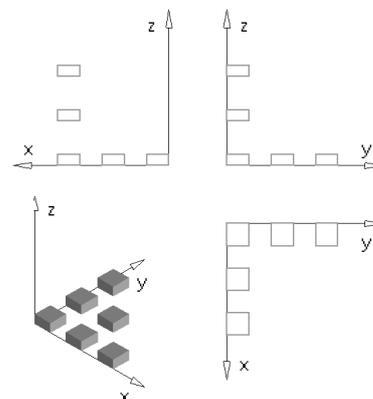
Konstruktionsgang:

1. Entwerfen der drei Teilquader.
2. Bestimmung der Sehstrahlrichtung  $(-1,1,-1)$

3. Durchsägen eines Quaders mit einer geeigneten Ebene parallel zum Sehstrahl. (Die Punkte, welche die Ebene festlegen, können durch Koordinaten oder mit der Snapfunktion als Quaderecken oder Zwischenpunkte von Quaderkanten mit geeignetem Teilverhältnis (,Modellieren  $\rightarrow$  spezielle Elemente  $\rightarrow$  Teilungspunkt‘) angegeben werden.)
4. Vereinigen der Quader.
5. Wahl einer geeigneten Beleuchtung, und in den ,Einstellungen  $\rightarrow$  Optionen  $\rightarrow$  Darstellung  $\rightarrow$  Kanten nachzeichnen‘ deaktivieren.

### b) Variante: Treppe – bergauf und bergab

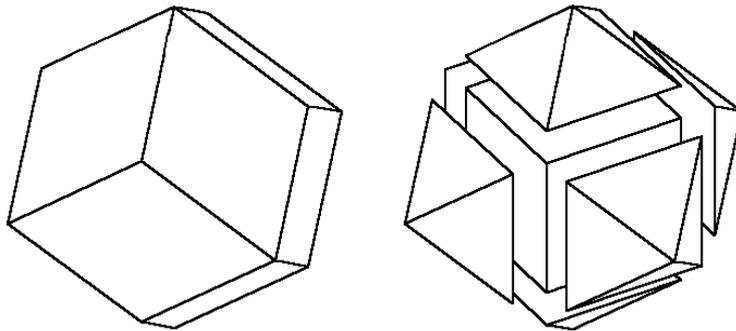
Es sind Quader geeignet zu positionieren und hierauf die Sehstrahlrichtung wie oben zu wählen.



## 7. Polyeder

### a) Rhombendodekaeder

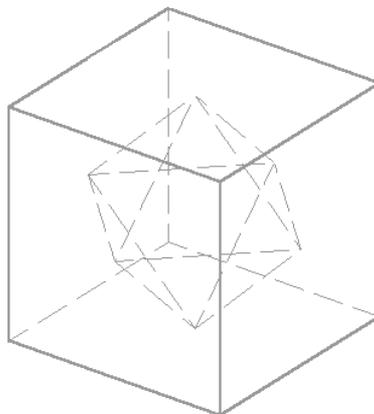
Dieses kann durch Aufsetzen geeigneter quadratischer Pyramiden auf die Seitenflächen eines Würfels erzeugt werden.

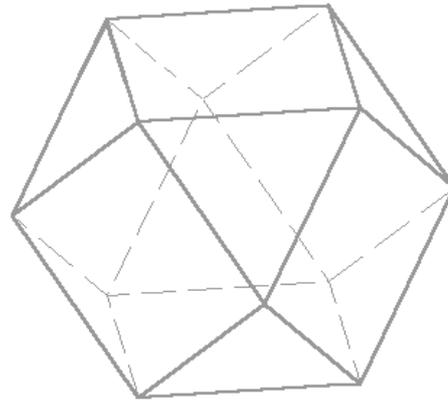
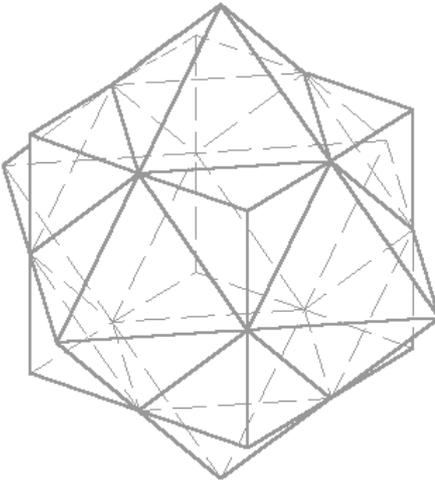
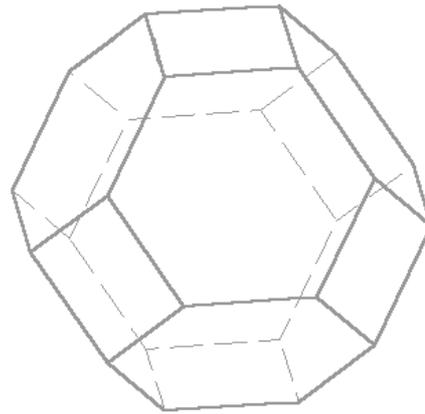
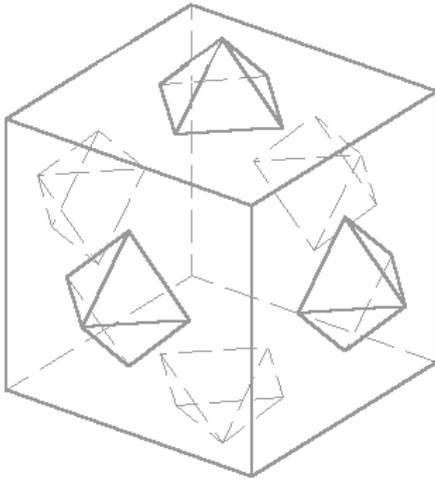


### b) Einige archimedische Polyeder und andere Polyeder

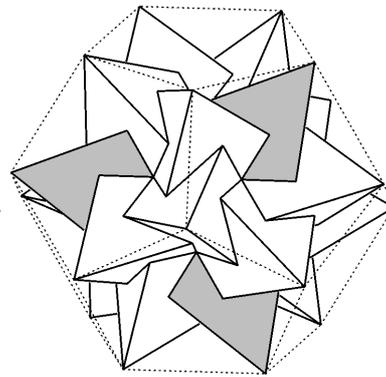
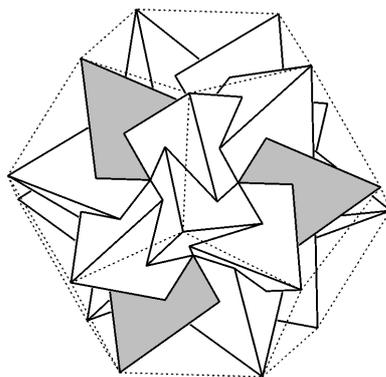
Wir starten mit einem Würfel. Die Mittelpunkte der Seitenflächen bestimmen ein Oktaeder. (Ein solches wird durch Vereinigung zweier quadratischer Pyramiden erzeugt und durch zentrische Streckung auf die richtige Größe transformiert.)

Wir unterwerfen das Oktaeder geeigneten zentrischen Streckungen und erzeugen durch Durchschnitt bzw. Vereinigung mit dem Würfel neue Polyeder.



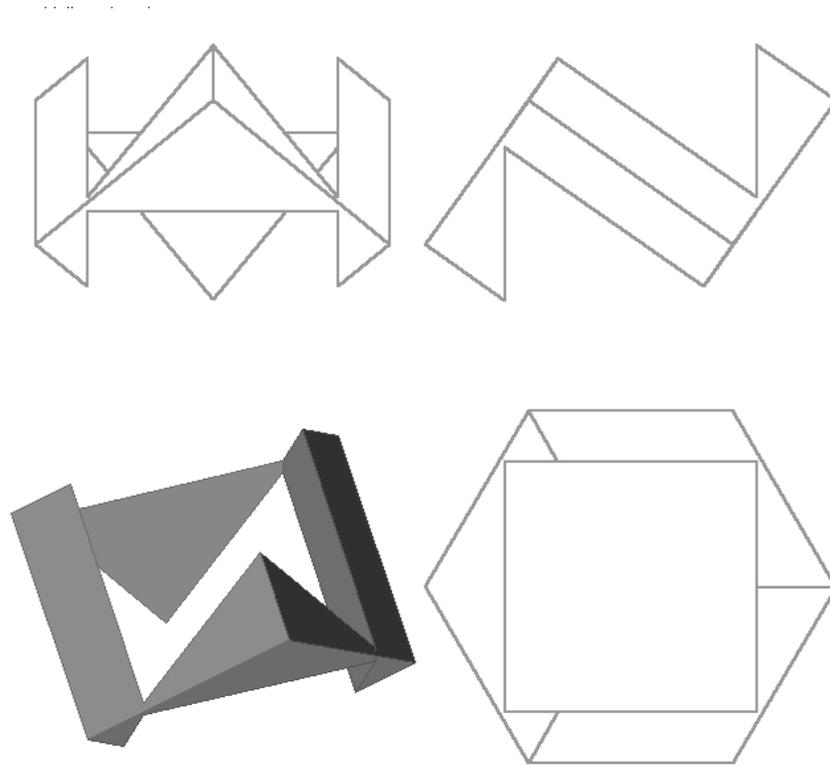


Einem Pentagondodekaeder lassen sich 5 ‚rechte‘ und 5 ‚linke‘ reguläre Tetraeder einschreiben (vgl. H. Stachel: On the Identity of Polyhedra. *Amer. Math. Monthly* **101**, (1994), 162-165).

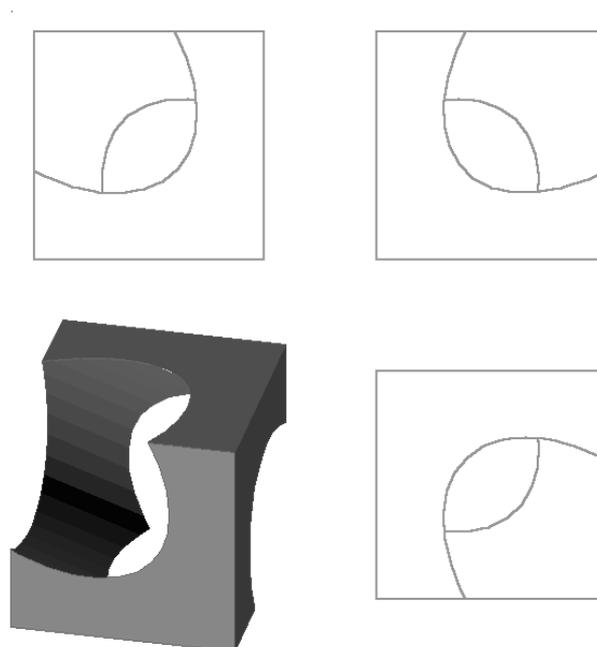


## 8. Würfel

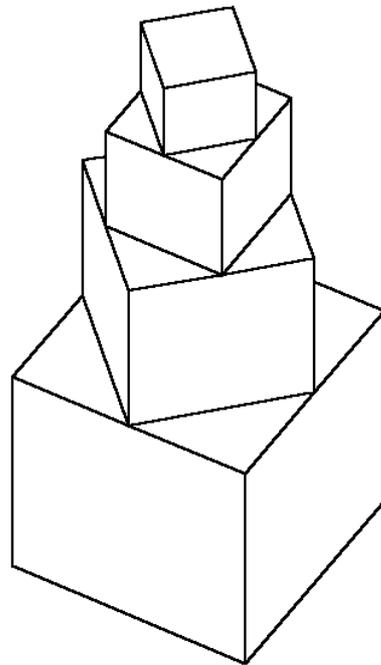
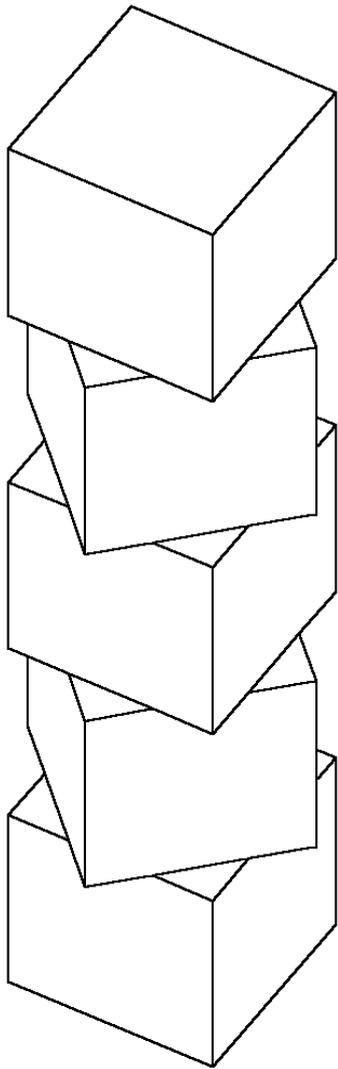
### a) Aufgabe von RUPRECHT von der Pfalz (1619-1682)



### b) Würfelbohrung



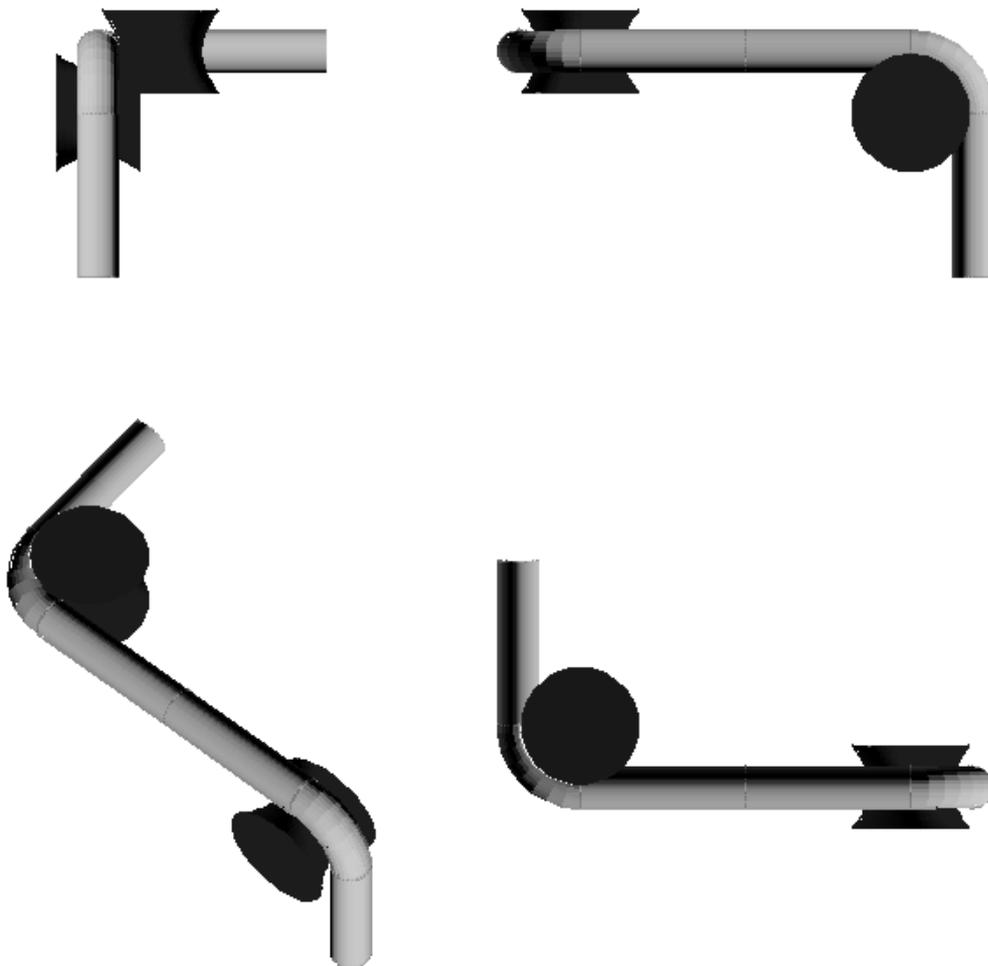
**c) Würfeltürme**



## 9. Umlenkrolle

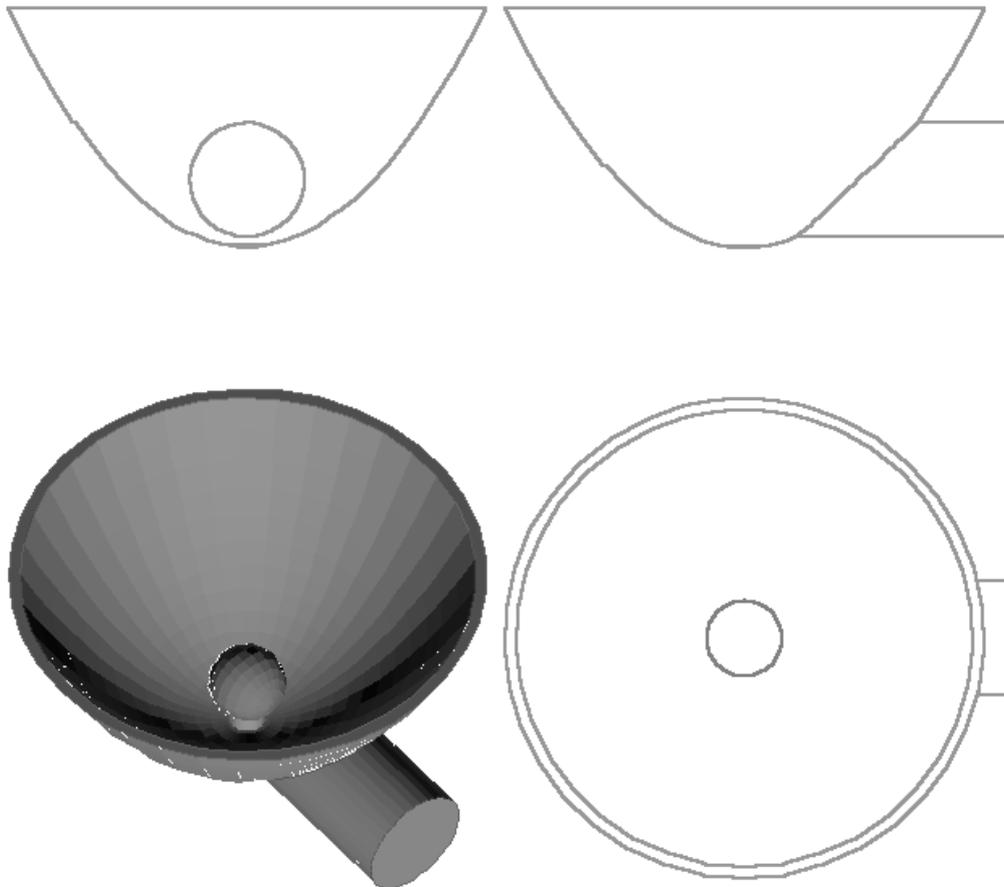
Ein Seil mit 10mm Durchmesser (bestehend aus Vierteltorus- und 40mm langen Drehzylinderstücken) läuft über Umlenkrollen. Diese bestehen aus Drehhyperboloiden mit Kehlkreisradius 10mm und zur Kehlkreisebene symmetrischen Randkreisen im Abstand 20mm von der Kehlkreisebene.

Beachte, daß bei den obigen Abmessungen der Querschnitt des Seils in der Meridianebene des Hyperboloids genau der Scheitelkrümmungskreis der Meridianhyperbel ist.



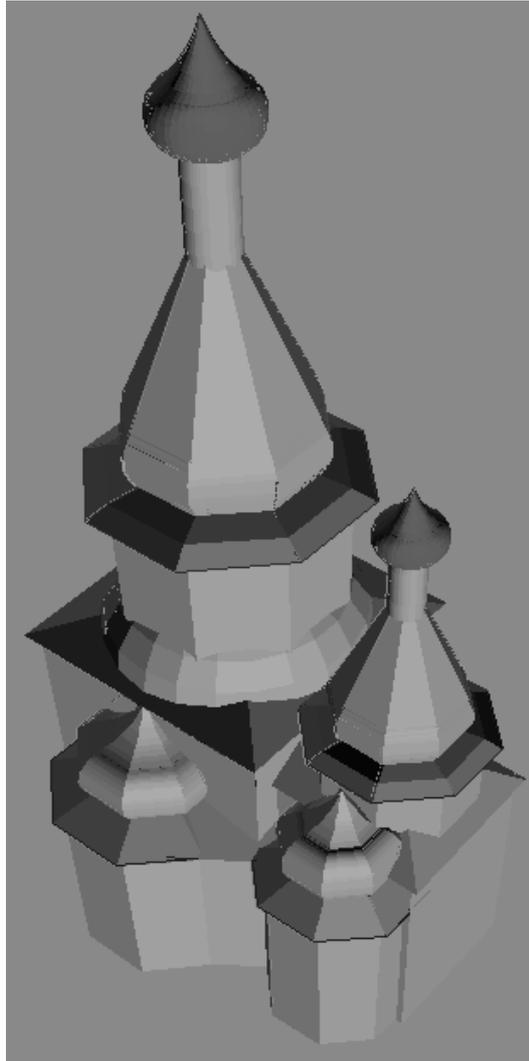
## 10. Scheinwerfer

Die Innenseite eines Scheinwerfergehäuses besteht aus einem Drehparaboloid (Parameter = 30mm, Abstand des Randkreises von der Scheiteltangentialebene 60mm). Die Außenhülle ist ein Drehparaboloid, das durch zentrische Streckung (Faktor 1.05, Zentrum = Mitte des Randkreises) aus dem ersten hervorgeht. Die Glühbirne wird vereinfacht durch eine Kugel (Radius 10mm) dargestellt, deren Mitte im Brennpunkt der Innenseite liegt.



## 11. Perspektive

CAD-3D+ bietet als fünfte Darstellungsmöglichkeit eine Perspektive an. Die Festlegung von Augpunkt und Hauptpunkt (mittels Punkteingabe) erfolgt im Menü ‚*Einstellungen* → *Perspektive* → *festlegen*‘.



Kirche des Hl. Joachim und der Hl. Anna, Vakorino, Gebiet Archangelsk, Rußland  
© B. Mitterhofer, *Flächenklassen in der altrussischen Baukunst* (Diplomarbeit, TU Wien)

Später kann die Angabe im Menüpunkt ‚*Einstellungen* → *Perspektive* → *ändern*‘ modifiziert werden. Man kann etwa den Hauptpunkt beibehalten, aber die Distanz ändern, wobei die ursprünglich gewählte Richtung des Hauptsehstrahles beibehalten wird. Bei dieser Änderung ist auch die Kombination Augpunkt und Distanz möglich.