

Gabelkopf

VARIANTEN Konstruktion im CAD Verwenden von VARIABLEN in GAM

Der abgebildete Gabelkopf (Idee *Werner Gems*) mit den angegebenen Abmessungen ist zu modellieren:

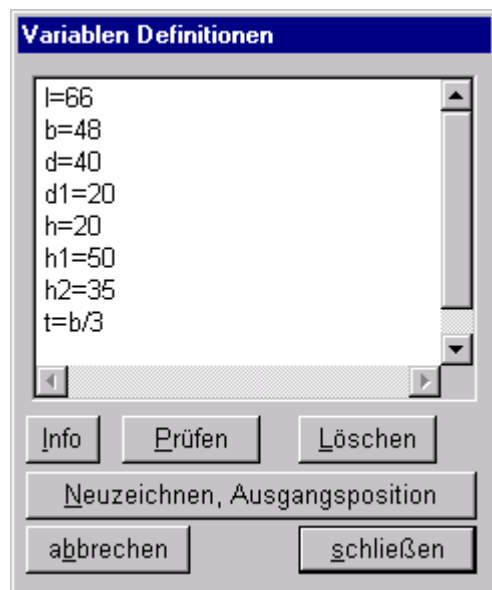
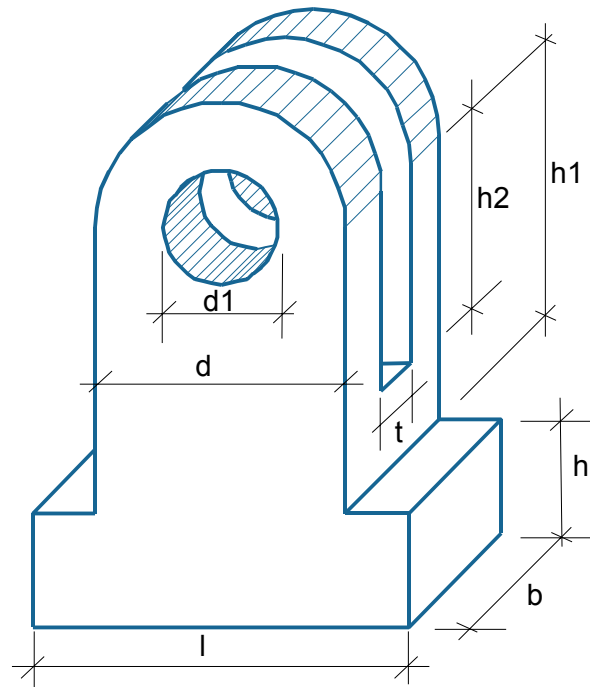
$l = 66 \text{ mm}$, $b = 48$, $d = 40$, $d1 = 20$, $h = 20$, $h1 = 50$, $h2 = 35$, $t = b/3$.

Das Protokoll ist so zu gestalten, dass jederzeit eine oder mehrere der Abmessungen änderbar sind.

Zunächst werden mit *Bearbeiten – Variable*, *Animationen* die Variablen l , b usw. definiert.

Mit der Schaltfläche *Prüfen* werden sie auf ihre Gültigkeit überprüft.

Anschließend werden die zur Modellierung des Gabelkopfes benötigten Grundkörper erzeugt. In den Eingabefeldern, welche die Abmessungen bzw. die nötigen Transformationen festlegen, können an Stelle der Zahlenwerte die vorhin definierten Variablen eingegeben werden. Benötigt werden:



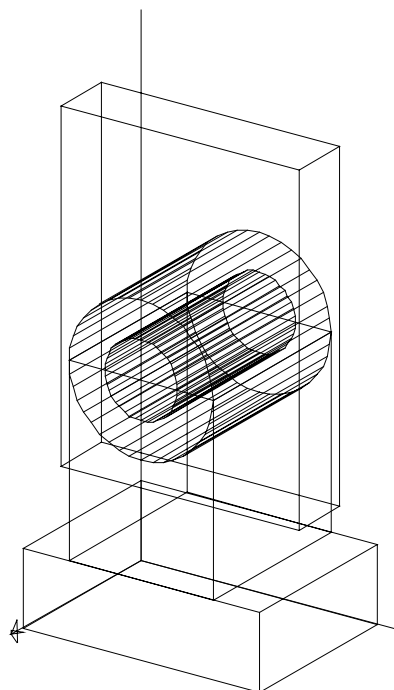
Quader **Q1**: $b \times l \times h$.

Quader **Q2**: $b \times d \times h1$, Verschiebung $(0, (l-d)/2, h)$.

Drehzylinder **Z1**: $d/2 \times b$, Drehung um y-Achse um 90° , Verschiebung $(0, l/2, h+h1)$.

Drehzylinder **Z2**: $d1/2 \times b$, Drehung um y-Achse um 90° , Verschiebung $(0, l/2, h+h1)$.

Quader **Q3**: $t \times l \times (h1+d)$, Verschiebung $((b-t)/2, 0, h+h1-h2)$.



Will man in dieser Phase (also vor den nötigen Modellierungsschritten) die eine oder andere Abmessung ändern, kann man das im Fenster *Variablen Definitionen* tun. Prüfen nicht vergessen! Mit der Schaltfläche *Neuzeichnen* werden die Änderungen wirksam. Um rascher nach den Modellierungsschritten zur momentanen Projektsituation zurückkehren zu können (*Bearbeiten – zurück*) versieht man das momentane Projekt mit einem Lesezeichen: *Bearbeiten – Lesezeichen – setzen*, wobei im Listenfeld der Wortlaut des Lesezeichens (z.B. „vorher“) einzugeben ist.

Die folgenden Modellierungen erzeugen schließlich den Gabelkopf:

Vereinigung (**Q1**, **Q2**) → **Q**
 Vereinigung (**Q**, **Z1**) → **K**
 Differenz (**K**, **Z2**) → **K1**
 Differenz (**K1**, **Q3**) → **Gabelkopf**.

Will man nach erfolgter Modellierung Abmessungen ändern, stellt man mit *Bearbeiten – Lesezeichen – Gehe zu* (vorher) den Projektzustand vor der Modellierung her. Jetzt lassen sich, wie oben erklärt, Abmessungen ändern, usw. Die Modellierungsschritte müssen dann allerdings nochmals durchgeführt werden. In professionellen CAD-3D Programmen wird dieser Schritt automatisch durchgeführt.

Bemerkungen:

- Variablendefinitionen sind global und gelten ab Neudefinition (Menüpunkt *Bearbeiten – Variable*).
- Variablendefinitionen werden nicht gespeichert. Beim Speichern des Projektes werden an Stelle der Variablen ihre Definitionsterme (Konstante) eingesetzt.
- Variablennamen (links vom „=" Zeichen) bestehen aus Buchstaben und Ziffern. Das erste Zeichen muß ein Buchstabe sein.
- rechts vom „=" Zeichen dürfen Konstante, Variable und Terme stehen (z.B. $a2 = b1 * \tan(55)$).
- aber rekursive Variablendefinitionen (z.B. $r = r + 2$) sind nicht erlaubt.
- werden die Variablendefinitionen während des Arbeitens an einem Projekt gelöscht, sind die Funktionen zurück usw. wahrscheinlich nicht mehr korrekt ausführbar.

In **GAM V9.2** wurde die Möglichkeit geschaffen, ein Projekt mit allen vorhandenen Variablen als Textdatei zu speichern: *Bearbeiten – Protokoll – editieren*, Menüpunkt *Datei – Exportieren...* Die exportierte Datei ist eine Textdatei, bekommt die Endung *.txt* (z.B. GABELKOPF.TXT). Sie enthält das Protokoll und, falls Variable existieren, nach einer Trennzeile „*****“, die Liste aller definierten Variablen. GABELKOPF.TXT sieht folgendermaßen aus:

```
EW schwarz
  S(b,l,h)
EW schwarz
  S(b,d,h1)
  T(0,(l-d)/2,h)
DZ2 schwarz
  S(d/2,d/2,b)
  D(0,90,0)
  T(0,l/2,h+h1)
DZ2 schwarz
  S(d1/2,d1/2,b)
  D(0,90,0)
  T(0,l/2,h+h1)
EW schwarz
  S(t,l,h1+d)
  T((b-t)/2,0,h+h1-h2)
*****
l=66
b=48
d=40
d1=20
h=20
h1=50
h2=35
t=b/3
```

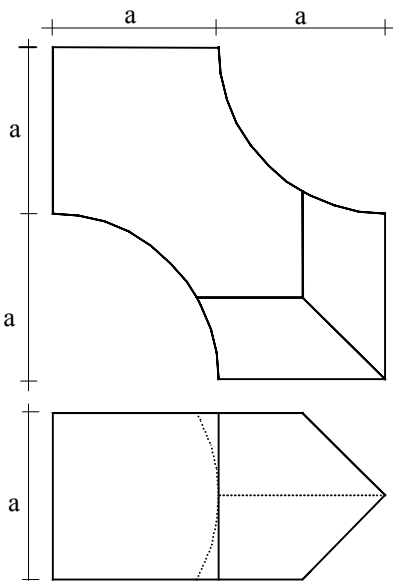
Im Protokoll – Editor, Menüpunkt *Datei – Importieren*, kann z.B. GABELKOPF.TXT wieder eingelesen werden. Die Textzeilen bis zur Trennzeile „*****“ werden den Protokollzeilen hinzugefügt, die Variablen werden im Bearbeitungsfeld für Variable (Hauptmenü *Bearbeiten – Variable, Animationen...*) hinzugefügt. Der Unterschied zum Hauptmenüpunkt *Datei – Öffnen (Hinzufügen)* liegt darin, dass beim Importieren keine Prüfung vorgenommen wird und keine Objektdaten erzeugt werden. Das geschieht erst im Protokoll – Editor, Menüpunkt *Bearbeiten – Prüfen* und *Bearbeiten – Ausführen*. Vorher muß der User die Überprüfung der Variablenwerte und der Variablen auf eventuelle Neudefinitionen schon vorhandener Variablen selbst durchführen: *Bearbeiten – Variable, Animationen...*

Das ist auch der Grund, warum mit dem Hauptmenüpunkt *Datei – Projekt speichern* bzw. *Öffnen (Hinzufügen...)* nicht wie oben die verwendeten Variablen mit gespeichert bzw. mit eingelesen werden.

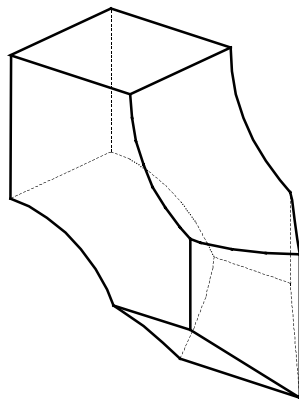
Mit dem Menüpunkt *Bearbeiten – Aktualisieren* im Protokolleditor wird der momentan sichtbare Objektzustand wieder hergestellt. Das geschieht automatisch, wenn das Fenster des Protokolleditors geöffnet wird.

Raumgestaltung

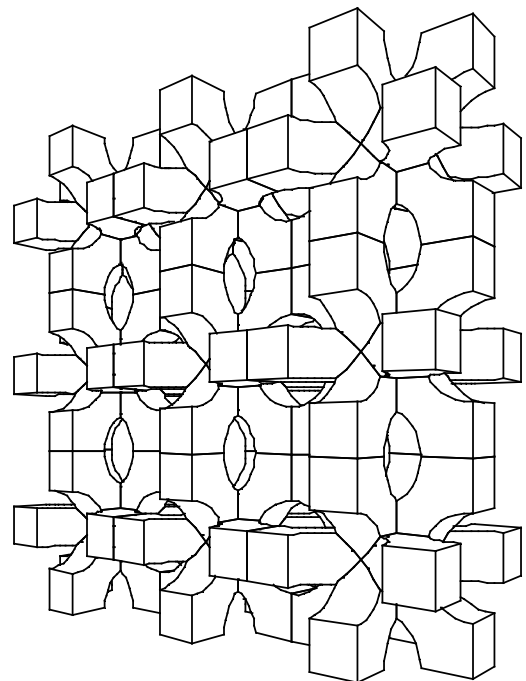
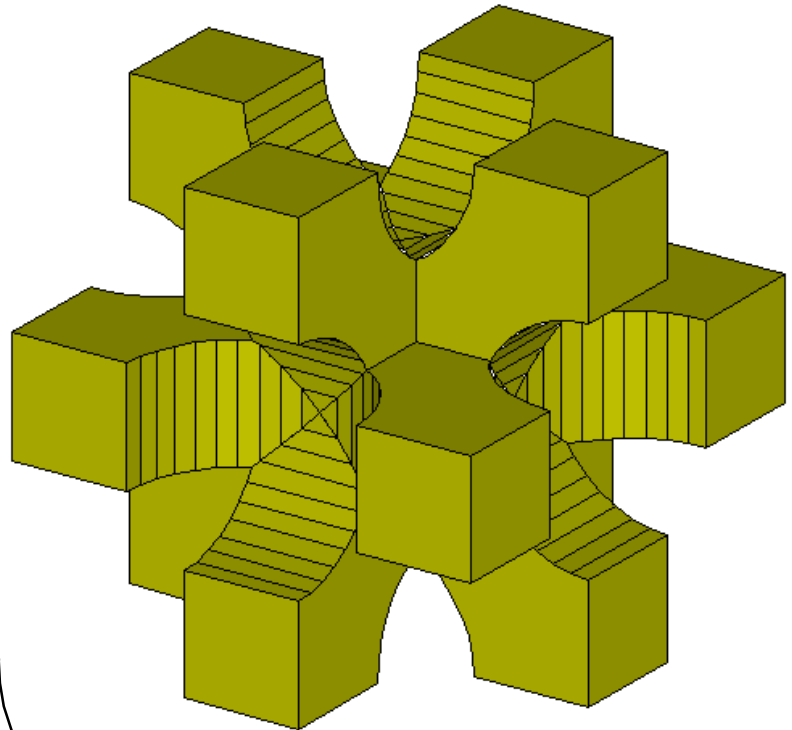
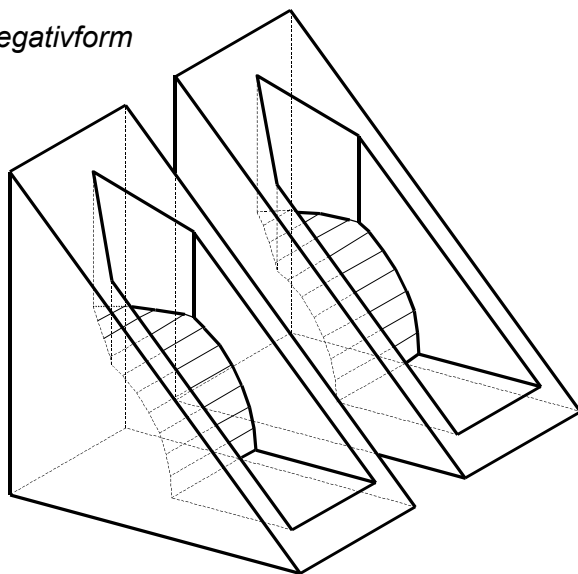
Mit Hilfe von 12 Kopien des Objektes **Element** ist das abgebildete Raumelement zusammenzustellen. Modelliere zur Übung auch das Objekt **Element**. Die Proportionen sind der Figur zu entnehmen. Modelliere eine passende Negativform.



Element



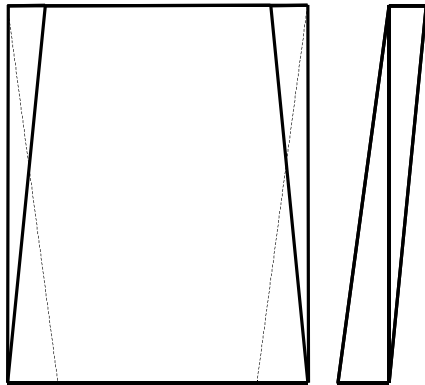
Negativform



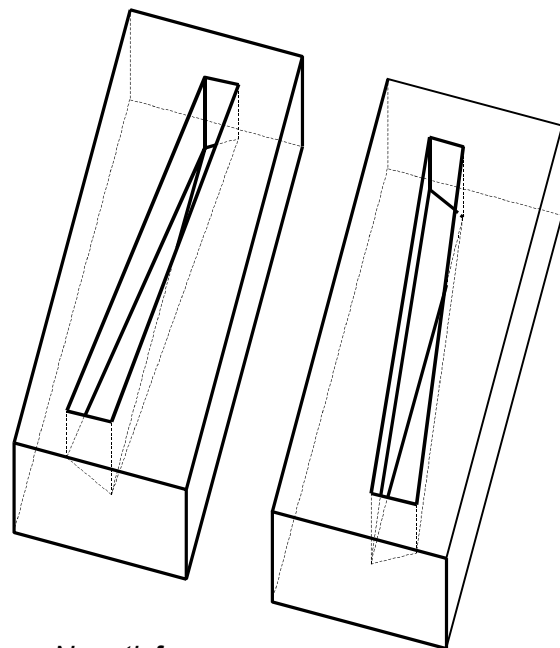
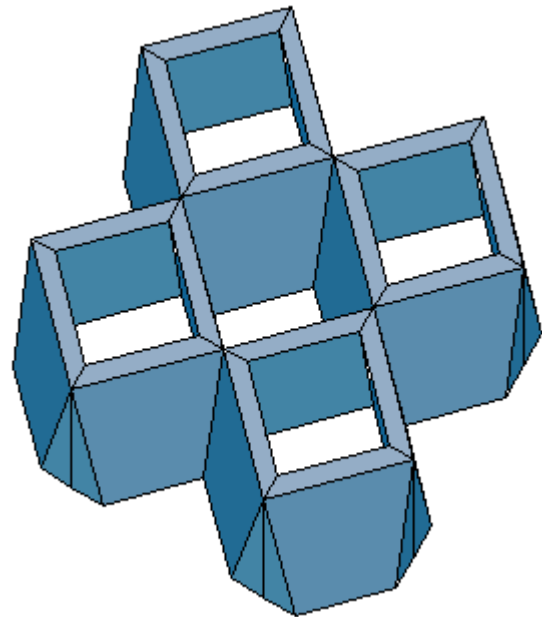
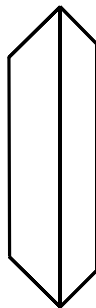
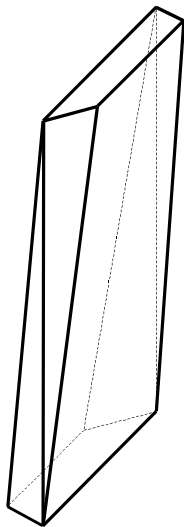
Idee: Abteilung Plastische Formgebung, HTL Ortweinschule.

Raumgestaltung 2

Mit Hilfe von 16 Kopien des Objektes **Element** ist das abgebildete Raumelement zusammenzustellen. Modelliere zur Übung auch das Objekt **Element**. Die Proportionen sind der Figur zu entnehmen. Modelliere eine passende Negativform.



Element

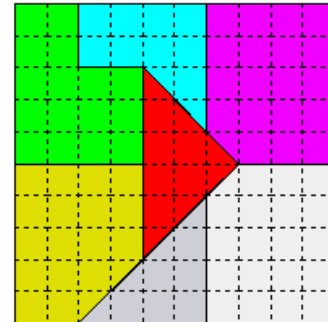
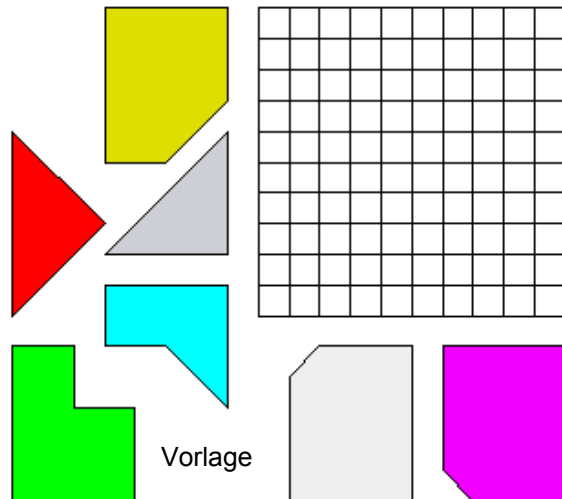


Negativform

Idee: Abteilung Plastische Formgebung, HTL Ortweinschule.

Tangram

Tangram ist ein altes chinesisches Spiel, bei dem man aus 7 Einzelteilen ganz verschiedene Figuren zusammensetzen kann. Man kann ähnliche Spiele erzeugen, in dem man etwa ein Quadrat von 10 x 10 in 7 Einzelteile zerschneidet, die dann nur durch Schiebungen zum Quadrat zusammengesetzt sind. Siehe Abbildungen *Vorlage* bzw. *Lösung*. (Quelle: *Salzburger Nachrichten*, 9.1.2002)



Erzeuge mit GAM die Einzelteile, ordne sie etwa wie in der Vorlage an und setze sie durch Transformationen Verschiebungen bzw. Bewegungen zusammen. Erzeuge eine Animation, in der das Zusammenfügen automatisch geschieht und exportiere diese in VRML (Objekte zeitversetzt animieren)!

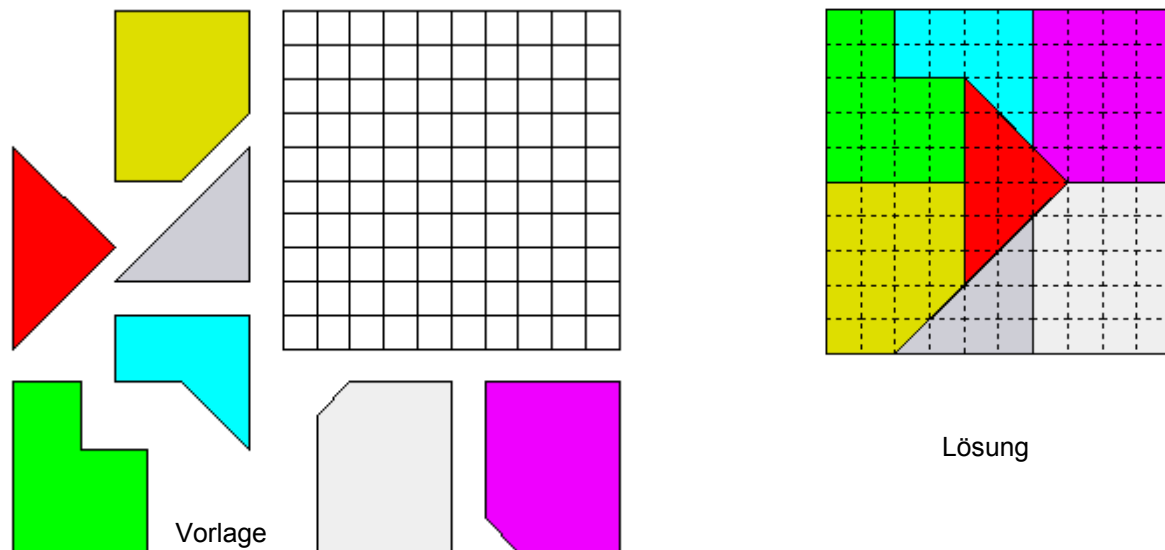
Um z.B. die violette Teilfigur zu erzeugen, geht man von einem Quader (5 x 4 x 1) aus, modelliert mit *Modellieren - Bohrungen - prismatisch* (der Raster dient als Punktfang) und entfernt mit *Modellieren - Kanten entfernen* alle Kanten bis auf jene in der Ebene z = 0.

Eine andere Möglichkeit, die zugleich einen Einblick in die Struktur einer GAM - Objektdatei bietet, ist folgende: Objektfarbe violett wählen, *2D-Objekte - Rechteck (5 x 4)*, *Datei - Objekt speichern unter* (Dateiname z.B. *rechteck.dat*). Nun wird (ausserhalb von GAM) die Datei *rechteck.dat* mit einem Texteditor (z.B. Notepad.exe) geöffnet. Nun braucht man nur die Punktkoordinaten und die Kantenliste entsprechend ändern bzw. ergänzen. Natürlich müssen auch die Anzahlen der Punkte bzw. Kanten gegebenenfalls korrigiert werden. Nach Speichern etwa unter *teil1.dat* kann in GAM mit *Datei - Hinzufügen Teil1* zum Bestandteil des Projektes gemacht werden.

rechteck	teil1	Kommentar (z.B. Name)
nichtkonvex nichtmodelliert	nichtkonvex nichtmodelliert	
2.50 2.0 0.50	2.50 2.0 0.50	Innerer Punkt der Figur
4	5	Anzahl der Punkte
0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	1. Punkt
5.0 0.0 0.0	4.0 0.0 0.0	2. Punkt
5.0 4.0 0.0	5.0 1.0 0.0	
0.0 4.0 0.0	5.0 4.0 0.0	
4	0.0 4.0 0.0	letzter Punkt
1 2	5	Anzahl der Kanten
2 3	1 2	1. Kante verbindet P1-P2
3 4	2 3	2. Kante verbindet P2-P3
4 1	3 4	
1 pink	4 5	
4 pink	5 1	letzte Kante verbindet P5-P1
1	1 pink	Zahl der Flächen, Objektfarbe
2	5 pink	Zahl d. Kanten, Fläche1, Fl.Farbe
3	1	Nummer der 1. Kante
4	2	Nummer der 2. Kante
	3	
	4	
	5	Nummer der letzten Kante

Tangram 2

Tangram ist ein altes chinesisches Spiel, bei dem man aus 7 Einzelteilen ganz verschiedene Figuren zusammensetzen kann. Man kann ähnliche Spiele erzeugen, in dem man etwa ein Quadrat von 10 x 10 in 7 Einzelteile zerschneidet, die dann nur durch Schiebungen zum Quadrat zusammengesetzt sind. Siehe Abbildungen *Vorlage* bzw. *Lösung*. (Quelle: *Salzburger Nachrichten*, 9.1.2002)



Erzeuge mit GAM die Einzelteile, ordne sie etwa wie in der Vorlage an und setze sie durch *Transformationen Verschiebungen* zusammen. Erzeuge eine Animation, in der das Zusammenfügen automatisch geschieht und exportiere diese in VRML (Objekte *zeitversetzt* animieren)!

Als Grundlage zur Erzeugung der Teilfiguren erzeugt man mit *2D – Objekte – Raster* einen Raster in der [xy]-Ebene: xmin = 0, xmax = 10, schrittx = 1, ymin = 0, ymax = 10, yschritt = 1.

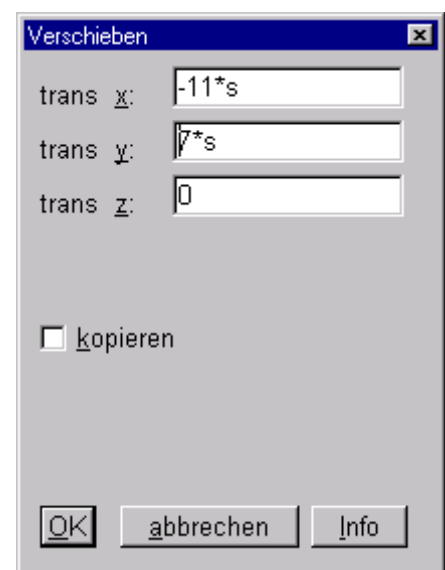
Um z.B. die violette Teilfigur zu erzeugen, wählt man als Objektfarbe violett (Schaltfläche Of), zeichnet mit *2D – Objekte – Polygone* ein geschlossenes Polygon in der [xy] - Ebene, dessen Eckpunkte nach der Vorlage mittels des Rasters exakt „gefangen“ werden können. Die Meldung bzw. Frage „Das Polygon ist geschlossen und eben. Soll eine Fläche erzeugt werden?“ ist mit Ja zu beantworten.

Hat man auf diese Weise alle Polygone erzeugt, verschiebt man sie ausserhalb des Rasters, so dass die Vorlage entsteht. Um beim Abbildungsmodus „unsichtbare Kanten punktiert“ den Raster in der Lösung punktiert zu sehen, sollte er um (0, 0, -0.1) verschoben werden. Damit ist die Vorlage fertig und kann mit *Datei – Projekt speichern unter* gespeichert werden.

Um die Schiebungen, die die Lösung ergeben, animieren zu können, muß mit *Bearbeiten – Variable, Animationen* eine Bereichsvariable s definiert werden: s = 0..1,0.05. Nicht vergessen, mit der Schaltfläche *Prüfen* die Variable s auch zu aktivieren.

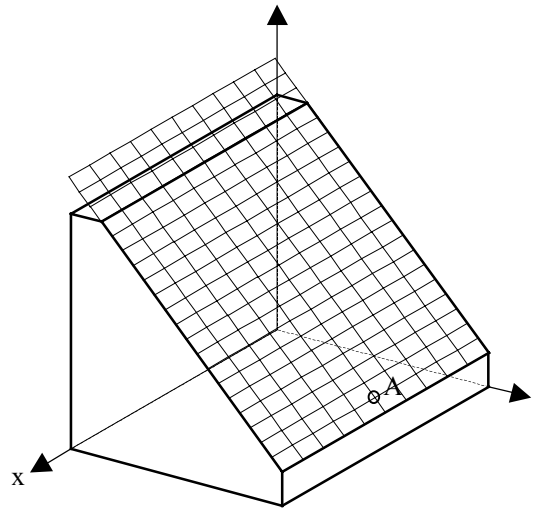
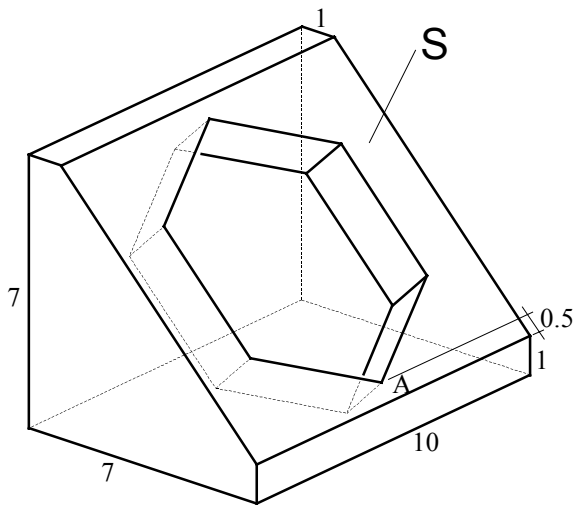
Z.B. muss die grüne Fläche um den Vektor (-11,7,0) verschoben werden, damit sie in die Lösung passt. Damit diese Verschiebung animiert ablaufen kann, ist mit *Transformieren – Verschieben* für die Komponenten des Schiebvektors $transx = -11*s$, $transy = 7*s$, $transz = 0$ einzugeben. Analog für die anderen Teilflächen.

Mit der Schaltfläche *Animieren* im Fenster *Bearbeiten – Variable, Animationen* laufen alle Verschiebungen animiert ab, d.h. s bekommt zuerst den Wert 0, dann 0.05, dann 0.01 usw. Der letzte Wert ist 1. Jedes mal wird z.B. die grüne Fläche um den Vektor $(-11*s, 7*s, 0)$ verschoben und die neue Lage dargestellt. In GAM werden alle Polygone zugleich animiert, beim Export als VRML – Datei kann mit der Auswahl *Objekte zeitversetzt animieren* erreicht werden, dass eben ein Objekt nach dem andern animiert wird und in die richtige Position verschoben wird.



Vertiefung für Sechskantmutter

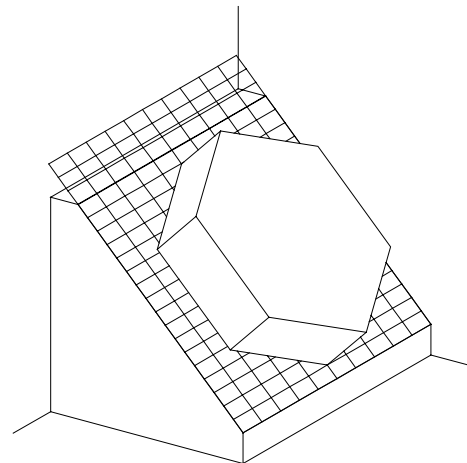
Für die Verankerung des Kopfes eines Schraubbolzens ist am Sockel **S** eine 1.5 cm hohe Vertiefung in Form eines regelmäßigen sechseitigen Prismas zu erzeugen.



Die Abschrägung am Quader (10x7x7) geschieht am besten mit dem Menüpunkt *Modellieren - Kante Fasen*, 1. Abstand = 6, 2. Abstand = 6.

Um die Grundfläche des Prismas in der schrägen Fläche des Sockels plazieren zu können, bedient man sich eines Rasters: Menüpunkt *Objekte - Raster in [xy]-Ebene*, xmax=10, ymax=10, ex= 1, ey=0.5. Mit dem Menüpunkt *Ändern - Bewegen* kann der Raster in die schräge Ebene bewegt werden, sodaß der Rasterpunkt (0/10/0) mit dem Punkt (0/7/1) des Sockels zur Deckung kommt.

Der Menüpunkt *Objekte - Interne - PRnGm*, $r=(6*\sqrt{2} - 1)/2 = 3.743$, $h = 2$ erzeugt das gewünschte Bohrprisma, das noch mit dem Menü- punkt *Ändern - Bewegen* so bewegt werden muß, daß der Punkt (r/0/0) mit dem Punkt A und die Basisebene mit der Rasterebene zur Deckung kommt.

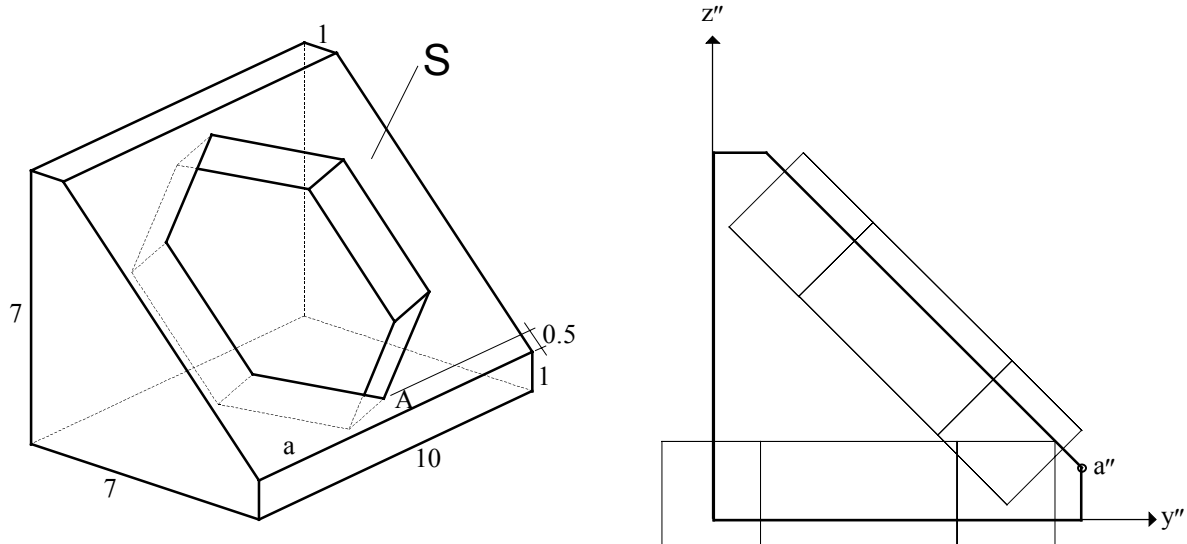


Das Bohrprisma muß noch um den Vektor $(0, -1.5/\sqrt{2}, -1.5/\sqrt{2})$ verschoben werden, um es in die richtige Position zu bringen. Menüpunkt *Ändern - Schieben* : xtrans = 0, ytrans= -1.061, ztrans = -1.061. Mit dem Menüpunkt *Modellieren - Differenz*, 1. Objekt = Sockel, 2. Objekt = Prisma, erzeugt man schließlich das gewünschte Objekt.

Vertiefung für Sechskantmutter

Variante

Für die Verankerung des Kopfes eines Schraubbolzens ist am Sockel **S** eine 1.5 cm hohe Vertiefung in Form eines regelmäßigen sechseitigen Prismas zu erzeugen.



Die Abschrägung am Quader (10x7x7) geschieht am besten mit dem Menüpunkt *Modellieren - Kante Fasen*, 1. Abstand = 6, 2. Abstand = 6.

Das passende Bohrprisma, das die gewünschte Ausnehmung erzeugt, erhalten wir auf folgende Weise.

Mit dem Menüpunkt *Objekte - Interne - PRnGm* wird zunächst ein regelmäßiges Prisma ($r = (6 \cdot \sqrt{2} - 1)/2 = 3.743$, $h = 2$) erzeugt, dessen Basis in der [xy]-Ebene liegt. Mit dem Menüpunkt *Ändern - Bewegen* wird es so bewegt, daß der Punkt $(r/0/0)$ mit dem Punkt $(0/7/0)$, der Punkt $(-r/0/0)$ auf die y-Achse zu liegen kommt (als Zielpunkt kann $(0/0/0)$ angeklickt werden) und die Basisebene in der [xy]-Ebene bleibt.

Anschließend wird das Prisma mit dem Menüpunkt *Ändern - verschieben* um den Vektor $(5/-0.5/-0.5)$ verschoben.

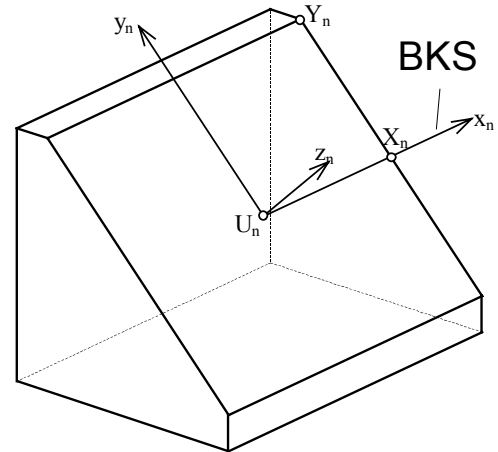
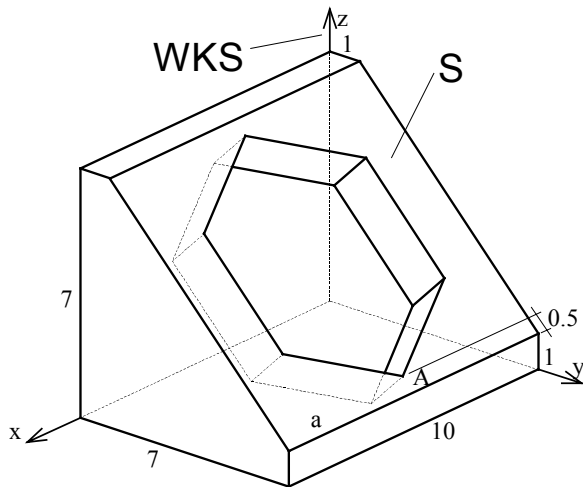
Es ist leicht einzusehen, daß eine Drehung des so positionierten Prismas um die Objektkante a um -45° (mit dem Uhrzeigersinn) dieses in die gewünschte Position bringt! Man führt die Drehung am besten durch, wenn der Aufriß aktiv ist. Nach der Eingabe für $g\text{-rot} = -45$ wird die zweitprojizierende Drehachse a durch Anklicken des Punktes a'' und Drücken der <Enter> - Taste festgelegt.

Mit dem Menüpunkt *Modellieren - Differenz*, 1. Objekt = Sockel, 2. Objekt = Prisma, erzeugt man schließlich das gewünschte Objekt.

Vertiefung für Sechskantmutter

Benutzerkoordinatensysteme, Weltkoordinatensystem

Für die Verankerung des Kopfes eines Schraubbolzens ist am Sockel **S** eine 1.5 cm tiefe Vertiefung in Form eines regelmäßigen sechseitigen Prismas zu erzeugen.



Die Abschrägung am Quader (10x7x7) geschieht am besten mit dem Menüpunkt *Modellieren - Kante Fasen*, 1. Abstand = 6, 2. Abstand = 6.

Das passende Bohrprisma, das die gewünschte Ausnehmung erzeugt, erhalten wir auf folgende Weise. Zunächst wird mit *Bearbeiten – Benutzerkoordinatensysteme..*, BKS – Verwaltung, Schaltfläche *Neu* ein Benutzerkoordinatensystem definiert. Die [xy]-Ebene des neuen Koordinatensystems soll in der

schrägen Seitenfläche des Sockels liegen, der Ursprung U_n im Mittelpunkt. Die Koordinaten der das BKS bestimmenden Punkte U_n, X_n und Y_n können entweder direkt in die Eingabefelder eingegeben werden oder durch Punktfang (eingeleitet durch Mausklick auf die Textfelder rechts, oder Doppelklick in einem der Eingabefelder).

Mit dem Menüpunkt *Objekte - Interne - PRnGm* wird ein regelmäßiges Prisma ($r = (6 \cdot \sqrt{2} - 1)/2 = 3.743$, $h = 2$) erzeugt, das, wenn die Checkbox *als BKS aktivieren* aktiviert ist, in das BKS eingefügt wird. Anschließend wird das Prisma mit dem Menüpunkt *Ändern - drehen* um die z-Achse des BKS um 30° gedreht und um den Vektor (0, 0, -1.5) verschoben.

Ab dem Zeitpunkt der Aktivierung eines BKS werden alle Objekte (Menüpunkte *Objekte 2D*, *Objekte 3D*) ins aktive BKS eingefügt. Die Transformationen *Verschieben*, *Drehen*, *Verschrauben*, *Skalieren* (x,y), *Scherung* und *zentrische Streckung* orientieren sich ebenfalls am aktiven BKS. Allerdings lässt sich durch Aktivieren der Checkbox *bezgl. WKS* erreichen, dass die gewünschte Aktion doch bezüglich des ursprünglichen Koordinatensystems (WKS, Weltkoordinatensystem) erfolgt.

Alle anderen Aktionen in GAM werden bezüglich des WKS durchgeführt.

Mit dem Menüpunkt *Modellieren - Differenz*, 1. Objekt = Sockel, 2. Objekt = Prisma, erzeugt man schließlich das gewünschte Objekt.

In GAM lassen sich beliebig viele

Das Dialogfeld **BKS festlegen** enthält die folgenden Felder und Optionen:

- U_n** (Ursprung): x: 5, y: 4, z: 4. Rechts daneben steht: *wähle neuen URSPRUNG*.
- X_n** (Punkt auf x-Achse): x: 0, y: 4, z: 4. Rechts daneben steht: *wähle Punkt auf x-ACHSE*.
- Y_n** (Punkt in [xy]-Ebene): x: 0.0, y: 1.0, z: 7.0. Rechts daneben steht: *wähle Punkt in [xy]-EBENE*.
- Name:** BKS1
- ☒ **Koordinatenachsen einfügen**
- Skalierungsfaktor:** 6
- ☒ **als BKS aktivieren**
- Buttons: **OK**, **abbrechen**, **Hilfe**

Benutzerkoordinatensysteme definieren und verwalten.