

Beispielsammlung

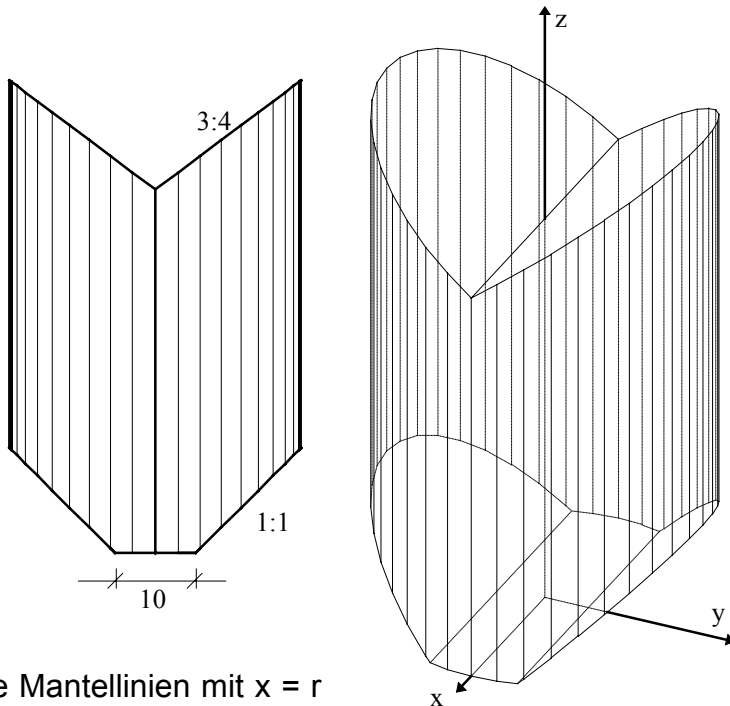
Arbeiten mit GAM

Behälter.....	2
Einfassung	3
Eliptischer Flansch mit Rohr.....	4
Halterung.....	6
HOLZVERBINDUNG	7
KEGELSTUMPF - Abwicklung.....	8
Klemmhalterung	9
Fingerkühlkörper	14
Mansardendächer	15
Mansardendach 2.....	17
Mansardendach 3.....	18
Netz eines schräg abgeschnittenen Quaders	19
Rollenhalterung	20
Salzstreuer	21
Schale	22
Schalterknopf	23
Sheddach	24
Signallampe.....	25
Dreibein mit Sockeln	26
Steinschnitt.....	28
Stützen	30
Tisch.....	31
Tragwerk	32
Transistor-Steckfassung.....	33
Treppe	34
Zellsystem	35
VARIANTEN Konstruktion im CAD, Verwenden von VARIABLEN in GAM.....	36
LAGERBOCK.....	38
HOLZVERBINDUNG	39
SCHWALBENSCHWANZ.....	40
TRICHTER	41
SOCKEL.....	42
TEUFELSKNOTEN	43
Vertiefung für Sechskantmutter	44
Vertiefung für Sechskantmutter, Variante.....	45
WINKEL	46
Verschneidungen von Kreiszylinderflächen, Experimente	47
Kerzenhalter	49
Kunst am BAU.....	50

Behälter

Modelliere den abgebildeten Behälter (Salvatorkirche in Graz).

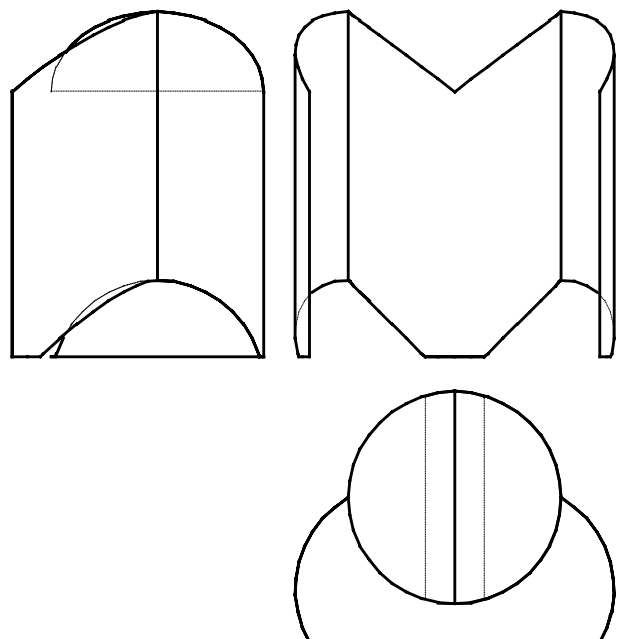
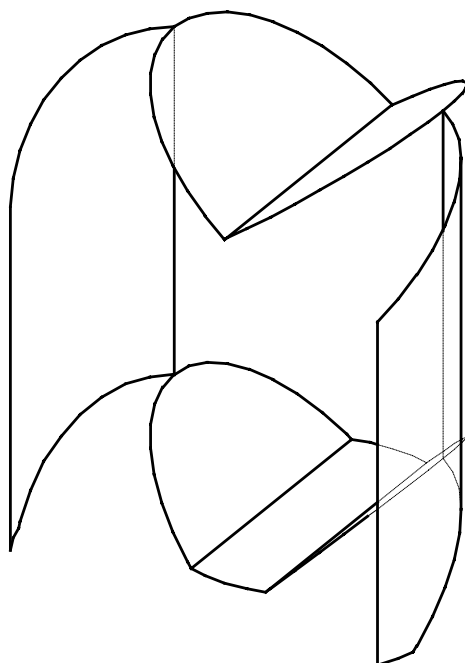
Das Volumenmodell für den Behälter ergibt sich aus einem Drehzylinder, $r = 18 \text{ cm}$, $h = 60 \text{ cm}$, an dem 4 ebene Schnitte ausgeführt werden. Die Schnitte erledigt man in der Aufrissansicht mit dem Menüpunkt *Modellieren prismatisch*. Ein Raster in der $[y,z]$ -Ebene $40 \times 40 \times 5 \times 5$ ist dabei hilfreich.



Um das linke und rechte Viertel zu entfernen (Türen), entfernt man mit dem Menüpunkt *Modellieren - Kanten entfernen - L (Linie)* alle Mantellinien mit $x > 0$. Das geschieht am besten in der Kreuzrissansicht. Um schliesslich z.B. die rechte Tür zu modellieren, erzeugt man zunächst aus dem Volumenmodell das Viertel mit $x > 0$ und $y > 0$. Anschliessend entfernt man wie oben die nicht benötigten Kanten. Eine Spiegelung an der $[x,z]$ -Ebene erzeugt aus der modellierten Tür die linke Tür.

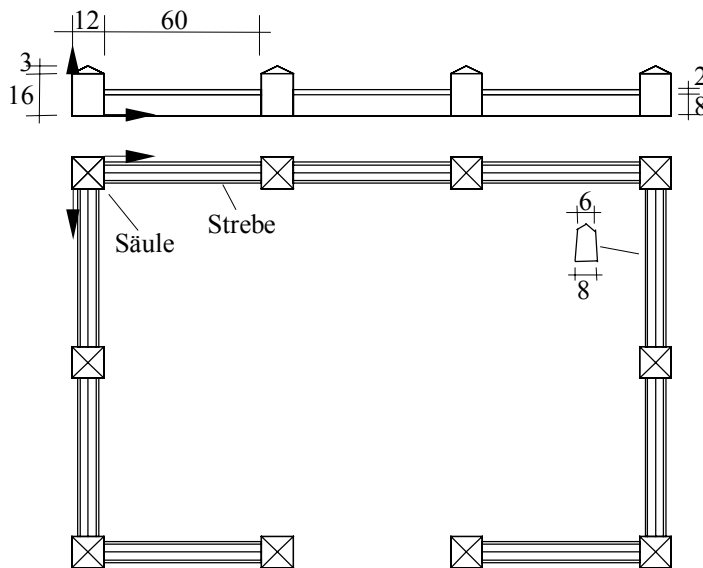
Die Mantellinien mit $x = r$ mit der Option *nur* mit dem Menüpunkt *Objekte - Interne - EZ* mit einer anschließenden Skalierung durch normale Strecken überlagert werden. Die erforderlichen Längen kann man mit dem Menüpunkt *HILFEN - PUNKT (oder (KANTE))* erfahren. Die Türen wurden schließlich um die Randkanten jeweils um 60° gedreht. Man versuche vom gegebenen Behälter ein Volumenmodell zu erzeugen, also Wandstärken zu berücksichtigen!

bzw. $y = \pm r$ werden in einer Ansicht *Umriss* nicht angezeigt. Sie müssen



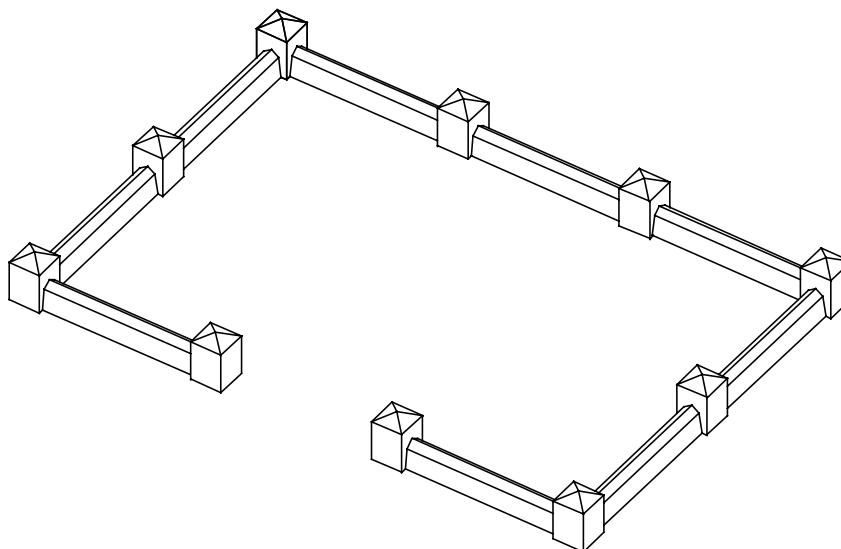
Einfassung

Modelliere die abgebildete Einfassung als Volumenmodell.



GAM schreibt beim Erzeugen und Positionieren von Objekten alle Vorgänge in einem Protokoll mit. Umgekehrt kann man mit Hilfe eines Texteditors (z.B. WordPad) das Generierungsprotokoll schreiben und dieses in GAM mit dem Menüpunkt *Objekte - Protokoll* laden. Mit dem Menüpunkt *Datei - Protokoll speichern* lässt sich das Generierungsprotokoll auch speichern. Dies ist die speicherschonendste Art, Objektgenerierungen zu speichern. Im folgenden Protokoll steht **EW** für Einheitswürfel, **QP** für (quadr.)

Einheitspyramide, **EK** für Einheitskeil, **T** für Translation, **S** für Skalieren, **D** für Drehung, **Sz** für Skalieren in Höhe z, **Sxy** für Scheerung. Siehe auch die genauere Beschreibung im Handbuch, Seiten D - 1, D - 2 und D - 3. Um die Einfassung zu erzeugen, genügt es zunächst eine Strebe und eine Säule zu erzeugen. Rechts von der Abbildung ist das Protokoll angegeben.



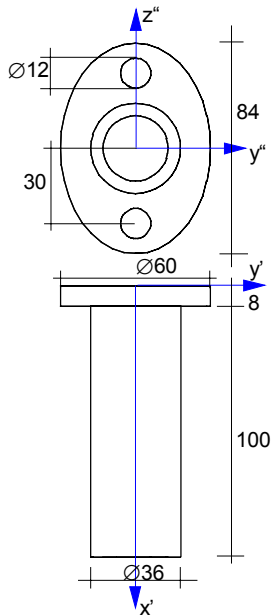
EW hellgrau
 S(8,60,8)
 T(-4,0,0)
 Sz(6/8,1,8)
 T(6,12,0)
 EK hellgrau
 Sxy(0,0,5,1)
 S(60,6,2)
 D(0,0,90)
 T(9,12,8)

EW hellgrau
 S(12,12,16)
 QP hellgrau
 S(12,12,3)
 T(0,0,16)

Zahlenangaben im Protokoll können auch Rechenterme sein! Siehe Handbuch, Seite H - 2. Beim Speichern der Protokolldatei ist zu achten, dass die Datei die Endung **.PRO** erhält und als DOS - Textdatei gespeichert wird (ohne Formatierungen). Das Erstellen eines Skripts (Protokoll) ist eine gute Möglichkeit, das räumliche Denkvermögen zu fordern und zu fördern! Um ein Volumenmodell der Einfassung zu erzeugen, müssen die zwei Teilobjekte der Säule bzw. der Strebe mit Modellieren - Vereinigung vereinigt werden. Mit *Ändern - Schieben*, *Ändern - Drehen* mit *Kopieren* : J werden die restlichen Elemente erzeugt, die noch schrittweise miteinander vereinigt werden müssen.

Elliptischer Flansch mit Rohr

Erzeuge den elliptischen Flansch mit einem Stück Rohr.



Alle beteiligten Körper werden werden zunächst mit der z - Achse als Körperachse erzeugt.

Elliptischer Zylinder

Drehzylinder: $r = 42$ mm, $h = 8$ mm

Ändern - Skalieren (x,y,z) : $x_{skal} = 1$, $y_{skal} = \frac{60}{84}$, $z_{skal} = 1$.

Das Rohr wird als Differenz zweier Drehzylinder erzeugt.

Zylinder 1: $r = 18$, $h = 100$, Verschiebung (0, 0, 8)

Zylinder 2: $r = 13$, $h = 115$.

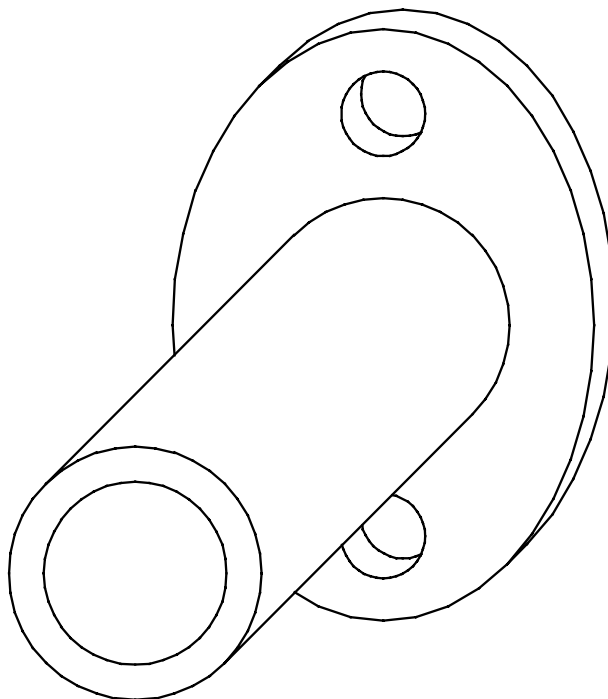
Will man das Objekt als Volumenmodell haben, müssen der elliptische Zylinder und das Rohr jetzt mit *Modellieren - Vereinigung* vereinigt werden.

Für das Erzeugen der Bohrungen am Flansch benötigt man zunächst einen Zylinder ($r = 6$, $h = 10$, Verschiebung (-30, 0, -1)). Eine weitere Verschiebung mit (60, 0, 0), *kopieren* : J ergibt den zweiten Zylinder.

Die Differenz des Flansches bzw. des Gesamtobjektes mit den eben erzeugten Bohrzyklindern ergibt schließlich das gewünschte Objekt.

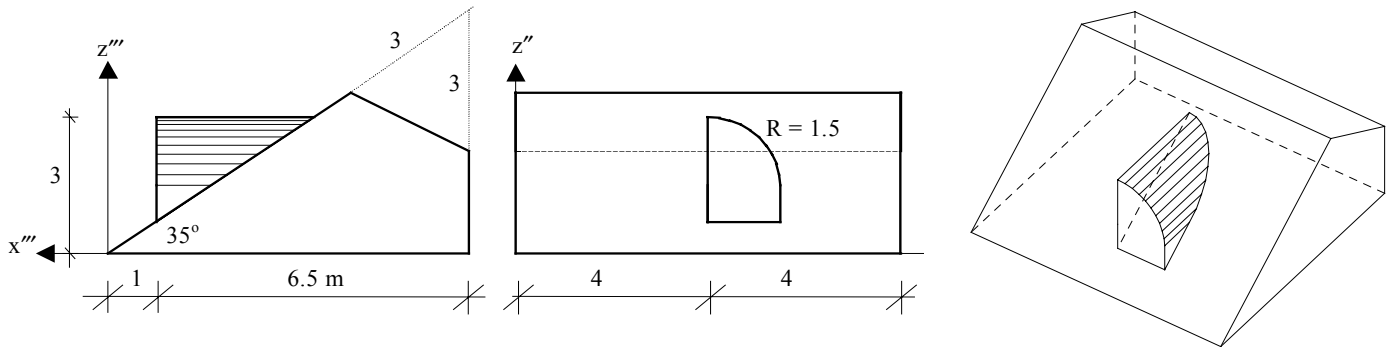
Anschließend müssen noch alle Objekte bzw. das als Volumenmodell erzeugte Objekt um die y - Achse um 90° gedreht werden: *Ändern - Drehen*, $y\text{-rot} = 90^\circ$.

Anmerkung: um alle Objekte auszuwählen genügt das Drücken der Eingabetaste.



Dachgaube

Modelliere die abgebildete Dachgaube als Volumenmodell.



Das Pultdach mit der Neigung 35° wird aus einem Quader ($-7.5 \times 8 \times 6$) durch Differenzbildung mit einem passenden Quader modelliert, der vorher um die y-Achse um 35° gedreht wird. Die Abschrägung im Firstbereich wird mit dem Menüpunkt *Modellieren - Kante FASEN* bewerkstelligt. Nachdem man die beiden Abstände (3) eingegeben hat, wird auf die Anfrage "wähle zu fasende Kante.." der First gewählt (linke Maustaste).

Um die Gaube zu modellieren, wird zuerst ein Viertelzylinder mit passender Länge erzeugt, der mit einem darunterliegenden Quader vereinigt wird. Geeignete Verschiebungen bringen die Gaube in die richtige Position. Mit dem Menüpunkt *Modellieren - Vereinigung* erhält man schließlich das gewünschte Objekt.

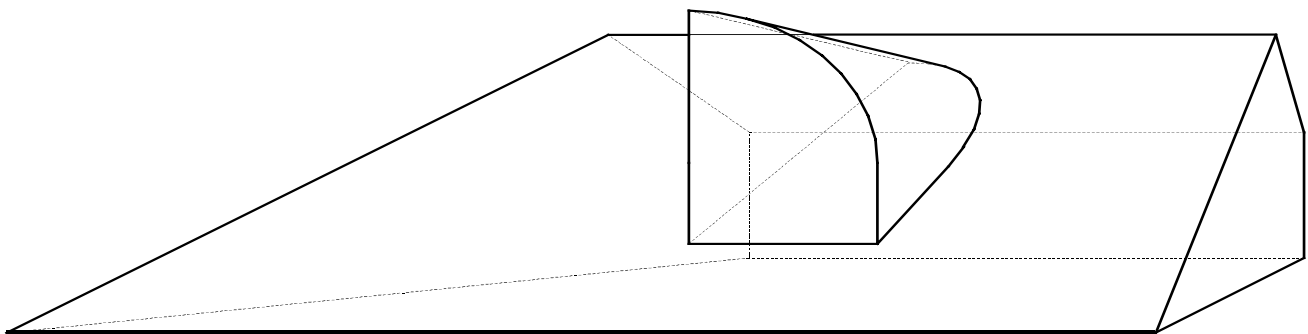
Das folgende Bild zeigt eine Frontalperspektive des Objektes. Die Ebene $x = -7.5$ dient als Bildebene. Folgende Einstellungen müssen durchgeführt werden:

Menüpunkt *Ansicht - Zentralriss*: Koordinaten des Hauptpunktes, z.B.: $H(-7.5/10/1.25)$

Distanz: z.B.: $d = 12$

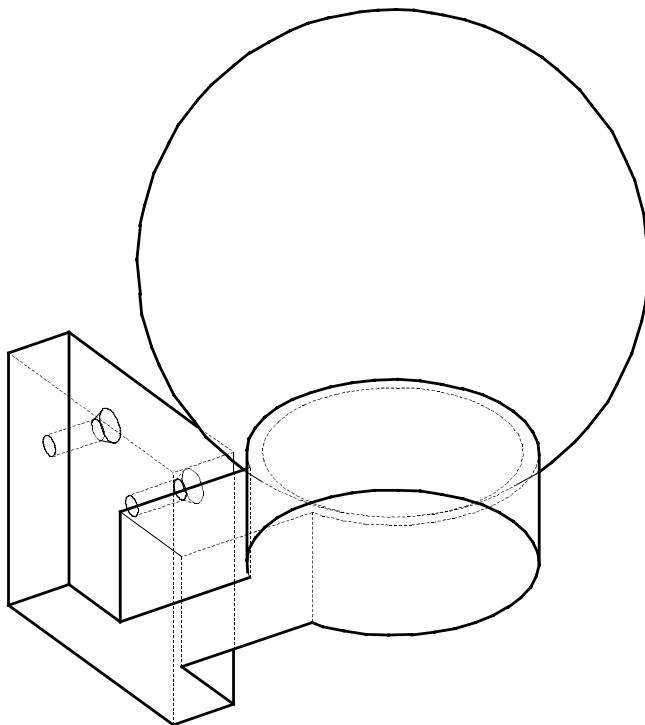
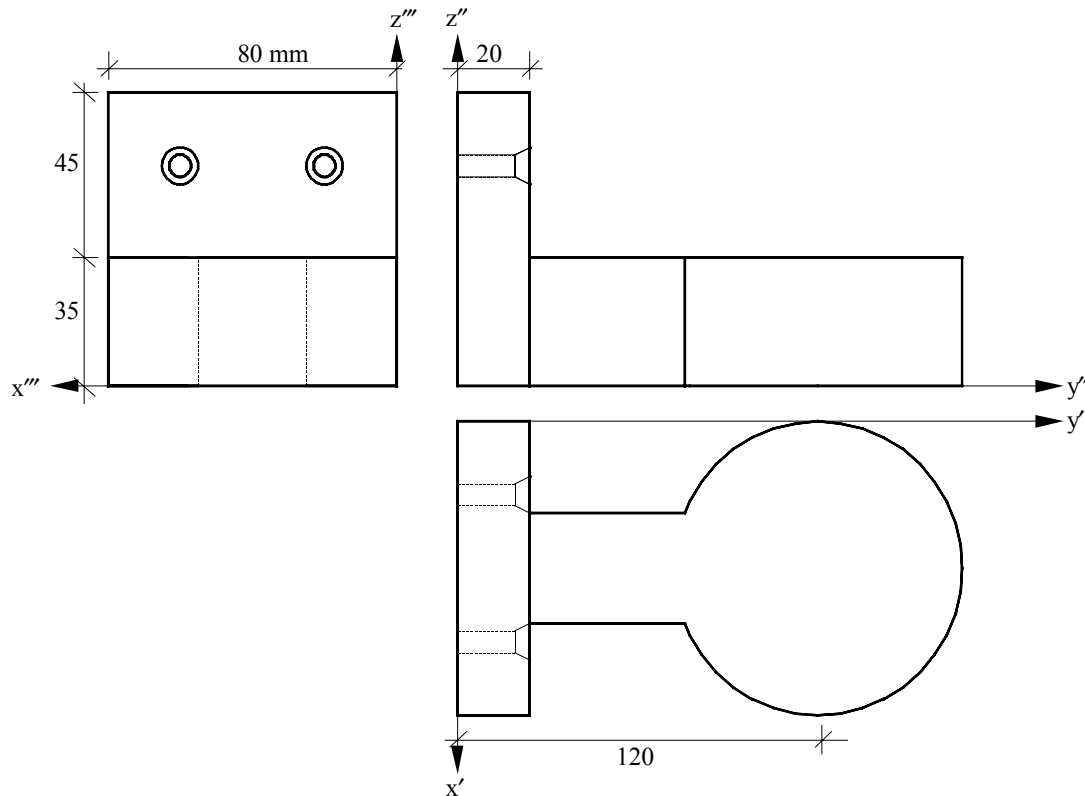
Menüpunkt *Ansicht - allg. Blickrichtung*: $L = 0$, $B = 0$

Klicken der Schaltfläche für Zentralriss (Z) erzeugt schließlich das gewünschte Bild.



Halterung

Modelliere die abgebildete Halterung für eine Kugellampe als Volumenmodell.



Als Grundkörper benötigt man einen Quader mit den Abmessungen 80 x 20 x 80, einen weiteren Quader mit den Maßen 30 x 90 x 35 und einen Drehzylinder mit $r = 40$ und $h = 35$.

Hat man die Grundkörper einmal in die richtige Position gebracht (Menüpunkt *Ändern - Schieben*), kann man mit dem Menüpunkt *Modellieren - Vereinigung* das Volumenmodell der Halterung erzeugen. Für die Befestigung mit Senkkopf -schrauben sind die passenden Bohrungen zu erzeugen.

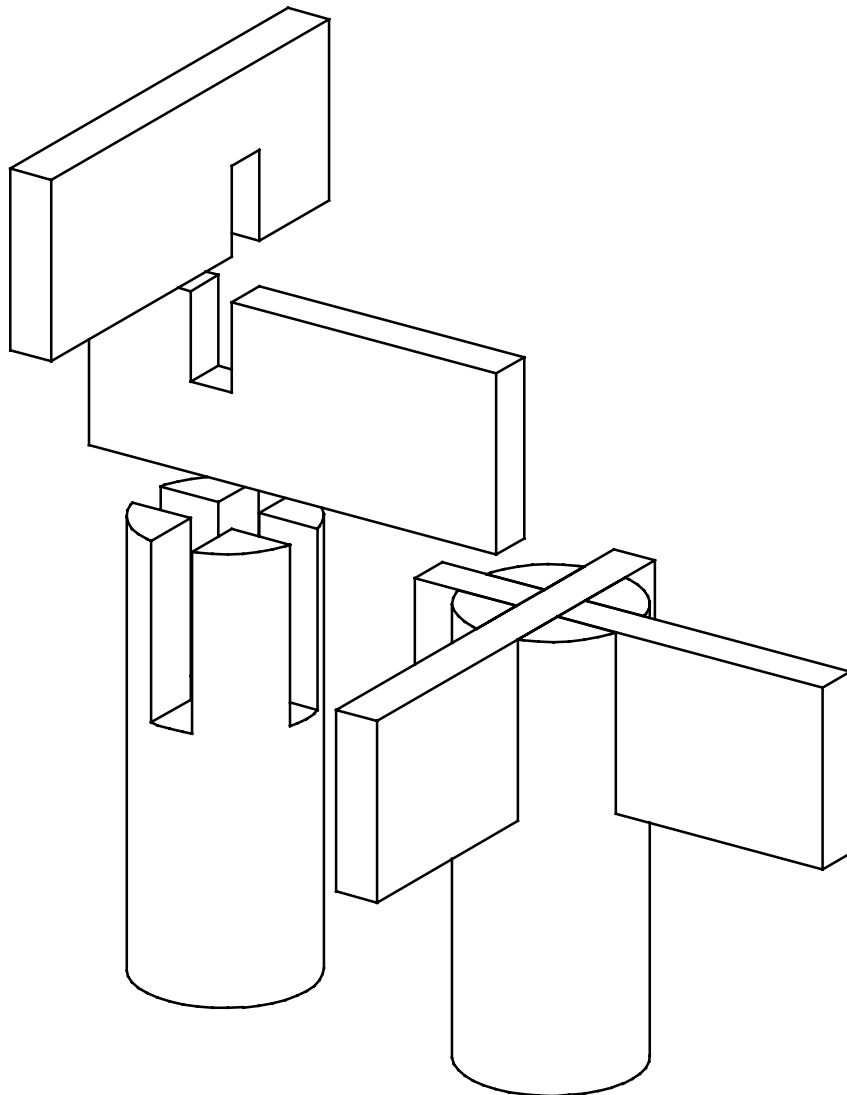
Die Vereinigung der Halterung mit einer Kugel ($r = 70$, 40 Meridiane, Verschiebungsvektor (40,100,95)) komplettiert das

Objekt.

Die Abbildungen wurden mit den Optionen *verdeckte Kanten punktiert* und *nur Umriss* erzeugt. Die Mantellinien der Zylinder, sowie die Meridiane und Breitenkreise der Kugel werden dabei nicht angezeigt.

HOLZVERBINDUNG

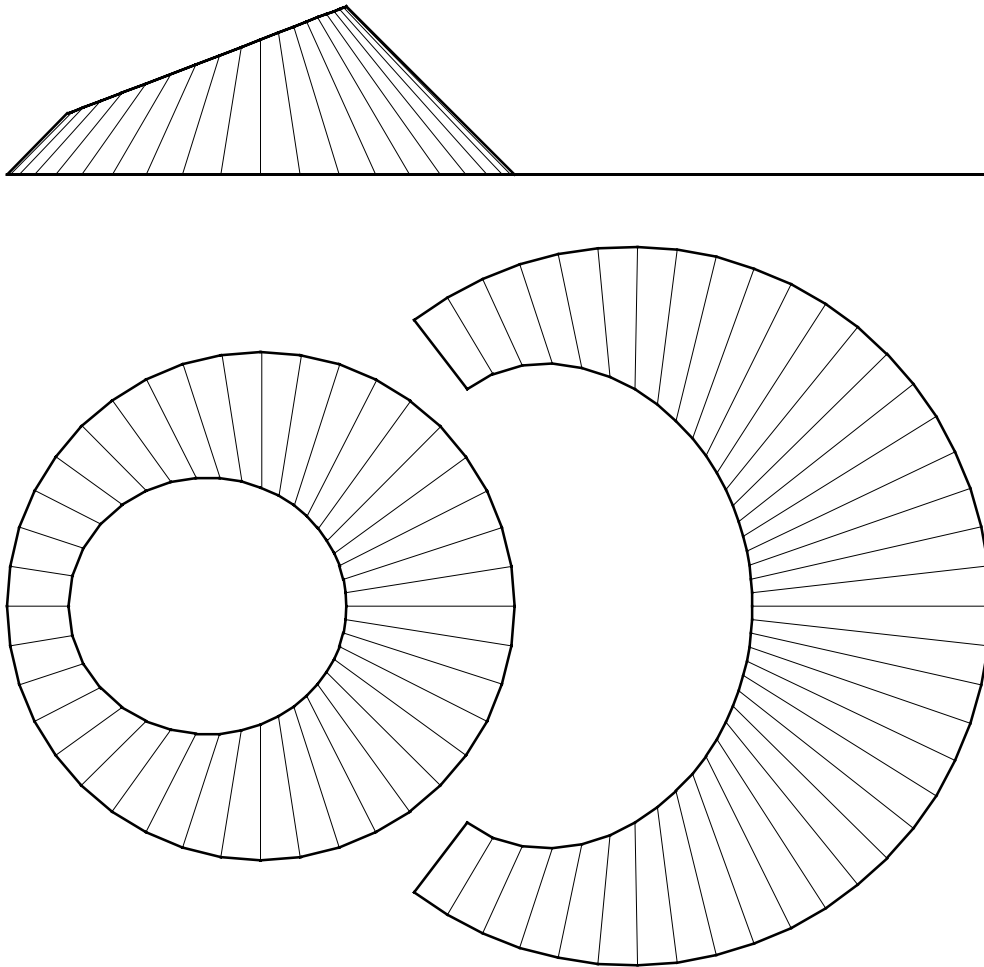
Die dargestellte Steckverbindung ist zu modellieren. Die beiden Leisten haben die Abmessungen 20x2x8 cm und stehen 2 cm über den Zylinder hinaus. Der Radius des Zylinders ist 4 cm, seine Höhe 20 cm.



Nach der Modellierung ist eine Kopie der beteiligten Teile anzufertigen und die Steckverbindung als Explosionszeichnung darzustellen. Mit Hilfe des Menüpunktes **OPTIONEN - nur UMRIS** können die Zylindrerzeugenden (= Prismenkanten), die nicht zum Umriss gehören, unterdrückt werden.

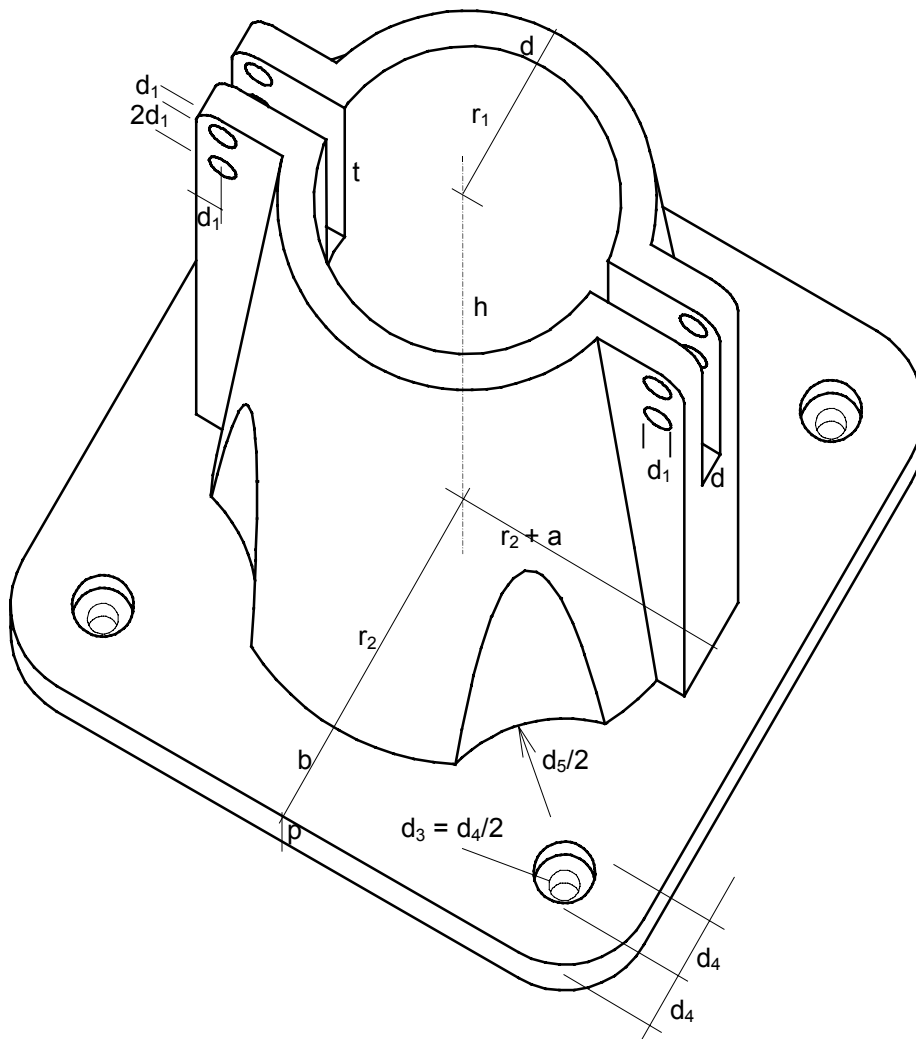
KEGELSTUMPF - Abwicklung

Krumme Flächen werden im CAD durch ebenflächig begrenzte Körper angenähert. GAM nähert einen Drehzylinder durch ein 40-seitiges regelmäßiges Prisma, einen Drehkegel durch eine 40-seitige regelmäßige Pyramide an.



Mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - Bohrung prismatisch** wurde aus dem Drehkegel ($r = 4$, $h = 4$) ein Kegelstumpf erzeugt. Mit einiger Geduld lässt sich mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - NETZ** auch von solchen Objekten die Abwicklung erzeugen. Nachdem eine Hälfte des Netzes erzeugt worden ist, wird sie an der erstprojizierenden Ebene durch die zukünftige Symmetrieachse gespiegelt (Menüpunkt **ÄNDERN - SPIEGELN an Ebene**). In der Grundrissabbildung lässt sich die projizierende Symmetrieebene festlegen, indem man nach Eingabe des 2. Punktes der zu wählenden Ebene die **<enter>** Taste drückt.

Klemmhalterung

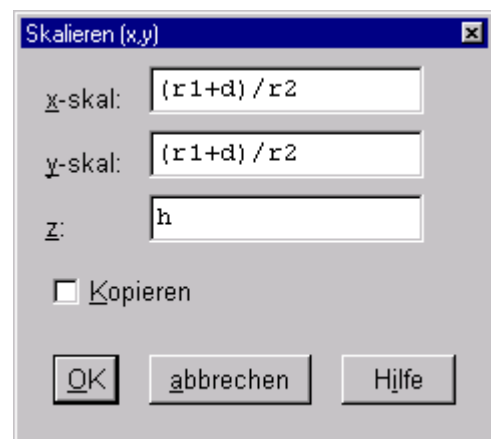


Variable

$r1 = 3 \text{ cm}$
 $r2 = 5$
 $a = 0.5$
 $b = 2$
 $h = 12$
 $t = 5$
 $d = 0.7$
 $d1 = 0.6$
 $d4 = 1.2$
 $d3 = d4/2$
 $d5 = 6$

Die abgebildete Klemmhalterung ist als Volumenmodell zu modellieren. Das Projekt ist so zu erstellen, dass die Werte der Variablen geändert werden können und das Objekt die neuen Abmessungen erhält. In professionellen CAD – Programmen lassen sich die Abmessungen am fertigen Volumenmodell ändern. (PARAMETRISIERTE Volumen-modelle). Die nötigen Modellierungsschritte sind gespeichert und werden automatisch wiederholt. In GAM muss die Situation des Projektes vor dem ersten Modellierungsschritt mit dem Menüpunkt *Bearbeiten – zurück* wiederhergestellt werden. Mit dem Menüpunkt *Bearbeiten – Variable* kann dann die eine oder andere Variable geändert und mit *Bearbeiten – Variable – Neuzeichnen* die Auswirkung beobachtet werden. Anschließend müssen die nötigen Modellierungsschritte händisch wiederholt werden. Nun die wichtigsten Arbeitsschritte.

Die Variablen der Liste sind mit *Bearbeiten – Variable* einzugeben und zu prüfen. Damit die äusseren Ausnehmungen am Kegelstumpf genauer werden, verwenden wir statt eines Zylinders ein 80-seitiges regelm. Prisma (Radius: $r2$, Höhe: h), das mit *Transformieren – Skalieren(x,y)* in einen „Kegelstumpf“ transformiert wird. Die



Abmessungen werden natürlich durch Variable bestimmt. Der Stand des Protokolles ist

```
'Kegelstumpf
PR80G2 blaugrau
  S(r2,r2,h)
  SZ((r1+d)/r2,(r1+d)/r2,h)
```

Für die zylindrische Bohrung genügt ein Drehzylinder (Radius: r1, Höhe: h).

```
'Bohrer
DZ2 blaugrau
  S(r1,r1,h)
```

Der Flansch mit den Bohrungen für die Klemmschrauben entsteht später als Vereinigung des Kegelstumpfes mit einem Quader (Länge: 3d, Breite: 2(r2 + a), Höhe h). Eine Verschiebung mit dem Vektor (-1.5d,-r2 – a, 0) bringt ihn in die richtige Lage.

```
'Flansch
EW blaugrau
  S(3*d,2*(r2+a),h)
  T(-1.5*d,-r2-a,0)
```

Um den quaderförmigen Schlitz erzeugen zu können, fügen wir dem Projekt einen passenden Quader hinzu.

```
'Schlitz
EW blaugrau
  S(d,2*(r2+b),t)
  T(-d/2,-r2-b,h-t)
```

Als Befestigungsplatte dient ein Quader (Länge: 2(r2 + b), Breite: 2(r2 + b), Höhe: -p) mit der entsprechenden Verschiebung.

```
'Platte
EW blaugrau
  S(2*(r2+b),2*(r2+b),-p)
  T(-r2-b,-r2-b,0)
```

Die Ausnehmungen am Äusseren des Kegelstumpfes werden als Differenzen mit passenden Zylindern erzeugt, wobei wir aus Genauigkeitsgründen wieder ein 80-seitiges regelm. Prisma verwenden. Insgesamt müssen 4 Kopien erzeugt werden (Drehung um die z-Achse um jeweils 90°).

```
'Ausn1
PR80G2 blaugrau
  S(d5/2,d5/2,h)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,0)
'Ausn2
PR80G2 blaugrau
  S(d5/2,d5/2,h)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,0)
  D(0,0,90)
'Ausn3
PR80G2 blaugrau
  S(d5/2,d5/2,h)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,0)
  D(0,0,90)
'Ausn4
PR80G2 blaugrau
  S(d5/2,d5/2,h)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,0)
```

```
D(0,0,90)
D(0,0,90)
D(0,0,90)
```

Für die Bohrungen an der Befestigungsplatte (Durchmesser d₄ bzw. d₃ benötigen wird je 4 Drehzylinder.

```
'Bohrer1
DZ2 blaugrau
  S(d4/2,d4/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-p/2)
'Bohrer2
DZ2 blaugrau
  S(d4/2,d4/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-p/2)
  D(0,0,90)
'Bohrer3
DZ2 blaugrau
  S(d4/2,d4/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-p/2)
  D(0,0,90)
  D(0,0,90)
'Bohrer4
DZ2 blaugrau
  S(d4/2,d4/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-p/2)
  D(0,0,90)
  D(0,0,90)
  D(0,0,90)
```

Analog mit dem Durchmesser d₃.

```
'Bohrer5
DZ2 blaugrau
  S(d3/2,d3/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5*p)
'Bohrer6
DZ2 blaugrau
  S(d3/2,d3/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5*p)
  D(0,0,90)
'Bohrer7
DZ2 blaugrau
  S(d3/2,d3/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5*p)
  D(0,0,90)
  D(0,0,90)
'Bohrer8
DZ2 blaugrau
  S(d3/2,d3/2,p)
  T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5*p)
  D(0,0,90)
  D(0,0,90)
  D(0,0,90)
```

Wir benötigen noch Drehzylinder für die Erzeugung der Bohrlöcher am Klemmflansch.

```
'Bohrerfl1
DZ2 blaugrau
  S(d1/2,d1/2,4*d)
  D(0,90,0)
  T(-2*d1,r2+a-d1,h-d1)
'Bohrerfl2
DZ2 blaugrau
  S(d1/2,d1/2,4*d)
  D(0,90,0)
```

```
T(-2*d1,r2+a-d1,h-d1)
T(0,0,-2*d1)
```

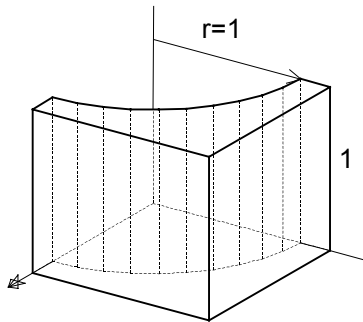
Die beiden Zylinder werden an der [xz]-Ebene gespiegelt und eine Kopie erzeugt.

```
'Bohrerfl3
DZ2 blaugrau
S(d1/2,d1/2,4*d)
D(0,90,0)
T(-2*d1,r2+a-d1,h-d1)
S(1,-1,1)
'Bohrerfl4
DZ2 blaugrau
S(d1/2,d1/2,4*d)
D(0,90,0)
T(-2*d1,r2+a-d1,h-d1)
T(0,0,-2*d1)
S(1,-1,1)
```

```
D(0,90,0)
D(90,0,0)
S(3,d1,d1)
T(-1.5,r2+a-d1,h-d1)
'Rundfl2
F:\Dat\GamWork\kantenrunden blaugrau
D(0,90,0)
D(90,0,0)
S(3,d1,d1)
T(-1.5,r2+a-d1,h-d1)
S(1,-1,1)
```

Damit sind alle nötigen Grundkörper erzeugt und positioniert. In dieser Situation lassen sich die Werte der zugrunde gelegten Variablen verändern.

Um die Kantenabrundungen zu modellieren, wird dem Projekt das externe Grundobjekt



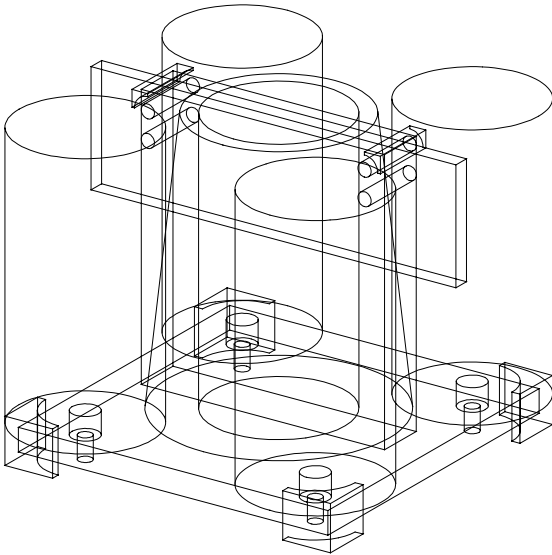
Kantenrunden.dat hinzugefügt, das für diese Zwecke modelliert worden ist, angepasst und positioniert.

Zuerst für das Abrunden der 4 Kanten der Befestigungsplatte.

```
'Rund1
F:\Dat\GamWork\kantenrunden blaugrau
S(1.5*d4,1.5*d4,2)
T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5)
'Rund2
F:\Dat\GamWork\kantenrunden blaugrau
S(1.5*d4,1.5*d4,2)
T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5)
D(0,0,90)
'Rund3
F:\Dat\GamWork\kantenrunden blaugrau
S(1.5*d4,1.5*d4,2)
T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5)
D(0,0,90)
D(0,0,90)
'Rund4
F:\Dat\GamWork\kantenrunden blaugrau
S(1.5*d4,1.5*d4,2)
T(r2+b-1.5*d4,r2+b-1.5*d4,-1.5)
D(0,0,90)
D(0,0,90)
D(0,0,90)
```

Anschließend für das Abrunden der 2 Kanten des Klemmflansches.

```
'Rundfl1
F:\Dat\GamWork\kantenrunden blaugrau
```



Bool'sche Operationen – deren Reihenfolge ist anschließend angegeben - ergeben schließlich die **Klemmhalterung** als Volumenmodell. Die Namen finden sich als Kommentar im entsprechenden Teil des Protokolles.

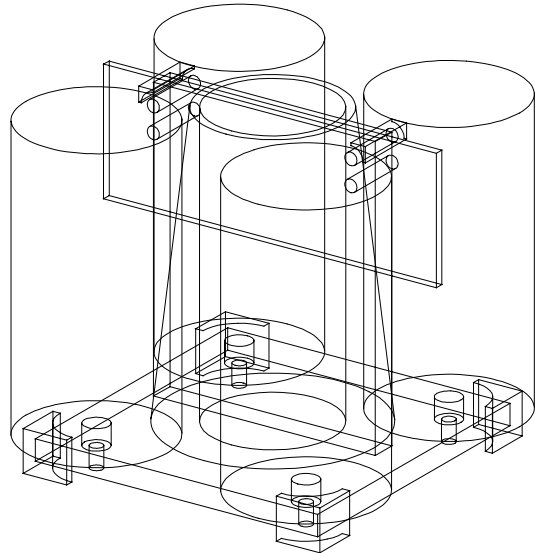
1. Kegelstumpf – Bohrer → O1
2. O1 + Flansch → O2
3. O2 – Rundfl1 → O3
4. O3 – Rundfl2 → O4
5. O4 – Schlitz → O5
6. O5 – Bohrerfl1 → O6
7. O6 – Bohrerfl2 → O7
8. O7 – Bohrerfl3 → O8
9. O8 – Bohrerfl4 → O9
10. O9 – Ausn1 → O10
11. O10 – Ausn2 → O11
12. O11 – Ausn3 → O12
13. O12 – Ausn4 → O
14. Platte – Bohrer1 → U1
15. U1 – Bohrer2 → U2
16. U2 – Bohrer3 → U3
17. U3 – Bohrer4 → U4
18. U4 – Bohrer5 → U5
19. U5 – Bohrer6 → U6
20. U6 – Bohrer7 → U7
21. U7 – Bohrer8 → U8
22. U8 – Rund1 → U9
23. U9 – Rund2 → U10
24. U10 – Rund3 → U11
25. U11 – Rund4 → U
26. U + O → **Klemmhalterung**.

Will man eine Variante der Klemmhalterung, z.B. $d = 0.4$, $d5 = 7$, $h = 14$ und $t = 6$ sehen, ist nach erfolgter Modellierung der Klemmhalterung mit dem Menüpunkt *Bearbeiten – zurück* der Zustand vor der ersten Modellierung herzustellen. Dann können mit *Bearbeiten – Variable* die Variablen

geändert werden. Mit der Schaltfläche „Neuzeichnen“ werden die Änderungen wirksam.

Anmerkung 1

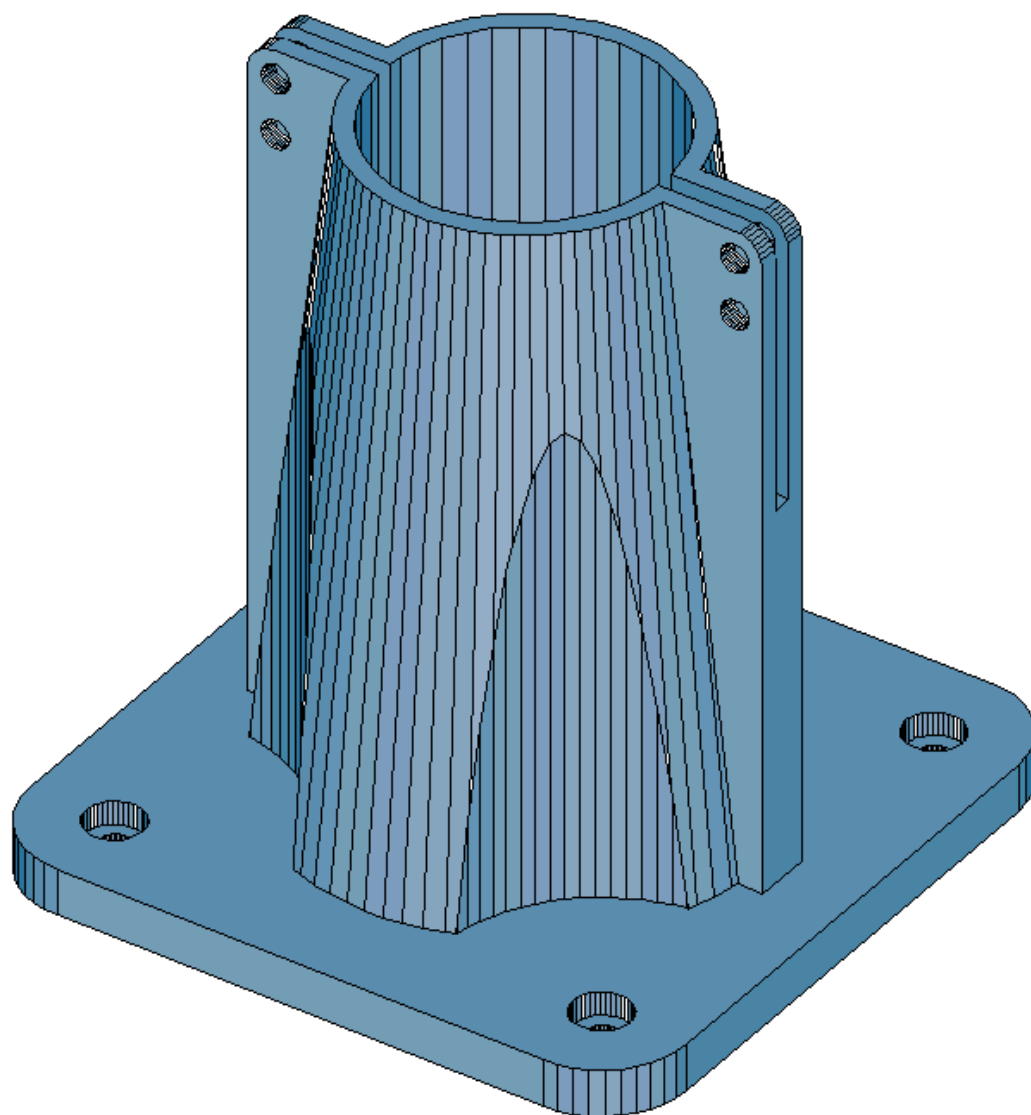
Beim Speichern des Projektes werden an Stelle der Variablen deren Werte (Terme) eingesetzt. Das heisst, nach neuerlichem Laden des Projektes stehen die Variablen (in der derzeitigen Programmversion) nicht mehr zur Verfügung.



Anschließend müssen wieder die Modellierungen der Liste durchgeführt werden.

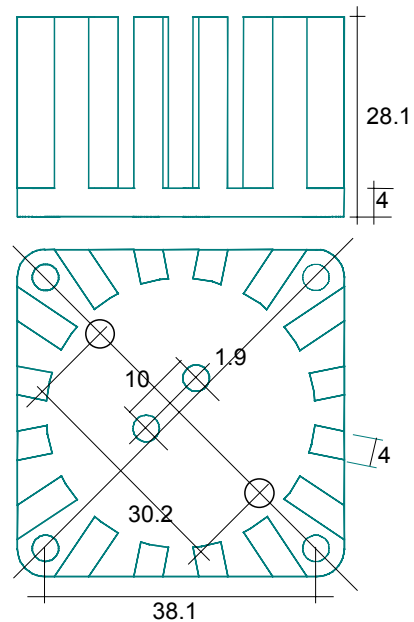
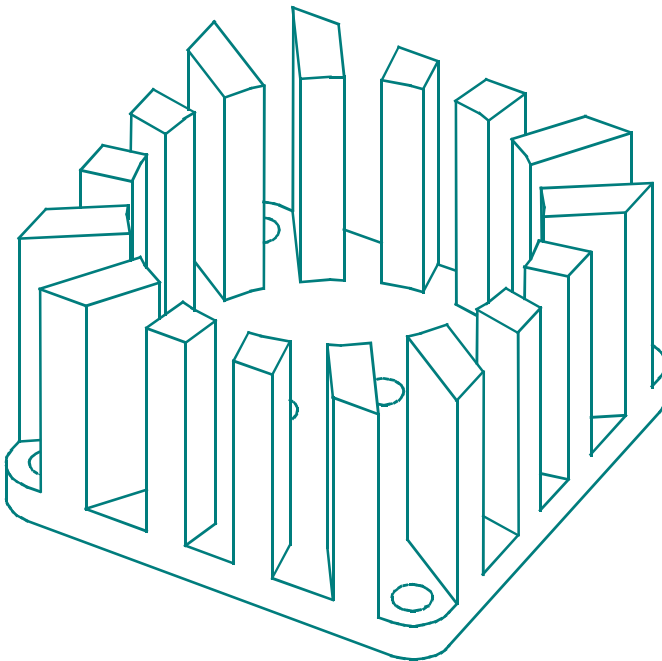
Anmerkung 2

Die Objekte „Bohrer“ und „Schlitz“ sind bündig mit Flächen des Kegelstumpfes! Dies kann bei Modellierungen Probleme bereiten. Es empfiehlt sich, die Höhen der genannten Objekte so zu wählen, dass die Bündigkeit nicht auftritt.



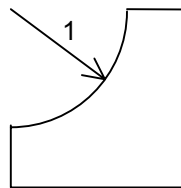
Fingerkühlkörper

Erzeuge das Volumenmodell des in Grund- und Aufriss bemaßten Fingerkühlkörpers FK 318/SA-3 im Maßstab 1:1. Maße in mm. Fertige ein Skript an.



Der Boden wird aus einer quadratischen Platte 46x46x4 mm gefertigt. Der Durchmesser der inneren drehzylindrischen „Bohrung“ beträgt 38 mm. Alle Bohrlöcher haben gleichen Durchmesser (3.7 mm).

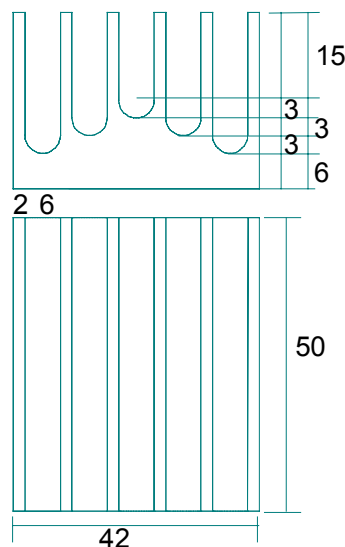
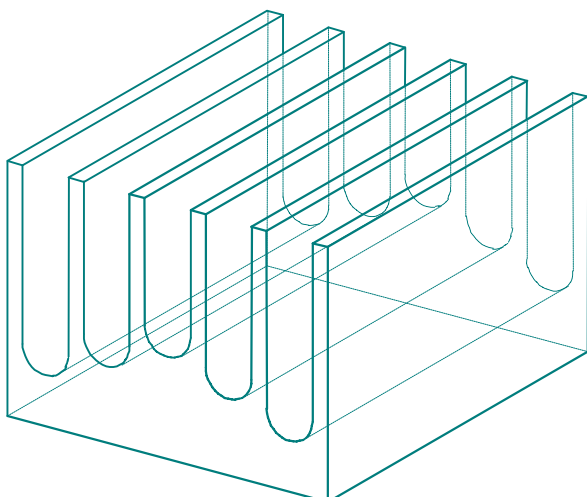
GAM verfügt über keine Funktion „Kanten quadratischen Platte und einem passenden werden. Um auch für das Abrunden mit zu haben, empfiehlt es sich, ein Negativ das dann passend skaliert werden kann. dem Menüpunkt *Modellieren – Kante(n)* anschließend kein Volumenmodell mehr



abrunden“. Das Abrunden kann als Differenz der „Negativ“ zur abgerundeten Kante bewerkstelligt werden. Das Abrunden kann als Differenz der „Negativ“ zur abgerundeten Kante bewerkstelligt werden. Das Abrunden kann als Differenz der „Negativ“ zur abgerundeten Kante bewerkstelligt werden. Beim Abrunden bleiben Mantellinien zurück, die mit *entfernen* – entfernt werden können. Allerdings liegt vor.

Strangkühlkörper

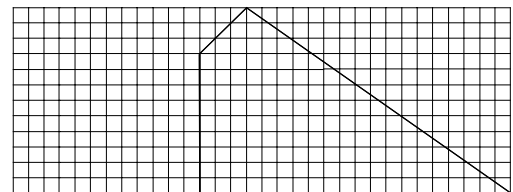
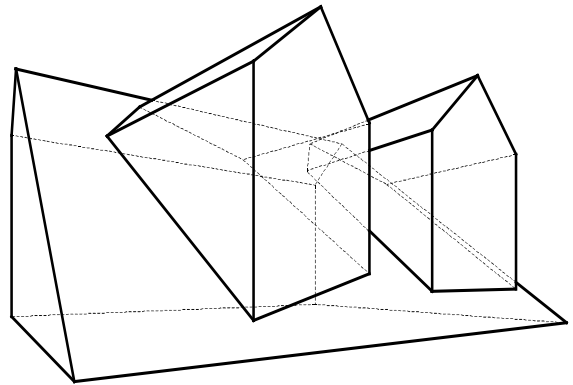
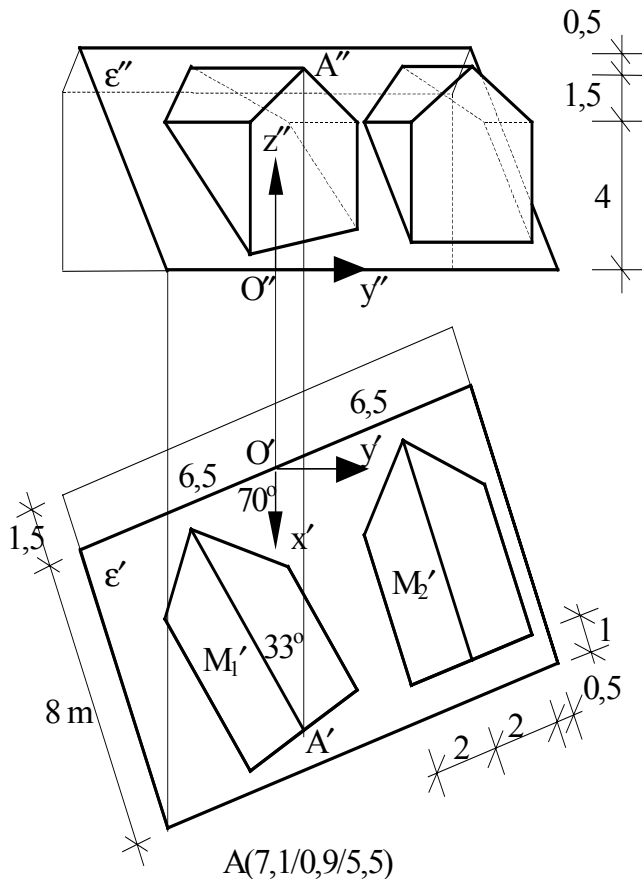
Modelliere den in Grund- und Aufriss bemaßten Strangkühlkörper SK 174 (Maßstab 1:1, Maße in mm).



Um aus einem Quader das gewünschte Objekt modellieren zu können, wird ein „Bohrer“ benötigt, der durch die Vereinigung eines Halbzylinders mit einem Quader erzeugt wird. Die Abmessungen des Bohrers sind so zu wählen, daß bei den Differenzbildungen keine „bündigen“ Flächen vorkommen.

Mansardendächer

Modelliere die abgebildeten Mansardendächer M_1 und M_2 samt Dachkörper als Volumenmodell. Anschließend ist mit dem Menüpunkt *Modellieren - Netz* von den Mansardendächern das Netz zu ermitteln und eventuell ein Modell zu erstellen.



Der Dachkörper wird aus einem Quader ($13 \times 16 \times 6$) mit dem Menüpunkt *Modellieren - Bohrung* modelliert. Ein passender Raster in der $[yz]$ -Ebene ($6 \times 16 \times 0,5 \times 0,5$) gestattet in der Aufrissansicht das exakte Herausschneiden des Dachkörpers aus dem Quader.

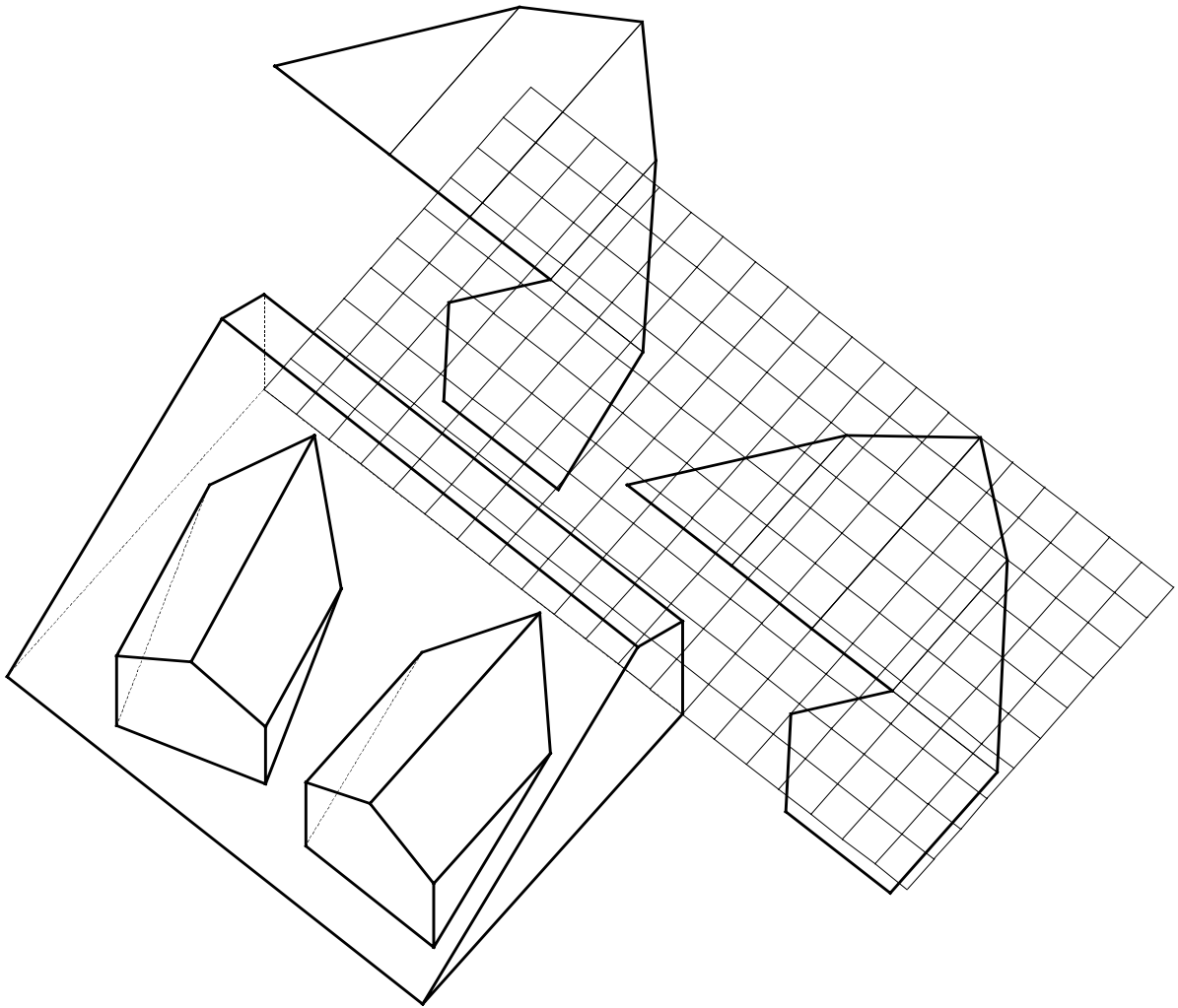
Analog wird in der Kreuzrissansicht der Grundkörper für das Mansardendach M_2 aus einem Quader $7 \times 4 \times 5,5$ modelliert und anschließend mit dem Menüpunkt *Bearbeiten - Schieben* in die richtige Position gebracht. Beide Körper werden so verschoben, dass die z -Achse durch den Halbpunkt des Firstes geht und anschließend um die z -Achse um den Winkel -70° gedreht. Bei den angegebenen Transformationen ist ein Raster in der $[xy]$ -Ebene hilfreich ($8 \times 13 \times 1 \times 1$), der auch die Schiebung und die Drehung mitmachen soll.

Der Grundkörper für das Mansardendach M_1 ist eine Kopie von M_2 und wird mit dem Menüpunkt *Ändern - Bewegen* erzeugt, wobei der zukünftige Punkt A in die Position $(0/0/5,5)$ gelangt. Anschließend erfolgt eine Drehung um die z -Achse um 13° sowie eine Schiebung mit dem Schiebvektor $(7,1/0,9/5,5)$.

Zweimaliges Anwenden des Menüpunktes *Modellieren - Vereinigung* ergibt schließlich das verlangte Volumendmodell des Mansardendaches.

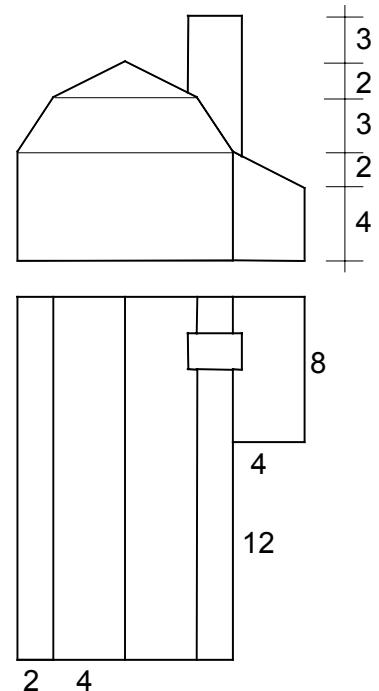
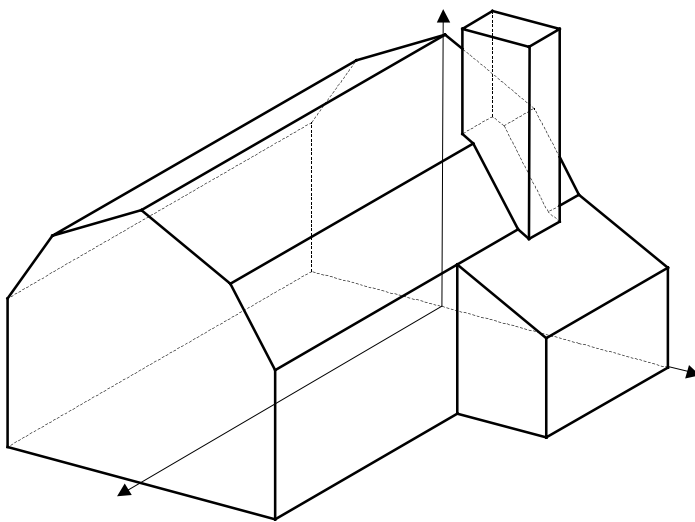
Um das Netz der Mansardendächer zu ermitteln erstellt man am besten einen ausreichend großen Raster in der $[xy]$ -Ebene und wechselt in eine passenden Horizontalriss. Mit dem

Menüpunkt *Modellieren* - *Netz* lassen sich die Seitenflächen, die die Mansardendächer begrenzen, leicht in die [xy]-Ebene ausbreiten.



Mansardendach 2

Das abgebildete Haus mit Mansardendach, Kamin und Zubau ist zu modellieren. Mit GAM ist dies auf mehrere Arten möglich.



Variante 1.

Das Haus samt Mansardendach kann aus 3 Schichten hergestellt werden.

Schicht 1 ist ein Quader $20 \times 12 \times 6$, Verschiebung $(0, -6, 0)$.

Schicht 2 wird aus einem Quader $[20 \times 12 \times 3, \text{Verschiebung } (0, -6, 6)]$ modelliert. Mit dem Menüpunkt *Transformieren Skalieren(x,y)* lässt sich die obere Fläche des Quaders ($z = 9$) skalieren: $x\text{-skal} = 1$, $y\text{-skal} = 4/6$! Deshalb war auch die Verschiebung nötig, damit die $[xz]$ – Ebene Symmetrieebene wird. Diese Möglichkeit findet sich in professionellen CAD-3D Programmen nicht.

Schicht 3 kann aus einem regelm. dreiseitigen Prisma relativ mühsam mit entsprechenden Skalierungen und Verschiebungen erzeugt werden. Einfacher erhält man Schicht 3 aus dem Grundobjekt EK (Einheitskeil). Mit dem Menüpunkt *Bearbeiten – Protokoll – editieren* fügt man ans Ende des aktuellen Protokolls folgende Zeilen ein:

```
EK schwarz
S(20,8,2)
Sxy(0,4,2)
T(0,-4,9)
```

Die Zeile $s_{xy}(0,4,2)$ entspricht dem Menüpunkt *Transformationen-Scherung*: $transx = 0$, $transy=4$, $z=2$. Damit wird die obere Keilkante (zukünftiger First) um den Vektor $(0, 4, 0)$ verschoben! Auch diese Möglichkeit findet sich in professionellen CAD-3D Programmen nicht.

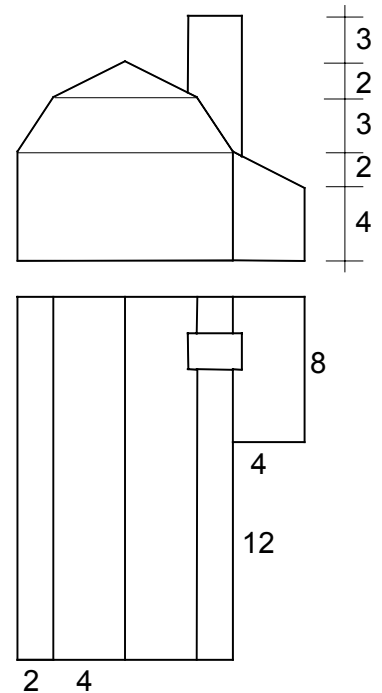
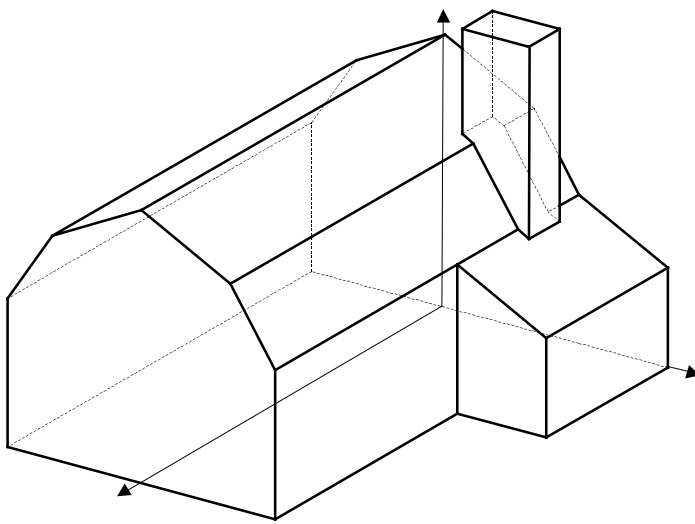
Die schrittweise Vereinigung der 3 Schichten liefert das Haus mit dem Mansardendach.

Um den Zubau zu modellieren, wird zunächst ein Quader $6 \times 8 \times 6$ erzeugt. Mit dem Menüpunkt *Transformieren – Skalieren(x,y)* mit $x\text{-skal} = 4/6$, $y\text{-skal} = 1$, $z = 6$ wird die Pultfläche erzeugt. Mit dem Menüpunkt *Transformieren – Bewegen* lässt sich der eben erzeugte Zubau an die richtige Stelle bewegen.

Nun ist noch der Kamin als Quader einzufügen. Die schrittweise Vereinigung der vorhandenen Objekte gibt das gewünschte Objekt. Sicherheitshalber sollte die Grundfläche des Quaders für den Kamin nicht mit der $[xy]$ -Ebene bündig sein..

Mansardendach 3

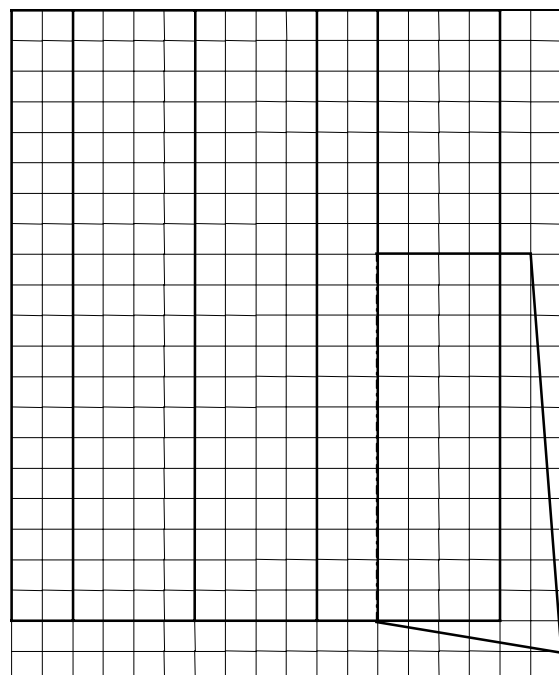
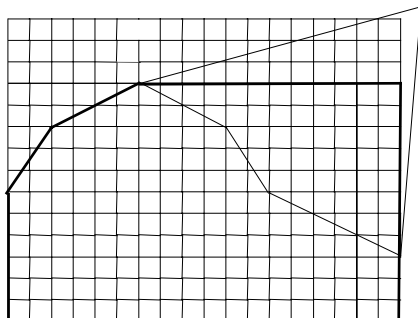
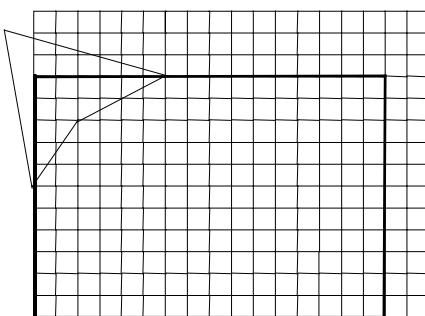
Das abgebildete Haus mit Mansardendach, Kamin und Zubau ist zu modellieren. Mit GAM ist dies auf mehrere Arten möglich.



Variante 2.

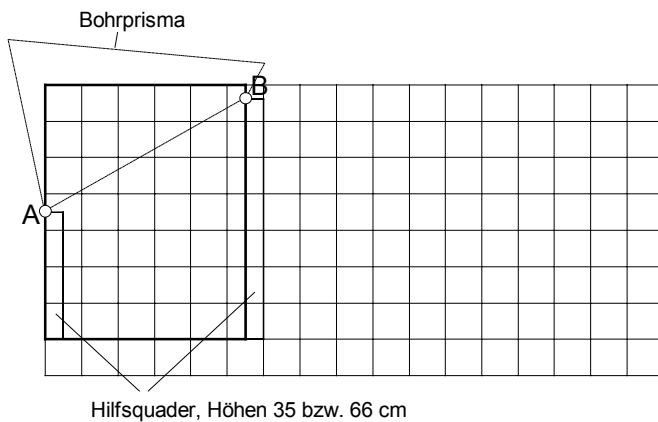
Das Haus mit Mansardendach und Zubau lässt sich aus dem umfassenden Quader $20 \times 16 \times 11$ mit Hilfe des Menüpunktes *Modellieren-Bohrung- prismatisch* in 3 Schritten modellieren. Ein Raster in der [xy]-Ebene ($22 \times 18 \times 1$) und in der [yz]-Ebene ($18 \times 13 \times 1$) werden benötigt. Mit dem erwähnten Menüpunkt wird in der Aufrissansicht der Normalschnitt des Bohrprismas zuerst für die linke, dann für die rechte Seite mit Hilfe der entsprechenden Rasterpunkte gezeichnet. Bei Klicken mit der Maus auf den gewünschten Rasterpunkten werden diese „gefangen“ und so eine exakte Modellierung erreicht.

In der Grundrissansicht wird das für die Wegnahme der rechten vorderen Kante Bohrprisma festgelegt. Nun ist noch der Kamin als Quader einzufügen. Die Vereinigung der vorhandenen Objekte gibt das gewünschte Objekt. Sicherheitshalber sollte die Grundfläche des Quaders für den Kamin nicht mit der [xy]-Ebene bündig sein. Die Raster können vorher gelöscht werden.



Netz eines schräg abgeschnittenen Quaders

Erzeuge das Netz eines schräg abgeschnittenen Quaders. Grundfläche 30 x 55 cm, schräger Schnitt, so dass links die Höhe 35 cm und rechts 66 cm entstehen.



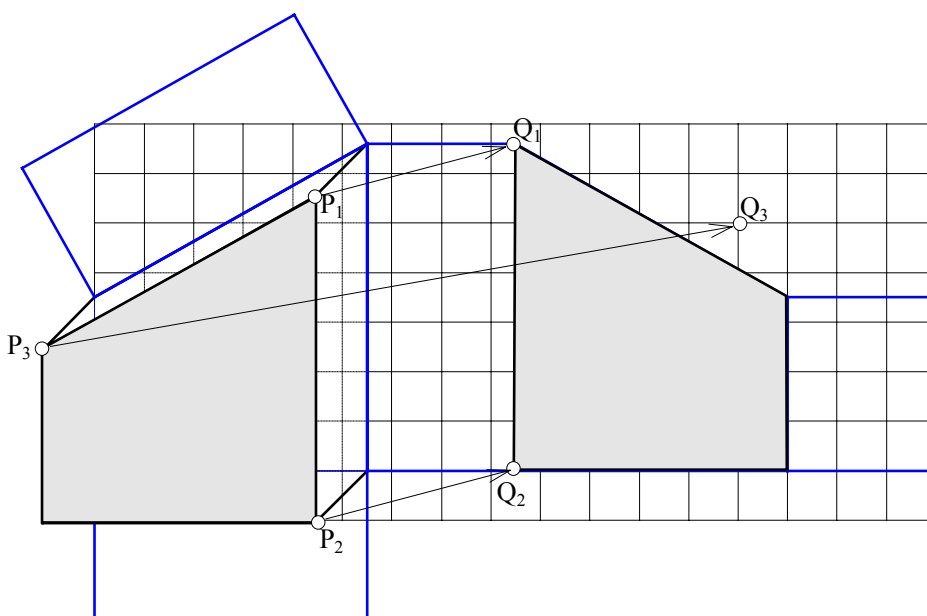
Ein Raster in der $[yz]$ - Ebene wird uns gute Dienste leisten: Menüpunkt *Objekte - Raster in $[yz]$ - Ebene* ($z_{max} : 80, y_{max} : 170, e_y = e_z = 10$, Verschiebung mit $(0, 0, -10)$).

Der mit dem Menüpunkt *Objekte - Quader* ($Länge x : 30, Breite y : 55, Höhe z : 70$) erzeugte Quader muss passend abgeschnitten werden. Im Aufriss erscheint die Schnittebene projizierend. Mit dem Menüpunkt *Modellieren - Bohrungen* prismatisch lässt sich der Querschnitt eines z.B. 4 - seitigen

Bohrprismas zeichnen, das den Teil, den es vom Quader „umfasst“, wegschneidet (Differenzbildung). Beim Wählen der Punkte des Querschnittes mit der linken Maustaste werden vorhandene Objektpunkte „gefangen“, wenn die Mausposition hinreichend nahe am Punkt ist. In diesem Fall lassen sich die Punkte A (in Höhe $z = 35$) und B (in Höhe $z = 66$) nicht als Rasterpunkte festlegen. Wir verwenden zwei Hilfsquader mit den Höhen 35 bzw. 66 cm, wobei der zweite noch mit $(0, 55, 0)$ zu verschieben ist. Zu beachten ist, dass GAM nach Zeichnen des 4. Querschnittspunktes durch Drücken der Eingabetaste den Querschnitt schliesst. Die Hilfsquader können anschließend gelöscht werden. (*Ändern - Objekt löschen*).

Um das Netz des schräg abgeschnittenen Quaders zu bestimmen, aktivieren wir den Menüpunkt *Modellieren - Netz*. Zuerst muss das Objekt, dessen Netz zu ermitteln ist, identifiziert werden. Die Frage nach einem bestehenden Netz ist anfangs zu verneinen. Als Ebene, in der das Netz gezeichnet werden soll, verwenden wir die Ebene des vorhandenen Rasters. Wir identifizieren sie durch anklicken zweier Rasterlinien. In einem Frontalriss (Schaltfläche F) erscheint diese unverzerrt. Um eine Seitenfläche nach der anderen nach dem

gewünschten Konzept in die Netzebene zu verlagern, verwendet GAM intern die Routinen des Menüpunktes *Ändern - Bewegen*: $P_1 \rightarrow Q_1$, $P_2 \rightarrow Q_2$ und $P_3 \rightarrow Q_3$. Der Zielpunkt Q_3 legt nur mehr die Seite fest, auf die die Seitenfläche im Netz zu liegen kommen soll. Sind alle Seitenflächen verlagert, wird der Vorgang mit $\langle \text{Esc} \rangle$ oder der rechten Maustaste beendet.

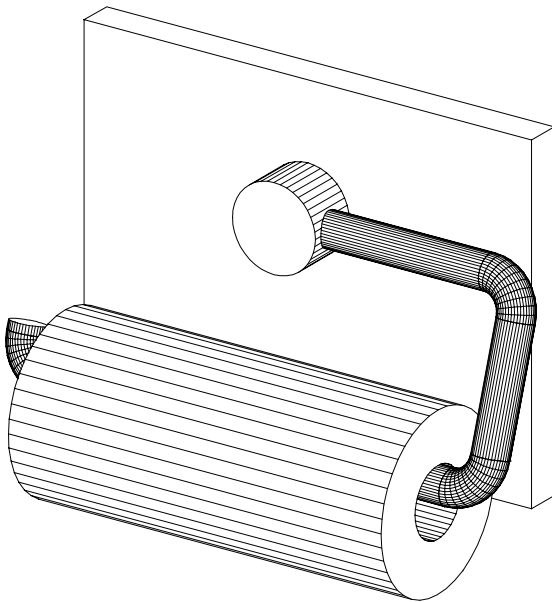


dar, das Raumdenken zu fördern und zu fordern!

Das Festlegen von Punkt und Zielpunkt stellt eine hervorragende Möglichkeit

Rollenhalterung

Die abgebildete Rollenhalterung ist zu generieren. Erstelle das Objekt zuerst so, dass



der Bügel samt Rolle waagrecht liegt. Anschließend ist der Drehwinkel w so zu bestimmen, dass die Rolle an der Wand anliegt.

Abmessungen

Halterungszylinder: Durchmesser 50 mm, Höhe $2b = 30$ mm

Bügel: Zylinder (Ø 20 mm, Länge 120),
Vierteltorus (Mittenkreisradius 20 mm)
Zylinder (Länge 70 mm)
Vierteltorus
Zylinder (Länge 240 mm)
Vierteltorus
Zylinder (Länge 5 mm)

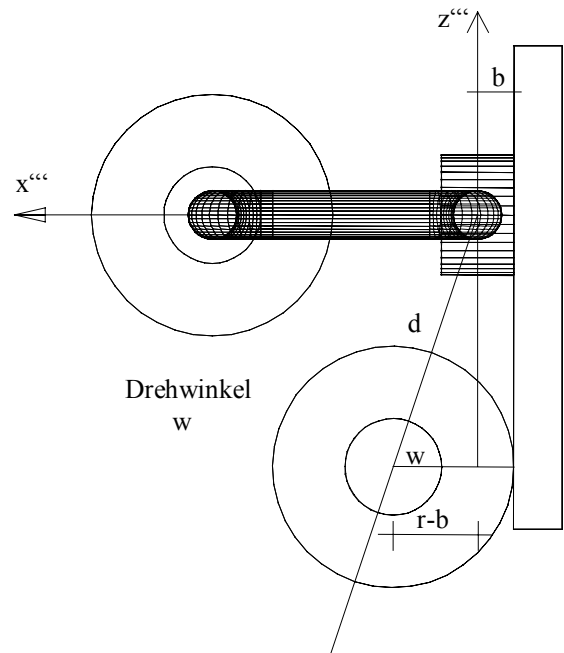
Rolle: Aussendurchmesser 100 mm
Innendurchmesser 40 mm
Länge 225 mm

Die Anordnung im Koordinatensystem geschieht am besten so, dass die Drehachse für den Bügel auf der y-Achse liegt und der Basiskreis des ersten Zylinders des Bügels in der [xz]-Ebene liegt.

Um den erforderlichen Drehwinkel w zu bestimmen wechselt man in die Kreuzrissansicht. Der Drehwinkel w lässt sich aus einem rechtwinkligen Dreieck bestimmen, wenn die Rolle die Unterlage berührt.

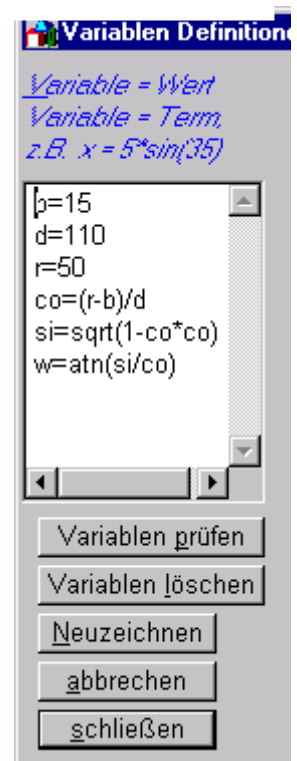
Im Variablenfenster (*Bearbeiten – Variable*) lässt sich praktisch ein lineares Programm schreiben, das zur Berechnung von w führt. Da der integrierte Taschenrechner nur die Umkehrfunktion zu Tangens „kennt“, muss zuerst $\tan w$ mittels $\sin w$ (si) und $\cos w$ (co) berechnet werden.

Im Eingabefeld *Transformieren – Drehen – Drehwinkel*, Drehung um y-Achse, kann der berechnete Winkel w durch Eingabe der Variablen w verwendet werden. Vor der Drehung können die Einzelobjekte des



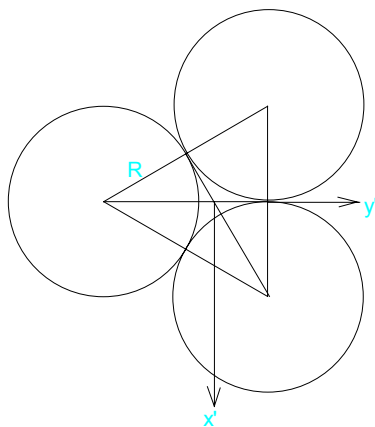
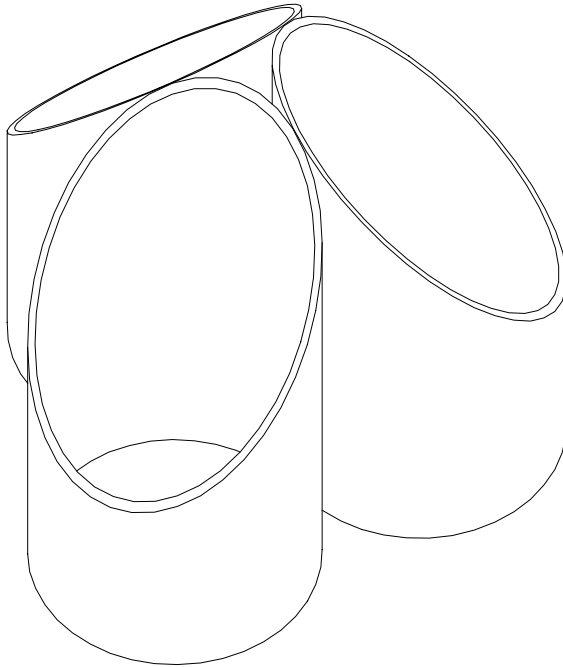
Bügels durch schrittweises Vereinigen zu einem Objekt vereinigt werden.

Ausständig ist noch die Bohrung am Halterungszylinder, die durch *Modellieren – Differenz* erzeugt werden kann.



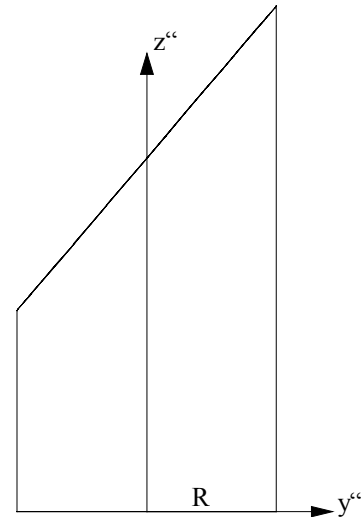
Salzstreuer

Das abgebildete Salzstreuerset besteht aus 3 schräg abgeschnittenen Hohlzylindern. Der Radius beträgt jeweils 2 cm, Wandstärke ist



1 mm. Höhe und Neigung des ebenen Schnittes sollen selbst angenommen werden.

Zunächst werden mit dem Menüpunkt *Objekte Zylinder* zwei Drehzylinder erzeugt: $R = 2$ und $r = 1,9$. Der Zylinder mit dem



kleineren Radius wird mit dem Menüpunkt *Verändern Verschieben* in z -Richtung um 0,1 cm verschoben. Anschließend wird mit dem Menüpunkt *Modellieren Differenz* der Hohlzylinder erzeugt. Mit dem Menüpunkt *Modellieren Bohrungen-prismatisch* kann bei eingestellter Aufrissansicht der schräge Schnitt bei frei gewählter Neigung durchgeführt werden.

Um zwei Kopien des erzeugten Hohlzylinders durch Drehen um die z -Achse um 120° bzw. 240° erzeugen zu können, muss der vorhandene

Hohlzylinder um den Vektor $(0, -\frac{2}{3} \cdot R \cdot \sqrt{3}, 0)$

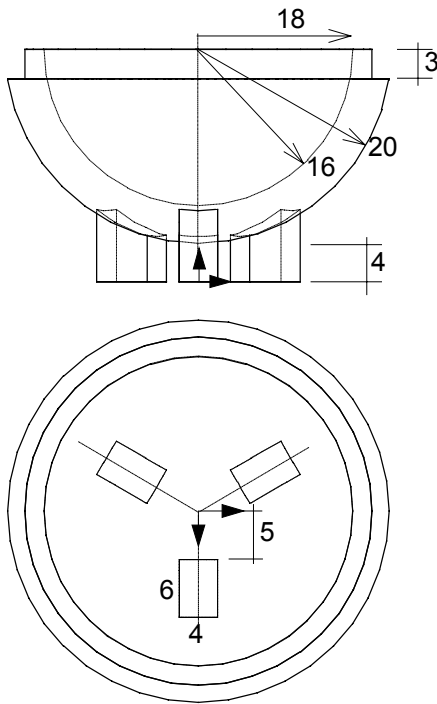
verschoben werden, wie unten stehende Figur zeigt. Um gegenseitige Durchdringungen oder Inzidenzen zu vermeiden (sie könnten Probleme bei der Ermittlung der Sichtbarkeit hervorrufen), verwenden wir einen leicht aufgerundeten Wert: $R = 2$, Vektor $(0, -2,31, 0)$.

Vom Salzstreuerset sind aussagekräftige Ansichten zu ermitteln. Mit den Menüpunkten *Ansicht - allgemeine Blickrichtung* können beliebige normale Axonometrien eingestellt werden.

Mit den Menüpunkt *Ansicht - Schrägrisse* können Frontalrisse und Horizontalrisse eingestellt werden.

Schale

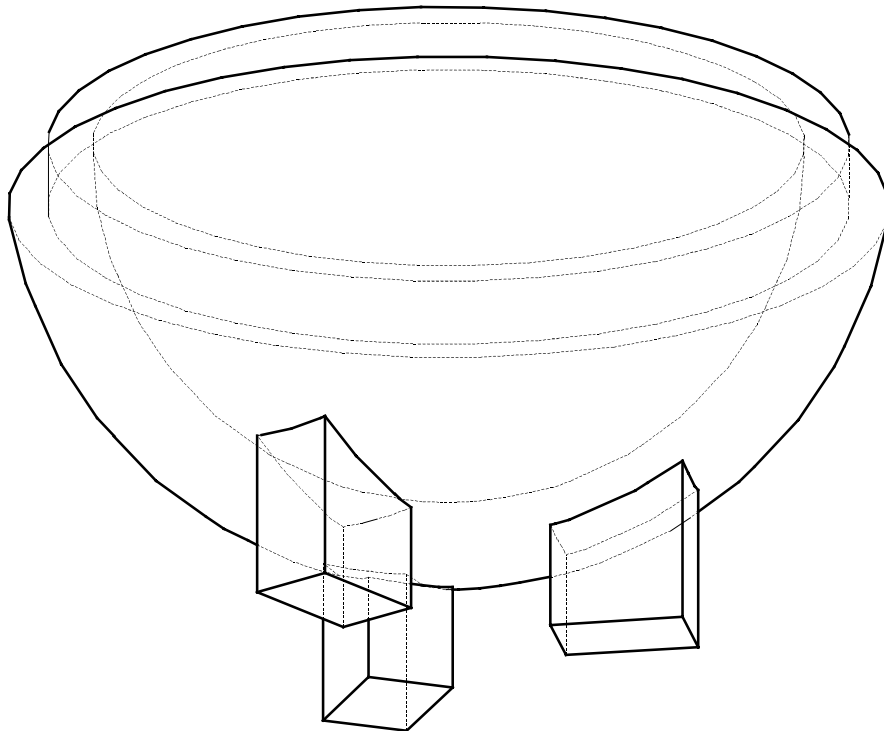
Modelliere die abgebildete Schale als Volumenmodell.



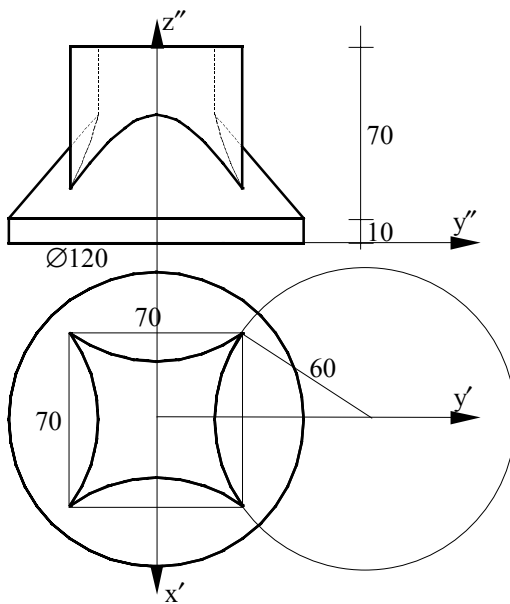
Von einer Halbkugel ist zunächst eine 3 cm dicke Schicht abzuschneiden. Menüpunkt *Objekte - Interne- HKUnG1*, $r = 20$, *Meridiane* 40 ergibt eine *Halbkugel als Volumenmodell*. Mit *Ändern - Spiegeln (an [xy] - Ebene* und *Verschieben* ($ztrans = 24$) kommt sie in die richtige Lage. Die Differenz mit einem Quader ($50 \times 50 \times 5$, verschieben mit $(-25, -25, 21)$) ergibt die abgeschnittene Halbkugel. Die Fräskante könnte als Differenz mit einem passenden Hohlzylinder erzeugt werden. Die Vereinigung mit dem Zylinder ($r = 18$, $h = 3$, Verschiebung $(0, 0, 21)$) führt ebenfalls zum Ziel.

Die Schale ruht auf drei Quadern. Mit dem Menüpunkt *Objekte - Quader* (*Länge x: 6, Länge y: 4, Länge z: 10, Verschiebung* $(5, -2, 0)$) wird der erste der drei Quader erzeugt. *Ändern - Drehen* um die z - Achse, *Drehwinkel: 120°*, *Kopieren: J* zweimal angewendet die beiden anderen Quader, deren schrittweise Vereinigung schliesslich die Vollschale. Die Schale entsteht schließlich als Differenz der vollen Schale mit einer Kugel ($r = 16$, Verschiebung $(0, 0, 24.1)$).

Die Abbildungen wurden mit den Optionen *verdeckte Kanten punktiert* und *nur Umriss* erzeugt. Die Mantellinien des Zylinders, sowie die Meridiane und Breitenkreise der Kugelflächen werden dabei nicht angezeigt (daher die Verschiebung mit $ztrans = 24.1$, die den Äquator geringfügig über der Schnittebene platziert



Schalterknopf



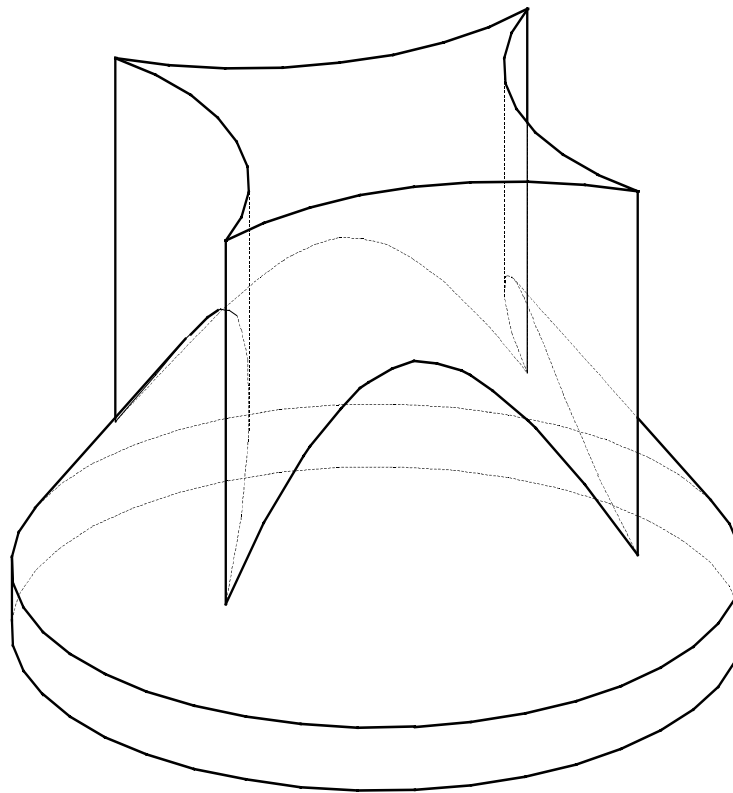
Um den abgebildeten Schalterknopf zu modellieren, wird zuerst aus einem Quader (70x70x80, Verschiebung (-35, -35, 0)) mit Hilfe von 4 Drehzylindern der vierseitige Griff modelliert. Für den im Grundriss abgebildeten „Bohrzylinder“ gilt: $r = 60$, $h = 100$, Verschiebung $(0, 35 + \sqrt{60^2 - 35^2}, -10)$. Die restlichen drei Bohrzyylinder erhält man mit *Ändern - Drehen* : Drehung um z-Achse, Drehwinkel 90° , Kopieren *Ja*. Viermaliges Verwenden des Menüpunktes *Modellieren - Differenz* ergibt den vierseitigen Griff.

Anmerkung: bei Bool'schen Operationen sollten „bündig“ liegende Seitenflächen, also Seitenflächen in einer gemeinsamen Trägerebene nach Möglichkeit vermieden werden. Daher lassen wir die Bohrzyylinder oben und unten etwas überstehen.

Der Drehzylinder ($r = 60$, $h = 10$) wird mit dem Drehkegel ($r = 60$, $h = 70$, Verschiebung (0,0,10) mit

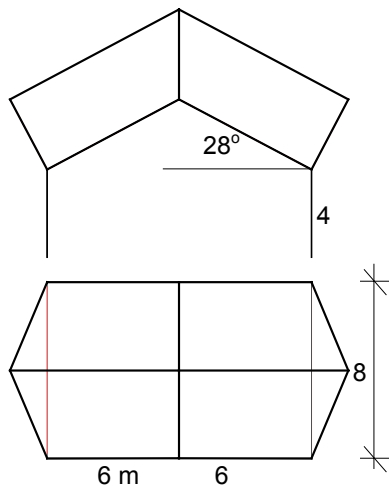
Hilfe des Menüpunktes *Modellieren - Vereinigung* zu einem Objekt vereinigt.

Schließlich wird der Schalterknopf als Vereinigung des vierseitigen Griffes mit dem Zylinder-Kegelfuß fertiggestellt.



Sheddach

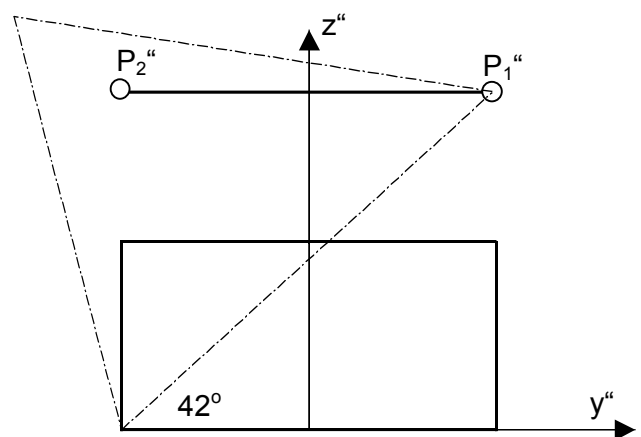
Über zwei fünfeckigen Rahmen soll ein Sheddach laut Abbildung erzeugt werden. Die unter $\alpha = 28^\circ$ geneigten Seiten des Rahmens sollen als Traufen für die Seitenflächen des Sheddaches dienen, die im Querschnitt den Neigungswinkel $\beta = 42^\circ$ haben sollen. Man bestimme den Neigungswinkel γ der Seitenflächen des Sheddaches zur Horizontalebene.



Eine Hälfte des Sheddaches muss aus einem Quader (10 x 8 x 4 m, Verschiebung um (0, -4, 0)) modelliert werden. Die gewünschten Schnitte lassen sich mit dem Menüpunkt *Modellieren – Bohrungen – prismatisch* mit Hilfe der Hilfsstrecke P1P2 durch „Fangen“ ihrer Endpunkte exakt herstellen, wobei die Darstellung im Aufriss erfolgt. (Statt Zahlenangaben können auch Rechenterme eingegeben werden!).

Strecke	
P1	x: 0 y: 4 z: $8 \cdot \tan(42)$
P2	x: 0 y: -4 z: $8 \cdot \tan(42)$
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="abbrechen"/> <input type="button" value="Hilfe"/>	

Die rechtsstehende Abbildung zeigt, wie mit Hilfe des Punktes P₁ ein passendes „Bohrprisma“ festgelegt wird.



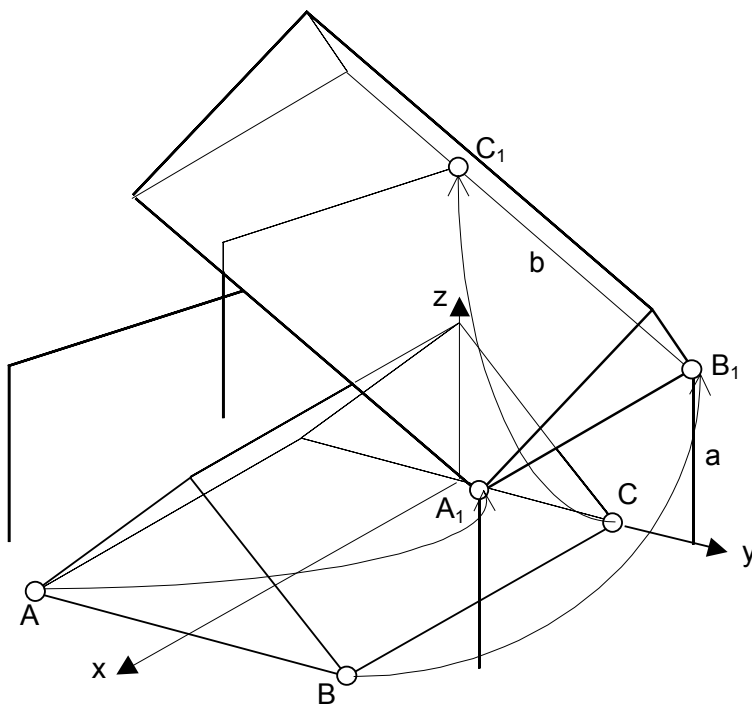
wird. Die zweite Abschrägung wird mit Hilfe von P₂ bewerkstelligt.

Die Hilfsstrecke P₁P₂ kann nun gelöscht werden.

Um die fünfeckigen Rahmen herzustellen, genügt es, 2 Strecken zu erzeugen:

$a[(0/6/0), (0/6/4)]$, $b[(0/0/4), (0/0/4+6 \cdot \tan(28))]$

Durch Spiegeln von a und b an der [xz]-Ebene bei eingeschalteter Kopierfunktion und Verschieben des Rahmens um den Vektor (8,0,0) mit Kopieren entstehen beide Rahmen.



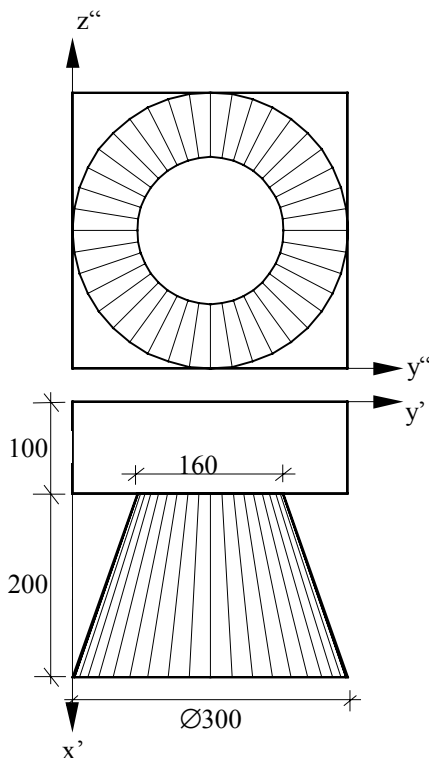
Mit dem Menüpunkt *Ändern – Bewegen* lässt sich nun das auf der [xy]-Ebene aufliegende Satteldach in die richtige Lage bringen: $A \rightarrow A_1$, $B \rightarrow B_1$, $C \rightarrow C_1$. Diese Bewegung lässt sich auch aus einer Drehung des Satteldaches um die z-Achse um 90° , einer Verschiebung um (0,-4,4) und einer Drehung um die Achse A₁B₁ um 42° zusammensetzen.

Die Differenz mit einem passenden Prisma, das eine Seitenfläche in der [xz]-Ebene hat, erzeugt schließlich die rechte Hälfte des Sheddaches. Nach Spiegeln an der [xz]-Ebene (kopieren) entsteht die zweite Hälfte, die mit der ersten Hälfte mit dem Menüpunkt *Modellieren – Vereinigung* zu einem Dachkörper verschmolzen werden kann. Mit den Menüpunkten *Modellieren – Fläche(n) entfernen* bzw. *Modellieren – Kante(n) entfernen* lassen sich nicht benötigte Seitenflächen bzw. Kanten löschen.

Mit dem Menüpunkt *Bearbeiten-Messen-Fläche* lässt sich der Neigungswinkel γ erfragen: $\gamma = 48.9925^\circ$. Zeige, dass die Formel $\cos \gamma = \cos \alpha \cdot \cos \beta$ gilt.

Signallampe

Generiere die abgebildete Signallampe. Erzeuge Grund- und Aufriss sowie einen Kavallerriss (Frontalriss) mit $\alpha = 45^\circ$, $v = 0,5$.



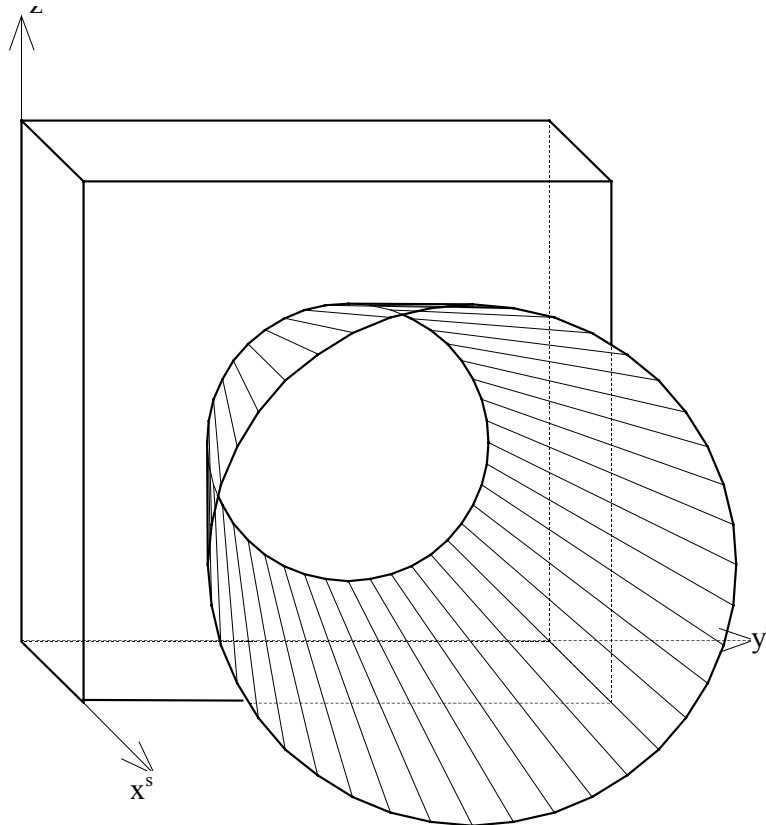
Mit dem Menüpunkt *Grundkörper - Zylinder* wird ein Drehzylinder ($r = 150$, $h = 200$) erzeugt. Wie wird daraus ein Kegelstumpf? Wir multiplizieren die x - und y -Koordinaten jedes Kreispunktes in Höhe $z = 200$ mit dem Faktor $160/300 = 0,5333$. Das geschieht mit dem Menüpunkt *Ändern - Skalieren* (x,y) mit den Eingaben $xskal = yskal = 0.5333$, $z = 200$.

Eine Drehung um die y - Achse (Menüpunkt *Ändern - Drehen*, $yrot = -90$) und eine Schiebung (Menüpunkt *Ändern - Schieben*, $xtrans = 300$, $ytrans = ztrans = 150$) bringt den Kegelstumpf in die gewünschte Position.

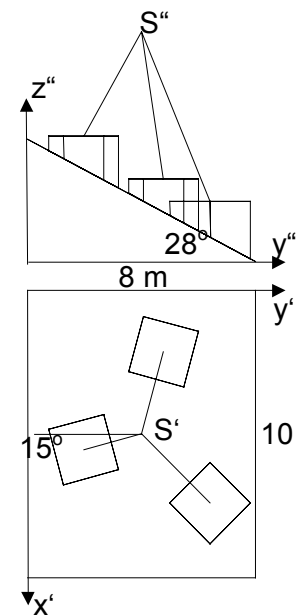
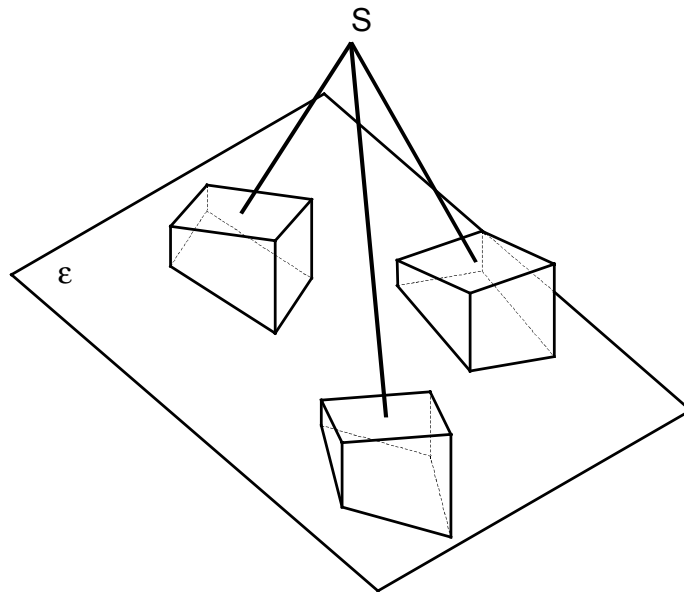
Ein Quader ($100 \times 300 \times 300$) vervollständigt das gewünschte Objekt.

Der Kegelstumpf liegt als Volumenmodell vor, also allseitig mit ebenen Flächen begrenzt. Mit dem Menüpunkt *Modellieren - Fläche(n) entfernen* kann man die vordere Parallelkreisfläche entfernen.

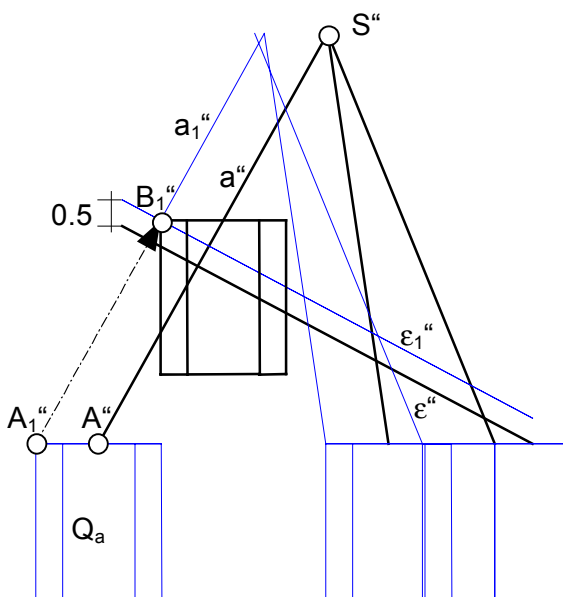
Die Einstellungen für den geforderten Kavallerriss macht man mit dem Menüpunkt *Ansicht - Frontalriss*, $\langle ysys = 45$, $v = 0.5$.



Dreibein mit Sockeln



Die Stützen eines Dreibeins – $S(5/4/8)$, Neigungswinkel zur Horizontalebene 60° – sollen gegen die unter 28° zur Horizontalebene geneigten Böschung ε mit quaderförmigen Sockeln ($2.0 \times 2.0 \text{ m}$) abgestützt werden. Die lotrechten Sockelkanten sollen dabei mindestens 50 cm über ε hinausragen.



Zunächst ist die links abgebildete Ausgangssituation zu erzeugen. Die Sockelquader ($h = 3 \text{ m}$) ordnen wir mit der Deckfläche in der $[xy]$ -Ebene an.

Wir beginnen mit der Stütze a , wobei diese zuerst in 2. Hauptlage angenommen wird:

$S(5; 4; 8) \quad A(5; 4 - 8/\tan(60^\circ); 0)$. Der Stützquader Qa für a erhält die Abmessungen $2; 2$ und -3 und muss anschließend um den Vektor $(4.0; 3 - 8/\tan(60^\circ); 0)$ verschoben werden. Anschließend werden die Objekte a und Qa um die erstprojizierende Gerade durch S als Drehachse um 15° gedreht. Die gedrehten Objekte werden anschließend um 120° um dieselbe Achse gedreht, wobei das Zählfeld für das Kopieren der Objekte den Wert 2 bekommt.

Die Böschung ε wird als Rechtecksfläche mit den Abmessungen $10 \times 8/\cos(28^\circ)$ erzeugt. Eine Verschiebung um den Vektor $(0; 8 - 8/\cos(28^\circ); 0)$ und eine Drehung um eine Rechteckseite um 28° bringt das Rechteck in die richtige Lage. ε wird dann noch um 0.5 m in z -Richtung verschoben und dabei

kopiert (ε_1).

Um die Bedingung zu erfüllen, dass z.B. die lotrechten Kanten des Stützquaders Qa für a um mindestens 50 cm über ε liegen sollen, muss Qa um einen passenden Vektor A_1B_1 verschoben werden. Man erhält ihn, indem man a_1 parallel zu a durch die am weitesten „bergwärts“ liegende Quaderecke legt und mit ε_1 schneidet (B_1). Mit dem Menüpunkt *Transformieren – Bewegen* wird zuerst a_1 als Kopie von a erzeugt: Urbild A , Bildpunkt A_1 , beenden mit <enter> Taste. Damit der Bildpunkt B_1 „gefangen“ werden kann, muss vorher mit dem Menüpunkt *Modellieren – alle Schnittkanten* der Schnittpunkt B_1 von a_1 mit ε_1 ermittelt werden. Hat man alle Stützquader auf diese Weise verschoben, können sie der Reihe nach mit dem Menüpunkt *Modellieren – Bohrung prismatisch* mit ε abgeschnitten werden (in der Aufrissansicht können die Endpunkte von ε „gefangen“ werden). Nicht mehr benötigte Objekte können nun gelöscht werden. Um nur die über den Sockeln liegenden Stützenteile darzustellen, muss man mit dem Menüpunkt *Modellieren – alle Schnittkanten* die Schnittpunkte der Stützen mit den Sockeln ermitteln. Mit

dem Menüpunkt *Modellieren – Kante(n) entfernen* können die nicht mehr benötigten Kantenteile entfernt werden.

Die beschriebene Ausgangssituation kann auch mit einem Texteditor formuliert, als Datei mit der Dateinamenendung **.pro** gespeichert werden und in GAM mit dem Menüpunkt *Datei-Öffnen(Protokoll)* eingelesen werden. An Stelle eines beliebigen Texteditors kann man auch den in GAM integrierten Texteditor verwenden (Menüpunkt *Bearbeiten-Protokoll-editieren*), der die Eingabe des Protokolls erleichtert und auch eine Syntaxprüfung ermöglicht. Die Protokolldatei für die Erzeugung unserer Ausgangssituation befindet sich in der 1. Spalte der Tabelle. In der 2. Spalte sind Erklärungen zu lesen:

'Stütze a	mit ' beginnt ein Kommentar
STRECKE schwarz	Definition einer Strecke samt Farbangabe
DEF(5 ,4-8/tan(60) ,0,5 ,4 , 8)	Koordinaten des Anfangs- u. Endpunktes
DG(15,5,4,8,5,4,10)	Drehung um Gerade, Drehwinkel, Drehachse
'Böschung	
QXY schwarz	Einheitsquadrat in der [xy]-Ebene
S(10,8/cos(28),1)	Skalieren
T(0,8-8/cos(28),0)	Verschieben
DG(28,10,8,0,0,8,0)	
'Stützquader Qa	
EW hellblau	Einheitswürfel
S(2,2,-3)	
T(4,4-8/tan(60)-1,0)	
DG(15,5,4,8,5,4,10)	
'Stütze b	
STRECKE schwarz	
DEF(5 ,4-8/tan(60) ,0,5 ,4 , 8)	
DG(15+120,5,4,8,5,4,10)	
'Stütze c	
STRECKE schwarz	
DEF(5 ,4-8/tan(60) ,0,5 ,4 , 8)	
DG(15+2*120,5,4,8,5,4,10)	
'Stützquader Qb	
EW hellblau	
S(2,2,-3)	
T(4,4-8/tan(60)-1,0)	
DG(15+120,5,4,8,5,4,10)	
'Stützquader Qc	
EW hellblau	
S(2,2,-3)	
T(4,4-8/tan(60)-1,0)	
DG(15+2*120,5,4,8,5,4,10)	
'Böschung, 50 cm höher	
QXY schwarz	
S(10,8/cos(28),1)	
T(0,8-8/cos(28),0)	
DG(28,10,8,0,0,8,0)	
T(0,0,0.5)	

EW, QXY sind Grundkörper, deren Daten GAM intern zur Verfügung stellt. Die Kürzel T, S, DG bedeuten Transformationen (Translation, Skalieren, Drehung um eine Gerade). Im Menüpunkt *Bearbeiten – Protokoll – Editieren* können die vorhandenen Grundkörper, Transformationen, Farbbezeichnungen und die Namen der möglichen Funktionen in Listenform angezeigt werden.

Das Arbeiten mit dem Protokolleditor bringt oft Vorteile. Will man z.B. alle Stützquader mit einer geänderten Grundfläche ausstatten, z.B. 1.5x1.5, braucht man nur alle die Stützquader betreffenden Skalierungsangaben auf S(1.5,1.5,-3) und alle Verschiebungen auf T(4.25,4-8/tan(60)-0.75,0) ändern.

Steinschnitt

Zwei Kanten eines Steines (Quader 25x25x15, Bild 1, Bild 5) sollen das aus den Figuren ersichtliche Profil bekommen, wobei eines eine Abschrägung - die Schnittebene ist durch die Geraden a und b bestimmt - bekommen soll. ($b \parallel CD$, a ist Diagonale AB im Hilfsquadrat 20x20).

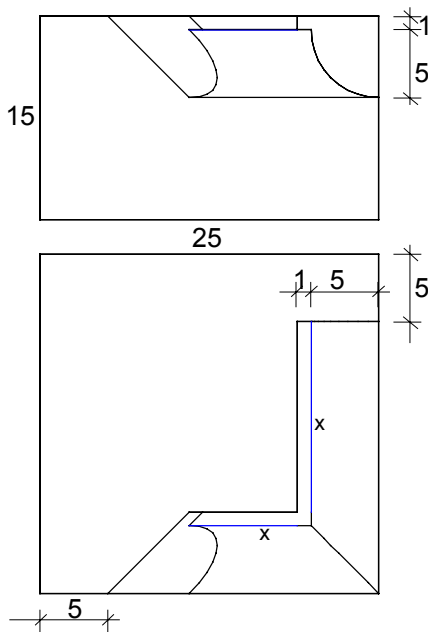


Bild 1

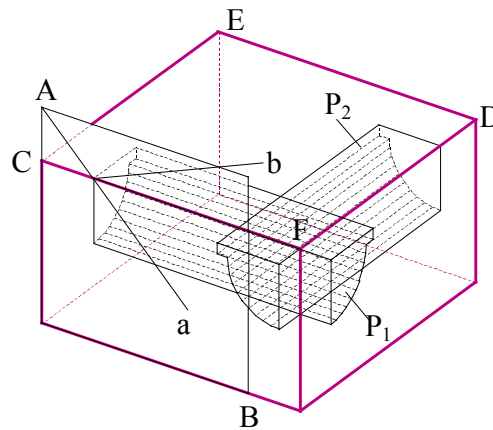


Bild 2

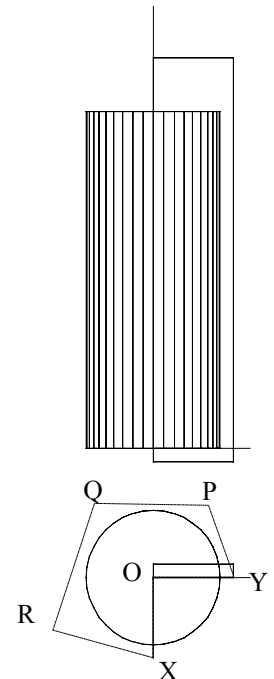


Bild 3

Als „Negativ“ für die gewünschten Kantenprofile dient ein Viertelzylinder ($r = 5$, $h = 25$) vereinigt mit einem Quader (-1x6x30, Verschiebung (0,0,-1)). Zunächst wird mit dem Menüpunkt *Modellieren - Bohrung prismatisch* in der Grundrissansicht mit einem geeigneten „Bohrprisma“ (Querschnitt XOYPQR, Bild 3) dreiviertel des Zylinders abgeschnitten. Blendet man mit dem Menüpunkt *Hilfen - Koordinatenachsen* das Koordinatensystem als Objekt ein, lassen sich die Punkte X, O und Y exakt „fangen“. Der Vereinigungskörper aus dem Viertelzylinder und dem Quader wird oben und unten abgeschnitten (Aufrissansicht, Menüpunkt *Modellieren - Bohrungen prismatisch*), so dass ein etwa 24 cm langes Profil bleibt.

Erzeugen des Profils P_1 : Mit dem Menüpunkt *Ändern - Bewegen* wird das vorhin erzeugte Profilstück zunächst so bewegt, so dass die Profilkante (Zylinderachse) bei C beginnt und auf der Quaderkante CF zu liegen kommt. Anschließend braucht man nur mehr um (0, 5, 0) verschieben.

Erzeugen des Profils P_2 : Das Profil P_1 wird an der erstprojizierenden Ebene durch EF gespiegelt: Grundrissansicht, Menüpunkt *Ändern - Spiegeln - allg. Ebene:J*, *Kopieren:J*. Von der Spiegelungsebene werden zunächst die Punkte E und F gefangen. Drückt man statt Auswahl des dritten Ebenenpunktes die Eingabetaste, erhält die zu wählende Ebene die Richtung des Sehstrahles, sie wird also erstprojizierend.

Erzeugen des Hilfsquadrates 20x20 mit der Diagonale AB: Mit dem Menüpunkt *Objekte - Interne - QYZ* wird das Einheitsquadrat in der [yz] - Ebene erzeugt. Eine Skalierung (*Ändern - Skalieren* : y-skala=20, z-skala=20) und eine Schiebung (25,0,0) ergibt das gewünschte Quadrat.

Erzeugen der Geraden a: Mit *Objekte - Interne - EY* wird eine Strecke auf der y-Achse von der Länge 1 erzeugt. *Ändern - Skalieren* mit y-skala = 20 vergrößert die Strecke. **EY** erscheint im Verhältnis zum übrigen Objekt sehr klein und lässt sich mit der Maustaste nur schwer auswählen. Mit der Leertaste lässt sich immer das zuletzt erzeugte Objekt auswählen. Mit *Ändern - Bewegen* wird nun die verlängerte Strecke EY in die Lage der Strecke a gebracht, wobei die Punkte A und B des Hilfsquadrates hilfreich sind.

Abschrägen des Profils P₁: Dieser Vorgang wird im CAD-3D auch als „Trimmen“ oder „Kappen“ bezeichnet und lässt sich mit GAM mit dem Menüpunkt *Modellieren - Bohrungen - prismatisch* durchführen. Die Schnittebene („Trimmebene“) ist durch (a,b) festgelegt. Mit *Optionen - Objekte ausblenden* werden aus Übersichtlichkeitsgründen alle Objekte bis auf das Profil P₁, Quader und die Strecke b ausgeblendet. b ist 1. Hauptgerade der Schnittebene. In einem Seitenriss mit Blickrichtung b erscheint die Schnittebene projizierend. Eine solche Ansicht wird mit dem Menüpunkt *Ansicht - parallel Kante* erzeugt. Da $CD \parallel b$ ist, kann die Blickrichtung auch mit den Punkten C und D festgelegt werden (Bild 4). Der Querschnitt des Bohrprismas kann nun in Form eines den wegfallenden Teil von P₁ umfassenden Dreiecks festgelegt werden, wobei 2 Eckpunkte des Dreiecks exakt als die Endpunkte von a „gefangen“ werden können. 2 Punkte des Bohrquerschnittes könnten auch A und B des Hilfsquadrates sein, das heisst, dass auf a verzichtet werden könnte.

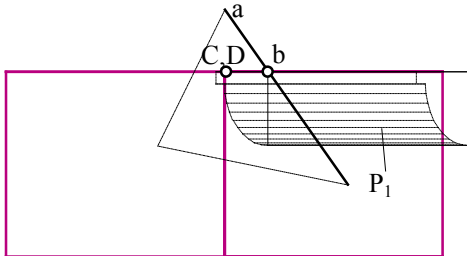


Bild 4

Mit *Hilfen - alle Objekte einblenden* werden alle Objekte eingeblendet. Nun werden mit *Ändern - Objekt löschen* die nicht mehr benötigten Hilfsobjekte entfernt.

Zweimaliges Anwenden von *Modellieren - Differenz* ergibt den gewünschten Steinschnitt.

Anmerkung: Die in Bild 1 mit x bezeichneten Schnittkanten sind auch Mantellinien eines Zylinders. Mit *Optionen - nur Umriss* werden Mantellinien bei der nachfolgenden Abbildung nicht abgebildet. Es entstehen also „Lücken“, die mit skalierten Strecken EX bzw. EY ausgefüllt werden können. Die Längen der fehlenden Kanten können mit dem Menüpunkt *Hilfen - Auswerten - Kante* abgefragt werden.

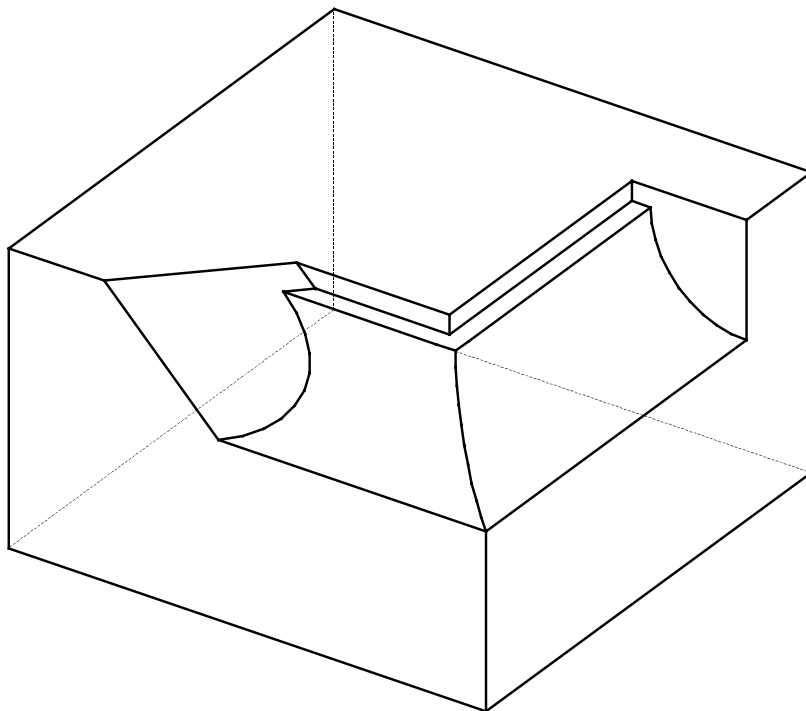
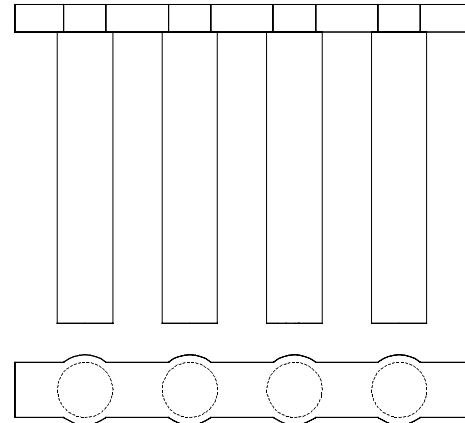
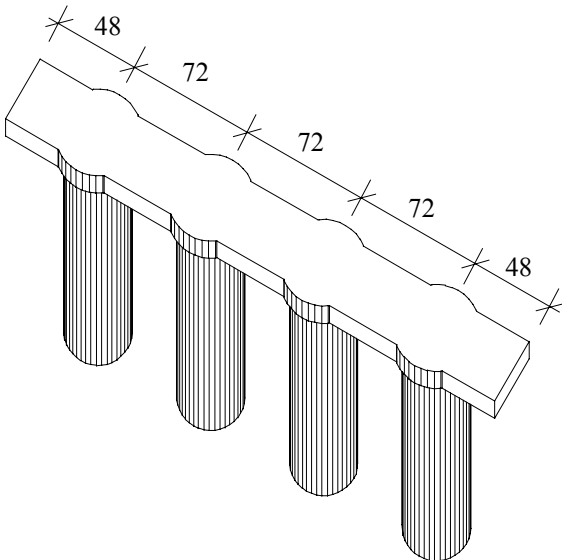


Bild 5

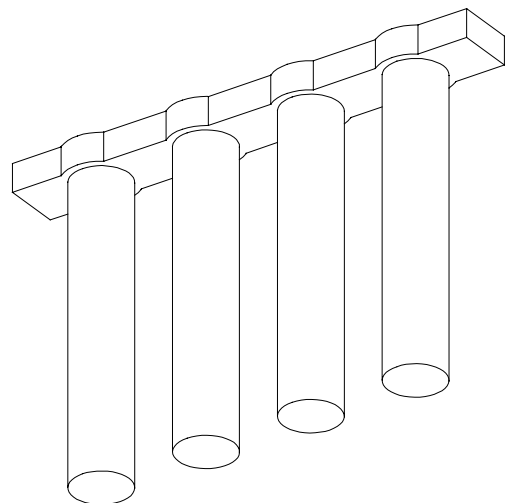
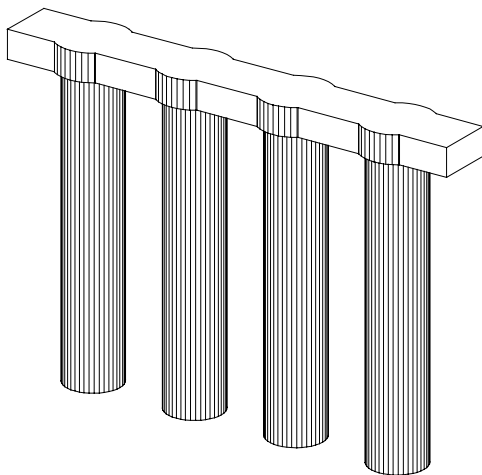
Stützen

Der Träger für die abgebildete Stützkonstruktion wird als Vereinigung eines Quaders (38x312x19 cm) mit 4 Drehzylindern ($r = 24$ cm, $h = 19$ cm) erzeugt. Die stützenden Säulen haben als Radius 19 cm und als Höhe 200 cm.



Zeichne ein normalaxonometrisches Bild.
Zeichne einen Horizontalriss. Zeichne ein
normalaxonometrisches Bild in einer Untersicht.
Mit dem Menüpunkt *Ansicht - allg. Blickrichtung*

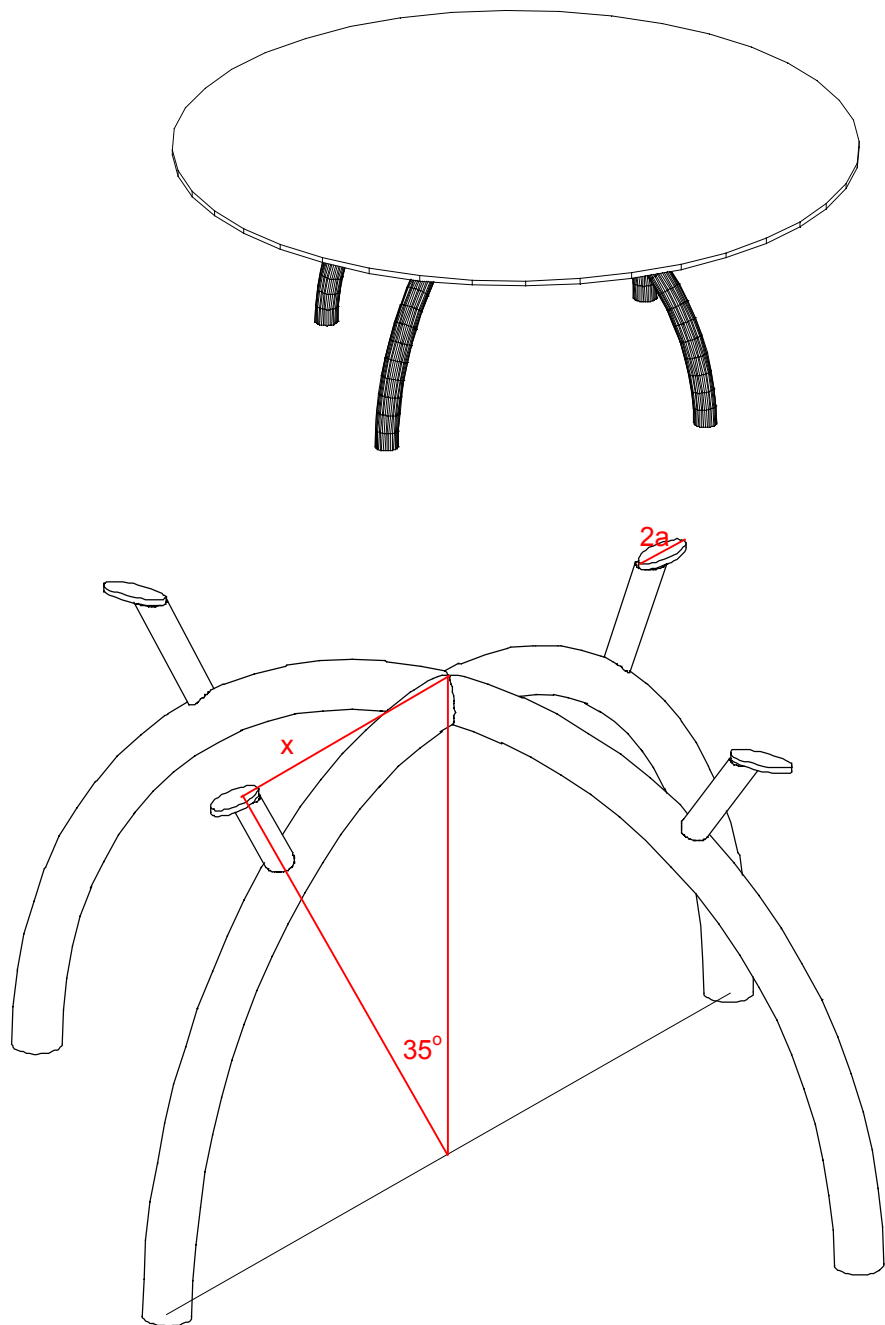
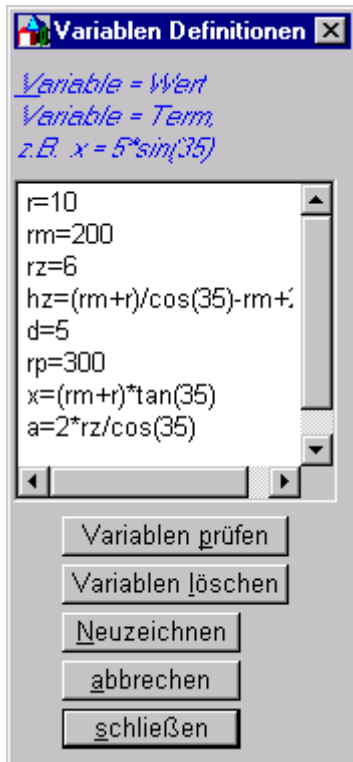
ist der Winkel B der Sehstrahlen zur [xy]-Ebene negativ einzustellen, z.B. -30° . Die Anzeige der Mantellinien lässt sich durch die Einstellung im Menü *Optionen - nur Umriss* verhindern. Die Abbildung muss nach erfolgter Einstellung neu gerechnet werden.



Tisch

Der abgebildete Tisch besteht aus einer zylindrischen Glasplatte (Radius $r_p = 300$ mm, Dicke $d = 5$ mm) und dem Tischgestell. Das Tischgestell besteht aus 2 Torusflächen (Radius des Meridianes $r = 10$, Mittenkreisradius $r_m = 200$) und Stützzylinder (Radius $r_z = 6$), deren Achsen mit der lotrechten Symmetrieachse des Tisches den Winkel 35° einschließen und zu den Mittenkreisen der Torusflächen rechtwinklig sind. Zum Befestigen der Tischplatte sind elliptische Zylinder vorgesehen (Höhe $d = 5$). Die Hauptachse der Grundflächenellipse ($2a$) ist doppelt so lang wie die des waagrechten Schnittes der Stützzylinder. Das Tischgestell ist als Volumenmodell zu erzeugen.

Um die Befestigungszylinder aus einem Kreiszylinder durch Skalieren zu erzeugen und richtig zu positionieren kann man im Variablenfenster die Werte x und a bestimmen. Menüpunkt *Bearbeiten – Variable*.

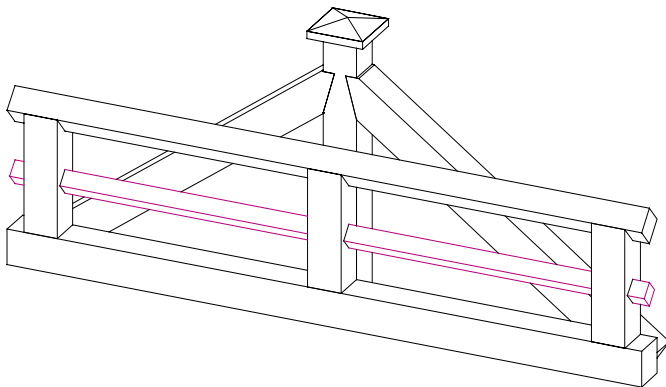


Tragwerk

Modelliere das abgebildete Detail einer Holzbrücke.

Drei Quader (24x24x80 cm) dienen als senkrechte Stützen. Als Geländer dienen 2 Quader deren quadratische Querschnitte Diagonalen mit den Längen $D = 24$ cm bzw. $d = 16$ cm haben. Die Länge ist jeweils 456 cm. Diese Quader erzeugt man am besten mit dem Menüpunkt *Objekte - Interne - PRnGm*. Anzahl der Eckpunkte ist $n = 4$. Als Radius gibt man 12 bzw. 8 ein. Das Feld für die Seitenlänge bleibt leer. Ein Hinweis über die Lage im Koordinatensystem findet sich in der letzten Figur rechts unten (Explosionszeichnung).

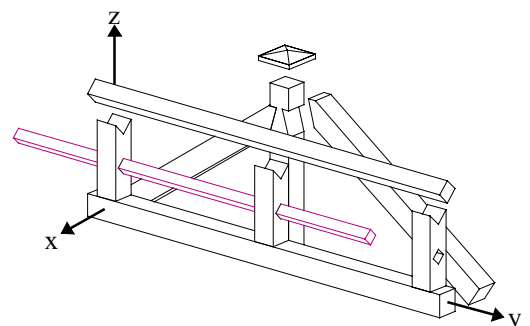
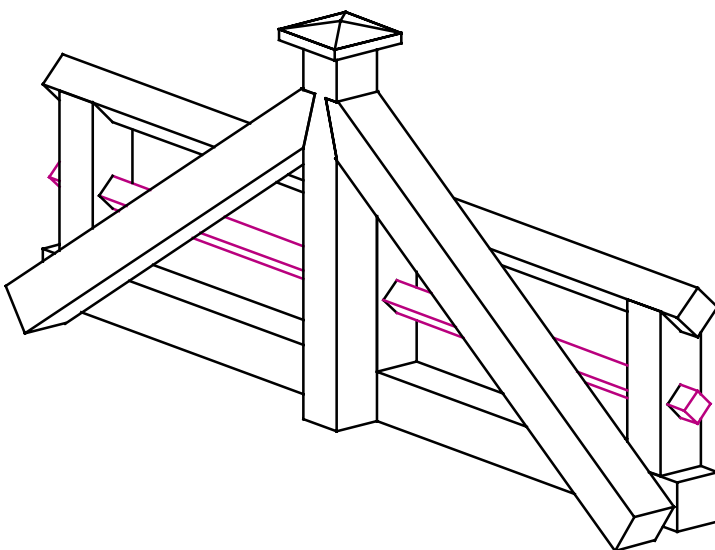
Der waagrechte untere Balken hat die Abmessungen 24x24x456 cm. Die Abstände zwischen den lotrechten Stützen sind jeweils 180 cm. Der lotrechte Mittelpfeiler hat die Abmessungen 24x24x184 cm. Er wird abgedeckt durch eine quadratische Platte 40x40x5 cm und eine quadratische Pyramide 40x40x5 cm.



Die Streben sind Quader mit dem Querschnitt 24x24 cm. Sie sind unter 35° zur Horizontalebene geneigt und in den Mittelpfeiler entsprechend einzuschneiden. Dies geschieht am besten in der Aufrissansicht mit dem Menüpunkt *Modellieren - Bohrungen prismatisch*. Ein Raster in der [y.z]-Ebene (Maschenweite 8x8 cm) im Bereich des Mittelpfeilers ist hilfreich. Die Abbildung unten zeigt eine Ansicht der Konstruktion von links hinten. Dies erreicht man, indem man mit dem

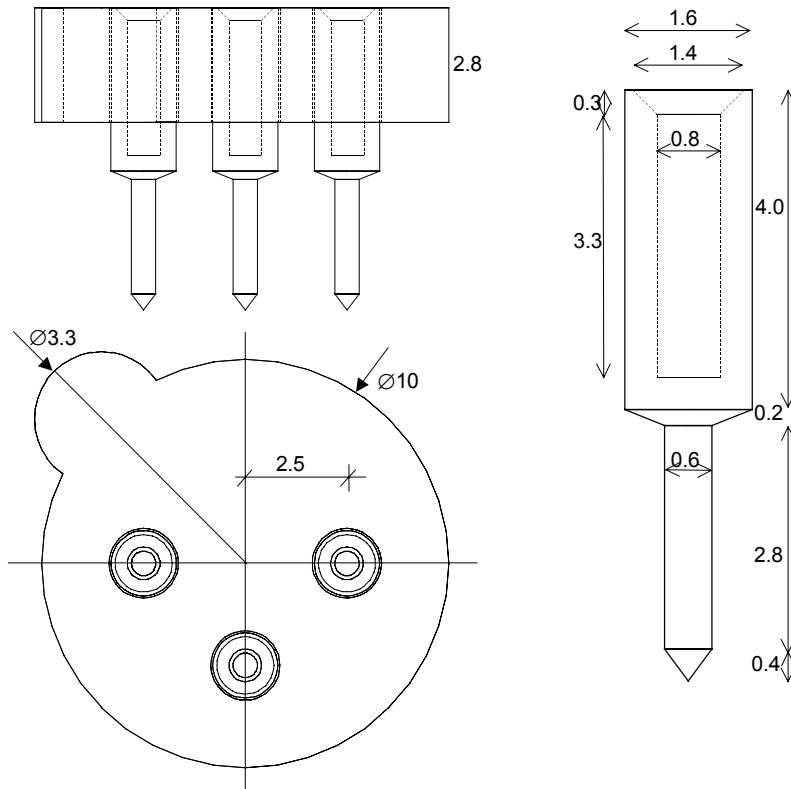
Menüpunkt *Ansicht - allgem. Blickrichtung* für den Winkel L z.B. -120° eingibt. Nachher muss das axonometrische Bild neu berechnet werden. Eine Explosionszeichnung ist für das räumliche Erfassen des Objektes hilfreich und kann mit Hilfe passender Verschiebungen der Teilobjekte leicht erzeugt werden.

Die Abbildung rechts unten (Explosionszeichnung) enthält auch einen Vorschlag, wie die Konstruktion in das Koordinatensystem eingebettet werden kann. Verfährt man auf diese Weise, lässt sich z.B. die schräge Strebe aus einem lotrechten Quader durch eine passende Drehung um die x-Achse erhalten!



Transistor-Steckfassung

Zylinder und Kegel werden im CAD-3D durch Prismen und Pyramiden angenähert. GAM verwendet regelmäßige 40-seitige Prismen bzw. Pyramiden. Der Isolierkörper der Steckfassung ist die Vereinigung zweier Drehzylinder (*Modellieren - Vereinigung*). Beim Erstellen der Bohrungen ($\varnothing 1.7$ mm) ist empfehlenswert, dass der Bohrzylinder oben und unten übersteht (*Modellieren - Differenz*).



Ein Kontaktstift ist zunächst als schrittweise Vereinigung von einem Drehzylinder ($r=0.8$, $h=4.0$) mit einem Kegelstumpf ($R=0.8$, $r=0.3$, $h=0.2$), einem Drehzylinder ($r=0.3$, $h=2.8$) und einem Drehkegel ($r=0.3$, $h=0.4$) zu erzeugen.

Erzeugen des Kegelstumpfes:

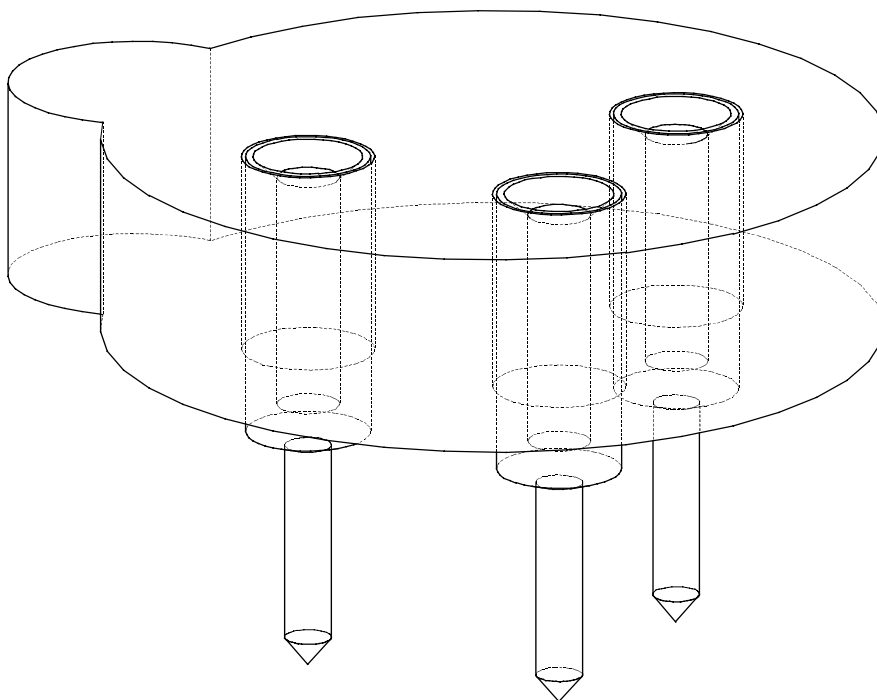
Drehzylinder ($R=0.8$, $h=-0.2$)

Ändern - Skalieren(x,y):

$$x\text{-skal} = \frac{0.3}{0.8} = 0.375, \quad y\text{-skal} = 0.375$$

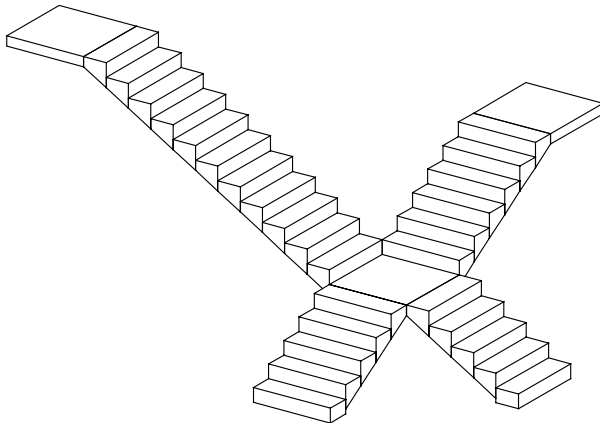
$z = -0.2$. (Die x- und y-Koordinaten aller Objektpunkte mit $z = -0.2$ werden mit x-skal bzw. y-skal multipliziert. Der Test auf Konvexität muss auf jeden Fall mit J verlangt werden, da sonst das Objekt für Bool'sche Operationen (Vereinigung usw.) nicht verwendbar ist. Um die Ausnehmung zu erzeugen, ist zuerst ein Kegelstumpf ($R=0.7$, $r=0.4$, $h=0.3$) mit einem Zylinder ($r=0.4$, $h=3.3$) zu vereinigen. Die Skalierungsfaktoren für die Erzeugung des Stumpfes aus dem Zylinder mit Ändern - Skalieren(x,y) müssen möglichst genau eingegeben werden:

$$x\text{-skal} = \quad y\text{-skal} = \quad = \quad \frac{0.4}{0.7} = 0.5714286.$$



Treppe

Die abgebildete geradläufige, orthogonal geführte Treppe mit 3 Podesten und 2 Antrittstufen soll mit GAM erzeugt werden.



Geschoßhöhe: **2752** mm, **16** Stufen
 Höhe: $h = 2752:16 = 172$ mm
 Breite $b = 630 - 2h = 286 \approx 290$ mm.
 Podest 1000x1000x120
 Antrittstufe 290x1000x172

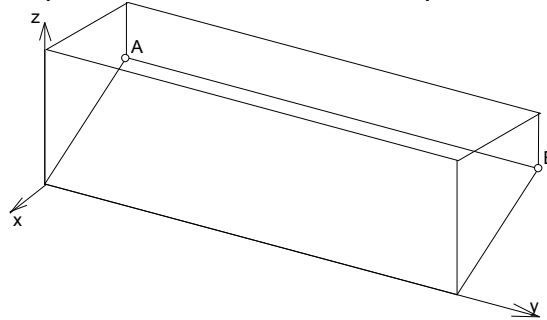
Podest und Antrittstufe werden mit dem Menüpunkt **OBJEKTE - QUADER** erzeugt.

Um eine Spitzstufe zu erzeugen, gibt es mehrere Möglichkeiten.

Die im folgenden aufgezeigte Möglichkeit ist nicht sehr anwenderfreundlich, wird aber an dieser Stelle benützt, um die Dateistruktur eines externen Grundkörpers zu zeigen.

Die Spitzstufe hat dieselbe Struktur wie ein Quader mit den Abmessungen (-290, 1000, 292). Der negative x - Wert wird von GAM dazu benützt, um den Quader im gewünschten Oktanten zu plazieren. Der Quader wird nun mittels des Menüpunktes **DATEI - OBJEKT speichern**, z.B. als Datei mit dem Namen **SPSTU** als externer Grundkörper zur Verfügung. GAM fügt **.DAT** an. Die Datei kann mit einem Texteditor verändert werden!

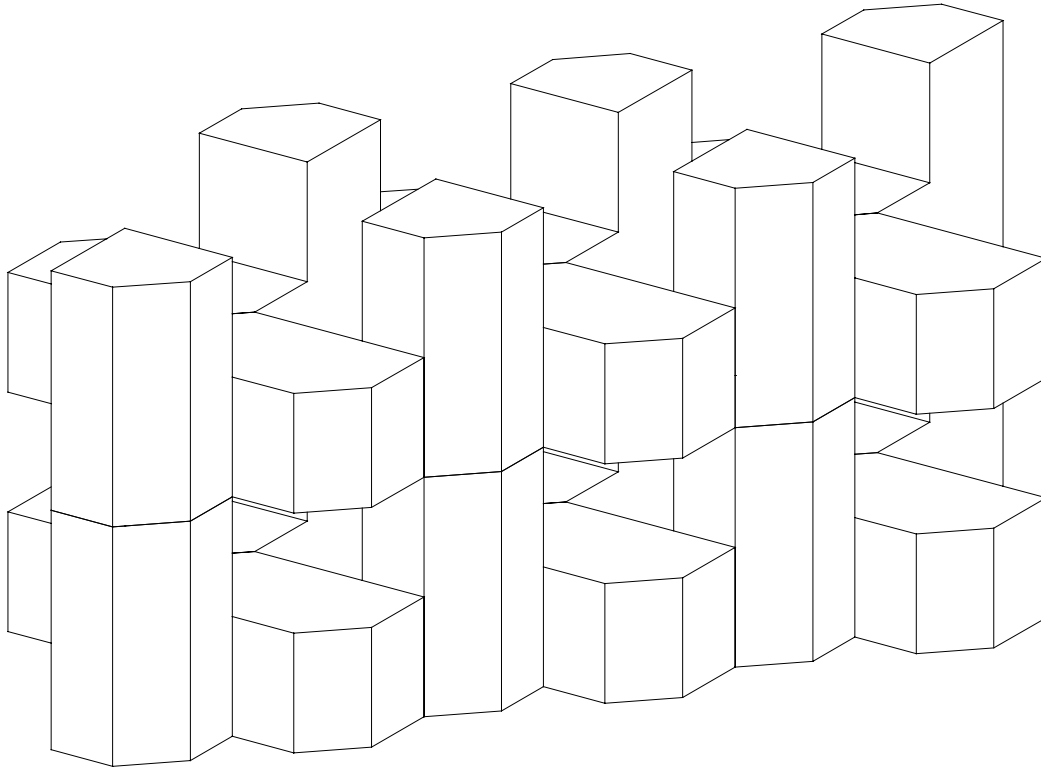
Es müssen nur die z - (-290/1000/0) zu 172
 Datei **SPSTU.DAT** mit abgedruckt. Die erste Kommentarzeile des Grundkörpers enthalten.



Koordinaten der Punkte (-290/0/0) und geändert werden (A bzw. B). Unten ist die den geänderten z - Koordinaten Zeile wird von GAM zur Gänze als interpretiert und kann z.B. den Namen

SPSTU	7 8	5
konvex nicht modelliert	8 5	10
-145.0 500.0 146.0	1 5	4 braun
8	2 6	2
0.0 0.0 0.0	3 7	11
-290.0 0.0 172.0	4 8	6
-290.0 1000.0 172.0	6 braun	10
0.0 1000.0 0.0	4 braun	4 BRAUN
0.0 0.0 292.0	1	3
-290.0 0.0 292	2	12
-290.0 1000.0 292.0	3	7
0.0 1000.0 292.0	4	11
12	4 BRAUN	4 BRAUN
1 2	5	4
2 3	6	9
3 4	7	8
4 1	8	12
5 6	4 braun	
6 7	1	
	9	

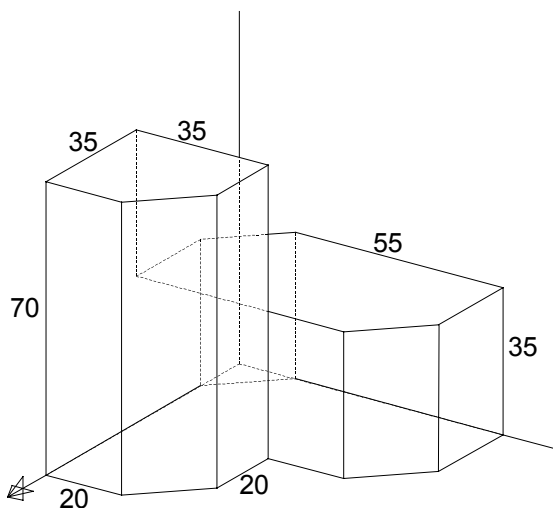
Mit dem Menüpunkt **OBJEKTE - EXTERNE** kann nun der modifizierte Grundkörper **SPSTU.DAT** geladen werden. Die Ergänzung zur kompletten Treppe geschieht mit den Menüpunkten **ÄNDERN - VERSCHIEBEN** bzw. **ÄNDERN - BEWEGEN**, wobei stets die Kopierfunktion zu aktivieren ist.



Zellsystem

Das abgebildete „Zellsystem“ soll aus einer „Urzelle“ erstellt werden.

Die Urzelle besteht aus 2 Quadern 40x70x35 und 35x35x70. Mit dem Menüpunkt *Modellieren Kante fassen* werden insgesamt 3 Kanten gefast (1.Abstand = 2. Abstand = 15).



Die gefasteten Quader werden mit *Modellieren – Vereinigung* zur Urzelle vereinigt. Welche Transformationen bzw. Kopien der Urzelle werden benötigt, um das Zellsystem zu erhalten? Versuche, die benötigten Transformationen in einer Liste zu formulieren.

```

Urzelle
Urzelle
  T( , , )
Urzelle
  T( , , )
  T( , , )
Urzelle
  DG( , , , , , , )
Urzelle
  DG( , , , , , , )
  T( , , )
Urzelle
  DG( , , , , , , )
  T( , , )
  T( , , )

```

T steht für die Transformation **T**ranslation = Verschiebung
DG steht für die Transformation **D**rehung um eine **G**erade.

VARIANTEN Konstruktion im CAD, Verwenden von VARIABLEN in GAM

Ab GAM Version 8.1 lassen sich mit Hilfe des Menüpunktes *Bearbeiten – Variable Variable* definieren (Abbildung 1). In Eingabefeldern können dann (nach erfolgreicher Syntaxprüfung, Schaltfläche „Variablen Prüfen“) statt der Zahlenwerte die entsprechenden Variablennamen eingegeben werden

Im Beispiel (Abbildung 2) soll die optische Wirkung der Veränderung des Abstandes d am Fliesenboden dargestellt werden.

Mit dem Menüpunkt *2D-Objekte – Rechteck* (Eingaben Abbildung 3) wird zunächst eine Fliese erstellt. Ein zweites Rechteck hat die Länge b und die Breite a und wird anschließend verschoben ($ytrans = b + d$, Abbildung 4).

Um eine mit Fliesen belegte Diagonale zu erhalten, werden beide Rechtecke verschoben ($xtrans = ytrans = b + d$) und 9 mal kopiert (Abbildung 5).

Will man nun eine VARIANTE sehen, ändert man im Variablenfenster d , z.B. $d = 1,5$. Klicken der Schaltfläche „Neuzeichnen“ ändert für alle Fliesen den Abstand d auf den neuen aktuellen Wert! Natürlich kann man auch die Fliesenabmessungen a bzw. b variieren. Siehe Beispiele auf der nächsten Seite.

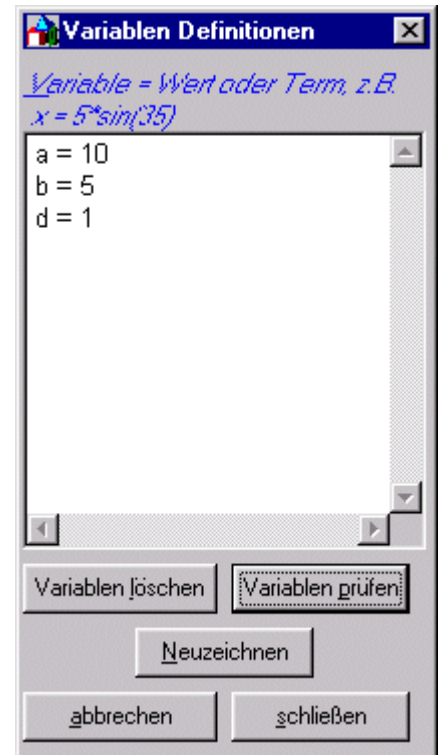


Abbildung 1

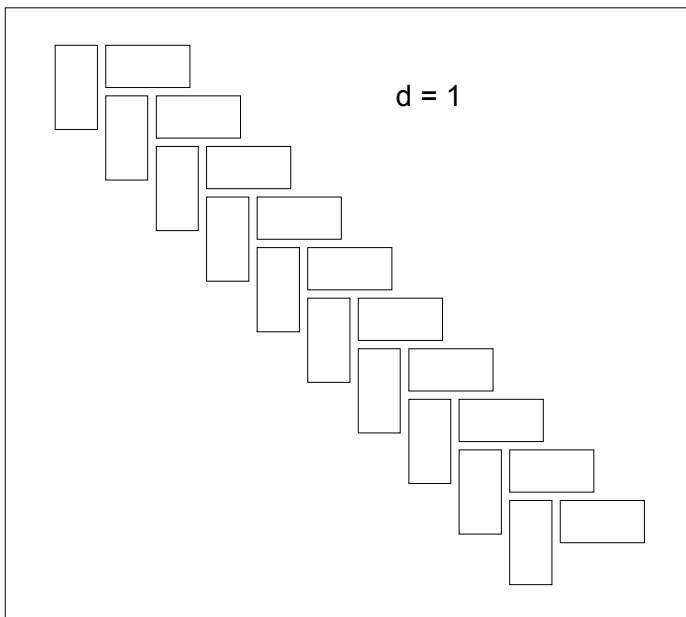


Abbildung 2



Abbildung 3

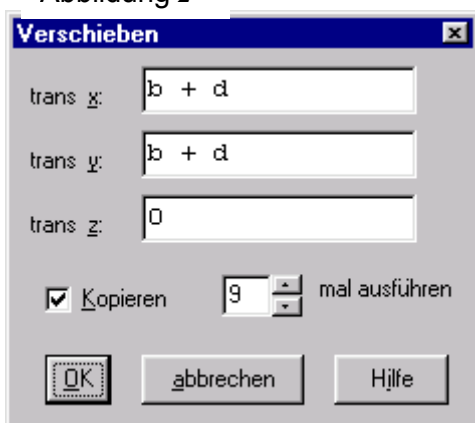
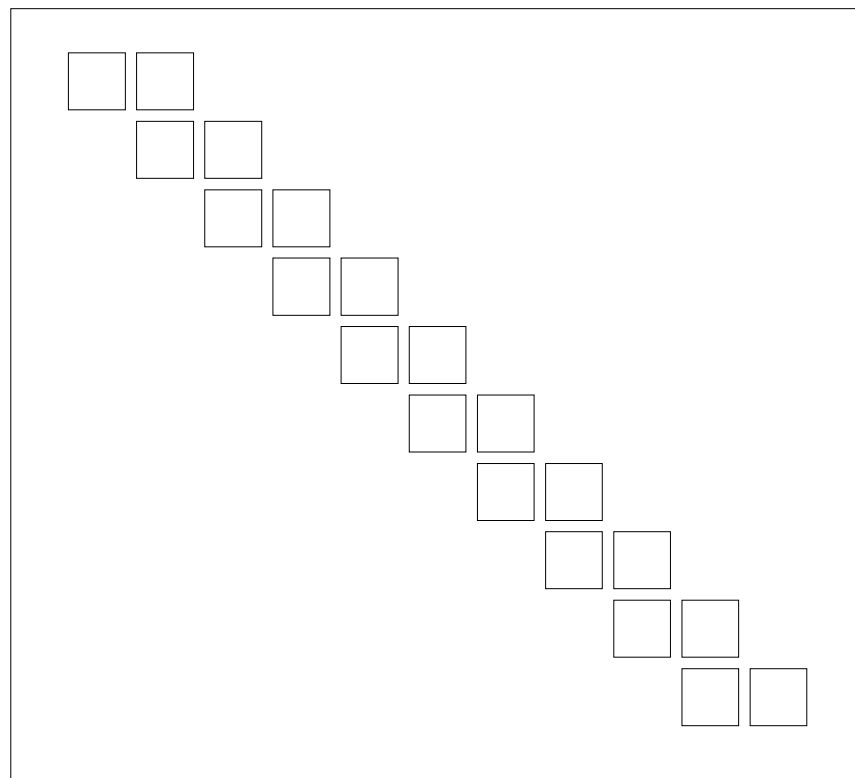
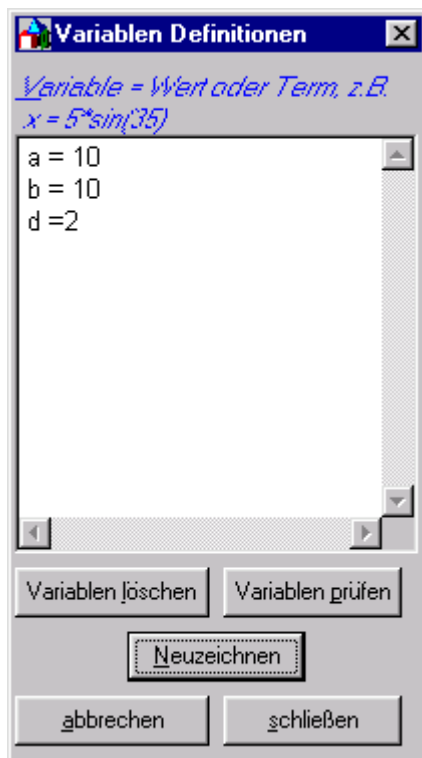
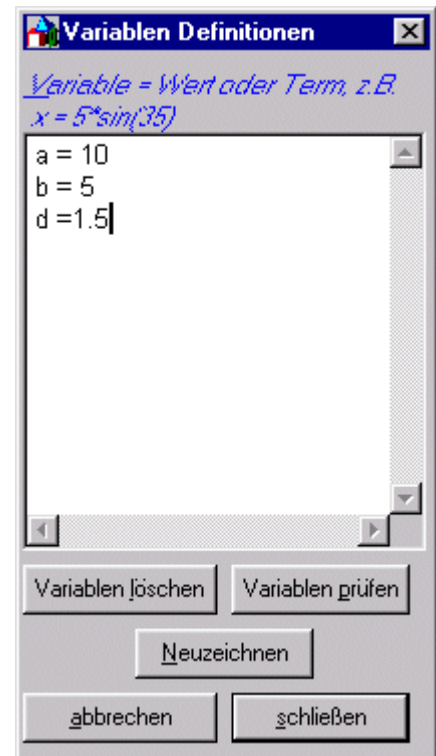
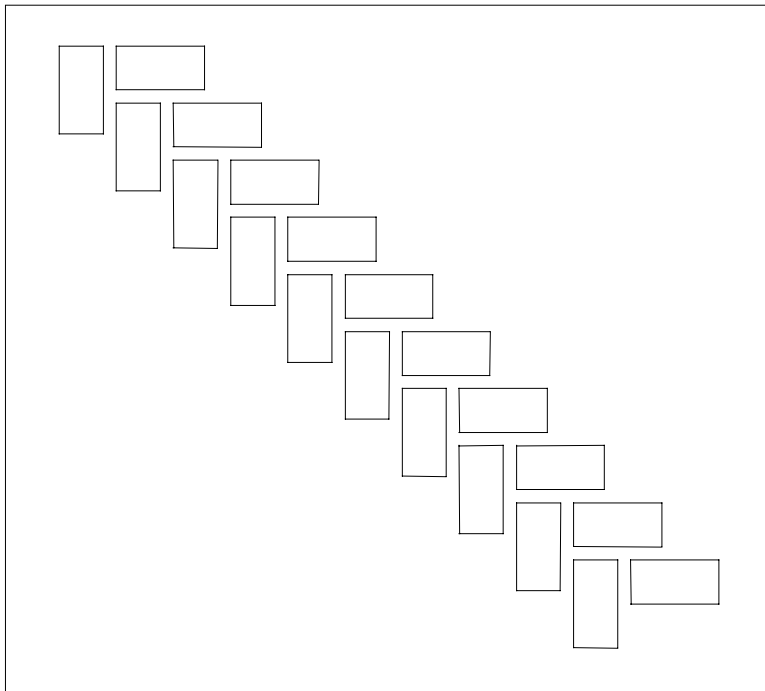


Abbildung 5



Abbildung 4

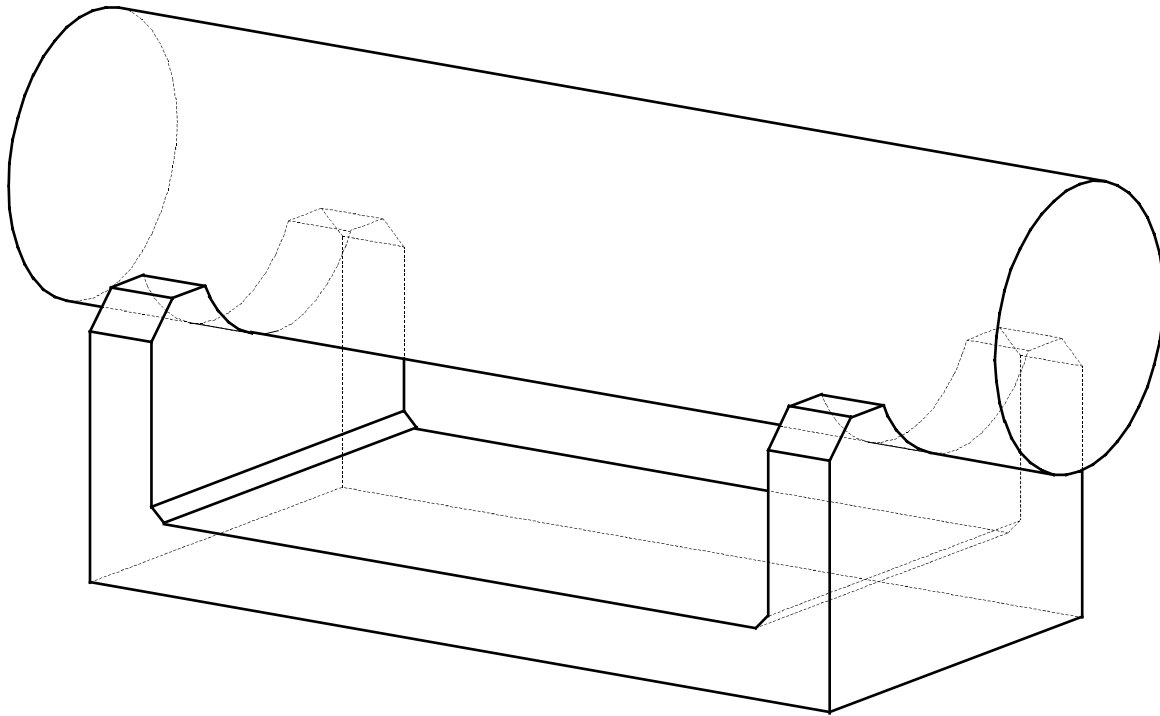


Bemerkungen:

- 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 eingesetzt.
- Variablenamen (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. $a2 = b1 \cdot \tan(55)$).
- 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.

LAGERBOCK

Der dargestellte Lagerbock ist zu modellieren.



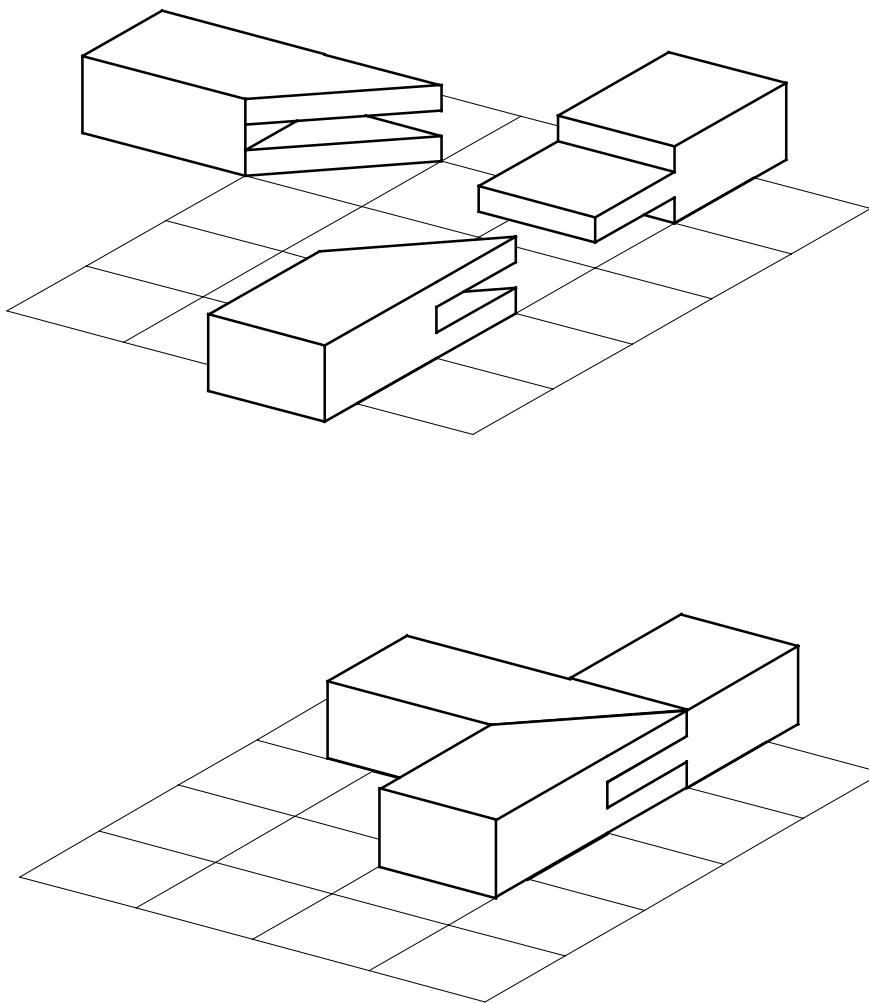
Das Lager für die zylindrische Welle hat die Aussenmaße 6x12x4 cm. Die Wandstärke beträgt 1 cm. Der Radius der Welle ist 3 cm, die Länge 16 cm. Die Abschrägungen beginnen 0.5 bzw. 0.2 cm von der Ecke entfernt. Die Bogenhöhe für die zylindrische Vertiefung in den Seitenteilen beträgt 1 cm.

Man beginnt am besten mit einem Quader (6x12x4). Ein Raster ($x_{\max} = 6$, $y_{\max} = 12$, $e_x = e_y = 1$), den man durch eine Drehung in die yz-Ebene dreht ($y\text{-rot} = -90$) und dann in y-Richtung um 1 cm verschiebt, leistet später gute Dienste. In der Aufrissansicht kann man mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - Bohrung prismatisch** ein "Bohrprisma" definieren, das die Wandstärken übriglässt. Bei der Wahl der (projizierenden) Kanten des Bohrprismas werden vorhandene Punkte "gefangen", das heisst, die Kanten des Bohrprismas werden durch die gefangenen Punkte gelegt. In der Kreuzrissansicht kann man mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - Bohrung zylindrisch** die (projizierende) Achse und den Radius der Bohrung exakt festlegen. Vorher muss man noch den Raster um die z-Achse drehen ($z\text{-rot} = -90$).

Die Abschrägungen werden in einer AXO-Ansicht mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - KANTE fasen** erzeugt.

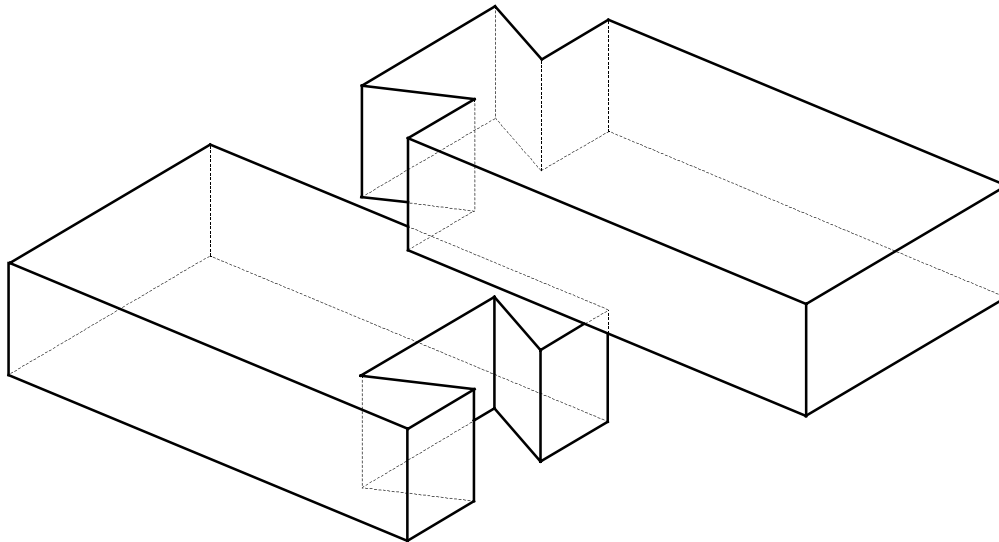
HOLZVERBINDUNG

Die wichtigsten Abmessungen der einzelnen Teile der Holzverbindung sind mittels des Rasters (5x5) erkennbar. Modelliere die Einzelteile (Menüpunkt **MODELLIEREN - Differenz**) und speichere jeden Einzelteil (Menüpunkt **DATEI - Objekt speichern**). Speichere anschließend das Protokoll der Holzverbindung (Menüpunkt **DATEI - speichern Protokoll**). Die Holzverbindung kann später geladen werden (Menüpunkt **OBJEKTE - Protokoll**) und weiter bearbeitet werden. Das Protokoll wird von GAM automatisch erstellt und enthält die Namen und Farben der verwendeten Objekte sowie die zu ihrer Positionierung notwendigen Transformationen.



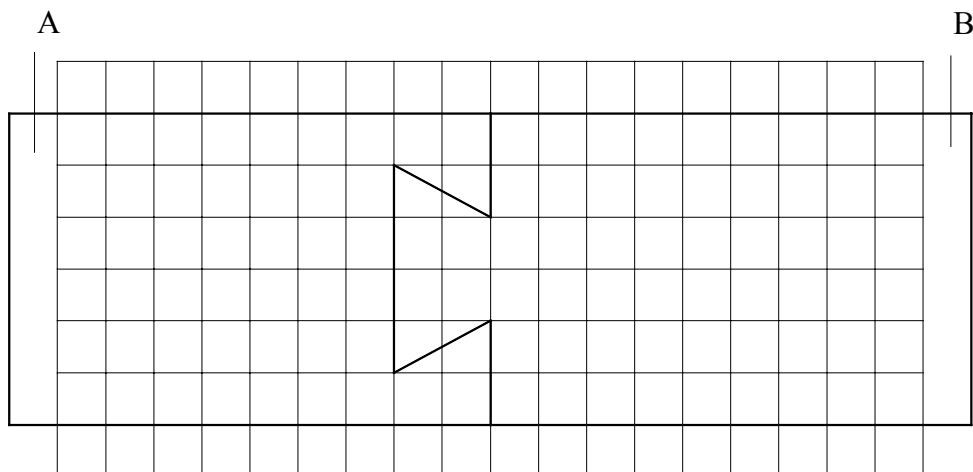
SCHWALBENSCHWANZ

Die dargestellte Holzverbindung ist zu modellieren.



Folgende Grundkörper werden benötigt:

Ein RASTER ($x_{\max} = 8$, $y_{\max} = 16$, $e_x = e_y = 1$) wird erzeugt und anschließend verschoben ($x\text{-trans} = -1$, $y\text{-trans} = 1$, $z\text{-trans} = 0$). Teil A wird aus einem Quader ($6 \times 10 \times 2.5$) geformt: Im Grundriss kann man mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - Bohrung prismatisch** die trapezförmige Ausnehmung erzeugen. Beim Festlegen des "Bohrprismas" werden vorhandene Punkte "gefangen", d.h. die projizierende Kante des Bohrprismas wird durch den gefangenen Punkt gelegt.

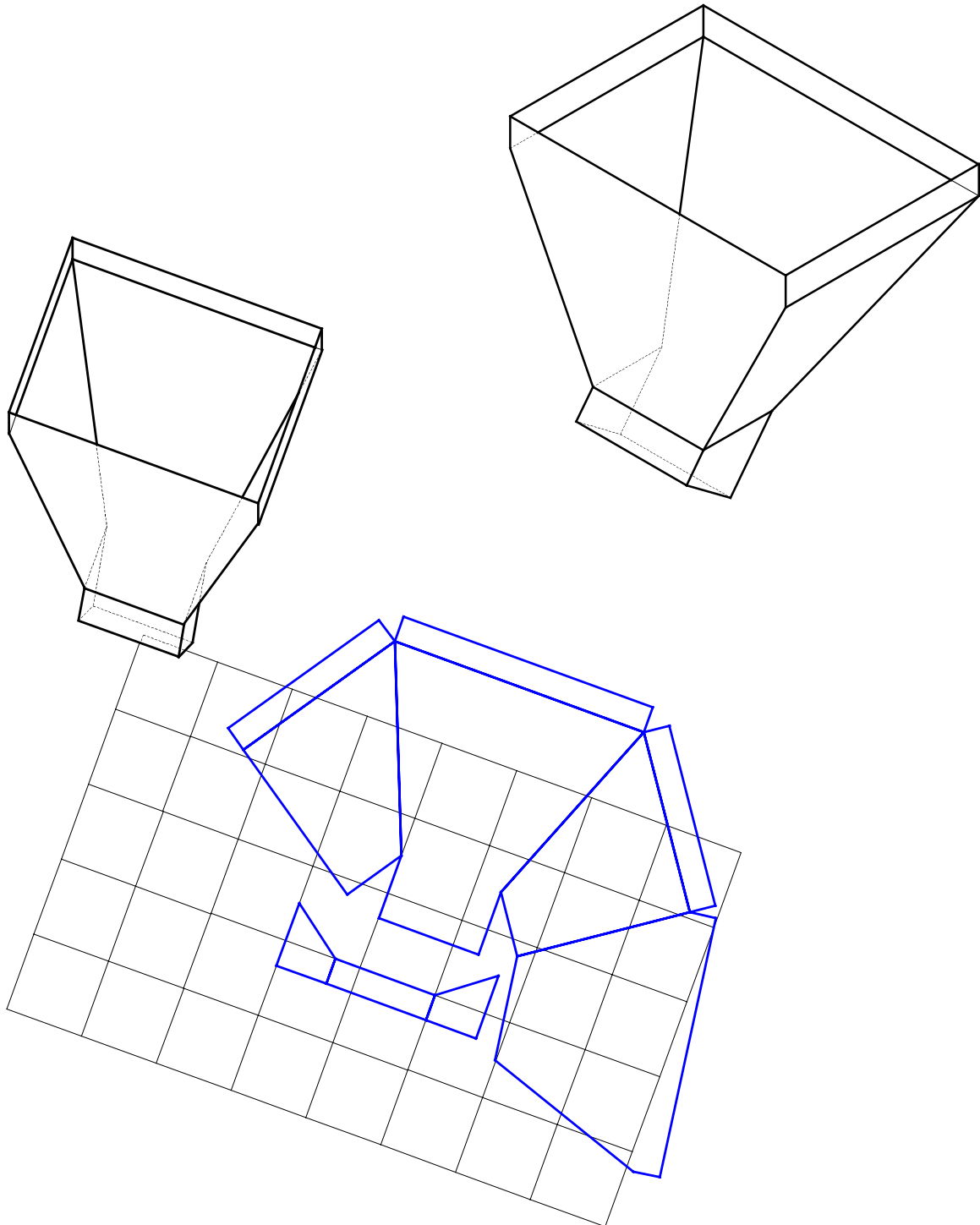


Teil B entsteht aus einem Quader ($6 \times 12 \times 2.5$, $x\text{-trans} = 0$, $y\text{-trans} = 8$, $z\text{-trans} = 0$), indem man vom Quader Teil A "subtrahiert". Vorher muss von Teil A eine Kopie hergestellt werden, etwa mit dem Menüpunkt **ÄNDERN - Skalieren** ($x\text{-skal} = y\text{-skal} = z\text{-skal} = 1$, kopieren = J) !

Die "Subtraktion" erfolgt mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - DIFFERENZ**, indem man als 1. Objekt den zuletzt erzeugten Quader und als zweites Objekt Teil A wählt. Teil B wird schließlich noch in z-Richtung verschoben.

TRICHTER

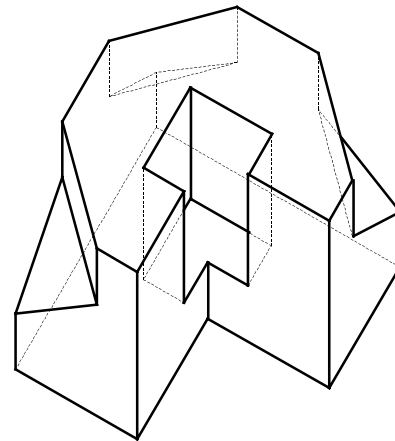
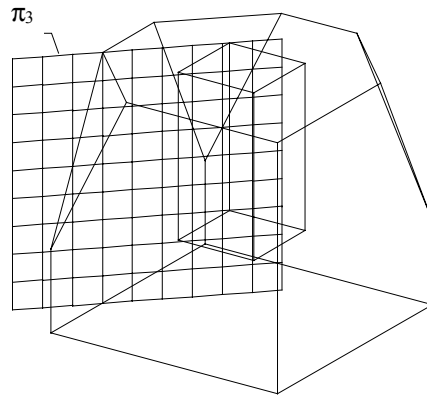
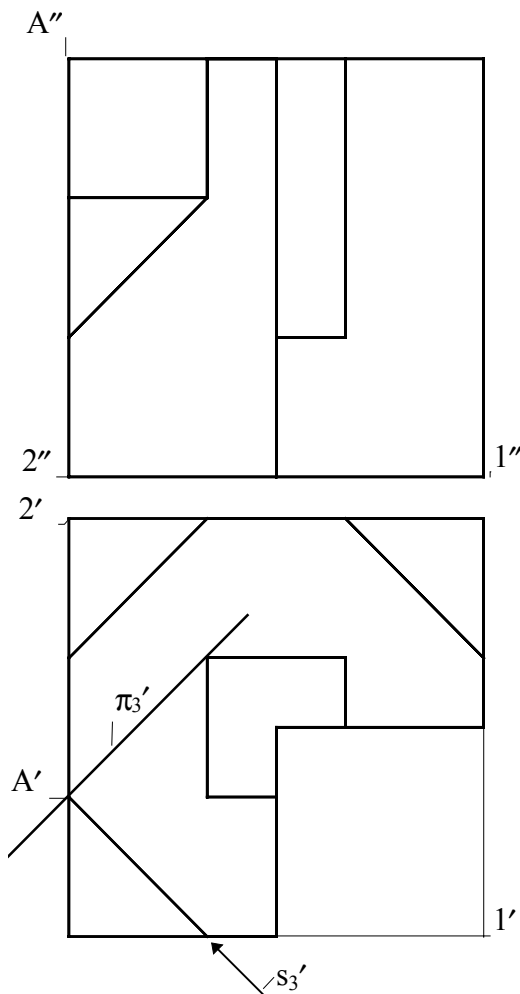
Vom abgebildeten Trichter (er steht als externes Objekt zur Verfügung), ist in der Ebene des Rasters (Maschenweite 3x3) mit Hilfe des Menüpunktes **MODELLIEREN - NETZ** das Netz zu zeichnen. In der Abbildung wurde das Netz in 2 Teilen erzeugt. Es empfiehlt sich bei der Entwicklung eines Netzes korrekte Zwischenergebnisse mit dem Menüpunkt **DATEI - OBJEKT speichern** zwischenzuspeichern.



SOCKEL

Aus einem Würfel mit 9 dm Seitenlänge soll der abgebildete Sockel modelliert werden. Die Lage der Abschrägungen und der Vertiefung ergeben sich durch Drittelung der Kantenlänge. Der Sockel ist schließlich im Halbschnitt in einem geeigneten Horizontalriss darzustellen.

Über einem Raster ($x_{\max} = y_{\max} = 9$, $e_x = e_y = 1$) wird ein



Würfel (Kantenlänge 9) errichtet. Mit dem Menüpunkt

MODELLIEREN - ECKE Fasen werden 3 der oberen

4 Würfecken abgeschnitten: 1. Abstand = 2. Abstand = 3, 3. Abstand = 6. Die quaderförmige Vertiefung wird mit einem Quader ($3 \times 3 \times 9$, $x\text{-trans} = y\text{-trans} = z\text{-trans} = 3$), Menüpunkt **MODELLIEREN - Differenz**, erzeugt.

Abschrägungen: Im Seitenriss, Blickrichtung s_3 , Seitenrissebene π_3 , erscheinen die notwendigen ebenen Schnitte zur Erzeugung der Abschrägung bei A projizierend, und können mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - Bohrungen prismatisch** erzeugt werden. Zur exakten Schnitfführung muss ein Raster erzeugt werden, dessen Ebene normal zu s_3 steht und in A einen Gitterpunkt hat. Der in der xy - Ebene liegende Raster wird folgendermaßen transformiert.

Drehung $x\text{-rot} = 0$, $y\text{-rot} = -90$, $z\text{-rot} = 45$.

Bewegen ein Gitterpunkt wird mit A zur Deckung gebracht.

Die erforderliche Ansicht (Seitenriss mit Blickrichtung s_3) kann auf zwei Arten erzeugt werden.

a) Menüpunkt **ANSICHT - Allg. Blickrichtung** ($L = 45$, $B = 0$)

b) Menüpunkt **ANSICHT - Seitenriss parallel zu KANTE**.

Die Kante muss in diesem Falle keine Objektkante sein, sondern wird mittels zweier Punkte (1 und 2) festgelegt.

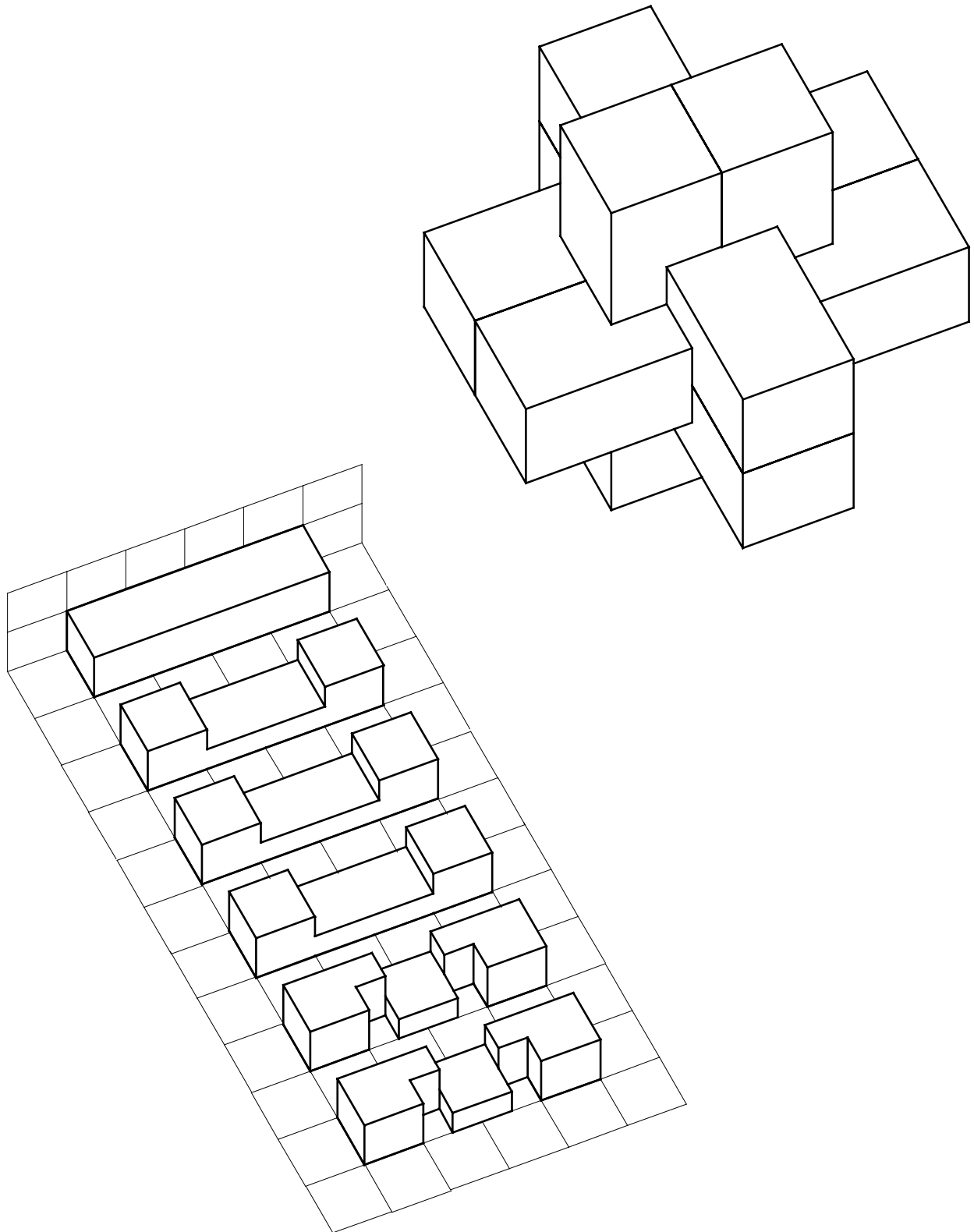
Die restlichen Abschrägungen werden analog erzeugt.

Der Halbschnitt kann mit dem Menüpunkt **MODELLIEREN - Bohrung prism.** erzeugt werden, oder als Differenz des Sockels mit einem geeigneten Quader ($6 \times 6 \times 11$, $x\text{-trans} = y\text{-trans} = 4.5$, $z\text{-trans} = -1$):

Die Einstellungen für einen passenden Horizontalriss können mit dem Menüpunkt **ANSICHT - Horizontalriss** (z.B. $\angle z_{\text{sys}} = 120$, $v_z = 0.6$) vorgenommen werden.

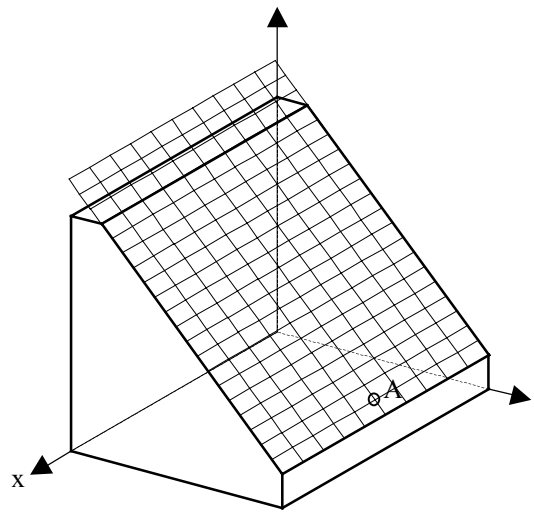
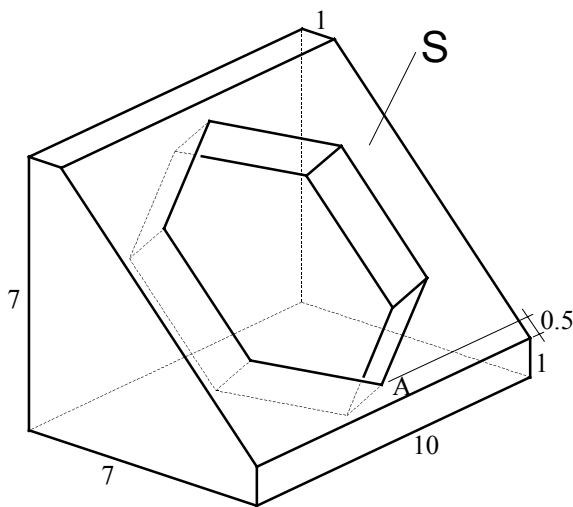
TEUFELSKNOTEN

Die Abmessungen der einzelnen Teile des Teufelsknoten sind mittels des Rasters (24x24) erkennbar. Die Einzelteile stehen als externe Bausteine zur Verfügung. Man füge die einzelnen Teile mit Hilfe der Transformationen (Menüpunkt **ÄNDERN**) zum Teufelsknoten zusammen und zeichne eine passende Axonometrie (Menüpunkt **ANSICHT**).



Vertiefung für Sechskantmutter

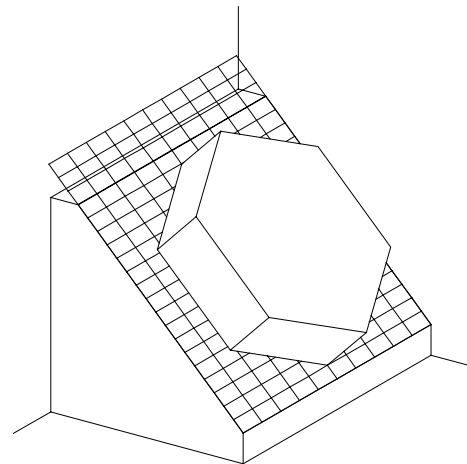
Für die Verankerung des Kopfes eines Schraubbolzens ist am Sockel **S** eine 1.5 cm hohe Vertiefung in Form eines regelmäßigen sechseitigen Prismas zu erzeugen.



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, so dass der Rasterpunkt (0/10/0) mit dem Punkt (0/7/1) des Sockels zur Deckung kommt.

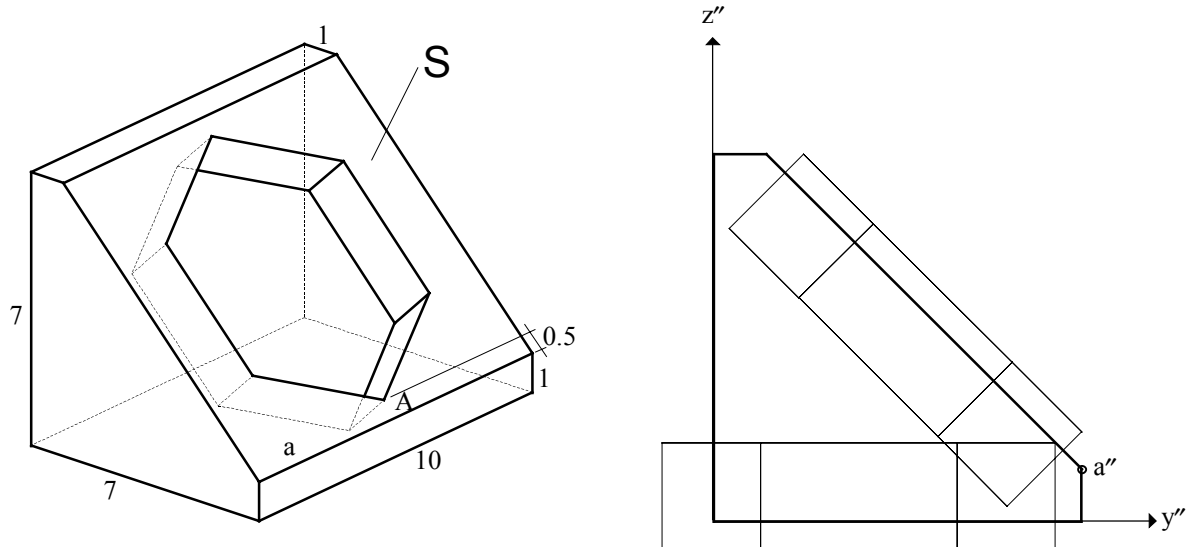
Der Menüpunkt *Objekte - Interne - PRnGm*, $r=(6*\sqrt{2} - 1)/2 = 3.743$, $h = 2$ erzeugt das gewünschte Bohrprisma, das noch mit dem Menü- punkt *Ändern - Bewegen* so bewegt werden muss, dass der Punkt (r/0/0) mit dem Punkt A und die Basisebene mit der Rasterebene zur Deckung kommt.



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.

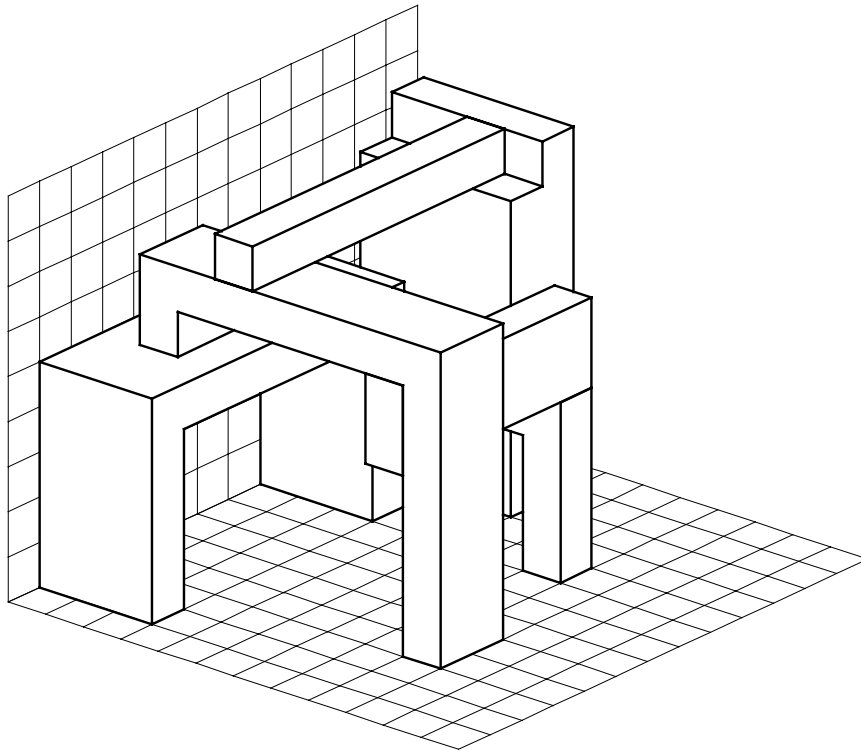
Anschließend wird das Prisma mit dem Menüpunkt *Ändern - verschieben* um den Vektor ($5/-0.5/-0.5$) verschoben.

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.

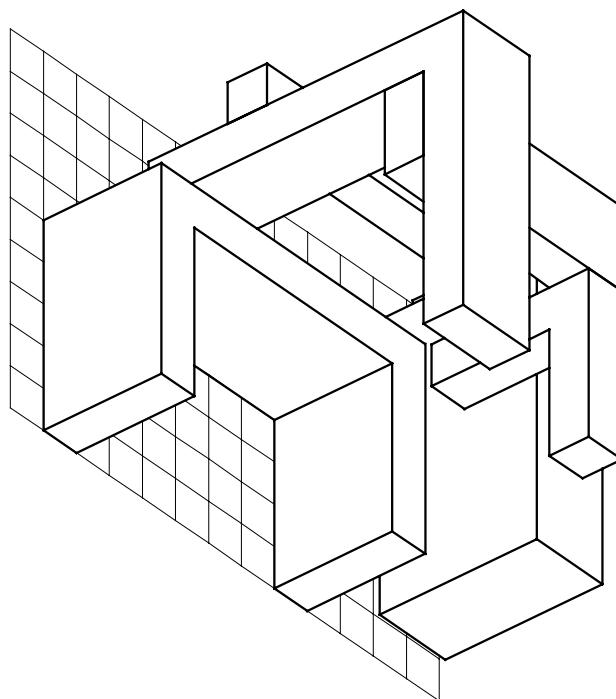
Mit dem Menüpunkt *Modellieren - Differenz*, 1. Objekt = Sockel, 2. Objekt = Prisma, erzeugt man schließlich das gewünschte Objekt.

WINKEL

Die Abmessungen der einzelnen Teile sind mittels des Rasters (1x1) erkennbar. Die Einzelteile sind zu

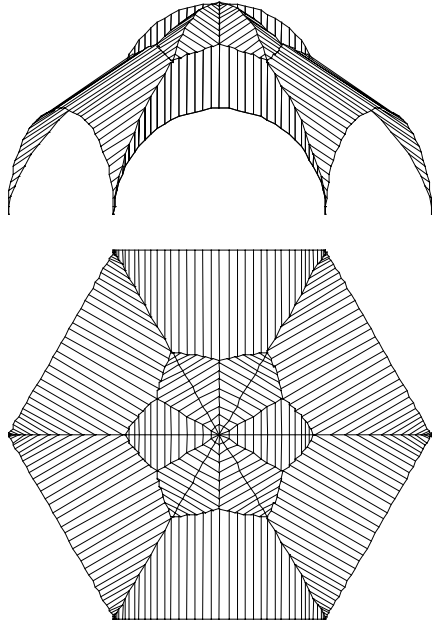


modellieren (Menüpunkt **MODELLIEREN - Differenz**) und als externe Bausteine zu speichern. Man füge die einzelnen Teile mit Hilfe der Transformationen im Menüpunkt **ÄNDERN** zusammen und zeichne passende Axonometrien (Menüpunkt **ANSICHT**). Zur besseren Übersicht können einzelne Teile ausgeblendet werden (Menüpunkt **HILFEN - Objekt(e) ausblenden**).

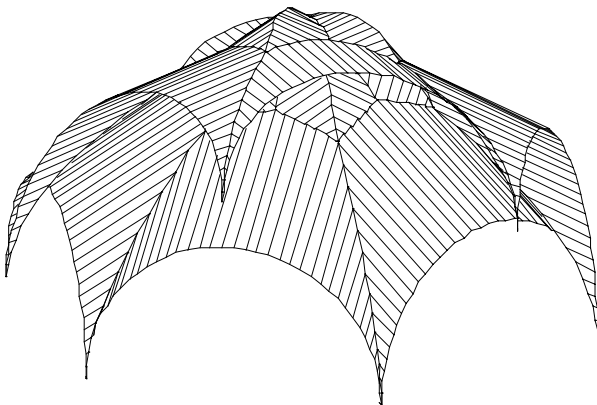


Verschneidungen von Kreiszyylinderflächen, Experimente

Das über einem regelm. Sechseck (Seitenlänge $a = 50$) liegende Gewölbe (Höhe 50) soll mit Hilfe von schiefen Kreiszyylinderflächen modelliert werden. Wie ändert sich die Gestalt des Gewölbes, wenn man einerseits die Eckenanzahl,



andererseits die „Höhe“ variiert?



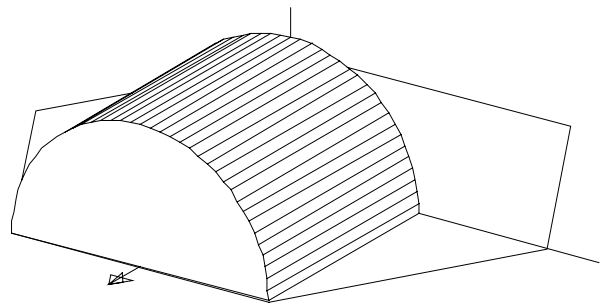
Mit *Bearbeiten - Variable* werden zuerst die Variablen a und h definiert:

$$a = 50$$

$$h = a/2 * \sqrt{3}$$

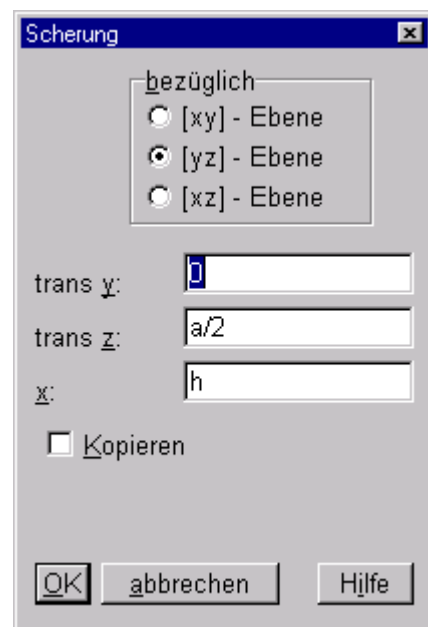
Wir beginnen mit einem regelm. 6-Eck (Seitenlänge a) und drehen dieses um die z -Achse um 30° .

Zur Erzeugung eines schiefen Kreiszyinders verwenden wir nicht den Menüpunkt *3D-Objekte - Zylinder* (= 40-seitiges Prisma) sondern *3D-Objekte - regelm. Prisma*: Radius = $a/2$, Eckenanzahl = 80, Höhe = h und drehen dieses anschließend um die y -Achse um 90° . In der Aufrissansicht erzeugen wir mit *Modellieren - Bohrungen - prismatisch* den oberhalb der $[xy]$ -Ebene liegenden Halbzylinder. 2 Punkte des Querschnittes des Bohrprismas können mit Hilfe des Sechsecks „gefangen“ werden.



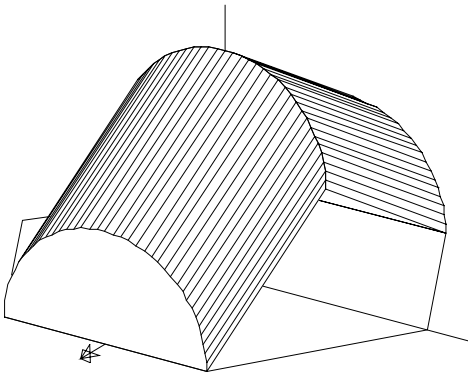
Diesem Zustand des Projektes ordnen wir mit *Bearbeiten - Lesezeichen - setzen* etwa das Lesezeichen *anfang* zu.

Das Erzeugen eines schiefen Kreiszyinders geschieht mit *Transformieren - Scherung*.



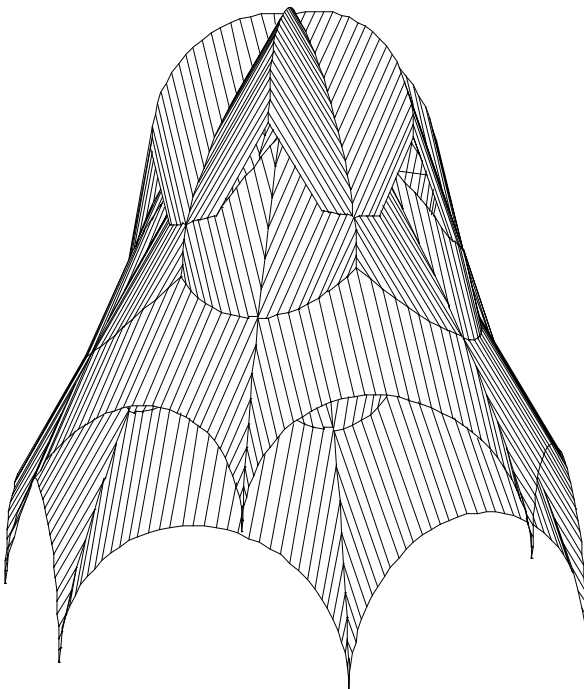
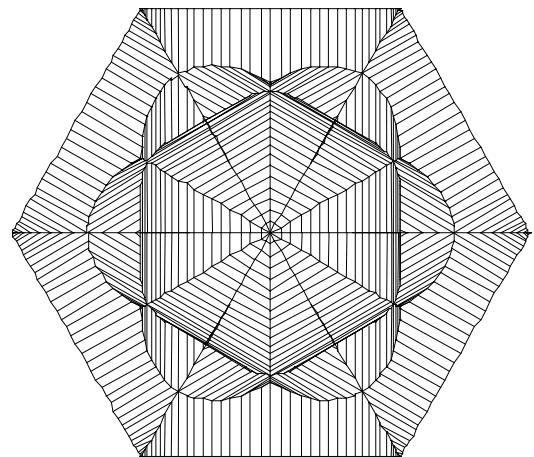
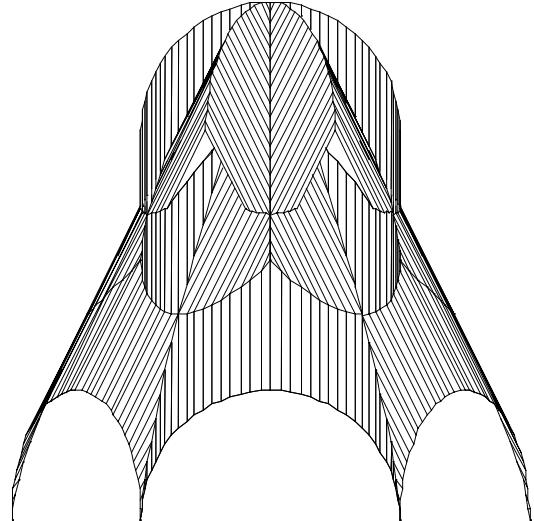
Eine Verschiebung um den Vektor $(-h, 0, 0)$ bringt den Halbzylinder in die richtige Position. Er wird anschließend an der $[yz]$ -Ebene bei eingeschalteter Kopierfunktion gespiegelt. Mit *Modellieren - Vereinigung* werden die beiden „Rippen“ zu einer Rippe vereinigt.

Nun wird das 6-Eck gelöscht. Dreht man die



Bleibt noch zu erkunden, wie Gewölbe dieser Art aussehen, wenn man sie über einem gleichseitigen Dreieck, Quadrat usw. errichtet. Ohne CAD-Werkzeug hätte auch der Geübte Probleme, Ergebnisse von Modellierungen dieser Art zu beschreiben.

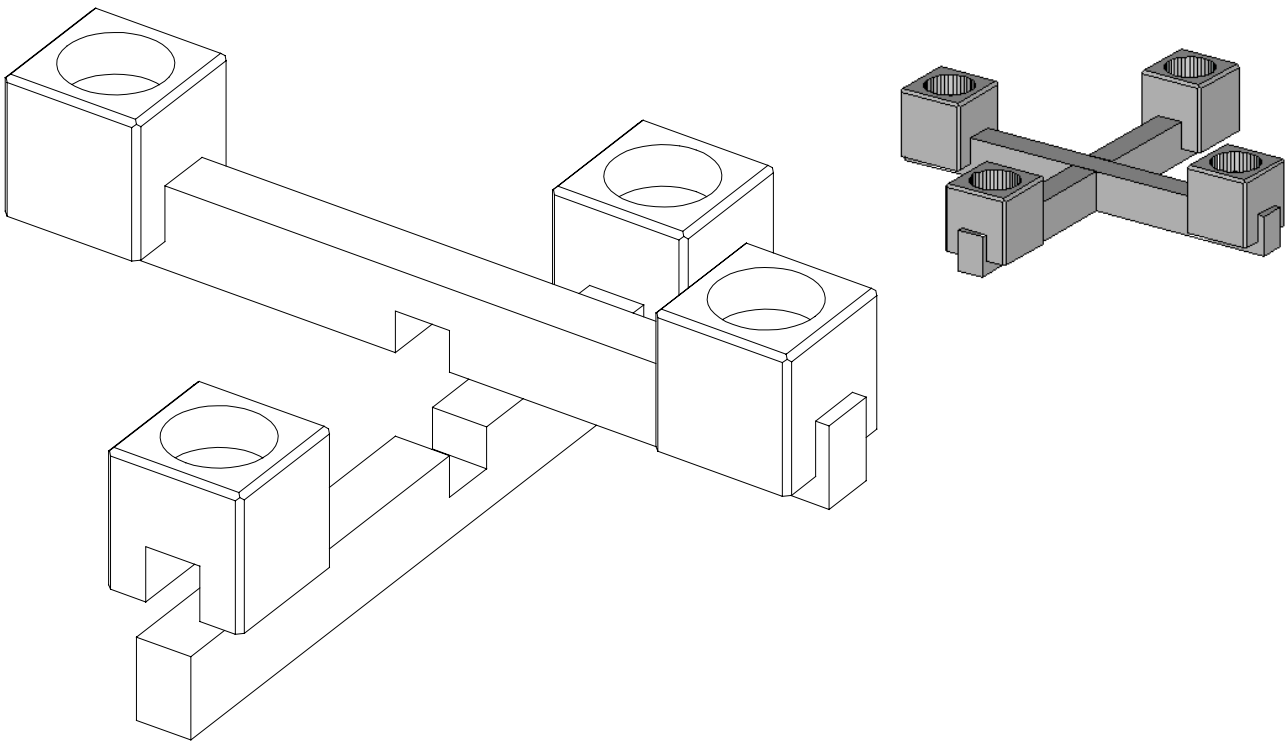
Gesamtrippe um die z-Achse zweimal um 60° (kopieren!) und vereinigt man die drei Rippen erhält man das Gewölbe zunächst als Volumensmodell. Das Gewölbe als Flächenmodell erhält man, indem man mit *Modellieren – Kanten entfernen – einzeln* die Durchmesser der Halbkreise und die untersten Kanten entfernt. Das vielleicht überraschende Ergebnis ist zu Beginn in Grund- und Aufriss und in einer axonometrischen Untersicht zu sehen.



Um eine Variante (z.B. Gewölbehöhe 100) zu sehen, gehen wir mit *Bearbeiten – Lesezeichen anfang – setzen* zurück zur Ausgangsposition und verwenden für die Werte (transy, transz, x) = (0, $3 \cdot a/2$, h) und führen anschließend die selben Schritte wie oben aus. Das Ergebnis sieht jetzt etwas anders aus.

Kerzenhalter

Der abgebildete Kerzenhalter ist aus 6 Teilkörpern herzustellen. Fertige einen Ausdruck an, auf dem sowohl der Kerzenhalter als auch eine passende Explosionszeichnung zu sehen ist.



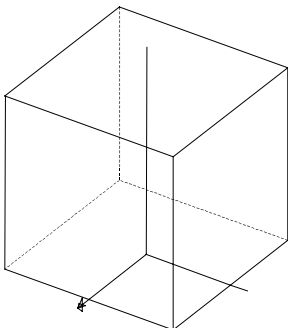
Die beteiligten Objekte

2 Leisten 30 x 2 x 3 cm, Nuten 1.5 cm

4 Würfel, 5 cm Seitenlänge, je 8 Kanten im Abstand von 2 mm gefast, Bohrung \varnothing 3.6 cm, Tiefe 1.5 cm.

Anmerkungen

4 lotrechte Würfelkanten können mit dem Menüpunkt *Modellieren – Fasen – Kante gefast* werden. Die Fasungen an den restlichen Kanten müssen als Differenz mit passend positionierten Quadern oder mit *Modellieren – Bohrungen – prismatisch* mit passendem Raster zwecks „Fangen“ der Punkte eines Bohrprismas erzeugt werden.



Beginne mit einem Würfel und ordne ihn im Koordinatensystem laut Skizze an. Warum ist dies günstig?

Schreibe die Arbeitsschritte in einem „Protokoll“ mit.

EW

S(5, 5, 5)

T(-2.5, -2.5, 0)

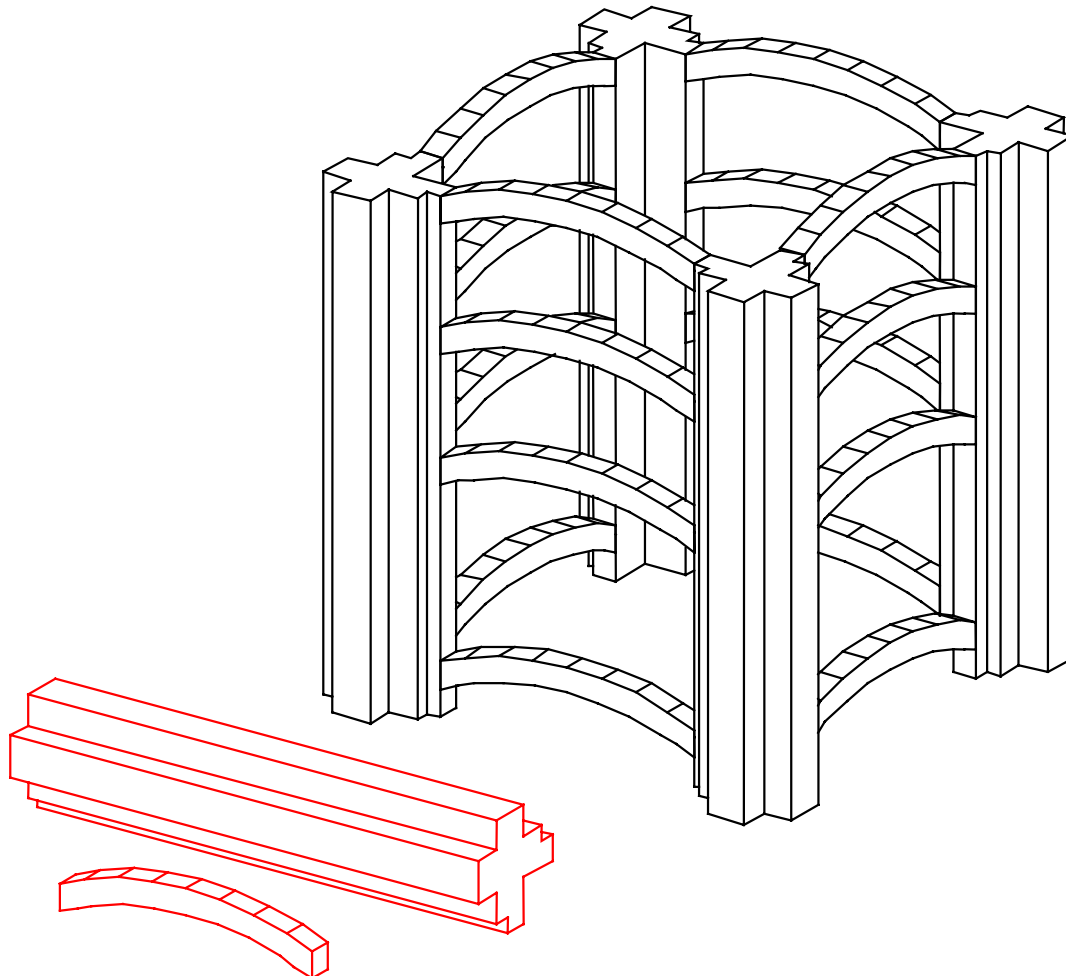
Fasen der lotrechten Kanten

1.Abstand = 2.Abstand = 0.2

.

Kunst am BAU

Das abgebildete Objekt – Kunst am Bau - soll mittels Transformationen unter Verwendung der Kopierfunktion aus zwei Bausteinen zusammengebaut werden.



Die Bausteine stehen als externe Objektdateien zur Verfügung. Sie können mit dem Menüpunkt *Datei – Öffnen (Dateityp *.dat)* dem Projekt hinzugefügt werden.

.....bogen.dat
säule.dat

Versuche durch geschickte Anordnung im Koordinatensystem mit möglichst wenig Transformationen auszukommen.

Speichere das Ergebnis mit dem Menüpunkt *Datei – Projekt speichern unter* (Dateiname: *kunstambau*).
 Fertige einen Ausdruck mit Beschriftung an. Erzeuge einen Ausdruck des Protokolls.

Geübt wird: Raumvorstellung
 Messen, Transformationen (Schieben, Drehen, Bewegen), Öffnen, Speichern in GAM