

Vorwort

Ab der neuen Version ist der ebene Schnitt beliebiger Objekte realisiert, der Punktfang wurde erweitert, Flächen können auch in Parameterdarstellung $x = x(u,v)$, $y = y(u,v)$, $z = z(u,v)$ festgelegt werden. Außerdem kann die Zeichnung vergrößert und verschoben werden. Damit ist ein oft geäußelter Wunsch realisiert. Im Formelinterpreter von GAM gibt es neue Funktionen.

Eine der Intentionen von GAM ist ja, das konstruktive Raumdenken zu fördern. Mit dem Menüpunkt *Bearbeiten – Konstruieren* stehen typische Grundaufgaben wie Normale auf Ebene, Symmetrieebene u.a. stehen zur Verfügung. Im Prinzip wurden die klassischen Lagen- und Maßaufgaben realisiert.

Dazu habe ich mich auch deshalb entschlossen, weil ich glaube, dass die Beschäftigung und mit dem Einsatz solcher Werkzeuge auch das räumliche Vorstellungsvermögen gefördert wird, was allerdings zu beweisen ist. Bei der Bearbeitung der Beispiele im Kapitel Beispiele können die Neuerungen erprobt werden.

Neuerungen in GAM

Leitkurven

Wird als Leitkurve (Meridian) für die Erzeugung einer Fläche eine Strecke gewählt, wird diese, wenn sinnvoll, automatisch in Parameterdarstellung eingebunden und 40 (wenn sinnvoll, sonst 1) als Anzahl der Segmente vor eingestellt. Damit lässt sich z. B., wenn als Meridian einer Drehfläche eine zur Drehachse (z –Achse) windschiefe Strecke gewählt wird, ein Drehhyperboloid erzeugen. Die Anzahl der Segmente kann verändert werden.

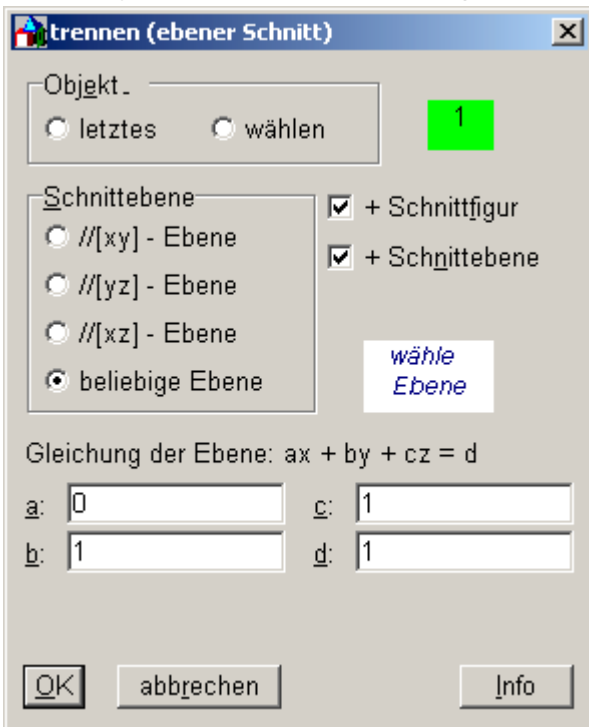
Modellieren – trennen (ebener Schnitt)

Ein beliebiges Objekt, Flächen-, Draht-, oder Volumenmodell, kann nach Festlegen der Schnittebene in 2 Teile zerlegt werden, in dem der Schnitt des Objektes mit der Ebene bestimmt wird. Als Optionen stehen zur Verfügung:

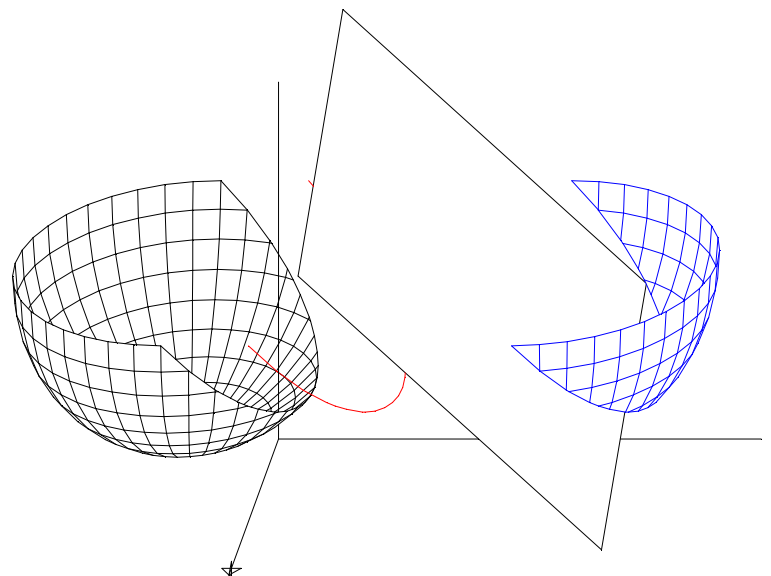
- a) mit Schnittfigur
- b) mit Schnittebene

Im Fall a) wird die Schnittfigur als zusätzliches Objekt generiert. Sie kann u.a. als Leitkurve für eine Fläche verwendet werden.

Im Fall b) wird ein Rechteck als Repräsentant der Schnittebene als zusätzliches Objekt generiert.



Die Figur zeigt den Schnitt einer Halbkugelschale. Zur besseren Verdeutlichung wurden anschließend die einzelnen Teile auseinander geschoben.



Punktfang Schnittpunkt

Der Standardpunktfang – Punkt, Endpunkt – wurde durch die Möglichkeit des Fangens eines Schnittpunktes erweitert.

Optionen – erweiterter Punktfang

Mit dem neuen Menüpunkt können zusätzliche Punktfangmöglichkeiten aktiviert bzw. deaktiviert werden. Sie stehen derzeit zur Verfügung bei: *2D-Objekte – Strecke, Bearbeiten – Benutzerkoordinatensystem, Transformationen – Streckung* (Wahl des Zentrums), *Ansicht – Einstellungen – Zentralriss* (Wahl des Hauptpunktes) und *3D – Objekte – allg. Kegelflächen* (Wahl der Spitze), *Bearbeiten – Konstruieren – Parallele, Parallelebene, Normale auf g, Normalebene auf g, Normale auf Ebene*.

Damit lassen sich spezielle Strecken, Gerade, Ebenen festlegen oder Strecken generieren, die gezielt weiterverwendet werden können.

Punktfang Teilungspunkt, Punkt (Abstand)

Hier ist bei der Wahl der Strecke, auf der der gewünschte Punkt liegen soll, auf die Reihenfolge der gewählten Punkte zu achten. Sie legt die Orientierung fest. Das Teilverhältnis bzw. der Abstand wird bezüglich des 1. Punktes aufgetragen. Wählt man die Strecke in der Nähe eines Endpunktes, wird dieser als 2. Punkt angenommen und so die gewählte Strecke orientiert.

Punktfang Mittelpunkt

Sinnvoll bei zentrisch-symmetrischen Grundobjekten, nicht bei modellierten Objekten. Bei regelmäßigen Prismen und Pyramiden wird als Mittelpunkt der Halbpunkt der Höhe geliefert. Bei Kreissegmenten und Kreissektoren der Mittelpunkt des Kreises.

Bearbeiten – Ändern – Streckenlänge

Die Länge einer Strecke kann geändert werden. Bei der Wahl der Strecke ist die Orientierung zu beachten.

Die gewählte Streckenlänge kann geändert werden

- auf eine bestimmte Länge
- bis zum Schnittpunkt mit einer Geraden
- bis zum Schnittpunkt mit einer Ebene

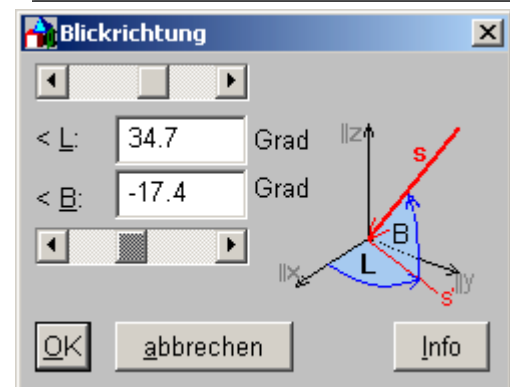
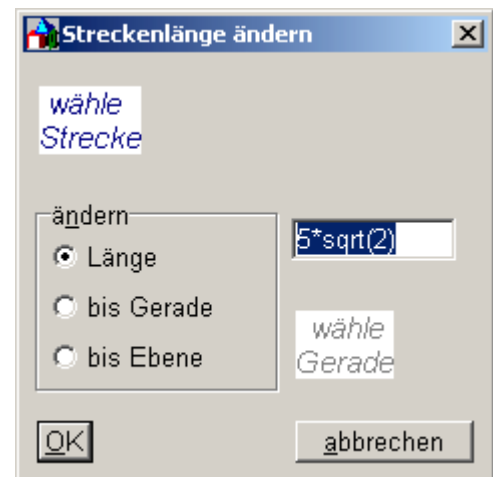
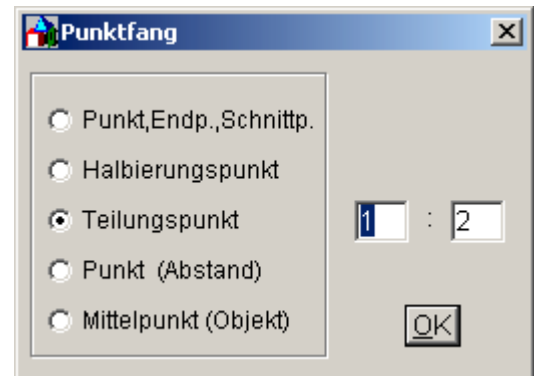
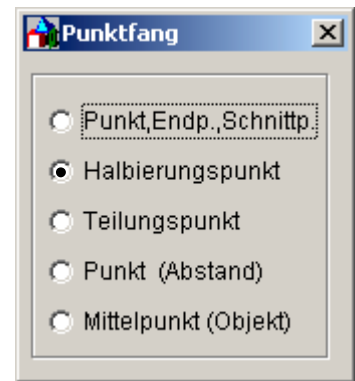
Menüpunkt Ansicht – Einstellungen – Blickrichtung

Die Winkel, die die Projektionsrichtung festlegen, können interaktiv (Schieberegler) verändert werden. Damit ändert sich sofort das Bild.

Menüpunkt Ansicht – Einstellungen – Zentralriss

Distanz und die Winkel, die den Hauptsehstrahl festlegen, können interaktiv (Schieberegler) verändert werden. Damit ändert sich sofort das perspektive Bild.

Die beiden vorhergehenden Erweiterungen sollen die Möglichkeit bieten, für Dokumentationen rasch passende Abbildungen erstellen zu können.



Bearbeiten – Konstruieren

Der neue Menüpunkt stellt in

der Raumgeometrie typische Grundaufgaben zur Verfügung. Es wird jeweils eine Strecke bzw. ein Repräsentant (Quadrat oder Rechteck) der zu ermittelnden Ebene als neues Objekt generiert. Damit hat man mehr Möglichkeiten zur Hand, etwa ein passendes Benutzerkoordinatensystem zu erzeugen oder Objekte im Raum wunschgemäß positionieren zu können.

Konstruieren

Gerade x Ebene

Ebene x Ebene

Parallele zu Gerade

Parallele(Abstand)

Normale auf Gerade

Winkelsymmetralen

Streckensymmetrale

Normale auf Ebene

Parallelebene

Parallelebene (Abstand)

Normalebene durch P auf Gerade

Normalebene durch Gerade auf Ebene

Gemeinlot

Symmetrieebene

Rohrflächen

Es können auch geschlossene Raumkurven als Mittenlinie verwendet werden. In diesem Zusammenhang wurde auch ein Fehler behoben.

Rechte Maustaste

In vielen Situationen hat Drücken der rechten Maustaste dieselbe Wirkung wie Klicken der Schaltfläche OK bzw. Drücken der <enter> - Taste.

Dateinamen

In früheren Versionen bestand die Empfehlung, in Namen von Verzeichnissen, in die Projekte gespeichert werden, keine Leerzeichen oder Sonderzeichen zu verwenden. Beim Speichern von Projekten konnte in bestimmten Situationen ein Fehler auftreten, wenn der Pfad des Zielverzeichnisses Leerzeichen enthielt. Leerzeichen sind jetzt erlaubt.

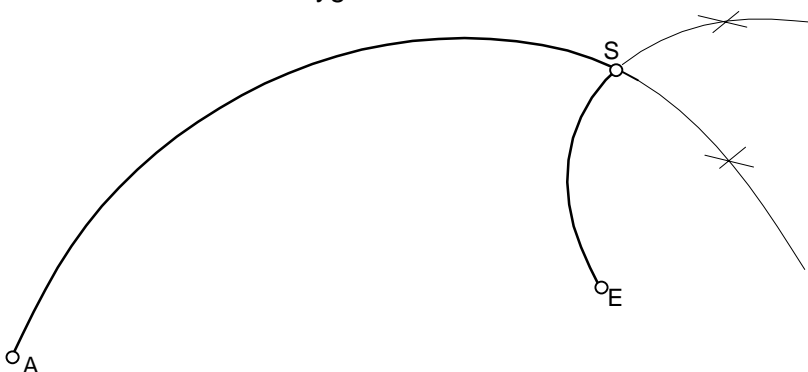
Strecke

Nach Aktivierung der Checkbox *relativ P1* können nach Eingabe des 1. Punktes die Koordinaten des 2. Punktes relativ zum 1. Punkt eingegeben werden. Nach Drücken der Schaltfläche OK wird die Strecke gezeichnet, die absoluten Koordinaten des 2. Punktes werden in die Felder x1, y1 und z1 des 1. Punktes übertragen und es brauchen nur die relativen Koordinaten des nächsten Punktes eingegeben werden. Damit ist es einfacher, ein Polygon einzugeben, wenn Koordinaten benutzt werden sollen. Das Eingabefenster für Strecke bleibt dabei stets sichtbar. Es ist nicht sinnvoll, in diesem Zusammenhang Variable zu verwenden.

Leitkurven

Als Leitkurven für allgemeine Zylinderflächen und andere Flächen sind nur Polygone zulässig, die vom Anfangs- bis zum Endpunkt einen stetigen und eindeutigen Verlauf haben.

Hat man ein Leitkurvenpolygon aus Teilkurven, z.B. Kreisbögen, Strecken oder Splines mit dem Menüpunkt *Modellieren – zusammenfassen* erzeugt, müssen überflüssige Polygonteile entfernt werden (Menüpunkt *Modellieren – Kanten entfernen*). Dabei kann es passieren, dass z.B. bei einem Schnittpunkt S sehr kurze Strecken übrig bleiben, die auch bei einer vorhandenen Zoomfunktion nicht erkennbar sind. Das Polygon kann nicht als Leitkurve verwendet werden.



Das Entfernen überflüssiger Polygonteile geschieht jetzt nach der Wahl der Leitkurve im Programmfenster der zu erstellenden Fläche automatisch. Findet GAM überflüssige Polygonteile, kommt die Information „...Die gewählte Kurve kann nicht als Leitkurve verwendet werden.“, anschließend „Versuch, die Leitkurve zu säubern, wähle Anfangs- und

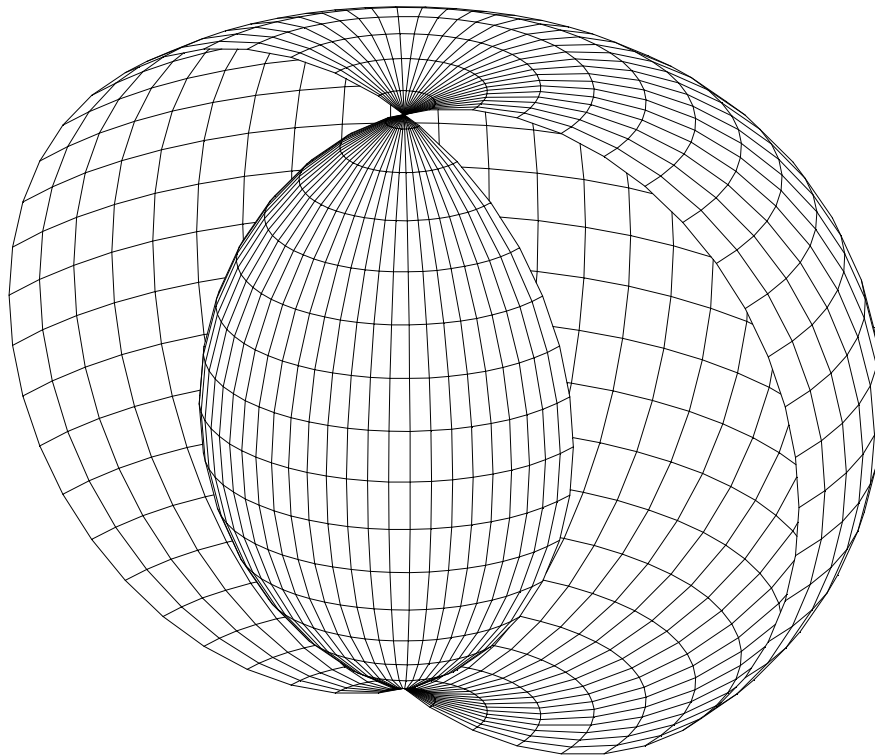
Endpunkt“. Nach Wahl des gewünschten Anfangs- und Endpunktes (z.B. A bzw. E, im Falle eines geschlossenen Polygons sind zwei benachbarte Punkte zu wählen), entfernt GAM überflüssige Polygonteile.

Bitte um Information über Situationen, wo das nicht wunschgemäß klappt.

Fläche $x = x(u,v)$, $y = y(u,v)$, $z = z(u,v)$

Mit dem neuen Menüpunkt kann eine Fläche in Parameterdarstellung festgelegt werden. Auf Grund der großen Freiheitsgrade dauert die Generierung und Prüfung der Daten bei höheren Segmentzahlen etwas. Es wird empfohlen, wenn die Fläche wunschgemäß erstellt ist, diese als Objekt zu speichern, damit die Aktionen *zurück* und *nachvor* nicht zuviel Rechenzeit beanspruchen. Da GAM auf eventuell auftretende numerische Probleme – z.B. wird auf Singularitäten nur in den Gitterpunkten geprüft – im allgemeinen nicht eingeht, empfiehlt es sich, zuerst mit kleineren Segmentzahlen für u und v zu testen.

Im Beispiel ist die Hälfte eines Spindeltorus dargestellt ($R = 2$, $r = 5$).



Flächen $x = x(u,v), \dots$ werden stets als Flächenmodell erzeugt.

Zoom

Vor der Wahl eines Menüpunktes oder wenn die Wahl eines Objektes (Objekt, Punkt, Kante, Ebene) ansteht, kann die Zeichnung schrittweise (um 25 %) vergrößert bzw. verkleinert werden. Zwischen folgenden Vorgangsweisen kann gewählt werden.

- Tasten \leftarrow bzw. \rightarrow
- Schaltfläche *zoom+* bzw. *zoom-* am rechten Fensterrand
- Betätigen des mousewheels

Es kann auch die numerische Tastatur verwendet werden.

Verschieben der Zeichnung

Vor der Wahl eines Menüpunktes oder wenn die Wahl eines Objektes (Objekt, Punkt, Kante, Ebene) ansteht, kann das Bild schrittweise (50 pixels) oder per gedrückter linker Maustaste verschoben werden. Die schrittweise Verschiebung per Tastatur geschieht mit den Pfeiltasten für links, rechts, oben unten. Es kann auch die numerische Tastatur verwendet werden.

Einschränkungen

Beim Zeichnen eines Polygons (Menüpunkte *2D-Objekte – Polygon, Spline, Modellieren – Bohrungen, Modellieren – Kante, Fläche - entfernen – Leine, innerhalb Fenster*) ist die Zoomfunktion deaktiviert und auch das Verschieben der Zeichnung nicht möglich.

Wurde das Bild verschoben oder die Größe des Bildes verändert, ist das Färben – *Bearbeiten – Schattieren* nicht möglich.

Mit *Bearbeiten – Neuzeichnen* (<strg> <u>) werden alle Größen Änderungen und Verschiebungen der Zeichnung rückgängig gemacht.

Neue Funktionen

Der Formelinterpreter kennt neue Funktionen.

ASIN(X) : arcsin x, $-1 \leq x \leq 1$, Rückgabewert : $-90^\circ \dots +90^\circ$

ACOS(X) : arcos x, $-1 \leq x \leq 1$, Rückgabewert : $0^\circ \dots 180^\circ$

TANH(X) : tanh x

RND(X) : Rundungsfunktion, z.B. RND(22.5) = 23

SGN(X) : $x < 1 \rightarrow -1$, $x = 0 \rightarrow 0$, $x > 1 \rightarrow 1$

IF(*bedingung* : *wennja* : *wennein*)

Rückgabewert *wennja*, wenn *bedingung* wahr, sonst *wennein*.

bedingung : $a < b$, $a > b$, $a = b$, $a \leq b$, $a < > b$, $a \geq b$, wobei a bzw. b beliebige Terme sein können.

wennja, *wennein* : können beliebige Terme sein. Trennzeichen ist jeweils ein Doppelpunkt (:)

Der Rückgabewert eines IF – Funktionswertes kann z.B. verwendet werden, um ein Objekt zuerst längs einer Kurve c_1 , später längs einer Kurve c_2 animiert zu bewegen, z.B.:

Bereichsvariable $s = 0..10, 0.1$

Translation

T(IF($s \leq 5 : s : 5$), s, 0)

Animiert man, bewegt sich das Objekt zuerst längs $c_1 : y = x$, dann längs $c_2 : x = 5$.

Bei Verschiebungen funktioniert das auch beim VRML – Export.

Eine weitere Verwendungsmöglichkeit könnte bei Variantenkonstruktionen die Begrenzung einer Abmessung in Abhängigkeit von anderen Abmessungen sein.

Z.B. kann der Durchmesser d für Bohrungen für Befestigungsschrauben abhängig gemacht werden von der Breite b des Objektes. In der Variablenliste (*Bearbeiten – Variable*) ist einzutragen:

b =

d = IF($b > 600 : 12 : 8$)

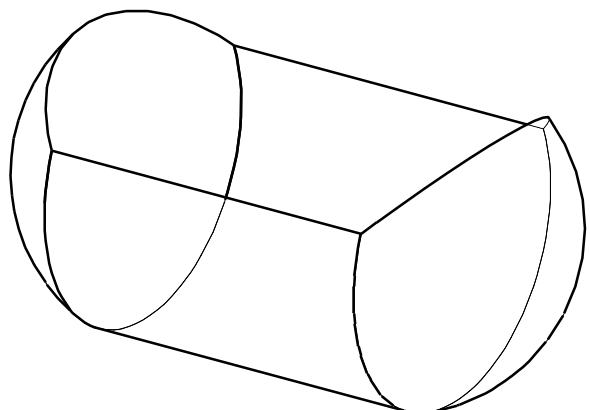
Wenn $b > 600$ ist, dann erhält d den Wert 12, sonst den Wert 8.

Beispiele

Behälter

Zwei kongruente Teile einer Halbkugelschale und eine Zylinderfläche bilden den abgebildeten Behälter.

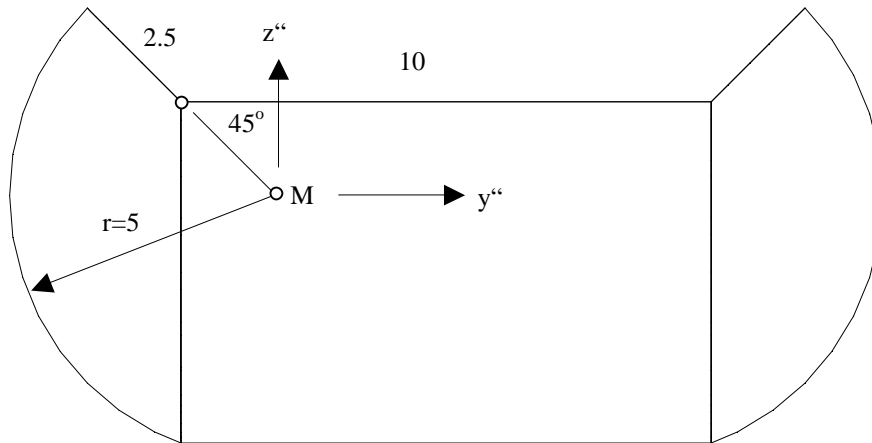
Ermittle den linken Teil durch Schneiden einer um -45° um die x-Achse gedrehten Halbkugelschale



($r=5$) mit der Ebene $y = -\frac{2.5}{\sqrt{2}}$. Im Menüpunkt *Modellieren – Trennen* kann dabei zusätzlich die

Schnittkurve (Schnittpolygon) als Objekt erstellt werden, welches schließlich als Leitkurve für die Erzeugung der Zylinderfläche mit der Höhe 10 dient.

Den rechten Teil des Behälters kann man z.B. durch Spiegeln des linken Teiles an der Symmetrieebene einer Zylindererzeugenden ermitteln.



Die Symmetrieebene erhält man mittels *Bearbeiten – Konstruieren – Symmetrieebene*.

Symmetrieebene und Leitkurve und der nicht benötigte Teil der Halbkugelschale können gelöscht werden.

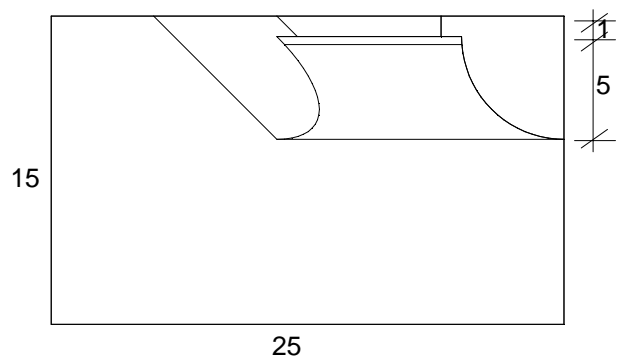
Variante: man arbeitet mit Volumenmodellen, also Halbkugel usw. und vereinigt die 3 Teile zu einem Objekt. Man muss dann noch mit *Modellieren – Kanten entfernen* nicht benötigte Kanten entfernen.

Vorteil: im Abbildungsmodus *nur Umriss* werden Mantellinien nicht abgebildet.

Anmerkung

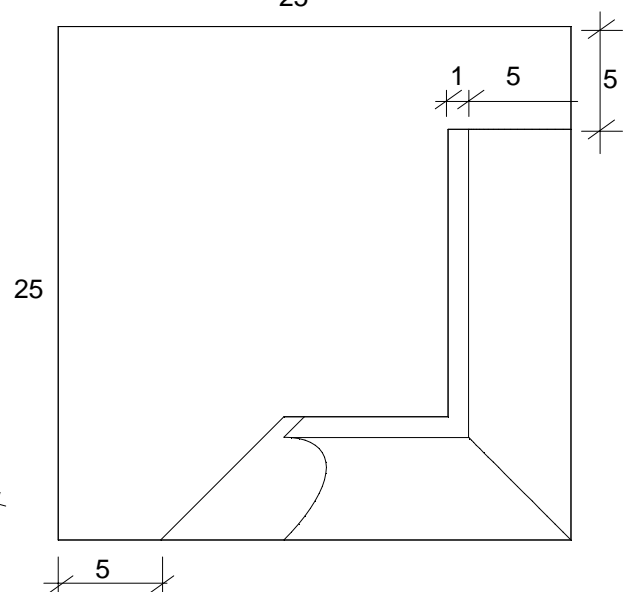
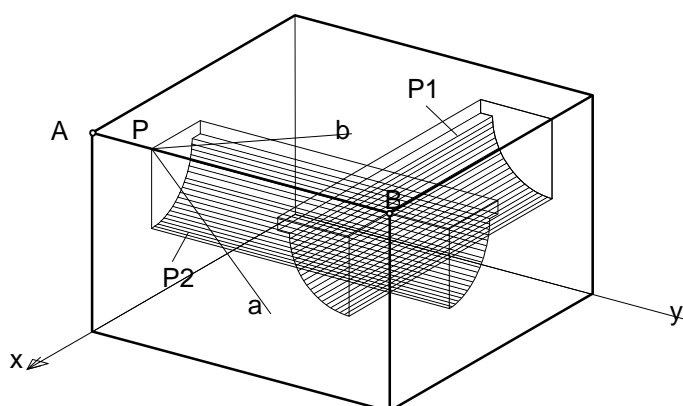
Die klassischen Lagen- und Maßaufgaben – eine davon, Symmetrieebene, wurde im obigen Beispiel verwendet – kommen in professionellen CAD-3D Programmen kaum vor.

Sie können aber, wie dieses Beispiel zeigt, sehr Ziel führend zum Positionieren von Objekten im Raum verwendet werden. Damit glaube ich, ist die Verwendung dieser Aufgaben durchaus geeignet, Raumvorstellung und konstruktives Raumdenken zu fördern.



Steinschnitt

Zwei Kanten eines Steines (Quader 25x25x15) sollen das aus den Figuren ersichtliche Profil bekommen, wobei eine Abschrägung durch die



Ebene (a,b) festgelegt ist. a und b liegen in

Seitenflächen des Quaders und sind zur Kante AB unter 45° geneigt.
(Idee Reinhard Lamminger, CAD-Ortweinschule)

Die Profile können als Differenzen des Quaders mit den Prismen P1 und P2 erzeugt werden.

Die Profile können als Differenzen des Quaders mit den Prismen P1 und P2 erzeugt werden.

Es gibt mehrere Möglichkeiten in GAM das Prisma P1 zu erzeugen. Welche?

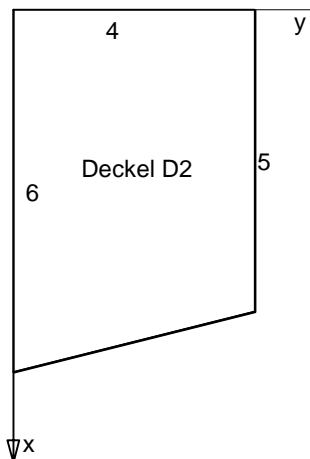
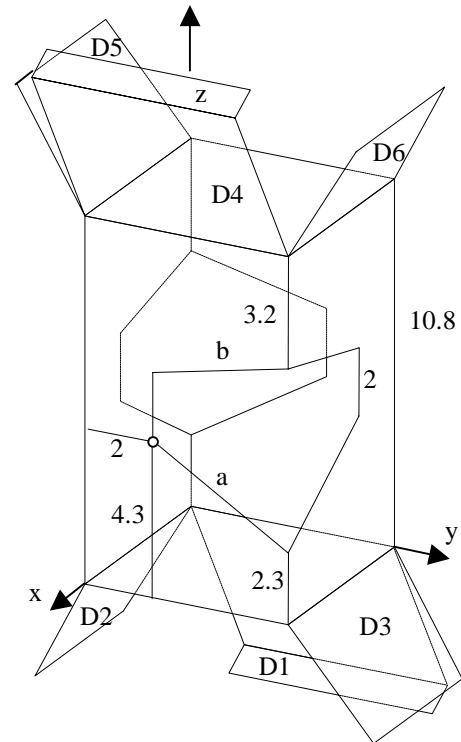
Die Schnittebene (a,b) kann in *Modellieren – Trennen – bel. Ebene – erw. Punktfang – wähle Ebene* durch jene 3 Punkte festgelegt werden, die von B den Abstand 20 haben und auf den durch B gehenden Quaderkanten liegen.

Schachtel

Die abgebildete Schachtel (Querschnitt 6 x 6 cm) für eine Glühbirne soll mit GAM erzeugt werden.

Folgende Aufgabenstellungen sollen gelöst werden:

- Erzeugung der Schachtel (Teil ohne diverse Deckel) mittels Modellierung.
- Hinzufügen der diversen Deckel, 6 Stück.
- Generierung eines kompletten Netzes mit den erforderlichen Klebelaschen.
- Drehung der Deckel um jeweils 120 Grad um passende Achsen zwecks Veranschaulichung.
- Animieren dieser Drehungen.
- Export als VRML – Datei
- Dabei soll die Option ‚Objekte hintereinander animieren‘ verwendet werden. Dazu müssen diese im Projekt in passender Reihenfolge angeordnet sein (D1,D2,...,D6).
- Erstellen dieser Arbeitsvorlage als Worddokument.



Öffnung soll mit einem Bohrprisma mit passendem Querschnitt erzeugt werden.

Quader 6 x 6 x 10.8

Strecken a und b, erweiterter Punktfang (Abstand), eventuell relativ P1

a, b spiegeln an Ebene $y = x$, kopieren

Ansicht in Richtung $y=x$ (Seitenriss)

Bohrung prismatisch, Punkte des Querschnittes stehen zur Verfügung.

Basis und Deckfläche entfernen

6 Kanten entfernen -> Schachtel **SCH**

Deckel D2

a) Raster 6 x 4 x 1

Polygon(Spline) -> D2 (Objekt speichern)

b) Rechteck 6 x 4, Grundriss, trennen mit erstprojizierender Ebene (6,0,0),(5,4,0) mit Punktfang Abstand

-> D2 (Objekt speichern)

D2 leicht verschieben $T(0, 0, 0.01)$. Grund: beim VRML-Export werden in identen Ebenen liegende Flächen nicht besonders dargestellt.

D2 spiegeln an Ebene $y = 2$ (oder zuerst Symmetrieebene erzeugen...), kopieren -> D3

D1 erzeugen (2 Rechtecke zusammenfassen)

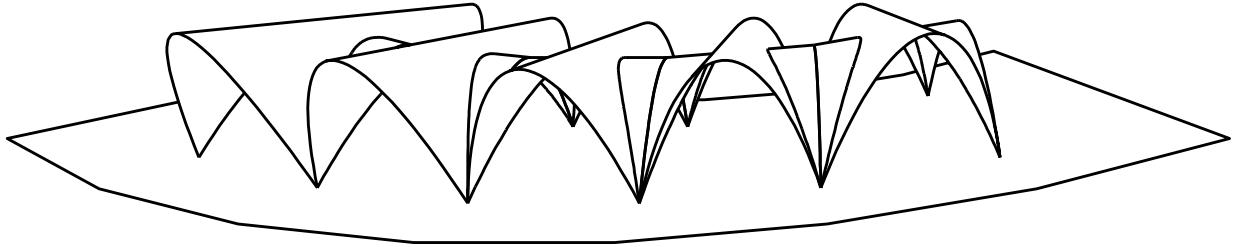
D1,D2,D3 zentrisch strecken, $Z(3,3,5.4)$ oder Punktfang Mittelpunkt, Faktor -1, kopieren -> D4, D5, D6

Vor dem Animieren -> Projekt speichern (Schachtel.pro)

Variable $w=0..120,1$ festlegen

D1, D2,...D6 um w drehen, auf Orientierung achten.
 Animation in GAM testen
 Farben festlegen
 Export als schachtel.txt
 VRML-Export

Airport

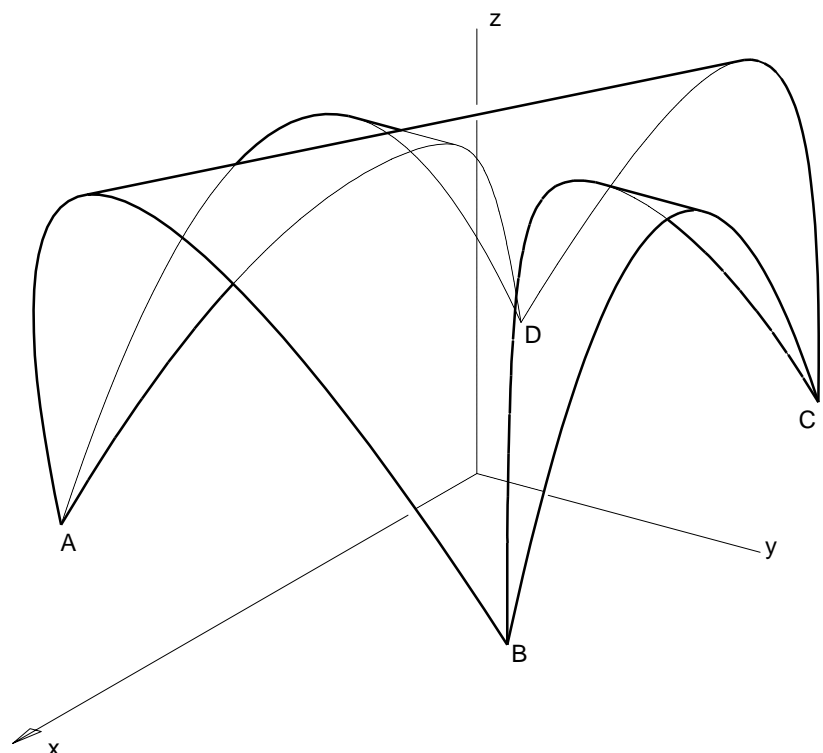
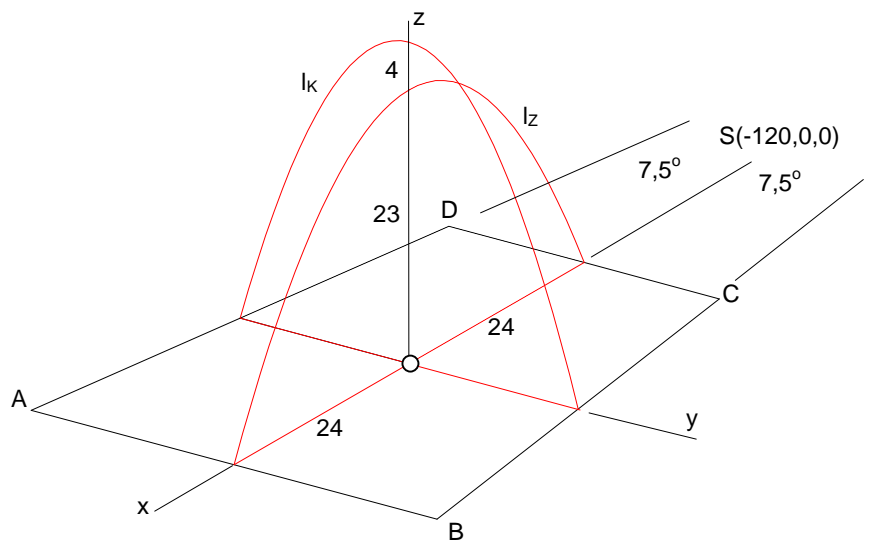


Idee: R. Lamminger, CAD Ortweinschule.

Die Kegelfläche, Scheitel $S(-120,0,0)$, hat die Parabel l_k als Leitkurve (Segmenthöhe = 27m). Die Zylinderfläche längs der y -Achse hat die Parabel l_z als Leitkurve (Segmenthöhe = 23). Die seitlichen Begrenzungslinien der Zylinderfläche liegen in lotrechten Ebenen. Die Ebenen der seitlichen Begrenzungslinien der Kegelfläche sind zur $[xy]$ -Ebene unter 60° geneigt.

Um die gegenseitige Verschneidung der Flächen als Boolesche Vereinigung zu erhalten, muss man mit Volumenmodellen arbeiten. Das wird erreicht, wenn man als Leitkurven Parabelsegmente verwendet.

Mit *Modellieren – Kanten entfernen* können dann die nicht mehr benötigten Kanten AB, BC, CD und DA entfernt werden.



Zylinderkonoid

Mit dem Menüpunkt *3D-Objekte – Konoide* lassen sich konoidale Flächen erzeugen, wenn 2 Leitkurven und die Richtebeane bekannt sind.

Im Beispiel soll das Konoid mit der Leitgeraden $g : A(5,-5,0) B(5,5,10)$ und einem Drehzylinder ($M(0,0,0)$, $r = 3$, $h = 10$) als Leitfläche erzeugt werden. Richtebeane ist die $[xy]$ – Ebene.

Mit ein wenig (elementarem) Rechenaufwand lassen sich Strecken $t = QP$ ermitteln. Sie sind parallel zur Richtebeane, berühren die Leitfläche jeweils in P, Q liegt auf g .

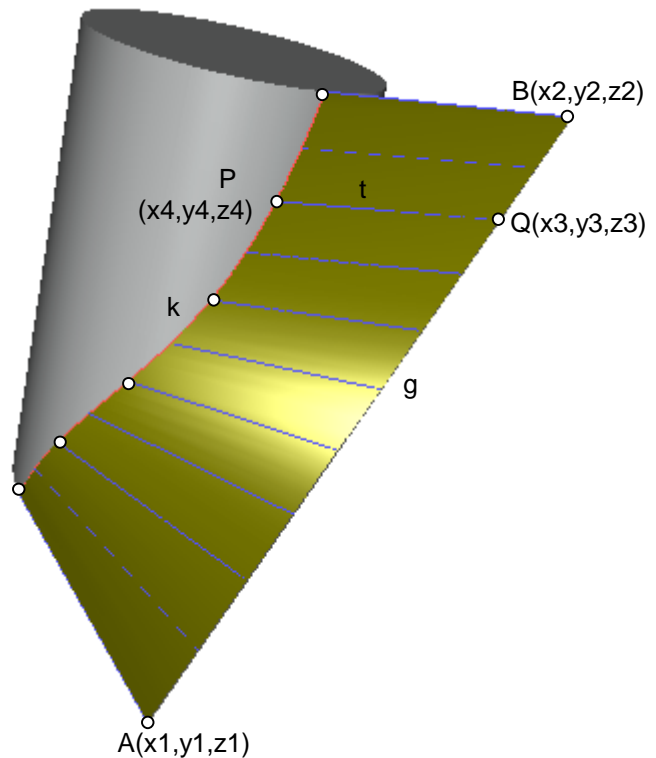
Die Berechnung von $P(x_4, y_4, z_4)$ soll allgemein durchgeführt werden.

$g: A(x_1, y_1, z_1), B(x_2, y_2, z_2)$

Im Variablenfenster des Menüpunktes *Bearbeiten – Variable* werden folgende Definitionen festgelegt:

```

r=3
x1=5
y1=-5
z1=0
x2=5
y2=5
z2=10
c=0
x3=x1 + c*(x2 - x1)
y3=y1 + c*(y2 - y1)
z3=z1 + c*(z2 - z1)
d=sqrt(x3*x3 + y3*y3)
l=sqrt(d*d - r*r)
alpha=atn(l/r)
beta=atn(y3/x3)
gamma=360 – alpha + beta
x4=r*cos(gamma)
y4=r*sin(gamma)
z4=z3
    
```



Wie aus der nebenstehenden Grundrissfigur ersichtlich, läuft alles darauf hinaus, abhängig von $Q(x_3, y_3, z_3)$ den Winkel γ (gamma) zu berechnen.

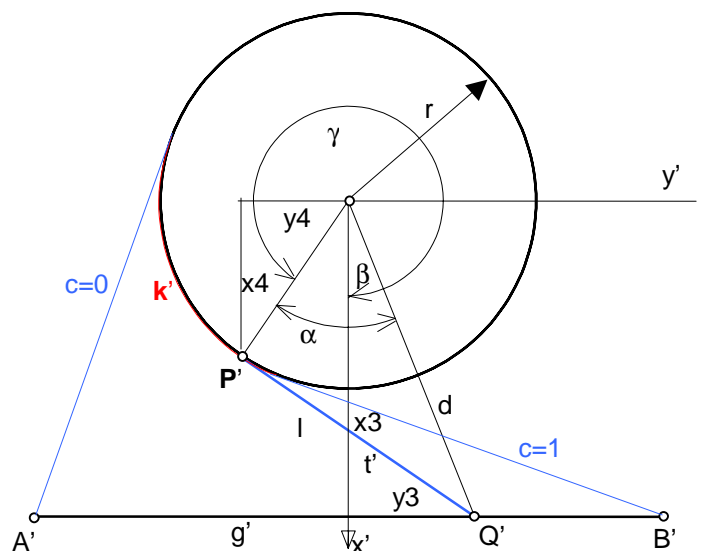
Man beginnt mit $c = 0$.

Nach Klicken der Schaltfläche *Prüfen* wird mit *2D-Objekte-Strecke* die Strecke (x_3, y_3, z_3) , (x_4, y_4, z_4) dem Projekt hinzugefügt.

Ändert man nun c , etwa $c = 0.2$ (*Bearbeiten – Protokoll – editieren und prüfen – ausführen*) würde sich die Strecke QP nur ändern. Damit die Strecke für $c = 0$ erhalten bleibt, führt man *2D-Objekte – Strecke* aus und „fängt“ Anfangs- und Endpunkt der Strecke.

Diesen Vorgang wiederholt man für $c = 0.4$, 0.6 , 0.8 und 1 .

Mit *2D-Objekte – Polygone(Splines)* legt man durch die Endpunkte P ein Polygon im R₃, glättet dieses und erhält die Leitkurve k .



Kegelstütze

Modelliere eine Kegelstütze.
(Fachwerkbrücke über die Isar, München)

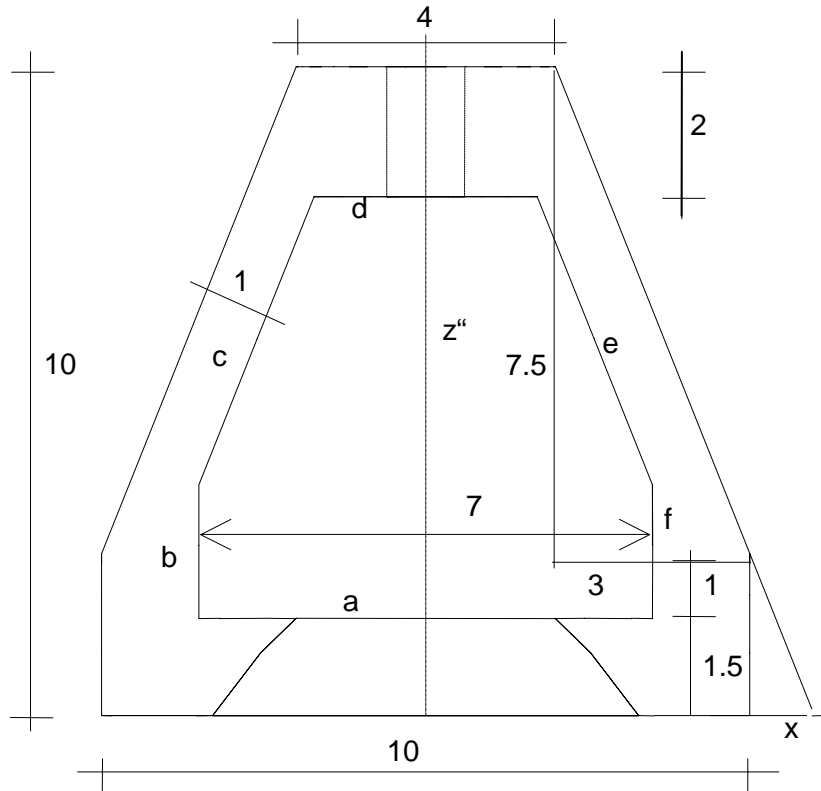


Mittels zweier Proportionen lassen sich Radius und Höhe des Kegels ermitteln.
 $X:2.5 = 3:7.5 \rightarrow x = 1, r = 5 + x$
 $r = 6$

Kegelhöhe h :
 $h : r = 2.5 : x$
 $h : 6 = 2.5 : 1 \rightarrow h = 15$
 (eventuell statt Kegel \rightarrow regelm.
 Pyramide: $r = 6, h = 8,$
 Eckenzahl 80)
 Kegel **K**: r, h
 Würfel **W**: $10 \times 10 \times 10, T(-5, -5, 0)$
Durchschnitt (K, W) \rightarrow
 Kegelstumpf, inklusive lotrechte
 Hyperbelschnitte \rightarrow **KST**
 Strecken a, b, c, d mit
Bearbeiten – Konstruieren –
Parallele (Abstand), arbeiten im
 Aufriss

Anmerkung: Abbildung nur
Umriss einstellen! Wegen Kantenfang.
b, c spiegeln an Ebene $y = 0$, kopieren \rightarrow Strecken e, f

Modellieren – Bohrungen – prismatisch (Aufriss). Schnittpunktfang ist Standard.



Graz, im November 2004