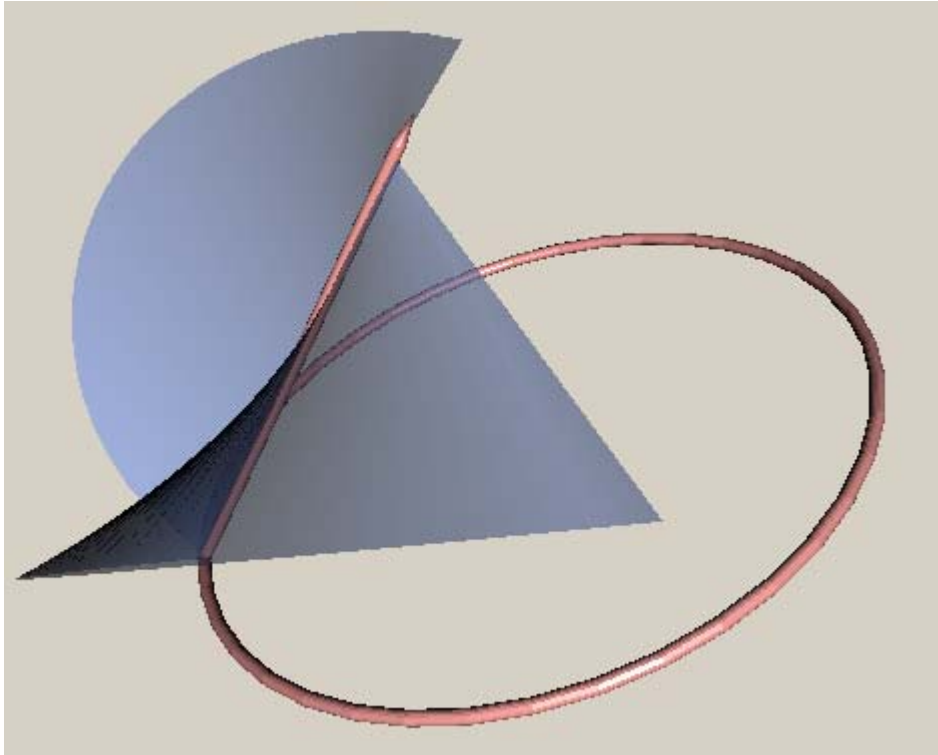
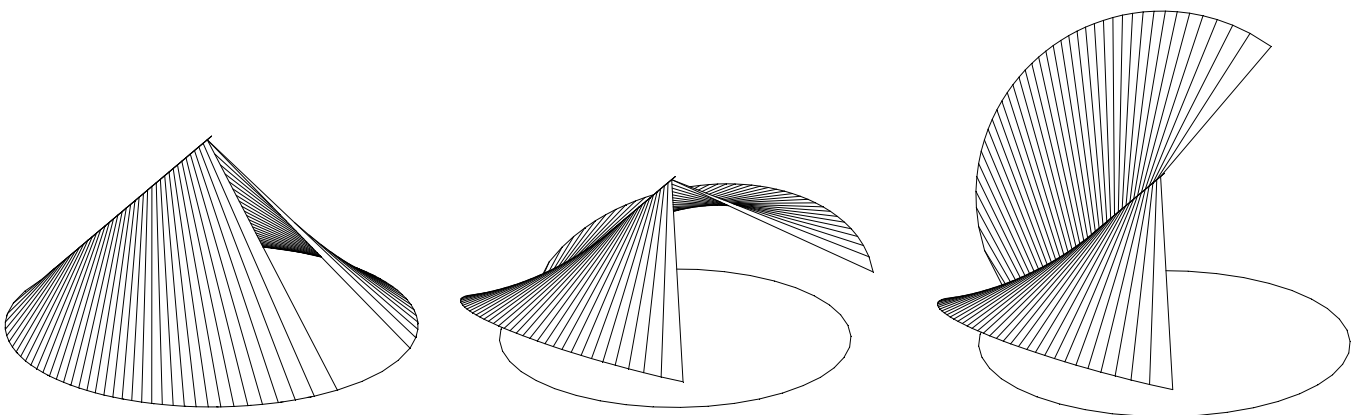


Konstruieren mit GAM



Idee: Christoph Mader, BRG Lienz
Thema: Raumgeometrie und Architektur (Santiago Calatrava)



Spule

Variante 1

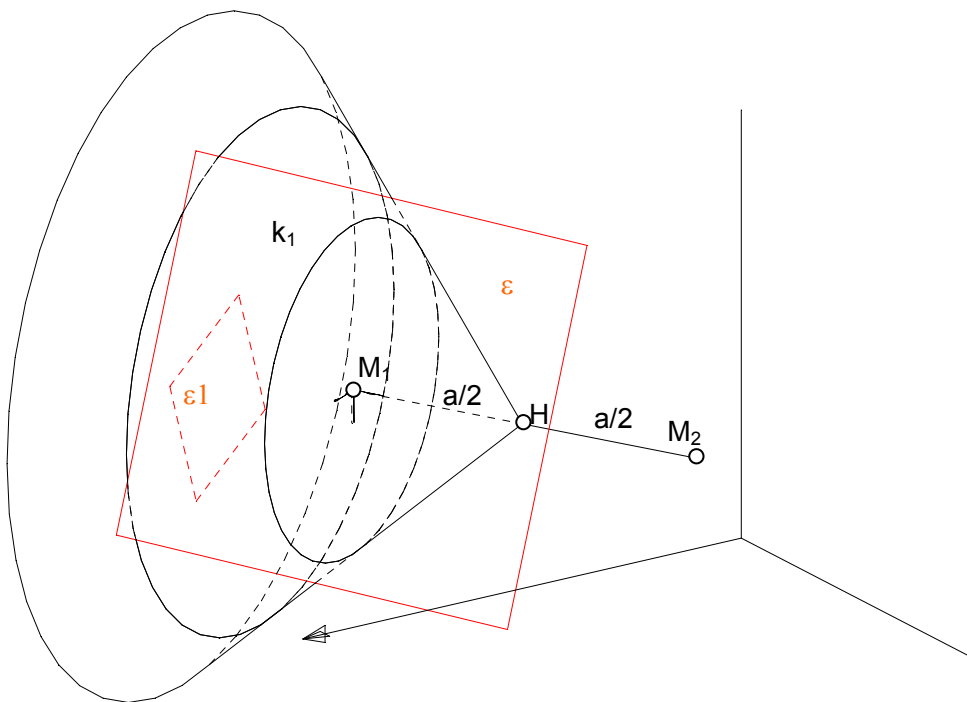
Aufgabe

Die Kreise $k_1[M_1(10/-5/5), r = 5 \text{ cm}]$ und $k_2[M_2(5/5/5), r = 5 \text{ cm}]$ sind die Basiskreise zweier Drehkegelstümpfe, deren Mäntel einer gemeinsamen Drehkegelfläche angehören. Die jeweils 3 cm hohen Drehkegelstümpfe bilden mit dem sie verbindenden Drehzylinder eine Spule.

Wir beginnen mit 3D-Objekte – Koordinatenachsen ($x = 15, y = 12, z = 13$)

- 2D-Objekte-Strecke: $x_1 = 10, y_1 = -5, z_1 = 5, x_2 = 5, y_2 = 5, z_2 = 5$, Achse a
- Der Kreis k_1 liegt in der Ebene ε durch M_1 normal auf a: *Bearbeiten – Konstruieren – Normalebene durch P auf Gerade*. Die Normalebene wird durch ein Rechteck repräsentiert. Wir verwenden sie als Konstruktionsebene.
- Um den Drehkegel mit dem Basiskreis k_1 und der Spitze im Halbierungspunkt H von a rasch erstellen zu können, erzeugen wir ein passendes Benutzerkoordinatensystem:
- *Bearbeiten – BKS - neu*: neuer Ursprung: M_1 , Punkt auf x-Achse: ein Eckpunkt des Rechtecks in ε , Punkt in [xy] - Ebene: ein weiterer Eckpunkt des Rechteckes, BKS aktivieren
- 3D – Objekte – Kegel: $r = 5, h = a/2$, wobei a nach Doppelklick im Eingabefeld für h per linker Maustaste wählbar ist.
- Transformieren .- zentr. Streckung: Kegel, Zentrum: wähle H, Faktor: $f=2$ (siehe Anmerkung).
- Um mit Modellieren – Trennen den gesuchten Kegelstumpf erzeugen zu können, brauchen wir als zweite Schnittebene noch die Ebene ε_1 : *Bearbeiten – Konstruieren – Parallelebene (Abstand = 3)*. Nach erfolgtem Trennen sind die nicht mehr benötigten Objekte zu löschen.
- Der fehlende Kegelstumpf ergibt sich durch zentrische Streckung (Zentrum H, Faktor -1, kopieren) des vorhandenen Kegelstumpfes.
- Fehlt noch der Zylinder mit der Höhe a und dem Radius r.

Anmerkung: der Streckungsfaktor f kann auch so bestimmt werden, dass k_1 automatisch in ε_1 zu liegen kommt: $f = 3/(a/2) + 1$. Man erspart sich das Erzeugen von ε_1 und das Trennen mit ε_1 .



Spule

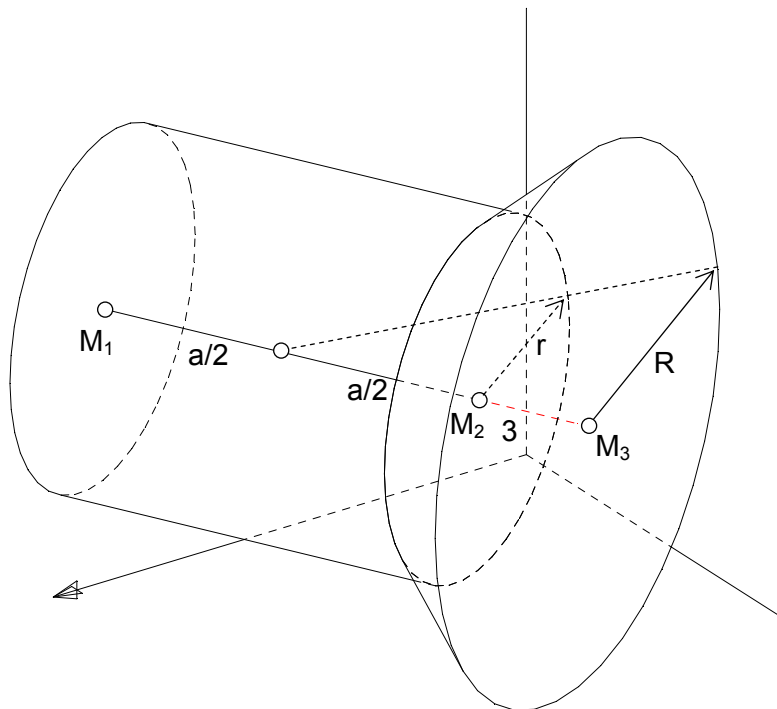
Variante 2

Aufgabe

Die Kreise $k_1[M_1(10/-5/5), r = 5 \text{ cm}]$ und $k_2[M_2(5/5/5), r = 5 \text{ cm}]$ sind die Basiskreise zweier Drehkegelstümpfe, deren Mäntel einer gemeinsamen Drehkegelfläche angehören. Die jeweils 3 cm hohen Drehkegelstümpfe bilden mit dem sie verbindenden Drehzylinder eine Spule.

Wir beginnen mit *3D-Objekte – Koordinatenachsen* ($x = 15, y = 12, z = 13$)

- *2D-Objekte-Strecke*: $x_1 = 10, y_1 = -5, z_1 = 5, x_2 = 5, y_2 = 5, z_2 = 5$, Achse a
- Um die Achse M_2M_3 des Kegelstumpfes zu erzeugen, verschieben wir a um den Vektor M_1M_2 und fertigen eine Kopie a_2 an.
- Mit *Bearbeiten – Ändern – Streckenlänge* ändern wir die Länge von a_2 auf 3 cm.
- Mit *3D-Objekte – weitere.. - Rohrflächen* erzeugen wir den Zylinder: mit *wähle Mittenlinie* wählen wir die Achse a . $r_1 = r_2 = r = 5, m = 40$.
- Mit *3D-Objekte – weitere.. - Rohrflächen* erzeugen wir den Kegelstumpf. Mit *wähle Mittenlinie* wählen wir die Achse M_2M_3 . $r_1 = r = 5, m = 40. r_2 = R$.
 R lässt sich mittels einer Proportion bestimmen und berechnen: $R = r + 3 \cdot r / (a/2)$. a kann per Doppelklick im Eingabefeld für r_2 und anschließender Wahl per Maus erzeugt werden. Die Hilfsfigur, aus der sich die Proportion ergibt, könnte auch, z.B. in der $[yz]$ – Ebene, mittels *Strecken* und mittels *Bearbeiten – ändern – Strecke* konstruiert werden. R könnte dann mittels *Bearbeiten – Messen – Streckenlänge* bestimmt werden.
- Der fehlende Kegelstumpf ergibt sich durch Spiegelung mit Kopie an der Symmetrieebene von a . Diese erzeugt man mit *Bearbeiten – Konstruieren – Symmetrieebene*. Sie wird durch ein Rechteck repräsentiert.



Spule

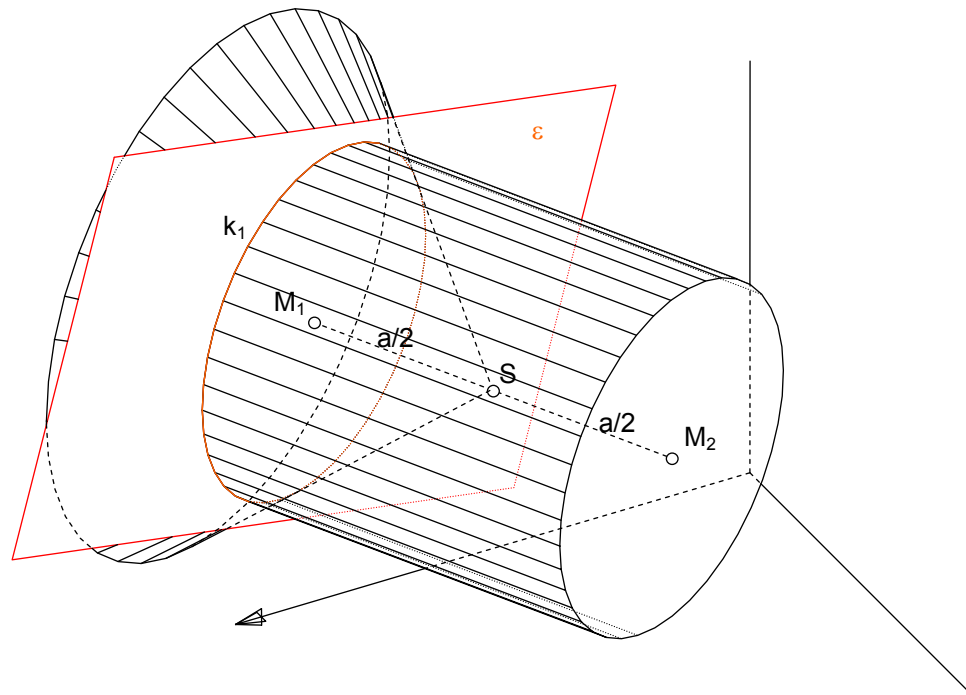
Variante 3

Aufgabe

Die Kreise $k_1[M_1(10/-5/5), r = 5 \text{ cm}]$ und $k_2[M_2(5/5/5), r = 5 \text{ cm}]$ sind die Basiskreise zweier Drehkegelstümpfe, deren Mäntel einer gemeinsamen Drehkegelfläche angehören. Die jeweils 3 cm hohen Drehkegelstümpfe bilden mit dem sie verbindenden Drehzylinder eine Spule.

Wir beginnen mit 3D-Objekte – Koordinatenachsen ($x = 15, y = 12, z = 13$)

- 2D-Objekte-Strecke: $x_1 = 10, y_1 = -5, z_1 = 5, x_2 = 5, y_2 = 5, z_2 = 5$, Achse a
- Der Kreis k_1 liegt in der Ebene ε durch M_1 normal auf a: *Bearbeiten – Konstruieren – Normalebene durch P auf Gerade*. Die Normalebene, wir verwenden sie später als Konstruktionsebene, wird durch ein Rechteck repräsentiert.
- Um den Kreis k_1 rasch erstellen zu können, erzeugen wir ein passendes Benutzerkoordinaten – system in der Konstruktionsebene.
- *Bearbeiten – BKS - neu*: neuer Ursprung: M_1 , Punkt auf x-Achse: ein Eckpunkt des Rechtecks in ε , Punkt in [xy] - Ebene: ein weiterer Eckpunkt des Rechteckes, BKS aktivieren
- 2D – Objekte – Kreis: $r = 5$, BKS, in [xy] – Ebene, ergibt k_1 .
- Mittels 3D – Objekte – weitere... - allg. Zylinderflächen erzeugen wir den verbindenden Zylinder. wähle Leitkurve : k_1 , Schiebvektor: beliebig, wähle Schiebvektor: M_1, M_2 .
- *Bearbeiten – Messen – Strecke*: wähle Strecke a, rechte Maustaste, Streckenlänge in die Zwischenablage.
- Mittels 3D – Objekte – weitere... - allg. Kegelflächen erzeugen wir den linken Kegelstumpf: Wähle Leitkurve : k_1 , wähle Spitze, erw. Punktfang, Halbierungspunkt, wähle Strecke a. Die Höhe $h=3$ des Kegelstumpfes ist in % der Kegelhöhe ($a/2$) einzugeben. Gibt man diesen Wert negativ ein wird der Kegelstumpf nicht in jener Seite von ε errichtet, in der die Kegelspitze liegt. Die im Eingabefeld für Länge einzugebende Formel lautet: $-3/(0.5*a)*100$, wobei a über die Zwischenablage (<strg><v>) eingefügt wird.
- Um den fehlenden Kegelstumpf zu erzeugen, wird der eben konstruierte Kegelstumpf um M_1M_2 verschoben (Kopie) und anschließend an der Normalebene auf a in M_2 gespiegelt. Die Spiegelungsebene lässt sich durch M_2 und 2 Punkte des vorhandenen Basiskreises des Zylinders festlegen.



Umlenkrolle

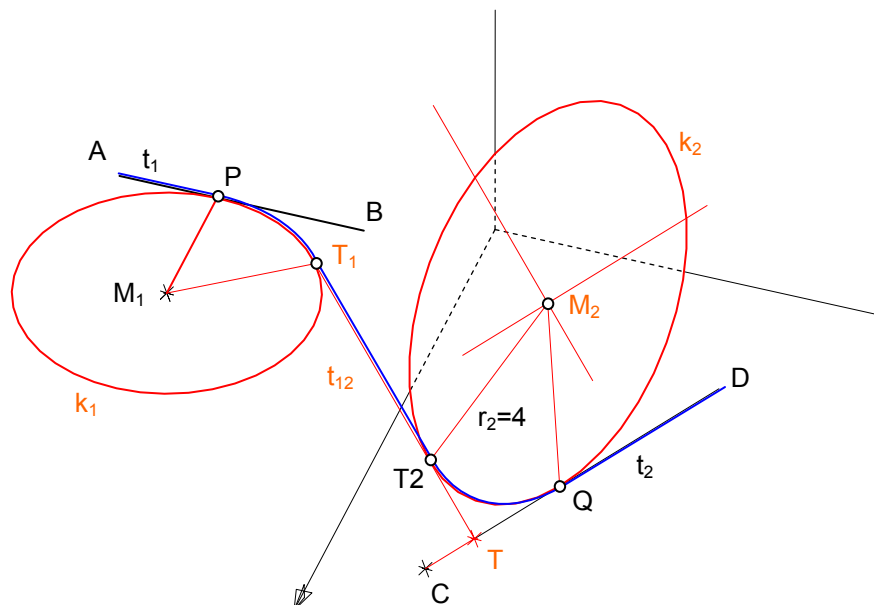
Aufgabe

Zwei Umlenkrollen k_1 und k_2 sollen ein Seil von der Lage $t_1[A(2/-7/1, B(2/-2/1))]$ in die Lage $t_2[C(10/2/0, D(10/8/6))]$ umlenken. Die Rolle k_1 ist durch den Mittelpunkt $M_1(5/-5/1)$ und die Tangente t_1 , die Rolle k_2 durch t_2 und den Halbmesser $r_2 = 4$ cm bestimmt. Konstruiere die Umlenkrollen und die Seilführung von A nach D.

Wir beginnen mit 3D-Objekte – Koordinatenachsen ($x = 12, y = 8, z = 8$)

- 2D-Objekte-Strecke: $x_1 = 2, y_1 = -7, z_1 = 1, x_2 = 2, y_2 = -2, z_2 = 1$, Tangente t_1
- 2D-Objekte-Strecke: $x_1 = 10, y_1 = 2, z_1 = 0, x_2 = 10, y_2 = 8, z_2 = 6$, Tangente t_2
- 3D-Objekte Punkt($x/y/z$): $x = 5, y = -5, z = 1$, Größe = 0.2: Mittelpunkt M_1
- Der Berührungspunkt P von k_1 mit t_1 ist der Fußpunkt der Normalgeraden von M_1 normal auf t_1 .
Bearbeiten – Konstruieren – Normale auf Gerade: wähle M_1 , wähle t_1 .
- Der Kreis k_1 liegt in der Ebene $[M_1, t_1]$. Um den Kreis k_1 rasch erstellen zu können, erzeugen wir ein passendes Benutzerkoordinatensystem.
- *Bearbeiten – BKS - neu:* neuer Ursprung: M_1 , Punkt auf x-Achse: P, Punkt in [xy] - Ebene: B, Name BKS1, BKS1 aktivieren.
- 2D – Objekte – Kreis: Doppelklick im Eingabefeld für Radius, wähle Strecke M_1P , BKS1, in [xy] – Ebene, ergibt k_1 .
- *Mit Bearbeiten – Konstruieren – Gerade x Ebene* ermitteln wir den Schnittpunkt T der Ebene von k_1 mit t_2 . Die gemeinsame Tangente t_{12} der Kreise k_1 und k_2 muss t_1 schneiden, ist also die Tangente aus T an k_1 . t_{12} ermittelt man mit
- *Bearbeiten – Konstruieren -Tangente aus P:* wähle T, wähle k_1 in der Nähe von T1.
- *Mit Bearbeiten – Konstruieren - Parallele(Abstand)* ermitteln wir Parallele zu t_{12} und t_2 im Abstand 4 in der Konstruktionsebene $[t_{12}, t_2]$, deren Schnittpunkt der Mittelpunkt M_2 von k_2 ist.
- T2 ermitteln wir mit *Bearbeiten – Konstruieren – Normale auf g*
- k_2 ermitteln wir analog wie k_1 mit einem geeigneten Koordinatensystem BKS2.
- Den Übergangspunkt Q konstruieren als Berührungspunkt der Tangente aus D an k_2 .

Um die Seilführung hervorzuheben, fasst man die Strecken AP, QD und die Sektoren PT_1 und T_2Q zu einem Objekt zusammen und kann dieses als Mittenlinie einer dünnen Rohrfläche verwenden.



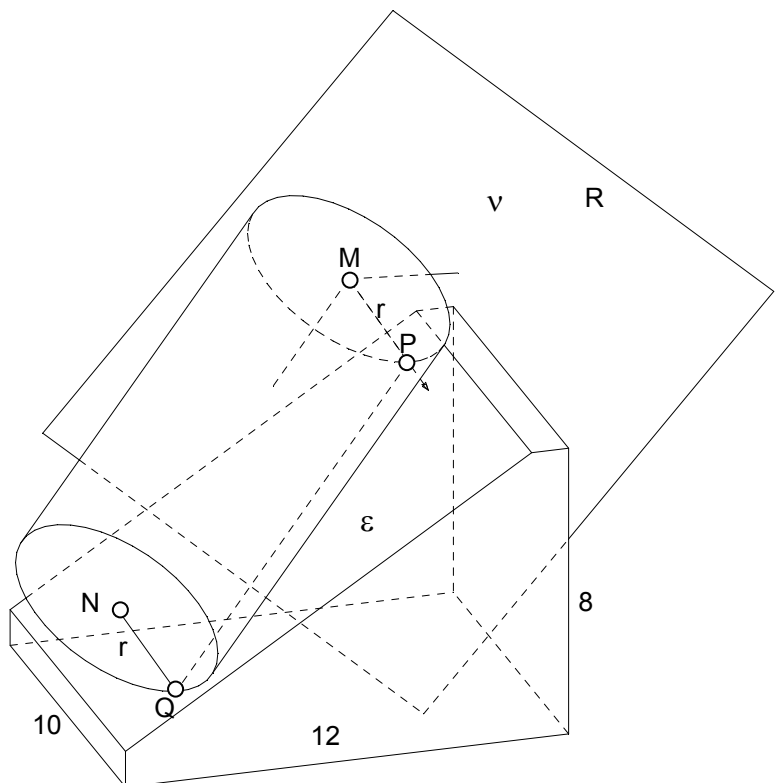
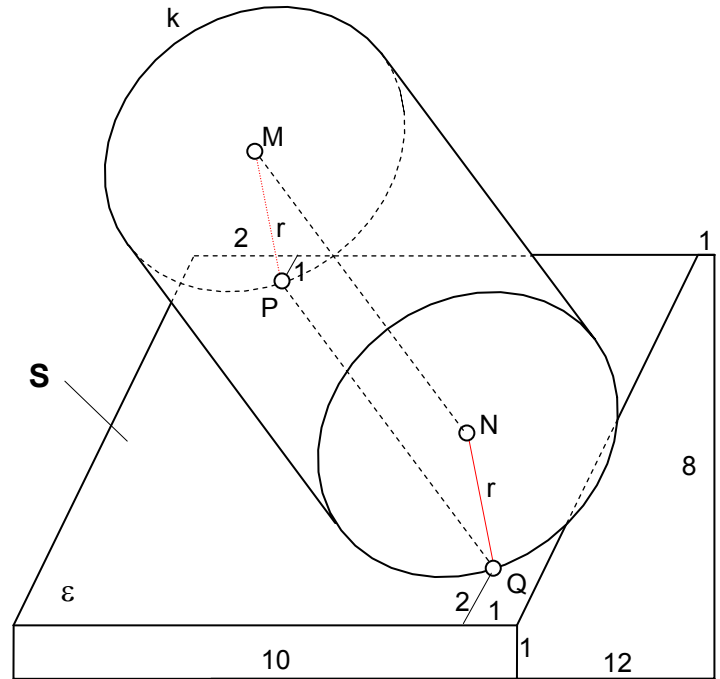
Zylinder

Ein Drehzylinder mit dem Radius $r = 3$ liegt mit der Mantellinie PQ auf der schrägen Ebene ε des Sockels **S** auf.

Konstruiere den Drehzylinder.

- Für die Erzeugung des Sockels **S** benötigen wir einen Quader $12 \times 10 \times 8$. Mit *Modellieren-Fasen-Kante* erzeugen wir in einem Schritt den Sockel, in dem wir als Abstände 11 bzw. 7 eingeben und die obere vordere Quaderkante wählen.
- Um P und Q festzulegen, ermitteln wir mit *Konstruieren-Parallele (Abstand)* Parallele zu den Seiten des Rechteckes in der Konstruktionsebene ε mit den Abständen 1 bzw. 2.
- 2D-Objekte-Strecke* können wir nun die Mantellinie PQ festlegen (Schnittpunkte werden automatisch 'gefangen'). Die nicht mehr benötigten Parallelen werden gelöscht.
- Der Basiskreis k des Zylinders liegt in der Normalebene v durch P normal auf PQ: *Bearbeiten-Konstruieren-Normalebene durch P auf Gerade*. Die Normalebene wird durch ein Rechteck R repräsentiert.
- Die Kreismittelpunkte M und N liegen auf Normalen durch P bzw. Q auf die Tangentialebene ε : *Bearbeiten-Konstruieren-Normale auf Ebene*. Mit *Bearbeiten-Ändern-Streckenlänge* ändern wir die Längen der eben erzeugten Strecken auf die Länge $r = 3$ und erhalten so die Mittelpunkte von Basis- und Deckflächenkreis, die wir noch durch eine Strecke verbinden können.
- Den gesuchten Drehzylinder erzeugt man am besten in einem passenden Benutzer – Koordinatensystem: *Bearbeiten-BKS-neu*: Ursprung -> M, Punkt auf x-Achse -> P, Punkt in [xy]-Ebene -> ein Eckpunkt des Rechteckes R. Mit *3D-Objekte-Zylinder* kommen wir zum gesuchten Zylinder: $r = 3$, Höhe PQ kann entweder vorher mit *Bearbeiten-Messen-Strecke-rechte Maustaste-Streckenlänge* in die Zwischenablage übertragen werden, oder direkt per Doppelklick im Eingabefeld für h eingegeben werden. Je nach Orientierung der z-Achse des BKS ist h positiv oder negativ einzugeben.

Die nebenstehende Figur enthält bis auf die die Punkte P und Q festlegenden Parallelen alle verwendeten Konstruktionselemente.

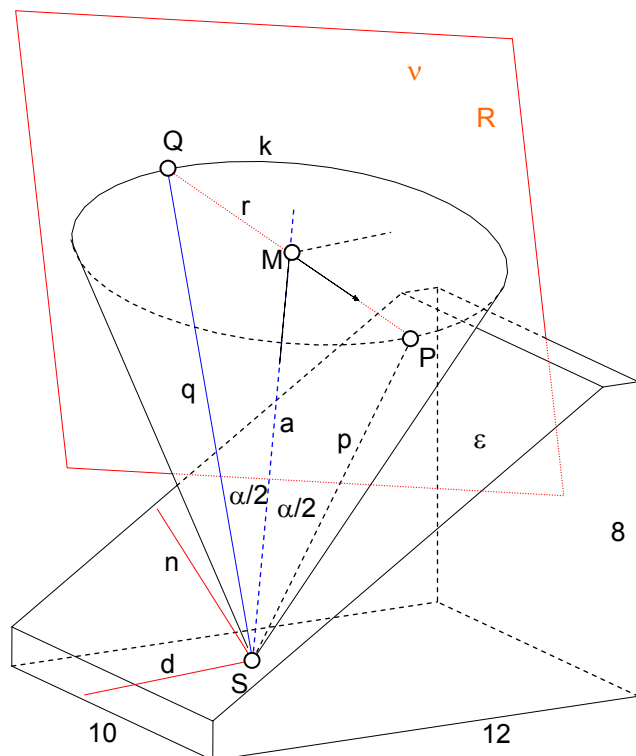
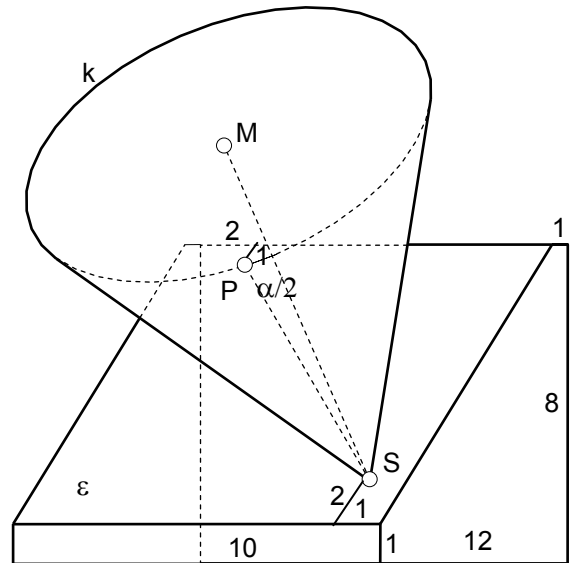


Kegel

Ein Drehkegel mit dem Öffnungswinkel $\alpha = 52^\circ$ und der Spitze S liegt mit der Mantellinie SP auf der schrägen Ebene ε des Sockels **S** auf.
Konstruiere den Drehkegel.

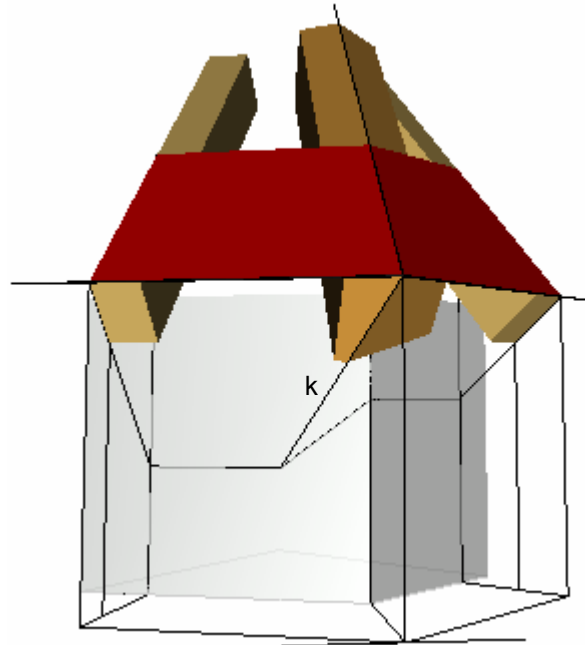
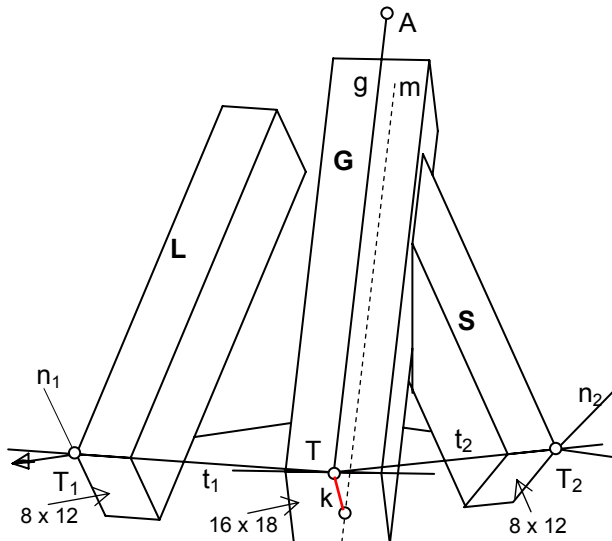
- Für die Erzeugung des Sockels **S** benötigen wir einen Quader $12 \times 10 \times 8$. Mit *Modellieren-Fasen-Kante* erzeugen wir in einem Schritt den Sockel, in dem wir als Abstände 11 bzw. 7 eingeben und die obere vordere Quaderkante wählen.
- Um S und P festzulegen, ermitteln wir mit *Konstruieren-Parallele (Abstand)* Parallele zu den Seiten des Rechteckes in der Konstruktionsebene ε mit den Abständen 1 bzw. 2.
- 2D-Objekte – Strecke* können wir nun die Mantellinie SP festlegen (Schnittpunkte werden automatisch ‚gefangen‘). Die nicht mehr benötigten Parallelen werden gelöscht.
- Der Kreismittelpunkt M und die $p = SP$ gegenüberliegende Mantellinie $q = SQ$ liegen in der Normalebene durch S auf ε , die wir mit (p,n) aufspannen, wobei n normal auf ε ist und durch S geht: *Bearbeiten-Konstruieren-Normale*. Die Achse a und die Mantellinie q lassen sich durch eine Drehung um eine Achse d um $\alpha/2$ bzw. α ermitteln. d lässt sich als Normale auf die Ebene (p,n) ermitteln.
- Die Ebene v des Basiskreises k ist normal auf a: *Bearbeiten – Konstruieren - Normalebene durch P auf Gerade*. Wir legen sie durch Q normal auf a. Sie wird durch ein Rechteck R repräsentiert.
- Den gesuchten Drehkegel erzeugt man am besten in einem passenden Benutzer-Koordinatensystem: *Bearbeiten-BKS-neu*: Ursprung -> M, Punkt auf x-Achse -> P, Punkt in [xy]-Ebene -> ein Eckpunkt des Rechteckes R. Mit *3D-Objekte-Kegel* können wir für den gesuchten Kegel Radius und Höhe per Doppelclick in den Eingabefeldern für r und h und Angabe der entsprechenden Strecken durch Anfangs- und Endpunkt eingegeben werden. Je nach Orientierung der z-Achse des BKS ist h positiv oder negativ einzugeben.

Die nebenstehende Figur enthält bis auf die die Punkte P und S festlegenden Parallelen alle verwendeten Konstruktionselemente.



Hexenschnitt

Hat man bei einem Walmdach mit ungleich geneigten Dachflächen – Traufen t_1 und t_2 , Gratlinie g – den Gratsparren **G**, den Sparren **L** und den Schiftsparren **S** passend angeordnet, sollte der Gratsparren zwecks Anbringung einer Schalung zugeschnitten werden. Verwendet man dabei als Schnittebenen die Ebenen, in denen die Stirnflächen (Normalschnitte) des Sparrens bzw. des Schifters liegen, hat man den Eindruck, da hat sich der Zimmermann „verschnitten“. Im Falle gleich geneigter Dachflächen tritt dies ja nicht auf.



Gewünscht ist eine Schnittführung, bei der die Schnittgerade k der beiden Schnittebenen in der lotrechten Symmetrieebene des Gratsparrens **G** liegt. Dabei müssen auch die Sparren **S** und (oder) **L** „zugeschnitten“ werden. Unter Umständen müssen die Sparren **L**, **S** oder **G** vorher verlängert werden.

Variante 1: Man legt k fest. Anfangspunkt T , Endpunkt auf der zu g parallelen Mittellinie m der unteren Begrenzungsfläche von **G**. Damit kann man z.B. „senkrecht ausrichten“, d.h. man wählt k lotrecht, oder **G** mehr oder weniger „spitz“ ausrichten.

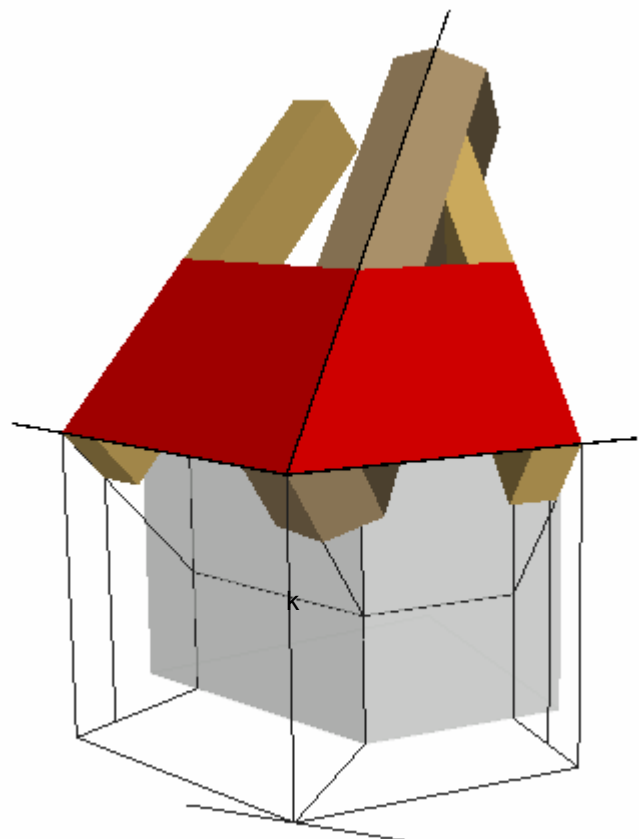
Variante 2: man verzichtet auf die Ausrichtung der Sparren **L**. k ergibt sich dann als Schnittgerade der lotrechten Symmetrieebene von **G** mit der Ebene $\varepsilon_1(t_1, n_1)$. **G** muss mit ε_1 und $\varepsilon_2 = (k, t_2)$ geschnitten werden, der Schifter **S** mit ε_2 .

G muss abschließend noch abgegratet werden. Das geschieht, indem **G** mit den Ebenen (t_1, g) und (t_2, g) geschnitten wird.

Alle nötigen Schritte lassen sich in GAM mit dem Menüpunkt *Bearbeiten – Konstruieren* durchführen. Die ebenen Schnitte werden mit *Modellieren – trennen* gemacht. Nicht mehr benötigte Objekte löschen.

Angaben: $T_1(60,0,0)$, $T(45,45,0)$, $T_2(0,52.5,0)$, $A(-14,0,66)$.

Informationen: www.lbs-wals.salzburg.at





Weinglas

Ein Weinglas als Drehfläche sei durch die Meridiane **ma** und **mi** festgelegt (Wandstärke im oberen Bereich 0.2).

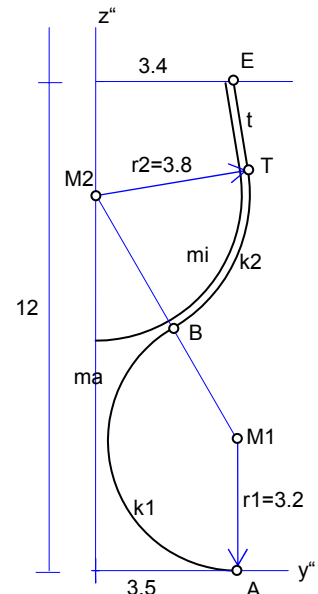
Äußerer Meridian **ma**

Um **ma** zu konstruieren, beginnen wir mit einem Kreisbogen – 2D-Objekte – Sektor: $r = r_1 = 3.2$, $w_1 = 90$, $w_2 = 270$, in $[yz]$ – Ebene, den wir um den Vektor $(0, 3.5, 3.2)$ verschieben.

Die Fortsetzung liegt auf einem **k1** berührenden Kreis **k2**, der seinen Mittelpunkt M2 auf der z – Achse hat und dessen Radius $r_2 = 3.8$ ist. **k2** muss daher die Geraden t1 und t2 im Abstand r_2 zur z – Achse berühren.

t1: Strecke $(0, 3.8, 0) - (0, 3.8, 12)$

t2: Strecke $(0, -3.8, 0) - (0, -3.8, 12)$



Mit *Bearbeiten – Konstruieren – Kreis spezial - Kreis t1,t2, tang.Kurve* lässt sich **k2** ermitteln. Der Berührungspunkt B wird dabei exakt ermittelt, d.h. er ist Objektpunkt von **k1** und **k2**.

Mit 3D – Objekte Punkt(x/y/z) legen wir den Punkt E $(0, 3.4, 12)$ fest.

Mit *Bearbeiten – Konstruieren – Tangente aus P* ermitteln wir die Tangentenstrecke $t = ET$.

Innerer Meridian **mi**

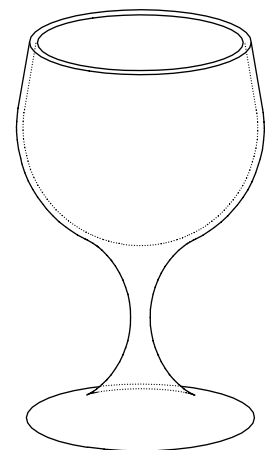
Um **mi** zu konstruieren, beginnen wir mit einem Kreisbogen – 2D-Objekte - Sektor: $r = r_2 = 3.6$, $w_1 = -90$, $w_2 = 30$, in $[yz]$ – Ebene, der noch passend zu verschieben ist. Anfangs- und Endpunkt des Schiebvektors können wir in *Transformieren – verschieben – wähle Schiebvektor* (bei aktivierter Checkbox *erw. Punktfang*) mit Hilfe der Mittelpunkte des gerade ermittelten Bogens und des Kreises **k2** exakt bestimmen -> **k3**.

Um **mi** zu komplettieren, konstruieren wir mit *Bearbeiten –*

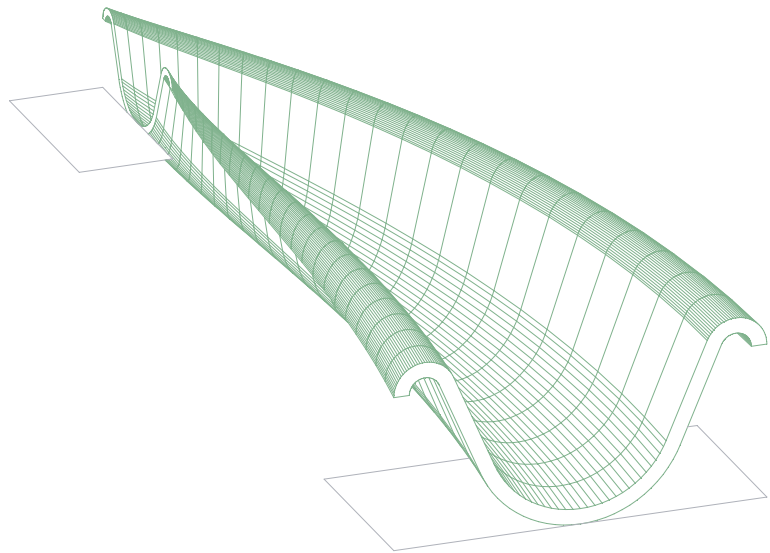
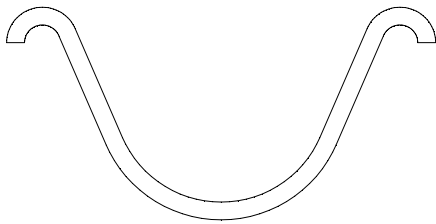
Konstruieren – Tangente parallel g die zu t parallele Tangente **ti** an **k3**. **ti** wird mit *Bearbeiten – Ändern Streckenlänge* auf die Länge 5 nach oben verlängert. Nun werden **k3** und **ti** mit *Modellieren – alle Schnittpunkte(zusammenfassen)* zu einem Objekt zusammengefasst. Anwenden des Menüpunktes *Modellieren – sortieren (säubern)* beseitigt die überflüssigen Teile und erzeugt den inneren Meridian **mi**.

Um **ma** zu erzeugen fassen wir analog die Objekte **k1**, **k2** und **t** zu einem Objekt zusammen. Damit der Bearbeitungsschritt *Sortieren* erfolgreich sein kann, muss die Verbindung von A nach E eindeutig sein. Das ist der Fall, wenn mit *Modellieren – Kanten entfernen* ein Teilstück im linken Bereich des Kreises **k2** entfernt wird.

Es ist zweckmäßig, die Objekte **ma** und **mi** mit *Datei – Objektspeichern* in ein Verzeichnis zu speichern und neu zu beginnen. Wir fügen mit *Datei – Öffnen (Hinzufügen)* **ma** und **mi** ein und erzeugen anschließend mit 3D – Objekte – weitere – Drehflächen die Drehflächen mit den Meridianen **ma** und **mi**, deren Differenz das gewünschte Weinglas ergibt.



Rutsche



Das rechts abgebildete Objekt wird als Spiralfäche erzeugt, wobei die Leitkurve auf 50% verkleinert wird. Um die Leitkurve zu erzeugen, benötigen wir einen Viertelkreis, einen Halbkreis und deren gemeinsame Tangente.

b1: 2D-Objekte – Sektor, $r = 1.5$, $w1 = -90$, $w2 = 0$, in [yz]-Ebene, verschieben um $(0, 0, 1.5)$

b2: 2D-Objekte – Sektor, $r = 0.5$, $w1 = 0$, $w2 = 180$, in [yz]-Ebene, verschieben um $(0, 2.5, 2.25)$

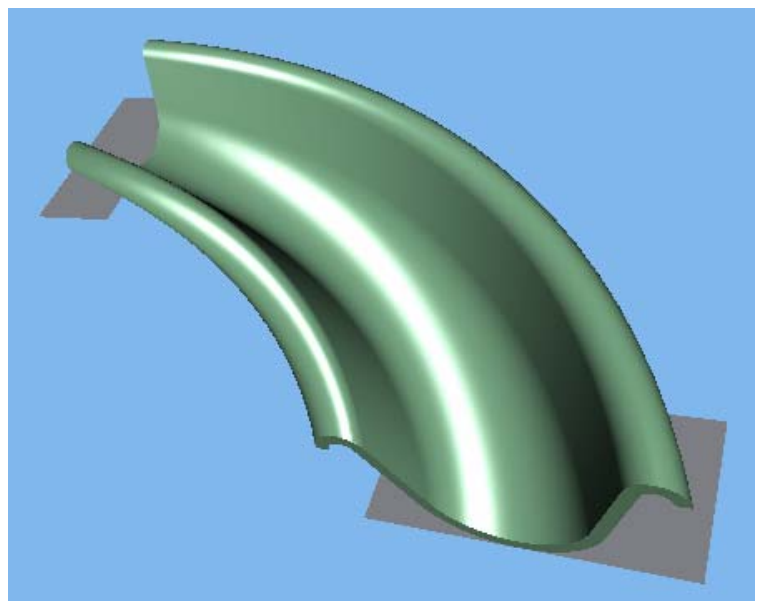
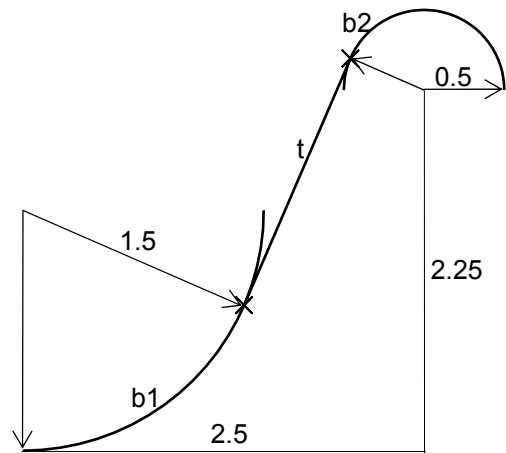
t: Bearbeiten – Konstruieren – gemeinsame Tangente
Mit Modellieren – Alle Schnittelemente (zusammenfassen) werden b1, t und b2 zu einem Objekt zusammengefasst, welches anschließend an der [xz]-Ebene gespiegelt wird (bei aktivierter Kopierfunktion). Original und Kopie werden wieder zu einem Objekt zusammengefasst.
Die überschüssigen Bogenstücke können mit Modellieren – Polygon, Kurve säubern entfernt werden.
Die Berührungspunkte von t mit b1 und b2 können gelöscht werden.

Um den Querschnitt für die Spiralfäche zu erhalten, ermitteln wir mit Bearbeiten – Konstruieren – Parallel kurve mit dem Abstand 0.25 die gewünschte Parallelkurve. Welche Parallelkurve erzeugt wird, hängt vom Vorzeichen des Abstandes ab. Der Querschnitt wird noch um $(0, 6, 0)$ in seine Ausgangslage verschoben. Die beiden Kurven werden mittels zweier Strecken zu einer geschlossenen Figur erweitert. Die Endpunkte der Strecken sollte man mit den Schaltflächen wähle Punkt per Maus ermittelt werden. Die Parallelkurven und Strecken müssen noch zu einem Objekt vereinigt werden.

Die gewünschte Spiralfäche erhalten wir mit 3D-Objekte-Schraubflächen. Mit wähle Leitkurve ist der vorhin konstruierte Querschnitt als Leitkurve zuzuordnen. Schraubhöhe $h = 6$, Schraubwinkel $w = 90$, Unterteilungen $m = 24$, konisch = 50 %.

Die Festlegung 50% bedeutet, dass die Größe der Endlage des verschraubten Querschnittes 50 % der der Größe der Anfangslage beträgt.

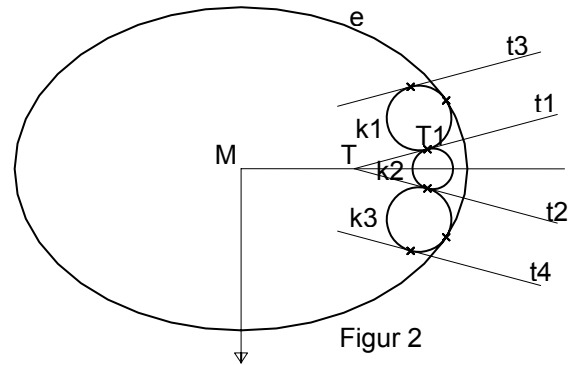
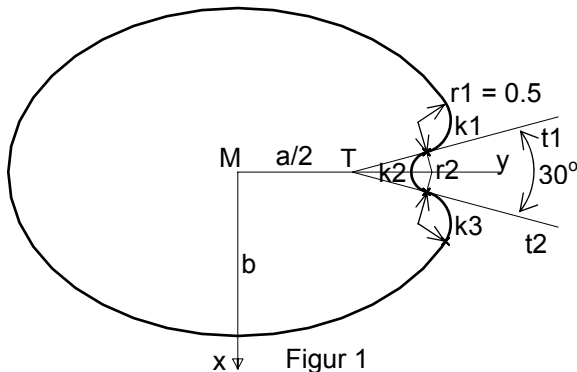
Zur Verdeutlichung der Raumsituation wurden noch 2 Rechtecke hinzugefügt.



Krug

Als Leitkurve k für einen als konische Schiebfläche zu erzeugenden Krug (siehe nächste Seite) dient eine Ellipse ($a = 3.5$, $b = 2.5$), die mittels Kreisen k_1 , k_2 und k_3 laut Figur 1 abgerundet wird.

Da in GAM bei der Konstruktion von berührenden Kreisen Radien als Bestimmungsstücke nicht möglich sind, dienen als weitere Bestimmungsstücke die zu t_1 und t_2 parallelen Tangenten t_3 und t_4 im Abstand $2r_1 = 1$ (Figur 2).



2D-Objekte – Ellipse : Achse (x) = $b = 2.5$, Achse (y) = $a = 3.5$, in [xy]-Ebene -> **e**.

Um die Abrundungskreise zu konstruieren, gehen wir folgendermaßen vor:

2D-Objekte – Strecke: $(0,0,0) - (0,4,0)$, drehen um z-Achse um 15° , verschieben um $(0, a/2 = 1.75, 0)$ -> **t1**

t1 spiegeln an [yz]-Ebene, kopieren -> **t2**

Bearbeiten – Konstruieren – Parallele(Abstand): Konstruktionsebene ist $[t_1 t_2]$, Abstand = 1 -> **t3**

t3 spiegeln an [yz]-Ebene, kopieren -> **t4**

Bearbeiten – Konstruieren – Kreis spezial – (t1,t2,tang.Kurve): t_1 und t_3 wählen. Die berührende Ellipse in der Nähe des zu erwartenden Berührungspunktes wählen -> **k1**.

Bearbeiten – Konstruieren – Kreis spezial – (t1,t2,tang.Kurve): t_2 und t_4 wählen. Die berührende Ellipse in der Nähe des zu erwartenden Berührungspunktes wählen -> **k3**.

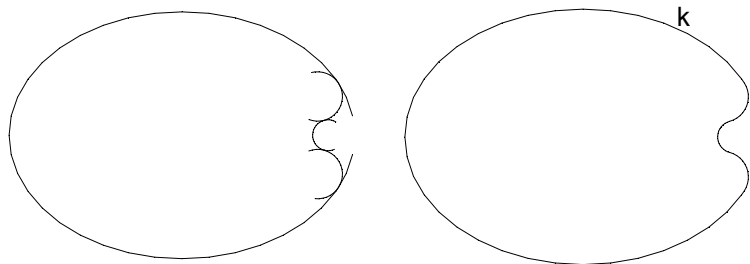
Bearbeiten – Konstruieren – Kreis Standard – (t1,t2,P): t_1 und t_2 wählen, Berührungspunkt T_1 wählen. -> **k2**

Anmerkung: damit T_1 exakt gewählt werden kann, empfiehlt es sich, vor dieser Aktion den Kreis k_1 auszublenden.

Nun werden mit **Modellieren – alle Schnittelemente**, **zusammenfassen** die Objekte e, k_1, k_2 und k_3 zu einem Objekt zusammengefasst. Die restlichen Objekte können gelöscht werden.

Damit wir mit **Modellieren Kurve sortieren, säubern** die Kurve als Leitkurve verwendbar machen können, müssen wir vorher mit **Modellieren – Kanten entfernen – Option innerhalb eines Polygons** einige Kanten entfernen, damit ein eindeutiger Verlauf möglich wird. -> **k**

Anmerkung: es müssen 2 benachbarte Punkte im Verlauf gewählt werden. Zeichnung entsprechend vergrößern! (<+> Taste)



Als Schiebkurve s verwenden wir einen Kreisbogen, siehe Figur 3:

2D-Objekte – Sektor: $r = 10$, $w_1 = 180$, $w_2 = 240$, in [yz]-Ebene, Bogen. Verschieben um den Vektor EM , -> **s** (M lässt sich mit **erw. Punktfang Mittelpunkt** ‚fangen‘, E ist der Endpunkt des Bogens).

Jetzt können wir mit **3D-Objekte – Schiebfläche** zunächst den Krug ohne Berücksichtigung einer Wandstärke ermitteln: Leitkurve k , Schiebkurve s , **konisch** = $5/7 \cdot 100\%$ (der Abschlussquerschnitt soll $5/7$ der Größe des Anfangsquerschnittes sein) -> **VK**

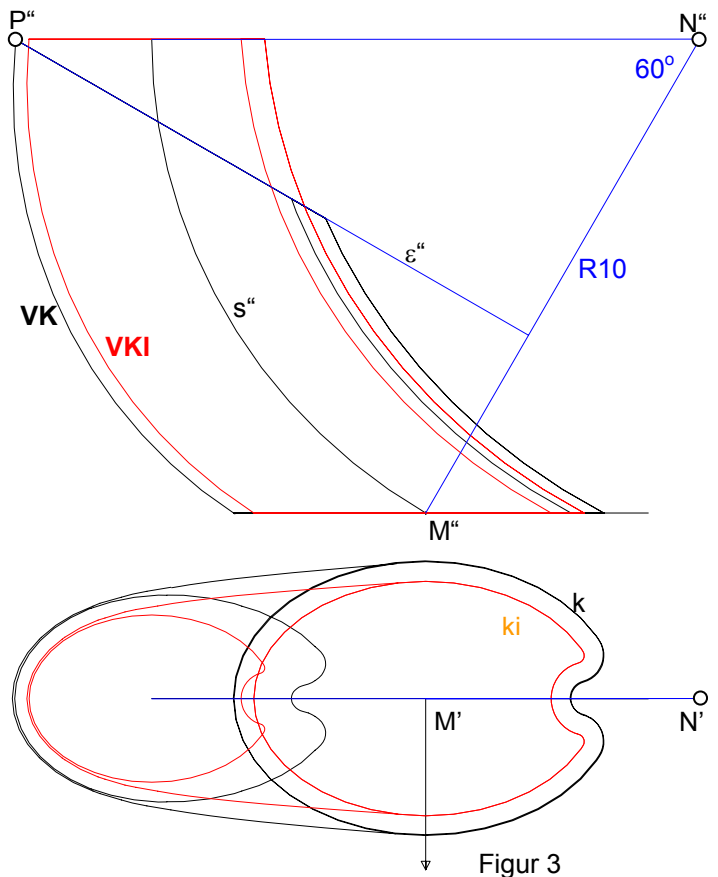
Anschließend führen wir die Trennung des Objektes VK mit der Ebene ε durch. ε geht durch P und soll zur waagrechten Ebene unter 30° geneigt sein. ε steht daher normal auf MN und geht durch P. Wir erhalten ε mit *Bearbeiten – Konstruieren – Normalebene auf Gerade*: wähle P, wähle M, wähle N. Das ‚Fangen‘ von P gelingt am besten, wenn man die Zeichnung entsprechend vergrößert. Nicht mehr benötigte Objekte löschen.

Den Krug erzeugen wir als Differenz des eben ermittelten Vollkruges **VK** und einem etwas kleineren Vollkrug **VKI**, den wir ebenfalls als Schiebfläche erzeugen. Als Leitkurve **ki** verwenden wir eine Parallelkurve von k, Schiebkurve ist wieder s:

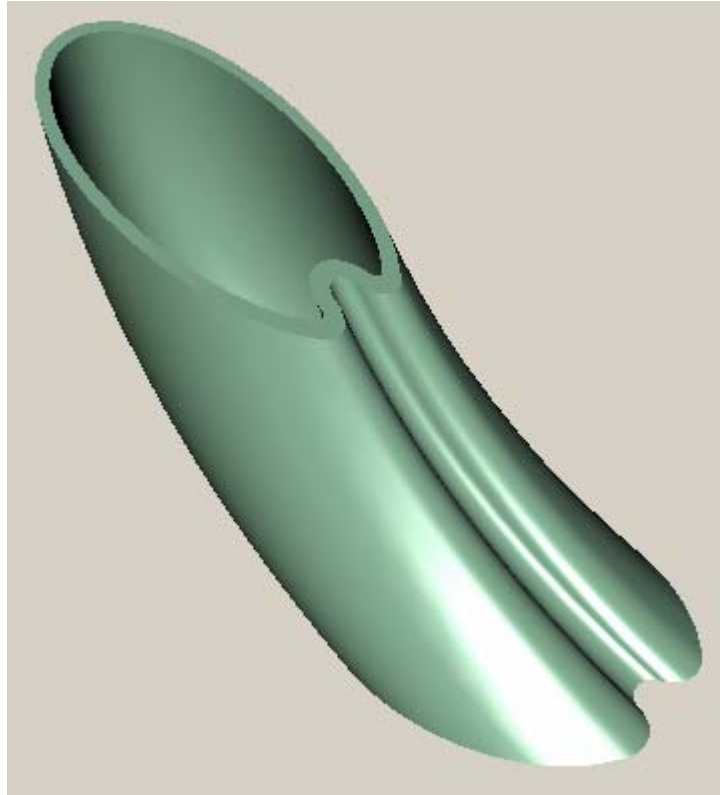
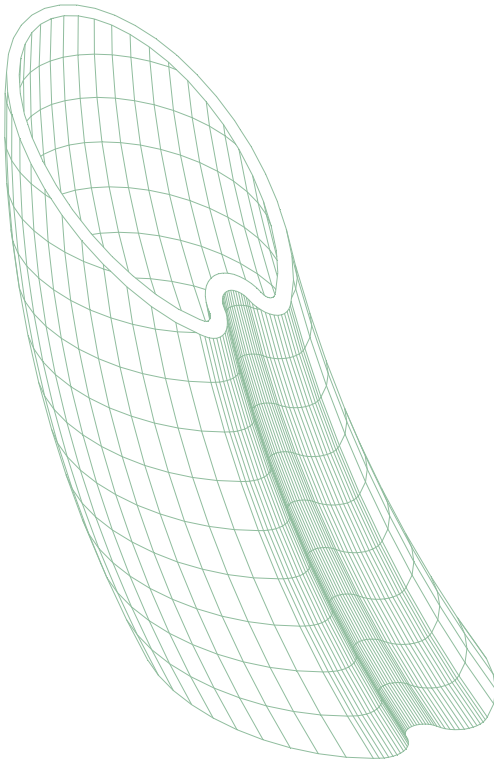
Bearbeiten – Konstruieren – Parallelkurve: wähle k, Abstand = -0.35 -> **ki**

Um eine Bodenstärke von 0.4 zu erreichen, schneiden wir – vor der Differenzbildung – VKI mit der Ebene $z = 0.4$:

Modellieren – Trennen, // [xy]-Ebene, d=0.4



Figur 3



Extremwertaufgabe

Zwischen den Orten A und B soll eine Rohrleitung verlegt werden, wobei die Kosten per Laufmeter für AC im Gelände $K_1 = € 450.-$, für CB auf der Gemeindestraße g $K_2 = € 300.-$ betragen. Wo ist der Abzweigungspunkt C zu wählen, damit die Kosten K ein Minimum sind? $a = 5.5$ km, $b = 2.3$ km.

Alle Angaben sind variabel zu gestalten. Als Maßstabsfaktor für Kosten soll $f = 0.000001$ sein.

Darzustellen sind: Strecken AC und CB, Kostenfunktion $K(y)$, Tangente im Tiefpunkt T parallel zur y-Achse, z-Koordinate z_{min} des Tiefpunktes T als Strecke, Tiefpunkt T mit dem Objekt Punkt, Kosteneck: Breite = 0.5, Höhe = Kosten für die Position C, Maßstab auf y – Achse, Markierung alle 100 m.

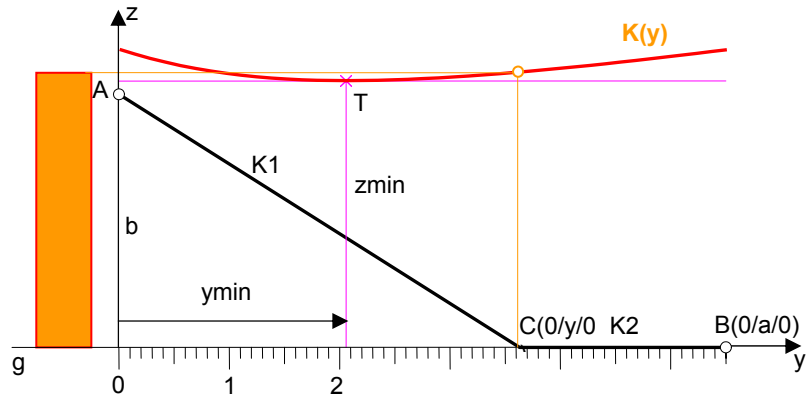
Animiert: Strecken AC, CB, Kostenrechteck.

$$K(y) = 1000(\sqrt{b^2 + y^2} K_1 + (a - y) K_2)$$

$$y_{min} = \frac{bK_2}{\sqrt{K_1^2 - K_2^2}}$$

Mit *Bearbeiten-Variable(Animationen)* legen wir die benötigten Variablen fest.

Als Bereichsvariable verwenden wir s.



```

a=5.5
b=2.3
K1=450
K2=300
s=0..1,0.02
f=0.000001
ymin=b*K2/sqrt(K1*K1-K2*K2)
Kmin=sqrt(b*b+ymin*ymin)*K1*1000+(a-ymin)*K2*1000
zmin=Kmin*f

```

Nun können wir die verlangten Objekte festlegen.

Alle Objektanmessungen bzw. Koordinaten, die animiert werden sollen, müssen in Abhängigkeit von der Bereichsvariablen s festgelegt werden. Dabei ist z.B. bei Festlegung der Strecke CB zu beachten, dass ihre Länge für $s = 1$ nicht 0 wird. Das würde zu einer Fehlermeldung führen. Daher wird die y – Koordinate von B mit $a + 0.001$ festgelegt.

Strecke AC: $A(0,0,b)$, $C(0,a*s,0)$

Strecke CB: $C(0,a*s,0)$, $B(0,a+0.001,0)$

Kostenrechteck in [yz] - Ebene: $-0.5 \times \sqrt{b*b+a*a*s*s} * K_1 * 1000 * f + (a-a*s) * K_2 * 1000 * f$
Verschieben um $(0, -0.25, 0)$

waagrechte Tangente: $(0, a, z_{min}) - (0, 0, z_{min})$

z-Koordinate von T: $(0, y_{min}, z_{min}) - (0, y_{min}, 0)$

Punkt T: PUNKT $(0, y_{min}, z_{min})$

Kurve K(y): $x = 0$, $y = t$, $z = \sqrt{b*b+t*t} * K_1 * 1000 * f + (a-t) * K_2 * 1000 * f$, $t_1=0$, $t_2 = a$, $m=40$

Jetzt sind noch die Maßstabsmarkierungen durch passende Strecken darzustellen.

Die Orte A und B können durch 2 kleine Kreise angedeutet werden.

Stahlhalter

Der abgebildete Stahlhalter ist zu modellieren.

Das Objekt lässt sich aus Grundkörpern mittels Boolescher Operationen Vereinigung und Differenz erzeugen.

- Der Drehkegelstumpf **D** wird am einfachsten als Sonderfall einer Rohrfläche erzeugt. Als Mittellinie ist zuerst mit *2D-Objekte-Strecke* die Strecke $a_1[0,0,0), (0,0,60]$ zu erzeugen. Dann mit *3D-Objekte-Rohrfläche* den Kegelstumpf: $r_1 = 45$, $r_2 = 25$. Als Anzahl der Unterteilungen reicht $m = 40$.
- Das alles umfassende Objekt besteht aus einem (halben) Drehzylinder **HZ** (Achse a_1 : *3D-Objekte-Zylinder*: $r = 50$, $h = 60$) und einem Quader **Q1**: *3D-Objekte-Quader*: $x = 100$, $y = -55$, $z = 60$. Der Quader muss noch um den Vektor $(-55,0,0)$ verschoben werden. Für die quaderförmige Ausnehmung (25×25) benötigen wir einen weiteren Quader **Q2**: $x = 100$, $y = 25$, $z = 25$. Er ist um den Vektor $(-50, -50, 0)$ zu verschieben.
- Bleibt noch die Erzeugung des Drehzylinders **Z2** mit der Achse a_2 . *3D-Objekte-Zylinder*: $r = 70$, $h = 100$. Wir müssen ihn um die y -Achse um 90° drehen und anschließend um den Vektor $(-50, 50, 20+70)$ verschieben.
- Bevor mit den Modellierungsschritten begonnen wird, ist es günstig, den Projektzustand zu speichern. *Datei – Projekt speichern unter..*
- Für die Modellierung benötigen wir bloß die Booleschen Operationen Vereinigung (+) und Differenz (-):

HZ + Q1 → HZ1

HZ1 - Z2 → HZ2

HZ2 + DZ → HQ2

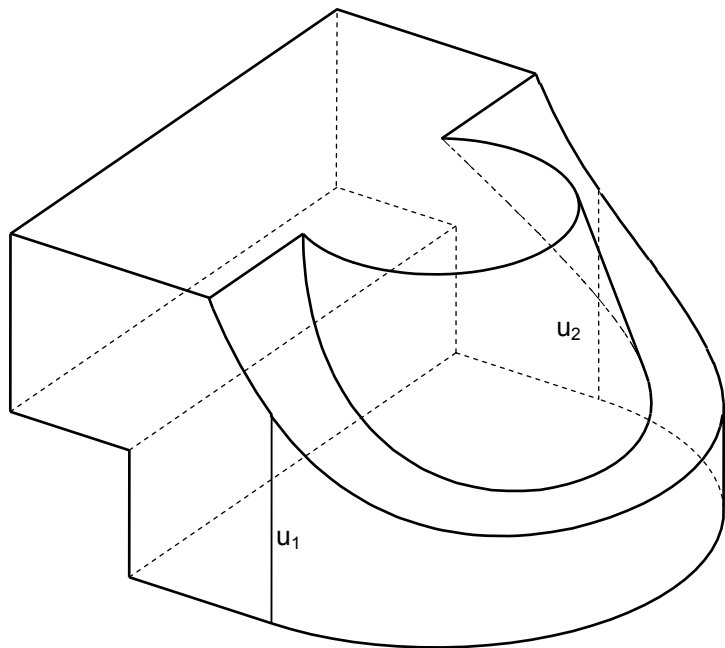
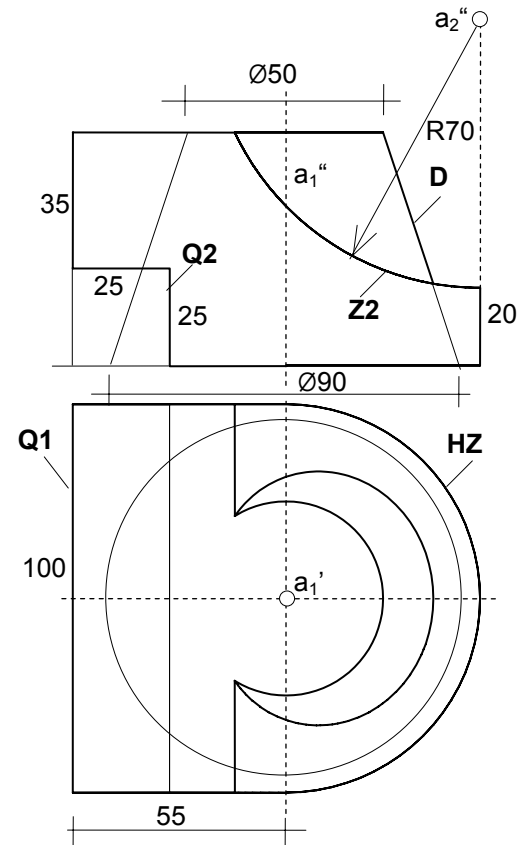
HQ2 - Q2 → Stahlhalter.

Anmerkungen

Man kann die ‚Feinheit‘ verbessern, wenn man statt Drehzylindern 80-seitige regelmäßige Prismen verwendet und bei der Rohrfläche $m = 80$ wählt. Zuerst aktiviert man den Projektzustand vor der ersten Modellierung. Dann setzt man mit *Bearbeiten – Protokoll editieren* statt der Objekte DZ2 (Drehzylinder) PR80G2 ein und führt *Bearbeiten – Protokoll editieren – Protokoll – prüfen und ausführen* durch. Die Booleschen Operationen müssen anschließend nochmals durchgeführt werden.

Die störenden ‚Kanten‘ u_1 und u_2 können mit *Bearbeiten – Ändern –*

Kantenmerkmal das Merkmal ‚Erzeugende‘ erhalten und werden dann in den Abbildungsmodi ‚nur Umriss‘ nicht abgebildet.



Dach

Das durch Grund- und Aufriss festgelegte Dach ist aus Grundkörpern zusammenzusetzen und letztlich die Verschneidung zu ermitteln.

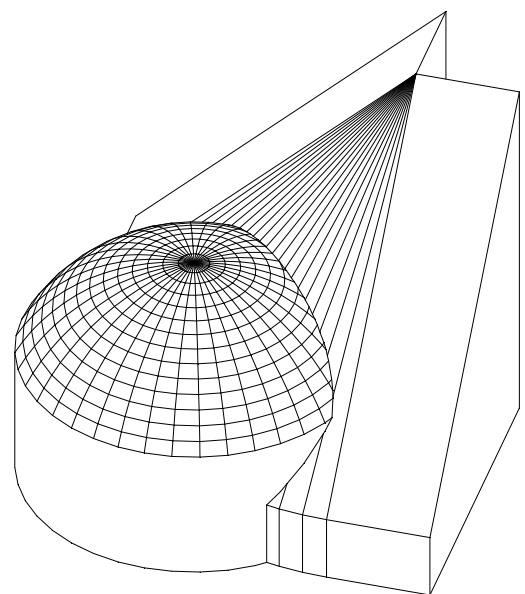
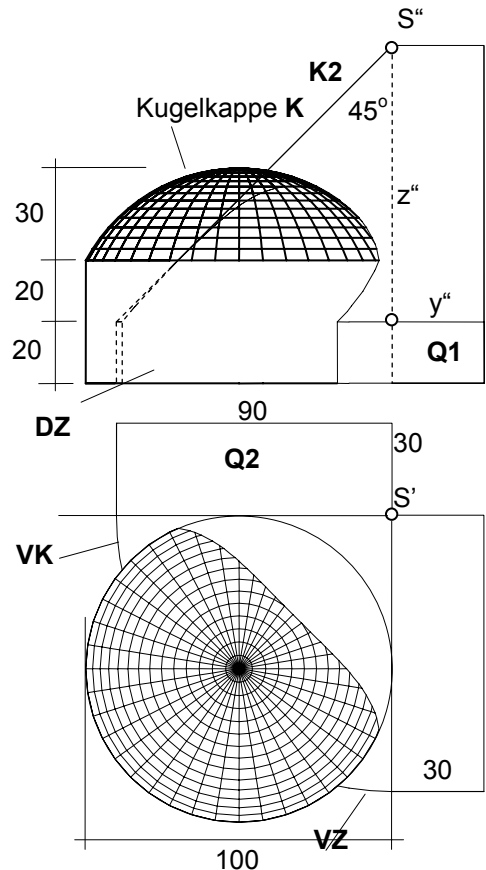
- Die Dachgrundkonstruktion ist aus einem Viertelkegel **VK** (Spitze **S**) und zwei dreiseitigen Prismen (Keile **K1**, **K2**) und zwei Quadern **Q1** und **Q2** zusammengesetzt. Für die Erzeugung des Viertelkegels verwenden wir einen Viertelkreissektor **v** als Leitkurve:
2D-Objekte - Sektor: $r = 90$, $w1 = 270$, $w2 = 360$, Sektor.
- 3D-Objekte - weitere - Kegelfläche: wähle Leitkurve, Spitze $(0,0,90)$, 100%.
- Unter dem Viertelkegel befindet sich ein Viertelzylinder **Z**:
3D-Objekte - weitere - Zylinderflächen: wähle Leitkurve Viertelkreis **v**, Schiebvektor $(0,0,-20)$.
- Mit 3D-Objekte - weitere - Keil erzeugen wir zunächst einen Keil **K1** in x-Richtung: $x = 30$, $y = 90$, $z = 90$. Wir drehen ihn um die z-Achse um -90° und verschieben ihn anschließend um den Vektor $(45,15,0)$.
- Unter dem Keil **K1** ist ein Quader **Q1** anzuordnen: $x = 90$, $y = 30$, $z = -20$.
- Keil **K2** und Quader **Q2** können wir als Kopien von **K1** und **Q1** erzeugen: Drehen von **K1** und **Q1** um die z-Achse um -90° und verschieben um den Vektor $(-30,0,0)$
- Für den Entwurf des Erkers benötigen wir einen Drehzylinder **DZ**: $r = 50$, $h = 40$, verschieben um $(50,-50,-20)$
- Die darüber liegende Kugelkappe **K** wird als Volumenmodell benötigt und als Drehkörper erzeugt, wobei als Meridian der Bogen eines Kreissegmentes dient:
2D-Objekte - Segment: $w = 100$, $h = 30$, Bogen in [yz]-Ebene. Als Meridian **m** wird nur der halbe Bogen benötigt. Mit Modellieren - trennen - [xz]-Ebene ($d = 0$) wird der Bogen in 2 Teile zerlegt. Der Teil mit $y < 0$ wird gelöscht. Mit Bearbeiten - Messen - Punkt ‚messen‘ wir den höchsten Punkt von **m** und übertragen seine z-Koordinate z_{max} in die Zwischenablage (rechte Maustaste im Infofenster..).
- 3D-Objekte - Drehflächen: wähle Meridian **m**, Unterteilungen 40, erzeugt die Kugelkappe **K**. **K** ist nur noch passend zu verschieben. Schiebvektor ist $(50,-50,50-z_{max})$. z_{max} wird aus der Zwischenablage mit <strg><v> ins Eingabefeld für ztrans übertragen.
- Meridian **m** und Leitkurve **v** können gelöscht werden.
- Eine Reihe von Vereinigungen (+) erzeugen schließlich den Dachkörper bzw. die Verschneidung.

VK + VZ → A, K1 + Q1 → B1, K2 + Q2 → B2,

A + B1 → C1, C1 + B2 → D

K + DZ → KDZ, KDZ + D → Dach

Mit Bearbeiten - Ändern - Kantenmerkmal können die ‚störenden‘ Mantellinien des Viertelkegels und Viertelzylinders die Eigenschaft ‚Erzeugende‘ erhalten. Sie werden dann in den Abbildungsmodi ‚nur Umriss‘ nicht dargestellt.

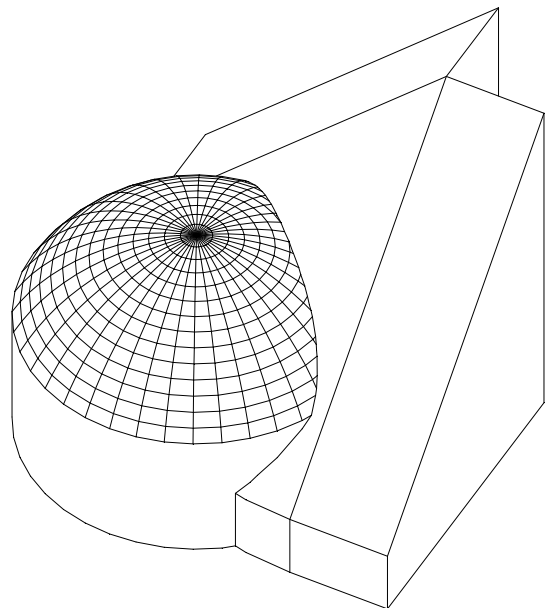
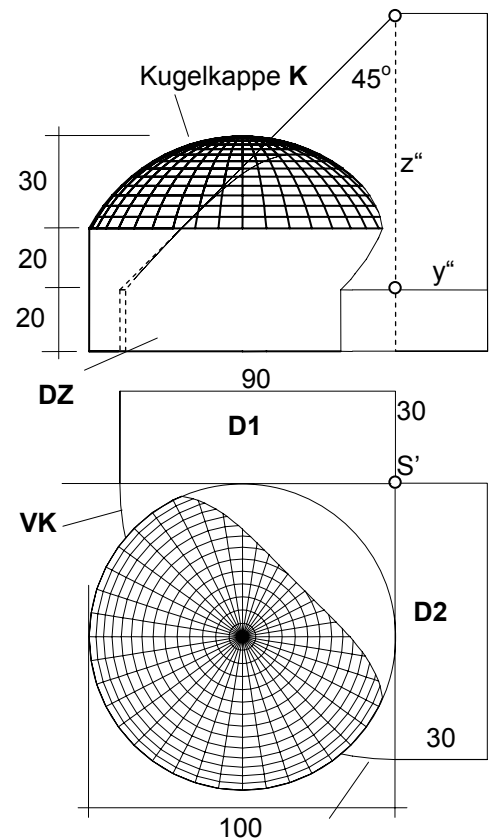


Dach, Variante

Das durch Grund- und Aufriss festgelegte Dach ist aus Grundkörpern zusammenzusetzen und letztlich die Verschneidung zu ermitteln.

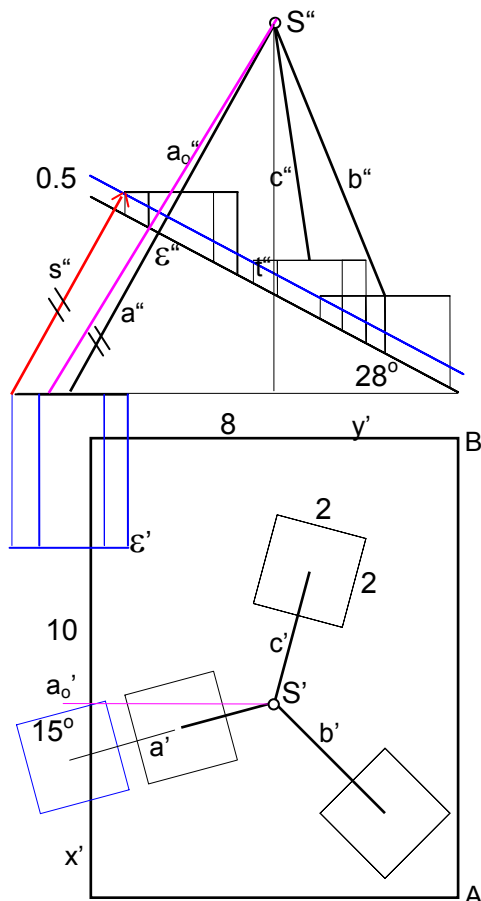
- Die Dachgrundkonstruktion ist aus einem Viertelkegel **VK** (Spitze S) und zwei Prismen **D1** und **D2** zusammengesetzt. Für die Erzeugung des Viertelkegels verwenden wir einen Drehkegel **DK**: *3D-Objekte - Drehkegel*: $r = 90$, $h = 90$.
- Unter dem Viertelkegel befindet sich ein Viertelzylinder. Zuerst erzeugen wir einen Drehzylinder **DZ**: *3D-Objekte - Drehzylinder*: $r = 90$, $h = -20$
- Wir vereinigen (*Modellieren-Vereinigung*) Kegel **DK** und Zylinder **DZ**. Mit *Modellieren - Trennen* können wir in zwei Schritten – Trennen mit $[xz]$ -Ebene ($d=0$), Trennen mit $[yz]$ -Ebene ($d=0$) den benötigten Dachteil **A** erzeugen. Die nicht mehr benötigten Objekte werden gelöscht.
- Den Dachteil **D1** erzeugen wir aus einem Quader. *3D-Objekte-Quader*: $x = -30$, $y = -90$, $z = 110$, den wir um den Vektor $(0,0,-20)$ verschieben. Anschließend führen wir in der Aufrissansicht *Modellieren-Trennen* durch, wobei wir die projizierende Trennebene durch Fangen der Punkte S und $(0,-90,0)$ und Betätigen der Eingabetaste festlegen. Der nicht benötigte Teil wird gelöscht.
- Den Dachteil **D2** erhalten wir als Kopie von **D1**, indem wir **D1** um die z-Achse um 90° drehen und anschließend um $(0,30,0)$ verschieben.
- Für den Entwurf des Erkers benötigen wir einen Drehzylinder **DZ**: $r = 50$, $h = 40$, verschieben um $(50,-50,-20)$
- Die darüber liegende Kugelkappe **K** wird als Volumenmodell benötigt und als Drehkörper erzeugt, wobei als Meridian der Bogen eines Kreissegmentes dient: *2D-Objekte - Segment*: $w = 100$, $h = 30$, *Bogen* in $[yz]$ -Ebene. Als Meridian **m** wird nur der halbe Bogen benötigt. Mit *Modellieren - trennen - [xz]-Ebene* ($d = 0$) wird der Bogen in 2 Teile zerlegt. Der Teil mit $y < 0$ wird gelöscht. *3D-Objekte - Drehflächen*: wähle Meridian **m**, *Unterteilungen*: 40, erzeugt die Kugelkappe **K**. **K** ist nur noch passend zu verschieben. Wir verschieben zuerst um $(50,-50,0)$ und können dann für die fehlende Schiebung den Schiebvektor ‚fangen‘.
- Meridian **m** kann gelöscht werden.
- Eine Reihe von Vereinigungen (+) erzeugen schließlich den Dachkörper bzw. die Verschneidung.
 $A + D1 \rightarrow C1$, $C1 + D2 \rightarrow D$
 $K + DZ \rightarrow KDZ$, $KDZ + D \rightarrow \text{Dach}$

Mit *Bearbeiten - Ändern - Kantenmerkmal* können die ‚störenden‘ Mantellinien des Viertelkegels und Viertelzylinders die Eigenschaft ‚Erzeugende‘ erhalten. Sie werden dann in den Abbildungsmodi ‚nur Umriss‘ nicht dargestellt.



Dreibein

Die Schenkel a, b und c eines Stativs – S(5/4/8), Neigungswinkel 60° – sollen gegen die Böschungsebene ε (Neigungswinkel 28°) mit Betonsockeln (Quader) so abgestützt werden, dass die Sockelkanten mindestens 0.5 m über die Ebene hinausragen. (Idee Reinhard Lamminger, CAD-Ortweinschule)



Böschungsebene als Rechteck

Rechteck in [xy] – Ebene, 10 x 10, T(0,-2,0)

Drehen um AB um 28°

Trennen mit [xz] – Ebene

Linken Teil löschen

Koordinatenachsen als Objekt hinzufügen

Strecke t = S(5,4,8), (5,4,0) erstellen

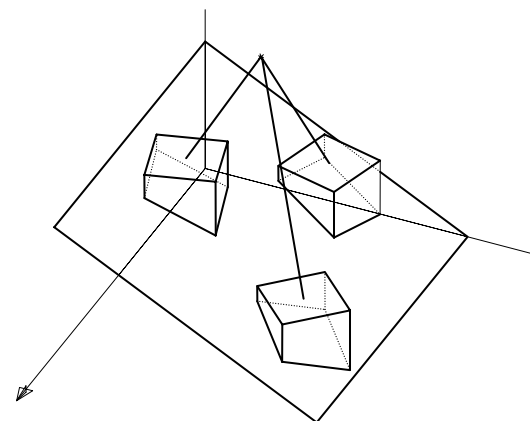
t um die 2.projizierende Achse durch S um -30° drehen, dann Schnittpunkt mit der [xy]-Ebene ermitteln, ergibt a_0 : *Bearbeiten - Konstruieren- Schnittpunkt Ebene x Gerade*.

Quader für Sockel 2 x 2 x (-4). So verschieben, dass der Mittelpunkt der Deckfläche mit dem Endpunkt von a_0 in der [xy]-Ebene zur Deckung kommt. Verwendet man bei der Wahl des Schiebvektors per Maus die Option *erw. Punktfang*, lässt sich der Mittelpunkt der oberen Deckfläche als Halbierungspunkt einer Diagonale 'fangen'. Anschließend a_0 und Quader um die erstprojizierende Achse durch S um 15° drehen, dann um 120° drehen und 2 Kopien anfertigen. Ergibt Schenkel a,b und c mit den Sockeln.

Böschungsrechteck ε um (0,0,0.5) verschieben und Kopie anfertigen.

Nun muss der am weitesten „bergwärts“ liegende Sockelpunkt soweit parallel zum jeweiligen Schenkel verschoben werden, damit er in der Parallelebene zu ε zu liegen kommt. Mit *Bearbeiten – Konstruieren – Parallele zu Gerade* zeichnen wir die gewünschte Parallele und ermitteln mit *Bearbeiten – Konstruieren – Schnittpunkt Gerade x Ebene* den Endpunkt des gesuchten Schiebvektors s für jeden Schenkel.

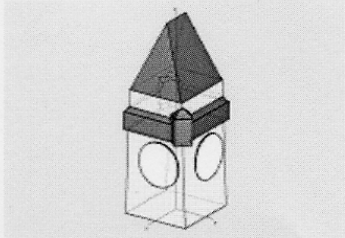
Nun noch die Sockel um die konstruierten Schiebvektoren s usw. verschieben, mit ε Trennen, Schnittpunkte der Schenkel a, b und c mit den oberen Sockelflächen konstruieren und nicht benötigte Objekte löschen.



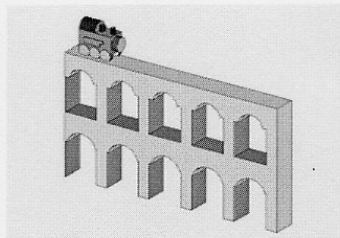
INSTITUTO AUSTRIACO GUATEMALTECO

Berühmte Bauwerke - Dibujo Geometrico

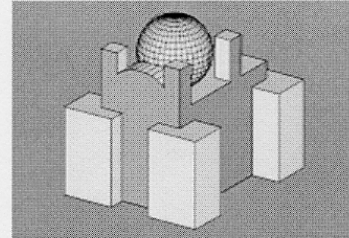
Schüler der IIB und IIA haben versucht, berühmte österreichische Bauwerke, mit dem DG-Programm GAM nachzukonstruieren. Obwohl die Schüler in der II Básico kein Vorwissen in Geometrisch Zeichnen haben, sind die Ergebnisse bestaunenswert.



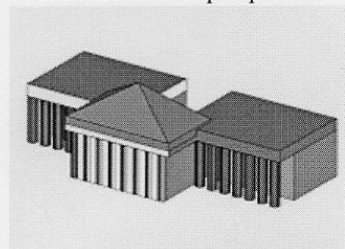
Grazer Uhrturm - Papadopolio IIA



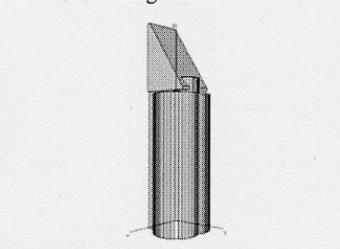
Semmeringbahn - Perez IIA



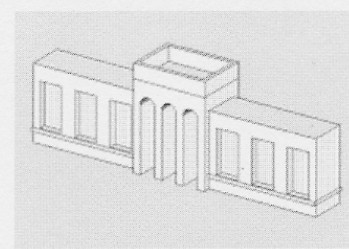
Secession Parada IIA



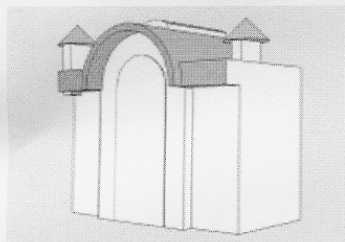
Parlament - Gomez IIA



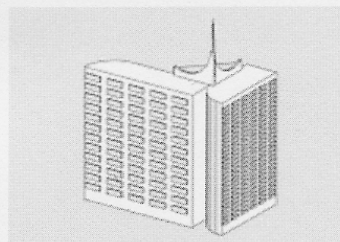
Milleniumstower Bran IIA



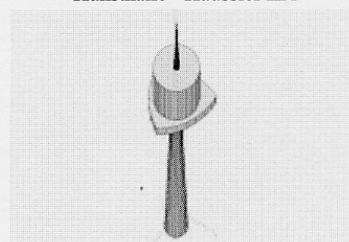
Kunsthalle - Häussler IIA



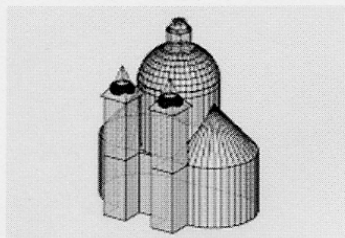
U-Bahn Karlsplatz - Pineda IIA



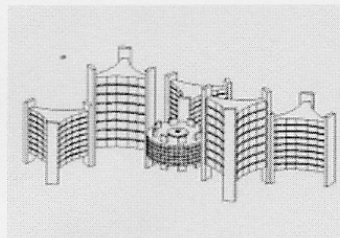
Hochhaus Neue Donau - Araujo IIA



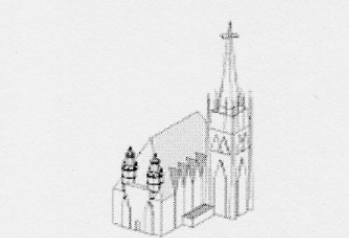
Kunsthalle - Arevalo IIA



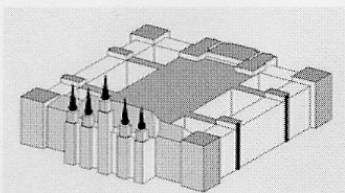
Wallfahrtskirche Christkindl - Arriola



UNO-City - Morales IIB

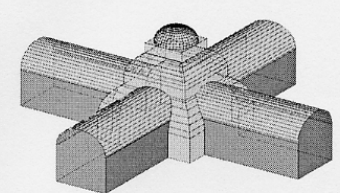


Stephansdom - Lott IIB

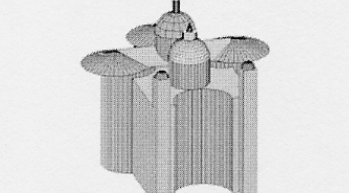


78

Wiener Rathaus - Nuñez IIB



Palmenhaus - Gonzales IIB



Salzburger Dom - Perez IIB

Auszug aus unserem Jahrbuch 2005