

Darstellende Geometrie mit Blender



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Scripts	2
1.2	User Preferences	2
1.3	Views erstellen	2
1.4	Layer	2
1.5	Snapping	3
1.6	Dokumentation	3
1.7	Shortcuts	4
2	Beispiele mit Ebenen und Geraden	4
2.1	Schnitt $E \cap g$ mit Angittern	4
2.2	Schnitt $E \cap g$ mit intersect	5
2.3	Normalebene auf Gerade (Blender ≤ 2.46)	5
2.4	Schnitt 2er Ebenen	6
2.5	Schnitt Kugel-Gerade	6
2.6	Normale auf Ebene im Schwerpunkt errichten (Blender ≥ 2.47)	7
2.7	Normale auf beliebige Ebene (Blender ≥ 2.47 !)	8
2.8	Normalebene auf Gerade errichten (Blender ≥ 2.47 !)	8
2.9	Normalebene auf beliebige Kante errichten (Blender ≥ 2.47 !)	9
3	Messen Winkel - Strecken, Flächen	9
3.1	Abstand windschiefe Ebenen	9
3.2	Geostationärer Satellit	10
3.3	Flugroute	11
4	Drehflächen	12
4.1	Visualisierung Rotation	12
4.2	Rotationskörper	13
4.3	Schraubflächen	13
5	Kegelschnitte	15
5.1	Der Doppelkegel	15
5.2	Ellipse	15
5.3	Parabel	15
5.4	Hyperbel	15
6	Modellieren mit Grundkörpern	16
6.1	Bleistiftspitze intersect	16
6.2	Bohrung	16
6.3	Metallwinkel	16
6.4	Rundhaken	16
6.5	Bohrung Union-Difference	17
6.6	Durchdringung Drehzylinder	18
6.7	Durchdringung Tetraeder - Zylinder mit Netz	18
6.8	Pleuelstange	19
6.9	Rohrkrümmer	19
6.10	Rohrfläche	19

1 Einleitung

Blender ist ein sehr mächtiges und modernes Werkzeug speziell für physikalische Animationen und Modelling vom Feinsten.

Zum Thema „Darstellende Geometrie und Blender“ hab ich so gut wie nichts im Internet gefunden, daher dieses Script. . .

Da so gut wie alles über Shortcuts funktioniert, ist einerseits die Einarbeitungsphase etwas länger, andererseits ist das ideal für präzise Anleitungen. Für Microstation wäre, was den Umfang betrifft, dieses Script wohl zum Roman geworden, denk ich . . .

1.1 Scripts

Es gibt eine Unmenge von zusätzlichen Applikationen in Form von Python Scripts.

- Du kopierst das Script in den Ordner `~/blender/scripts/`
- Mach dir eine 2. View (s. [Abschnitt. 1.3](#))
- links unten in der View: **Scripts Window**
- Beim 1. Mal: Update Menues, dann Script aussuchen - ausführen

Das Script MeasureMesh.3.py zum Messen mehrerer Kanten und andere findest du [hier](#)

1.2 User Preferences

Wichtig: Die Anleitungen gelten nur dann exakt, wenn folgende Default Settings vorgenommen werden:

- Doppelpfeil am oberen Fensterrand - pull down -
- Reiter Edit Methods -> Add new objects: **Switch to Edit Mode**

1.3 Views erstellen

Du kannst mehrere Views auf dein Blender Fenster plazieren:

- Am oberen Rand (Doppelpfeil): **Split Area**
- An jeder Trennlinie der Fenster können weitere splits gemacht werden
- mit den Ziffern am Nummernblock werden die Orthogonalen Views eingestellt:
 - 1 ... Frontview
 - 3 ... Rightview
 - 7 ... Topview
- Mit <shift> können die Views umgedreht werden
- Es genügt, die Maus über dem Fenster zu haben, wenn du die Ziffern eingibst!
<LMB> ändert die Position des 3D-Cursors!!! Du kannst mit <shift> c wieder zurück!

1.4 Layer

- Es gibt 20 Layer, die mit 1,2,3. . . (**nicht** auf dem Nummernblock) gewählt werden
- Es ist sinnvoll, die Meshes im Object Mode (<tab>) mit <shift> d zu kopieren, dann mit m <Nr> auf einen Layer zu kopieren. Die Aktionen am Layer sind dann unabhängig
- Es können alle Meshes dort beliebig verschoben und gedreht. . . werden
- Mit „select“ in der Taskleiste können durch „Select all by Layer“ alle Objekte eines Layers selektiert werden
- <shift> <Nr> toggelt die Sichtbarkeit mehrerer Layer

1.5 Snapping

Beim Snappen kann es vor Allem im „Snap to Edge Mode“ zu Problemen bei Geraden kommen (s. **Abb. 6**)
Probiere, beide der Vertices oder alternativ nur ein Ende der Geraden zu markieren (meist funktioniert nur mit *einer* der beiden Varianten)

„Snap to Edge Mode“ funktioniert nur, wenn die Geraden ihr Zentrum im Mittelpunkt haben (**Center New**)

1.6 Dokumentation

gibts tonnenweise im Internet. Vor allem reichhaltiges Angebot an Video-Tutorials.

Ein sehr gutes Tutorial ist in 2 Teilen unter

<http://www.blender.org/documentation/html/>

<http://www.blender.org/documentation/html/>

nachzulesen

1.7 Shortcuts

Short	Long	Erklärung
LMB	set Cursor	3D-Cursor setzen
ctrl LMB	set Vertex	Vertex setzen
RMB	select	auswählen eines Objekts oder Punkts
shift RMB	+ select	zusätzlich auswählen
MMB	perspective	Perspektive ändern
shift MMB	move View	View verschieben
TAB	mode	Object <-> Edit Mode /toggle
shift TAB	snap mode	align Rotation with snapping target
ctrl TAB	select mode	select Vertices/Edges/Faces
a	all	alles selektieren/toggle
b	select vertices	maske zum Selektieren von Punkten ziehen
2x b	select vertices	Rundmaske zum Selektieren (Mausrad zum skalieren)
shift c	cursor retour	Setzt den Cursor wieder zurück
alt c	convert	convert to Mesh
shift d	duplicate	kopieren von selektierten Punkten/Objekten
alt d	duplicate & link	Link von selektierten Punkten/Objekten erzeugen
f	fill	Punkte verbinden/ 3 Punkte zu Ebenen machen
g	grab	verschieben von Objekten und Punkten
i	insert key	insert frames into IPO-Curve
alt i	delete key	delete frames from IPO-Curve
ctrl i	invert selection	Auswahl umkehren
ctrl j	join	join selected Meshes
k	loop cut	Edges einfügen
l	select local	zusammenhängende Flächen markieren (1 Vertex selected)
ctrl l	copy to scene	link objects to another scene
m	move	move Objects to Layer
n	numer	Koordinaten von Punkten editieren
p	separate	unlink Objects
shift p	preview	Render Vorschau
ctrl p	parent	2 Objekte aneinander binden
alt p	parent	Bindung lösen
r	rotate	rotieren in aktueller view-Ebene
r x [y,z]	rotate x [y,z]	rotieren um globale x oder y oder z-Achse
r xx [yy,zz]	rotate x [y,z]	rotieren um lokale x oder y oder z-Achse
2x r	rotate	rotieren um bel. Achse
ctrl r	repeat cut	mehrere Edges einfügen
s	scale	skalieren Objekte und Punkte
s x [y,z]	scale x [y,z]	skalieren nach globaler Achse
s xx [yy,zz]	scale x [y,z]	skalieren nach lokaler Achse
shift s	snap	Cursor zum Objekt oder umgekehrt bewegen
v	rip	Kanten auftrennen
w (edit mode)	specials	subdivide, set smooth, remove doubles
w (obj mode)	boolean	union,intersect,difference
x	erase	Vertices/Edges/Faces/Meshes löschen
y	yield	Vertices verdoppeln
z	shading mode	Darstellungsmodus von Objekten toggeln
ctrl z	zurück	Aktion rückgängig machen (geht nicht immer)

Für g, s, r können die Werte numerisch eingegeben werden -

Bsp.: r x 34 (dreht 34° um die x-Achse)

In der Topview: (<7> am Nummernblock)

2 Beispiele mit Ebenen und Geraden

2.1 Schnitt $E \cap g$ mit Angittern

$$\text{Ebene } E : A \begin{pmatrix} 6 \\ 8 \\ -2 \end{pmatrix} \quad B \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix} \quad C \begin{pmatrix} 0 \\ -4 \\ 7 \end{pmatrix} \quad , g : I \begin{pmatrix} -5 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad II \begin{pmatrix} 8 \\ -2 \\ -4 \end{pmatrix}$$

Konstruktion Ebene E :

- <space> Add Mesh Plane All
- <ctrl> <LMB> , dann <n> - Eingabe der Koordinaten von A

- wiederhole obiges für B und C
- Markiere A,B und C mit <shift> <RMB> , dann <f> zum Füllen. Das ergibt die Ebene
- ev. mit <z> in den Wireframe-Mode toggeln

Konstruktion Gerade g :

- mit <tab> in den Object-mode
- <space> Add Mesh Plane All
- <ctrl> <LMB> , dann <n> - Eingabe der Koordinaten von I
- Das Selbe für II

Angittern:

1. in der Topview:

- <tab> , dann <shift><RMB> auf Ebene E , wieder <tab>
- $\overline{AC}$ markieren: <RMB> auf A , <shift><RMB> auf C
- <ctrl><d> <s> dann Mouse bewegen, bis Gerade mit gelbem Punkt erreicht ist , <LMB> zum Fixieren -> H_1
- 2. gelben Punkt mit <RMB> Vertices löschen
- Das Selbe für $\overline{BC}$ -> H_2
- $\overline{H_1H_2}$ markieren: <RMB> auf A , <shift><RMB> auf C , verbinden: <f>

2. in der Frontview: (<1> auf Nummernblock)

- <tab> <RMB> auf Gerade g <tab>
- Gerade verlängern: markieren der Endpunkte: <RMB> auf I , <shift><RMB> auf II, dann <s>
- <tab> <RMB> auf Ebene E <tab>
- $\overline{H_1H_2}$ markieren(wenn nicht schon markiert): <RMB> auf A , <shift><RMB> auf C
- <shift><d> <s> einen der gelben Punkte mit g zur Deckung bringen , <LMB> zum Fixieren -> S
- ev. 2. gelben Punkt löschen: <shift><RMB> auf 2. gelben Punkt , dann Vertices

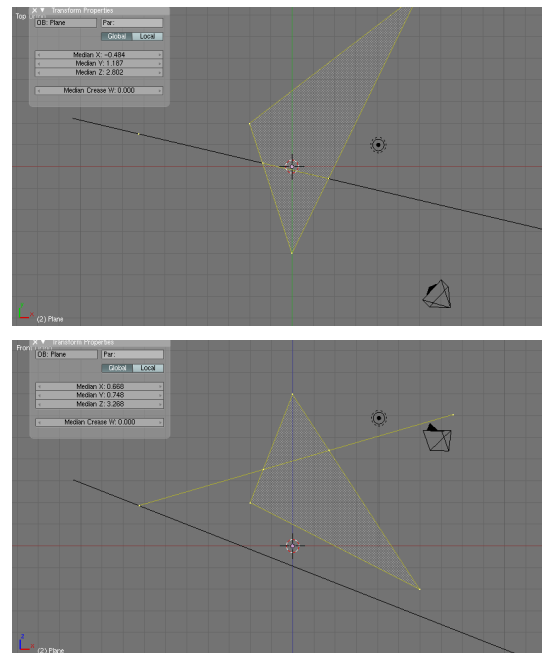


Abb. 2:

2.2 Schnitt $E \cap g$ mit intersect

- Ebene und Gerade wie oben errichten
- Gerade auswählen im Editmode mit <RMB>, wenn nicht schon ausgewählt
- a : beide Punkte selektieren, dann <ctrl><LMB> auf bel. Punkt außerhalb von g
- s 0 <enter> ,w Remove Doubles <tab>(Hilfsebene H)
- E und H im Editmode (<tab> a alle Punkte selektieren) mit s skalieren, bis sie schneiden
- <tab> <RMB> auf E , <shift><RMB> auf H , dann w Intersect
- <RMB>, bis Pane.002 erscheint, <tab>, <RMB> auf Schnittpunkt S
- <shift> s Cursor->Selection, <tab> x erase all
- <tab> <RMB> auf Hilfspunkt von H , x Vertices, nochmals dasselbe
- <tab><RMB> auf Ebene, <tab> a, <ctrl><LMB> irgendwo, dann <shift> s Selection -> Cursor ... voila

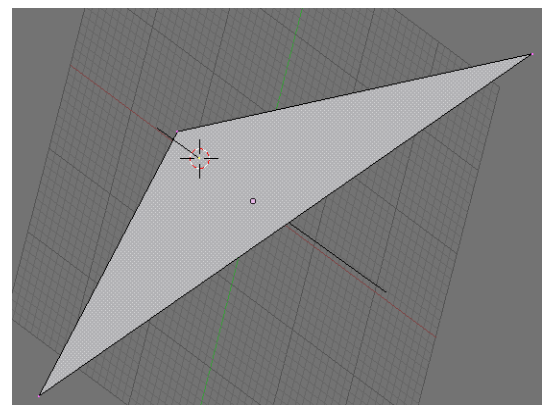


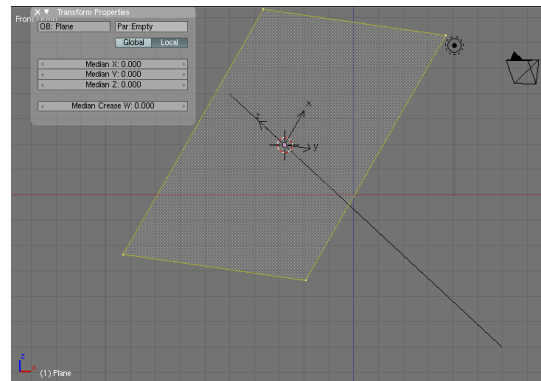
Abb. 3:

2.3 Normalebene auf Gerade (Blender ≤ 2.46)

$g : I \begin{pmatrix} -5 \\ 4 \\ 4 \end{pmatrix} \quad II \begin{pmatrix} 6 \\ -6 \\ -6 \end{pmatrix}$ in $P \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ 2 \end{pmatrix}$ erstellen:

1. in der Topview:

- <space> Add Empty , unten: Size auf 10
- <space> Add Mesh Plane , <tab>
- Plane mit Empty verbinden: <shift><RMB> auf Empty, dann <ctrl><p> Make parent
- <tab> , dann <space> Add Mesh Plane All
- <ctrl> <LMB> , dann <n> - Eingabe der Koordinaten von **I**
- Das Selbe für II
- <shift><s> Cursor to Selection
- <tab> , <shift><RMB> auf Empty
- <shift><s> Selection to Cursor
- <MMB> ziehen , dann <r> , mit Maus z-Achse auf Gerade ausrichten
- Obiges wiederholen, bis z-Achse ausgerichtet ist (Feinausrtg mit <shift><MMB>)



2. in der Frontview (<1> auf Nummernblock):

- <z> toggeln in Wireframe
- <tab>, <RMB> auf ein Ende von g , <shift><RMB> auf anderes Ende (wo Cursor steht)
- <shift><d> <s> ,dann einen gelben Punkt auf die Höhe $z=2$ schieben, mit <LMB> fixieren -> H_1
- <RMB> auf H_1 , <shift><s> Cursor to Selection
- <tab> ,<RMB> auf Empty, dann <shift><s> Selection to Cursor, unten Size auf 2 (oder so)
- <RMB> auf die Normalebene, mit <s> größer scalen, <LMB> fixieren, mit <z> in Shaded Mode toggeln

2.4 Schnitt 2er Ebenen

$$E_1 : A \begin{pmatrix} -10 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \quad B \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ -5 \end{pmatrix} \quad C \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$E_2 : D \begin{pmatrix} -3 \\ 7 \\ -2 \end{pmatrix} \quad E \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix} \quad F \begin{pmatrix} -9 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}$$

- <space> Add Mesh Plane All
- <ctrl> <LMB> , dann <n> - Eingabe der Koordinaten von A
- wiederhole obiges für B und C
- 2x <a> ,dann <f>
- <tab>, dann E_2 wie oben aufbauen
- <tab> , dann beide Ebenen markieren: <RMB> auf E_1 , <shift><RMB> auf E_2
- <w> intersect : mit <z> ev. Viewport Mode wechseln , <RMB> auf die Schnittgerade, <tab>
- Man sieht jetzt die Schnittgerade samt Endpunkten
- Schnittgerade verlängern: <RMB auf Endpunkt, <shift><RMB> auf 2. Endpunkt, dann <shift><d> <s> Maus ziehen, <LMB>

2.5 Schnitt Kugel-Gerade

$$\text{Kugel: } r = 3 \quad M \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix} \quad g : I \begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix} \quad II \begin{pmatrix} 7 \\ 6 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Am Besten, du machst dir 3 Fenster mit 3 verschiedenen Views (s. 1.3)
Topview(Nummernblock 7):

- Positionieren des Cursors auf M mit <LMB> in allen 3 Views, dann <shift> s Cursor->Grid
- <space> Add Mesh UVsphere(Segm:32,Rings:32,Radius:3) <tab>
- <LMB> außerhalb Kugel, <space> Add Mesh Plane
- <RMB> auf 1 Vertex x Vertices <RMB> auf bel. Vertex
- n Eingabe von I , dasselbe für II (wichtig: Global wählen!!!)
- <RMB> auf 3. Vertex, g außerhalb von g <LMB>, aa f <tab> (Das ergibt eine Hilfsebene H)

Die Sache ist etwas heikel jetzt, weil man vor lauter Bäumen den Wald kaum sieht:

- <shift><RMB> auf Kugel, w intersect, m 2
- <RMB> auf Plane.001, <ctrl><tab> :Edges, <RMB> auf Schnittgerade (ev. z)
- <ctrl><tab>: Vertices, dann einen der 2 Vertices mit <RMB> auswählen
- <shift>s Cursor->Selection, <tab> 2



Abb. 4:

- Wir setzen auf *g* einen neuen Punkt, eben den *einen* Schnittpunkt:
<RMB> auf die Hilfsebene *H*, <RMB> auf bel. Punkt, y Split, <shift> s Selection->Cursor
- Zurück auf Layer1: <tab> 1
- <RMB> auf Plane.001 ... (die letzten 4 Schritte wiederholen für den 2. Punkt)
Es sind dann die Schnittpunkte auf *g*! der 3. Punkt kann nun auf Layer 1 wieder gelöscht werden:

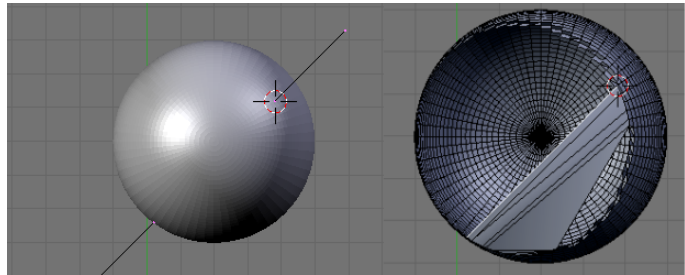


Abb. 5:

- <RMB> auf 3. Punkt von *H*, x Vertices
Die Hilfskonstruktion liegt nun auf Layer 1, Kugel und Gerade auf Layer 2

2.6 Normale auf Ebene im Schwerpunkt errichten (Blender ≥ 2.47)

$$E : A \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad B \begin{pmatrix} 4 \\ -3 \\ 5 \end{pmatrix} \quad C \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix}$$

In der Topview: (<7> am Nummernblock)

- Ebene erstellen (s. Bsp 2.1)
- <tab> <space> Add Mesh Plane All
- <ctrl><LMB> 2x auf beliebige Punkte , a a <tab>
- <F9> Center new im Button Window unten
- <shift> s Cursor -> Selection
- <space> Add Empty, im Button Window unten Arrow Size vergrößern
- Snapping auf Kante einstellen:
 - <LMB> unten rechts auf das Hufeisen: *Snap while ctrl is held during transform*
 - <LMB> unten rechts re. neben dem Hufeisen: *Align rotation with the snapping target*
 - Snapping mode: Snap Element: **Edge**
 - Snap Target Mode: Snap Mode: **Center**
- Maus über Ursprung von Empty: g <ctrl> , dann führe das Empty entlang der Geraden, bis es mit der z-Achse einschnappt, <LMB>
- <shift> s Selection -> Cursor
- <RMB> auf Gerade, dann <shift><RMB> auf Empty, dann <ctrl> p : make parent
- Snapping auf Face einstellen:
 - Snapping mode: Snap Element: **Face**
- <RMB> auf Ebene, <tab> alle Vertices selectieren (a, ev. 2x a)
- <shift> s Cursor -> Selection (Cursor ist im Schwerpunkt!)
- <tab> <RMB> auf Empty , Maus über Ursprung von Empty, g <ctrl>, Maus über Ebene, bis Empty einschnappt, <LMB>
- <shift> s Selection -> Cursor - fertig

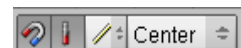


Abb. 6:

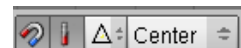


Abb. 7:

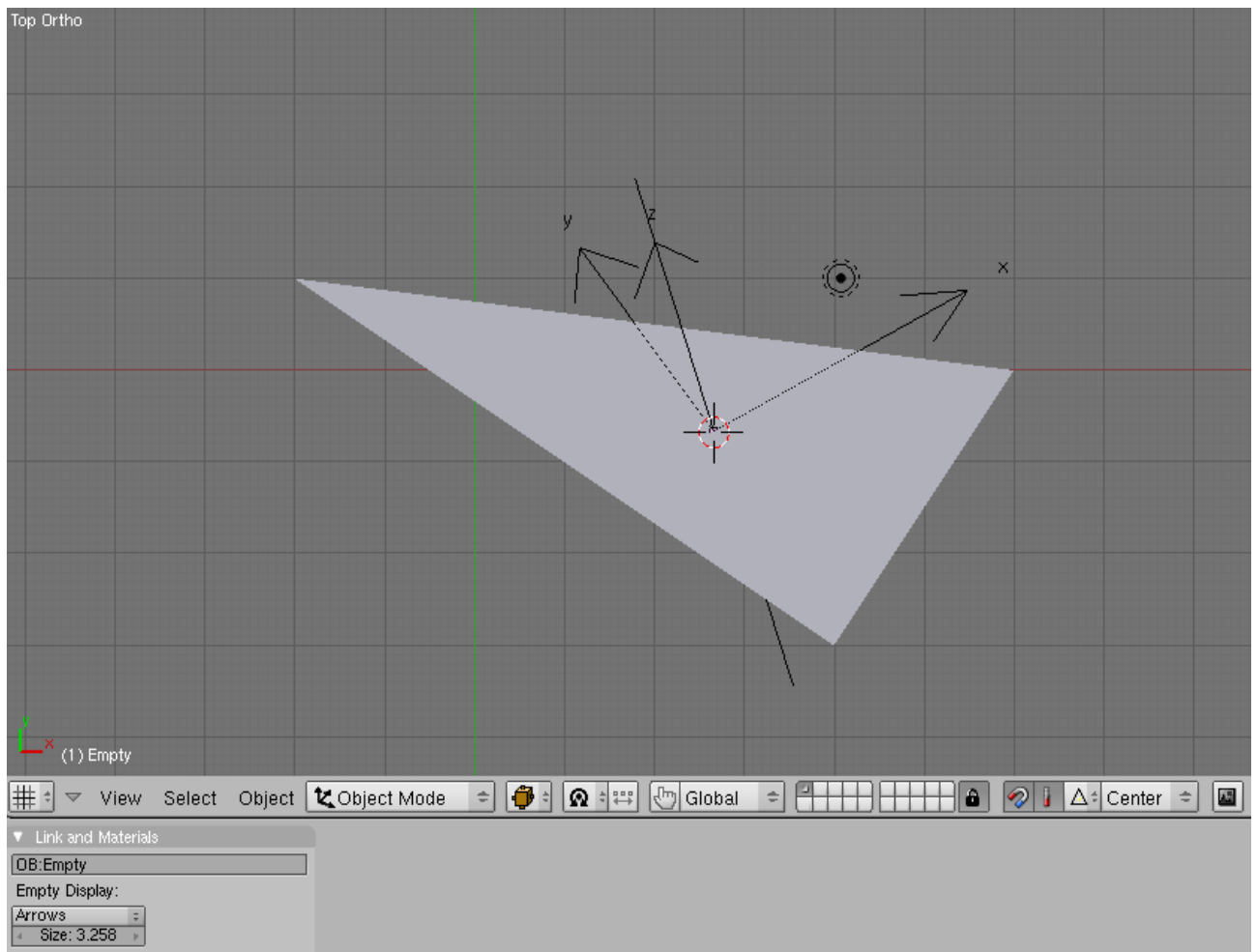


Abb. 8:

2.7 Normale auf beliebige Ebene (Blender $\geq$ 2.47!)

Topview(Nummernblock 7):

- <space> Add Mesh Icosphere <tab> g x -2 <enter>
- <space> Add Mesh Plane <RMB> auf ein Vertex,<shift><RMB> auf diagonales Vertex, x Vertices
- a f s verlängern <tab>
- Snapping auf Kante einstellen (s. Abb. 6)
- <RMB> auf Empty, Maus über Ursprung von Empty, g <ctrl> - Mause entlang Gerade, bis z-Achse einschnappt -
-
- <space> Add Empty, <RMB> auf Gerade, <shift><RMB> auf Empty, <ctrl> p: make parent
- Snapping auf Face umstellen (s. Abb. 2.6)
- <RMB> auf Empty, g ,dann über die Kugel gleiten und <ctrl> : z-Achse snappt mit der Flächennormalen!

2.8 Normalebene auf Gerade errichten (Blender $\geq$ 2.47!)

$$g : I \begin{pmatrix} -5 \\ -4 \\ 6 \end{pmatrix} \quad II \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 9 \end{pmatrix}$$

In der Topview: (<7> am Nummernblock)

- <space> Add PLane <RMB> auf ein Vertex,<shift><RMB> auf Vertex diagonal gegenüber x Vertices
- a f s verlängern <tab>
- <space> Add Plane <tab>, <space> Add Empty,<F9>, im Button Window unten: Arrow Size vergrößern
- <RMB> auf Ebene, <shift><RMB> auf Empty, <ctrl> p: make parent
- Snapping auf Kante einstellen (s. Abb. 6)
- <RMB> auf Empty, Maus über Ursprung von Empty, g <ctrl> - Mause entlang Gerade, bis z-Achse einschnappt - fertig

2.9 Normalebene auf beliebige Kante errichten (Blender ≥ 2.47 !)

- `<space>` Add Plane `<tab>`, `<space>` Add Empty,`<F9>`, im Button Window unten: Arrow Size vergrößern
- `<RMB>` auf Ebene, `<shift><RMB>` auf Empty, `<ctrl>` p: make parent
- Snapping auf Kante einstellen (s. Abb. 6)
Die Kante muss durch ein neues Kantenobjekt überdeckt werden:
- `<space>` Add Plane x all, `<ctrl><LMB>` irgendwo 2x (N_1, N_2)
Der letzte Punkt wird an den Punkt A der Kante gesetzt:
- `<tab>` `<RMB>` auf Objekt mit der Kante, `<RMB>` auf A , `<shift>` s Cursor->Selection `<tab>` `<RMB>` auf N_1 , `<shift>` s Selection->Cursor
- Dasselbe für B und N_2 , dann `<tab>`, `<F9>` im Button Window: Center new
- Wenn du jetzt das Empty markierst (`<RMB>`) und mit g `<ctrl>` über die Kante gehst, wird sie mit z-Achse snappen!
Die Normalebene kann nun mit s vergrößert werden

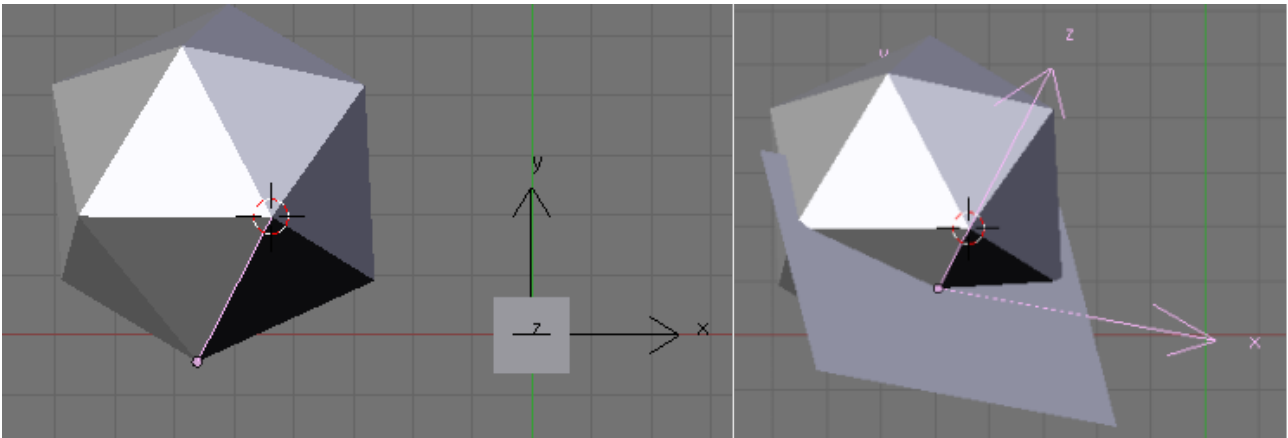


Abb. 9:

3 Messen Winkel - Strecken, Flächen

Grundsätzlich kann mit `<F9>`: Mesh Tools More im Button Window jedes Dreieck vermessen werden, das ein Face hat
Markiere 3 Vertices, dann f (füllt das Dreieck zu einem Face)
Nicht vergessen: Die Messung muss global erfolgen: **n Global**

3.1 Abstand windschiefe Ebenen

$$g : A \begin{pmatrix} 6 \\ -5 \\ 4 \end{pmatrix} \quad B \begin{pmatrix} -4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \quad h : C \begin{pmatrix} 7 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \quad D \begin{pmatrix} -4 \\ -5 \\ -6 \end{pmatrix}$$

Frontview(Nummernblock 1):

- `<space>` Add Plane `<RMB>` auf ein Vertex,`<shift><RMB>` auf diagonales Vertex, x Vertices, a f
- `<RMB>` auf ein Vertex, n Eingabe der Koordinaten,dasselbe für anderes Vertex `<tab>` `<F9>`
- im Button Window:Center New -
- `<tab>` Dasselbe für Gerade h
- Normalebenen auf beide Geraden (s. 2.9)
- `<RMB>` auf N_g , `<shift>` s Cursor->Selection, `<RMB>` auf N_h , `<shift>` s Selection->Cursor
 $N_h \cap h$:
- wir kopieren N_h und h auf Layer 2:
`<RMB>` auf N_h , `<shift><RMB>` auf h , `<shift d <enter>`, m 2
- 2(nicht Nummernblock), Schnitt $E \cap h$ s. 2.2
- auf Layer 2: setze den Cursor auf Schnittpunkt mit `<shift>` s
- auf Layer 1: markieren Ende von h , y Split, `<shift>` s Selection->Cursor
- `<RMB>` auf g , `<shift>` Cursor->Selection, `<RMB>` auf h -`<tab>`
- auf g ist noch der Endpunkt der kürzesten Verbindung ausgewählt, also

- <LMB> irgendwo, dann <shift> s Selection-> Cursor, <shift><RMB> auf anderen Endpunkt
- Das ist jetzt der kürzeste Abstand
- Messen:
<F9> im Button >Window unten: Mesh Tools More: Edge Length (Ergebnis:4.523)
Wichtig: n Global - die Messung muss im global Mode passieren, um zu stimmen

Beachte:

oft ist der Shading Mode so eingestellt, dass man hinter der Oberfläche die Vertices nicht sieht oder umgekehrt

Die Taste „z“ ändert in Kombination mit <tab> den Shading Mode

Du kannst das auch in der Taskleiste „Viewport Shading“ ändern

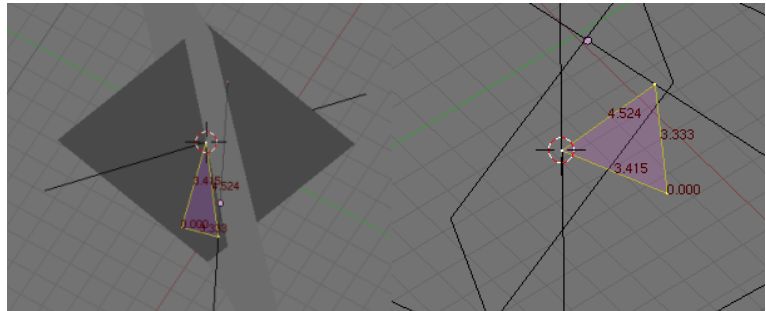


Abb. 10:

3.2 Geostationärer Satellit

Ein geostationärer Satellit liegt auf 28,5° östl. Länge. Er soll von Waidhofen aus eingestellt werden.

1. Wie weit muss der Spiegel aus südl. Richtung horizontal geschwenkt werden ?
2. Wie weit muss der Spiegel nach oben (vertikal) geschwenkt werden ?

textbfin der Frontview: (<1> auf Nummernblock)

- <space> Add Mesh Plane
- <tab>, r y 90 <enter>, g x 6.37
- . r y -48.8 <enter>, r z 15.3 <enter>
(der Punkt stellt den Cursor als Rotationszentrum!)
- <F7> unten axis klicken
- <tab> w Subdivide
- <tab>, <shift> d r y y -90
(, stellt Rotationszentrum wieder auf Objekt)
- <space> Add Mesh Plane All
- <ctrl> <LMB>, dann <n> : 42.3/0/0 <enter>
- r z 28.5

Hier finden Sie sofort Ihren Satelliten!

Satellit:	Sat-Position:	28.5
Eutelsat/Eurobird	Längengrad:	15.30
	Breitengrad:	48.80
Ort:	Azimet:	163
Waidhofen	Elevation:	32.6
Winkleingaben:	Minuten	☐
	dezimal	☒
copyright: Löblein	neu	OK

Abb. 11:

- <shift> s Cursor -> Selection
- <tab> <RMB> auf Normalebene <tab>
- <RMB>, shift <RMB> auf Endpunkte der Normalebene
- <ctrl> LMB irgendwo, dann <shift> s Selection -> Cursor
- alle 3 Punkte der neuen Ebene mit <shift> <RMB> selektieren, dann f
- <tab> <RMB> auf andere Ebene, s vergrößern mit Maus <enter>
- <shift><RMB> auf Normalebene, w Intersect
- <shift> <RMB> auf neue Schnittlinien (ev. z, um diese zu sehen)
- <ctrl> j join selected meshes <tab>
- Jetzt sollten alle Punkte vorhanden sein! Fehlt noch die Sichtverbindung zum Satellit:
<RMB> auf Standpunkt, <shift> <RMB> auf Satellit, dann f
- Nun <F9> und unten Mesh Tools More: **Edge Angles**. Wenn man nun die beiden Winkeldreiecke mit <RMB> bzw <shift> <RMB> einzeln markiert und f drückt, werden sie zu Flächen.
- alle Eckpunkte der 2 Dreiecke markieren, dann werden die Winkel eingezeichnet und bemessen!

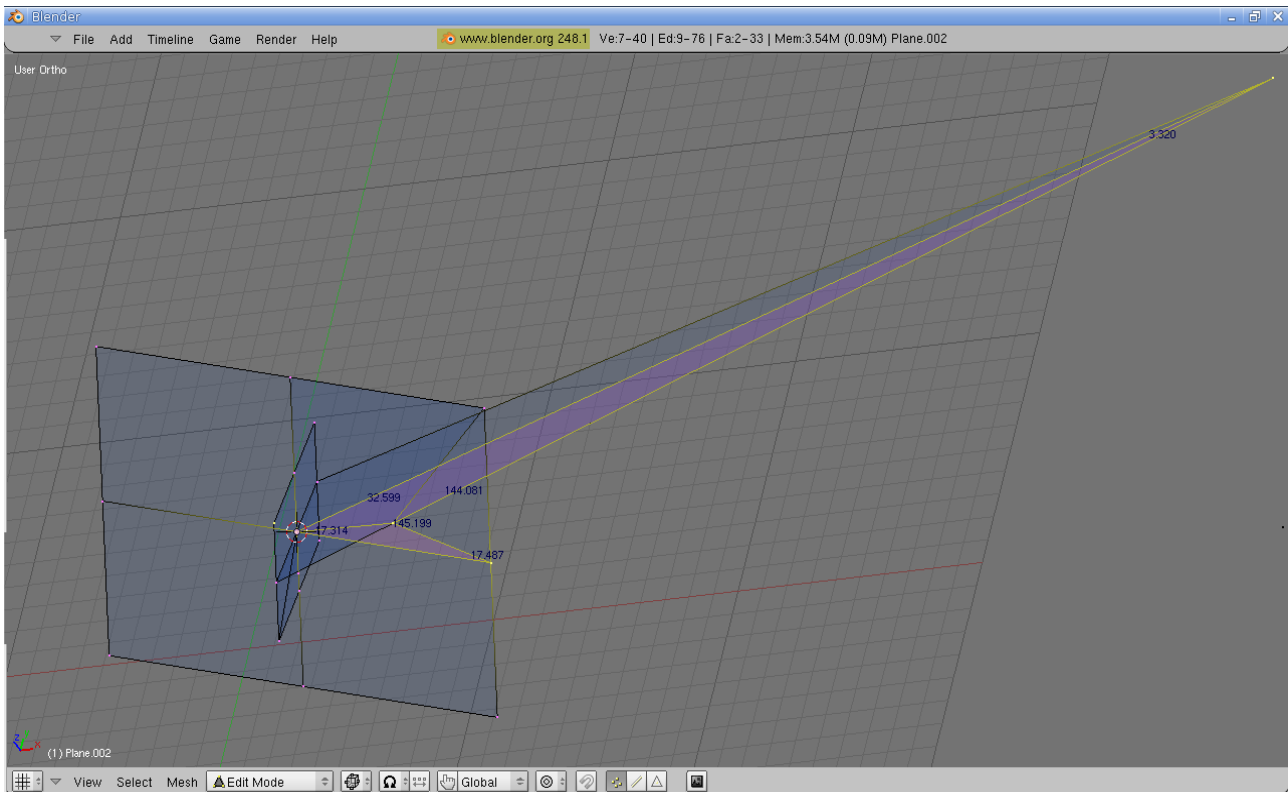


Abb. 12:

3.3 Flugroute

Frontview(Nummernblock 1):

1. Konstruiere die kürzeste Flugroute von Wien(16, 4° L; 48, 2° n B) nach Sydney(151, 1° L; 33, 9° s B)

- <space> Add Empty , r z 16.4 <enter>, r y y -48.2 <enter> ,
- Dasselbe für Sydney
- <space> Add Mesh Plane <MMB> drehen, <RMB> auf 1 Vertex, x Vertices
- <RMB> auf 1 Vertex,<shift> s Selection->Cursor, <tab>
- <RMB> auf ein Empty,<shift> s Cursor->Selection
- <RMB> auf Plane <tab>, <RMB> auf ein Vertex, <shift> s Selection->Cursor <tab>
- <RMB> auf anderes Empty,<shift> s Cursor -> Selection
- <RMB> auf Plane <tab>, <RMB> auf ein Vertex, <shift> s Selection->Cursor <tab>
- a a f, 1 auf Nummernblock <tab>
- <shift>s Selection->Cursor, <space> Add Empty
- Snapping auf Face einstellen (s. Abb. 2.6), g <ctrl>Empty an Plane snappen
- <shift> s Selection->Cursor, <F9> im Button Window unten: Arrow Size vergrößern
- <space> Add Mesh Circle(Vertices:200,Radius:6.37) <tab>

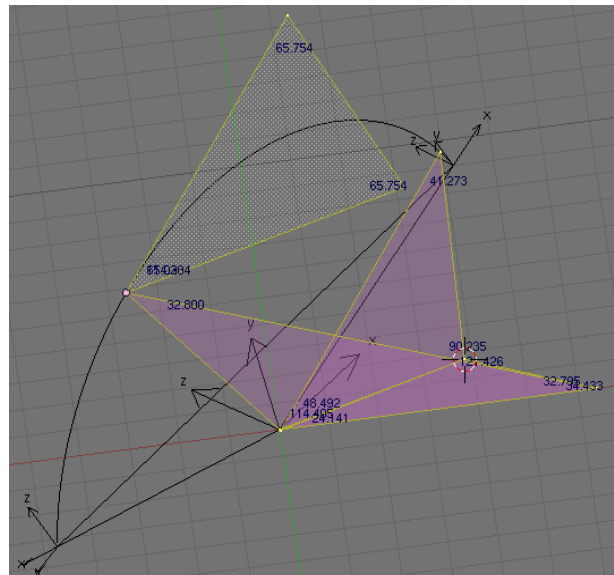


Abb. 13:

- <shift><RMB> auf letztes Empty, <ctrl> c: Rotation
 - <RMB> auf Circle <tab> a
 - Mit b b alle Vertices im rechten Teibogen markieren, x Vertices (man kann mit <RMB> unterbrechen und mit bb die Markierung wieder aufnehmen, zwischendurch mit <MMB> oder <shift><MMB> zoomen/verschieben), dann <tab>
- Das Script zur berechnung mehrerer Kanten ist nicht im Umfang von Blender enthalten ()

- Splitte dein Fenster in 2 Teile (s. **Abschnitt. 1.3**)
- Im 2. Fenster li unten: Scripts Window - Scripts - Wizards: Measure Mesh
- settings: Edge length/Global/Total - dann Measure - ergibt 15.8

2. Wo und unter welchem Winkel wird der Äquator überquert?

- <tab>, 1 am Nummernblock, <MMB> zoom, am Äquator(roter Linie) ev. die 2 Vertices markieren, w Subdivide , <RMB> auf mittleres Vertex, <shift> s Cursor ->Selection <tab>
- <space> Add Plane <RMB> auf ein Vertex,<shift> <RMB> auf diagonales Vertex, x Vertices, a f
- <RMB> auf 1 Vertex, <shift> s Selection ->Cursor, <RMB> auf anderes Vertex <tab>
- <RMB> auf Empty im Ursprung, <shift> s Cursor ->Selection
- <RMB> auf Plane.001 <tab>, <shift> s Selection->Cursor
- <LMB> irgendwo, n (x:6.37,y:0,z:0), a a f , <F9> im Button Window: Edge Angles, ergibt 114.4°
Tangenten an Großkreis und Äquator im Äquatorpunkt A:
- <RMB> auf Ursprung, <shift><RMB> auf A, <shift> d <enter> p :selected <tab>
- <RMB> auf Plane.002 (das ist die neu erstellte Gerade), <shift><RMB> auf Plane.001, <ctrl> c :Rotation
- <RMB> auf Plane.002 , r z z 90 (Tangente an Äquator)

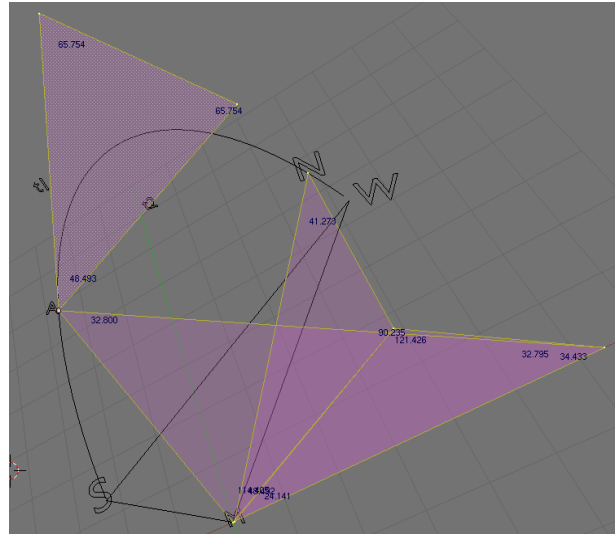


Abb. 14:

- <RMB> auf Plane.001 <tab> , <RMB> auf Ursprung, <shift><RMB> auf A, <shift> d <enter> p:selected <tab>
- <RMB> auf Plane.003 (das ist die neu erstellte Gerade), <shift><RMB> auf Empty im Ursprung, <ctrl> c :Rotation
- <RMB> auf Plane.003, r z z 90 (Tangente an Großkreis)
- <shift><RMB> auf <Plane.002, <ctrl> j :join selected Meshes <tab> f (ergibt 48.493°)

3. Wo liegt der nördlichste Punkt der Flugroute?

- Nicht in Wien: Wir drehen $\overline{MA}$ um 90° in Rtg. Nord:
- <RMB> auf Plane.001 <tab> , <RMB> auf Ursprung, <shift> <RMB> auf A, <shift> d <enter> p:selected <tab>
- <RMB> auf Plane.004, <shift><RMB> auf Empty im Ursprung,<ctrl> c:Rotation
- <RMB> auf Plane.004, <F9> im Button Window: Center Cursor , r zz -90 <tab>
- <RMB> auf oberes Vertex, e z -6, a a f <tab> m 3
- Auf Layer 3: 3 ,<space> Add Mesh Plane s 6 <tab>
- <shift><RMB> auf Dreieck, w intersect, <RMB> auf neue Plane <tab>
- <RMB> auf Schnittpunkt, <shift> s Cursor ->Selection <tab>
- Layer 1: 1, <RMB> auf Plane.004 <tab>, <RMB> auf ein Vertex, y:split, <shift> s Selection->Cursor
- <shift><RMB> auf Ursprung f <tab>
- <shift><RMB> auf Plane.001, <ctrl> j:join selected Meshes <tab>
- Nun alle Eckpunkte der beiden Meßdreiecke markieren und im Button Window: Edge Angles
Ergebnis: $24, 1^\circ$ $48, 492^\circ$
Wenn das noch nicht klappt: jedes Dreieck einzeln markieren , dann f

4 Drehflächen

4.1 Visualisierung Rotation

Der Punkt $P \begin{pmatrix} 5 \\ -4 \\ 3 \end{pmatrix}$ rotiert um $g : I : \begin{pmatrix} 4 \\ 8 \\ 2 \end{pmatrix}$ $II : \begin{pmatrix} 16 \\ -8 \\ 18 \end{pmatrix}$. Visualisiere die Bahn mittels Torus, Zylinder, Kugel
Topview(Nummernblock 7):

- <space> Add Mesh Plane <RMB> auf ein Vertex,<shift><RMB> auf diagonales Vertex, x Vertices
- <RMB> auf Vertex, n Koordinaten für I , dasselbe für anderes Vertex : II
- a <ctrl><LMB> dasselbe für P , <shift> s Cursor->Selection, <tab>
- <F9> im Button Window: Center New
- <space> Add Mesh Plane <tab>, <space> Add Empty
- <RMB> auf Plane, <shift><RMB> auf Empty, <ctrl> p:make Parent
- Snap to Edge Mode (s. Abb. 6), g <ctrl> über g , bis z-Achse snappt
- <shift> s Selection->Cursor, <RMB> auf Ebene, <shift><RMB> auf g ,<shift> d <enter>, m 2, 2
- Auf Layer 2: schneide $E \cap g$ (s.Abschnitt. 2.2)
- <RMB> auf Schnittpunkt, <shift> s Cursor->Selection, 1
- <RMB> auf g , <tab> <RMB> auf Endpunkt von g , y:split, <shift> s Selection->Cursor
- <RMB> auf Mittelpunkt Ebene, f (das ist der Radius)
- <F9> Button Window unten: Edge Length(das macht 8.498), <tab>
- <space> Add Torus(Major:8.498,Minor:.05), <tab>
- <shift> <RMB> auf Empty, <ctrl> c: Rotation
- <space> Add Mesh Cylinder(Vertices:12,Radius:.05,Depth:30), <tab>
- <shift><RMB> auf Empty, <ctrl> c:Rotation
- <RMB> auf Empty, <shift> s Cursor->Selection, <space> Add Mesh Icosphere <tab>, s .3
- Radius, Ebene, Empty markieren, m 2
- ev. noch Farbe: <F5> Add new...

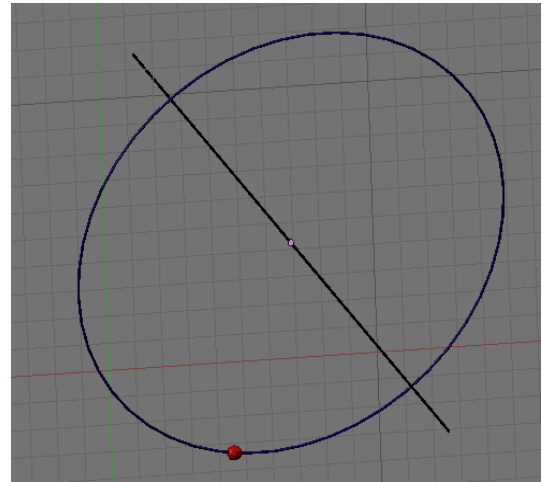


Abb. 15:

4.2 Rotationskörper

1. Polygon als Profil

In der Frontview: (<1> am Nummernblock)

- <space> Add Mesh Plane x all
- <ctrl><LMB> : neben abgebildetes Profil erstellen, dann a

In der Topview: (<7> am Nummernblock)

- <F9> Button Window unten: Reiter Mesh Tools: Unter Spin: Deg 360° Steps: 32 Turns:1
- <LMB> auf **Spin**, bei mehr als 1 Window Klick ins Topview Window
- a a w Remove Doubles <tab> 1 am Nummernblock - fertig

2. Bezier Curve als Profil

- <space> Add Curve Bezier Curve
- Nach dem selben Prinzip wie eben wird das Profil erstellt und der Spin angewendet

Bemerkung: Die Rotationsachse wird durch den Cursor (rot-weiß umrandetes Fadenkreuz) festgelegt. Damit die Markierung eindeutig ist, wird die View so gewählt, dass die Rotationsachse projizierend liegt



Abb. 16:

4.3 Schraubflächen

1. Sprungfeder

In der Frontview: (<1> am Nummernblock)

- <space> Add Mesh Circle <enter> r z 90 <enter> g x -5 <enter>
- <space> Add Plane <enter> <RMB auf Vertex re. oben, <shift><LMB> auf Vertex re. unten, x Vertices, a die Strecke gibt die Ganghöhe einer Umdrehung an, sollte also größer als der Durchmesser des Kreises sein, also:
- <RMB> auf ein Vertex der Strecke, <shift><RMB> auf zweites Vertex, dann s - vergrößern, <LMB>
- a a alles selektieren, dann
- <F9> im Button Window unten:
Degr: egal Steps:10 Turns:5
- <LMB> auf **Screw**, dann ev. ins Frontview Window Die Strecke wurde leider mitgescrewed, also:
- <RMB> auf ein bel. Vertex der inneren Röhre, l x Vertices
- <tab> fertig - ev. noch **Set**

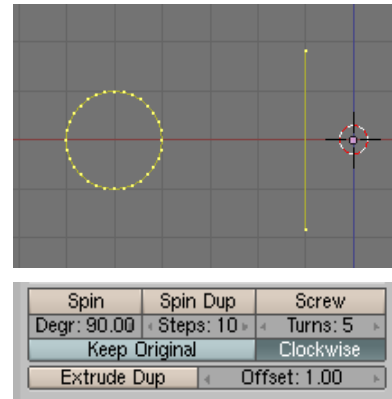


Abb. 18:

Blender erlaubt ausschließlich die Drehung entlang der Z-Achse und verlangt zur Durchführung zwingend die Frontsicht, um die Berechnung des Vortriebs möglichst einfach und durchschaubar zu halten.

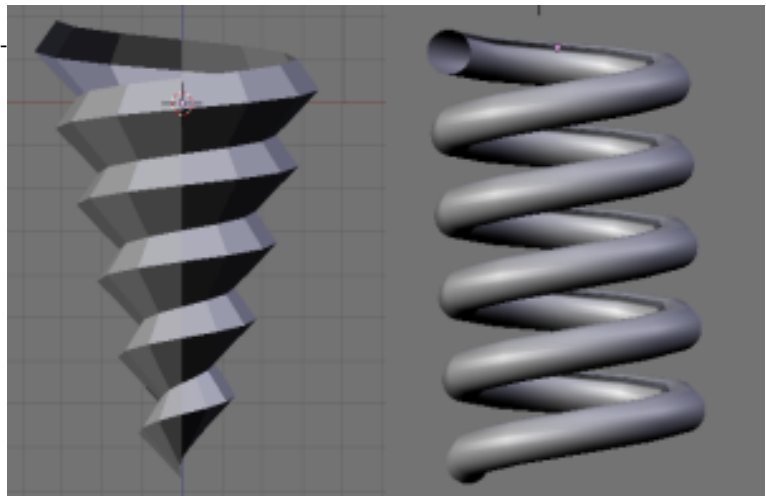


Abb. 19:

2. Schraubengewinde

In der Frontview: (<1> am Nummernblock)

- Im Vergleich zur Sprungfeder wird hier das Profil statt eines Kreises mit einem Dreieck gemacht:
<space> Add Mesh Plane x all
- <ctrl><LMB> 3 mal ,siehe **Abb. 20**
Es wird keine Strecke für die Ganghöhe benötigt!

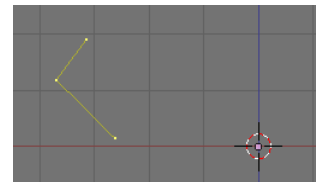


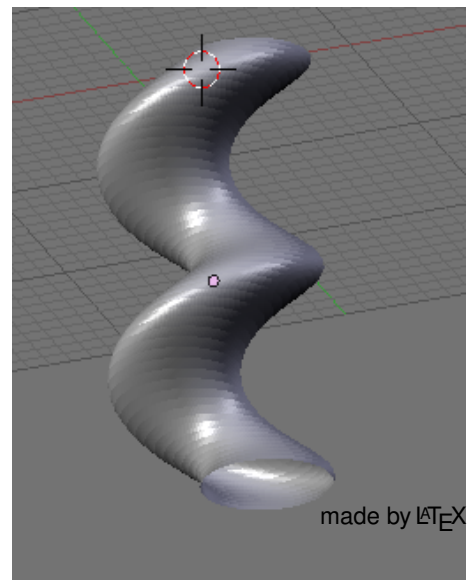
Abb. 20:

3. Ein in der x-y Ebene liegender Kreis $k : M \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} r = 3$ wird um die z-Achse verschraubt. Ganghöhe 10, 2

Umdrehungen

Topview(Nummernblock 7):

- <LMB> auf $\begin{pmatrix} 5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$, <shift> s Cursor->Grid
- <space> Add Mesh Circle(Vertices:96,Radius:3) a Topview(Nummernblock 1):
- <ctrl><LMB> auf $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$, e z 10 <enter>, a a
- <LMB> auf Ursprung, <shift> s Cursor->Grid
- <F9>: im Button Window: Screw: Degr:360,Steps:30, Turns:2
- <LMB> auf **Screw**, dann Click ins 3D-View Window
Um die mitgedrehte Steigungssäule zu entfernen:
- <RMB> auf bel. Vertex der Säule, l x Vertices, <tab> - fertig. . .



made by L^AT_EX

5 Kegelschnitte

Wir ziehen einen Doppelkegel auf, der in der Spitze einen Vertexring hat, damit ein geschlossener Körper entsteht:

5.1 Der Doppelkegel

Frontview(Nummernblock 1):

- <space> Add Mesh Circle(Vertexes:64,Radius:1,Fill)
- e Region z 2 <enter>, s .009 <enter>
- <shift> s Cursor->Selection, <tab> <F9> im Button Window unten: Center Cursor
- <ctrl> d <enter>, <ctrl> m z <enter>
- <shift><RMB> auf unteren Kegel, <ctrl> j join selected Meshes
- <tab> a a, w Remove Doubles <tab>, <ctrl> c Delete Original
- <space> Add Mesh Plane s 3 <enter> <tab>
- Speichern als **kegelschn-base.blend** mit <ctrl> w

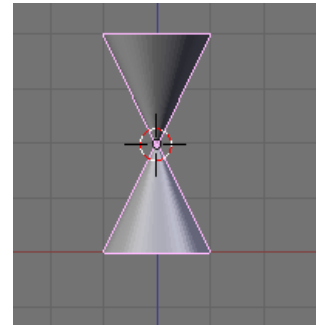


Abb. 22:

5.2 Ellipse

Frontview(Nummernblock 1):

- <RMB> auf Plane, g z -1 <enter>, r y 40 <enter>
 - <shift><RMB> auf Doppelkegel, w intersect, m 2 <enter>
 - <RMB> auf Stumpf, <tab>, b Basiskreis markieren, x Vertices
 - <MMB> ziehen, <tab> <F9> im Button Window: Center New
- Die Grundkörper liegen im Layer 2: 2 **nicht** am Nummernblock, 1 zurück

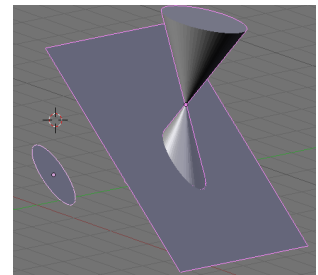


Abb. 23:

5.3 Parabel

Frontview(Nummernblock 1):

- kegelschn-base.blend (s. 5.1) öffnen
- <RMB> auf Plane, r y entlang Erzeugender (<shift für Feinausrtg)
- g x -.5 <enter>, <shift> <RMB> auf Doppelkegel, w Difference, m 3 <enter>
- <MMB> drehen <tab> <RMB> auf untere Ebenenpunkte, x Vertices, (Nummernblock 1)
- b b alle Vertices des Basiskreises außer dem rechten (Mausrad zum Ändern des Radius), x Vertices
- Auf ähnliche Weise die vorderen Vertices entfernen -> Parabel
- <tab> <F9> im Button Window: Center New

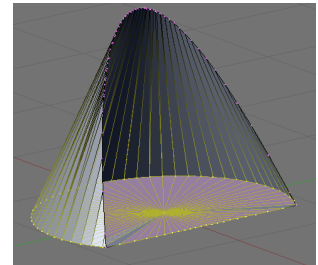


Abb. 24:

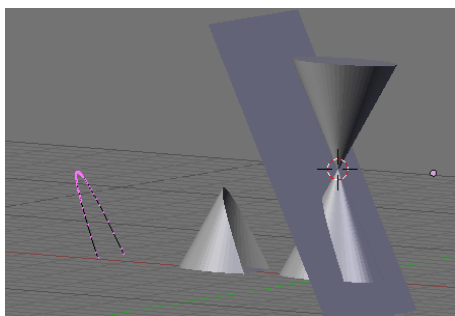


Abb. 25:

Bemerkung: Es gibt 20 Layer, die mit 1,2,3... (**nicht** auf dem Nummernblock) gewählt werden

Es ist sinnvoll, die Meshes im Object Mode (<tab>) mit <shift> d zu kopieren, dann mit m <Nr> auf einen Layer zu kopieren. Die Aktionen am Layer sind dann unabhängig

Es können alle Meshes dort beliebig verschoben und gedreht... werden

5.4 Hyperbel

siehe Parabel

6 Modellieren mit Grundkörpern

6.1 Bleistiftspitze intersect

Frontview (Nummernblock 1):

- `<space> Add Mesh Cylinder (Vertices:6 Radius:1 Depth:4) g z 2 <enter><tab>`
- `<space> Add Mesh Cone (Vertices:32 Radius:2 Depth:4) g z 2 <enter><tab>`
- `<shift><RMB>` auf Cylinder, w Intersect, m 2 `<enter>` mit **m** wurden die Grundkörper auf Layer 2 verschoben
(mit `<shift> 1 2 3 ...` können die Layer (de)aktiviert werden)

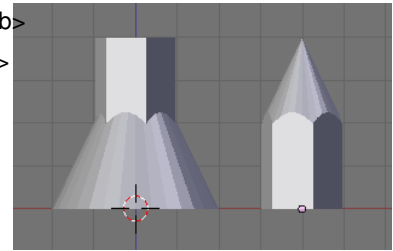


Abb. 26:

6.2 Bohrung

Frontview (Nummernblock 1):

- `<space> Add Mesh Cube g z 1 <enter><tab>`
- `<space> Add Mesh Cylinder(Vertices:32 Radius:1.5 Depth:2) g z 1.5 <enter> r y 45 <enter> g x 1 <enter><tab>`
- `<ctrl> i <shift><RMB> w Difference m 2 <enter>`
mit **m** wurden die Grundkörper auf Layer 2 verschoben
(mit `<shift> 1 2 3 ...` können die Layer (de)aktiviert werden)

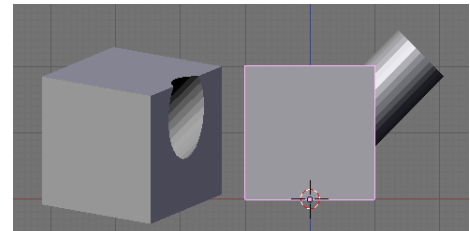


Abb. 27:

6.3 Metallwinkel

Neben abgebildeter Metallwinkel soll modelliert werden

Topview (Nummernblock 7):

- `<space> Add Mesh Cylinder (Vertices:32,Radius:1.5,Depth:.5) <tab> z`
- `<space> Add Mesh Cube <tab>`
- `s .5 <enter> s z .5 <enter> g x .5 <enter>`
`<F9>` unten im Button Window : **Center Cursor**, `s x 1.5 <enter>`
- `s x 4.5 <enter> s y 3 <enter>`, `<RMB>` auf Cylinder, `<ctrl> j`: *join selected Meshes*
- `<tab> w remove duplicate vertices <tab>`
- `<space> Add Mesh Cylinder (Vertices:32,Radius:.6,Depth:2) <tab>`

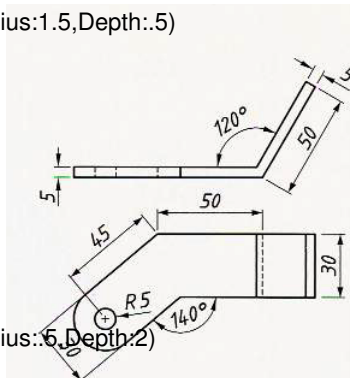


Fig. 3.15: Metallwinkel

- `<RMB>` auf Quader, `<shift><RMB>` auf Cylinder, w Difference, m 2 `<enter>`
- `<space> Add Mesh Cube <tab>`

- `s .5 <enter> s z .5 <enter> s x 5 <enter> s y 3 <enter> g x 7 <enter>`
- `<ctrl> d <enter> g x 5 <enter>`

Frontview (Nummernblock 1):

- `<tab> <RMB>` auf Drehpunkt rechts, `<shift> s Cursor->Selection <tab>` im Button Window: Center Cursor
- `r y -60 <enter>`
- `<RMB>` auf linken Cube, `<tab>` Drehpunkt links, `<tab><shift> s Cursor->Selection <tab>` im Button Window: Center Cursor
- `r z 40 <enter>`, dann `<shift><RMB>` auf mittleren und rechten Cube
- `<ctrl> j`: join selected Meshes - z für Shading - fertig ...

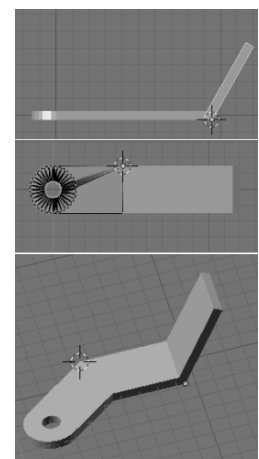


Abb. 29:

6.4 Rundhaken

Topview(Nummernblock 7):

- `<space> Add Mesh Torus(Major R:4,Minor R:1,Major Seg:92,Minor Seg:28)`
- a b 4.Quadrant markieren, x Vertices
- 50° Winkel: `<ctrl><LMB> 3x`, um ein Dreieck zu erzeugen
- Dreieck markieren, f, `<F9>`, im Button Window unten: Edge Angles

- <RMB> auf unteren Dreieckspunkt, g y <shift> ziehen, bis 40°

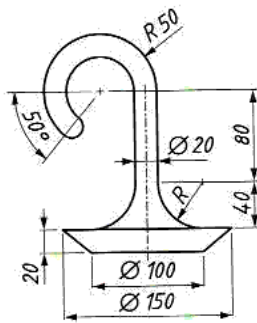


Fig. 3.22: Haken mit Ausrundung

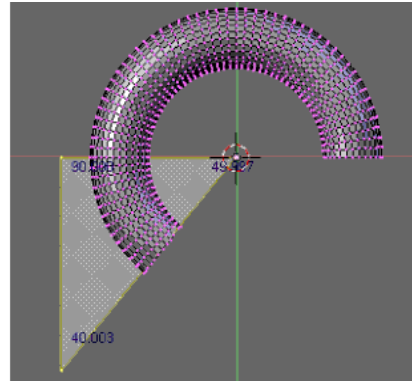


Abb. 30:

- b b <MMB> zum Selektieren im 3. Quadrant, x Vertices
- b unterste Vertexreihe markieren, e y -8 <enter>
- <tab> <LMB> Mitte Rohrende
- <space> Add Mesh Cylinder(Vertices:92,Radius:3,Depth:3), r x 90 <ente> g y -1.5 <enter><tab>
- <space> Add Mesh Torus(Major R:4,Minor R:3,Major Seg:92,Minor Seg:28), r x 90 <enter><tab>
- <RMB> Cylinder(versteckt),<shift><RMB> Torus.001, w Difference, m 2 <enter>
- <RMB> auf unteren Teil, <MMB> , <RMB> Mittelpunkt des Kreises in Grundfläche
- <shift> s Cursor->Selection <tab>, Nummernblock 7, <tab>
- <space> Add Cylinder(Vertices:92,Radius:7.5,Depth:2), r x 90 <enter> g y -1 <enter> a
- b unteren Ring markieren, s .667 <enter>
- <tab> alle 3 Teile markieren mit <shift><RMB> , <ctrl> j: join selected Meshes ... voila

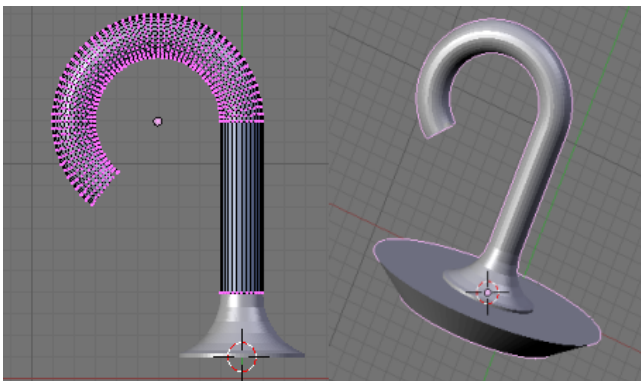


Abb. 31:

Das Positionieren des Cursors geht exakter, wenn mit <MMB> der Körper gedreht und die exakten Punkte mit <RMB> markiert werden, bevor man mit <shift> s den Cursor positioniert

Es werden hehrfache Vertices in dem joined Mesh sein. Alle Vertices mit a im Editmode markieren, w: Remove Doubles entfernt all diese !

Die Bilder haben leider nur Screenshot Qualität ! Nach dem Rendern bekommst du jede gewünschte Bildqualität...

6.5 Bohrung Union-Difference

Topview(Nummernblock 7):

- abrunden: Edge Select Mode in der Taskleiste, die 2 Kanten markieren, w bevel 2x
- äußeren Cube mit Cylinder verbinden: w Union, m 2, w Remove Doubles, <alt> c: convert to Mesh, delete Original
- inneren Cylinder.001 mit w Difference ausschneiden, m 2, w Remove Doubles

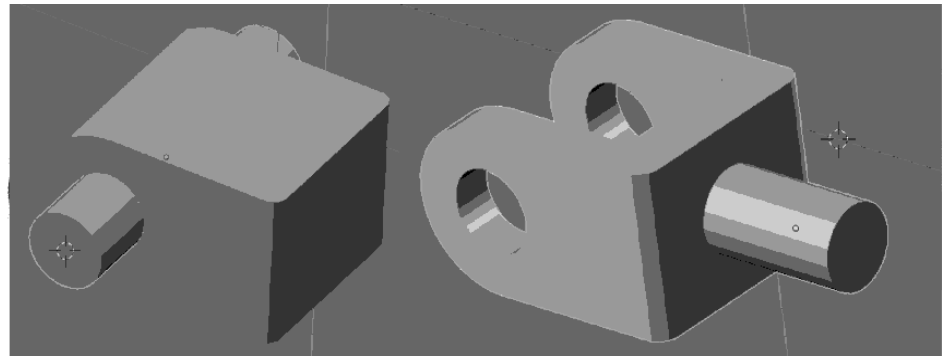
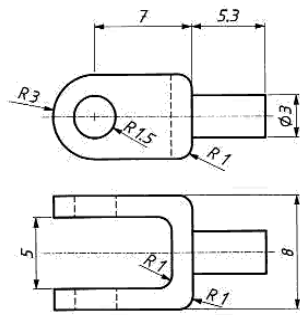


Abb. 32:

6.6 Durchdringung Drehzylinder

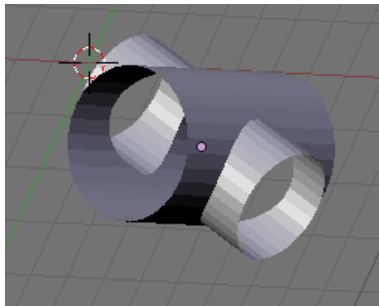


Abb. 33:

- 2 Cylinder mit w Union vereinen
 - <MMB> , dann Kreisflächen markieren: a a <RMB> , x Vertices
- Es ist sinnvoll, mehrere Fenster mit verschiedenen Views zu öffnen: <RMB> am Fensterrand, split Area
- Es können beliebig viele Fenster angeordnet werden, die unabhängig voneinander konfigurierbar sind
- Du kannst diese Einstellung mit <ctrl> u speichern
- Auch kann die Maus von links auf rechts im User Preferences Menü geändert werden: Siehe [Abschnitt. 1.2](#)

6.7 Durchdringung Tetraeder - Zylinder mit Netz

Ein regelmäßiges Tetraeder in der xy-Ebene ($M \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $A \begin{pmatrix} 0 \\ -8 \\ 0 \end{pmatrix}$) wird von einem regelmäßigen 7-seitigen Prisma

($M \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $E \begin{pmatrix} 0 \\ -3 \\ 0 \end{pmatrix}$) ausgehöhlt. Konstruiere auch das Netz!

Topview(Nummernblock 7):

- Durchdringung s. 6.6, allerdings: nicht Union, sondern **Difference**

Konstruktion des Netzes:

- Auswahl Face Select Mode(s. [Abb. 34](#))
 - <shift><RMB> auf alle Teilflächen einer Seitenfläche
 - <ctrl> d <enter> p :selected (das macht die Fläche zu einem Objekt)
 - <tab><RMB> auf die Fläche, m 2
 - Letzte 3 Schritte für die anderen 2 Flächen wiederholen
 - Auf Layer 2 wechseln: 2
- Die Flächen werden nun um die Unterkante nach xy geklappt - dazu brauchen wir ein eigenes Objekt als Drehkante:
- Im Editmode(<tab>) - Auswahl Edge Select Mode (s. [Abb. 34](#))
 - <RMB> auf eine Unterkante (wird weiß), dann <shift> d <enter> p: selected <tab>, <RMB> auf Kante
 - Objectmode: <tab> a a <F9> , Im Button Window: Center New

- <space> Add Empty im Button Window unten: Arrow verlängern
- Snapping Mode auf Edge (siehe [Abb. 6](#))



Abb. 34:

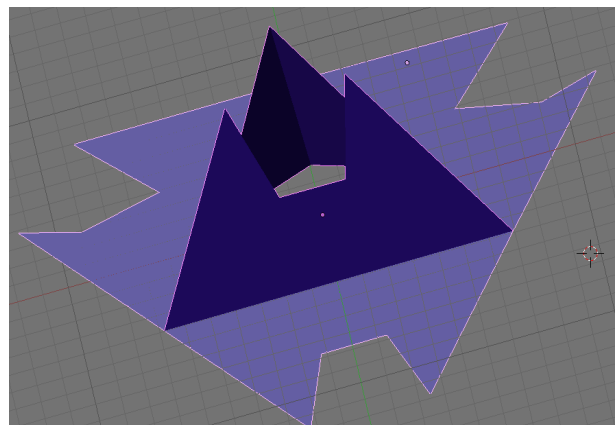


Abb. 35:

- Empty mit z-Achse auf Kante einschnappen: g <ctrl>
- <RMB> auf Fläche, <shift><RMB> auf Empty, <ctrl> p: make Parent
Frontview(Nummernblock 1):
- <RMB> auf Empty, r z z - in xy-Achse drehen
- dasselbe für die beiden anderen Flächen
- <shift><RMB> auf alle 3 Flächen, <ctrl> j: join selected Meshes, <shift> d <enter>, m 1, 1
Nun sollte auf Layer 1 Das Netz samt Durchdringung zu sehen sein. . .

6.8 Pleuelstange

Das Profil wurde extrudiert und dann in x- und y- Richtung jeweils mit dem Mirror-Modifier gespiegelt (<F9> im Button Window: Add Modifier: Mirror)

Die Zylinderdurchdringungen funktionieren komischerweise nicht mit w Difference, sondern mit den Restkörpern von w Union. . .

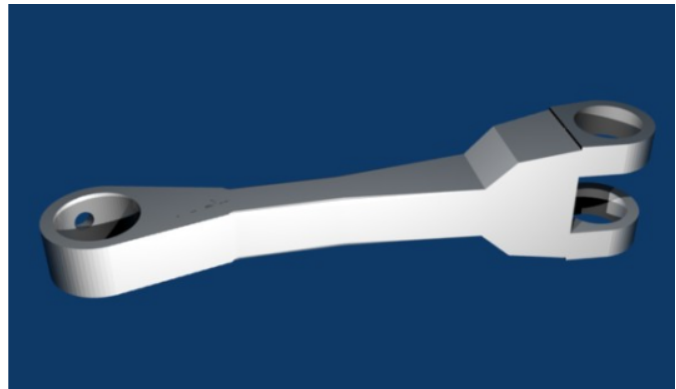
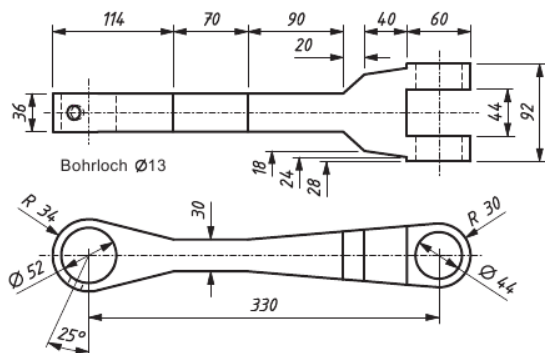


Abb. 36:

6.9 Rohrkrümmer

Frontview(Nummernblock 1)

- <space> Add Mesh Cylinder(Vertices:64,Radius:5,Depth:16)
- a b obere Vertices markieren, s .8 <enter><tab> z
- g z 8 <enter> <alt> c:convert Mesh delete Original
- <LMB> auf 10/0 <shift> s Cursor->Grid
- <space> Add Mesh Torus(Major R:10,Minor R:4) r x 90 <enter>
- a b 1. 3. und 4. Quadrant markieren, x Vertices <tab>
- <alt> c:convert Mesh delete Original
- : Shading: <F5> im Button Window Material: Add new , Farbe auswählen
- Dasselbe für den Cylinder
- <RMB> auf Torus, <shift> <RMB> auf Cylinder, w Union m 2 <enter>
fertig

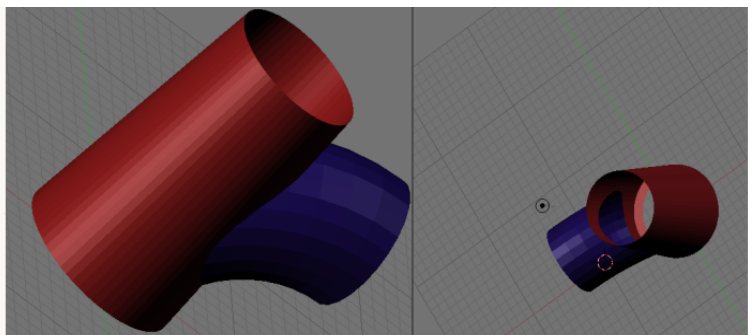
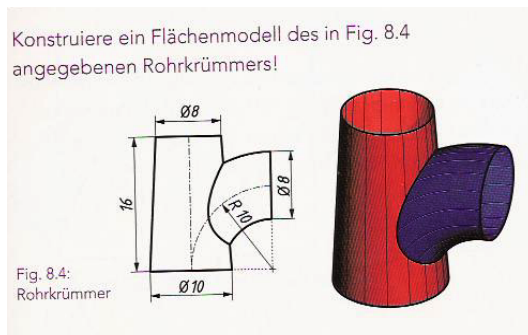


Abb. 37:

6.10 Rohrfläche

Topview(Nummernblock 7):

- <space> Add Curve Path, <RMB> auf ein Ende, e Maus ziehen, wiederholen -> Pfad gestalten
- <tab> <space> Add Mesh Circle s .5 <enter> <tab>
- <RMB> auf Path, <ctrl> p: normal parent, <alt> o: clear Original
- <F9> <LMB> auf Curve Path, Path Follow
- <RMB> auf Circle, <F7> <LMB auf Track: -Z, sodass Z-Axis entlang vom Path, aber entgegen schaut
- <LMB auf DupliFrames, Axis wieder abschalten, <ctrl><alt> a:make dupli real
- <ctrl> j:join selected Meshes, <tab> f: skin faces/edge loops: **segment**
- tab, <RMB> auf Rohr, >shift><RMB> nochmal auf Rohr, dann <alt> p:clear parent:clear and keep transformation
- <RMB> auf Curve, g Path herausziehen, dann x : erase - voila ...

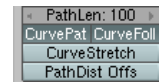


Abb. 38:



Abb. 39:

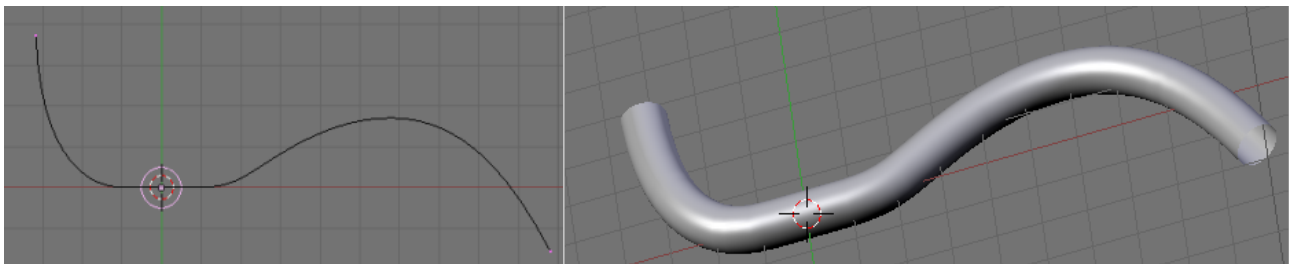


Abb. 40:

Abbildungsverzeichnis

1	Schnitt Ebene-Gerade Angittern 1	5
2	Schnitt Ebene-Gerade Angittern 2	5
3	Schnitt Ebene-Gerade intersect	5
4	Edge Select Mode	7
5	Schnitt Kugel-Gerade	7
6	Snapping Edge Mode	7
7	Snapping Face Mode	7
8	Normale auf Ebene im Schwerpunkt	8
9	Normalebene beliebige Kante	9
10	Abstand windschiefe Ebenen	10
11	geostationärer Satellit	10
12	Satellitenvermessung	11
13	Flugroute 1	11
14	Flugroute 2	12
15	Visualisierung Rotation	13
16	Rotationskörper Polygon	13
17	Schraubflächen Sprungfeder	14
18	Schraubflächen Sprungfeder	14
19	Schraubflächen Sprungfeder fertig	14
20	Schraubflächen Profil Dreieck	14
21	Schraubflächen Schraubflächen flacher Kreis	14
22	Kegelschnitte Doppelkegel	15
23	Kegelschnitte Ellipse	15
24	Kegelschnitte Parabel 1	15
25	Kegelschnitte Parabel 2	15
26	Modellieren Bleistiftspitze	16
27	Modellieren Bohrung	16
28	Modellieren Bohrung Text	16
29	Modellieren Bohrung 1	16
30	Modellieren Rundhaken 1	17
31	Modellieren Rundhaken 2	17
32	Bohrung Union-Difference	18
33	Modellieren Rundhaken 2	18
34	Face Select Mode	18

35	Durchdringung Tetraeder-Zylinder mit Netz	18
36	Modellieren Pleuelstange	19
37	Modellieren Rohrkrümmer	19
38	followpath	20
39	dupliframes	20
40	Rohrfläche dupliframes	20