

# Rhino**ceros** 5

## Benutzerhandbuch für Mac OS X



© [Robert McNeel & Associates](#), 16.05.2014.



# Inhaltsverzeichnis

Erster Teil: In 3D arbeiten .....	1
Kapitel 1: Einführung .....	3
Die Rhino-Benutzeroberfläche .....	3
Rhino-Befehle .....	4
Aus dem Menü heraus ausführen .....	4
Ausführung eines Befehls über die Werkzeugleiste .....	6
Ausführen des Befehls von der Befehlszeile aus .....	8
Einen Fehler rückgängig machen .....	10
Befehlsverlauf .....	11
Befehlsoptionen .....	11
Den letzten Befehl wiederholen .....	12
Jederzeit Hilfe erhalten .....	12
Kapitel 2: Rhino-Objekte .....	13
Wieso NURBS-Modellierung .....	13
Punkte .....	13
Kurven .....	14
Flächen .....	14
Geschlossene und offene Flächen .....	15
Getrimmte und ungetrimmte Flächen .....	16
Isoparametrische und Randkurven einer Fläche .....	18
Flächenverbände .....	19
Volumenkörper .....	19
Leichte Extrusionsobjekte .....	20
Polygonnetzobjekte .....	21
Kapitel 3: Objekte auswählen .....	23
Objekte mit Fenstern auswählen .....	25
Weitere Möglichkeiten zur Objektauswahl .....	26
Übung: Auswahl von Teilobjekten .....	28
Kapitel 4: Wie man sich im Ansichtsfenster bewegt .....	29
Ansichtsfensterprojektion .....	29
Ansichtsfensternavigation .....	29
Mausnavigation .....	31
Anzeigemodi des Ansichtsfensters .....	31
Gitternetz .....	33
Schattiert .....	33
Weitere schattierte Modi .....	34
Titelzeile des Ansichtsfensters .....	35
Kapitel 5: Präzise Modellierung .....	37
Der Rhino-Cursor .....	37
Fangen des Konstruktionsebenengitters .....	37
Beschränkung der Winkelbewegung .....	37
Fangen bestehender Objekte .....	38

Permanente Objektfangfunktionen .....	38
Objektfänge für Sonderfälle .....	39
Mauszeigerbeschränkungen .....	39
Abstandsbeschränkung .....	39
Winkelbeschränkung .....	40
Abstands- und Winkelbeschränkung .....	40
Aufzugmodus .....	40
SmartTrack™ .....	41
Koordinatensysteme .....	41
Kartesishe Koordinaten .....	41
Dreifingerregel .....	42
Weltkoordinaten .....	42
Koordinaten der Konstruktionsebene .....	42
Relative Koordinaten .....	43
Kapitel 6: Flächen aus Kurven erzeugen .....	45
Randkurven .....	45
Kurven extrudieren .....	46
Kurven loften .....	48
Kurven rotieren .....	49
Rotation von Kurven mit einer Leitkurve .....	51
Aufziehen an einer Leitkurve .....	53
Aufziehen an zwei Leitkurven .....	55
Kapitel 7: Kurven und Flächen bearbeiten .....	57
Verbinden .....	57
Zerlegen .....	57
Trimmen und Teilen .....	57
Kontrollpunktbearbeitung .....	57
Sichtbarkeit von Kontrollpunkten .....	57
Standort von Kontrollpunkten ändern .....	58
Kontrollpunkte hinzufügen, löschen oder neuverteilen .....	58
Kurven- und Flächengrad .....	58
Kapitel 8: Transformationen - verschieben, kopieren, rotieren, skalieren .....	61
Verschieben .....	61
Bewegen von Objekten mit Abstandswerten .....	61
Objekte durch Ziehen verschieben .....	62
Aufzugmodus .....	63
Kopieren .....	66
Drehen .....	68
Skalieren .....	71
Spiegeln .....	73
Anordnen .....	75
Orientieren .....	75
Kapitel 9: Kurven- und Flächenanalyse .....	77
Abstand, Winkel und Radius messen .....	77
Kurven- und Flächenrichtung .....	77

---

Krümmung .....	78
Visuelle Flächenanalyse .....	78
Umgebungstextur .....	78
Krümmungsanalyse .....	79
Lichtlinienanalyse .....	79
Entformungswinkelanalyse .....	79
Kantenauswertung .....	80
Diagnose .....	80
Kapitel 10: Organisation und Anmerkungen .....	81
Ebenen .....	81
Gruppen .....	82
Blöcke .....	82
Bemaßungen .....	82
Text .....	83
Anmerkungspfeile .....	83
Anmerkungspunkte .....	84
Entfernung ausgeblendeter Linien .....	84
Bemerkungen .....	84
Kapitel 11: Rendern .....	85
Lichter .....	85
Materialien .....	86
Rendern .....	86
Zweiter Teil: Tutorials .....	87
Kapitel 13: Ziehspielzeug - Volumenkörper und Umformungen .....	89
Koordinaten eingeben .....	89
Den Körper des Ziehspielzeuges zeichnen .....	89
Die Radachsen und Radnaben zeichnen .....	91
Die Schraubenmuttern zeichnen .....	94
Die Bolzen anordnen .....	95
Die Reifen zeichnen .....	96
Die Räder spiegeln .....	97
Die Augen zeichnen .....	99
Die Schnur erstellen .....	103
Kapitel 14: Taschenlampe - Kurven rotieren .....	109
Das Modell konfigurieren .....	109
Eine Mittellinie zeichnen .....	111
Die Profilkurve des Körpers zeichnen .....	112
Die Profilkurve der Linse zeichnen .....	113
Den Taschenlampenkörper erstellen .....	115
Die Linse erzeugen .....	116
Kapitel 15: Kopfhörer - Aufziehen, Loften und Extrudieren .....	119
Das Lautsprechergehäuse erzeugen .....	120
Ohrpolster und Cover erzeugen .....	125
Den Kopfhörerbügel erzeugen .....	127
Das Kopfband erzeugen .....	131

---

Die Kopfbandenden glätten .....	136
Das Kabel der Hörmuschel erzeugen .....	142
Die Kopfhörerteile spiegeln .....	146
Weitere Informationen .....	148
Kapitel 16: Pinguin - Punktbearbeitung und Überblendung .....	149
Der Körper .....	149
Die Augen .....	156
Der Schnabel .....	159
Die Füße .....	162
Der Schwanz .....	170
Die Flügel .....	173
Den letzten Schliff geben .....	177
Rendern .....	179
Kapitel 17: Schiffsrumpf - Loft und Aufziehen .....	181
Anlage der Kurven des Schiffsrumpfs .....	182
Kurven auf Stromlinienform überprüfen .....	183
Reparatur der Krümmung .....	184
Die 3D-Kurven erzeugen .....	185
Überprüfen der Kurven .....	186
Rumpfflächen loften .....	189
Bug und Boden trimmen .....	190
Den Heckspiegel erzeugen .....	192
Deck hinzufügen .....	199
Kapitel 18: Libelle - Bilder nachzeichnen .....	205
Den Körper zeichnen .....	205
Den Kopf zeichnen .....	211
Sauberer Übergang zwischen Kopf und Körper erzeugen .....	214
Die Augen zeichnen .....	216
Den Schwanz formen .....	218
Die Flügel zeichnen .....	219
Die Beine zeichnen .....	221
Den letzten Schliff geben .....	222
Kapitel 19: Text abwickeln - Einer Fläche entlang gleiten .....	223
Eine Fläche erzeugen .....	223
Erzeugen der Objekte zum Anbringen .....	224
Die Objektplatzierung steuern .....	224
Kapitel 20: Mechanisches Teil - Blöcke .....	229
Solide Formen erzeugen .....	229
Öffnungen bohren .....	233
Die Öffnungen kopieren .....	235
Eine 2D-Zeichnung ableiten .....	238
2D-Zeichnung bemaßen .....	238

# **Rhinoceros-Benutzerhandbuch**

## **Erster Teil: In 3D arbeiten**



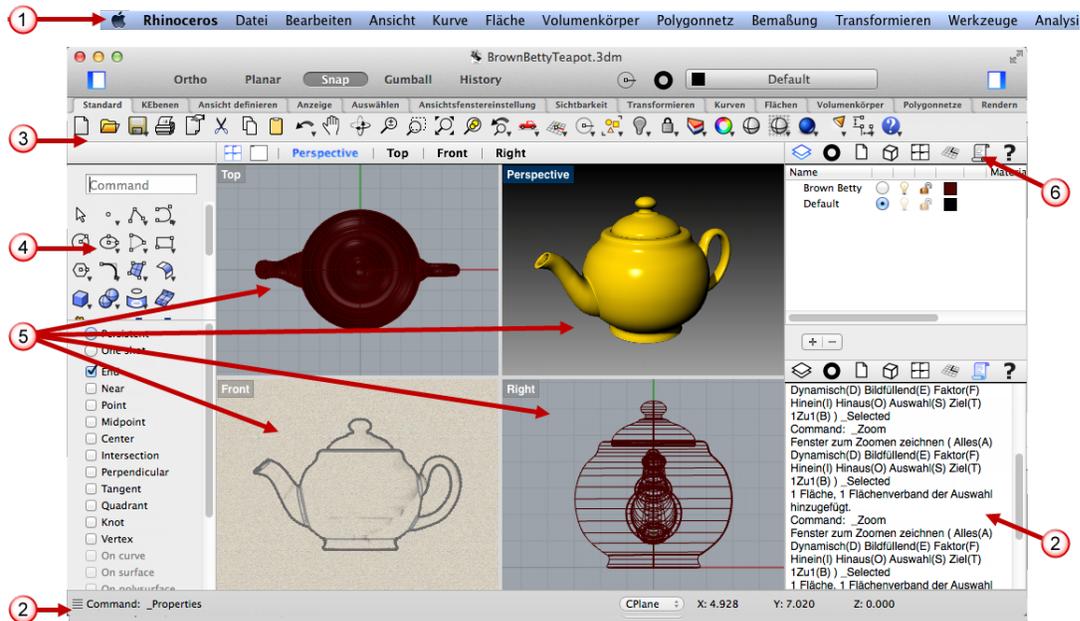


# Kapitel 1: Einführung

Bei der 3D-Modellierung werden mathematische Repräsentationen von Objektflächen erstellt. Das daraus resultierende Modell wird auf dem Bildschirm als zweidimensionales Bild dargestellt. Rhino bietet die Werkzeuge zur Erzeugung, Anzeige und Bearbeitung dieser Flächen.

## Die Rhino-Benutzeroberfläche

Die Abbildung unten zeigt einige der wichtigsten Funktionen des Rhino-Fensters.



### Menü (1)

In den Menüs sind die Rhino-Befehle nach ihren Funktionen zusammengefasst.

### Befehlsverlauffenster (2)

Darin wird der Verlauf der Eingabeaufforderungen und eingegebenen Befehle angezeigt.

### Befehlsfeld (3)

Das Befehlsfenster zeigt eingegebene Befehle an. Nachdem der Befehl gestartet wird, werden in diesem Bereich die Eingabeaufforderungen, Optionen und ein Wertefeld angezeigt.

### Werkzeugleisten (4)

Werkzeugleisten enthalten Schaltflächen zum Starten von Befehlen. Viele Werkzeugleistenschaltflächen sind mit einem sekundären Befehl verknüpft, den Sie durch einen Klick mit der rechten Maustaste ausführen können. Wenn Sie mit dem Mauszeiger über einer Schaltfläche schweben, wird ein Tooltip mit den Befehlen für die linke und rechte Maustaste angezeigt.

**Anmerkung:** Wenn Sie eine Ein-Tasten-Maus oder ein Trackpad verwenden, erreichen Sie den sekundären Befehl durch Drücken der **Wahltaste** und Klick.

### Ausführung des Befehls in der oberen Zeile

- ▶ Klicken Sie mit der **linken Maustaste** auf die Schaltfläche.



## Ausführung des Befehls in der unteren Zeile

- ▶ Klicken Sie mit der **rechten Maustaste** auf die Schaltfläche.
- ▶ Halten Sie die **Wahltaste** gedrückt und klicken Sie.

## Ansichtsfenster (5)

Die Ansichtsfenster sind die Arbeitsumgebung von Rhino.

## Seitenleiste (6)

In der rechten Seitenleiste werden Ebenen, Eigenschaften und andere Einstellungen angezeigt.

In der linken Seitenleiste sind die Werkzeugleiste und die Objektfänge untergebracht.

## Rhino-Befehle

Rhino ist ein *befehlsgesteuertes* Programm. Das heißt, alle Aktionen werden durch Befehle wie **Linie**, **Quader** oder **KrümmungsAnalyse** gestartet.



**Tipp:** Mehr Infos zu einem bestimmten Befehl erhalten Sie durch einen Klick auf den roten, unterstrichenen Befehlsnamen.

Befehle können über das *Menü* oder die *Werkzeugleisten* erreicht oder durch *Eingabe* des Befehlsnamens ausgeführt werden. In den nächsten Abschnitten lernen Sie die Verwendung dieser Methoden. Sie werden eine Methode einfacher als die andere finden. Die Auswahl steht Ihnen frei und keine Methode wird der anderen vorgezogen.

In den Übungen werden Sie Befehle, Navigationswerkzeuge, schattierte Modi kennenlernen, Sie werden rendern und grundlegende Objektmanipulation verwenden.



**Tipp:** Um einen Befehl abubrechen, drücken Sie die **Esc**-Taste.

## In dieser Sitzung werden Sie

- ▶ Einen Befehl durch Auswahl aus dem Menü starten.
- ▶ Einen Befehl durch Auswahl aus einer Werkzeugleistenschaltfläche starten.
- ▶ Ausführung eines Befehls durch Eingabe in der Befehlszeile.



## Ihr erstes Rhino Modell beginnen

1. Starten Sie **Rhino**.
2. Klicken Sie im Menü **Datei** auf **Neu**.
3. Im Dialogfenster **Vorlagedatei öffnen** wählen Sie die Vorlage **Kleine Objekte - Zentimeter.3dm** aus und klicken Sie auf **Öffnen**.

## Aus dem Menü heraus ausführen

Die meisten Rhino-Befehle werden in den Menüs angeordnet.

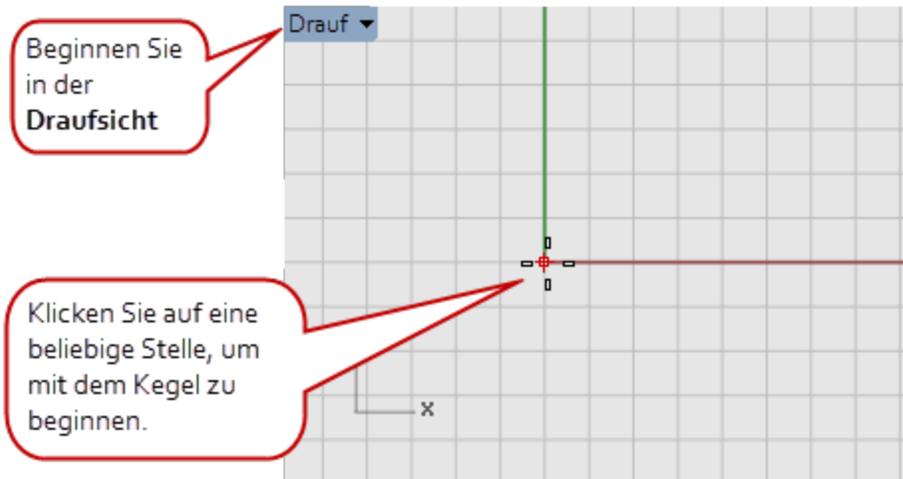


## Den Befehl Kegel starten

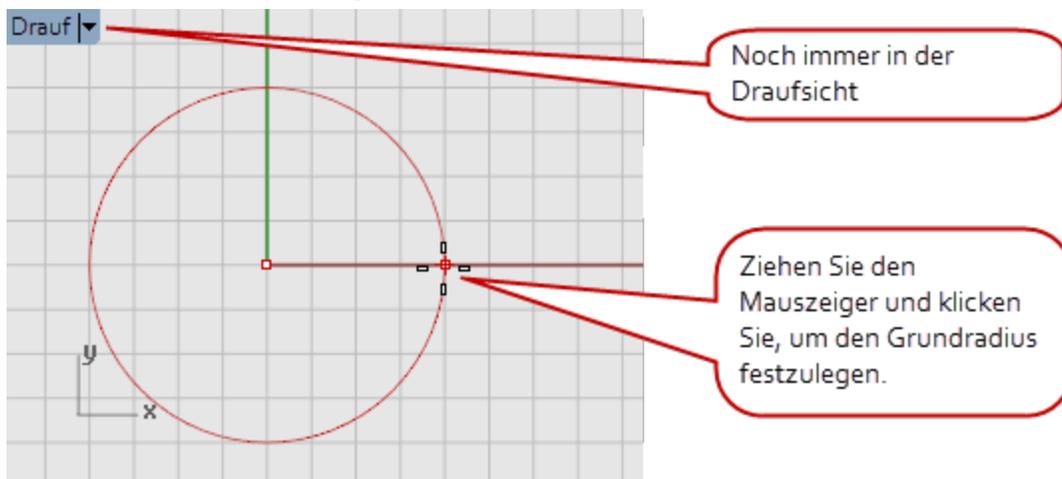
- ▶ Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Differenz**.

## Den Kegel zeichnen

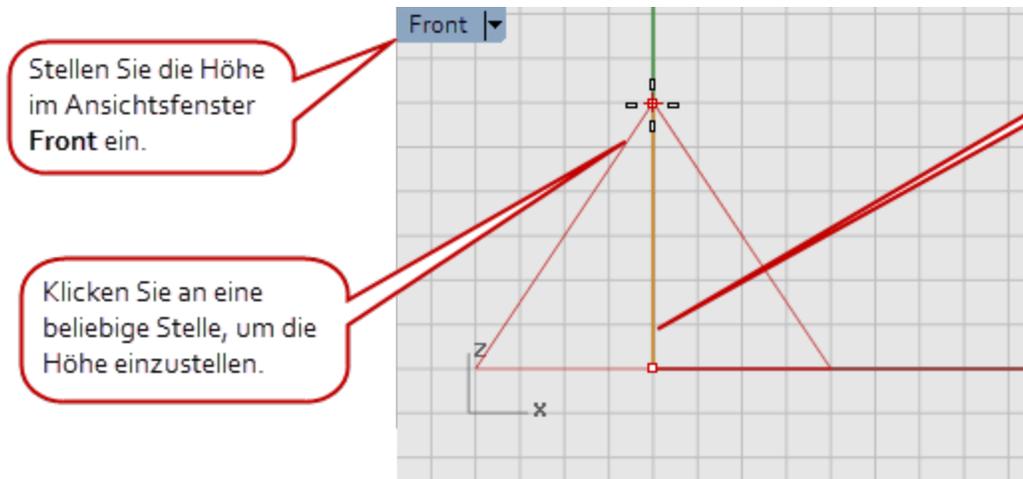
1. Bei der Eingabeaufforderung **Basisfläche des Kegels...** klicken Sie mit der Maus im Ansichtsfenster **Drauf**, um den Mittelpunkt für die Basisfläche des Kegels auszuwählen.



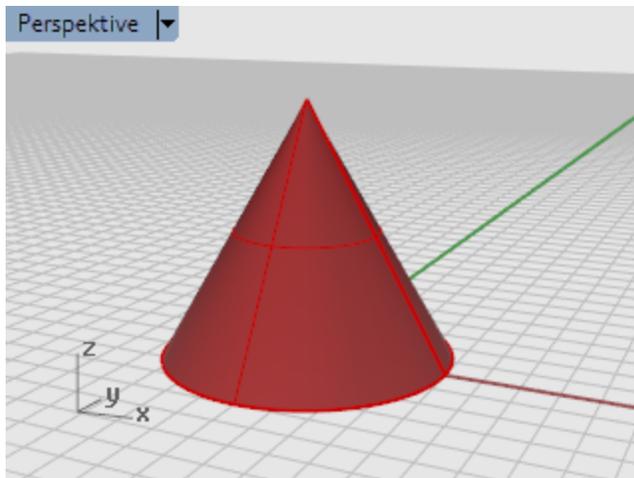
2. Bei der Eingabeaufforderung **Radius...** ziehen Sie die Maus im Ansichtsfenster **Drauf** und klicken Sie, um die Basisfläche des Kegels zu zeichnen.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Kegelspitze** ziehen Sie die Maus im Ansichtsfenster **Front** und klicken Sie, um die Kegelspitze zu zeichnen.



4. Achten Sie darauf, was im Ansichtsfenster **Perspektive** geschieht.



## Ausführung eines Befehls über die Werkzeugleiste

Die Werkzeugleisten stellen eine grafische Anzeige der Befehle dar.

**Lassen Sie zur Anzeige des Tooltips den Mauszeiger über der Schaltfläche schweben.**

- ▶ Es werden die Befehlsnamen angezeigt, die durch Klick mit der rechten oder linken Maustaste bzw. durch **Wahltaste** und Klick aktiviert werden.



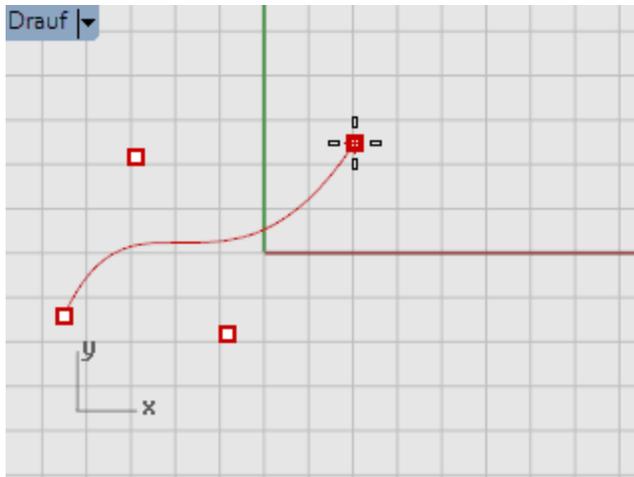


## Starten Sie den Befehl **Kurve**

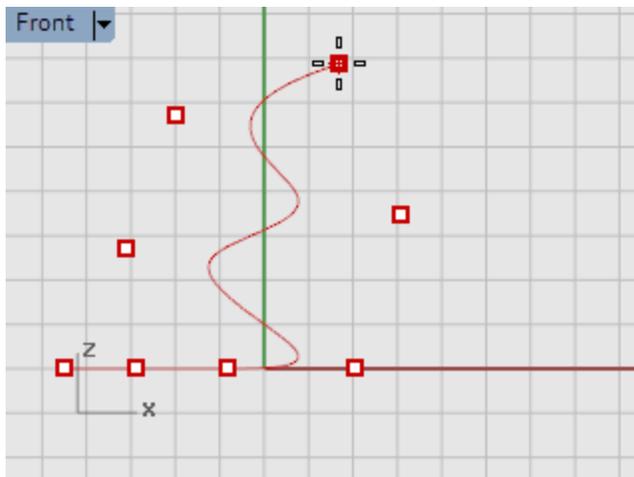
- ▶ Klicken Sie in der Werkzeugleiste im linken Bereich des Rhino-Fensters die Schaltfläche **Kontrollpunktkurve**.

### Zeichnen der Kurve

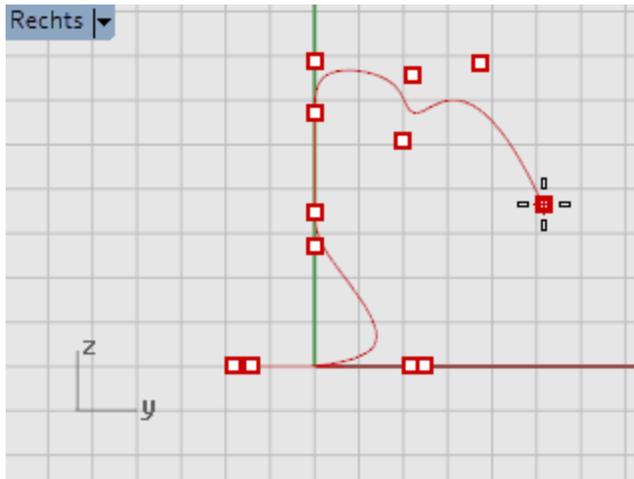
1. Klicken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Kurvenanfang** mit der Maus an eine beliebige Stelle im Ansichtsfenster **Drauf**, um mit der Kurvenzeichnung zu beginnen.
2. Klicken Sie anschließend bei Anzeige von **Nächster Punkt** auf ein paar weitere Stellen im Ansichtsfenster **Drauf**.



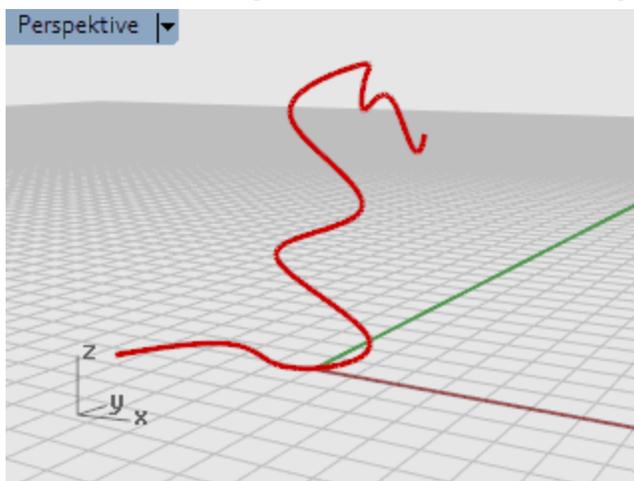
3. Wechseln Sie in das Ansichtsfenster **Front** und klicken Sie darin auf ein paar weitere Stellen, während noch immer die Eingabeaufforderung **Nächster Punkt** angezeigt wird.



4. Wechseln Sie nun noch in das Ansichtsfenster **Rechts** und klicken Sie darin ebenfalls auf ein paar weitere Stellen, während die Eingabeaufforderung **Nächster Punkt** angezeigt wird.



5. Klicken Sie mit der rechten Maustaste und drücken Sie anschließend die **Eingabetaste** oder die **Leertaste**, um die Kurve fertigzustellen.
6. Sehen Sie sich das Ergebnis im Ansichtsfenster **Perspektive** an.



#### Untersuchung der gezeichneten Kurve

- ▶ Ziehen Sie mit der rechten Maustaste, um die **Perspektivische Ansicht** zu drehen.

### Ausführen des Befehls von der Befehlszeile aus

Sie können einen Befehl ausführen, indem Sie ihn in die Befehlszeile eingeben.



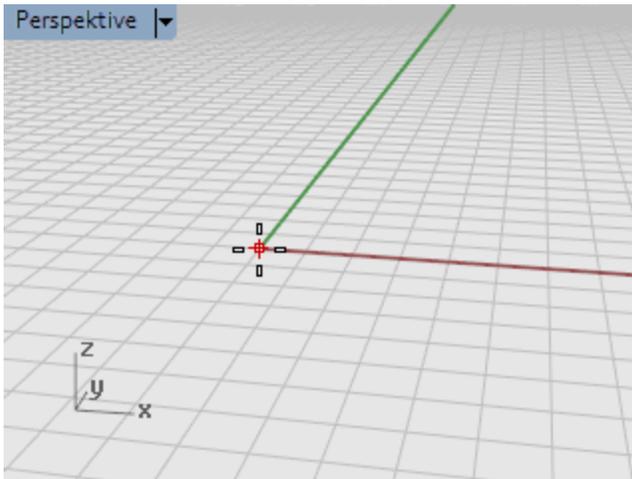
#### Ausführung des Befehls **Kugel** durch Eingabe in die Befehlszeile.

- ▶ Tippen Sie auf der Tastatur das Wort **Kugel**. Es ist nicht nötig, zuerst in die Befehlszeile zu klicken. Wenn Sie die ersten Buchstaben eines Befehls eingeben, wird eine Liste der möglichen Befehle angezeigt. Der wahrscheinlichste Kandidat wird automatisch vervollständigt. Wenn der Befehlsname **Kugel** angezeigt wird, drücken Sie die **Eingabetaste** oder klicken Sie in der Liste auf **Kugel**.

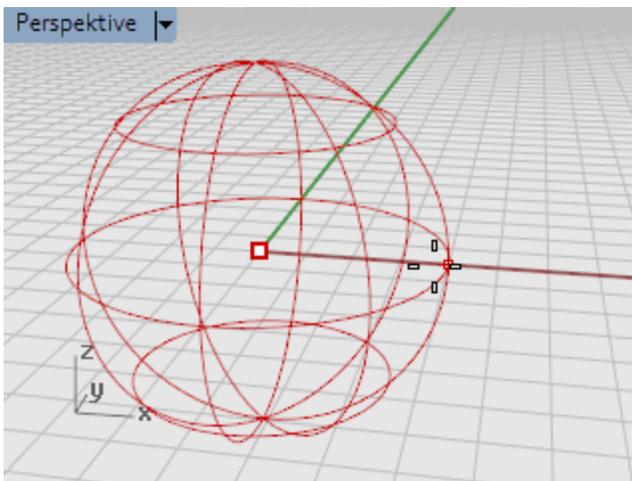
Die Standardoption für den Befehl **Kugel** ist **Zentrum, Radius**, sodass Sie die Kugel vom Zentrum ausgehend zeichnen.

## Die Kugel zeichnen

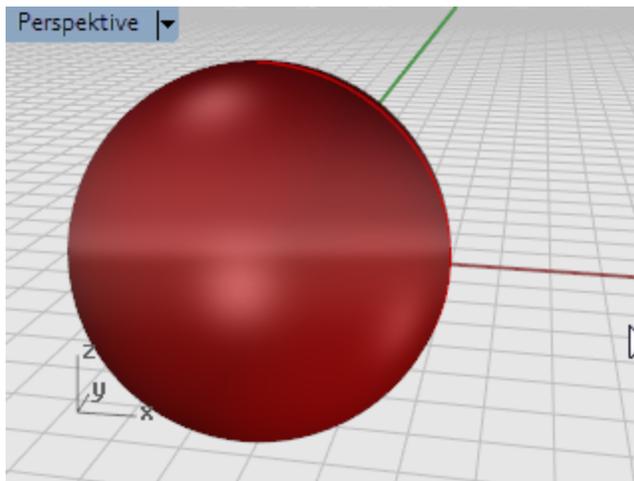
1. Bei der Eingabeaufforderung **Kugelmittle...** klicken Sie mit der Maus im Ansichtsfenster **Perspektive**, um den Mittelpunkt der Kugel auszuwählen.



2. Bewegen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Radius...** die Maus im Ansichtsfenster **Perspektive** vom Kreismittelpunkt weg, ziehen Sie einen Kreis und bestätigen Sie durch Klick.



3. Klicken Sie im Ansichtsfenster **Perspektive** in der **Titelzeile des Ansichtsfensters** auf den kleinen Pfeil nach unten und wählen Sie im Kontextmenü **Schattiert**.



## Einen Fehler rückgängig machen

Sie haben die Möglichkeit, ungewollte Aktionen rückgängig zu machen.



### Einen Befehl rückgängig machen

- ▶ Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Rückgängig** oder drücken Sie **cmd** ⌘ und **Z**.  
Sie können eine Reihe von Befehlen rückgängig machen.  
Sie können auch den **rückgängig** gemachten Befehl **wiederholen**.



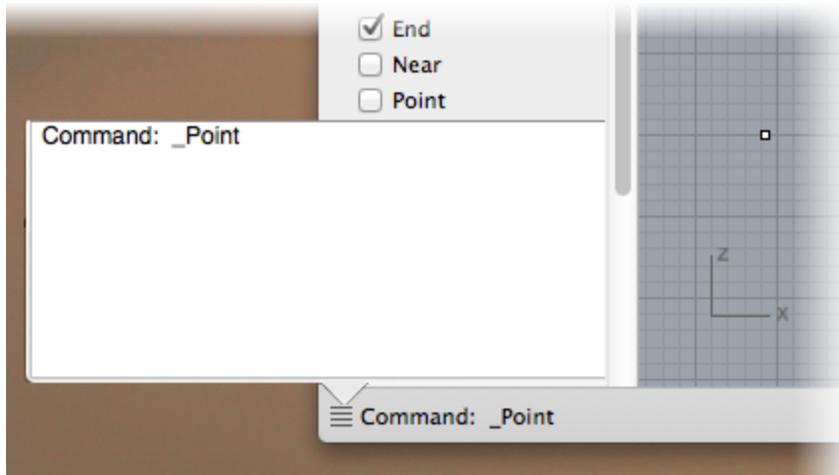
### Befehle wiederholen

- ▶ Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Wiederholen** oder drücken Sie **Umschalt**, **cmd** ⌘ und **Z**.

## Befehlsverlauf

Im Befehlsfenster wird der Befehlsverlauf angezeigt.

Sie sich das Fenster mit dem Befehlsverlauf in der rechten Seitenleiste anzeigen lassen oder auf das Befehlsverlaufssymbol in der linken unteren Ecke klicken, um das Fenster kurzfristig zu öffnen.



## Befehloptionen

Befehloptionen ändern die Funktion eines Befehls. Wenn Sie z. B. einen Kreis zeichnen, wird er normalerweise auf der aktiven Konstruktionsebene entworfen. Der Befehl **Kreis** verfügt über verschiedene Optionen, unter anderem **Vertikal** und **UmKurve**. Befehloptionen erscheinen in Klammern in der Eingabeaufforderung.

Um eine Befehloption zu verwenden, klicken Sie auf den Optionsnamen oder geben Sie den unterstrichenen Buchstaben der Option oder den vollständigen Optionsnamen ein.

### Eine Befehloption auswählen

1. Tippen Sie **Kreis**.  
Sobald Sie genügend Buchstaben eingegeben haben, die diesen Befehl erkennen, wird der Befehl **Kreis** in der Eingabeaufforderung automatisch vervollständigt. Drücken Sie die **Eingabetaste** oder klicken Sie auf den Befehlsnamen.
2. Es werden die Optionen für den Befehl **Kreis** angezeigt:  
 Kreismitte  
 Verformbar  
 Vertical  
 2 Punkte  
 3 Punkte  
 Tangent  
 Um Kurve  
 Punkte anpassen
3. Um einen Kreis vertikal zur aktiven Konstruktionsebene zu zeichnen, verwenden Sie die Option **Vertikal**.  
Klicken Sie auf **Vertikal** oder geben Sie **V** ein.

## Den letzten Befehl wiederholen

In Rhino wiederholen sich viele Aufgaben. Vielleicht möchten Sie z. B. mehrere Objekte verschieben oder kopieren. Dafür gibt es in Rhino Wiederholungsbefehle.



### Wiederholen des letzten Befehls

- ▶ Drücken Sie die **Eingabetaste**, wenn kein Befehl aktiviert ist.
- ▶ Zusätzlich zur **Eingabetaste** auf Ihrer Tastatur können Sie auch die **Leertaste** drücken oder die **rechte Maustaste** in einem Ansichtsfenster betätigen. Alle diese Methoden haben die gleiche Funktion.



**Anmerkung:** Einige Befehle, wie **Rückgängig** und **Löschen**, können nicht wiederholt werden. Stattdessen wird der Befehl, der vor diesen Befehlen ausgeführt wurde, wiederholt. Dies verhindert, dass Sie versehentlich zu viele Befehle rückgängig machen oder versehentlich Objekte löschen.

Außerdem wollen Sie ja meistens den Befehl wiederholen, den Sie vor Rückgängigmachen eines Fehlers verwendet haben. Sie können die Liste von Befehlen, die sich nicht wiederholen, personalisieren, und Sie so Ihrer Arbeitsweise anpassen.



## Jederzeit Hilfe erhalten

Die *Rhino-Hilfe* ist die Hauptquelle für detaillierte Informationen zu bestimmten Befehlen.

### Hilfe zu einem bestimmten Befehl erhalten

- ▶ Die aktuellste Version der Hilfe finden Sie in der *Rhino-Online-Hilfe*.
- ▶ Sie finden Antworten zu häufig gestellten Fragen unter: *Rhino-Support*.



**Tipp:** Weitere Informationen zu den mathematischen Prinzipien in der 3D-Modellierung finden Sie hier: [www.mathopenref.com](http://www.mathopenref.com).

## Kapitel 2: Rhino-Objekte

Die wesentlichen geometrischen Objekte in Rhino sind Punkte, Kurven, Flächen, Flächenverbände, Extrusionsobjekte und Polygonnetzobjekte.

### Wieso NURBS-Modellierung

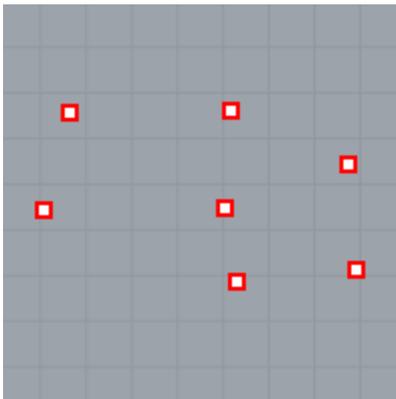
NURBS (non-uniform rational B-splines) sind mathematische Darstellungen zur Nachbildung beliebiger Formen von einfachen 2D-Linien, Kreisen, Bogen oder Quadern bis hin zu komplexen organischen 3D-Freiformflächen oder -volumenkörpern. Aufgrund ihrer Flexibilität und Genauigkeit können NURBS-Modelle in allen Prozessen von Illustration und Animation bis hin zur Fertigung verwendet werden.

Die NURBS-Geometrie ist ein Industriestandard für Designer, die in 3D arbeiten, wo Formen frei und fließend sind und sowohl Form als auch Funktion wichtig sind. Rhino findet im Schiffs- und Autodesign und in der Luft- und Raumfahrt Verwendung. Hersteller von Haushalts- und Bürogeräten, Möbeln, Medizin- und Sportausrüstung, Schuhen und Schmuck verwenden Rhino zur Erzeugung von Freiformen.

NURBS-Modellierung wird auch von Trickfilmzeichnern und Grafikern verwendet. Ein Vorteil zu Gitternetzmodellierern: Es gibt keine Facetten. Die Modelle können bei beliebiger Auflösung gerendert werden. Ein Polygonnetz kann bei beliebiger Auflösung aus dem Modell erzeugt werden. Weitere Informationen zur Mathematik der NURBS finden Sie im Artikel [Was sind NURBS?](#).

### Punkte

Punktobjekte markieren einen einzelnen Punkt im 3D-Raum. Es sind die einfachsten Objekte in Rhino. Punkte können beliebig im Raum platziert werden und werden meistens als Platzhalter verwendet.

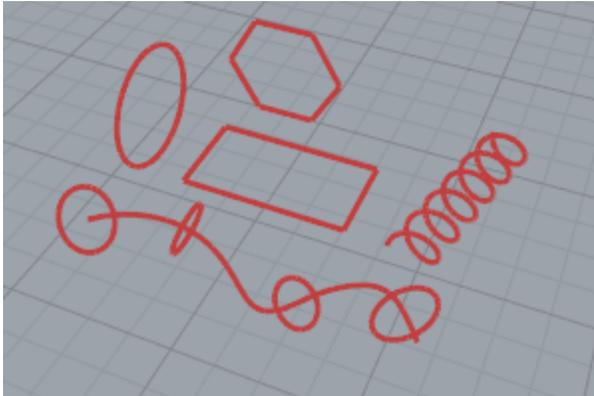


## Kurven

Eine Kurve ist einem Stück Draht ähnlich. Sie kann gerade oder geschlängelt sein, offen oder geschlossen. Eine *Polykurve* besteht aus mehreren verbundenen Kurvensegmenten.

Rhino bietet viele Werkzeuge, um Kurven zu zeichnen. Sie können gerade Linien, Polylinien, die aus verbundenen Liniensegmenten bestehen, Bogen, Kreise, Polygone, Ellipsen, Helixkurven und Spiralen zeichnen.

Sie können Kurven auch anhand von *Kontrollpunkten* zeichnen und Kurven zeichnen, die durch ausgewählte Punkte verlaufen.

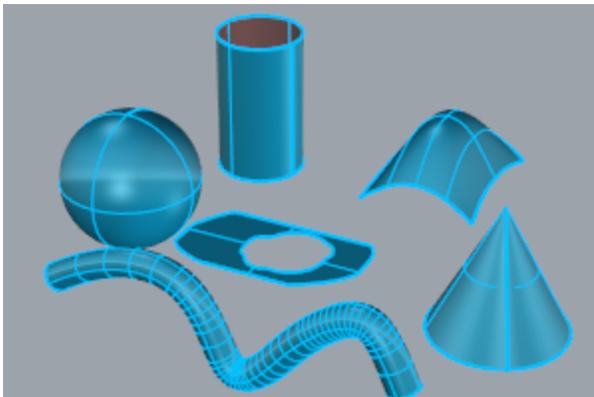


Kurven in Rhino beinhalten Linien, Bogen, Kreise, Freiformkurven und Kombinationen dieser Geometrien. Kurven können entweder offen oder geschlossen sein, planar oder nicht-planar.

## Flächen

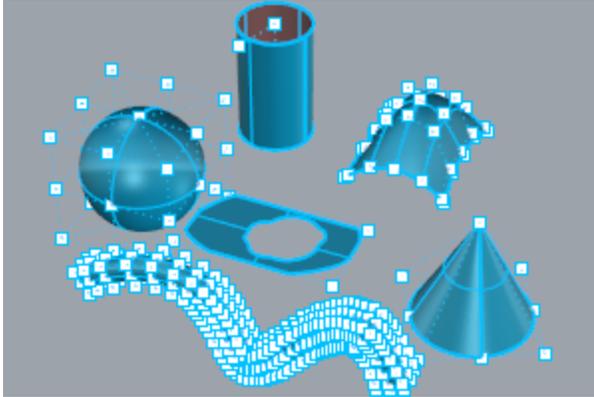
Eine Fläche ist wie ein rechteckiges, dehnbares Stück Gummi. Die NURBS-Form kann einfache Formen, wie Ebenen und Zylinder, sowie Freiformflächen darstellen.

Alle Befehle zur Flächenerzeugung in Rhino ergeben das gleiche Objekt: eine NURBS-Fläche. Rhino besitzt viele Werkzeuge, um Flächen direkt oder aus vorhandenen Kurven zu erzeugen.



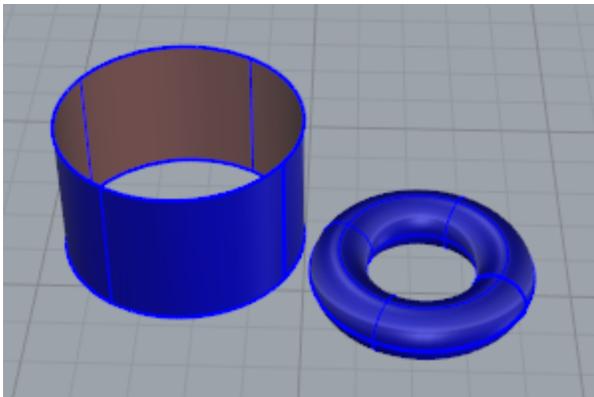
Alle NURBS-Flächen sind von Natur aus rechteckig organisiert.

Sogar eine geschlossene Fläche wie ein Zylinder ist wie ein rechteckiges Stück Papier, das so zusammengerollt wurde, dass sich zwei gegenüberliegende Kanten berühren. Der Ort, wo die Kanten zusammenkommen und sich berühren, nennt sich *Naht*. Wenn eine Fläche keine rechteckige Form besitzt, wurde sie entweder getrimmt oder die Kontrollpunkte an den Kanten wurden zusammengeschoben.



### **Geschlossene und offene Flächen**

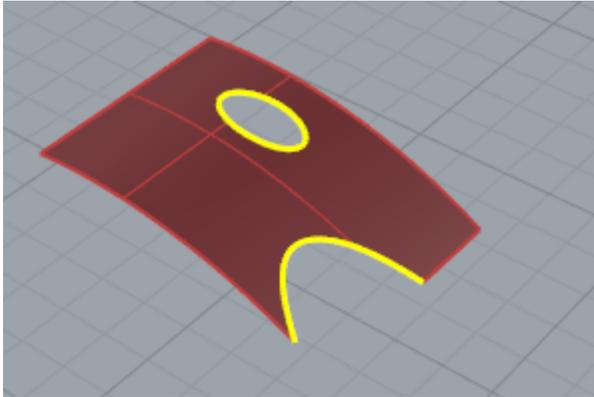
Eine Fläche kann offen oder geschlossen sein. Ein offener Zylinder ist in eine Richtung geschlossen. Ein Ring (Donutform) ist in zwei Richtungen geschlossen.



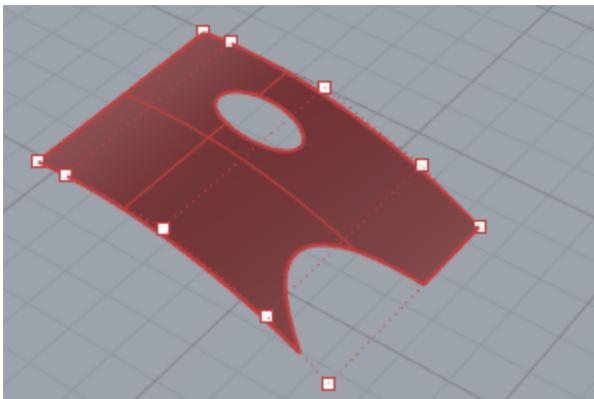
## Getrimmte und ungetrimmte Flächen

Flächen können getrimmt oder ungetrimmt sein. Eine getrimmte Fläche besteht aus zwei Teilen: einer Fläche, die allem zu Grunde liegt und die geometrische Form definiert, und Trimmkurven, die Teile der zu Grunde liegenden Fläche markieren und weggetrimmt werden.

Getrimmte Flächen werden mit Befehlen erzeugt, die Flächen mit Kurven oder anderen Flächen trimmen oder teilen. Manche Befehle erzeugen direkt getrimmte Flächen.

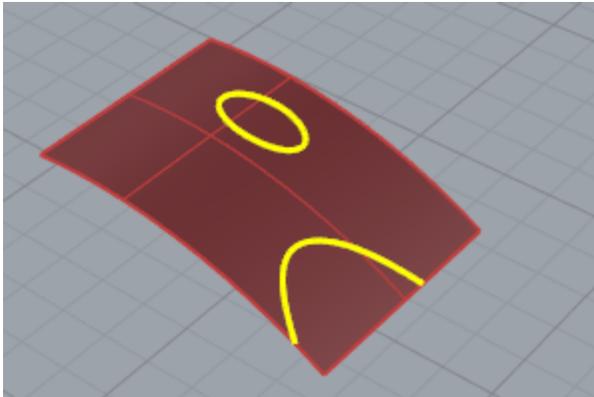


Die Form einer Fläche wird durch einen Satz Kontrollpunkte in einem rechteckigen Muster definiert.

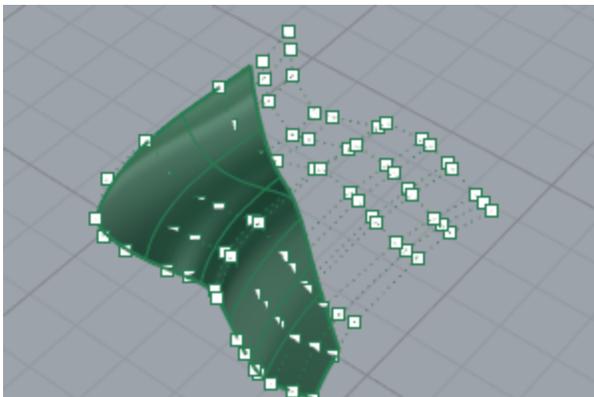


Da es für Sie wichtig sein kann zu wissen, ob eine Fläche getrimmt ist, listet der Befehl **Eigenschaften** den getrimmten oder ungetrimmten Status der Fläche. Einige Rhino-Befehle funktionieren nur mit ungetrimmten Flächen und einige Programme importieren keine getrimmten NURBS-Flächen.

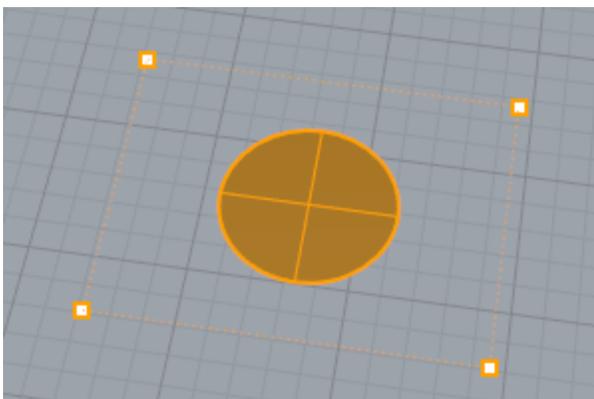
Die Trimmkurven liegen auf der darunterliegenden Fläche. Diese Fläche ist vielleicht größer als die Trimmkurven, aber Sie werden sie nicht sehen, weil Rhino nichts für den Flächenteil zeichnet, der sich außerhalb der Trimmkurven befindet. Jede getrimmte Fläche bewahrt die Informationen über ihre darunterliegende Flächengeometrie. Sie können die Begrenzungen der Trimmkurve mit dem Befehl **TrimmungAufheben** entfernen, um die Trimmung der Fläche aufzuheben.



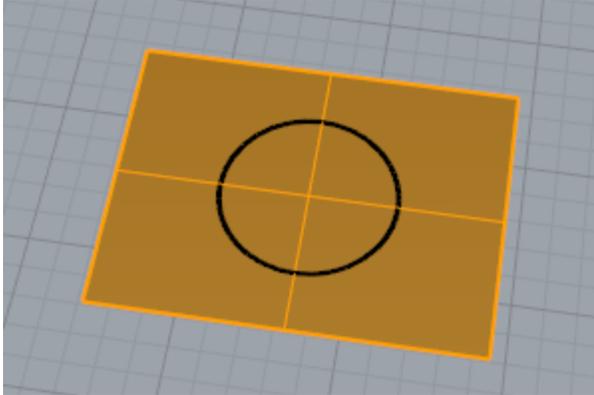
Wenn Sie eine Trimmkurve haben, die über eine Fläche verläuft, hat die Trimmkurve keine echte Beziehung zur Kontrollpunktstruktur der Fläche. Sie können das sehen, wenn Sie solch eine getrimmte Fläche auswählen und ihre Kontrollpunkte aktivieren. Sie werden die Kontrollpunkte für die gesamte darunter liegende Fläche sehen.



Wenn Sie eine Fläche aus einer planaren Kurve erzeugen, kann es eine getrimmte Fläche sein. Diese Fläche wurde aus einem Kreis erzeugt. Die Kontrollpunktanzeige zeigt die rechteckige Struktur der Fläche an.



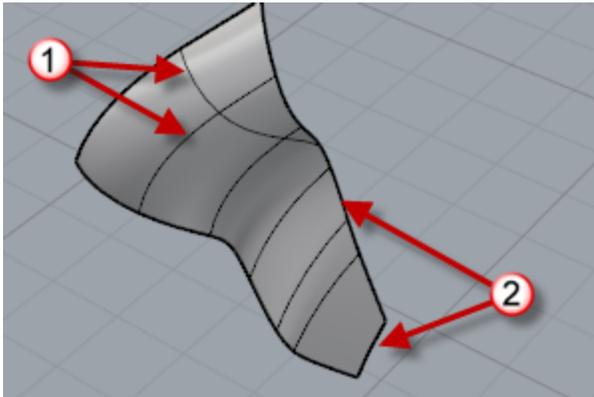
Der Befehl **TrimmungAufheben** entfernt die Trimmkurve aus der Fläche, um wieder zur darunter liegenden, ungetrimmten, rechteckigen Fläche zu gelangen.



## Isoparametrische und Randkurven einer Fläche

In der Gitternetzanzeige sehen Flächen wie eine Gruppe von sich kreuzenden Kurven aus. Diese Kurven nennt man *isoparametrische Kurven* oder *Isokurven*. Diese Kurven helfen Ihnen, die Flächenform zu visualisieren. Isoparametrische Kurven definieren die Fläche nicht in der Form wie Polygone es in einem Polygonnetz tun. Sie sind lediglich eine visuelle Hilfe, mit denen Sie die Fläche auf dem Bildschirm sehen können. Wenn eine Fläche ausgewählt wird, werden all ihre isoparametrischen Kurven hervorgehoben.

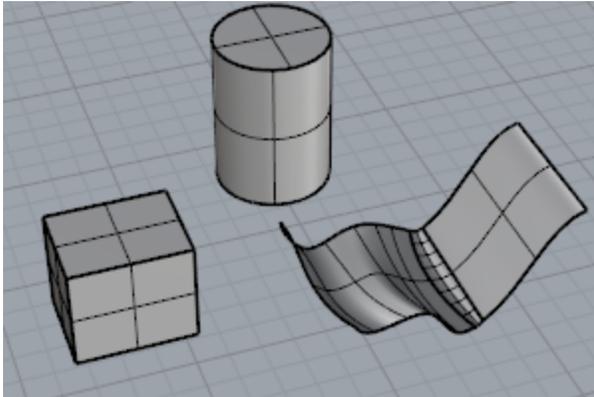
Randkurven verbinden die Fläche. Randkurven von Flächen können als Eingabe zu anderen Befehlen verwendet werden.



*Isokurven (1), Randkurven (2).*

## Flächenverbände

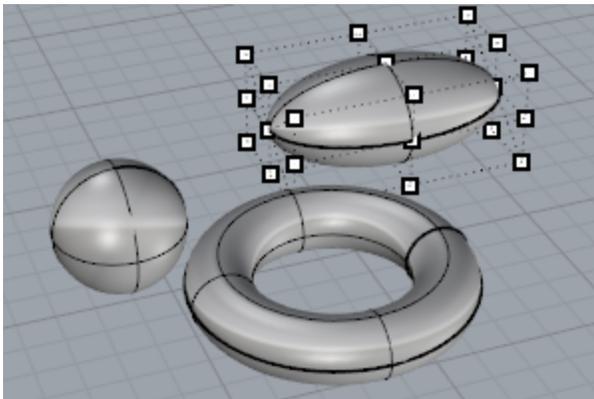
Ein *Flächenverband* besteht aus zwei oder mehr Flächen, die miteinander verbunden sind. Ein Flächenverband, der ein Raumvolumen einschließt, definiert einen Volumenkörper.



## Volumenkörper

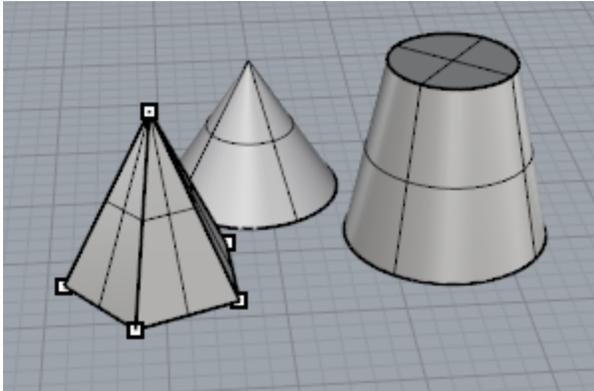
Ein Volumenkörper ist eine Fläche oder ein Flächenverband, der ein Volumen einschließt. Volumenkörper entstehen immer, wenn eine Fläche oder ein Flächenverband ganz geschlossen ist. Rhino erzeugt Volumenkörper aus einer Fläche, Flächenverbandvolumenkörper und Extrusionsvolumenkörper.

Eine einzige Fläche kann sich um sich selbst wickeln und mit sich selbst verbunden werden. Zu den Beispielbefehlen zählen **Kugel**, **Ring** und **Ellipsoid**. Kontrollpunkte können auf Volumenkörpern angezeigt werden, die aus einer Fläche bestehen, und verschoben werden, um die Fläche zu ändern.



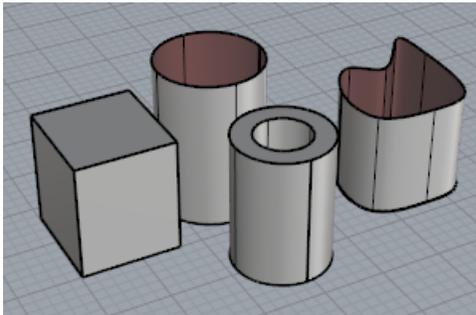
Manche Rhino-Befehle erzeugen Flächenverbandsvolumenkörper. **Pyramide**, **Kegel** und **Kegelstumpf** sind einige dieser Befehle, die Flächenverbandsvolumenkörper erzeugen.

Der Befehl **FlächenverbandPunkteEin** aktiviert Griffpunkte für Flächenverbände, die wie eine Art Kontrollpunkte funktionieren.



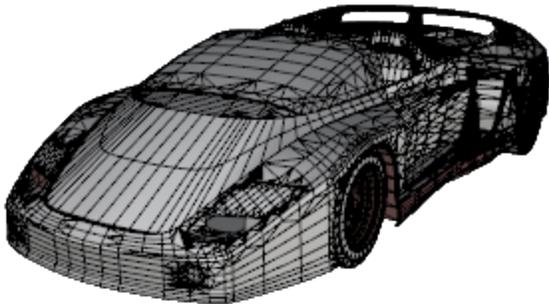
## Leichte Extrusionsobjekte

Leichte Extrusionsobjekte verwenden statt dem für NURBS-Objekte verwendeten Isokurven-Netzwerk nur eine Profilkurve und eine Länge als Eingabe. Die Befehle **Quader**, **Zylinder**, **Rohr** und **KurveExtrudieren** erzeugen Extrusionsobjekte. Extrusionsobjekte können offen oder mit einer planaren Deckfläche geschlossen sein. Diese Objekte können bei Bedarf mit einigen Befehlen in Flächenverbände umgewandelt werden, um zusätzliche Informationen für die Bearbeitung hinzuzufügen.



## Polygonnetzobjekte

Weil es viele Modellierer gibt, die Polygonnetze zur Geometriedarstellung für das Rendern und die Animation, die Stereolithographie, Visualisierung und Finite-Elemente-Analyse verwenden, übersetzt der Befehl **Polygonnetz** die NURBS-Geometrie für den Export in Polygonnetze. Zusätzlich dazu zeichnen die Befehle zur Polygonnetzerzeugung **NetzKugel**, **NetzQuader**, **NetzZylinder**, etc. Polygonnetzobjekte.



**Anmerkung:** Es gibt keine einfache Methode, um ein Polygonnetzmodell in ein NURBS-Modell umzuwandeln. Die Information, die die Objekte definiert, ist völlig anders.

Rhino verfügt über einige Befehle, um Kurven auf Polygonnetzen zu zeichnen und Scheitelpunkte und weitere Informationen aus Polygonnetzobjekten zu extrahieren, die Ihnen bei der Verwendung von Polygonnetzinformationen zur Erzeugung von NURBS-Modellen behilflich sind.



## Kapitel 3: Objekte auswählen

Die meisten Operationen in Rhino erfordern, dass Sie ein oder mehrere Objekte auswählen. Objekte können ausgewählt werden, indem Sie auf sie klicken. Klicken Sie außerhalb des Objekts, um es aus der Auswahl zu nehmen. Mit dieser Methode können Sie jeweils ein Objekt auswählen.



### Auswahl zusätzlicher Objekte

---

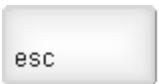
- ▶ Halten Sie die **Umschalttaste** gedrückt, während Sie die Objekte anklicken.



### Entfernung von Objekten aus der Auswahl

---

- ▶ Halten Sie **cmd** gedrückt und klicken Sie auf die zu entfernenden Objekte.



### Aufheben der Auswahl

---

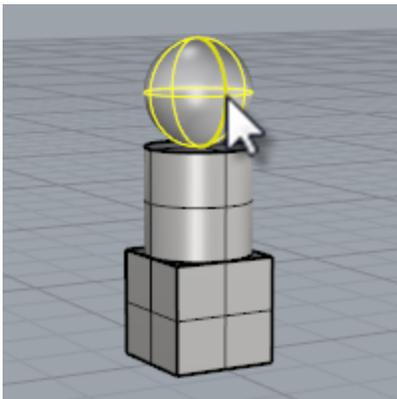
- ▶ Klicken Sie außerhalb der Objekte oder drücken Sie die **Esc**-Taste.



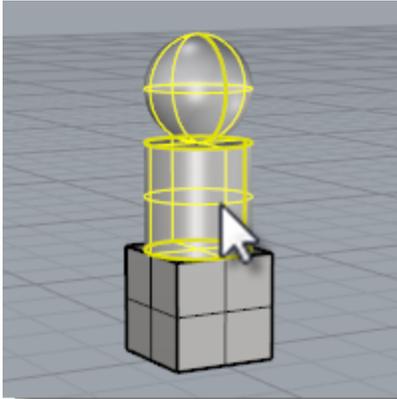
### Übung: Objekte auswählen

---

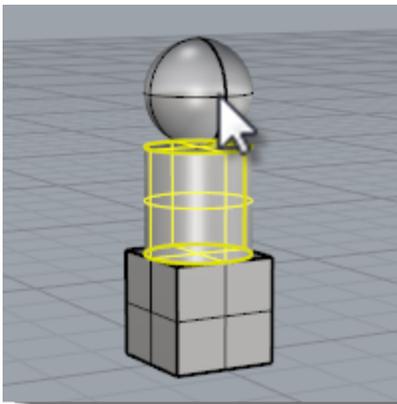
1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Objekte Auswählen.3dm**.
2. Im Ansichtsfenster **Perspektive** wählen Sie die Kugel aus.



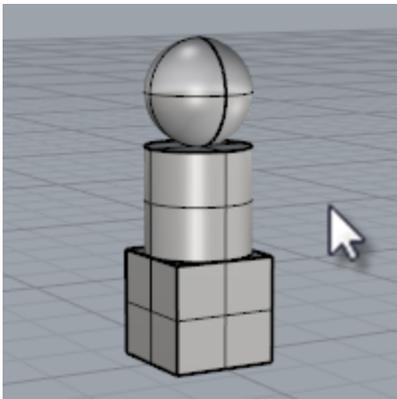
3. Halten Sie die **Umschalttaste** gedrückt und wählen Sie den Zylinder aus. Der Zylinder wird der Auswahl hinzugefügt.



4. Halten Sie **cmd** ⌘ gedrückt und wählen Sie noch einmal die Kugel aus. Die Kugel wird aus der Auswahl genommen.



5. Klicken Sie außerhalb der Objekte oder drücken Sie die **Esc**-Taste. Die Auswahl wird abgebrochen.



## Objekte mit Fenstern auswählen

Mehrere Objekte gleichzeitig können außerdem durch ein *Auswahlfenster* oder eine *Schnittauswahl* ausgewählt werden.

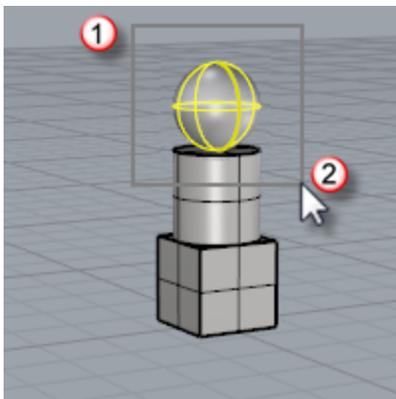
Sie können auf einen offenen Bereich auf dem Bildschirm klicken und die Maus ziehen, um ein Auswahlfenster aufzuziehen. Um ein Auswahlfenster zu erstellen, klicken Sie in einen offenen Bereich auf dem Bildschirm und ziehen Sie den Mauszeiger nach rechts. Um eine Schnittauswahl zu erstellen, klicken Sie in einen offenen Bereich auf dem Bildschirm und ziehen Sie den Mauszeiger nach links.

Ein Auswahlfenster wählt alle Objekte aus, die sich vollständig im Fenster befinden. Eine Schnittauswahl wählt alle Objekte aus, die sich im Fenster befinden und/oder das Fenster schneiden.

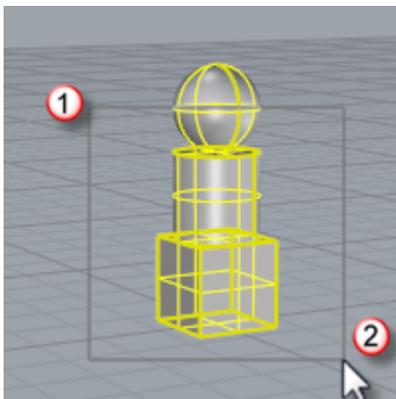
Um Objekte der Auswahl hinzuzufügen, halten Sie die **Umschalttaste** gedrückt, während Sie ein Auswahlfenster oder eine Schnittauswahl erstellen. Halten Sie zum Entfernen von Objekten **cmd** ⌘ gedrückt, während Sie ein Auswahlfenster oder eine Schnittauswahl erstellen.

### Übung: Auswahl mit Fenstern

1. Klicken Sie in das Ansichtsfenster **Perspektive** und ziehen Sie ein Fenster um die Kugel auf.

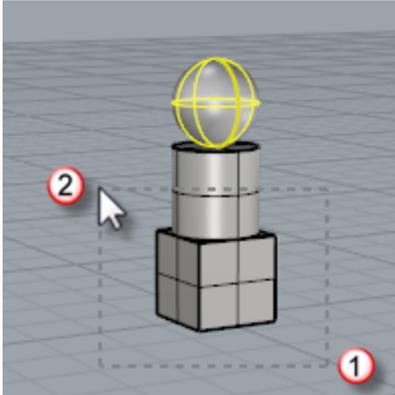


2. Im Ansichtsfenster **Perspektive** halten Sie die **Umschalttaste** gedrückt, dann klicken und ziehen Sie ein Fenster um den Quader und den Zylinder auf. Der Zylinder und der Quader werden der Auswahl hinzugefügt.



- Halten Sie im Ansichtsfenster **Perspektive cmd**  $\text{⌘}$  gedrückt und ziehen Sie eine Schnittausswahl über den Quader und den Zylinder.

Zylinder und Quader werden aus der Auswahl genommen.

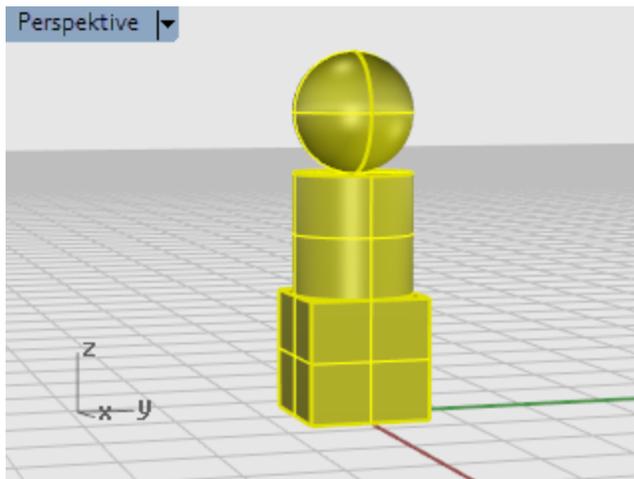


## Weitere Möglichkeiten zur Objektauswahl

Rhino verfügt über viele Befehle und Methoden zur Auswahl von Objekten. Sie können nach Name, Ebene, Farbe, Typ, durch Erfassung über Begrenzungen oder Schnittfenster, durch Volumenformen, nach Gruppennamen etc. auswählen. Siehe dazu auch das Hilfethema [Auswahlbefehle](#).

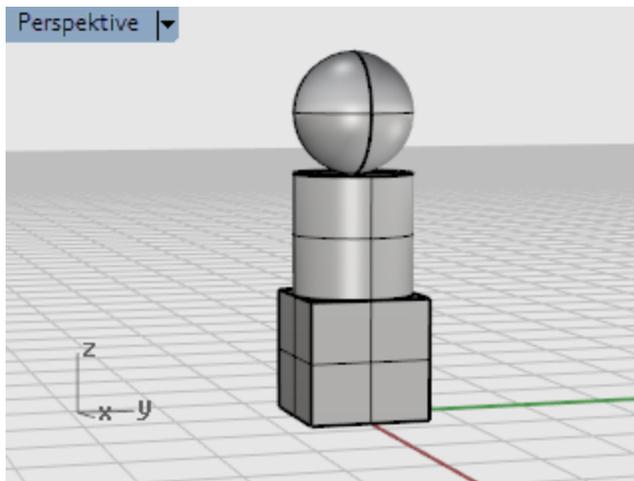
### Übung: Auswahl nach Objekttyp

- Geben Sie **AllesAuswählen** im **Wertefeld** ein.



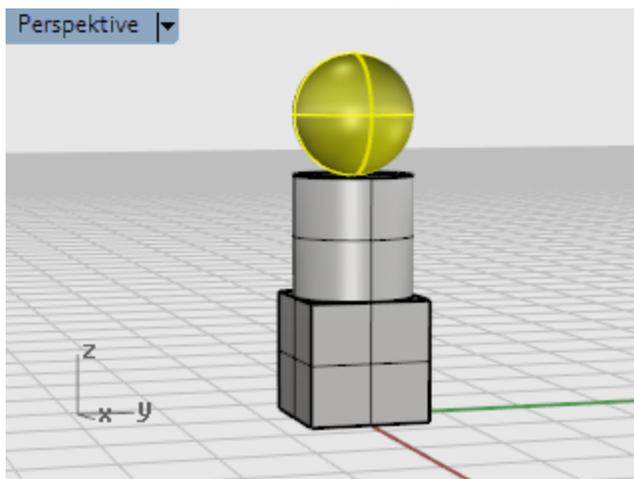
- Geben Sie **AuswahlAufheben** ein.

Dadurch werden die Objekte aus der Auswahl entfernt.



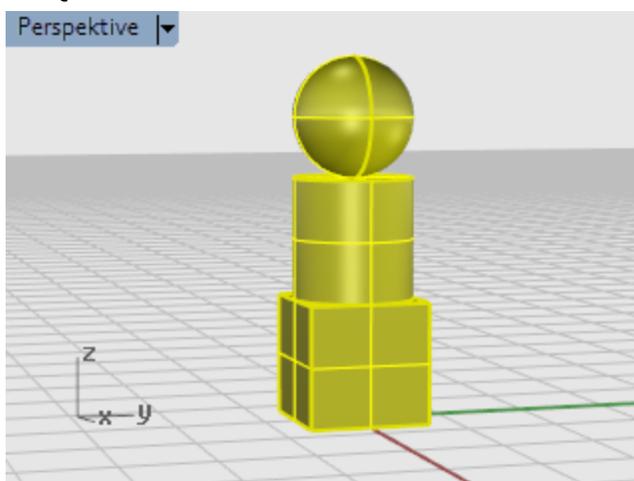
3. Geben Sie **FlächeAuswählen** ein.

Dadurch werden alle Flächen ausgewählt. In diesem Fall ist nur die Kugel eine Fläche.



4. Geben Sie **FlächenverbändeAuswählen** ein.

Dadurch werden alle Flächenverbände der Auswahl hinzugefügt. In diesem Fall sind der Zylinder und der Quader Flächenverbände.



- Drücken Sie die **Esc**-Taste.  
Dadurch wird die Auswahl ebenfalls aufgehoben.

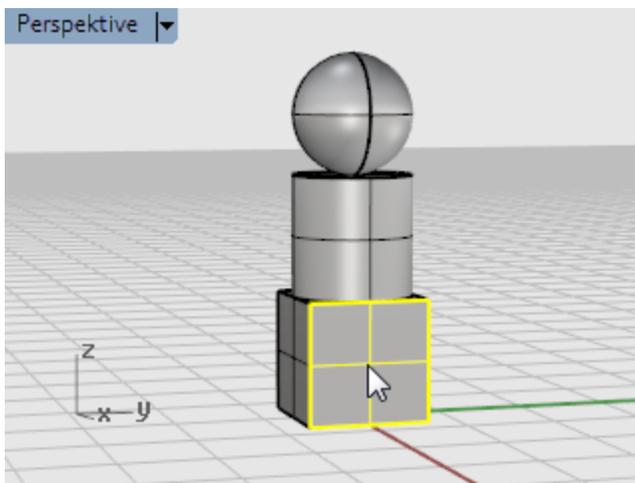
## Übung: Auswahl von Teilobjekten

Um Teile von Objekten zur Verwendung mit anderen Befehlen auszuwählen, Drücken und halten Sie gleichzeitig **cmd** ⌘ und **Umschalt** und klicken Sie auf den Objektteil. Mögliche Teile sind Seiten von Flächenverbänden, Randkurven von Flächen und Flächenverbänden, Kontrollpunkte, Seiten, Scheitelpunkte, Begrenzungen und Kanten von Polygonnetzen sowie Objekte einer Gruppe. Siehe dazu auch das Hilfethema [Auswahl von Teilobjekten](#).

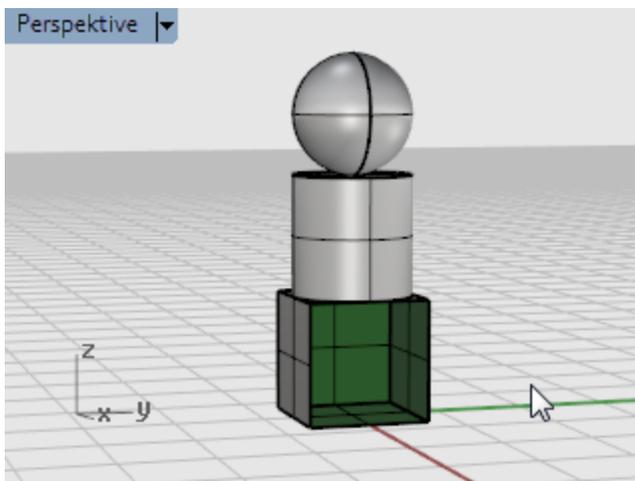
### Übung: Auswahl von Teilobjekten

- Halten Sie im Ansichtsfenster **Perspektive** **cmd** ⌘ und **Umschalt** gleichzeitig gedrückt und klicken Sie auf eine Seite des Quaders.

Die Seite, die Sie auswählen, wird farblich hervorgehoben.



- Drücken Sie **Entf**.



Die Seite wird vom Quader gelöst und gelöscht.

## Kapitel 4: Wie man sich im Ansichtsfenster bewegt

Die Titelzeile des Ansichtsfensters verfügt über Sonderfunktionen, um das Ansichtsfenster zu bearbeiten.

- ▶ Klicken Sie auf den Titel, um das Ansichtsfenster zu aktivieren, ohne die Ansicht zu beeinträchtigen.
- ▶ Ziehen Sie die Titelzeile des Ansichtsfensters, um das Ansichtsfenster zu verschieben.
- ▶ Doppelklicken Sie auf die Titelzeile des Ansichtsfensters, um das Ansichtsfenster zu maximieren. Doppelklicken Sie nochmal, um die Originalgröße wiederherzustellen.

### Ansichtsfensterprojektion

Ansichtsfenster können eine von drei Projektionen aufweisen: Parallel, Perspektive oder 2-Punkt Perspektive. Die Navigation mit der rechten Maustaste funktioniert unterschiedlich für die verschiedenen Projektionsstile. In parallelen Ansichten wird die Ansicht durch Ziehen mit der rechten Maustaste geschwenkt. In perspektivischen Ansichten wird die Ansicht durch Ziehen mit der rechten Maustaste gedreht. In der üblichen Konfiguration mit vier Ansichtsfenstern sind drei parallele Ansichtsfenster und ein perspektivisches Ansichtsfenster vorhanden.

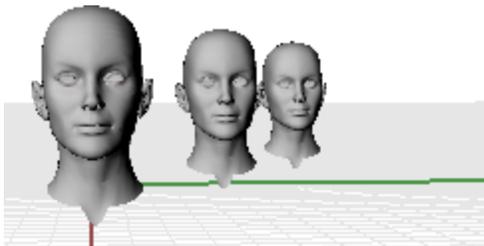
#### Parallel

In einigen Programmen werden parallele Ansichten auch orthogonale Ansichten genannt. In einer parallelen Ansicht liegen alle Rasterlinien parallel zueinander und identische Objekte erscheinen gleich groß, egal wo sie sich in der Ansicht befinden.



#### Perspektive

In einer perspektivischen Ansicht konvergieren die Rasterlinien in einen Fluchtpunkt. Es wird eine Tiefenillusion im Ansichtsfenster erzeugt. Mit der perspektivischen Projektion erscheinen Objekte, die weiter entfernt sind, kleiner.



### Ansichtsfensternavigation

Die einfache Navigation in Rhino hilft Ihnen bei der Visualisierung Ihres Modells.

Die einfachste Methode, die Ansicht zu ändern, ist die Maus bei gedrückter rechter Maustaste zu ziehen. Die Ansicht wird in parallelen Ansichten geschwenkt und in perspektivischen Ansichten gedreht.

Sie können die Ansicht mitten in einem Befehl ändern, um zu sehen, wo Sie genau ein Objekt oder einen Punkt auswählen wollen.

Halten Sie zum Zoomen **cmd** ⌘ gedrückt und ziehen Sie die Maus bei ebenfalls gedrückter rechter Maustaste nach oben bzw. unten. Wenn Sie über ein Mousrad verfügen, können Sie das Rad drehen, um zu vergrößern und verkleinern.

Befehl	Tastatur- und Mauskombinationen
	In parallelen Ansichten (wie Drauf, Front und Rechts) <b>ziehen</b> Sie mit der rechten Maustaste.
<b>Schwenken</b>	In perspektivischen Ansichten drücken Sie die <b>Umschalttaste</b> und <b>ziehen</b> Sie mit der rechten Maustaste.
	In parallelen Ansichtsfenstern (wie Drauf, Front und Rechts) halten Sie <b>cmd</b> ⌘ und <b>Umschalt</b> gedrückt und <b>ziehen</b> Sie mit der rechten Maustaste.
<b>AnsichtDrehen</b>	In perspektivischen Ansichtsfenstern <b>ziehen</b> Sie mit der rechten Maustaste.
	Halten Sie <b>cmd</b> ⌘ gedrückt und <b>ziehen</b> Sie die Maus bei ebenfalls gedrückter rechter Maustaste nach oben bzw. unten oder nutzen Sie das Mausrad.
<b>Zoom</b>	

## Mausnavigation

In 3D auf einem Computer zu arbeiten bedeutet, dass Sie dreidimensionale Objekte auf einem zweidimensionalen Medium - dem Computerbildschirm - visualisieren. Rhino liefert Ihnen dazu das Rüstzeug. Ziehen Sie die Maus mit gedrückter rechter Maustaste, um die Ansichten auf einfache Weise zu verändern und sehen Sie sich Ihr Modell aus verschiedenen Blickwinkeln an. Sie können die Bearbeitung von Ansichten mit der rechten Maustaste in der Gitternetzansicht und schattierten Ansicht verwenden.



### Ansicht in einem Ansichtsfenster schwenken

- ▶ Im Ansichtsfenster **Drauf** ziehen Sie die Maus mit gedrückter rechter Maustaste, um die Ansicht zu schwenken.



oder



+



Eine Ansicht wiederherstellen

Falls Sie die Übersicht verlieren, können Sie verschiedene Methoden anwenden, um sich neu zu orientieren:

- ▶ Drücken Sie **Pos 1** oder **cmd** ⌘ + **Pfeil nach oben**, um rückwärts durch Ihre Ansichtsänderungen zu gehen.
- ▶ Drücken Sie **Ende** oder **cmd** ⌘ + **Pfeil nach unten**, um vorwärts durch Ihre Ansichtsänderungen zu gehen.
- ▶ Um Ihre Ansicht so einzustellen, dass Sie gerade nach unten auf die Konstruktionsebene schauen, verwenden Sie den Befehl **Plan**.
- ▶ Um all Ihre Objekte in die Ansicht zu bringen, verwenden Sie den Befehl **Zoom** Option **Bildfüllend**.

### Übung: Ansichtsrotation

1. Klicken Sie mit der linken Maustaste in das Ansichtsfenster **Perspektive**, um es zu aktivieren. Das aktive Ansichtsfenster ist das Fenster, in dem all Ihre Befehle und Aktionen stattfinden. Die Titelzeile des aktiven Ansichtsfensters wird hervorgehoben, damit es einfacher ist, das aktive Ansichtsfenster zu sehen.
2. In der **perspektivischen Ansicht** ziehen Sie die Maus mit gedrückter rechter Maustaste, um die Ansicht zu drehen und die Objekte aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten.

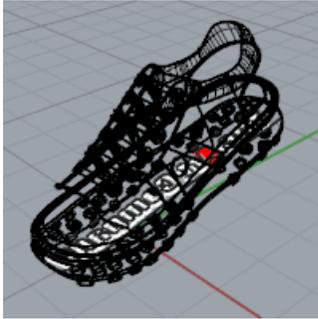
## Anzeigemodi des Ansichtsfensters

Sie können Ihr Modell auf verschiedene Arten sehen, gemäß Ihren Bedürfnissen. Die Gitternetzanzeige ist meistens der schnellste Modus; mit den Schattierungsmodi können Sie Flächen und Volumenkörper schattiert betrachten, was die Visualisierung der Formen vereinfacht.

Standardmäßige und personalisierte schattierte Modi erlauben eine einfachere Visualisierung von Flächen und Volumenkörpern.

## Gitternetz

In der **Gitternetzanzeige** sehen Flächen wie eine Gruppe von sich kreuzenden Kurven aus. Diese Kurven nennt man *isoparametrische Kurven* oder *Isokurven*.

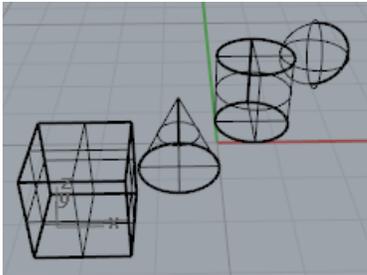


Isokurven definieren die Fläche nicht in der Form wie Polygone es in einem Polygonnetz tun. Sie dienen nur der visuellen Hilfe.



### Einstellung der Gitternetzansicht

1. Klicken Sie im Ansichtsfenster **Perspektive** mit einer Maustaste, um es zu aktivieren. Das aktive Ansichtsfenster ist das Fenster, in dem all Ihre Befehle und Aktionen stattfinden.
2. Im Menü der Titelzeile des Ansichtsfensters klicken Sie auf **Gitternetz**.



## Schattiert

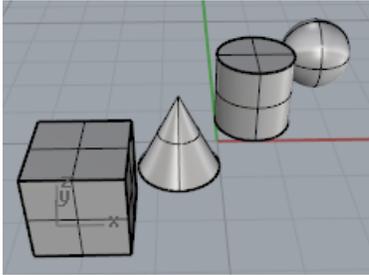
Die **Schattierungsmodi** (z.B. Schattiert, Gerendert, Künstlerisch und Bleistift) zeigen Flächen und Volumenkörper mit den schattierten Flächen anhand ihrer Ebenen-, Objektfarbe oder einer personalisierten Farbe an. Sie können in einem beliebigen Schattierungsmodus arbeiten. Die Flächen erscheinen undurchsichtig oder transparent.





## Einstellung des schattierten Modus

1. Im Menü der Titelzeile des Ansichtsfensters klicken Sie auf **Schattiert**.



Drehen Sie Ihre Ansicht, indem Sie die rechte Maustaste drücken und die Ansicht von unten nach oben ziehen.

Sie befinden sich nun unterhalb der Objekte und schauen nach oben.

Das Raster der Konstruktionsebene hilft Ihnen bei der Orientierung. Wenn sich die Objekte hinter dem Raster befinden, betrachten Sie das untere der Konstruktionsebene.

2. Drücken Sie die **Pos1**-Taste, um die Ansichtsänderungen rückgängig zu machen.



## Gerendert

Der Rendermodus zeigt die Objekte mit Beleuchtung und Rendermaterialien an.



## Weitere schattierte Modi

Weitere Anzeigemodi und personalisierte Einstellungen werden in der Rhino-Hilfe beschrieben.



Anzeigemodi *Künstlerisch* (links) und *Bleistift* (rechts).

## Titelzeile des Ansichtsfensters

Die Titelzeile des Ansichtsfensters verfügt über Sonderfunktionen für die Ansichtsfenstersteuerung.

- ▶ Klicken Sie auf den Titel, um das Ansichtsfenster zu aktivieren, ohne die Ansicht zu beeinträchtigen.
- ▶ Doppelklicken Sie auf die Titelzeile des Ansichtsfensters, um das Ansichtsfenster zu maximieren. Doppelklicken Sie nochmal, um die Originalgröße wiederherzustellen.



## Kapitel 5: Präzise Modellierung

Sie können den Mauszeiger vollkommen frei im Raum bewegen, wobei Sie normalerweise Ihre modellierten Elemente an das Raster der Konstruktionsebene, bestehende Objekte oder Raumkoordinaten binden möchten. Daher können Sie die Bewegung des Mauszeigers auf das Raster begrenzen, bestimmte Abstände und Winkel von einem Punkt eingeben oder die Punkte mithilfe Kartesischer Koordinaten im 2D- oder 3D-Raum definieren.

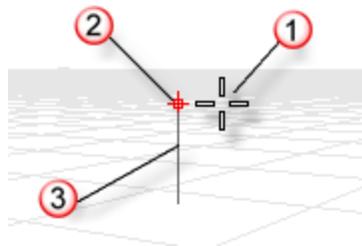
### Der Rhino-Cursor

Der Mauszeiger besteht aus zwei Teilen: dem *Cursor* oder *Mauszeiger* (1) und dem *Marker* (2). Der Mauszeiger folgt immer der Mausbewegung.

Der Marker verlässt manchmal das Zentrum des Mauszeigers, wenn er einer bestimmten Beschränkung unterliegt, wie z. B. Rasterfang oder Ortho. Er ist eine dynamische Vorschau des Punktes, der durch Drücken der linken Maustaste ausgewählt wird.

Wenn der Marker eingeschränkt ist, z. B. im Aufzugmodus, wird auch eine *Verfolgerlinie* (3) angezeigt.

Sie verschieben den Marker an einen bestimmten Punkt im Raum oder schränken seine Bewegung gemäß der Beschränkung ein.



### Fangen des Konstruktionsebenengitters

Der Rasterfang beschränkt den Marker auf ein imaginäres Raster, das sich unendlich ausdehnt. Sie können einen beliebigen Wert für den Fangabstand eingeben.

Klicken Sie in der Statuszeile auf **Rasterfang**, um denselben zu de-/aktivieren.



**Tipp:** Mehr Infos zu einem bestimmten Befehl erhalten Sie durch einen Klick auf den roten, unterstrichenen Befehlsnamen.

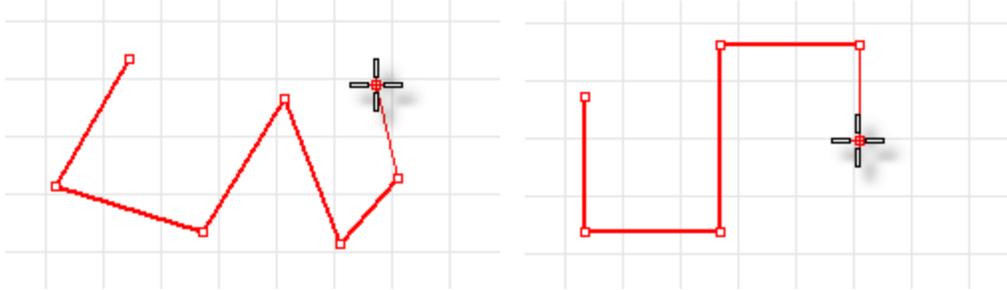
### Beschränkung der Winkelbewegung

Der Ortho-Modus beschränkt die Bewegung des Markers oder das Ziehen von Objekten auf eine bestimmte Winkelgruppe. Standardmäßig ist das parallel zu den Rasterlinien, aber Sie können das ändern. Ortho gleicht der Funktion zur Achsenspernung, die man in Zeichnungs- oder Animationsprogrammen finden kann.

Klicken Sie in der Statuszeile auf **Ortho**, um Ortho zu aktivieren / deaktivieren. Drücken und halten Sie **Umschalt** gedrückt, um den Ortho-Modus vorübergehend zu aktivieren / deaktivieren.

Eine weitere übliche Verwendung für Ortho ist, das Ziehen von Objekten auf eine bestimmte Achse zu beschränken.

Ortho wird nach Festlegung des ersten Punktes für einen Befehl aktiviert. Nach der Auswahl des ersten Punktes für eine Linie, z. B., ist der zweite Punkt auf den Ortho-Winkel beschränkt.



*Ortho aus (links), Ortho ein (rechts).*

Wenn Sie nur für eine Operation einen anderen Winkel benötigen, ist die Winkelbeschränkung schneller. Geben Sie einen bestimmten Winkel für eine Operation ein statt den Orthogonalwinkel zu ändern und dann wieder zurückzuändern.

## Fangen bestehender Objekte

Die **Objektfangfunktionen** beschränken den Marker auf bestimmte Punkte auf einem Objekt. Wenn Rhino Sie auffordert, einen Punkt zu bestimmen, können Sie den Marker auf bestimmte Teile einer bestehenden Geometrie beschränken. Wenn ein Objektfang aktiv ist, springt der Marker an diesen bestimmten Punkt, wenn Sie den Mauszeiger in die Nähe dieses Punktes auf einem Objekt verschieben.

Objektfangfunktionen können permanent verwendet werden oder nur für eine einmalige Verwendung aktiviert werden. In der Statuszeile können mehrere permanente Objektfangfunktionen eingestellt werden. Alle Objektfangfunktionen haben ähnliche Verhaltensweisen, fangen aber verschiedene Teile einer bestehenden Geometrie. Es gibt zusätzlich besondere Objektfangfunktionen, die nur für eine Auswahl verwendet werden können.

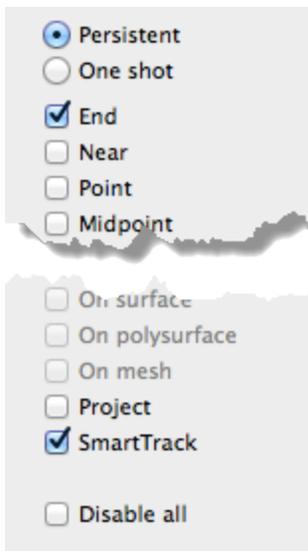
## Permanente Objektfangfunktionen

Verwenden Sie permanente Objektfänge, um einen Objektfang zur Auswahl mehrerer Punkte anzuwenden. Da permanente Objektfänge einfach ein-/ausschaltbar sind, können Sie sie einschalten und erst dann wieder deaktivieren, wenn sie Ihnen in die Quere kommen. Dann können Sie einen anderen Objektfang einstellen oder alle sperren.

Manchmal stören die verschiedenen Objektfangfunktionen einander oder kommen dem Rasterfang oder Ortho in die Quere. Normalerweise haben Objektfänge Vorrang vor dem Rasterfang oder anderen Beschränkungen. Es gibt Situationen, in denen Objektfänge mit anderen Beschränkungen arbeiten. Sie werden dazu in diesem Kapitel Beispiele finden. Weitere Informationen einschließlich Videos finden Sie in der Rhino-Hilfe unter [Objektfänge](#).

### Die Objektfangkontrolle

Die Objektfangkontrolle befindet sich normalerweise am linken Bildschirmrand.



- ▶ Klicken Sie zum Aktivieren eines Objektfangs auf das dazugehörige Kästchen.
- ▶ Wenn Sie das entsprechende Kästchen mit der rechten Maustaste anklicken, wird der Objektfang aktiviert und alle anderen deaktiviert.
- ▶ Wenn ein Objektfang aktiv ist und Sie den Mauszeiger in die Nähe eines auswählbaren Punktes verschieben, wird ein Tooltip angezeigt und der Punkt gefangen.  
Die Kästchen der **Objektfangkontrolle** können vorübergehend deaktiviert werden.

#### Vorübergehende Deaktivierung aller permanenten Objektfänge

- ▶ Klicken Sie in der **Objektfangkontrolle** die Schaltfläche **Deaktivieren**.  
Alle permanenten Objektfänge werden gesperrt, bleiben aber markiert.

#### Alle permanenten Objektfänge löschen

- ▶ Klicken Sie in der **Objektfangkontrolle** die Schaltfläche **Deaktivieren**.  
Alle permanenten Objektfänge werden gelöscht.

#### Mit einem Klick einen Objektfang aktivieren und alle anderen deaktivieren

- ▶ Klicken Sie in der **Objektfangkontrolle** mit der rechten Maustaste auf den Objektfang, den Sie aktivieren möchten.

## Objektfänge für Sonderfälle

Komplexe Objektfänge zur Auswahl von mehreren Referenzpunkten oder dem Hinzufügen von anderen erweiterten Kontrollen. Weitere Informationen finden Sie in der Rhino-Hilfe unter [Objektfänge](#).

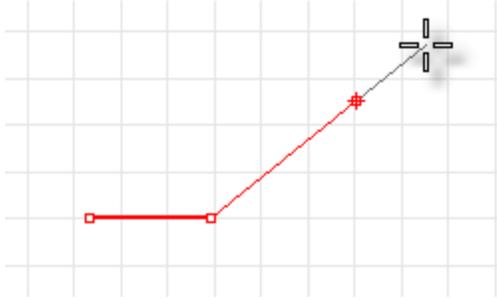
## Mauszeigerbeschränkungen

Bei der Eingabe von Punkten können Sie den Marker auf einen bestimmten Abstand oder Winkel zum vorherigen Punkt beschränken. Sobald Sie den Abstand definiert haben, können Sie eine Linie in einem beliebigen Winkel um diesen Punkt ziehen. Sie können auch weitere Objektfangfunktionen verwenden, um die Linie in eine bestimmte Richtung zu richten.

### Abstandsbeschränkung

Bei allen Befehlen, die zwei Punkte erfordern, wie zum Beispiel dem Befehl **Linie**, platzieren Sie den ersten Punkt. Geben bei der nächsten Eingabeaufforderung einen Abstand ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

Der Marker wird auf den bestimmten Abstand zum vorherigen Punkt beschränkt. Ziehen Sie den Mauszeiger um den ersten Punkt und wählen Sie einen Punkt aus.



## Winkelbeschränkung

Die Winkelbeschränkung gleicht Ortho; Sie können jedoch einen beliebigen Winkel definieren und es ist eine einmalige Einstellung.

Es wird das Symbol  $\angle$  verwendet, da es dem Symbol ähnlich ist, das in Geometrie für die Anzeige eines Winkels verwendet wird.

Der Marker wird bei der Zeichnung auf Linien beschränkt, die vom vorherigen Punkt im bestimmten Winkel ausgehen, wobei die erste Linie und die x-Achse einen Winkel in einem bestimmten Grad gegen den Uhrzeigersinn gemessen bilden. Wenn Sie eine negative Zahl eingeben, wird der Winkel im Uhrzeigersinn zur x-Achse gezeichnet.

## Abstands- und Winkelbeschränkung

Abstands- und Winkelbeschränkungen können gleichzeitig verwendet werden.

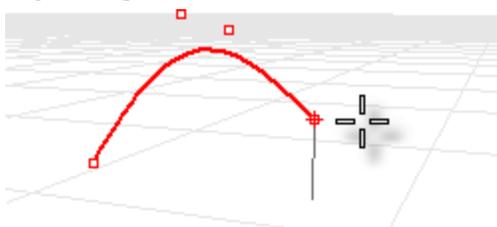
1. Geben Sie im **Wertefeld** den Abstand ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
2. Geben Sie im **Wertefeld** das Zeichen  $\angle$  gefolgt von einem Winkelwert ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

Die Reihenfolge von Abstand und Winkel ist unwichtig. Der Marker wird die Abstands- und die Winkelbeschränkungen berücksichtigen.

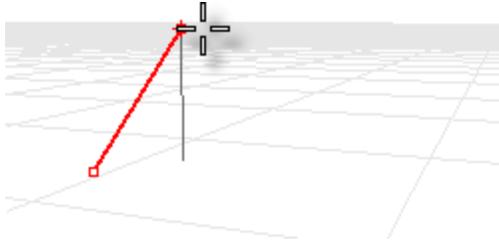
## Aufzugmodus

Wählen Sie einen zweiten Punkt aus, um die Z-Koordinate des gewünschten Punktes zu bestimmen. Es ist einfacher, dies in einem anderen Ansichtsfenster zu sehen oder das perspektivische Ansichtsfenster zu verwenden. Ziehen Sie den Mauszeiger, um zu sehen, wie sich der Marker vertikal vom Basispunkt der Verfolgerlinie entlang verschiebt.

Wählen Sie den Punkt mit der Maus aus oder geben Sie die Höhe des Punktes über der Konstruktionsebene ein. Positive Zahlen liegen oberhalb und negative unterhalb der Konstruktionsebene. Sie können weitere Beschränkungen wie Koordinaten, Objektfangfunktionen oder Rasterfang für den ersten Punkt und Objektfangfunktionen für die Höhe verwenden.



Um den Marker in z-Richtung der Konstruktionsebene zu verschieben, halten Sie **cmd** ⌘ gedrückt, klicken Sie auf einen Punkt auf der Konstruktionsebene, ziehen Sie den Mauszeiger vertikal von der Konstruktionsebene und klicken Sie, um einen Punkt auszuwählen. Diese Beschränkung wird Aufzugmodus genannt. Wenn Sie den Aufzugmodus verwenden, um Ihren Auswahlpunkt vertikal von der Konstruktionsebene zu verschieben, bedeutet das, dass Sie mehr im perspektivischen Ansichtsfenster arbeiten.

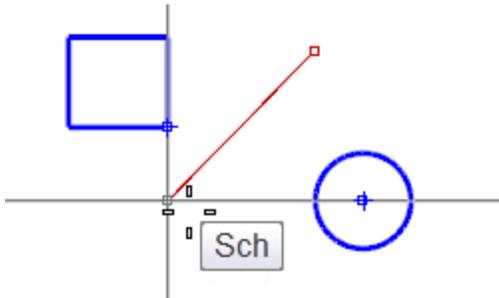


## SmartTrack™

SmartTrack ist ein System von temporären Referenzlinien und -punkten, das im Rhino-Ansichtsfenster gezeichnet wird, und implizite Beziehungen zwischen 3D-Punkten, anderer Geometrie im Raum und den Richtungen der Koordinatenachsen verwendet.

Es sind temporäre unendliche Linien (Verfolgerlinien) und Punkte (Smart-Punkte) an Objektfängen erhältlich, ähnlich wie echte Linien und Punkte.

Sie können Schnittpunkte von Verfolgerlinien, Senkrechte und direkt Smart-Punkte fangen, sowie Schnittpunkte von Verfolgerlinien und echten Kurven. Die Verfolgerlinien und Smart-Punkte werden für die Dauer eines Befehls angezeigt.



## Koordinatensysteme

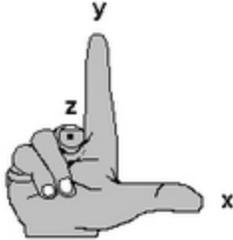
Rhino verwendet zwei Koordinatensysteme: die Koordinaten der Konstruktionsebene und die Weltkoordinaten. Die Weltkoordinaten sind im Raum festgelegt. Die Koordinaten der Konstruktionsebene sind für jedes Ansichtsfenster definiert.

### Kartesische Koordinaten

Wenn Rhino nach einem Punkt fragt und Sie die kartesischen x- und y-Koordinaten eingeben, wird der Punkt auf der Konstruktionsebene des aktuellen Ansichtsfensters zu liegen kommen. Weitere Informationen zu Koordinatensystemen und numerischen Beschränkungen finden Sie auf [www.mathopenref.com/coordinates](http://www.mathopenref.com/coordinates).

## Dreifingerregel

Rhino folgt der sogenannten *Dreifingerregel*. Die Dreifingerregel kann Ihnen bei der Bestimmung der Richtung der z-Achse behilflich sein. Bilden Sie einen rechten Winkel mit dem Daumen und Zeigefinger der rechten Hand. Wenn Ihr Daumen in die positive x-Richtung zeigt, zeigt Ihr Zeigefinger in die positive y-Richtung und Ihre Handfläche in die positive z-Richtung.



## Weltkoordinaten

In Rhino ist ein Weltkoordinatensystem enthalten. Das Weltkoordinatensystem kann nicht geändert werden. Wenn Rhino nach einem Punkt fragt, können Sie Koordinaten in das Weltkoordinatensystem eingeben.

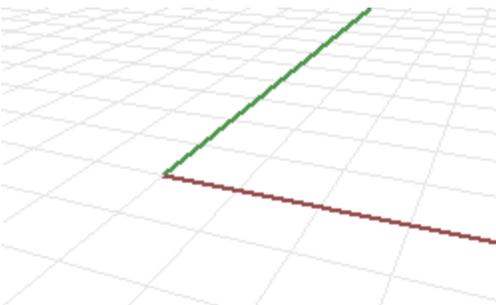
Das Pfeilsymbol in der unteren linken Ecke jedes Ansichtsfensters zeigt die Richtung der Welt x-, y- und z-Achsen an. Beim Drehen der Ansicht werden die Pfeile verschoben, um die Ausrichtung der Weltachsen anzuzeigen.



## Koordinaten der Konstruktionsebene

Jedes Ansichtsfenster hat eine *Konstruktionsebene*. Eine Konstruktionsebene ist wie eine Tischplatte, auf der sich der Mauszeiger bewegt; Sie können aber auch die Koordinateneingabe, den Aufzug-Modus, Objektfangfunktionen oder einige andere Anwendungen verwenden, bei denen die Eingabe beschränkt ist. Die Konstruktionsebene hat einen Ursprung, x- und y-Achsen und ein Raster. Die Konstruktionsebene kann auf eine beliebige Ausrichtung eingestellt werden. Die Konstruktionsebene der Ansichtsfenster ist standardmäßig unabhängig von denen in anderen Ansichtsfenstern.

Die Konstruktionsebene stellt das lokale Koordinatensystem des Ansichtsfensters dar und kann vom Weltkoordinatensystem abweichen.



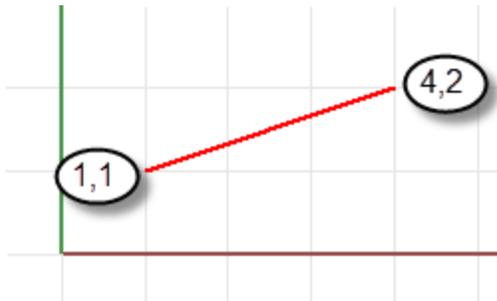
Rhinos Standardansichtsfenster verfügen über Konstruktionsebenen, die dem Ansichtsfenster entsprechen. Das standardmäßige Ansichtsfenster **Perspektive** verwendet jedoch die Konstruktionsebene mit Draufsicht des WKS, die auch im Ansichtsfenster Drauf verwendet wird.

Das Raster befindet sich auf der Konstruktionsebene. Die dunkelrote Linie stellt die x-Achse der Konstruktionsebene dar. Die dunkelgrüne Linie stellt die y-Achse der Konstruktionsebene dar. Die rote und grüne Linie treffen sich am Ursprung der Konstruktionsebene.

Um Richtung und Ursprung einer Konstruktionsebene zu ändern, verwenden Sie den Befehl **Konstruktionsebene**. Standardkonstruktionsebenen (Welt Drauf, Rechts und Front) ermöglichen Ihnen einen schnellen Zugriff auf die üblichen Konstruktionsebenen. Zusätzlich dazu können Sie benannte Konstruktionsebenen speichern und wiederherstellen und benannte Konstruktionsebenen aus einer anderen Rhino-Datei importieren.

### 2D-Konstruktionsebenenkoordinaten

- ▶ Geben Sie die Koordinaten im **Wertefeld** im Format **x,y** ein, wobei **x** die x-Koordinate und **y** die y-Koordinate des Punkts ist.



*Eine Linie von 1,1 bis 4,2.*

### 3D-Konstruktionsebenenkoordinaten

- ▶ Geben Sie die Koordinaten im **Wertefeld** im Format **x,y,z** ein, wobei **x** die x-Koordinate, **y** die y-Koordinate und **z** die z-Koordinate des Punkts ist.  
Zwischen den Koordinatenwerten werden keine Leerzeichen gesetzt.
- ▶ Um einen Punkt 3 Einheiten in die x-Richtung, 4 Einheiten in die y-Richtung und 10 Einheiten in die z-Richtung vom Ursprung der Konstruktionsebene zu platzieren, geben Sie **3,4,10** an der Eingabeaufforderung ein.



**Anmerkung:** Wenn Sie nur x- und y-Koordinaten eingeben, wird der Punkt auf der Konstruktionsebene zu liegen kommen.

## Relative Koordinaten

Rhino speichert den zuletzt verwendeten Punkt. Sie können also den folgenden Punkt relativ zum ersten Punkt eingeben. Relative Koordinaten sind hilfreich, um eine Liste von Punkten einzugeben, deren relative Standorte (eher als die absoluten Standorte) bekannt sind. Verwenden Sie relative Koordinaten, um Punkte gemäß Ihrer Beziehung zum vorherigen aktiven Punkt zu ermitteln.

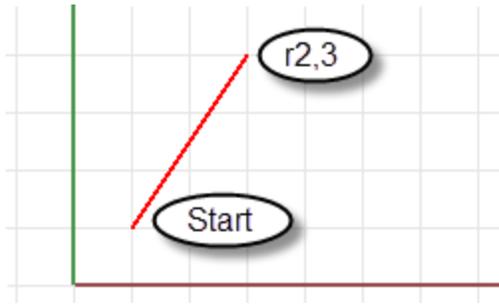
### Verwendung relativer Koordinaten

- ▶ Geben Sie die Koordinaten im **Wertefeld** im Format **rx,y** ein, wobei **r** bedeutet, dass die Koordinate relativ zum vorherigen Punkt ist.

### Ein Beispiel

1. Starten Sie den Befehl **Linie**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Linienstart...** klicken Sie, um das erste Linienende zu platzieren.
3. Geben Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Linienende...** den Wert **r2,3** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

Die Linie wird zu einem Punkt hin gezeichnet, der sich 2 Einheiten in die x-Richtung und 3 Einheiten in die y-Richtung zum letzten Punkt befindet.



## Kapitel 6: Flächen aus Kurven erzeugen

Eine übliche Arbeitsmethode in 3D besteht darin, Kurven zu zeichnen, die Kanten, Profile, Querschnitte oder andere Flächeneigenschaften darstellen, und danach Flächenbefehle zu verwenden, um aus diesen Kurven Flächen zu zeichnen.

### Randkurven

Sie können eine Fläche aus drei oder vier Kurven, welche die Seiten der Fläche bilden, erzeugen.



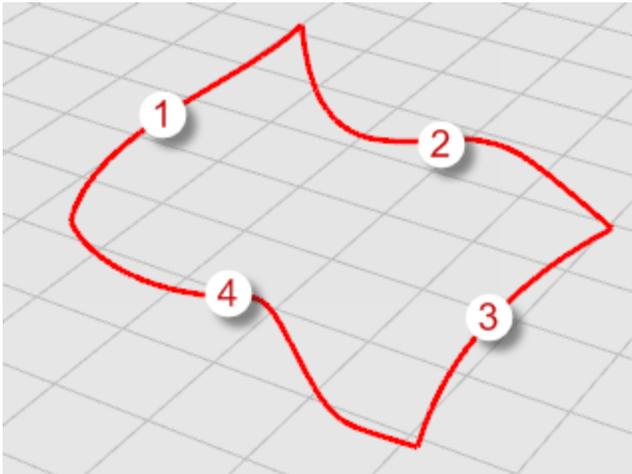
#### Eine Fläche aus Randkurven erzeugen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **FlächeAusKanten.3dm**.
2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Randkurven**.



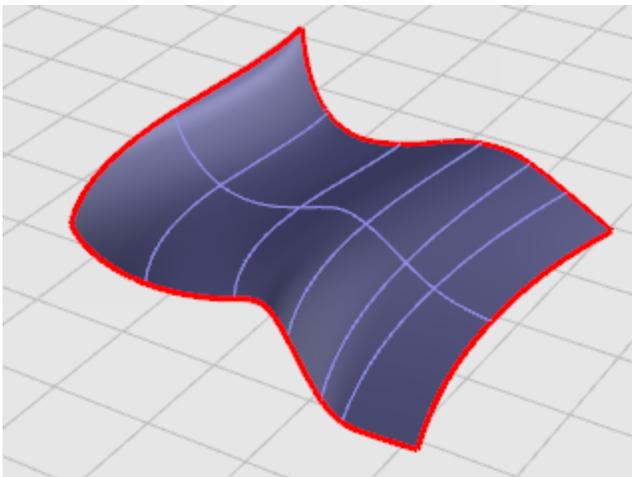
Lesen Sie in der Hilfe den Befehl **FlächeAusKanten** nach.

3. **Wählen** Sie die vier Kurven aus.



Wenn Objekte ausgewählt werden, erscheinen sie gelb.

Es wird eine Fläche aus den Kurven, die den Rand bilden, erzeugt.



## Kurven extrudieren

Extrudieren erzeugt eine Fläche, indem der Pfad einer Kurve in einer geraden Linie verlängert wird.



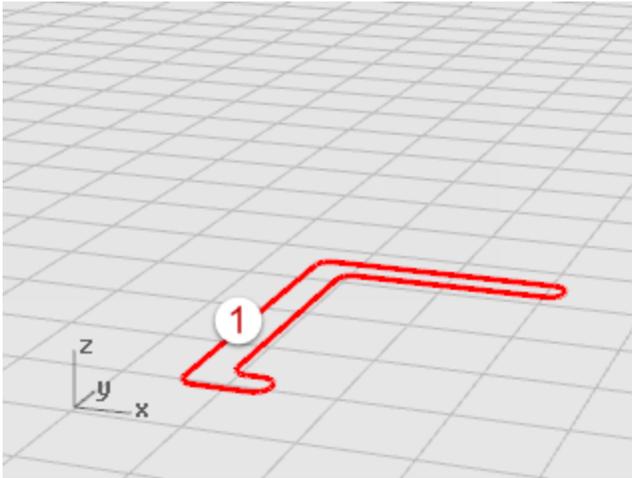
### Eine extrudierte Fläche erzeugen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Extrudieren.3dm**.
2. Klicken Sie im Menü **Fläche** zuerst auf **Kurve extrudieren** und anschließend auf **Gerade**.

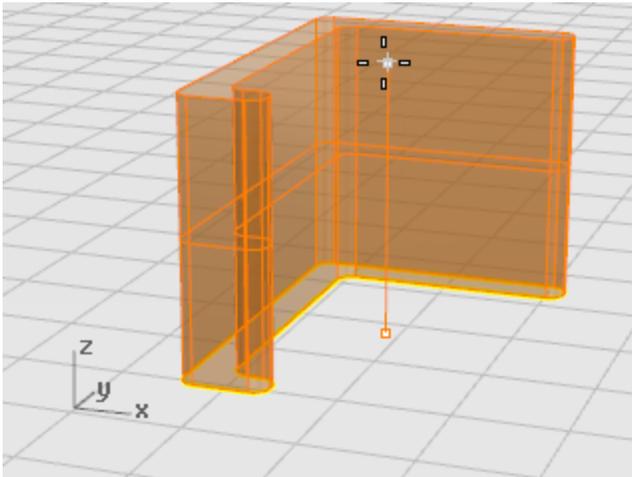


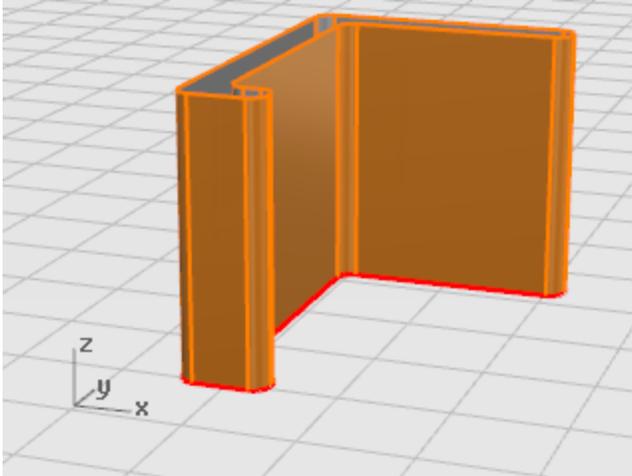
Lesen Sie in der Hilfe den Befehl **KurveExtrudieren** nach.

3. **Wählen** Sie die Kurve aus (1).



4. Bei der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand** ziehen Sie mit der Maus einen gewünschten Abstand und klicken Sie.





## Kurven loften

Loften erzeugt eine glatte Fläche, die zwischen ausgewählten Formkurven überblendet. Diese Fläche sieht ähnlich aus wie das Beispiel Eine Kurve an zwei Leitkurven entlang aufziehen, nur ohne Leitkurven erzeugt. Stattdessen werden die Kanten der Fläche durch Einfügen glatter Kurven durch die Formkurven erzeugt.



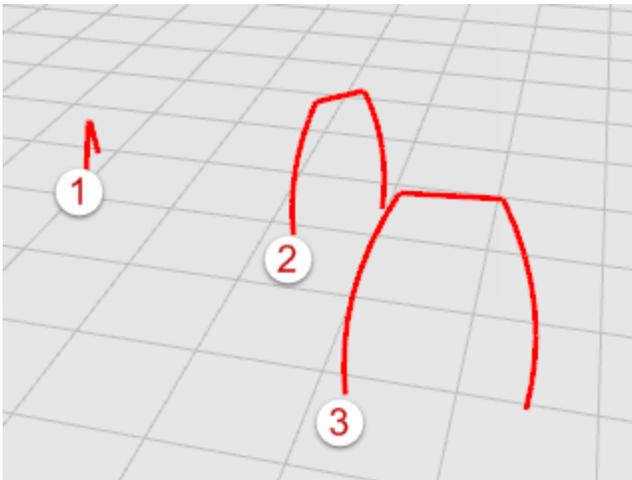
### Eine geloftete Fläche erzeugen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Loft.3dm**.
2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Loft**.

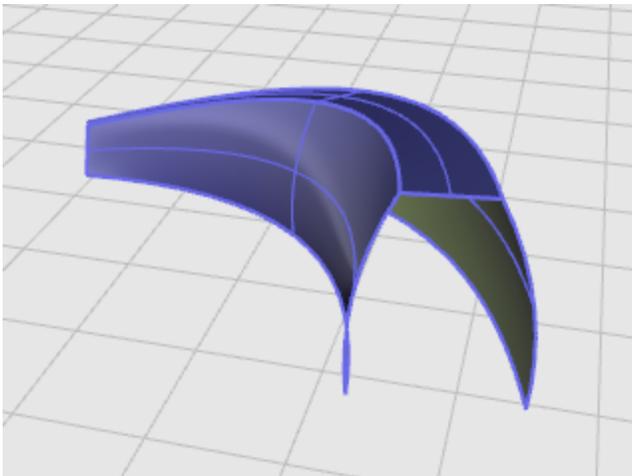


Lesen Sie in der Hilfe den Befehl **Loft** nach.

3. **Wählen** Sie die drei Kurven (1), (2) und (3) aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



4. Im Dialogfenster **Loftoptionen** klicken Sie auf **OK**.



5. Probieren Sie einige der **Stiloptionen** aus und klicken Sie auf **Vorschau**, um die verschiedenen Loftstile zu sehen.

## Kurven rotieren

Beim Rotieren einer Kurve entsteht eine Fläche, indem eine Profilkurve um eine Achse rotiert wird. Das nennt man auch **Drehung**.



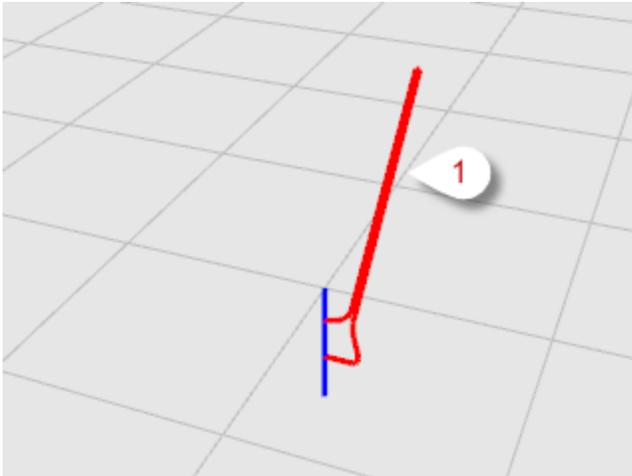
### Eine Rotationsfläche erzeugen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Rotation.3dm**.
2. In der **Statuszeile** klicken Sie auf **Ofang**.
3. Klicken Sie in der **Objektfangkontrolle** auf **End**.
4. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Rotation**.

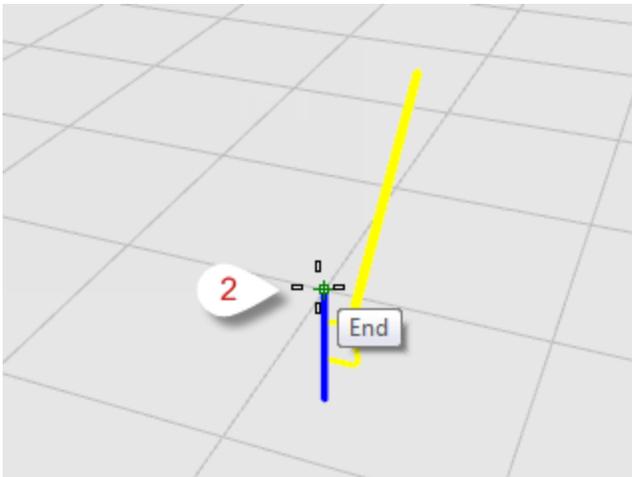


Lesen Sie in der Hilfe den Befehl **Rotation** nach.

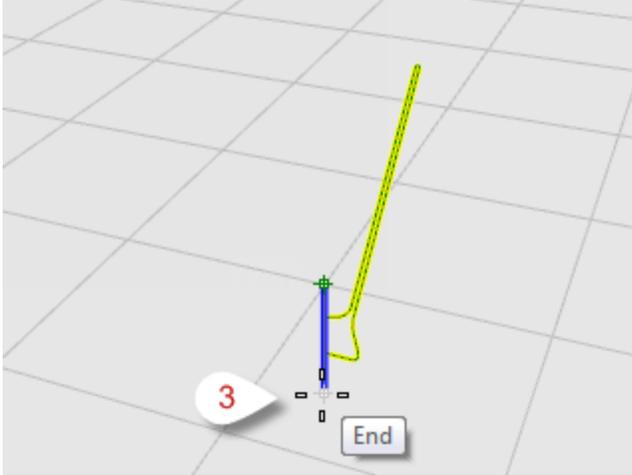
5. **Wählen** Sie die **Profilkurve** (1) aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



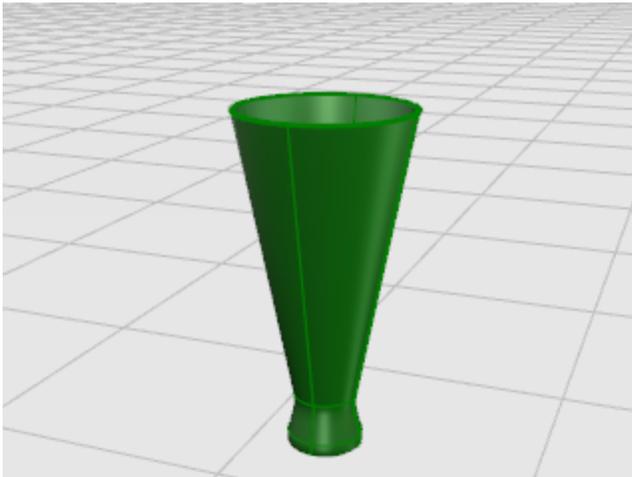
6. Bei der Eingabeaufforderung **Start der Rotationsachse** fangen Sie ein Ende der Achsenlinie (2).



- Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Rotationsachse** fangen Sie das andere Ende der Achsenlinie (3).



- Bei der Eingabeaufforderung **Startwinkel...** wählen Sie die Option **VollständigerKreis** aus.



## Rotation von Kurven mit einer Leitkurve

Die Rotation um eine Leitlinie erzeugt eine Fläche, indem eine Profilkurve um eine Achse rotiert wird, während sie gleichzeitig einer Leitkurve folgt. Dies ist im Grunde das gleiche wie **Aufziehen an 2 Leitkurven**, nur dass eine der Leitlinien ein Mittelpunkt ist.



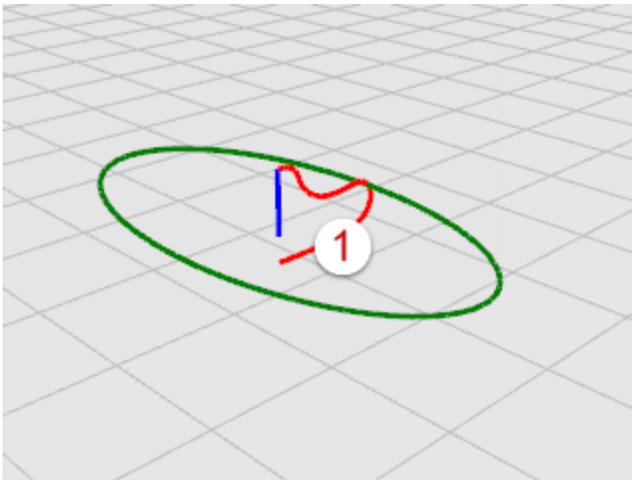
### Eine Rotationsfläche mit einer Leitkurve erzeugen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **RotationLeitkurve.3dm**.
2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Rotation um Leitkurve**.

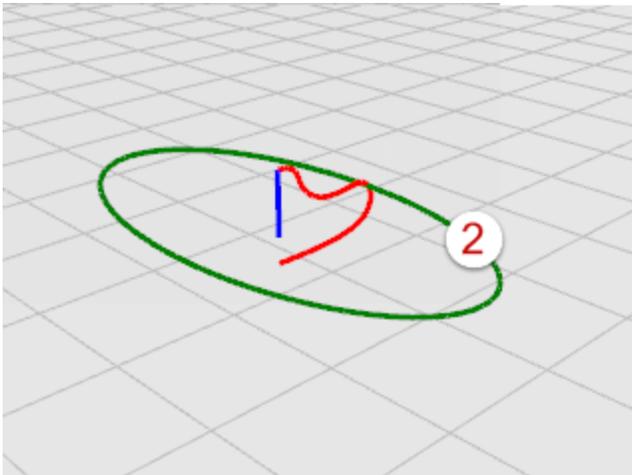


Lesen Sie in der Hilfe den Befehl **RotationLeitkurve** nach.

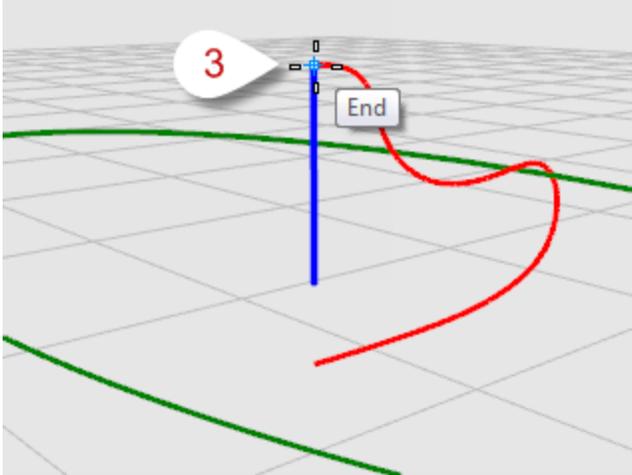
3. **Wählen** Sie die Profilkurve (1) aus.



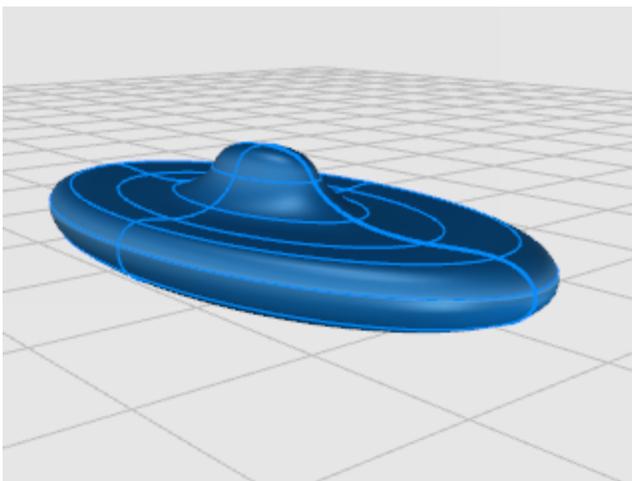
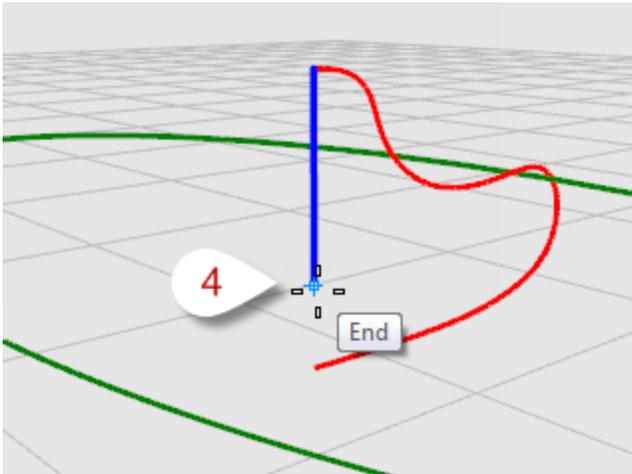
4. Wählen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Leitkurve auswählen...** die Pfadkurve aus, der die Rotation folgen soll (2).



5. Fangen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Start der Rotationsachse** einen der Endpunkte der Rotationsachsenlinie (3).



6. Fangen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Ende der Rotationsachse** das andere Ende der Achsenlinie (4).



## Aufziehen an einer Leitkurve

Das Aufziehen einer Fläche an einer Leitlinie erzeugt eine Fläche mit Querschnittskurven, welche die Ursprungsrichtung der Formkurve(n) zur Pfadkurve beibehält.



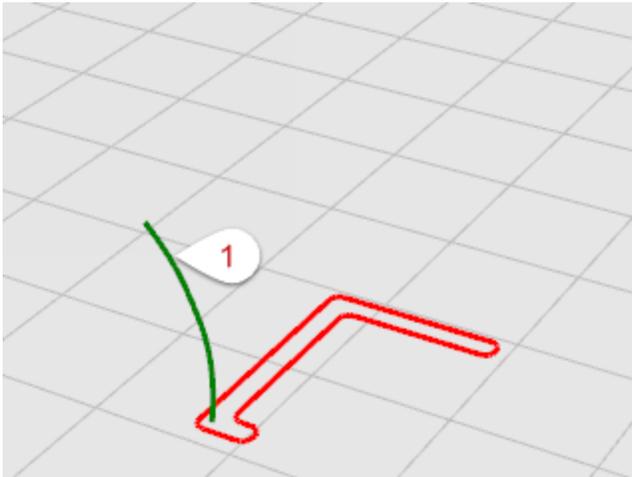
### Eine Fläche aufziehen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Aufziehen1Leitkurve.3dm**.
2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Aufziehen an 1 Leitkurve**.

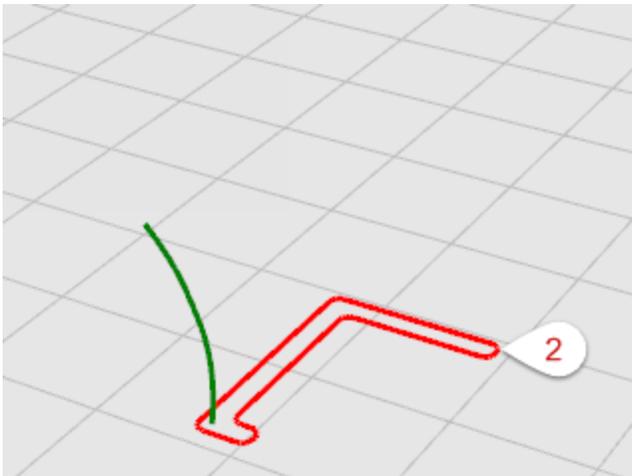


Lesen Sie in der Hilfe den Befehl **Aufziehen1Leitkurve** nach.

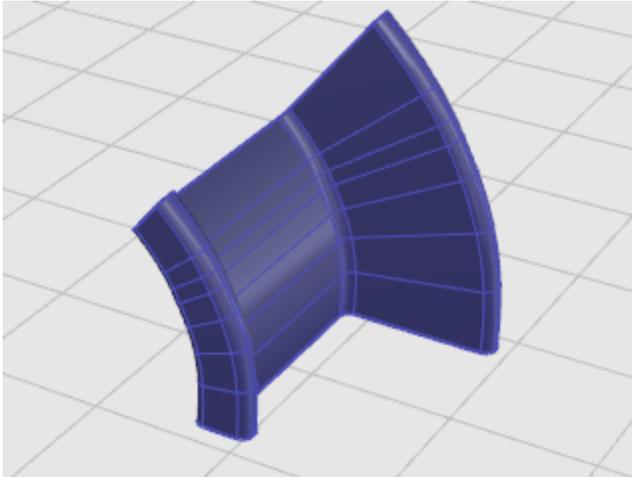
3. **Wählen** Sie die Leitkurve (1) aus.



4. Wählen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Querschnittskurven auswählen...** die Querschnittskurve (2) aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



5. Im Dialogfenster **Option Aufziehen an 1 Leitkurve** klicken Sie auf **OK**.



## Aufziehen an zwei Leitkurven

Wenn Sie zum Aufziehen einer Fläche zwei Leitlinien verwenden, wird eine glatte Fläche durch zwei oder mehr Formkurven, die zwei Leitkurven folgen, erzeugt. Die Leitlinien beeinflussen die gesamte Form der Fläche. Verwenden Sie diesen Befehl, wenn Sie den Standort der Kanten der Fläche steuern wollen.



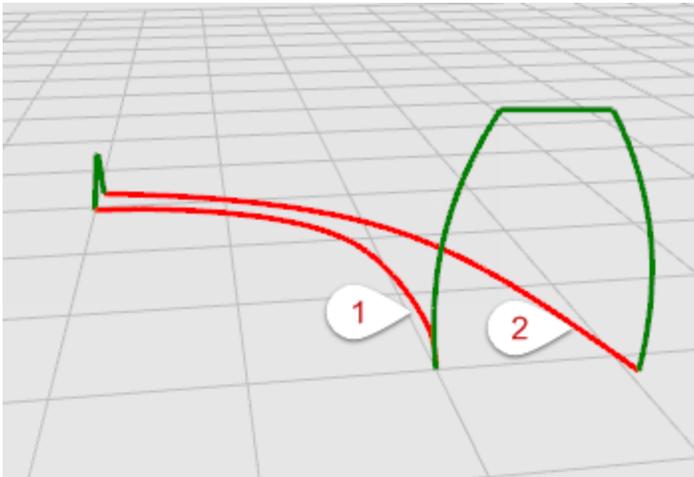
### Eine Fläche an zwei Leitkurven aufziehen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Aufziehen2Leitkurven.3dm**.
2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Aufziehen an 2 Leitkurven**.

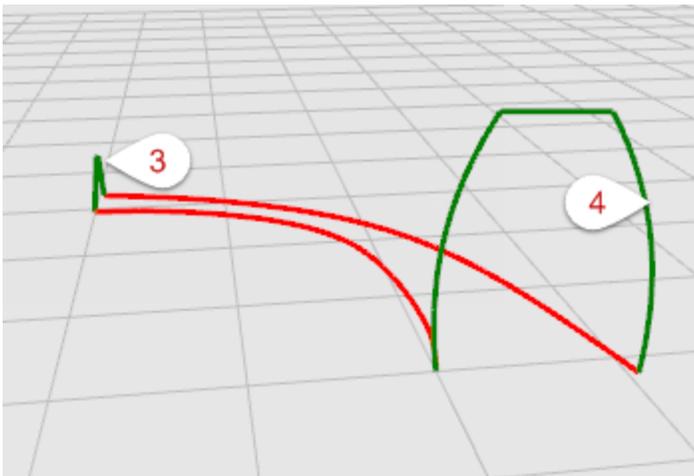


Lesen Sie in der Hilfe den Befehl **Aufziehen2Leitkurven** nach.

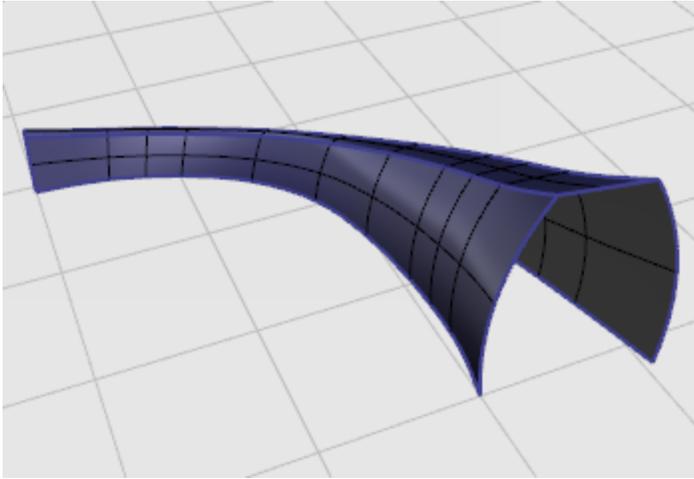
3. **Wählen** Sie die erste Leitkurve (1) aus.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Zweite Leitkurve auswählen...** wählen Sie die zweite Leitkurve (2) aus.



5. Wählen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Querschnittskurven auswählen...** die beiden Querschnittskurven (3) und (4) aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



6. Im Dialogfenster **Optionen Aufziehen 2 Leitkurven** klicken Sie auf **OK**.



## Kapitel 7: Kurven und Flächen bearbeiten

Mit den in diesem Abschnitt behandelten Bearbeitungsfunktionen können Objekte auseinander genommen, mit Öffnungen versehen und danach wieder zusammengesetzt werden. Mit einigen dieser Befehle werden Kurven zu Kurven bzw. Flächen zu Flächen oder Flächenverbänden verbunden und zusammengesetzte Kurven bzw. Flächenverbände in ihre Einzelteile auseinander genommen werden.

Die Befehle **Verbinden**, **Zerlegen**, **Trimmen** und **Teilen** werden für Kurven, Flächen und Flächenverbände verwendet.

Die Befehle **Neuaufbauen**, **GradÄndern** und **Glätten** ändern die Form einer Kurve oder Fläche durch Änderung der darunter liegenden Kontrollpunktstruktur.

Zusätzlich dazu haben Objekte zugewiesene Eigenschaften wie Farbe, Ebene, Rendermaterial und andere vom jeweiligen Objekt abhängige Merkmale. Der Befehl **Eigenschaften** verwaltet diese Eigenschaften.



### Verbinden

Der Befehl **Verbinden** verbindet Kurven oder Flächen zu einem Objekt. Eine Polykurve kann aus geradlinigen Segmenten, Bogen, Polylinien und Freiformkurven zusammengesetzt sein. Mit dem Befehl **Verbinden** können auch angrenzende Flächen zu einem Flächenverband verbunden werden.



### Zerlegen

Der Befehl **Zerlegen** entfernt die Verbindung zwischen verbundenen Kurven oder Flächen. Dies ist für Flächenverbände nützlich, wenn Sie jeweils eine Fläche individuell mit Kontrollpunkten bearbeiten wollen.



### Trimmen und



### Teilen

Die Befehle **Trimmen** und **Teilen** sind sich sehr ähnlich. Der Unterschied liegt darin, dass beim Trimmen eines Objekts die ausgewählten Teile, die entfernt werden sollen, gelöscht werden. Wenn Sie eine Kurve teilen, bleiben alle Teile übrig.

Der Befehl **Teilen** teilt eine Fläche mit einer Kurve, einer Fläche, einem Flächenverband oder mit ihren eigenen isoparametrischen Kurven.

Der Befehl **TrimmungAufheben** entfernt die Trimmkurve einer Fläche, mit der Option zur Beibehaltung der Kurve zum Wiederverwenden.

## Kontrollpunktbearbeitung

Feinänderungen an der Form einer Kurve oder Fläche können durch Verschiebung der Kontrollpunkte vorgenommen werden. Rhino bietet viele Werkzeuge zur Kontrollpunktbearbeitung. Einige Befehle, wie **Neuaufbauen**, **Verschleifen** und **Glätten**, bieten automatisierte Lösungen zur Neuverteilung von Kontrollpunkten über einer Kurve oder Fläche. Andere Befehle wie Ziehen und Verschieben von Kontrollpunkten, und **GriffLinie** sind zur manuellen Steuerung der Position eines einzelnen Kontrollpunkts oder von Kontrollpunktgruppen hilfreich.

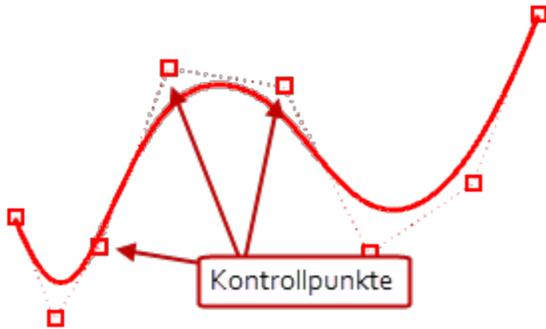


### Sichtbarkeit von Kontrollpunkten

Um Kurven und Flächen mithilfe ihrer Kontrollpunkte zu bearbeiten, verwenden Sie den Befehl **PunkteEin** zur Aktivierung derselben.

Wenn Sie mit der Kontrollpunktbearbeitung fertig sind, verwenden Sie den Befehl **PunkteAus** oder drücken Sie **Esc**, um die Kontrollpunkte zu deaktivieren.

Kontrollpunkte von Flächenverbänden können nicht zum Bearbeiten aktiviert werden. Das Bearbeiten der Kontrollpunkte von Flächenverbänden kann die Kanten der verbundenen Flächen trennen und so zu „Löchern“ im Flächenverband führen.



## Standort von Kontrollpunkten ändern

Durch das Verschieben von Kontrollpunkten verändern sich Kurven oder Flächen und werden von Rhino sauber nachgezeichnet. Die Kurve wird nicht durch die Kontrollpunkte gezeichnet, sondern wird zu den neuen Positionen der Kontrollpunkte hingezogen. Dies erlaubt die saubere Verformung des Objekts. Wenn die Kontrollpunkte aktiviert sind, können mit den Transformationsbefehlen von Rhino die Punkte manipuliert werden. Flächen können auch neu aufgebaut werden, um Kontrollpunkte hinzuzufügen und sie neu zu verteilen.

## Kontrollpunkte hinzufügen, löschen oder neuverteilen

Wenn Sie einer Kurve Kontrollpunkte hinzufügen, haben Sie mehr Kontrolle über die Kurvenform. Zusätzlich können Sie durch das Bearbeiten von Kontrollpunkten Knicke entfernen, die Kurve einheitlich gestalten sowie Details hinzufügen und entfernen. Die **Löschtaste** löscht Kontrollpunkte aus der Kurve. Dies ändert die Form einer Kurve.

## Kurven- und Flächengrad

Ein Polynom ist eine Funktion wie  $y = 3x^3 - 2x + 1$ . Der "Grad" des Polynoms wird aus der größten Potenz der Funktion abgeleitet. Die Funktion  $3x^3 - 2x + 1$  hat beispielsweise den Grad "3"; der Grad von  $-x^5 + x^2$  beträgt 5 usw. NURBS-Funktionen sind rationale Polynome und der Grad der NURBS ist der Grad des Polynoms. Vom Gesichtspunkt der NURBS-Modellierung ist (Grad -1) die maximale Anzahl "Biegungen", die Sie in jedem Segment erhalten.

Zum Beispiel:

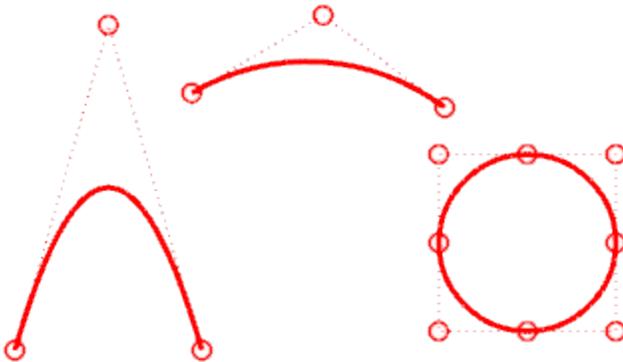
Eine Kurve vom Grad 1 muss mindestens 2 Kontrollpunkte haben.

Eine Linie verfügt über weniger als 1 Grad. Sie verfügt über null Biegungen.



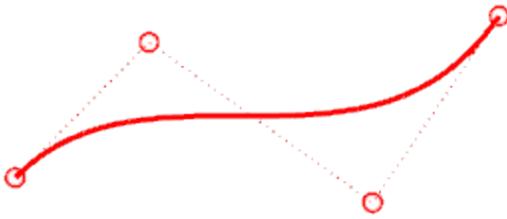
Eine Kurve vom Grad 2 muss mindestens drei Kontrollpunkte haben.

Parabeln, Hyperbeln, Bogen und Kreise (Kegelschnittkurven) haben weniger als 2 Grad. Sie verfügen über eine Biegung.



Eine Kurve vom Grad 3 muss mindestens vier Kontrollpunkte haben.

Eine kubische Bézier-Kurve hat weniger als 3 Grad. Wenn Sie die Kontrollpunkte in einem Zick-Zack-Muster anordnen, können Sie zwei Biegungen erhalten.





## Kapitel 8: Transformationen - verschieben, kopieren, rotieren, skalieren

Mit Umformungen können Standort, Drehung, Anzahl und Form von ganzen Objekten durch Verschieben, Spiegeln, Anordnen, Drehen, Skalieren, Scheren, Verdrehen, Verbiegen, Verjüngen und Glätten geändert werden. Umformungsbefehle nehmen die Objekte weder in einzelne Teile auseinander noch schneiden sie Löcher in sie hinein.



**Anmerkung:** Die Abbildungen für die folgenden Übungen wurden im **schattierten** Anzeigemodus erstellt.

### Verschieben

Verwenden Sie den Befehl **Verschieben**, wenn Sie ein Objekt um eine bestimmte Strecke verschieben oder wenn Sie Objektfänge zum genauen Platzieren eines Objekts verwenden wollen.

### Bewegen von Objekten mit Abstandswerten

Für den Befehl **Bewegen** werden eine *Ausgangs-* und eine *Zielposition* benötigt.

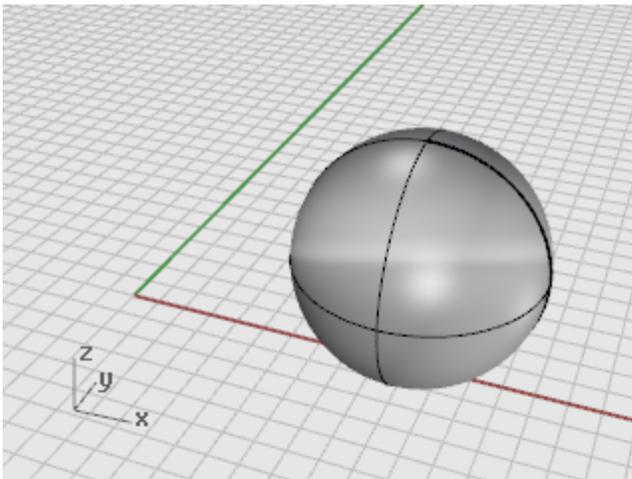
Sie können diese Positionen auf der Arbeitsfläche frei wählen oder im **Wertefeld** eingeben.



#### Übung: Objekte verschieben

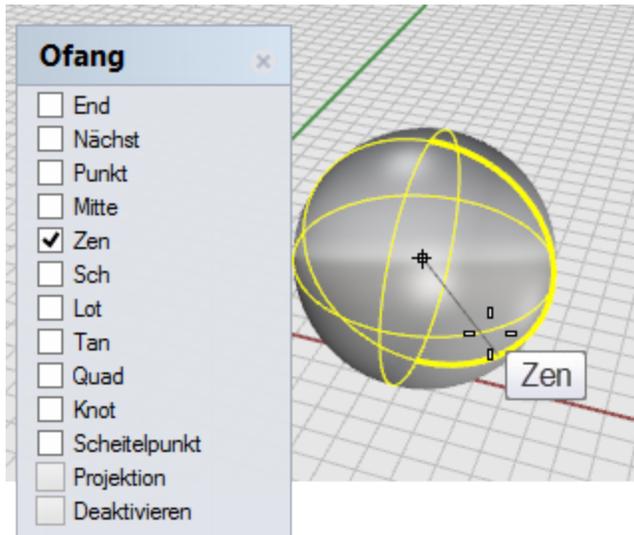
Das Ziel der Übung ist das Bewegen eines Objekts von einer objektabhängigen Stelle zu einer neuen Position im Koordinatensystem.

1. Beginnen Sie ein neues Modell mit einer beliebigen Vorlage.
2. Zeichnen Sie eine **Kugel** beliebiger Größe irgendwo im Ansichtsfenster.

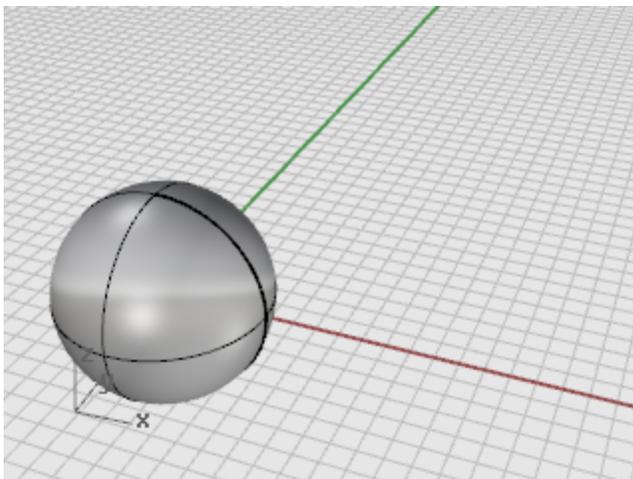


3. Wählen Sie die Kugel aus.
4. Starten Sie den Befehl **Bewegen**.

5. Bewegen Sie für den **Startpunkt** mit aktiviertem Objektfang **Zentrum** die Maus entlang der Kante der Kugel, bis der Tooltip **Zen** angezeigt wird und klicken Sie.



6. Geben Sie als **Neuen Standort** in der Befehlszeile **0,0,0** ein. Die Kugel wird zu den Koordinaten 0,0,0 verschoben.



 **Tipp:** Statt **0,0,0** können Sie auch einfach nur **0** eingeben.

## Objekte durch Ziehen verschieben

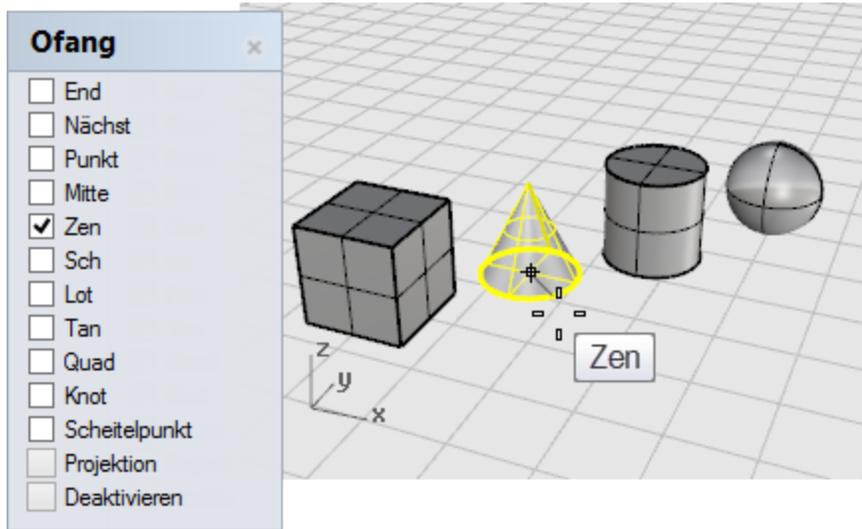
Die schnellste Methode besteht darin, das Objekt anzuklicken und es an die gewünschte Stelle zu ziehen. Rhino bietet Werkzeuge zum präzisen Ziehen. Sie können Objekte in allen Ansichtsfenstern ziehen. Durch die Verwendung von Objektfängen können die Objekte in relativen Positionen zueinander ausgerichtet werden.



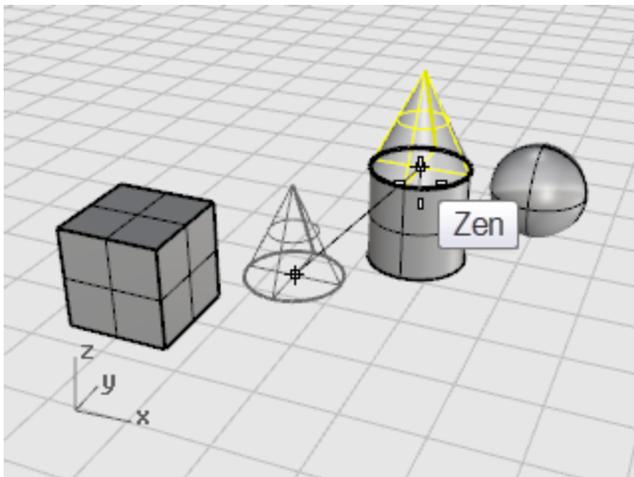
### Übung: Objekte ziehen

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Objekte Ziehen.3dm**.
2. Klicken Sie in der **Objektfangkontrolle** auf das Kästchen des Objektfangs **Zentrum**.

3. Bewegen Sie die Maus im **perspektivischen Ansichtsfenster** um die Unterseite des Kegels herum, bis der Tooltip **Zentrum** angezeigt wird.



4. Ziehen Sie den Kegel, bis das Zentrum der Grundfläche des Kegels mit der oberen Fläche des Zylinders angeordnet ist und der Objektfang **Zentrum** der oberen Fläche des Zylinders angezeigt wird.



5. Lassen Sie die Maustaste los, um den Kegel zu platzieren.
6. Im Ansichtsfenster **Front** ziehen Sie den Kegel auf den Zylinder. Achten Sie darauf, was im Ansichtsfenster **Perspektive** geschieht. Oft müssen Sie in den anderen Ansichtsfenstern nachschauen, was geschieht, damit Sie Ihre Objekte genau platzieren können.

## Aufzugmodus

Sie können Objekte in z-Richtung verschieben, indem Sie **cmd** ⌘ drücken. Das ist der sogenannte *Aufzugmodus*. Der **Aufzugmodus** ist **Ortho** sehr ähnlich, außer dass die Bewegung vertikal zur aktiven Konstruktionsebene stattfindet.

Um die vertikale Verschiebung mithilfe von **cmd** ⌘ zu üben, verschieben Sie den Quader zu einer Position 5 Einheiten über dem Zentrum der Kugel. Wenn Sie den Aufzugmodus verwenden, um Objekte vertikal zu verschieben, arbeiten Sie mehr im Ansichtsfenster **Perspektive**.



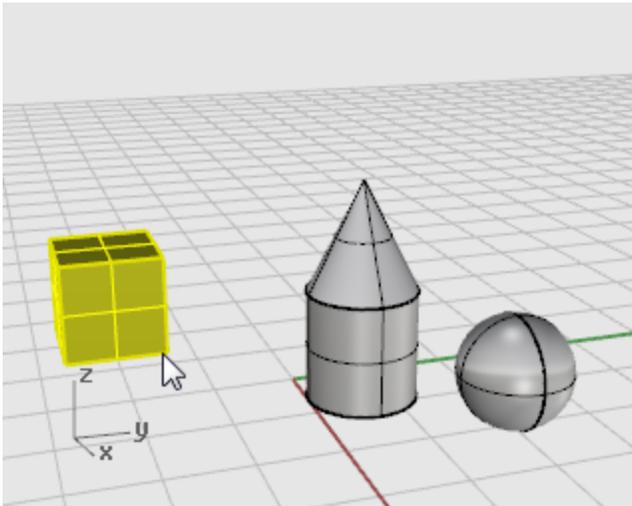
## Verschieben Sie den Quader vertikal.



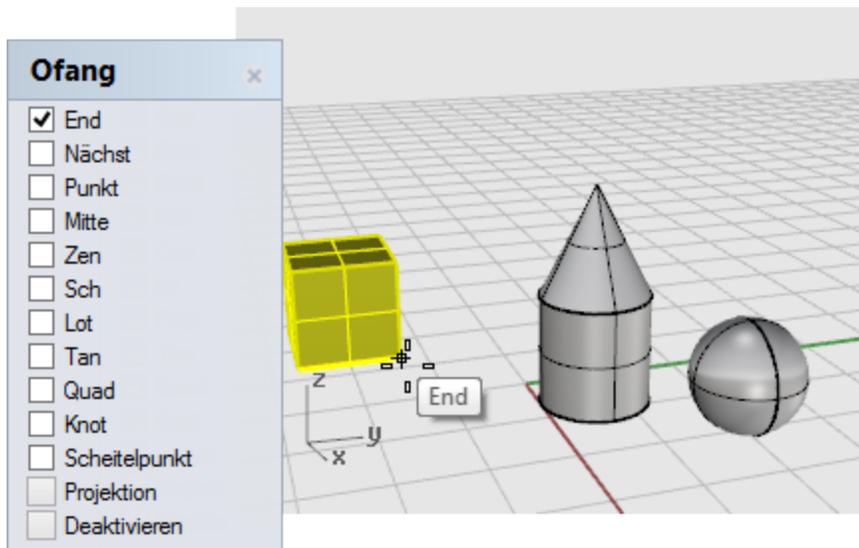
**Anmerkung:** In den folgenden Bildern wurde die Option **Ausgewählte Flächen und Flächenverbände durch schattieren hervorheben** aktiviert.

(RhinoCeros > Einstellungen > Anzeigemodi > Schattiert > Objekte > Auswahl)

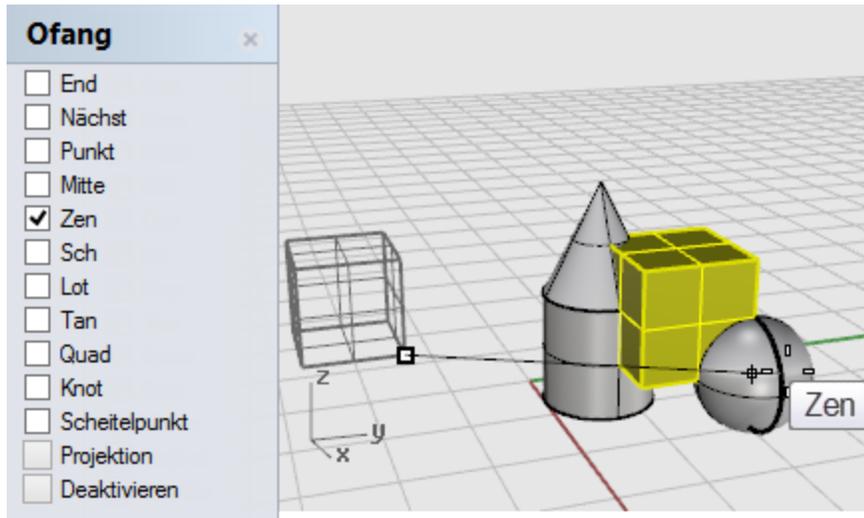
1. Deaktivieren Sie **Ortho**.
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Bewegen**.
3. Rotieren Sie im **Perspektivischen Ansichtsfenster** die Ansicht, sodass sich die Kugel im Vordergrund befindet, und wählen Sie den Quader aus.



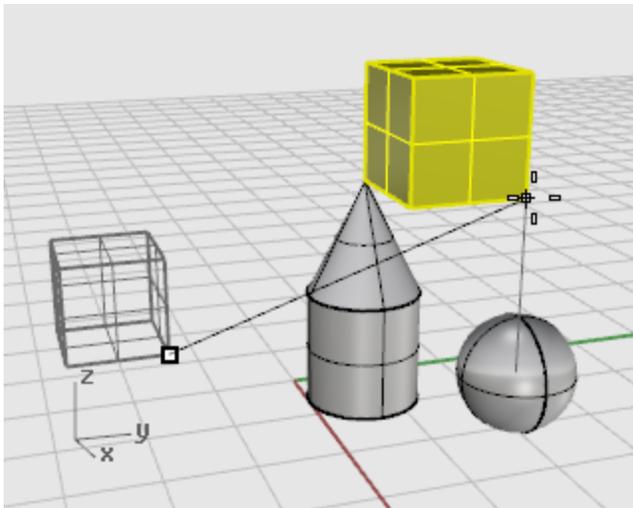
4. Aktivieren Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Startpunkt...** den Objektfang **End** und klicken Sie auf die Ecke des Quaders.



- Aktivieren Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Neuer Standort** den Objektfang **Zentrum**, halten Sie **cmd** ⌘ gedrückt und klicken Sie ins Zentrum der Kugel.



- Lassen Sie die Maustaste und **cmd** ⌘ los und beginnen Sie, den Quader zu ziehen. Sie können den Quader nun nur in z-Richtung nach oben oder unten bewegen.



- Geben Sie im **Wertefeld** den Wert **5** ein. Der Quader wird mit der ausgewählten Ecke vom Zentrum der Kugel aus 5 Einheiten in z-Richtung verschoben.

## Kopieren

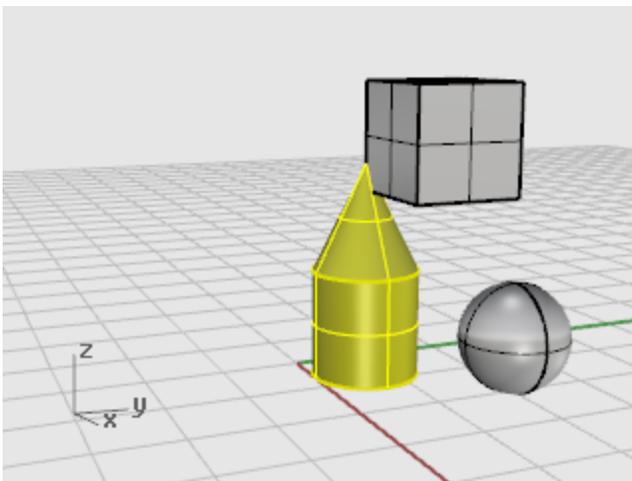
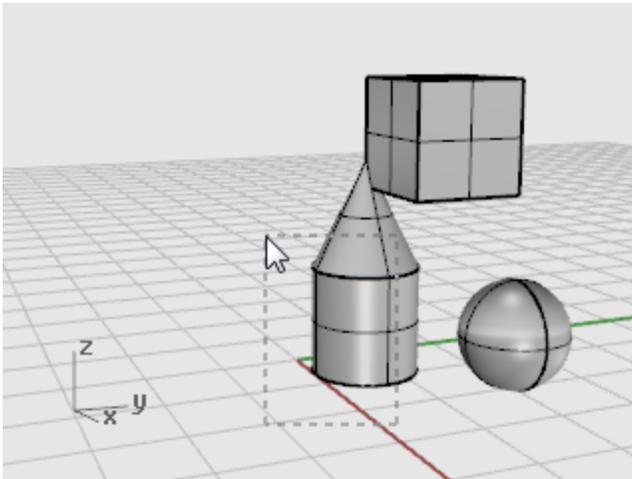
Der Befehl **Kopieren** erstellt Kopien von Objekten.

Einige Umformungsbefehle wie **Drehen**, **3DRotation** und **Skalieren** haben eine Option zum **Kopieren**. Damit wird beim Drehen oder Skalieren eines Objekts eine Kopie davon erzeugt.

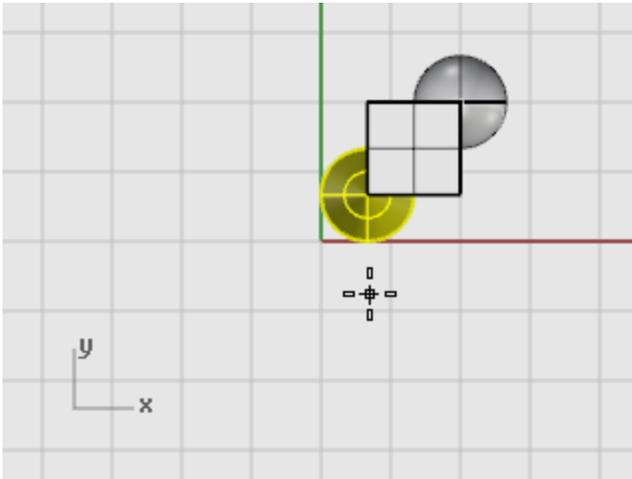


### Praktische Übung zum Kopieren von Objekten

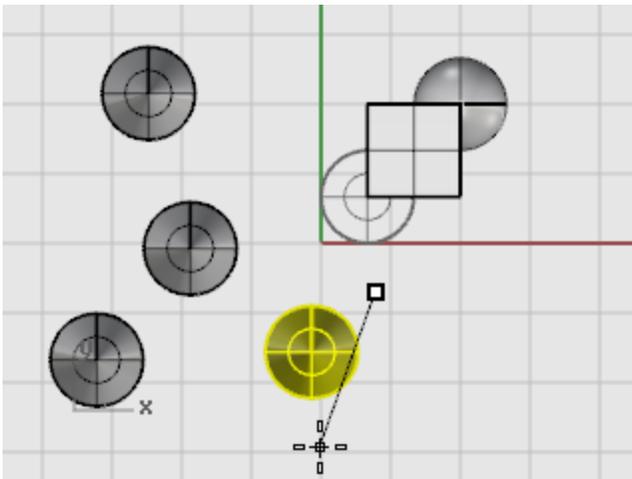
1. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Kopieren**.
2. Verwenden Sie im **Perspektivischen Ansichtsfenster** ein Schnittauswahlfenster zur **Auswahl** des Kegels und des Zylinders.



3. Wählen Sie als **Startpunkt** einen beliebigen Punkt im Ansichtsfenster **Drauf**.



4. Bei der Eingabeaufforderung **Neuer Standort** klicken Sie an die Stelle, wo die erste Kopie platziert werden soll.  
Bei Bedarf können Sie die Ansicht auch vergrößern/verkleinern.
5. Bei der nächsten Eingabeaufforderung **Neuer Standort** klicken Sie auf andere Stellen, um weitere Kopien des Quaders zu erstellen.  
Drücken Sie die **Eingabetaste**, wenn Sie genügend Kopien erstellt haben.



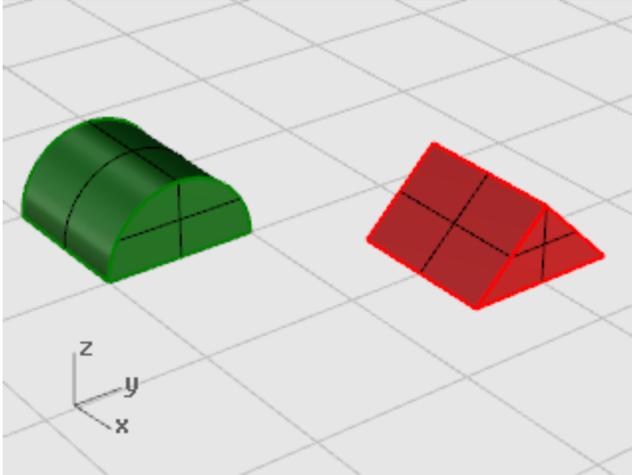
## Drehen

Der Befehl **Drehen** rotiert ein Objekt bezüglich der Konstruktionsebene um einen Mittelpunkt.

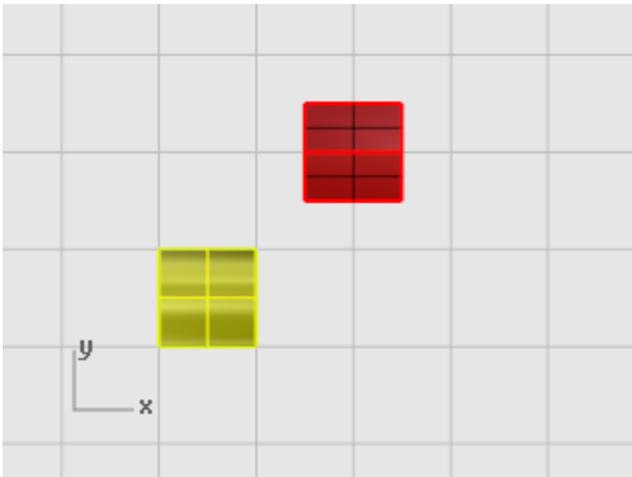


### Ein Objekt drehen

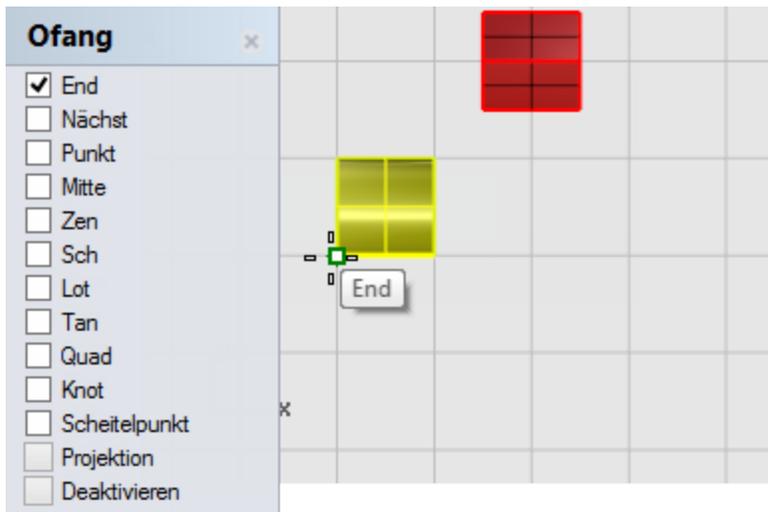
1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Drehen-Skalieren.3dm**.



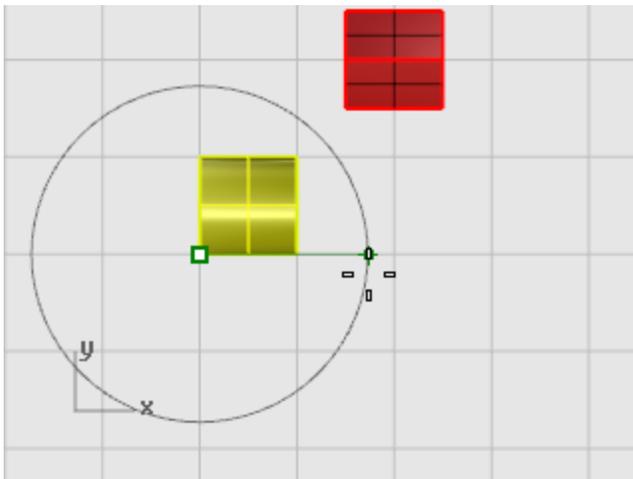
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Drehen**.
3. Wählen Sie im Ansichtsfenster **Drauf** den grünen Halbzylinder wie in der unteren Abbildung angezeigt aus.



4. Klicken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Mitte der Rotation...** mit aktiviertem Objektfang **End** auf die linke untere Ecke des Quaders.

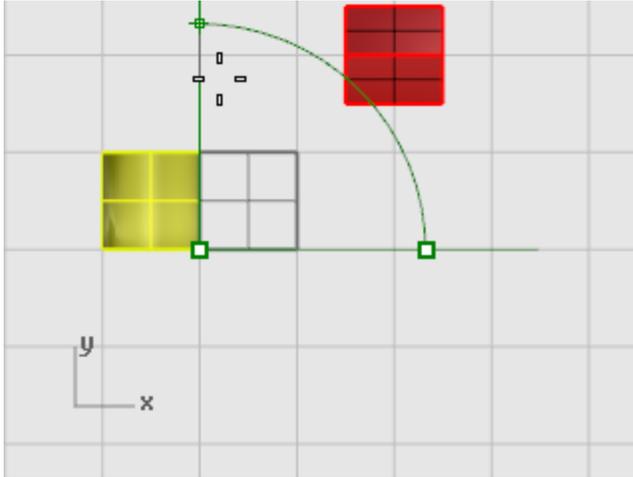


5. Ziehen Sie den Mauszeiger bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Winkel oder erster Referenzpunkt...** bei aktiviertem **Ortho** nach rechts und klicken Sie.



6. Bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Zweiter Referenzpunkt...** aktivieren Sie **Ortho**, wenn Sie den Quader in 90-Grad-Schritten drehen möchten, oder lassen Sie es deaktiviert, wenn Sie lieber ohne Einschränkungen drehen möchten.

7. Ziehen Sie den Mauszeiger zum Drehen des Quaders wie in der Abbildung dargestellt nach oben und bestätigen Sie mit einem Klick.



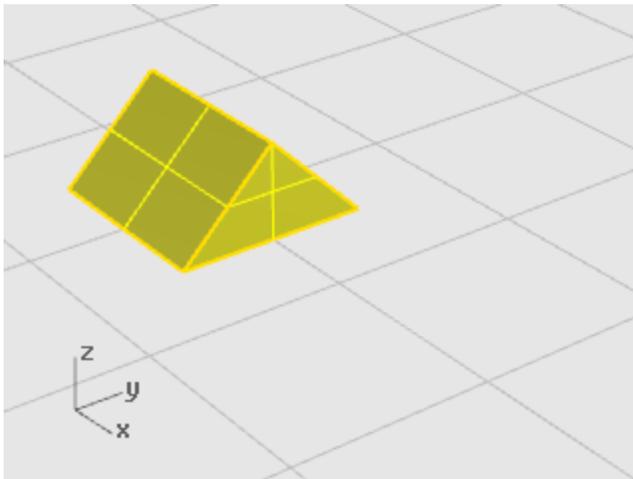
## Skalieren

Die Befehle zum **Skalieren** dienen der Steuerung der Skalierungsrichtung. Objekte können auf diese Weise entweder gleichmäßig in ein, zwei oder drei Richtungen vergrößert oder verkleinert werden oder ein Objekt kann in jede Richtung unterschiedlich skaliert werden.

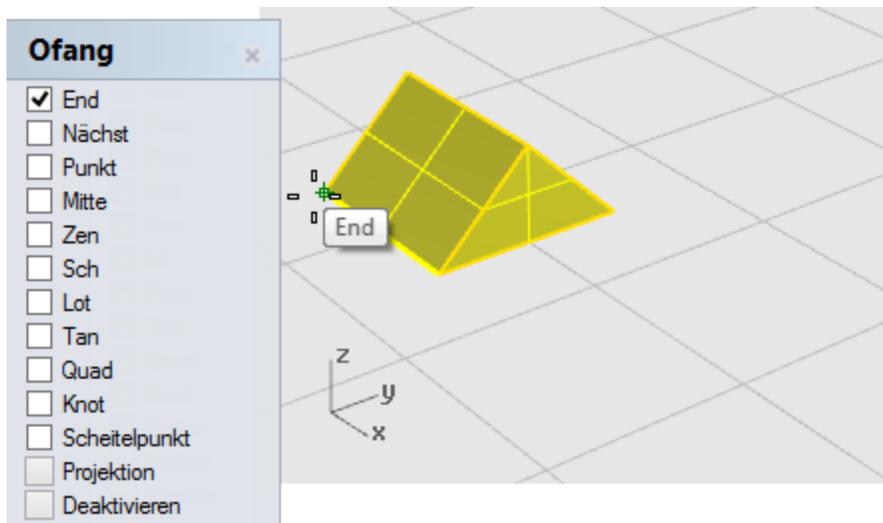


### Das Prisma skalieren

1. Wählen Sie die Prismaform aus.



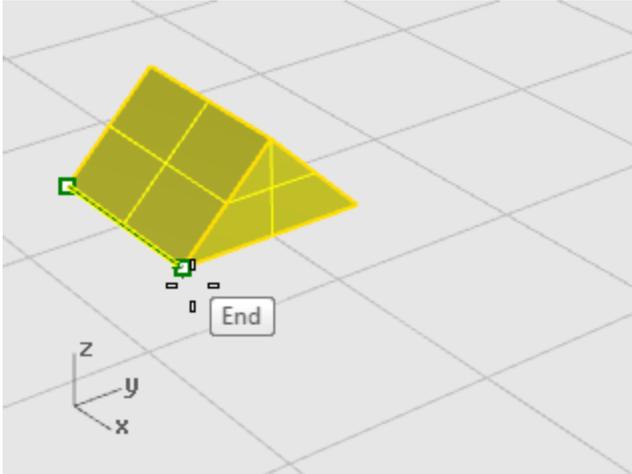
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Skalieren** und anschließend auf **3D-Skalieren**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Ursprungspunkt...** klicken Sie auf die Ecke des Prismas wie in der unteren Abbildung angezeigt.



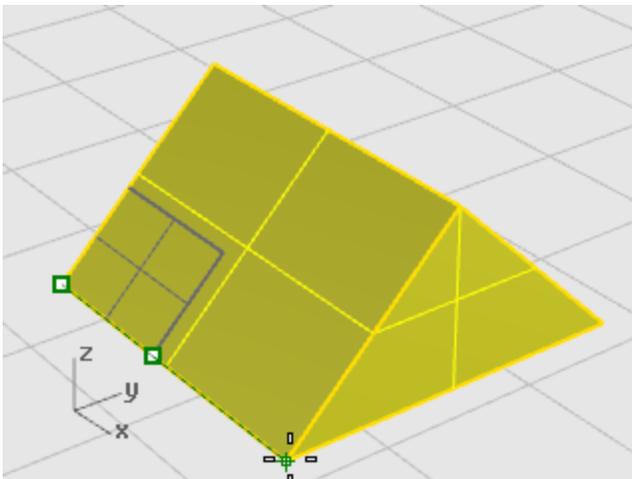
Der Ursprungspunkt ist der Basispunkt, von dem aus das Objekt skaliert wird. Er ist wie ein Ankerpunkt. Das Objekt wird von diesem Punkt aus wachsen oder schrumpfen.

Um ein Objekt zu skalieren, müssen Sie zuerst die Originalgröße und dann die neue Größe anzeigen. Ziehen Sie den Mauszeiger und klicken Sie auf einen anderen Punkt auf dem Objekt, um die Originalgröße anzuzeigen, und ziehen Sie anschließend noch einmal den Mauszeiger zur Anzeige der neuen Größe.

4. Bei der Eingabeaufforderung **Skalierungsfaktor oder erster Referenzpunkt...** klicken Sie auf die Ecke des Prismas wie in der unteren Abbildung angezeigt.  
Der erste Referenzpunkt wird festgelegt.



5. Bei der Eingabeaufforderung **Zweiter Referenzpunkt...** ziehen Sie den Mauszeiger.  
Das Objekt wird größer, je weiter Sie den Mauszeiger ziehen.
6. Klicken Sie, um den zweiten Referenzpunkt zu definieren.



**Geben Sie zur Festlegung des Skalierungsfaktors eine Zahl ein.**

- ▶ Um die Größe des Objekts zu verdoppeln, geben Sie im **Wertfeld** die Zahl **2** ein.
- ▶ Um die Größe des Objekts zu halbieren, geben Sie im **Wertfeld** den Wert **.5** ein.

**Skalierung eines Objekts auf eine bestimmte Größe**

- ▶ Um das Beispielprisma auf das 2,35-fache zu vergrößern, geben Sie als **Zweiten Referenzpunkt** im **Wertfeld** den Wert **2.35** ein.

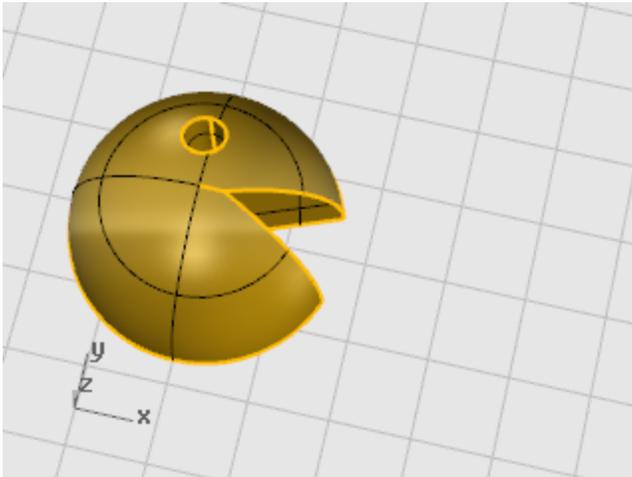
## Spiegeln

In dieser Übung werden Sie einen weiteren wesentlichen Bearbeitungsbefehl üben: **Spiegeln**. Der Befehl **Spiegeln** erstellt eine spiegelverkehrte Kopie des Objekts. Die Objekte werden dabei quer zu einer Linie gespiegelt, die Sie im Ansichtsfenster zeichnen.

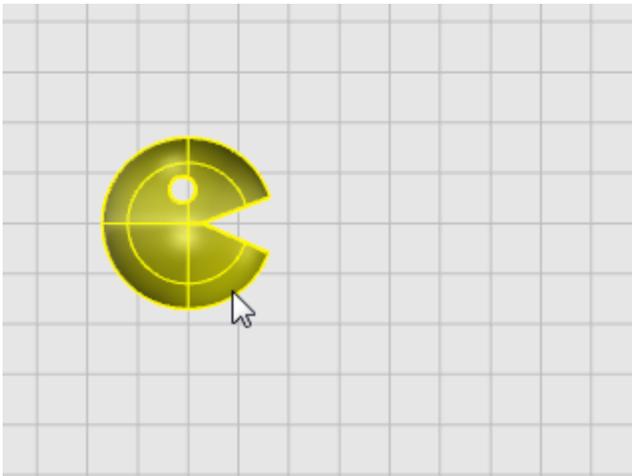


### Ein Objekt spiegeln

1. Öffnen Sie das Tutorialmodell **Objekte Spiegeln.3dm**.



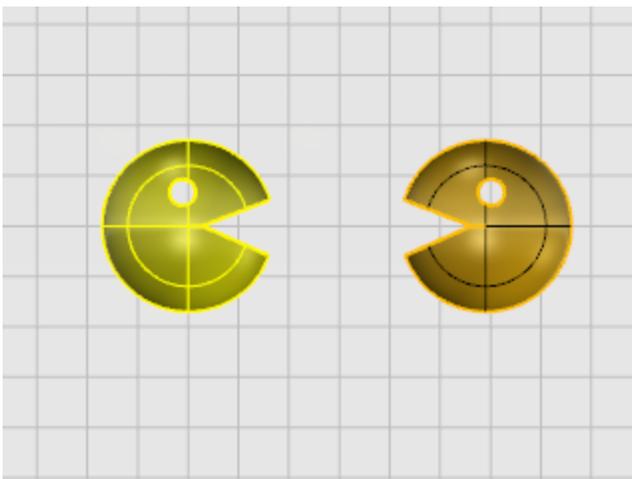
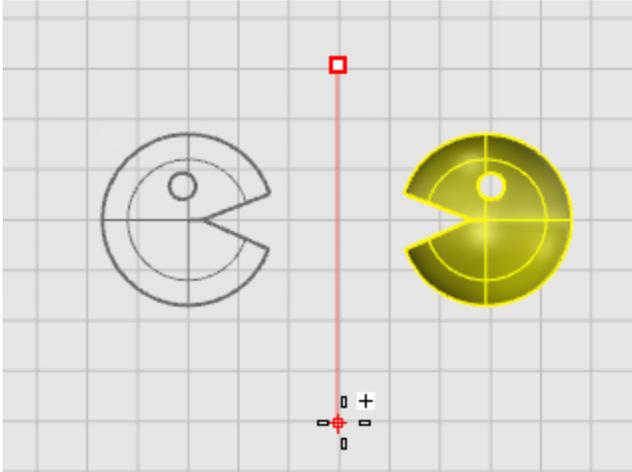
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Spiegeln**.
3. Aktivieren Sie in der Statuszeile **Ortho**.
4. **Wählen** Sie das Objekt aus.



- Bei der Eingabeaufforderung **Anfang der Spiegelebene...** klicken Sie im Ansichtsfenster **Drauf** oder **Front** rechts vom "Gesicht", wie in der unteren Abbildung angezeigt.



- Ziehen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Ende der Spiegelebene...** die Linie in Richtung des unteren Bildschirmrands und schließen Sie die Erstellung der Spiegelebene mit einem Klick ab.





## **Anordnen**

Der Befehl **Anordnen** kopiert Objekte in gleichmäßigem Abstand in Reihen und Spalten oder um einen Kreis herum.



## **Orientieren**

Der Befehl **Orientieren** vereint Funktionen zum Verschieben oder Kopieren, Skalieren und Drehen, um Objekte mit einem einzigen Befehl zu platzieren und ihre Größe zu verändern.



## Kapitel 9: Kurven- und Flächenanalyse

Da es sich bei Rhino um einen mathematisch genauen NURBS-Modellierer handelt, werden Werkzeuge zur Verfügung gestellt, die genaue Informationen über die Objekte liefern.

### Abstand, Winkel und Radius messen

Einige Analysebefehle liefern Informationen über Standort, Abstand, Winkel zwischen Linien und Radius einer Kurve. Zum Beispiel:

- **Abstand** zeigt den Abstand zwischen zwei Punkten an.
- **Winkel** zeigt den Winkel zwischen zwei Linien an.
- **Radius** zeigt den Radius einer Kurve an einem beliebigen Punkt entlang der Kurve an.
- **Länge** zeigt die Länge einer Kurve an.

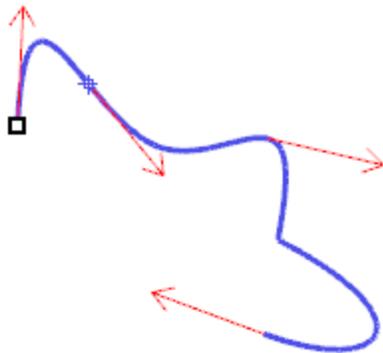


### Kurven- und Flächenrichtung

Kurven und Flächen haben eine *Richtung*. Viele Befehle, die Richtungsinformationen verwenden, zeigen Richtungspfeile an und bieten die Möglichkeit, die Richtung zu ändern (*umzukehren*).

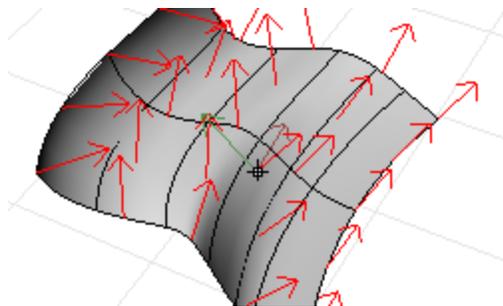
Der Befehl **Richtung** zeigt die Richtung einer Kurve oder Fläche an und lässt Sie die Richtung ändern.

Die Abbildung zeigt die Richtungspfeile der Kurve. Wenn die Richtung nicht verändert wurde, wird die Richtung angezeigt, in der die Kurve ursprünglich gezeichnet wurde. Die Pfeile zeigen vom Kurvenstart zum Kurvenende.



Der Befehl **Richtung** zeigt auch die U-, V- und Normalenrichtung einer Fläche an. Flächennormalen werden durch Pfeile dargestellt, die rechtwinklig zur Fläche liegen. U- und V-Richtungen werden durch Pfeile, die entlang der Fläche gerichtet sind, angezeigt. Die Flächennormalen von geschlossenen Flächen sind immer nach außen gerichtet.

Der Befehl **Richtung** kann die U-, V- und Normalenrichtung einer Fläche ändern. Diese Richtung kann wichtig sein, wenn Sie Texturen auf die Fläche anwenden.

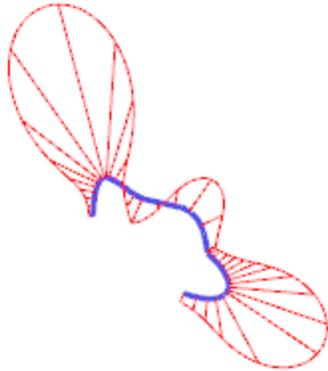




## Krümmung

Mit den Werkzeugen zur Kurvenanalyse können Sie einen Graphen aktivieren, der die Richtung rechtwinklig zur Kurve an einem Punkt und die Krümmung anzeigt, einen Krümmungskreis anzeigen oder die Stetigkeit zwischen zwei Kurven und das Überlappungsintervall zwischen den beiden Kurven testen.

Der Befehl **KrümmungsAnzeige** zeigt einen Krümmungsgraphen auf Kurven und Flächen an. Die Linien auf dem Graph stellen eine rechtwinklige Richtung an diesem Punkt zur Kurve dar. Die Länge der Linie gibt die Krümmung an.



## Visuelle Flächenanalyse

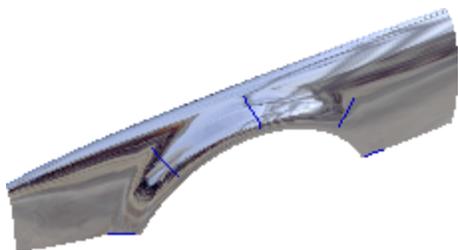
Mit den Befehlen für die visuelle Flächenanalyse können Sie Flächen untersuchen, um ihre Glattheit - wie durch Krümmung, Tangentialität oder anderen Flächeneigenschaften bestimmt - zu bestimmen. Diese Befehle setzen NURBS-Flächenbewertung und Rendertechniken ein, um Flächen visuell auf ihre Glattheit zu prüfen, mittels Falschfarben- oder Reflektionsmapping zur Erkennung von Krümmungen und Brüchen in der Fläche.



## Umgebungstextur

Der Befehl **UmgebungsTextur** zeigt eine Bitmap auf dem Objekt an, so dass es aussieht, als würde eine Szene von einem stark polierten Metall reflektiert. Dieses Werkzeug hilft Ihnen, Flächenmängel zu finden und Ihr Design zu validieren.

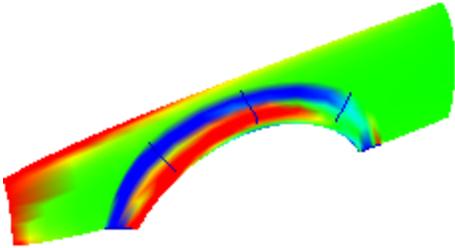
Die Umgebungstextur mit fluoreszierendem Rohr simuliert Rohrlichter, die auf eine reflektierende Metallfläche scheinen.





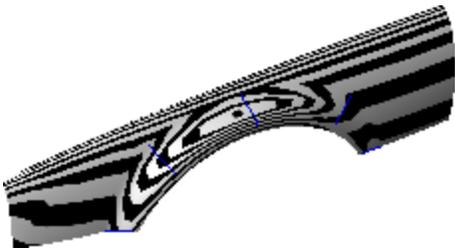
## Krümmungsanalyse

Der Befehl **KrümmungsAnalyse** analysiert die Flächenkrümmung unter Verwendung von Falschfarben-Mapping. Analysiert werden Gaußsche Krümmung, mittlere Krümmung, minimaler und maximaler Radius der Krümmung.



## Lichtlinienanalyse

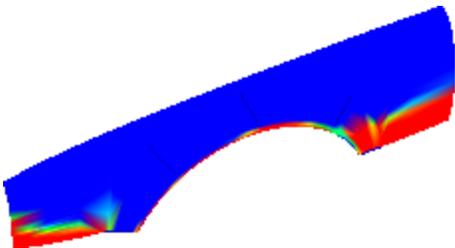
Der Befehl **Lichtlinien** zeigt Flächen mit reflektierenden Streifen an. Auf diese Weise können Fehlstellen und Tangenten- und Krümmungsunstetigkeiten zwischen Flächen visuell geprüft werden.



## Entformungswinkelanalyse

Der Befehl **AnalyseEntformungswinkel** zeigt anhand Falschfarben-Mapping den Entformungswinkel im Verhältnis zur Konstruktionsebene, die beim Starten des Befehls aktiv ist, an.

Die Zugrichtung des Befehls **AnalyseEntformungswinkel** ist die z-Achse der Konstruktionsebene.

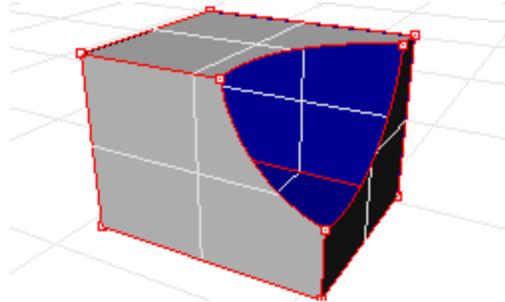




## Kantenauswertung

Geometrieprobleme, wie Verbindungsfehler oder Fehler mit booleschen Operationsfehlern, können durch gebrochene Kanten auf Flächen oder Kanten zwischen Flächen, die durch Punktbearbeitung verschoben wurden und Löcher verursachen, hervorgerufen werden. Bei einer *Kante* handelt es sich um ein separates Objekt, das Teil der Flächenbegrenzung ist.

Der Befehl **KantenAnzeigen** hebt alle Kanten einer Fläche hervor.



Ein Flächenverband kann zwar geschlossen aussehen, aber eine Untersuchung seiner **Eigenschaften** kann ergeben, dass er offen ist. Einige Operationen und Exportfunktionen erfordern geschlossene Flächenverbände und ein Modell mit geschlossenen Flächenverbänden ist generell von höherer Qualität als ein Modell mit kleinen Spalten und Splittern.

Rhino liefert ein Werkzeug zum Entdecken von unverbundenen bzw. "offenen" Kanten. Wenn eine Fläche nicht mit einer anderen Fläche verbunden ist, verfügt sie über offene Kanten. Verwenden Sie den Befehl **Eigenschaften** zur Prüfung der Objektdetails. Ein Flächenverband mit offenen Kanten wird als *offener Flächenverband* geführt. Verwenden Sie den Befehl **KantenAnzeigen**, um unverbundene Kanten anzuzeigen.

Mit anderen Kantenwerkzeugen können Kanten geteilt werden, Kanten, die sich an ihren Enden treffen, vereinigt werden oder Flächen mit offenen Kanten zur Verbindung gezwungen werden. Sie können Kanten gestützt auf internen Toleranzen neu aufbauen. Andere Kantenwerkzeuge:

- **KanteTeilen** teilt eine Kante an einem Punkt.
- **KantenVereinigen** vereinigt Kanten, die an ihren Enden zusammentreffen.
- **KantenVerbinden** zwingt unverbundene (offene) Kanten, angrenzende Flächen zu verbinden.
- **KantenZurücksetzen** verteilt die Kontrollpunkte der Kante gestützt auf interne Toleranzen neu.

## Diagnose

Diagnosewerkzeuge machen Angaben zur internen Datenstruktur eines Objekts und wählen Objekte aus, die eventuell repariert werden müssen. Die Ausgabe der Befehle **Auflisten**, **Überprüfen**, **FehlerhafteObjekteAuswählen** und **Prüfung3dmDatei** ist normalerweise für einen Rhino-Programmierer am hilfreichsten, um Probleme mit Flächen festzustellen, die Fehler verursachen.

## Kapitel 10: Organisation und Anmerkungen

Rhino bietet dem Benutzer Unterstützung bei der Arbeitsorganisation:

- Ebenen
- Gruppen
- Blöcke

Jede Methode bietet einen anderen Ansatz für die Organisation eines Modells. Die Verwendung von Ebenen ermöglicht die Zuweisung von Ebenenbezeichnungen an Objekten. Gruppen assoziieren Objekte, so dass sie als ein Element ausgewählt werden können. Mit Blöcken kann eine Verknüpfung von Objekten gespeichert und aktualisiert werden. Mit Arbeitsgruppen kann an einem Teil eines Projekts gearbeitet werden, während andere Modelle im Projekt als Referenzen verwendet werden.

Sie können in Rhino Ihrem Modell Anmerkungen hinzufügen. Sie erscheinen als Objekte im Modell.

- Bemaßungen
- Anmerkungspfeile
- Textblöcke

Eine andere Anmerkungsform wird immer gegen die Ansichtsebene gerichtet angezeigt.

- Anmerkungspunkte
- Pfeilspitzen

Zusätzlich können Sie Bemerkungen am Modell anfügen. Die Bemerkungen erscheinen nicht im Modell, sie werden in einem anderen Fenster angezeigt.



### Ebenen

Ebenen sind eine Methode zur Gruppierung von Objekten und zur Anwendung bestimmter Merkmale an allen Objekten mit der gleichen Ebenenzuweisung. Zum Verständnis einer Ebene gibt es zwei "Denkmodelle" - kann man sie sich entweder als "Speicherort" für die Objekte oder als Methode zur Zuweisung von Merkmalen oder Eigenschaften an Objekten denken.

Der Status einer Ebene enthält den Namen der Ebene, die Farbe, in der die Objekte angezeigt werden, und den Status ein/aus und gesperrt/entsperrt aller Objekte auf einer Ebene. Objekte auf deaktivierten Ebenen sind im Modell nicht sichtbar. Objekte auf gesperrten Ebenen können nicht ausgewählt aber gefangen werden. Objekte werden immer auf der aktuellen Ebene erstellt. Diese Ebenenzuweisung kann später geändert werden.

Für die gebräuchlichsten Aufgaben in Verbindung mit Ebenen klicken Sie auf das Feld Ebene in der Statuszeile, um die Popup-Ebenenliste anzuzeigen. Sie können die aktuelle Ebene einstellen; den Status ein/aus, gesperrt/entsperrt ändern; die Ebenenfarbe ändern. Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf den Ebenennamen klicken, können Sie auch: eine neue Ebene erstellen, eine Ebene umbenennen, die ausgewählte Ebene löschen, Objekte auf der ausgewählten Ebene auswählen, Objekte auf die ausgewählte Ebene wechseln und Objekte auf die ausgewählte Ebene kopieren.

Weitere Ebenenverwaltung mit dem Panel der **Ebenen**. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Feld **Ebene**, um das **Ebenen-Panel** zu öffnen. Über das Panel der **Ebenen** werden die folgenden Einstellungen vorgenommen: aktuelle Ebene, Ebenen sperren und entsperren, Ebenen aktivieren und deaktivieren, Ebenenfarbe ändern und das Rendermaterial für die Ebene einstellen. Folgende Operationen sind möglich: neue Ebenen erzeugen, Ebenen löschen, Ebenen in der Ebenenliste auf- oder abwärts verschieben, Ebenenliste filtern, die aktuelle Ebene an ein Objekt im Modell anpassen, Objekte auf eine ausgewählte Ebene wechseln, alle Ebenen auswählen und die Auswahl invertieren.

Der Befehl **EbeneAuswählen** wählt alle Objekte auf einer Ebene aus.



## Gruppen

Eine *Gruppe* ist eine Sammlung von Objekten, die beim Verschieben, Kopieren, Drehen oder bei anderen Umformungen und Anwendungseigenschaften als Einheit ausgewählt werden. Beim Gruppieren von Objekten wird jedem Objekt, der als Teil seiner Eigenschaften angezeigt wird, ein Gruppenname zugewiesen. Objekte mit dem gleichen Gruppennamen gehören zur selben Gruppe.

- **Gruppieren** gruppiert Objekte für die Auswahl. Eine Gruppe kann ein oder mehrere Untergruppen enthalten.
- **GruppeAuflösen** löst die Gruppe auf.
- **GruppennamenDefinieren** ändert den Namen, der standardmäßig zugeordnet wird. Die Benennung verschiedener Gruppen mit demselben Namen fasst diese Gruppen zusammen.
- **ZurGruppeHinzufügen** und **AusGruppeEntfernen** entfernen Objekte aus Gruppen oder fügen Objekte Gruppen hinzu.
- **GruppeAuswählen** wählt Gruppen nach Namen aus.



## Blöcke

Ein Block ist eine andere Methode zum Assoziieren von Objekten zur Formung eines einzigen Objekts. Der Befehl **Block** erzeugt eine Blockdefinition im aktuellen Modell. Der Befehl **Einsetzen** platziert *Instanzen* dieser Blockdefinition in Ihr Modell. Blockinstanzen können im Modell skaliert, kopiert, gedreht, angeordnet und auf andere Weise umgewandelt werden. Bei Bearbeitung der Blockdefinition werden alle Blockinstanzen auf diese neue Definition geändert. Blöcke rationalisieren die Modellierung, reduzieren die Modellgröße und fördern die Standardisierung von Teilen und Details.

Mehrere Instanzen eines Blocks können mit dem Befehl **Einfügen** in einem Modell platziert, skaliert und gedreht werden. Blockdefinitionen werden mit den Befehlen **Block** oder **Einfügen** erzeugt. Materialien und andere Objekteigenschaften auf Blockinstanzen werden durch die Teilobjekte definiert.

Beim Zerlegen einer Blockinstanz wird die Blockgeometrie unter Verwendung von Standort, Skalierung und Drehung der Instanz neu platziert.

Zur Neudefinition eines Blocks, verwenden Sie den Befehl **Zerlegen**, bearbeiten Sie die Geometrie und erstellen Sie anschließend den Block erneut mit demselben Einfügungspunkt und Namen.

Der Befehl **BlockManager** zeigt ein Dialogfenster an, in dem alle Blockdefinitionen des Modells aufgelistet sind. Verwenden Sie das Dialogfenster **Blockmanager**, um Blockeigenschaften anzusehen, eine Blockdefinition in eine Datei zu exportieren, eine Blockdefinition und alle Instanzen zu löschen, eine Blockdefinition aus einer Datei zu aktualisieren, herausfinden, welche Blöcke in anderen Blöcken verschachtelt sind, und die Anzahl von Blockinstanzen im Modell zu zählen.



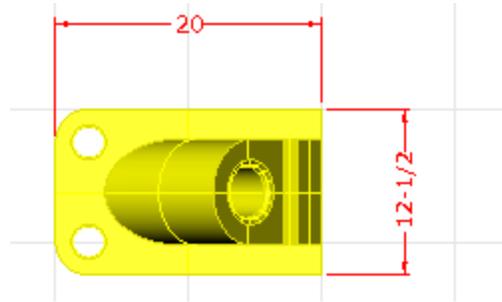
## Bemaßungen

Sie können Objekte in Ihrem Modell bemaßen und dabei Schriftart, Einheitenanzeige, dezimale Präzision, Text- und Pfeilgröße und Textausrichtung auswählen. Nachdem Sie die Bemaßungen platziert haben, können Sie sie alle auswählen, Bemaßungstext bearbeiten, Kontrollpunkte aktivieren zum Verschieben von Bemaßungselementen und Bemaßungen löschen. Sie können horizontale, vertikale, ausgerichtete, rotierte, radiale, Durchmesser- und Winkelbemaßungen sowie Textblöcke und Anmerkungs Pfeile platzieren und versteckte Linien in 2D zeichnen.

Bemaßungen sind nicht assoziativ. Durch Änderung der Geometrie wird die Bemaßung nicht aktualisiert, außer die Bemaßung wird mit aktivierter Historie gezeichnet. Durch Änderung der Bemaßung wird Ihre Geometrie nicht aktualisiert.

Der Befehl **Bemaßung** platziert horizontale und vertikale Bemaßungen, je nachdem, in welche Richtung Sie die Punkte auswählen.

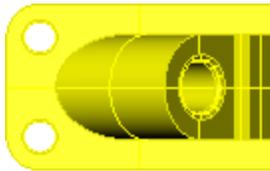
Bemaßungen werden unter Verwendung des aktuellen Bemaßungsstils erzeugt. Erstellen Sie neue Bemaßungsstile, um Textgröße und Schriftart und andere Bemaßungseigenschaften zu steuern. Verwenden Sie die Einstellungen im Dialogfenster **Dokumenteigenschaften**, um neue Stile zu erzeugen und die Eigenschaften von vorhandenen Stilen zu definieren.



TEXT

## Text

Der Befehl **Text** platziert Anmerkungs-text in Ihrem Modell.

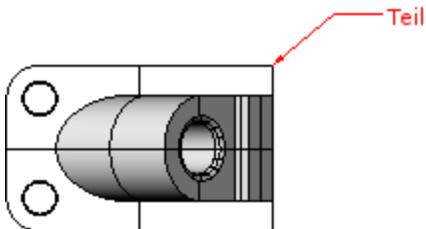


Teil10075  
Katalog 3-968B



## Anmerkungspfeile

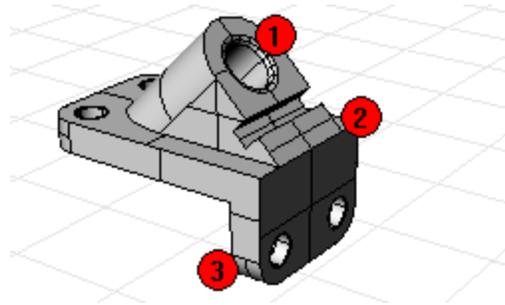
Der Befehl **Anmerkungspfeil** zeichnet einen Anmerkungspfeil.



## 0 Anmerkungspunkte

Der Befehl **Anmerkungspunkt** platziert einen Textpunkt.

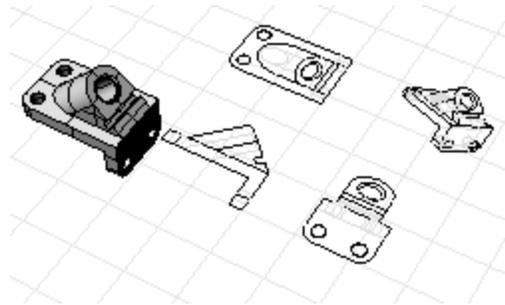
Textpunkte liegen immer parallel zur Ansicht. Die Punkte werden in der Ebenenfarbe angezeigt. Die Punktgröße ist auf dem Bildschirm konstant. Der Textpunkt behält die gleiche Größe bei, wenn Sie die Ansicht vergrößern / verkleinern.



## Entfernung ausgeblendeter Linien

Der Befehl **2DZeichnung** erzeugt Kurven aus ausgewählten Objekten als Silhouetten relativ zur aktiven Ansicht. Die Silhouettenkurven werden flach projiziert und dann in der x,y-Ebene des WKS platziert.

Mit den Befehlsoptionen werden die 2D-Zeichnung aus der aktuellen Ansicht oder aktuellen Konstruktionsebene und ein 4-Ansichten-Layout mit US- oder europäischer Projektionsrichtung erstellt, Ebenen für die versteckten Linien definiert und tangential verlaufende Kanten angezeigt.



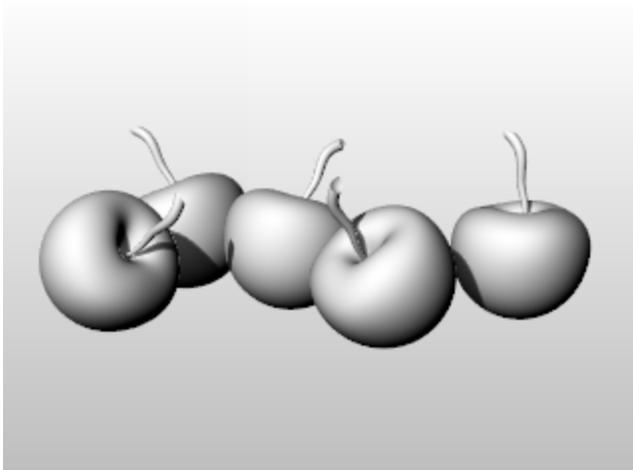
## Bemerkungen

Mit dem Befehl **Bemerkungen** können Sie Textinformationen in Ihrer Modelldatei speichern. Sie können Information direkt im Textkästchen **Bemerkungen** eingeben. Wenn Sie das Kästchen **Bemerkungen** angezeigt lassen, wenn Sie die Modelldatei schließen, wird es angezeigt, wenn Sie die Datei das nächste Mal öffnen.

## Kapitel 11: Rendern

Zusätzlich zur schattierten Vorschau liefert Rhino auch farbiges Rendern mit Lichtern, Transparenz, Schatten, Texturen und Bump-Mapping.

Objekte werden weiß gerendert, wenn Sie Farbe, Glanzlicht, Textur, Transparenz und Relief nicht definieren. Diese Attribute werden im Panel der **Eigenschaften**, Seite **Material**, gesteuert.



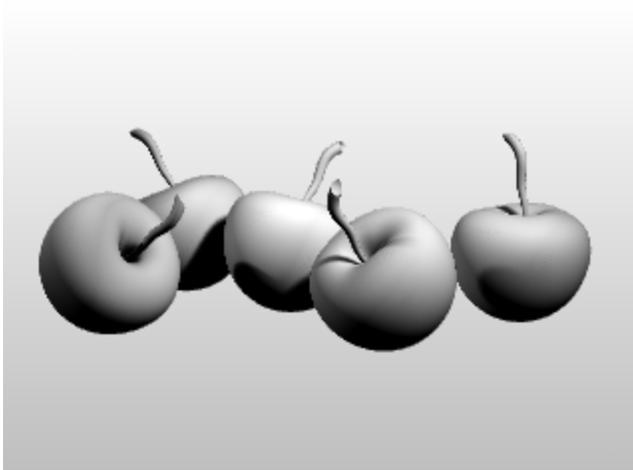
Der Prozess, der benötigt wird, um Szenen zu rendern, besteht aus den folgenden wesentlichen Schritten:

- Beleuchtung hinzufügen
- Materialien zuordnen
- Rendern

Obwohl die Schritte nicht in dieser Reihenfolge ausgeführt werden müssen, kann die Szene auf diese Art effizienter eingestellt werden. Für eine Qualitätsverbesserung wiederholen Sie diese Schritte, bis Sie mit dem Resultat zufrieden sind.

### Lichter

In jedem Rhino-Rendern gibt es Lichtquellen, die Rhino verwendet, um zu berechnen, wie die Objekte beleuchtet werden. Wenn Sie keine Lichtquellen für Ihre Szene definieren, wird das Standardlicht verwendet. Das Standardlicht ist ein Richtungslicht mit parallelen Strahlen, das sich so verhält, als hätten Sie eine Lampe, die über Ihre linke Schulter scheint.



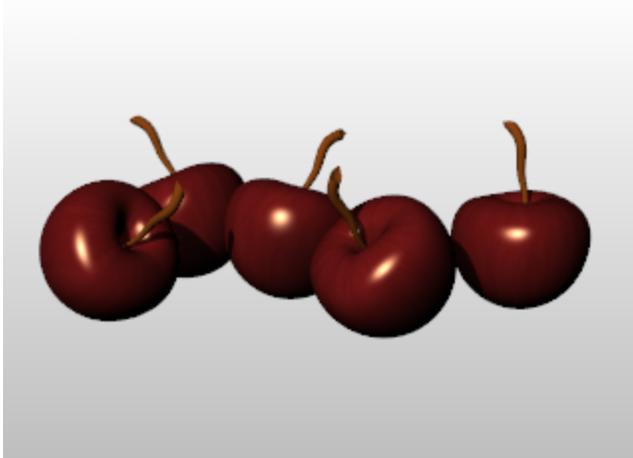


### Hinzufügen von Innenbeleuchtung

- ▶ Fügen Sie **Spotlichter**, **Gerichtete Lichter**, **Lineare Lichter**, **Punktlichter** oder **Rechteckige Lichter** ein.

## Materialien

Materialien definieren die vom Renderer zu verwendenden Einstellungen bezüglich Farbe, Finish, Transparenz, Textur und Relief.



### Den Ebenen Materialien zuordnen

1. Wählen Sie im **Ebenen**-Panel einen oder mehrere Ebenennamen aus und klicken Sie in die Spalte **Material**.
2. Im Dialogfenster **Ebenenmaterial** konfigurieren Sie die Materialeigenschaften.



### Den Objekten Materialien zuordnen

1. Wählen Sie ein Objekt aus.
2. Im Menü **Bearbeiten** klicken Sie auf **Objekteigenschaften**.
3. Stellen Sie die Materialeigenschaften im **Eigenschaften**-Panel auf der Seite **Material** ein.

## Rendern

Rendern und Speichern eines Bildes.



### Das Bild rendern und speichern

1. Klicken Sie im Menü **Rendern** auf **Rendern**.
2. Im **Renderfenster**, im Menü **Datei**, klicken Sie auf **Speichern unter**.

# **Rhinoceros-Benutzerhandbuch**

## **Zweiter Teil: Tutorials**



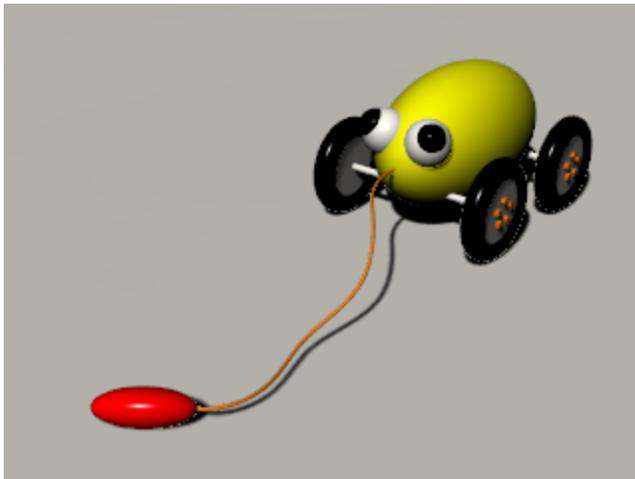


## Kapitel 13: Ziehspielzeug - Volumenkörper und Umformungen

Dieses Tutorial beschreibt die Verwendung von soliden Primitiven und einfachen Umformungen.

Sie werden folgendes lernen:

- Koordinaten eingeben, um Punkte genau zu platzieren.
- Freiformkurve und Polygon zeichnen.
- Gebogenes Rohr entlang einer Kurve erzeugen.
- Polare Anordnung verwenden, um Objekte in einem kreisförmigen Muster zu kopieren.
- Kurve extrudieren, um eine Fläche zu erzeugen.
- Planar-Modus verwenden.



### Koordinaten eingeben

Wenn Sie mit der Maus einen Punkt anklicken, wird der Punkt auf der *Konstruktionsebene* des aktiven Ansichtsfensters liegen, außer Sie verwenden eine Modellierhilfe wie zum Beispiel einen Objektfang oder den *Aufzugmodus*. Wenn Rhino nach einem Punkt fragt, können Sie seine x-, y- und z-Koordinaten eingeben, anstatt ihn mit der Maus auszuwählen. Jedes Ansichtsfenster hat seine eigene Konstruktionsebene, auf der die x- und y-Koordinaten liegen. Die z-Koordinate für das aktive Ansichtsfenster liegt rechtwinklig zur x-y-Ebene.

Das Raster ist eine visuelle Darstellung der Konstruktionsebene. Der Schnittpunkt der dunkelroten und grünen Linien zeigt den Standort des Ursprungspunktes ( $x=0, y=0, z=0$ ) des Koordinatensystems an.

### Den Körper des Ziehspielzeuges zeichnen

Diese Übung verwendet x-, y- und z-Koordinaten, um Punkte exakt zu platzieren. Wenn Sie aufgefordert werden, Koordinaten einzugeben, geben Sie sie so ein, wie sie im Handbuch stehen. Das Format ist **x,y,z**. Geben Sie z. B. **1,1,4** ein. Die Kommata sind unbedingt notwendig. Das definiert den Punkt im aktiven Ansichtsfenster mit den Koordinaten  $x=1, y=1$  und  $z=4$ .

Immer wenn Sie Punkte eingeben, schauen Sie in allen Ansichtsfenstern nach, wo der Punkt platziert wird, damit Sie langsam ein Gefühl für die Koordinateneingabe entwickeln.



**Anmerkung:** Verwenden Sie für jede Anweisung immer das richtige Ansichtsfenster.



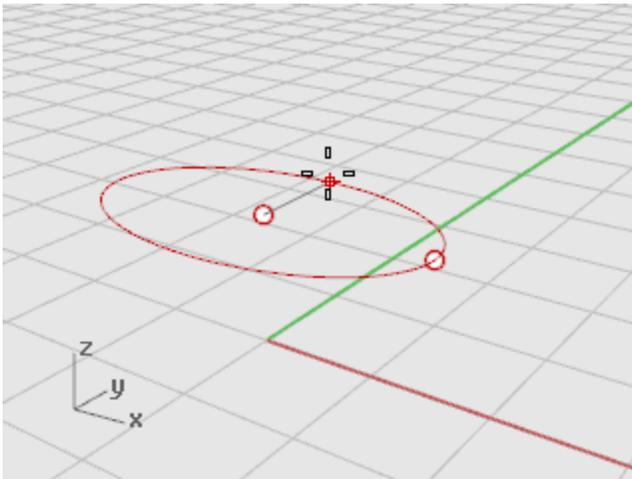
### Mit dem Modell beginnen

1. Beginnen Sie ein **neues** Modell.
2. Wählen Sie im Dialogfenster **Vorlagedatei öffnen** die Datei **Kleine Objekte - Zentimeter.3dm** aus und klicken Sie auf **Öffnen**.

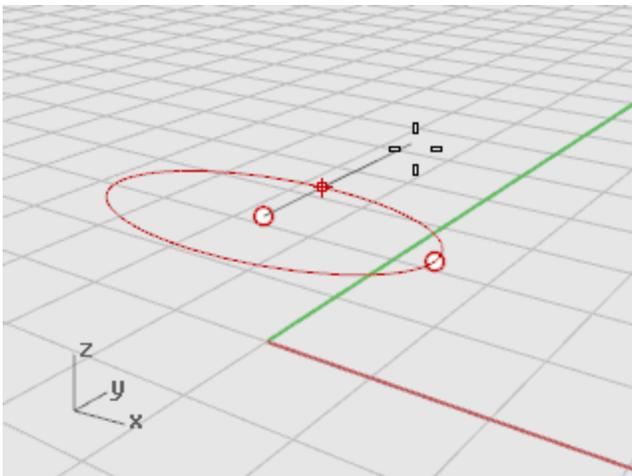


### Ein Ellipsoid zeichnen

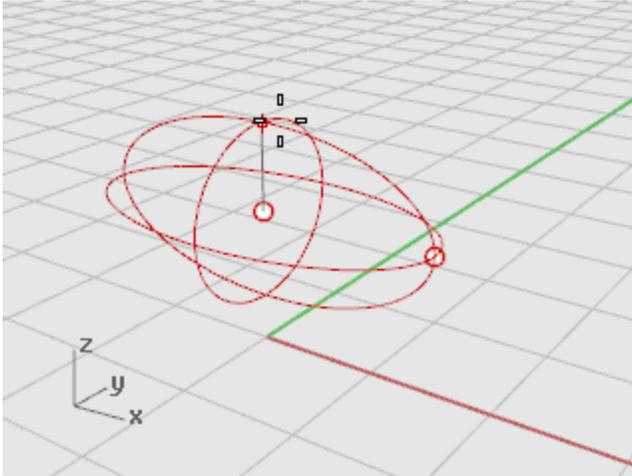
1. Aktivieren Sie **Ortho**.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Ellipsoid > Aus Mitte**.
3. Bei aktivem Ansichtsfenster **Drauf** geben Sie bei der Eingabeaufforderung **Ellipsoidmittelpunkt... 0,0,11** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.  
Der Mittelpunkt des Ellipsoids wird auf  $x=0$ ,  $y=0$  und  $z=11$  platziert. Schauen Sie sich den Punkt im perspektivischen **Ansichtsfenster** an.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der ersten Achse...** geben Sie **15** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
5. Verschieben Sie den Mauszeiger nach rechts, um die Richtung anzuzeigen, und klicken Sie.



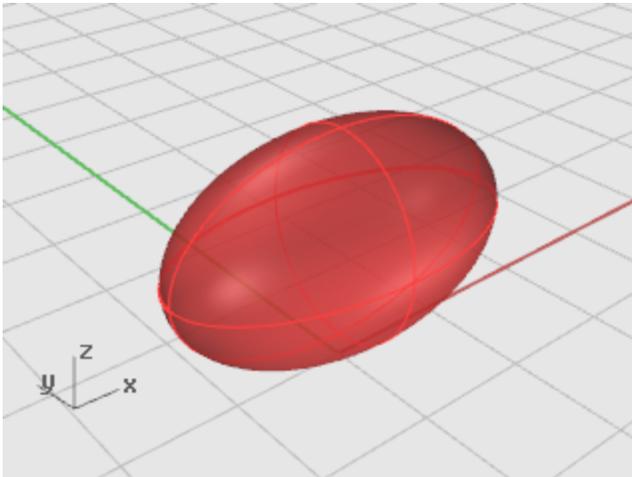
6. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der zweiten Achse** geben Sie **8** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
7. Verschieben Sie den Mauszeiger nach oben, um die Richtung anzuzeigen, und klicken Sie.  
Die Breite des Ellipsoids wird definiert.



8. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der dritten Achse** geben Sie **9** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.  
Sie haben nun eine eiförmige Figur erzeugt, die in alle drei Richtungen verschiedene Ausmaße hat.



9. Rotieren Sie das Ansichtsfenster Perspektive so, dass Sie entlang der x-Achse schauen, wie abgebildet.  
Aktivieren Sie den Anzeigemodus **Schattiert** im Ansichtsfenster **Perspektive**.



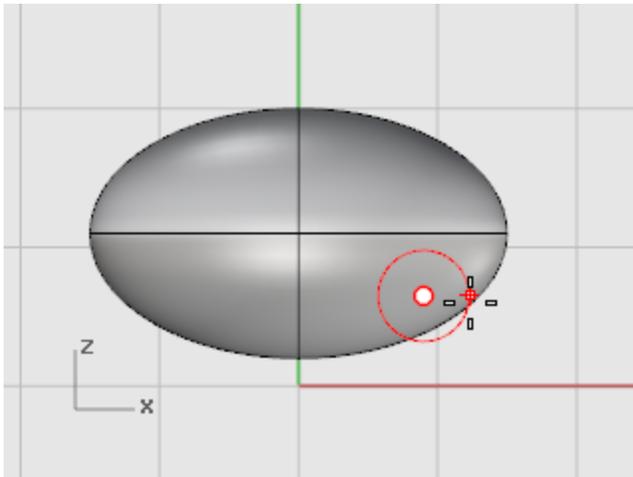
## Die Radachsen und Radnaben zeichnen

Die Radachsen und Radnaben sind Zylinder. Die Radachsen sind lange, dünne Zylinder und die Radnaben, kurze, dicke Zylinder. Sie werden eine Radachse und ein vollständiges Rad erstellen. Anschließend werden Sie das gesamte Rad auf die andere Seite spiegeln. Sie können dann den gesamten Radachsen- und Rädersatz auf den vorderen Teil des Spielzeugs spiegeln oder kopieren.

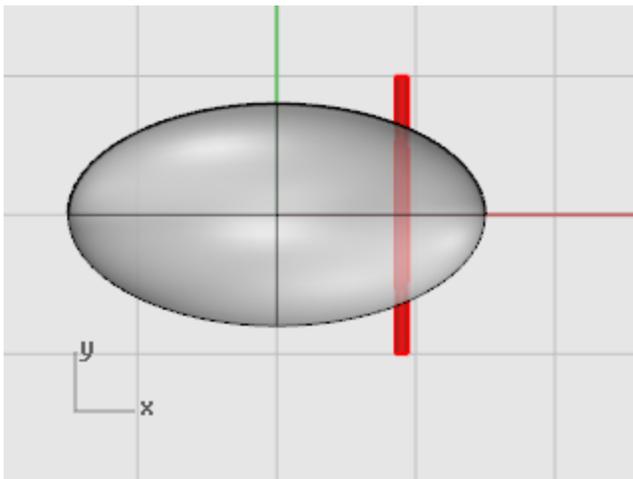


### Die Radachse erzeugen

1. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Zylinder**.
2. Geben Sie bei aktivem Ansichtsfenster **Front** bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Basisfläche des Zylinders...** als Zentrum des Zylinders die Koordinaten **9,6.5,10** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



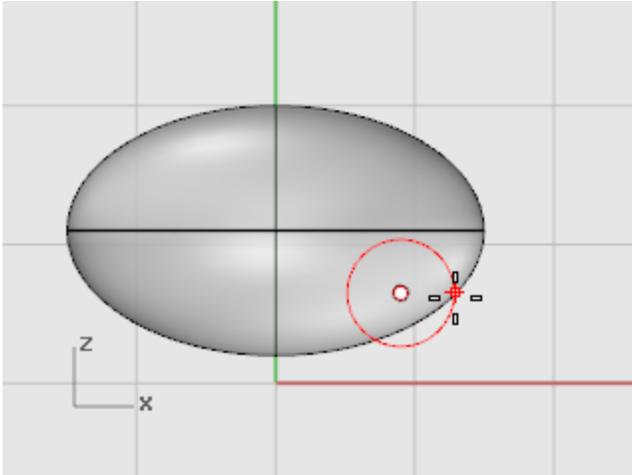
3. Bei der Eingabeaufforderung **Radius...** geben Sie **.5** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Zylinderhöhe** geben Sie **-20** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



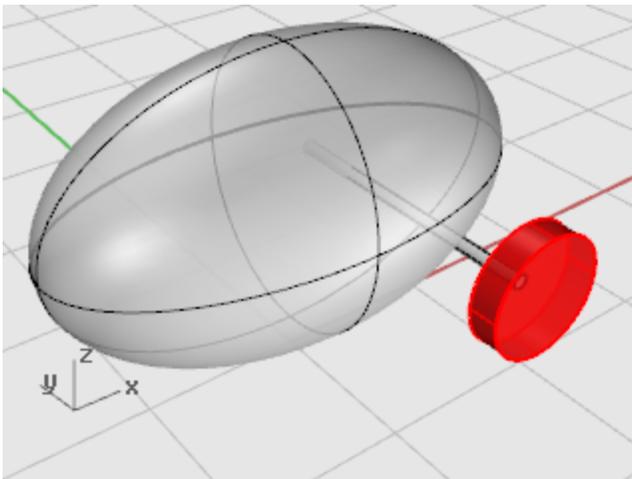


### Eine Radnabe erzeugen

1. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Zylinder**.
2. Bei aktivem Ansichtsfenster **Front** geben Sie bei der Eingabeaufforderung **Basisfläche des Zylinders...** **9,6.5,10** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Radius...** geben Sie **4** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Zylinderspitze** geben Sie **2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



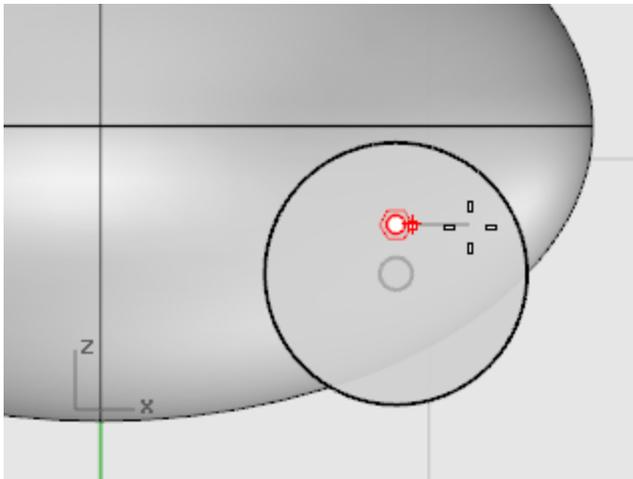
## Die Schraubenmuttern zeichnen

Sie werden die Schraubenmuttern durch Extrusion einer sechseckigen Polygonkurve erzeugen.



### Ein Hexagon erzeugen

1. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Polygon > Mitte, Radius**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Mittelpunkt des innenliegenden Polygons ( AnzahlSeiten=4...)** geben Sie **6** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
3. Im Ansichtsfenster **Front**, bei der Eingabeaufforderung **Mittelpunkt des innenliegenden Polygons...** geben Sie **9,8,12** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.  
Das Polygon wird direkt auf die Fläche der Radnabe platziert.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Eckpunkt des Polygons...** geben Sie **.5** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
5. Im Ansichtsfenster **Front** ziehen Sie den Mauszeiger wie in der unteren Abbildung angezeigt und klicken Sie, um das Sechseck zu platzieren.



### Einen Volumenkörper aus dem Polygon erzeugen

1. **Wählen** Sie in einem beliebigen Ansichtsfenster das gerade erstellte Sechseck aus.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Planare Kurve extrudieren > Gerade**.
3. Achten Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand** auf die Befehlsoptionen. Stellen Sie die Optionen folgendermaßen ein:

**Richtung** - verwenden Sie die Standardeinstellung

**BeideSeiten** = **Nein**

**Volumenkörper** = **Ja**

**EingabeLöschen** = **Ja**

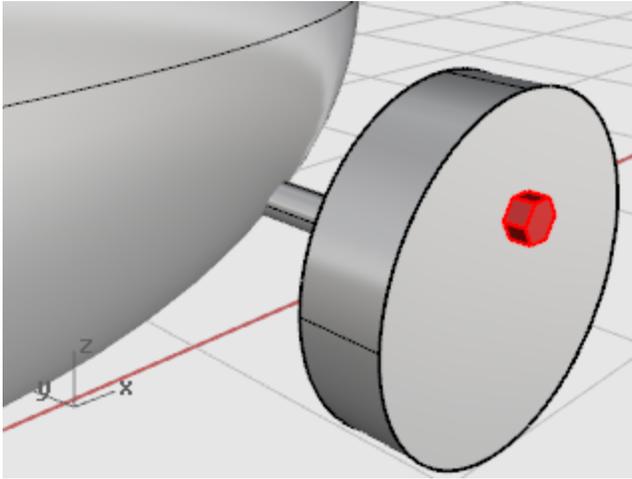
**AnBegrenzung** - verwenden Sie die Standardeinstellung

**AnTangentenTeilen** = **Nein**

**BasispunktDefinieren** - verwenden Sie die Standardeinstellung

Wenn eine Option nicht wie oben angegeben eingestellt ist, klicken Sie darauf, um sie zu ändern.

4. Geben Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand...** den Wert **-.5** ein (Beachten Sie den negativen Wert. Wenn Sie hier eine positive Zahl eingäben, befänden sich die Schraubenmuttern vollständig in der Radnabe. Sie sollen aber herausstehen.) und drücken Sie die **Eingabetaste**.



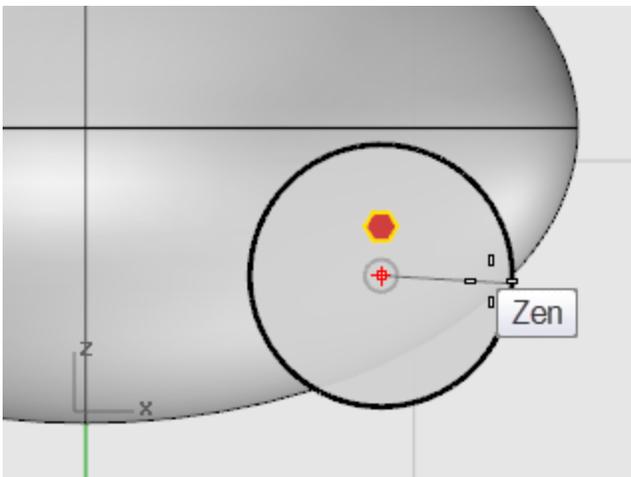
## Die Bolzen anordnen

Um die Bolzen am ersten Rad zu erstellen, werden Sie eine polare (kreisförmige) Anordnung verwenden. Eine Anordnung besteht aus einer Reihe von Kopien eines Objektes. Dabei können Sie kontrollieren, wie die Kopien gemacht werden. Eine polare Anordnung kopiert die Objekte um einen Mittelpunkt. Die Objekte werden während sie kopiert werden gedreht.



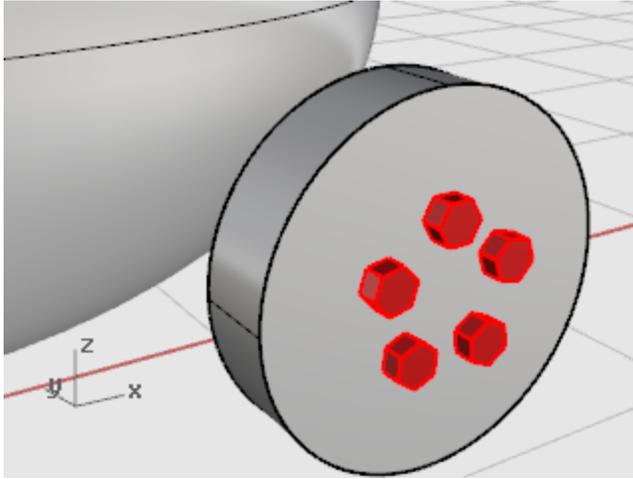
### Die Bolzen anordnen

1. **Wählen** Sie den Bolzen aus.
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Anordnen > Polar**.
3. Bei aktivem Ansichtsfenster **Front**, bei der Eingabeaufforderung **Mitte der polaren Anordnung**, verwenden Sie den Objektfang **Zen**, um den Mittelpunkt der Radnabe zu fangen.



4. Bei der Eingabeaufforderung **Anzahl Elemente...** geben Sie **5** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Zu füllender Winkel <360>** drücken Sie die **Eingabetaste**.

6. Aktivieren Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Eingabe drücken zum Akzeptieren** die Vorschau und drücken Sie die **Eingabetaste**.



## Die Reifen zeichnen

Die Reifen werden aus Ringen erzeugt (eine Volumenkörperform, die wie ein Donut aussieht). Wenn Sie einen Ring zeichnen, entspricht der erste Radius dem Kreisradius, um den der "Schlauch" gezeichnet wird. Der zweite Radius entspricht dem Radius des Schlauchs.

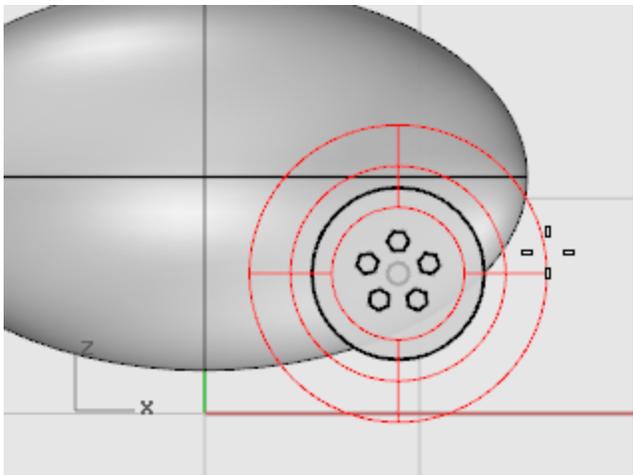
Um die Reifen zu zeichnen, werden Sie die Mitte des Ringes ein wenig größer als den Durchmesser der Radnabe zeichnen. Der Schlauch selbst ist leicht größer als die Radnabe. Dadurch wird er in die Radnabe abgesenkt.



### Einen Ring für die Reifen erzeugen

1. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Ring**.
2. Im Ansichtsfenster **Front**, bei der Eingabeaufforderung **Ringmitte...**, geben Sie **9,6.5,11** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

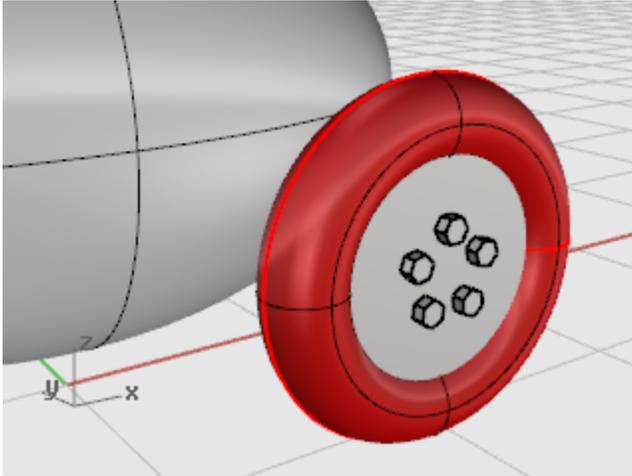
Die Ringmitte wird an den gleichen Punkt wie die Mitte der Radnabe platziert.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Radius...** geben Sie **5** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**. Der Außenradius des Rings ist somit eine Einheit größer als der Radius der Radnabe.

4. Bei der Eingabeaufforderung **Zweiter Radius...** geben Sie **1.5** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

Der Innenradius ist somit 0,5 Einheiten kleiner als der Radius der Radnabe.



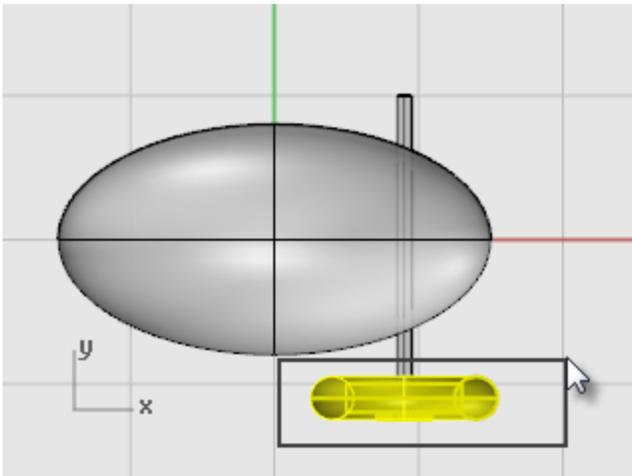
## Die Räder spiegeln

Nachdem Sie jetzt das gesamte Rad erstellt haben, können Sie mit dem Befehl **Spiegeln** die anderen drei Räder erzeugen.

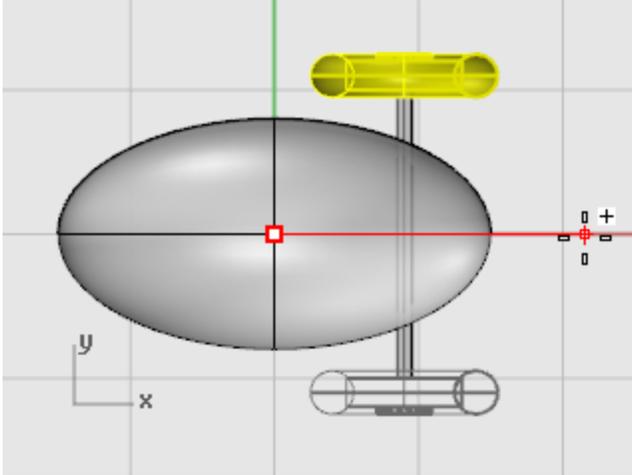


### Das Rad auf die andere Seite spiegeln

1. Im Ansichtsfenster **Drauf** benutzen Sie ein Fenster, um die Reifen auszuwählen, wie in der Graphik gezeigt wird.
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Spiegeln**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Start der Spiegelebene...** geben Sie **0,0,0** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

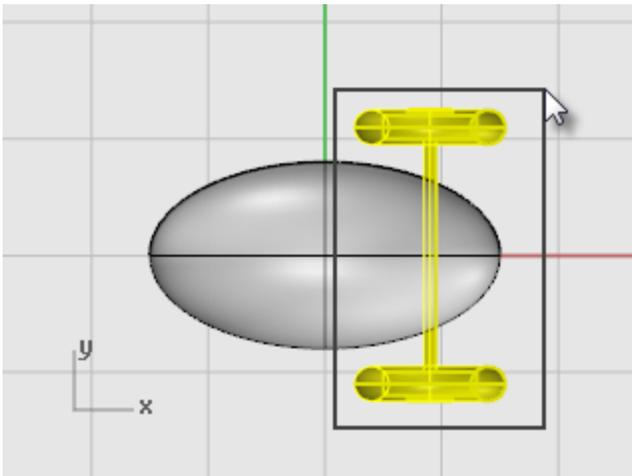


4. Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Spiegelebene...**, mit aktivem **Ortho**, ziehen Sie den Mauszeiger im Ansichtsfenster **Drauf** wie in der unteren Abbildung angezeigt nach rechts.

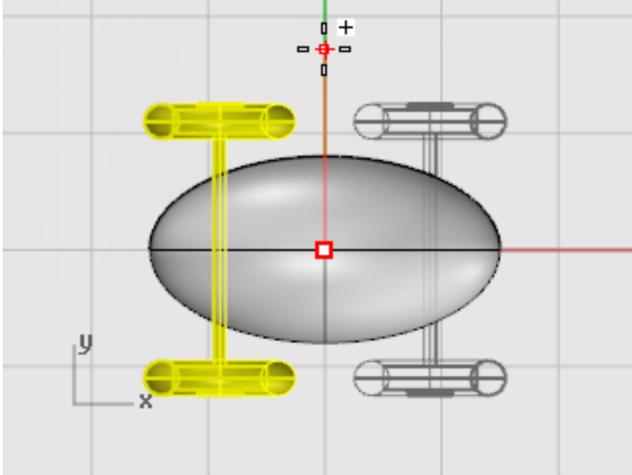


### Die Vorderräder und Radachse spiegeln

1. Im Ansichtsfenster **Drauf** benutzen Sie ein Fenster, um die Hinterräder und die Achse auszuwählen, wie in der Graphik gezeigt.
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Spiegeln**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Start der Spiegelebene...** geben Sie **0,0,0** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



4. Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Spiegelebene...**, mit aktivem **Ortho**, ziehen Sie den Mauszeiger im Ansichtsfenster **Drauf** wie in der unteren Abbildung angezeigt nach unten.



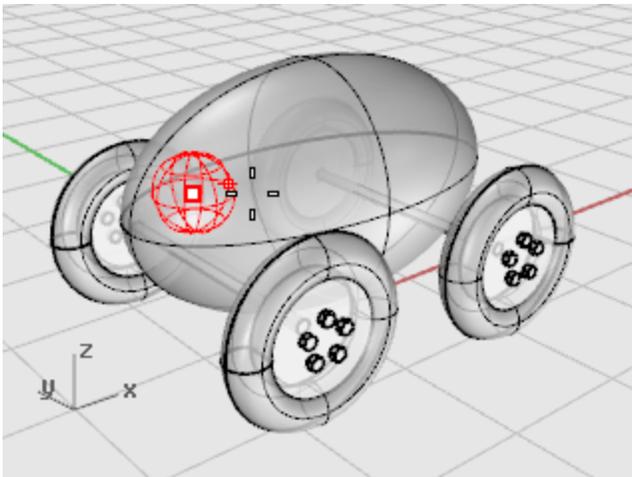
## Die Augen zeichnen

Sie werden eine Kugel für das Auge zeichnen und eine kleinere Kugel für die Pupille.

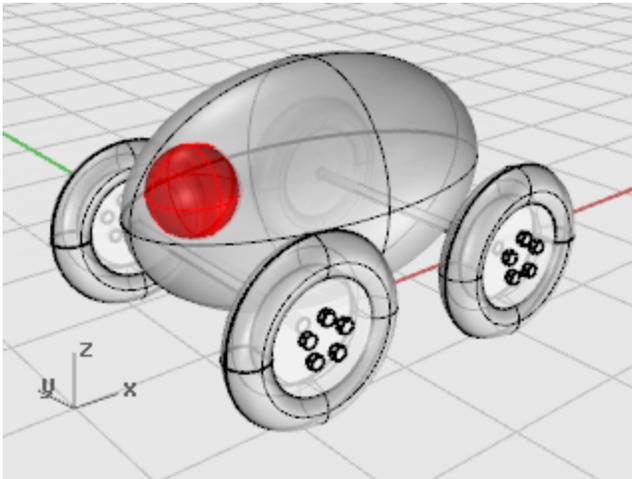


### Ein Auge anhand einer Kugel erzeugen

1. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Kugel > Mitte, Radius**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Kugelmitte...**, im Ansichtsfenster **Drauf**, geben Sie **-12,-3,14** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

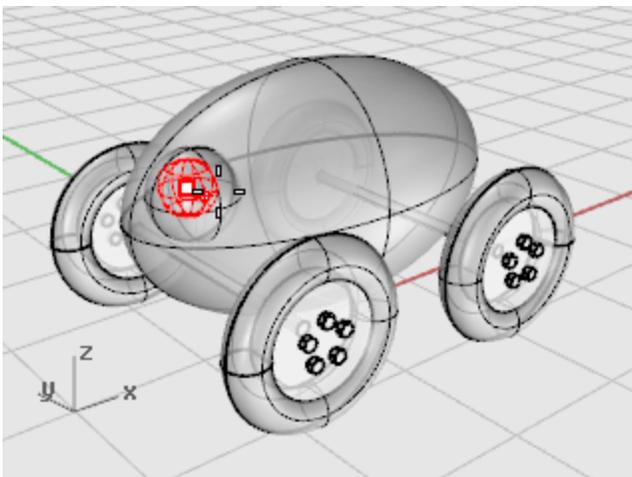


- Bei der Eingabeaufforderung **Radius...** geben Sie **3** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

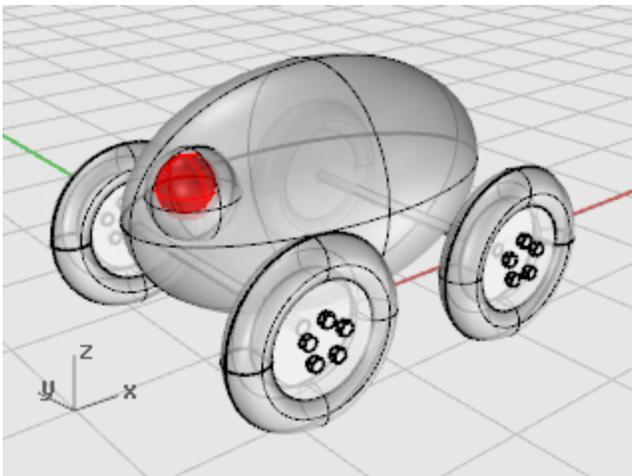


### Erzeugung der Pupille

- Wiederholen Sie den Befehl **Kugel**.
- Bei der Eingabeaufforderung **Kugelmittle...**, im Ansichtsfenster **Drauf**, geben Sie **-13,-4,15** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



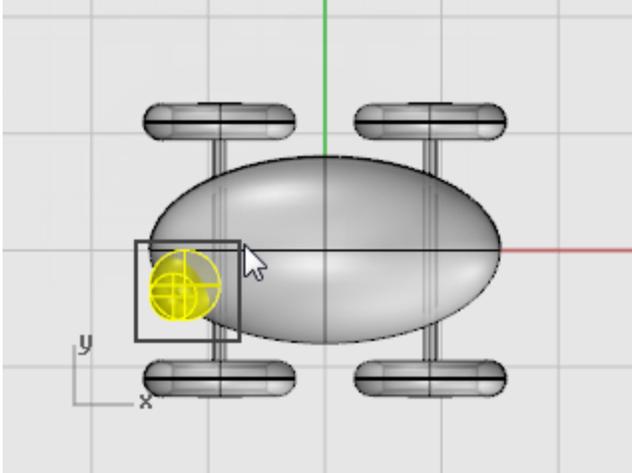
- Bei der Eingabeaufforderung **Radius...** geben Sie **2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



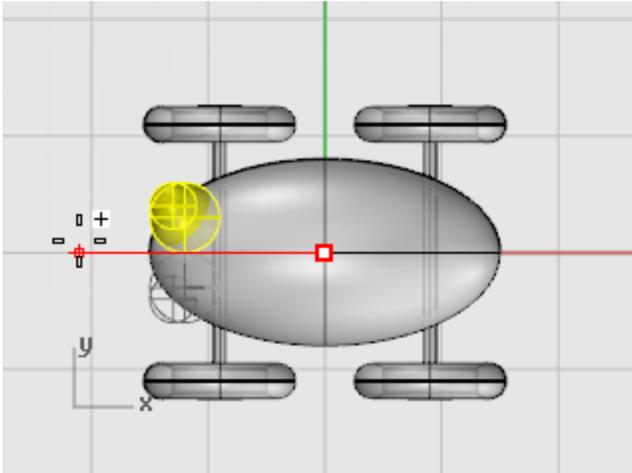


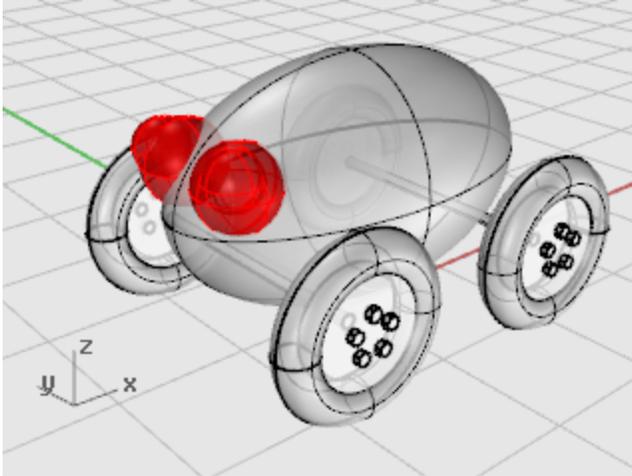
## Das Auge spiegeln

1. Im Ansichtsfenster **Drauf** benutzen Sie ein Fenster, um das Auge auszuwählen, wie in der Graphik gezeigt wird.
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Spiegeln**.



3. Geben Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Start der Spiegelebene...** den Wert **0** (Kurzform für 0,0,0) ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Spiegelebene...**, mit aktivem **Ortho**, ziehen Sie den Mauszeiger im Ansichtsfenster **Drauf** wie in der unteren Abbildung angezeigt nach links.





## Die Schnur erstellen

Um die Schnur herzustellen, zeichnen Sie mit Hilfe des Aufzug- und Planarmodus eine Kurve von Hand. Wenn die Kurve fertig ist, verwenden Sie den Befehl **RohrAnKurve**, um daraus einen dicken Volumenkörper zu machen.

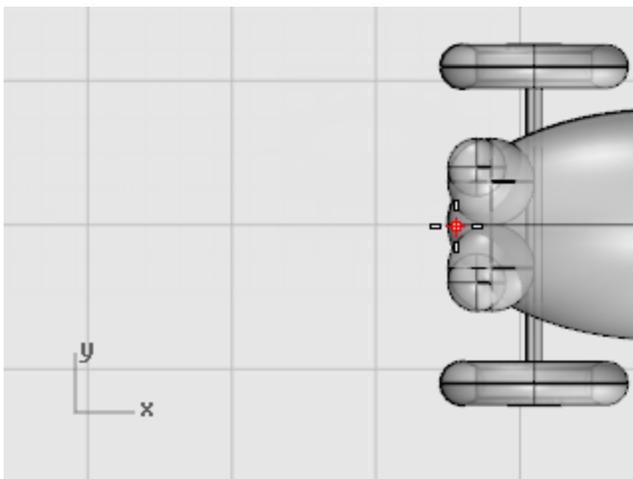
### Die Ansicht konfigurieren

1. **Verkleinern** Sie alle Ansichtsfenster; Sie werden ein wenig Platz zum Arbeiten benötigen.
2. Aktivieren Sie in der Statuszeile den **Planar**-Modus und deaktivieren Sie **Ortho**.
3. Klicken Sie in der **Objektfangkontrolle** die Schaltfläche **Deaktivieren** um alle Objektfänge zu deaktivieren.

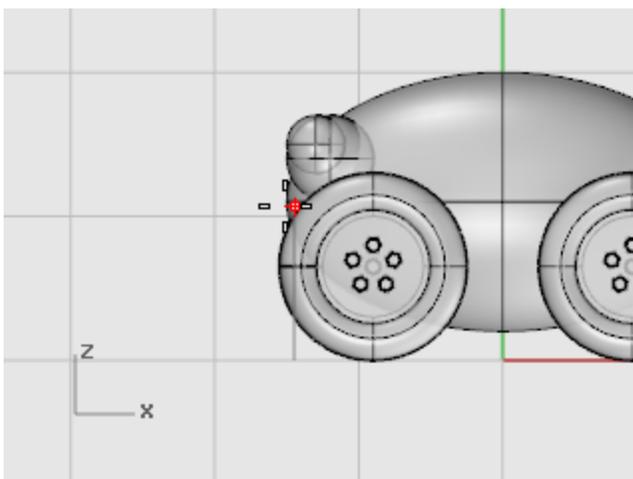


### Die Schnur am Spielzeug vorne erstellen

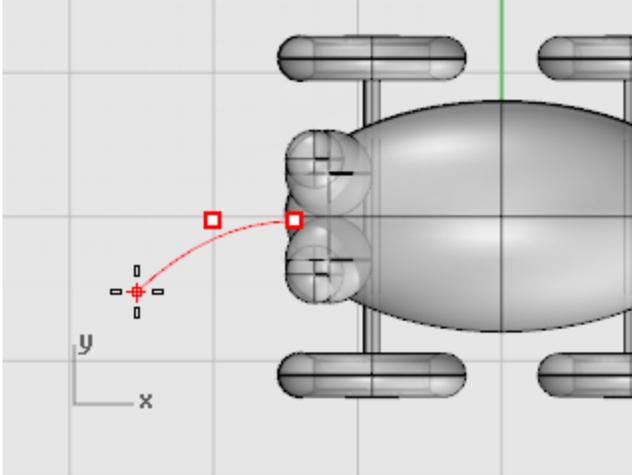
1. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Freiform > Kontrollpunkte**.
2. Halten Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Kurvenanfang...** im Ansichtsfenster **Drauf cmd** ⌘ gedrückt und klicken Sie in die Nähe des vorderen Endes des Körpers.



3. Verschieben Sie den Mauszeiger in das Ansichtsfenster **Front**, ziehen Sie den Marker in die Nähe des Ellipsoidendes und klicken Sie.

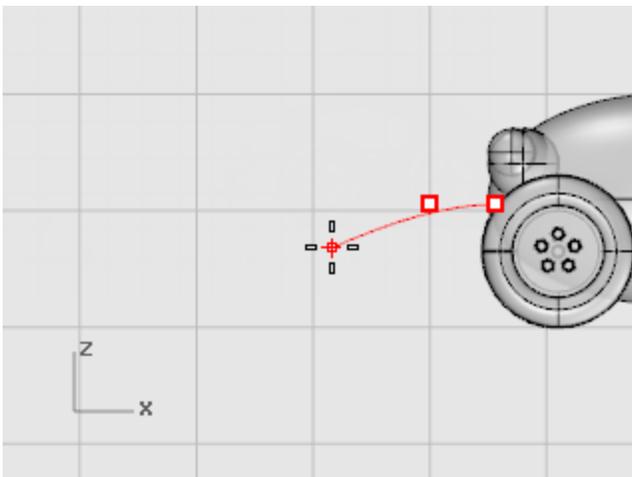


- Bei der Eingabeaufforderung **Nächster Punkt...** klicken Sie links vom Ellipsoid im Ansichtsfenster **Drauf**.

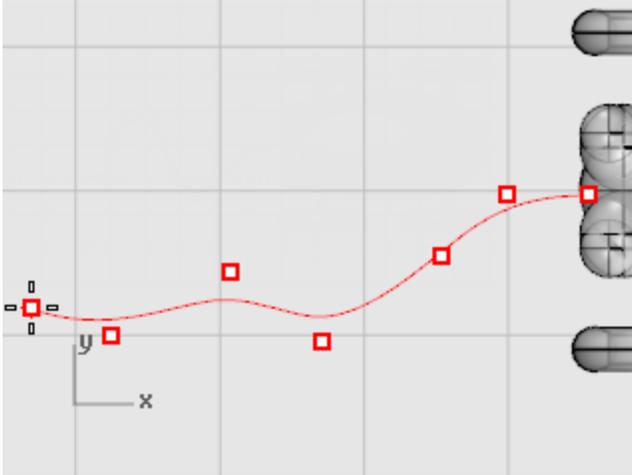


Der Planarmodus behält aufeinander folgende Punkte auf der gleichen Konstruktionsebenenhöhe bei. Der Planarmodus kann mit Aufzugmodus oder Objektfängen außer Kraft gesetzt werden. Schauen Sie sich die Kurve in den Ansichtsfenstern **Drauf** und **Front** an.

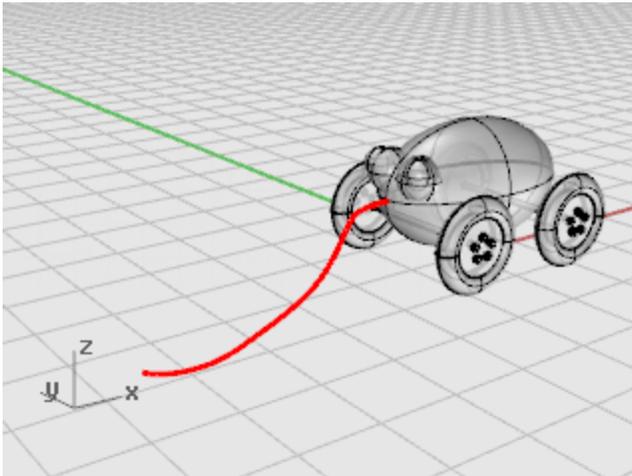
- Bei der Eingabeaufforderung **Nächster Punkt...** verwenden Sie den Aufzugmodus, um im Ansichtsfenster **Drauf** einen weiteren Punkt hinzuzufügen.



6. Bei den Eingabeaufforderungen **Nächster Punkt...** deaktivieren Sie den **Planarmodus** und wählen Sie im Ansichtsfenster **Drauf** weitere Punkte aus, um eine gekrümmte Linie zu erzeugen.



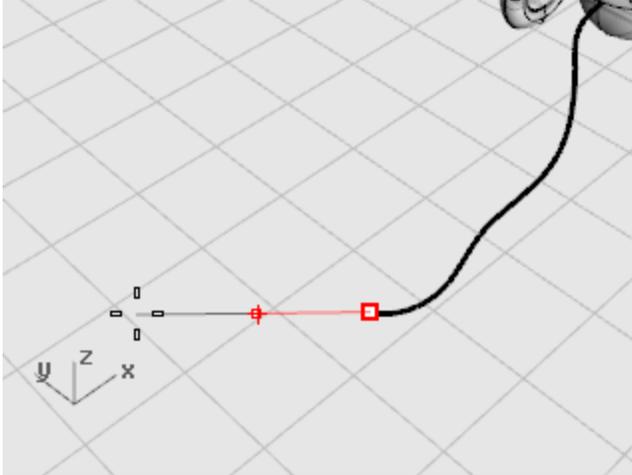
Beachten Sie, dass die Punkte auf die Konstruktionsebene des Ansichtsfensters **Drauf** projiziert werden.



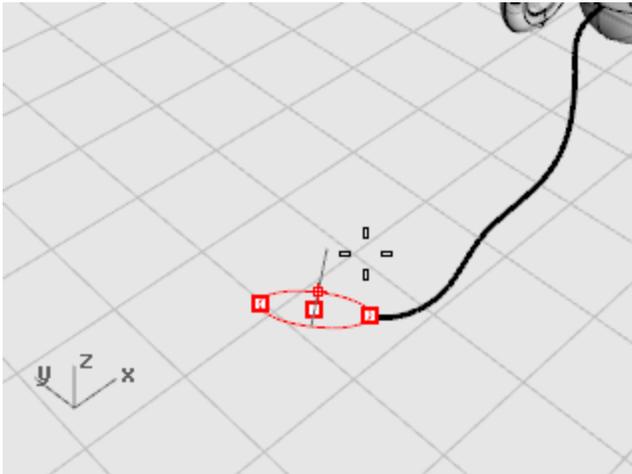
### Die Schnur erzeugen

1. Zeichnen Sie für den Griff am Ende der Kurve ein **Ellipsoid** mit der Option **Durchmesser**.
2. Verwenden Sie zur Bestimmung des **Startpunkts der ersten Achse** den Objektfang **Ende**, um das Ende der Schnur zu fangen.
3. Geben Sie als **Ende der ersten Achse** den Wert **10** für seine Länge ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

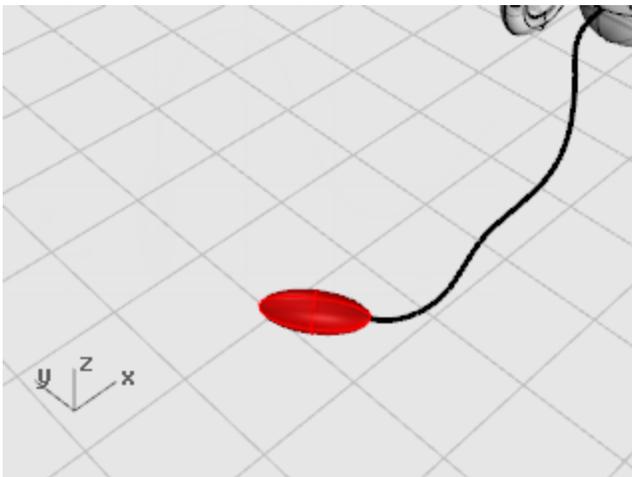
4. Ziehen Sie die Richtung, damit sie mit der Schnur übereinstimmt und bestätigen Sie Ihre Wahl durch einen Klick. Dies muss nicht unbedingt übermäßig präzise sein.



5. Geben Sie als **Endpunkt der zweiten Achse** den Wert **4** ein, drücken Sie die **Eingabetaste** und bestimmen Sie die Richtung der Achse durch Ziehen mit der Maus.



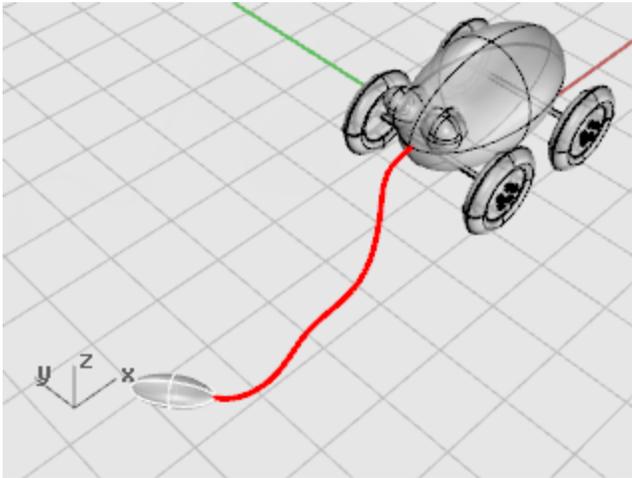
6. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der dritten Achse** geben Sie **2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.





### Die Kurve anhand eines Rohrs dicker machen

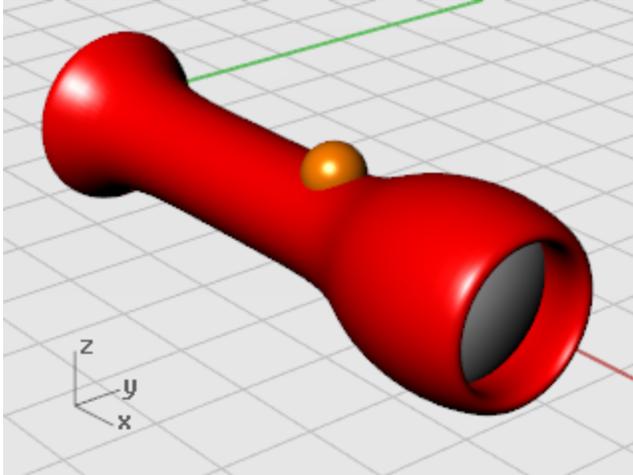
1. **Wählen** Sie die eben erzeugte Kurve vorne am Ziehspielzeug aus.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Rohr an Kurve**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Startradius ...** geben Sie **.2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endradius...** drücken Sie die **Eingabetaste**.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt für folgenden Radius** drücken Sie die **Eingabetaste**.  
Das Rohr hat auf der ganzen Länge den gleichen Durchmesser.





## Kapitel 14: Taschenlampe - Kurven rotieren

Sie haben größere Freiheiten, wenn Sie Flächen aus Kurven erstellen und die Flächen verbinden. Dieses Tutorial führt das Konzept des Kurvenzeichnens und eine Methode zur Flächenerzeugung aus eben diesen Kurven ein.



Sie werden folgendes lernen:

- Freiformkurven gestützt auf ein bestehendes Objekt zeichnen.
- Kontrollpunkte bearbeiten.
- Flächen um eine Achse rotieren.

Die Kurvenrotation ist eine gute Methode, um röhrenförmige Figuren zu erzeugen, wie Vasen, Weingläser und Stuhlbeine.

Sie werden eine grundlegende Taschenlampe als Anleitung verwenden, um die Kurven für das neue Modell zu zeichnen. Die Verwendung dieser grundlegenden Taschenlampe gibt einen Bezugsrahmen, um über die Größe und Form des Objekts zu entscheiden.



### Beginnen Sie folgendermaßen

- ▶ Öffnen Sie das Modell **Taschenlampe.3dm**.

## Das Modell konfigurieren

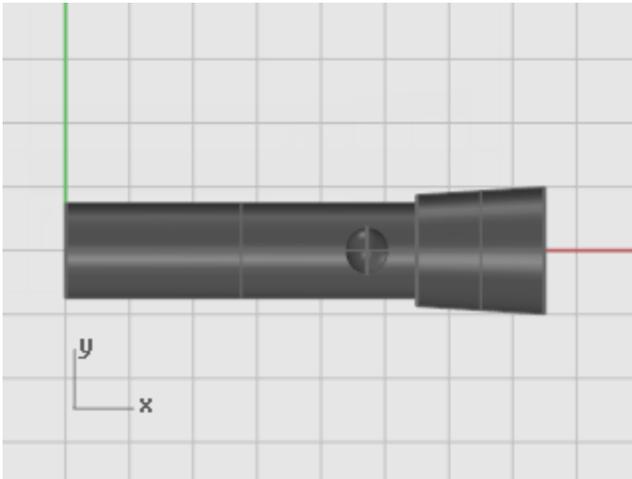
Sie werden die alte Taschenlampe anzeichnen. Damit das einfacher ist, sperren Sie die Objekte. Wenn Objekte gesperrt sind, können Sie sie sehen und fangen aber nicht auswählen. Auf diese Weise stören die Objekte nicht, wenn Sie Objekte in der Nähe auswählen wollen. Sie können immer noch Objektfänge verwenden, um gesperrte Objekte zu fangen. Sie werden danach einige Kurven erzeugen und rotieren, um eine neue Taschenlampe zu erstellen.



### Sperren Sie die alten Taschenlampenobjekte

1. **Wählen** Sie alle Objekte aus.  
Drücken Sie **cmd** ⌘ und **A**, um alle Objekte im Modell auszuwählen.

2. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Sichtbarkeit > Sperren**.



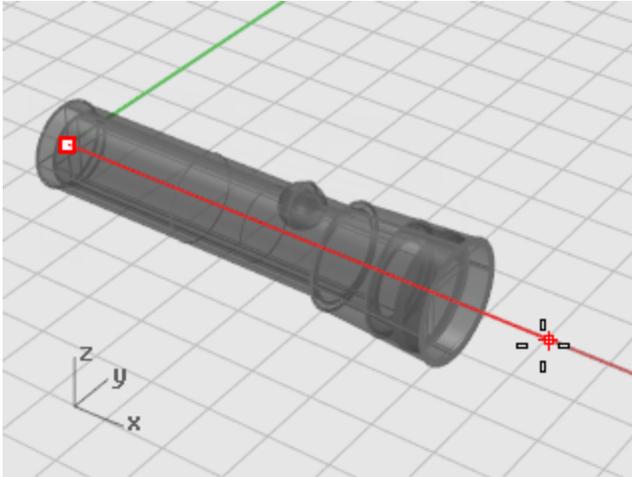
## Eine Mittellinie zeichnen

Zeichnen Sie eine Konstruktionsmittellinie durch die Mitte der alten Taschenlampe.



### Die Konstruktionsmittellinie zeichnen

1. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Linie > Linie**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Linienstart...** verwenden Sie den Objektfang **Zentrum**, um den Linienstart in der Mitte der Taschenlampenbasis zu platzieren.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Linienende...** aktivieren Sie **Ortho** und zeichnen Sie die Linie durch das exakte Zentrum der alten Taschenlampe.



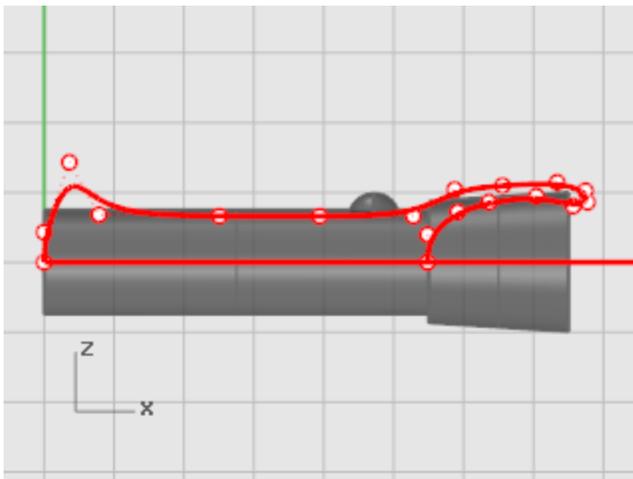
## Die Profilkurve des Körpers zeichnen

Sie werden eine *Profilkurve* zeichnen, die Sie rotieren, um den Taschenlampenkörper zu erzeugen. Eine Profilkurve definiert den Querschnitt einer Hälfte.



### Die Kurve für den Körper zeichnen

1. Klicken Sie auf der Statuszeile auf das Feld **Ebene** und machen Sie aus der Ebene **Freiformkörper** die aktuelle Ebene.
2. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Freiform > Kontrollpunkte**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Kurvenanfang...**, im Ansichtsfenster **Front**, zeichnen Sie eine Kurve um den Taschenlampenkörper, wie abgebildet.

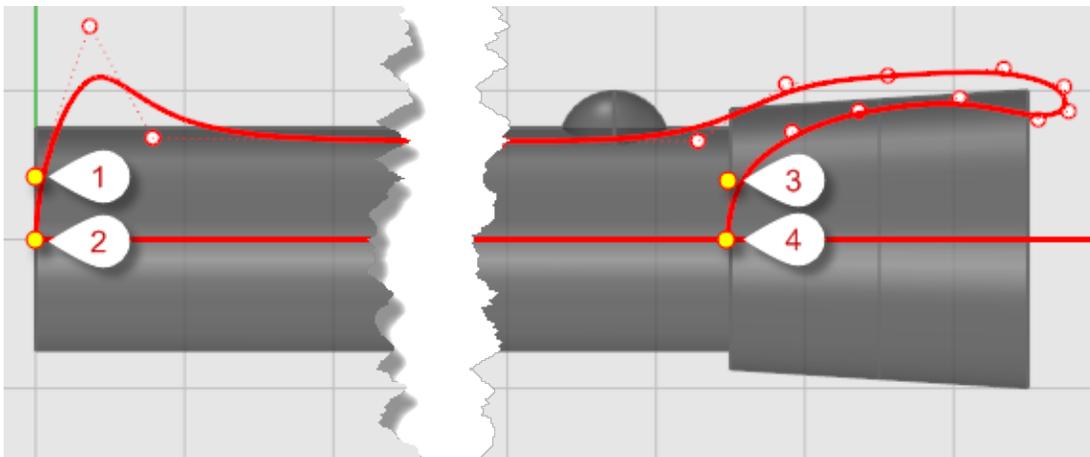


Verwenden Sie den Objektfang **End**, um die Kurve am Ende der Konstruktionsmittellinie zu beginnen.

Verwenden Sie den Objektfang **Nächst**, um die Kurve auf der Konstruktionsmittellinie zu enden.

Es ist wichtig, dass die Kurve genau auf der Linie beginnt und endet, damit später, wenn Sie die Kurve zur Erzeugung eines Volumenkörpers rotieren, keine Lücken oder überlappende Teile vorhanden sind.

Verwenden Sie beim Zeichnen der Kurve **Ortho**, um die ersten beiden (1 und 2) und die letzten beiden Punkte (3 und 4) auf der Kurve zu kontrollieren. Wenn die ersten und letzten zwei Punkte auf einer geraden Linie platziert werden, wird die Kurve tangential zu dieser Linie beginnen und enden.



4. Wenn Sie den letzten Kontrollpunkt platziert haben, drücken Sie die **Eingabetaste**, um die Kurve fertigzustellen.

Um die letzten beiden Punkte auf einer geraden Linie zueinander zu platzieren, verwenden Sie **Rasterfang**, **Ortho** oder den Objektfang **Rechtwinklig / Lot**.

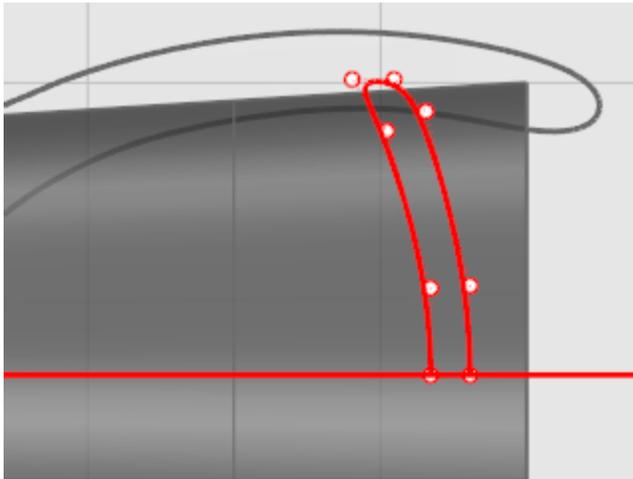
## Die Profilkurve der Linse zeichnen

Zeichnen Sie eine weitere Profilkurve für die Linse.



### Die Linse erzeugen

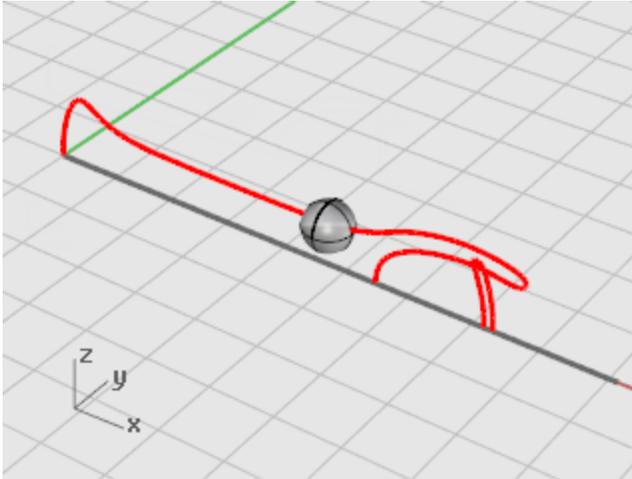
1. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Freiform > Kontrollpunkte**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Kurvenstart...**, im Ansichtsfenster **Front**, platzieren Sie den ersten Kontrollpunkt der Profilkurve der Linse.  
Verwenden Sie den Objektfang **Nächst**, damit die Kurve auf der Konstruktionsmittellinie beginnt und endet.  
Platzieren Sie Kontrollpunkte im oberen Teil der Linsenkurve, damit sie die Profilkurve des Körpers schneidet.





### Die alte Taschenlampe verstecken

1. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Sichtbarkeit > Entsperrn**.
2. Wählen Sie alle Objekte aus, außer der eben gezeichneten zwei Profilkurven und der Kugel für den Schalter.
3. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Sichtbarkeit > Ausblenden**.



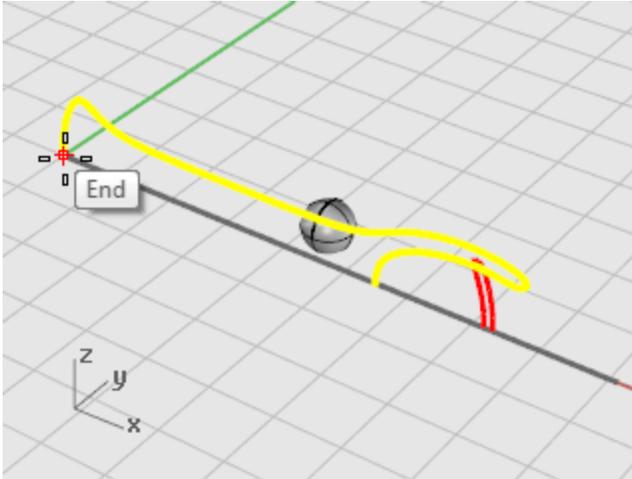
## Den Taschenlampenkörper erstellen

Um den Körper zu erstellen, drehen Sie die Profilkurve um 360 Grad. Sie werden den Endpunkt der Kurve und Ortho verwenden, um die Rotationsachse festzulegen.

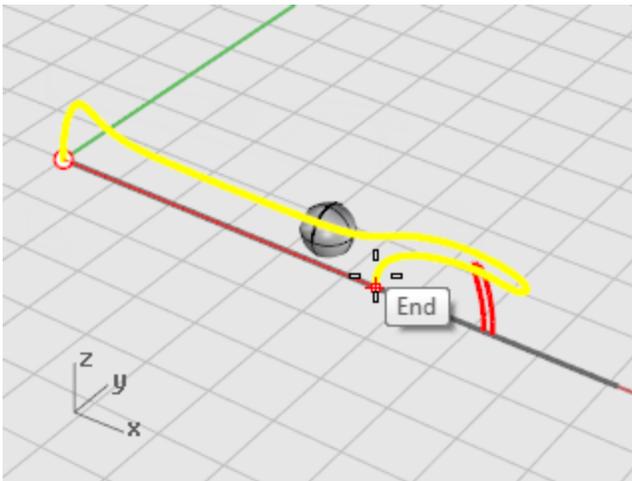


### Den Taschenlampenkörper erzeugen

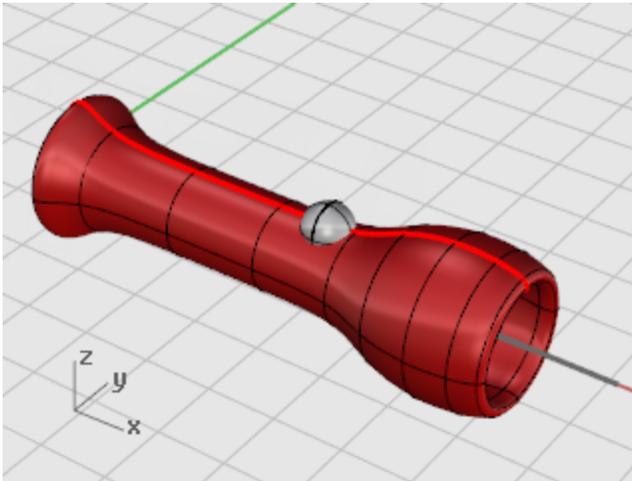
1. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Rotation**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Kurven zum Rotieren auswählen** wählen Sie die Profilkurve des Körpers aus.
3. Fangen Sie als **Start der Rotationsachse** mithilfe des Ofangs **End** ein Ende der Profilkurve.



4. Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Rotationsachse** aktivieren Sie **Ortho** und bestimmen Sie die Rotationsachse, wie abgebildet.



5. Bei der Eingabeaufforderung **Startwinkel...** wählen Sie die Option **VollständigerKreis** aus.



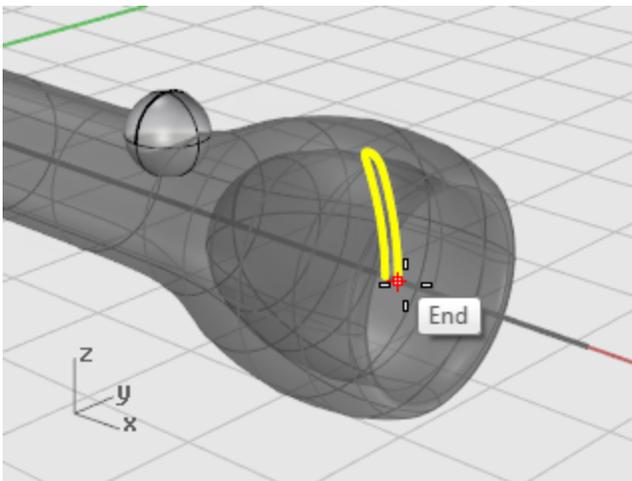
## Die Linse erzeugen

Rotieren Sie nun die Profilkurve der Linse auf die gleiche Weise wie den Körper.

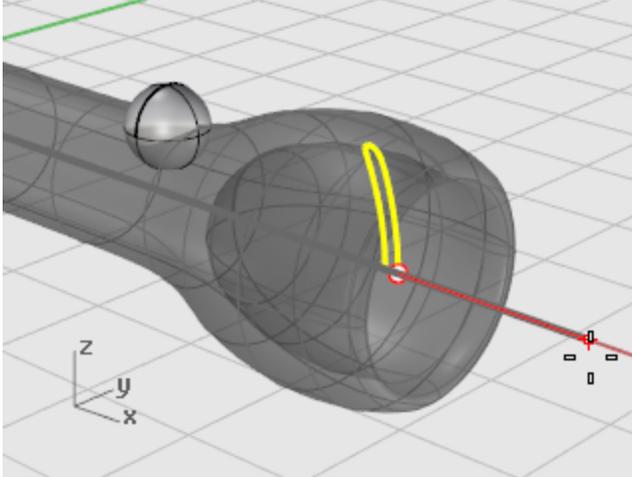


### Die Profilkurve der Linse rotieren

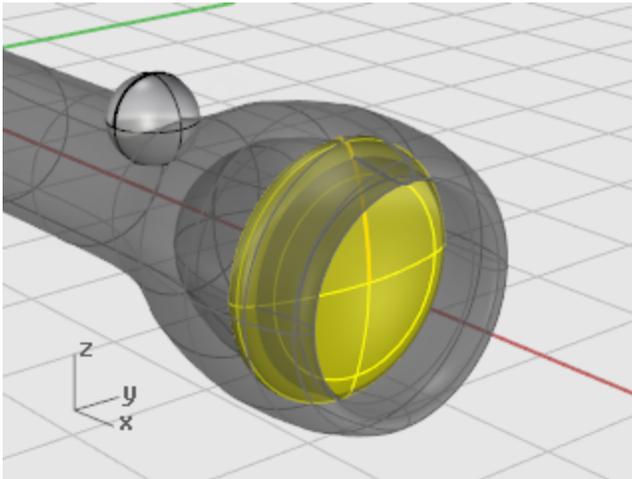
1. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Rotation**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Kurven zum Rotieren auswählen** wählen Sie die Profilkurve der Linse aus.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Start der Rotationsachse** verwenden Sie den Objektfang **End**, um den Endpunkt einer der Profilkurven zu bestimmen.



- Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Rotationsachse** aktivieren Sie **Ortho** und zeichnen Sie die Rotationsachse, wie abgebildet.



- Bei der Eingabeaufforderung **Startwinkel...** wählen Sie die Option **VollständigerKreis** aus.





## Kapitel 15: Kopfhörer - Aufziehen, Loften und Extrudieren

Dieses Tutorial beschreibt die Erzeugung von Flächen aus Profilkurven anhand von loften, aufziehen und extrudieren.

Sie werden folgendes lernen:

- Durch die Auswahl von Teilobjekten Objekte für einen Befehl vorauswählen.
- Eine Fläche aus einer planaren Kurve erzeugen.
- Flächen loften, rotieren, aufziehen und extrudieren.
- Eine Deckfläche auf planare Öffnungen setzen, um einen Volumenkörper zu erzeugen.
- Eine Helix um eine Kurve zeichnen.
- Kurvenenden anpassen.
- Solide Rohre erzeugen.
- Objekte spiegeln.
- Ebenen verwenden.
- Objektfänge verwenden.



### Das Kopfhörermodell öffnen.

- ▶ Öffnen Sie das Modell **Kopfhörer.3dm**.

## Das Lautsprechergehäuse erzeugen

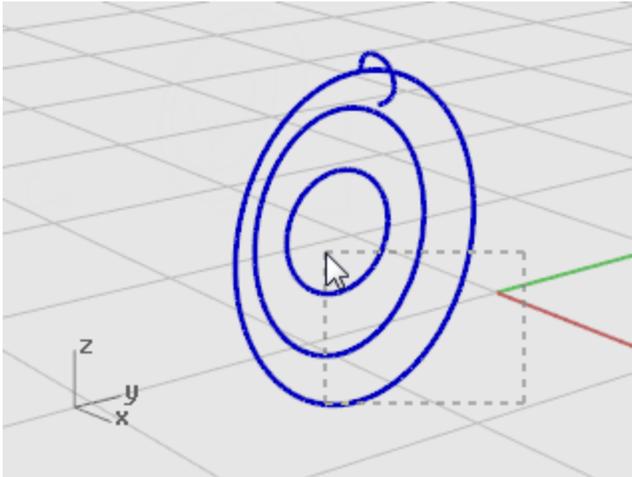
Das Lautsprechergehäuse wird durch Loften einer Fläche, Aufziehen an einer Leitkurve, Extrusion einer planaren Kurve und Verrundung einer Fläche erzeugt. Die erhaltene Geometrie wird zu einem Volumenkörper verbunden.



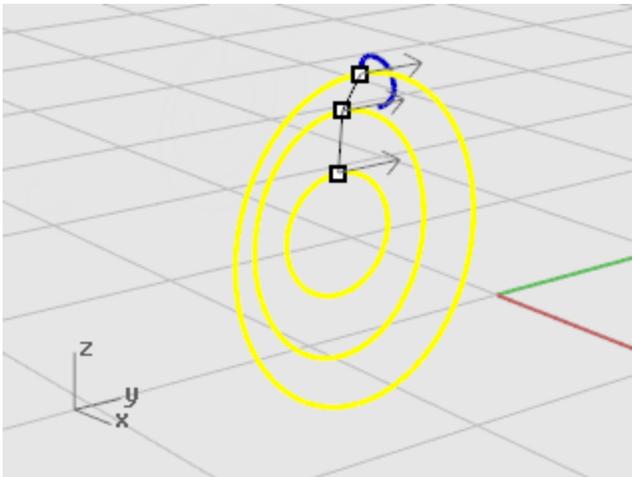
### Kurven loften, um eine Fläche zu erhalten

Sie können eine Fläche erzeugen, indem Sie bestehende Kurven als Leitkurven verwenden. Beim Loften durch Kurven werden die Kurven als Leitlinien für die Erzeugung einer glatten Fläche verwendet.

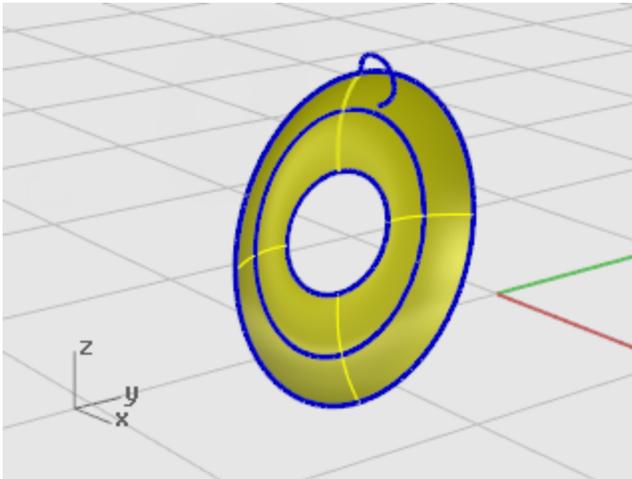
1. Aktivieren Sie den **schattierten** Modus im Ansichtsfenster **Perspektive**.
2. **Wählen** Sie die kreisförmigen Kurven wie in der Abbildung dargestellt mit einem Schnittauswahlfenster aus.



3. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Loft**.
4. Achten Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Nahtpunkt ziehen zum Anpassen...** auf die Anzeige der Richtungspfeile der Kurve an den Nahtpunkten und drücken Sie die **Eingabetaste**. In diesem Modell sind sie schön ausgerichtet, also müssen Sie sie nicht anpassen.



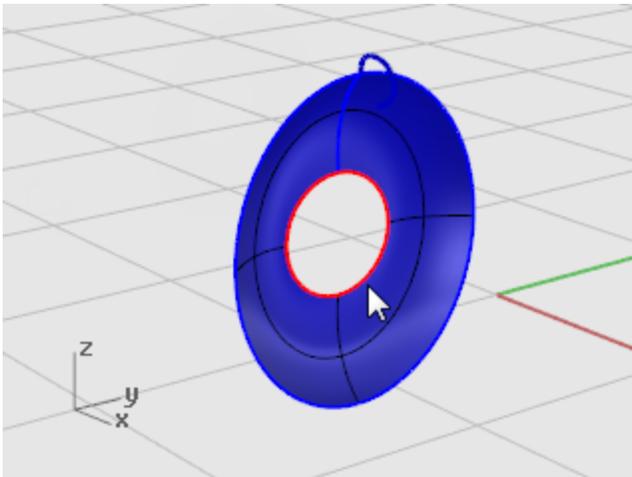
5. Im Dialogfenster **Loftoptionen** klicken Sie auf **OK**, um das Loft zu erzeugen.



### Extrudieren der Flächenkante

Erzeugen Sie ein Magnetgehäuse durch Extrusion der gelofteten Flächenkante in der Mitte.

1. Halten Sie **cmd** ⌘ und **Umschalt** gedrückt, um die Flächenkante im Zentrum der gelofteten Fläche auszuwählen.



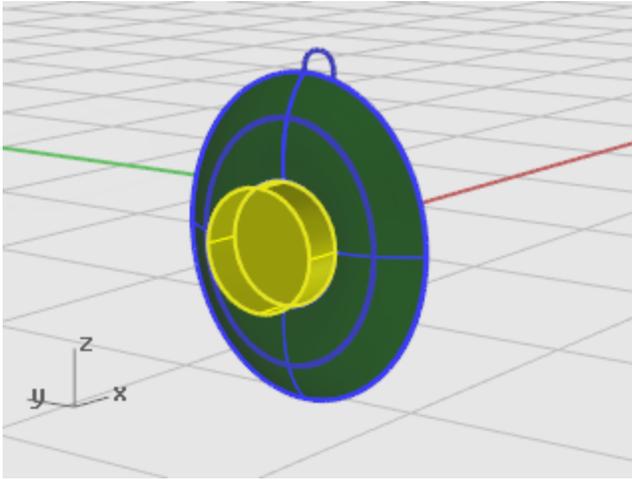
**Anmerkung:** Die Auswahl von Objekten mit **cmd** ⌘ und **Umschalt** wird *Auswahl von Teilobjekten* genannt.

Halten Sie **cmd** ⌘ und **Umschalt** gedrückt, um Seiten von Flächenverbänden, Randkurven von Flächen und Flächenverbänden, Kontrollpunkte, Seiten, Scheitelpunkte, Begrenzungen und Kanten von Polygonnetzen sowie Objekte einer Gruppe auszuwählen.

2. Klicken Sie auf dem Menü **Volumenkörper** auf **Planare Kurve extrudieren > Gerade**.

3. Geben Sie als **Extrusionsabstand...** den Wert **-2** (achten Sie auf den negativen Wert) ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

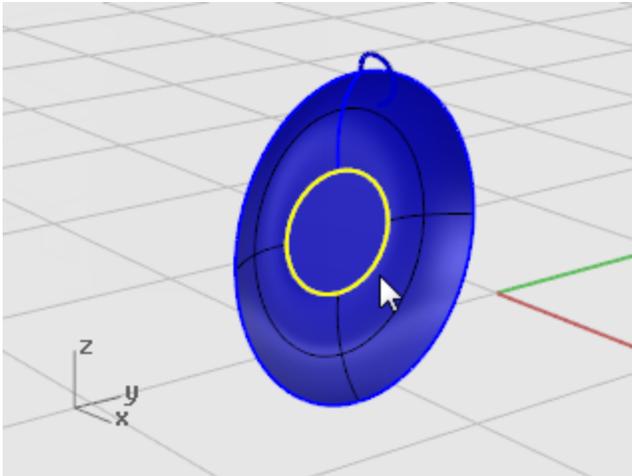
Dadurch wird ein solider Zylinder für das Magnetgehäuse erzeugt, der zwei Einheiten dick ist und sich von der ursprünglichen Flächenkante aus in negativer Richtung erstreckt.



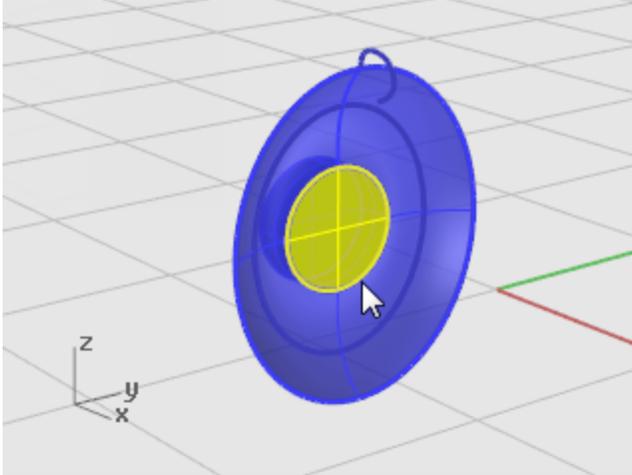
#### **Bodenfläche extrahieren**

Der soeben erzeugte Zylinder ist ein Extrusionsobjekt (Volumenkörper). Um die untere Fläche zu entfernen, lösen Sie die Fläche.

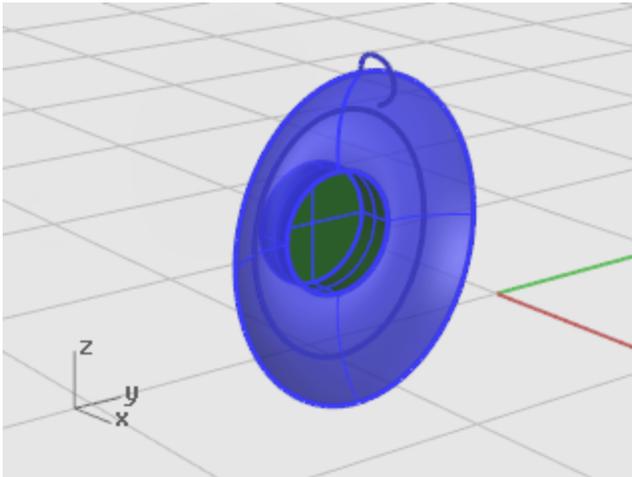
1. Halten Sie **cmd** ⌘ und **Umschalt** gedrückt und wählen Sie die untere Seite mit einem Klick.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Flächen lösen**.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Flächen zum Lösen auswählen...** wählen Sie die Fläche wie in der Abbildung angezeigt aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



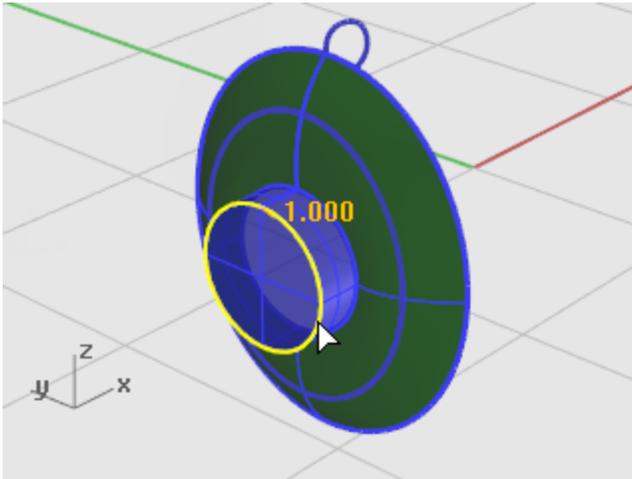
4. Drücken Sie **Entf**.



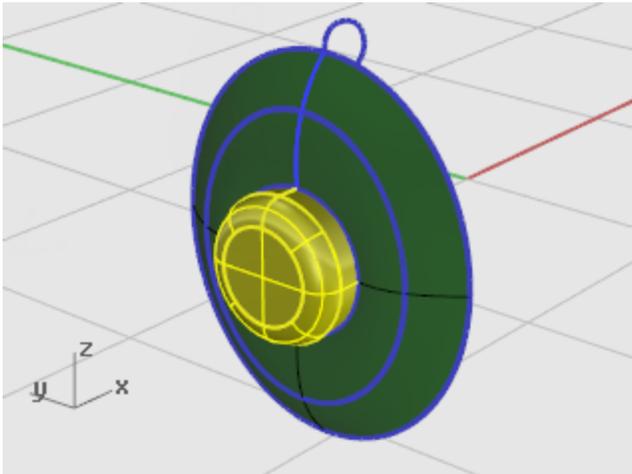
#### **Die Kante der Zylinderfläche verrunden**

1. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Kanten verrunden > Kanten verrunden**. Die aktuelle Radiuseinstellung sollte **1** betragen.

- Bei der Eingabeaufforderung **Kanten zum Verrunden auswählen...** wählen Sie die Kante oben auf dem Zylinder aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



- Bei der Eingabeaufforderung **Verrundungsgriff zum Bearbeiten auswählen** drücken Sie die **Eingabetaste**.



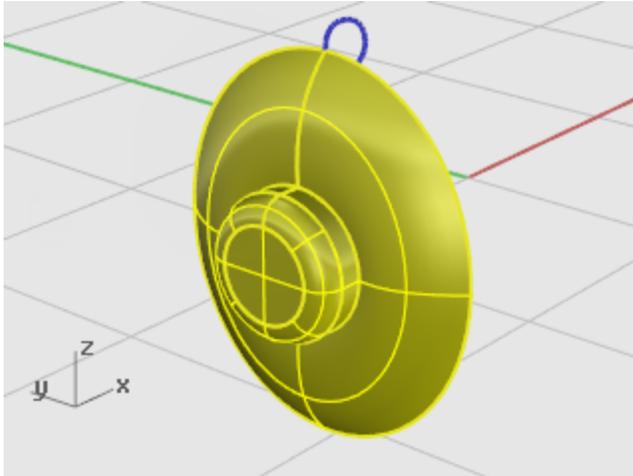


## Verbinden der Flächen

Flächen, die eine Kante teilen, können zu einem Flächenverband verbunden werden. Verbinden Sie alle Flächen. Weil die Flächen manchmal schwer zu sehen sind, verwenden Sie zwei Ansichtsfenster, um sie alle auszuwählen.

1. **Wählen** Sie die Fläche und den Flächenverband aus.
2. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Verbinden**.

Um Flächen zu verbinden, müssen Sie Flächen auswählen, die aneinander grenzen und deren Kanten übereinstimmen.



## Ohrpolster und Cover erzeugen

Ziehen Sie eine Kurve um die Kante des Lautsprecherkegels auf, um die Polsterung um die Kante der Hörmuschel zu erzeugen.



### Die Ansicht zurücksetzen

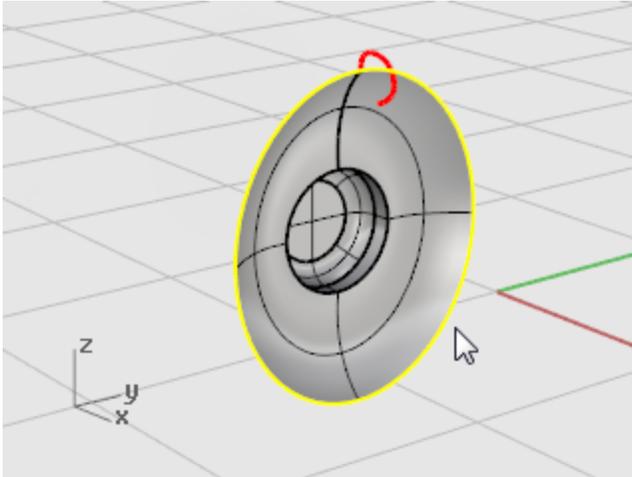
1. Klicken Sie im Menü **Ansicht** auf **Zoom > Zoom Alles bildfüllend**.
2. **Verbergen** oder **Löschen** Sie die für das Loft genutzten Kurven.



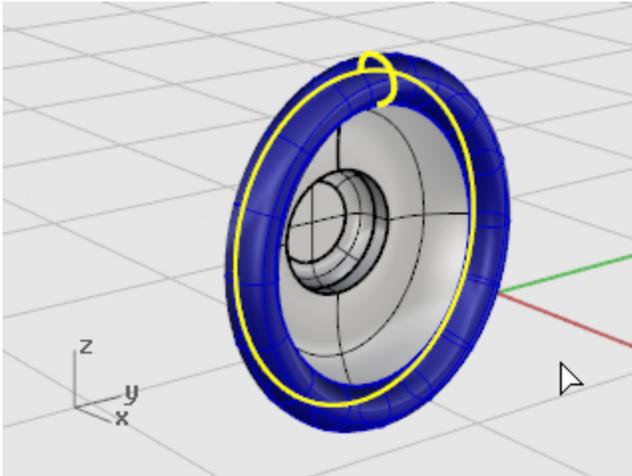
### Eine Kurve entlang einer Leitkurve aufziehen

1. Halten Sie **cmd** ⌘ und **Umschalt** gedrückt und wählen Sie die Außenkante des Lofts mit einem Klick aus.
2. Halten Sie **Umschalt** gedrückt und wählen Sie wie in der Abbildung sichtbar die Leitkurve im oberen Bereich des Lautsprechers.

3. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Aufziehen an 1 Leitkurve**.



4. Im Dialogfenster **Option Aufziehen an 1 Leitkurve** klicken Sie auf **OK**.

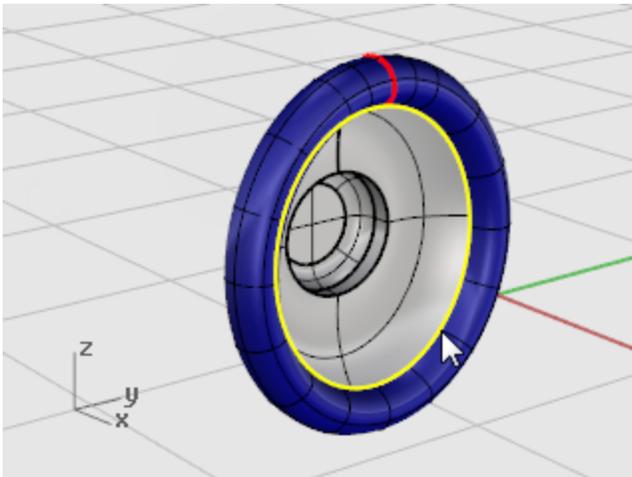




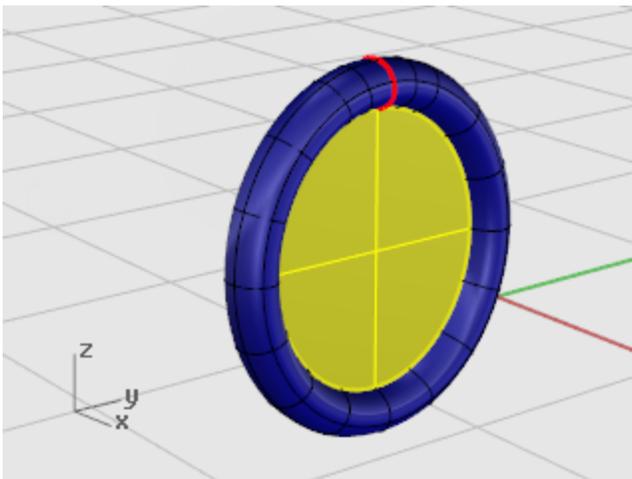
### Eine Fläche aus planaren Kurven erzeugen

Füllen Sie den Bereich an der Basis der Polsterung mit einer planaren Fläche, die aus der Kante des Aufzugs erstellt wird.

1. Halten Sie **cmd** ⌘ und **Umschalt** gedrückt und wählen Sie die Flächenkante des Lautsprechers mit einem Klick aus.



2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Planare Kurven**.  
Es wird eine planare Fläche an der Basis des Ohrpolsters erzeugt.



## Den Kopfhörerbügel erzeugen

Der nächste Teil ist der Bügel, der die Hörmuschel mit dem Kopfband zusammenhält. Da die Hörmuschel fertig ist, können Sie deren Ebene deaktivieren und die Ebene des Bügels aktivieren.



### Die Ebenen zurücksetzen

1. Klicken Sie in der Statuszeile auf das Feld **Ebene**.
2. Machen Sie aus **Bügel** die aktuelle Ebene und aktivieren Sie **Formkurven des Bügels**.  
Deaktivieren Sie alle anderen Ebenen.



### Die Ansicht zurücksetzen

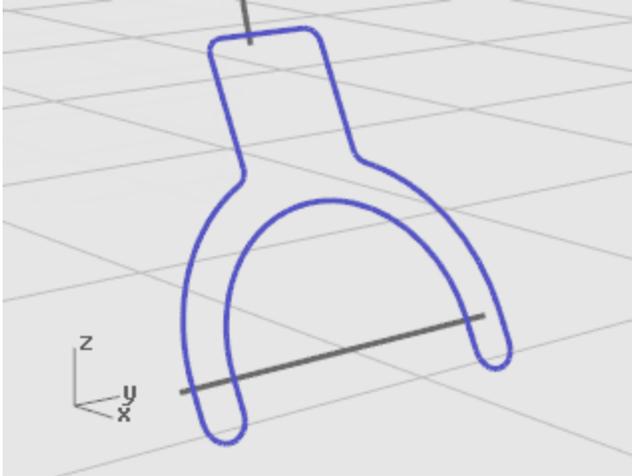
- ▶ Klicken Sie im Menü **Ansicht** auf **Zoom > Zoom Alles Bildfüllend**, um die Formkurven des Kopfbandes in allen Ansichtsfenstern zu vergrößern.



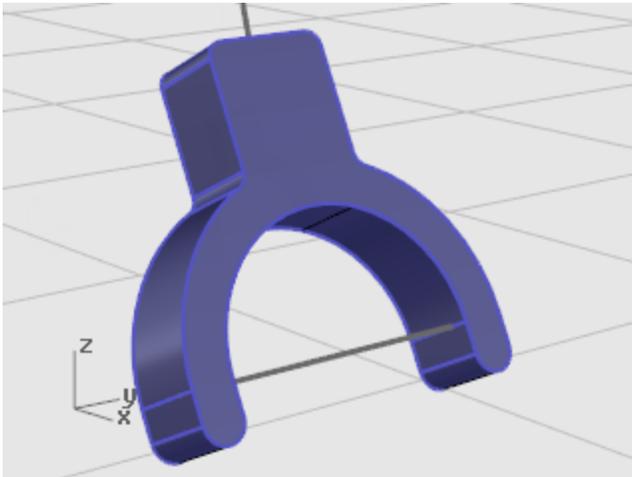
### Eine Kurve zu einem Volumenkörper extrudieren

Verwenden Sie eine planare Kurve, um einen Volumenkörper zu erzeugen.

1. **Wählen** Sie die geschlossene Kurve aus.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Planare Kurve extrudieren > Gerade**.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand...** geben Sie **-1** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



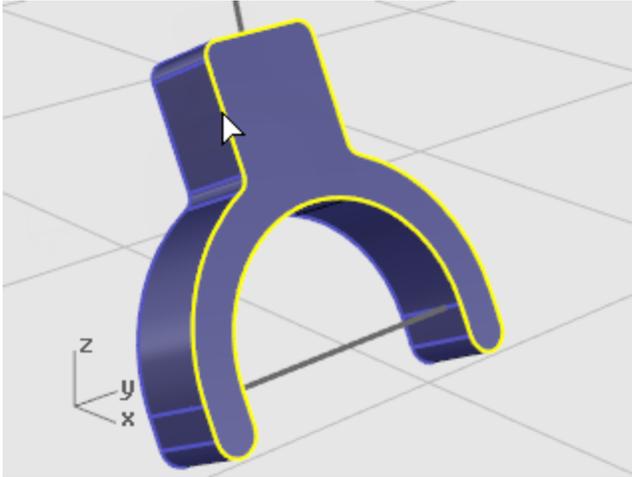
### Die Kanten verrunden

Glätten Sie die spitzen Kanten mit einer Verrundung.

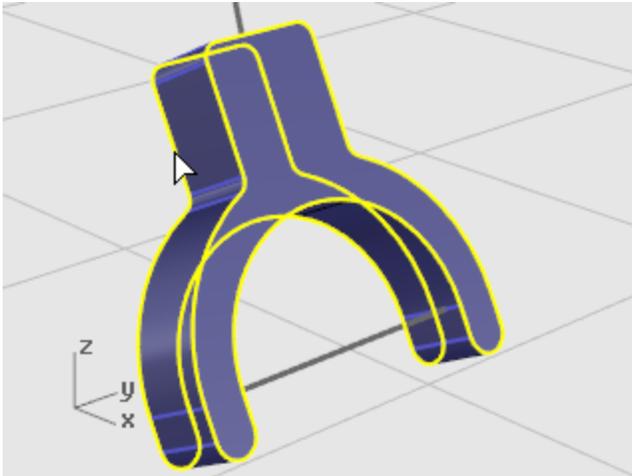
1. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Kanten verrunden > Kanten verrunden**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Kanten zum Verrunden auswählen...** geben Sie **.2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
3. Klicken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Kanten zum Verrunden auswählen...** auf **KettenKanten** und wählen Sie die vordere Kante des Bügels aus.

Es sollte nun die gesamte Kante des Volumenkörpers farblich hervorgehoben werden.

4. Drücken Sie zum Abschließen der Kantenauswahl die **Eingabetaste**.

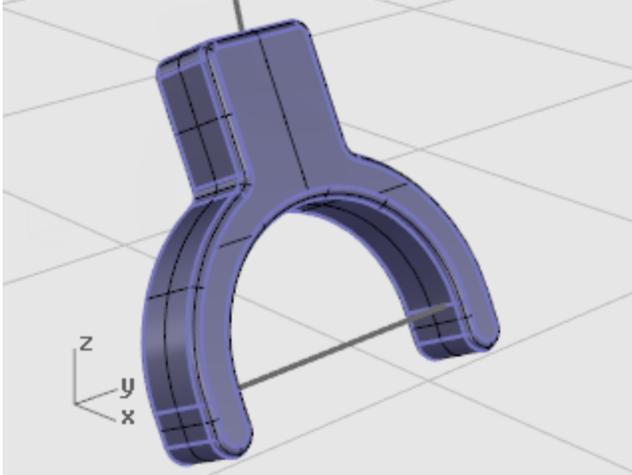


5. Klicken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Kanten zum Verrunden auswählen...** auf **KettenKanten** und wählen Sie die hintere Kante des Bügels aus.
6. Drücken Sie zum Abschließen der Kantenauswahl die **Eingabetaste**.



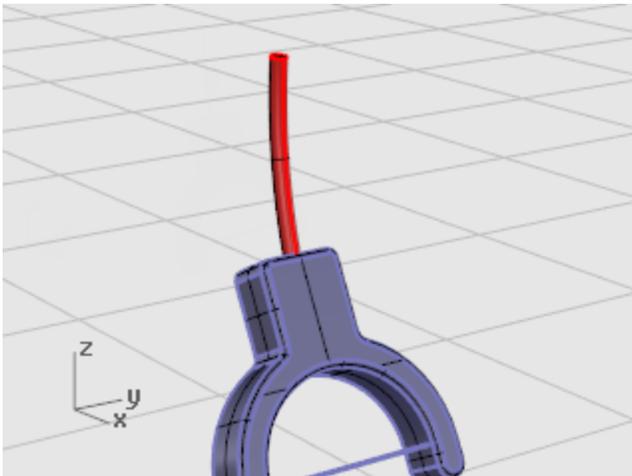
7. Drücken Sie zum Abschließen der Kantenauswahl die **Eingabetaste**.

8. Bei der Eingabeaufforderung **Verrundungsriff zum Bearbeiten auswählen** drücken Sie die **Eingabetaste**.



#### Erzeugung einer röhrenförmigen Oberfläche aus den Formkurven

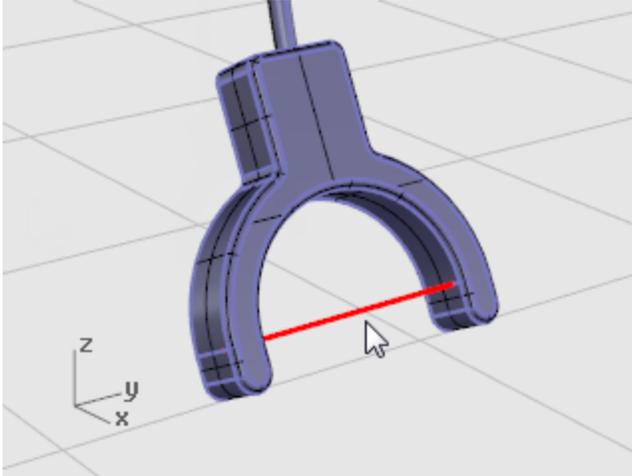
1. **Wählen** Sie die Kurve oben am Bügel aus.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Rohr an Kurve**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Startradius...** geben Sie **.3** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.  
Bevor Sie den Radius eingeben, stellen Sie die Befehlszeilenoptionen auf **Deckfläche=Flach** und **Grob=Nein** ein.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endradius...** drücken Sie die **Eingabetaste**.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt für folgenden Radius** drücken Sie die **Eingabetaste**.



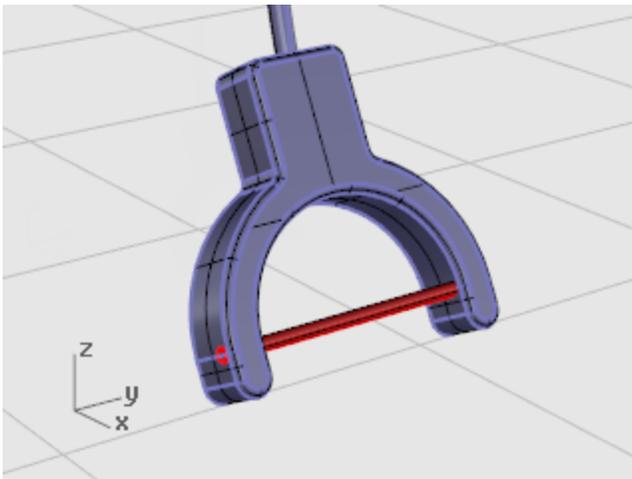


### Für das zweite Rohr

1. **Wählen** Sie die Kurve unten im Bügel aus.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Rohr an Kurve**.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Startradius...** geben Sie **.2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endradius...** drücken Sie die **Eingabetaste**.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt für folgenden Radius** drücken Sie die **Eingabetaste**.



## Das Kopfband erzeugen

Das Kopfband besteht aus einer Reihe an einer Leitkurve entlang aufgezogener Ellipsen.



### Die Ebenen zurücksetzen

1. Klicken Sie in der Statuszeile auf das Feld **Ebene**.
2. Machen Sie aus **Kopfband** die aktuelle Ebene und aktivieren Sie **Formkurven des Kopfbandes**. Deaktivieren Sie alle anderen Ebenen.



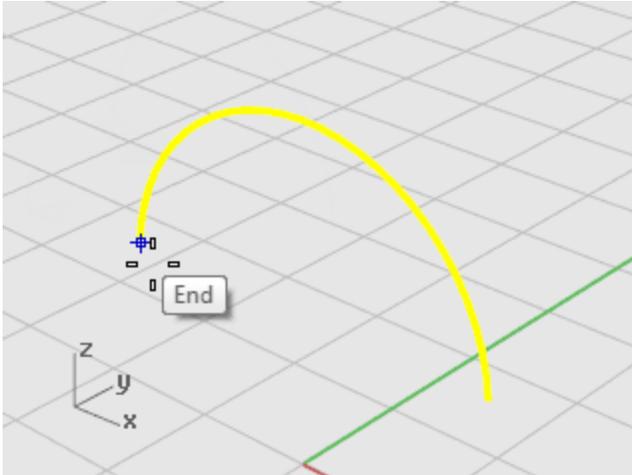
### Die Ansicht zurücksetzen

- ▶ Klicken Sie im Menü **Ansicht** auf **Zoom > Zoom Alles Bildfüllend**, um das Kopfband in allen Ansichtsfenstern zu vergrößern.

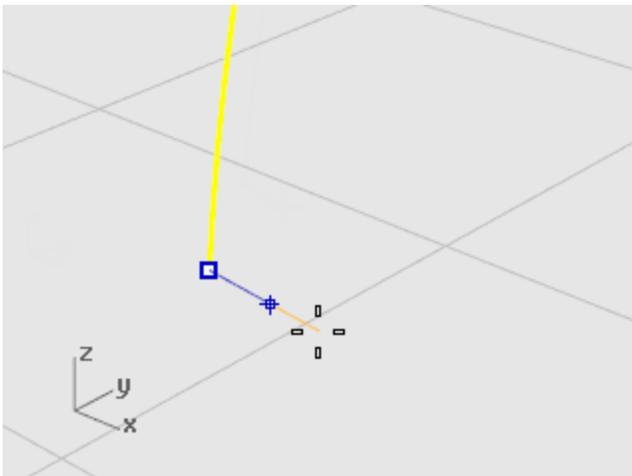


### Eine Ellipse rechtwinklig zu einer Kurve entwerfen

1. Aktivieren Sie **Ortho**.
2. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Ellipse > Aus Mittelpunkt**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Ellipsenmitte...** klicken Sie auf **UmKurve**.

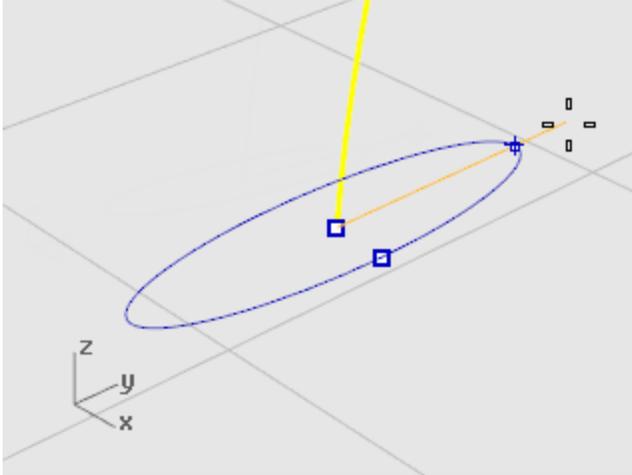


4. Bei der Eingabeaufforderung **Ellipsenmitte** fangen Sie einen Endpunkt der Kopfbandkurve. Verwenden Sie den Objektfang **End**.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der ersten Achse** geben Sie **0.5** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
6. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der ersten Achse** ziehen Sie den Mauszeiger in die x-Richtung und klicken Sie.



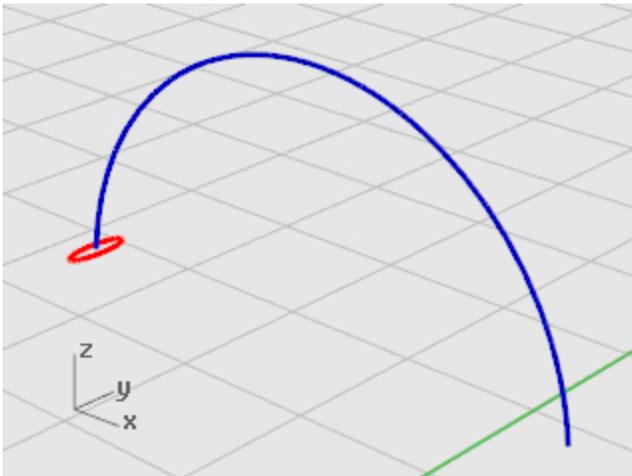
7. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der zweiten Achse** geben Sie **2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

8. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der zweiten Achse** ziehen Sie den Mauszeiger in die y-Richtung und klicken Sie.



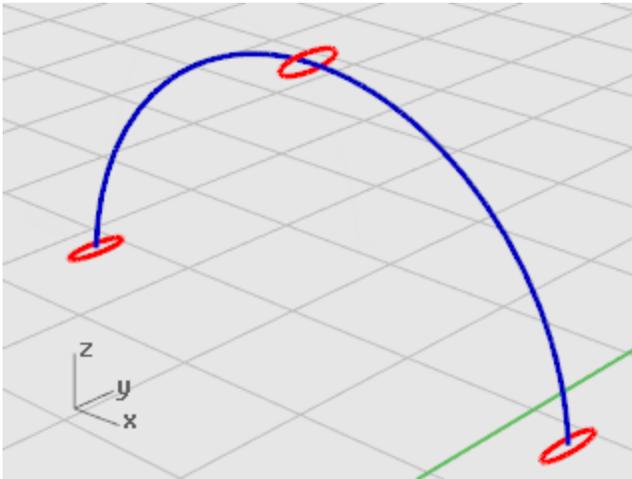
#### Eine Kurve entlang einer Pfadkurve anordnen

1. **Wählen** Sie die Ellipse aus.
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Anordnen > Entlang Kurve**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Leitkurve auswählen** wählen Sie die Kopfbandkurve aus.



4. Im Dialogfenster **Optionen von AnKurveAnordnen**, unter **Methode**, stellen Sie **Anzahl Elemente** auf **3** ein.

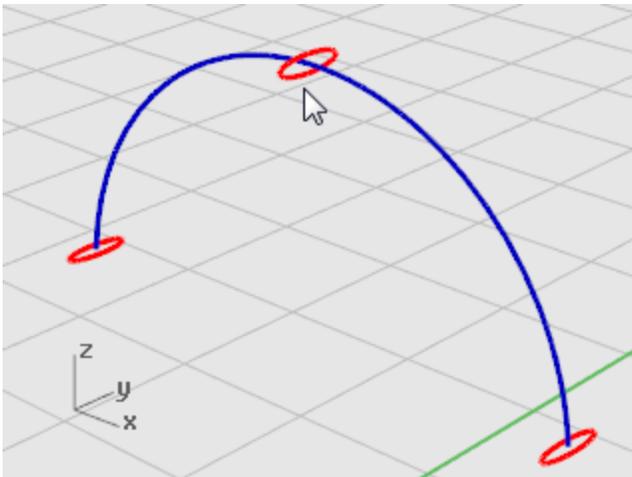
5. Unter **Ausrichtung** klicken Sie auf **Freiform** und dann auf **OK**.



### Die Ellipse skalieren

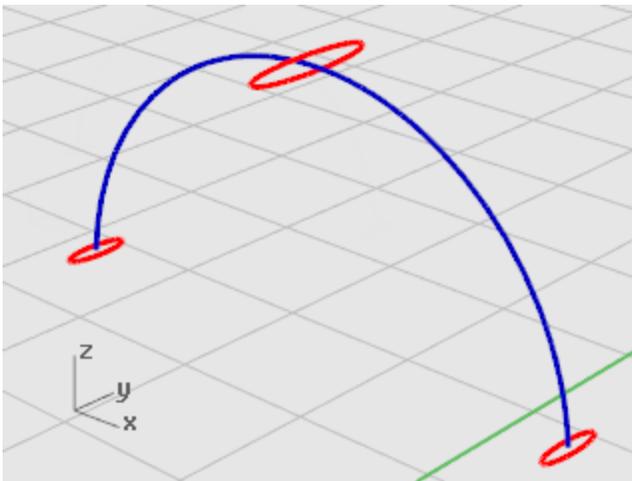
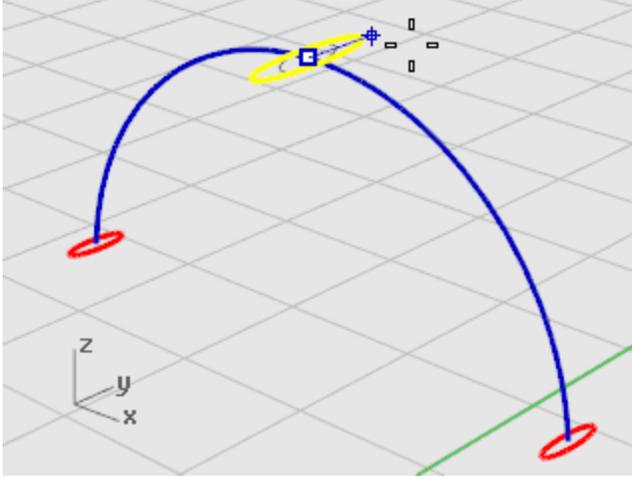
Skalieren Sie die Ellipse in der Mitte, um sie zu vergrößern.

1. **Wählen** Sie die mittlere Ellipse aus.



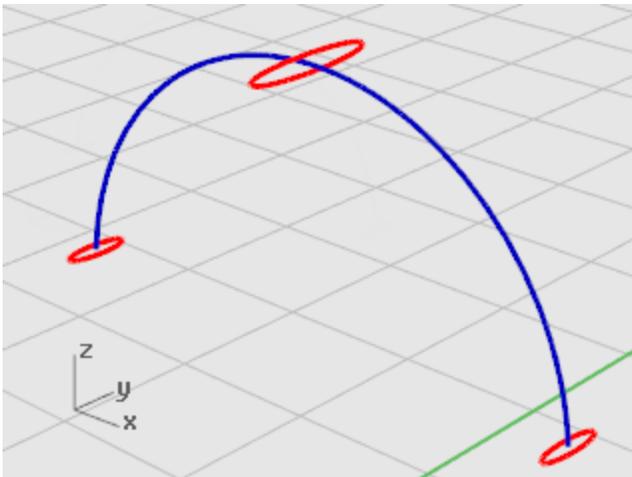
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Skalieren > 1D-Skalieren**.  
**1DSkalieren** dehnt ein Objekt in eine Richtung.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Ursprungspunkt...**, im Ansichtsfenster **Perspektive**, fangen Sie die Mitte der ausgewählten Ellipse.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Skalierungsfaktor oder erster Referenzpunkt...** geben Sie **2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

5. Ziehen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Skalierungsrichtung...** den Mauszeiger in y-Richtung und bestätigen Sie mit einem Klick.

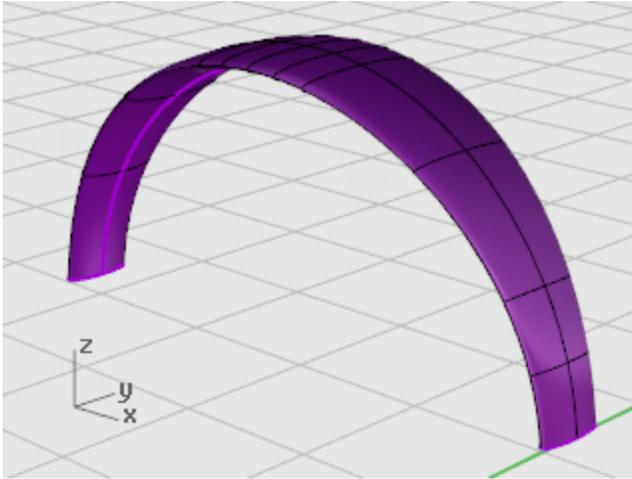


#### 1. **Aufziehen an 1 Leitkurve**

1. **Wählen** Sie die Kurven aus.
2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Aufziehen an 1 Leitkurve**.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Nahtpunkt ziehen zum Anpassen...** überprüfen Sie die Richtung und Nahtpunkte der Kurven, um sicherzugehen, dass sie nicht verdreht sind, und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Im Dialogfenster **Option Aufziehen an 1 Leitkurve** klicken Sie auf **OK**.



## Die Kopfbandenden glätten

Verwenden Sie die gleiche Ellipse, die die erste Querschnittskurve für das Kopfband bildete, um das Ende des Kopfbandes zu glätten. Als erstes halbieren Sie die Ellipse.



### Die Ansicht zurücksetzen

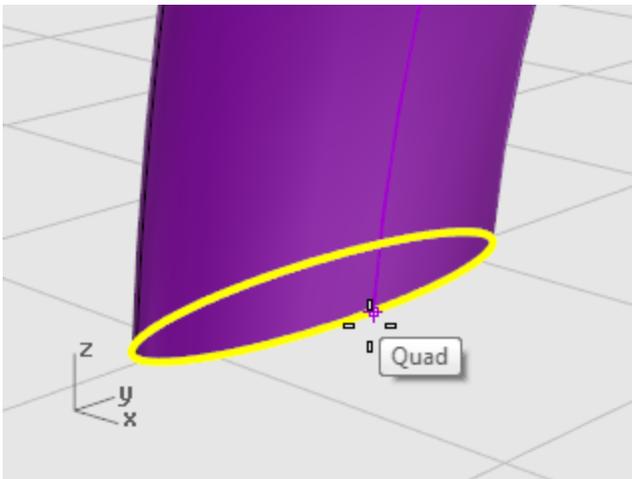
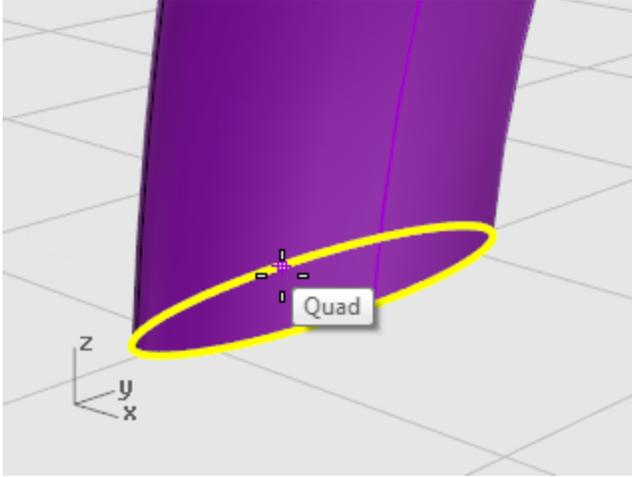
1. Klicken Sie im Menü **Ansicht** auf **Zoom > Fenster**.
2. Vergrößern Sie im **perspektivischen** Ansichtsfenster das linke Ende des eben erstellten Kopfbandes.



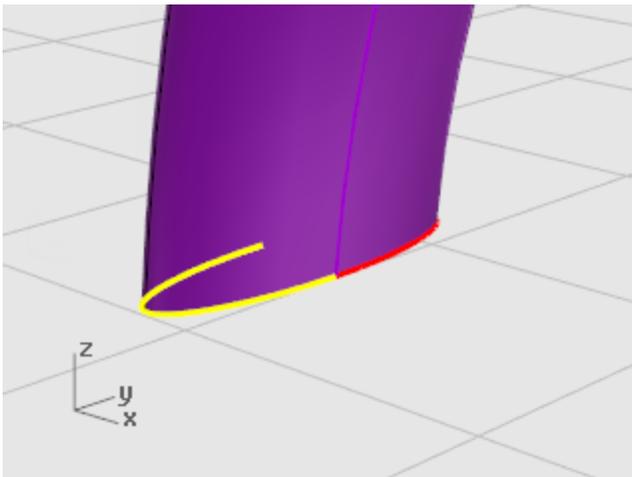
### Die Ellipse in zwei Hälften teilen

1. **Wählen** Sie die Ellipse aus.
2. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Teilen**.
3. Klicken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Trimmobjekte auswählen...** auf die Option **Punkt**.
4. Aktivieren Sie den Objektfang **Quadrant**.

5. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt zum Teilen der Kurve** fangen Sie die zwei Quadranten an der schmalen Achse der Ellipse.



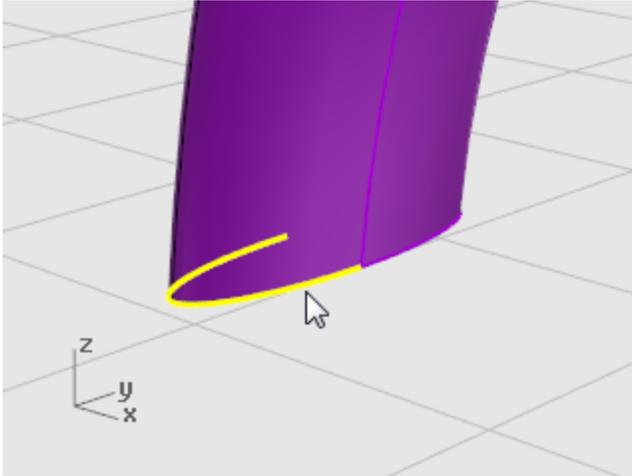
6. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt zum Teilen der Kurve** drücken Sie die **Eingabetaste**. Die Ellipse wird in zwei Hälften geteilt.



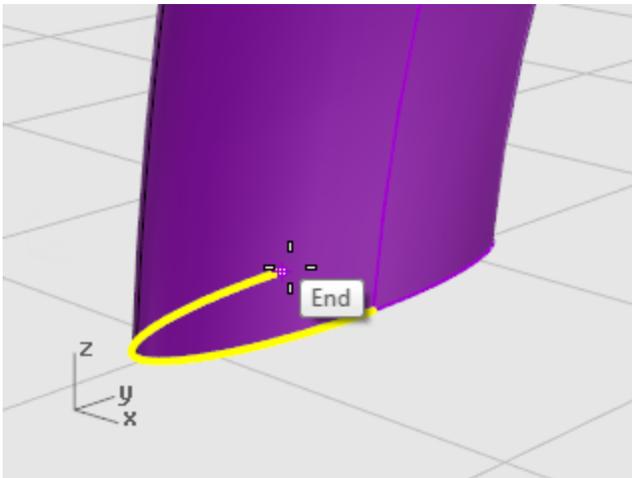


## Eine Rotationsfläche erzeugen

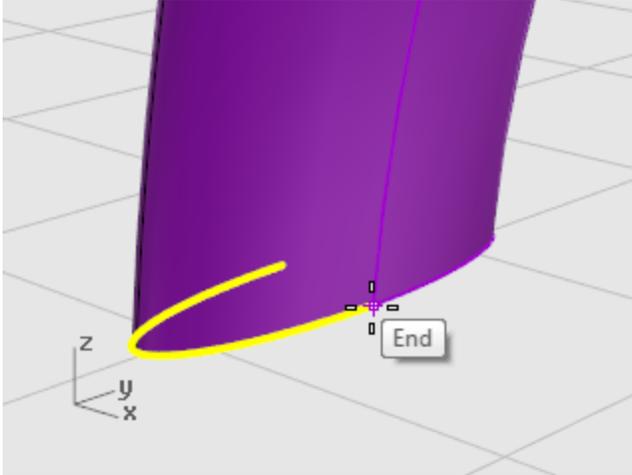
1. **Wählen** Sie die linke Hälfte der Ellipse aus.



2. Klicken Sie im Menü **Fläche** auf **Rotation**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Start der Rotationsachse** fangen Sie das Ende der Ellipsenhälfte.

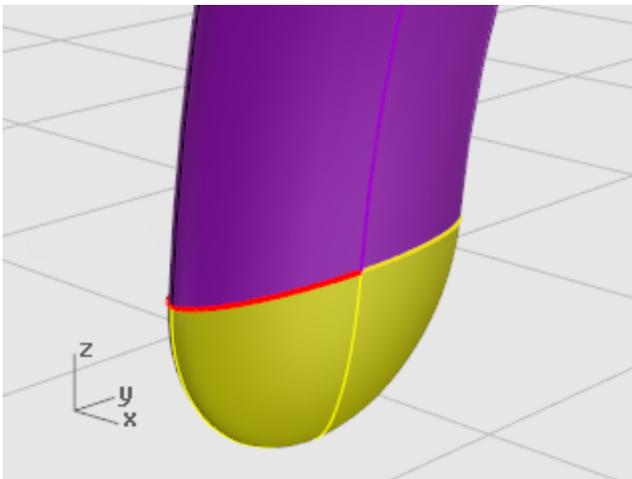


4. Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Rotationsachse** fangen Sie das andere Ende der Ellipsenhälfte.



5. Bei der Eingabeaufforderung **Startwinkel...** geben Sie **0** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
6. Bei der Eingabeaufforderung **Rotationswinkel...** geben Sie **180** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.

Es wird eine gerundete Fläche am Kopfbandende erzeugt.

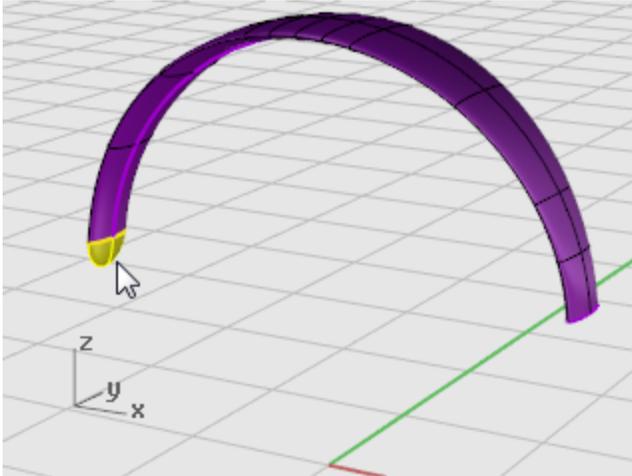


7. Wiederholen Sie diese Schritte für die andere Kopfbandseite.

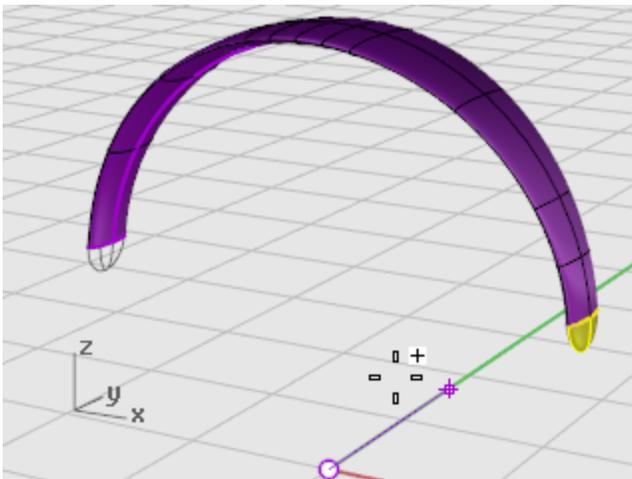


## Spiegeln des abgerundeten Endes

1. Wählen Sie das abgerundete Ende aus.



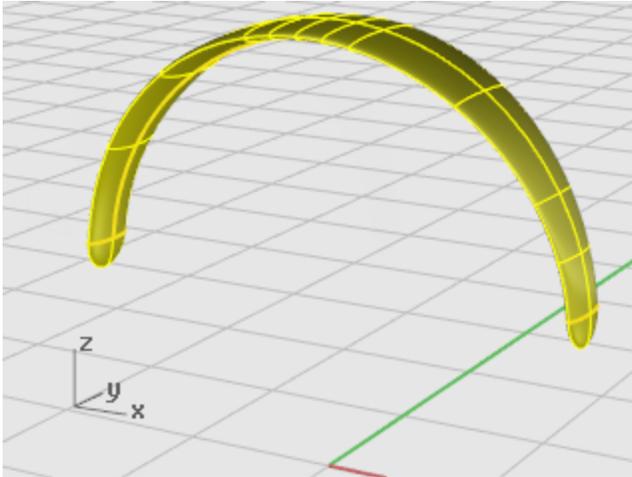
2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Spiegeln**.
3. Geben Sie für den **Anfang der Spiegelebene** den Wert **0** ein.
4. Ziehen Sie die Spiegellinie zur Festlegung des **Endes der Spiegelebene** wie in der Abbildung dargestellt in y-Richtung.





## Verbinden der Flächen

1. **Wählen** Sie die Flächen aus.
2. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Verbinden**.  
Drei Flächen zu einem Flächenverband verbinden.



## Das Kabel der Hörmuschel erzeugen

Verwenden Sie eine andere Ebene, um das Kabel für die Hörmuschel zu erstellen.



### Die Ebenen zurücksetzen

1. Klicken Sie in der Statuszeile auf das Feld **Ebene**.
2. Legen Sie **Formkurven des Kabels** als aktuelle Ebene fest und aktivieren Sie **Kabel**. Deaktivieren Sie alle anderen Ebenen.



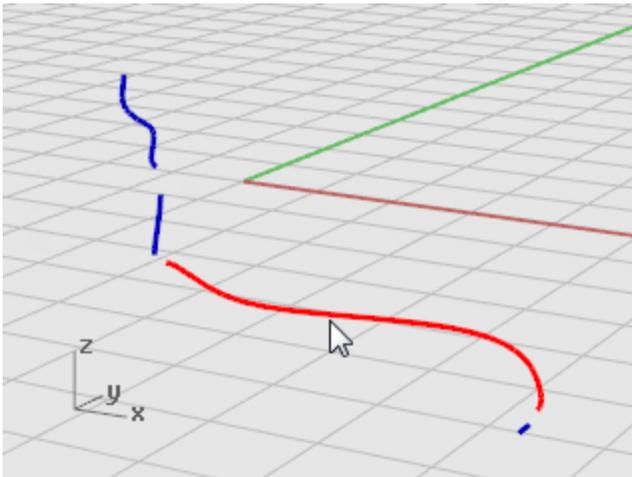
### Die Ansicht zurücksetzen

- ▶ Klicken Sie im Menü **Ansicht** auf **Zoom > Zoom Alles Bildfüllend**.



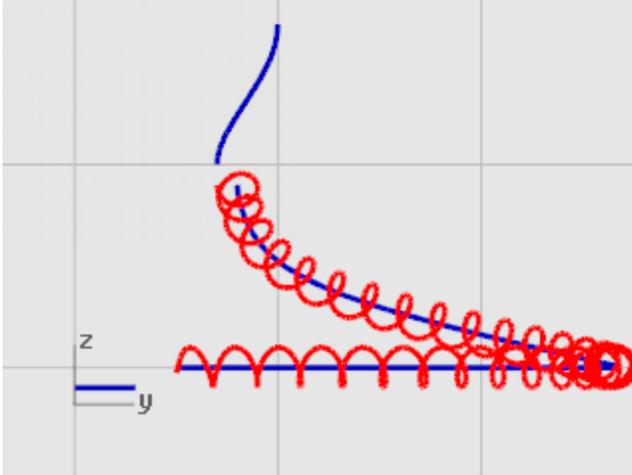
### Die Helix erzeugen

1. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Helix**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Startpunkt der Achse...** klicken Sie auf **UmKurve**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Kurve auswählen** wählen Sie die lange Freiformkurve aus.



4. Bei der Eingabeaufforderung **Radius und Startpunkt...** geben Sie **1** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.  
Der Radius für die Helix wird definiert.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Radius und Startpunkt...** definieren Sie **Windungen=30** und **AnzPunkteProWindung=8**.

6. Bei der Eingabeaufforderung **Radius und Startpunkt...**, im Ansichtsfenster **Rechts**, ziehen Sie den Mauszeiger nach links und klicken Sie.



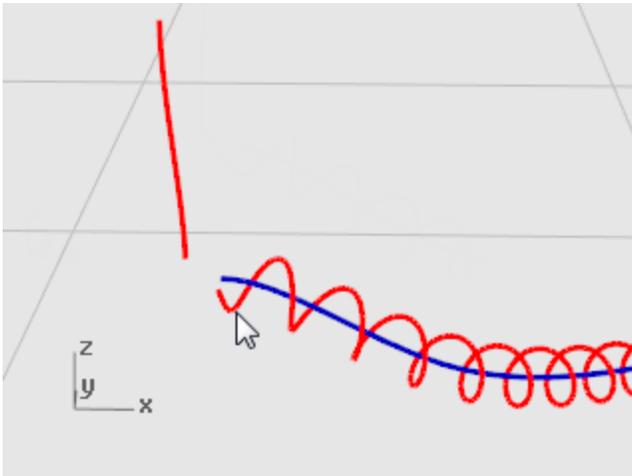
#### Die Ansicht zurücksetzen

1. Klicken Sie im Menü **Ansicht** auf **Zoom > Fenster**.
2. Vergrößern Sie im Ansichtsfenster **Perspektive** das linke Ende der eben erstellten Helix.



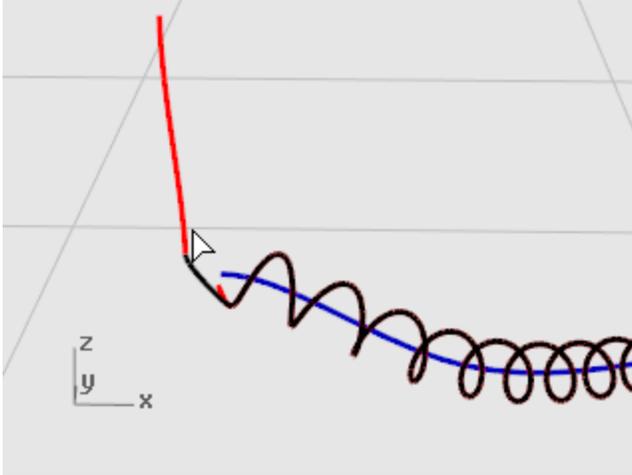
#### Die Helix an die Endkurven anpassen und verbinden

1. Klicken Sie im Menü **Kurve** auf **Bearbeitungswerkzeuge für Kurven > Anpassen**.

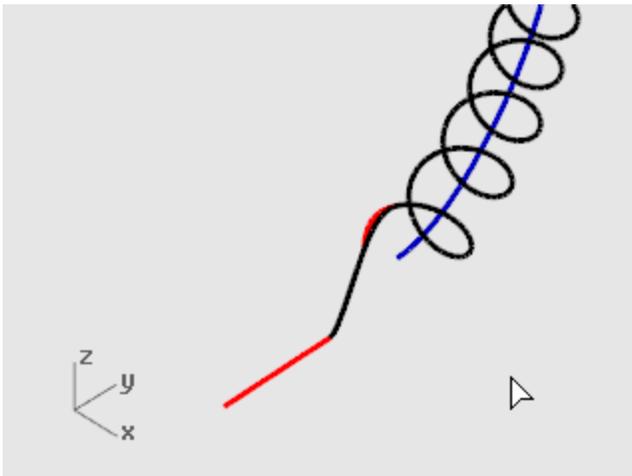
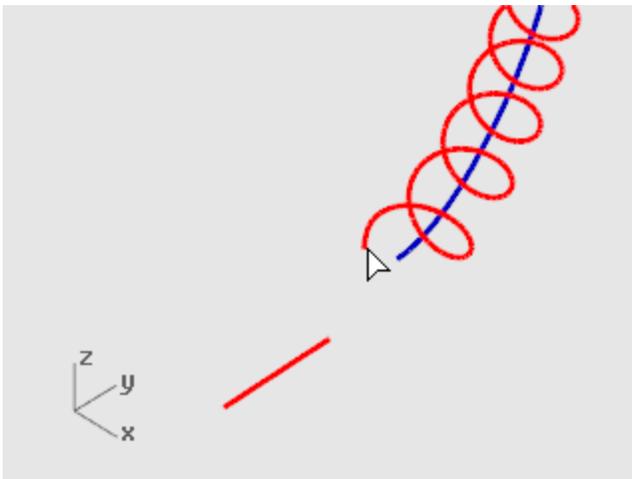


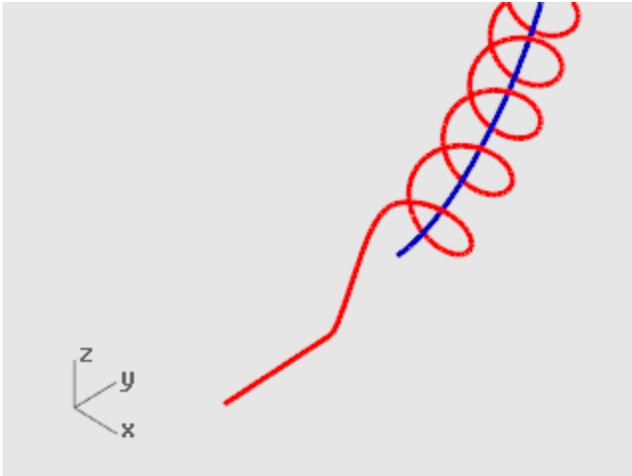
2. Bei der Eingabeaufforderung **Offene Kurve zum Ändern auswählen - nahe des Endes klicken**, klicken Sie in die Nähe des linken Endes der Helixkurve.

- Bei der Eingabeaufforderung **Offene Kurve zum Anpassen auswählen - nahe des Endes klicken...** klicken Sie in die Nähe des unteren Endes der vertikalen Kurve.



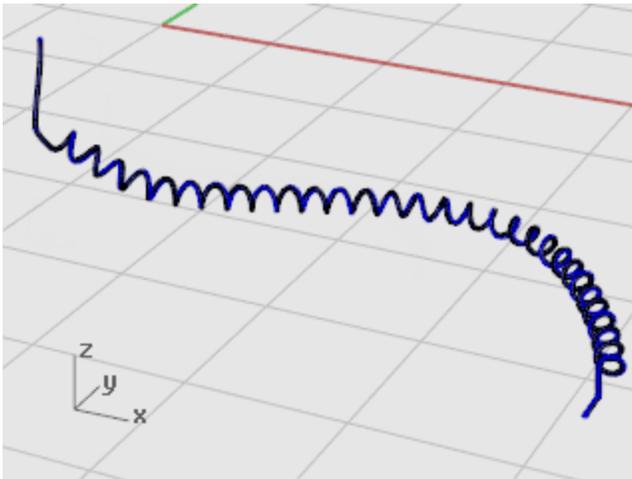
- Im Dialogfenster **Kurve anpassen**, unter **Stetigkeit**, klicken Sie auf **Tangentialität**, unter **Anderes Ende beibehalten**, auf **Position**, und klicken Sie auf **Verbinden**.
- Wiederholen** Sie die Schritte 3 bis 6 für das andere Ende der Helixkurve.





### Das Kabel der Hörmuschel erzeugen

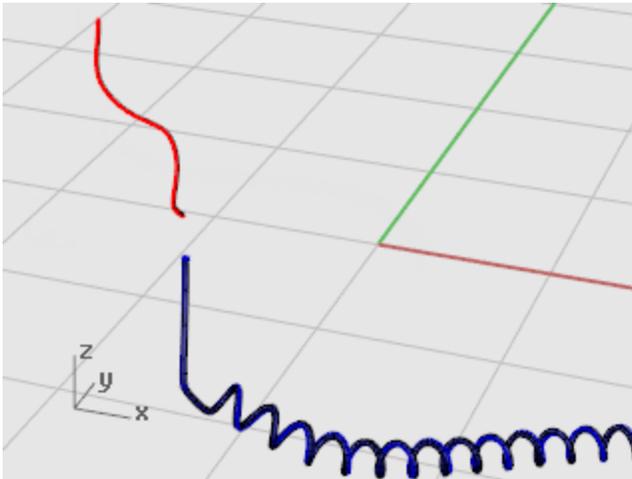
1. **Wählen** Sie die verlängerte Helixkurve aus.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Rohr an Kurve**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Startradius...** geben Sie **.2** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endradius...** drücken Sie die **Eingabetaste**.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt für folgenden Radius** drücken Sie die **Eingabetaste**.



### Das zweite Kabel erzeugen

1. **Wählen** Sie die Kurve oben links aus.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Rohr an Kurve**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Startradius...** geben Sie **0.1** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endradius...** drücken Sie die **Eingabetaste**.

5. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt für folgenden Radius** drücken Sie die **Eingabetaste**.



## Die Kopfhörerteile spiegeln

Spiegeln Sie die Teile, um die Teile für die andere Seite der Kopfhörer zu erzeugen.



### Die Ebenen zurücksetzen

1. Klicken Sie in der Statuszeile auf das Feld **Ebene**.
2. Aktivieren Sie alle Ebenen.



### Die Ansicht zurücksetzen

- ▶ Klicken Sie im Menü **Ansicht** auf **Zoom > Zoom Alles Bildfüllend**.

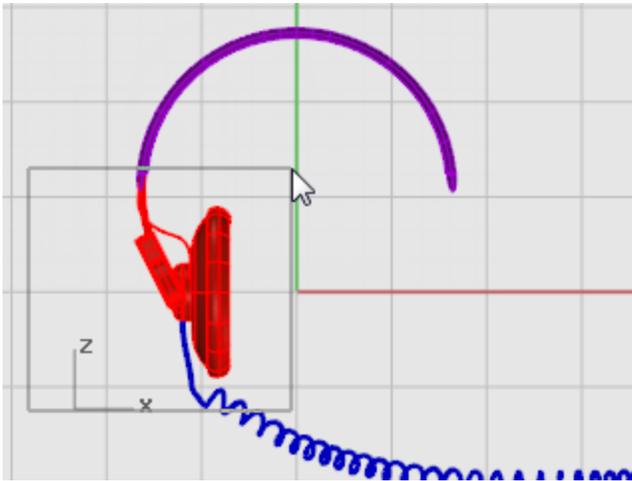
### Alle Formkurven löschen

1. Drücken Sie **Esc**, um alles aus der Auswahl zu nehmen.
2. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Objekte auswählen > Kurven**.
3. Drücken Sie **Entf**.

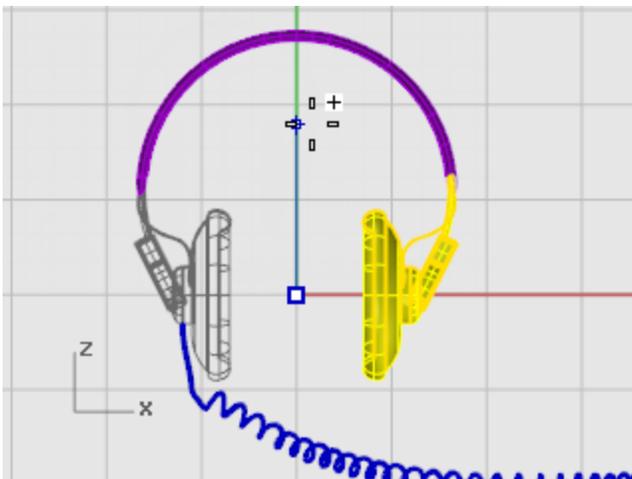


## Die linke Kopfhörerhälfte spiegeln

1. Im Ansichtsfenster **Front** wählen Sie die Objekte mit einem Fenster aus.  
(**Wählen** Sie Hörmuschel, Bügel, kleines Kabel und gedrehte Ellipse aus.)



2. Klicken Sie im Menü **Transformieren** auf **Spiegeln**.  
Der Befehl **Spiegeln** ist vom aktiven Ansichtsfenster abhängig. Er macht von der Konstruktionsebene im aktiven Ansichtsfenster Gebrauch, um die Spiegelebene zu definieren. Die Spiegelebene liegt rechtwinklig zur Konstruktionsebene. Zwei Punkte definieren die Linie in dieser Ebene, um die die ausgewählten Objekte gespiegelt werden.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Anfang der Spiegelebene** geben Sie **0,0** ein.  
Das ist der erste Punkt der Spiegellinie.



- Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Spiegelebene** aktivieren Sie **Ortho**, ziehen Sie die Spiegellinie gerade nach oben und klicken Sie.



### Weitere Informationen

In folgendem Video-Tutorial können Sie eine anspruchsvollere Modellierungsmethode anhand der Rhino-Gumball-Eigenschaften sehen: [Modellierung eines Stereo-Kopfhörers](#).

## Kapitel 16: Pinguin - Punktbearbeitung und Überblendung

Das Tutorial beschreibt Techniken zur Punktbearbeitung, einschließlich Verschieben und Skalieren von Kontrollpunkten und Hinzufügen von Knoten an Flächen. Zusätzlich dazu werden Sie Überblendungen anwenden, um weiche Übergänge zwischen Flächen zu erzeugen.

Sie werden folgendes lernen:

- Flächen neu aufbauen, um zusätzliche Kontrollpunkte hinzuzufügen.
- Knoten in eine Fläche einfügen, um Kontrollpunkte an einem bestimmten Standort hinzuzufügen.
- Kontrollpunkte von Flächen bearbeiten, um eine Form zu definieren.
- Kontrollpunkte skalieren, um die Objektform zu ändern.
- Auf die Konstruktionsebene projizierte Objektfänge verwenden.
- Ein Objekt auf einer Fläche ausrichten.
- Weiche Übergänge zwischen Flächen erzeugen.



Gerendert mit [Penguin](#) von Jari Saarinen.

### Der Körper

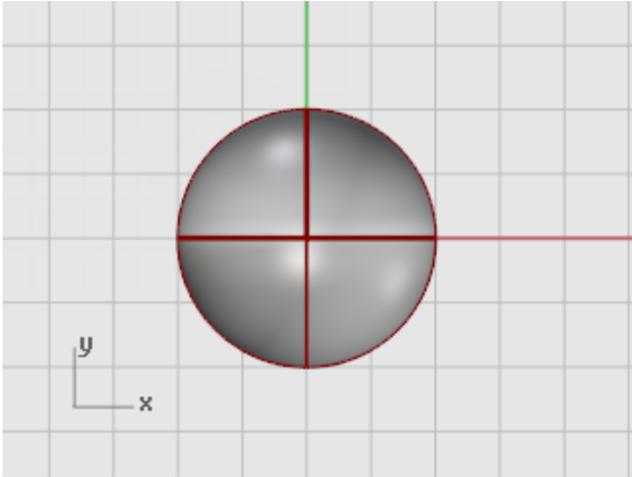
Wenn Sie wollen, öffnen Sie das Beispielmmodell, **Penguin.3dm**, und versuchen Sie, die Formen während der Modellerzeugung anzupassen. Spielen Sie auch mit Ihren Formen herum.

Körper und Kopf werden aus einer Kugel erstellt. Die Kopfform wird durch Verschieben der Kontrollpunkte in der Kugel erhalten.



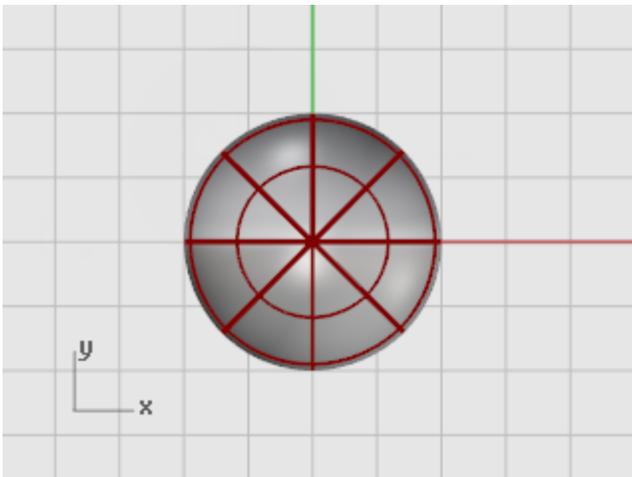
### Eine Kugel zeichnen

- ▶ Im Ansichtsfenster **Drauf** verwenden Sie den Befehl **Kugel**, um eine Kugel mit einem Radius von **10** Einheiten zu zeichnen.



### Die Kugel neuaufbauen

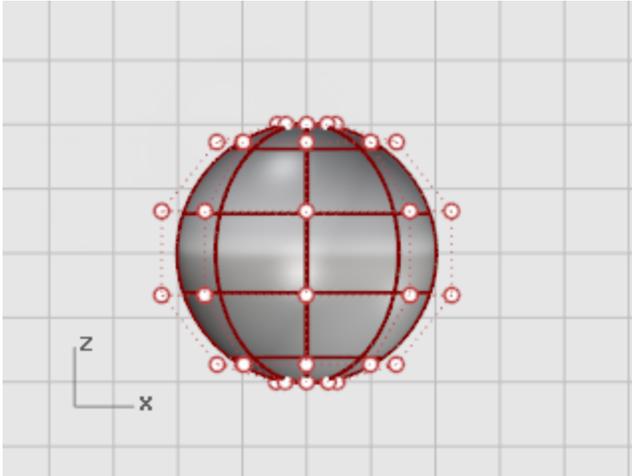
- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Neuaufbauen**, um der Kugel zusätzliche Kontrollpunkte hinzuzufügen. Im Dialogfenster **Fläche neuaufbauen** stellen Sie die **Punktzahl** in den **U-** und **V-Richtungen** auf **8** und den **Grad** in den **U-** und **V-Richtungen** auf **3** ein. Markieren Sie **Eingabe löschen**. Klicken Sie auf **OK**.





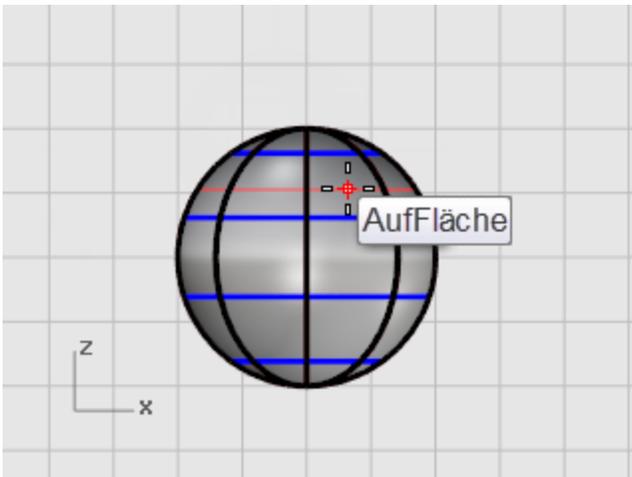
### Kontrollpunkte aktivieren

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **PunkteEin (F10)**, um die Kontrollpunkte der Kugel zu aktivieren. Schauen Sie sich in allen Ansichtsfenstern die Struktur der Kontrollpunkte an. Im nächsten Schritt wird diese Struktur verändert werden, damit der Einfluss der Kontrollpunktverschiebung sich nicht auf die ganze Kugel ausweitet.

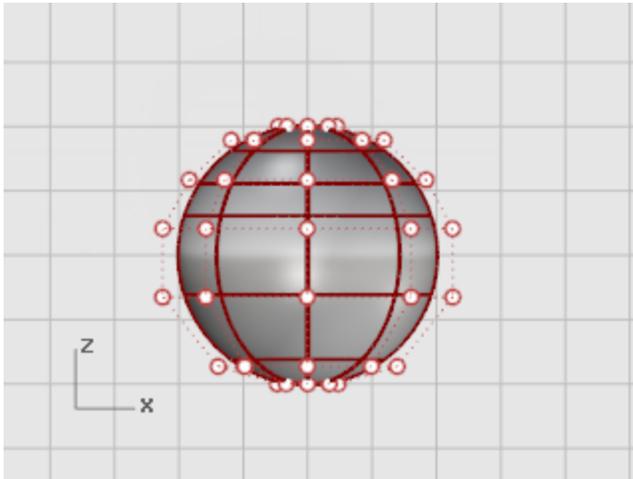


### Knoten einsetzen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **KnotenEinsetzen**, um zwei Knoten in die Kugel einzufügen, dort, wo sich der Hals befinden soll. Fügen Sie die Knoten nur in die U-Richtung ein, wie in der unteren Abbildung angezeigt.



Überprüfen Sie die Kontrollpunktstruktur nach dem Einfügen des Knotens.

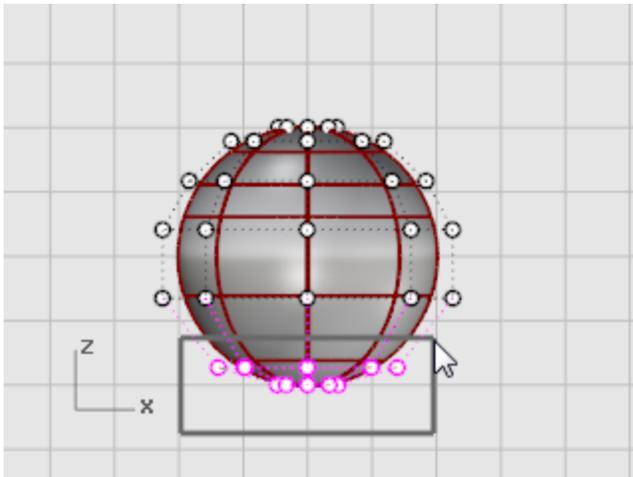


Platzieren Sie die Kontrollpunkte neu, um den Einschnitt für den Hals zu erzeugen und die Körperform zu erneuern.



### Den unteren Teil abflachen

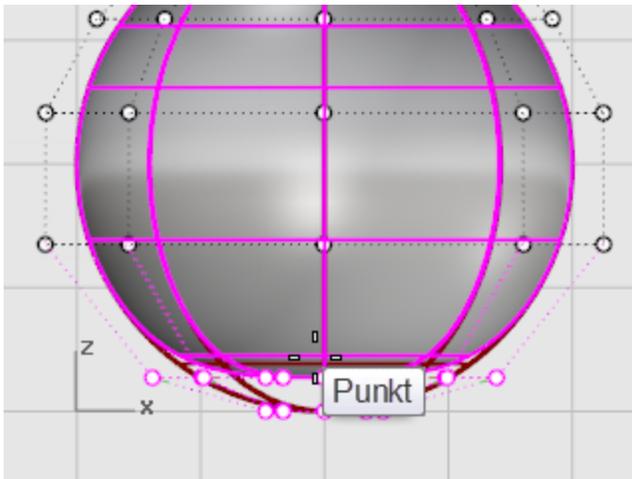
1. Wählen Sie im Ansichtsfenster **Front** alle Kontrollpunkte in den untersten Reihen der Kugel aus.



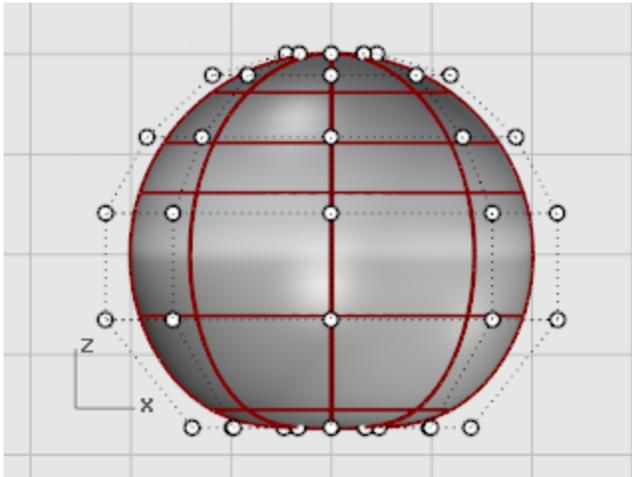
Verwenden Sie den Befehl **PunktDefinieren**, so dass sie mit dem untersten Polpunkt in Welt-z-Richtung übereinstimmen.

2. Aktivieren Sie im Dialogfenster **Punkte definieren** die Option **Z definieren**, deaktivieren Sie **X definieren** und **Y definieren** und klicken Sie auf **Welt**.

3. Ziehen Sie die ausgewählten Kontrollpunkte nach oben.



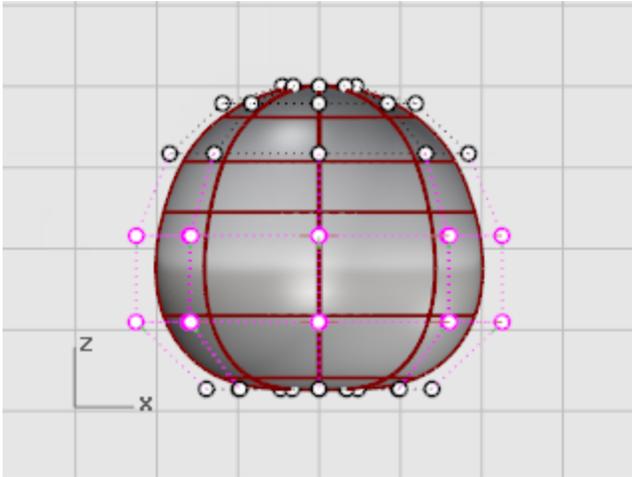
Alle ausgewählten Kontrollpunkte werden an den gleichen z-Wert ausgerichtet (aufwärts im Ansichtsfenster **Front**), was die Fläche abflacht.



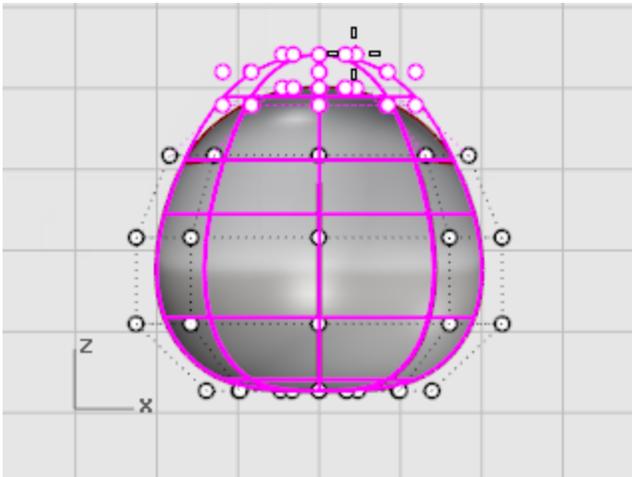


### Punkte ziehen

- ▶ **Wählen** Sie Kontrollpunktreihen aus und ziehen Sie sie im Ansichtsfenster **Front** auf- oder abwärts, um den Körper zu formen.



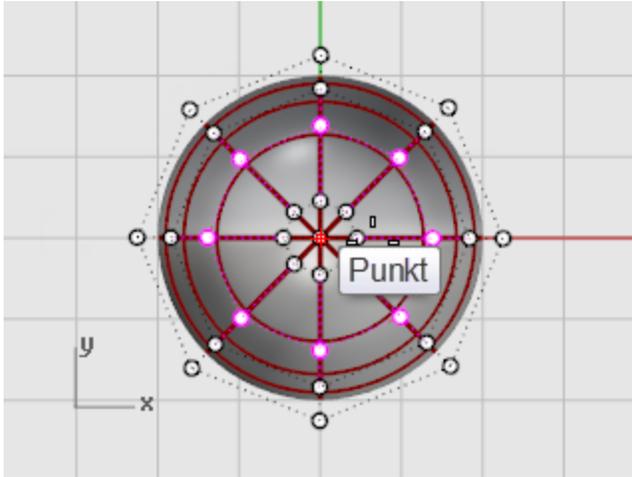
Verwenden Sie den Anzeigemodus **Gitternetz**, wenn Sie ihn einfacher zum Auswählen von Kontrollpunkten in den Gitternetzansichten finden.



### Punkte skalieren

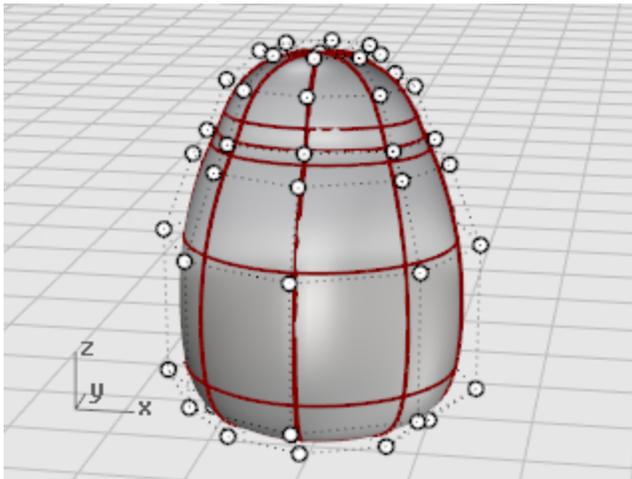
1. **Wählen** Sie Kontrollpunktreihen mit einem Fenster im Ansichtsfenster **Front** aus.
2. Im Ansichtsfenster **Drauf** Verwenden Sie den Befehl **2DSkalieren**, um sie vom Mittelpunkt zu entfernen oder an ihn zu nähern.

Um den Basispunkt für den Befehl **2DSkalieren** zu wählen, verwenden Sie den Objektfang **Punkt** mit aktivierter Option **Projektion**. Das wird die Punkte parallel zur Konstruktionsebene skalieren. Schauen Sie im **Front**-Ansichtsfenster nach, um die Änderungen in der Körperform zu sehen, während Sie die Kontrollpunkte verschieben.

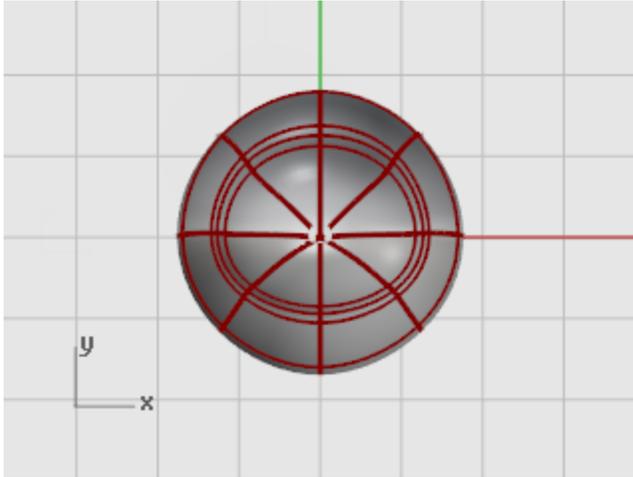


Spielen Sie mit der Einstellung **Projektion** in der **Objektfangkontrolle**, um zu sehen, wie es funktioniert. Sie werden die Verfolgerlinie auf die Konstruktionsebene in den Ansichtsfenstern projiziert sehen können.

Passen Sie das Beispielmmodell an oder verwenden Sie Ihre eigene Form.



3. Ziehen Sie einzelne Kontrollpunktgruppen, um den Körper vorne beim Hals leicht flacher zu machen, wie in der unteren Abbildung angezeigt.



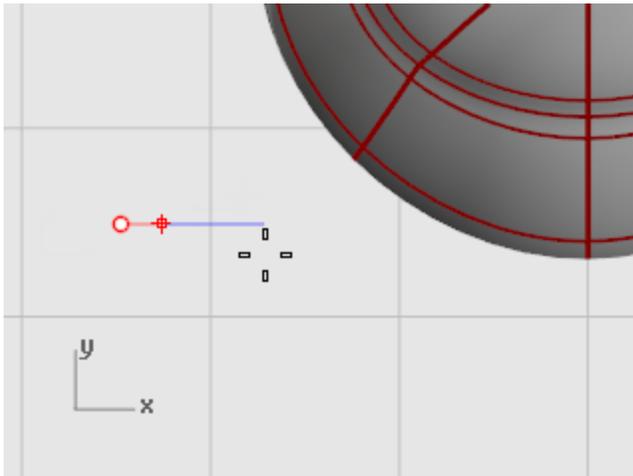
## Die Augen

Das Auge ist ein Ellipsoid, das auf der Fläche ausgerichtet ist.



### Das Auge erstellen

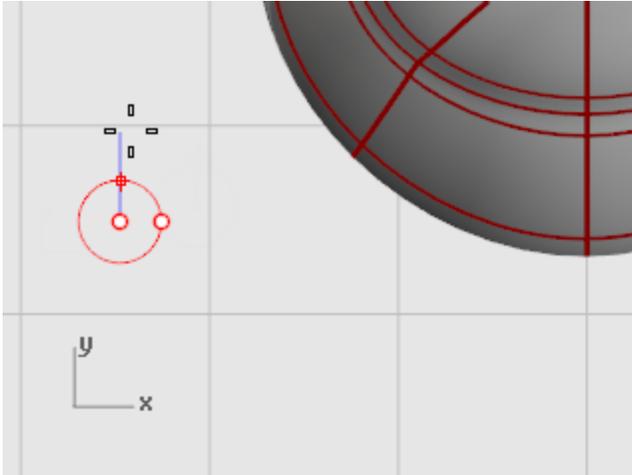
1. Im Ansichtsfenster **Drauf** starten Sie den Befehl **Ellipsoid**.  
Platzieren Sie den Mittelpunkt an einen beliebigen Standort.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der ersten Achse** geben Sie **1.1** ein, um den Abstand vom Mittelpunkt zum Endpunkt der Achse auf 1.1 Einheiten zu beschränken.  
Ziehen Sie den Mauszeiger nach rechts und klicken Sie.



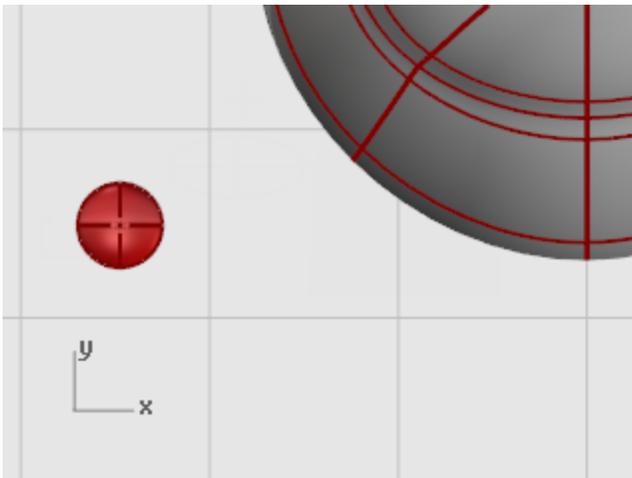
3. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der zweiten Achse** geben Sie **1.1** ein, um den Abstand zu beschränken.

Mit Hilfe dieser Beschränkungen wurde ein Ellipsoid erzeugt, das von oben gesehen kreisförmig aussieht.

Ziehen Sie den Mauszeiger im Ansichtsfenster **Drauf** nach oben oder unten und klicken Sie.



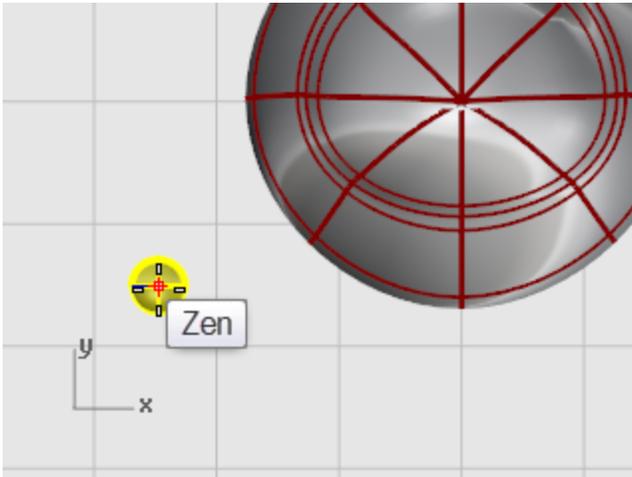
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der dritten Achse** geben Sie **.5** ein drücken Sie die **Eingabetaste**.



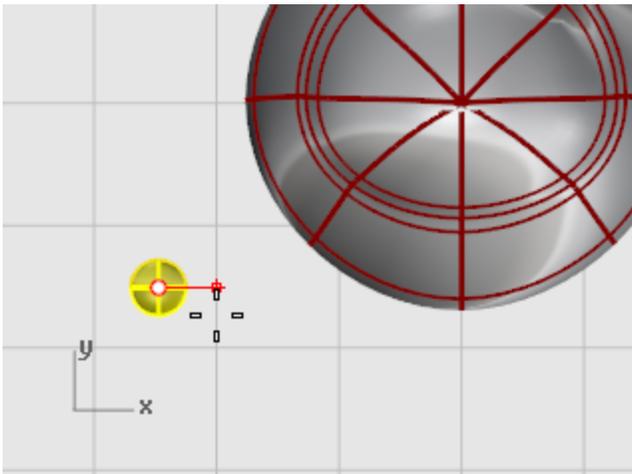
#### Das Auge auf der Fläche ausrichten

1. **Wählen** Sie das Ellipsoid für das Auge im Ansichtsfenster **Drauf** oder **Perspektive** aus.
2. Starten Sie den Befehl **AnFlächeAusrichten**.

3. Wählen Sie als **Basispunkt (AufFläche)** im Ansichtsfenster **Drauf** den Mittelpunkt des Ellipsoids.

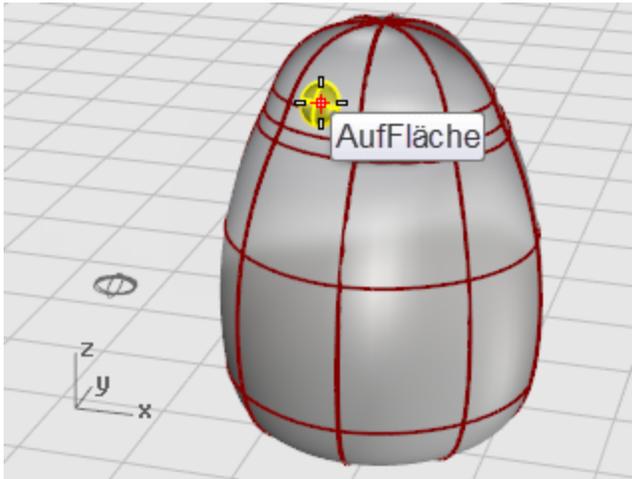


4. Bei der Eingabeaufforderung **Referenzpunkt für Skalierung und Rotation** wählen Sie einen beliebigen Punkt rechts oder links des Augenellipsoids.  
Die genaue Position ist dabei nicht wichtig.



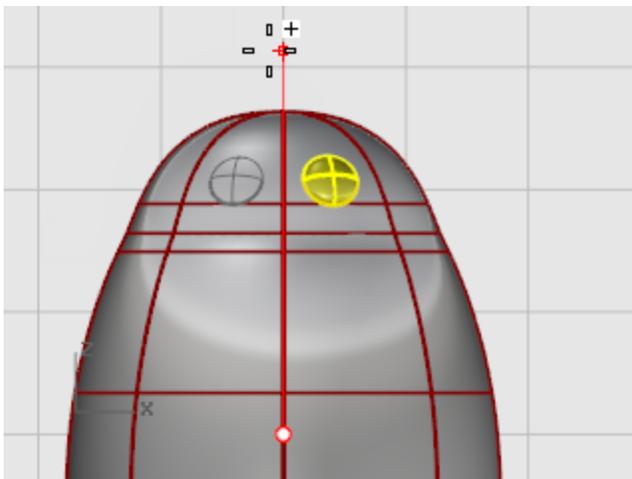
5. Bei der Eingabeaufforderung **Zielfläche der Ausrichtung** wählen Sie den Körper/Kopf des Pinguins aus.  
6. Im Dialogfenster **Auf Fläche ausrichten** klicken Sie auf **OK**.

7. Bei der Eingabeaufforderung **Punkt auf Fläche, bei dem Ausrichtung beginnt...** verschieben Sie den Mauszeiger auf den Kopf, wo Sie das Auge platzieren wollen, und klicken Sie.



### Das Auge spiegeln

- Verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, im Ansichtsfenster **Front**, um das zweite Auge zu erzeugen.



## Der Schnabel

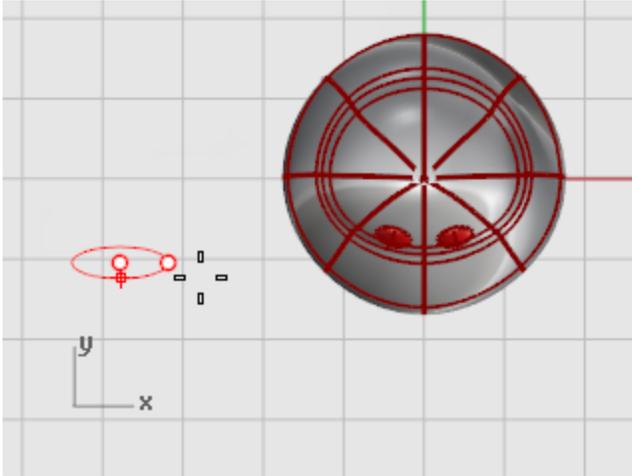
Der Schnabel ist ein weiteres Ellipsoid, das Sie bearbeiten können, um die Form zu ändern.



### Die grundlegende Schnabelform erzeugen

1. Im Ansichtsfenster **Drauf** starten Sie den Befehl **Ellipsoid**. Platzieren Sie den Mittelpunkt an einen beliebigen Standort.

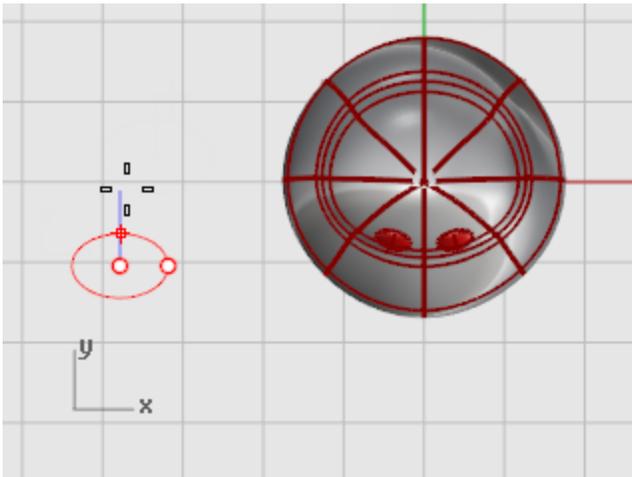
- Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der ersten Achse** geben Sie **3** ein, um den Abstand vom Mittelpunkt zum Endpunkt der Achse auf 3 Einheiten zu beschränken.  
Ziehen Sie den Mauszeiger nach rechts und klicken Sie.



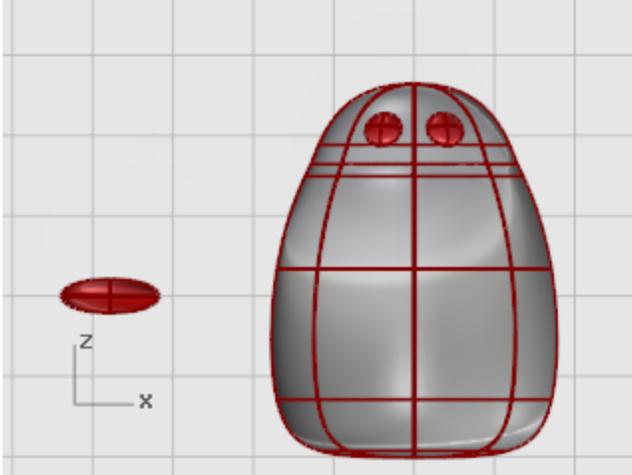
- Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der zweiten Achse** geben Sie **2** ein, um den Abstand zu beschränken.

Mit Hilfe dieser Beschränkungen wird ein Ellipsoid erzeugt, das von oben gesehen kreisförmig aussieht.

Ziehen Sie den Mauszeiger im Ansichtsfenster **Drauf** nach oben oder unten und klicken Sie.

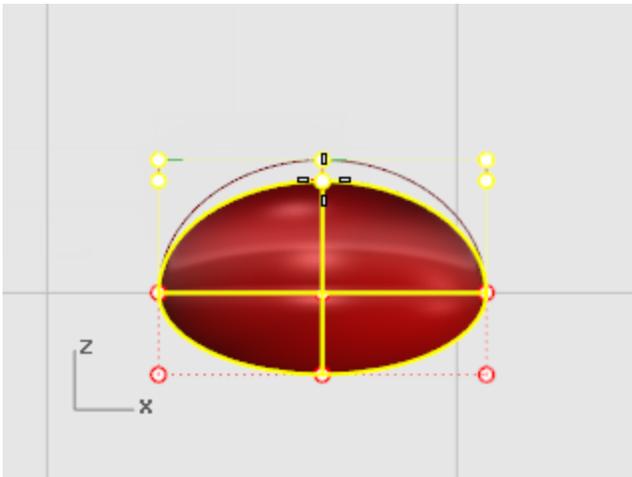


- Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der dritten Achse** geben Sie **1** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



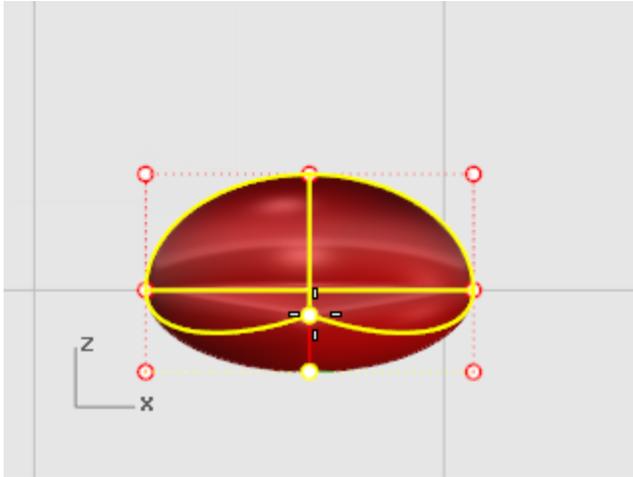
### Den Schnabel formen

- Aktivieren Sie die Kontrollpunkte (F10) des Schnabels.  
Wählen Sie im Ansichtsfenster **Front** die untere Punktreihe aus und ziehen Sie sie nach oben.



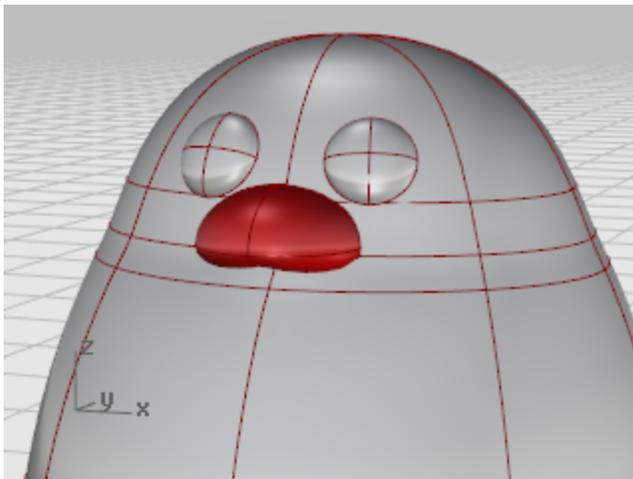
2. **Wählen** Sie die Punktreihe in der oberen Mitte aus und ziehen Sie sie nach unten, um den Schnabel zu formen.

Versuchen Sie die **Verschiebungstasten** (**Alt** + **Pfeiltaste**) zu verwenden, um die ausgewählten Punkte in Intervallen zu verschieben.



### Den Schnabel verschieben

- ▶ **Verschieben** Sie den Schnabel in die richtige Position.



## Die Füße

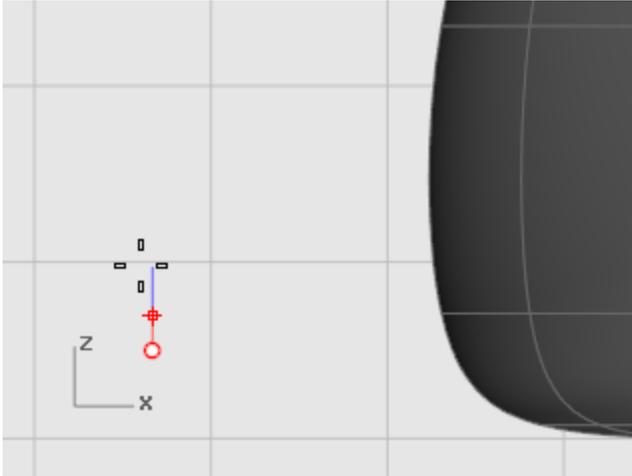
Die Füße werden anhand eines weiteren Ellipsoids erstellt. Es werden Knoten hinzugefügt, um die Schwimmhäute zwischen den Zehen zu erzeugen.



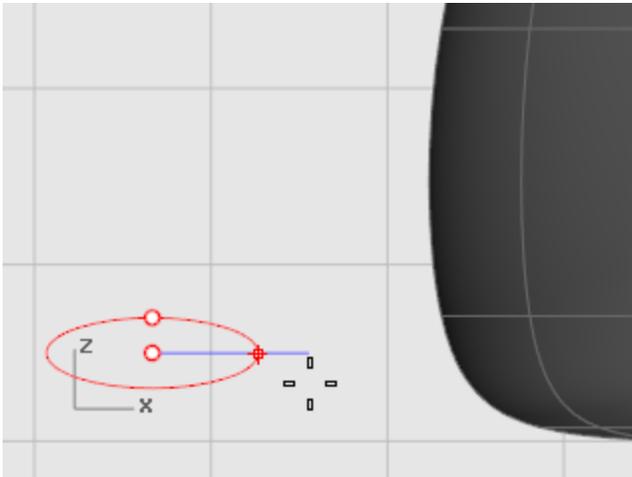
### Das Startellipsoid zeichnen

1. Im Ansichtsfenster **Front** starten Sie den Befehl **Ellipsoid**.  
Platzieren Sie den Mittelpunkt an einen beliebigen Standort.

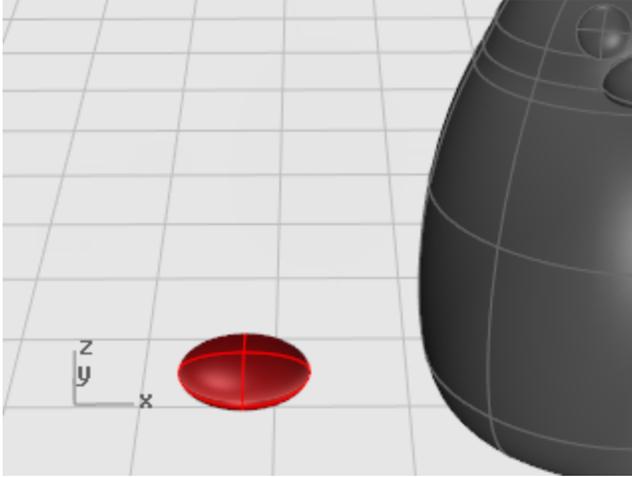
- Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der ersten Achse** geben Sie **1** ein, um den Abstand vom Mittelpunkt zum Endpunkt der Achse auf eine Einheit zu beschränken.  
Ziehen Sie den Mauszeiger nach oben und klicken Sie.



- Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der zweiten Achse** geben Sie **3** ein, um den Abstand zu beschränken.  
Im Ansichtsfenster **Drauf** ziehen Sie den Mauszeiger nach oben und klicken Sie.



4. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der dritten Achse** geben Sie **3** ein und drücken Sie die **Eingabetaste**.



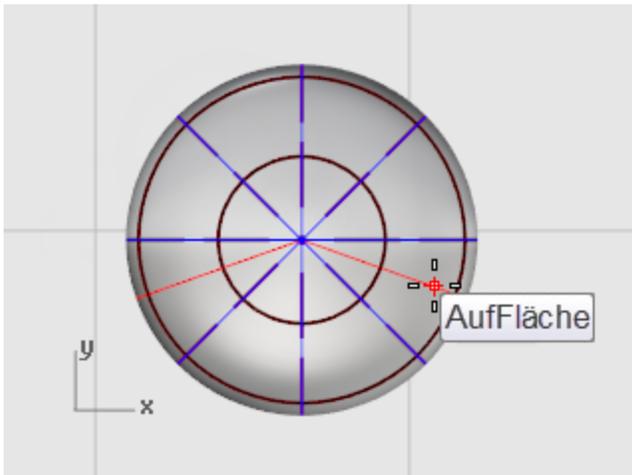
#### Das Ellipsoid neuaufbauen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Neuaufbauen**, um dem Ellipsoid zusätzliche Kontrollpunkte hinzuzufügen.  
Im Dialogfenster **Fläche neuaufbauen** stellen Sie die **Punktzahl** in den **U-** und **V-**Richtungen auf **8** und den **Grad** in den **U-** und **V-**Richtungen auf **3** ein.  
Markieren Sie **Eingabe löschen**.



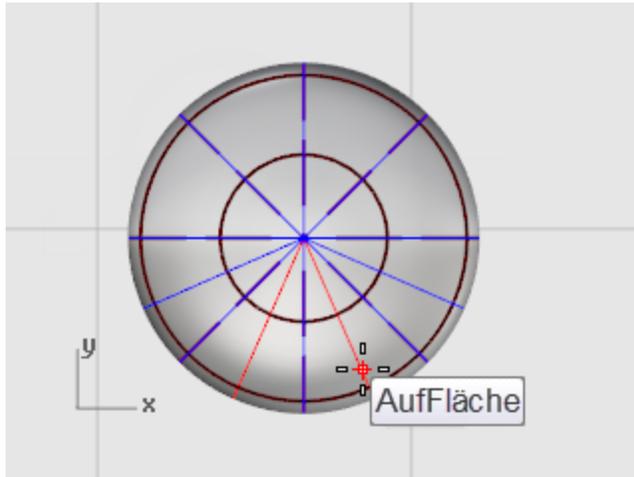
#### Knoten einsetzen, um die Füße mit den Schwimmhäuten zu erzeugen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **KnotenEinsetzen**, um vier Knoten in das Ellipsoid wie in der Abbildung angezeigt einzusetzen.



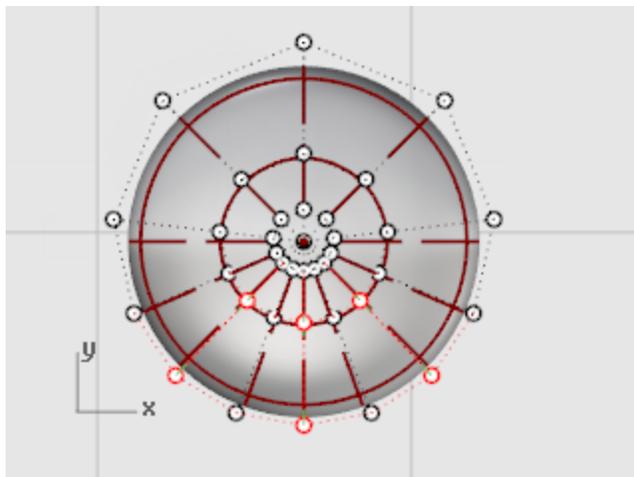
Definieren Sie **Symmetrisch=Ein**.

Fügen Sie die Knoten in die **V-Richtung** ein.

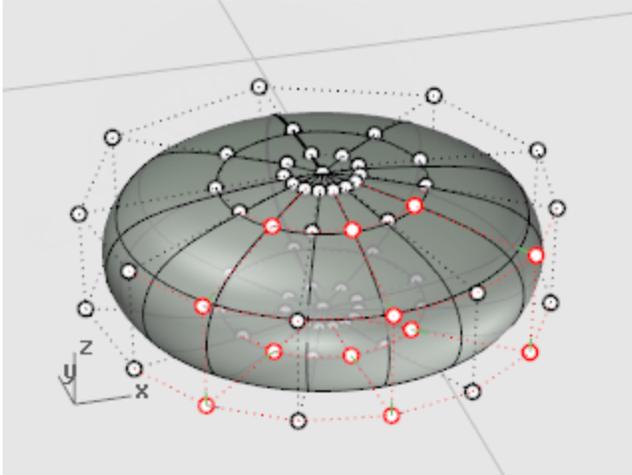


### Die Punkte von der Mitte aus skalieren

- 1. Wählen** Sie Kontrollpunkte wie abgebildet aus.

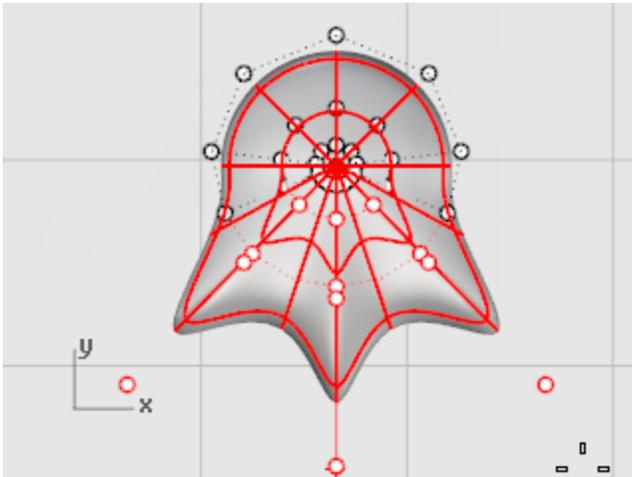


Verwenden Sie Auswahlfenster und Schnittauswahlfenster, um die Kontrollpunkte auf der unteren und oberen Seite des Ellipsoids auszuwählen.



2. Verwenden Sie den Befehl **2DSkalieren**, um die Kontrollpunkte von der Fußmitte aus zu skalieren. Verwenden Sie den Objektfang **Punkt**, um den Basispunkt der Skalierung auf den Mittelpunkt des Ellipsoids einzustellen.

Ziehen Sie die Punkte, um den Fuß etwa zweimal so groß wie das ursprüngliche Ellipsoid zu machen.



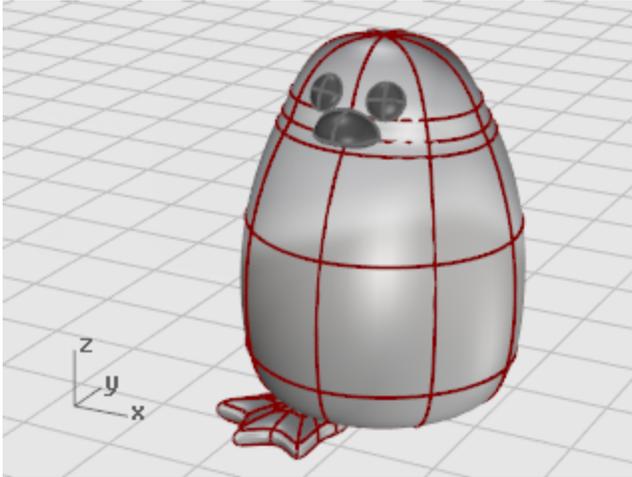
### Den Fuß in die richtige Position verschieben

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Verschieben**, um den Fuß unter den Pinguinkörper zu verschieben.



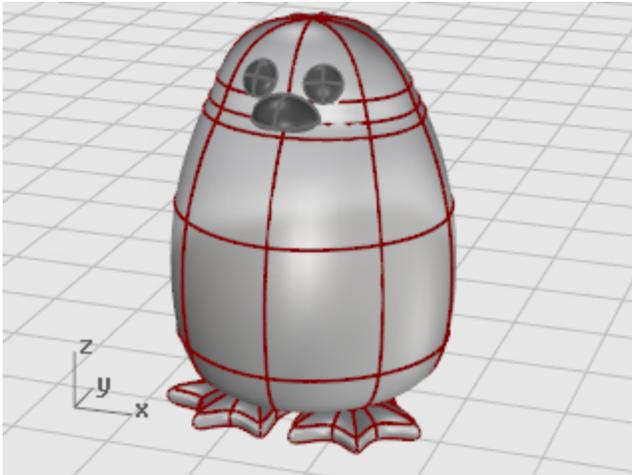
### Den Fuß nach außen drehen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Drehen**, um den Fuß leicht nach außen zu drehen.



### Den Fuß spiegeln

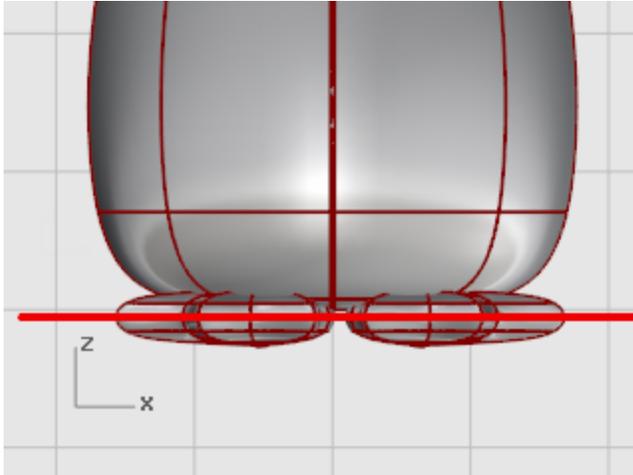
- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, um den zweiten Fuß zu erzeugen.



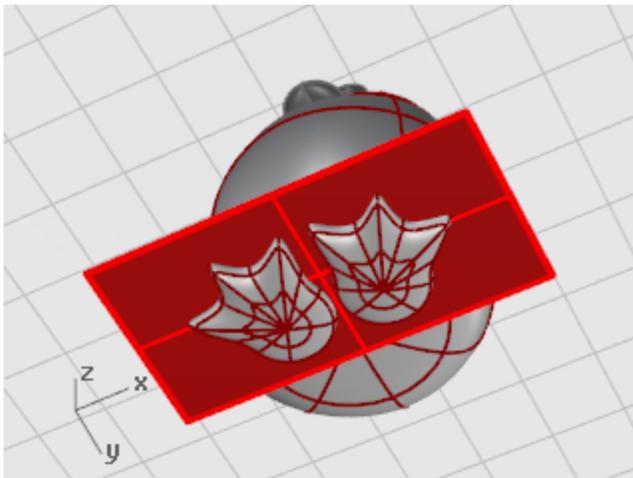


## Eine Schnittebene erzeugen

1. **Wählen** Sie die Füße aus.
2. Im Ansichtsfenster **Front** verwenden Sie den Befehl **SchnittEbene**, um eine planare Fläche zu erzeugen, die durch die Füße verläuft, wie in der Abbildung angezeigt.



Der Befehl **SchnittEbene** erzeugt eine Ebene, die durch die ausgewählten Ebenen entlang der Linie, die Sie zeichnen, verläuft.



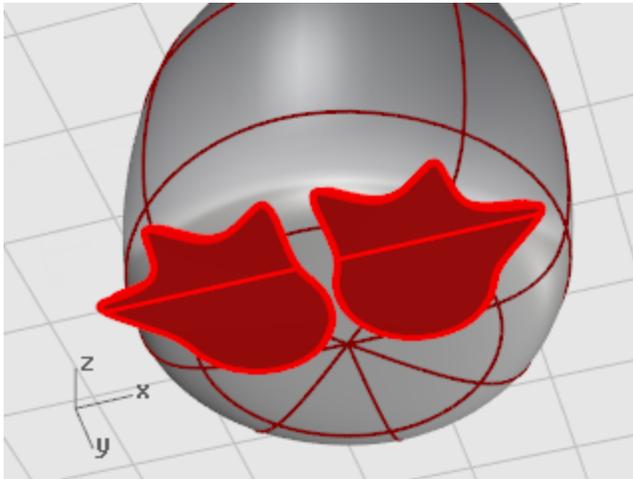
## Trimmen und



## Verbinden Sie die Füße und die Ebene

1. **Trimmen** Sie die Unterseite der Füße mit der Ebene als Schnittobjekt.
2. Trimmen Sie die überschüssigen Bereiche der Ebene außerhalb der Füße.

3. **Verbinden** Sie die Ebenenteile und die Füße.



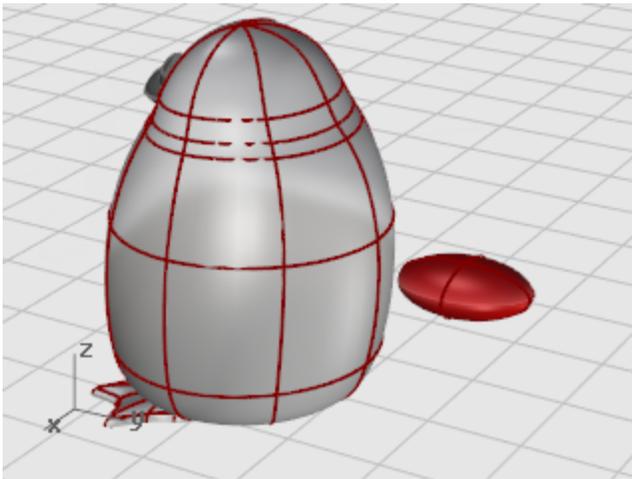
## Der Schwanz

Der Schwanz wird aus einem weiteren Ellipsoid entworfen. Er wird mit einer glatten Überblendungsfläche mit dem Körper verbunden.



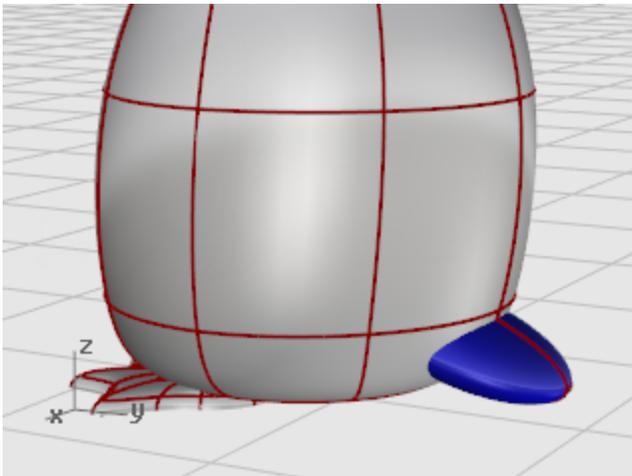
### Die Schwanzform entwerfen

- ▶ Zeichnen Sie ein **Ellipsoid**, das **4** Einheiten lang, **3** Einheiten breit (Ansichtsfenster **Drauf**) und **1.5** Einheiten hoch (Ansichtsfenster **Front**) ist.



### Den Schwanz in die richtige Position verschieben

- ▶ **Verschieben** und **drehen** Sie den Schwanz in die richtige Position.



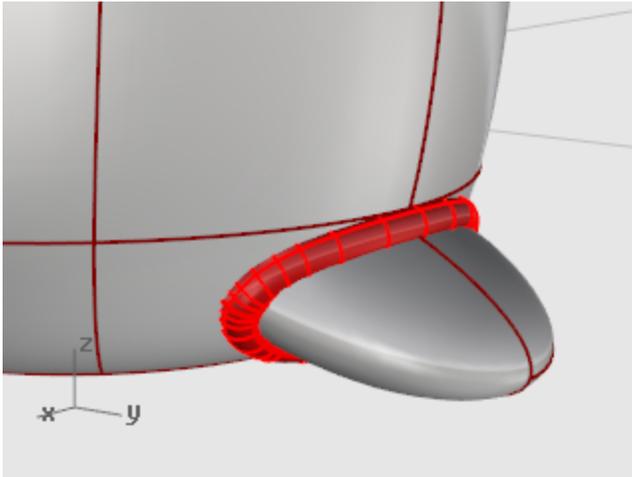
### Schwanz und Körper vereinen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Boolesche Vereinigung**, um den Schwanz und die Körperformen zu trimmen und verbinden.  
Der Übergang zwischen Schwanz und Körper ist ziemlich schroff; ersetzen Sie diesen Übergang mit einer glatten Überblendungsfläche.  
Sie müssen dafür zuerst eine Lücke zwischen den zwei Teilen erzeugen, die die Übergangsfläche füllen wird.



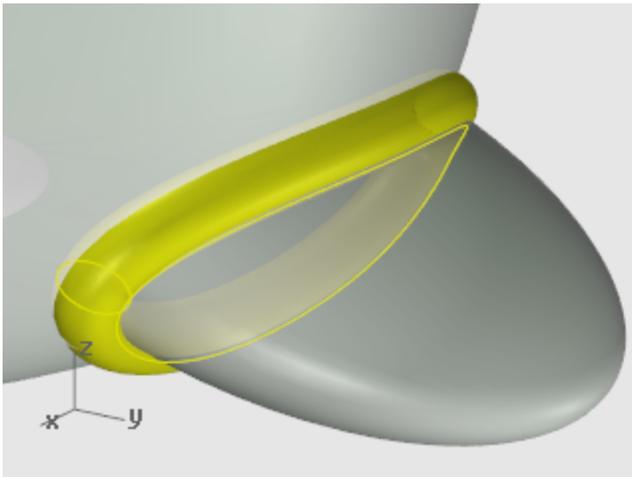
### Rohr an Kurve für den Schnitt

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **RohrAnKurve**, um eine kreisförmige Fläche um die Kante zwischen Schwanz und Körper zu erzeugen.  
Bei der Eingabeaufforderung **Kurve auswählen, um Rohr darum herum zu erzeugen** wählen Sie die Kante zwischen Schwanz und Körper aus.  
Bei der Eingabeaufforderung **Radius für geschlossenes gebogenes Rohr** geben Sie **.4** ein.



### Trimmen Sie Körper und Schwanz mit dem Rohr.

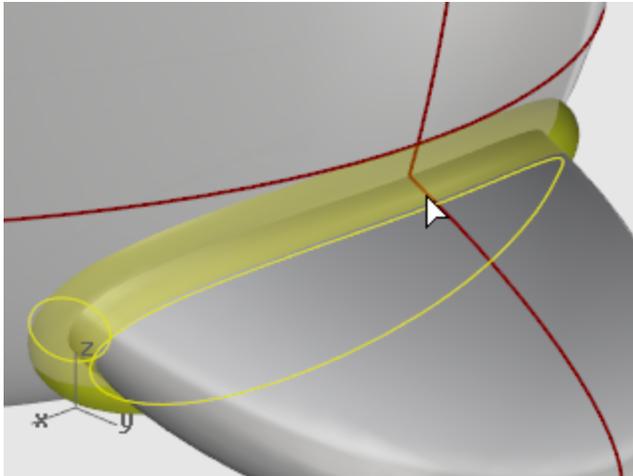
1. Verwenden Sie den Befehl **Trimmen**, um die Körper- und Schwanzflächen innerhalb des Rohrs zu trimmen.
2. Wählen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Trimmobjekte auswählen** das Rohr und drücken Sie die **Eingabetaste**.



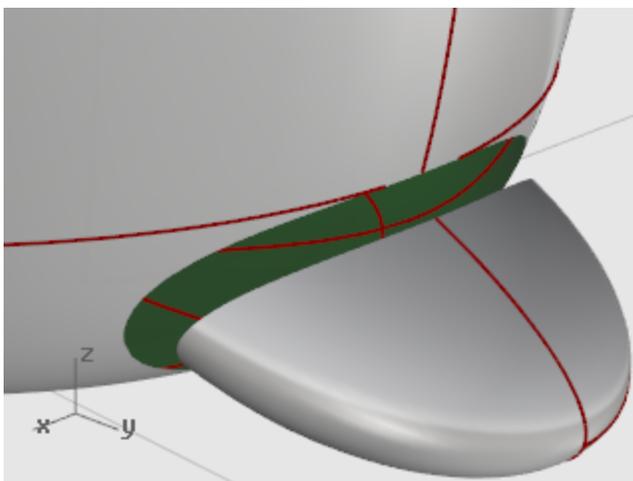
3. Wählen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Zu trimmendes Objekt auswählen** den Körper/Schwanz aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



**Tipp:** Wählen Sie die **Isokurve** oder **Kante** innerhalb des Rohrs.



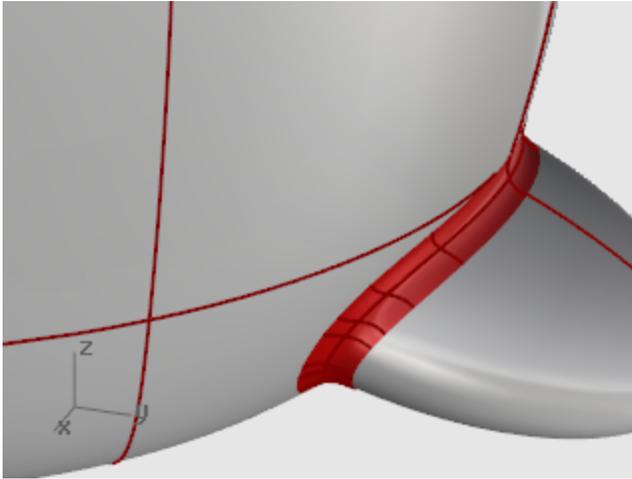
 **Tipp:** Setzen Sie den Anzeigemodus des Rohrs mit dem Befehl **ObjektAnzeigemodusDefinieren** auf **Gitternetz** oder **Halbtransparent**, damit Sie die Kante zwischen Körper und Schwanz sehen können. Falls Sie aus Versehen den falschen Teil getrimmt haben, machen Sie es innerhalb des Befehls **Trimmen** rückgängig und versuchen Sie es erneut.





### Zwischen Schwanz und Körper überblenden

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **FlächenÜberblenden**, um eine glatte Fläche zwischen Kopf und Körper zu erzeugen.



### Verbindung von Körper und Schwanz

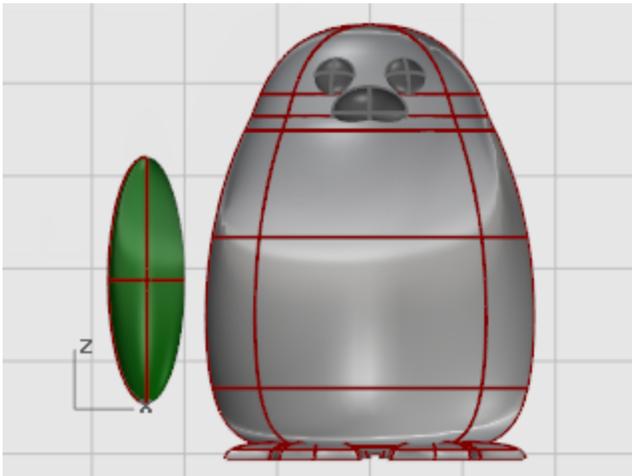
- ▶ **Verbinden** Sie die Überblendungen und den Schwanz mit dem Körper.

## Die Flügel



### Die grundlegende Flügelform erzeugen

- ▶ Zeichnen Sie ein **Ellipsoid**, das **2** Einheiten lang, **2** Einheiten breit (Ansichtsfenster **Drauf**) und **6.5** Einheiten hoch (Ansichtsfenster **Front**) ist.



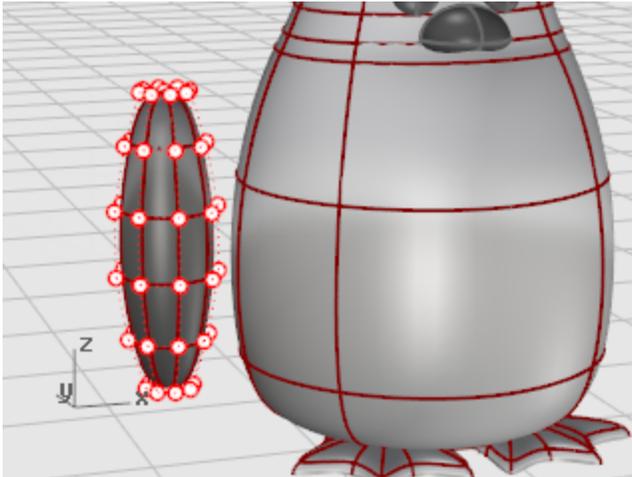


### Den Flügel neuaufbauen

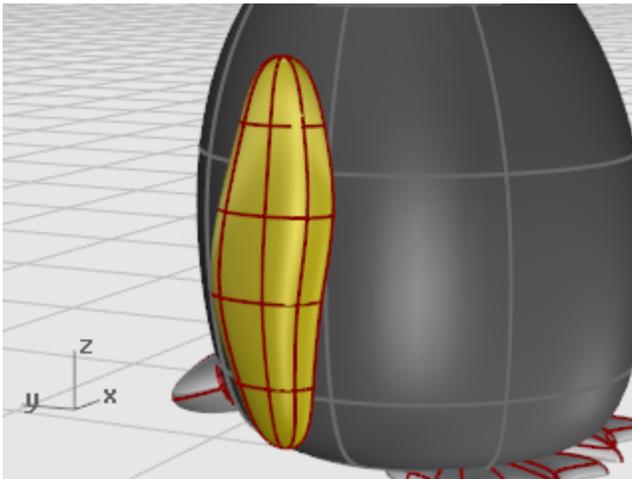
1. Verwenden Sie den Befehl **Neuaufbauen**, um dem Ellipsoid zusätzliche Kontrollpunkte hinzuzufügen.

Im Dialogfenster **Fläche neuaufbauen** stellen Sie die **Punktzahl** in den **U-** und **V-Richtungen** auf **8** und den **Grad** in den **U-** und **V-Richtungen** auf **3** ein.

Markieren Sie **Eingabe löschen**.



2. Ziehen Sie die Kontrollpunkte, um die Form zu erzeugen.



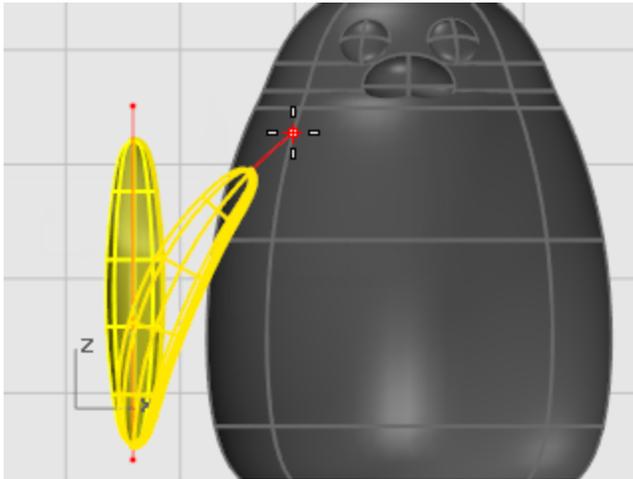
### Den Flügel zum Körper hin biegen

1. Verwenden Sie den Befehl **Biegen** im Ansichtsfenster **Front**, um den oberen Flügelteil zum Körper hin zu verbiegen.

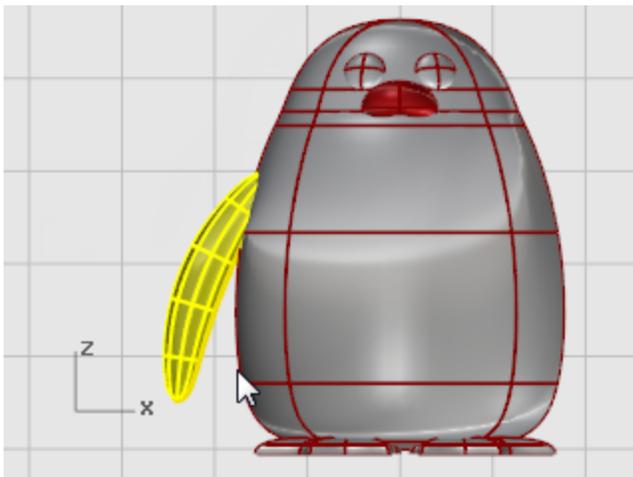
Bei der Eingabeaufforderung **Anfang der Linie**, im Ansichtsfenster **Front**, klicken Sie in die Nähe des unteren Teils des Flügels.

Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Linie** klicken Sie in die Nähe des oberen Teils des Flügels.

Bei der Eingabeaufforderung **Punkt, durch den verbogen wird...** ziehen Sie den oberen Flügelteil zum Körper hin.



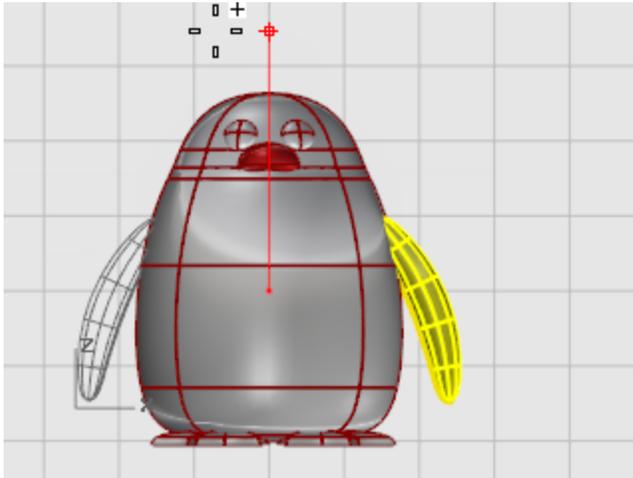
2. Wenn der Standort noch nicht definitiv ist, verwenden Sie die Befehle **Drehen** und **Verschieben**, um den Flügel zu platzieren.





### Auf die andere Seite spiegeln

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, um den anderen Flügel zu erzeugen.



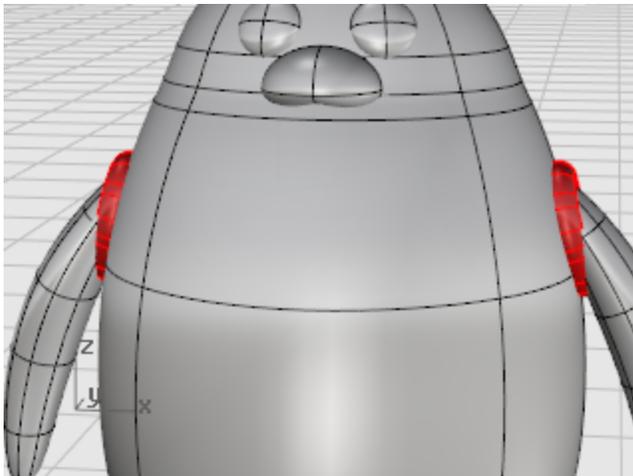
### Boolesche Vereinigung von Flügel und Körper

- ▶ Um die Flügelöcher und den Flügel zu trimmen, wählen Sie beide Flügel und den Körper aus und verwenden Sie den Befehl **Boolesche Vereinigung**.



### Rohr an Kurve für den Schnitt

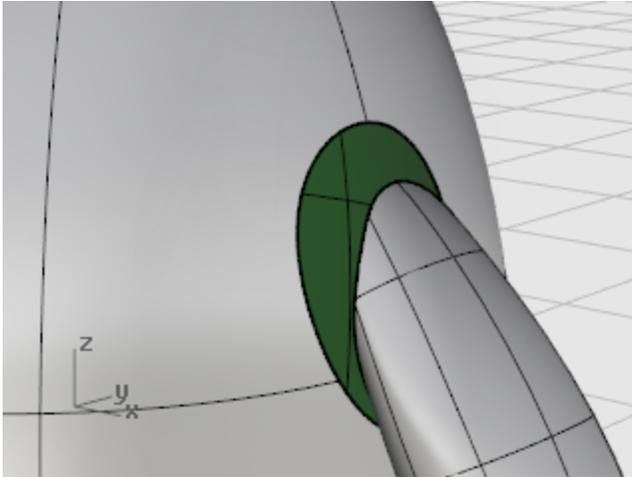
- ▶ Verwenden Sie den Befehl **RohrAnKurve**, um eine kreisförmige Fläche um die Kante zwischen dem Körper und jedem Flügel zu erzeugen. Bei der Eingabeaufforderung **Kurve auswählen, um Rohr darum herum zu erzeugen** wählen Sie die Kante der Öffnung im Körper oder die Kante der Flügelfläche aus. Bei der Eingabeaufforderung **Radius für geschlossenes Rohr an Kurve** verwenden Sie einen Radius von ungefähr **.6**.





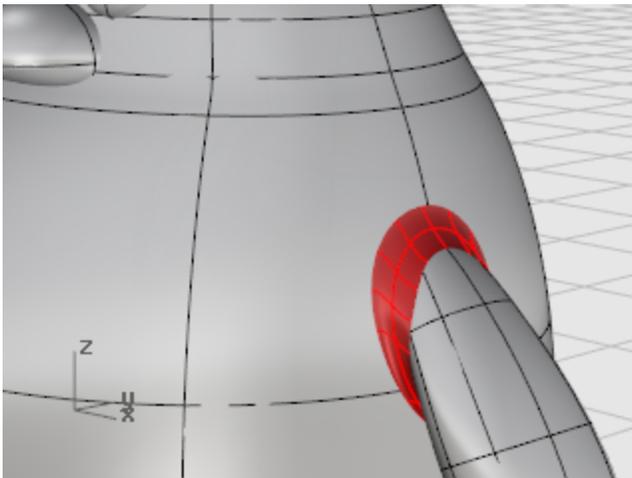
### Körper und Flügel trimmen

1. Verwenden Sie den Befehl **Trimmen**, um die Körper- und Flügelflächen innerhalb der Rohrflächen zu trimmen.
2. **Löschen** Sie die Rohrflächen.



### Überblendung von Körper und Flügel

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **FlächenÜberblenden**, um eine glatte Fläche zwischen Flügel und Körper zu erzeugen.



### Verbindung von Körper und Flügel

- ▶ **Verbinden** Sie die Überblendungen und Flügel mit dem Körper.

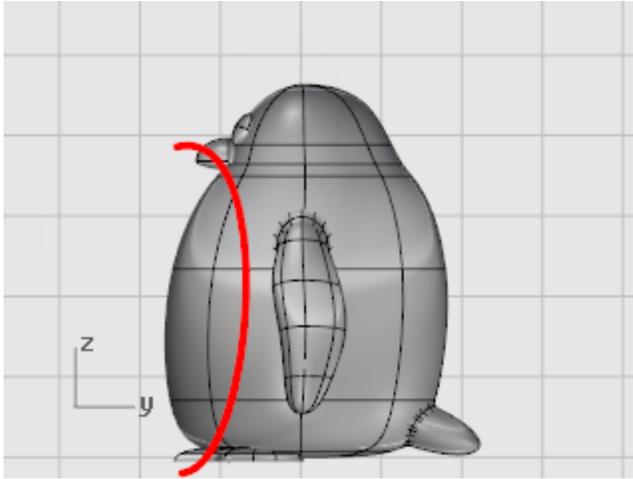
## Den letzten Schliff geben

Um den Pinguin fertigzustellen, teilen Sie den vorderen Körperteil, damit ein anderes Material daran angewendet werden kann.



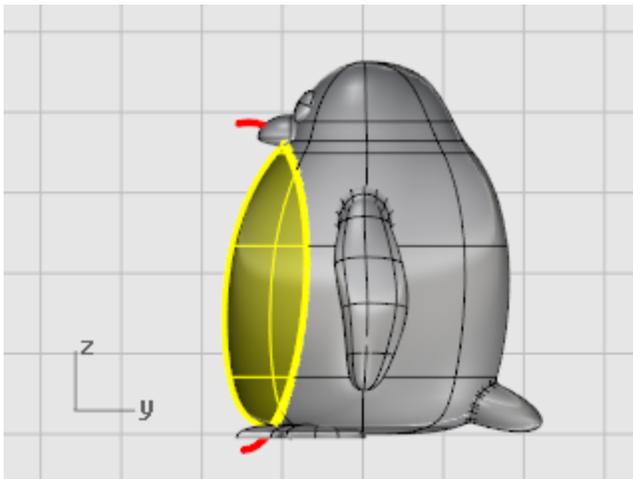
### Eine Trimmkurve zeichnen

- ▶ Im Ansichtsfenster **Rechts** zeichnen Sie eine **Kurve** vom Schnabel bis ganz nach unten, wie in der Abbildung angezeigt.



### Den Körper mit der Kurve teilen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Teilen**, um die Körperfläche mit der Kurve zu teilen.



So kann für den Vorderteil des Körpers eine andere Farbe verwendet werden.



### Die Körperteile verbinden

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Verbinden**, um den Körper (außer Vorderseite), den Schwanz und die Flügel zu verbinden.



## Rendern

Beim Rendern wird ein realistisches Bild Ihres Modells mit von Ihnen zugeordneten Farben erzeugt. Diese Renderfarben könnten sich von den Ebenenfarben unterscheiden, die Sie verwenden und die die Anzeige im Gitternetz und schattierten Modus steuern.



### Die Ansicht konfigurieren

- ▶ Verwenden Sie den Anzeigemodus **Gerendert**, um den gerenderten Modus für das Ansichtsfenster einzustellen.



### Materialien zuordnen

1. **Wählen** Sie den Körper aus.
2. Starten Sie den Befehl **Eigenschaften**.
3. Im Dialogfenster **Eigenschaften** klicken Sie auf die Schaltfläche **Material**.
4. Stellen Sie **Material zuordnen nach** auf **Objekt** ein.
5. Unter **Grundeinstellungen** klicken Sie auf das **Farbenrad**.
6. Im Dialogfenster **Farbe auswählen** wählen Sie eine Farbe für den Körper aus.
7. Stellen Sie **Glänzendes Finish** auf ungefähr **40** ein.
8. Wählen Sie die anderen Teile aus und wenden Materialien auf die gleiche Weise an.



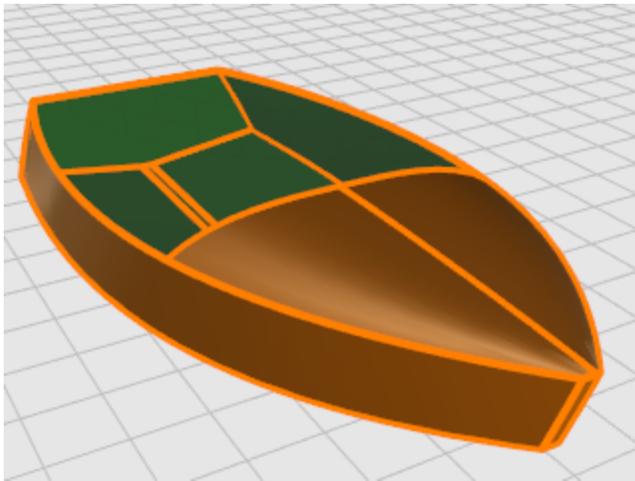


## Kapitel 17: Schiffsrumpf - Loft und Aufziehen

Dieses Tutorial beschreibt klassische Lofting-Techniken für Bootsrümpfe anhand Plan- und Profilkurven. Das Schiffsmodell basiert auf dem Modell einer alten Ausgabe des *Boat Builder's Handbook*. Viele ähnliche Modelle können im Internet gefunden werden.

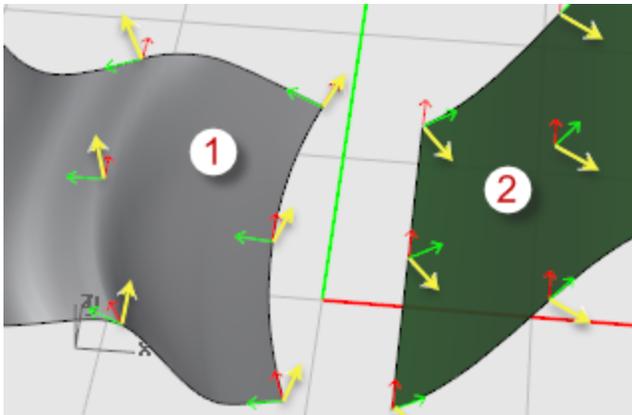
Sie werden folgendes lernen:

- 3D-Kurven aus einer Zeichnung mit 2D-Linien erzeugen.
- Die Kurven neu aufbauen und vereinfachen.
- Analysetechniken verwenden, um eine gute Stromlinienform zu gewährleisten.
- Flächen aus den Kurven loften.



Rhino wird von Schiffdesignern in vielen Bereichen des Sektors eingesetzt. Weitere Tutorials und Information über Schiffdesign finden Sie auf der Rhino-Website [www.rhino3d.com](http://www.rhino3d.com).

 **Anmerkung:** In den Abbildungen in diesem Tutorial wird eine Anzeigeeinstellung zur Änderung des Flächenhintergrunds verwendet.



*Vorderseite (1), Rückseite (2). Die gelben Pfeile stehen für die Normalenrichtung der Fläche und die grüne Farbe für die Rückseite einer Fläche.*

Dadurch können Sie sehen, in welche Richtung die Normalenrichtung der Objektseiten zeigt. Weitere Informationen finden Sie in der Rhino-Hilfe im Abschnitt *Rückseiteneinstellungen*.

## In diesem Tutorial verwendete Seefachausdrücke

### Decksprung

Die längsschiffs verlaufende Krümmung vom Bug zum Achterschiff eines Decks wie auf der Seitenansicht gezeigt.

### Kimm

Überschneidung von Boden und Seiten eines Schiffs mit flachem oder V-förmigem Boden.

### Heckspiegel

Die Beplankung, die das Achterschiff eines Schiffs mit rechteckigem Heck bildet.

### Verschleifen

Die Bedeutung von "Stromlinienform" ist in der Schiffsindustrie sehr umstritten. Niemand kann die Stromlinienform genau beschreiben, aber alle erkennen sie, wenn sie sie vor sich haben. Obwohl man bei der stromlinienförmigen Gestaltung eines Schiffes üblicherweise an Schiffsrumpfflächen denkt, profitieren alle sichtbaren Flächen auf einem beliebigen Objekt von diesem Verfahren. Bei Rhino sind die Schlüssel zur stromlinienförmigen Gestaltung einer Fläche die richtigen Abstände der Flächenisokurven.

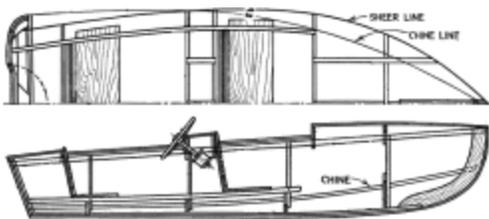
Es gibt noch weitere Merkmale für die stromlinienförmige Gestaltung von Kurven und Flächen. Obwohl eine Kurve oder Fläche stromlinienförmig gestaltet sein kann, ohne alle diese Merkmale zu besitzen, ist es in der Regel doch so, dass alle diese Merkmale bei einer stromlinienförmigen Kurve oder Fläche vereint sind. Wenn Sie dies bei der Modellgestaltung beachten, werden Sie feststellen, dass Ihr Endprodukt besser ausfällt.

Die Richtlinien zum Erzeugen einer stromlinienförmig gestalteten Fläche sind:

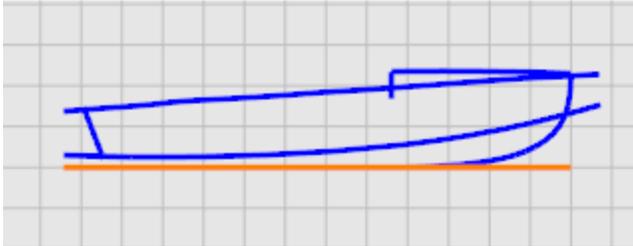
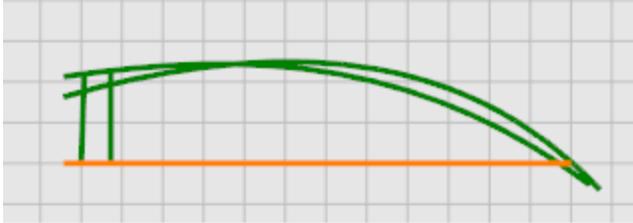
- Möglichst wenige Kontrollpunkte zur Formung der Kurve einsetzen.
- Möglichst wenige Kurven zur Bildung der Flächenform verwenden.

## Anlage der Kurven des Schiffsrumpfs

Die Rumpflinien werden erzeugt, indem die Originalpläne unter Verwendung einer Hintergrund-Bitmap nachgezogen werden. Der erste Schritt besteht in der Überprüfung der Linien auf Stromlinienform, bevor aus ihnen Flächen erstellt werden können.



Die Entwurfslinien sind abgebildet. Decksprung und Kimm sind längsschiff verlängert worden, um Platz für das Loft zu machen.



### Mit dem Modell beginnen

1. Klicken Sie im Rhino-Menü **Datei** auf **Öffnen**.
2. Gehen Sie zum Ordner mit den **Tutorialmodellen**, die Sie mit dem *Benutzerhandbuch* heruntergeladen haben.
3. Öffnen Sie die Datei **Victory.3dm**.

Die Linien befinden sich auf der Ebene **Plan** und der Ebene **Profil**.

## Kurven auf Stromlinienform überprüfen

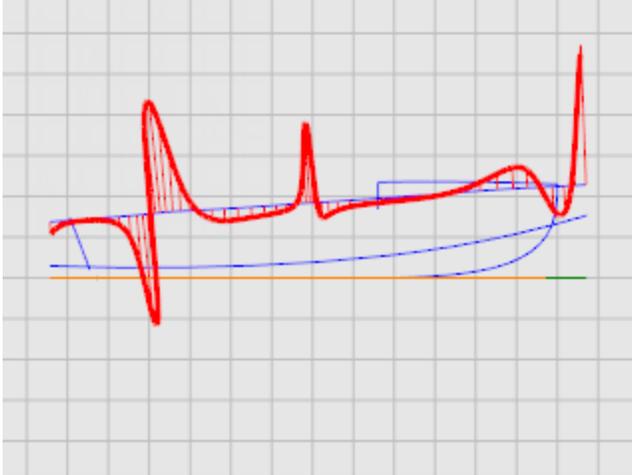
Wählen Sie alle Designerkurven paarweise in Plan- und Profilformat aus und verwenden Sie den Befehl **KrümmungsAnzeige**, um zu bestimmen, ob die Kurven glatt sind. In diesem Fall hat die Datei die ursprünglichen Kurven, wie sie vom Hintergrundbild nachgezogen wurden. Sie sind nicht "verschliffen". Anders ausgedrückt, die Kurven haben keine sauberen Übergänge von einem Ende des Decksprungs zum anderen. Wenn eine Kurve nicht stromlinienförmig ist, passen Sie die Punkte an, um sie stromlinienförmig zu gestalten. Beginnen Sie am Decksprung (Kurve auf der Oberseite der Rumpfform). Sie hat den größten Einfluss auf das Erscheinungsbild des Schiffs.



### Überprüfung der Krümmung

1. **Wählen** Sie die Kurven aus, die geprüft werden sollen.
2. Verwenden Sie den Befehl **KrümmungsAnzeige**, um die Krümmung anzuzeigen.

Die Abbildung zeigt die Krümmungsanzeige auf den zweidimensionalen Decksprung im Profil angewendet.



Die Krümmungsanzeige sollte durchgehend sein und die für die Kurve erforderlichen Merkmale aufweisen. Wenn eine Kurve nach unten konkav ist, verläuft der Graph oberhalb der Kurve. Entsprechend haben nach oben konkave Kurven den Graph unterhalb der Kurve. Der Wendepunkt (an dem die Kurve weder nach oben noch nach unten konkav ist) ist der Schnittpunkt des Graphs mit der Kurve.

### Reparatur der Krümmung

Vor Beginn mit der Punktbearbeitung zum Verschleifen von Kurven müssen die Kurven aufgebaut werden, um überflüssige Kontrollpunkte zu entfernen.

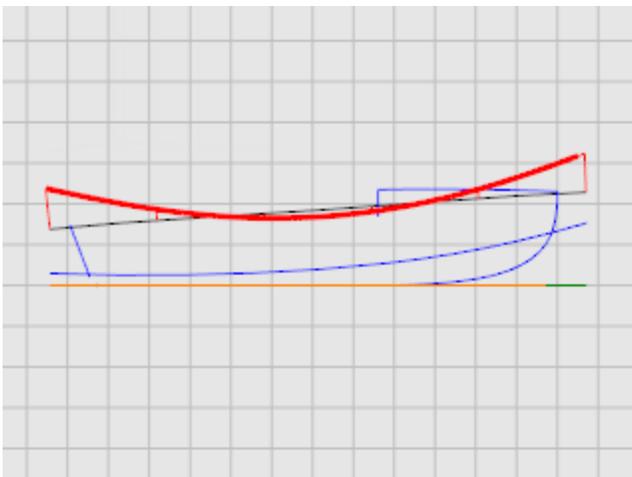
Wählen Sie jede Kurve aus und verwenden Sie den Befehl **Neuaufbauen**, um die Anzahl Punkte zu reduzieren und den Grad einzustellen. Verwenden Sie nur so viele Punkte, wie unbedingt erforderlich.

Verwenden Sie den Befehl **KrümmungsAnzeige**, um die Kurven erneut nach Stromlinienform zu überprüfen. Wenn die Krümmungsanzeige immer noch nicht zufriedenstellend ist, verschieben Sie die Kontrollpunkte solange, bis Sie einen sauberen Graphen erhalten. Wiederholen Sie diese Schritte für die übrigen Kurven im Modell, um sicherzustellen, dass sie stromlinienförmig sind, bevor Sie weiterfahren.



### Neuaufbauen der Kurven

1. **Wählen** Sie die Decksprungkurve aus.
2. Starten Sie den Befehl **Neuaufbauen**.
3. Ändern Sie im Dialogfenster **Kurve neuaufbauen** die **Punktzahl** auf **6** und den **Grad** auf **5**.



## Die 3D-Kurven erzeugen

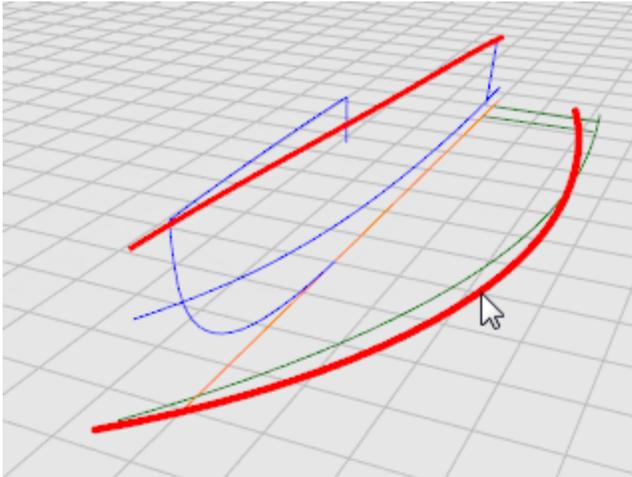
Bis jetzt haben Sie mit zweidimensionalen Kurven gearbeitet. Zum Loften der Flächen werden aus den planaren Kurven dreidimensionale Kurven erzeugt, die planaren Kurven können dann gelöscht werden.

Mit aktivierter Ebene **3D-Linien** wählen Sie die Profil- und Planansicht jeder Kurve aus. Verwenden Sie den Befehl **Kurve2Ansichten**, um die dreidimensionale Kurve zu erzeugen, die die x-, y- und z-Koordinaten der zweidimensionalen Kurven vereint. Die zweidimensionalen Kurven müssen planar sein, damit dieser Befehl funktioniert.

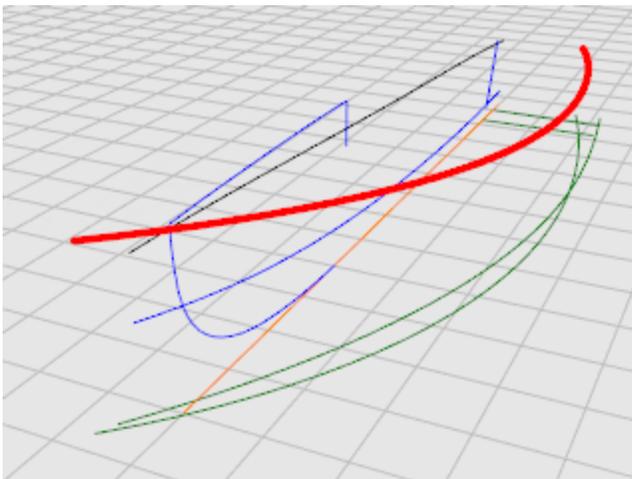


### Erzeugen der dreidimensionalen Kurven

1. Definieren Sie die Ebene **3D-Linien** als aktuelle Ebene.
2. **Wählen** Sie die Plan- und Profildarstellungen der Decksprung-Kurve aus.

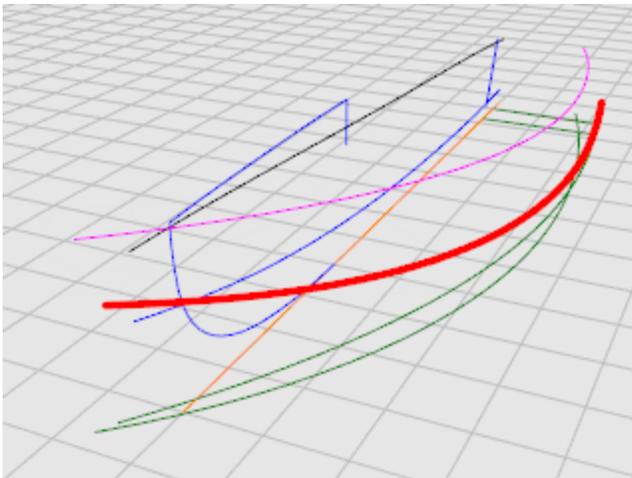
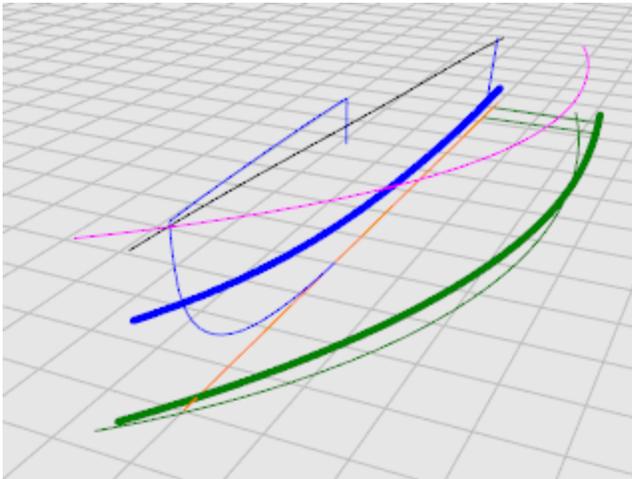


3. Starten Sie den Befehl **Kurve2Ansichten**.  
Die dreidimensionale Darstellung dieser Kurve wird erzeugt.



4. Wenn Sie mit der erzeugten Kurve zufrieden sind, löschen oder **verstecken** Sie die zweidimensionalen Darstellungen.

5. Wiederholen Sie den Befehl **Kurve2Ansichten** für die Kimm-Kurve.



## Überprüfen der Kurven

Damit das Loft-Verfahren auf der Bodentafel funktioniert, darf es nicht auf einen Punkt gerichtet sein. Die geloftete Form muss rechteckig sein. Zu diesem Zweck werden die Kurven über die Mittellinie ausgedehnt. Die Kurven können zu einer rechteckigen Fläche geloftet werden, die dann zurückgetrimmt werden kann. Die Kurven im Modell der Victory wurden bereits ausgedehnt, mit Ausnahme der Mittellinienkurve des Bodens.



### Kopieren der Mittellinienkurve

Mithilfe einer Kopie der Mittellinie kann eine neue verlängerte Kurve zum Loften des Rumpfbodens erzeugt werden.

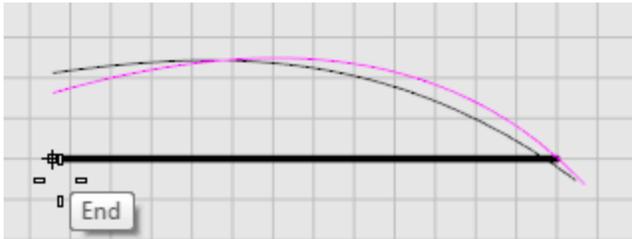
1. **Kopieren** Sie die Mittellinie mit der Option **AmOrt**.
2. **Verbergen** Sie die Mittellinie.



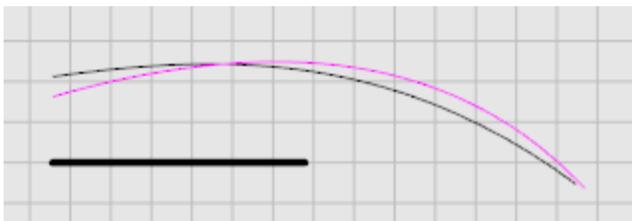
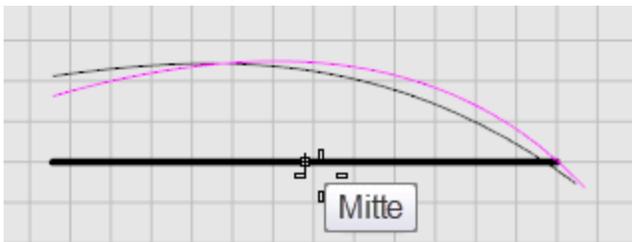
### Verkürzen der Mittellinie

1. Wählen Sie die Mittellinie aus.
2. Starten Sie den Befehl **KurveKürzen**.

3. Klicken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Kurvenanfang** mit aktiviertem Objektfang **End** auf das hintere Ende der Mittellinie (achtern).

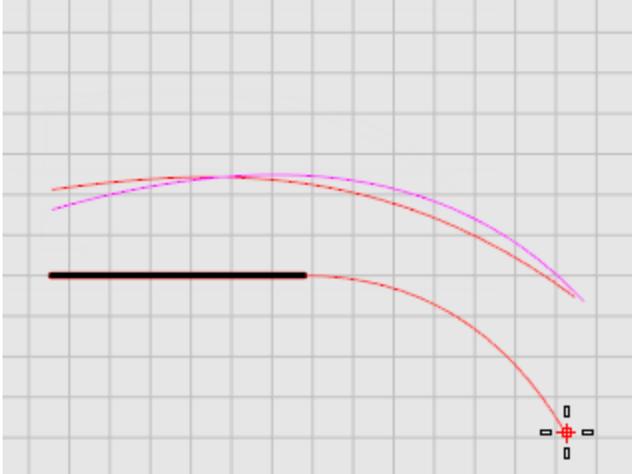


4. Klicken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Kurvenende...** mit aktiviertem Objektfang **Mitte** auf den Mittelpunkt der Kurve.

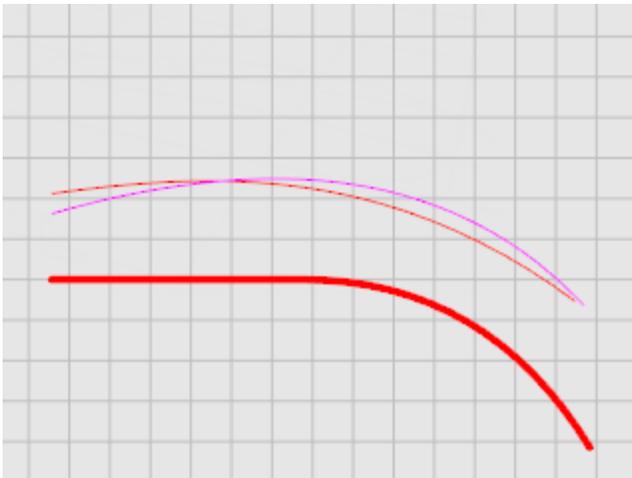


### Verlängern der Mittellinie

1. Führen Sie den Befehl **Verlängern** aus und drücken Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Begrenzungsobjekte auswählen...** die **Eingabetaste** zum **dynamischen Verlängern**.
2. Setzen Sie bei der Eingabeaufforderung **Zu verlängernde Kurve auswählen...** den **Typ** auf **WeicherÜbergang** und wählen Sie die Mittellinie in der Nähe des vorderen Endes aus.
3. Ziehen Sie die Kurve dabei so, dass sie sauber an die Kurven von Kimm und Decksprung in der planen Ansicht ausgerichtet ist, wie in der Abbildung angezeigt.



Dadurch wird eine neue Bodenkurve erzeugt, die zum Loften der Fläche benutzt wird.



4. Aktivieren Sie zum Überprüfen der Kurve die Kontrollpunkte (**F10**).



## Rumpfflächen loften

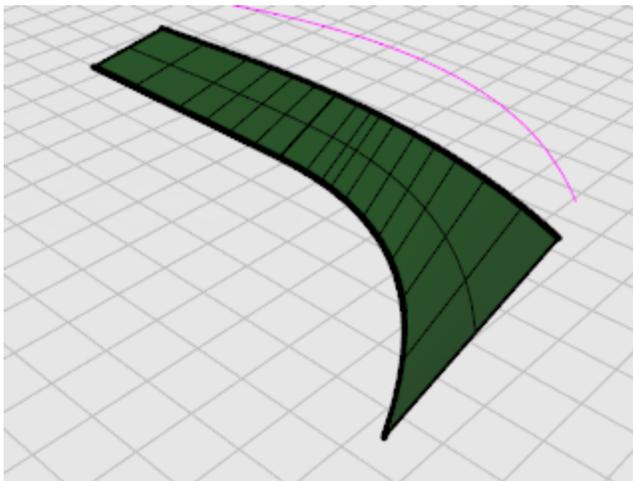
Nach dem Anlegen von Kantenkurven für die Seite und den Boden werden aus diesen Kurven geloftete Flächen erzeugt. Beginnen Sie mit dem Lofting der Bodenfläche. Wenn Sie dies abgeschlossen haben, verwenden Sie die Oberkante als Kurve zum Lofting der Seite.

Zum Lofting des Bodens wählen Sie die zwei Kanten (Kimm und Mittellinien) aus und verwenden Sie den Befehl **Loft**. Vergewissern Sie sich, dass Sie dabei die im vorausgegangenen Schritt erzeugte Mittellinie verwenden.



### Loft von Kimme und Mittellinie

1. **Wählen** Sie Kimme und Mittellinie aus.
2. Starten Sie den Befehl **Loft**.
3. Im Dialogfenster **Loftoptionen**, unter **Optionen der Querschnittskurven**, wählen Sie **Neuaufbauen mit** und stellen Sie die Kontrollpunktzahl auf **15** ein, dann klicken Sie auf **OK**.



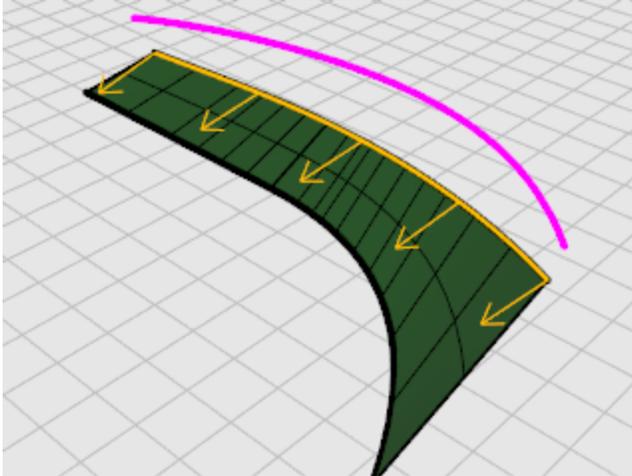
### Loft von Seite und Unterseite

1. **Wählen** Sie die Flächenkante und die Decksprungkurve aus.

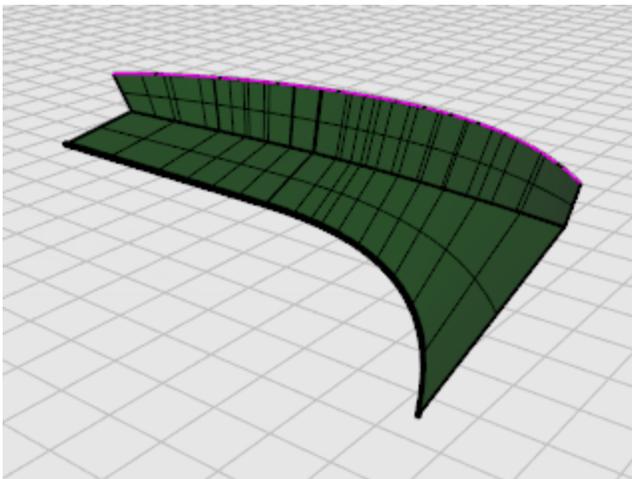


**Tipp:** Halten Sie **cmd** ⌘ + **Umschalt** zur Auswahl der oberen Kante der Loftfläche gedrückt.

2. Wiederholen Sie den Befehl **Loft** für das Seitenpaneel.



3. Im Dialogfenster **Loftoptionen**, unter **Optionen der Querschnittskurven**, wählen Sie **Neuaufbauen mit** und stellen Sie die Kontrollpunktzahl auf **15** ein, dann klicken Sie auf **OK**.



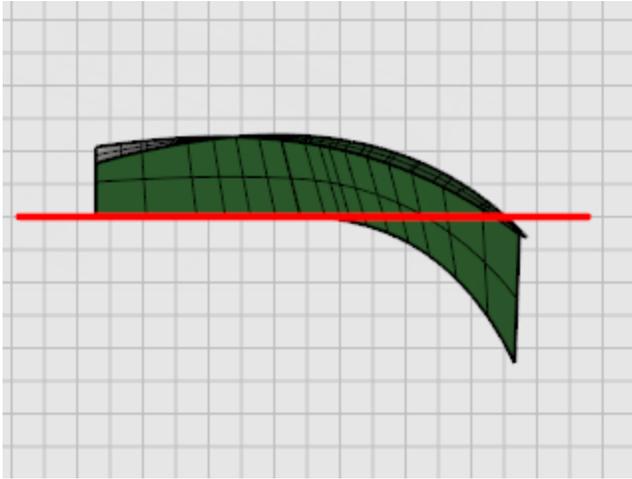
## Bug und Boden trimmen

Nach erfolgreicher Herstellung von Seiten- und Bodenflächen legen Sie in anderthalb Zoll Abstand von der Mittellinie eine Heckrundung an und trimmen beide Flächen auf diese Rundung. Dazu zeichnen Sie im Ansichtsfenster **Drauf** eine Linie länger als der Rumpf und eineinhalb Zoll rechts von der Mittellinie.

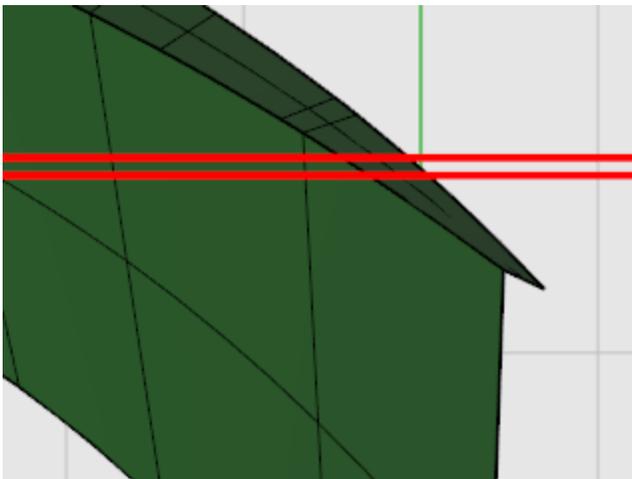


### Zeichnung einer Trimmlinie

1. Zeichnen Sie im Ansichtsfenster **Drauf** eine **Linie** entlang der Mittellinie (x-Achse), die länger als der Rumpf sein muss.



2. Im Ansichtsfenster **Drauf** versetzen Sie die Linie 1/2 Zoll in Richtung Rumpfflächen.

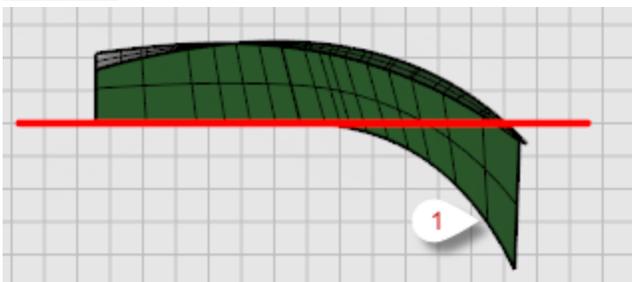


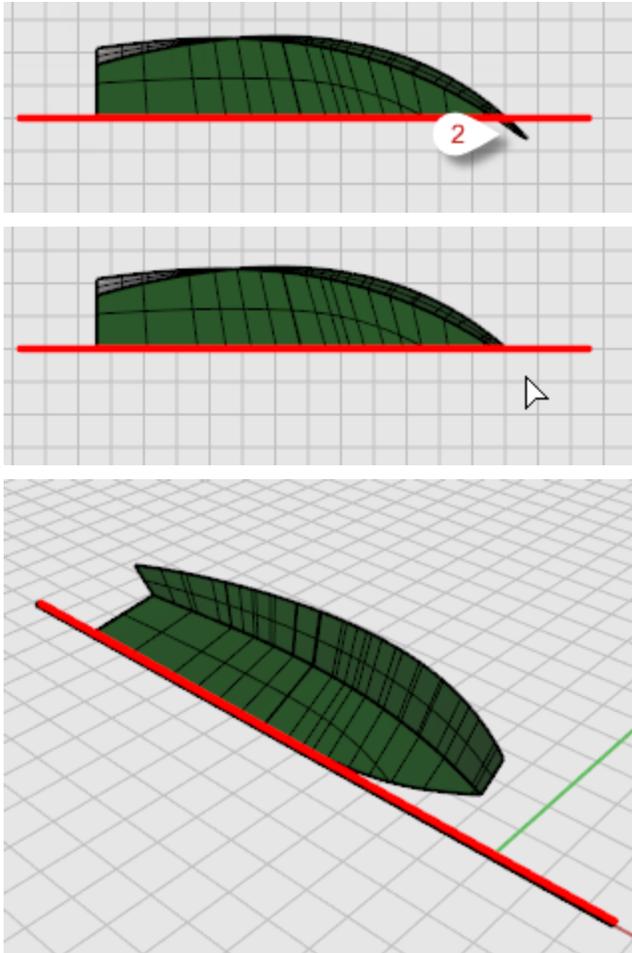
Damit wird eine Kurve erzeugt, die im nächsten Schritt verwendet wird. Wir benötigen eine kleine Lücke zwischen den beiden Hälften für den Kiel.



### Seite und Boden auf Trimmlinie trimmen

- ▶ Nutzen Sie die **Versatzkurve**, um die Unterseite (1) und die Seite (2) wie in der Darstellung zu **trimmen**.





## Den Heckspiegel erzeugen

Wie alle Flächen in diesem Tutorial wird auch der Heckspiegel mit einer Fläche angelegt, die größer als die endgültige Fläche ist und die auf den Rumpf getrimmt wird.

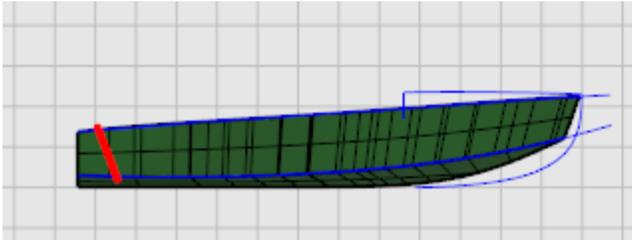
Um sicher zu gehen, dass die Fläche groß genug zum Trimmen ist, **verlängern** Sie die Mittellinie des Heckspiegels sowohl oberhalb des Decksprungs wie unterhalb der Mittellinie um ca. einen halben Meter (ein bis zwei Fuß). **Trimmen** Sie die Rumpfflächen mit der Mittellinie des Heckspiegels.



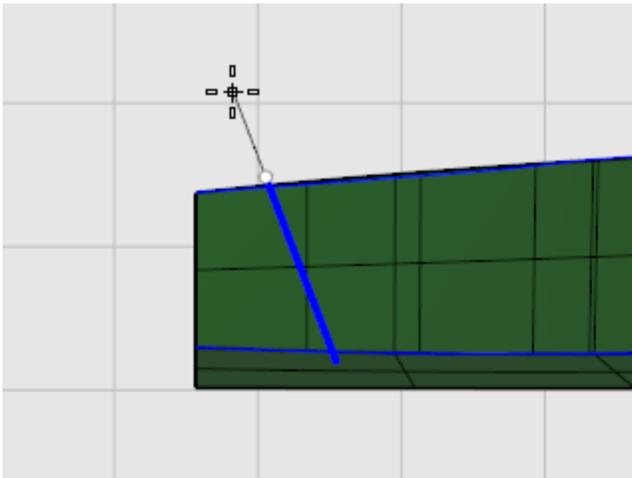
### Verlängern der Mittellinie

1. Aktivieren Sie die Ebene **Profil** und führen Sie den Befehl **Verlängern** aus.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Begrenzungsobjekte auswählen oder Länge der Verlängerung eingeben. Eingabetaste für dynamisches Verlängern drücken** drücken Sie die **Eingabetaste**.

3. Setzen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Zu verlängernde Kurve auswählen...** im Ansichtsfenster **Front** den **Typ** auf **Natürlich** und wählen Sie einen Punkt nahe der Spitze der Heckspiegelmittellinie aus.

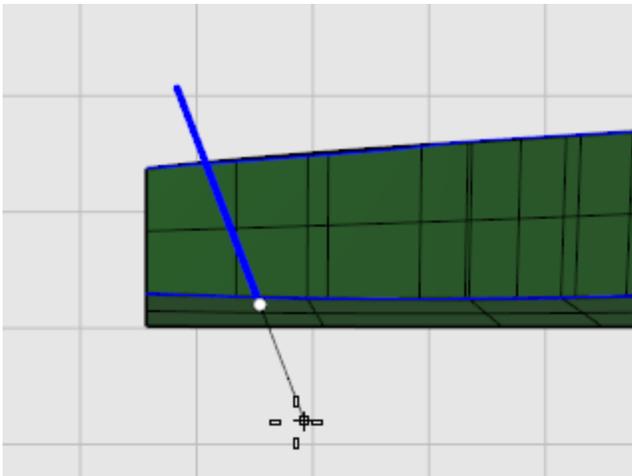


4. Bei der Eingabeaufforderung **Verlängerungsende** wählen Sie einen Punkt über der aktuellen Spitze der Heckspiegelmittellinie aus.



5. Bei der nächsten Eingabeaufforderung **Zu verlängernde Kurve auswählen...** klicken Sie in die Nähe der Unterseite der Heckspiegelmittellinie.

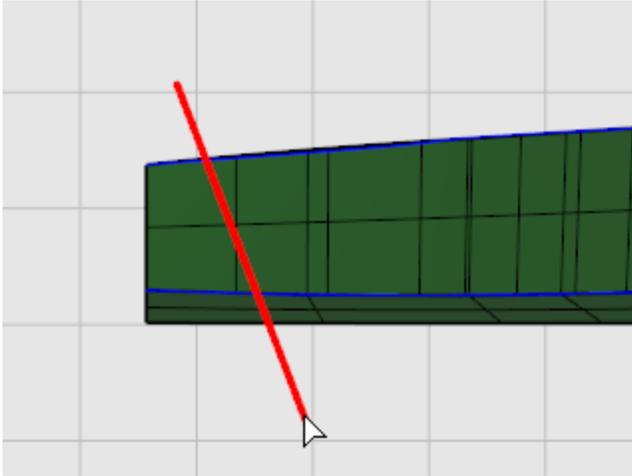
6. Bei der Eingabeaufforderung **Verlängerungsende** wählen Sie einen Punkt aus, der unter der aktuellen Unterseite der Heckspiegelmittellinie liegt, und drücken Sie die **Eingabetaste**.





## Trimmen und Verbinden der Schiffskörperflächen

1. **Wählen** Sie die Heckspiegelmittellinie aus.



2. Starten Sie den Befehl **Trimmen**.
3. Stellen Sie **OffensichtlicheSchnittpunkteVerwenden=Ja** ein.
4. Wählen Sie im Ansichtsfenster **Front**, bei der Eingabeaufforderung **Objekt zum Trimmen auswählen...**, die achterschiffs liegenden Rumpfseiten- und -bodenflächen der Heckspiegelmittellinie aus.



5. **Verbinden** Sie Seite und Unterseite des Rumpfs.

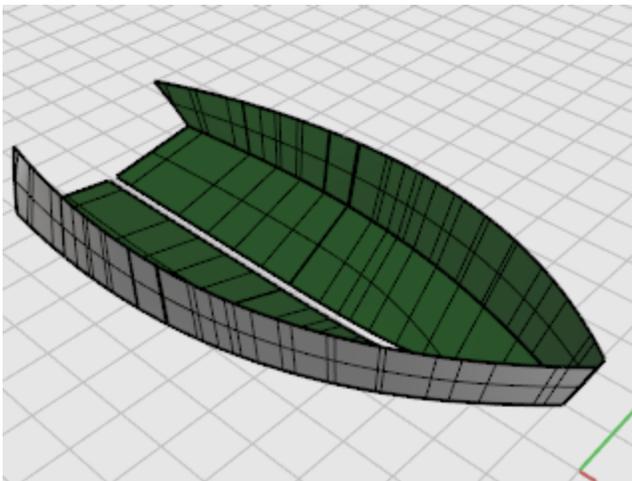
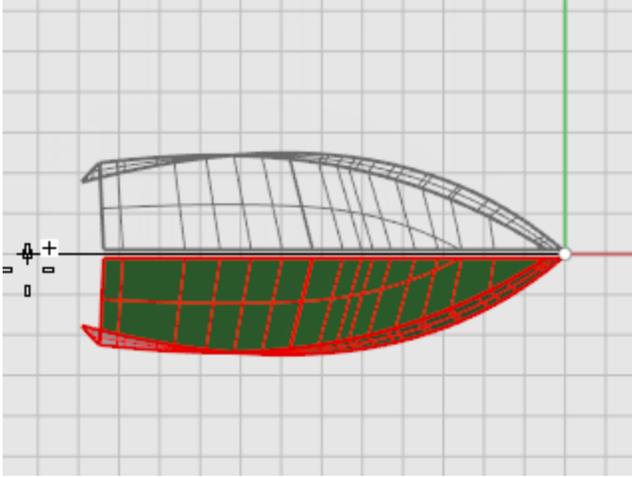


## Spiegeln der Rumpfflächen

Im Ansichtsfenster **Rechts** oder **Drauf** **spiegeln** Sie die beiden Rumpfflächen über die Mittellinie. Verwenden Sie den Befehl **FlächeAusKanten**, um die Flächen zwischen den beiden Rumpfflächen zu erzeugen.

1. **Wählen** Sie die zwei Rumpfflächen aus.
2. Starten Sie den Befehl **Spiegeln**.
3. Geben Sie im Ansichtsfenster **Drauf**, bei der Eingabeaufforderung **Anfang der Spiegelebene... 0** ein, und drücken Sie die **Eingabetaste**.

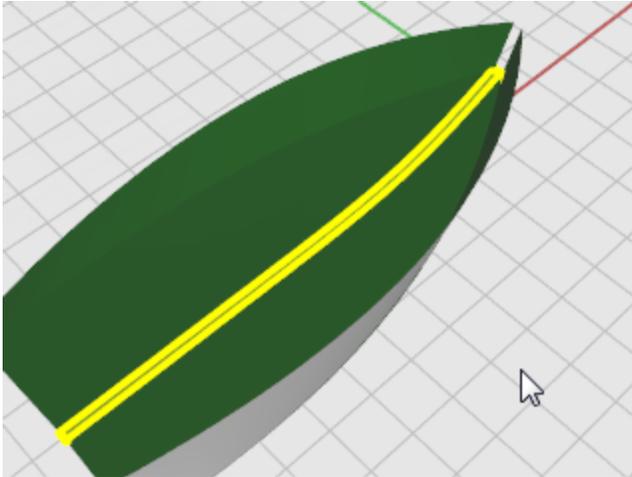
4. Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Spiegelebene**, mit aktiviertem **Ortho**, ziehen Sie die Spiegelebene entlang der x-Achse.



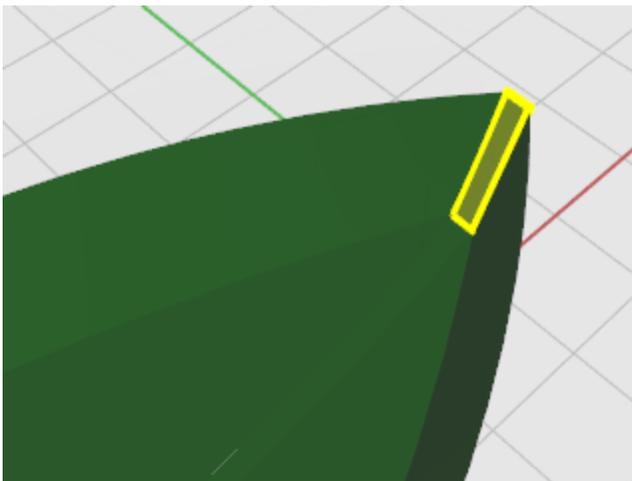


### Die Kiel-Fläche erzeugen

1. Starten Sie den Befehl **FlächeAusKanten**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **2, 3 oder 4 Kurven auswählen** wählen Sie die zwei inneren Kanten des Rumpfbodens entlang dem Kiel aus.



3. Wiederholen Sie den Befehl **FlächeAusKanten**.
4. Bei der Eingabeaufforderung **2, 3 oder 4 Kurven auswählen** wählen Sie die zwei inneren Kanten der Rumpfsseiten entlang dem Kiel am Bug aus.



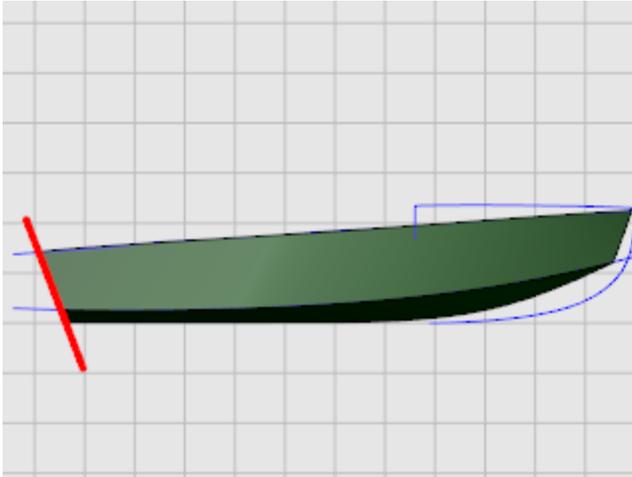
**Tipp:** Die Reihenfolge, in der Sie die Flächenkanten auswählen, bestimmt, in welche Richtung die Kielfläche ausgerichtet sein wird.



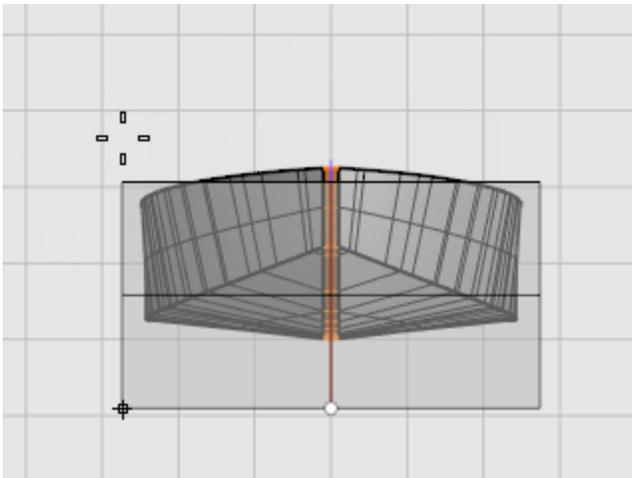
### Extrudieren der Fläche

Zum Erzeugen der Heckspiegelfläche **extrudieren** Sie die Heckspiegel-Mittellinie.

1. Im Ansichtsfenster **Front** wählen Sie die verlängerte Heckspiegel-Mittellinie aus.



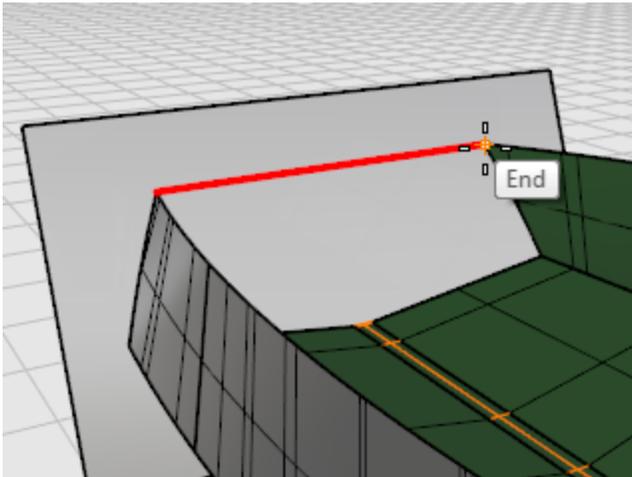
2. Starten Sie den Befehl **KurveExtrudieren**.
3. Stellen Sie für den **Extrusionsabstand** die Option **BeideSeiten=Ja** ein.
4. Ziehen Sie die Verlängerung im Ansichtsfenster **Perspektive, Drauf** oder **Rechts** über die Rumpfflächen hinaus.



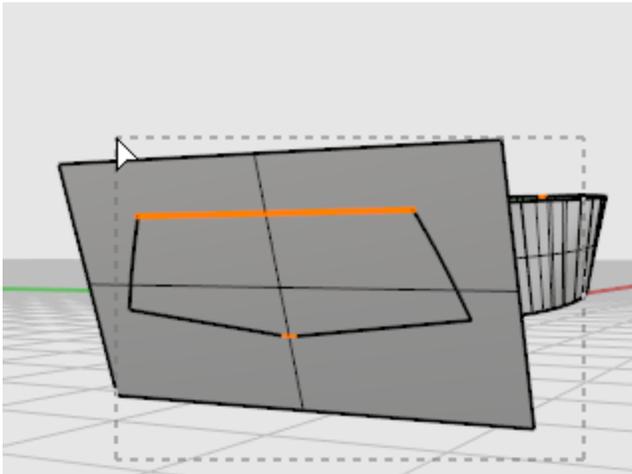
### Trimmen des Heckspiegels

Trimmen Sie die Heckspiegel-Fläche mit dem Rumpf und einer Linie von den Rumpfkanten.

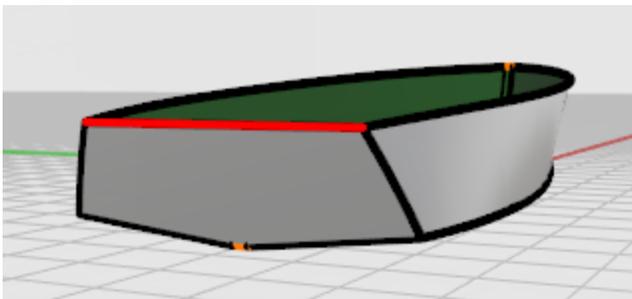
1. Ziehen Sie eine Linie zwischen den beiden oberen Achtern-Rumpfkanten.
2. Starten Sie den Befehl **Trimmen**.



3. Bei der Eingabeaufforderung **Trimmobjekte auswählen** wählen Sie alle Rumpfflächen aus, einschließlich Kielfläche und der Linie an der Spitze des Rumpfs, und drücken Sie die **Eingabetaste**.



4. Wählen Sie bei Anzeige der Eingabeaufforderung **Objekt zum Trimmen auswählen...** die Heckspiegelfläche außerhalb der Rumpflinien und Flächen aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



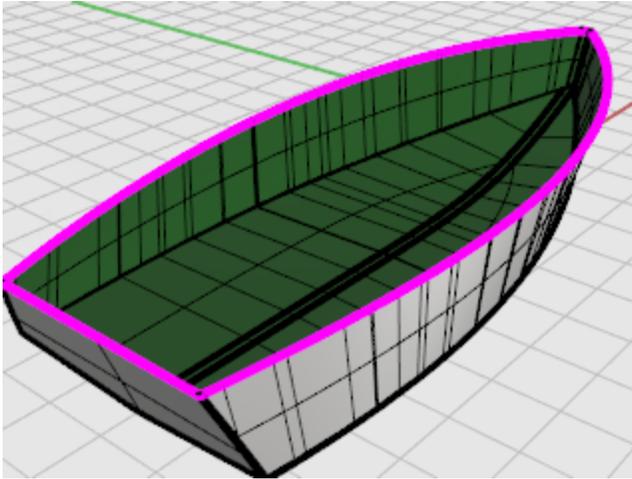
Der Heckspiegel ist jetzt fertig.

## Überprüfen auf Fehler

1. **Verbinden** Sie alle Flächen.
2. Verwenden Sie den Befehl **KantenAnzeigen**, um zu überprüfen, dass die Verbindung erfolgreich war.

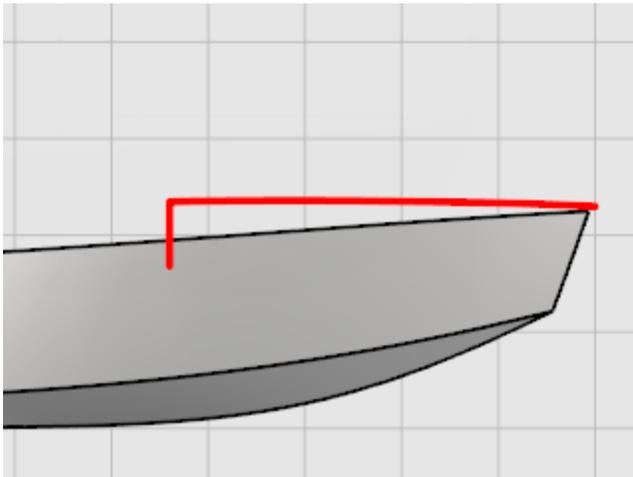
Zeigen Sie die *offenen* Kanten an. Offene Kanten sind Flächenkanten, die nicht mit einer anderen Fläche verbunden sind. In diesem Fall dürfen offene Kanten nur um die Außenseite der Rumpfflächen liegen – die Kanten zwischen den Flächen müssen alle verbunden sein.

Wenn die Flächen erstellt, die Kanten verbunden und keine unverbundenen Kanten mehr da sind, schauen Sie sich die Fläche mit den Werkzeugen zur Krümmungsanalyse an.



## Deck hinzufügen

Als letzter Schritt wird die Deckfläche erzeugt. In den Profillinien beschreiben zwei Kurven die Silhouette der Deckkurve. Wir werden diese Kurve verwenden, um das Deck zu erzeugen.



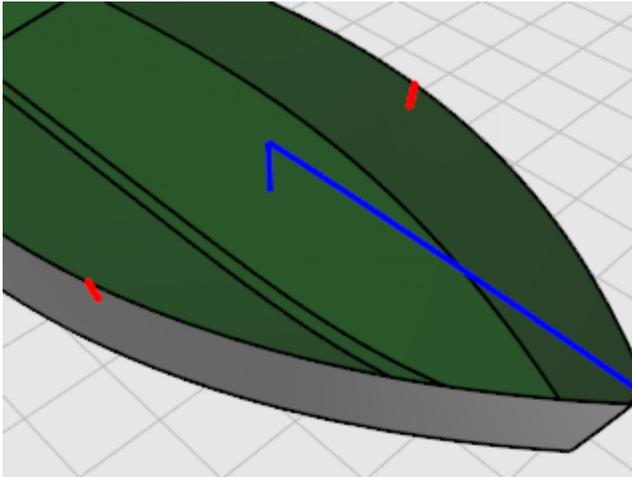
Verwenden Sie den Befehl **Projektion**, um die vertikale Linie auf die Rumpfseite zu projizieren. Diese Linie dient als Markierung für das Kurvenende. Zeichnen Sie im Ansichtsfenster **Front** eine Kurve vom Ende der Deckmittellinie zum Ende der auf die eine Rumpfseite projizierten Kurve. Verwenden Sie den **Planar**-Modus, um die Kurve planar zu halten. Platzieren Sie die ersten drei Kontrollpunkte mit **Ortho**, damit sie an der Mitte entlang liegen.



### Die vertikale Deckkante auf den Rumpf projizieren

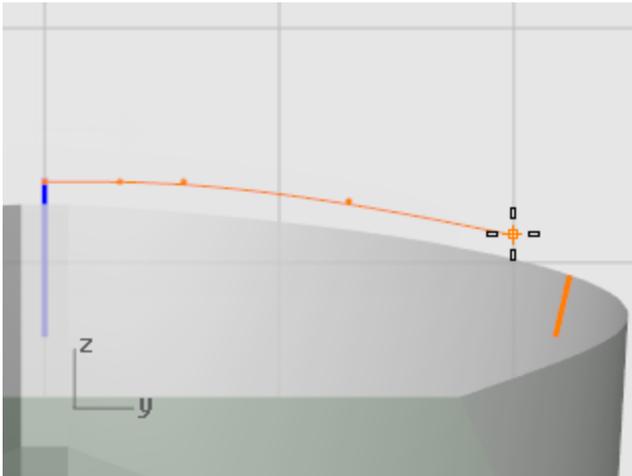
1. **Wählen** Sie den Rumpf und die vertikale Linie aus.
2. Im Ansichtsfenster **Front** verwenden Sie den Befehl **Projektion**, um die Kurve auf den Rumpf zu projizieren.

Die Projektion der Kurve erfolgt zu beiden Seiten des Rumpfs, so dass Sie die Querschnittskurve beliebig auf eine der beiden Seiten zeichnen können.



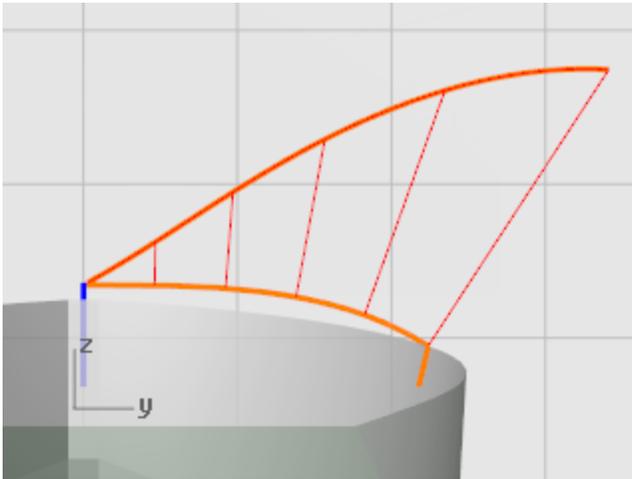
### Die Querschnittskurve zeichnen

1. Klicken Sie auf das Feld **Planar** in der Statuszeile, um den **Planar**-Modus zu aktivieren.
2. Im Ansichtsfenster **Rechts** verwenden Sie den Befehl **Kurve**, um von der Spitze der Deckmittellinie bis zur Spitze der auf den Rumpf projizierten Kurve eine Kurve aus Kontrollpunkten zu zeichnen. Verwenden Sie **Ortho**, um die ersten drei Kontrollpunkte in einer gerade Linie anzulegen.



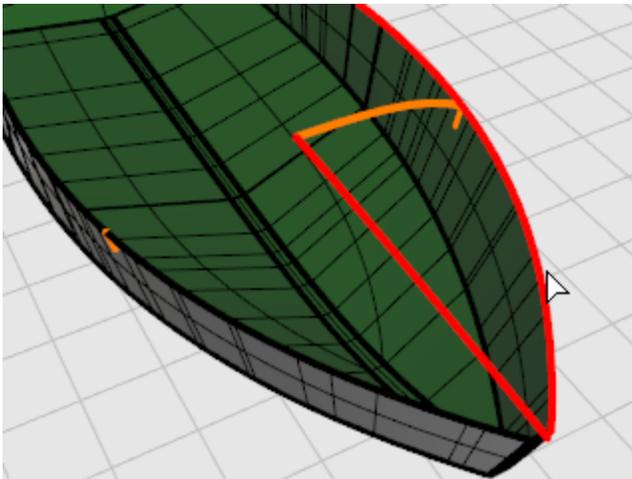
Platzieren Sie mit dem Objektfang **Ende** den letzten Punkt an die Spitze der auf den Rumpf projizierten Kurve.

3. Verwenden Sie den Befehl **KrümmungsAnzeige**, um die Kurve zu überprüfen.

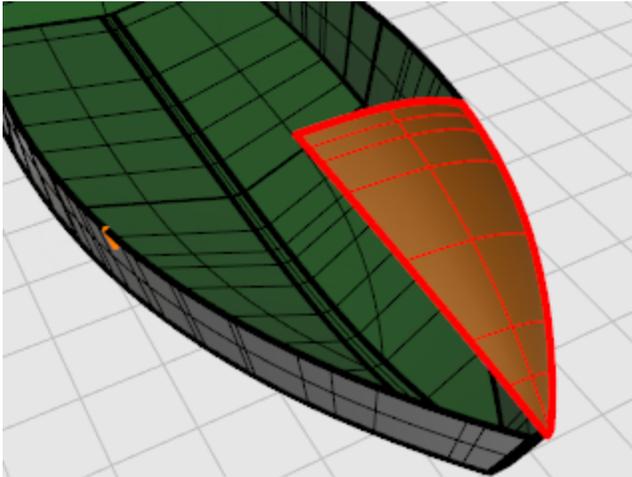


### Die Deckfläche erzeugen

1. Verwenden Sie den Befehl **Aufziehen2Leitkurven** um die Deckfläche zu erzeugen.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Leitkurven auswählen** wählen Sie die Mittellinienkurve und Rumpfkante aus.

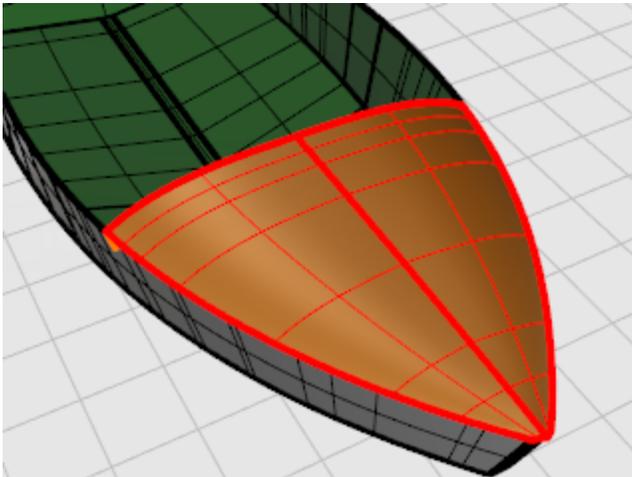


- Bei der Eingabeaufforderung **Querschnittskurven auswählen...** wählen Sie die Querschnittskurve aus, die Sie aus der Deckmittellinie bis zur projizierten Kurve auf dem Rumpf erzeugt haben, dann drücken Sie die **Eingabetaste**.



### Spiegeln des Decks

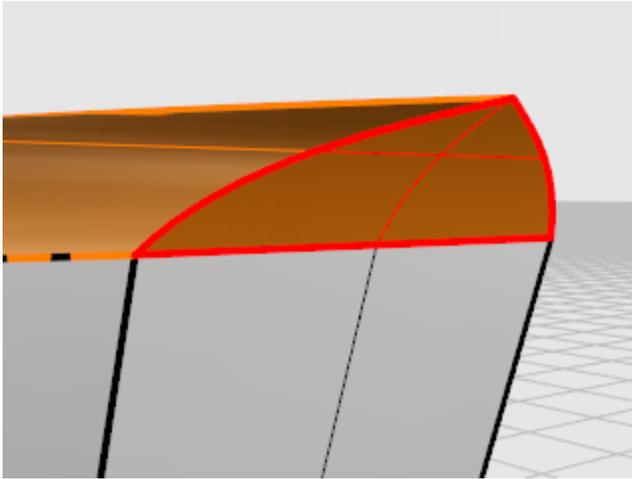
- Verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, um die Deckfläche auf die andere Seite zu kopieren. Geben Sie bei der Eingabeaufforderung **Anfang der Spiegelebene...** im Ansichtsfenster **Drauf** den Wert **0** ein, dann drücken Sie die **Eingabetaste**.
- Bei der Eingabeaufforderung **Ende der Spiegelebene...**, im Ansichtsfenster **Drauf**, ziehen Sie die Spiegelebene mit **Ortho**.





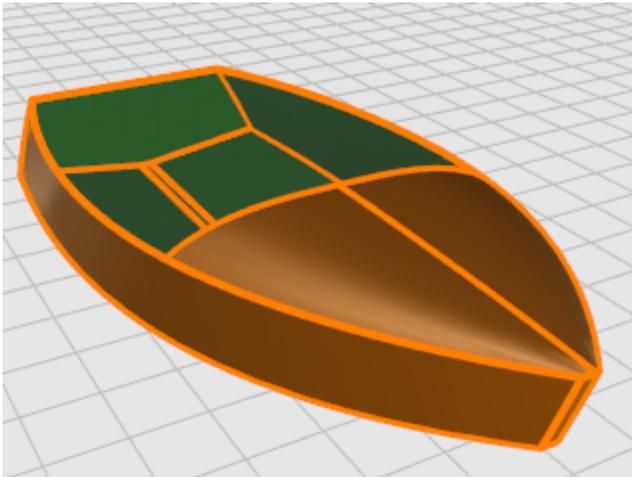
### Die fehlende Fläche füllen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **FlächeAusKanten**, um die kleine Dreiecksfläche an der Spitze des Bugs zu erzeugen.



### Die verschiedenen Teile verbinden

- ▶ **Wählen** Sie alle Flächen aus und verwenden Sie den Befehl **Verbinden**, um einen Flächenverband zu erzeugen.





## Kapitel 18: Libelle - Bilder nachzeichnen

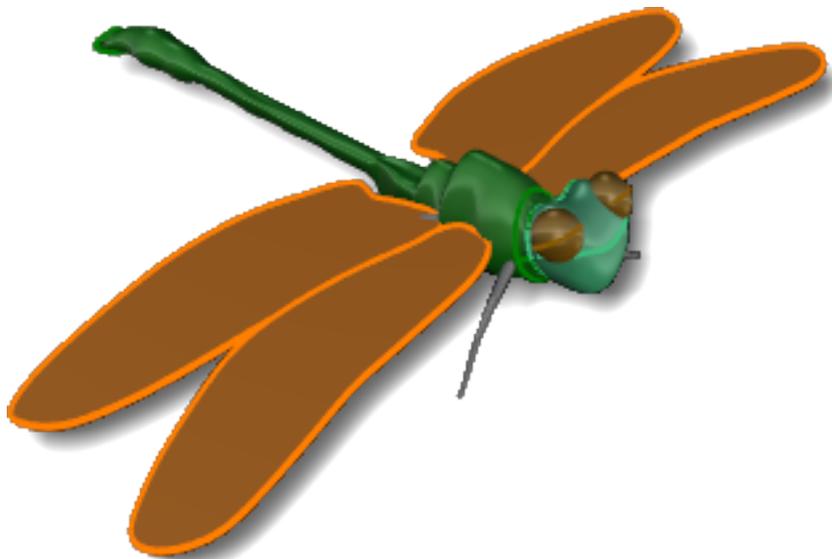
Dieses Tutorial beschreibt die Modellierung eines Objekts anhand von Fotos als Referenzmaterial.

Sie werden folgendes lernen:

- Ein Bild nachzuziehen, um Profilkurven zu erzeugen.
- Querschnittskurven zum Loften der Profile zu erzeugen.
- Kontrollpunkte zu bearbeiten, um eine Flächenform zu ändern.



*Anfängliche Bilder.*



*Fertiges Modell.*



**Anmerkung:** Bei der Drauf- und Seitenansicht handelt es sich um Fotos von zwei verschiedenen Exemplaren dieser Libelle. In der Seitenansicht ist die Libelle mit zusammengefalteten Flügeln abgebildet. Die Seitenansicht werden wir nur zur Zeichnung der Seitenansichtskurven des Körpers verwenden.

### Den Körper zeichnen

Da die Libelle in der Draufsicht symmetrisch ist und das Modell keine wissenschaftliche Darstellung werden soll, ziehen Sie eine Seite der Libelle nach und spiegeln Sie dann die Kurve auf die andere Seite. Für die Seitenansicht müssen Sie zwei Kurven zeichnen, da das Profil nicht symmetrisch ist. Danach werden die Querschnittskurven geloftet, um den Körper zu bilden. Der Kopf wird separat erzeugt.

Schwanz und Körper werden aus einem Stück gemacht. Der Schwanz besteht eigentlich aus verschiedenen beweglichen Segmenten. Wenn Sie eine Animation oder ein Modell zu wissenschaftlichen Zwecken erstellen würden, würden Sie die Libelle mit Sicherheit in kleinere Flächen unterteilen.



### Mit dem Modell beginnen

1. Beginnen Sie ein **neues** Modell.
2. Im Dialogfenster **Vorladefile öffnen** wählen Sie **Kleine Objekte - Millimeter.3dm** aus und klicken Sie auf **Öffnen**.



### Referenzlinie zeichnen

- ▶ Verwenden Sie im Ansichtsfenster **Drauf** den Befehl **Linie**, um eine **50 Millimeter** lange Referenzlinie beginnend bei **0,0,0** zu zeichnen.



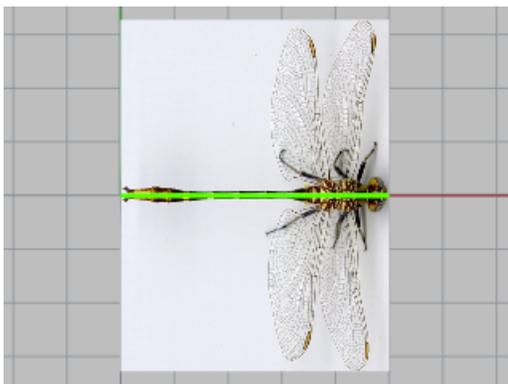
### Das Bild der Ansicht Drauf platzieren

1. Führen Sie den Befehl **BildRahmen** aus.  
Im Ordner mit den **Tutorial-Modellen** befinden sich auch die für diese Übung nötigen Bilder.
2. Suchen Sie die Bilddatei **DragonFly Top.jpg** und platzieren Sie das Bild im Ansichtsfenster **Drauf**.  
Verwenden Sie die Referenzlinie, um die Länge des Bildes zu definieren.



### Das Bild an den richtigen Standort verschieben

- ▶ Verwenden Sie die Objektfänge, um das Bild vom Mittelpunkt auf der linken Seite (**Mittelpunkt**) zum Konstruktionsebenenursprung bei **0,0,0** zu **verschieben**.



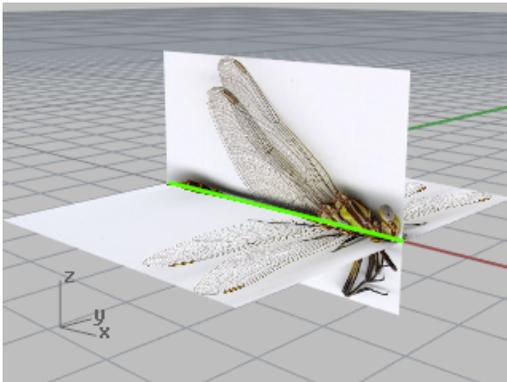
### Das Bild der Seitenansicht platzieren

1. Führen Sie den Befehl **BildRahmen** aus.  
Im Ordner mit den **Tutorial-Modellen**, den Sie mit dem **Benutzerhandbuch** runtergeladen haben, befinden sich die für diese Übung nötigen Bilder.

2. Suchen Sie die Bilddatei **DragonFly Side.jpg** und platzieren Sie das Bild im Ansichtsfenster **Front**. Verwenden Sie die Referenzlinie, um die Länge des Bildes zu definieren.



3. Anhand **Ortho ziehen** Sie das Bild im Ansichtsfenster **Front** nach unten, bis die Referenzlinie mit der Mitte des Libellenkörpers übereinstimmt.



### Die Ansicht vorbereiten

- ▶ **Blenden** Sie den Bildrahmen der Seitenansicht aus.



### Zeichnen der Entwurfskurve

- ▶ Im Ansichtsfenster **Drauf** verwenden Sie den Befehl **Kurve**, um einen Entwurf der oberen Hälfte des Libellenkörpers zu zeichnen. Verwenden Sie so viele Kontrollpunkte wie nötig.

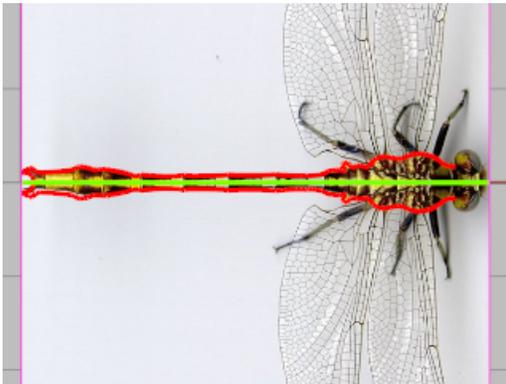
Zeichnen Sie nur bis zum Hals. Sie werden den Kopf mit einer anderen Methode erzeugen.



### Die Kurve spiegeln

- ▶ Im Ansichtsfenster **Drauf** verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, um die Kurve um die Referenzlinie zu kopieren.

Auf dem Foto erkennt man, dass beide Seiten der Libelle nicht symmetrisch sind. Dies ist aber für unsere Übung nicht wichtig. Sie können den gewünschten Genauigkeitsgrad auswählen.



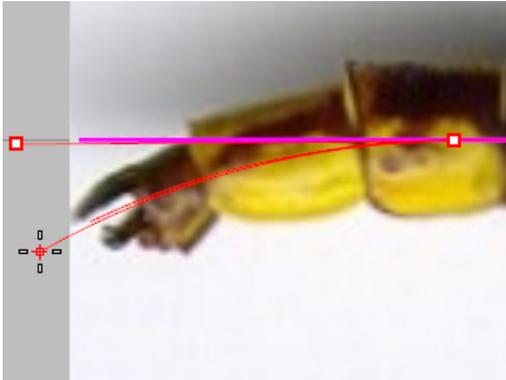
### Das Bild der Seitenansicht anzeigen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Anzeigen**, um das Bildrahmenobjekt der Seitenansicht anzuzeigen.



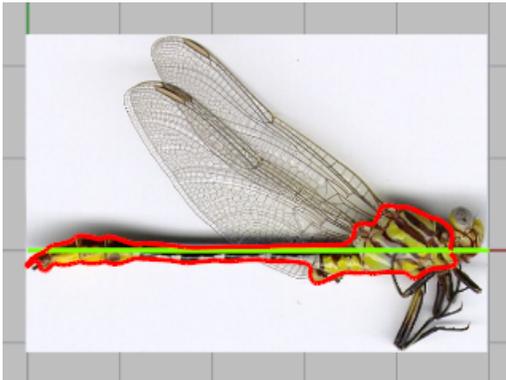
### Die Kurve biegen

- ▶ Im Ansichtsfenster **Front** verwenden Sie den Befehl **Biegen**, um die Kurven am Schwanz nach unten zu biegen, damit die Biegung in der Körperkurve in dieser Ansicht angepasst wird.



### Den Körper in der Seitenansicht nachzeichnen

- ▶ Im Ansichtsfenster **Front** verwenden Sie den Befehl **Kurve**, um den Körperumriss anhand von zwei Kurven, eine oberhalb der Referenzlinie und die andere unterhalb der Referenzlinie, nachzuzeichnen. Maximieren Sie das Ansichtsfenster und vergrößern Sie es (Zoom). Wählen Sie so viele Punkte wie nötig, um die Kurven zu erzeugen. Verwenden Sie beim Runden eines Eckpunkts mehr Punkte und für einen geraden Abschnitt weniger.



### Die Ansicht vorbereiten

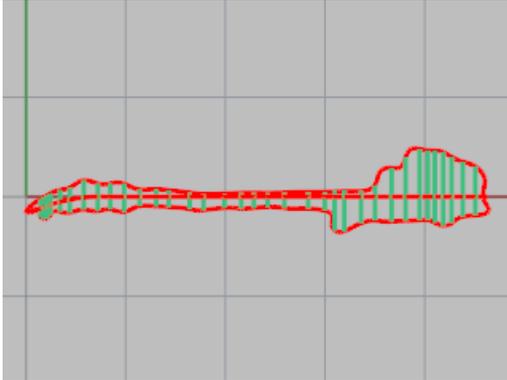
- ▶ **Blenden** Sie die Bildrahmenobjekte und die Referenzlinie aus.



### Die Körperfläche erzeugen

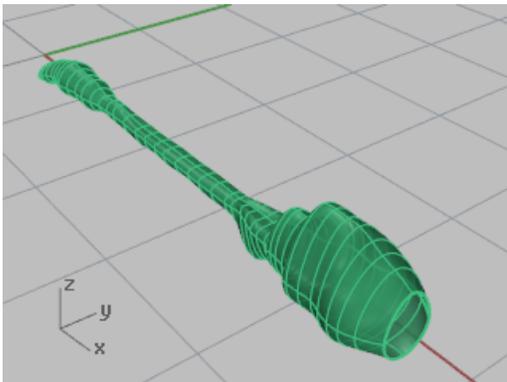
- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Querschnittskurven**, um Querschnittsprofile durch die oberen, unteren und seitlichen Kurven zu erzeugen.

Zeichnen Sie nur so viele Querschnittskurven wie zum Aufrechterhalten der Details erforderlich sind. Sie merken beim Loften im nächsten Schritt, ob Sie genug Kurven haben. Wenn Sie nicht genügend Kurven angelegt haben, um die Form in einem Bereich aufrechtzuerhalten, können Sie noch welche hinzufügen und die Fläche dann erneut loften.



### Den Körper loften

1. **Wählen** Sie die eben entworfenen Querschnittskurven aus.
2. Verwenden Sie den Befehl **Loft** zum Erzeugen einer Fläche durch die Querschnittsprofile.



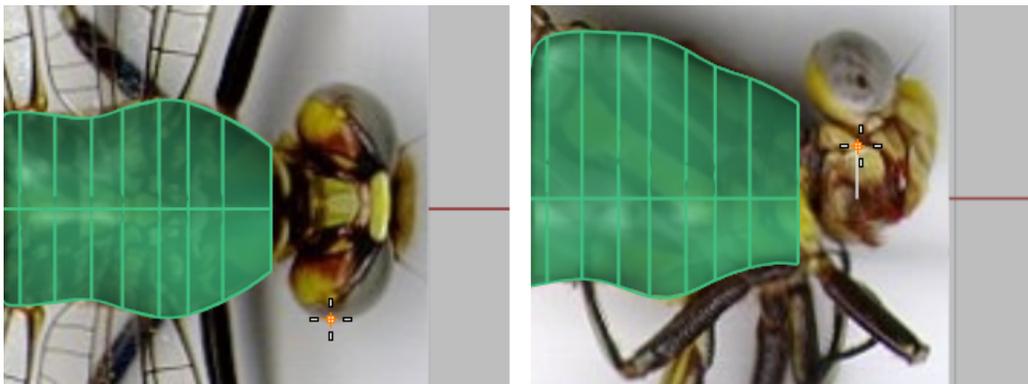
## Den Kopf zeichnen

Zeichnen Sie den Kopf mit einem Ellipsoid und verschieben Sie die Kontrollpunkte, um den Kopf zu verformen. Die Augen sind auch Ellipsoide. Der Hals ist eine Übergangsfläche.

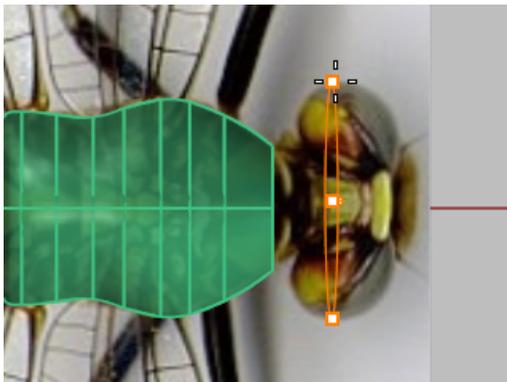


### Den Kopf zeichnen

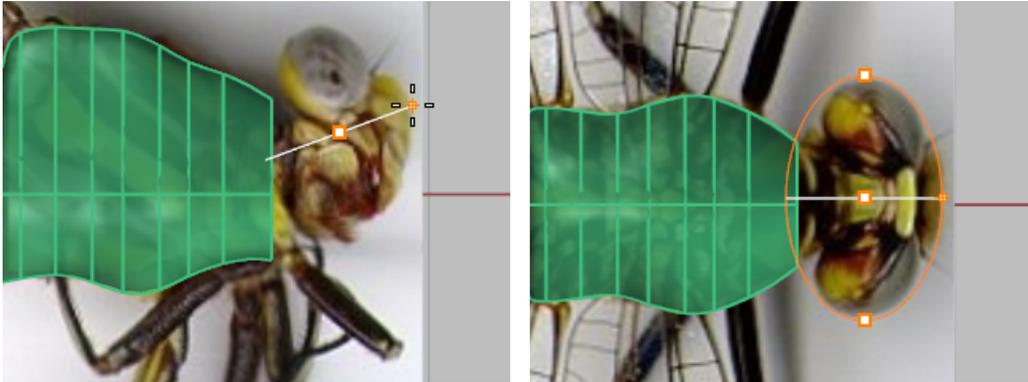
1. Verwenden Sie den Befehl **Ellipsoid** mit der Option **Durchmesser**, um das Ellipsoid im Ansichtsfenster **Front** zu starten.
2. Verwenden Sie den **Aufzugmodus**, um den ersten Punkt zu platzieren.  
Zur Wahl des **Startpunkts der ersten Achse** halten Sie **cmd** ⌘ gedrückt und klicken Sie im Ansichtsfenster **Drauf** in der Nähe des Kopfes.
3. Verschieben Sie im Ansichtsfenster **Front** den Cursor in der Seitenansicht in die Mitte des Kopfes und klicken Sie.



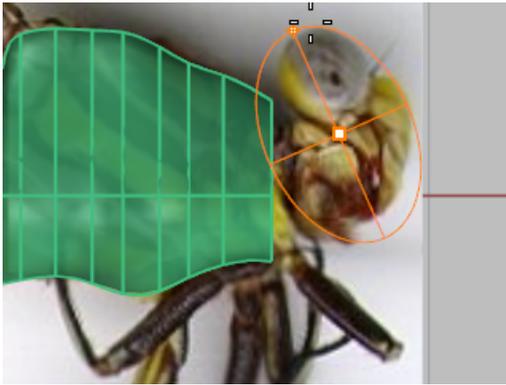
4. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der ersten Achse** aktivieren Sie **Ortho** im Ansichtsfenster **Drauf** und klicken Sie auf die andere Kopfseite.



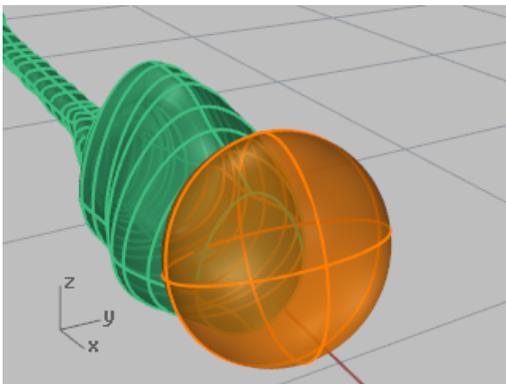
5. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der zweiten Achse** wählen Sie einen Punkt im Ansichtsfenster **Front**, um die Kopfgröße von vorn nach hinten zu definieren. Werfen Sie einen Blick auf die Vorschau im Ansichtsfenster **Drauf**, um die allgemeine Größe zu überprüfen.



6. Bei der Eingabeaufforderung **Endpunkt der dritten Achse** wählen Sie einen Punkt im Ansichtsfenster **Front** oben am Kopf aus.



 **Anmerkung:** Es ist wichtig, das Ellipsoid in dieser Reihenfolge und in diesen Ansichtsfestern zu zeichnen, damit sich die Pole des Ellipsoids für den folgenden Schritt am richtigen Standort befinden.

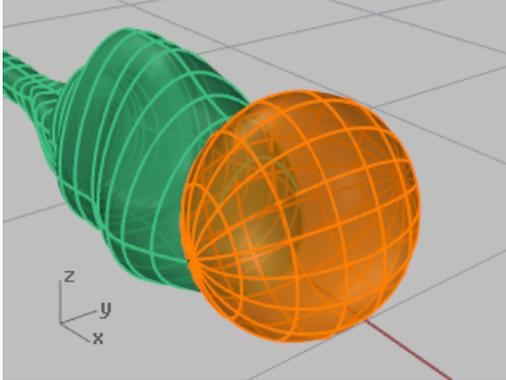




### Das Ellipsoid neuaufbauen

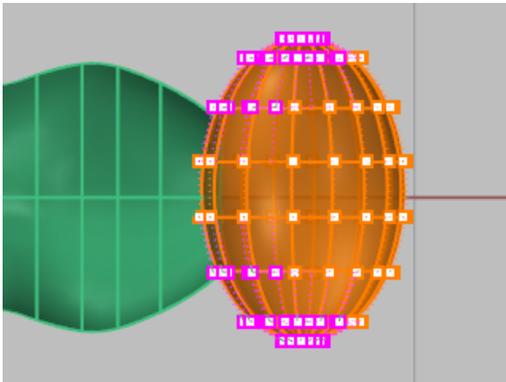
- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Neuaufbauen**, um dem Ellipsoid zusätzliche Kontrollpunkte hinzuzufügen.

Definieren Sie die Punktzahl mit **16** in die U-Richtung und **10** in die V-Richtung.

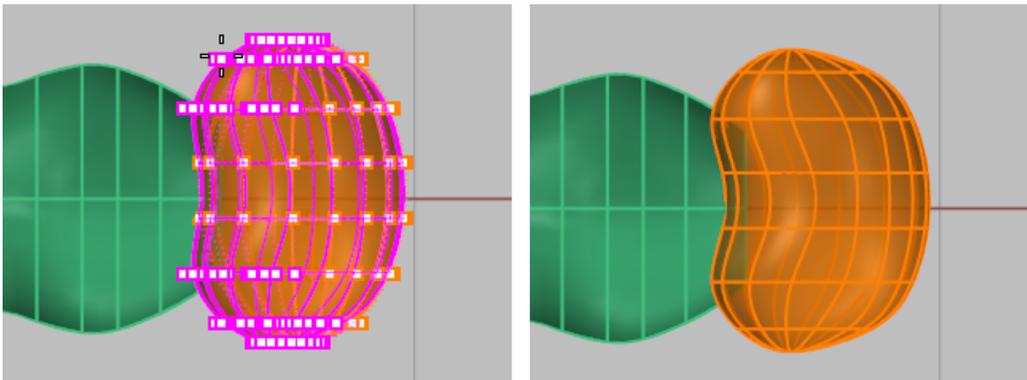


### Kontrollpunkte ziehen, um den Kopf zu formen

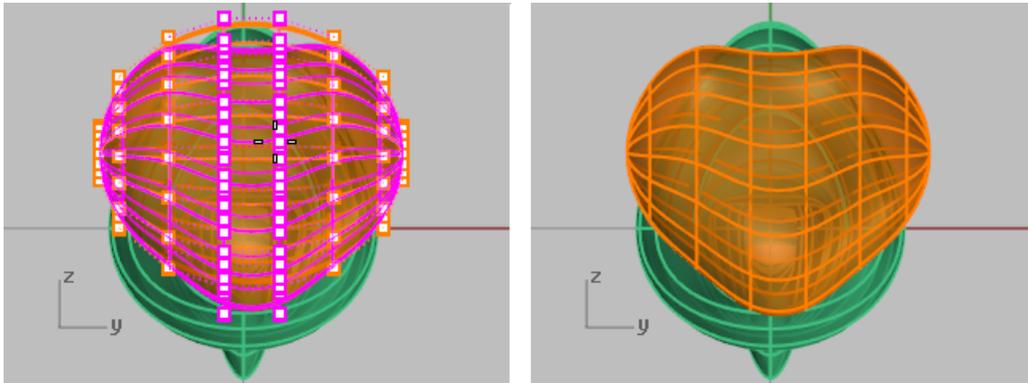
1. Verwenden Sie den Befehl **PunkteEin**, um die Kontrollpunkte für das Ellipsoid zu aktivieren.



2. Wählen Sie im Ansichtsfenster **Drauf** Punkte auf beiden Seiten des Ellipsoids aus und ziehen Sie sie zur Rückseite, um den Kopf zu verformen.



3. Ziehen Sie im Ansichtsfenster **Rechts** die mittleren zwei Punktreihen nach unten.



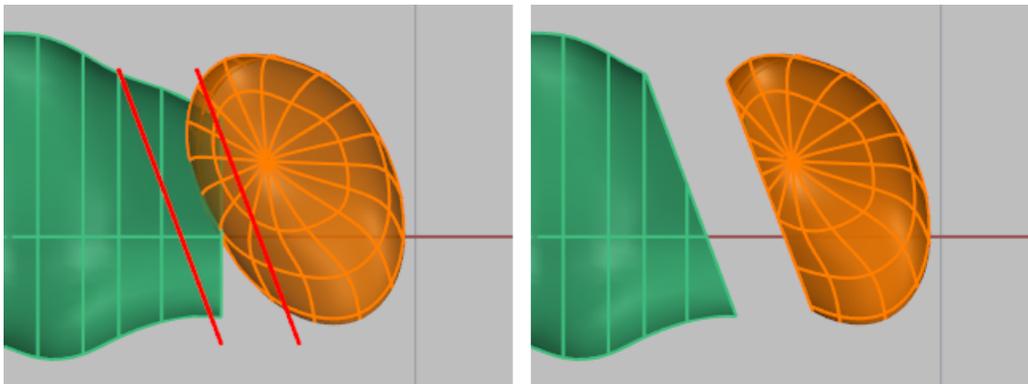
## Sauberer Übergang zwischen Kopf und Körper erzeugen

Der Hals ist eine Übergangsfläche zwischen Kopf und Körper. Zuerst müssen Sie die Kopfform trimmen, um eine Öffnung anzulegen.



### Den Hals trimmen

- Zeichnen Sie im Ansichtsfenster **Front** wie in der Abbildung dargestellt einige Linien und verwenden Sie den Befehl **Trimmen**, um Kopf- und Körperformen mit den Linien zu trimmen.

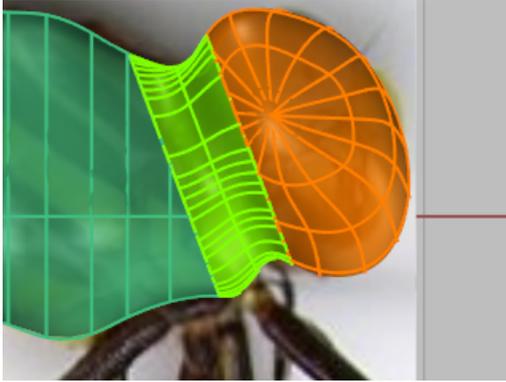




### Hals und Körper überblenden

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **FlächenÜberblenden**, um eine Überblendungsfläche zwischen Kopf und Körper zu erzeugen.

Achten Sie darauf, dass die Nähte aneinanderliegen und die Richtungspfeile in dieselbe Richtung zeigen.



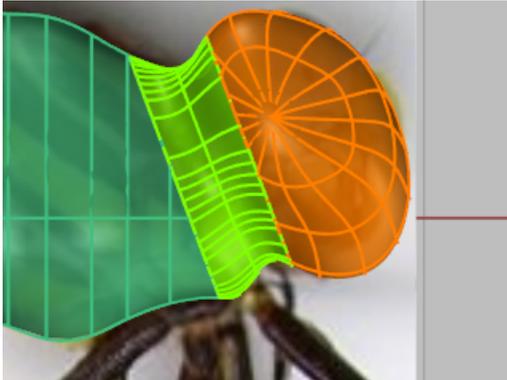
## Die Augen zeichnen

Die Augen sind einfache Ellipsoide.



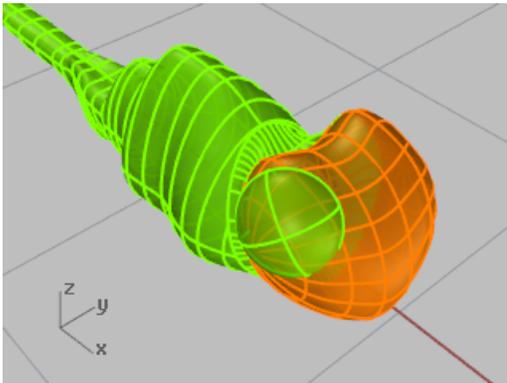
### Das Grundellipsoid zeichnen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Ellipsoid**, um das Auge zu zeichnen.  
Legen Sie Größe und Position auf den Bildern fest.



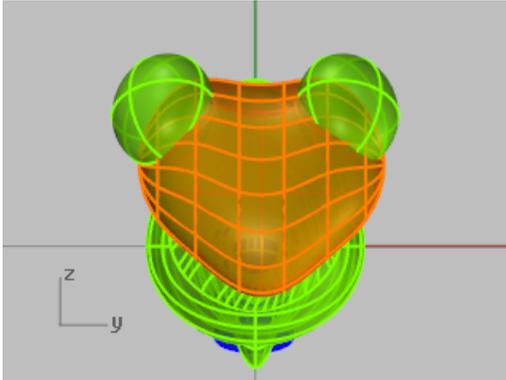
### Auge platzieren

- ▶ Verwenden Sie **Orientieren** oder **Verschieben** und **Drehen**, um die Position des Auges anzupassen.



**Spiegeln Sie die andere Seite.**

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, um das Auge auf die andere Seite zu kopieren.



## Den Schwanz formen

Am Ende des Schwanzes ist eine gerundete Form ausgeschnitten. Verwenden Sie für diese Form eine boolesche Operation.



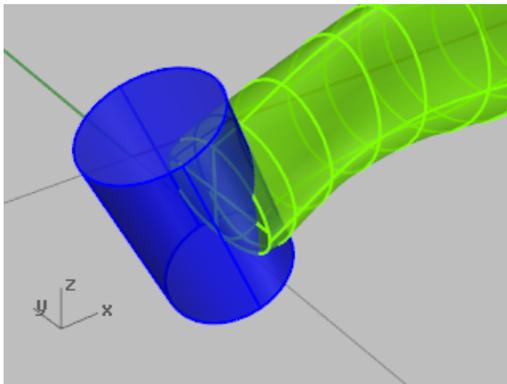
### Deckfläche auf den Körper legen

1. Falls erforderlich, verlängern Sie den Schwanzabschnitt, indem Sie die Kontrollpunkte aktivieren und so ziehen, dass Sie an die Bitmap angepasst werden.
2. Verwenden Sie den Befehl **Deckfläche**, um den Körper in einen Volumenkörper umzuformen.



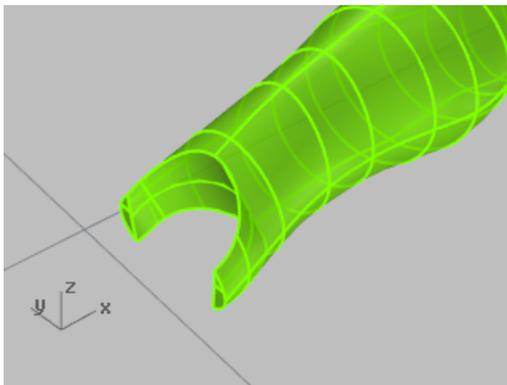
### Einen Schnitzzylinder zeichnen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Zylinder**, um einen soliden Zylinder so zu zeichnen, dass er den Schwanz wie auf der Abbildung angezeigt schneidet.



### Boolesche Operation für den Schwanz

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **BoolescheDifferenz**, um das Ende aus dem Schwanz zu schneiden.



## Die Flügel zeichnen

Die Flügel sind Volumenkörper, die aus geschlossenen Kurven erzeugt worden sind. Die Beine werden erzeugt, indem eine Polylinie entlang der Mitte eines Beines nach unten gezogen wird und eine Rohrfläche verwendet wird, um eine Reihe von Rohren um die Polylinie herum anzulegen.



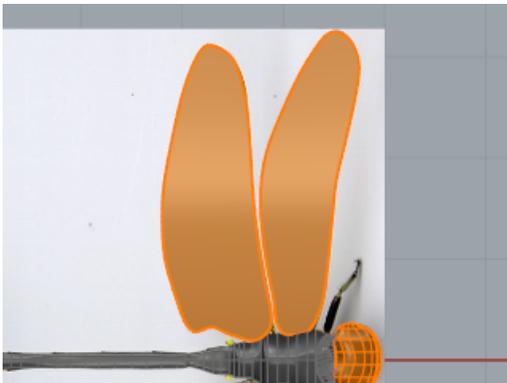
### Zeichnen der Entwurfskurve

- ▶ Im Ansichtsfenster **Drauf** verwenden Sie den Befehl **Kurve**, um die Flügel auf der einen Seite der Libelle nachzuziehen.



### Die Kurve extrudieren, um einen Volumenkörper zu erstellen

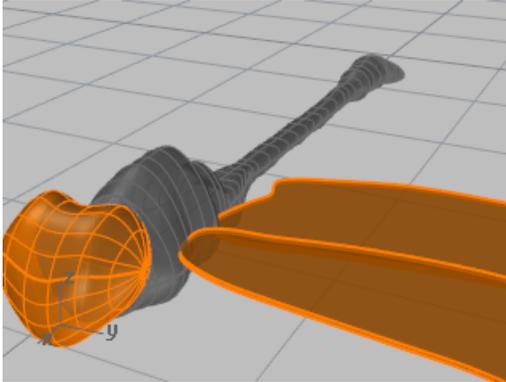
- ▶ Wandeln Sie die Kurven mit dem Befehl **KurveExtrudieren** in dünne Volumenkörper. Stellen Sie die Befehlszeilenoption **Volumenkörper** auf **Ja** ein.





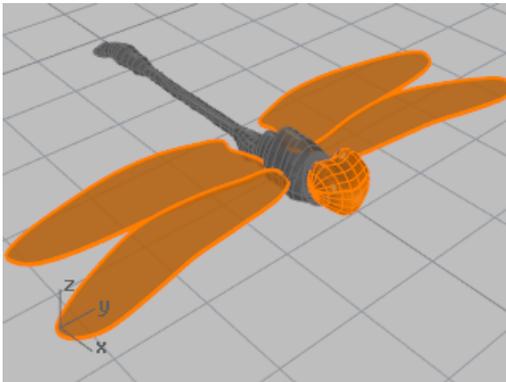
### Verschieben Sie die Flügel in die richtige Position

- ▶ Platzieren Sie die Flügel auf dem Rücken mit dem Befehl **Verschieben**.  
Sehen Sie sich die Seitenansicht der Libelle an. Der vordere Flügel ist etwas höher als der hintere.



### Die Flügel auf die andere Seite spiegeln

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, um die Flügel auf die andere Seite zu kopieren.



## Die Beine zeichnen

Die Beine sind röhrenförmige Polylinien mit unterschiedlichen Radien am Start und Ende der Röhren.



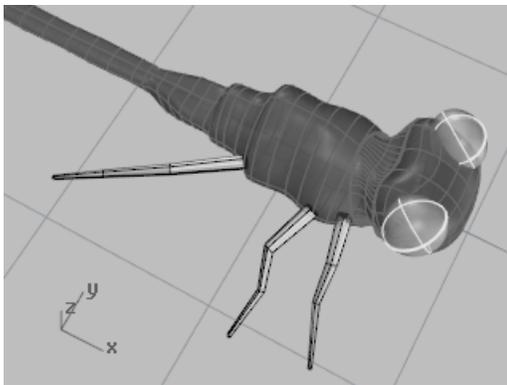
### Die Grundpolylinie zeichnen

1. Im Ansichtsfenster **Drauf** verwenden Sie den Befehl **Polylinie**, um die Mitte der Beine nachzuzeichnen.
2. Bearbeiten Sie dann die Kontrollpunkte, um die Beine in den Ansichtsfenstern **Drauf** und **Front** zu platzieren.  
Dabei müssen Sie ein wenig Ihre Phantasie einsetzen, da die beiden Bilder nicht die Beine des gleichen Insekts anzeigen.



### Die Beine als Rohre zeichnen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **RohrAnKurve** zum Zeichnen der Beine um die Polylinien herum.

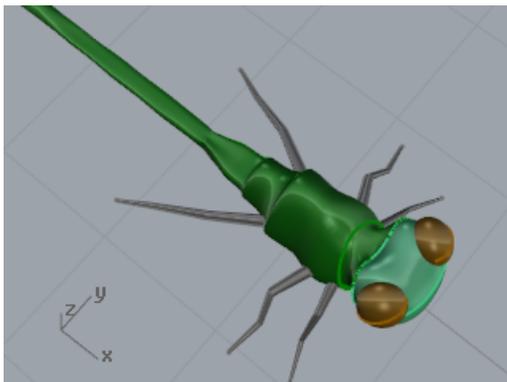


Schauen Sie sich das Hintergrundbild an, um den Start- und Enddurchmesser des Rohrs zu bestimmen.



### Die Beine spiegeln

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **Spiegeln**, um die Beine auf die andere Seite zu kopieren, oder zeichnen Sie andere Beine für die andere Seite.



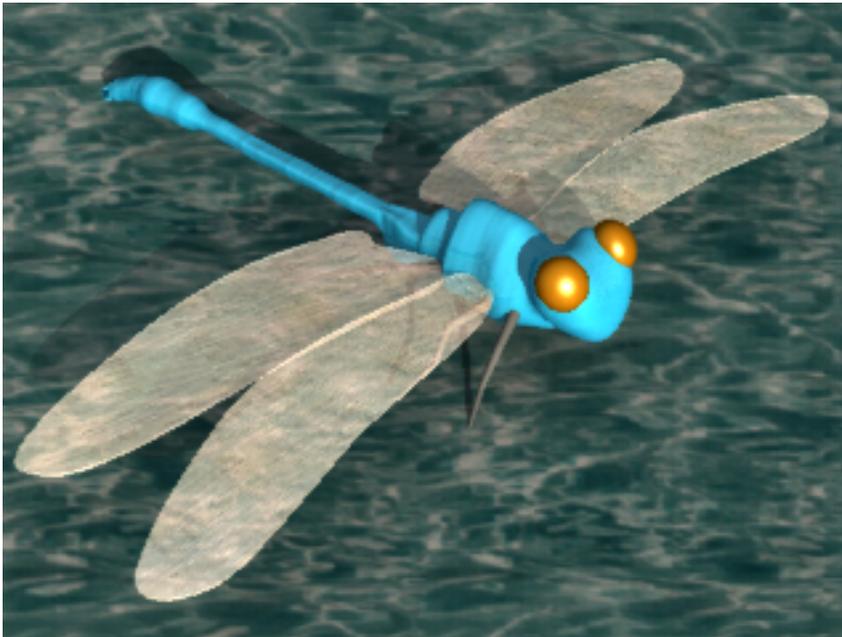
## Den letzten Schliff geben

Für realistischere Abbildungen können Sie Farbe, Reflexionsvermögen und Transparenz hinzufügen.



### Rendering des Modells

- ▶ Fügen Sie **Materialien** und **Texturen** hinzu und **rendern** Sie.

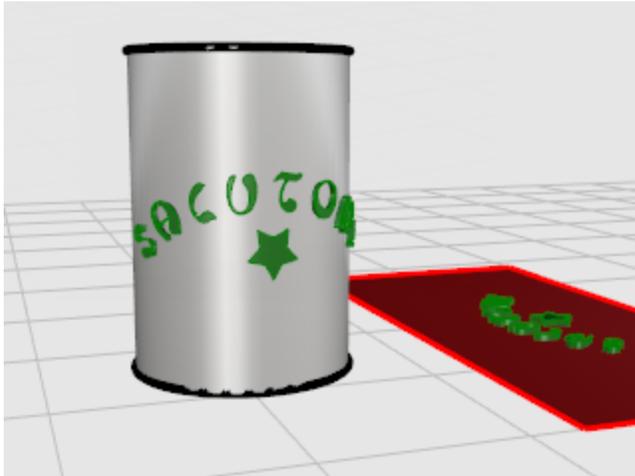


## Kapitel 19: Text abwickeln - Einer Fläche entlang gleiten

Dieses Tutorial beschreibt, wie Textvolumenkörper und andere Objekte an einen Zylinder angebracht werden. Diese Objekte könnten verwendet werden, um Öffnungen in den Zylinder zu trimmen.

Sie werden folgendes lernen:

- Text als solide Objekte erzeugen.
- Die Objekte an die Fläche anbringen.



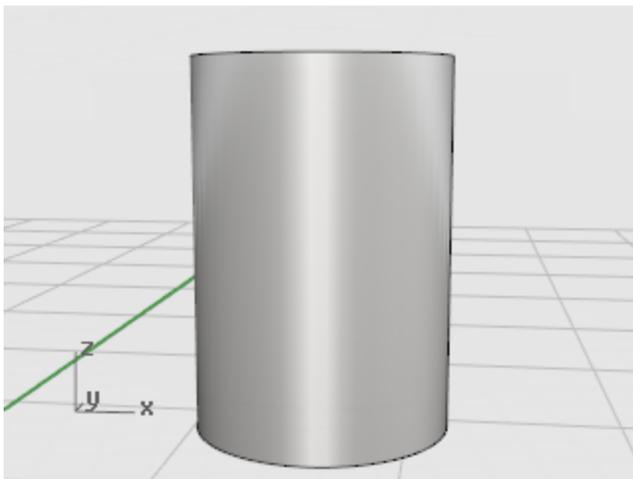
### Eine Fläche erzeugen

In diesem Beispiel erzeugen wir einen einfachen Zylinder. Sobald Sie die Grundtechniken beherrschen, können Sie auch andere Arten von Flächen verwenden. Denken Sie daran, dass getrimmte Flächen ihre rechteckige Grundform beibehalten. Diese zugrundeliegende Form wird die Platzierung des Textes beeinflussen.



#### Einen Zylinder erstellen

- ▶ Verwenden Sie im Ansichtsfenster **Drauf** den Befehl **Zylinder** mit der Option **Vertikal**, um einen soliden Zylinder (Volumenkörper) zu erzeugen.



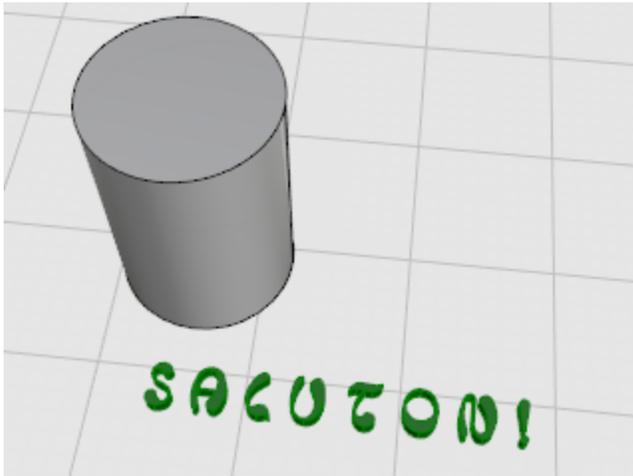
## Erzeugen der Objekte zum Anbringen

Diese soliden Objekte werden auf der Zylinderfläche angebracht.



### Den Text erzeugen

1. Verwenden Sie den Befehl **TextObjekt**, um Ihren Text mit Hilfe von **Volumenkörpern** zu erzeugen. Wählen Sie dazu bevorzugt eine eher große und blockartige Schriftart statt einer detailreichen mit vielen Löchern. Stellen Sie den Wert für die **Höhe** auf **1.5** Einheiten ein. Stellen Sie die **Dicke des Volumenkörpers** auf **.1** Einheiten ein.
2. Platzieren Sie den Text auf die Konstruktionsebene neben den Zylinder. Die genaue Position ist dabei nicht wichtig.



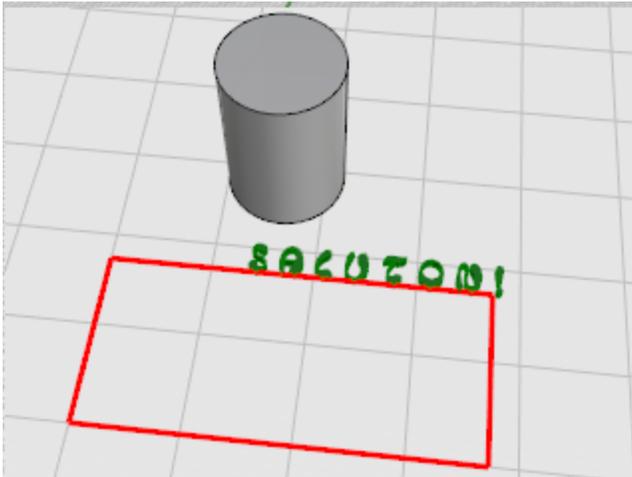
## Die Objektplatzierung steuern

Der Befehl **KurveAbwickeln** erzeugt die planaren Randkurven einer Fläche, mit deren Hilfe Sie den Text ausrichten können. Mit dem Begrenzungsrechteck können Sie den Text anlegen, bevor Sie ihn erneut auf den Zylinder anwenden. Das Rechteck wird dann als Referenz zur Platzierung der anderen Objekte verwendet.



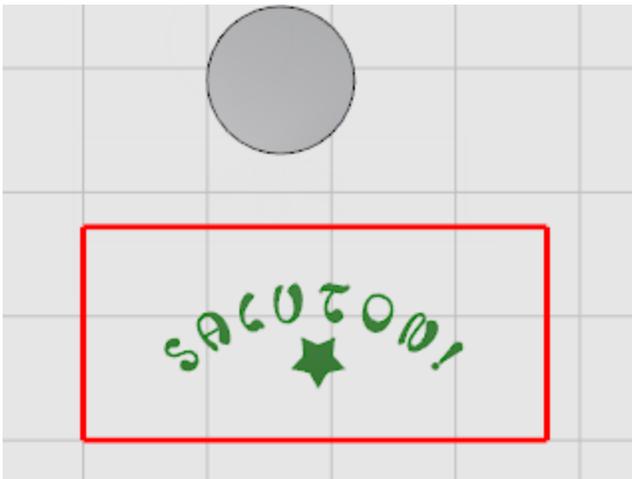
### UV-Kurve erzeugen

1. Verwenden Sie den Befehl **KurveAbwickeln** auf der Zylinderseite, um Kurven zu erzeugen, die die Begrenzung der Fläche auf der Konstruktionsebene darstellen.
2. Wählen Sie die Seite des Zylinders aus.  
Ein Rechteck wird beginnend am Punkt 0,0 auf der Konstruktionsebene des Ansichtsfensters **Drauf** erzeugt.



### Textobjekte platzieren

- ▶ Verwenden Sie **Bewegen**, **Drehen** und **Skalieren** oder andere Transformationen, um die Textobjekte innerhalb des Rechtecks so anzuordnen, wie Sie auf dem Zylinder erscheinen sollen. Fügen Sie nach Belieben andere Kurven zur weiteren Dekoration hinzu.



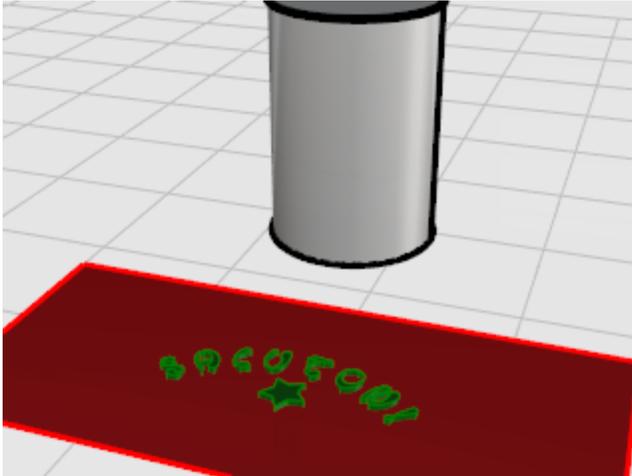
### Referenzfläche erzeugen

- ▶ Verwenden Sie den Befehl **PlanarFläche**, um das Rechteck in eine Fläche umzuwandeln. Sie werden diese Fläche zu einem späteren Zeitpunkt als Referenzobjekt für den Befehl **EntlangFlächeVerschieben** verwenden.



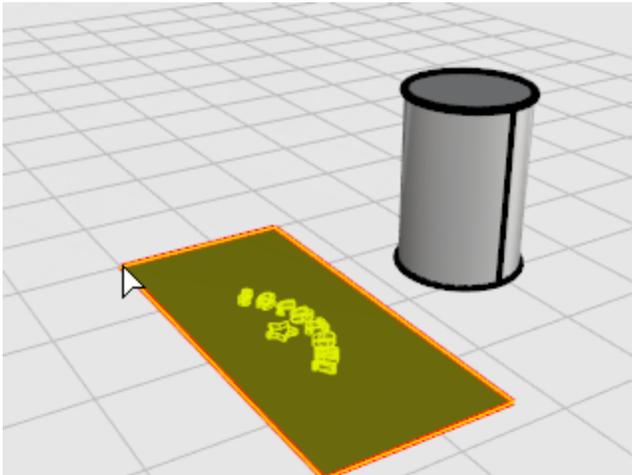
### Extrudieren der Dekorationskurven

1. Wenn Sie andere Kurven erzeugt haben, wählen Sie diese aus.
2. Verwenden Sie den Befehl **KurveExtrudieren**, um die Dicke der Dekoration zu ändern, damit sie mit den Buchstaben übereinstimmt.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand...** stellen Sie **Deckfläche=Ja** ein.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand...** geben Sie **.1** ein.

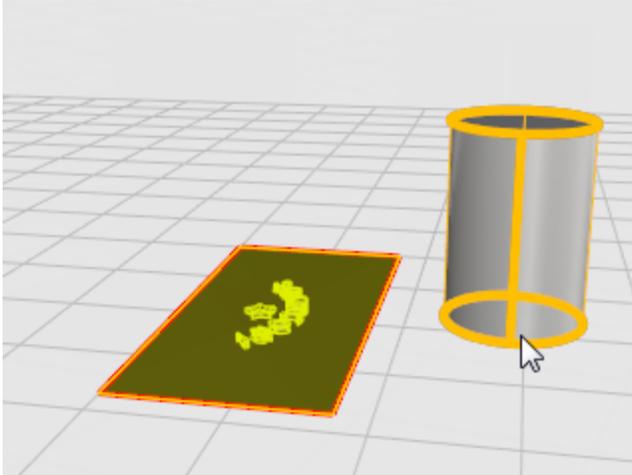


### Die Buchstaben am Zylinder anbringen

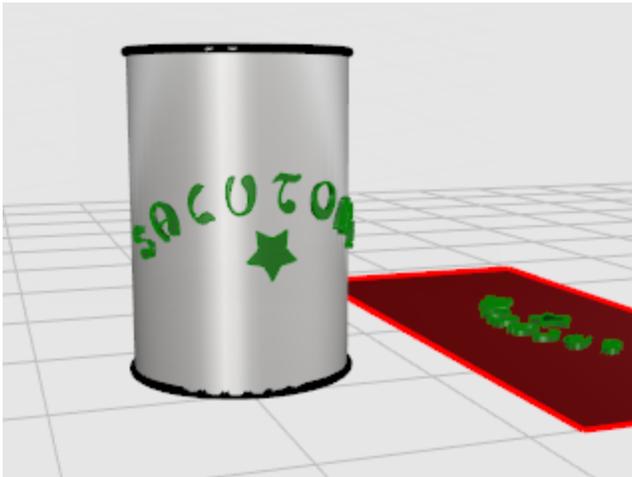
1. Wählen Sie Buchstaben und Dekoration aus.
2. Starten Sie den Befehl **EntlangFlächeVerschieben**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Basisfläche...** stellen Sie **Starr=Nein** ein.
4. Klicken Sie auf die **rechteckige Ebene** nahe des "unteren linken" Eckpunkts, wie abgebildet.



- Bei der Eingabeaufforderung **Zielfläche...** klicken Sie auf den Zylinder nahe der unteren Kante der Naht, wie abgebildet.



Die Textvolumenkörper werden um den Zylinder angebracht.



Nun können Sie die Buchstaben aus dem Zylinder schneiden oder die Objekte mit einer Booleschen Vereinigung verbinden.



## Kapitel 20: Mechanisches Teil - Blöcke

In diesem Beispiel wird aufgezeigt, wie Rhino verwendet wird, um ein einfaches mechanisches Teil zu modellieren.

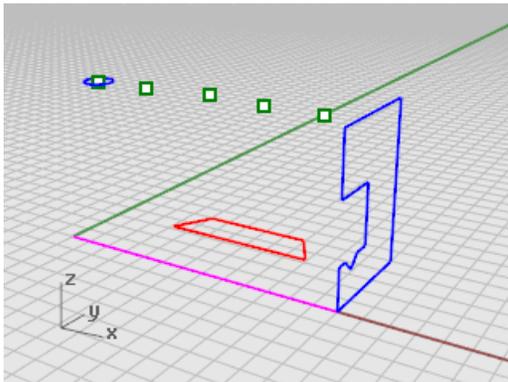
Sie werden lernen

- Extrusionsobjekte zu erzeugen.
- Verschiedene Formen anhand boolescher Operationen zu bearbeiten.
- Öffnungen zu bohren.
- Eine 2D-Linienzeichnung aus den 3D-Formen zu erzeugen.
- Die 2D-Linienzeichnung zu bemaßen und Bemaßungstext zu ändern.



### Das Tutorial-Modell öffnen

1. Klicken Sie im Rhino-Menü **Datei** auf **Öffnen**.
2. Gehen Sie zum Ordner mit den **Tutorialmodellen**, die Sie mit dem *Benutzerhandbuch* heruntergeladen haben.
3. Klicken Sie auf **Toolblock.3dm** und dann auf **Öffnen**.



## Solide Formen erzeugen

Beginnen Sie anhand der Erzeugung von zwei grundlegenden soliden Formen aus den Profilkurven, die sich auf den Ebenen Profil-01 und Profil-02 befinden.



### Die Ebenen konfigurieren

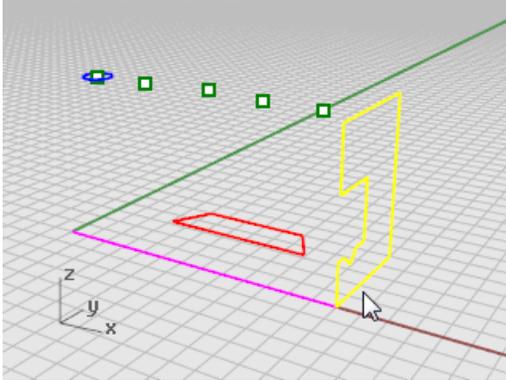
- ▶ Bestätigen Sie im **Ebenen**-Panel, dass die Ebene **Profil-01** aktuell ist.



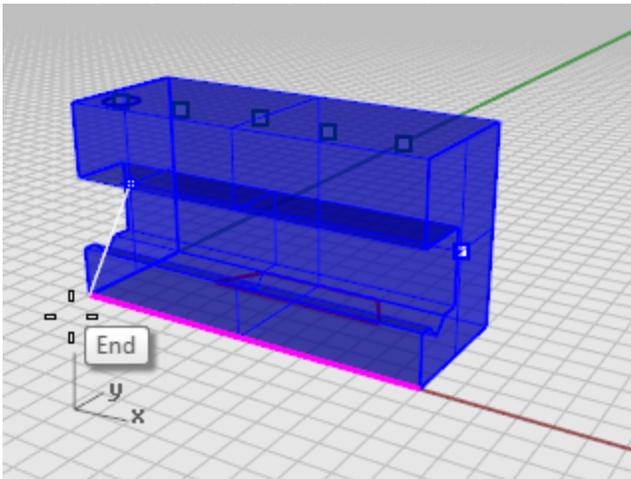
### Profilkurve extrudieren

1. Klicken Sie auf dem Menü **Volumenkörper** auf **Planare Kurve extrudieren > Gerade**.
2. Aktivieren Sie den Objektfang **End**.

3. Bei der Eingabeaufforderung **Kurven zum Extrudieren auswählen** wählen Sie die blaue Profilkurve aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



4. Bei der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand** stellen Sie die Befehlszeilenoptionen **Volumenkörper** und **EingabeLöschen** auf **Ja** ein.
5. Klicken Sie auf das Ende der magentafarbenen Konstruktionslinie.



Die extrudierte Form ist ein Volumenkörper, weil sie ein geschlossenes Volumen im Raum darstellt.



#### **Volumenkörper ausblenden**

- ▶ **Wählen** Sie den Volumenkörper aus und klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Sichtbarkeit > Ausblenden**.



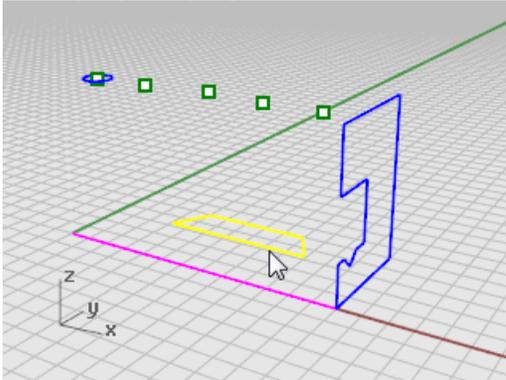
#### **Die Ebenen konfigurieren**

- ▶ Im Panel der **Ebenen** machen Sie aus der Ebene **Profil-02** die aktuelle Ebene.

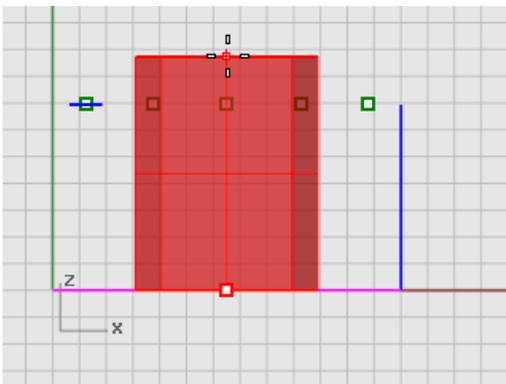


## Profilkurve extrudieren

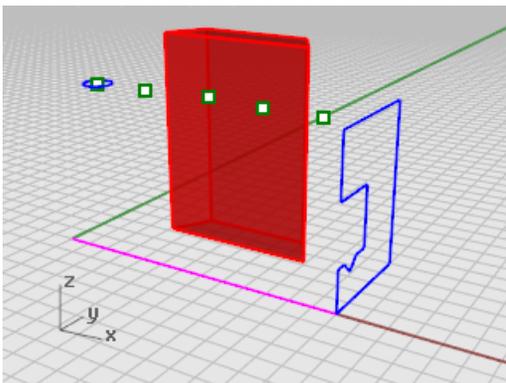
1. **Wählen** Sie die rote Profilkurve aus.



2. Klicken Sie auf dem Menü **Volumenkörper** auf **Planare Kurve extrudieren > Gerade**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Kurven zum Extrudieren auswählen** stellen Sie die Befehlszeilenoptionen **Volumenkörper** und **EingabeLöschen** auf **Ja** ein.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Extrusionsabstand** ziehen Sie im Ansichtsfenster **Front** die Extrusion über die Höhe der blauen Kurve hinaus und klicken Sie.



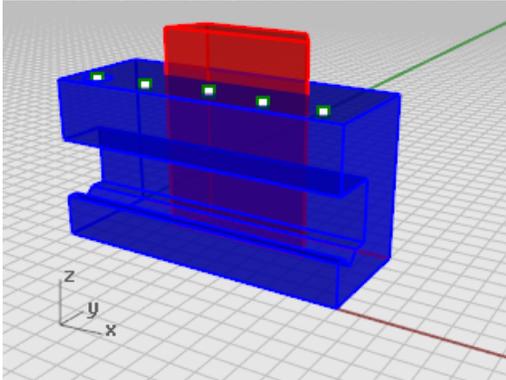
Der Volumenkörper erscheint auf der aktuellen roten Ebene Profil-02.





### Volumenkörper anzeigen

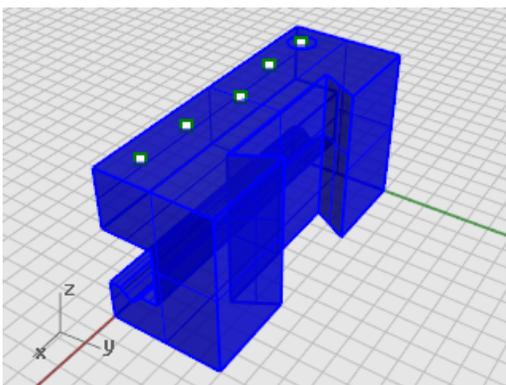
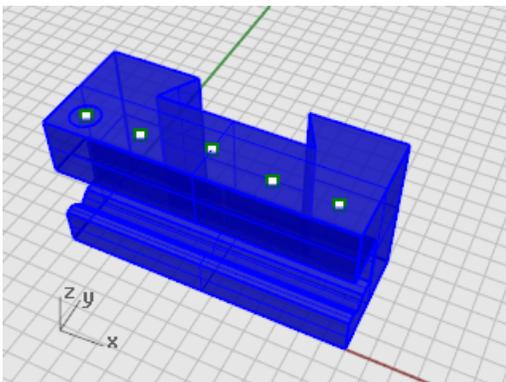
- ▶ Klicken Sie auf dem Menü **Bearbeiten** auf **Sichtbarkeit > Anzeigen**.



### Boolesche Operation der zwei Volumenkörper

1. Im Menü **Volumenkörper** klicken Sie auf **Differenz**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Flächen oder Flächenverbände auswählen, von denen abgezogen wird** wählen Sie den blauen Volumenkörper aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Flächen oder Flächenverbände auswählen, mit denen abgezogen wird** stellen Sie die Befehlszeilenoption **EingabeLöschen** auf **Ja** ein.
4. **Wählen** Sie den roten Volumenkörper aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.

Als Resultat erhalten Sie einen neuen Volumenkörper oder Flächenverband. Ein Flächenverband ist eine Sammlung von Flächen und er kann geschlossen oder offen sein. Ein Volumenkörper ist eine Sammlung von Flächen und ist geschlossen.



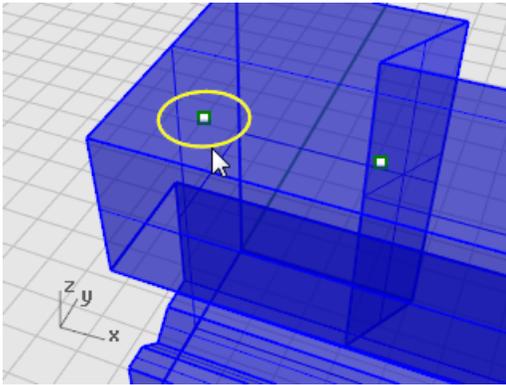
## Öffnungen bohren

Es befindet sich bereits ein Konstruktionskreis am Standort, um die erste Öffnung zu erzeugen.

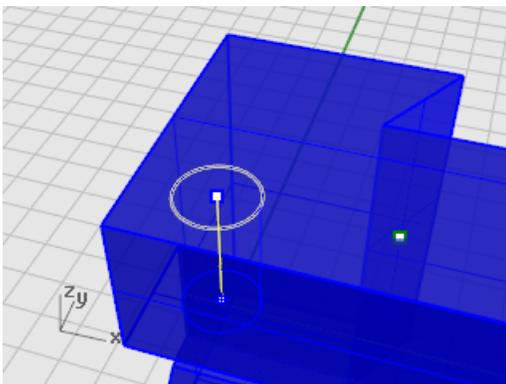


### Öffnungen im Volumenkörper erstellen

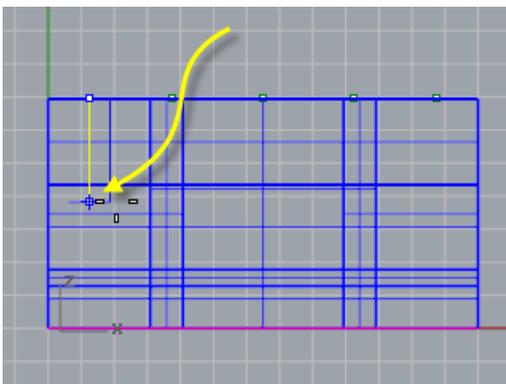
1. **Wählen** Sie den grünen Kreis wie abgebildet aus.

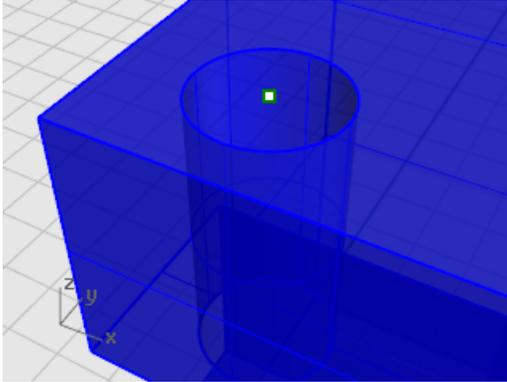


2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Bearbeitungswerkzeuge für Volumenkörper > Öffnungen > Öffnung erzeugen**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Fläche oder Flächenverband auswählen** wählen Sie den blauen Flächenverband aus.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Erster Tiefenpunkt** ziehen Sie die Öffnung durch den oberen Teil des Objekts.



5. Wählen Sie einen Punkt in der Ansicht **Front**.





## Die Öffnungen kopieren

Nach Erzeugung einer Öffnung können Sie die anderen kopieren.



### Die Öffnungen kopieren

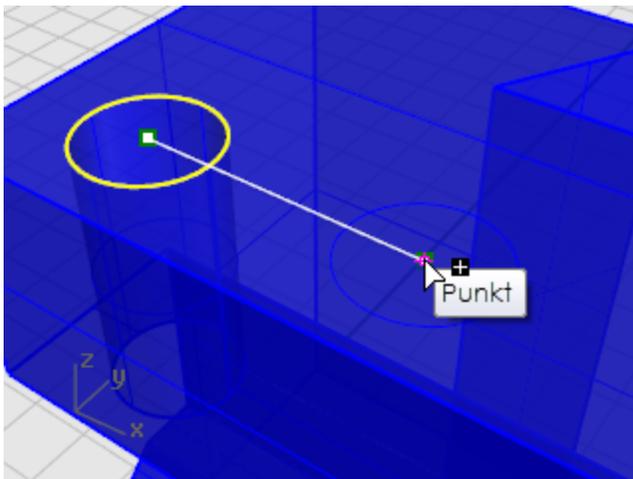
Kopieren Sie die drei weiteren Öffnungen, die mit der vorherigen Öffnung mit diesem Befehl ausgerichtet sind.

1. Klicken Sie in der **Objektfangkontrolle** auf den Objektfang **Punkt**.
2. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Bearbeitungswerkzeuge für Volumenkörper > Öffnungen > Öffnungen kopieren**.

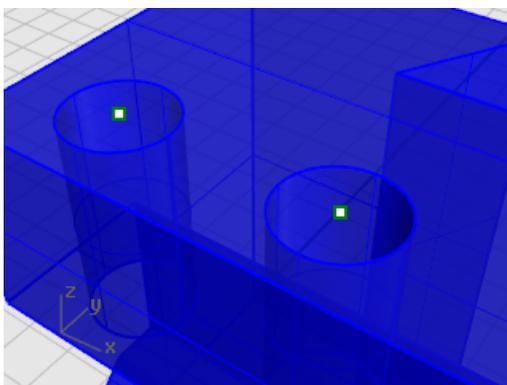


**Anmerkung: Öffnungen kopieren** ist eigentlich der Befehl **ÖffnungVerschieben** mit der Befehlszeilenoption **Kopieren** auf **Ja** eingestellt.

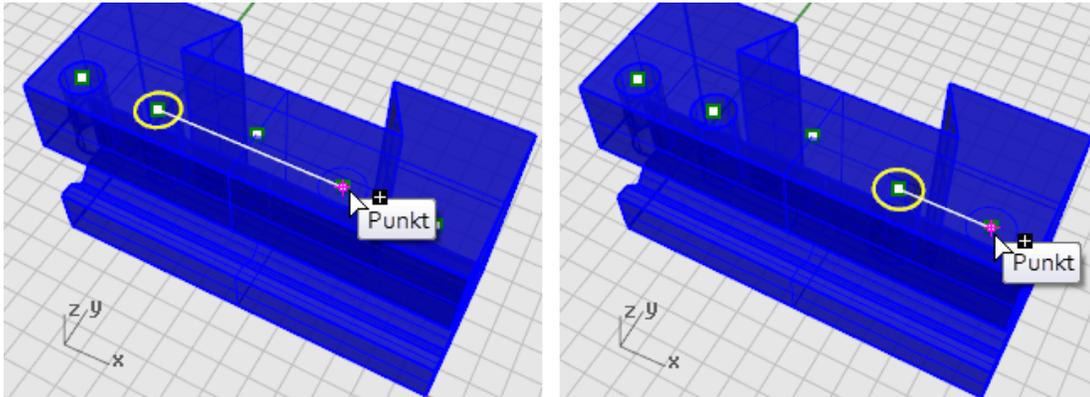
3. Bei der Eingabeaufforderung **Öffnungen in einer planaren Fläche auswählen** wählen Sie die erste Öffnung aus und drücken Sie die **Eingabetaste**.



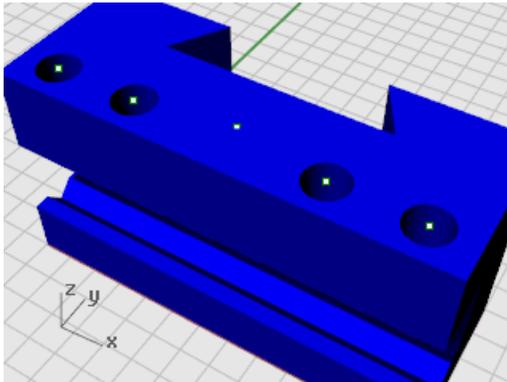
4. Bei der Eingabeaufforderung **Startpunkt** wählen Sie das Punktobjekt in der Mitte des ersten Kreises aus.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Neuer Standort (Kopieren=Ja)** wählen Sie den Punkt aus, der die Mitte der folgenden Öffnung darstellt.



6. Wiederholen Sie dies für die beiden weiteren Öffnungen, die sich auf der anderen Seite des Teils befinden.



 **Anmerkung:** Verwenden Sie nicht den Punkt in der Mitte des Teils.

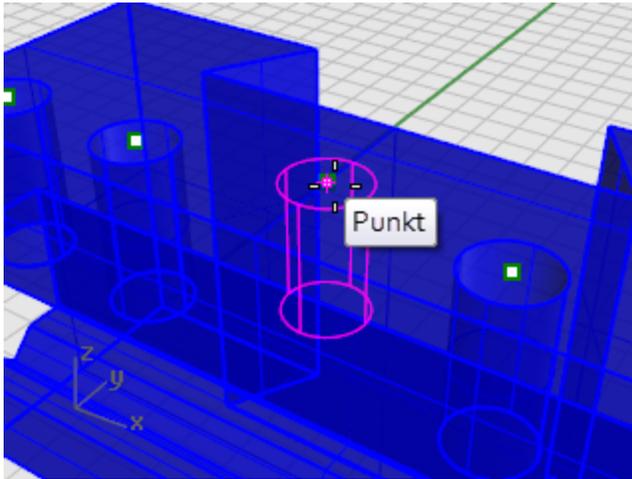


### Runde Öffnung erzeugen

Die mittlere Öffnung unterscheidet sich, da sie nicht ganz durch den oberen Teil des blauen Volumenkörper verläuft. Es ist kein Referenzkreis vorhanden, von dem aus gestartet werden kann.

1. Klicken Sie im Menü **Volumenkörper** auf **Bearbeitungswerkzeuge für Volumenkörper > Öffnungen > Runde Öffnung**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Zielfläche auswählen** wählen Sie die obere Fläche des blauen Volumenkörpers aus.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Mittelpunkt** stellen Sie die Befehlszeilenoptionen wie folgt ein:  
 Tiefe=**0.5**  
 Durchmesser=**0.312**  
 WinkelBohrpunkt=**180**  
 DurchPunkt=**Nein**  
 Richtung=**KonstruktionsebenenNormale**

4. Klicken Sie auf das Punktobjekt in der Mitte des blauen Volumenkörpers, um die Öffnung fertig zu stellen.



### Den Volumenkörper testen

Beim erhaltenen Flächenverband handelt es sich um einen geschlossenen Volumenkörper. Ein Volumenkörper definiert ein geschlossenes Volumen im Raum. Der Befehl **Eigenschaften** meldet, wenn es sich bei diesem Teil um einen geschlossenen Volumenkörper handelt. Anhand des Befehls **Eigenschaften** können Sie auch Informationen über den offenen/geschlossenen Status des Objekts erhalten.

1. **Wählen** Sie das Teil aus.
2. Klicken Sie im Menü **Bearbeiten** auf **Objekteigenschaften (F3)**.
3. Klicken Sie im **Eigenschaften**-Panel auf **Details**.

Im Fenster der **Objektbeschreibung** finden Sie die Liste zur Bestätigung, dass das Objekt gültig und geschlossen ist.

Geometrie:

Gültiger Flächenverband.

Geschlossener solider Flächenverband mit 23 Flächen.

## Eine 2D-Zeichnung ableiten

Der Befehl **2DZeichnung** erzeugt 2D-Linien aus dem 3D-Volumenkörper.



### Eine 2D-Linienzeichnung erzeugen

1. **Wählen** Sie das Teil aus.
2. Klicken Sie im Menü **Bemaßung** auf **2D-Zeichnung erstellen**.
3. Im Dialogfenster **Optionen der 2D-Zeichnung**, unter **Zeichnungslayout**, klicken Sie auf **4 Ansichten (USA)**.  
Unter **Optionen** markieren Sie die Kästchen **Tangentiale Kanten anzeigen** und **Ausgeblendete Linien anzeigen**.
4. Klicken Sie auf **OK**.

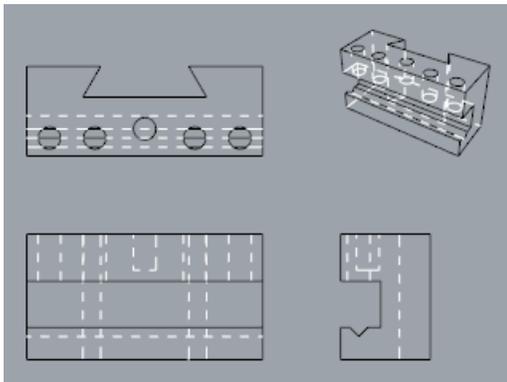
## 2D-Zeichnung bemaßen

Anhand der 2D-Zeichnung fügen Sie für das Teil Bemaßungen hinzu.



### Die Ebenen konfigurieren

1. Im **Ebenen**-Panel machen Sie aus der Ebene **Bemaßungen** die aktuelle Ebene.
2. Deaktivieren Sie alle Ebenen außer **Bemaßungen** und **2DZeichnung**.
3. In der Spalte **Linientyp** für die Ebene **2DZeichnung > Ausgeblendet > Linien** klicken Sie auf **Stetig**.
4. Im Fenster **Linientyp auswählen** wählen Sie **Gestrichelt** aus.



### Das Ansichtsfenster konfigurieren

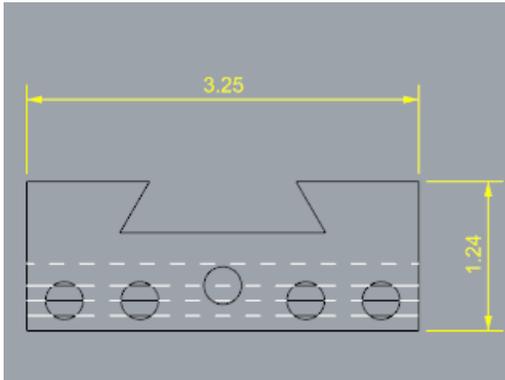
- ▶ Doppelklicken Sie auf die Titelzeile des Ansichtsfensters, um das Ansichtsfenster **Drauf** zu maximieren.



### Bemaßung des Teils

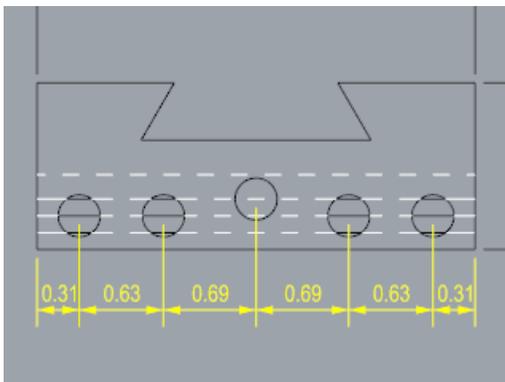
1. Klicken Sie im Menü **Bemaßung** auf **Lineare Bemaßung**.
2. Aktivieren Sie in der **Objektfangkontrolle** den Objektfang **Ende** und deaktivieren Sie den Objektfang **Punkt**.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Erster Bemaßungspunkt** wählen Sie die untere linke Ecke des Teils.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Zweiter Bemaßungspunkt** wählen Sie die obere rechte Ecke des Teils.

5. Bei der Eingabeaufforderung **Bemaßungsstandort** wählen Sie einen Standort für die Bemaßungslinie.
6. Wiederholen, um eine vertikale Bemaßung auf der rechten Seite des Teils zu erzeugen.



### Bemaßen Sie das Teil horizontal

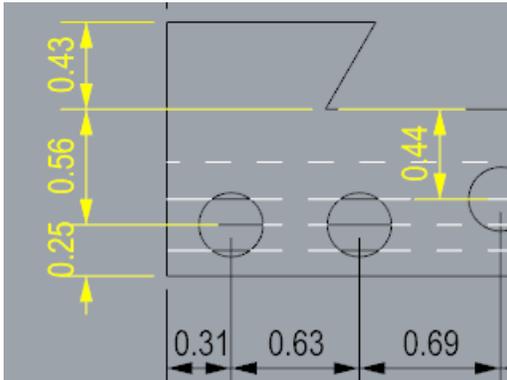
1. Klicken Sie auf der **Bemaßung** auf **Lineare Bemaßung**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Erster Bemaßungspunkt** stellen Sie die Befehlszeilenoption **Fortfahren** auf **Ja** ein.  
Dies erzeugt eine Kette von Bemaßungen.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Erster Bemaßungspunkt** wählen Sie die untere linke Ecke des Teils.
4. Bei der Eingabeaufforderung **Zweiter Bemaßungspunkt** aktivieren Sie den Objektfang **Zentrum** und wählen Sie die Mitte des ersten Kreises.
5. Bei der Eingabeaufforderung **Bemaßungsstandort** klicken Sie unterhalb des Teils.
6. Bei den folgenden Eingabeaufforderungen für den **Bemaßungsstandort** wählen Sie weitere Kreismitten aus.
7. Beenden Sie die Auswahl, indem Sie die untere rechte Ecke des Teils wählen, dann drücken Sie die **Eingabetaste**.





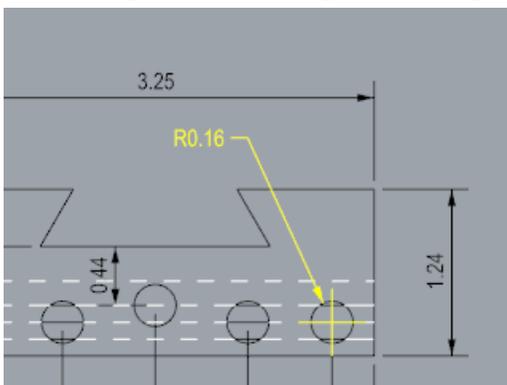
### Die Öffnungen vertikal bemaßen

- ▶ Wiederholen Sie die Kettenbemaßungen, um vertikale Bemaßungen zu erzeugen.



### Radiale Bemaßungen hinzufügen

1. Klicken Sie im Menü **Bemaßung** auf **Radiale Bemaßung**.
2. Bei der Eingabeaufforderung **Kurve für die Radiusbemaßung auswählen** wählen Sie die Öffnung ganz rechts aus.
3. Bei der Eingabeaufforderung **Bemaßungsstandort** klicken Sie oberhalb des Teils.



4. Doppelklicken Sie auf den runden Bemaßungstext und geben Sie im Textfeld den Text **Typ. 5 Seiten** ein.

