

## Detmolder Schule für Architektur und Innenarchitektur

Software Skript

# RHINOCEROS

- Herausgeber  
Lehrgebiet CAD | Computer Aided Design  
Prof. Dipl.-Ing. Marco Hemmerling M.A.

Hochschule Ostwestfalen-Lippe  
Detmolder Schule für Architektur und Innenarchitektur  
Emilienstraße 45, 32756 Detmold

- Bearbeitung  
Dipl.-Ing. Thomas Hofberger  
Dipl.-Ing. Anke Tiggemann

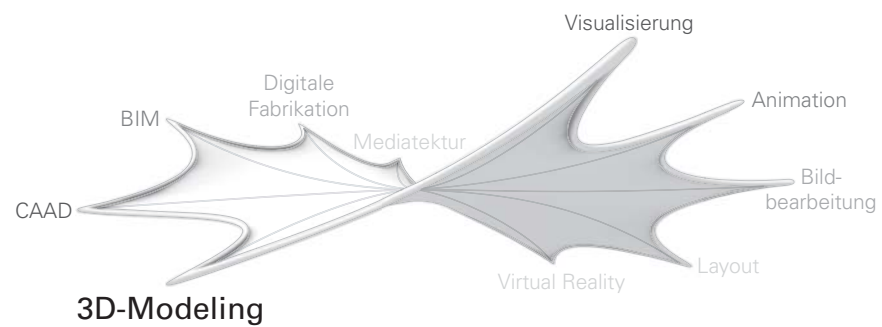
Marco Hemmerling, Anke Tiggemann  
**Digitales Entwerfen**  
Broschiert: 233 Seiten über 150 Abbildungen  
Verlag: UTB, Stuttgart; Auflage: 1., Aufl., 2009  
ISBN: 978-3825284152

aus der Reihe: Architektur bei UTB  
Grundlagenwissen für ArchitektInnen  
und InnenarchitektInnen

Computer Aided Design (CAD) ist heute der Standard zur Entwicklung und Darstellung von räumlichen Konzepten in Architektur und Innenarchitektur. Digitale Medien haben nicht nur die Arbeitsweise von Architekten stark beeinflusst, sondern auch die Gestaltung und Wahrnehmung unserer gebauten Umwelt maßgeblich verändert. Das Lehrbuch Digitales Entwerfen zielt daher auf die Vermittlung einer ganzheitlichen Kompetenz im Umgang mit digitalen Werkzeugen bei Entwurf und Planung.



Die Netzstruktur ist das Leitbild des Buches „Digitales Entwerfen“. Sie stellt zu Beginn der Kapitel die Einbindung des jeweiligen Themas in den Kontext digitaler Werkzeuge dar, verknüpft die beschriebenen Bausteine und stellt sie in eine logische, anwendungsbezogene Abfolge. Rhinoceros fällt unter das Kapitel 3D-Modeling.



McNeel

# Rhinceros

3D-NURBS-Modeling

## Inhalt

· Programmübersicht	3
· Grundbegriffe	3
· Programmoberfläche	5
· Objekte erzeugen	11
· Objekte auswählen	18
· Objekte bearbeiten	20
· Bemaßung	24
· Darstellungsarten	25
· Materialien	26
· Rendering	27
· Import-Export	28
· Tastaturkürzel	29
· Quellen	29

## 1 Programmübersicht

Rhinceros (Rhino) ist ein NURBS-basiertes 3D-Flächenmodellierungsprogramm, mit dem man NURBS-Kurven, -Flächen- und -Volumenkörper erzeugt, bearbeitet, analysiert und konvertiert. Rhino liest und schreibt Dateien für die meisten CAD-, CAM-, Prototyping-, Rendering-, Animations- und Illustrationsprogramme. Es ist ein wichtiges Modellierwerkzeug für Designer von Freiformen, da sich diese beliebigen Geometrien mit Rhino auf der Basis von Punkten und Linien im Raum exakt modellieren lassen. Das Programm ist zwar auch in der mechanischen Konstruktion einsetzbar, findet aber insbesondere im Produkt- und Industriedesign, Schiffsdesign und in der Architektur Verwendung. Rhino ist eines der wenigen Softwarepakete, bei denen es der Hersteller (Mc Neel) erlaubt die Studentenversion auch für kommerzielle Projekte einzusetzen.

### 1.1 Grundbegriffe

#### 1.1.1 NURBS-Modellierung

Non-Uniform Rational B-Splines sind mathematische Darstellungen, mit denen sich beliebige Formen – von einfachen 2D-Linien oder -Primitiven bis zu organischen 3D-Freiformen oder -Volumenkörpern modellieren lassen. Aufgrund ihrer Flexibilität und Genauigkeit können NURBS-Modelle in allen Prozessen von Illustration und Animation bis hin zur Fertigung verwendet werden. Die Darstellung der NURBS-Modelle erfolgt über stückweise funktional definierte Geometrielemente. Im Prinzip kann jede beliebige technisch herstellbare oder in der Natur vorkommende Form mit Hilfe von NURBS dargestellt werden.

#### 1.1.2 Flächen

Eine Fläche ist wie ein rechteckiges, dehnbares Stück Gummi. In Rhino sind alle Flächen 3D-NURBS-Flächen. Die NURBS-Form kann einfache Formen darstellen, wie Ebenen und Zylinder, aber auch durch einfache Flächen geformte Freiformen darstellen.

#### 1.1.3 Volumenkörper

Ein Volumenkörper ist eine Fläche oder ein Flächenverband, der ein Volumen einschließt. Volumenkörper entstehen, wenn eine Fläche oder ein Flächenverband ganz geschlossen ist. Rhino erzeugt Volumenkörper aus einer einzelnen Fläche oder aus einem Flächenverband. Eine einzelne Fläche kann gewickelt und mit sich selbst verbunden werden (Kugel, Ring und Ellipsoid). Man kann die Kontrollpunkte auf Volumenkörper aus einer einzelnen Fläche aktivieren und verschieben, um die Fläche zu ändern.

## 1.2 Programmoberfläche

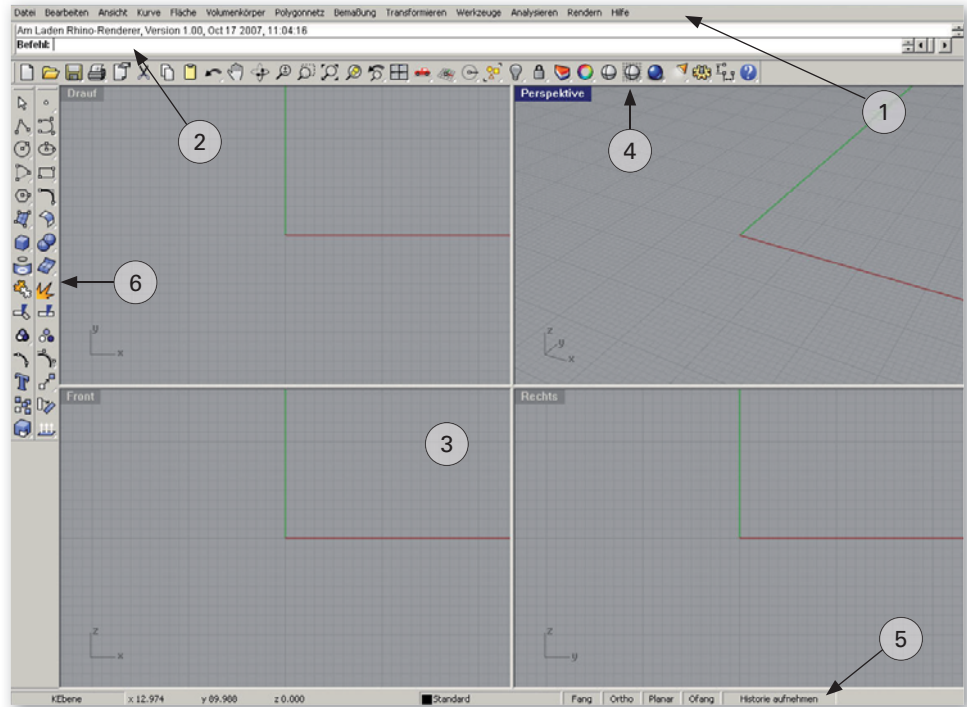


Abb. 4 Rhinceros Programmoberfläche: 1. Menüleiste, 2. Befehlsbereich, 3. Ansichtsfens-

### 1.2.1 Menüleiste

Die Menüleiste ist in Rhino – wie in allen PC-Anwendungen – standardmäßig vorhanden. Sie enthält die meisten Befehle, je nach Funktion in die Menüs organisiert: *Datei*, *Bearbeiten*, *Ansicht*, *Kurve*, *Fläche*, *Volumenkörper*, *Transformieren*, *Werkzeuge*, *Bemaßung*, *Analysieren*, *Rendern* und *Hilfe*.

### 1.2.2 Befehlsbereich

Rhino ist ein befehlsgesteuertes Programm, in dem alle Aktionen durch Befehle aktiviert werden. Befehle kann man direkt in die Befehlsleiste eingeben, sie werden aber auch durch Wählen eines Menüpunktes oder eines Werkzeuges aufgerufen, und können dann über Tastatureingaben vervollständigt werden. Die Befehlszeile (2), gibt an welche Informationen benötigt werden um ein Objekt zu erstellen oder zu bearbeiten.

- Eingabe von Zahlen: bei Größenangaben Zahlen mit Punkt eingeben, z.B. 2.7
- Eingabe von Koordinaten: Zahlen mit Komma eingeben, z.B. 2,0,5 (X=2, Y=0, Z=5)

Grundsätzlich lassen sich die meisten Befehle über drei Wege auswählen: die Befehlsleiste (2), den Werkzeugbutton mit darunterliegenden Buttonmenüs (4) (6) und über die Menüleiste mit Untermenüs (1).

### 1.2.3 Ansichtsfenster

Die Programmoberfläche ist in vier Ansichtsfenster unterteilt, das ermöglicht das Betrachten des dreidimensionalen Objektes auf dem zweidimensionalen Bildschirm aus verschiedenen Blickwinkeln. Es ist immer nur ein Ansichtsfenster aktiviert, dessen Titelzeile hervorgehoben wird. Bewegt man die Maus über die anderen Fenster, werden diese automatisch aktiviert.

Oben links in den einzelnen Ansichtsfenstern wird angezeigt welche Ansicht zu sehen ist (z.B. Drauf, Perspektive, Front oder Rechts). Rhino verfügt über zwei Standardkonfigurationen der Ansichtsfenster: eine mit vier und eine mit drei Fenstern. Diese lassen sich über *> Ansicht > Ansichtsfenstereinstellung* aufrufen.

### Vergößerung des Ansichtsfensters

Durch einen Doppelklick auf die Titelzeile des entsprechenden Ansichtsfensters vergrößert sich dieses auf die gesamte Arbeitsfläche. Mit Hilfe des Tastaturbefehle *Strg + Tab* oder *Strg + Shift (= Umschalt) + Tab* kann man von einem Ansichtsfenster zum anderen wechseln. Ein weiterer Doppelklick auf die Titelzeile bringt die Ansichtsfenster wieder auf Originalgröße.

## Eigenschaften des Ansichtsfensters

Die Eigenschaften des Ansichtsfensters lassen sich über ein Kontextmenü anpassen, das man über die jeweilige Titelleiste aufrufen kann. Hier lässt sich ein Titel und die Größe für das Ansichtsfenster festlegen und eine Projektionsart (parallele Ansicht oder perspektivische Darstellung) wählen. Bei perspektivischer Projektion kann man die Parameter der Kamera einstellen (Brennweite, Kamerastandort, Zielstandort) und ein Bitmap als Hintergrundmuster anzeigen lassen.

## 2 Werkzeugeleisten



### 2.1 Werkzeugeleisten – Navigation



	<b>Rückgängig</b> Strg + Z
	<b>Ansicht schieben</b> Shift + RMT
	<b>Ansicht drehen</b> RMT
	<b>Dynamischer Zoom</b> Mausrad
	<b>Zoomfenster alles</b> Inhalt des aufgezogenen Zoomfensters wird in Ansicht eingepasst
	<b>Zoom Bildfüllend</b> RMT, zoomt auf alle Objekte im aktiven Ansichtsfenster LMT, zoomt auf alle Objekte in allen Ansichtsfenster zugleich
	<b>Zoom – Auswahl</b> RMT, zoomt auf alle markierten Objekte im aktiven Ansichtsfenster LMT, zoomt auf alle markierten Objekte in allen Ansichtsfenstern zugleich
	<b>Ansichtsfenster rückgängig</b>
	<b>Ansichtsfenster Einstellungen</b>
	<b>Ansicht definieren</b>
	<b>Konstruktionsebene definieren</b> (> S. 7)
	<b>Objektfang</b> zur exakten Definition von Eck- und Mittelpunkten (> S. 9)
	<b>Auswählen</b> um selektive Auswahlen zu treffen

**Navigation mit rechter Maustaste (RMT)**

Die einfachste Methode in Rhino 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.

**Navigation mit Maus und Modifikatortaste**

Wenn es zu verwirrend ist, dass Rhino das Ziehen der rechten Maustaste je nach Projektionsstil ändert, kann man die *Strg*- und die *Shift-Taste* verwenden:

- *Strg + RMT*                      Ansicht vergrößern oder verkleinern
- *Shift + RMT*                     Ansicht schwenken
- *Strg + Shift + RMT*            Ansicht drehen

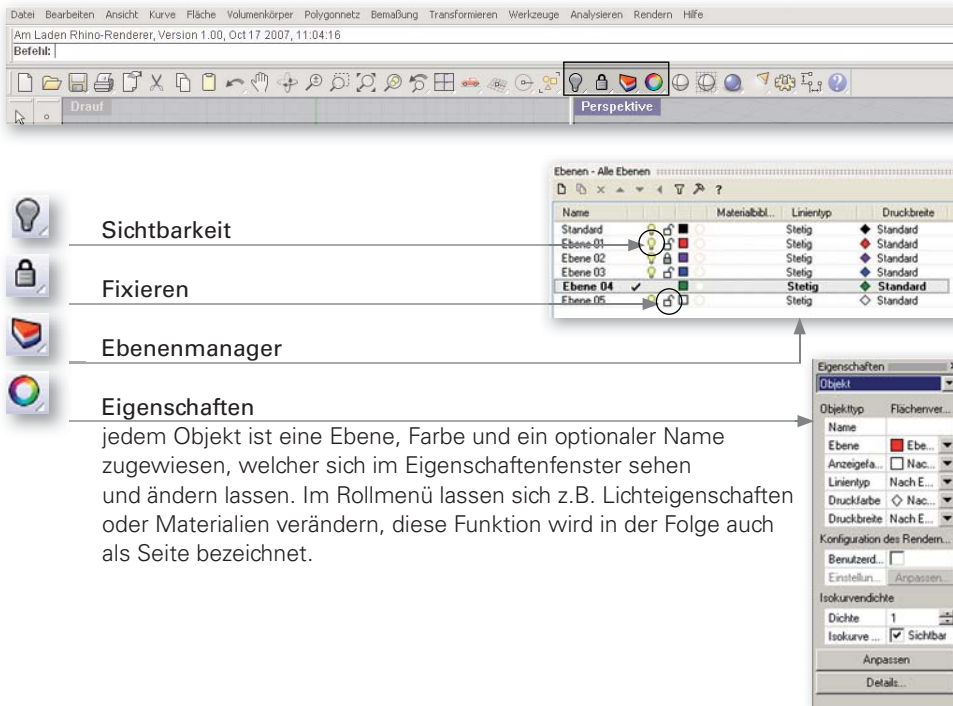
**Navigation mit der Tastatur**

Taste	Funktion	+ Strg-Taste
linke Pfeiltaste	nach links drehen	Ansicht nach links schwenken
rechte Pfeiltaste	nach rechts drehen	Ansicht nach rechts schwenken
Aufwärts-Pfeiltaste	nach oben drehen	Ansicht nach oben schwenken
Abwärts-Pfeiltaste	nach unten drehen	Ansicht nach unten schwenken
Bild Hoch	vergrößern	vergrößerten   verkleinerten Abstand
Bild Runter	verkleinern	vergrößerten   verkleinerten Abstand
Pos 1	Ansichtänderung rückgängig	
Ende	Ansichtsänderung wiederholen	

## 2.2 Werkzeugleisten – Ebenen

Ebenen sind eine Methode zur Strukturierung von Objekten und zur Anwendung bestimmter Merkmale an allen Objekten mit der gleichen Ebenenzuweisung. Zum Verständnis einer Ebene gibt es zwei Denkmodelle: man muß sie sich entweder als Speicherort für die einzelnen 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 blockiert aber gefangen werden. Objekte werden immer auf der aktuellen Ebene erstellt. Diese Zuweisung kann später über das Fenster Eigenschaften geändert werden.



## 2.3 Koordinatensysteme

In Rhino werden zwei Koordinatensysteme verwendet: die Weltkoordinaten und die Koordinaten der Konstruktionsebene.

### 2.3.1 Weltkoordinaten

Das Weltkoordinatensystem ist im Raum festgelegt und kann nicht verändert werden. Das Symbol in der linken unteren Ecke jedes Ansichtsfensters zeigt die X-, Y- und Z-Richtung der Welt an. Beim Drehen der Ansicht werden die Pfeile mit verschoben.

Weltkoordinaten werden im Format  $wx,y,z$  in die Befehlsleiste eingegeben. Der Buchstabe  $w$  steht für Weltkoordinatensystem, die Werte für  $x$ ,  $y$  und  $z$  werden ohne Leerzeichen, mit Kommata getrennt eingegeben.

### 2.3.2 Koordinaten der Konstruktionsebene

Jedes Ansichtsfenster hat eine eigene Konstruktionsebene – definiert durch einen Ursprung, eine X- und eine Y-Achse und ein Raster. Sie stellt das lokale Koordinatensystem des jeweiligen Ansichtsfensters dar und kann vom Weltkoordinatensystem abweichen.

Über *> Ansicht > Konstruktionsebene definieren > Ursprung* lassen sich die Richtung und der Ursprung einer Konstruktionsebene ändern. Das Raster befindet sich auf der Konstruktionsebene. Über *> Datei > Eigenschaften > Raster* lässt sich der Abstand zwischen den Rasterlinien ändern. Die Verschiebung der Konstruktionsebene im Ansichtsfenster ermöglicht es, Objekte direkt am gewünschten Platz erzeugen zu können, und nicht erst im zweiten Schritt dorthin verschieben zu müssen.

### 2.3.3 Koordinateneingabe

In die Befehlsleiste lassen sich unterschiedliche Koordinaten-Kombinationen eingeben, um einen neuen Punkt zu erzeugen:

- Kartesische Koordinaten: Eingabe im Format X,Y (Punkt auf der Konstruktionsebene) oder X,Y,Z (Punkt im Raum), mit Kommata getrennt, ohne Leerzeichen.
- Polarkoordinaten: Eingabe im Format d<a, wobei d der Abstand zum Ursprung und a der Winkel ist, der im Gegenuhrzeigersinn von der X-Achse gemessen wird. Das Symbol „<“ wird zur Kennzeichnung des Winkelwertes benötigt.
- Relative Koordinaten

Der zuletzt verwendete Punkt wird gespeichert. Der folgende kann also relativ zu diesem eingegeben werden – entweder als kartesische Koordinate im Format rx,y bzw. rx,y,z oder als Polarkoordinate im Format rd<a.

## 2.4 Modellierhilfen

Modellierhilfen vereinfachen das Modellieren im 3D-Raum. Ohne Aktivierung dieser Hilfen lässt sich der Mauszeiger frei im Raum bewegen, dadurch hat man nur wenig Kontrolle über den exakten Standort.

Der Mauszeiger in Rhino besteht aus zwei Teilen: dem Fadenkreuz und dem Marker. Das Fadenkreuz folgt exakt der Bewegung der Maus. Der Marker verlässt das Zentrum des Fadenkreuzes, wenn durch die Modellierhilfen bestimmte Beschränkungen aktiviert wurden.



### Rasterfang

> *Statuszeile* > *Fang*

Beschränkt den Marker auf das – imaginäre – unendliche Raster, mit dessen Hilfe Standort und Ausrichtung der aktiven Konstruktionsebene sichtbar wird (> Seite 5). Zum einen lässt sich der Abstand zwischen den Rasterlinien ändern über > *Datei* > *Eigenschaften* > *Raster zum anderen* kann man hier auch den Fangabstand einstellen.

### Ortho-Modus

> *Statuszeile* > *Ortho*

oder > *Shift-Taste* gedrückt halten oder *F8-Taste*

Beschränkt die Bewegung des Markers oder das Ziehen von Objekten auf eine Winkelgruppe. Diese kann parallel zu den Rasterlinien der Konstruktionsebene in 90°-Schritten verlaufen, kann aber auch frei definiert werden über > *Datei* > *Eigenschaften* > *Modellierhilfen* > *Rasterfang* > *Gradzahl*.

### Winkelbeschränkung

> *Befehlsbereich* > Symbol „<“ und Gradzahl (z.B. <30) eingeben

Im Prinzip gleicht die Winkelbeschränkung dem Ortho-Modus mit frei definierter Gradzahl. Sie hat jedoch im Gegensatz dazu nur Auswirkungen auf den folgenden Punkt.

### Abstandsbeschränkung

> *Befehlsbereich* > Abstand eingeben > mit *Enter-* oder *Leer-Taste* bestätigen

Bei der Eingabe von Punkten in Rhinceros (> Seite 11) kann der Marker auf einen bestimmten Abstand zum vorherigen Punkt beschränkt werden. Die Abstandsbeschränkung hat nur Auswirkung auf den nächsten festzulegenden Punkt.

Abstands- und Winkelbeschränkung können gleichzeitig verwendet werden, indem bei der Eingabeaufforderung zunächst der Abstandswert eingegeben wird, dieser wird mit der Enter-Taste bestätigt, dann wird < und der Wert des Winkels eingegeben und nochmals bestätigt.

### Aufzug-Modus

> *Strg-Taste* gedrückt halten

Beschränkt die Bewegung des Markers auf die Z-Richtung der Konstruktionsebene zu einem Punkt oder das Verschieben von Objekten rechtwinkelig zur Konstruktionsebene.

### Planar-Modus

> *Statuszeile* > *Planar*

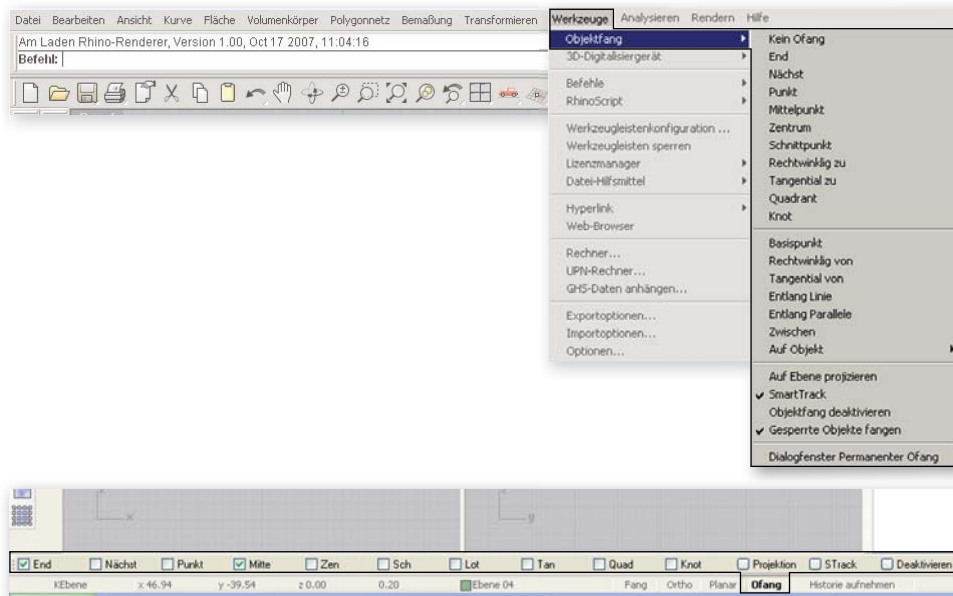
Beschränkt den Marker auf die Ebene des vorher ausgewählten Punktes, parallel zur aktiven Konstruktionsebene.

### Tab-Taste

Beschränkt die Bewegung des Markers entlang der Linie zwischen dem vorherigen Punkt und dem Standort des Markers.

## 2.5 Objektfang

Die Modellierhilfen beschränken die Bewegungen des Markers im Koordinatensystem und auf der Konstruktionsebene. Objektfangfunktionen hingegen beschränken den Marker auf bestimmte Punkte eines Objekts, auf die der Marker springt, wenn der Mauszeiger in die Nähe bewegt wird.



Objektfangfunktionen können permanent oder einmalig aktiviert werden. Zur permanenten Aktivierung erweitert man die Statusleiste über > *Statusleiste* > *Ofang*, und öffnet die Werkzeugleiste der Objektfänge. Dort lassen sich die unterschiedlichen permanenten Objektfang-Funktionen anwählen und miteinander kombinieren. Es kommt vor, dass sich verschiedene Objektfänge gegenseitig stören, oder dem Rasterfang oder Ortho-Modus im Weg sind. In der Regel haben Objektfänge allerdings Vorrang vor anderen Beschränkungen.

### 2.5.1 Permanente Objektfänge

#### End

Beschränkt den Marker auf die Endpunkte von Kurven, Segmenten und Enden von Flächenkanten. Wird verwendet, um an End- und Eckpunkten von Objekten zu zeichnen.

#### Nächst

Beschränkt den Marker auf die Verfolgung einer Kurve oder der Kante einer Fläche. Wird verwendet, um Objekte zu zeichnen, die einander berühren.

#### Punkt

Beschränkt den Marker auf Punktobjekte, Bearbeitungs- und Kontrollpunkte auf Kurven und Flächen und sichtbare Punkte auf Polygonnetzen.

#### Mitte

Beschränkt den Marker auf Mittelpunkte von Kurven, Kurvensegmenten und Kanten.

**Zen**

Beschränkt den Marker auf den Mittelpunkt von Kreisen, Bögen, Ellipsen, Polygonen, Rechtecken, Kugeln oder geschlossenen Polylinien. Das Zentrum wird gefangen, indem man den Mauszeiger in die Nähe der Objektkante bewegt, nicht in die Nähe des Mittelpunktes.

**Sch**

Beschränkt den Marker auf den Schnittpunkt von zwei Kurven oder Flächenkanten, die sich entweder auf der gleichen Ebene befinden, oder sogar nur in der Ansicht überschneiden.

**Lot**

Beschränkt den Marker rechtwinklig zu einer Kurve zum vorherigen Punkt. Der erste Punkt einer Reihe kann also nicht den Objektfang Lot verwenden.

**Tan**

Beschränkt den Marker tangential zu einer Kurve. Der erste Punkt einer Reihe kann also nicht den Objektfang Tan vom vorherigen Punkt verwenden.

**Quad**

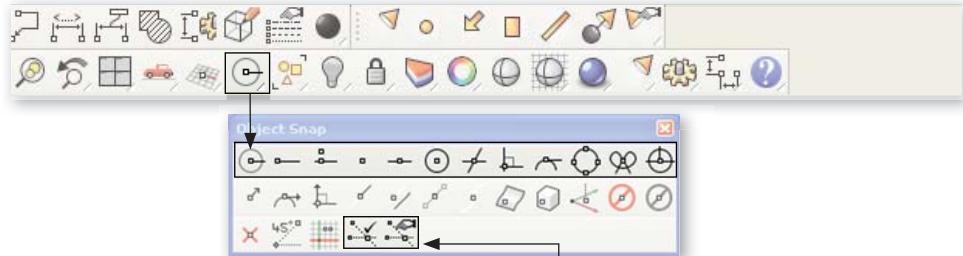
Beschränkt den Marker auf den Quadranten von Kurven, Kreisen, Ellipsen oder Bögen. Die X-, Y- und Z-Richtungen der aktiven Konstruktionsebene bestimmen die Quadrantpunkte.

**Knot**

Knotenpunkte beschreiben Punkte auf einem B-Spline, NURBS-Kurve oder -Fläche mit besonderen Eigenschaften.

**2.5.2 Einmalige Objektfänge**

Einmalige Objektfänge setzen alle permanenten Objektfänge für eine Auswahl außer Kraft. Nach dem Beenden der Aktion werden die permanenten Ofang-Einstellungen wieder hergestellt.

**Einmalige Objektfänge von links nach rechts:**

- OFangwerkzeugleiste einblenden | ausblenden
- Ende
- Nächst
- Punkt
- Mitte
- Zentrum
- Schnittpunkt
- Lotrecht
- Tangential
- Quadranten
- Knoten
- End, Punkt, Mitte, Sch, Tan, Lot, Quad

**Zeichenhilfe | Zeichenhilfeeinstellungen**

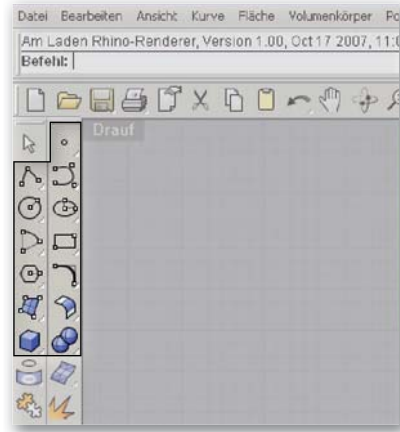
Zeichenhilfe macht das imaginäre Verlängern von Punkten und Linien möglich um neue Punkte zu finden. Die Punkte werden mit einer gestrichelten Linie verbunden, wo sie sich treffen wird ein temporärer Punkt angelegt.

**Funktion der Alt-Taste mit Objektfängen**

Mit der *Alt-Taste* kann man den ein- oder ausgeschalteten Ofang zeitweilig aktivieren oder deaktivieren.

### 3 Objekte erzeugen

- Punkte und Punktobjekte
- Linien Kurven
- Flächen



#### 3.1 Punkte, Punktobjekte

- > *Kurve > Punktobjekt > Einzelner Punkt*
- oder > *Kurve > Punktobjekt > Mehrere Punkte*

Punktobjekte markieren einen einzelnen Punkt im 3D-Raum. Sie sind die einfachsten Objekte in Rhino. Punktobjekte sind nicht zu verwechseln mit Kontrollpunkten. Letztere sind Anfasserpunkte auf Objekten



#### Nächstliegender Punkt zu einem Objekt

- > *Kurve > Punktobjekt > Nächstliegender Punkt*

platziert einen Punkt an einem Standort der sich am nächsten zu einem anderen Objekt befindet.



#### Eine Kurve mit Punkten Unterteilen

- > *Kurve > Punktobjekt > Kurve unterteilen > Anzahl der Segmente*

markiert Kurven mit einer bestimmten Anzahl an Segmenten. Es ist auch eine Unterteilung durch Länge der Segmente möglich.



#### PunktExtrahieren

- > *Kurve > Punktobjekt > Punkte extrahieren*

erzeugt Punktobjekte an Kontrollpunkten ausgewählter Objekte. (Kurven, Flächen, Volumenkörper etc.)



#### Punktwolke

- > *Kurven > Punktwolke > Punktwolke erzeugen*

sammelt Punkte in Punktwolkenobjekte, um Speicherplatz zu sparen oder Punkte in einer Gruppe zu verwalten. Rhino kann auch Punkte aus Scandateien oder anderen Quellen als Punktwolke importieren. Die Punkte der Punktwolke werden kleiner als normale Punkte angezeigt.

### 3.2 Linien und Kurven

Kurven können auf verschiedene Arten erzeugt werden. Sie können anhand ihrer Kontrollpunkte, oder durch ausgewählte Punkte auf der Kurve erzeugt werden. Kurven in Rhino beinhalten Linien, Bogen, Kreise, Freiformkurven, und Kombinationen von diesen. Kurven können entweder offen oder geschlossen sein, planar oder nicht-planar.

Kurven haben eine Richtung. Befehle die eine Richtungsinformation verwenden, zeigen einen Richtungspfeil an und geben die Möglichkeit die Richtung zu ändern.



#### Linie

> *Kurve > Linie > Linie*  
zeichnen einzelner Linien



#### Normale

zeichnet eine Linie senkrecht (rechtwinklig) zu einer Fläche



#### Im Winkel

erzeugt eine Linie im Winkel zu eine Basislinie, die durch zwei Punkte definiert wird



#### Vertikal

erzeugt eine Linie vertikal zur Konstruktionseben

#### Vier Punkte

um eine Richtung (2 Punkte) und eine Länge (2 Punkte) der Linie festzulegen



#### Winkelhalbierende

der Halbierungswinkel wird durch Punkte definiert



#### Rechtwinklig

Linie rechtwinklig zu einer Kurve



#### Tangente

Linie tangential an einer Kurve

#### Verlängerung

zeichnet eine Linie als Verlängerung zu einer anderen Kurve



#### Beide Seiten

Linie zu beiden Seiten des Startpunkts

#### Kontinuierliche Liniensegmente

der Befehl Linien reiht mehrere einzelne Liniensegmente hintereinander.



#### Polylinien

> *Kurve > Polylinie > Polylinie*  
zeichnet eine Polylinie aus mehreren verbundene Liniensegmenten.



#### KurveDurchPunkte

> *Kurve > Freiform > Durch Punkte*  
erzeugt eine Polylinie durch eine Gruppe von Punkten. Stellt man den Kurvengrad auf 1 ein so erhält man eine Polylinie statt einer Kurve.



#### Eine Kurve in eine Polylinie Umwandeln

die Kurve wird eckig



### PolylinieAufPolygonnetz

> *Kurve > Polylinie > Auf Polygonnetz*

Freiformkurven können anhand von Kontrollpunkten oder direkt durch Punkte gezeichnet werden.



### KurvenInterpolieren

> *Kurve > Freiform > Punkte interpolieren*

interpoliert eine Kurve durch Punkte. Die Kurve ist genau platzierbar.



### Kurve

> *Kurve > Feiform > Kontrollpunkte*

zeichnet eine Kurve gestützt auf die Standorte von Kontrollpunkten.



### KurveAufFlächeInterpolieren

> *Kurve > Freiform > Skizzieren > Auf Fläche*

erzeugt eine Kurve auf einer Fläche.



### Kreis

> *Kurve > Kreis > Mitte, Radius*

zeichnet einen Kreis, der durch Mittelpunkt und Radius definiert wird. Die Option Verformbar zeichnet einen Kreis mit zusätzlichen Kontrollpunkten, der leichter verformbar ist.



### Bogen

> *Kurve > Bogen > Mitte, Start, Winkel*

erzeugt Bogen anhand von Mittelpunkt, Startpunkt, Endpunkt, Füllwinkel. Auch hier gibt es die Option Verformbar.



### Polygone

> *Kurve > Polygon > Mitte, Radius*

zeichnet mehrseitige, geschlossene Polylinien aus Mittelpunkt und Radius. Die Optionen Innenliegend und außenliegend beziehen sich auf einen imaginären Kreis der das Polygon umschließt oder den das Polygon umschließt. Option Kante zeichnet das Polygon gestützt auf die Kantenlänge.



### Ellipse

> *Kurve > Ellipse > Aus Mittelpunkt*

zeichnet eine Ellipse bei der der Mittelpunkt und zwei Achsen definiert werden.



### Rechteck

> *Kurve > Rechteck > Eckpunkt zu Eckpunkt*

zeichnet ein Rechteck gestützt auf seine Eckpunkte, seinen Mittelpunkt und einen Eckpunkt, aus zwei Eckpunkten oder einem Punkt auf der gegenüberliegenden Seite.



### Helix

> *Kurve > Helix*

zeichnet eine Helix bei der die Anzahl der Windungen, der Abstand zwischen den Windungen oder die Umkehr der Verdrehung beeinflusst werden kann. Man kann die Helix auch vertikal oder um eine Kurve erzeugen.



### Spirale

> *Kurve > Spirale*

erzeugt eine Spirale (Optionen > Helix)

### 3.3 Flächen

Eine Fläche kann man sich vorstellen wie ein rechteckiges, dehnbares Stück Gummi. Die NURBS-Form kann einfache Formen darstellen, wie Ebenen und Zylinder, aber auch mit der Darstellung einfacher flächen geformte Freiformflächen darstellen. Alle Befehle zur flächen-erzeugung in Rhino ergeben das gleiche Objekt, eine NURBS-Fläche. Rhino besitzt viele Werkzeuge um Flächen direkt oder aus bestehenden Kurven zu erzeugen.

Eine Fläche kann offen oder geschlossen sein. Ein Zylinder mit offene Deckflächen ist in eine Richtung geschlossen, ein Ring ( Donut) ist in zwei Richtungen geschlossen.

Flächen haben auch eine Richtung = Normale an jedem Punkt, die durch Pfeile rechtwinklig zur Fläche angezeigt werden. Auf jeder Fläche werden isoparametrische Kurven (Isokurven) angezeigt. Sie dienen nur der besseren Orientierung. Sie können im Eigenschaften Fenster ausgeblendet werden.



#### Fläche durch Punkte

> Fläche > Eckpunkte

Einfach drei oder vier eckpunkte definieren und Eingabe drücken. Dabei ist auch das Entstehen von mehrfach gekrümmte Flächen möglich.



#### PlanarFläche

> Fläche > Aus planaren Kurven

erzeugt eine Fläche aus geschlossenen , planaren (ebenen) Kurven.



#### Fläche aus Randkurven

> Fläche > Randkurven

erzeugt eine fläche aus Kurven, die die Kanten definieren. Die Kurven müssen nicht planar oder geschlossen sein.



#### Ebene

> Fläche > Ebene> Eckpunkt zu Eckpunkt

erzeugt eine planare, rechteckige Fläche. Die Optionen der Ebene sind denen des Rechtecks ähnlich.



#### Extrudieren

> Fläche > Extrudieren > Gerade

erzeugt eine Fläche aus eine beliebigen Kurve, in einer geraden Linie rechtwinklig zur Konstruktionsebene. Man kann auch die extrudierte Fläche auf einen Punkt zusammenlaufen lassen oder entlang einer weiteren Kurve extrudieren.



#### Loft

> Fläche > Loft

erzeugt eine glatte Fläche die zwischen ausgewählten Querschnittsflächen überblendet. Eine Loft hat normalerweise keine Falten, es sei denn die Kurven haben Knicke. Wenn das Menüfenster erscheint hat man die Wahl wie die Flächen erstellt werden sollen:

- Verringert, die Fläche kann von der Originalkurve abweichen, sie wird glatter,
- Exakt, die fläche folgt den Originalkurven,
- Gerade Abschnitte, die Fläche zwischen den Kurven sind gerade, sog. Regelflächen.
- Entwickelbar, erzeugt Flächen die in eine Richtung linear sind und geebnet werden können, z.B. wie ein Schnittmuster bei der Kleidungsherstellung.



#### Aufziehen1Leitkurve

> Fläche > Aufziehen an 1 Leitkurve

erzeugt eine Fläche anhand von Profilkurven und einer Kante (engl. rail, Schiene). Das Profil „fährt“ sozusagen an der Schiene entlang. Zwischen den einzelnen Profilkurven wird weich interpoliert.



#### Aufziehen2Leitkurven

> Fläche > Aufziehen an 2 Leitkurven

erzeugt eine Fläche anhand von Profilkurven und zwei Kanten (Schiene). Mann kann auch Kanten von bestehenden Flächen nehmen und mit eine Fläche verbinden, z.B. ein Tonnendach das an ein nicht paralleles Dach anschließt.



#### Rotieren



> Fläche > Rotieren

rotiert eine Kurve um eine Achse, um kreisförmige Objekte zu erzeugen. Ein Weinglas oder eine Vase ist eine klassische Beispiel einer rotierten Fläche.

### 3.4 Volumenkörper und Flächenverbände



Ein Volumenkörper ist eine Fläche oder ein Flächenverband, der ein Volumen einschließt, sie entstehen immer wenn eine Fläche oder eine Flächenverband ganz geschlossen sind.

Es gibt Volumenkörper die aus einer Fläche bestehen die gewickelt und mit sich selbst verbunden ist (Kreis , Ring, Ellipsoid) und es gibt welche aus Flächenverbänden (z.B. Quader, Kegel, Zylinder). Der Unterschied liegt in der Bearbeitbarkeit. Bei einfachen Flächen lassen sich die Kontrollpunkte anstellen, bei einem Flächenverband muss dieser erst zerlegt werden  um ihn über die Kontrollpunkte bearbeiten zu können. Anschließend muss man ihn wieder verbinden .



#### Quader

> *Volumenkörper* > *Quader* > *Eckpunkt zu Eckpunkt, Höhe*

erzeugt einen Flächenverbandquader aus zwei gegenüberliegenden Eckpunkten und einem Höhenpunkt. Optionale Erzeugungsweisen ähnlich dem Rechteck.



#### Kugel

> *Volumenkörper* > *Kugel* > *Mitte, Radius*

erzeugt eine Kugel aus eine einzigen Fläche aus Mittelpunkt und radius, aus zwei Punkten auf dem Durchmesser, aus drei Punkten (3Punkte) auf dem Umfang, tangential an eine bestehende Kurve (Tangente) oder um eine bestehende Kurve (UmKurve).



#### Ellipsoid

> *Volumenkörper* > *Ellipsoid* > *Aus Mitte*

erzeugt einen Ellipsoid aus einer Fläche aus den Eckpunkten eines Begrenzungsrechtecks (Eckpunkte), aus Punkten auf dem Durchmesser (Durchmesser), aus Fokuspunkten (VonFoci) oder um bestehende Kurven (UmKurve).



#### Paraboloid

> *Volumenkörper* > *Paraboloid* > *Fokus, Richtung*

zeichnet ein geschlossenes Paraboloid aus einem Flächenverband (Deckfläche) oder ein offenes Paraboloid aus einer einzelnen Fläche, aus Fokuspunkt und Richtung oder Scheitelpunkt und Fokuspunkt (Scheitelpunkt).



#### Kegel

> *Volumenkörper* > *Kegel*

erzeugt einen Kegel aus einem Flächenverband aus Mittelpunkt, Radius und Höhe, vertikal zur Konstruktionsebene (vertikal). Optionen ähnlich wie bei Kreis und Kugel.



#### Kegelstumpf

> *Volumenkörper* > *Kegelstumpf*

zeichnet einen aus einem Flächenverband bestehenden Kegelstumpf aus Mitte, Radius, Höhe und einem zweiten Radius. Optionen wie bei Kegel, Kreis oder Kugel.



#### Zylinder

> *Volumenkörper* > *Zylinder*

erzeugt ein aus einem Flächenverband bestehenden Zylinder aus Mitte, Radius und Höhe vertikal zu Konstruktionsebene. Weitere Optionen wie beim Kreis.



#### Rohr

> *Volumenkörper* > *Rohr*

erzeugt ein aus einem Flächenverband bestehendens Rohr. Ein Zylinder mit einem Loch in der Mitte vertikal zur Konstruktionsebene. Da es auf einem Kreis basiert gibt es wieder ähnliche Optionen.



#### Ring

> *Volumenkörper* > *Ring*

zeichnet eine einzelne Fläche aus Mittelpunkt, Radius und einem zweiten Radius. Optionen zur Erzeugung des ersten Kreise sind wie beim Kreis, die Dicke des Rings wird entweder durch einen Radius oder durch einen fixen Innendurchmesser festgelegt.



### RohrAnKurve

> *Volumenkörper* > *Rohr an Kurve*

zieht ein Kreis entlang eine Kurve auf, um ein offenes oder geschlossenes Rohr entlang einer Kurve zu erzeugen. Die Radien der Enden können verschieden sein.



### Extrudieren

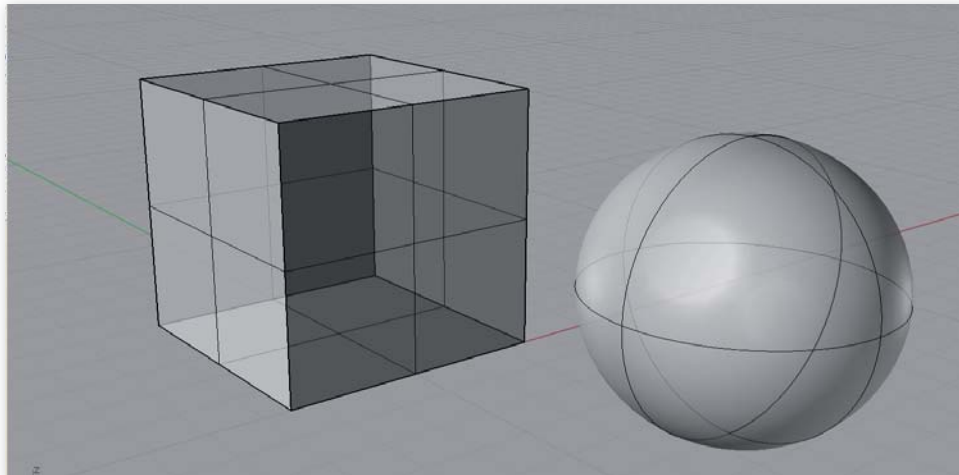
> *Volumenkörper* > *Vollkörper extrudieren* > *Gerade*

kann entweder eine planare Kurve oder eine Fläche in einem Volumenkörper extrudieren. Mit der Option *Deckfläche* kann man aus eine geschlossenen, planaren Kurve einen Flächenverbandvolumenkörper erzeugen. Es gibt auch hier verschiedene Optionen zu extrudieren siehe dazu > Extrudieren unter Linien und Kurven.

## 3.4.1 Beispiele für die Erzeugung von Volumenkörpern

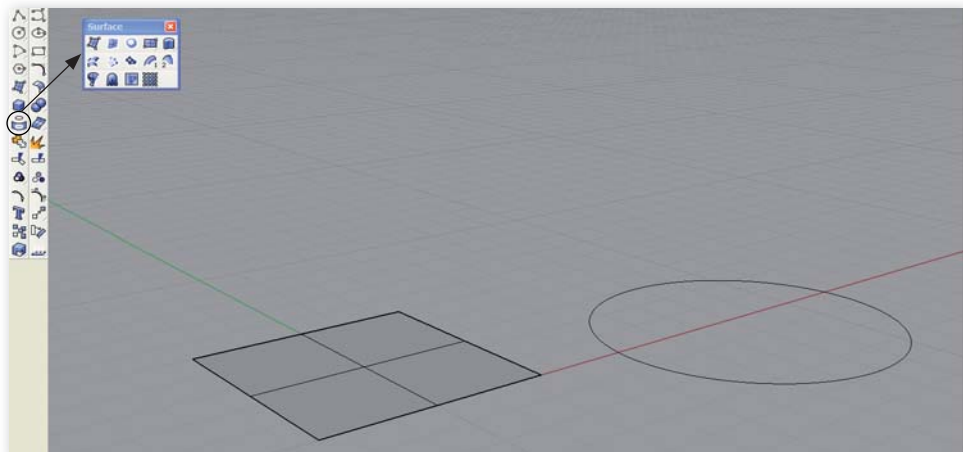
### Erzeugung von Primitiven – Quader und Kugel

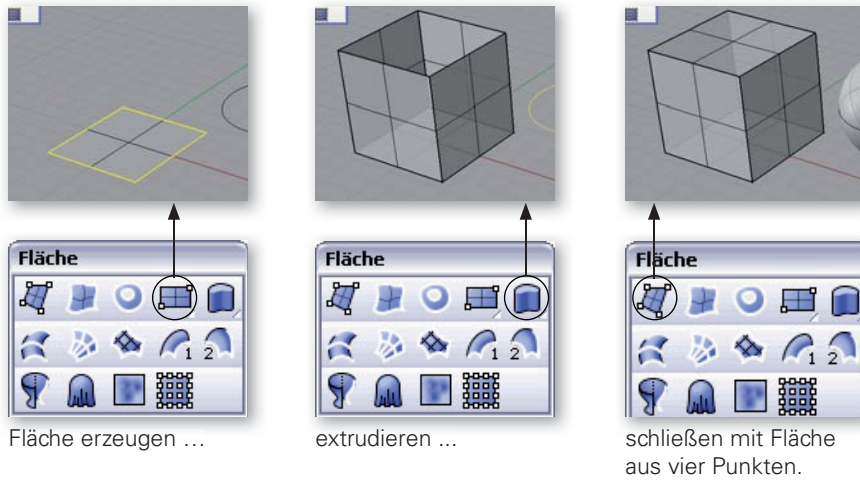
Die einfachste Methode, in Rhinceros ein Volumenkörper zu erzeugen ist mit Hilfe vordefinierter Körper, so genannten Primitiven. z.B. über *Volumenkörper* > *Quader* > *Eckpunkt zu Eckpunkt*, *Höhe*. Die Kommandozeile fordert dann die Angabe von zwei Basiseckpunkten für Länge und Breite der Grundfläche des Quaders. Abschließend wird die Höhe festgelegt.



### Erzeugung von Körpern über Flächen

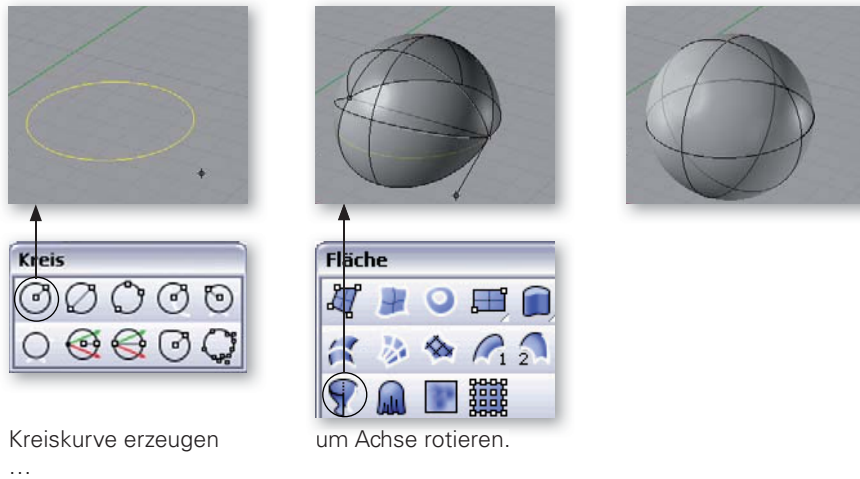
Volumenkörper lassen sich jedoch ebenso über ihre Einzelflächen erzeugen. Für das Beispiel des Quaders bedeutet das, dass zunächst mit dem Flächenwerkzeug die Grundfläche erstellt wird. Der Grundkreis für die Kugel entsteht aus einem Spline. Die Kontur des Quaders wird in die Höhe extrudiert. Die obere und untere Deckfläche mit dem Flächenwerkzeug geschlossen.





**Erzeugung von Körpern über Rotieren**

Der Umriss des Kreises wird um eine Achse rotiert, so dass eine geschlossene Kugeloberfläche entsteht.



**3.4.2 NURBS-Flächen**

Mit Hilfe der Flächenwerkzeuge lassen weitere NURBS-Flächen erzeugen:

**Loftnurbs**

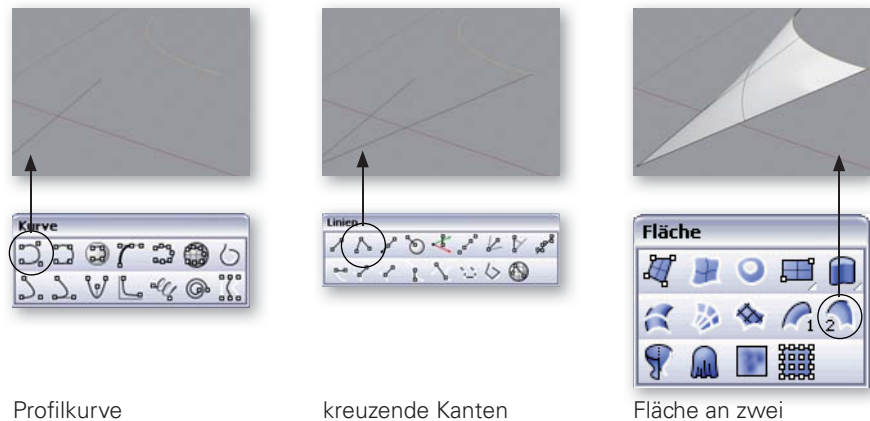
Bestehen aus mehreren hinter- oder übereinander angeordneten Querschnittskurven, die mit einer glatten Fläche überzogen werden.



---

### Flächen an einer, bzw. zwei Leitkurven

Dieser Befehl erzeugt eine Fläche anhand von Profilkurven und einer, bzw. zwei kreuzenden Kanten.



## 4 Objekte auswählen

Bei den meisten Befehlen kann man schon vor der Befehlseingabe auswählen. Sollte kein Objekt ausgewählt sein, wird man in der Befehlszeile dazu aufgefordert. Wenn der Befehl einzelne Teile eines größeren Objektes verlangt, z.B. eine Randkurve, wird man zur Auswahl einer solchen aufgefordert. Man kann einzelne Objektteile wie eine Randkurve nicht auswählen, solange nicht ein Befehl eine solche Auswahl erfordert.

---

### Ein Objekt auswählen

Dazu klickt man an einer beliebigen Stelle auf das gewünschte Objekt.

---

### Mehrere Objekte auswählen

Umschalttaste halten und Objekte anklicken.

---

### Objekte aus der Sammlung ausgewählter Objekte entfernen (deselektieren)

STRG-Taste gedrückt halten und Objekte mit der Maus deselektieren.

---

### Auswahl aufheben

Man klickt eine leere Fläche auf dem Bildschirm an oder drückt Esc.

---

### Alle sichtbaren Objekte auswählen

STRG+A

---

### Aus verschiedenen Objekten auswählen

Es kann vorkommen, dass sich mehr als ein Objekt an der Mauszeigerposition befindet und Rhino nicht erkennen kann, welches man auswählen will. Es erscheint ein Auswahlmenü an der Position des Mauszeigers mit einer Liste möglicher Objekte zur Auswahl. Während man mit der Maus die Liste runterfährt, werden der Name und das Objekt hervorgehoben.

Man kann sich auch wahlweise durch mehrmaliges drücken der (LMT) durch die Objekte bewegen, und dann auf die (RMT) drücken, um das gewünschte Objekt auszuwählen. Wenn während eines Befehls, der eine Flächenkante als Eingabe erlaubt, sowohl eine Kurve als auch eine Flächenkante am Mauszeiger platziert sind, zeigt Rhino die Flächenkante mit Pfeilen daran an, damit man sie von der Kurve unterscheiden kann.

---

### Eine Fensterauswahl vornehmen

Die Auswahl mit einem von links nach rechts gezogenen Fenster wählt alles aus, was sich vollständig im Auswahlrechteck befindet.

Bei der Auswahl mit einem von rechts nach links gezogenen Rechteck, wird alles ausgewählt was sich innerhalb des Rechtecks befindet oder von ihm geschnitten wird. Das Hinzufügen mit Umschalttaste und deselektieren mit STRG-Taste funktioniert auch hier.

---

### Nach Objekttypen auswählen

Man kann alle sichtbaren Objekte eines Typs auswählen: z.B. Kurven , Punkte, Flächen, Flächenverbände usw. Der Befehl *KurveAuswählen* (*Bearbeiten > Objekte auswählen > Kurven*) wählt z.B. alle sichtbaren Kurven aus.

Alle anderen auswahlmöglichkeiten findet man unter (*Bearbeiten > Objekte auswählen*) oder unter *\_sel* in der Befehlszeile, dann aber nur auf englisch.

### Auswahl invertieren

Mit dem Befehl *invertieren* (*> Bearbeiten > Objekte auswählen > Invertieren*) kann man die ausgewählten Objekte gegen die nicht ausgewählten Objekte tauschen, die Auswahl wird also umgekehrt.



## 4.1 Sichtbarkeit von Objekten

Beim Bearbeiten ist es oft sehr nützlich, wenn nur eine kleine Gruppe von Objekten sichtbar ist und der Rest versteckt wird. Rhino ermöglicht dies auf zwei verschiedene Arten: Objekte oder Ebenen ausblenden oder anzeigen.

Der Befehl *Ausblenden* (*> Bearbeiten > Sichtbarkeit > Ausblenden*) macht Objekte unsichtbar. Der Befehl *Anzeigen* (*> Bearbeiten > Sichtbarkeit > Anzeigen*) macht alle versteckten Objekte wieder sichtbar.

Ebenen sind eine Methode Objekte zu organisieren und sie getrennt zu bearbeiten. Durch klicken auf die Lampe im Ebenenmanager können alle Objekte auf einer Ebene versteckt, bzw. wieder angezeigt werden.

## 4.2 Objekte sperren

- Mit *Sperren* (*> Bearbeiten > Sichtbarkeit > Sperren*) kann man ausgewählte Objekte für ungewollte Bearbeitung sperren. Man kann gesperrte Objekte fangen aber nicht auswählen.
- Mit *Entsperren* (*> Bearbeiten > Sichtbarkeit > Entsperren*) kann man alle gesperrten Objekte wieder bearbeitbar machen.
- Mit *Auswahlentsperren* (*> Bearbeiten > Sichtbarkeit > Auswahl entsperren*) kann man einzelne Objekte entsperren ohne gleich alle entsperren zu müssen. Die Sperre kann auch mit dem Befehl *SperreUmtauschen* (*Bearbeiten > Sichtbarkeit > gesperrte und entsperrte Objekte vertauschen*) invertiert werden.

## 5 Objekte bearbeiten

## 5.1 Bearbeitungswerkzeug für Kurven



Verlängern mit verschiedenen Optionen



Verrunden (> Kurve > Kurven Verrunden) oder auch fassen



Überblenden (> Kurve > Kurven überblenden)

verbindet zwei Kurven mit eine Grad 2 Kurve automatisch oder bestimmbar.



Parallelkurve (> Kurve > Parallelkurve)

kopiert eine Kurve in einem bestimmten Abstand oder durch einen Punkt. Geht auch auf der Normalen zu einer Fläche oder auf einer Fläche.



Kurve2Ansichten (Kurve > Kurve aus 2 Ansichten)

wenn man weiß wie eine Kurve aus zwei Ansichten aussehen soll kann man die Kurve auch mit zwei Kurven in Zwei ansichten beschreiben. Die eigentliche Kurve entsteht an dem Schnittpunkt der imaginären Extrusion der beiden Ansichtskurven.



Querschnittskurven (> Kurve > Querschnittsprofile)

erzeugt Querschnittskurven anhand von Profilkurven. Beispiel: wenn man eine seitenansicht und eine Draufsicht einer form hat und man diese form loften will, kann man diese Form aus den Querschnittskurven erzeugen. Die Querschnittskurven gehen durch die vorhandenen Profilkurven. Sie sind weich interpoliert und geschlossen.



Neuaufbauen

um die Anzahl der Kontrollpunkte von Objekten zu verändern und den Grad der Kurve anzupassen. Hierbei kann sich die Kurve verändern (z.B. geglättet werden).



KurveVereinfachen bei Beibehaltung der Form

Diese Funktion wird benötigt bei extrahierten Kurven um sie wieder bearbeitbar, im sinnen von überschaubarer Anzahl von Kontrollpunkten, zu machen.

## 5.2 Bearbeitungswerkzeuge für Flächen



FlächeVerlängern (> Fläche > Verlängern)

verlängert eine Fläche um einen Koeffizienten oder bis zu einer Begrenzung.



FlächeVerrunden (> Fläche > Fläche verrunden)

erzeugt eine bogenförmige Fläche zwischen zwei Flächenenden. Die beiden bestehenden Flächen werden bis an die Verrundungsfläche verlängert oder getrimmt.



FlächenFasen (> Fläche > Flächen fassen)

fügt einen geraden Abschnitt zwischen zwei Flächen ein . Man definiert Abstände zu den Kanten der beiden Flächen. Die bestehenden Flächen werden bis an die fassenfläche verlängert oder getrimmt.



Parallelfäche (> Fläche > Parallelfäche)

erzeugt eine neue Fläche in einem bestimmten Abstand zum Original.



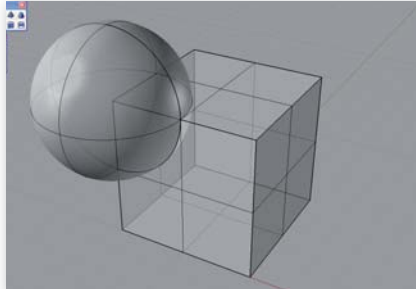
FlächeAbwickel (> Fläche > Fläche Abwickeln)

mit dieser Funktion lassen sich einfach oder leicht mehrfach gekrümmte Flächen abwickeln.

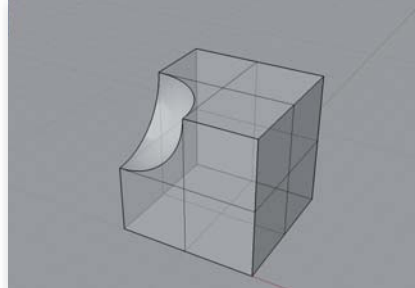
### 5.3 Werkzeuge für Volumenkörper

#### Boolesche Operationen

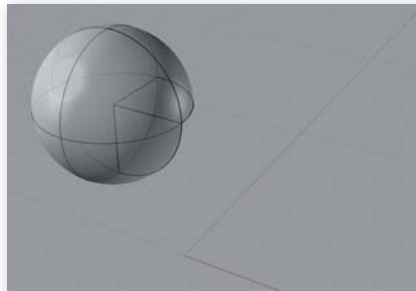
Eine Boolesche Operation ist eine mathematische Methode zur Darstellung von Beziehungen mit Hilfe von logischen Operatoren wie UND, ODER oder OHNE. Boolesche Operationen können auf zwei oder mehr Flächen oder Volumina angewendet werden, wodurch Schnittmengen, Vereinigungen oder Differenzen der Flächen oder Volumina entstehen.



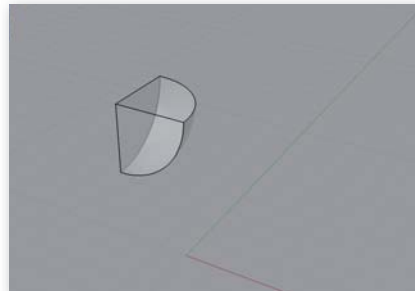
Boolesche Vereinigung (A+B)   
Die geschnitten Flächen im Innerern



Boolesche Differenz (A-B)   
Volumen B wird von Volumen A



Boolesche Differenz (B-A)



Boolesche Schnittmenge   
Schnittfläche der Volumina bleibt

### 5.4 Kurve aus Objekt



#### Projektion (> Kurve > Kurve aus Objekt > Projektion)

projiziert eine Kurve aus der jeweiligen Blickrichtung auf einen Fläche.



#### Ziehen (> Kurve > Kurve aus Objekt > Ziehen)

zieht eine Kurve auf eine Fläche in Richtung der Flächennormalen, d.h. immer senkrecht zur Fläche, egal wie die Blickrichtung ist.



#### KanteDuplizieren (> Kurve > Kurve aus Objekt > Kante Duplizieren)

erstellt ein Duplikat einer Kante, ein Duplikat aller eine Fläche begrenzenden Kanten auch von Flächen in einem Flächenverband.



#### IsokurveExtrahieren (> Kurve > Kurve aus Objekt > Isokurve extrahieren)

erstellt eine Isokurve an einer beliebigen Stelle auf der Fläche.



#### GitternetzExtrahieren (> Kurve > Kurve aus Objekt > Gitternetz extrahieren)

extrahiert alle Isokurven und Kanten aus einem Objekt. Eignet sich z.B. zum erneuten konstruieren von Fläche.



#### RechtwinkligÜberblenden

(> Kurve > Kurve aus Objekt > Rechtwinklig überblenden)

zeichnet eine Kurve zwischen zwei kanten die rechtwinklig zu den dazu gehörenden Flächen anschließt.

**Schnitt** (> *Kurve* > *Kurve aus Objekt* > *Schnitt*)

erzeugt eine Kurve an allen Schnittstellen von zwei oder mehr Objekten. Bei Kurven werden Schnittpunkte erzeugt.

**Konturlinien** (> *Kurve* > *Kurve aus Objekt* > *Konturlinien*)

erzeugt auf einem Objekt Kurven die parallel und in festem Abstand sind. Mit dieser Funktion lassen sich Objekte einfach in Scheiben schneiden, z.B. Geschosse in eine Freiform zeichnen.

**Schnittkurve** (> *Kurve* > *Kurve aus Objekt* > *Schnittkurve*)

erzeugt eine einfache Schnittkurve durch ein oder mehrere Objekte; z.B. einen 2D Schnitt durch ein Haus.

**Silhouette** (> *Kurve* > *Kurve aus Objekt* > *Silhouette*)

zeichnet die Umrisse von Objekten aus dem jeweiligen Blickwinkel nach und erstellt eine 2D Zeichnung flach auf der Konstruktionsebene.

**2DZeichnung** (> *Kurve* > *Kurve aus Objekt* > *2D Zeichnung*)

erstellt eine 2D Zeichnung von allen aktivierten Objekten und legt sie flach auf die Konstruktionseben. Ein sehr einfache Werkzeug um Perspektiven zu zeichnen. Die Aufteilung von verschiedenen Linientypen (z.B. verdeckte Linien als gestrichelt) auf Ebenen ist möglich.

**Polygonnetz umwandeln von NURBS-Objekten in Polygonnetze.**

Wird nötig für den Export in andere Programme. Da Rhino ein NURBS-Modeler ist macht es aber während des Erstellens eines Modells keinen Sinn Objekte umzuwandeln, da ihre Bearbeitbarkeit sehr erschwert wird.

**Verbinden** (> *Bearbeiten* > *Verbinden*)

Verbindet Kurven oder Flächen in ein Objekt. Sollten die Objekte auf verschiedenen Ebenen liegen, hat das verbundene Objekt die Eigenschaften des zuerst ausgewählten Objekts.

**Zerlegen** (> *Bearbeiten* > *Zerlegen*)

entfernt die Verbindungen zwischen verbundenen Kurven und Flächen, wenn eine Fläche individuell bearbeitet werden soll. Z.B. kann man einen Flächenverband in seine Einzelteile zerlegen.

**Trimmen** (> *Bearbeiten* > *Trimmen*)

abschneiden von Kurven und Flächen, die angeklickten Teile werden gelöscht. Man kann auch mehrere Objekte auf einmal auswählen, die sich dann alle gegenseitig trimmen.

**Teilen** (> *Bearbeiten* > *Teilen*)

teilen von Kurven und Flächen, beide Teilstücke bleiben vorhanden.

**Gruppieren** (> *Bearbeiten* > *Gruppe* > *Gruppieren*)

einzelne Objekte zu einer Gruppe zusammenführen (Ebenenübergreifend).

**Gruppe auflösen** (> *Bearbeiten* > *Gruppe* > *Gruppierung auflösen*)

die Verteilung auf die Ebenen bleibt.

**Bearbeitungspunkte** > *(LMT) ein* > *(RMT) aus*

Bearbeitungspunkte liegen auf der Kurve, da durch lässt sich diese genau bearbeiten.

**Kontrollpunkte** > *(LMT) ein* > *(RMT) aus*

Feinänderungen an der Form einer Kurve oder Fläche können durch verschieben der Kontrollpunkte vorgenommen werden.

**Text** (> *Volumenkörper* > *Text...*)

wandelt Text in Kurven, Flächen oder Volumenkörper um. Hierbei kann man Textart und Stil wählen.

## 5.5 Verschieben (> Bearbeiten > Verschieben)

Anders als beim Ziehen von Objekten, wird beim Verschieben der Objektfang aktiv, d.h. das man genau von einem Referenzpunkt zu einem anderen Punkt verschieben kann.

> Alt-Taste gedrückt halten um mit den Pfeiltasten zu verschieben.



### WeichVerschieben (> Transformieren > Weich Verschieben)

verschiebt alle Objekte in einem zuvor definierten Radius relativ zu einem Punkt mit. Der effekt nimmt sozusagen vom Mittelpunkt des Kreise nach außen ab.



### Spiegeln (> Transformieren > Spiegeln)

erzeugt eine um eine Achse gespiegeltes Objekt, wahlweise als Kopie.



### Orientieren (> Transformieren > Orientieren > 2 oder 3 Punkte)

das ausgewählte Objekt wird an 2 oder 3 Punkten an einem anderen Objekt ausgerichtet (orientiert) und skaliert.



### AufFlächeAusrichten (> Transformieren > Orientieren > Auf Fläche)

orientiert ein Objekt immer senkrecht auf einer Fläche an einem zu wählenden Punkt.



### Auf Kurve Ausrichten (> Transformieren > Orientieren > Auf Kurve)

verschiebt ein Objekt so das es rechtwinklig auf eine beliebigen Kurve sitzt.



### KurveAnKanteAusrichten (> Transformieren > Orientieren > Kurve an Kante)

orientiert eine beliebige Kurve so, dass sie rechtwinklig und in Richtung der Fläche von deren Kante startet.



### Anordnen (> Transformieren > Anorden > Rechtwinklig)

rechtwinkliges anordnen von Duplikaten in drei Achsen vom Originalobjekt aus. Hierbei kann die Anzahl der Duplikate und die jeweilige Entfernung eingestellt werden. Weitere Anordnen Funktionen verbergen sich unter dem Icon.



### Kopieren (> Transformieren > Kopieren)

erzeugt Kopien.

Wenn man beim Objekt ziehen die Alt -Taste drückt werden auch Kopien erstellt. Andere Transformationsobjekte wie Drehen, 3D-Rotation und Skalieren haben eine Option zum Kopieren.



### Drehen > (LMT 2D Rotation) (Transformieren > Drehen) > (RMT 3D Rotation) , (> Transformieren > Rotation)

Mit Hilfe eines Mittelpunktes (oder Mittelachse) werde Objekte 2D oder 3D gedreht.



### Skalieren (> Transformieren > Skalieren > 3D, 2D, 1D, ungleichmäßig)

skaliert Objekte über Maßeingabe oder dynamisch, entweder nur in eine, zwei oder drei Richtungen gleichzeitig oder ungleichmäßig in alle Richtungen nacheinander.

## 5.6 Analysieren

- > (LMT) zeigt die Richtung einer Kurve oder Fläche an
- > (RMT) dreht die Richtung um

- Mit den Analysebefehlen PunktAuswerten, Länge, Abstand, Winkel, Radius lassen sich verschiedene Eigenschaften eines Objekts rausfinden.
- Mit Hilfe von Krümmungsanalyse, Umgebungstextur und Lichtlinien lassen sich Modellierergebnisse überprüfen. Mit Lichtlinien kann man z.B. Übergänge von Flächen überprüfen und sehr genau sehen ob sie passen oder ob es Brüche in den Linien gibt und sie nicht passen.
- Maßeigenschaften: Die Befehle Flächeninhalt, Flächenmittelpunkt, Flächenmoment, Volumen, Volumenmittelpunkt, Volumenmoment berechnen Maßeigenschaften.

## 5.7 Kantenbewertung

Geometrieprobleme, wie Verbindungsfehler oder Fehler mit booleschen Operationen, 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 Kurven die als separates Objekt Teil der Flächenbegrenzung sind. Man spricht hierbei auch vom „wasserdicht machen von Modellen“. Wenn Kanten offen sind kann das Probleme beim Export erzeugen.



### **KanteAnzeigen** (> Analysieren > Kantenwerkzeuge > Kante anzeigen)

zeigt nichtverbundene Kanten an.

### **KanteVereinigen** (> Analysieren > Kantenwerkzeuge > Kante vereinigen),

vereinigt Kanten, deren Enden sich berühren.



### **KantenVerbinden**

(> Analysieren > Kantenwerkzeuge > 2 offene Kanten verbinden)

zwingt unverbundene (offene) Kanten, angrenzenden Flächen zu verbinden.

## 5.8 Diagnose

Diagnosewerkzeuge machen Angaben zur internen Datenstrukturen eines Objekts und wählen Objekte aus, die eventuell repariert werden müssen. Die Befehle Auflisten, Überprüfen, FehlerhafteObjekteAuswählen und Prüfung3dmDatei dienen zur Diagnose von Flächen, die Fehlermeldungen verursachen.

## 6 Bemaßung

Mit den Bemaßungswerkzeugen kann man ein Modell bemaßen, Anmerkungs Pfeile und Textblöcke hinzufügen. Die Bemaßungen sind nicht assoziativ, sie ändern sich nicht wenn das Modell geändert wird und das Modell ändert sich nicht wenn die Bemaßung geändert wird. Die Textgröße, Schriftart, Pfeilgröße und andere Einstellungen der Bemaßungsanzeige werden im Dialogfenster Dokumenteigenschaften, auf der Seite > Bemaßung, gesteuert. Bemaßungsstile steuern die Erscheinung der Bemaßung, diese werden immer im aktuellen Stil erzeugt. Die Bemaßungsstile sind „global“, d.h. wenn man an einem Stil etwas ändert, so aktualisieren sich alle Bemaßungen die in diesem Bemaßungsstil erstellt wurden. Mit dem Befehl Eigenschaften kann man sich den Bemaßungsstil von Objekten anzeigen lassen.



### **Bemaßung** (> Bemaßung > Lineare Bemaßung)

plaziert horizontale und vertikale Bemaßungen, je nach dem in welche Richtung man die Punkte auswählt.



### **BemaßungAusrichten** (> Bemaßung > Ausgerichtete Bemaßung)

erzeugt mit den Bemaßungspunkten ausgerichtete Bemaßungen, d.h. die Bemaßung nimmt den Winkel des Objekts an.



### **BemaßungRotieren** (> Bemaßung > Rotierte Bemaßung)

erzeugt in einem Winkel rotierte Bemaßungen. Vorsicht: Das Maß wird zwischen den Maßlinien genommen!


**BemaßungRadius** (> *Bemaßung* > *Radiale Bemaßung*)

bemaßt den Radius einer Kurve.


**BemaßungWinkel** (> *Bemaßung* > *Winkelbemaßung*)

bemaßt den Winkel zwischen zwei Kurven.


**BemaßungDurchmesser** (> *Bemaßung* > *Durchmesserbemaßung*)

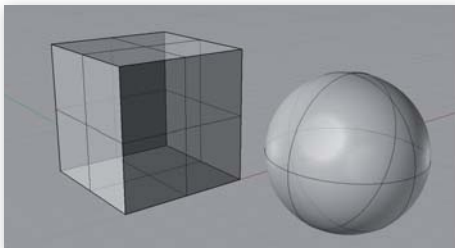
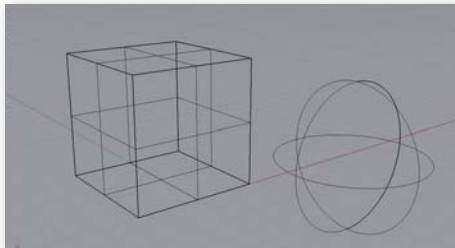
bemaßt den Durchmesser einer Kurve.

**BemaßungAuswählen** (> *Bearbeiten* > *Objekt auswählen* > *Bemaßung*)

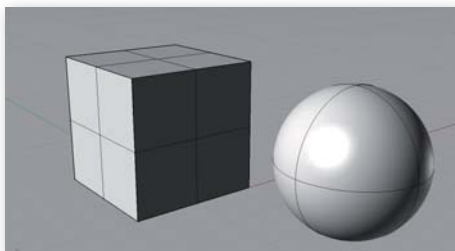
wählt alle Bemaßungen, Anmerkungspfeile und Textblöcke im Modell aus.

## 7 Darstellungsarten

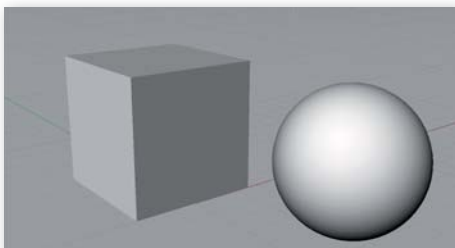
Mit einem Rechtsklick auf die blau unterlegte Bezeichnung der jeweiligen Ansicht, lassen sich diese auf verschiedene Arten darstellen.



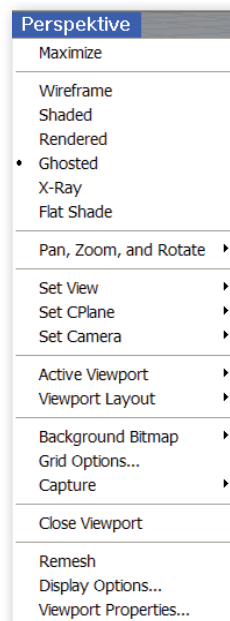
Halbtransparent



Schattiert(LMT)

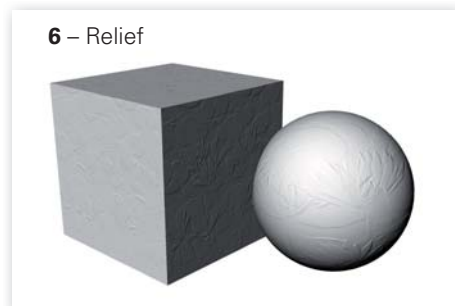
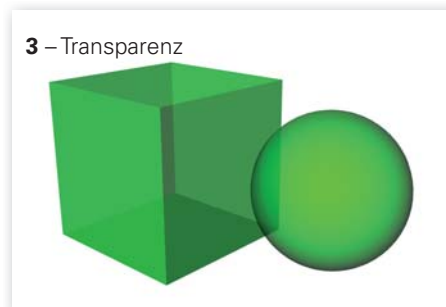
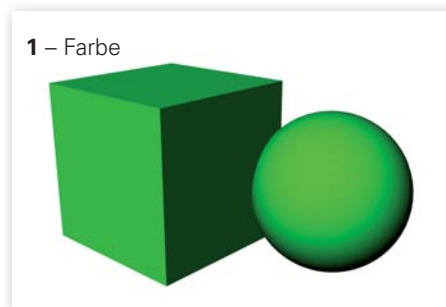
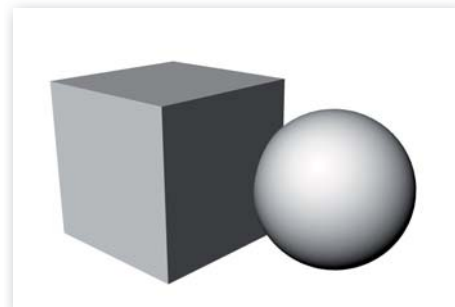
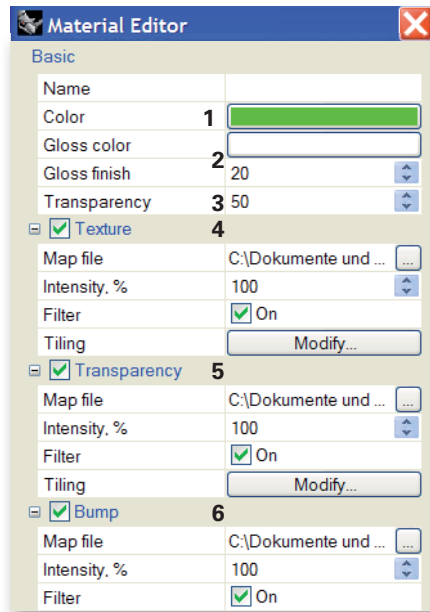


Gerendert



### 8 Materialien

Standardmäßig werden Objekte weiß gerendert, wenn Farbe, Glanzlicht, Textur, Transparenz und Relief nicht definiert sind. Diese Attribute werden im Fenster Eigenschaften, Seite Material gesteuert



## 9 Rendern

Zusätzlich zur schattierten Vorschau liefert Rhino auch farbiges Rendern mit Lichtern, Transparenz, Schatten und Texturen. Der in Rhino enthaltene Renderer liefert ein einfaches Bild der gemodelten Objekte, eignet sich jedoch nicht für fotorealistische Renderings. Grundsätzliche Einstellungen wie Hintergrundfarbe des Renderings, o.ä. kann man über rechten Mausklick auf das Render-Icon aufrufen.

Die Rendering-Eigenschaften der einzelnen Ebenen erreicht man über einen Klick auf die entsprechende Schaltfläche in der Ebenen-Verwaltung.



### Schattieren

dient hauptsächlich der Ansichtseinstellung im Editor



### Rendern (> Rendern > Rendern)

rendert das aktivierte Fenster mit dem aktivierten Renderer. Das Installieren eines Render Plug-ins (V-Ray, Flamingo, Brazil) kann einem das Exportieren in Programme wie Cinema 4D oder 3D Studio Max ersparen, umgestellt wird der aktive Renderer unter (Rendern > Renderer >...).

### 9.1 Lichter



Lichter machen eine Szene erst ausdrucksstark. Es gibt verschiedene Lichter die reale Lichtquellen simulieren sollen, aber oft sind mehr als die realen Lichtquellen nötig um eine gute Ausleuchtung zu erzielen (Tutorial zum Thema Licht > Quellen).

Eigenschaften des Lichts kann man unter Eigenschaften auf der Seite Licht ändern. Man kann es ein- oder ausschalten, die Farbe ändern oder die Schattenintensität ändern.



#### Spot (> Rendern > Spotlicht erzeugen)

verfügt über Kontrollpunkte, um Lichtstrahl und Winkel der Lichtverteilung, Richtung und Größe des Lichts zu ändern.



#### Punktlicht (> Rendern > Punktlicht erzeugen)

fügt ein Punktlicht in das Modell ein. Es leuchtet in alle Richtungen.



#### Gerichtetes Licht (> Rendern > Gerichtetes Licht erzeugen)

Ein gerichtetes Licht erzeugt einen parallelen Lichtstrahl, der durch das Modell in die ausgewählte Richtung leuchtet. Gerichtete Lichter haben keinen Ursprung, nur eine Richtung



#### Rechteckiges Licht (> Rendern > Rechteckiges Licht erzeugen)

fügt ein rechteckiges Licht ein, dass Licht von einer Fläche in die Richtung einer Hinweislinie ausstrahlt.



#### Lineares Licht (> Rendern > Lineares Licht erzeugen)

fügt ein röhrenförmiges Licht (wie eine Leuchtstoffröhre) in das Modell ein.



#### LichtÜberGlanzpunkt

verschiebt eine Lichtquelle so, dass sie auf einer Fläche ein Glanzlicht durch Reflexion erzeugt.

### 9.2 Einstellungen und Hilfe



#### Optionen | Dokumenteinstellungen

Unter dem Icon verbergen sich auch Automatisierwerkzeuge, Plug-in-Manager und Werkzeugleist-Layout, sowie Skripting-Einstellungen.



#### Hilfe

Für den Beginn gibt es bei Rhino ein paar sehr hilfreiche Hilfestellungen, wie z.B. Rhino Lernen wo sich einige Tutorials und eine sehr ausführliche Einführung befinden. Auch sehr hilfreich ist die Befehlshilfe, in der zeitgleich zu den Befehlen deren Funktionen erklärt werden. Für die allgemeine Fragen gibt auch eine normale Hilfe und ein FAQ (Frequently asked Questions).

## 10 Import | Export

Nahezu alle Dateien die in Rhino 4 importiert werden können lassen sich auch von hier exportieren. Bei dem Export von NURBS-Flächen und Objekten wird meist das Umwandeln in Polygonnetze erforderlich. Beim Import von Polygonkörpern und Flächen werden diese weiter als Polygonnetz angezeigt, ihre Bearbeitung ist dementsprechend eingeschränkt.

### 10.1 Import-Dateiformate

#### AutoCAD DXF, DWG

---

Rhino verarbeitet DXF-Dateien aller Versionen. Alle 3D-Daten werden originalgetreu eingelesen.

#### Lightwave

---

Beim Import einer Datei aus Lightwave werden nicht nur Objekt-Geometrien übernommen, sondern auch komplette Szenenbeschreibungen, Kamerabrennweiten und Texturen.

#### Illustrator

---

Rhino importiert Pfade aus Adobe Illustrator (AI)-Dateien als Kurven auf der Konstruktionsebene.

### 10.2 Export-Dateiformate

#### 3D Studio MAX

---

#### DXF und DWG (AutoCAD)

---

#### Wavefront (obj)

---

Eine zuverlässige Exportmöglichkeit um Objekte z.B. nach Cinema zu exportieren. Hierbei bleiben eventuell eingestellte Materialien zugewiesen, müssen aber in Cinema noch durch ein Cinema-Material ersetzt werden.

#### STL

---

STL ist ein Format, das vor allem im Bereich des Rapid Prototyping zum Einsatz kommt. Die Geometrie wird durch Dreiecke bestimmt deren Feinheit man beim Export einstellen kann. Ob das Modell „sauber“ gebaut und exportiert ist, kann man anschließend in Rhino mit den Kantenanalysewerkzeugen prüfen.

#### VRML 1 | VRML 2

---

VRML bedeutet Virtual Reality Modeling Language und ist eine Beschreibungssprache für 3D-Szenen, deren Geometrien, Ausleuchtungen, Animationen und Interaktionsmöglichkeiten.

#### Adobe Illustrator

---

Das Exportieren von Illustrator Dateien ist hilfreich Erstellen von Plänen, da eine Liniendickenanzeige in Rhino nicht möglich ist, so daß man sich auf seine ordentliche Arbeitsweise und eine gute Vorstellung bei der Farbe-zu-Dickedefinition verlassen muß.

#### KML

---

Wie aus SketchUp kann auch aus Rhino 4 eine Geometrie exportiert werden die sich in Google Earth platzieren lässt. Hierbei kann der Blickwinkel festgelegt werden. Die Weltkoordinaten werden zur Standortbestimmung benötigt, diese lassen sich z.B. in Google Earth ermitteln. kml-Datei in Google Earth öffnen und das Objekt wird an den voreingestellten Koordinaten angezeigt.

## 11 Tastaturkürzel

Siehe auch >Optionen > Tastatur  
oder > Optionen > Verweise

Tastaturkürzel sind Kurzbefehle für die Eingabe in die Befehlsleiste, z.B. „V“ für Verschieben. Sie sind ein wichtiges Werkzeug um den Workflow zu verbessern. Man kann sich sowohl Tastenkürzel, als auch Eingabeverkürzungen in Rhino selber erstellen. Dafür braucht man aber die Befehlsliste (Hilfe > Befehlsliste) und sollte die Befehle, damit sie in allen Rhinoversionen funktionieren, in englisch mit einem „\_“ Unterstrich davor eingeben. Auch für Skripte sollten die englischen Befehle verwendet werden.

Tastenkürzel	Befehl deutsch	Befehl englisch
F1	Hilfe	Help
F2	Befehlsverlauf	CommandHistory
F3	Eigenschaften	Properties
F5	Ofang deaktivieren	DisableOsnap
F7	Gittersichtbarkeit	noecho -_Grid...
F8	Ortho	Ortho
F10	Kontrollpunkte an	pointsOn
F11	Kontrollpunkte aus	pointsOff
Strg+A	Ausblenden	Hide
Strg+F	Zoomfenster	ZoomWindow
Strg+G	Gruppieren	Group
Strg+I	Einfügen	Insert
Strg+M	Ansichtsfenster maximieren	MaxViewport
Strg+N	Neu	New
Strg+O	Öffnen	Open
Strg+P	Drucken	Print
Strg+S	Speichern	Save
Strg+T	Trimmen	Trim
Strg+Y	Wiederholen	Redo
Strg+Z	Rückgängig	Undo
Strg+Shift+A	Alles auswählen	Sel all
Strg+Shift+B	Zoom Bildschirmfüllend	ZoomExtends
Strg+Shift+E	Auswahl entsperren	UnlockSel
Strg+Shift+G	Entgruppieren	Ungroup
Strg+Shift+S	Sperrern	Lock
Strg+Shift+T	Teilen	Split
Strg+Alt+A	Anzeigen	Show
Strg+Alt+B	Zomm Bildschirmfüllend in allen Ansichten	ZoomAll
Strg+Alt+E	Entsperren	Unlock
Strg+Alt+G	Gitterlinien	Wireframe
Strg+Alt+H	Halbtransparent	GostedViewport
Strg+Alt+R	Rendern	Render
Strg+Alt+S	Schattiert	Shaded
Strg+Alt+V	Verbinden	Join
Strg+Alt+X	Röntgen Ansicht	XrayViewport
Strg+Alt+Z	Auswahl Anzeigen	ShowSel
Pos1	Ansicht Rückgängig	UndoView
Ende	Ansicht Wiederherstellen	RedoView

## 12 Quellen

- Tutorials und Testversion unter: [www.rhino3d.de](http://www.rhino3d.de)
- Tutorials und Plug-in Tutorials unter:  
[http://designreform.net/category/rhino3d\\_modeling\\_tutorials/](http://designreform.net/category/rhino3d_modeling_tutorials/)
- Tips und Tricks unter: <http://en.wiki.mcneel.com/default.aspx/McNeel/RhinoHome.html>  
(im englischen Wiki sehr viel mehr Informationen als im deutschen)
- Hilfe und gute Tutorials unter: <http://www.rhino3dhelp.com/>