

Deel 1: het programma Rhinoceros	1
Viewports	1
Knoppen, menu's en tabs.	2
<i>Opdracht 1.1</i>	3
Selecteren	4
Views en de muis	4
<i>Opdracht 1.2</i>	4
Duplex knoppen en tool tips	5
<i>Opdracht 1.3:</i>	5
<i>Opdracht 1.4</i>	5
Uitklapbare knoppenbalken	5
De Sidebar	6
<i>Opdracht 1.5</i>	6
Commando's invoeren	7
<i>Opdracht 1.6</i>	7
<i>Opdracht 1.7</i>	7
Opties tikken of klikken	7
Opnieuw	7
Deel 2: Objecten	8
Points	8
Curves	9
Surfaces	9
Solids	10
Meshes	10
Deel 3: Solids	11
Aanmaken van Solids	11
<i>Opdracht 3.1</i>	11
Selecteren	12
Zoom selected	12
Verslepen	12
Afronden en afschuinen	13
Booleaanse bewerkingen	14
<i>Opdracht 3.2</i>	15
<i>Opdracht 3.3</i>	16
Solid Tools	17
<i>Opdracht 3.4</i>	17
Deel 4: Polysurfaces	19
Properties	19
<i>Opdracht 4.1</i>	20
Sub-Object Selection	21
<i>Opdracht 4.2</i>	21
Deel 5: NURBS Surfaces	22
Isocurves	23
<i>Opdracht 5.1</i>	23
Edges	24
<i>Opdracht 5.2</i>	24

Verborgen randen	24
Naad verplaatsten	25
Splitsen en samenvoegen van randen	26
<i>Opdracht 5.3</i>	26
Trim en Split	28
<i>Opdracht 5.4</i>	28
<i>Opdracht 5.5</i>	30
Untrim	32
Deel 6: Surface Modeling	34
Surfaces tussen punten	34
<i>Opdracht 6.1</i>	34
Surfaces tussen lijnen	34
<i>Opdracht 6.2</i>	34
Extrusie van lijnen	35
<i>Opdracht 6.3</i>	35
Surfaces via een geraamte van lijnen	35
<i>Opdracht 6.4</i>	35
<i>Opdracht 6.5</i>	36
Naden en randen	38
Blend Curves en Arc	39
Network Surface	40
Surface Analysis	41
Cap Planair Holes	41
Split Edge	42
Loft	42
Artistieke surfaces	43
<i>Opdracht 6.6</i>	44
<i>Opdracht 6.7</i>	44
Deel 7: CAD tekenen	45
Teken technieken	45
Schetsen en overtrekken	45
<i>Opdracht 7.1</i>	45
Grid Snap	46
<i>Opdracht 7.2</i>	47
<i>Opdracht 7.3</i>	47
Exacte lengte en richting	48
<i>Opdracht 7.4</i>	48
Directe lengte invoer	49
<i>Opdracht 7.5</i>	49
Snap hoek invoer	50
<i>Opdracht 7.6</i>	50
<i>Opdracht 7.7</i>	51
<i>Opdracht 7.8</i>	52
Relatieve coördinaten	53
<i>Opdracht 7.9</i>	53
Polaire coördinaten	54
<i>Opdracht 7.10</i>	54

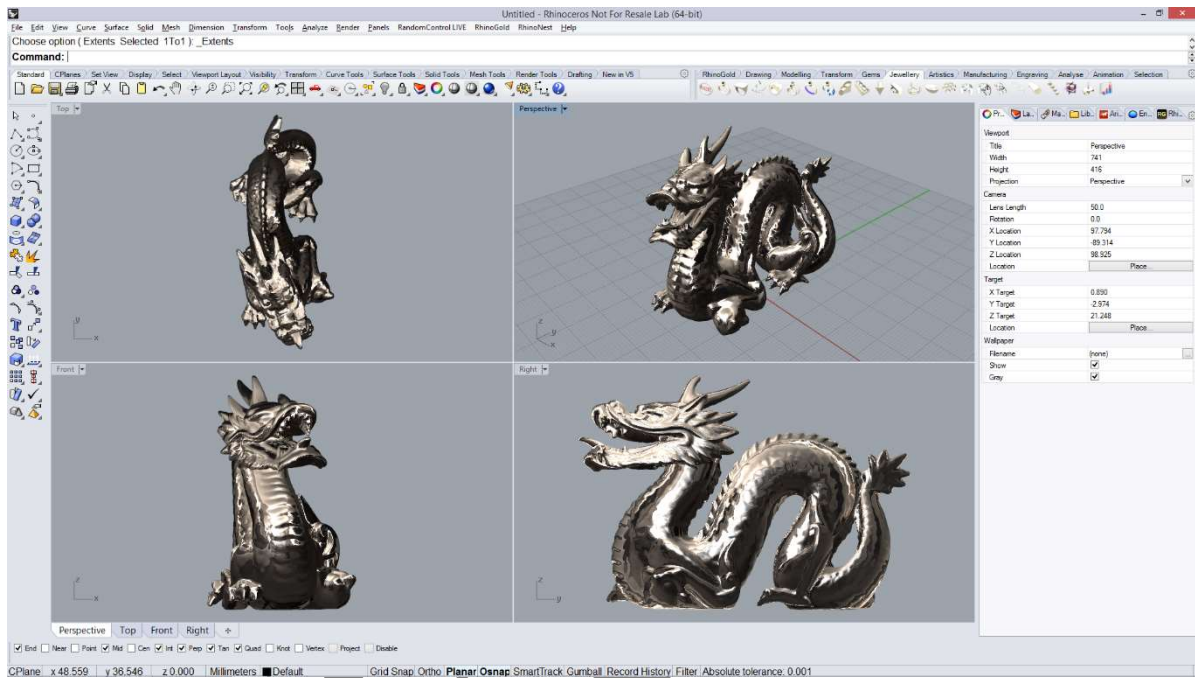
Deel 8: Object Snaps	55
<i>Running Osnaps</i>	55
<i>Opdracht 8.1</i>	56
Snap Overrides	57
<i>Opdracht 8.2</i>	57
Deel 9: 3D Tekenen	59
Z-coördinaat	59
Osnap in de ruimte	59
Liften met Ctrl	59
Planar	59
<i>Opdracht 9.1</i>	60
Deel 10: Lijnen en bogen	61
Lines & Polylines	61
<i>Opdracht 10.1</i>	61
Lijnen	62
<i>Opdracht 10.2</i>	63
<i>Opdracht 10.3</i>	66
Ellipsen	67
<i>Opdracht 10.4</i>	68
<i>Opdracht 10.5</i>	70
Rechthoeken	71
<i>Opdracht 10.6</i>	72
Polygonen	73
<i>Opdracht 10.7</i>	74
Bijschrift	75
Text object	75
<i>Opdracht 10.8</i>	76
Deel 11: Vervormen	77
<i>Opdracht 11.1</i>	77
Deel 12: Positioneren	85
Drag & Drop	85
Nudge Edit	85
<i>Opdracht 12.1</i>	86
Copy & Move	87
<i>Opdracht 12.2</i>	87
<i>Opdracht 12.3</i>	88
<i>Opdracht 12.4</i>	89
Mirror	90
<i>Opdracht 12.5</i>	90
Scale	91
<i>Opdracht 12.6</i>	91
Oriënteren	92
<i>Opdracht 12.7</i>	93
<i>Opdracht 12.8</i>	93
Array	97
<i>Opdracht 12.9</i>	97
Array along Curve	104
<i>Opdracht 12.10</i>	104

Deel 13: Curves	106
Control Points	107
Knots	107
Edit Points	107
Kinks	107
Escape	107
<i>Opdracht 13.1</i>	108
Degree	111
Eerste graads	111
Tweede graads	111
Derde graads	111
<i>Opdracht 13.2</i>	112
Deel 14: Curves afleiden	113
Helix en Pull	114
<i>Opdracht 14.1</i>	114
Projectie en Flow	116
<i>Opdracht 14.2</i>	116
Deel 15: Curves bewerken	124
<i>Opdracht 15.1</i>	125
En voor gevorderden:	131
Deel 16: Surfaces vervormen	132
Smeden met UDT	133
<i>Opdracht 16.1</i>	133
Deel 17: Renderen	142
<i>Opdracht 17.1</i>	142
Materiaal	143
Licht	144
Achtergrond	145
Renderen met Flamingo	147
<i>Opdracht 17.2</i>	148
Deel 18: Werktekeningen	154
3D model naar 2D aanzichten	154
Kader plaatsen en tekeningschaal instellen	155
<i>Opdracht 18.1</i>	156
Tekst en maatvoering instellen	159
Maatvoering	161
Tekst plaatsen	162
Tekst veranderen	163
Lijndikte en lijnstijl instellen	164
<i>Opdracht 18.2</i>	165
Verklarende Woordenlijst	166

Deel 1: het programma Rhinoceros

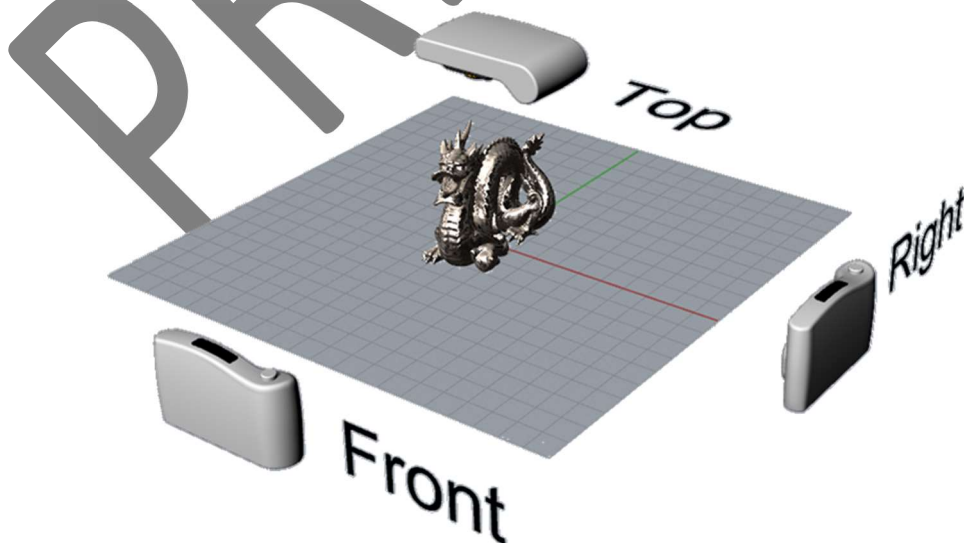
Viewports

In dit hoofdstuk behandelen we de beeldschermelementen van het programma Rhino. Het scherm bestaat uit vier grijze vlakken, met daaromheen een verzameling van knoppen, menu's en panelen.



Figuur 1: Het werkveld van Rhino 5 for Windows.

De vier **vensters** of **viewports** geven het beeld weer van vier camera's die rondom het model opgesteld zijn: boven-, voor-, zij- en een schuin perspectivisch aanzicht.

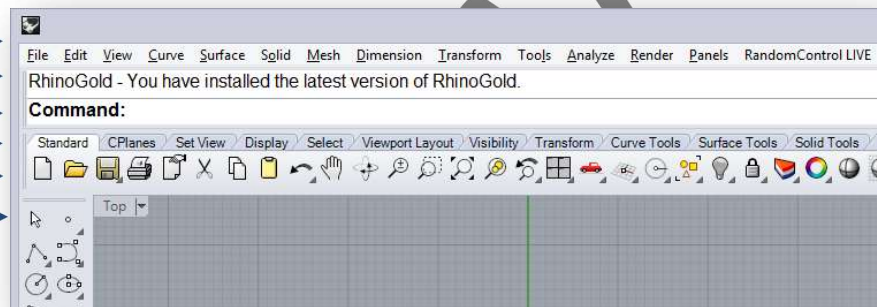


Figuur 2: camera's met drie standaard viewport aanzichten.

Knoppen, menu's en tabs.

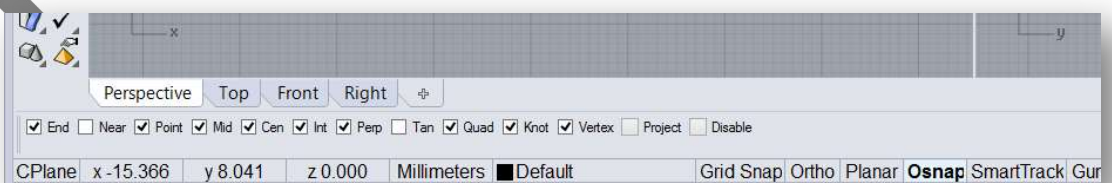
Rondom de vier aanzichten bevinden zich knoppenbalken, tab panelen, menu's en andere gereedschappen. Hieronder volgt een overzicht en naamgeving van de belangrijkste elementen:

- **Pull-down Menu:** Alle commando's zijn in de **menubalk** op functie gegroepeerd.
- **Command Log:** Dit geeft de **geschiedenis** weer van eerder uitgevoerde commando's.
- **Command Prompt:** In de **commando regel** vindt communicatie plaats tussen de gebruiker en Rhino. De gebruiker activeert, met toetsenbord of muis, een commando en Rhino reageert daarop met vragen en opties op de zelfde commando regel.



Figuur 3: Rhino scherm linksboven

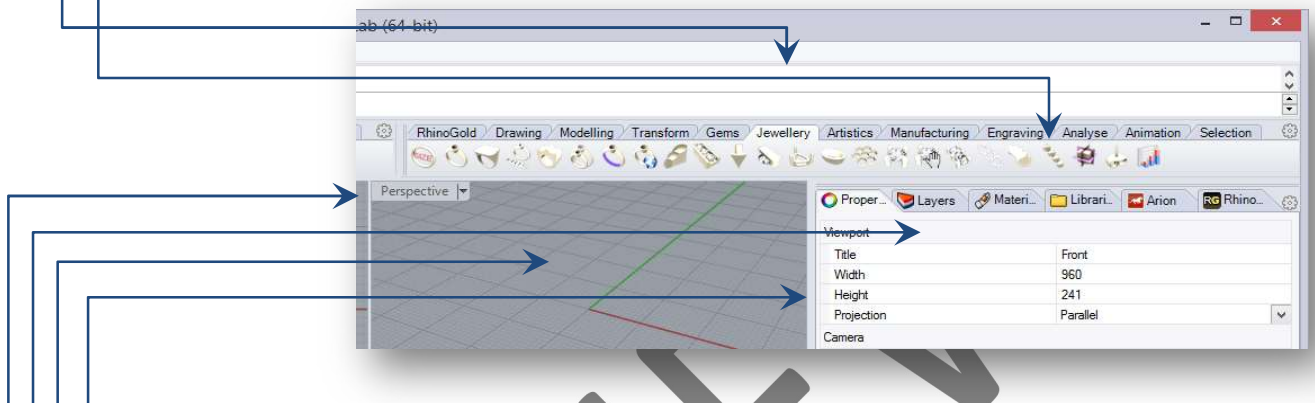
- **Toolbar Tabs:** Verzamelingen van knoppenbalken op verschillende **tabbladen**.
- **Standard Toolbar:** In de **standaard knoppenbalk** bevat knoppen voor het aanmaken, opslaan en openen van modellen. Ook vind je hier de meeste bestandsbeheer commando's.
- **Sidebar:** De meest gebruikte commando's op twee verticale knoppenbalken. Ze zijn op functie en object type gegroepeerd. De **sidebar** kan veranderen van inhoud, zodra er een andere toolbar tab wordt gekozen.
- **Viewport en Layout Tabs:** Snel keuze **tapbladen** naar gemaximaliseerde **vensters** of afdruk bladen.



Figuur 4: Rhino scherm onderzijde

- **Object Snaps:** In de o-snap balk worden de **magnetische** eigenschappen van voorwerpen ingesteld. Deze is in zijn geheel op de statusbalk aan of uit te zetten met de knop Osnap.
- **Status Bar:** In de **statusbalk** is informatie te vinden over hulpgereedschap, is deze in te stellen en te activeren.

- **RhinoGold:** Een verzameling, speciaal voor de edelsmid ontwikkelde commando's op een verzameling tabs. (Niet standaard in Rhino, wordt apart verkocht)
- **Panels:** Een verzameling **tab panelen** met specifieke informatie of toepassingen.



Figuur 5: Rhino scherm rechtsboven

- **Viewport Title:** Dit weergeeft de **kijkrichting van het venster** naar het 3d model.
- **Layers:** Op deze tab kunnen de **lagen** worden beheerd.
- **Viewport:** Een view is een **venster** met een **aanzicht** van het zichtbare deel van het model.
- **Properties:** Hier worden **eigenschappen** van geselecteerde modellen weergegeven.

Opdracht 1.1: Maak in "Mijn documenten" een map met de naam **CAD1 – naam** en **CAD2 – naam**.

Dit is de map waar je al je werk in kunt opslaan.

Bestanden voor de opdrachten zijn te vinden in:

L:\Bronbestanden\Rhinoceros.

Selecteren

Met de muis kun je onderdelen van je model selecteren door ze aan te wijzen. Zodra je met de linkermuisknop op een onderdeel klikt zal de belijning geel worden. Dit betekent dat het geselecteerd is. Daarnaast klikken of **Esc** gebruiken, maakt de selectie weer ongedaan.



Views en de muis

Vergroot en verklein een view door met de linkermuisknop te dubbelklikken op de titel van het view. De titel staat linksboven in het betreffende view:



Figuur 6: Dubbel klik of rechts klik op Viewport titel



Herstel alle views door op de knop "4 Viewports" te klikken. Deze knop vind je in de standaard knoppenbalk. Met een **rechtermuisklik** herstel je alle aanzichten. Een zeer krachtig en veel gebruikt commando.



Schuiven in een view, of pannen, doe je door met de **rechtermuisknop** te slepen. Zodra je de muis beweegt, zie je een handje. Nu kun je de inhoud van het view verschuiven. In het **Perspective View** moet tegelijkertijd Shift ingedrukt worden.



De inhoud van het Perspective View verdraaien doe je door met de rechtermuisknop te slepen. Zodra je de muis beweegt zie je een draai symbool. Nu kun je de inhoud van het view verdraaien. In orthogonale views druk je ook Ctrl en Shift in.



Zoom Selected zal inzoomen op het geselecteerde onderdeel, waardoor dit in het centrum komt te staan.



In- en uitzoomen in een view doen we met het wielje van de muis, ook wel **scrollen** genoemd. Het view onder de muis zal bij het draaien aan het wielje op die plek in- of uitzoomen. Inzoomen doe je door eerst de cursor boven de plek te houden die je van dichtbij wil bekijken. Vervolgens draai je het wielje van je af. Ook kun je Ctrl ingedrukt houden en slepen met de rechtermuisknop.

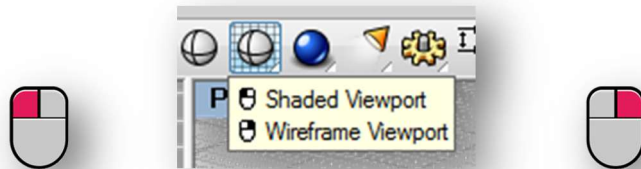


Zoom Extents zal **Uitzoomen** totdat alles weergegeven wordt.

Opdracht 1.2: **Open**
"Rhino Logo.3dm"
Zoek de verborgen
woorden.

Duplex knoppen en tool tips

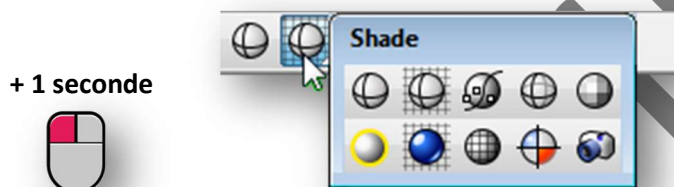
Knoppen in Rhino sturen vaak twee verschillende commando's aan. Ze reageren verschillend op de linker en de rechter muisknop. Hierdoor heb je twee commando's onder een enkele knop op de knoppenbalk. Als je de muis even boven een knop houdt dan laat Rhino zien welke commando's onder de linker en de rechter muisknop te vinden zijn. Dit zijn de tool tips.



Opdracht 1.3: Wissel met de hierboven afgebeelde knop tussen **Shaded** en **Wireframe** weergave. klik in een ander venster ergens op de achtergrond om dat venster actief te maken. Wissel met de knop de weergave van dit venster.

Uitklapbare knoppenbalken

Veel knoppen hebben rechts onder een driehoekje. Als je een seconde op zo een knop drukt dan komt er een nieuwe knoppenbalk tevoorschijn.



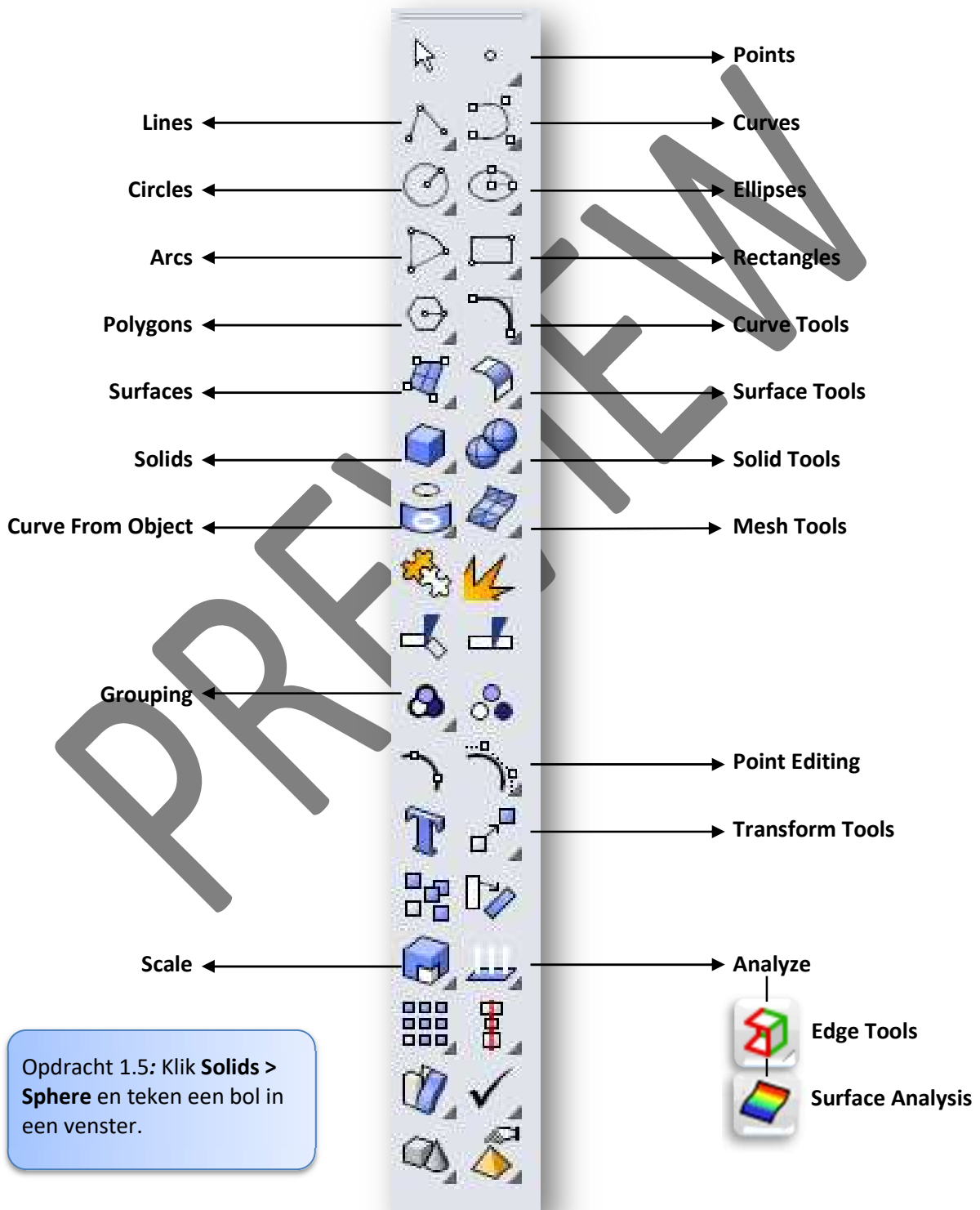
Opdracht 1.4: Wissel de vensters met de hierboven afgebeelde knop tussen **Rendered** en **Wireframe** weergave.

De Sidebar

Dit is de uitklapbare knoppenbalk in de linker marge van het beeldscherm. De inhoud kan verschillen per gekozen tabblad.

Hieronder is te zien onder welk knoppen de verschillende knoppenbalken zitten.

Deze menu's komen te voorschijn, als je de betreffende knop enkele seconden ingedrukt houdt.



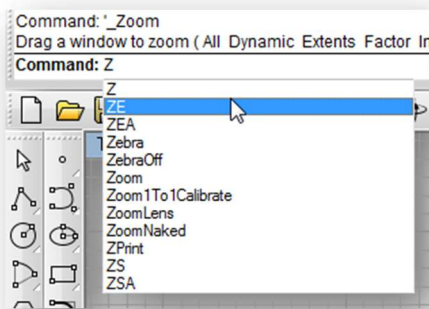
Commando's invoeren

Alle veranderingen in Rhino komen tot stand door gebruik te maken van commando's. Een commando wordt meestal gestart door op een knop te drukken.

Je kunt een commando ook starten door de naam ervan in te typen in de commandoregel. Rhino zoekt tijdens het typen naar commando's met de ingevoerde beginletters. Met het toetsenbord of de muis kun je het juiste commando in de lijst starten.

Het **bevestigen** van een commando doe je met **Enter**, de **Spatiebalk** of de rechtermuisknop.

Het **afbreken** van een commando doe je met **Esc** of met het starten van een nieuw commando via een knop.

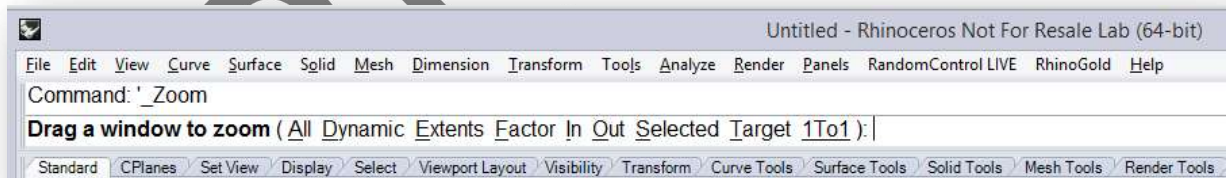


Opdracht 1.6: Type **Z** en wacht een seconde. Kies **ZE** om het commando Zoom Extends uit te voeren. Dit commando laat een view zoomen, totdat alles in het view past.

Opdracht 1.7: Type **zoom** en geef een **enter**. **Klik op Factor** op de commando regel. Type **0.5** en geef een **enter**.

Opties tikken of klikken

Een commando laat vaak een reeks van opties zien. Deze opties kan je zowel met het toetsenbord als met de muis kiezen. Type de letter boven het streepje of klik op het woord met de muis.



Figuur 7: Voorbeeld van een Command line dialog.

Opnieuw

Als er geen commando actief is kan je het laatst gebruikte commando opnieuw starten door een enter of **spatie** in te toetsen.

Via de commandoregel voeren we ook coördinaten, afstanden en hoeken in als we nauwkeurig gaan modelleren. Hier komen we later op terug.

Boven de commandoregel wordt door Rhino informatie achtergelaten. Dit is vaak nuttig voor als een commando het niet lukken wil. Met de toets F2 is deze informatie terug te lezen.

Deel 2: Objecten

3D modellen bestaan uit verschillende bouwstenen. We noemen deze bouwstenen objecten. In Rhino komen we de volgende bouwstenen, of object typen, tegen:

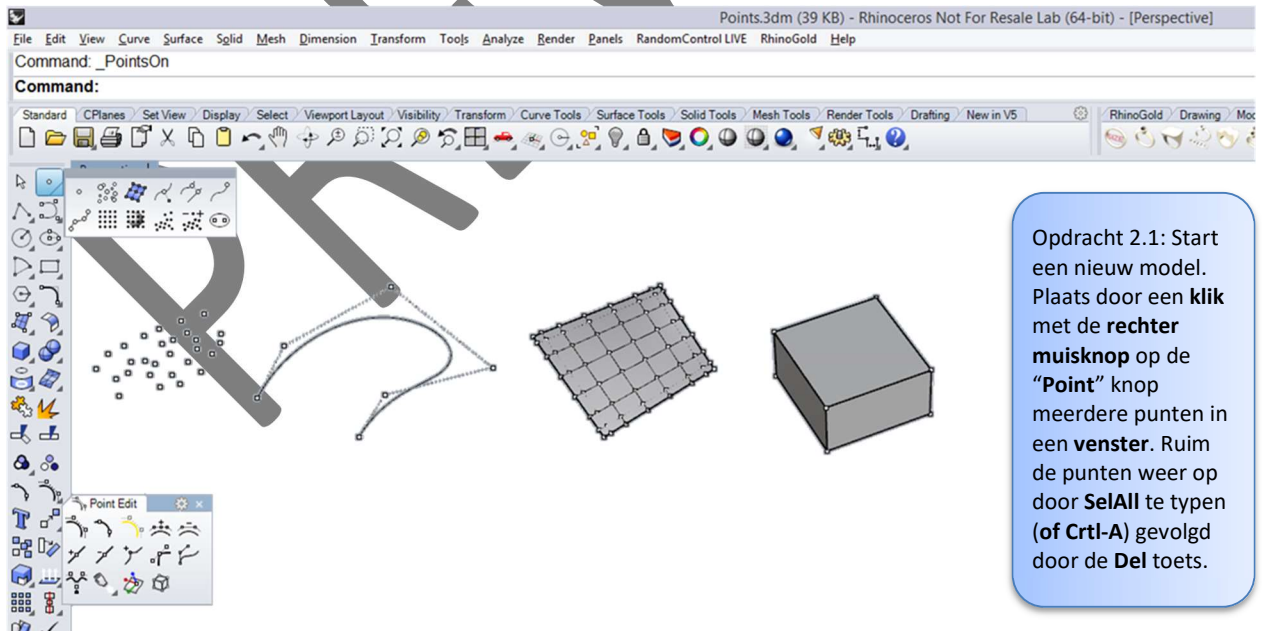
- Points
- Curves
- Surfaces
- Polysurfaces
- Extrusions
- Solids
- Meshes

Dit zijn de objecten die je in ieder 3D ontwerpprogramma tegen kan komen. Het zijn verschillende representaties van **punten, lijnen, vlakken of volumes**.

Voor iedere object type heeft Rhino een eigen set commando's ondergebracht in uitklap knoppenbalken aan de linker zijde van het scherm.

Points

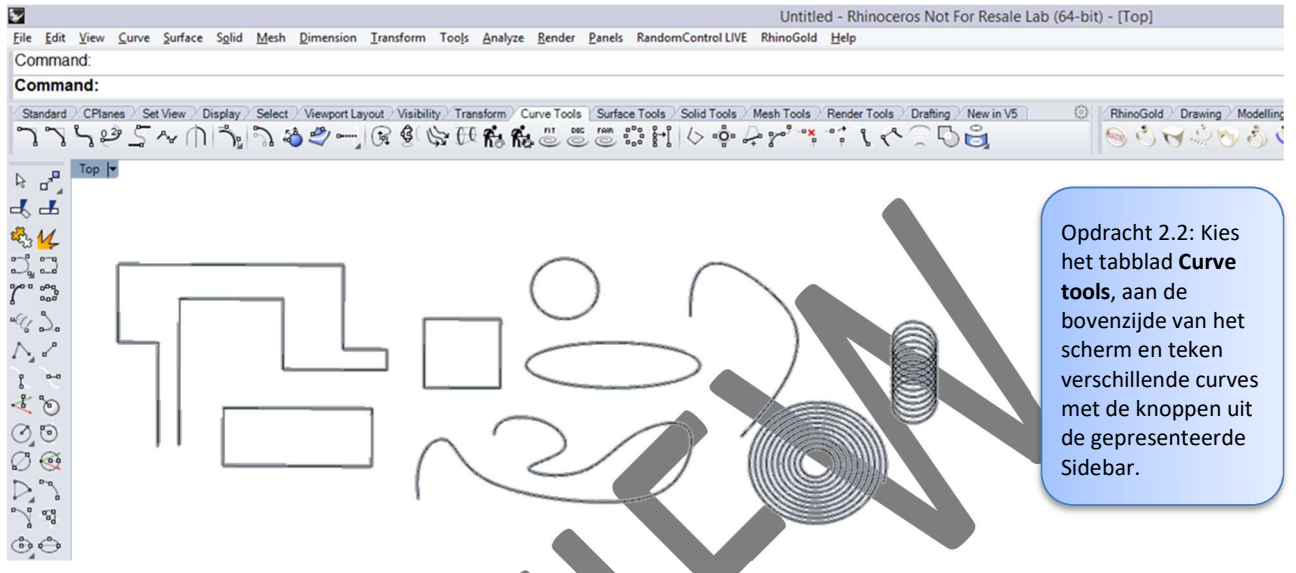
Punten of Points worden in Rhino weergegeven door middel van hele kleine witte vierkantjes. Je kan ze zelf plaatsen met het point commando. Control Points zijn speciale punten die verbonden zijn aan lijnen en vlakken. Ze bepalen de plaats en vormontwikkeling van lijnen en vlakken.



Figuur 8: Points en objecten met zichtbaar gemaakte control points

Curves

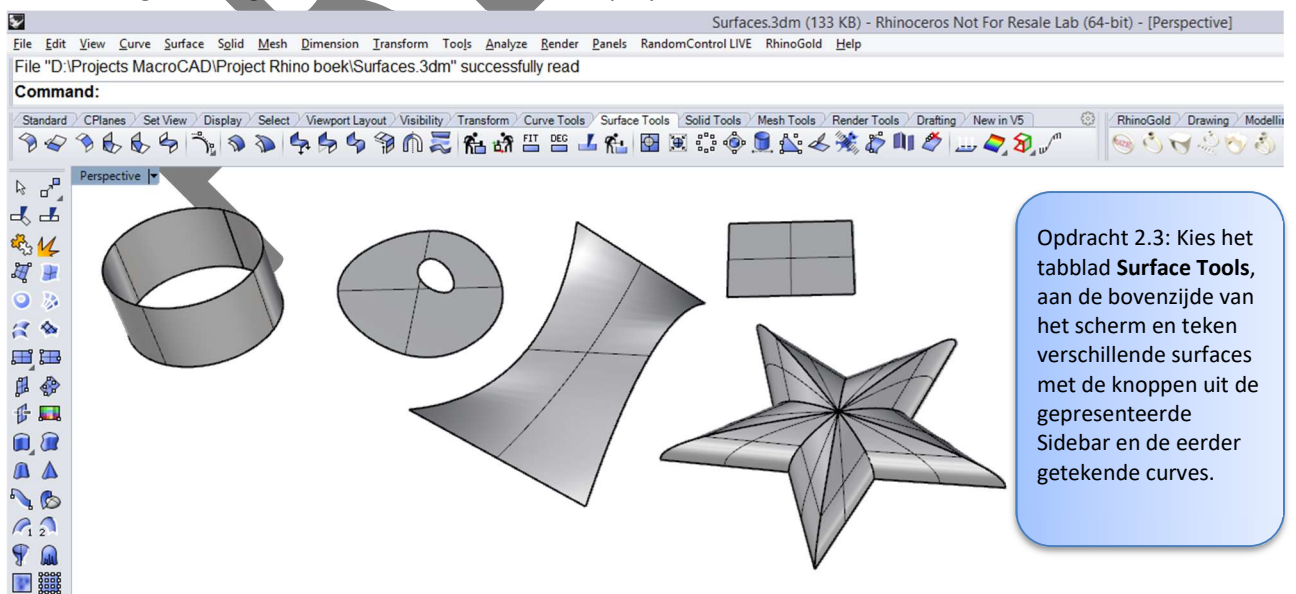
Lijnen of Curves kunnen getekend zijn als rechte lijn, cirkel, boog segment, helix, ellips, polygon, rechthoek enz. **Maar voor Rhino zijn het allemaal Curves.** Lijnen en punten staan vaak aan de basis van een model. Uit deze objecten kan Rhino vlakken ontwikkelen. Lijnstukken bezitten geen dikte en zijn daardoor niet zichtbaar in een bepaalde weergave van het model in het venster.



Figuur 9: Verschillende vormen van Curves.

Surfaces

Het enige wat we kunnen zien in het eindresultaat van een 3D model zijn de surfaces. Het zijn vlakken zonder dikte. Ze kunnen in ieder gewenste vorm voorkomen. Bol, hol, gebogen enz. Een samenstelling van surfaces noemen we een **Polysurface**. Een surface heeft een eigen set gereedschap beschikbaar. Houdt er rekening mee dat veel van deze bewerkingen wel werken met surfaces maar niet bij polysurfaces. Een polysurface is om te zetten naar losse surfaces en een verzameling aaneengesloten surfaces kunnen een polysurface vormen.

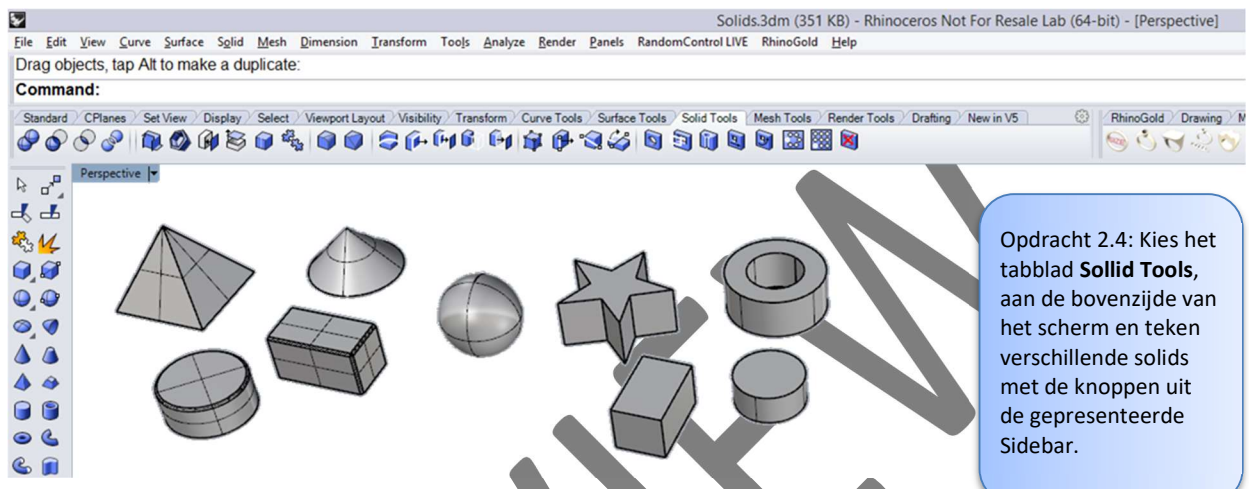


Figuur 10: Surfaces en een Polysurface

Solids

Een samenstelling van surfaces noemen we een Polysurface. Zodra dit veelvlak volledig dicht is noemt Rhino het een **Closed Polysurface**. In het algemeen wordt een volledig omsloten figuur een volumeobject of **Solid** genoemd.

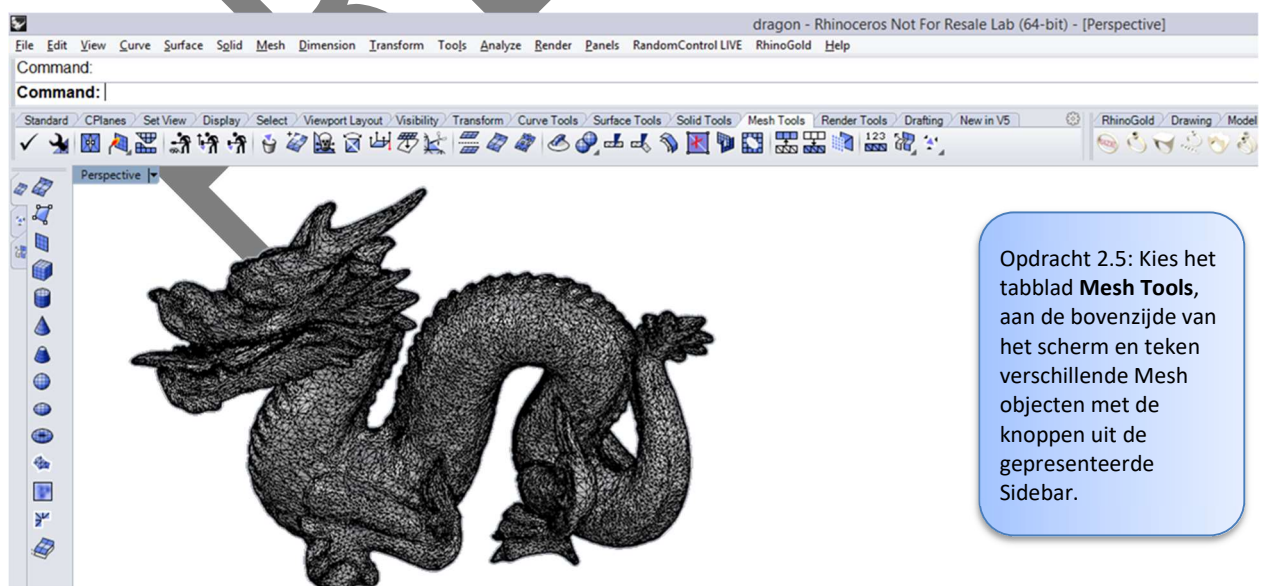
Een plat vlak die van dikte is voorzien is een **Closed Extrusions**. Ook dit is een objecttype die volledig omsloten is en **Solid** wordt genoemd. Voor deze Solids heeft Rhino een set basisvormen en gereedschap beschikbaar.



Figuur 11: Closed Polysurfaces en Extrusions. De Solids van Rhino.

Meshes

Een mesh is een surface technologie die veel gebruikt wordt in andere 3D programma's. Een mesh bestaat uit een samenstelling van platte driehoekvormige vlakjes. Bij een buiging of bolling van een vlak ontstaat altijd een gefacetteerde benadering van het model. Deze objecttypen ontstaan na een 3D scans en ter voorbereiding van 3D printen. Rhino heeft een uitgebreide set gereedschap om ook deze objecten in een 3D ontwerp te kunnen opnemen.



Figuur 12: Deze 3D scan van een draak is een geïmporteerd Mesh object.