

Eine kurze Einführung in das Arbeiten mit MicroStation Connect

Ergänzung zum Lehrbuch „Raumgeometrie“ (ÖBV, Wien 2016)

Verfasst von den Autoren

Erste Schritte	2
Aktivieren von Connect	2
Anlegen einer Datei	2
Anpassen der Oberfläche	3
Werkzeuge	4
Layer	5
Platzieren von Objekten	5
Modellieren	6
Ansichtssteuerung	7
Visualisieren	7
Koordinaten	10
ACS	10
AccuDraw	11
Raster	16
Transformationen	18
Schiebung	18
Drehung	18
Verlagerung	21
Spiegelung	21

Erste Schritte

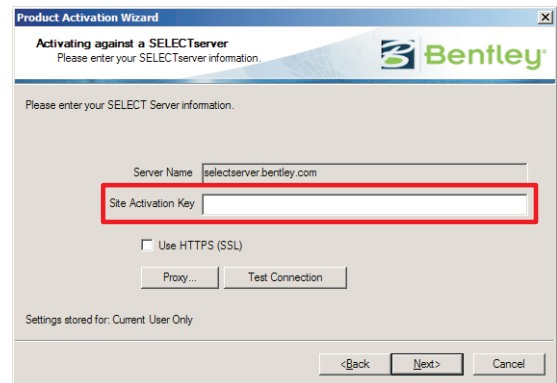
MS Connect ist eine überaus leistungsfähige CAD-Software. Lass dich von der Komplexität nicht erdrücken. Verwirre dich nicht durch planloses Anklicken von Icons. Verzichte auf Fragen an deinen Lehrer / deine Lehrerin, die irgendwelche Icons betreffen. Nur ein (recht kleiner) Teil des gesamten Spektrums von MS Connect ist für den Unterricht relevant. Du wirst - Schritt für Schritt - die Bedienung der Software recht rasch erlernen und schon bald sinnvoll damit arbeiten können. Wenn dich die Funktionalität eines dir unbekanntem Icons wirklich interessiert, kannst du in der ganz ausgezeichneten Hilfe von MS Connect nachsehen.

Hier sind noch zwei allgemeine Tipps, die für jede Software sinnvoll sind:

- ☺ Ein Blick auf die Statuszeile (unten links) zeigt dir, was die Software als nächste Aktion erwartet.
- ☺ Ein Rechtsklick öffnet ein Kontextmenü, das zum Lösen deines Problems brauchbar sein kann.

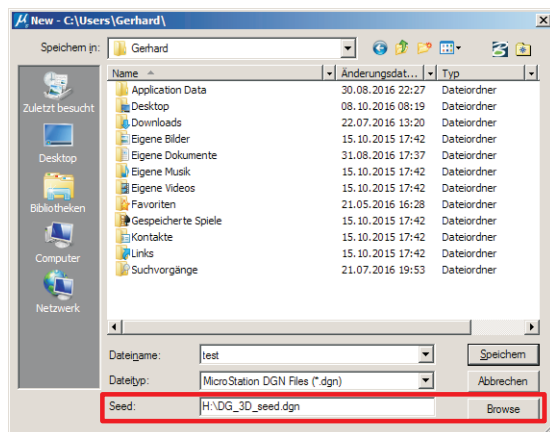
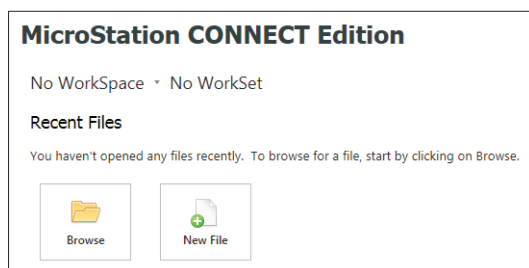
Aktivieren von Connect

Wenn du MS Connect zum ersten Mal öffnest, wirst du eventuell aufgefordert, die Software zu aktivieren (Internetverbindung erforderlich). Klicke dich durch die Fenster des „Product Activation Wizard“; im zweiten Fenster musst du den „Site Activation Key“ eingeben, den du auf der Downloadseite oder von deinem Lehrer / deiner Lehrerin bekommen hast. Auch wenn du längere Zeit nicht mit MS Connect gearbeitet hast, kann es sein, dass du zur Aktivierung aufgefordert wirst.



Anlegen einer Datei

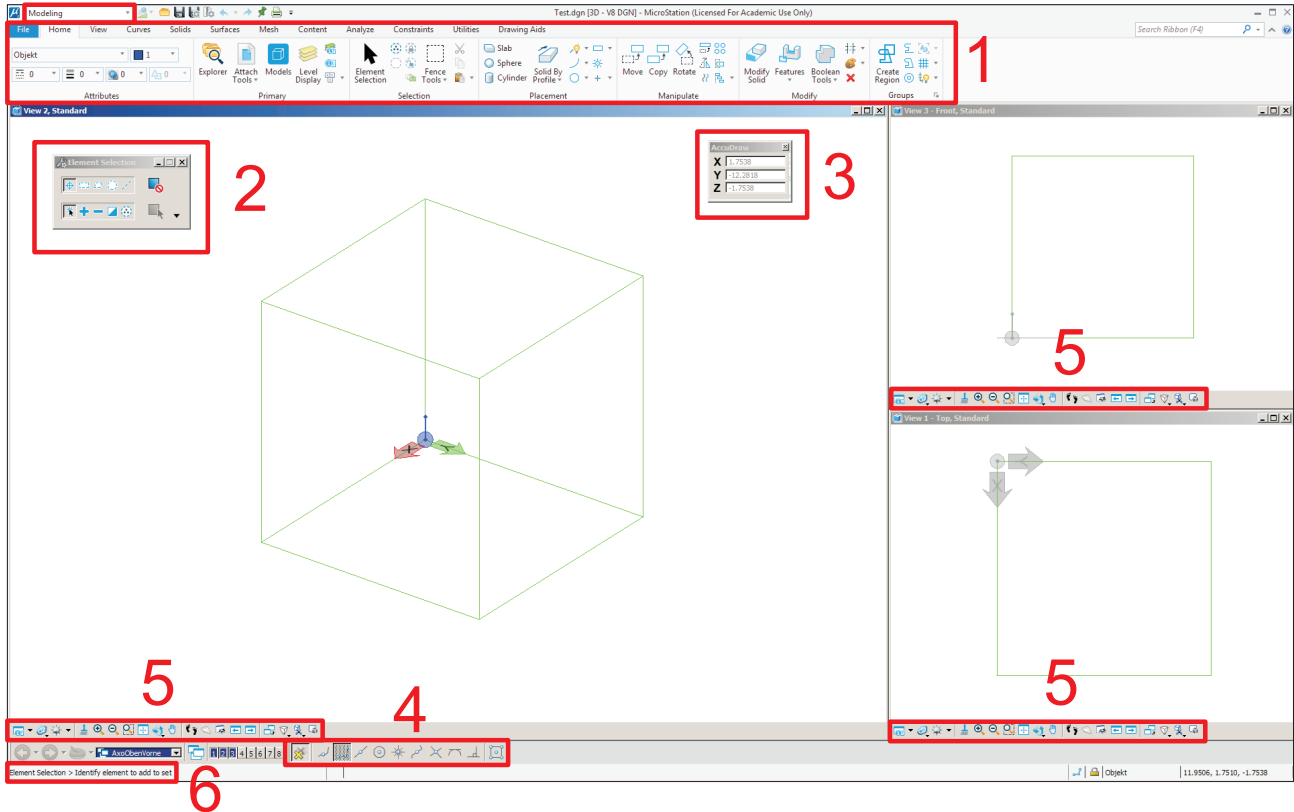
Beim ersten Öffnen von MS Connect erscheint ein Begrüßungsbildschirm. Nach einem Klick auf den weißen Pfeil am rechten Rand („Start a Work Session“) landest du im Datei-Manager. Hier kannst du vorhandene Dateien öffnen oder eine neue Datei anlegen. Wenn du auf die Schaltfläche „New File“ klickst, musst du im nächsten Eingabefenster ein Verzeichnis angeben, einen Dateinamen eintippen und - ganz wichtig - eine Seed-Datei wählen. Eine Seed-Datei ist eine ganz normale MicroStation-Datei (Dateierkennung „dgn“), die aber im Hinblick auf beabsichtigte Anwendungen schon vorbereitet wurde; hier sind zB die verwendeten Einheiten bereits festgelegt. Deine neue Datei setzt auf der gewählten Seed-Datei auf. Bei der Installation von MS Connect werden einige Seed-Dateien vom Hersteller zur Verfügung gestellt, die für den Unterricht aber nicht ideal sind. Dein Lehrer / deine Lehrerin wird dir besser geeignete Seed-Dateien geben. Die hier verwendete Seed-Datei „DG_3D_Seed“ findest du auf www.oebv.at im Menüpunkt *Lehrwerk-online*. Nach dem Anlegen wird die neue Datei automatisch geöffnet.



Alternativ kannst du MS Connect auch durch Doppelklick auf eine Seed-Datei öffnen. Dies führt zum exakt gleichen Ergebnis wie beim oben beschriebenen Vorgang. Danach solltest du aber sofort die Datei umbenennen, sonst steht dir diese Seed-Datei beim nächsten Mal nicht mehr zur Verfügung. MS Connect hat nämlich die Eigenschaft, ständig zu speichern. Dies hat den Vorteil, dass bei einem Absturz des Programms oder einem plötzlichen Stromausfall nichts verloren geht. Der Nachteil ist natürlich, dass auch jeder von dir gemachte Fehler sofort gespeichert wird. Aber keine Sorge, du kannst sehr viele Schritte rückgängig machen, solange die Datei geöffnet ist. Wenn du die Datei schließt und dann wieder öffnest, kannst du nichts mehr rückgängig machen.

Anpassen der Oberfläche

Nach dem Öffnen könnte der Bildschirm ungefähr so wie unten aussehen. Er könnte aber auch ganz anders aussehen: Der Hintergrund könnte schwarz sein, der Ribbon (1) könnte ganz andere Icons zeigen, das Fenster „AccuDraw“ (3) und die Snapleiste (4) könnten nicht vorhanden sein, die Leisten (5) an den unteren Rändern der drei Ansichten könnten sich oberhalb der Ansichten befinden usw. Der Benutzer kann fast alles selbst anpassen. Die Software merkt sich gewisse Einstellungen, die beim letzten Beenden aktuell waren. Wie du erkennst, wird hier die englische Version von MS Connect verwendet.



1 Ribbons

Hier findest du alle Werkzeuge, die du zum Arbeiten brauchst. Ganz oben (links) ist das Menü, mit dem du die einzelnen Ribbons („Drawing“, „Modeling“, „Visualization“, „Task Navigation“) auswählen kannst.

2 Werkzeugfenster

Jedes Werkzeug hat ein Werkzeugfenster. Hier ist das Fenster der „Element Selection“ zu sehen.

3 Koordinatenfenster für „AccuDraw“

„AccuDraw“ ist ein interaktives Koordinatensystem für das exakte Konstruieren (Accurate Drawing).

4 Schaltflächenleiste „Snap Mode“

Ohne „Snappen“ wäre die Arbeit sehr mühsam. Auf dieser Schaltflächenleiste kannst du Snaps auswählen.

5 Leisten für die „Ansichtssteuerung“

Mit den Werkzeugen der „View Tool Box“ hast du die jeweilige Ansicht im Griff: Du kannst die Blickrichtung ändern, zoomen, Objekte formatfüllend einpassen, den Rendermodus (Art der Darstellung) ändern usw.

6 Statuszeile

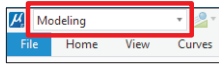
Hier erfährst du, was die Software als nächsten Schritt von dir erwartet.

Wenn du einen weißen Hintergrund haben möchtest (statt eines schwarzen), kannst du auf „File“ klicken (blaue Registerkarte links oben), dann Settings → User → Preferences → View Options auswählen und das Häkchen für den weißen Hintergrund setzen. Hier gibt es auch eine Schaltfläche, mit der du die Werkzeugleisten für die Ansichtssteuerung (View Tool Box) so positionieren kannst, wie es für dich angenehm ist. Probier bitte aber nicht gleich aus, was sich bei den Settings alles verändern lässt; die Voreinstellungen sind durchaus sinnvoll gewählt.

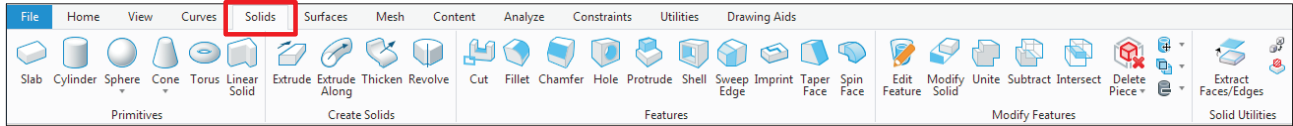
In der Seed-Datei wurden drei Ansichtsfenster (anschaulicher Riss, Grundriss, Aufriss) samt einem Koordinatensystem und einem „Koordinatenwürfel“ (Kantenlänge 10) vorbereitet. Du kannst diese Fenster wie üblich in ihren Abmessungen verändern bzw. verschieben. Insgesamt können höchstens acht Ansichtsfenster geöffnet werden (mit den nummerierten Schaltflächen links unten oder etwa im Ribbon „Modeling“ in der Registerkarte „View“).

Werkzeuge

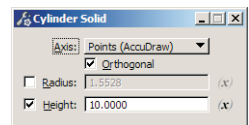
In MicroStation arbeitest du mit Werkzeugen (Tools); mit ihnen kannst du Objekte erzeugen (Strecken, Zylinder usw.), eine Szene beleuchten oder ein Material (zB Eiche hell) für eine realitätsnahe Visualisierung zuweisen. Die wichtigsten Werkzeuge sind in Ribbons (zB „Modeling“) zusammengefasst. Die Ribbons bestehen aus Registerkarten (zB „Solids“), die durch Gruppen (zB „Primitives“) übersichtlich gegliedert sind.



Die einzelnen Ribbons (Drawing, Modeling, Visualization, Task Navigation) kannst du im Menü (ganz oben, links) auswählen. Wähle den Ribbon „Modeling“ aus und klicke auf die Registerkarte „Solids“.

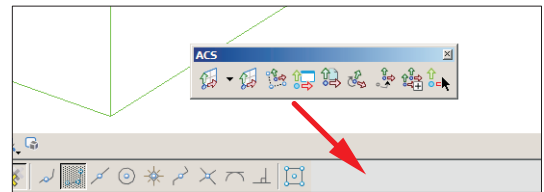


Wenn du auf ein Werkzeug klickst, erscheint ein Werkzeugfenster. Klicke auf das Werkzeug „Cylinder“. Im Werkzeugfenster kannst du die Eingabemethode für die Achse wählen sowie den Radius und die Höhe eintragen; das Hakerl bei „orthogonal“ erzwingt einen Drehzylinder. Neben oder unter manchen Icons ist ein Pfeil. Wenn du auf einen solchen Pfeil klickst, erscheint ein Werkzeugkasten, aus dem du ein Werkzeug auswählen kannst. Viele Werkzeuge kommen in mehreren Ribbons vor.

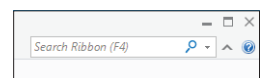


Wenn du einen Werkzeugkasten (Tool Box) ständig angezeigt haben möchtest, kannst du „File“ anklicken (links oben) und dann Settings → User → Tool Boxes wählen. Ein Hakerl neben der gewünschten Tool Box öffnet sie dauerhaft (bis du sie wegklickst). Du kannst sie frei auf dem Bildschirm platzieren. Du kannst sie auch an den unteren, rechten oder oberen Rand andocken (mit „Drag and Drop“).

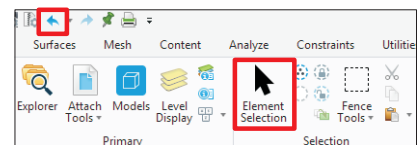
Öffne nun (wie soeben beschrieben) den Werkzeugkasten „ACS“. Er dient zum Platzieren von Koordinatensystemen. Docke den Werkzeugkasten am unteren Rand an. Bewege dann den Mauszeiger zum Anfang des andockten Werkzeugkastens und docke ihn mit gedrückter linker Maustaste wieder ab. Das dauerhafte Öffnen bzw. Andocken von Werkzeugkästen kann für effizientes Arbeiten durchaus sinnvoll sein. Unbedingt erforderlich ist es nicht, da sich die benötigten Werkzeuge auch auf den Ribbons befinden. So findest du die Werkzeuge von „ACS“ etwa auch auf dem Ribbon „Modeling“ (Registerkarte „Drawing Aids“).



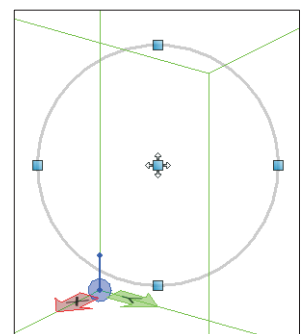
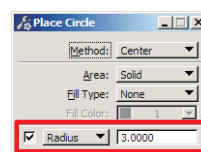
Wenn du ein Werkzeug suchst, so kann das Durchklicken der einzelnen Ribbons und ihrer Registerkarten sehr mühsam sein. Verwende besser die Suchfunktion (ganz oben, rechts). Suche ein Werkzeug zum Erzeugen einer Ellipse. Es genügt, wenn du einen Teil des (englischen) Namens eintippst.



Das oft benötigte Werkzeug „Element Selection“ wird zum Auswählen von Objekten verwendet. Du findest es in der Registerkarte „Home“. Wenn du auf ein Objekt klickst, erscheinen „Griffe“, mit denen du das Objekt verändern kannst. Wähle den Koordinatenwürfel aus und ziehe an den Griffen. Mache dann die Änderungen wieder rückgängig (mit Strg-Z oder mit dem Button „Undo“). Um die Auswahl eines Objekts aufzuheben, klicke auf eine freie Stelle im Ansichtsfenster.



Zeichne nun einen Kreis: in Suchfunktion „Circle“ eintippen, Mittelpunkt mit Linksklick an eine beliebige Stelle platzieren, Größe mit dem zweiten Linksklick festlegen. Wenn du alternativ den Radius im Werkzeugfenster eingibst, will das Werkzeug ständig neue Kreise zeichnen. Du kannst das mit der rechten Maustaste beenden. Ein Rechtsklick bricht immer die jeweilige Aktion ab. Kurz gesagt: Linksklick heißt „ja“, Rechtsklick heißt „nein“. Wähle nun den Kreis mit dem Auswahlwerkzeug aus und ziehe an den erscheinenden Griffen. Um den Kreis wieder zu löschen, kannst du die Entf-Taste der Tastatur verwenden oder das Löschwerkzeug (Registerkarte „Home“, rotes Kreuz).

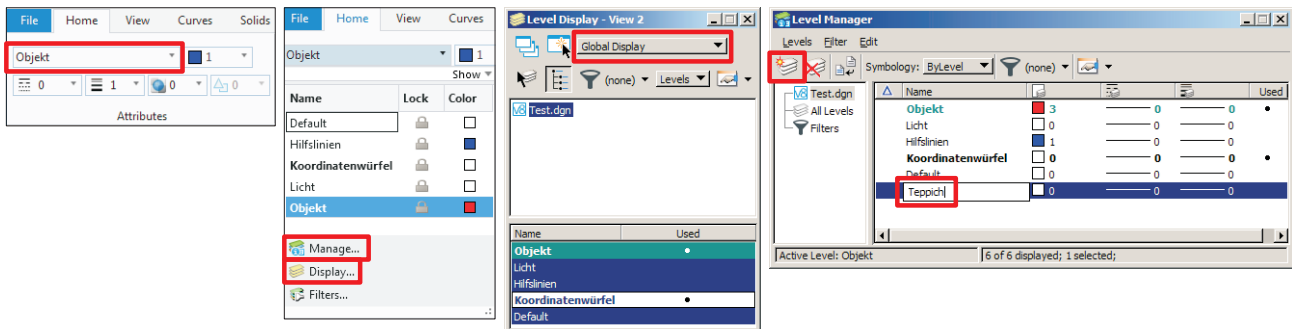


Layer

Jedes Objekt befindet sich in einem Layer (auch Level genannt). Der aktive Layer wird in der Registerkarte „Home“ angezeigt. Wenn du ein Objekt erzeugst, wird es dem aktiven Layer zugeordnet. Ein Linksklick auf die Dropdown-Liste zeigt dir die in der Seed-Datei vorbereiteten Layer. Wenn du einen Layer sperrst, können die Objekte des Layers nicht bearbeitet (also auch nicht gelöscht) werden.

Mit dem Werkzeug „Level Display“ kannst du Layer ein- und ausblenden. Der aktive Layer ist grün und kann nicht ausgeblendet werden; ausgeblendete Layer sind weiß. Wenn du „Global Display“ einstellst, wird der Layer in allen Ansichtsfenstern ein- oder ausgeblendet, bei „View Display“ nur im aktiven Ansichtsfenster.

Mit dem Werkzeug „Manage“ kannst du im „Level Manager“ neue Layer (Level) erzeugen und leere (nicht benötigte) Layer löschen. Erzeuge einen neuen Layer mit dem Namen „Teppich“.



Um deine Zeichnungen übersichtlich zu gestalten, solltest du verschiedene Layer mit sprechenden Namen verwenden; du kannst Objekte dann gezielt ein- und ausblenden. Auch verschiedene Farben und Strichstärken erhöhen die Übersichtlichkeit. Du kannst sie in der Registerkarte „Home“ auswählen.

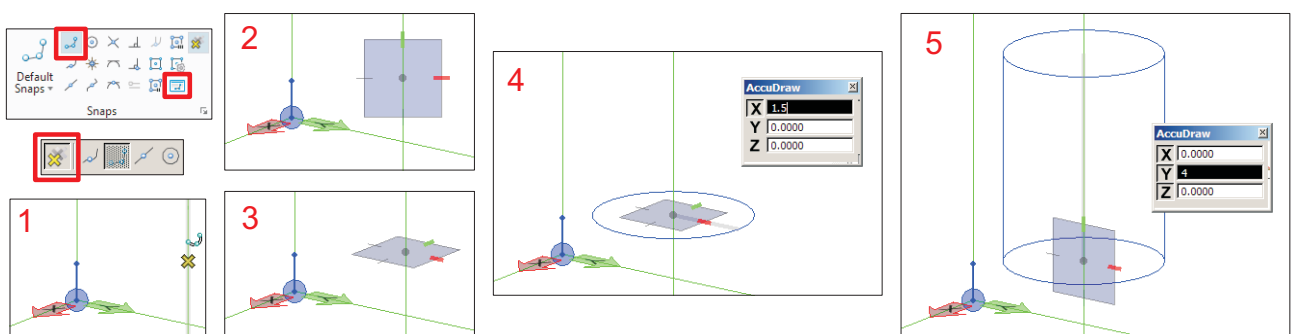
Platzieren von Objekten

Um etwa einen Zylinder zu platzieren, musst du das Werkzeug anklicken und dann der Software die Koordinaten des Basismittelpunkts, den Radius, die Richtung der Achse und die Höhe mitteilen. Wie man Koordinaten eingibt, erfährst du später (ab Seite 10). Wenn der einzugebende Punkt aber schon vorhanden ist, kannst du ihn „snappen“ (snap = schnappen); die Koordinateneingabe erfolgt hier automatisch.

Die verschiedenen Snapmöglichkeiten findest du in der Registerkarte „Drawing Aids“. Es ist sinnvoll, die Snapleiste „Snap Mode“ dauerhaft zu öffnen und am unteren Rand anzudocken. Der „Key Point Snap“ ist voreingestellt; mit ihm kannst du die End- und Halbpierungspunkte von Linien snappen. Überzeuge dich, dass das gelbe Kreuz in der Snapleiste eingedrückt ist.

Aktiviere das Zylinderwerkzeug und bewege den Mauszeiger zum Halbpierungspunkt einer Würfelkante. Wenn du nahe genug bist, erscheint ein gelbes Kreuz (1). Nun kannst du den Halbpierungspunkt mit Linksklick snappen. Automatisch sollte der Kompass des Koordinatensystems AccuDraw erscheinen (2). Wenn nicht, drücke auf die Taste **F11** und snappe den Punkt noch einmal. Die x-Achse des Kompass wird durch einen roten Strich angezeigt, die y-Achse durch einen grünen Strich; die z-Achse wird nicht angezeigt.

Der Kompass ist zunächst parallel zur Bildebene deiner Ansicht ausgerichtet. Mit der Taste **T** (für Top) kannst du ihn waagrecht drehen (3); alternativ kannst du in der Registerkarte „Drawing Aids“ auf die Schaltfläche „Top“ klicken. Das Koordinatenfenster von AccuDraw ist entweder irgendwo am Schirm (4) oder unten angedockt. Gib im Koordinatenfenster die Koordinaten eines Basiskreispunktes ein (zB $x = 1.5, y = 0, z = 0$) und schließe die Eingabe mit Linksklick ab. AccuDraw richtet sich nun automatisch lotrecht aus (5) und erwartet die Eingabe der Koordinaten des Deckkreismittelpunktes (zB $x = 0, y = 4, z = 0$). Wenn du einen Fehler machst, kannst du die Aktion mit Rechtsklick abbrechen.



AccuDraw ist zum Platzieren von Objekten unverzichtbar. Klicke das Koordinatenfenster nicht weg, da „AccuDraw“ dadurch deaktiviert wird. Wenn du das Fenster irrtümlich geschlossen hast, kann du es mit der Funktionstaste **F11** wieder öffnen (oder in der Registerkarte „Drawing Aids“).

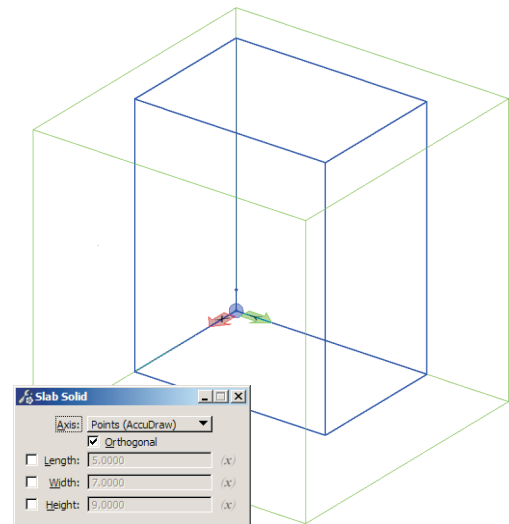
Modellieren

Beim Modellieren werden Objekte platziert und anschließend bearbeitet. Führe nun deine erste Modellierung durch.

Lösche alle Objekte bis auf den grünen Koordinatenwürfel. Zeichne einen blauen Quader (5x7x9) mit der Strichstärke 1 in den Layer „Objekt“ (wie im Screenshot). Das Werkzeug „Slab“ findest du in der Registerkarte „Solids“ (Gruppe „Primitives“). Die Bezeichnung „Slab“ für Quader ist unerwartet (slab = Platte), aber an so etwas wirst du dich gewöhnen müssen 😊

Du kannst den Quader mit Hilfe von AccuDraw aufziehen, ohne die Maße in das Werkzeugfenster einzugeben. Probier das aus. Lösche dann den Quader und erzeuge ihn noch einmal mit Eingabe der Maße im Werkzeugfenster.

Blende nun den Layer „Koordinatenwürfel“ aus; er wird nicht mehr benötigt. Beachte, dass Ausblenden und Löschen nicht dasselbe ist.

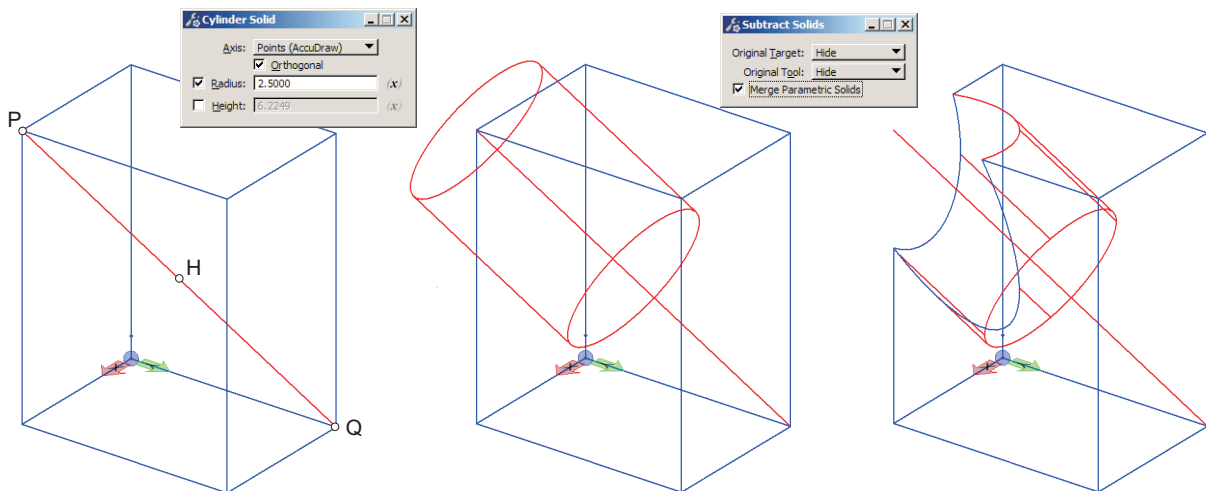


Als nächstes soll der Quader ausgebohrt werden ($r = 2,5$), wobei die Bohrrichtung durch die Raumdiagonale PQ [P(5|0|9), Q(0|7|0)] festgelegt ist; der Basiskreismittelpunkt des Bohrzyllinders soll der Punkt P sein, der Deckkreismittelpunkt soll der Halbierungspunkt H von PQ sein.

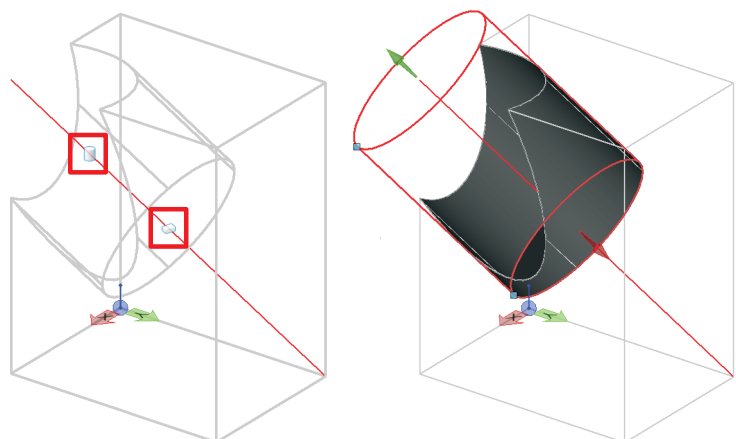
Dazu benötigst du zuerst die Strecke PQ. Zeichne sie im Layer „Hilfslinien“. Das Werkzeug „Place Line“ findest du etwa im Ribbon „Drawing“ (Registerkarte „Home“, Werkzeugkasten „Line Tools“). Rascher geht es, wenn du in die Suchfunktion „Line“ eintippst. Du kannst die Punkte P und Q snappen. Nach dem Snappen von Q beendest du die Aktion mit Rechtsklick.

Für den Bohrzyylinder benötigst du das schon bekannte Werkzeug „Cylinder“ (Registerkarte „Solids“); im Werkzeugfenster trägst du den Radius 2,5 ein und lässt die Höhe frei. Dann snapst du den Basiskreismittelpunkt P und den Deckkreismittelpunkt H.

Die Bohrung wird mit dem Werkzeug „Subtract“ (Registerkarte „Solids“) erzeugt. Klicke zuerst auf den Quader, dann auf den Zylinder.

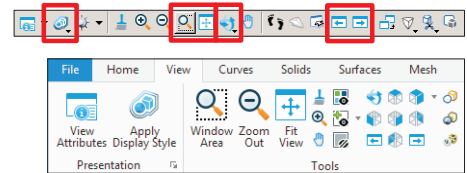


Wenn du dann den ausgebohrten Quader auswählst (Werkzeug „Element Selection“), dann erscheinen nicht gleich die üblichen Griffe, sondern ein Quadersymbol und ein Zylindersymbol. Wenn du auf das Zylindersymbol klickst, erscheinen Griffe, mit denen du den Radius und die Bohrtiefe verändern kannst. Die Software hat nicht bloß ein gewöhnliches „Solid“ erzeugt (also den Körper „Quader minus Zylinder“), sondern ein „Feature Solid“. Bei einem solchen Objekt können die beiden beteiligten Körper im Nachhinein geändert werden. Probieren die Änderungsmöglichkeiten aus, mache aber danach alles wieder rückgängig.



Ansichtssteuerung

Um das Ergebnis deiner bisherigen Bemühungen gebührend bewundern zu können, solltest du die Ansichtssteuerung für die Ansicht „View 2“ ausprobieren. Du findest die Werkzeuge auch in der Registerkarte „View“.

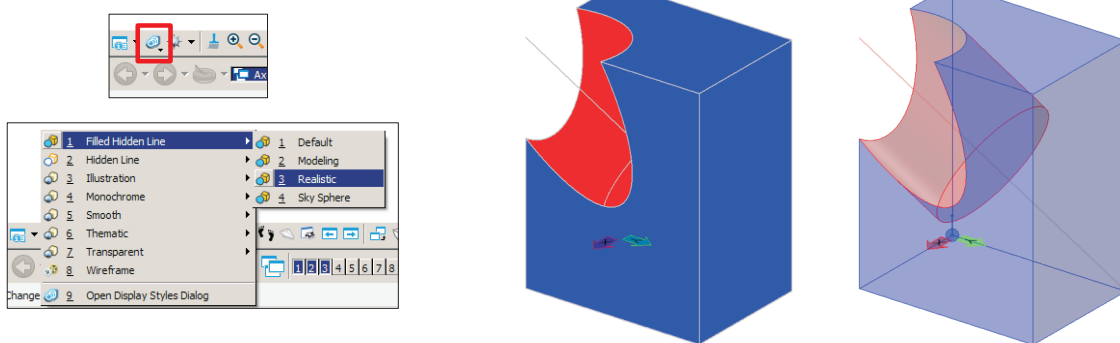


Wenn du mit dem Mauszeiger über einem Werkzeug verweilst, erscheint ein Info-Text, der dir sagt, was das Werkzeug kann. Besonders interessant sind die Werkzeuge für den Anzeigemodus („Display Style“), für das Zoomen (etwa „Window Area“ und „Fit View“), für die Ansichtsdrehung („View Rotation“) und für das Blättern in den von dir erzeugten Ansichten („View Previous“ und „View Next“). Zoomen kannst du auch mit dem Mousrad: Das Bild wird - vom Mauszeiger ausgehend - zentrisch verkleinert oder vergrößert.

Klicke auf die „View Rotation“ und betrachte dein Objekt aus verschiedenen Richtungen. Drehe die Ansicht so, dass der Randkreis des Bohrzylinders projizierend ist. Blicke dann so auf das Objekt, dass der Randkreis unverzerrt erscheint.

Probiere auch die Werkzeuge „Window Area“, „Fit View“, „View Previous“ und „View Next“ aus.

Mit dem Werkzeug „Display Stile“ kannst du einfache Rendermethoden auswählen, bei denen das erstellte Bild - im Gegensatz zu aufwändigen Rendermethoden - bei der Ansichtsdrehung in Echtzeit „mitgeht“. Halte den Pfeil unterhalb des Werkzeugs „Display Stile“ kurz gedrückt und wähle dann den gewünschten Anzeigemodus aus. Der linke Screenshot zeigt den ausgebohrten Quader im Anzeigemodus „Filled Hidden Line“; im rechten Screenshot ist er im Anzeigemodus „Transparent“ zu sehen. Für das Konstruieren am besten geeignet ist der spartanische Anzeigemodus „Wireframe“ (Drahtmodell).

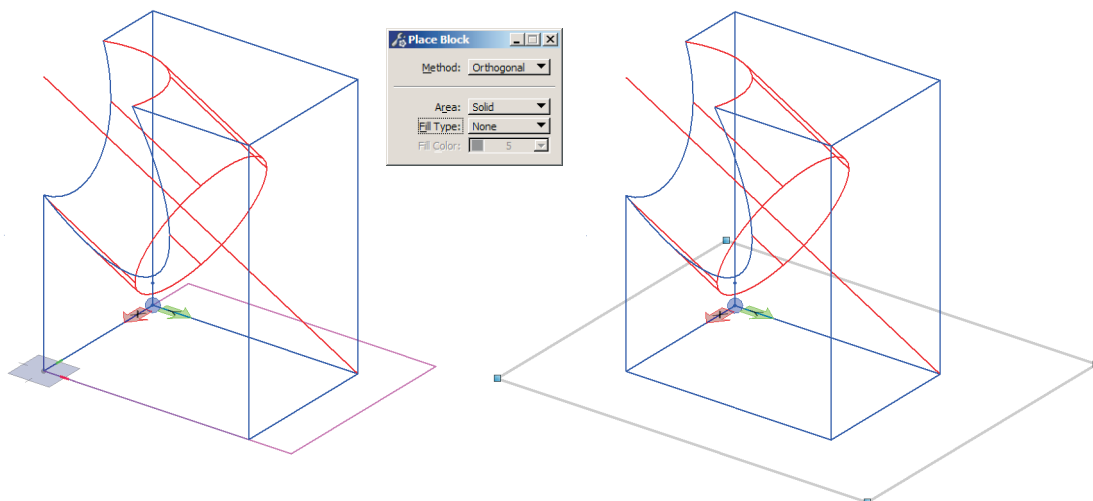


Visualisieren

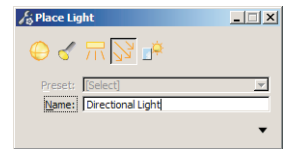
Wenn du deinen ausgebohrten Quader (mehr oder weniger) fotorealistisch visualisieren möchtest, musst du ihn beleuchten und ihm ein passendes Material zuweisen. Du könntest etwa eine Holzart wählen. Außerdem soll dein Objekt auf einem Teppich stehen.

Der Teppich muss zuerst gezeichnet werden, etwa als genügend großes Rechteck in der xy-Ebene. Es kann sein, dass du das Werkzeug zum Zeichnen eines Rechtecks ein bisschen suchen musst. Das Rechteck soll im Layer „Teppich“ gezeichnet werden. Diesen Layer hast du bereits angelegt.

Wähle das Rechteck aus und ziehe es mit den Griffen auf eine dir sinnvoll erscheinende Größe.

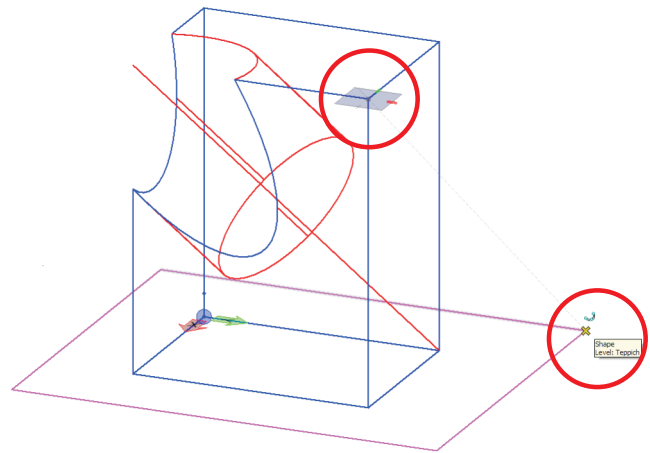


Nun kann die Visualisierung beginnen. Wähle den Ribbon „Visualization“ und dort die Registerkarte „Home“. Zuerst wird eine **Beleuchtung** benötigt. Wähle im Werkzeugkasten „Lights“ das Werkzeug „Directional Light“; dies ist eine Parallelbeleuchtung und entspricht dem Sonnenlicht.

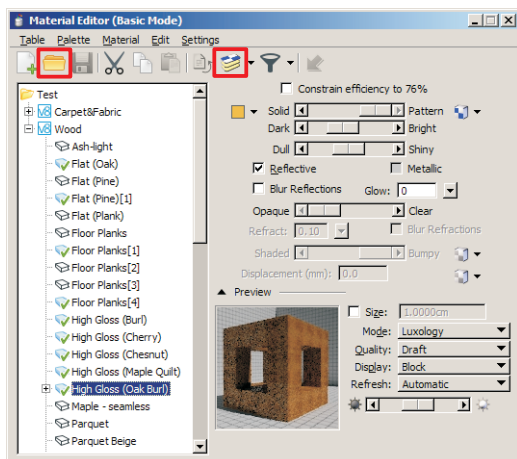
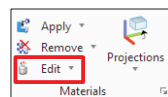
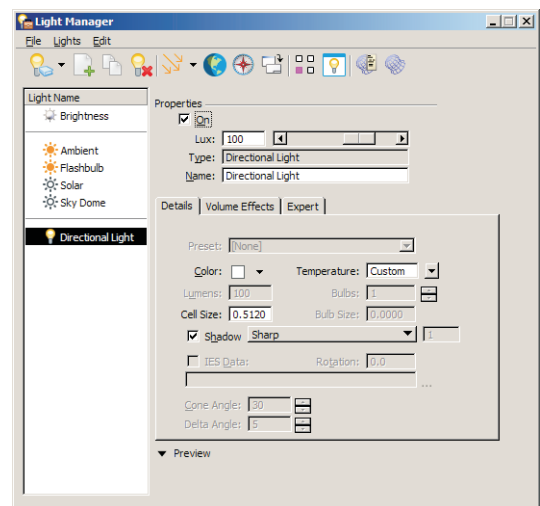
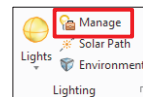


Um die Lichtrichtung anzugeben, müssen zwei Punkte gesnappt werden, zB der Punkt (5|7|9) und der rechts hinten liegende Eckpunkt des Teppichs. Mit Rechtsklick wird die Platzierung der Lichtquelle beendet.

Das Parallellicht wird durch einen Pfeil (eine sogenannte Zelle) angezeigt, der im Layer „Default“ gespeichert ist. Wenn er dich stört, kannst du den Layer „Default“ ausblenden.



Mit dem „Light Manager“ (Registerkarte „Home“) kannst du die von dir gesetzten Lichtquellen verwalten und bearbeiten. Du kannst sie zB auf- und abdrehen, Schatten wegschalten, Helligkeiten ändern usw. Du kannst sie auch umbenennen, um bei mehreren Lichtquellen den Überblick nicht zu verlieren. Die ersten vier Lichter (Ambient, Flashbulb, Solar, Sky Dome) sind vorgegeben, können von dir aber beeinflusst werden. Das „Ambient Light“ (Umgebungslicht) sorgt für eine gewisse Grundhelligkeit; es hat keine Richtung und wirft auch keinen Schatten. Auch „Flashbulb“ (Blitzlicht) sorgt nur für eine Aufhellung; es strahlt in Richtung der Projektionsstrahlen der jeweiligen Ansicht und wirft ebenfalls keinen Schatten. Mit dem „Solar Light“ (Sonnenlicht) kannst du naturgetreue Lichtverhältnisse simulieren. Der „Sky Dome“ (Himmelsgewölbe) fügt „atmosphärisches“ Licht hinzu, das aus jeder Richtung einer gedachten Himmelshalbkugel kommt; es mildert etwa allzu harte Schatten.

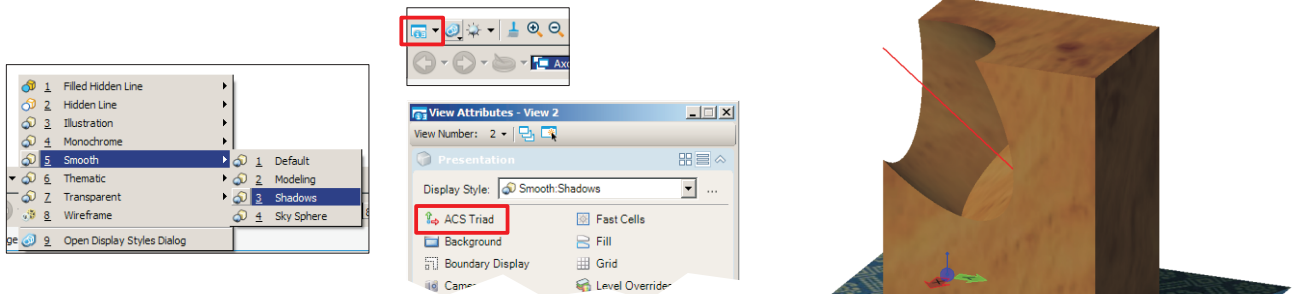


Für die Belegung eines Objekts mit einem **Material** steht der „Material Editor“ (Registerkarte „Home“) zur Verfügung. Klicke auf die Schaltfläche „Open Palette“. Das Angebot ist sehr reichhaltig. Holz findest du in der Palette „Wood“. Entscheide dich zB für „High Gloss (Oak Burl)“. Klicke auf die Schaltfläche „Assign Material“ (assign = zuweisen) und dann auf den ausgebohrten Quader. Damit ist die Materialzuweisung abgeschlossen. Gäbe es im selben Layer weitere Objekte mit der Farbe blau, dann wären jetzt alle mit dem Material „High Gloss (Oak Burl)“ belegt.

Anschließend verfährt du genauso mit dem Teppich. Auch in der Palette „Carpet&Fabric“ ist die Auswahl groß.

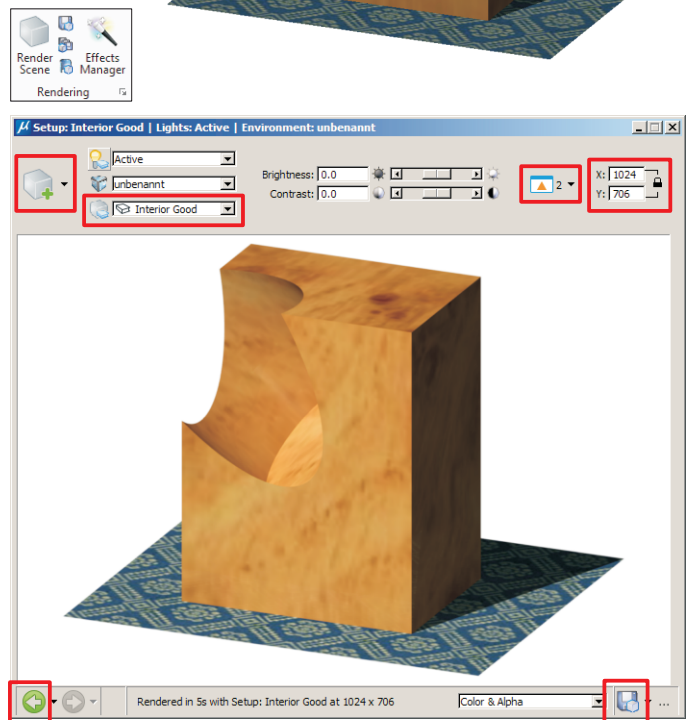
Jetzt steht der Visualisierung nichts mehr im Weg: Das Bild kann gerendert werden! Unter **Rendern** (render = etwas wiedergeben) versteht man im CAD ganz allgemein die Berechnung eines Bildes; im engeren Sinn meint man die Berechnung eines möglichst realistischen Bildes.

Wenn du rasch ein Ergebnis sehen möchtest, so kannst du in der Ansichtsteuerung einen passenden Anzeigemodus wählen (zB „Smooth with Shadows“). Wenn dich die angezeigten Koordinatenachsen stören, kannst du sie in den „View Attributes“ (Ansichtssteuerung oder Registerkarte „View“) deaktivieren.



Für eindrucksvolle (fotorealistische) Bilder stehen aufwändigere Rendermethoden zur Verfügung, die mehr Zeit in Anspruch nehmen. Wenn du auf das Werkzeug „Render Scene“ klickst (Registerkarte „Home“), öffnet sich ein eigenes Fenster, in dem die Bildberechnung erfolgt. Die Bezeichnung „Werkzeug“ ist hier eine glatte Untertreibung; es wird eine gewaltige Render-Engine der Firma „Luxology“ angeworfen, mit vielen Rendermethoden und Einstellungsmöglichkeiten.

Wähle als Setup „Draft“, wenn es schnell gehen soll. Bei einem Setup wie „Interior Good“ musst du mehr Geduld haben. Bei komplexen Szenen und aufwändigen Materialbelegungen kann das Rendern auch Stunden dauern. Gerendert wird eine (wählbare) Ansicht. Achte auf eine vernünftige Bildgröße (in Pixeln gemessen). Vor dem Rendern solltest du deine Szene mit „Fit View“ formatfüllend in das Ansichtsfenster einpassen. Die gerenderten Bilder werden aufgehoben; du kannst also zurückblättern. Wenn du mit einem Bild zufrieden bist, kannst du es speichern (zB als jpg).



Die Größe der Holzmaserung passt nicht?
Der Teppich wirkt zu flach, hat keine Struktur?
Der Schatten ist zu hart?

Kein Problem! Mit dem „Material Editor“ und dem „Light Manager“ lässt sich das ändern. Wenn dich interessiert wie, schau in der Hilfe nach oder frag einfach!

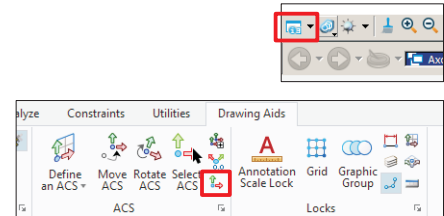


Koordinaten

Nach den „Ersten Schritten“ in MS Connect geht es jetzt um einen Einblick in das Arbeiten mit Koordinatensystemen. Neben dem fixen Weltkoordinatensystem (WKS, zentrales Koordinatensystem der Software) gibt es frei platzierbare Benutzerkoordinatensysteme (BKS). Sie erleichtern die Eingabe von Koordinaten und damit die Platzierung von Objekten ganz entscheidend. Neben den Benutzerkoordinatensystemen **ACS** und **AccuDraw** stellt MS Connect auch **Raster** als weitere Eingabehilfen zur Verfügung. Ein Raster ist ein Koordinatengitter in einer Koordinatenebene. In dieser Koordinatenebene liegende Punkte, die auf den Raster „passen“, können gesnappt werden.

ACS

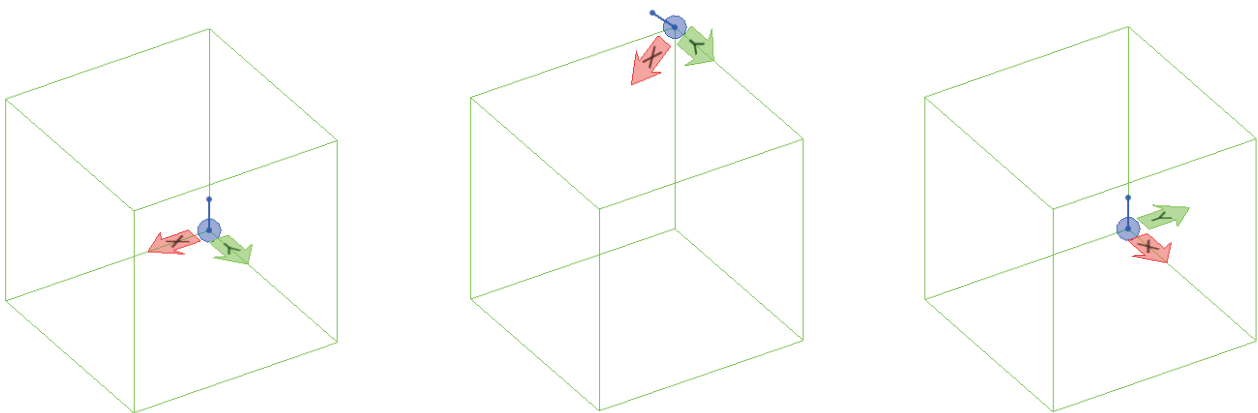
Die Bezeichnung ACS steht für „Auxiliary Coordinate System“ (Hilfskoordinatensystem). Ein ACS wird (im Gegensatz zum WKS) am Bildschirm angezeigt. Du kannst die Anzeige aber auch unterdrücken (mit „View Attributes“ in der Ansichtsteuerung, oder mit der Schaltfläche „Toggle ACS Triad“ in der Registerkarte „Drawing Aids“).



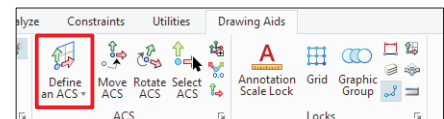
Im linken Screenshot siehst du das in der Seed-Datei (DG_3D_seed) vorbereitete ACS und den ebenfalls vorbereiteten Koordinatenwürfel (mit der Kantenlänge 10). Im mittleren Screenshot ist das ACS neu platziert. Im rechten Screenshot ist das ACS exakt auf das WKS ausgerichtet. Das WKS hängt mit dem ACS aus der Seed-Datei durch die folgende Transformation (Drehung um 90°) zusammen:

$$x_{WKS} = y_{ACS}, y_{WKS} = -x_{ACS}, z_{WKS} = z_{ACS}$$

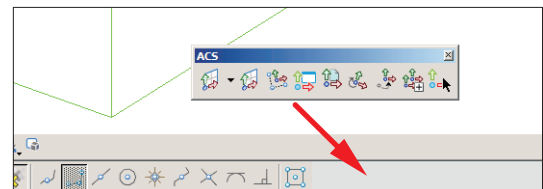
Natürlich könnte man das ACS der Seed-Datei exakt über das WKS legen, was durchaus Vorteile hätte. Der Nachteil wäre aber, dass dann im Grundrissfenster (Top View) die x-Achse nach rechts und die y-Achse nach oben zeigen würde; die Aufrissprojektion würde auf die xz-Ebene erfolgen. Dies entspricht dem amerikanischen System, das für uns ungewohnt und daher verwirrend ist. Der „Trick“ mit dem gedrehten ACS behebt dieses Problem. Er zieht aber auch nach sich, dass wir bei der Koordinateneingabe keine Weltkoordinaten verwenden dürfen (sondern immer Benutzerkoordinaten).



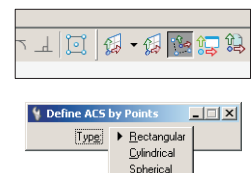
Die Werkzeuge zum Platzieren eines ACS findest du in den Ribbons „Drawing“ und „Modeling“ im Werkzeugkasten „Define an ACS“ (Registerkarte „Drawing Aids“).



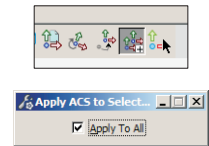
Du kannst auch die Toolbox „ACS“ dauerhaft öffnen (Registerkarte „File“, Settings → User → Toolboxes, Hakerl bei „ACS“ setzen) und sie am unteren Bildschirmrand andocken. Das Andocken dieser Toolbox ist zu empfehlen, ebenso wie das Andocken der Snapleiste.



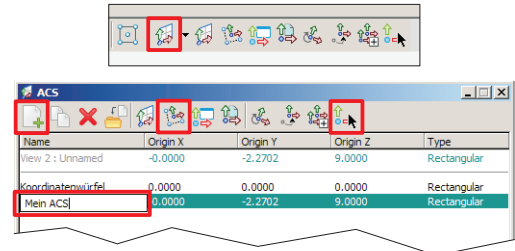
Klicke zuerst in die Ansicht, in der das ACS platziert werden soll; das Ansichtsfenster ist nun aktiv (erkennbar am blauen - nicht grauen - oberen Rand). Mehrere Werkzeuge werden angeboten. Wenn du „Define ACS (by points)“ wählst, so gilt: Der erste Punkt legt den Ursprung fest, der zweite Punkt die x-Achse, der dritte Punkt die xy-Ebene. Mit den Optionen „Rectangular“, „Cylindrical“ oder „Spherical“ kannst du festlegen, wie die Punkte einzugeben sind: mit kartesischen Koordinaten, mit Zylinderkoordinaten oder mit Kugelkoordinaten. Wähle also „Rectangular“.



Platziere nun ein ACS wie im mittleren Screenshot auf der vorigen Seite; die x-Achse zeigt zu einem Eckpunkt des Würfels. Das neu platzierte ACS erscheint nur in der Ansicht, die beim Platziere aktiv war. Wenn du mit mehreren geöffneten Ansichtsfenstern arbeitest (das ist sehr zweckmäßig und in der Seed-Datei auch so vorbereitet), kann es verwirrend sein, wenn in jedem Ansichtsfenster ein anderes ACS angezeigt wird (aktiv ist). Es ist daher anzuraten, ein neu platziertes ACS allen offenen Ansichtsfenstern zuzuweisen. Klicke dazu auf das Werkzeug „Apply ACS to Selected View“, setze das Hakerl bei „Apply to All“ und klicke in irgendeine Ansicht.



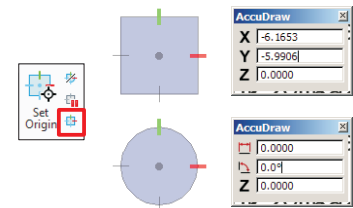
Wenn du mehrere ACS verwenden und zwischen ihnen umschalten möchtest, kannst du sie speichern. Klicke auf „Auxiliary Coordinates“ in der Toolbox „ACS“. Platziere dein ACS mit dem Werkzeug „Define ACS (By Points)“. Um es zu speichern, klicke auf „Create a new ACS“ und tippe einen Namen in die neue Zeile der Speicherliste. Ein gespeichertes ACS wird mit einem Doppelklick auf die entsprechende Zeile in der Speicherliste zum aktiven ACS. Du kannst auch das Werkzeug „Select ACS“ verwenden: Alle gespeicherten ACS werden auf dem Bildschirm angezeigt und können durch Anklicken aktiviert werden.



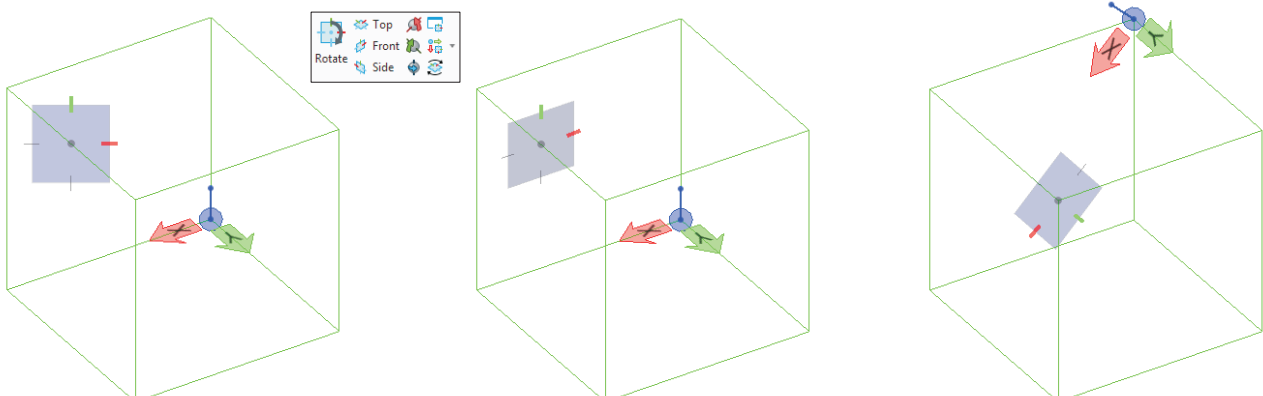
AccuDraw

Die Bezeichnung steht für „Accurate Drawing“ (genaues Zeichnen). AccuDraw ist ein zusätzliches Benutzerkoordinatensystem, das im WKS und in jedem ACS zur Verfügung steht. Es wird am Bildschirm durch ein Koordinatenfenster und einen „Kompass“ (Quadrat oder Kreis) angezeigt. Der Kompass erscheint beim Eingeben eines Objekts (zB Strecke, Kegel, Lichtquelle) automatisch und ermöglicht die präzise Platzierung des Objekts. AccuDraw sollte immer eingeschaltet sein. Die Schaltfläche zum Ein- und Ausschalten von AccuDraw befindet sich in der Registerkarte „Drawing Aids“. Du kannst AccuDraw auch durch Wegklicken des Koordinatenfensters ausschalten. Mit der Taste **F11** kannst du AccuDraw rasch wieder einschalten.

Die Eingabe erfolgt in kartesischen Koordinaten (Kompass ist ein Quadrat) oder in Polarkoordinaten (Kompass ist ein Kreis). Mit einer Schaltfläche in der Registerkarte „Drawing Aids“ kann zwischen diesen Formaten umgeschaltet werden; schneller geht es mit der Taste **M** (für „Mode“). Der rote Strich zeigt die x-Achse an, der grüne Strich die y-Achse; die z-Achse wird nicht angezeigt.



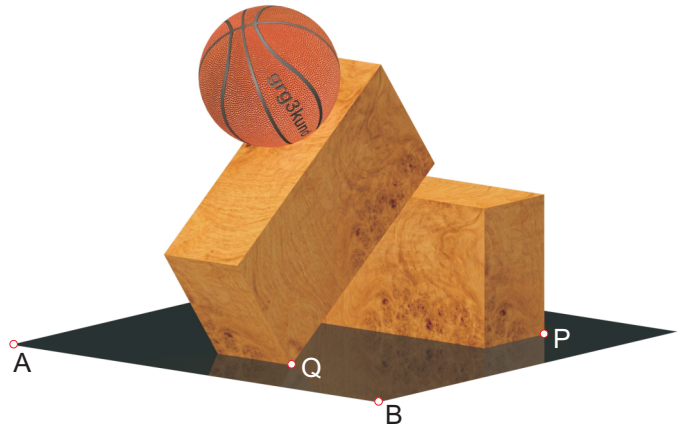
Du kannst AccuDraw auf verschiedene Arten ausrichten; die entsprechenden Schaltflächen findest du in der Registerkarte „Drawing Aids“. Rascher geht es mit der Tastatur: Mit **V** (für „View“) richtest du AccuDraw parallel zur Bildebene der Ansicht aus (unten links). Mit den Tasten **T** (für „Top“), **F** (für „Front“) und **S** (für „Side“) wird AccuDraw parallel zu einer Koordinatenebene des WKS gedreht (unten Mitte). Nach dem Platziere eines ACS wird AccuDraw automatisch parallel zur xy-Ebene des ACS ausgerichtet (unten rechts) und kann mit der Taste **E** parallel zur xz-Ebene bzw. zur yz-Ebene „weitergedreht“ werden. Wenn du danach etwa auf die Taste **T** drückst, ist AccuDraw wieder im WKS. Um jetzt wieder in das aktive ACS zu kommen, kannst du die Tastenkombination **RC** (für „Rotate Current ACS“) verwenden.



Wenn du ein Objekt platzieren möchtest, aktivierst du das entsprechende Werkzeug; dann musst du den Anfangspunkt für die Platzierung eingeben (zB bei einem Zylinder den Mittelpunkt des Basiskreises). Wenn dieser Punkt schon vorhanden ist (etwa als Eckpunkt des Koordinatenwürfels), dann kannst du ihn snappen. Wenn der Punkt nicht vorhanden ist, gibt es mehrere Möglichkeiten, ihn einzugeben. Wie das geht, erfährst du im folgenden Beispiel.

Beispiel 1

Auf einem Quadrat ($s = 10$) befinden sich zwei gleich große Quader ($6 \times 2 \times 3$). Die Eckpunkte P und Q haben von der Quadratseite AB die Abstände 8 und 2. Die Kugel ($r = 1,5$) liegt auf dem schrägen Quader; der Berührungspunkt hat den Abstand 2 von der oberen Quaderkante. Die Szene (alle Objekte zusammen) hat eine lotrechte Symmetrieebene. Platziere die beiden Quader auf dem Quadrat und die Kugel auf dem schrägen Quader.



1) Zeichne ein Quadrat mit dem Werkzeug „Place Block“ (Registerkarte „Home“, Gruppe „Placement“), indem du etwa die Eckpunkte $(10|0|0)$ und $(0|10|0)$ des Koordinatenwürfels snapst (nicht dargestellt). Blende dann den Layer „Koordinatenwürfel“ aus.

2) Um den waagrechten Quader zu platzieren, benötigst du einen Eckpunkt des Quaders als Startpunkt für das Quaderwerkzeug, also etwa den Punkt P. Im Folgenden werden drei Methoden zum Eingeben von P vorgestellt. Probiere am besten alle drei Methoden aus.

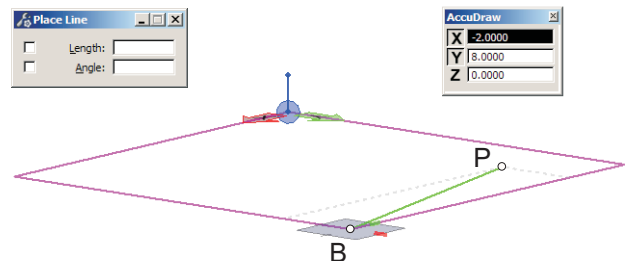
☺ Hilfslinie zeichnen

Wähle das Werkzeug „Place Line“ (Registerkarte „Home“, Gruppe „Placement“) und snappe den Punkt B. Richte den Kompass von AccuDraw mit der Taste T aus. Im Koordinatenfenster von AccuDraw sind nun die Koordinaten $x = -2$ (roter Strich) und $y = 8$ (grüner Strich) einzugeben. Das machst du am besten so:

Bewege den Mauszeiger in die Nähe der y-Achse des Kompass. Wenn das y-Feld im AccuDraw-Fenster schwarz wird, drücke auf die Taste 8; die Koordinate 8 wird in das y-Feld übertragen. Der Buchstabe Y ist jetzt eingedrückt; die y-Koordinate ist fixiert und ändert sich beim Bewegen des Mauszeigers nicht mehr. Bewege dann den Mauszeiger in Richtung des Punktes P und drücke auf die Taste 2; die Koordinate -2 wird in das x-Feld des AccuDraw-Fensters übertragen. Du musst nicht -2 eingeben, die Software erkennt das Minus automatisch. Ein Linksklick bestätigt die Eingabe von P. Mit einem Rechtsklick schließt du die Aktion ab. Nun ist der Punkt P snapbar; du kannst den Quader mit dem Werkzeug „Slab Solid“ aufziehen.

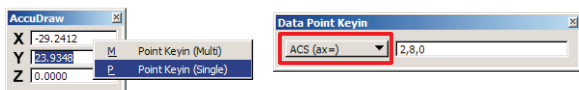
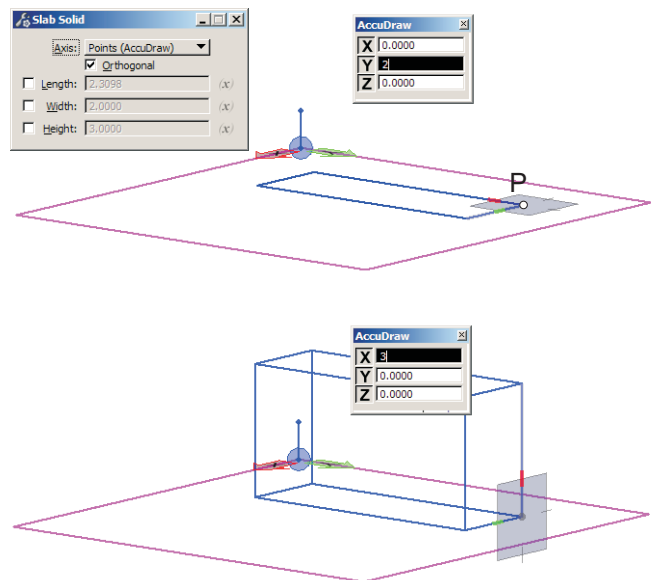
☺ AccuDraw bewegen

Wähle das Werkzeug „Slab Solid“, aktiviere AccuDraw (Taste F11) und bewege den Mauszeiger zum Punkt B. Wenn das gelbe Kreuz von AccuSnap erscheint, drücke auf die Taste O (für „Origin“), mache aber keinen Linksklick. Der Kompass von AccuDraw springt zum Punkt B. Richte ihn mit der Taste T aus. Gib dann die AccuDraw-Koordinaten -2 und 8 wie oben beschrieben ein. Erst jetzt kommt der Linksklick; er startet das Quaderwerkzeug im Punkt P.

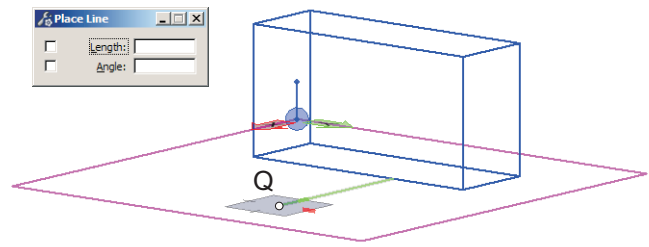
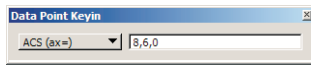


☺ ACS-Koordinaten eintippen

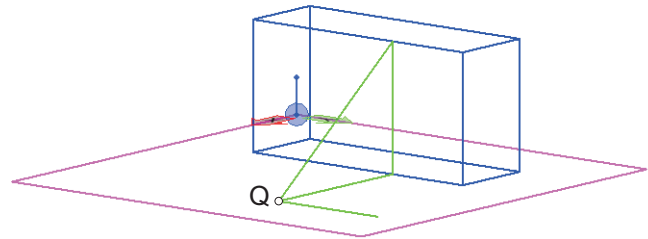
Wähle das Werkzeug „Slab Solid“, aktiviere AccuDraw (Taste F11) und drücke auf die Taste P (für „Point“). Wähle dann „Point Keyin (Single)“ und gib im Fenster „Data Point Keyin“ die Koordinaten von P ein (getrennt durch Beistriche), also 2,8,0 für $x = 2$, $y = 8$, $z = 0$. Achte darauf, dass „ACS (ax=)“ eingestellt ist; dadurch interpretiert die Software diese Zahlen als kartesische Koordinaten, bezogen auf das aktive ACS. Nach Drücken der Return-Taste springt der Kompass von AccuDraw zum Punkt P. Nun kannst du den Quader aufziehen.



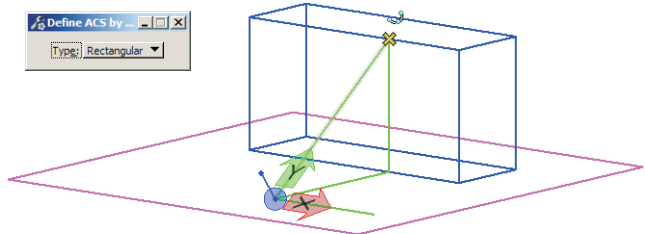
3) Zeichne eine x-parallele Hilfslinie vom Punkt Q zum Quader. Verwende dazu das Werkzeug „Place Line“ (Registerkarte „Home“, Gruppe „Placement“). Gib den Anfangspunkt Q mit Hilfe seiner ACS-Koordinaten ein (Taste **P**). Die Hilfslinie hat die Länge 4.



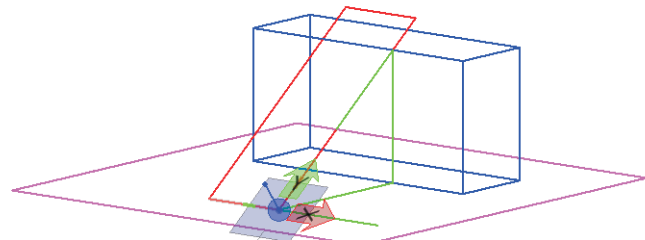
4) Zeichne die weiteren im Screenshot zu sehenden Hilfslinien (Dreieck, y-parallele Linie durch Q).



5) Richte das ACS neu aus. Verwende das Werkzeug „Define ACS by Points“ (Registerkarte „Drawing Aids“ oder unten angedockte Toolbox). Die Koordinatenachsen haben nun die Richtungen der Kanten des schrägen Quaders.

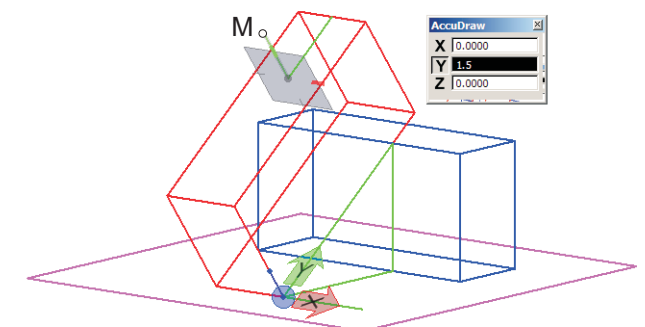
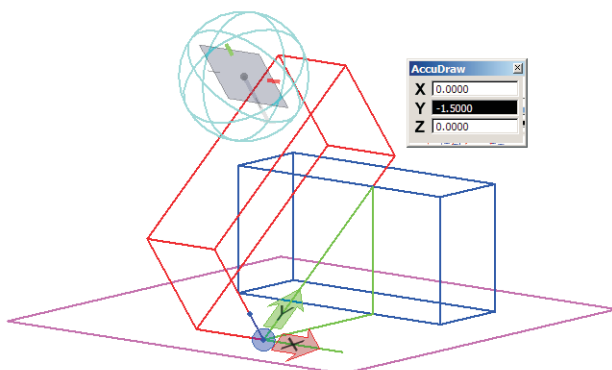
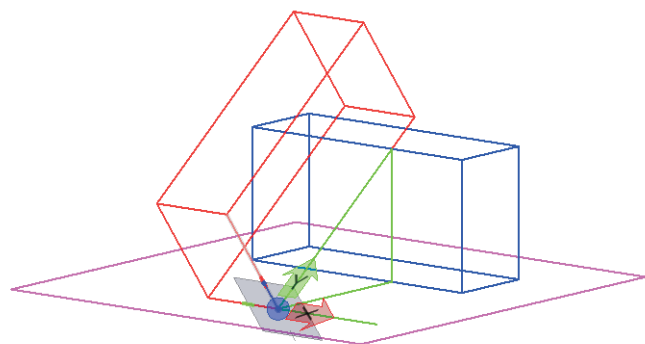
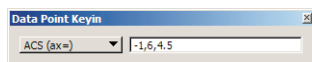


6) Zeichne den schrägen Quader. Wenn du den Punkt Q snapst, springt der Kompass von AccuDraw in die xy-Ebene des neuen ACS. Der schräge Quader kann nun genauso aufgezogen werden wie der waagrechte Quader.



7) Für das Werkzeug „Sphere Solid“ benötigst du den Mittelpunkt M. Du kannst die im Screenshot (rechts unten) zu sehenden Hilfslinien zeichnen (Längen 2 und 1,5) und M dann snappen. Drücke die Taste **E**, um den Kompass von AccuDraw im ACS zu drehen.

Du kannst auch die Koordinaten von M im aktiven ACS (also $x = -1, y = 4, z = 4,5$) wieder direkt eintippen (Taste **P**). Beachte, dass hier der „Decimal Point“ als Komma verwendet wird.



AccuDraw wird zum Platzieren von Objekten ständig benötigt. Die Schaltflächen zum Steuern des Kompass von AccuDraw befinden sich in der Registerkarte „Drawing Aids“. Zum effizienten Arbeiten mit AccuDraw ist es aber sinnvoller, Tasten bzw. Tastenkombinationen zu verwenden. Einige kennst du bereits. Im Folgenden sind wichtige Tasten bzw. Tastenkombinationen zusammengefasst. Wenn dich alle Tastenkombinationen interessieren, kannst du AccuDraw aktivieren (Taste **F11**) und ? eingeben.

V (für „View“): Der Kompass wird parallel zur Bildebene der aktiven Ansicht gedreht.

T, F, S (für „Top“, „Front“, „Side“): Der Kompass wird parallel zu den Koordinatenebenen des WKS gedreht.

E: Der Kompass wird zyklisch parallel zu den Koordinatenebenen des aktiven ACS gedreht.

RC (für „Rotate Current ACS“): Der Kompass wird parallel zur xy-Ebene des aktiven ACS gedreht.

RX (für „Rotate X“): Der Kompass wird um seine x-Achse (roter Strich) um 90° gedreht.

RY (für „Rotate Y“): Der Kompass wird um seine y-Achse (grüner Strich) um 90° gedreht.

RQ (für „Rotate Quick“): Der Kompass wird aus seiner Verankerung gelöst und lässt sich um seine (nicht angezeigte) z-Achse frei drehen; die x-Achse kann (durch Snappen) neu ausgerichtet werden.

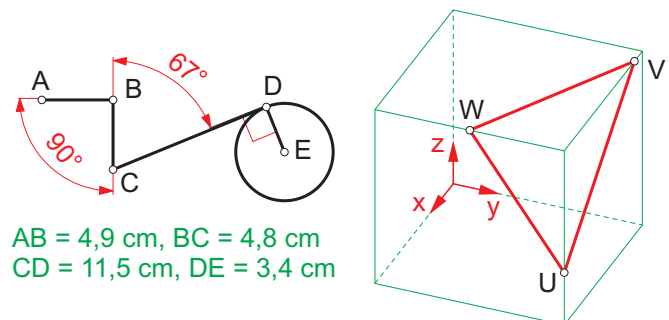
O (für „Origin“): Wenn AccuDraw aktiviert ist (Taste **F11**) und AccuSnap (gelbes Kreuz) einen Punkt anzeigt, so bewirkt die Taste **O**, dass der Kompass zum angezeigten Punkt springt. Wenn du dann Koordinaten in das AccuDraw-Fenster eingibst und wieder auf die Taste **O** drückst, so springt der Kompass zum eingegebenen Punkt. Auf diese Weise kannst du den Kompass zum Startpunkt des gewählten Werkzeugs bewegen.

M (für „Mode“): AccuDraw wird zwischen kartesischen Koordinaten und Polarkoordinaten umgeschaltet.

AccuDraw ist auch ein ideales Hilfsmittel, um in einer Ebene zu zeichnen. Wenn du den Kompass von AccuDraw in eine Ebene legst, dann bleibt er beim Zeichnen mit 2D-Werkzeugen (zB Strecke, Kreis) stets in dieser Ebene. Nur Snappen eines nicht in der Ebene liegenden Punktes reißt den Kompass aus der Ebene heraus. Wenn du nach einem Werkzeugwechsel einen Punkt der Ebene snappst, dann springt der Kompass wieder in diese Ebene. Probiere das Zeichnen in einer allgemein liegenden Ebene anhand des folgenden (abstrakten) Beispiels aus.

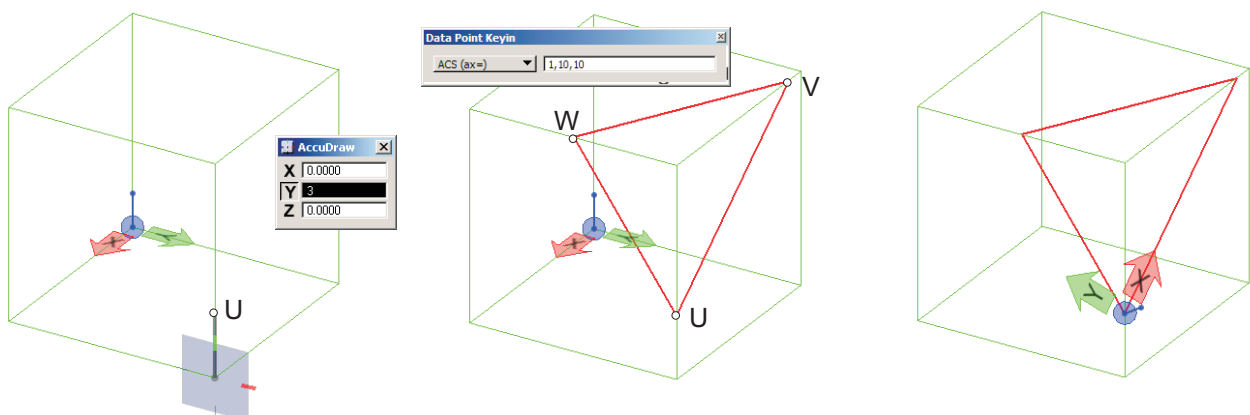
Beispiel 2

Der angegebene Streckenzug ABCDE samt dem Kreis soll in der Ebene des Dreiecks UVW [U(10|10|3), V(1|10|10), W(10|5|10)] gezeichnet werden. Dabei soll A mit W zusammenfallen und B auf WV liegen.



1) Zeichne das Dreieck UVW mit dem Werkzeug „Place Line“. Den Punkt U kannst du so platzieren: Unter U liegende Würfecke mit AccuSnap einfangen, Taste **O** drücken (Kompass springt an diese Stelle, die Linie wird aber noch nicht begonnen), Taste **F** drücken (Kompass wird in frontale Lage gedreht), lokale Koordinate Y = 3 eingeben, Punkt U mit Linksklick setzen. Analog kannst du den Punkt V platzieren. Alternativ kannst du die Taste **P** drücken (zweimal), in das erscheinende Koordinatenfenster die Koordinaten von V eintippen (Modus „ACS (ax)=“) und die Aktion mit der Return-Taste abschließen. Den Punkt W kannst du snappen, da er genau in der Mitte einer Würfelkante liegt. Durch Snappen von U wird das Dreieck geschlossen. Beende die Aktion mit einem Rechtsklick.

2) Mit dem Werkzeug „Define ACS (by points)“ legst du ein ACS auf das Dreieck UVW: Snappen von U, V und W legt den Ursprung, die x-Achse und die xy-Ebene fest.

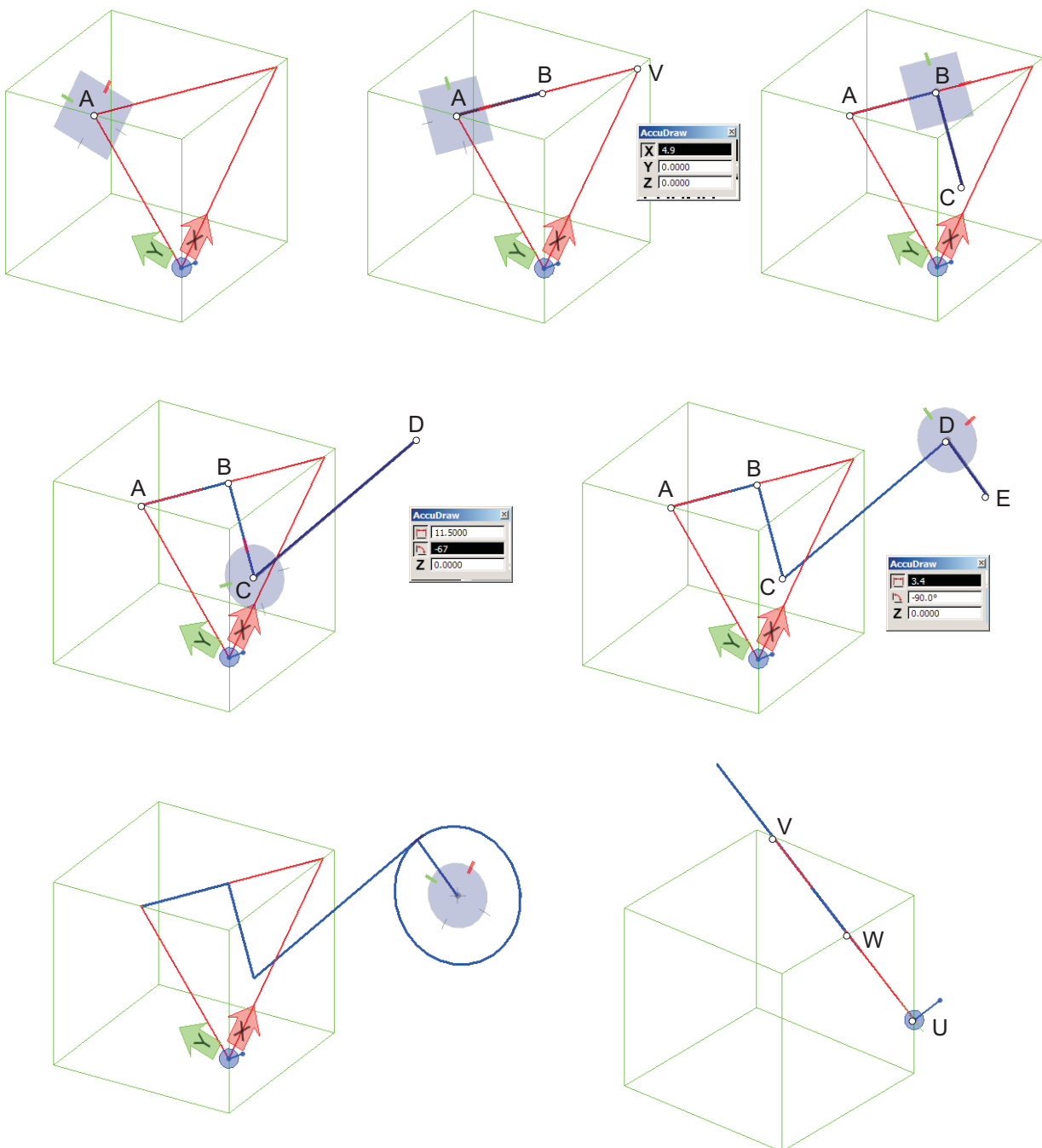


3) Verwende das Werkzeug „Place Line“ zum Zeichnen des Polygons. Wenn du den Anfangspunkt $W = A$ snapst, richtet sich der Kompass automatisch auf die xy -Ebene des ACS (roter Strich in x -Richtung, grüner Strich in y -Richtung). Da B auf WV liegen soll, löst du den Kompass mit der Tastenkombination **RQ** aus seiner Verankerung und richtest die x -Achse in Richtung V aus (V snappen). Nun kannst du B platzieren (4,9 in x -Richtung) und anschließend C (4,8 in negativer y -Richtung).

Um den Winkel 67° einzumessen, richtest du zuerst die x -Achse des Kompass in Richtung B aus (mit **RQ**) und schaltest dann mit der Taste **M** auf Polarkoordinaten um; der Kompass erscheint jetzt als Kreis. Im AccuDraw-Fenster gibst du die Polarkoordinaten von D ein: im ersten Feld die Länge von CD (also 11,5), im zweiten Feld den Winkel von CD zur positiven x -Achse (also -67° ; das „-“ musst du eintippen). Im Punkt D hat sich der Kompass (vielleicht überraschend) neu ausgerichtet; die x -Achse verläuft jetzt in Richtung CD . AccuDraw „denkt“ offensichtlich mit und bezieht den letzten Schritt bei der Neuplatzierung des Kompass ein. Um E zu zeichnen, musst du den Kompass also nicht neu ausrichten.

Zum Schluss ist noch der Kreis mit dem Werkzeug „Place Circle“ aufzuziehen (Registerkarte „Home“, Gruppe „Placement“; schneller über die Suchfunktion). Wenn du seinen Mittelpunkt E snapst, ist die Ausrichtung des Kompass wieder so, wie sie am Anfang war.

4) Überzeuge dich durch „Drehen“ der Ansicht, ob alle Punkte tatsächlich in der Ebene des Dreiecks UVW liegen. Drehe dazu die Ansicht so, dass die Ebene projizierend erscheint.



Raster

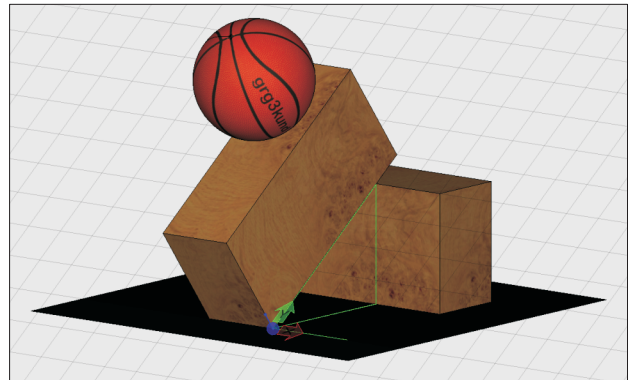
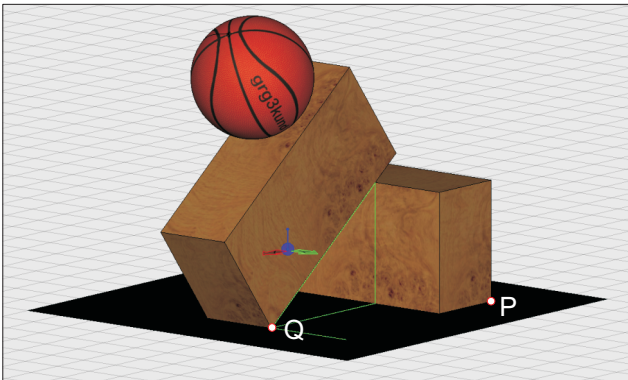
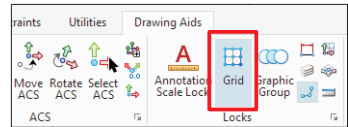
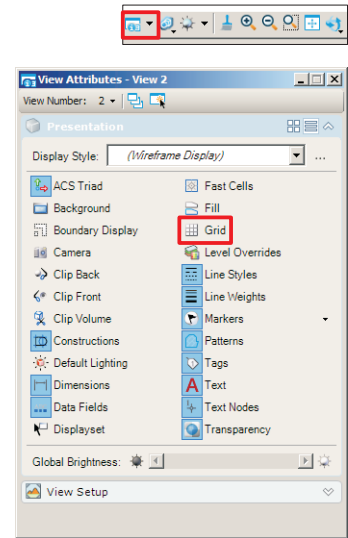
MicroStation ermöglicht die Anzeige eines Koordinatengitters in einer wählbaren Koordinatenebene. In der Seed-Datei „DG_3D_seed“ (www.oebv.at, Menüpunkt *Lehrwerk-online*) ist die xy-Ebene des ACS als Rasterebene voreingestellt.

Um den Raster anzuzeigen, wählst du in der Ansichtsteuerung die „View Attributes“ aus und klickst auf „Grid“ (Gitter). Die unten zu sehenden Screenshots der Szene aus Beispiel 1 zeigen die Raster in den dort verwendeten ACS. Die angezeigten Linien unterteilen die jeweilige xy-Ebene in Quadrate mit der Seitenlänge 1.

Der Sinn eines Rasters liegt in der vereinfachten Koordinateneingabe in der gerasterten Koordinatenebene. So könntest du im ersten Raster (linker Screenshot) die Punkte P und Q snappen, da sie ganzzahlige Koordinaten haben und daher Rasterpunkte sind.

Snappen im Raster funktioniert so: Zuerst musst du die Schaltfläche „Grid“ (Registerkarte „Drawing Aids“, Abschnitt „Locks“) drücken; dadurch wird das Einrasten in den Gitterpunkten aktiviert. Nun kannst du Gitterpunkte snappen, indem du den Mauszeiger möglichst genau auf den zu snappenden Punkt setzt und einen Linksklick machst. Das gelbe Kreuz von AccuSnap wird hier nicht angezeigt.

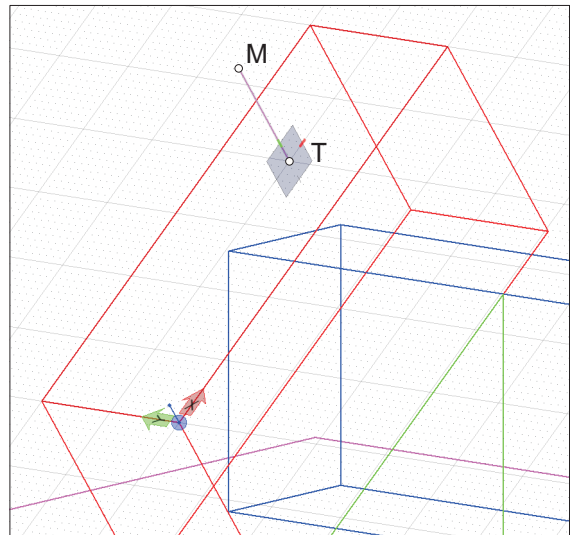
Beachte, dass nicht nur Punkte mit ganzzahligen Koordinaten (also die Schnittpunkte der angezeigten Linien) gesnappert werden können. In der Seed-Datei ist der Raster auf Zehntel genau eingestellt; du kannst daher etwa auch den Punkt (3,2|4,7) snappen. Achte beim Snappen im Raster also darauf, dass sich der Mauszeiger wirklich ganz in der Nähe des zu snappenden Punktes befindet. Zoomen mit dem Mausrad ist hier dringend anzuraten.



Der Screenshot (rechts) zeigt, wie du den Mittelpunkt M der Kugel ($r = 1,5$) mit Hilfe eines Rasters konstruieren kannst. Platziere das ACS wie im Screenshot zu sehen. Der Berührungspunkt T der Kugel ist ein Gitterpunkt (Abstand 2 von der oberen Kante). Snappe diesen Punkt, richte den Kompass von AccuDraw mit der Tastenkombination **RC** auf die xy-Ebene des ACS aus, drehe den Kompass mit der Taste **E** in die im Screenshot zu sehende Lage und zeichne die Strecke TM.

Das Arbeiten mit einem Raster bringt nur dann Vorteile, wenn viele Punkte in einer Rasterebene einzugeben sind und diese Punkte im Raster gesnappert werden können.

Beachte, dass das Wegschalten des Rasters (in den „View Attributes“) nach Beendigung der Arbeit mit dem Raster die Aktivierung des Rastersnaps nicht aufhebt. Um den Rastersnap zu deaktivieren, musst du wieder auf die Schaltfläche „Grid“ (Registerkarte „Drawing Aids“) klicken. Wenn du das nicht machst, wird die Arbeit mit AccuDraw in der Rasterebene beeinflusst.

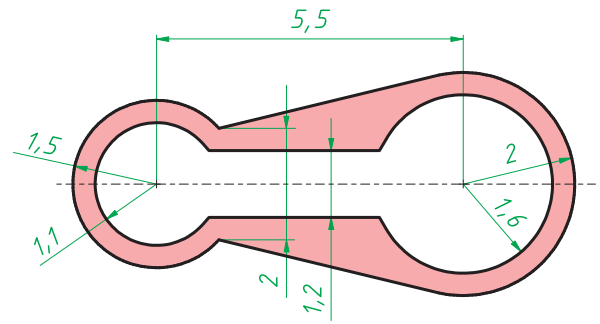


Beispiel 3

Zeichne die gegebene Fläche in die xy-Ebene.

Führe die Konstruktion mit Hilfe des Rasters durch, der in deiner Seed-Datei vorbereitet ist.

Verdicke dann die Fläche zu einem Solid.



1) Zeige den Raster an und aktiviere das Einrasten in den Gitterpunkten (wie auf der vorigen Seite beschrieben).

2) Mache den Layer „Hilfslinien“ zum aktiven Layer.

3) Zeichne die im Screenshot zu sehenden roten Hilfslinien mit Hilfe des Rasters.

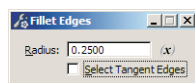
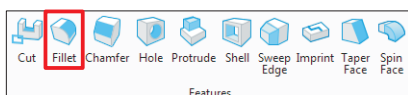
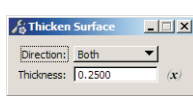
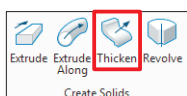
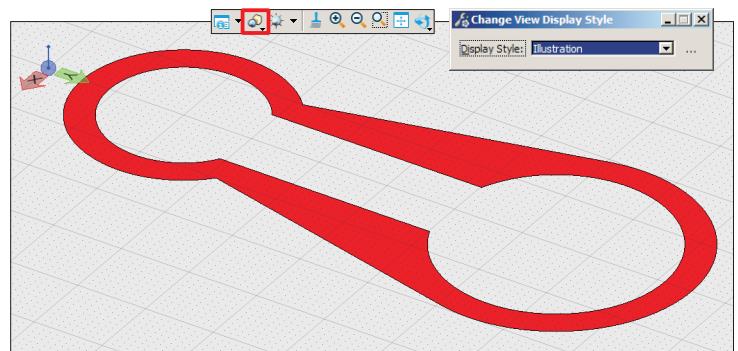
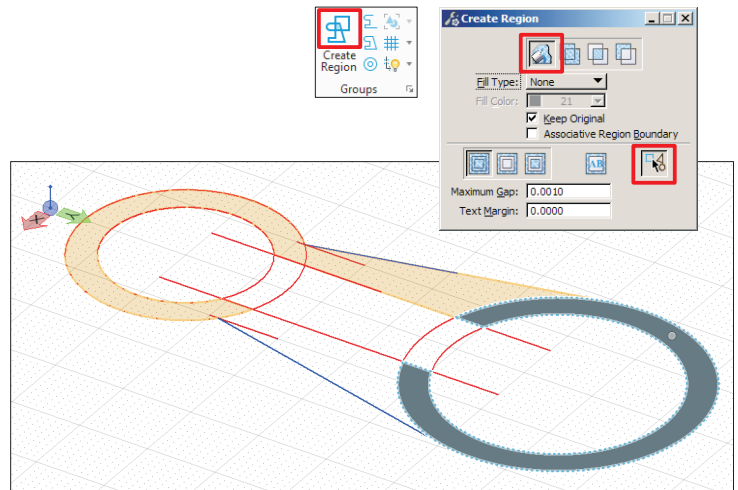
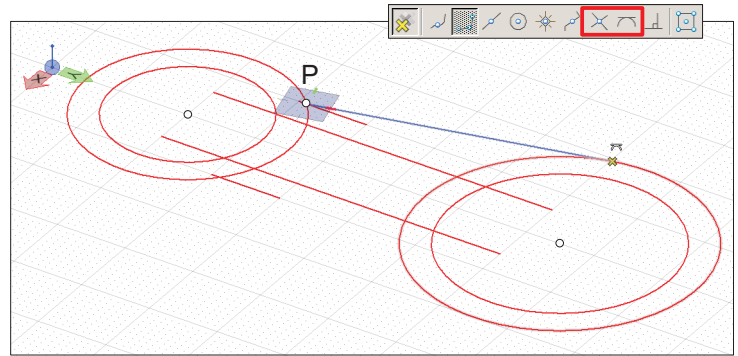
4) Zeichne die Tangente vom Schnittpunkt P zum Kreis. Verwende dazu „Intersect Snap“ und „Tangent Snap“. Zeichne die zweite Tangente.

5) Mache den Layer „Objekt“ zum aktiven Layer. Die Fläche wird in diesem Layer erzeugt.

6) Die Fläche kann mit dem Werkzeug „Create Region“ (Registerkarte „Home“, Gruppe „Groups“) erzeugt werden. Drücke im Werkzeugfenster auf die Schaltflächen „Flood“ und „Dynamic Area Locate“. Klicke dann bei gedrückter Steuerungstaste der Reihe nach auf die einzelnen zu flutenden Flächenteile. Nach dem Auswählen des letzten Flächenteils lässt du die Steuerungstaste los und schließt die Aktion mit einem Linksklick auf eine freie Stelle des Ansichtsfensters ab.

6) Blende den Layer „Hilfslinien“ aus. Wenn du im Rendermodus „Wireframe“ arbeitest, wird nur der Rand der Fläche angezeigt. Wähle einen anderen Rendermodus (in der Ansichtsteuerung). Wenn nun die gefärbte Fläche zu sehen ist, hast du alles richtig gemacht.

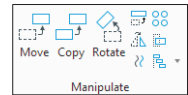
7) Das gerenderte Bild (rechts unten) zeigt einen Körper, der durch Verdicken der Fläche und Abrunden der äußeren Kanten entstanden ist. Zum Verdicken gibt es das Werkzeug „Thicken Surface“, zum Abrunden das Werkzeug „Fillet Edges“ (beide in der Registerkarte „Solids“).



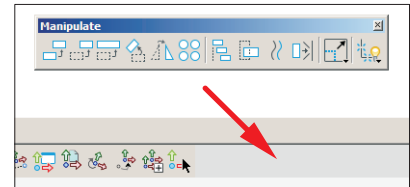
Transformationen

Nach dem Platzieren von Objekten mit Benutzerkoordinatensystemen (ACS, AccuDraw) und Rastern geht es jetzt um das Platzieren von Objekten mit Transformationen. Wendet man eine Transformation auf ein Startobjekt an, so entsteht ein Zielobjekt. Das Zielobjekt ist gewissermaßen eine Kopie des Startobjekts, die das Startobjekt kongruent, ähnlich oder verzerrt wiedergibt. Wir verwenden im Folgenden nur die elementaren Transformationen: die **Schiebung**, die **Drehung**, die **Verlagerung** und die **Spiegelung**. Bei diesen Transformationen ist das Zielobjekt kongruent zum Startobjekt.

Die Transformationswerkzeuge findest du etwa im Ribbon „Modeling“ in der Registerkarte „Home“ Gruppe „Manipulate“).

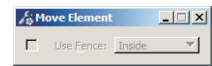


Du kannst auch die Toolbox „Manipulate“ dauerhaft öffnen (Registerkarte „File“, Settings → User → Toolboxes, Haken bei „Manipulate“ setzen) und sie am unteren Bildschirmrand andocken. Das Andocken dieser Toolbox ist durchaus zu empfehlen, ebenso wie das Andocken der Snapleiste und der Toolbox „ACS“.



Schiebung

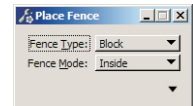
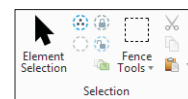
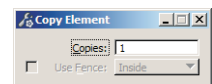
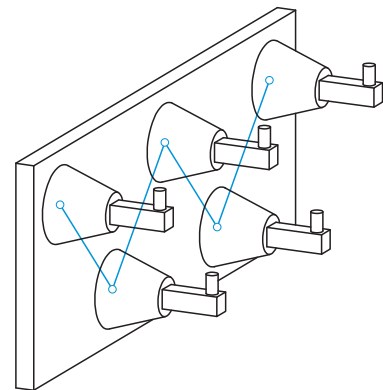
Die Schiebung ist selbsterklärend: Aktiviere das Werkzeug „Move Element“ oder „Copy Element“. Mit dem ersten Linksklick wählst du das zu schiebende Objekt und zugleich den Anfangspunkt des Schiebvektors. Gib dann den Endpunkt des Schiebvektors ein (durch Snappen oder mit Hilfe von AccuDraw).



Beispiel 1

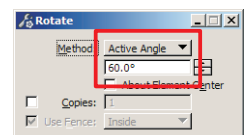
Konstruiere dieses Objekt mittels Schiebungen. Die Abmessungen sind frei wählbar.

- 1) Platziere die lotrechte Platte mit dem Werkzeug „Slab Solid“.
- 2) Berechne eine W-förmige Hilfslinie vor, um die fünf Objekte leichter platzieren zu können. Verwende dazu das Werkzeug „Place Line“ oder „Place SmartLine“. Überlege dir geeignete Positionen für die Eckpunkte der Hilfslinie und steuere sie mit dem Kompass von AccuDraw an. Die Tasten **O** und **F** (bzw. **S**) sind hier hilfreich.
- 3) Erzeuge eines der fünf Objekte; es besteht aus einem Kegelstumpf (Werkzeug „Cone Solid“), einem Quader (Werkzeug „Slab Solid“) und einem Zylinder (Werkzeug „Cylinder Solid“). Verwende den „Center Snap“ und die Taste **O** zum Platzieren des Quaders.
- 4) Wähle vor dem Schieben alle drei Körper mit dem Auswahlwerkzeug aus (Strg-Taste gedrückt halten) und aktiviere erst dann das Werkzeug „Copy Element“. Alternativ kannst du auch einen Zaun um die drei Körper aufziehen (Werkzeug „Place Fence“ in der Registerkarte „Home“). Den jeweiligen Schiebvektor gibst du durch Snappen von Eckpunkten der W-förmigen Hilfslinie ein.

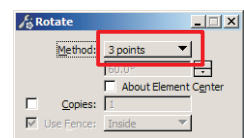


Drehung

Für eine Drehung benötigst du eine Drehachse und einen Drehwinkel. Aktiviere das Werkzeug „Rotate“. Bei der Methode „Active Angle“ musst du den Drehwinkel eintippen. Mit dem ersten Linksklick wählst du das Objekt aus. Richte nun den Kompass von AccuDraw so aus, dass er normal zur (gedachten) Drehachse ist. Wenn du also um eine lotrechte Achse drehen möchtest, dann musst du AccuDraw waagrecht ausrichten (Taste **T**). Mit dem nächsten Linksklick wählst du einen beliebigen Punkt auf der Drehachse. Beende die Aktion mit einem Rechtsklick.

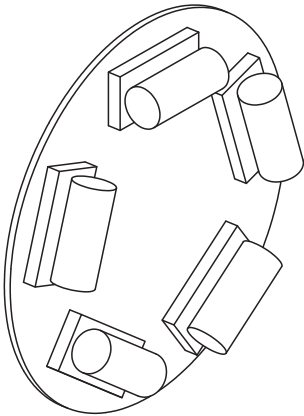


Wenn du statt der Methode „Active Angle“ die Methode „Three Points“ wählst, dann kannst du den Drehwinkel interaktiv mit Hilfe von AccuDraw eingeben; hier musst du seine Größe nicht kennen. Diese Methode ist sehr zu empfehlen, da das Werkzeug „weniger nervös“ ist und du die Orientierung des Drehwinkels besser steuern kannst.



Beispiel 2

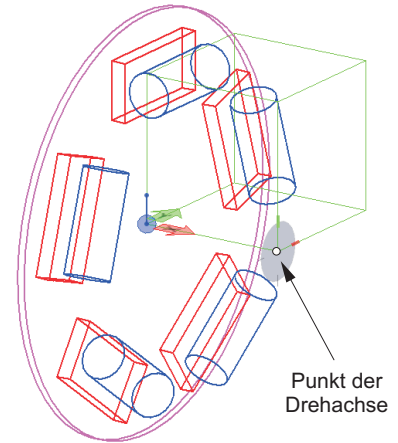
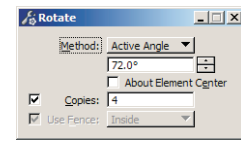
Konstruiere dieses Objekt mittels Drehungen. Die Abmessungen sind frei wählbar.



1) Platziere die lotrechte Platte mit dem Werkzeug „Cylinder Solid“.

2) Platziere einen waagrechten Quader und den anliegenden Zylinder mit dem Kompass von AccuDraw. Die Tasten **O** und **F** (bzw. **S**) sind hier hilfreich.

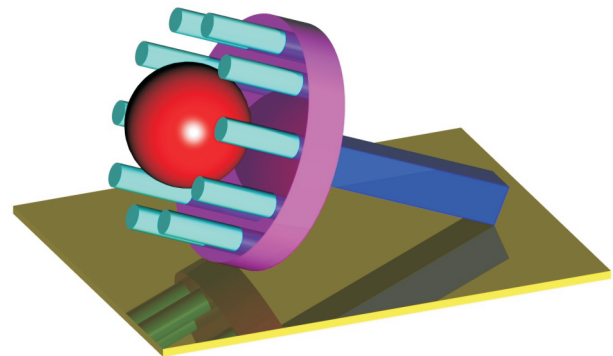
3) Wähle die beiden Körper aus und aktiviere das Werkzeug „Rotate“. Wegen der drehsymmetrischen Platzierung ist der Drehwinkel 72° . Die Methode „Active Angle“ ist hier sinnvoll. Richte den Kompass von AccuDraw normal auf die Drehachse aus und snappe einen beliebigen Punkt der Drehachse (siehe Screenshot). Du kannst nun vier aufeinanderfolgende Drehungen durchführen oder (schneller) bei „Copies“ die Zahl 4 eingeben. Mit einem Rechtsklick schließt du die Aktion ab.



Beispiel 3

Dieser hässliche Turm musste einfach umfallen!
Zeichne den umgefallenen Turm samt der Bodenplatte.
Die Abmessungen sind frei wählbar.

Du könntest den Turm auch liegend zeichnen (mit Hilfe eines ACS). Es ist aber einfacher, ihn stehend zu zeichnen und dann umfallen zu lassen.

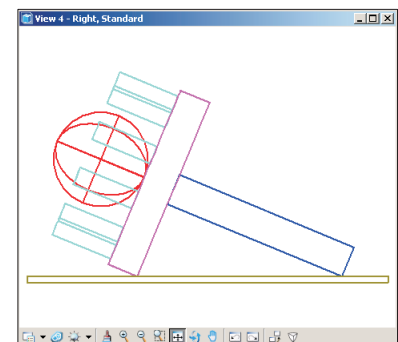
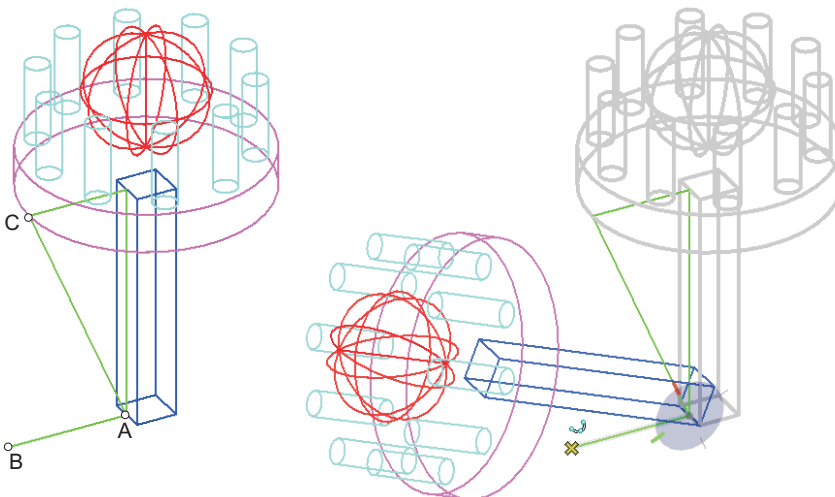


1) Zeichne den lotrecht stehenden Turm mit den entsprechenden Werkzeugen und AccuDraw.

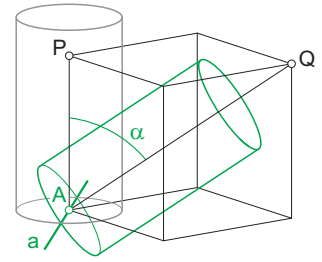
2) Zeichne die in den Screenshots zu sehenden grünen Hilfslinien. Du benötigst sie, um den Turm ohne Kenntnis des Drehwinkels in die Endlage zu drehen. Die Drehachse ist eine Kante des blauen Quaders.

3) Wähle alle Körper aus, aktiviere das Werkzeug „Rotate“ und wähle die Methode „Three Points“. Snappe den Punkt A und richte den Kompass von AccuDraw normal auf die Drehachse aus. Der Drehwinkel wird durch Snappen der Punkte C und B festgelegt.

4) Zeichne die Bodenplatte. Überprüfe im Aufrissfenster (oder Kreuzrissfenster), ob der umgefallene Turm exakt auf der Bodenplatte aufliegt. Platziere dazu den Mauszeiger in die Nähe eines Auflagepunktes und zome mit dem Mausrad.



In der rechts zu sehenden Figur wird ein lotrechter Drehzylinder mit einer Drehung auf eine Quaderdiagonale ausgerichtet. Die Drehachse a ist hier waagrecht. Um diese Drehung durchzuführen, musst du die Achse a aber nicht konstruieren. Das Werkzeug „Rotate“ mit der Methode „Three Points“ benötigt die Achse nicht. Wähle den lotrechten Zylinder aus und klicke dann der Reihe nach auf die Punkte A , P und Q . Die Ausrichtung des Kompass von AccuDraw ist hier egal. Die Drehung erfolgt um die (gedachte) Achse a , der Drehwinkel ist $\alpha = \angle PAQ$.

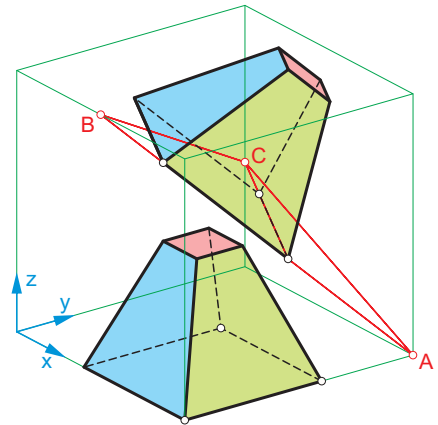
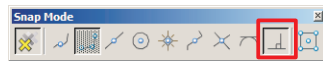


Diese Variante der Drehung bezeichnet man auch als **Dreipunktdrehung**. Sie wird durch den Drehpunkt A (Scheitel eines Drehwinkels α) und zwei beliebigen Punkten P und Q auf den Winkelschenkeln festgelegt. Die Drehachse a geht durch A und ist normal zur Ebene APQ .

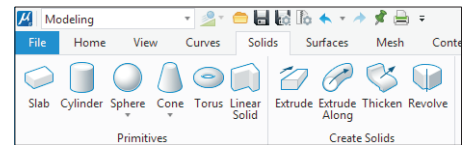
Beispiel 4

Gegeben sind ein auf der xy -Ebene stehender Pyramidenstumpf (quadratisch und gerade, $a_1=6$, $a_2=2$, $h=5$) und ein Dreieck ABC [$A(10|10|0)$, $B(5|0|10)$, $C(0|10|4)$]. Stelle eine Kopie des Pyramidenstumpfs so auf das Dreieck, wie es die Angabefigur zeigt.

1) Das Dreieck ABC kannst du mit dem Werkzeug „Place Line“ zeichnen. Verwende die direkte Koordinateneingabe (Taste **P**). Die durch C gehende Höhe kannst du mit Hilfe des „Perpendicular Snap“ (perpendicular = rechtwinklig) konstruieren.

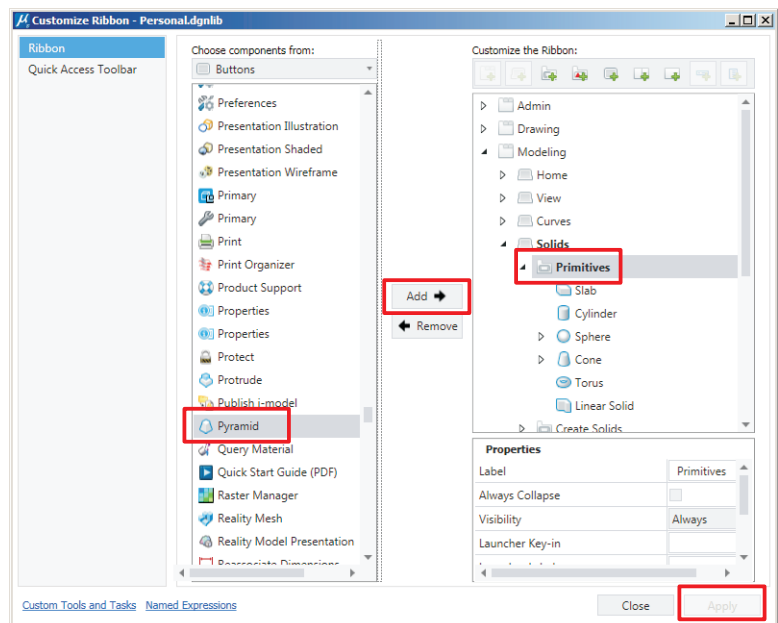
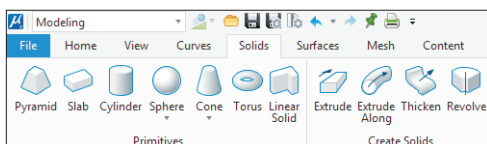
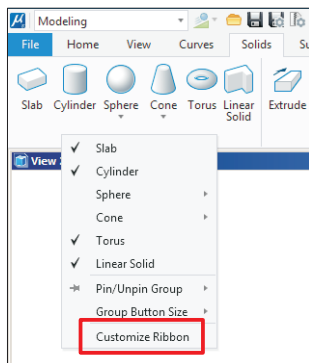


2) Beim Zeichnen des Pyramidenstumpfs hast du ein Problem: Im Ribbon „Modeling“ gibt es in der Registerkarte „Solids“ kein geeignetes Werkzeug. Einen Kegelstumpf könntest du erzeugen, aber leider keinen Pyramidenstumpf.

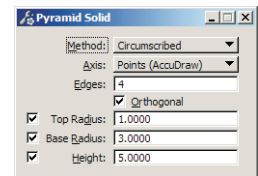


Die Eingabe „Pyramid“ in die Suchfunktion liefert kein Werkzeug, mit dem du den Pyramidenstumpf als Körper (solid) erzeugen kannst. Die Suchfunktion sucht allerdings nur in den Ribbons, und leider nicht im gesamten Werkzeugvorrat. Folgender Weg führt zum Ziel:

- ☺ Mache irgendwo auf dem Ribbon einen Rechtsklick.
- ☺ Wähle aus dem Kontextmenü die Option „Customize Ribbon“.
- ☺ Mache im erscheinenden Fenster die im Screenshot zu sehenden Einstellungen.
- ☺ Klicke auf „Add“ und dann auf „Apply“.
- ☺ Das Werkzeug „Pyramid Solid“ steht jetzt in der Registerkarte „Primitives“ zur Verfügung.

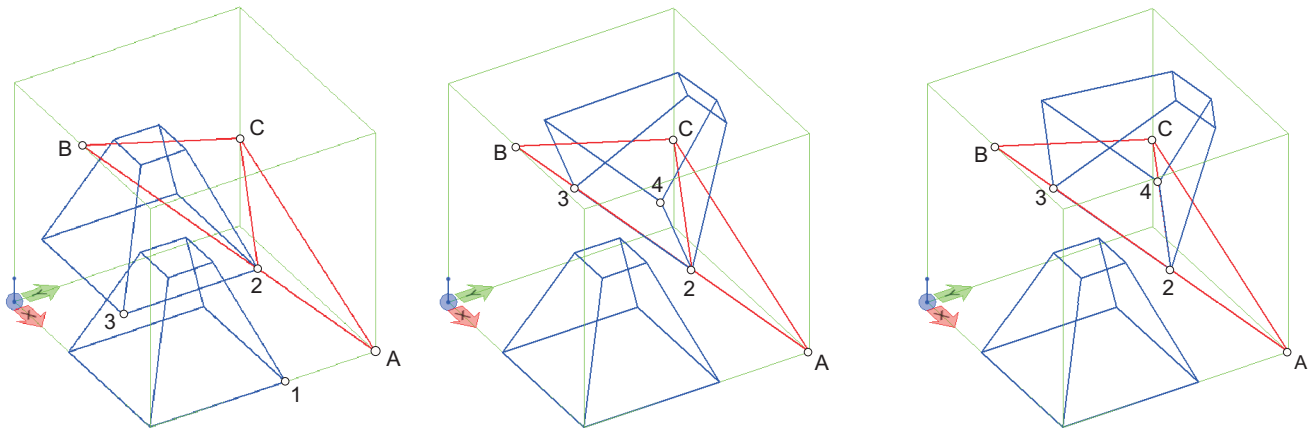


3) Gib im Werkzeugfenster von „Pyramid Solid“ bei „Edges“ den Wert 4 ein (edge = Kante) und wähle die Methode „Circumscribed“ (circumscribe = umschreiben); sie bezieht sich auf die Inkreise. Du kannst die Werte 1 und 3 für die Radien und 5 für die Höhe eintippen oder mit dem Kompass von AccuDraw interaktiv eingeben.



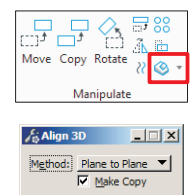
4) Die Screenshots zeigen einen Konstruktionsgang für die Verlagerung der Pyramide: Nach einer Schiebung (1→2, 2 ist der Fußpunkt der durch C gehenden Höhe) wird der Pyramidenstumpf mit einer Dreipunktdrehung (Drehpunkt 2) so gedreht, dass der Punkt 3 auf die Strecke 2B gelangt. Mit einer weiteren Dreipunktdrehung (Drehpunkt 2) wird der Punkt 4 auf die Strecke 2C gedreht.

5) Überzeuge dich mit Hilfe der Ansichtsdrehung, dass die Pyramide wirklich auf dem Dreieck steht (Dreieck projizierend machen).



Verlagerung

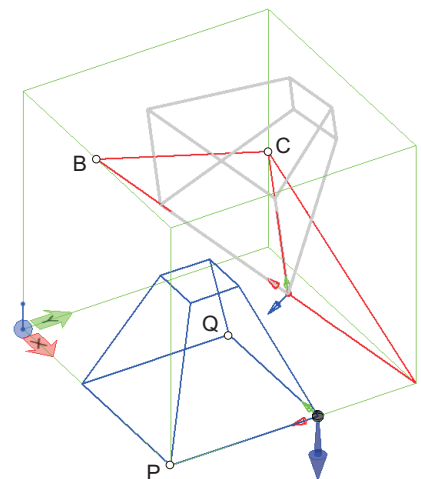
Eine Verlagerung wird durch ein Start- und ein Zielkoordinatensystem festgelegt. Das zu verlagernde Objekt wird auf das Startkoordinatensystem bezogen und kongruent in das Zielkoordinatensystem übertragen. Das entsprechende Werkzeug „Align 3D“ (align = ausrichten) findest du in der Registerkarte „Home“ (Gruppe „Manipulate“).



Beispiel 5

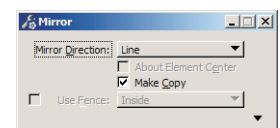
Löse die Aufgabe von Beispiel 4 mit Hilfe des Verlagerungswerkzeugs!

Wähle im Werkzeugfenster von „Align 3D“ die Methode „Plane to Plane“ und folge den Anleitungen in der Statuszeile. Mit den ersten drei Mausklicks legst du ein Startkoordinatensystem fest und mit den nächsten drei ein Zielkoordinatensystem. Achte dabei auf die Platzierung der Koordinatenachsen: Lege die x-Achse des Startkoordinatensystems durch P und die y-Achse durch Q; im Zielkoordinatensystem geht die x-Achse durch B und die y-Achse durch C.



Spiegelung

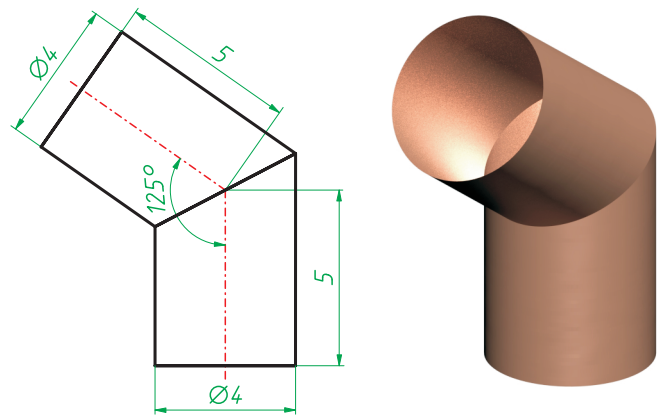
Im Raum kann man an einem Punkt, an einer Geraden oder an einer Ebene spiegeln. Hier geht es um die Spiegelung an einer Ebene. Aktiviere das Werkzeug „Mirror“. Wähle im Werkzeugfenster bei „Mirror Direction“ die Methode „Line“. Mit dem ersten Linksklick wählst du das Objekt aus. Die Spiegelebene wird indirekt festgelegt: Richte den Kompass von AccuDraw so aus, dass er normal zur Spiegelebene ist und lege die Spiegelebene durch ihre (gedachte) Schnittgerade mit der Ebene des Kompass fest. Diese Schnittgerade ist mit „Line“ gemeint.



Beispiel 6

Konstruiere das dargestellte Rohrknie. Es ist aus zwei Drehzylinderflächen aufgebaut, deren Achsen einander schneiden.

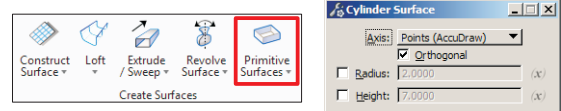
Ein derartiges Rohrknie kann man herstellen, indem man eine Zylinderfläche (es muss keine Drehzylinderfläche sein) mit einer beliebigen Ebene abschneidet und den Rest der Zylinderfläche an der Schnittebene spiegelt.



1) Zeichne die beiden Achsen in die yz-Ebene. Zum Auftragen des Winkels 125° musst du AccuDraw mit der Taste **M** auf Polarkoordinaten umschalten.

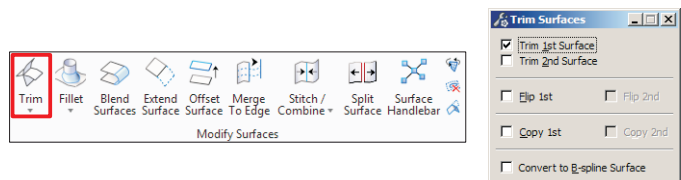
2) Zeichne die Winkelsymmetrale. Du kannst den Kompass von AccuDraw zum Auftragen des halben Winkels verwenden, oder du kannst das Werkzeug für die Winkelsymmetrale suchen. Schnell geht das mit der Suchfunktion: „Bisector“ (Halbierende) eingeben und „Construct Angle Bisector“ auswählen.

3) Ziehe die lotrechte Zylinderfläche mit dem Werkzeug „Cylinder Surface“ (Registerkarte „Surfaces“, Toolbox „Primitive Surfaces“) auf.



4) Die Zylinderfläche muss mit einer Ebene geschnitten werden, die durch die Winkelsymmetrale geht und normal zur yz-Ebene ist. Diese Ebene kann durch einen Kreis festgelegt werden: Snappe den Schnittpunkt der Zylinderachsen, lege den Kompass von AccuDraw auf die yz-Ebene (Taste **F**), richte seine x-Achse (roter Strich) mit der Tastenkombination **RQ** auf die Winkelsymmetrale aus, und drehe dann den Kompass mit der Tastenkombination **RX** in die Schnittebene. Nun kannst du den Kreis (mit einem genügend großen Radius) aufziehen.

5) Zum Abschneiden der Zylinderfläche mit der Kreisfläche steht das Werkzeug „Trim Surfaces“ (Registerkarte „Surfaces“) zur Verfügung. Klicke auf den unteren Teil der Zylinderfläche, dann auf die Kreisfläche und dann zur Bestätigung auf eine freie Stelle im Ansichtsfenster.



6) Die schräg liegende Zylinderfläche kann durch Spiegeln der lotrechten Zylinderfläche erzeugt werden. Aktiviere das Werkzeug „Mirror“ und stelle im Werkzeugfenster „Line“ ein. Wähle die lotrechte Zylinderfläche aus, snappe einen beliebigen Punkt der Winkelsymmetrale, lege den Kompass von AccuDraw auf die yz-Ebene (Taste **F**) und snappe einen weiteren Punkt der Winkelsymmetrale.

