

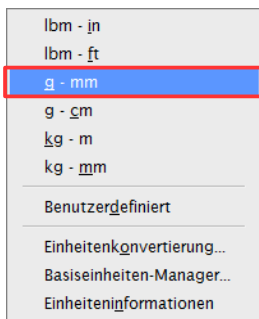
Körper messen

Version: NX10 - 11

Datum: 12.06.2017

Ersteller: Christoph Maier

Für dieses Beispiel wurden folgende *Voreinstellungen (Preferences)* getroffen:



Festlegen der Einheit *g-mm*
(Fläche = mm², Volumen = mm³)

Analyse > Einheiten

Analysis > Units

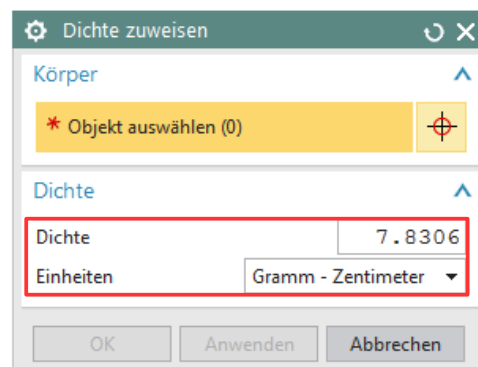
Voreinstellen der *Dichte (Density)* hier 7.830 für Stahl, sowie der *Dichteinheiten (Density Units)*. „G/Cu Cm“.
Dichte = 7.830 g/cm³

Voreinstellungen > Konstruktion

Preferences > Modeling



Die *Dichte (Density)* und deren *Einheit (Unit)* kann ebenfalls im Nachhinein verändert werden.



Bearbeiten > Formelement > Dichte

Edit > Feature > Solid Density

Analyse > Einheiten > Einheiteninformationen

Analysis > Units > Units Information

Eine Auskunft über die Benennung der *Einheiten* erhält man mit der Funktion *Einheiteninformationen (Units Information)*.

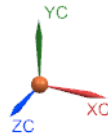
Messen	Benennung (Basiseinheit)	Name anzeigen	Beschreibung
Länge	MilliMeter	mm	Millimeter
Bereich	SquareMilliMeter	mm^2	Quadratmillimeter
Volumen	CubicMilliMeter	mm^3	Kubikmillimeter
Masse	Gramm	g	Gramm
Massendichte	KilogrammPerCubicMilliMeter	kg/mm^3	Kilogramm pro Kubikmillimeter
Stärkekoeffizient für Ermüdung	NewtonPerSquareMilliMeter	N/mm^2 (MPa)	Newton pro Quadratmillimeter
Zeit	Second	s	Sekunden
Winkel	Grad	Grad	Grad
Geschwindigkeit	MilliMeterPerSecond	mm/Sek	Millimeter pro Sekunde
Beschleunigung	MilliMeterPerSquareSecond	mm/s^2	Millimeter pro Quadratsekunde
Kraft	Newton	N	Newton
Kraft pro Einheitenlänge	NewtonsPerMilliMeter	N/mm	Newton pro Millimeter
Druck	PressureNewtonPerSquareMilliMe	N/mm^2 (MPa)	Newton pro Quadratmillimeter
Moment	NewtonMilliMeter	Nmm	Newton-Millimeter
Spannung	StressNewtonPerSquareMilliMete	N/mm^2 (MPa)	Newton pro Quadratmillimeter
Dehnung	Strain_Metric1	mm/mm	Millimeter pro Millimeter
Dehnungsenergie	StrainEnergy_Metric2	Nmm	Newton-Millimeter
Formänderungsenergiegedichte	StrainEnergyDensity_Metric2	N-mm/mm^3	Newton-Millimeter pro Kubikmillimeter
Temperatur	Celsius	C	Celsius
Wärmestrom	HeatFlux_Metric2	W/mm^2	Watt pro Quadratmillimeter
Wärmeübergangskoeffizient	ConvectionCoefficient_Metric2	W/mm^2-C	Watt pro Quadratmillimeter pro Grad Celsius
Wärmeleitfähigkeit	ThermalConductivity_Metric2	W/mm-C	Watt pro Millimeter pro Grad Celsius
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	ThermalExpansion_Metric1	1/C	Ausdehnungskoeffizient pro Grad Celsius
Spezifische Wärme	SpecificHeat_Metric2	J/kg-K	Joule pro Kilogramm pro Grad Kelvin
Winkelgeschwindigkeit	DegreesPerSecond	Grad/Sek	Grad pro Sekunde
Winkelbeschleunigung	DegreesPerSecondSquared	Grad/Sek^2	Grad pro Quadratsekunde
Lebensdauer	Arbeitszyklen	Arbeitszyklen	Arbeitszyklen
Wärmeflussrate	HeatFlow_Metric2	W	Watt
Thermische Energie	ThermalEnergy_Metric2	J	Joule
Massenträgheitsmoment	KilogrammMilliMeterSquared	kg-mm^2	Kilogramm - Quadratmillimeter
Dynamische Viskosität	DynamicViscosity_Metric2	kg/mm-sek	Kilogramm pro Millimeter pro Sekunde
Wärmeerzeugung	HeatGeneration_Metric2	W/mm^3	Watt pro Kubikmillimeter
Thermalleitwert	ThermalConductance_Metric2	W/C	Watt pro Grad Celsius
Leitwert pro Einheitenlänge	LengthConductance_Metric2	W/mm-C	Watt pro Millimeter pro Grad Celsius
Thermischer Widerstand	ThermalResistance_Metric2	C/W	Grad Celsius pro Watt
Massenstromrate	KilogramPerSecond	kg/sek	Kilogramm pro Sekunde
Volumenflussrate	CubicMilliMeterPerSecond	mm^3/sek	Kubikmillimeter pro Sekunde



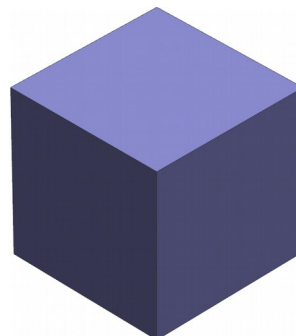
Einfügen > Konstruktionsformelement > Quader

Insert > Design Feature > Block

Erzeugen eines *Quaders*. Der *Ursprung (Origin)* wurde in diesem Beispiel auf Null gesetzt, dadurch ist die Ergebnisanzeige (*Körper messen*) leichter nachvollziehbar.



Die Maße des *Quaders* werden nach der Umstellung auf „g – mm“ auch in Millimeter angegeben (hier in mm: 100 x 100 x 100).



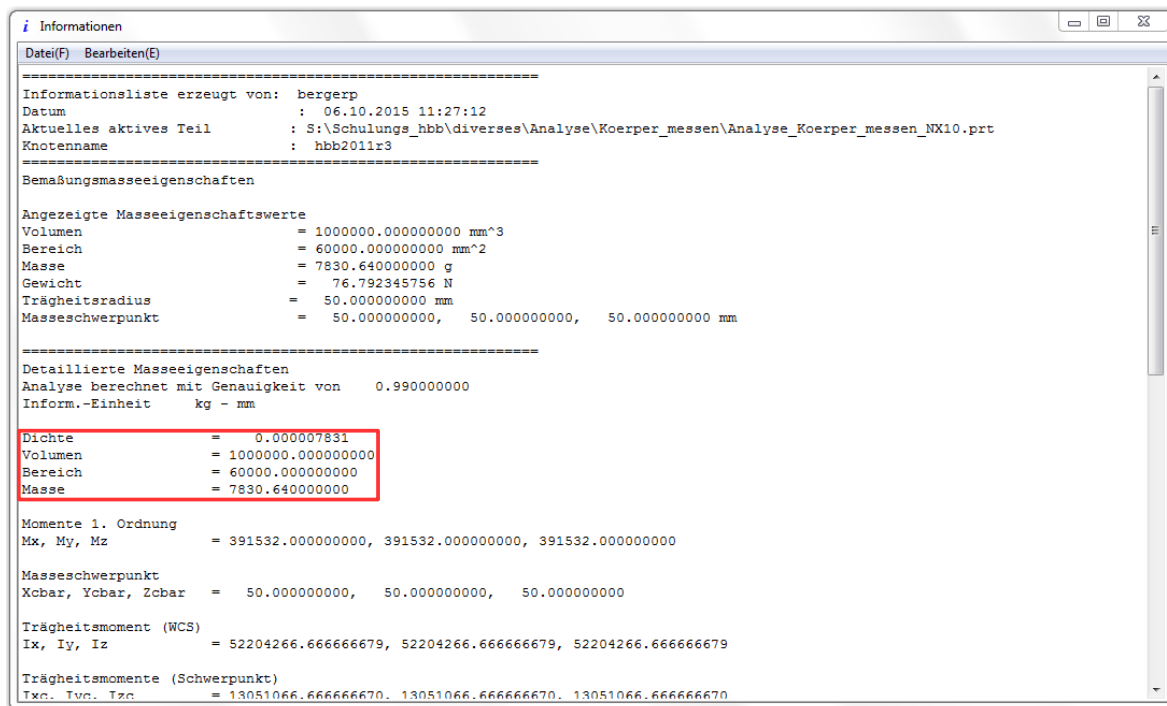
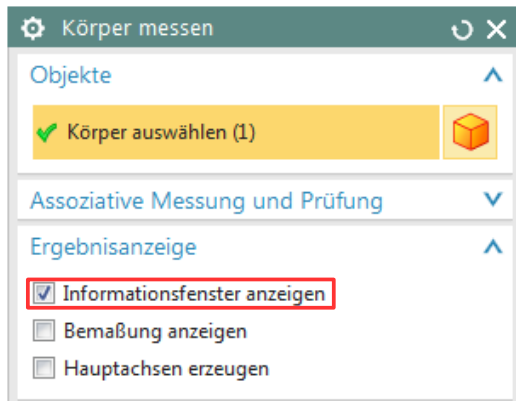
Körper messen:

Wenn im Menüabschnitt *Ergebnisanzeige (Results Display)* der Haken *Informationsfenster anzeigen (Show Information Window)* gesetzt ist, werden die Messergebnisse in einem separaten Fenster angezeigt.



Analyse > Körper messen

Analysis > Measure Body



Aufgelistet werden z.B.:

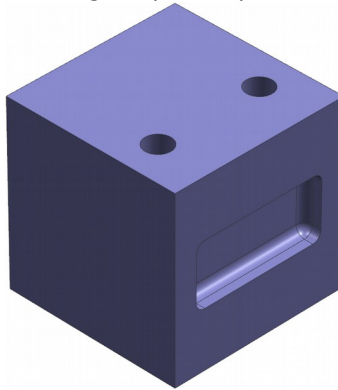
- der *Bereich (Area)*, dieser gibt die Oberfläche des Quaders an, d.h. die Flächen von Bohrungen und Taschen, etc. würden mit addiert werden. Die Fläche ergibt sich hier durch 6 Würfelflächen zu je $100 \times 100 = 1.000$.

$$\text{Bereich} = 60000.000000000$$

- der *Masseeschwerpunkt (Center of Mass)*, bezogen auf das *WCS* (hier in der Quader-Mitte ($X = 50 \text{ mm}$; $Y = 50 \text{ mm}$; $Z = 50 \text{ mm}$)).

$$\begin{array}{l} \text{Masseeschwerpunkt} \\ \text{Xcbar, Ycbar, Zcbar} = 50.000000000, 50.000000000, 50.000000000 \end{array}$$

Um Vergleichswerte zu erhalten, werden am Quader eine *Tasche* (*Pocket*), sowie zwei *Bohrungen* (*Holes*) erstellt.



Nun wird der Körper erneut gemessen.

Das *Volumen*, die *Masse* und das *Gewicht* haben sich entsprechend verringert.

Der *Bereich* hat sich aufgrund der neu hinzugekommenen Flächen (*Bohrungen, Tasche*) vergrößert. (*Bereich = benetzte Oberfläche*)

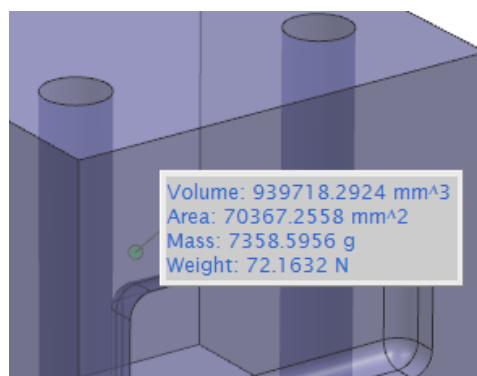
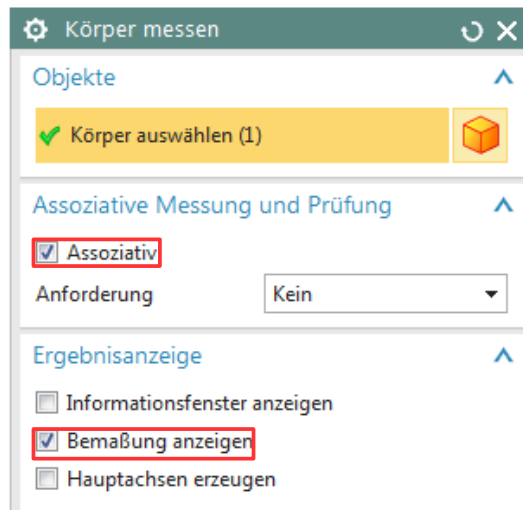
Dichte	=	0.007830640
Volumen	=	1000000.0000000000
Bereich	=	60000.0000000000
Masse	=	7830.6400000000
	↓	
Dichte	=	0.007830640
Volumen	=	939718.292442329
Bereich	=	70367.255756846
Masse	=	7358.595649531

Die Koordinaten des *Masseschwerpunkt* haben sich ebenfalls verändert.

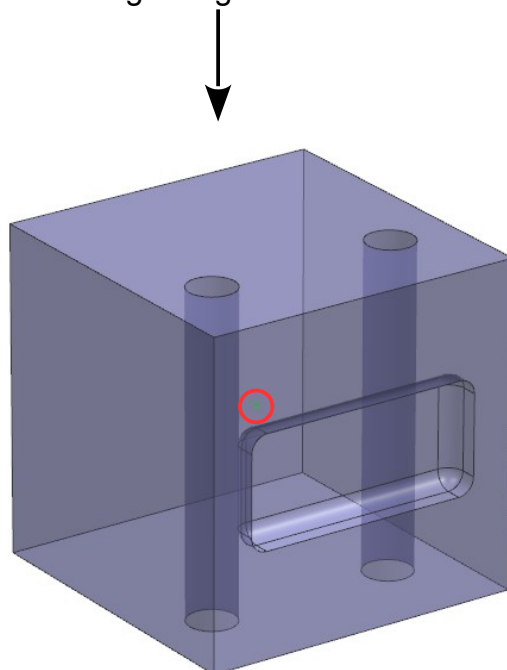
Masseschwerpunkt			
Xcbar, Ycbar, Zcbar	=	50.000000000,	50.000000000, 50.000000000
		↓	
Masseschwerpunkt			
Xcbar, Ycbar, Zcbar	=	48.049048534,	50.000000000, 50.000000000

Es besteht die Möglichkeit, mit Hilfe der Funktion *Körper messen* den Masseschwerpunkt optisch darzustellen zu lassen.

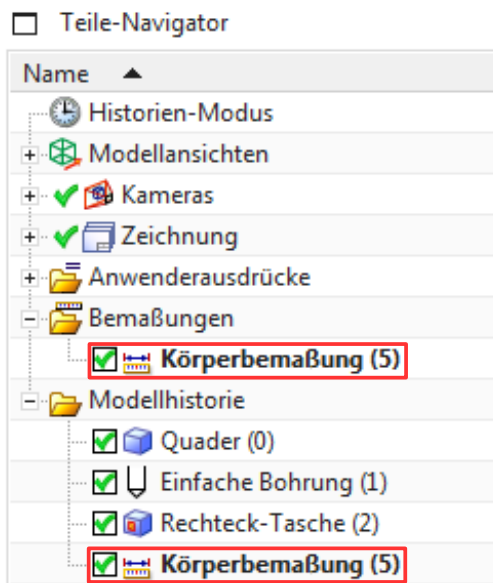
Hierzu müssen die Haken *Assoziativ (Associative)* und die *Bemaßung anzeigen (Show Dimension)* gesetzt werden.



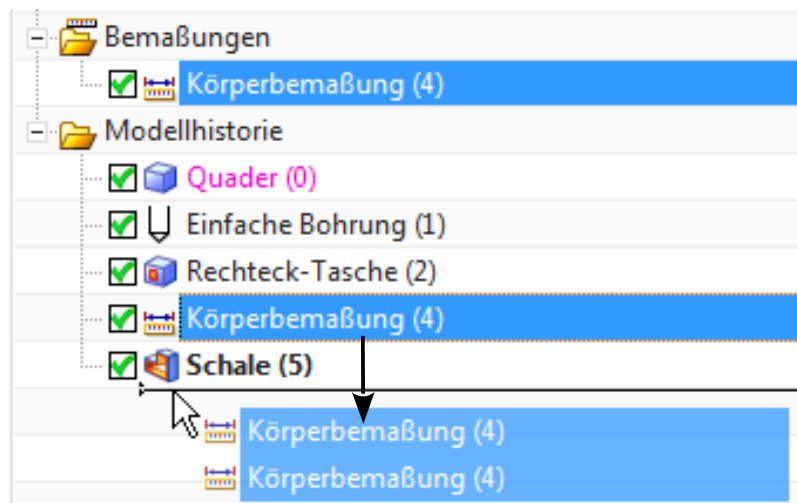
Tipp: Entfernen des angehängten Textes über F5!



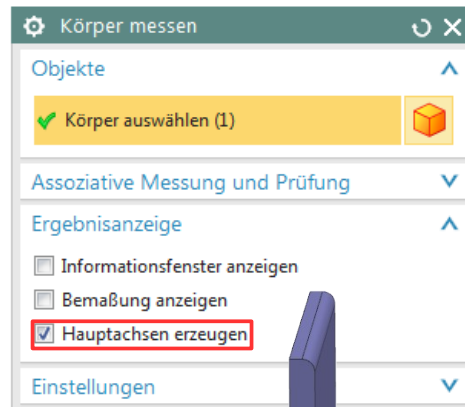
Durch den Assoziativ-Schalter wird die *Körperbemaßung (Body Measurement)* im *Teile-Navigator (Part Navigator)* aufgelistet.



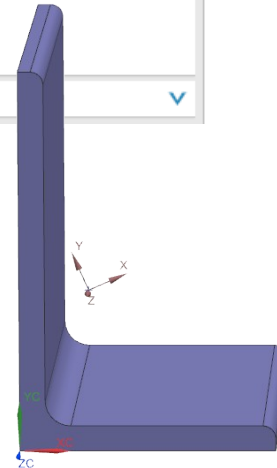
Achtung: Wird der Körper geändert, muss die *Körperbemaßung (Body Measurement)* im *Teile-Navigator* per Drag and Drop ans Ende verschoben werden, um den aktuellen *Masseschwerpunkt* zu erhalten.



Für die Darstellung des Trägheitsmoment ist es empfehlenswert, bei der Funktion *Körper messen* die Hauptachsen zu erzeugen (hier am Beispiel eines L-Profiles).



Die Hauptachsen stehen stets senkrecht aufeinander und verlaufen immer durch den Schwerpunkt. Hauptachsen werden auch als Hauptrotationsachsen bezeichnet.



```
Trägheitsmoment (WCS)
Ix, Iy, Iz = 2119509.525305520, 1736124.517499678, 709374.128423756
```

Achtung:

Trägheitsmomente werden **in Bezug auf das WCS** bzw. den Schwerpunkt gemessen.

Zur Erinnerung: Alle Kräfte und Lasten, die in Richtung einer Hauptachse angreifen und durch den Schwerpunkt gehen, verbiegen den Körper nur in Richtung des Kraftvektors. Kräfte und Lasten, die nicht durch den Schwerpunkt gehen und nicht in Richtung einer Hauptachse wirken, erzeugen ein Rotationsmoment und verdrillen den Körper zusätzlich zur Biegung.

Für die *Richtungsvektoren (Direction Vectors)* der Hauptachsen ist ebenfalls eine Auflistung im *Informationsfenster* vorhanden.

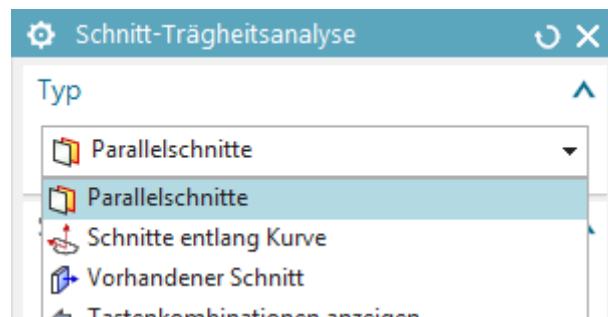
```
Hauptachsen (Richtungsvektoren relativ zu WCS)
Xp (X), Xp (Y), Xp (Z) = 0.915214425, 0.402967191, 0.000000000
Yp (X), Yp (Y), Yp (Z) = -0.402967191, 0.915214425, 0.000000000
Zp (X), Zp (Y), Zp (Z) = 0.000000000, -0.000000000, 1.000000000
```



Analyse > Schnitt-Trägheitsmoment

Analysis > Section Inertia

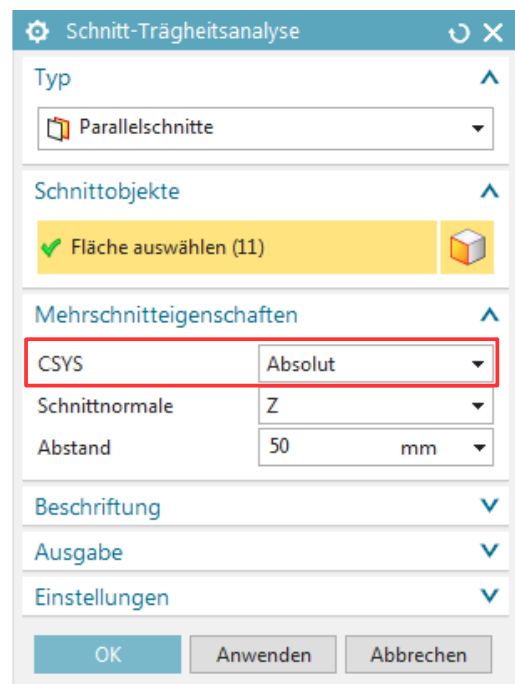
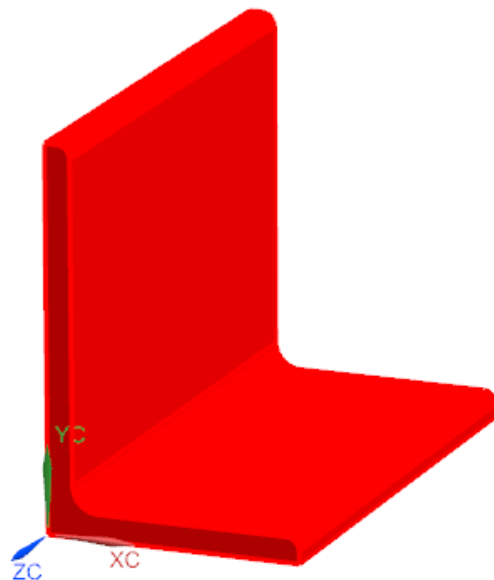
Eine Alternative zur Berechnung des Masseschwerpunkts ist die Funktion *Schnitt-Trägheitsanalyse (Section Inertia)*.



Hierbei werden die angegebenen Flächen in Schnitten analysiert und die Informationen im Grafik-Fenster ausgegeben.

Die Schnitte können parallel oder entlang eines Pfads mit vorgegebenen Abständen ausgerichtet werden.

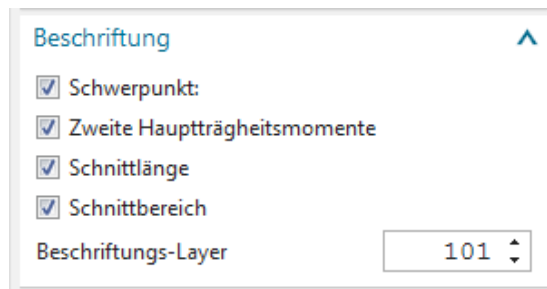
Unter *Vorhandener Schnitt (Existing Section)* ist nur ein einzelner Schnitt möglich, der z.B. mit Skizzen, Kurven und Kanten manuell aufgebaut wurde.



Achtung:

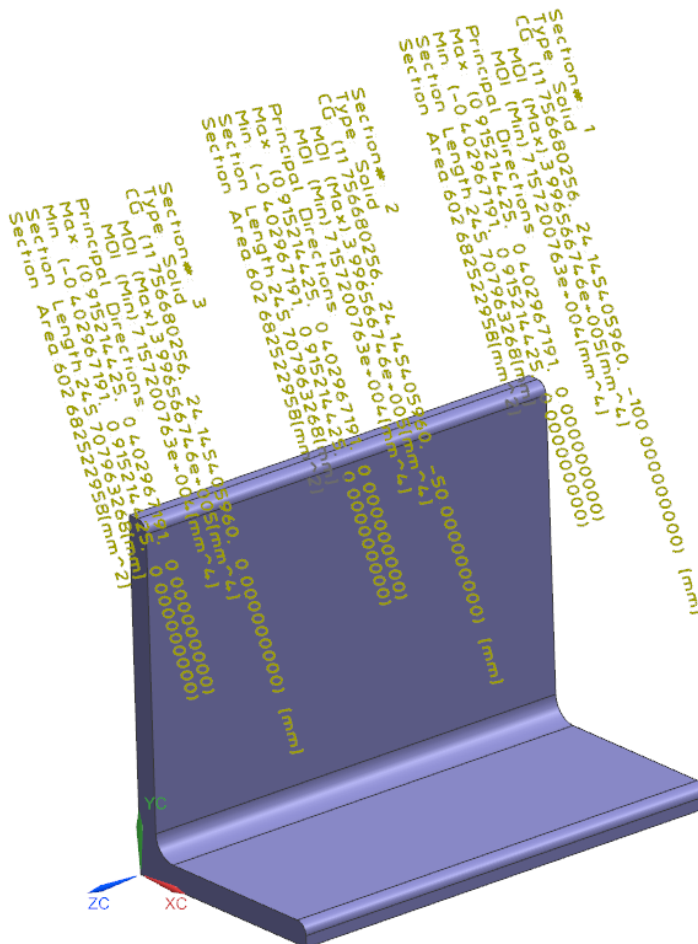
Die Einstellung für das CSYS beachten (*Absolut* oder *aktuelles WCS*)!

Folgende Informationen können als *PMI* im Grafik-Fenster ausgegeben werden:



Dabei werden alle Infos zu einem Schnitt in jeweils einem *PMI-Hinweis (Note)* zusammengefasst.

Hier sind z.B. alle Infos von drei parallelen Schnitten zu sehen, die einen Abstand von 50 mm haben.



```
Section# 2
Type Solid
CG (11756680256, 24145405960, -5000000000) [mm]
```

Körper messen (Measure Body):

```
Masseschwerpunkt
Xcbar, Ycbar, Zcbar = 11.756680256, 24.145405960, -50.000000000
```

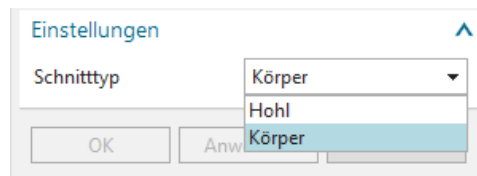
Die Hauptachsen (Zweite Hauptträgheitsmomente; *Second Principal Moments of Inertia*) sind ebenfalls enthalten (auf Grund der Schnittebene nur X und Y).

Principal Directions:
 Max: (0.915214425, 0.402967191, 0.000000000)
 Min: (-0.402967191, 0.915214425, 0.000000000)

Körper messen (Measure Body):

Hauptachsen (Richtungsvektoren relativ zu WCS)			
Xp(X), Xp(Y), Xp(Z)	=	0.915214425, 0.402967191,	0.000000000
Yp(X), Yp(Y), Yp(Z)	=	-0.402967191, 0.915214425,	0.000000000
Zp(X), Zp(Y), Zp(Z)	=	0.000000000, 0.000000000,	1.000000000

Zu beachten ist die Einstellung *Schnitttyp (Section Type)*! Mit *Körper (Solid)* erhalten wir die selben Werte wie mit der Funktion *Körper messen (Measure Body)*.



Bei *Hohl (Hollow)* wird die Schnittkontur automatisch um den Wert *Hohlkörperdicke (Hollow Thickness)* aufgedickt und der aufgedickte Körper im Schnitt analysiert.

Zusätzlich können verschiedene Geometrien extrahiert werden. Diese sind alle unparametrisch!

