

# 6 Zusammenbau von Bauteilen

## 6.1 Grundlagen der Baugruppenkonstruktion

### Allgemeines

In der **Baugruppenkonstruktion** (*Assembly Design, Zusammenbau*) lassen sich die Bauteile (*Parts*) nach funktionellen Gesichtspunkten zu einer Baugruppe (*Produkt*) zusammenbauen.

Funktionell zusammenhängende Bauteile können zu Montagegruppen zusammengefasst werden. Montagegruppen bilden mit weiteren Bauteilen eine Unterbaugruppe. Mehrere Unterbaugruppen bilden Ober- oder Hauptgruppen. Es entsteht dadurch eine Hierarchie von Bauteilen und Baugruppen.

Die Bauteile sind die kleinsten geschlossenen Bausteine einer Konstruktion. Sie werden in der Teilekonstruktion (*Part Design*) als Volumen- oder Flächenmodell erzeugt und in einer Bauteildatei vom Typ *bauteilname.CATPart* abgelegt.

### Aufbau der Baugruppe

Eine Baugruppe hat kein eigenes Ebenen- und Koordinatensystem. Das erste Bauteil einer Baugruppe definiert mit seinem Ebenensystem die Ursprungslage der Baugruppe. Die folgenden Teile und die Zeichnungsableitung der Baugruppe beziehen sich darauf.

Das erste geladene oder erzeugte Bauteil einer Baugruppe sollte sofort im Raum fixiert werden. Die weiteren Teile richten sich dann an diesem Teil aus.

Die Koordinatensysteme spielen beim Zusammenbau keine Rolle. Der Zusammenbau von Bauteilen und Baugruppen erfolgt objektbezogen über **Baugruppenbedingungen**, mit denen die Lage der Bauteile und (Unter-) Baugruppen zueinander (über Flächenkontakt, Kongruentsetzen von Mittellinien oder Körperkanten, Abstand von Flächen usw.) festgelegt wird.

Zwischen den Bauteilen werden in der Regel so viele Baugruppenbedingungen formuliert bis keine **Freiheitsgrade der Bewegung** mehr bestehen (maximal 6 Freiheitsgrade sind möglich: 3 Verschiebungen in Richtung der Achsen x, y, z und 3 Drehungen um diese Achsen). Diese Baugruppenbedingungen werden unter dem Eintrag *Bedingungen* im Strukturbaum abgelegt.

Baugruppen werden in einer Baugruppendatei vom Typ *baugruppenname.CATProdukt* gespeichert. Die Baugruppendatei enthält die Dateipfade und die Namen der Komponenten der Baugruppe und die relative Lage der Komponenten untereinander. Die Geometrie der Bauteile wird nicht mit gespeichert, sondern nur Verweise (*links*) darauf.

Komponenten einer Baugruppe sind entweder Bauteile oder (Unter-)Baugruppen.

### Entwickeln von Baugruppen

Baugruppen werden gebildet, wenn bereits vorhandene Komponenten in eine zu Beginn der Entwicklung „leere“ Baugruppe eingebaut werden (*Bottom-Up-Methode*). Das Einfügen erfolgt mit der Funktion *vorhandene Komponente* und erzeugt im Strukturbaum einen Knoten mit dem Namen der Komponente. Mehrfachexemplare werden über die Nummer des eingeklammerten Zusatzes unterschieden.

Bauteile lassen sich aber auch in ihrer funktionellen Umgebung direkt in der Baugruppe entwickeln (*Top-Down-Methode*). Diese Vorgehensweise wird später im Kapitel 10 geübt.

So wie sich Bauteile in anderen Konstruktionen als Wiederholteile verwenden lassen (typischer Fall sind die Normteile), können Baugruppen so aufgebaut werden, dass sie für weitere Konstruktionsaufgaben wiederverwendbar sind. Dadurch reduziert sich der Konstruktionsaufwand.

Der Ausgangspunkt für das Einfügen oder Entwickeln von Komponenten in Baugruppen ist immer die aktivierte Stelle im Strukturbaum. Auf diese Art und Weise lässt sich die gewünschte Struktur der Baugruppe aufbauen. Die Struktur kann nachträglich noch verändert werden (siehe dazu unter Kapitel 10.5.1).

Je nach Erfordernis lässt sich die Arbeitsumgebung zwischen Baugruppenkonstruktion und Bauteilkonstruktion austauschen. Dazu muss entweder die Baugruppe oder das Bauteil im Strukturbaum mit einem Doppelklick aktiviert werden. Der im Strukturbaum aktivierte Eintrag erhält einen weißen Rahmen und wird blau unterlegt, die entsprechende Funktionsumgebung wird eingeblendet.

### Didaktische Erleichterungen

Der Zusammenbau der Baugruppen muss nicht in der gleichen Reihenfolge wie bei der realen Fertigungsmontage erfolgen, sondern orientiert sich daran, was im CAD-System möglich ist. Dass ein Teil bei der Montage z. B. durch das Material bewegt wird, sollte nicht stören.


Für den Zusammenbau ist eine **aussagekräftige Benennung der Einzelteile und Baugruppen** erforderlich! Nur so kann die Übersicht in einer umfangreichen Baugruppe gewahrt bleiben. Durch farblich verschieden gestaltete Einzelteile lässt sich die Übersichtlichkeit innerhalb der Baugruppe erhöhen.

Die Produktdateien werden zur klaren Kennzeichnung und zur Darstellung der Hierarchie in der Übung mit einem Vorsatz (OBG für Oberbaugruppe, UBG für Unterbaugruppe, MG für Montagebaugruppe) angelegt und abgespeichert. Die oberste Baugruppe ist das Top.

Alle zu einer Baugruppe gehörenden Dateien (Bauteildateien, die Datei *Werkstueck* aus dem Internet(!), Normteildateien, Baugruppendateien und Zeichnungen) sollten im Rahmen der Ausbildung in **ein einziges Verzeichnis** gespeichert werden, das den Namen der Baugruppe (hier *Spannvorrichtung*) trägt. Beim Verschieben von Verzeichnissen bleiben so alle *Links* richtig!

### Strukturbaum und weitere Hilfsfunktionen

Das Verfolgen der Konstruktion an Hand des Strukturbaumes gewinnt in der Baugruppenkonstruktion eine noch größere Bedeutung als in der Teilekonstruktion. Nur durch Kontrolle der Eintragungen im Strukturbaum kann die Hierarchie in der Baugruppe richtig geplant und nachvollzogen werden. Die Modelle und die Strukturbäume werden schnell sehr umfangreich. Es empfiehlt sich daher, nicht benötigte Teile des Baumes wegzuklappen und nicht benötigte Unterbaugruppen zu verdecken. Unter *Ansicht* lassen sich folgende weitere Funktionen aufrufen:

Erweiterung des Strukturbaums	Ein- und Ausblenden von Ebenen im Baum.
Spezifikationsübersicht      Shift+F2	Der Baum wird in einem Zusatzfenster abgebildet.
Geometrieübersicht	Das Modell wird in einem Zusatzfenster gezeigt.
 Vergrößerung...	Ein in seiner Größe einstellbarer Rahmen kann über das Modell bewegt werden. In einem Zusatzfenster wird eine ☺ Vergrößerung des Eingerahmten gezeigt.

## 6.2 Wichtige Funktionen im Zusammenbau

Nur die wichtigsten Funktionen des Zusammenbaus sollen aufgeführt werden. Die meisten dieser Funktionen werden in den ersten Baugruppenübung benutzt. Später werden weitere Funktionen erläutert und angewendet. Der volle Umfang der Funktionen ist für jeden Nutzer in der Funktionsmenüleiste einsehbar.

Funktionen zum Erzeugen einer **Produktstruktur**:



Produktauswahl



Komponente ersetzen



Neue Komponente einbauen



Neuordnung des Grafikbaums



Neues Produkt einfügen



Erstellen von Mehrfachexemplaren



Neues Teil einfügen



Komponente aus einem Katalog einbauen (im Dauermenü!)



Vorhandene Komponente einfügen



Vorhandene Komponente mit Positionierung einfügen

Funktionen zum Einbau (im Folgenden **Baugruppenbedingungen** genannt):



Kongruenz



Komponente fixieren



Kontakt



Flexible/starre Unterbaugruppe



Offset



Muster wieder verwenden



Winkel



Manipulation mit und ohne Bedingungen (die Funktion erzeugt selbst keine Bedingung!)

### Verdecken von Komponenten

In der Baugruppenkonstruktion ist es oft sinnvoll, Komponenten während des Modellierungsprozesses zeitweise zu verdecken. Das erfolgt über das Kontextmenü nach Selektion des zu verdeckenden (oder wieder anzuzeigenden) Objektes im Strukturbaum. Bei verdeckten Komponenten erscheinen die Symbole an den Knoten gerastert.



Kontextmenü

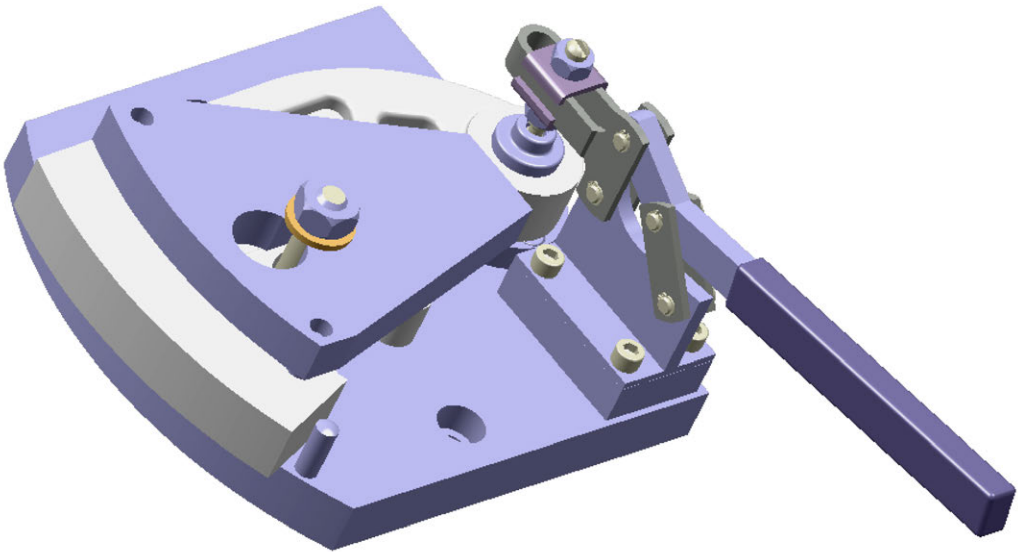
## 6.3 Zusammenbau der Baugruppe Spannvorrichtung

### 6.3.1 Vorgehensweise


Nachdem in den vorherigen Übungen die Einzelteile erstellt wurden, sollen nun die Teile zu der Baugruppe Spannvorrichtung zusammengebaut werden.

Eingespannt wird ein Werkstück, das an seiner Bogenseite eine Verzahnung erhalten soll. Um die bei der Herstellung der Verzahnung auftretenden Kräfte und Verformungen günstig aufzufangen, wurde die dargestellte Vorrichtung entwickelt. Die Vorrichtung wird über den Aufnahmebolzen (im Bild nicht sichtbar) auf dem Maschinentisch zentriert und über Befestigungsschrauben mit dem Tisch fest verschraubt. Die Schrauben sind nicht dargestellt, nur das Bohrloch dafür ist im Vordergrund in der Grundplatte zu sehen.

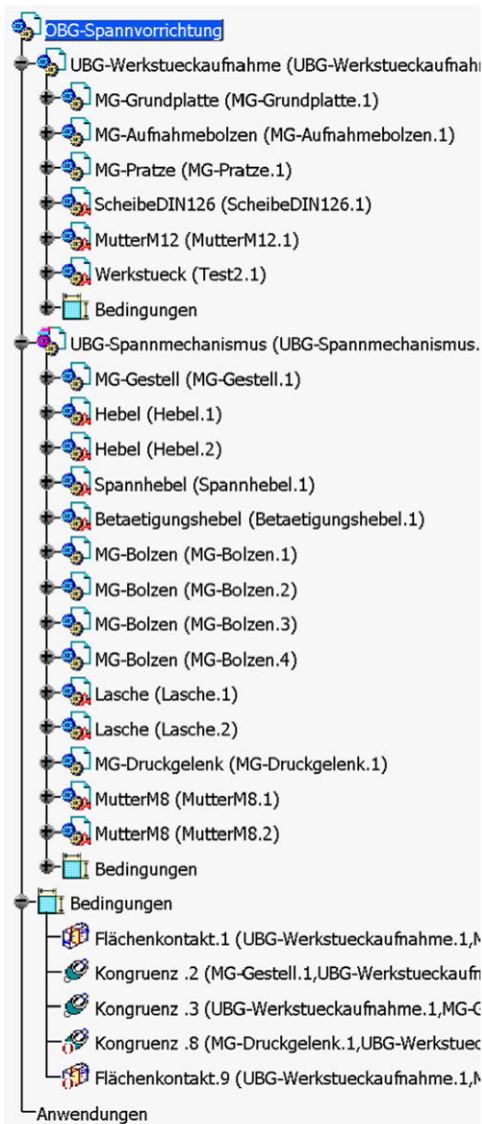
Beim Zusammenbau sollte man versuchen, die Funktion der Bauteile innerhalb der Baugruppe zu verstehen. Es erleichtert die richtige Ausführung der Montageoperationen.



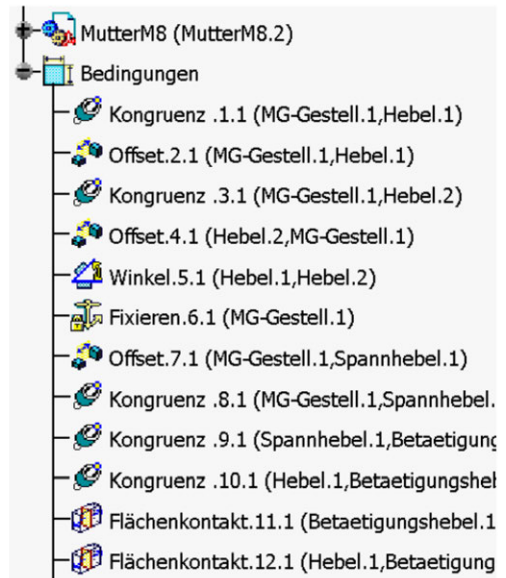
Baugruppe Spannvorrichtung

Die folgende Seite zeigt einen Auszug aus der Struktur der Baugruppe und die Bedeutung von Zusatzsymbolen an den Bedingungssymbolen (erkennbar nur beim genauen Hinsehen ). Es wird im Prozess des Zusammenbaus vermutlich vorkommen, dass Unmögliches vom System verlangt wird und dadurch Bedingungen als nicht mehr intakt gekennzeichnet werden (durch ein „!“ am Bedingungssymbol). In diesem speziellen Fall sollte die entsprechende Baugruppenbedingung gelöscht und anschließend wieder neu aufgebaut werden. Es ist möglich, Bedingungen zu aktualisieren, zu inaktivieren und umzuwandeln.

Über die Bedeutung der Zusatzsymbole am Bedingungssymbol informiert die folgende Seite.



Strukturbaum der Spannvorrichtung  
(Oberbaugruppe aktiviert)



Baugruppenbedingungen der Unterbaugruppe Spannmechanismus (Auszug)

### Bedeutung von Zusatzsymbolen an Bedingungssymbolen:



Nicht aktualisierte Bedingung \*)



Deaktivierte Bedingung \*)



Nicht intakte Bedingung \*)

\*) Zusatzsymbole sind die Symbole links unterhalb des jeweiligen Bedingungssymbols.

Der links in der Abbildung dargestellte Strukturbaum zeigt den Aufbau der Baugruppe *OBG-Spannvorrichtung*. Diese Oberbaugruppe (OBG) enthält die zwei Unterbaugruppen (UBG)

- *UBG-Werkstueckaufnahme* und
- *UBG-Spannmechanismus*.

Die Lagezuordnung der beiden Unterbaugruppen zueinander ist im Strukturbaum auf der Hierarchiestufe der Oberbaugruppe im Eintrag *Bedingungen* (unten im linken Bild) abgelegt.

Die *UBG-Spannmechanismus* enthält ihrerseits weitere Montagebaugruppen und mehrere Bauteile. Die festgelegten Bedingungen für deren Zusammenbau sind auf der Hierarchiestufe der Unterbaugruppe abgelegt (Auszug siehe Bild rechts oben).

Die *UBG-Werkstueckaufnahme* enthält neben Montagebaugruppen und den Bauteilen *Mutter M12* und *Scheibe DIN 126* noch das zu bearbeitende Werkstück, das kein Bauteil der Spannvorrichtung ist, aber für die Funktionsprüfung der Vorrichtung benötigt wird.

### Reihenfolge des Zusammenbaus

Zunächst werden nach didaktischen Gesichtspunkten die folgenden 6 Montagegruppen (MG) erstellt und als eigene Produkte (Baugruppen) abgespeichert:

- MG-Gestell
- MG-Grundplatte
- MG-Aufnahmebolzen
- MG-Bolzen
- MG-Pratze
- MG-Druckgelenk.

Anschließend werden die Unterbaugruppen (UBG) montiert. Zuletzt werden die beiden Unterbaugruppen zur Oberbaugruppe (OBG) zusammengesetzt.

### Starten des Zusammenbaus (*Assembly Design*)

Für den Zusammenbau ist es notwendig, die zugehörige Arbeitsumgebung, die Baugruppenkonstruktion (*Assembly Design*), aufzurufen:

⇒ *Start > Mechanische Konstruktion > Assembly Design*.

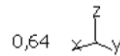
CATIA öffnet das Programm-Modul Baugruppenkonstruktion mit dem dazugehörigen Funktionsmenü. Gleichzeitig wird eine Baugruppe *Produkt1* im Dateifenster *Produkt* geöffnet.

Alternativ kann die Anwendung auch mit der Funktion *Neu* vom Dauermenü aus gestartet werden.

Um eine Abfrage zur Namensgebung in der Baugruppenkonstruktion (*Assembly Design*) zu initiieren, unter *Tools > Optionen > Infrastruktur > Product Structure > Produktstruktur > Teilenummer > Manuelle Eingabe* aktivieren. Damit kann das auf der nachfolgenden Seite beschriebene Umbenennen des Namens der Baugruppe vermieden werden.

### Maßstab


Mit *Tools > Optionen > Allgemein > Anzeige > Darstellung > Aktuellen Maßstab im Parallelmodus anzeigen* auf aktiv stellen kann der aktuelle Maßstab auf dem Bildschirm rechts unten neben dem Koordinatenkreuz dauerhaft angezeigt werden. Beispiel:



Beim Vergrößern oder Verkleinern des Bildes ändert sich der Maßstab mit, so dass das Gefühl für die tatsächliche Größe des Modells erhalten bleibt.

Hinweise: Die Anwendung *Assembly Design* ist beim Starten von CATIA voreingestellt. Zwei



symbolisieren die Baugruppenkonstruktion, ein Zahnrad  die Teilekonstruktion. Der Strukturbaum der vorangegangenen Seite zeigt demzufolge nur die Baugruppen.




### 6.3.2 Erstellen der Montagebaugruppen

#### MG-Gestell

##### Produkt 1 umbenennen in MG-Gestell

⇒ Im Baum selektieren *Produkt1* > *RM* > *Eigenschaften* > *Produkt* > *Teilenummer: MG-Gestell*.

##### Einfügen der Bauteile

⇒ Mit der Funktion  *vorhandene Komponente* die *Distanzplatte* öffnen. Alternativ lassen sich die Teile auch über das Kontextmenü öffnen (*RM* auf *MG-Gestell* im Baum > *Komponenten* > ...).

⇒ Das erste geladene Teil einer Baugruppe sollte sofort

mit der Funktion  *Komponente fixieren* im Raum fixiert werden. Alle weiteren Teile der Baugruppe richten sich später an diesem Teil aus.

⇒ In gleicher Weise das T-Stück laden (nicht fixieren).

Im Strukturbaum werden nun die beiden Einzelteile angezeigt. Unter dem Eintrag *Bedingungen* erscheint das Fixieren der Distanzplatte.



Hinweis: Das Ebenensystem des ersten geladenen Teils wird zum Ebenensystem der gesamten Baugruppe. Die Zeichnungsableitung der Baugruppe richtet sich später danach.

##### Manipulation von Bauteilen

Zum Verschieben einzelner Komponenten benutzt man

die Funktion  *Manipulation*.

Empfehlung: Nutzt man die Körperkanten für die Bewegungsmanipulation, kommt man mit der Selektion der

Schaltflächen  für translatorische und  für rotatorische Bewegungen meistens aus. Durch Ziehen des Teiles mit gedrückter linker Maustaste werden die Bewegungen längs oder um die Körperkanten ermöglicht.

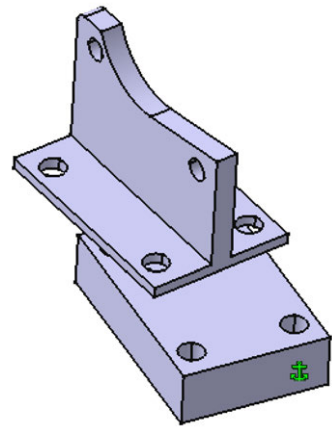
Ist der Schalter *In Bezug auf Bedingungen* ausgeschaltet, werden alle Baugruppenbedingungen ignoriert.

Wird der Schalter *In Bezug auf Bedingungen* aktiviert, lassen sich Bewegungen einer ganzen Baugruppe simulieren. Ein fixiertes Teil oder eines ohne Freiheitsgrade kann dann nicht mehr bewegt werden.

Hinweise: Durch Betätigen der *Strg*-Taste können mehrere Komponenten gleichzeitig in die Baugruppe eingefügt werden.



Strukturbaum




Fixiertes Teil

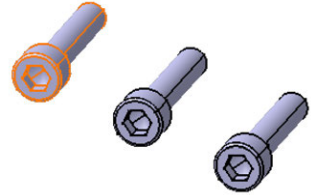


Beim Bewegen der Teile mit der Funktion *Manipulation* wird das aktive Objekt( ein Bauteil oder eine Unterbaugruppe) relativ zum Rest bewegt.

Eine grobe Vorpositionierung mit der Funktion *Manipulation* oder alternativ mit dem Kompass (zum Arbeiten mit dem Kompass siehe unter 10.4.5) kann die Feinpositionierung mittels Baugruppenbedingungen erleichtern.

⇒ Einfügen der Zylinderschraube *M6x30* (wie oben).

⇒ Weitere Kopien mit der Funktion  *Schnelle Erstellung mehrerer Exemplare* erzeugen. Wird das geladene Teil selektiert, so wird in einem voreingestellten Abstand eine Kopie erzeugt. Für die Erstellung von Folgekopien muss die Funktion nur erneut aufgerufen werden.



Kopierte Teile

### Bedingungserzeugung

⇒ Im Dauermenü muss in der gleichnamigen Funktionsgruppe der *Standardmodus* aktiv sein.



Standardmodus

Für die Erzeugung einer Baugruppenbedingung müssen in der Regel zwei Referenzgeometrien selektiert werden. In den Übungen wird **ausschließlich** dieser Modus verwendet!



Verkettungsmodus


Um ein Kettenmaß oder ein Stapelmaß zu erzeugen, muss die jeweilige Schaltfläche zweimal selektiert werden. Beide Modi können dazu dienen, die Zahl der Selektionen zu verringern.



Stapelmodus

Die erzeugten Maße sind aber immer Einzelmaße!

### Zusammenfügen von T-Stück und Distanzplatte

⇒ Die Funktion *Kongruenzbedingung*  wählen und den Mauszeiger auf der Mantelfläche einer (ausreichend vergrößerten) Bohrung der Distanzplatte so lange bewegen, bis die Mittellinie erkannt wird. Anschließend das Gleiche mit einer Bohrung des T-Stücks durchführen. Je nach Voreinstellung (*Tools > Optionen > Mechanische Konstruktion > Assembly Design > Allgemein > Aktualisieren Automatisch* oder *Manuell*) werden die Mittellinien beider Bohrungen jetzt kollinear ausgerichtet, oder es muss erst noch die Funktion *Alles Aktualisieren* im Dauermenü ausgeführt werden. Im Strukturbaum wird unter Bedingungen *Kongruenz* eingetragen.

⇒ Analoge Vorgehensweise für jeweils eine weitere Bohrung in der Distanzplatte und im T-Stück. Anhand von zwei Bohrungsachsen ist die Ausrichtung der beiden Komponenten zueinander bestimmt.

⇒ Mit der Funktion *Kontaktbedingung*  das T-Stück auf der Distanzplatte endgültig positionieren. Dazu nacheinander die beiden Flächen anwählen, die sich berühren sollen.

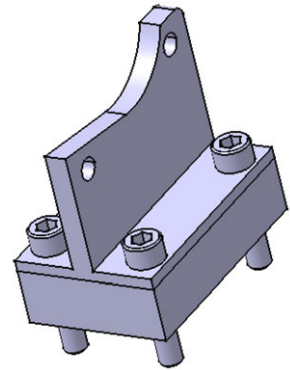
Hinweise: Die gesetzten Baugruppenbedingungen erscheinen sowohl im Strukturbaum unter dem Eintrag *Bedingungen* als auch im Modell mit der gleichen (etwas eingeschränkten) Symbolik wie in den Skizzen. Die Stelle, an der die Symbole im Modell eingetragen werden, erscheint für den Anwender willkürlich. Deshalb sollte man bei Bedarf die Baugruppenbedingungen stets im Strukturbaum selektieren.

Bis auf wenige Ausnahmen sind die Symbole in den abgebildeten Modellen ausgeblendet!




### Einfügen der Schrauben

- ⇒ Die Schrauben können mit der Funktion *Manipulation* (alternativ mit dem *Kompass*) grob vorpositioniert werden, sodass die endgültige Positionierung leichter fällt.
- ⇒ Positionierung der ersten Schraube durch Kongruenz- (Selektion Mittellinie der Schraube, dann der Mittellinie der Bohrung) und Kontaktbedingung der Anlageflächen.
- ⇒ Analoges Positionieren der zweiten bis vierten Schraube.
- ⇒ *MG-Gestell* im Strukturbaum durch Doppelklick aktivieren.
- ⇒ Speichern des neu erstellten Produktes in das Verzeichnis *Spannvorrichtung* mit *Sichern unter* mit dem Dateinamen *MG-Gestell*.

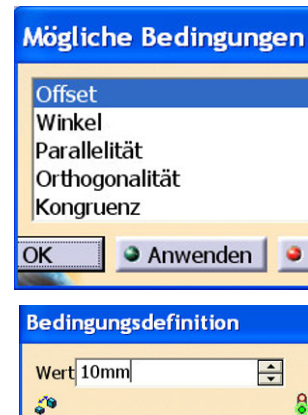


Montagegruppe Gestell

### Baugruppenbedingungen umwandeln

Mit der Funktion *Bedingung ändern*  können bestehende Baugruppenbedingungen in andere Bedingungen umgewandelt werden z. B. ein Flächenkontakt in einen Abstand.

- ⇒ Flächenkontakt im Baum und anschließend die Funktion *Bedingung ändern* selektieren.
- ⇒ Im erscheinenden Fenster die gewünschte neue Bedingung *Offset* wählen. Mit *Anwenden* wird die Bedingung inaktiviert. Bei *OK* erfolgt die Umwandlung.
- ⇒ Doppelklick auf die neue Offsetbedingung im Baum. Im erscheinenden Fenster den Abstand 10 mm eingeben, *OK* und Aktualisieren. Der Abstand der Flächen ändert sich im Modell.
- ⇒ Die Änderungen widerrufen.



### Speichern und Ändern

Zu Beginn der Arbeit sollte der vom System vorgeschlagene Baugruppenname (*Produkt.1*) in einen aussagefähigen Namen geändert werden, der beim Speichern auch der Dateiname wird.

Die Baugruppe kann als Ganzes, jedes Teil kann aber auch einzeln gespeichert werden. Der Anwender regelt dies durch Aktivieren des entsprechenden Objekts im Baum. Wird die gesamte Baugruppe aktiviert (oberster Baugruppenname), so wird diese als Produktdatei (*baugruppenname.CATProdukt*) und alle Bauteilgeometrien als Partdateien gespeichert (*bauteilname.CATPart*).

Wird eine Komponente (Teil oder Baugruppe) im Zusammenbau geometrisch verändert, kann diese nach dem Aktivieren auch separat gespeichert werden.

Werden Bauteile separat geometrisch verändert, so werden die Änderungen nach dem Abspeichern auch in den Baugruppen wirksam, die einen Verweis (*Link*) auf dieses Bauteil besitzen.

Hinweis: Die Benutzung der Funktion: „**Datei > Sicherheitsverwaltung**“ bietet beim Speichern von Baugruppen mehr Sicherheit und eine bessere Kontrolle (siehe dazu unter 4.2 Dateifunktionen).



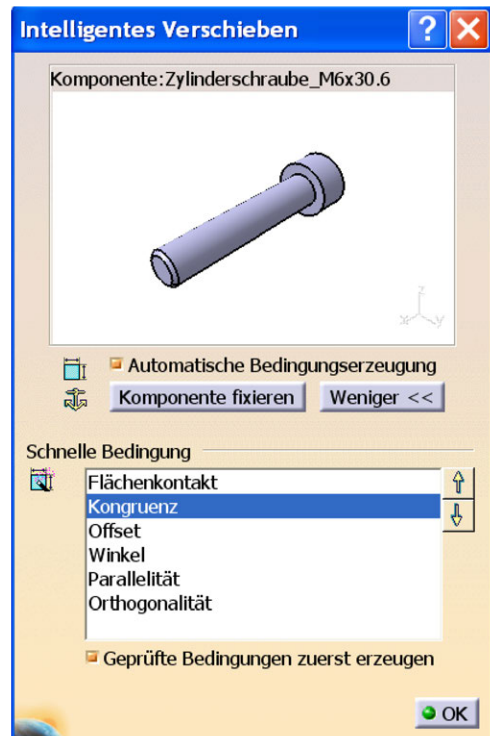
### Einfügen mit der Funktion *Vorhandene Komponente mit Positionierung*

Diese Funktion stellt eine Erweiterung der Funktion *Vorhandene Komponente* einfügen dar. Beim Einfügen kann die Komponente zusätzlich positioniert werden, wodurch die Anzahl der durchzuführenden Montagehandlungen reduziert wird. Verdeckt geladene Teile lassen sich mit dieser Funktion einfacher montieren.

Hinweis: Es muss bei Anwendung dieser Funktion immer zuerst die Fläche oder Achse der neu einzufügenden Komponente gewählt werden.


Die Arbeitsweise soll an einem separaten Beispiel gezeigt werden:

- ⇒ Ein neues Produkt anlegen. Die *Distanzplatte* mit der Funktion *Vorhandene Komponente mit Positionierung* in das Produkt einfügen und über die angebotene Schaltfläche sofort fixieren. OK.
- ⇒ Das Produkt aktivieren. Die Funktion *Vorhandene Komponente mit Positionierung* aufrufen und die *Zylinderschraube M6x30* öffnen.
- ⇒ Im Produktfenster erscheint die Zylinderschraube neben oder verdeckt unter der Distanzplatte. Im erscheinenden Fenster *Intelligentes Verschieben* wird das geladene Bauteil ebenfalls dargestellt und ist über die Maus manipulierbar.
- ⇒ Durch Selektion der Schaltfläche *Mehr>>* das Fenster erweitern.
- ⇒ Den Schalter *Automatische Bedingungszeugung* aktivieren. Unter *Schnelle Bedingung* soll die Art der Bedingung, welche erzeugt werden soll (hier die *Kongruenz*), jeweils an erster Stelle stehen (Pfeil selektieren).
- ⇒ Im Fenster *Intelligentes Verschieben* die Achse der Zylinderschraube, anschließend die Achse der Bohrung selektieren. Ergebnis: Die Zylinderschraube wird automatisch durch eine Kongruenzbedingung kollinear zur Bohrungsachse platziert. Gegebenfalls muss die Montagerichtung durch Selektieren des Pfeils umgekehrt werden.
- ⇒ Mausklick mit der LM auf den Bildschirm (nicht auf OK, sonst wird das Fenster geschlossen!)
- ⇒ Anschließend den *Flächenkontakt* auf die gleiche Art erzeugen (zuerst den Flächenkontakt an die erste Stelle befördern). Das Fenster jetzt mit OK verlassen. Aktualisieren nicht vergessen!



Unter *Bedingungen* erfolgen die entsprechenden Einträge im Strukturbaum.

Bei inaktivem Schalter *Automatische Bedingungszeugung* wird die Positionierung ohne ☹ Eintrag im Strukturbaum ausgeführt!

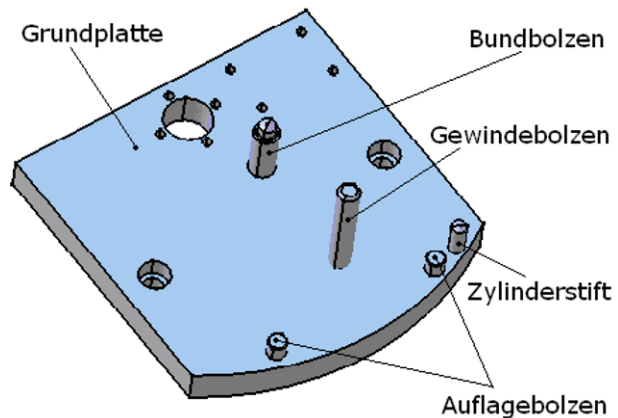
Eine vereinfachte Bauteilmontage (ohne das Anwählen einzelner Funktionen) ist auch mit der Funktion *Schnelle Bedingung*  aus der Funktionsmenüleiste ausführbar. Voraussetzung ist, dass das Bauteil bereits in die Baugruppe geladen wurde.

Hinweise: Die weiteren Montageanleitungen sind ohne Verwendung der Funktionen „Vorhandene Komponente mit Positionierung“ und „Schnelle Bedingung“ abgefasst. Es bleibt jedem Anwender überlassen, ob er diese Funktionen benutzt.

## MG-Grundplatte

Die benötigten Bauteile und ihren Zusammenbau zeigt das nebenstehende Bild.

Hinweis: Die Bearbeitung der Aufgabe ist einfacher, wenn die Einzelteile nacheinander eingefügt und positioniert werden.



### Einfügen der Auflagebolzen in die Grundplatte

- ⇒ Benennen des Produktes als *MG-Grundplatte*.
- ⇒ Vorhandene Komponente *Grundplatte* laden und fixieren. Danach den *Auflagebolzen* laden.
- ⇒ Ausrichten des Auflagebolzens auf seine Bohrung über *Manipulation* und *Kongruenzbedingung*.
- ⇒ Kontakt der Auflagebolzen an der Oberseite der Grundplatte herstellen.

### Einfügen des Zylinderstiftes in die Grundplatte

- ⇒ Kongruenz mit der Bohrung erzeugen. Die Seite des Bolzens, die mit der Montagefase von 15° versehen ist, gehört in die Bohrung.
- ⇒ Den Stift bis zur Unterfläche der Grundplatte mit der Funktion *Manipulation* positionieren (ohne Bedingung).

### Einfügen des Gewindebolzens in die Grundplatte

- ⇒ Kongruenzbedingung erzeugen.



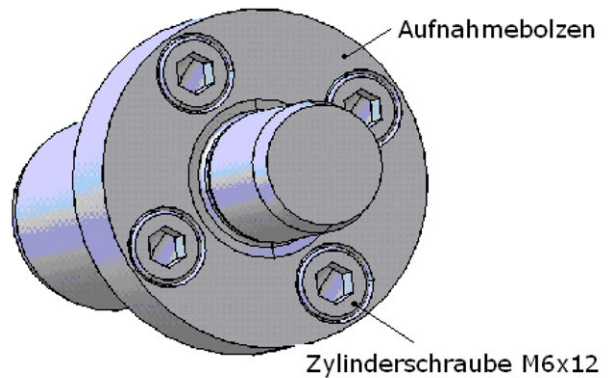
- ⇒ Mit der Funktion *Offset-Bedingung* einen Abstand von 2 mm zwischen der Stiftunterkante und der Unterseite der Grundplatte herstellen.

### Einfügen des Bundbolzens in die Grundplatte

- ⇒ Analoges Arbeiten wie beim Auflagebolzen. Einbau mit der abgerundeten Seite nach oben.
- ⇒ Aktivieren der Baugruppe im Strukturbaum und diese unter dem Namen *MG-Grundplatte* speichern.

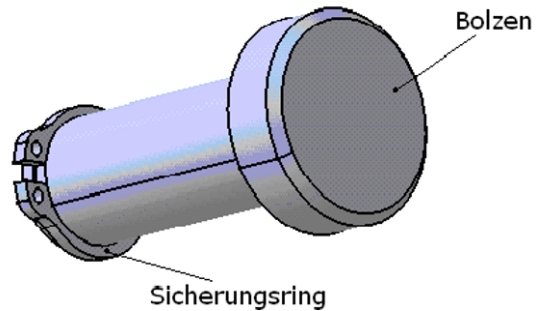
### MG-Aufnahmebolzen

- ⇒ Erzeugen von Mehrfach-exemplaren der Zylinderschrauben M6x12 mit der Funktion *Schnelle Erstellung mehrerer Exemplare*.
- ⇒ Einfügen der Zylinderschrauben mit Kongruenz- und Kontaktbedingung.



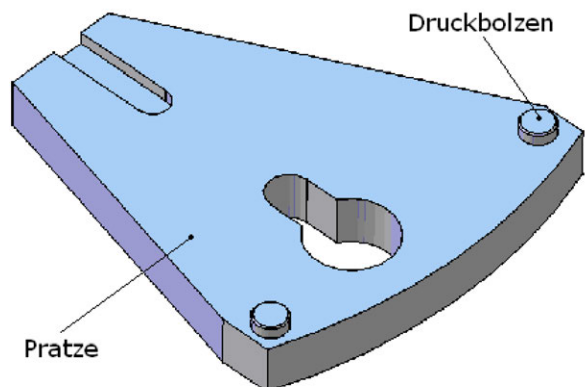
### MG-Bolzen

- ⇒ Einfügen des Sicherungsringes in die Nut mit Kongruenz- und Kontaktbedingung (seitliche Anlagefläche).



### MG-Pratze

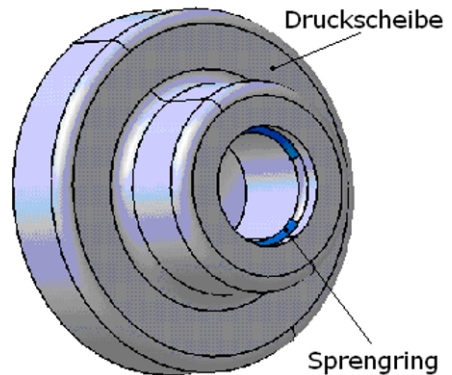
- ⇒ Einfügen der beiden Druckbolzen mit Kongruenz- und Kontaktbedingung.



## MG-Druckgelenk

Zur Positionierung des Sprengringes in der Ringnut kann keine Kontaktbedingung verwendet werden, da CATIA diese Funktion nicht auf unterschiedlich gekrümmte Flächen anwenden kann (der Radius der Ringnut ist größer als der des Sprengringes).

Es muss die Offsetbedingung benutzt werden. Dazu eine Hauptebene des Sprengringes verwenden. Wenn so konstruiert wurde, dass die Hauptebenen in der Mitte des Sprengringes liegen, gestaltet sich die Positionierung einfach.



### Einfügen des Sprengringes in die Druckscheibe

Entgegen der manuellen Montage wird zuerst der Sprengring montiert. Die Druckschraube stört (selbstverständlich könnte die Druckschraube aber auch verdeckt werden). Als Referenzebene wird die Ebene der Skizze vom Kreisbogen des Sprenglings benutzt.

- ⇒ Den Sprengring durch Kongruenzbedingung auf die Mittelachse der Druckscheibe setzen.
- ⇒ Durch Manipulation den Sprengring ungefähr in die Nähe der Nut platzieren. Die exakte Positionierung erfolgt erst anschließend.
- ⇒ Eine Offsetbedingung zwischen der Außenfläche der Druckscheibe und der Hauptebene des Sprenglings mit dem Maß 1,5 mm wählen (errechnetes Maß). Bei einer exakten Lösung müsste man eine Mittelebene in der Nut konstruieren und anschließend diese Ebene mit der Hauptebene des Sprengringes deckungsgleich setzen.

### Einfügen der Druckschraube in die Druckscheibe

- ⇒ Über eine Kongruenzbedingung die Druckschraube auf die Bohrung in der Druckscheibe vorläufig ausrichten. Zur endgültigen Positionierung wird die Kontaktbedingung verwendet (Kugelfläche in Kegelfläche, es entsteht ein Ringkontakt!).
- ⇒ Inaktivieren der Kongruenzbedingung, um die Bewegung des Gelenkes freizugeben. Dazu *RM* auf die Bedingung im Strukturbaum und im Klappmenü

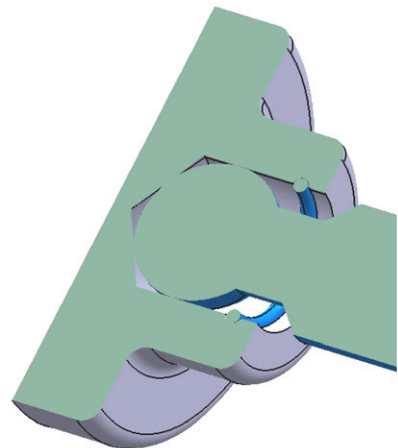


die Funktion *Inaktivieren* selektieren.

- ⇒ Kontrolle der richtigen Montage vornehmen. Dazu die Profilskizze des Sprenglings aktivieren und mit



der Funktion *Teil durch Skizzierer-Ebene schneiden* (im Dauermenü), die Position der Druckschraube visuell prüfen.



Aufbau des Druckgelenks

### 6.3.3 Erstellen der Unterbaugruppen

#### Erstellen der Unterbaugruppe Spannmechanismus

Ziel: Die Montagegruppen *MG-Gestell*, *MG-Bolzen* und *MG-Druckgelenk* werden mit weiteren Bauteilen zu einer Unterbaugruppe *Spannmechanismus* zusammengefasst. Die Bewegungsverhältnisse an diesem Schnellspannmechanismus sollen simuliert werden.

⇒ Neues Produkt öffnen und umbenennen in *UBG-Spannmechanismus*.

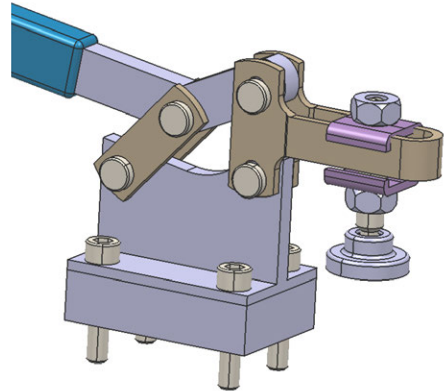
⇒ Einfügen der *MG-Gestell* als vorhandene Komponente und diese mit der Funktion




fixieren.

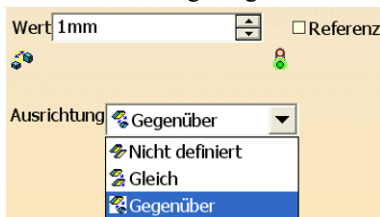
Hinweis: *Mindestens ein Teil oder eine Baugruppe muss im Raum fixiert werden, um später eine Kinematiksimulation eines Mechanismus durchführen zu können!*

⇒ Einfügen des Bauteiles *Hebel* (unterhalb der *UBG-Spannmechanismus*!). Ein Mehrfachexemplar erzeugen und die Bohrungen mit der Bohrung im T-Stück kongruent setzen.



Komplettierte Unterbaugruppe

⇒ Mit der  *Offsetbedingung* die beiden Hebel um die im nebenstehenden Bild dargestellte Bohrung mit einem Abstand von 1 mm positionieren. Hinweis, es gibt nach Selektion der Schaltfläche *Mehr>>* im Fenster mehrere Ausrichtungsmöglichkeiten:



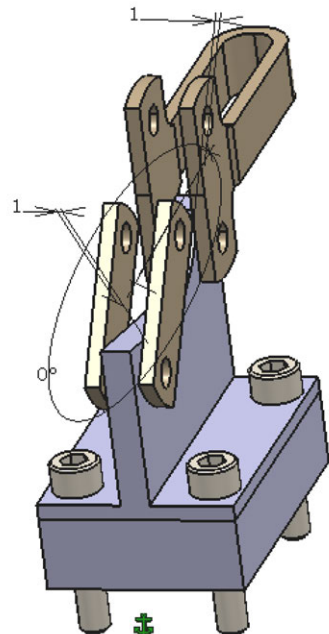
⇒ Die beiden Hebel mit der *Winkelbedingung*



(0deg) parallel setzen.

⇒ Bauteil *Spannhebel* einfügen.

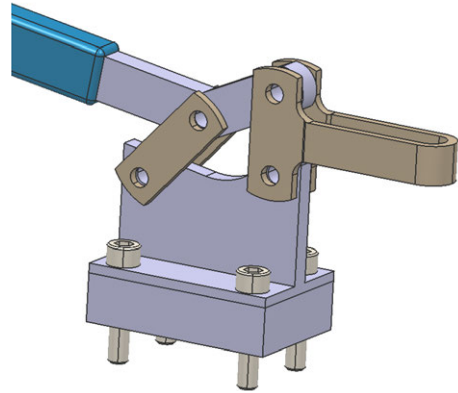
⇒ *Positionieren* des Spannhebels in der Unterbaugruppe analog zu den beiden einzelnen Hebeln. Hierzu die andere Bohrung des T-Stücks wählen. Der Abstand zum T-Stück beträgt wieder beidseitig 1 mm, eine Offsetbedingung ist allerdings ausreichend.



Unterbaugruppe zu Beginn der Montage



- ⇒ Bauteil *Betaetigungshebel* einfügen.
- ⇒ Kongruenzbedingungen zwischen den Bohrungen der Hebel bzw. des Spannhebels einerseits und des Betätigungshebels andererseits erstellen.
- ⇒ Kontaktbedingung zum Hebel und zum Spannhebel herstellen. Es liegt im Unterschied zum Abstand der Hebel zum T-Stück kein messbarer Abstand vor. Toleriert ist die Breite des Betätigungshebels mit  $-0,2\text{ mm}$  (siehe Zeichnung) aber so, dass sich ein geringes Spiel ergibt.



Betätigungshebel eingefügt

Hinweise: Eine Unterbestimmung von Baugruppenbedingungen ist möglich, kann aber bei einer Aktualisierung des Modells zu Lageproblemen führen.

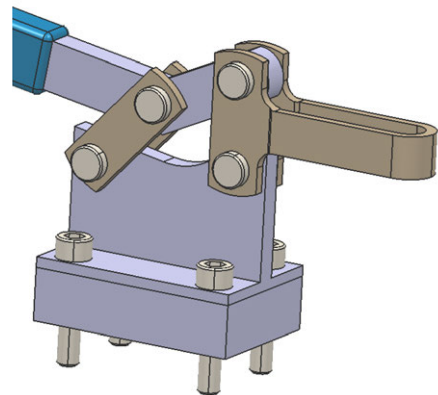
Bei Überbestimmung erfolgt eine Meldung, dass eine ähnliche Beziehung schon existiert, die zusätzliche Bedingung wird aber gesetzt. Werden z. B. zwei Flächen mit einem Flächenkontakt verbunden und zusätzlich kongruent gesetzt, so wird das nach einer Nachricht vom System akzeptiert, sollte aber vermieden werden. Redundante Bedingungen werden im Strukturbaum nicht gekennzeichnet und komplizieren so eine eventuell notwendig werdende Fehlersuche.

- ⇒ Einfügen der *MG-Bolzen* in die Bohrungen mit Kongruenz- und Kontaktbedingung. Für die Kontaktbedingung die Innenseite des Bolzenkopfes benutzen.
- ⇒ Vervielfältigen der *MG-Bolzen* mittels der Funktion *Erstellung mehrerer Exemplare*



*definieren*. Mit dieser Funktion können die Exemplarzahl und der Abstand der Mehrfachexemplare eingestellt und optional als Standardwert für die linke Funktion festgelegt werden.

- ⇒ Die Unterbaugruppe im Strukturbaum aktivieren und unter dem Dateinamen *UBG-Spannmechanismus* speichern.



Bolzen eingefügt

### Exkurs in die Kinematiksimulation des *Assembly Design*

An dieser Stelle ist es bereits sinnvoll, die Kinematiksimulation des Mechanismus durchzuführen. Je weiter die Montage fortschreitet, umso schwieriger ist die Ausführung der Simulation.

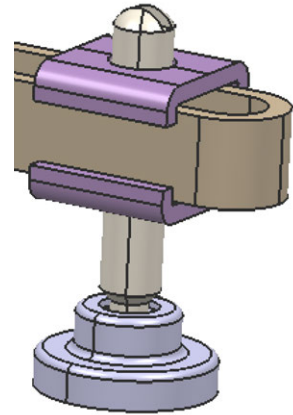
- ⇒ Dazu in das Kapitel 6.6 wechseln. Den Hebelmechanismus bewegen, um die Funktion zu testen.

- ⇒ Einfügen des Teiles *Lasche*.
- ⇒ Die Lasche auf den *Spannhebel* (ca. in der Mitte der Längsausdehnung des Spannhebels) per Kontaktbedingung positionieren. Die Lasche muss über eine zweite Kontaktbedingung noch seitlich in ihrer Lage festgelegt werden.
- ⇒ Kopieren der Lasche und analoge Vorgehensweise für das Gegenstück.
- ⇒ Zum Vereinfachen der späteren Montage der Montagegruppe *Druckgelenk* den Spannhebel vorübergehend parallel zur Distanzplatte ausrichten. Dazu

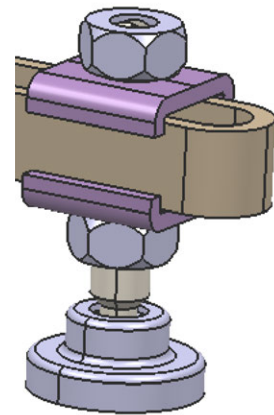


die Funktion *Winkelbedingung* benutzen.

- ⇒ Inaktivieren der Winkelbedingung, um die Bewegung des Hebelmechanismus wieder freizugeben. Dazu *RM* auf die Bedingung im Strukturbaum > *Objekt Winkel ... > Inaktivieren*.
- ⇒ Einfügen der *MG-Druckgelenk*.
- ⇒ *Kongruenzbedingung* der Bohrung einer Lasche und der Druckschraube erzeugen.
- ⇒ Die *MG-Druckschraube* vorläufig positionieren. Die endgültige Position der *MG-Druckgelenk* auf dem Spannhebel wird erst später durch Ausrichten auf die Achse des Aufnahmebolzens festgelegt. Den erkennbaren Mangel, dass die Druckschraube etwas zu kurz ist, belassen. Im Kapitel 6.4 wird die Durchführung der Änderung beschrieben.
- ⇒ Zwei Sechskantmuttern M8 einfügen.
- ⇒ Kongruenzbedingung zur Druckschraube erstellen.
- ⇒ Kontaktbedingungen zu den Laschenoberflächen ergeben die Lage der Muttern.
- ⇒ Speichern der Unterbaugruppe.



Laschen und Druckgelenk eingefügt



Muttern eingefügt

### Ausblenden von Komponenten

In der Baugruppenkonstruktion ist es oft sinnvoll, Komponenten während des Modellierungsprozesses zeitweise auszublenden. Das geschieht zweckmäßig durch Selektion der Komponente im Strukturbaum mit der *RM*. Im erscheinenden Kontextmenü wird die Komponente ausgeblendet mit:



**Verdecken/Anzeigen**

oder



**Objekt Distanzplatte.1**



**Komponente aktivieren/inaktivieren** oder



**Darstellungen**



**Knoten inaktivieren**

- Das Knotensymbol erscheint jetzt gerastert

- Das Knotensymbol erhält das dargestellte Anhängesymbol

- Der Knoten **Dist** wird nach Selektion unterdrückt **Dist**

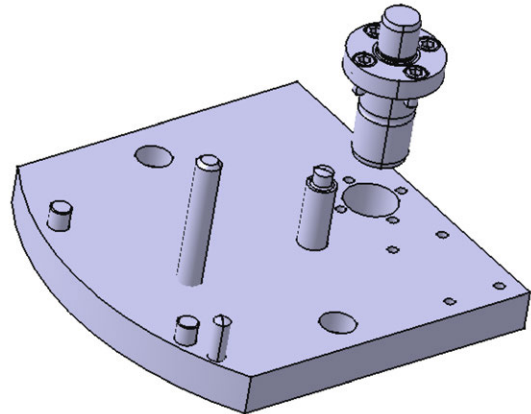
Durch erneute Selektion der Komponente im Baum lassen sich die Ausblendungen aufheben.

Am günstigsten erscheint das Verdecken der Komponente. Das Inaktivieren von Knoten kann dagegen nicht empfohlen werden.

In den folgenden Montageschritten sollte zeitweise vom Verdecken von Bauteilen und Baugruppen Gebrauch gemacht werden.

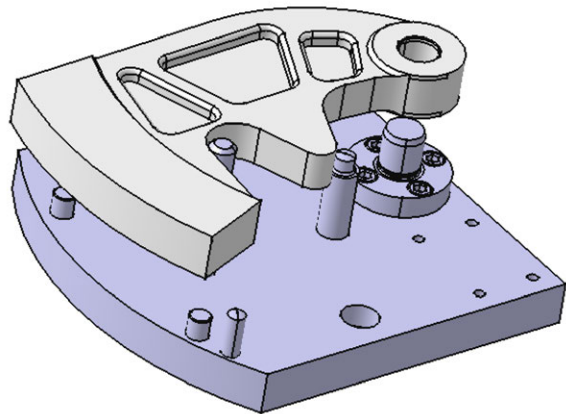
### Erstellen der Unterbaugruppe Werkstückaufnahme

- ⇒ Neues Produkt öffnen und in *UBG-Werkstueckaufnahme* umbenennen.
- ⇒ Einfügen und fixieren der *MG-Grundplatte*.
- ⇒ Einfügen der *MG-Aufnahmebolzen*.
- ⇒ Positionieren der *MG-Aufnahmebolzen* in der zugehörigen Bohrung.
- ⇒ Laden des Teiles *Werkstueck* aus dem Internet (siehe Seite 365) in das Baugruppenverzeichnis *Spannvorrichtung*.



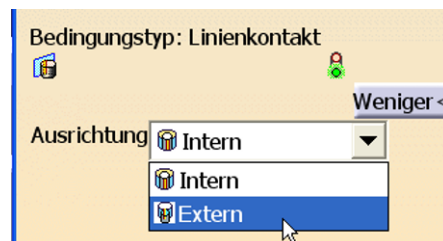
Einfügen des Aufnahmebolzens

- ⇒ Einfügen des Teiles *Werkstueck*.
- ⇒ Erzeugen der Kongruenzbedingungen zwischen dem Aufnahmebolzen und der Bohrung des Werkstücks.
- ⇒ Erstellen einer Kontaktbedingung zwischen Werkstück und Aufnahmebolzen.
- ⇒ Das Werkstück muss noch seitlich am Zylinderstift anschlagen. Anschlag mit einer Kontaktbedingung der Flächen herstellen (Ebene/Mantelfläche).

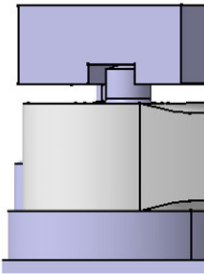


Einfügen des Werkstücks

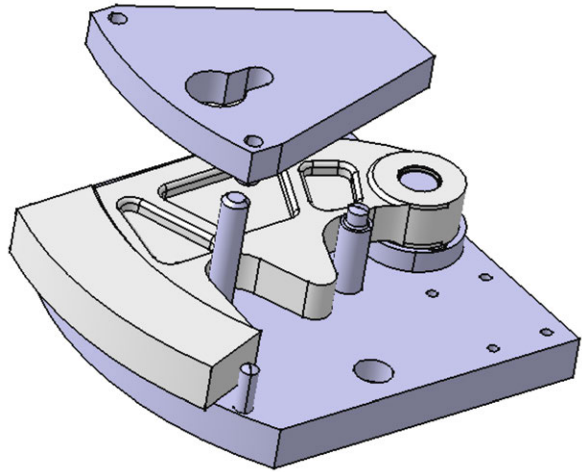
CATIA stellt fest, dass es sich dabei um einen Linienkontakt handelt. Liegt der Zylinderstift nach Ausführung der Kontaktbedingung innerhalb des Werkstücks, muss außerdem die Schaltfläche *Ausrichtung* umgestellt werden.



- ⇒ Einfügen der *MG-Pratze*.
- ⇒ Kongruenzbedingung setzen zwischen der kleinen Bohrung des Schlüssellochs der Pratze und dem Gewindebolzen
- ⇒ Flächenkontakt zwischen einem der beiden Druckbolzen und dem Werkstück erzeugen.
- ⇒ Linienkontakt einer Nutseitenfläche der Pratze mit der Mantelfläche des Bundbolzens herstellen.



Kontakt des Bundbolzens



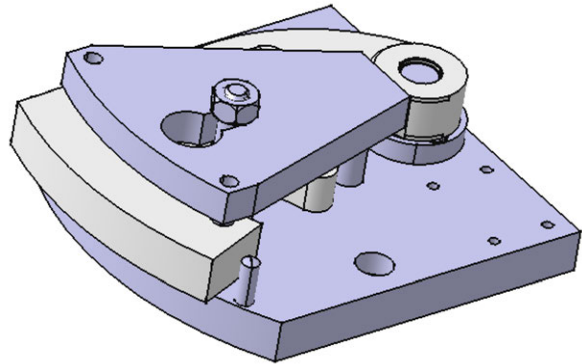
Einfügen der Pratze

- ⇒ Mutter M12 einfügen.
- ⇒ *UBG-Werkstueckaufnahme* im Baum durch Doppelklick aktivieren.
- ⇒ Speichern der Unterbaugruppe mit der Funktion *Sichern unter* > mit dem Dateinamen *UBG-Werkstueckaufnahme*.

Hinweise: Mit *RM* > auf das in die Bildschirmmitte geschobene Modell > **Grafik zentrieren** wird der Mittelpunkt für ein effektives Drehen wieder in die Mitte des Modells gelegt.

Alternative: Mit einem Klick auf die *MM* wird der Zentrierpunkt für die Grafik auf den Ort des Mauszeigers gelegt

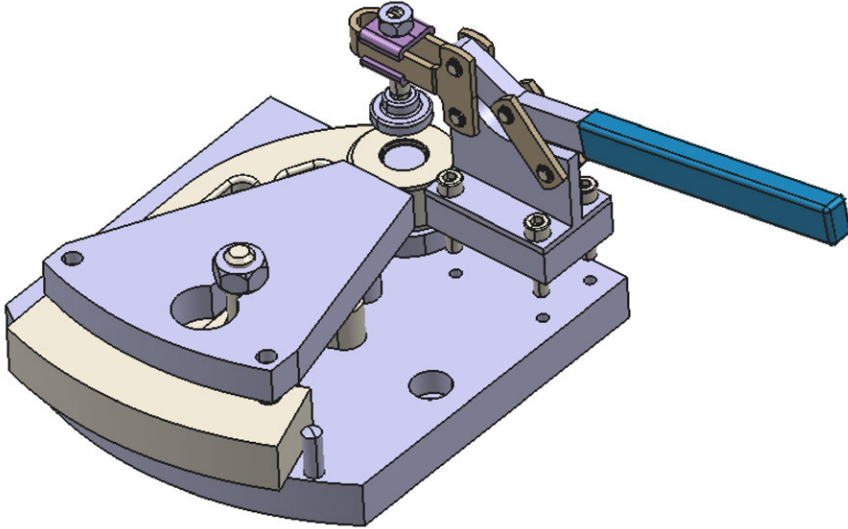
- ⇒ Zum Zentrieren der Grafik Klick mit der *MM* auf die Mutter.



Einfügen der Mutter

### 6.3.4 Erstellen der Oberbaugruppe

- ⇒ Erzeugen eines neuen Produktes mit dem Namen *OBG-Spannvorrichtung*.
- ⇒ Einfügen der *UBG-Werkstueckaufnahme* als vorhandene Komponente. Fixieren.
- ⇒ Einfügen der *UBG-Spannmechanismus* als vorhandene Komponente.




Einfügen der Unterbaugruppe Spannmechanismus

- ⇒ Positionieren der Unterbaugruppe Spannmechanismus in den zugehörigen Bohrungen der Grundplatte.
- ⇒ Spannhebel zur Montageerleichterung parallel zur Distanzplatte ausrichten (falls noch nicht geschehen).
- ⇒ Die Druckschraube war nur vorläufig etwa in der Mitte des Spannhebels positioniert. Jetzt kann die Druckschraube exakt ausgerichtet werden. Dazu die Mittellinien von Druckschraube und Aufnahmebolzen kongruent setzen. Das gelingt aber nur, wenn die Lasche in der Unterbaugruppe Spannmechanismus zuvor mittig im Spannhebel angeordnet wurde. Eventuell müssen auch vorläufig gesetzte Bedingungen wieder entfernt oder inaktiviert werden.

Hinweis: Um die Manipulation der Bewegung des Spannmechanismus zu ermöglichen, muss noch die *UBG-Spannmechanismus* zur flexiblen Unterbaugruppe erklärt werden (siehe dazu auch im Kapitel 6.6).




- ⇒ Kontaktbedingung zwischen Druckscheibe und Werkstück herstellen.
- ⇒ RM auf ein Teil der Baugruppe. Die Funktion **Bildschirmfüllend anzeigen**  im Kontextmenü selektieren. Die Darstellung füllt den Bildschirm aus. Durch Betätigen der F3-Taste zusätzlich den Strukturbaum ausblenden.
- ⇒ Speichern der Oberbaugruppe unter dem Namen *OBG-Spannvorrichtung*.
- ⇒ Masse- und Schwerpunkt der Spannvorrichtung ermitteln (Erläuterungen in Kap. 10.5.2).

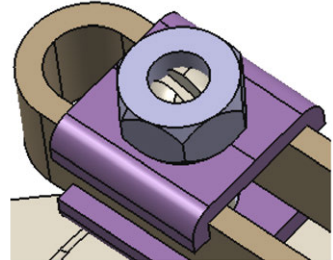
### 6.3.5 Konstruktionskritik

Erst im Zusammenbau der Bauteile werden die Funktion der einzelnen Teile und die Funktion der Baugruppe als Ganzes sichtbar.


Allerdings werden auch einige Mängel erkennbar. Das ist der Normalfall beim Entwerfen einer Baugruppe. Hier wurden Mängel absichtlich belassen, um das Vorgehen beim Ändern an einem bereits vorhandenen Objekt beschreiben zu können.

#### Erkennbare Schwachstellen

- ⇒ Die Funktion  **Vergrößerung...** eignet sich zum Betrachten von Details. Sie ist leider nicht im Dauermenü enthalten, sondern muss aus dem Hauptmenü mit *Ansicht* > *Vergrößerung* aufgerufen werden. Es wird ein Rahmen für einen vergrößerten Ausschnitt angeboten, der in Größe und Lage manipuliert werden kann. Man bewegt entweder den Rahmen über die Baugruppe oder die Baugruppe durch den Rahmen.



#### Zu kurze Druckschraube

- ⇒ Betrachten des rechts dargestellten Details mit der Funktion  **Vergrößerung...**. Die Druckschraube ist offensichtlich zu kurz! Nicht alle Gewindegänge der Mutter kommen zum Tragen. Dieser Mangel soll im Kapitel 6.4 als Änderungsbeispiel behoben werden.

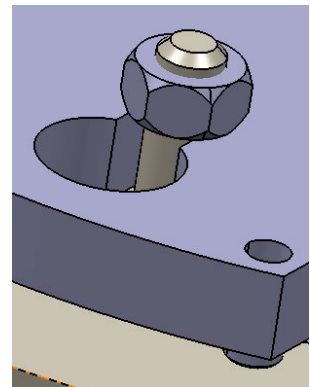
Zu kurze Druckschraube

Weitere Verbesserung: Um das Justieren (Einstellen) der Druckschraube auf die Einspannstelle zu erleichtern, könnte anstelle des Regelgewindes ein Feingewinde mit geringerer Steigung verwendet werden.

#### Ungünstige Auflage der Mutter im Schlitz der Pratze

Unterhalb der dargestellten Mutter sollte zur besseren Verteilung der Flächenpressung von der Mutter auf die Pratze eine Unterlegscheibe angeordnet werden. Dieser Mangel soll im Kapitel 6.4 abgestellt werden.

Weitere Verbesserung: Mutter und Scheibe müssen zum Spannen jedes Werkstückes einzeln montiert werden. Lötet oder punktet man die Scheibe an die Mutter oder verwendet man eine sogenannte Bundmutter, so ist der Montagevorgang einfacher (ergonomischer). Der Durchmesser des Bundes oder die angelötete Scheibe müssen dabei im Außendurchmesser kleiner als der Durchmesser des Schlüsselloches sein, damit beim Werkstückwechsel die Mutter nur gelöst aber nicht vom Bolzen abgedreht werden muss. Die Pratze lässt sich somit nach ihrem Verschieben über die Mutter hinweg abheben. Das Konstruktionsprinzip der minimalen Kosten (hier der Montagekosten) wird auf diese Weise besser verwirklicht.



Fehlende Scheibe



Die Betrachtung von Unterbaugruppen kann auch in einem separaten Fenster erfolgen z. B.:

⇒ RM auf Eintrag im Baum > Objekt UBG-Spannmechanismus > In neuem Fenster öffnen.

### **Zu großes axiales Spiel der Bauelemente auf den Bolzen des Spannmechanismus**

Es dürfte bei dem Zusammenbau des Spannmechanismus aufgefallen sein, dass zwischen dem 6 mm breiten Steg des T-Stücks und dem Hebel über eine Offset-Bedingung ein Spiel von 1 mm nach beiden Seiten eingestellt wurde. Das ist im Maschinenbau ein recht großes axiales Spiel für die Teile auf dem Bolzen. Es macht den Mechanismus etwas wackelig.

Zwischen Hebel und Betätigungshebel wurde dagegen über eine Kontaktbedingung scheinbar gar kein Spiel für die gleiche Aufgabe vorgesehen. Das ist aber nicht der Fall, da die Breite des Betätigungshebels (8 mm) mit einem Untermaß (-0,2 mm) in der Zeichnung versehen wurde. Am Bolzen ist das Abstandsmaß für den Einstich des Sicherungsringes mit  $14+0,2$  mm toleriert, was zu einem minimalen axialem Spiel zwischen den auf den Bolzen montierten Teilen führt. Auch die Bleche, die üblich als Halbzeug für die Anfertigung der Hebel dienen, werden mit Untermaß gewalzt, sodass in jedem Fall schon durch die Tolerierung axiales Spiel entsteht.

Behebung: Eine Möglichkeit wäre die Breite vom Winkel des Betätigungshebels ebenfalls auf 6 mm (mit Untermaß von -0,2 mm) zu reduzieren und das Abstandsmaß für den Einstich des Sicherungsringes im Bolzen mit  $12+0,2$  mm festzulegen.

Wichtig ist, dass sich solche aus funktionellen und wirtschaftlichen Gründen notwendig werdenden Änderungen auch am CAD-Modell ausführen lassen.

Hinweis: In CATIA lassen sich Toleranzangaben auch in der Teilekonstruktion am 3D-Modell anbringen (siehe dazu auch im Kapitel 5 unter der Übung Grundplatte).

## **Vorteile der Konstruktion**

### **Modularer Aufbau der Spannvorrichtung**

Die Unterbaugruppe Spannmechanismus lässt sich in anderen Spannvorrichtungen einsetzen. Dazu kann der Höhenabstand des Mechanismus von der Grundplatte über einen Austausch der Distanzplatte reguliert werden. Der Abstand des Druckgelenkes zum zu spannenden Objekt lässt sich über ein Verschieben der Montagegruppe Druckschraube auf dem Spannhebel ebenfalls einstellen. Die Unterbaugruppe Werkstückaufnahme ist dagegen für die Aufnahme eines bestimmten Spannobjektes konstruiert. Die weitere Strukturierung in Montagegruppen ist mehr didaktischer Natur.

### **Rüttelsicheres Kniehebelprinzip des Spannmechanismus**

Das für den Spannmechanismus gewählte Kniehebelprinzip sorgt für eine große Spannkraft bei kleiner Handkraft am Betätigungshebel. Der physikalische Effekt der Kraftverstärkung und das angewendete Wirkprinzip sind in Kapitel 2.3 beschrieben. Wichtig ist aber auch die richtige Einstellung des Kniehebelwinkels  $\alpha$  (siehe Kapitel 2.3 Seite 8). Dieser muss unter  $6^\circ$  (z. B. durch Justieren bei  $3^\circ$ ) liegen, damit Selbsthemmung auftritt. Rüttelsicher ist damit aber die Hebeleinstellung noch nicht. Deshalb wird der Kniehebel durch seine Totlage hindurch gegen einen Anschlag (die nicht gerundete scharfe Kante des Steges!) am T-Stück gedrückt. Beim Durchdrücken durch die Totlage verformen sich die Bauelemente elastisch.

Hinweis: Die Elastizität von Bauelementen lässt sich in der Anwendungsumgebung Assembly Design nicht nachvollziehen. Die Bauteile dringen ineinander ein!

### Statisch bestimmte Einspannung des Werkstückes

Eine hohe Qualität der Verzahnung am Werkstück wird nur erreicht, wenn sich das Werkstück sowohl durch die Einspannkkräfte als auch durch die beim Bearbeitungsprozess auftretenden Kräfte und Wärmedehnungen nicht unzulässig verzieht. Dazu wurde eine Dreipunktaufgabe (in der Realität sind es Flächen) des Werkstückes gewählt. Der Aufnahmebolzen besitzt eine Anlagefläche 10 mm über seinem Sitz in der Grundplatte und die Auflageflächen der beiden Druckbolzen befinden sich nach ihrer Montage ebenfalls 10 mm oberhalb der Grundplatte.

Um die Genauigkeit noch zu erhöhen, werden die Auflagebolzen nach ihrer Montage in die Grundplatte durch einen Schleifvorgang auf die gleiche Höhe wie der Bund vom Aufnahmebolzen (Nennmaß 10 mm) gebracht. Für die nahezu im Montagezustand den Auflagebolzen gegenüber liegenden Druckbolzen der Pratze findet der gleiche Einschleifvorgang statt.

Die Pratze liegt nur an zwei Stellen am Werkstück an. Die dritte Auflagerstelle ist die gewölbte Fläche des Bundbolzens. Die durch das Anziehen der Mutter auftretenden Spannkkräfte werden so auf direktem Weg durch das Werkstück geleitet bzw. gelangen im Falle des Bundbolzens gar nicht erst in das Werkstück, sodass im Werkstück während seiner Bearbeitung keine nennenswerte Biegebeanspruchung entsteht!

Bei aller Anschaulichkeit des 3D-Modelles lassen sich diese Zusammenhänge noch besser an der gebauten, gegenständlichen Spannvorrichtung studieren!

Zur weiteren Veranschaulichung soll noch das Werkstück nach seiner Bearbeitung gezeigt werden.

Das Werkstück ist ein Segmenthebel aus dem Zahnradwerkstoff 16MnCr5. Das Rohteil wurde im Gesenk geschmiedet.

Die hier vereinfacht dargestellte Verzahnung ist die im Maschinenbau übliche Evolventenverzahnung.

Zahnräder mit Evolventen-Schräg-Verzahnungen sind im Kapitel 10.6 dargestellt.



Segmenthebel mit Verzahnung

*Hinweis: Da sich die Geometrie der Zahnflanken bei allen im Wälzverfahren erzeugten Zahnflanken automatisch bei der Fertigung ergibt, genügt im Modell in der Regel eine vereinfachte Darstellung. Wenn keine Ansprüche an eine optische Darstellung gestellt werden, können die Verzahnungen ganz weggelassen werden. Zahnräder werden dann mit ihren Kopfkreisdurchmessern oder mit ihren Teil- bzw. Wälzkreisdurchmessern modelliert.*

## 6.4 Änderungen an Einzelteilen in der Baugruppenumgebung

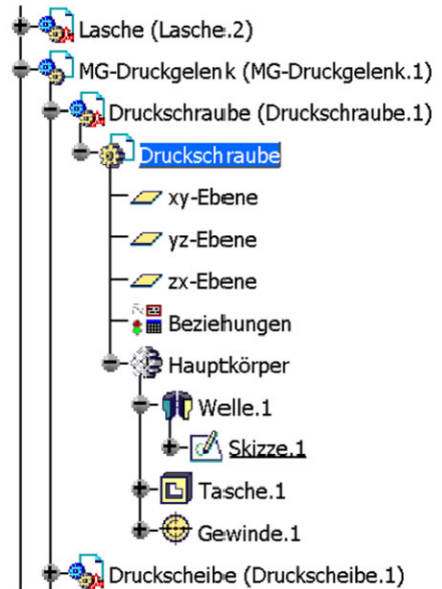
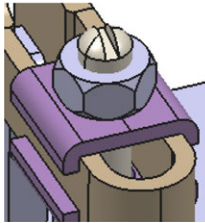
Ziel: Das Vorgehen bei Änderungen soll gezeigt werden.

Änderungen an Einzelteilen können in CATIA direkt im Zusammenbau korrigiert werden. Alle Geometriedaten werden dabei in den Teilen, alle Zusammenbaubedingungen in der Baugruppe verändert.

Durch den Zusammenbau wurden zwei Mängel in dieser Konstruktion ersichtlich: Die Druckschraube ist zu kurz, eine Unterlegscheibe fehlt! Diese Mängel sollen nun im Zusammenbau behoben werden.

### Anpassen der Druckschraube

- ⇒ Öffnen des abgebildeten Strukturbaumes bis zur *Skizze.1* der Druckschraube.
- ⇒ Doppelklick auf *Skizze.1*, um diese zu aktivieren. Vergrößern der Schraubenlänge unter Sicht der benachbarten Teile um z. B. 6 mm (2 Maße müssen geändert werden). Prüfen, ob sich die Gewindelänge automatisch angepasst hat.
- ⇒ Überprüfen der Auswirkung im Zusammenbau. Eventuell muss auch eine Baugruppenbedingung verändert oder aktualisiert werden!



- ⇒ Teil oder die gesamte Baugruppe speichern.

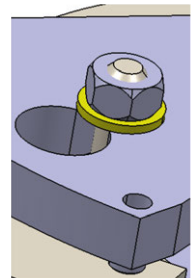
**Alternativen:** Eine Veränderung an einem Bauteil kann auch durch eine andere Vorgehensweise erzielt werden. Teil separat öffnen, verändern und speichern. In der anschließend geöffneten Baugruppe sind die Auswirkungen der Änderung im Zusammenbau der Teile zu sehen.

- ⇒ *RM* auf Eintrag im Baum > *Objekt Druckschraube* > *In neuem Fenster öffnen*. Das Ändern erfolgt in einem separaten Fenster für das Teil ohne direkte Sicht der benachbarten Teile.

### Einfügen einer Scheibe

Die Scheibe liegt als Einzelteil im Verzeichnis *Spannvorrichtung* vor.

- ⇒ Den Flächenkontakt zwischen Mutter und Pratze löschen. Die Mutter mit der Funktion *Manipulation, Bezogen auf Bedingungen* in Achsrichtung des Gewindebolzens verschieben.
- ⇒ Die Scheibe als vorhandene Komponente in die *UBG-Werkstueckaufnahme* einfügen.
- ⇒ Scheibe mit Kongruenz zur Achse des Gewindebolzens und Kontakt zur Pratze positionieren. Mutter mit Kontakt auf der Scheibe platzieren.



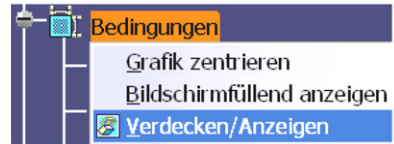
## 6.5 Optisch ansprechende Darstellung der Baugruppe

In der optischen Darstellung der Baugruppen auf dem Bildschirm stören die eingeblendeten Symbole der Baugruppenbedingungen und die eingeblendeten Symbole für die Ebenen.

### Ausblenden der Baugruppenbedingungen

Das Ausblenden der Baugruppenbedingungen aus dem Modell kann über das Kontextmenü einzeln oder über den Eintrag *Bedingungen* im Strukturbaum erfolgen. Mit der Strg-Taste sind Mehrfachselektionen möglich.

- ⇒ *Bedingungen* im Strukturbaum selektieren.
- ⇒ *RM > Verdecken/Anzeigen*.



Kontextmenü

### Ausblenden der Ebenensymbole

Das Ausblenden der selektierten Ebenensymbole kann über das Kontextmenü (siehe Bild rechts) oder durch die Funktion *Ansicht > Verdecken/Anzeigen* aus der Hauptmenüzeile erfolgen. Mehrfachselektionen sind über die Strg-Taste möglich.



Kontextmenü

Im Folgenden soll gezeigt werden, wie man sich alle Ebenen vom System suchen und ausblenden lassen kann.

- ⇒ In der Hauptmenüzeile *> Bearbeiten > Suchen* selektieren.
- ⇒ Im sich öffnenden Fenster bei Umgebung *Part Design* bei Typ *Ebene* bei Suchen: *Überall* oder das Suchobjekt auswählen.
- ⇒ Anschließend im Fenster die

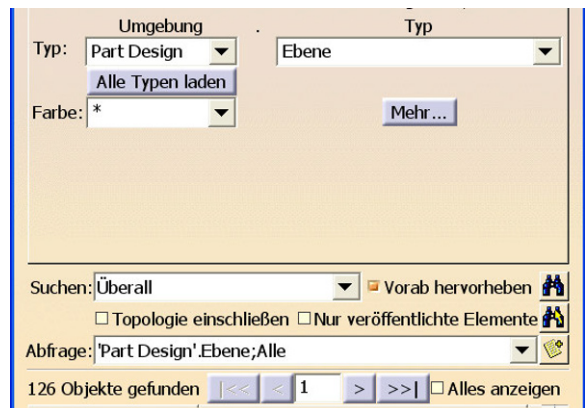


Funktion *Suchen* aufrufen.

- ⇒ Nach *OK* sind alle Ebenensymbole selektiert (rot).
- ⇒ Im Dauermenü mit der Funktion



*Verdecken/Anzeigen* die Ebenensymbole ausblenden.



Auszug aus dem Dialogfenster *Suche*

### Beleuchtung

Unter *Ansicht* aus der Hauptmenüzeile lassen sich mit der Funktion *Beleuchtung...* Lichteffekte bei der Betrachtung von Bauteilen und Baugruppen erzielen (Beispiel siehe Seite 107).

Verschiedene Lichtquellen (*Kein Licht*, *Einzelnes Licht*, *Zwei Lichter*, *Leuchtstoffröhrenlicht*) und Intensitäten über Schieberegler (*Umgebung*, *Streulicht*, *Spiegelnd*) bewirken die Effekte.

## 6.6 Kinematiksimulation eines Mechanismus im *Assembly Design*

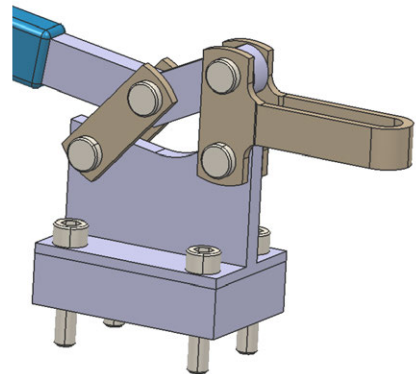
Mechanismen besitzen im Unterschied zu starren technischen Gebilden noch Freiheitsgrade für ihre Bewegung. In der Baugruppenkonstruktion von CATIA ist es möglich, Bewegungen von



Mechanismen in begrenztem Maße zu simulieren. Dies geschieht mit der Funktion *Manipulation* unter Bezug auf die gesetzten Bedingungen.


Die Anwendung der Funktion soll an einem konkreten Beispiel, nämlich der in den vorhergehenden Kapiteln modellierten Spannvorrichtung gezeigt werden. Innerhalb dieser Baugruppe ist die Unterbaugruppe *UBG-Spannmechanismus* kein starres technisches Gebilde sondern ein beweglicher Mechanismus.

- ⇒ Die Unterbaugruppe *Spannmechanismus* muss geladen sein. Die Funktion *Manipulation* aufrufen.

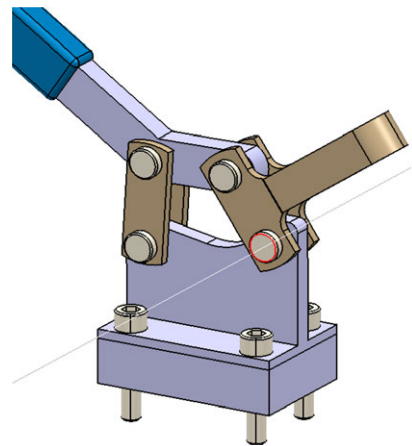


Ausgangsstellung des Mechanismus

- ⇒ Wird der Schalter *In Bezug auf Bedingungen* aktiviert, so werden alle zwischen den Bauteilen gesetzten Bedingungen bei der Bewegung des Mechanismus berücksichtigt. Man wählt im Fenster die Funktion *Um eine*

*beliebige Achse ziehen*  und als Drehachse eine Bohrungsachse. Dann (ganz langsam!) den Spannhebel (linke Maustaste gedrückt halten) bewegen. Jetzt bewegt sich der Mechanismus gemäß seiner Bedingungen.

Achtung, das Wiederherstellen der ursprünglichen Position des Mechanismus über die Schaltfläche *Abbrechen* dauert etwas länger ☹, deshalb lieber die Simulation mit *OK* beenden.



Kinematiksimulation des Mechanismus

Hinweise: Bewegt sich die gesamte Baugruppe im Raum, so wurde kein Teil fixiert (Maßnahme: MG-Gestell fixieren).

Bewegt sich der Mechanismus gar nicht, wurden falsche oder zu viele Bedingungen definiert, z. B. eine Winkelbedingung zwischen den Hebelteilen und der Distanzplatte (Maßnahme: Bedingung inaktivieren).

## Stoppen der Bewegungssimulation bei Kollision



Wird zusätzlich die Funktion *Manipulation bei Kollision stoppen* aus der gleichen Funktionsgruppe aktiviert, so wird die Simulation der Bewegung beendet, wenn ein Teil des bewegten Mechanismus mit einem anderen Bauteil kollidiert.

## Bewegung des Spannmechanismus im Einbau in der Oberbaugruppe

Besonders attraktiv ist eine Simulation eines Mechanismus innerhalb seiner Einbauumgebung. Lassen sich doch dann die Bewegungsverhältnisse besser bewerten und auch Kollisionen und Kontakte mit benachbarten Bauelementen feststellen.

Die Funktion *Manipulation* soll jetzt auf den gesamten Spannmechanismus der Vorrichtung angewendet werden. Dazu müssen alle vorläufig oder unbewusst gesetzten Baugruppenbedingungen zwischen der *MG-Druckgelenk* und der *MG-Aufnahmebolzen* sowie dem Werkstück entfernt oder inaktiviert werden (falls noch nicht geschehen), da sonst eine Bewegung nicht möglich ist! Diese Aufgabe ist deshalb etwas schwieriger.

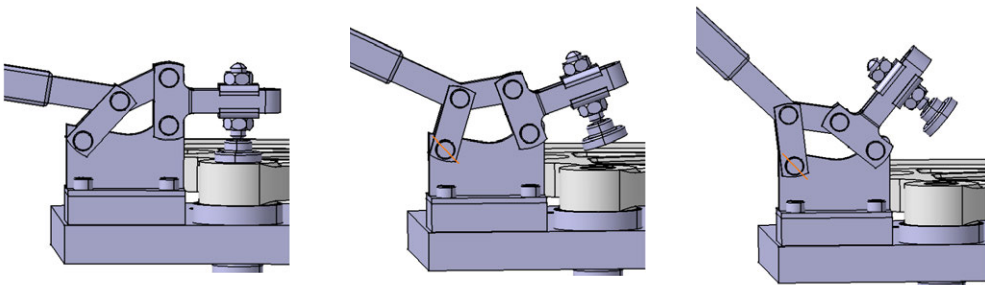
Sind Unterbaugruppen in eine übergeordnete Baugruppe eingebaut, so werden sie dort als starre Gebilde behandelt. Bevor eine Kinematiksimulation stattfinden kann, muss der Mechanismus mit



der Funktion *Flexible/starre Unterbaugruppe* zur flexiblen Unterbaugruppe erklärt werden. Das rechte Symbol stellt den dadurch veränderten Strukturknoten dar.



- ⇒ Die Oberbaugruppe *Spannvorrichtung* laden.
- ⇒ Die Unterbaugruppe *Spannmechanismus* mit der Funktion *Flexible/starre Unterbaugruppe* zum Mechanismus erklären.
- ⇒ Die Lage einer Lasche auf dem Spannhobel und Lage der *MG-Druckgelenk* zur Unterkante des Spannhobels festlegen (Vorschlag: durch je eine geeignete Offset-Bedingung). Sonst verschieben sich diese Komponenten bei der folgenden Manipulation!
- ⇒ Die Oberbaugruppe aktivieren.
- ⇒ Die Funktion *Manipulation* aufrufen. Im Fenster den Schaltknopf *In Bezug auf Bedingungen* aktivieren und die Bewegungsmanipulation in schon bekannter Weise ausführen.



Die Bilder zeigen die Bewegungsverhältnisse des Spannmechanismus. Die große Öffnungsweite gestattet ein problemloses Einlegen und Entnehmen des Werkstücks.

In der Realität wird der Spannmechanismus so justiert, dass sich die Hebel beim Spannen durch ihre Totlage bewegen, bis der Betätigungshebel an der Kante des T-Stücks rüttelsicher anliegt. Die Hebel verformen sich dabei elastisch. Eine Simulation der Bewegung durch die Totlage ist im *Assembly Design* nicht möglich.



CATIA V5 – Grundkurs für Maschinenbauer  
Bauteil- und Baugruppenkonstruktion,  
Zeichnungsableitung

List, R.

2017, X, 376 S. 635 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-17332-6