

---

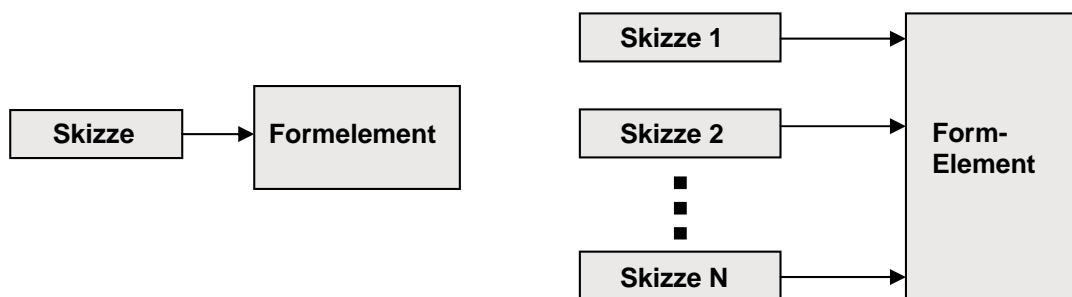
## 2 Skizzen (*Sketches*)

### 2.1 Skizzen als Grundlage von Formelementen

Skizzen bilden die Grundlage der Formelemente (*Features*). Diese Formelemente sind die Grundbausteine, aus denen 3D-Konstruktionen aufgebaut sind.

Formelemente, die aus Skizzen entstehen, werden *skizzierte Formelemente* genannt. Diese speziellen Features entstehen aus einer Skizze beispielsweise durch Extrusion oder durch Rotation. Wie wir später sehen werden, gibt es aber auch Formelemente, die zu ihrer Definition zwei oder gar mehrere Skizzen benötigen (Sweep- und Strak- bzw. Loft-Körper).

Die Entstehung von Formelementen aus Skizzen können wir symbolisch folgendermaßen darstellen:



**Bild 2.1** Formelemente aus Skizzen

Die skizzierten Formelemente müssen von jenen Formelementen unterschieden werden, die zu ihrer Definition *keine* Skizze benötigen. Wir nennen diese „implizite“ Formelemente. Die Erstellung von Formelementen wird ausführlich im Kapitel 3 beschrieben.

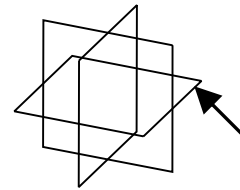
Damit ist die Erstellung von Skizzen eine ganz grundlegende Vorgehensweise, die bei der 3D-Konstruktion immer wieder benötigt wird. Nicht nur in der Hochschulausbildung, sondern mehr noch in der Industriepraxis, wo die modellierten Bauteile eher komplizierter aufgebaut sind, wird für die Erstellung von Skizzen viel Zeit benötigt. Der Lernende ist also gut beraten, sich mit der Skizziertechnik intensiv auseinanderzusetzen.

Skizzen bestehen zunächst aus geometrischen Elementen wie Linien, Kreisbögen, Kreisen usw. Sie ähneln damit einfachen technischen Zeichnungen. Jedoch sind andere Regeln bei ihrer Erstellung zu beachten. Zu ihrer Erstellung wird eine Zeichenfläche bzw. Skizzierfläche benötigt. Im einfachsten Fall kann dies eine der Achsenebenen sein, die von allen 3D-Programmen – auch von CATIA – zur Auswahl angeboten werden. Möglich ist aber auch die Auswahl einer beliebigen ebenen Fläche eines Körpers sowie zusätzliche, künstlich erstellte so genannte Hilfs- oder Bezugsflächen. Auch dies wird genauer im folgenden Kapitel erläutert.

Das Programm, das innerhalb von CATIA V5 zur Erstellung von Skizzen dient, heißt „Sketcher“. Sie können dieses Programm durch die Befehlsfolge

START > MECHANISCHE KONSTRUKTION > SKETCHER

aufrufen. Damit startet der Sketcher aber noch nicht, sondern zunächst wird erwartet, dass der Benutzer eine Fläche auswählt, auf der skizziert werden soll. Im Hintergrund wird dann eine Modelldatei mit der Namenserweiterung „CATPart“ geöffnet.




**Bild 2.2 Auswahl einer Zeichenebene**

Eine weitere Möglichkeit zum Starten des Sketchers, die Sie alternativ verwenden können, ist:

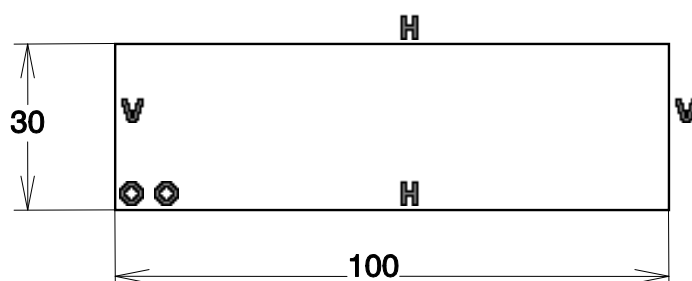
Erstellen eines neuen Dokumentes vom Typ „Part“ (Teil) über die Befehlsfolge

DATEI > NEU > PART > OK

CATIA wechselt nun in den Arbeitsbereich „Part Modelling“ (Teilemodellierung). Sie erreichen den Skizzierer anschließend mit dem Befehl „Skizzierer“ . Eine Skizze wird also immer in dem Dokumenttyp für Teile auf der Magnetplatte gespeichert. Die Dateinamen werden automatisch mit der Namenserweiterung CATPart versehen. Die Befehle des Skizzierers sind im Anhang vollständig dargestellt.

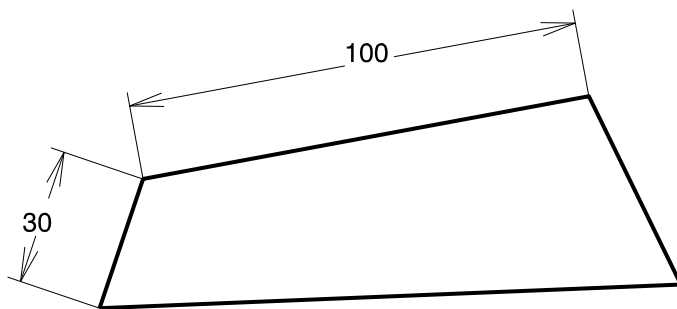
## 2.2 Die Grundelemente der Skizzen

Skizzen bestehen zunächst aus Geometrie. Dies können Kreise, Kreisbögen, Linien, Ellipsen etc. sein. Wie das folgende Bild zeigt, können Skizzen zusätzlich Bemaßungen und Zwangsbedingungen enthalten. Zwangsbedingungen werden auch *Constraints* genannt.



**Bild 2.3 Skizzengeometrie**

Mit der Bemaßung ist der Konstrukteur in der Lage, die Abmessungen der geometrischen Größen zu steuern bzw. festzulegen. Mit Hilfe der Zwangsbedingungen kann eine *Konstruktionsabsicht* realisiert werden. Im Bild 2.3 bedeuten die Symbole H und V, dass die Linien, neben denen diese Buchstaben stehen, horizontal bzw. vertikal sind und dies auch bleiben, wenn beliebige Veränderungen z.B. an den Maßen vorgenommen werden. Einfach gesagt, bleibt das Viereck in unserem Beispiel durch die Anwendung dieser Zwangsbedingungen immer ein Rechteck. Fehlen diese Constraints jedoch, so kann es bei Maßänderungen vorkommen, dass die Form der Skizze sich schlagartig verändert. Das Aussehen „kollabiert“ gewissermaßen und damit geht die Konstruktionsabsicht verloren. Dies zeigt das folgende Bild.



**Bild 2.4** Verformtes Viereck ohne Zwangsbedingungen

#### Animation

Die Animation „Skizze1“ zeigt Ihnen, wie das Viereck aus Bild 2.3 mit CATIA V5 konstruiert wird. Weiterhin zeigt Ihnen die Animation, wie Sie das verformte Viereck ohne Zwangsbedingungen nach Bild 2.4 erzeugen können.

#### Hinweis

Diese Animationen finden Sie in dem Verzeichnis „Skizzen“ auf der Begleit-CD zu diesem Buch. Beachten Sie hierzu auch den Anhang A1, wo eine Übersicht über die Inhalte der CD gegeben wird.

In der Skizzierebene hat jeder Punkt zwei Koordinaten (x- und y-Wert). Bei Maßänderungen kann jeder der Punkte unserer Skizze in zwei Richtungen verschoben werden. Damit hat jeder dieser Eckpunkte zwei mögliche Freiheitsgrade. Wenn jedoch die Zwangsbedingungen und Bemaßungen wie in Bild 2.3 vorhanden sind, ist jeder Punkt der Skizze allein durch die Werte der Bemaßungen *eindeutig festgelegt*. Man spricht dann von *einer vollständig bestimmten bzw. vollständig parametrisierten Skizze*. Hierzu ist es notwendig, dass ein Punkt (im Bild 2.3 links unten) fixiert ist. Dies wird durch eine weitere Zwangsbedingung erreicht. Dieses Constraint wird durch ein kreisförmiges Symbol repräsentiert.

Es muss unser Ziel sein, bei der Definition von Skizzen möglichst vollständig bestimmte Skizzen zu erzeugen. Nur dann können wir davon ausgehen, dass unsere Konstruktionsabsicht auch bei beliebigen Maßänderungen erhalten bleibt. Damit sichern wir die Formtreue unserer Formelemente und damit die der gesamten Konstruktion.

Da die Zwangsbedingungen rechnerintern als nichtlineare algebraische Gleichungen dargestellt werden, sind die modernen 3D-CAD-Programme in der Lage, zu jeder Zeit zu überprüfen, ob die Skizze vollständig bestimmt ist oder nicht. Dies wird dem Benutzer von vielen Programmen durch die Farbgebung der geometrischen Skizzelemente signalisiert. Dies geschieht auch in CATIA V5. Wenn wir eine Skizze erzeugen, so sind die Linien, Bögen etc. zunächst weiß eingefärbt. Fügen wir dann zusätzliche Zwangsbedingungen und Bemaßungen hinzu, so ändert sich die Farbe der Geometrie. Zunächst werden einige geometrische Elemente grün dargestellt. Ist schließlich die Skizze vollständig bestimmt, so ist die gesamte Geometrie grün.

#### Hinweis

Wenn ein geometrisches Element (Linie, Kreisbogen etc.) vom Benutzer ausgewählt, d.h. angeklickt wurde, wird es orangerot dargestellt, um die Anwahl anzuzeigen. Diese Einfärbung hat nichts mit der Bestimmtheit der Skizze zu tun. Sie können die Anwahl zurücknehmen, in dem Sie die Escape-Taste (Esc) drücken.

Es kann natürlich auch vorkommen, dass zu viele oder sich einander widersprechende Zwangsbedingungen und Bemaßungen erstellt wurden. In diesem Fall werden die entsprechenden Größen dunkelrot bzw. violett eingefärbt. Mit einer solchen überbestimmten Skizze kann *nicht* weitergearbeitet werden. Sie müssen zwingend einige Bemaßungen oder Constraints wieder löschen, damit die Skizze voll bestimmt oder unterbestimmt ist. Nur dann kann in der Folge ein Formelement erzeugt werden. Wenn wir Formelemente aus unterbestimmten Skizzen erzeugen, müssen wir uns aber darüber im Klaren sein, dass das so erzeugte Bauteil später bei Änderungen der Parameter seine Form schlagartig verlieren kann. Allerdings gibt es auch Situationen, wo es sich als ausgesprochen schwierig herausstellt, eine Skizze voll zu bestimmen. Dies ist oft bei der praktischen Arbeit in der Industrie der Fall, wo ja auch der Zeitfaktor eine entscheidende Rolle spielt. Dann wird häufig nur eine teilweise bestimmte Skizze verwendet, um mit der Konstruktion voran zu kommen.

## 2.3 Zwangsbedingungen / Constraints

In dem Beispiel aus Kapitel 2.1 haben wir die Zwangsbedingungen „Vertikal“ und „Horizontal“ kennen gelernt, die mit den Symbolen V und H dargestellt werden. Neben diesen Bedingungen gibt es weitere, die wir uns in diesem Abschnitt genauer ansehen wollen. Einen Überblick über alle in CATIA V5 verfügbaren Constraints sowie deren Wirkungsweise wird in der folgenden Abbildung gegeben.