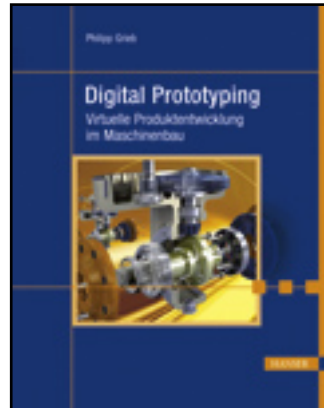


# HANSER



Leseprobe

Philipp Grieb

Digital Prototyping

Virtuelle Produktentwicklung im Maschinenbau

ISBN: 978-3-446-42318-3

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42318-3>

sowie im Buchhandel.

## 4 3D-Modell: Basis des digitalen Prototyps

Die Innovationen der IT-Industrie und die rasant wachsende Leistungsfähigkeit der Hardware- und Software-Systeme haben die Arbeitsplätze in der Produktentwicklung verändert. Leistungsfähige, weltweit vernetzte PCs stehen auf jedem Schreibtisch, einfach erlernbare und intuitive Benutzung kennzeichnen die modernen 3D-CAD-Systeme. Der Nutzen und die Vorteile der 3D-Technik überzeugen die Konstrukteure: anschaulichere und vollständige Darstellung, einfachere Änderungen, weniger Fehler in der Konstruktion und bessere Zusammenarbeit im Team. Seit die 3D-CAD-Konstruktion die Darstellung und Bearbeitung selbst größter Baugruppen und realer Maschinen beherrscht, zieht sie in ganzer Breite in vielen Konstruktionsabteilungen des mittelständischen Maschinenbaus ein.

Die 3D-Konstruktion ist die unverzichtbare Basis für die digitale Entwicklung. Das 3D-Modell ist der Know-how-Träger für alle anschließenden Prozesse. Viele Aufgaben sind ohne 3D nicht machbar, sowohl in der Konstruktion als auch bei anschließenden Prozessen, beispielsweise der Optimierung komplexer Baugruppen in engen Bauräumen, der Gestaltung von Freiformkörpern, der Visualisierung komplizierter Bauteile oder Berechnungen. Die 2D-Darstellung ist dagegen unvollständig und uneindeutig. Für die Automatisierung von Aufgaben ist sie nur bedingt geeignet. Hat man ein vollständiges 3D-Modell, ergeben sich 2D-Ansichten und Schnitte so gut wie automatisch. Die Erstellung von Fertigungszeichnungen mit Bemaßungen und Beschriftungen ist eine problemlose Routinetätigkeit, ebenso wie die Ableitung von Varianten. Im 3D-CAD-System bedeutet das minimalen Aufwand.

Das 3D-Modell ist unverzichtbar als umfassende Darstellung der Geometrie eines Produkts.

### 4.1 2D-CAD

Nach wie vor gibt es Firmen, die ausschließlich mit einer 2D-CAD-Software konstruieren und keine Absicht haben, ein 3D-System einzuführen. Es gibt Anwendungsfälle, in denen die 3D-Technologie keine oder nur geringe Vorteile bringt, etwa bei Zeichnungen von sehr einfachen Teilen, Aufstellungsplänen für Fabrikhallen oder Schemazeichnungen wie Stromlaufplänen oder Hydraulikplänen.

Die außergewöhnlichen Dimensionen von Anlagenprojekten sprengen oft die Möglichkeiten von 3D-CAD-Systemen. 2D-Systeme spielen daher bei Planungsaufgaben im Anlagenbau nach wie vor eine bedeutende Rolle, vor allem wenn der Planer mit Vereinfachungen arbeiten kann. „Wenn es aber darum geht, räumlich beengte Situationen genau zu planen, dann verkehren sich diese Vorteile in einen Nachteil. Dann braucht man ein 3D-System“, stellt Torsten Michel, Konstruktionsleiter bei der *Christ Pharma & Life Science*, fest (Bild 4.1).

Darüber hinaus müssen oft 2D-Altdateien weitergepflegt werden oder Zeichnungen mit Partnern, Kunden und Lieferanten ausgetauscht werden. Letztlich muss auch jedes 3D-System Fertigungszeichnungen erzeugen, die bis heute unverzichtbar sind. Und diese werden meist im AutoCAD-DWG-Format verlangt. So kommt es nicht von ungefähr, dass weiterhin eine große Zahl von Konstrukteuren und Firmen an den 2D-Systemen festhält. Und selbst dort, wo der dreidimensionale digitale Prototyp zur Maxime erhoben wurde, gibt es 2D-Schemapläne und vom 3D-Modell abgeleitete Fertigungszeichnungen, sodass 2D-Darstellungen in unterschiedlichen Planarten weiter existieren.

### 4.2 3D-CAD

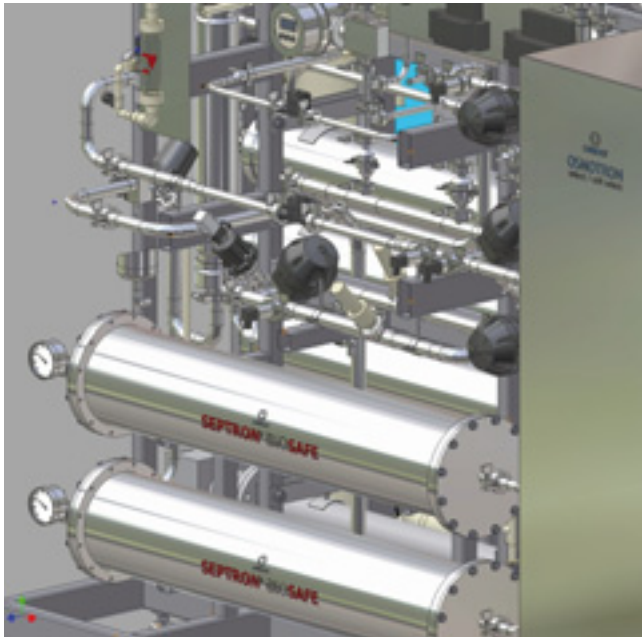
Für die Entwicklung digitaler Prototypen von Maschinen und Anlagen ist die 3D-CAD-Konstruktion die unverzichtbare Basis. Das 3D-Modell ist der Know-how-Träger für alle anschließenden Prozesse. Viele Aufgaben sind ohne 3D nicht machbar, sowohl in der Konstruktion als auch bei den Folgeprozessen, beispielsweise der Optimierung komplexer Baugruppen in engen Bauräumen, der Gestaltung von Freiformkörpern, der Visualisierung komplizierter Bauteile oder den Festigkeitsberechnungen. Die 2D-Darstellung wäre unvollständig und uneindeutig. Für die Automatisierung von Aufgaben ist sie nur in Sonderfällen geeignet. Hat man dagegen ein vollständiges 3D-Modell, ergeben sich 2D-Ansichten und Schnitte so gut wie automatisch. Sie sind sozusagen ein Abfallprodukt der 3D-Konstruktion. Die Erstellung von Fertigungszeichnungen mit Bemaßungen und Beschriftungen ist eine problemlose Routinetätigkeit, ebenso wie die Ableitung von Varianten.

#### 4.2.1 Vollständigkeit

Das digitale 3D-Modell repräsentiert nicht nur die Geometrie, Volumen und Oberfläche eines Bauteils bis in alle Details, sondern auch weitere Attribute wie sein Material und damit eine Reihe von Eigenschaften wie die Masse, die für das Gewicht oder die Simulation dynamischer Eigenschaften relevant ist. Mit dem Material sind Festigkeits-, Verformungs-, thermische und andere physikalische Eigenschaften verbunden, die für anschließende Simulationen und Analysen gebraucht werden. Für die realitätsnahe Visualisierung spielen Attribute der Oberflächen wie Farbe und Reflexion eine Rolle.

Die Baugruppen des virtuellen Produkts sind praktisch fehlerfrei. Früher gab es häufiger Probleme mit unvollständigen oder inkorrekten Stücklisten, und wenn auf der Baustelle dann ein Teil fehlte, führte das zu teuren Verzögerungen und aufwendigen Notaktionen, um das Problem zu lösen. „Typischerweise fehlte genau das Teil, welches die längste Lieferzeit hatte. In der 3D-Konstruktion wird heute jedes Bauteil erfasst. Wir vergessen nichts mehr, die Stückliste ist immer komplett“, bestätigt Konstruktionsleiter Michel.

Die Stückliste ist immer komplett!



**Bild 4.1:**  
Räumlich beengte Situationen sind im 3D-System leichter zu planen (Quelle: Christ Water Technology Group).

### 4.2.2 Enge Bauräume

Innovationen sind oft nur Verbesserungen vorhandener Maschinen durch kompaktere Bauweise, Verringerung des Gewichts oder Materialverbrauchs, möglicherweise sogar eine Miniaturisierung. In der 3D-Konstruktion ist die Optimierung und Gestaltung enger Bauräume wesentlich einfacher zu bewerkstelligen, weil eine visuelle Überprüfung viel leichter fällt als früher in der 2D-Konstruktion, wo der virtuelle Zusammenbau der Bauteile und Baugruppen nur im Kopf des Konstrukteurs stattfand. Er war abhängig von seinem räumlichen Vorstellungsvermögen und wurde nur sehr dürftig durch die orthogonalen Risse in den Zeichnungen unterstützt. Fehler durch Kollision zweier Teile blieben unerkannt, bis die Baugruppe montiert wurde: Eine teure Verzögerung und Korrektur war die Folge. In der 3D-Konstruktion erkennt der Anwender solche Kollisionen sofort und vermeidet sie. Er kann schwierige Montagebedingungen besser erkennen und vermeiden.

### 4.2.3 Innovativere Lösungen

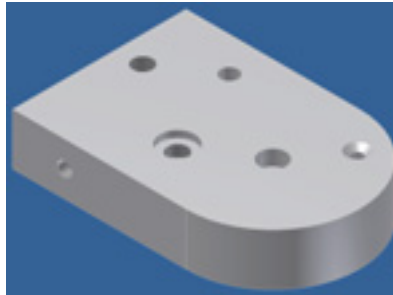
„In 2D ist der Konstrukteur versucht, alle Lösungen möglichst einfach zu halten, weil die Darstellung ihn limitiert. In 3D gibt es weniger Beschränkungen und damit auch bessere Lösungen und Funktionen“, stellt Horst Dressler, Gruppenleiter Konstruktion bei *G+R Technology Group*, fest. Statt in Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht zu denken, bewegt der 3D-Anwender sein Modell frei im virtuellen Raum

Die 2D-Konstruktion limitiert die Kreativität des Ingenieurs.

und nutzt auch einmal Achsen, die von den gewohnten orthogonalen Richtungen abweichen, wenn das Sinn macht.

### 4.2.4 Leicht zu erlernen

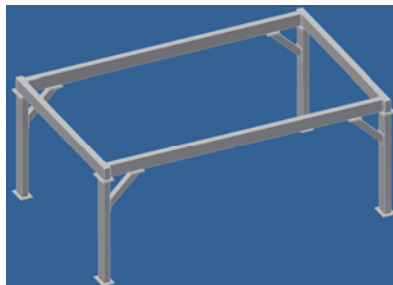
Es gibt heute praktisch keinen Zeichner, Konstrukteur oder Ingenieur mehr, der nicht mindestenss Grundkenntnisse in der Anwendung eines 2D-CAD-Systems besitzt. Die wesentlichen Techniken, das Arbeiten mit der Maus, das Editieren von Geometrie, das Arbeiten in Datenstrukturen und Dateisystemen, logische Strukturen und Ebenen sind ihnen vertraut. Ungewohnt ist für „2D-Menschen“, die Anwender mit ausschließlicher 2D-Erfahrung, das Umschalten aus den verschiedenen Skizzierebenen in die Modellierung: Extrusion, Rotation, Bohrung usw. Aus verschiedenen Richtungen auf das Modell zu blicken und mit der 3D-Maus das Objekt im Raum zu manipulieren, ist nach den ersten Übungen geläufig. Die Modellierungsfunktionen stellen sich für den 2D-Menschen erfreulich einfach dar. Bei seinen Modellierungsschritten muss der 3D-Neuling zunächst die Arbeit in der Modellstruktur verstehen lernen und bewusst darin navigieren. Das ist gewöhnungsbedürftig, vor allem sobald die Strukturen und Baugruppen komplexer werden. Nach erstem Stolpern und kleinen Hilfestellungen stellt sich langsam das Verständnis ein.



**Bild 4.2:**  
Übungsbeispiel aus einem  
3D-CAD-Grundkurs: Platte



**Bild 4.3:**  
Übungsbeispiel aus einem  
3D-CAD-Grundkurs:  
Klemmring



**Bild 4.4:**  
Übungsbeispiel aus einem  
3D-CAD-Grundkurs:  
Portalgestell

### 4.2.5 Die wichtigsten Schritte in zweieinhalb Tagen

Ein 2D-Anwender erlernt in einem 3D-Grundkurs am ersten Tag die wesentlichen Funktionen der Bauteilkonstruktion, am zweiten Tag die Grundlagen der Baugruppenkonstruktion und an einem weiteren halben Tag die Erstellung oder Ableitung von Fertigungszeichnungen. Nach zweieinhalb Tagen sind also die grundlegenden Themen der 3D-Konstruktion bearbeitet. Die restliche Woche eines typischen 3D-Trainings dient deshalb der Vertiefung und Ergänzung der Grundlagen: spezielle Elementfunktionen, Modifikationen der Modellstruktur, Kopieren, Spiegeln oder Auftrennen. Eine Besonderheit ist der Aufbau einer parametrischen Bemaßung, die Verknüpfung mit einer Tabelle und die Erzeugung

abgeleiteter Komponenten. Wer allerdings bereits mit einem 2D-Parametrik-System vertraut ist, kann das Thema schneller abhaken, denn die Parametrik-Technologie funktioniert im 3D-System analog.

Die Arbeit mit Baugruppen und Normteilen, die Blechkonstruktion, die Schweißkonstruktion oder die Konstruktion von Stahlbaugerüsten sind Anwendungsgebiete, die auf den Grundlagen aufbauen. Sie behandeln Aufgaben, die mit einem 3D-System besonders produktiv zu bearbeiten sind. Diese Themen füllen die letzten Tage eines Wochenkurses.

CAD-Vorkenntnisse sind für einen 3D-Grundkurs nicht unbedingt notwendig, aber nützlich. Die Hilfestellung des Trainers bringt die Anfänger über Stolpersteine hinweg. Teilnehmer mit 2D-CAD-Vorkenntnissen können den Themen und Übungen in der Regel problemlos folgen. Das räumliche Denken und die Visualisierung der 3D-Objekte, Hilfsebenen oder Werkzeuge unterstützt die Software so gut, dass ein Konstrukteur, der ja immer ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen mitbringt, ohne Schwierigkeiten zurechtkommt.

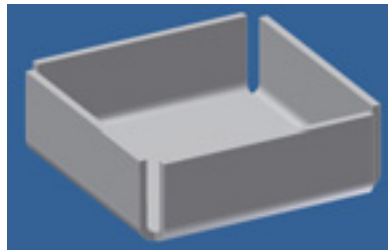
#### 4.2.6 Selbststudium ist teuer

Der Kurs mit einem erfahrenen Trainer vermittelt umfassendere Kenntnisse in kürzerer Zeit, als das beim Eigenstudium möglich wäre. Hürden und Fragen lassen sich unter Anleitung schneller überwinden, die Teilnehmer sind schneller und gründlicher vorbereitet für die Anforderungen im Betrieb. Beim Eigenstudium kommt ein Novize regelmäßig an Punkte, an denen er hängen bleibt und ohne die Tipps eines Profis Zeit verliert. Und wer findet schon im betrieblichen Alltag die Gelegenheit, sich umfassend alle Softwarefunktionen selbst zu erarbeiten? Wer auf Qualität seiner Produkte Wert legt, sollte auch beim CAD-Können der Mitarbeiter auf eine solide Ausbildung setzen.

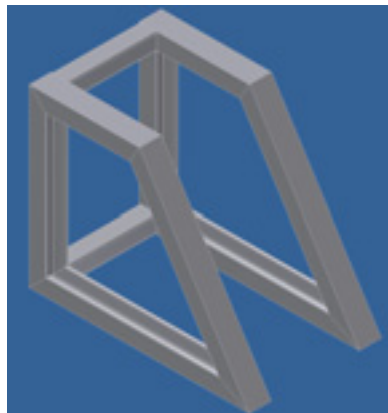
Junge Mitarbeiter lernen heute im Rahmen ihrer Ausbildung in der Regel mindestens ein 3D-CAD-System kennen, manchmal sogar mehrere. Sie kommen in einem neuen System rasch zurecht und können in der Regel nach einem individuellen Schnellkurs den Systemwechsel vollziehen.



**Bild 4.5:**  
Übungsbeispiel aus einem  
3D-CAD-Grundkurs:  
Kupplung



**Bild 4.6:**  
Übungsbeispiel aus einem  
3D-CAD-Grundkurs:  
Blechkonstruktion



**Bild 4.7:**  
Übungsbeispiel aus einem  
3D-CAD-Grundkurs: Gestell  
aus Stahlprofilen

### 4.3 Parametrische Bauteilkonstruktion

#### 4.3.1 Parametrische Skizze

Die Vorgehensweise wurde bereits in Abschnitt 3.1.1, Skizzieren in Mechanik-CAD-Systemen, Seite 33, beschrieben: Der CAD-Anwender entwirft in seinem System mithilfe freier Eingabe von Linien, Rechtecken, Kreisbögen, Kreisen und Spline-Kurven die Profil- oder Querschnittsgeometrie eines Bauteils. Die Software macht daraus gerade Linien, präzise Kreise und Radien, sorgt für rechte Winkel und Parallelität von Linien, hilft beim Kopieren oder Spiegeln von Geometrieelementen. Ein routinierter CAD-Anwender kommt so schnell zu einer sauberen Skizze. In parametrischen Systemen sind diese Skizzen parametrisch veränderbar. Das bedeutet, der Konstrukteur braucht sich zunächst nicht um die Maßhaltigkeit seiner Skizze zu kümmern. Es genügt, wenn er die ungefähre Form seiner Bauteilgeometrie festlegt. Zur Änderung der Geometrie ändert er nur Maßzahlen. Das System passt die Skizze automatisch an das neue Maß an. Diese Parametrik-Methode hat sich im Maschinenbau gut bewährt, entspricht sie doch in vieler Hinsicht der früheren Arbeit auf dem Reißbrett. Der Zeichner brauchte bestimmte geometrische Bedingungen nicht besonders zu kennzeichnen, etwa Rechtwinkligkeit, Parallelität, tangentielle Übergänge usw.

Die Parametrik-Methode entspricht in vieler Hinsicht der Arbeitsweise des Konstrukteurs.

Die Parametrik-Software kümmert sich um diese Bedingungen in intelligenter Weise automatisch und erlaubt auch, sie aufzulösen oder manuell festzulegen. Zu diesen Selbstverständlichkeiten oder Zwangsbedingungen gehören die Eigenschaften:

- horizontal
- vertikal
- parallel
- lotrecht
- überschneidend
- zentral (Mittelpunkt)
- konzentrisch
- an der Kurve liegend
- tangential
- koinzident (aufeinander)
- kollinear
- symmetrisch
- gleich
- festgelegt (fixiert)

#### 4.3.2 3D-Elemente

Aus den parametrischen Skizzen entstehen durch 3D-Operationen wie Extrusion (Translation eines Profils), Rotation (Drehen eines Profils) und Boole'sche Verknüpfungen parametrische 3D-Bauteile als Volumenkörper oder Flächenkörper (ohne Volumen). Flächenkörper können beispielsweise als Begrenzungen für nachfolgende Elementdefinitionen dienen. Die Boole'schen Verknüpfungen erzeugen ein Vereinigungsvolumen, die Differenz zweier Volumina oder die Schnittmenge zweier Volumina. Die Generierung von Bohrungen mit oder ohne Gewinde stellt z. B. eine Kombination der genannten Operationen dar.

## 4.4 Parametrische Baugruppenkonstruktion

Rundungen und Fasen platziert der Anwender durch Auswahl der betreffenden Bauteilkanten. Das System erledigt diese Aufgaben effizienter, als wenn der Anwender bereits in seinen Definitionen versuchen würde, diese Rundungen und gebrochenen Kanten zu berücksichtigen.

Die Entstehungsgeschichte (daher die Bezeichnung „historienbasierte Modellierung“, engl. history-based modeling) und Abfolge der verschiedenen Operationen hält die Software fest und visualisiert sie im Modellbrowser (oder „Strukturbrowser“, Bild 4.8).

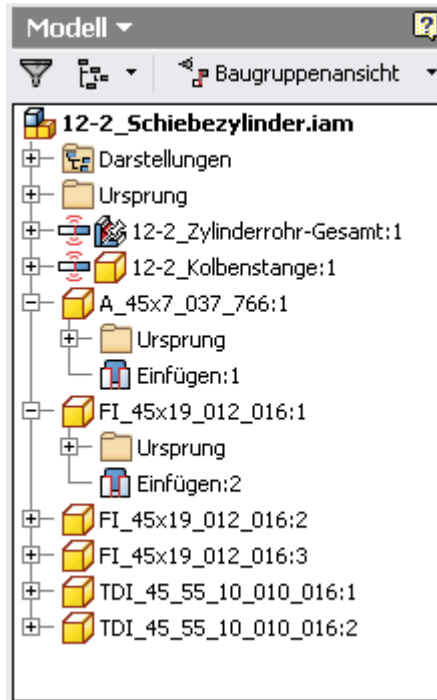
Die automatische Wiederholung von Geometrieformen in rechteckigen oder kreisförmigen Anordnungen (auch Muster oder englisch „pattern“, z. B. Bohrbilder oder Lochkreise) erlaubt die schnelle Realisierung von aufwendigen Mustern und Formen. Für beliebig ausgerichtete Formelemente nutzt der Anwender Hilfsgeometrien wie Hilfsebenen und Hilfsachsen, etwa um eine schräg im Raum liegende Form zu definieren und zu positionieren.

Frei geformte Körper gibt der Konstrukteur mithilfe von Splines und Flächen vor, die sich mit Regelkörpern schließlich zu beliebigen technischen Objekten kombinieren lassen, sodass jedes Detail eines virtuellen Prototyps präzise repräsentiert wird. Die Möglichkeiten der Freiformflächen-Definition unterscheiden sich in den verschiedenen Systemen. Zu den geläufigen Funktionen gehören die Erzeugung von Sweeps, das sind Geometrien, die durch Extrusion eines Profils entlang eines Pfades im Raum entstehen, und die Erzeugung von sogenannten Lofts. Ein Loft (übersetzt: „Dachboden“) wird durch mehrere Profile in hintereinanderliegenden Ebenen und durch Führungskurven definiert. Profile und Führungskurven spannen eine Fläche oder Volumen mit kontinuierlichem Verlauf auf.

Für die Einbeziehung von Lieferantendaten, vor allem aus der Automobilindustrie, kann der Import von Flächen und deren Weiterverarbeitung im System als Fläche oder Volumenkörper erforderlich sein.

### 4.4 Parametrische Baugruppenkonstruktion

Das interaktive Positionieren von Einzelteilen zu Baugruppen ist einer der größten Fortschritte der 3D-Konstruktion, der durch die Leistungsfähigkeit moderner Rechner und Grafikkarten ermöglicht wurde. Der Konstrukteur platziert seine Einzelteile

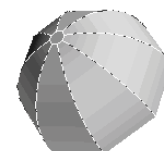
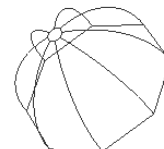


**Bild 4.8:**

Im Modellbrowser kann der Anwender die Entstehungsgeschichte eines 3D-Modells nachvollziehen.



Sweep (Spezialfall Spiralfeder)



Loft (Spezialfall Dachkuppel)



passend oder tangential auf Bezugskanten oder -flächen vorhandener oder benachbarter Teile. Komponenten wie Schrauben und Bolzen fügt er in die vorgesehenen Bohrungen ein. In der Baugruppenkonstruktion definiert der Konstrukteur die 3D-Abhängigkeiten der Bauteile.

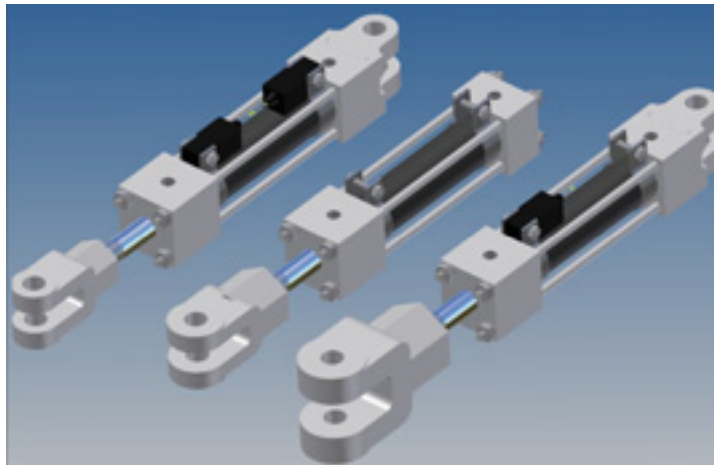
### 4.4.1 Produktfamilien

Die Variantenkonstruktion und Entwicklung von Produktfamilien gehört zu den Anwendungsgebieten, bei denen sich die Parametrik-Technologie als besonders effizient erweist. [6]

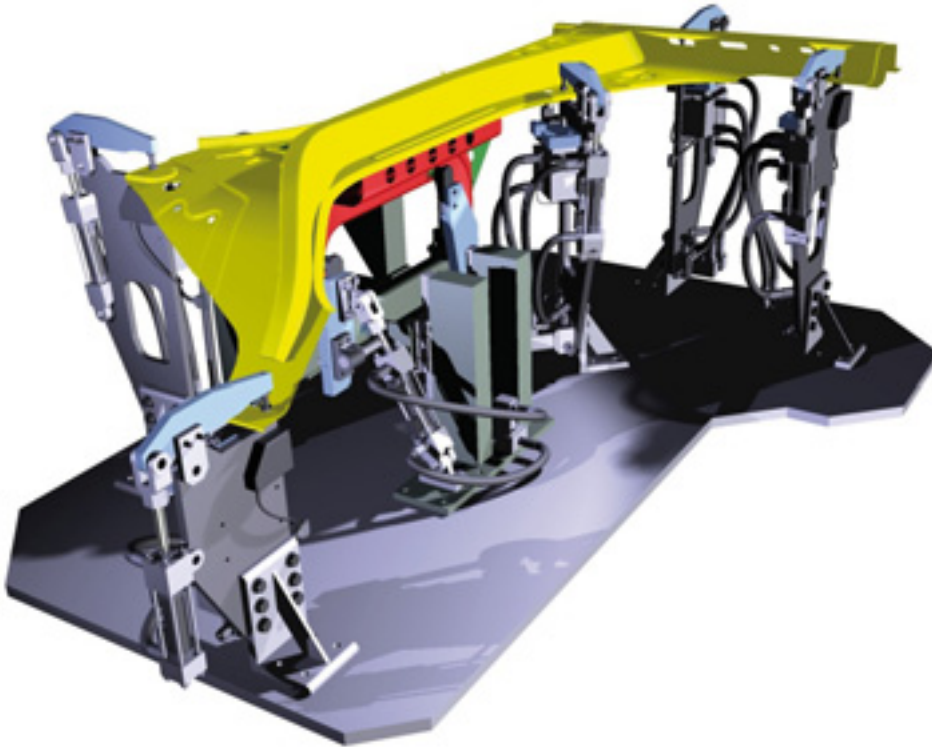
Produktfamilien sind die Paradeanwendung für Parametrik-Systeme.

Die einfachste Aufgabe ist dabei die Definition einer standardisierten Produktfamilie parametrischer Einzelteile. Das Lehrbuchbeispiel sind die genormten Reihen der Sechskant-Schrauben (wenn sie tatsächlich intern konstruiert und produziert würden. In der Realität gehören genormte Produktfamilien wie Schrauben oder Muttern natürlich zu den Kaufteilen, die ein Maschinenbauer extern bezieht, vgl. Kapitel 4.6 Kaufteile und Normteile, Seite 66). Ein einziges parametrisches Modell mit den Variablen Nenndurchmesser und Schraubenlänge beschreibt die Bauteile eindeutig, wobei weitere Größen, wie Schlüsselweite und Kopfhöhe etc., über eine Tabelle zugeordnet sind. Die in der Norm festgelegten Parameter sind zusammen mit dem virtuellen Bauteil oder in einer referenzierten Spreadsheet-Tabelle abgespeichert und mit den Variablen des Bauteils verknüpft. Der Konstrukteur braucht sich nur um die frei wählbaren Nenngrößen zu kümmern, die übrigen Größen kennt das System und generiert daraus automatisch bei Bedarf das gewünschte Bauteil. Dieses Prinzip lässt sich sehr vorteilhaft auf Halbzeug-Normen und die firmenspezifische Standardisierung von häufig wiederkehrenden Teilen anwenden.

Wer Unternehmensziele wie die Erfüllung der individuellen Kundenwünsche bei schnellerer Auftragsabwicklung und niedrigen Fertigungskosten unter einen Hut bringen will, kommt um ein modulares Baukastensystem nicht herum: Optimierte Produktfamilien müssen in möglichst wenige, aber vielfach verwendbare Bauteile und Baugruppen gegliedert werden, welche die Kombination möglichst vieler Varianten erlauben.



**Bild 4.9:**  
Baugruppen-Varianten  
(Quelle: Autodesk)



**Bild 4.10:**  
Beispiel einer parametrischen Produktfamilie von Spannelementen für den Vorrichtungsbau (Quelle: Autodesk)

Analog zu den Einzelteilen lassen sich die parametrischen Baugruppen als tabellarisch definierte Zusammenstellung von Komponenten darstellen. Die Baugruppenkonfiguration deckt flexibel alle denkbaren Konfigurationswünsche ab. So kann der Anwender einfach eine vorhandene Baugruppe verwenden und sie in eine parametrische Baugruppe umwandeln. Anschließend kann er die Baugruppenkonfiguration (auch Mutterbaugruppe oder Master-Baugruppe genannt) nach seinen Wünschen modifizieren. Soll eine Tochterbaugruppe (also eine abgeleitete Baugruppe) geändert werden, so lässt sie sich aktivieren und anpassen. Das kann beispielsweise die Entfernung einer Komponente in einer bestimmten Variante bedeuten oder auch die Einbeziehung anderer Elemente, veränderte Einbaubedingungen, eine alternative Befestigungsart usw. Logische Bedingungen, wie man sie von der Tabellenkalkulation kennt, dienen dazu, Konfigurationsvarianten zu definieren, die nicht geometrischähnlich sind.

### 4.4.2 Strukturierte Stückliste für Produktfamilien

Dabei sollte der Baugruppenkonfigurator alle abgeleiteten Varianten (Töchter) in einer Stückliste erfassen und die Darstellung der parametrischen Baugruppen in einer Strukturansicht unterstützen, welche die zusammengesetzte Stückliste enthält. Jede

Teilleiste				
Pos.Nr.	Stück Variante 1	Stück Variante 2	Stück Variante 3	BEZEICHNUNG
1	2	1	1	SHORT PIN
2	1	1	1	ANGLE BRACKET
3	6	10	5	HHMB M10X25
4	2	2	2	CONNECTOR
5	6	2	4	M10 WASHER
6	0	1	2	LASER SENSOR
7	1	1	1	Guide Cylinder
8	1	1	1	25 PIN PLUG
9	1	1	1	ARM, TYPE-1
10	1	1	1	2 PORT
11	1	1	0	LOCATOR
12	1	1	0	Medium Duty 1
13	0	1	0	Pipe Run 1
14	0	0	1	Medium Duty
15	0	0	1	LOCATOR
Summe	23	24	21	

**Bild 4.11:**

Zusammengesetzte Stückliste einer Variantenbaugruppe für mehrere Varianten (Quelle: Autodesk)

Konfiguration ist darin in einer separaten Spalte erfasst, in der die Stückzahlen der Komponenten aufgeführt sind (Bild 4.11). Ein Stücklisten-Editor kann dann wahlweise die Auflistung einer einzelnen Variante, einer Auswahl von Töchtern oder eben des kompletten Satzes aller Varianten ermöglichen. So lassen sich z. B. komplette Produktprogramme vollständig beschreiben. Typische Beispiele von parametrischen Baugruppen wären Produktfamilien von

- Kugellagern
- Hydraulikzylindern mit abgestuften Hubklassen und unterschiedlichen Ausprägungen der Anschlusspunkte (Bild 4.9)
- standardisierte Spannelemente für den Vorrichtungsbau (Bild 4.10)
- Dachträgerbaugruppen für unterschiedliche Autos

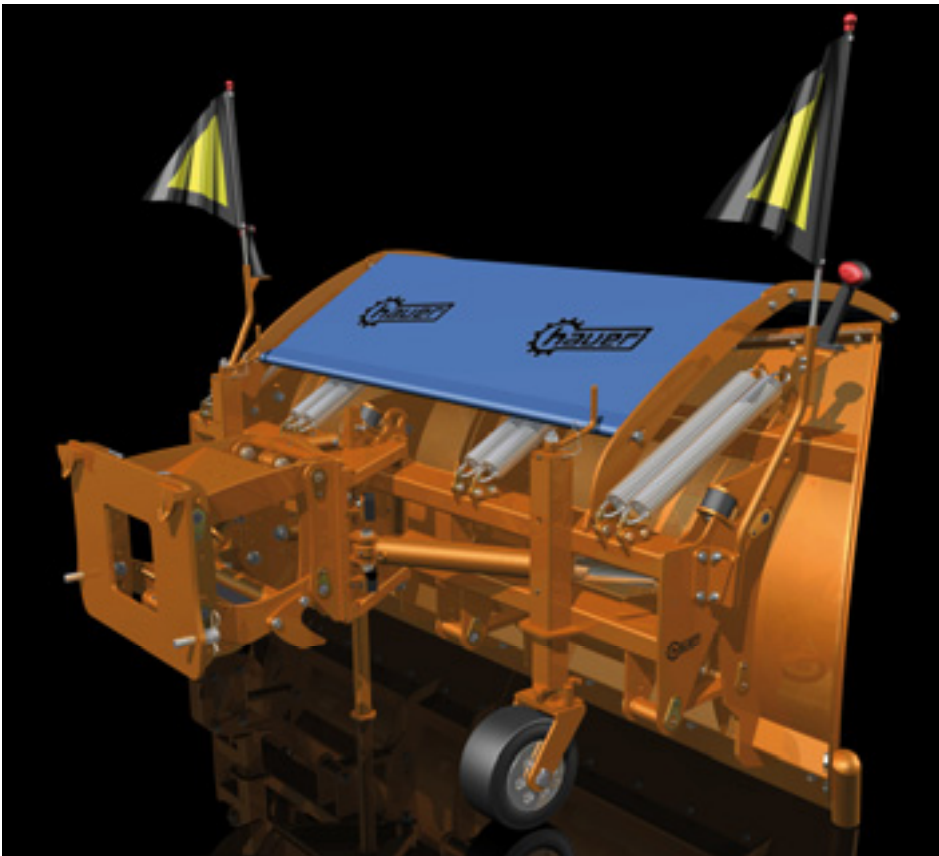
### 4.4.3 PDM-Integration

Es ist unbedingt zu empfehlen, ein integriertes PDM-System mit der Verwaltung der Baugruppenkonfiguration zu betrauen, beispielsweise die Auswahl einzelner Elemente einer Konfiguration und ein Check-out bzw. Check-in zu unterstützen. Es kann auch dabei helfen, die übergeordnete Mutterbaugruppe eines Elements aufzufinden, oder festzustellen, in welchen weiteren Baugruppen die Komponente verwendet wird. Über das PDM-System lässt sich die Warenwirtschaft (das ERP-System) automatisch mit den korrekten Daten versorgen und umgekehrt erhält die Konstruktion über das PDM-System Artikeldaten aus dem Warenwirtschaftssystem.

Auch die Ableitung parametrischer Zeichnungen mit Maßtabellen ist sinnvoll. Tabellierte Zeichnungsdarstellungen für die Fertigung oder die Montage muss das System sowohl für die parametrischen Mutterbaugruppen als auch ihre variablen Einzelteile generieren, natürlich weitgehend automatisch.

### 4.4.4 Anwenderbeispiele

Die parametrischen Methoden bewähren sich in der Praxis. Die Firma *Franz Hauer GesmbH & Co KG* im niederösterreichischen Statzendorf baut innovative Maschinen und Geräte für die Land-, Forst- und Kommunalwirtschaft, vor allem Frontlader als Anbaugeräte für landwirtschaftliche Traktoren und Schneeräumgeräte. Innerhalb von drei Monaten entwickelten die Hauer-Konstrukteure mit ihrem neuen 3D-CAD-System einen neuen Schneepflug, und zwar nicht nur ein einzelnes Gerät, sondern ein parametrisches Modell für eine ganze Familie von Schneepflügen mit unterschiedlichen Arbeitsbreiten zwischen 2,40 bis 3,20 Meter, die sich daraus ableiten lassen. „Das war eine gewaltige Leistung“, lobte Peter Acham, der Betriebsleiter des Unternehmens, seine Mitarbeiter. Ein PDM-System ist die unverzichtbare Unterstützung der Hauer-Produktentwicklung, die hilft, die Vielzahl der Produkte, Bauteile und Daten zu verwalten. Es übernimmt die Kommunikation zwischen dem ERP- und dem CAD-System, übergibt Artikeldaten und Rohmaterialdaten aus der Warenwirtschaft in das Konstruktionssystem und versorgt dort die Bauteile mit den entsprechenden Materialinformationen und Bezeichnungen.



**Bild 4.12:**  
Schneepflug aus einer  
parametrischen Produkt-  
familie (Quelle: Franz Hauer  
GesmbH & Co KG)