

In der Produktschmiede

Nicht nur Autos oder Waschmaschinen beginnen ihr Leben im Computer: Leistungsfähige 3D-CAD-Systeme dienen als Planungswerkzeuge auch für so komplexe Produkte wie Schiffe oder Flugzeuge. Dieser Artikel stellt drei CAD-Anwendungen mit unterschiedlichem Leistungsumfang und Preis vor. Carsten Zerbst



© Patrick Jean-Müller, Fotolia

Taugten die ersten CAD-Systeme nur für zweidimensionale Zeichnungen, so erzeugen aktuelle Programme räumliche Modelle komplizierter Maschinen. Der gesamte Produktionszyklus vom ersten Entwurf über das passgenaue Ausformen aller Einzelteile bis zum Erstellen der Fertigungsunterlagen findet für viele Produkte komplett am Computer statt. Digitale Mockups (DMU) ersetzen sogar die Crash- und Belastungstests mit realen Prototypen. Mit klassischen Konstruktionszeichnungen in 2D halten sich die Designer kaum noch auf, bei Bedarf leiten sie diese erst nachträglich aus den räumlichen Modellen ab.

Stellvertretend für die Bandbreite der auf dem Markt erhältlichen CAD-Systeme stellt dieser Artikel drei vor, die für unterschiedliche Anforderungen konzipiert sind: Während Medusa [1] vor allem bei zweidimensionalen technischen Zeichnungen seine Stärken ausspielt, besticht Varicad [2] durch sein Preis-Leistungs-

Verhältnis. Der Leistungsumfang der Highend-Lösung UGS NX4 [3] umfasst die Konstruktion von Volumenkörpern in frei modellierbarer Form und geht weit über Zeichen- und Konstruktionsfunktionen hinaus.

Marktüberblick

Der Markt für Hochleistungs-CAD-Systeme für die Luft-, Raumfahrt- und Autoindustrie hat sich in den letzten Jahren konsolidiert: Die Programme Catia (Dassault Systemes) [4], UGS NX4 [3] und Pro/Engineer [5] teilen sich das Marktsegment, in dem Zigtausende von Einzelteilen oder komplexe Oberflächenformen die Messlatte für die Software legen. Die durch Zusatzmodule erweiterbaren Anwendungen decken auch Bereiche wie die Konstruktion von Rohrleitungen ab und beherrschen die Ableitung von Berechnungsmodellen für physikalische Simulationen. Die Lizenzgebühren für

komplette Lösungen in diesem Bereich liegen in der Regel über 15 000 Euro.

Mit unter 10 000 Euro etwas günstiger sind die Programme Autocad [6] von Autodesk sowie Solidworks [7] von Dassault Systemes. Ihr Leistungsumfang reicht für viele Anwendungen im Maschinenbau aus, mit komplexen Maschinen aus vielen Einzelteilen sind sie aber überfordert. Die Bedienung ist einfacher als bei Highend-Produkten.

Für Software mit geringerem Leistungsumfang wird der Markt unübersichtlich: In diesem Segment tummeln sich mehrere hundert verschiedene CAD-Systeme. Einige davon richten sich an eng umgrenzte Anwendergruppen im Anlagen- oder Schiffsbau. Andere versuchen über den Preis im Marktsegment von Autocad Anteile zu erobern. Eine Übersicht über CAD-Systeme ist unter [8] zu finden.

CAD unter Linux

Das erste CAD-System für Linux war Siscad-P, ein parametrisches 2D-System der Firma Staedler. Es erschien bereits Anfang der 90er Jahre. Ab Mitte des Jahrzehnts bot der Autodesk-Konkurrent Bentley sein Produkt Microstation 95 auch für Linux an. Beide Produkte erschienen wahrscheinlich zu einer ungünstigen Zeit auf dem damals noch schmalen Linux-Markt, denn nach diesem frühen Start tat sich lange nichts mehr in der CAD-Welt für Linux. Weder wurde kommerzielle Software auf das freie Betriebssystem portiert noch entstanden freie Alternativen.

Die beiden Highend-Lösungen NX4 und Pro/Engineer kompilieren auch unter Linux. Sie wurden von vornherein auch mit Blick auf kommerzielle Unix-Sys-

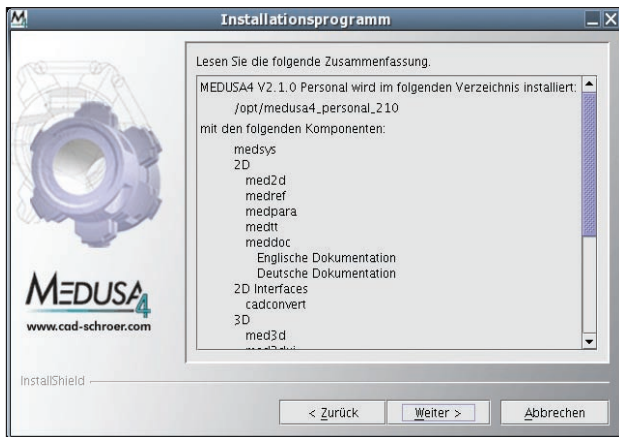


Abbildung 1: Medusa gefällt mit seinem grafischen Installer.

immer noch kein Thema (vergleiche [10]). Solidworks und Autocad verwenden lediglich das Windows-API und sind daher nicht unter Linux erhältlich.

Neben der High-end-Lösung UGS

teme entwickelt. Vor allem UGS engagiert sich spürbar auf dem Linux-Markt: Neben dem eigentlichen CAD-System NX ergänzt zum Beispiel die Anwendung UGS Teamcenter, ein Product-Data-Managementsystem (PDM), die Palette der Linux-Produkte. PDM-Systeme sind für den Teamprozess beim Produktdesign ähnlich unentbehrlich wie Versionsverwaltungssysteme bei der Software-Entwicklung. Sie verwalten die umfangreichen Produktdaten, zu denen neben CAD-Modellen auch Stücklisten oder Änderungen und Varianten in der Konstruktion gehören.

Auch der UGS-Konkurrent PTC bietet seine CAD-Lösung Pro/Engineer Wildfire 3.0 für Linux an. Bei Catia V5 sprechen Einträge in den Makefiles für eine intern vorliegende Linux-Version, offiziell ist dies jedoch für den Hersteller

NX 4 stellt dieser Artikel zwei Anwendungen aus dem Autocad-Umfeld vor: Medusa 4 gibt es für Linux und Windows in einer eingeschränkten, für den Privatanwender kostenlosen Version. Der tschechische Anbieter Varicad verkauft sein Produkt für den günstigen Preis von etwa 500 Euro und stellt eine 30-Tage-Testversion zur Verfügung.

► Medusa

Medusa [1] ist das älteste der vorgestellten CAD-Systeme: Seine Anfänge liegen am Beginn der 80er Jahre. Die Anwendung lief damals auf den 32-Bit-Vax-Rechnern des Herstellers NEC. Nach diversen Eigentümerwechseln entwickelt nun die Firma CAD-Schroer das für Linux und Windows erhältliche Medusa weiter. Für beide Plattformen gibt es eine

kostenlose Lizenz für Privatanwender. Von der etwa 5000 Euro teuren kommerziellen Version unterscheidet sich diese vor allem durch ihren eingeschränkten Druckersupport und ein anderes Dateiformat. Die kostenlose Personal-Version lässt sich nach Angabe der MAC-Adresse des Rechners herunterladen und ist dann an diese Hardware gebunden. Das Installationspaket enthält einen grafischen Installer (Abbildung 1) sowie eine gute Dokumentation.

Das Programm ist in seinen Anforderungen an die Rechnerressourcen genügend: Nach Angabe des Herstellers reicht ein 1-GHz-Prozessor. Auch eine 3D-beschleunigte Grafikkarte ist nicht zwingend Voraussetzung: Software-OpenGL über Mesa ist schnell genug.

Medusa eignet sich besonders für technische Zeichnungen in 2D. Das Standard-Template enthält bereits das übliche Beschriftungsfeld rechts unten auf der Seite. Links im Programmfenster findet der Anwender die Werkzeugpaletten für mehrere hundert Befehle zum Zeichnen, Ändern oder Bemaßen geometrischer Formen (Abbildung 2).

Das Erstellen einer technischen Zeichnung geht mit Medusa flott von der Hand, die Anwendung eignet sich hierfür weit besser als ein normales Zeichenprogramm wie Inkscape [9]. Layer und ein Strukturbaum helfen den Überblick zu bewahren. Das Programm wirkt durchdacht und ausgereift. Routineaufgaben wie der Entwurf einer Profilzeichnung mit normgerechter Bemaßung gelingen allen, die Erfahrung mit technischen Zeichnungen haben, bereits nach geringer Einarbeitungszeit.

Medusa unterstützt den Import von Zeichnungen im DXF- und DWG-Format (Abbildung 3). Wichtig ist dies, weil die meisten Hersteller von Normteilen auch Zeichnungen ihrer Produkte in diesem Format zur Verfügung stellen. Die kommerzielle, nicht jedoch die kostenlose Version von Medusa kann auch in dieses Format exportieren.

Eine weitere Einschränkung der Personal Edition ist, dass sie das Linux-Drucksystem nicht direkt ansprechen kann. Bei der Ausgabe in eine HPGL-Datei bleibt die Anwendung sporadisch hängen. HPGL ist ein Dateiformat, das ursprünglich als Ansteuerungssprache für Plotter

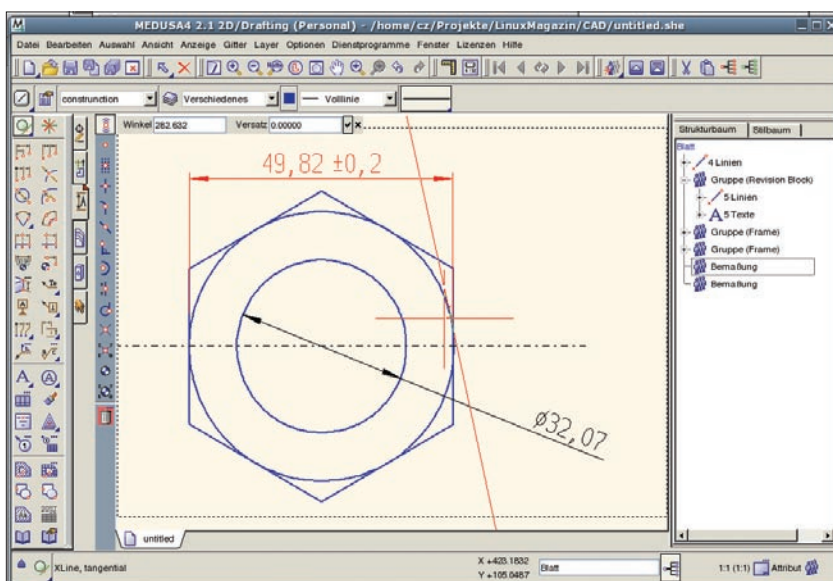


Abbildung 2: Völlig ohne Tuscheflecken: Medusa bietet eine ausgereifte Umgebung für das Erstellen von 2D-Zeichnungen für den Maschinenbau.

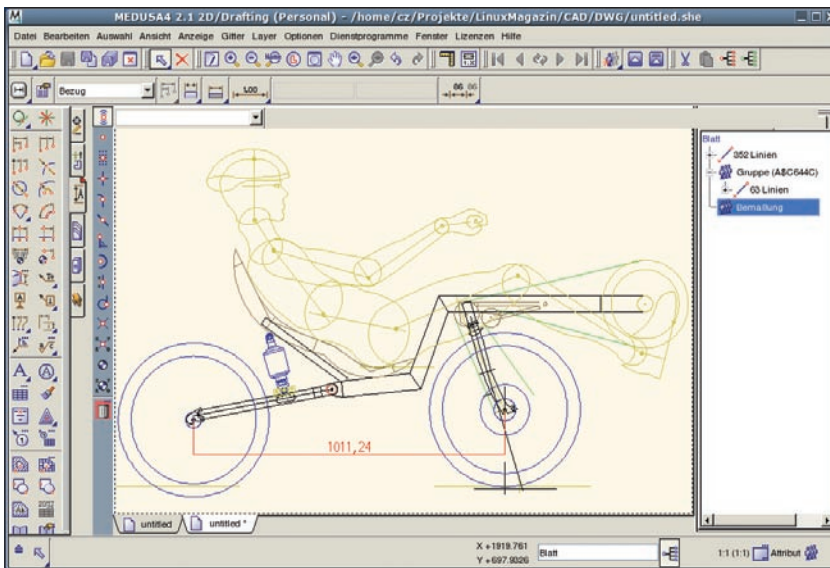


Abbildung 3: Gute Anbindung: Die DXF- und DWG-Importfilter von Medusa lesen auch komplexe Zeichnungen aus Autocad und vielen anderen CAD-Anwendungen fehlerfrei ein.

entwickelt wurde, sich jedoch inzwischen zu einem verbreiteten Austauschformat für Vektorgrafiken entwickelt hat. Abgesehen von den Ausgabe-Problemen der kostenlosen Version kann Medusa als 2D-CAD-System jedoch überzeugen.

► Varicad

Varicad [2] versteht sich als direktes Pendant zu Autocad. Trotz des wesentlich günstigeren Preises und obwohl es weniger Features enthält, muss es sich insgesamt nicht vor dem bekannteren Konkurrenten verstecken. Neben der Volllizenz für 500 Euro bietet der Hersteller für knapp 100 Euro eine verbilligte Studentenlizenz an. Außerdem gibt

es eine 30-Tage-Testversion. Die Installation gelingt mit RPM- oder Deb-Paketen einfach und dauerte im Test keine fünf Minuten. Als Minimum für die Hardware nennt der Hersteller eine Pentium-II-CPU und 256 MByte RAM sowie Hardwarebeschleunigtes OpenGL.

Varicad erstellt räumliche Körper wie die meisten CAD-Systeme auf Basis von 2D-Skizzen, die sich durch Rotation oder Translation in Volumenkörper verwandeln (siehe Kasten „3D-Konstruktion“). Der 2D-3D-Knopf schaltet zwischen den Skizzen und der dreidimensionalen Bauteilansicht um (Abbildung 4). Mehrere Bauteile lassen sich zu einer Baugruppe zusammenfügen. Anders als Highend-Systeme speichert Varicad jedoch alle

Bauteile und Bauteilgruppen stets in einer einzigen Datei. Dies setzt der Projektgröße, die Varicad sinnvoll bewältigen kann, eine Grenze.

Häufig benötigte Formen wie T- oder U-Profile setzen keine Skizze voraus: Varicad erzeugt sie nach Eingabe der gewünschten Abmessungen direkt aus dem Bauteilkatalog heraus. Neben den Formprofilen enthält Varicad einen gut gefüllten Normteile-Katalog. Hier stehen fertige Modelle von einfachen Splinten über Schrauben bis hin zu kompletten Kugellagern bereit.

Die 3D-Körper lassen sich durch Fasen (Abschrägen), Abrunden und durch Anbringen von Bohrungen weiterbearbeiten. Ein umfangreicher Positionierungsdialog ermöglicht es, diese Nachbearbeitungsoperation passgenau zu platzieren (Abbildung 5). Objekt-Fangfunktionen, die Bauteile an den Objektkanten oder anderen Markierungslinien oder -punkten quasi mit magnetischer Anziehungskraft versehen, helfen dabei, aus ihnen komplette Maschinen aufzubauen.

Simulation inklusive

Der Leistungsumfang von Varicad erschöpft sich nicht in der Konstruktion von räumlichen Bauteilen, es beherrscht auch einfache mechanische Untersuchungen: Die Anwendung berechnet Volumen, Gewicht und Oberfläche der Teile. Sie simuliert auch das Verhalten bei Kollisionen und bietet damit eine wertvolle Hilfestellung beim Design von Maschinenteilen. Die Rechenfunktionen

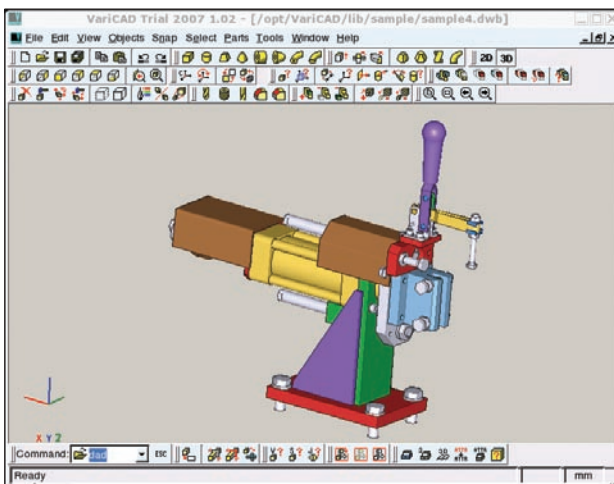


Abbildung 4: Dar Autocad-Konkurrent Varicad eignet sich gut zur räumlichen Konstruktion kleinerer Maschinenteile.

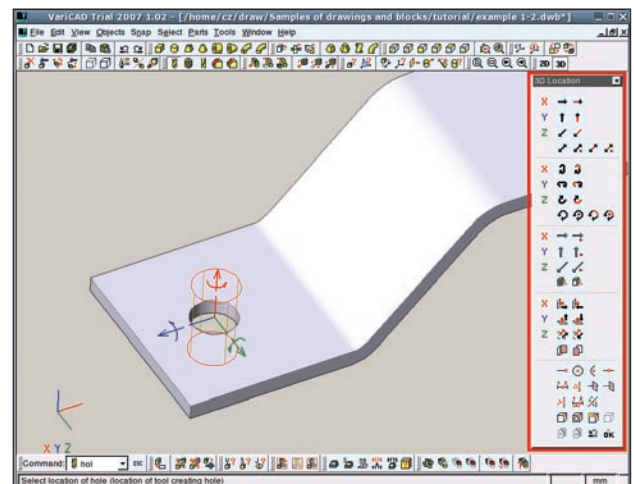


Abbildung 5: Leistungsfähige Funktionen zum Positionieren erleichtern in Varicad die Platzierung von Elementen, hier einer Bohrung.

für das Dimensionieren von Welle-Nabe-Verbindungen oder Walzlagern machen manchen Griff zu Formelsammlung und Taschenrechner überflüssig.

Nach der 3D-Konstruktion erfordert der Produktionsprozess häufig die Ableitung von Konstruktionszeichnungen. Varicad kann dazu 2D-Ansichten aus beliebiger Richtung erzeugen und DIN-gerecht bemessen. Zur Ausgabe benutzt Varicad unter Linux übliche Postscript-Dateien, für großflächige Ausgaben kann es auch HPGL-Plotter ansteuern. Die etwas unglückliche Standardeinstellung für die Stiftbreite lässt sich im Menü »File | Print Setting | Thickness Mapping« korrigieren, ein Wert von »0.1 mm« führt zu besseren Ergebnissen als die zu breite Voreinstellung von »0.6 mm«.

Beim Datenaustausch schlägt sich Varicad für ein Produkt seiner Preislage hervorragend: Bei den DXF- und DWG-Dateien gibt es keine Probleme, beim Import der Step-Dateien nur zwei kleinere, die nicht die Geometrie und Positionierung von Bauteilen betreffen. Die testweise berechneten Volumina und Oberflächen lagen innerhalb der normalen, nach dem Importieren zu erwartenden Toleranzen.

Gemessen an seinem Preis ist Varicad ein äußerst leistungsfähiges Programm, das für viele Designaufgaben ausreicht. Im Vergleich zu den Highend-Systemen wie UGS oder Pro/Engineer gibt es aber natürlich Einschränkungen: Beispielsweise lassen sich 2D- und 3D-Konstruktionen sowie abgeleitete Zeichnungen nicht auf mehrere Dateien verteilen. Auch eine brauchbare Darstellung der einzelnen Komponenten fehlt. Spätestens bei Produkten mit hundert Bauteilen wird es unübersichtlich.

Die zweite Einschränkung betrifft das Geometriemodell: Varicad kennt nur einfache Volumenkörper, Freiformflächen beherrscht es nicht. In vielen Bereichen stört dies jedoch nicht. Dort ist das Fehlen der Freiformflächen schon deshalb kein Problem, weil sich komplexe Formen mit der üblichen Werkzeugausstattung nicht wirtschaftlich fertigen lassen.

► UGS NX 4.0

Mit UGS NX 4 [3] steht unter Linux auch ein Highend-CAD-System zur Verfügung, das in der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie beim Schiffbau zur Modellierung des vollständigen Produkts zum Einsatz kommt. Die Software muss dabei riesige Baugruppen mit mehr als 100 000 Bauteilen bewältigen, die Größe eines solchen Modells sprengt leicht die GByte-Marke. Darüber, welche Hardware das Programm voraussetzt, konnte UGS keine Angaben machen.

Das Geometriemodell des Systems unterstützt neben einfachen Volumenkörpern auch Oberflächen mit komplizierteren Formen, wie sie zum Beispiel bei Autos oder flexibel formbaren Spritzgussteilen vorkommen. Die stark modular aufgebaute Software enthält neben den Komponenten für räumliche Konstruktionen auch solche, die zum Beispiel bei speziellen Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen oder beim Rohrleitungsbau zum Einsatz kommen.

Die Kosten für eine derart leistungsfähige CAD-Lösung sind hoch: Für eine sinnvoll ausgestattete Lizenz sind 20 000 Euro eine realistische Größenordnung. Auch der Aufwand bei der Installation und Einarbeitung sollte nicht unterschätzt werden. Studenten oder Mitarbeiter von

Firmen, die UGS NX bereits verwenden, kommen allerdings bereits zum moderaten Preis von 200 Euro in den Genuss einer Privatlizenz. Sie erlaubt eine nicht-kommerzielle Nutzung, pro Firma vergibt UGS außerdem maximal so viele private wie kommerzielle Lizenzen. [11] vermittelt die UGS-NX-Privatlizenzen.

Installation

Als Installationsmedien liefert Unigraphics vier CDs, die ausschließlich eine 64-Bit-Version enthalten. Eine Installation auf Open Suse oder anderen Linux-Distributionen scheitert zunächst daran, dass der Installer eine Korn-Shell erwartet: Diese unter Linux längst in Vergessenheit geratene Shell-Variante war lange Zeit die einzige, die auf allen kommerziellen Unix-Systemen vorausgesetzt werden konnte. Außerdem erwartet der Installer noch das alte Unix-Uncompress. Der erste Schritt bei der Installation ist deshalb die Installation der Pdksh aus den Quellen [12]. Um das fehlende Uncompress zu ersetzen, genügt ein Link auf Gunzip.

Im Test brach das etwa 4000 Zeichen lange Installer-Skript schließlich noch wegen eines Rechte-Problems ab. Erst das Kopieren des Skripts auf die Festplatte, das Setzen der Dateirechte des Skripts auf 755 und schließlich der Aufruf von » ./ug_install -oldscriptdir /media/NX4_LINUX64_CD1/ugnx040part1« führten zum Erfolg. Zur Lizenzverwaltung dient der verbreitete Flex-LM-Server, für eine normale Installation müssen sowohl der Lizenz-Server als auch der -Client installiert werden.

Die Übersetzer für Step-, Iges- und Autocad-Dateien sowie die Dokumentation

Tabelle 1: CAD-Systeme für Linux im Überblick

Name	Beschreibung	Homepage	Lizenz	Preise
UGS NX	Highend-3D-Programm	[3]	proprietär	ab 15 000 Euro, Studenten/Mitarbeiter 200 Euro
PTC Pro/Engineer	Highend-3D-Programm	[5]	proprietär	ab 15 000 Euro, Studenten ab 20 Euro (NRW)
Medusa	ausgereiftes Programm, vor allem für 2D-Zeichnungen	[1]	proprietär	5000 Euro, kostenlose Personal-Lizenz
Varicad	einfaches 3D-Programm	[2]	proprietär	500 Euro, Studentenversion 99 Euro
GCAD3D	3D-Viewer, Modellieren eher schwierig	[19]	proprietär	kostenlos, kein Quelltext
Qcad	gutes 2D-Programm	[16]	GPL	GPL Community Edition, Quelltext verfügbar
Pythoncad	einfaches 2D-Programm	[17]	GPL	kostenlos
BRL-CAD	3D-Modeller der US-Army, kein vollwertiges CAD-System	[18]	BSD	kostenlos, Quelltext bei Sourceforge

3D-Konstruktion

Der Startpunkt für das räumliche Modell eines Bauteils ist in den meisten CAD-Systemen eine zweidimensionale Skizze wie in **Abbildung 6**. Eine Rotation oder Verschiebung entlang einer Linie oder Kurve verwandelt die flache Form in einen Volumenkörper (**Abbildung 7**). Komplexere Formen entstehen durch boolesche Operationen, etwa eine Addition oder Subtraktion mehrerer Körper. Um die Übersicht zu wahren, zeigen viele CAD-Programme den Entstehungsprozess komplexerer Körper in einer Baumstruktur an (**Abbildung 8**).

Unterstützen einfache Programme nur Grundgeometrien auf der Basis gerader Linien oder Ellipsen, so bieten umfangreichere CAD-Anwendungen mehr Freiheit beim Modellieren: Volumenkörper mit komplexen, organischen Formen wie sie bei Autokarosserien oder modernen Staubsaugergehäusen zu finden sind, basieren auf Bézier- oder Nurbs-Kurven oder -Flächen. Die Form von Bézier- und Nurbs-Kurven (non uniforme rational B-Splines) kontrolliert der Anwender durch Kontrolltangenten. Die Kurvensegmente zwischen diesen verändern sich, als wären sie mit den Tangenten verbundene Gummibänder. Bézier- und Nurbs-Kurven eignen sich damit hervorragend zum

Zeichnen von glatten Linien. In räumliche Körper verwandeln sie sich durch Rotation oder Extrusion. Sie dienen auch als Basis für die Beschneidung.

Bei Bézier- oder Nurbs-Oberflächen ersetzen Kontroll-Polygone die zweidimensionalen Kontrolltangenten der Bézier- oder Nurbs-Kurven [15]. Diese über Gittern aus Kontroll-Polygonen modellierten Körper erlauben maximale Freiheit bei der Formgebung, setzen jedoch eine ausgefeilte Mathematik für die Geometriebehandlung in der CAD-Anwendung voraus. Ihre Konstruktion ist für den Designer außerdem wesentlich schwieriger als die einfacher geometrischer Grundformen und deren Kombination in booleschen Operationen.

Zusatz-Features

So genannte Features verkürzen die für das Modellieren benötigte Zeit: Darunter versteht man im Ingenieurwesen häufig benötigte Formen wie Bohrungen, Gewinde, Fasen oder das Abrunden von Kanten. In wenigen Arbeitsschritten lassen sich so den Grundformen komplexe Details hinzufügen, ohne dass der Anwender diese per Hand konstruieren muss. Umfangreiche CAD-Systeme enthalten kom-

plexe Features wie zum Beispiel Aushebeschrägen für Gussteile. Dabei stellt die Anwendung alle Seitenflächen leicht schräg, damit sich der Gussrohling bei der Fertigung leichter aus der Form heben lässt.

Nach der Fertigstellung fügt der Konstrukteur einzelne Bauteile zu Baugruppen (**Abbildung 9**) zusammen. Dies erleichtert es, die Einzelteile für das fertige Produkt anzuordnen. Automatische Ausrichtfunktionen helfen beim passgenauen Montieren, indem sie für lückenlosen Kontakt von Oberflächen sorgen oder die Bauteile bei Bohrungen an der richtigen Stelle zusammenfügen.

Mit dem Fertigstellen des räumlichen Modells ist der Arbeitsprozess noch nicht abgeschlossen. Fertigung, Qualitätskontrolle oder Kundendienst benötigen oft klassische 2D-Zeichnungen. Diese lassen sich automatisch ableiten. Sie entstehen durch eine Projektion aus der gewünschten Perspektive, die Bemaßungen sowie Oberflächen- und Toleranzangaben schließlich vervollständigen. Umfangreiche CAD-Systeme simulieren - über die Modellierung hinausgehend - außerdem physikalische Effekte wie Materialbelastungen bei einer Kollision oder den Wärmefluss.

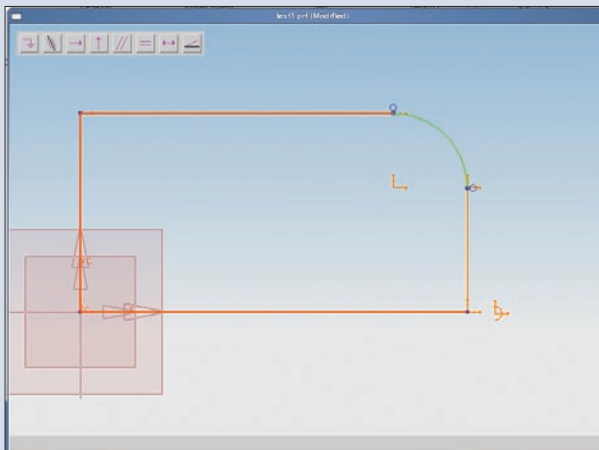


Abbildung 6: Die Konstruktionen eines räumlichen Modells beginnt mit einer zweidimensionalen Skizze.

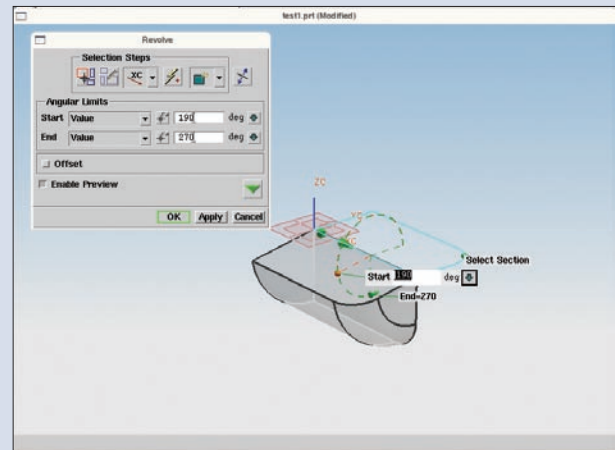


Abbildung 7: Durch Rotation oder Translation entstehen aus dem Profil der ebenen Skizzen Volumenkörper.

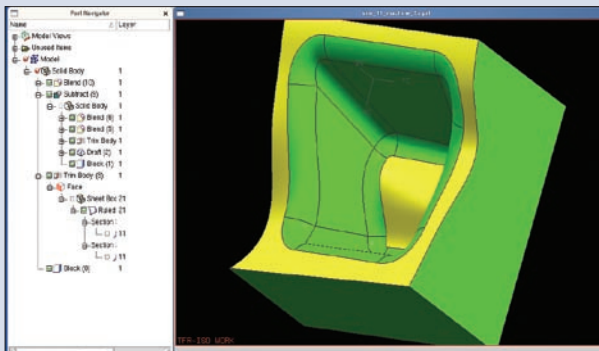


Abbildung 8: Eine Baumansicht ermöglicht in UGS NX einen Überblick über die Konstruktionsoperationen, die sich zu komplexen Formen fügen.

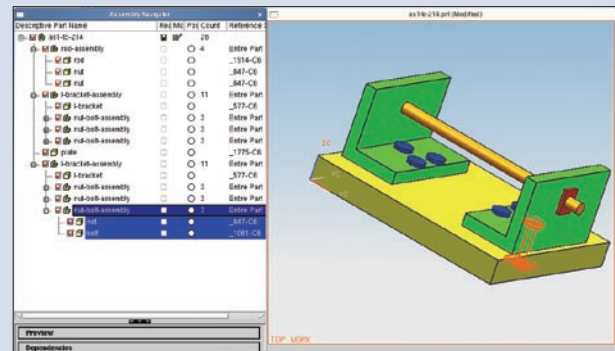


Abbildung 9: Auch bei den Baugruppenbestandteilen sorgt in Highend-Programmen wie UGS NX eine Baumdarstellung für Übersicht.

erfordern eine separate Installation. Vor dem Start des CAD-Systems muss der Lizenz-Server von Flex-LM laufen, sonst verweigert UGS den Dienst.

Den Start der verschiedenen Programme koordiniert eine eigene Anwendung, die selber mit »/usr/ugs040/bin/ugmenu« startet. Damit alle Komponenten fehlerfrei laufen, sind noch einige Umgebungsvariablen zu setzen und der Bibliothekspfad zu erweitern. Im Vergleich zu Paket-basierten Anwendungen ist der Weg bis zum laufenden Programm steinig.

Komplettpaket

Alle wichtigen Funktionen von UGS NX zu beschreiben ist Sache der umfangreichen Handbücher. Schon bei den Grundfunktionen (vergleiche **Kasten „3D-Konstruktion“**) zeigt sich die Leistungsfähigkeit des Programms. Die initiale Skizze entsteht in einem eigenen Sketch-Modus: Nach Auswahl der gewünschten Ebene im 3D-Modus zeichnet der Anwender zunächst die Grundform in zwei Dimensionen. Die Skizze muss nicht von Anfang an den endgültigen Abmessungen entsprechen, über Constraints oder die Eingabe der Abmessungen lässt sie sich nachträglich anpassen.

Auch in UGS NX entstehen viele räumliche Modelle durch Extrusion oder Rotation einer Skizze. Die Software unterstützt jedoch nicht nur die normalen Volumenkörperoperationen, sondern sie modelliert auch komplexe Flächen, wie zum Beispiel in **Abbildung 8** zu sehen ist. Eine Baumdarstellung zeigt eine Übersicht über alle Schritte, die zur endgültigen Form führen. Einige deutsche Werften modellieren mit UGS NX die Außenhaut von Schiffen mit all den schwierigen Details wie der Bugwulst oder dem Ruderblatt.

Für die Erstellung von Baugruppen gibt es einen eigenen Modus. Anders als bei einfachen Systemen wie Varicad lagert das Programm die Definitionen von Bauteilen und Bauteilgruppen in externe Dateien aus, sodass sich Baugruppen in Unterbaugruppen unterteilen und wieder verwenden lassen.

Während der Leistungsumfang einfacher CAD-Systeme mit dem Erstellen von räumlichen Modellen endet, geht der Einsatzbereich von UGS NX wesentlich

weiter: Das Gesamtpaket enthält viele Spezialwerkzeuge, zum Beispiel Funktionen für die Programmierung von Fertigungsmaschinen oder zur Konstruktion von Türausschnitten in Fahrzeugen. Das System simuliert außerdem physikalische Effekte wie Material-Deformation und -Spannung oder -Wärmeleitung. Eigene Funktionen lassen sich bei Bedarf mit dem NX-Open-API in Java oder C++ implementieren.

In der Praxis ist es unverzichtbar, Designdaten mit anderen CAD-Systemen zu tauschen. In den seltensten Fällen benutzen ein Hersteller und alle Zulieferer das gleiche CAD-System. UGS NX unterstützt daher die beiden Step-Formate AP203 und AP214 sowie Iges und DXF. Der Step-Prozessor der Highend-Lösung wertet wesentlich mehr Details aus als bei Varicad. Im Test übernahm er sogar die Farben korrekt.

Breites Spektrum

Je nach Einsatzgebiet ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an eine CAD-Anwendung: Mit Medusa steht unter Linux eine ausgereifte Lösung für 2D-Zeichnungen zur Verfügung. Sie bietet alle hierfür wichtigen Funktionen und ist außerdem in einer für den Privatgebrauch kostenlosen Version erhältlich. Bei 2D existieren, anders als im 3D-Bereich, wo Algorithmen für die 3D-Konstruktion hohe Anforderungen an die Entwickler stellen, auch Open-Source-Anwendungen. Qcad [16] oder Pythoncad [17] enthalten zwar nicht so viele Zeichenwerkzeuge wie Medusa, eignen sich für technische Skizzen jedoch trotzdem besser als Zeichenprogramme.

Varicad spielt in derselben Liga wie Autocad, punktet jedoch beim Preis. Programme aus diesem Leistungssegment bieten ausreichende Funktionalität für viele 3D-Konstruktionsaufgaben aus dem Maschinenbau. Mit konstruktiver Festkörpergeometrie (CSG, Constructive Solid Geometry) modellieren sie die meisten Formen, die sich mit normaler Werkzeugausstattung herstellen lassen. Die Kosten für eine Lizenz zum kommerziellen Einsatz liegen zwischen 500 Euro bei Varicad und nahezu dem Zehnfachen für eine Autocad-Version ohne Zusatzmodule.

UGS NX repräsentiert in jeder Hinsicht das obere Ende der Fahnenstange. Die meist über 15 000 Euro teuren Programme aus diesem Marktsegment enthalten leistungsfähige Werkzeuge, die komplexe Formen konstruieren. Die Anwendungen kommen mit umfangreichen Produkten wie Schiffen, Autos oder Flugzeugen, die aus vielen tausend Einzelteilen bestehen, zurecht. Ihr Funktionsumfang ist mit der Erstellung von Volumenmodellen nicht erschöpft: Highend-CAD-Systeme simulieren physikalische Aspekte wie kinetische oder thermische Belastungen und ersparen so in vielen Fällen die Anfertigung eines realen Prototyps. (pkr) ■

Infos

- [1] Medusa: [\[http://www.cad-schroer.de/index.php?land=de&ziel=Products-MEDUSA&scr=1.3\]](http://www.cad-schroer.de/index.php?land=de&ziel=Products-MEDUSA&scr=1.3)
- [2] Varicad: [\[http://varicad.com\]](http://varicad.com)
- [3] UGS NX4: [\[http://www.ugsplm.de/produkte/nx\]](http://www.ugsplm.de/produkte/nx)
- [4] Catia 5: [\[http://www.3ds.com/products-solutions/plm-solutions/catia/overview\]](http://www.3ds.com/products-solutions/plm-solutions/catia/overview)
- [5] Pro/Engineer: [\[http://www.ptc.com/appserver/mkt/products/home.jsp?&k=403\]](http://www.ptc.com/appserver/mkt/products/home.jsp?&k=403)
- [6] Autocad: [\[http://www.autodesk.de/autocad\]](http://www.autodesk.de/autocad)
- [7] Solidworks: [\[http://www.3ds.com/de/corporate/about-us/brands/solidworks\]](http://www.3ds.com/de/corporate/about-us/brands/solidworks)
- [8] CAD-Links: [\[http://www.tech-edv.co.at/linux/CADlinks.html\]](http://www.tech-edv.co.at/linux/CADlinks.html)
- [9] Inkscape: [\[http://www.inkscape.org\]](http://www.inkscape.org)
- [10] Ulrich Wolf, „CAD und CAM unter Linux“: Linux-Magazin 02/02, S. 28
- [11] UGS-Studentenlizenz: [\[http://www.plmvim.de/CAD4academics.78.0.html\]](http://www.plmvim.de/CAD4academics.78.0.html)
- [12] Korn-Shell: [\[http://web.cs.mun.ca/~michael/pdksh\]](http://web.cs.mun.ca/~michael/pdksh)
- [13] DWG Alliance: [\[http://www.opendesign.com\]](http://www.opendesign.com)
- [14] CAX-IF: [\[http://www.cax-if.org\]](http://www.cax-if.org)
- [15] Wikipedia-Artikel zu Nurbs-Oberflächen (englisch): [\[http://en.wikipedia.org/wiki/NURBS_Surface\]](http://en.wikipedia.org/wiki/NURBS_Surface)
- [16] Qcad: [\[http://www.ribbonsoft.com/de/qcad.html\]](http://www.ribbonsoft.com/de/qcad.html)
- [17] Pythoncad: [\[http://www.pythoncad.org\]](http://www.pythoncad.org)
- [18] BRL-CAD: [\[http://brlcad.org\]](http://brlcad.org)
- [19] GCAD3D: [\[http://www.cadcam.co.at/freiter/gCAD3D.htm\]](http://www.cadcam.co.at/freiter/gCAD3D.htm)