

Hausarbeit zum Thema:

Auswirkungen der CAD/CNC –Technik

auf das Design und die Gestaltung von Produkten

HAWK Hildesheim Fachbereich Gestaltung

So / Sem. 05

Abgabe: 5.Juli 9:00

Dozent: Dipl.Des Misol

Geschrieben von Philip Klar

4. Sem. Metallgestaltung

Von Voigts Rhetz Str.29

31135 Hildesheim

Matrikelnummer: 383578

Hildesheim ,den 3.07.05

Inhaltsangabe

Vorwort		2
1. Vorstellung der Techniken		
Hintergrund		
1.1 Definition CAD		3
1.11 CAD Technik		4
1.12 Arbeitsschritte CAD		5
1.2 Definition CNC		6
1.21 CNC Technik		6
1.3 Rapid Prototyping		7
1.4 Reverse Engineering		8
1.5 Virtual Reality		9
1.51 Technik		9
2. Anwendung der Computer gesteuerten Methoden		
Beispiele		
2.1 Entwurf mit CAD Programmen	Beispiel Mont Blanc	10
2.2 Fertigungsmethoden CNC	Beispiel C- Hocker	11
2.3 Rapid Prototyping Anwendung	Beispiel Implantate	12
2.4 Reverse Engineering	Beispiel Voijtek Statue	13
2.5 Virtual Reality	Beispiel VW	14
3. Auswirkungen der Computergesteuerten Gestaltung		
3.1 Von konventioneller Fertigung zur NC/CNC Technik		15
3.2 Auswirkungen auf die Entwicklung		16
3.3 Auswirkungen auf die Produkte		17
4. Fazit		18
Anhang		
Literaturverzeichnis		19
Zitate		20
Bildnachweis		21

Vorwort

Durch den Wandel von reiner Handarbeit über maschinelle Produktion hin zur Computer gestützten Ausarbeitung, ist eine Entwicklung eingetreten, die sowohl Bereiche in der Entwicklung, der Entwurfsarbeit und Ausführung Design relevanter Inhalte beeinflusst.

In diesem Skript untersuche ich ,in wie fern die Computer gestützte Ausarbeitung Einfluss hat auf die Entstehung von Design ,dessen Umsetzung und die Auswirkungen auf die Menschen ,sowie die Qualität der Produkte.

Nach einer Vorstellung der aktuellen Entwicklungen und Tendenzen werden die Auswirkungen der computergestützten Ausarbeitung beleuchtet, und die daraus resultierenden Vorteile und Probleme der nunmehr auf rationelle Fertigung optimierten Arbeitsweisen hinterfragt.

1 Vorstellung der Techniken

Hintergrund

1.1 Definition CAD

CAD ist die Abkürzung von *Computer Aided Design*, oder computerunterstütztes Design. Mit CAD-Programmen erstellt man nicht nur technische Zeichnungen.

Durch die Programme werden zunächst dreidimensionale Volumenmodelle erstellt. Daraus können zweidimensionale/ dreidimensionale Zeichnungen und sogar bewegte Visualisierungen von Objekte abgeleitet werden.

CAD-Software kommt in allen Fachbereichen vor, in denen Konstruktionen zur Anwendung entwickelt werden zum Beispiel: im Anlagenbau, Maschinenbau, Schiffbau und auch in Architektur, Design und Bauwesen.

Mit den Volumenmodellen können mit Hilfe spezieller Software verschiedenste Simulationen durchgeführt werden. Zum Beispiel Belastungssimulationen (Finite-Elemente-Methode) bei Bauteilen, Lichtsimulationen oder Simulationen des Innenklimas bei Gebäuden, Strömungssimulationen (Wind oder Wellen), Crashsimulationen im Fahrzeugbau und Simulationen verschiedener Fertigungsverfahren (z. B. Spritzgießen).

Die erstellten Daten können sowohl Festigkeitsberechnungen, generativer Fertigungsverfahren und natürlich auch in der CNC-Fertigung mit Maschinen verwendet werden. Als auch Bestandteil der computerintegrierten Produktion (CIM) sein. Ein Beispiel hier für wird später in Kapitel 2.1 am Beispiel Mont Blanc aufgeführt..

Moderne Programme basieren auf objektorientierten Datenbanken. Jedes Design-Bestandteil besteht aus einem oder mehreren programmierten Objekten. Änderungen und Spezifikationen sind die Parameter der Objekte. Diese können auf Relationen mit anderen Aspekten beruhen und Versionen und Variationen desselben Gegenstandes verfügbar machen. Objektorientierte Datenbanken erlauben optimale Wiederverwendbarkeit von Designbestandteilen, die bestmögliche Aufzeichnung der Intention des Designers, sowie die Möglichkeit schneller Adaption. (Zitat 1)

1.11 CAD Technik

2 D

Einfache 2D CAD-Systeme sind vektororientierte Zeichenprogramme. Zeichnungselemente sind Punkte, Linien, Linienzüge, Kreisbögen, Splines. Werkzeuge ermöglichen das Erzeugen, Positionieren, Ändern und Löschen von Zeichnungselementen. Die Arbeitsweise an sich unterscheidet sich nur wenig von der klassischen Arbeit am Zeichenbrett. Wesentliche Fortschritte werden durch die Verwendung von Ebenen (Layer-Technik) und die Arbeit mit vordefinierten Symbolen (etwa für Norm- und Wiederholteile) erreicht. Weiter entwickelte CAD-Systeme unterstützen die semi- oder vollautomatische Erzeugung von Bemaßungen und Schraffuren. Ein weiteres Leistungsmerkmal moderner 2D CAD Systeme ist die Verwendung von Assoziativität zwischen Zeichnungselementen, zum Beispiel zwischen Linien und Bemaßungen. Professionelle CAD-Systeme stellen Programmierschnittstellen zur Erweiterung der Funktionalität oder zur anwenderspezifischen Anpassung bereit.

2 D CAD Systeme werden überwiegend von Architekten benutzt ,weil trotzdem weniger Rechenintensiv ,ähnliche Ergebnisse möglich sind wie bei Volumenmodellen.

3D

Ein 3D CAD-System verarbeitet ein Volumenmodell des Konstruktionsobjektes. Dabei sind die folgenden Modellierungsverfahren verbreitet

- **Kantenmodell**

Dabei werden die Körperkanten durch eine mathematische Beschreibung abgebildet. Eine exakte Beschreibung der zwischen den Kanten liegenden Flächen ist in diesem Fall jedoch nur bei planaren Flächen gegeben.

- **Flächenmodell**

Dabei werden die den Körper begrenzenden Flächen durch eine mathematische Beschreibung, zum Beispiel durch NURBS- Flächen (für *Non Uniform Rational B-Splines*)beschrieben. Zusätzlich wird in der Regel noch die Topologie der Flächen, das heißt, welche Fläche grenzt an welche andere Fläche, mit abgespeichert.

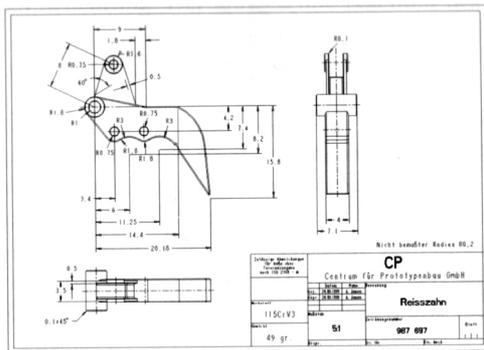
- **Konstruktionshistorie**

Das Konstruktionsobjekt wird durch eine Reihe von Konstruktionsschritten (wie zum Beispiel Vereinen, Schneiden) aus Grundgeometrien wie Quader, Zylinder, Kegel, hergeleitet. Die Reihenfolge der Konstruktionsschritte sowie die geometrischen Parameter der Grundkörper werden gespeichert. Ein wesentlicher Vorteil des history-basierten Modellierens ist die hohe Flexibilität. Durch Änderungen an den einzelnen Konstruktionsschritten kann die Geometrie auch im Nachhinein vielfältig geändert werden.

Moderne 3D CAD-Systeme unterstützen alle 3 Modellierungsverfahren sowie ihre eine weitgehende Assoziativität zwischen verschiedenen Geometrieelementen und besonders zwischen dem 3D-Objekt und der davon abgeleiteten Zeichnung.

Beispielsweise kann durch Änderung des Durchmessermaßes an der Zeichnung einer Bohrung das 3D-Modell des Teiles der Baugruppe, in der das Teil verbaut ist, modifiziert werden - darüber hinaus gleichzeitig aber auch das für die Fertigung erforderliche Werkzeug. (Zitat 2)

1.12 Arbeitsschritte CAD



1.2 Definition CNC

CNC ist die Abkürzung für *Computerized Numerical Control*, oder übersetzt computerunterstützte numerische Maschinensteuerung.

Die Steuerung der Werkzeugmaschine erfolgt mit Hilfe eines Computers, der direkt in die Steuerung der Werkzeugmaschine integriert ist.

Hervorgegangen ist die CNC aus der NC, Numerical Control, bei der die Informationen nicht als Komplettdatenprogramm in der Steuerung einer Maschine arbeiten, sondern satzweise von einem Lochstreifen eingespeist werden.

Das Zeitalter der CNC-Technologie setzte ungefähr Mitte der 1970er Jahre ein. Sie ermöglichte eine Rationalisierung in der Serienfertigung (z. B. in mechanischen Fertigungsbetrieben), aber auch in der Einzelfertigung (z. B. im Werkzeugbau). (Zitat 3)

Die Vorteile einer CNC-Steuerung liegen einerseits in der Möglichkeit zur einfachen Bearbeitung von komplexen Geometrien (3D), andererseits in der Bearbeitungs-/Wiederholgenauigkeit und hohen Geschwindigkeit der Bearbeitungsschritte. Durch die Möglichkeit, Programme zu speichern, können viele gleiche Teile ohne das Zutun eines Menschen in Serie produziert werden. Zudem ermöglicht die CNC-Technik neue Maschinenkonzepte, da keine mechanische Verbindung zwischen Hauptantrieb und Vorschubantrieben nötig ist.

1.21 CNC Technik

Heute ist die Mehrzahl der neu entwickelten Werkzeugmaschinen mit einer CNC-Steuerung ausgerüstet. Die CNC-Technik erlaubt eine teilautomatisierte Bearbeitung mit 2, 2 1/2 und 3 Achsen. Auch Werkzeugmaschinen mit mehr als 3 numerisch gesteuerten Bearbeitungs-Achsen sind heute keine Seltenheit mehr.

So ist es jetzt möglich, durch Verwendung der drei Achsen X, Y und Z jeden Punkt im Bearbeitungsraum einer Werkzeugmaschine zu erreichen. Aber es sind eben nur achsparallele Bewegungen möglich. Um beispielsweise eine Bohrung unter einem Winkel von 45° anzubringen, ist es erforderlich, das Werkstück oder das Werkzeug (oder beides) zu drehen. Moderne Maschinen bieten die Möglichkeit, den Maschinentisch im oder gegen den Uhrzeigersinn zu drehen, um weitere Konturbearbeitungen zu ermöglichen. Diese Rotationsachsen werden je nach Anordnung auf der Maschine mit den Buchstaben A, B und C bezeichnet: A rotierend um die X-Achse, B um die Y-Achse und C um die Z-Achse. Des Weiteren können noch so genannte Hilfsachsen jeweils parallel zu X, Y, Z existieren, die dann U, V, W genannt werden. Alle Achs-Richtungen können mehrfach an einer Werkzeugmaschine vorkommen und erhalten dann einen Index. (Zitat 4)

1.3 Rapid Prototyping

Rapid Prototyping ist die schnelle Herstellung von Musterbauteilen ausgehend von Konstruktionsdaten, die vorher in CAD Programmen erstellt oder über das Reverse Engineering (siehe 1.4), von einem realen Modell ausgehend, digitalisiert wurden. Rapid-Prototyping Verfahren sind Fertigungsverfahren, die das Ziel haben, vorhandene CAD-Daten möglichst ohne manuelle Umwege direkt und schnell in Werkstücke umzusetzen.

Die seit den achtziger Jahren bekannt gewordenen Verfahren sind in der Regel Urformverfahren, die das Werkstück schichtweise aus formlosen oder formneutralen Material unter Nutzung physikalischer und/oder chemischer Effekte aufbauen.

Zu den Anwendungen des Rapid Prototyping gehören unter anderem Stereolithografie (STL), selektives Lasersintern (SLS), Lasergenerieren, Fused Deposition Modeling (FDM), Laminated Object Modelling (LOM), 3D Printing und Multi Jet Modeling.

Die Anwendungsgebiete für diese Fertigungsverfahren, die sich am Anfang auf das Herstellen von Modellen und Prototypen - daher der Begriff Rapid Prototyping - konzentrierten, auf weitere Felder ausgedehnt.

Dazu zählen:

- der Einsatz als physisches Modell: Concept Modeling,
- der Einsatz als Werkzeug: Rapid Tooling und
- der Einsatz als Fertigteil: Rapid Manufacturing

In Verbindung mit weiteren Technologien wie dem Reverse Engineering (Digitalisieren), dem CAD, dem Virtual Reality (siehe 1.5), sowie modernen Werkzeugbauverfahren wird die Verfahrenskette innerhalb der Produktentwicklung auch als Rapid Product Development bezeichnet. (Zitat 5)

Unmittelbar nach Veröffentlichung der ersten kommerziellen Rapid Prototyping Verfahren im Jahre 1987 wurden bereits zukünftige Anwendungen und Einsatzmöglichkeiten gefunden. Beflügelt durch diese Technologie haben die Entwickler Szenarien erdacht, die eine Ersatzteilbevorratung völlig abschaffen, und durch entsprechende Rapid Prototyping Anlagen „Just in Time“ ersetzen wollen, d.h. die Teile nur erst dann zu produzieren, wenn sie gebraucht werden.

Besonders intensiv wurde der Vorschlag diskutiert, die gesamte Ersatzteilbevorratung von Flottenverbänden, beispielsweise auf einem Flugzeugträger, durch entsprechenden Einsatz von Rapid Prototyping (Metall-) Anlagen sowohl überflüssig zu machen als auch die Versorgung flexibel sicherzustellen.

Heute wird auch über Szenarien nachgedacht, nach denen es mit Methoden des so genannten Rapid Manufacturing möglich wird, auf entfernte Himmelskörper, z.B. Mars Gerätschaften und Ersatzteile zu bringen. Diese Überlegungen greifen nur dann, wenn es gelingt, Prototyper mit den dort verfügbaren Materialien wirkungsvoll arbeiten zu lassen.. (Zitat 6)

Diese zukunftsorientierten Anwendungen zeigen, welche Bedeutung dieser Technologie eingeräumt werden kann und welches großes Potential hier vorhanden ist.

1.4 Reverse Engineering

Entgegen dem gängigen Entwicklungsverlauf, d.h. dass aus Datenmodell ein Produkt entsteht, wird bei Reverse Engineering aus einem bestehenden Prototyp/Produkt/Werkzeug ein CAD-Datensatz gewonnen, also vom realen physischen Produkt zur digitalen Konstruktion.

Das Reverse Engineering schafft dadurch einen Expresszugang vom bereits vorhanden Werkstück zu einem Konstruktionsmodell in der Rechnerwelt und beschleunigt damit den Entwicklungsprozess erheblich.

Die dazu verwendeten Methoden der Datenrückführung basieren auf zwei Systemen, die die räumlichen Koordinaten des Produkts/Werkstücks liefern. Diese Systeme sind:

Taktiler Digitalisieren:

Berührendes Messverfahren (Eine Kugel ist auf einer Feder befestigt)

- Oberfläche wird zeilenweise erfasst
- Anschließend: Rückrechnung auf Nullgeometrie
- geeignet für Objekte mit hohem Freiformflächenanteil
- Durch das taktile Messen sind max. 12 000 Daten pro Oberfläche möglich.

und optisches Digitalisieren

Laserscanner erfasst das Objekt (ähnlich dem Kassenscanner)

- Sehr schnelle Digitalisierung durch flächenhafte Objekterfassung
- Sehr gut für Freiformflächen

Mittels einer Digitalkamera sind etwa 20 Mio. Messpunkte auf der Oberfläche möglich. (Zitat 7)



optisch/ taktiler Messarm der Firma Faro (Abb 2)

1.5 Virtual reality

Bis vor einigen Jahren beschränkte sich die Darstellung von Modellen, Konstruktionen oder virtuellen Welten auf 3-Dimensionale Modellstudien oder 2- dimensionale Abbildungen mit dem Versuch ein möglichst realistisches Bild des Objektes darzustellen und ein erstes Gefühl für dieses zu entwickeln. Der Entwickler und Designer kannten daran Konstruktion ,Funktion, Form und Ausdruck studieren.

Besonders in der Architektur und der Automobilbranche (siehe 2.5) sind der realistischen Wiedergabe durch solche Medien Grenzen gesetzt, die eine detailgenaue und auf Umwelteinflüsse reagierende Umgebung nur im Ansatz mit Licht, Schatten und örtlichen Begebenheiten simulieren können.

Mit neuartiger Soft- und Hardware ist es nun gelungen bestehende Barrieren zu überwinden und die Tür zur Welt der Virtual Reality aufzustoßen.

Diese Technologie (kurz VR-Technologie) ermöglicht es, beliebige existierende und nicht existierende Objekte rechnergestützt dreidimensional darzustellen.

Nicht existierende Objekte können z.B. sich im Planungsstadium befindliche Produkte sein, die auf diese Weise realitätsnah visualisiert werden können. Weiterhin können Eindrücke vermittelt werden, die in der Realität nicht greifbar sind, etwa weil bestimmte Vorgänge zu schnell ablaufen oder gänzlich unsichtbar sind.

Der Einsatz der VR-Technik bringt dem Anwender außerdem qualitativen Nutzen in Form von Imagegewinn und Wettbewerbsvorteilen durch Darstellung von Hightech-Kompetenz und Schaffung eines 3D-Erlebnisses.

Insbesondere für die Bereiche Marketing und Öffentlichkeitsarbeit ist dieses äußerst werbewirksam nutzbar. (z.B. bei Präsentationen von Projekten ,um sie Außenstehenden zugänglicher zu machen) (Zitat 8)

Virtual Reality kann für folgende Bereiche genutzt werden:

- **Konstruktion:** Ingenieure können mit der VR Technologie über große Distanzen an virtuellen Konstruktionen arbeiten.
- **Medizinische Forschung:** Wissenschaftler benutzen VR für eine Vielzahl an medizinischen Projekten, zum Beispiel zur Darstellung des Herzens, von Enzymen oder zur DNA Forschung.
- **Unterhaltung:** Die Immersion in Videospiele wird verstärkt. Für die 3D Spiele Doom 1, Quake 2 und Quake 3 existieren schon funktionsfähige Portierungen.

1.51 Technik

Um ein Gefühl der Immersion ,d.h. das Eintauchen bzw. den Grad des Eintauchens in eine Virtual Reality- Szene zu erzeugen, werden zur Darstellung Virtueller Welten spezielle Ausgabegerät benötigt. Bekannt sind vor allem das Head- Mounted Display HMD (oder VR-Helm), Großbildleinwände oder die CAVE (*Cave Automated Virtual Environment d.h. Höhle mit automatisierter, virtueller Umwelt*). Um einen räumlichen Eindruck zu erschaffen, werden zwei Bilder erzeugt und dargestellt. Um das jeweilig Bild dem richtigen Auge zuzuführen, existieren verschiedene Technologien.

Man unterscheidet aktive, wie z.B. Shutterbrillen ,und passive, wie z..B. Polarisationsfilter. Für die Interaktion mit der Virtuellen Welt können teilweise noch konventionelle Eingabegeräte ,wie z..B. Tastatur oder Maus verwendet werden. Dennoch werden je nach Komplexität der Anforderung spezielle Steuerungen benötigt. Zu nennen sind hier u. a. Spacemouse, Datenhandschuh oder den Fly- Stick. (Zitat 9)

2 Anwendungen der Technologien

2.1 Entwurf mit CAD Programmen Beispiel Mont Blanc

Die Einsatzmöglichkeiten der CAD Software ist groß: Es ist nicht nur die technische Konstruktion sondern auch die Fertigung und Produktion von Gegenständen ,die mit Hilfe des Computers stattfindet.

Anhand des „Meisterstückes“ der Marke Mont Blanc ,möchte ich verdeutlichen, wie eine Verschmelzung von handwerklicher Tradition mit neuzeitlicher technischer Innovation ein hervorragende Produkt entstehen lässt, dem die Liebe zum Handwerk und Detail ,sinnlicher Materialanmutung und Fortschrittsgedanke anzusehen ist.

»Traditions-gemäß antwortet Montblanc mit High- Touch auf High- Tech, also mit Produkten, die wir sinnlich genießen, auf die Schnelllebigkeit der modernen Zeit.

Das heißt aber nicht, dass wir keine High-Tech-Produkte nutzen, um unseren Kunden ein Sortiment präsentieren zu können, das durch sein faszinierendes und zeitloses Design besticht sowie durch seine einmalige und makellose Qualität überzeugt.« (Zitat 10)



Abb. 3

Um den gesamten Entwicklungs-, Produktions- und Fertigungsprozess zu beschleunigen ,kommt die Software Unigraphics Solutions zum Einsatz.

Das Hauptkriterium für die Auswahl dieser Software-Lösung ist ein Bestreben, die gesamte Prozesskette umfassend zu unterstützen, was bisher nicht möglich war. Dabei steht die Möglichkeit zum parametrischen Modellaufbau und die assoziative Verbindung der Modelle zu deren Ableitungen, wie Zeichnungen und FEM-Berechnungen, (Finite- Element-Methode) im Vordergrund.

Zum Beispiel kann durch einen Verwendungsnachweis überprüft werden, in welchen Schreibgeräten bestimmte Teile verwendet werden, wobei auch das Material und die Oberflächenbeschaffenheit wie Massivgold, vergoldet, platiniert oder graviert verwaltet werden.

Solche Diversifizierung ermöglicht unter anderem die Verwendung von Basisteilen von Montblanc wie z.B. Ringe die bei gleicher Grundgeometrie in bis zu 40 verschiedenen Ausführungen vorliegen.

Bei problematischen Bauteilen wie den Schreibgeräte-Clips können nicht nur Freiformflächenmodulationen erstellt, sondern auch auf mechanische Belastbarkeit überprüft werden.

Diese FEM- Berechnungen werden besonders zur Konstruktion der Schreibfedern genutzt um einen optimalen Tintenfluss zu garantieren. Die Jahrzehntelange Erfahrung des Handwerks wird hier durch Computertechnologie noch weiter optimiert.

Die Konstruktion von Spritzgusswerkzeugen als auch z.B. die Fertigung der Montageaufnahmen kann durch Verfügbarkeit aller Konstruktionsdaten schnell umgesetzt und im Bedarfsfall übergreifend ,von zentraler Stelle aus, abgeändert werden. Ferner kann durch die Visualisierungsfunktionen der Software die Variantenvielfalt an Produktentwürfen, die bisher durch den Musterbau realisiert werden musste, erheblich reduziert werden. Dieses führte auch zu einer Beschleunigung bei der Entscheidungsfindung bezüglich der Fertigung von neuen Produkten beziehungsweise der Erweiterung von vorhandenen Kollektionen. (Zitat 11)

2.2 CNC Fertigungsmethoden Beispiel C- Hocker

Die Möglichkeit durch den Computer neue Wege der Bearbeitung und Umsetzung tradierter Arbeitsmethoden und Konstruktionen zu gehen hat neue Möglichkeiten eröffnet, die in dem nun folgenden Beispiel erläutert werden soll.

Ausgehend vom so genannten "Ulmer Hocker" ursprünglich entworfen 1954 von Max Bill für die Hochschule für Gestaltung in Ulm, entstand der C-Hocker als Experimentierobjekt an der HfG Offenbach.

Das Möbel ist quasi eine neuzeitliche Interpretation dieses „Design Klassikers“ Er entstand im C-Labor (Computer) der Schule und kann als eine Hommage an den „alten Meister“ gesehen werden. .

Er besteht aus 4 Einzelementen. Diese sind mit Fingerspitzen-Verzinkung verbunden, deren Form und Funktion eine Weiterentwicklung traditioneller Schwalbenschwanz-Steckverbindungen ist.

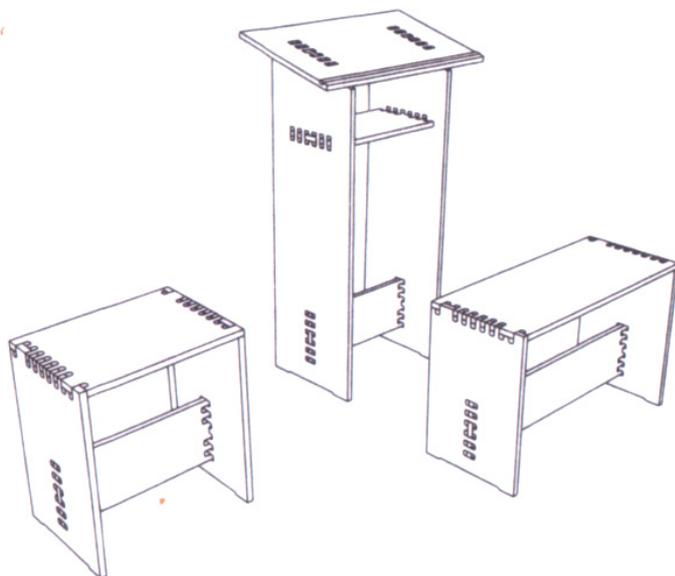
Sie reflektiert die technischen Besonderheiten, die mit einer üblichen 3- Achs CNC-Fräse möglich sind. Die Verzinkung wurde so modifiziert, dass bei einer waagerechten aufgespannten Platte in einem Arbeitsgang mit dem Randbeschnitt der Werkstücke gefräst werden kann.

Durch den runden Fräskopf bedingt, entstand allerdings kein flacher, sondern ein halbrunder Zinkengrund in der Größe des Fräsdurchmessers, so dass beim Zusammenfügen der Bretter ein kleiner, halbmondartiger Spalt entsteht.

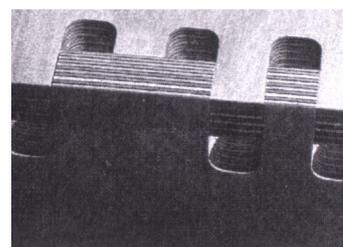
Da dieser Spalt wie eine fehlerhafte Ausführung wirkte, andererseits aber gar nicht zu vermeiden war, galt musste tiefer als erforderlich eingefräst werden. Der zunächst undeutliche Spalt wurde zu einem klar gewollten Anzeichen des neuen Produktionswerkzeugs überhöht.⁽¹²⁾

Für den praktischen Einsatz in der Tischlerei ist es nun möglich, ohne aufwendige Handarbeit dieses Möbel herzustellen.

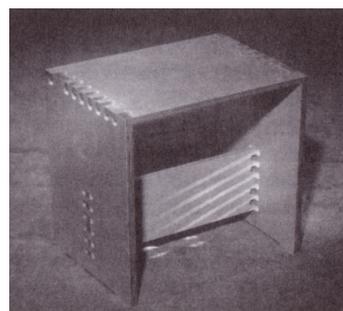
Es entsteht ein Produkt, dass mit geringen Modifikationen an spezielle Kundenwünsche hinsichtlich der Dimension angepasst werden kann.



Variationsmöglichkeiten



Zinkenverbindung



C- Hocker

Abb (4)

2.3 Anwendung Rapid Prototyping Beispiel Implantate

Ein Anwendungsgebiet der Rapid Prototyping Technologie stellt das Ersetzen oder Aufbauen bestehender Strukturen in Form von Implantaten dar.

So lassen sich der Zahnersatz oder künstliche Knochen in kurzer Zeit passgenau produzieren.

Implantate müssen einzeln und passgenau gefertigt werden. Zahnersatz oder künstliche Knochen aus Titan werden bisher durch spannende Verfahren oder Gießen hergestellt. Doch beides ist aufwändig und dauert meist Wochen. Viel einfacher und schneller geht es mit dem Laser Melting, dem Umschmelzen von Metallpulver durch Laserstrahlung. Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT haben gemeinsam mit der Industrie das Laserschmelzen weiter entwickelt, sodass Implantate direkt aus Computer-Tomografischen-Daten (CT-Daten) gefertigt werden können. Mit Hilfe dieser Daten wird das Bauteil Schicht für Schicht aus Metallpulver aufgebaut.

Ein Laserstrahl fährt genau die Bereiche ab, die das Implantat bilden sollen, und verschmilzt die Metallpartikel. Erfolgversprechende Einsatzgebiete sind die Dental- und Medizintechnik sowie die Fertigung komplexer Bauteile im Formen – und Modellbau.

Die Materialeigenschaften nähern sich immer mehr den Zielwerkstoffen an, so dass nun bald von einer ernsthaften Konkurrenz zur spannenden und Formgebenden Bearbeitung ausgegangen werden kann. (Zitat 13)



durch rapid prototyping erzeugtes Kopfimplantat (Abb.5)

2.4 Anwendung Reverse Engineering Beispiel Vojtech -Statue

1999 startete das Staatliche Institut für Denkmalpflege in Prag die Überwachung des Zustandes der Statuen der Prager Karlsbrücke.

Die dort stehende Vojtech- Statue ist sehr detailliert und voller versteckter Flächen. Eine Erfassung der Skulptur mit all ihren Einzelheiten ,stellt eine große Herausforderung an die verwendete Methode zur exakten Digitalisierung der Statue dar.

Durch Reverse Engineering wurde die Statue des Heiligen Adalberts (*tschech. Vojtech*) optisch 3D digitalisiert und die erhaltenen Messdaten zur Herstellung von originalgetreuen Kopien verwendet.

Zur Erfassung des Ist-Zustandes wurde eine zerstörungsfreie Messmethode (optisches System) eingesetzt - die bisher verwendete fotografische Dokumentation der "flachen Bilder" erfüllte nicht den neuen geforderten Anspruch zur exakten 3D-Nachbildung der Statue.

Deshalb war eine 3D-Digitalisierung erforderlich ,damit die Formdaten der Statue archiviert ,verglichen, und zur Herstellung von Kopien verwendet werden können. Für die genaue Erfassung wurden an die Statue Referenzpunkte angebracht und mit der Digitalkamera Aufnahmen aus verschiedenen Kamerapositionen gemacht.

Diese Bilder wurden in einen Rechner eingespeist ,in dem die Auswertungssoftware die genaue 3D-Position der Referenzpunkte auf dem Objekt berechnet.

Das Netz der Referenzpunkte wurde verwendet ,um mit Hilfe von Computern die weiteren digitalen Fotografien automatisch in das definierte Koordinatensystem zu integrieren. Aus den verschiedenen Messungen lies sich nun die gesamte Oberflächenform des Objekts exakt und effizient erfassen und digital am PC darstellen.

Zur Erfassung der Staute wurden mehr als 350 Aufnahmen gemacht und über 37 Millionen Datenpunkte mit einem Messpunktabstand von 0,5 mm erfasst. Je nach Statue und erforderlicher Datendichte kann derartige Messung in zwei bis drei Tagen erfolgen.(Zitat 14)

1. Schritt: Referenzpunkte werden angebracht

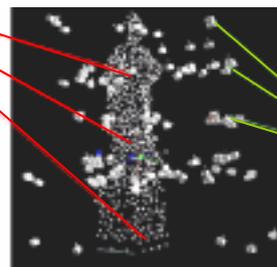


2. Schritt: Aufbau zur Digitalisierung der Statue



3. Schritt: Referenzpositionen und rekonstruierte Kamerapositionen

Referenz Positionen



Kameraposition



3D digitalisierte Statue und Sockel

Abb(6)

2.5 Anwendung Virtual Reality Beispiel VW

Besonders in der Automobilbranche ist wegen der kurzen Produktzyklen und hohen Investitionskosten ein Einsatz der neuen Computertechnologie von entscheidender Bedeutung.

Gerade in Bezug auf Entwicklungszeiten und frühzeitiger Möglichkeiten der Visualisierung, stellt diese Technologie bereits in der Planung einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil dar.

Bei VW in Wolfsburg wird der Vorteil dieser Technologie im Wert von ca. 20 Mio Euro seit 2004 genutzt und setzt mit diesem einzigartigen 3D-Visualisierungs-zentrum, neue Maßstäbe in der Automobilindustrie. (Zitat 15)

Die Vorteile sind:

- Einsparungen der Arbeitszeit von bis zu 30 %, weil im virtuellen Raum Lösungen sofort ermittelt werden können
- Modell- und Prototypenbau aus Ton und später aus Blech entfällt
- Überprüfung der Bauteile und deren Konstruktion und Funktion bereits in der Entwicklungsphase
- Visuelle Darstellung von Umgebungssituationen, Fahrzeuganmutung und Lichtverhältnissen
- Nutzung von Schubladenideen via Netzwerken unter den Beteiligten



Simulation des Inneren des noch nicht gebauten Autos

Abb (7)



realistische Fahrzeugumgebungen können erprobt werden

3 Der Wandel von konventioneller Fertigung zur NC/CNC Technik

3.1 Auswirkungen auf den Menschen, Stimmen von Betroffenen Arbeitern

Die zuvor beschriebenen Verfahren verdeutlichen ,welches Potential vorhanden ist, um durch Rechner gestützte Entwicklung und Visualisierung neue zukunftsorientierte Wege zu beschreiten.

Ihre universellen Einsatzmöglichkeiten ermöglichen einerseits die Entstehung von Produkten und deren Umsetzung werfen aber auch Fragen der Kritik und Bedenken auf ,inwiefern dieses negative Auswirkungen hat auf den Menschen und dessen sozialen Berührungspunkten in ihrer Entstehung ,Umsetzung und schließlich den Mann in der Fertigung.

Dazu ein Facharbeitern in einer modernen CNC Fertigung:

„Jeder von uns , der einen Beruf erlernt hat, ist früher im Beruf groß geworden, weil ein Kollege neben ihm gearbeitet hat, der ihm geholfen hat, der die Erfahrung weitergegeben hat .All das fehlt doch heute .Jeder hat doch mit sich selber zu tun ,ist doch nicht mehr in der Lage, seine Maschine stehen zu lassen, und zu dem anderen Kollegen an die Maschine zu gehen und dem weiterzuhelfen .Das ist nur noch beschränkt möglich. Weil jeder genug mit sich selbst zu tun hat, und es dann eben die unterschiedlichen Steuerungen gibt. Der kann vielleicht seinen Kollegen noch sagen, was für Schritte er zu tun hat, aber mit der Steuerung kennt er sich auch nicht aus. Und wo kann ich im Betrieb denn überhaupt noch jemanden fragen?“(Zitat 16)

Dieses Zitat verdeutlicht eine stetige Entfremdung der Arbeiter bei der CNC gesteuerten Fertigung. So zählte früher noch das durch die Erfahrung gewonnene Wissen über die Art spezieller Bearbeitung und Eigenart der Materialien. Die Komplexität der Steuerung hat Dimensionen angenommen, die der normale Arbeiter nicht mehr verstehen kann.

Er wird zum Bediener einer Technologie ,die einen Sinn gebenden Bezug und befriedigende Identifikation vermissen lässt. Diese war ehemals gegeben durch einen persönlichen Bezug zum Werkzeug in der Hand. Dessen Eigenarten und Besonderheiten waren bekannt und machten den auf die Maschine spezialisierten Arbeiter unersetzbar. Es ging um ein Beherrschen der Individualität.

Jetzt kann jeder Arbeiter die Maschine bedienen ,ohne spezielle Kenntnisse über deren Funktion besitzen zu müssen.

Er wird jederzeit austauschbar und zum Handlanger.

Zwar werden Fehler in der Herstellung ausgeschaltet ,was die Kosten und damit die Produktivität erhöht ,es fehlt aber auch jene gewisse persönliche Note ,die nun mal Handarbeit mit sich bringt.

Ferner kommt es im sozialen Bereich zum Verlust eines Gemeinschaftsgefühls und Entstehen von Oberflächlichkeit ,da jeder auf sich allein gestellt zu sein scheint und im Kollegen nur eine Konkurrenz für den austauschbaren Arbeitsplatz sieht.

3.2 Auswirkungen auf die Entwicklung

Die Anwendung der CAD Technik hat wie bereits im Kapitel (1) beschrieben ,große Vorteile bei der Vereinfachung und damit Rationalisierung der entstandenen Produkte. Die Technik macht es möglich Daten per E-Mail über die ganze Welt zu schicken. Das digital gespeicherte Wissen ist jederzeit abrufbar und durch das Internet dezentralisiert.

Jedoch lassen sich auch die negativen Auswirkungen nicht verheimlichen.

Durch parametrische Berechnungen vorgegebene Hilfswerkzeuge in der Entwicklung vereinfachen zwar die Arbeit, bestimmen jedoch auch allzu schnell die Formgebung.

Die Gestaltung der äußeren Form, die so genannte *Formfindung* lässt sich auch vergegenständlicht mit der Arbeit eines Bildhauers vergleichen, der eine gedachte Form aus einem Steinblock herausarbeitet.

Gelungenes Produktdesign ist heute oft ein ausschlaggebendes Kriterium für die Kaufentscheidung und damit für den Markterfolg eines Produktes.

Deshalb legen Industriedesigner und Marketingfachleute großen Wert auf die Verfügbarkeit möglichst perfekter Visualisierungen schon in den frühen Phasen der Produktentwicklung. Da die Arbeit in einer Modellwerkstatt als zu langsam und nicht immer als angenehm empfunden wird, gibt es im Industriedesign einen starken Trend zur fast ausschließlichen Arbeit im virtuellen Raum mit Hilfe von Computern. (Zitat 17)

Bedingt durch den immer weiter zunehmenden Druck, die für die Produktentwicklung benötigte Zeit so kurz zu halten wie möglich, zeichnet sich hier eine Tendenz zum möglichst frühen Einsatz von CAD-Systemen ab. Viele Ingenieure würden am liebsten das ganze Produkt virtuell im Computer entwickeln und erst bei der Fertigung der Werkzeuge den Schritt vom Virtuellen ins Reale vollziehen. In einer Vielzahl der Fälle ist das durch die rasante Entwicklung der Computertechnologie und die Fortschritte auf dem Gebiet der Simulation schon heute möglich ,jedoch nicht in Situationen in denen die Haptik eine Rolle spielt.

Vielleicht nicht unbedingt notwendig, aber doch sehr hilfreich sind hier Modelle bei der Entwicklung von Produkten mit ergonomischen Anforderungen ,oder die einen hohen Anteil an Freiform- flächen aufweisen.

In beiden Fällen sollte der Gestalter seine Formfindung direkt am Modell vornehmen, also in der gleichen Weise wie ein Bildhauer arbeiten.

Ich denke dieses scheint die Voraussetzung zu sein um Produkte entstehen zu lassen, die von Menschen für Menschen gestaltet sind und auf deren Bedürfnissen eingehen. Es kommt sonst zur unvermeidlichen Anpassung des Menschen an rein konstruierte Objekte, denen ein persönlicher Bezug vollkommen fehlt.

3.3 Auswirkungen auf die Produkte

Heutzutage entstehen durch den Einsatz der Computer Produkte ,denen ihre innewohnende Qualität der Fertigung durch den Arbeiter kaum anzusehen ist. Offensichtlich dem menschlichen Bedürfnis nach einer eigenen sinnlichen Qualität widersprechend, zeugen diese nur noch von dem technischen Know- How ,das zum Entwickeln durch Computer notwendig ist.

Handwerkliche Hingabe und persönliche Beziehung zum Entwurf und dessen Umsetzung von Hand scheint abhanden gekommen. Es fehlt die menschliche Note!

Werkstücke und Möbel werden mit Hilfe von Maschinen rasch und präzise hergestellt ,ohne das dazu handwerkliche Fähigkeiten erforderlich wären. Der Einsatz dieser neuen technischen Möglichkeiten führt ,zu einem grundlegenden Wandel im Ansehen des Handwerks und zu einer völligen Unterschätzung des Werts und der Fähigkeiten der menschlichen Hand.(Zitat 18)

Die Holzhandwerker unserer Zeit machen sich zu sehr abhängig von Maschinen und Vorrichtungen, die schnell und bequem zu bedienen sind. Diese Abhängigkeit aber führt dazu, dass dem Ergebnis der Arbeit die menschliche Note fehlt.

Betrachtet man Schränke und Möbel vergangener Epochen, so fühlt man ganz deutlich ihre lebendige Ausstrahlung. Ähnliche Möbel, die mit modernen Methoden produziert wurden, wirken dagegen kalt. Es scheint, als seien sie nur gemacht, um einen bestimmten Zweck zu erfüllen. Natürlich arbeiteten auch die Handwerker früherer Zeiten schon zweckorientiert, sie verwendeten jedoch dabei vorwiegend Handwerkzeuge. Woran liegt es also, dass ihre Arbeiten soviel mehr an Ausstrahlung besitzen?

“Der Körper überträgt nach außen, was im Herzen und im Geist des Menschen geschieht. Dieses übersträgt sich dann auf den gefertigten Gegenstand .Handarbeit erzeugt minimale Abweichungen ,es entsteht der Eindruck von Lebendigkeit. Manche nennen es Schwingung, manche sagen, das Möbel besitze eine "handwerkliche Prägung",ich nenne es die menschliche Note.“(.)(Zitat 18)

Ich denke, solche unterbewussten Qualitäten können von Maschinen, besonders in der Computergesteuerten CNC Herstellung, nicht in diesem Maße vermittelt werden, denn sie sind nur in der Lage Abläufe durchzuführen denen die „Menschliche Note“ fehlt. Heraus kommen perfekt gearbeitete Gegenstände ohne dem besonderen Reiz der Individualität, ohne ,das man ihnen den Fleiß , die Erfahrung und den Kampf mit den Elemente und der Materie „anmerkt“, ohne „innere“ Qualität. Ohne Seele.

Und das wäre schade!

4 Fazit

Durch die Beschäftigung mit den Auswirkungen der CAD /CNC Technik ist mir bewusst geworden ,welche Möglichkeiten und Vorteile diese Technologien besitzen. Es gilt aber auch zu beachten, dass man dennoch ihren Einsatz auch mit Bedacht wählen muss.

All zu schnell bedient man sich einer Technik, die in Oberflächlichkeit und Qualitätsverlust mündet ,so dass alte Werte und Traditionen verloren gehen. Ich denke ,es ist sinnvoll einen Kompromiss zu finden aus der Tradition mit ihren Werten und Methoden ,wenn es auf Emotionen, Individualität und innere Qualitäten ankommt und dem Computer ,der durch seine innovativen Möglichkeiten ,viele beschleunigt und vereinfacht. Er ist in der Lage perfekte Arbeit zu leisten ,wenn es auf Genauigkeit ,Reproduzierbarkeit und einem Austausch von Daten ankommt. Nur im Zusammenspiel beider Wege können ihre Qualitäten Befriedigendes produzieren ,das sowohl emotionale Qualitäten aufweist ,als auch eine rationelle Entstehung ermöglicht.

5 Literaturverzeichnis

CAD Cam Report

Engineering Magazin Nr. 10

Montblanc Mehr als nur Schreibgeräte

Heidelberg ,Dressler Verlag, Oktober 2002

Faro Europe

Produkteinführung Faro

Stuttgart ,Faro Publications ,200

Gebhardt Andreas

Rapid Prototyping

Werkzeuge für die schnelle Produktentstehung

München, Wien Carl Hanser Verlag ,2000

Satzer Rolf

Arbeiten mit CNC Werkzeugmaschinen

Technikgeschichte von unten

Frankfurt am Main ,Fachhochschulverlag ,2000

Steffen Dagmar

C_Moebel

Digitale Machart und gestalterische Eigenart

Frankfurt ,Anabas- Verlag ,2003

Odate ,Toshio

Das Produkt und sein Handwerk

Werkzeuge des Japanischen Schreiners

Maier ,Ravensburg ,1992

Volkswagen AG

Volkswagen Magazin

Leben in der mobilen Welt 01

Wolfsburg, Volkswagen AG ,2001

Wirth Joachim

Rapid Modelling

Gegenständliches CAD für die "begreifbare" Produktgestaltung

München, Carl Hanser Verlag ,2002

Zitate

- (1) **vgl. Wikipedia Definition CNC**
[http://de.wikipedia.org/wiki/ Computerized_Numerical_Control.htm](http://de.wikipedia.org/wiki/Computerized_Numerical_Control.htm)
Stand 14.06.05
- (2) **vgl. Rapid Modelling** Seite 15 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (3) **vgl Arbeiten mit CNC Werkzeugmaschinen** Seite 28 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (4) **vgl Wikipedia Definition CAD**
http://de.wikipedia.org/wiki/Computer_Aided_Design#CAD-Programme
Stand 15..06.05
- (5) **vgl. Rapidprototyping** Seite 6 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (6) **vgl Wikipedia Definition Rapid Prototyping**
http://de.wikipedia.org/wiki/Rapid_Prototyping_%28Konstruktion%29
Stand 17.06.05
- (7) **Faro Produkteinführung** Seite 3 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (8) **vgl. VW Magazin** Seite 18 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (9) **vgl. VW Magazin** Seite 19 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (10) **Zitat: Dietmar Podszuweit** ,der Leiter der technischen Entwicklung bei Mont Blanc in Hamburg.
- (11) **vgl. CAD Cam Report** Seite 2 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (12) **vgl. C_Moebel** Seite 76 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (13) **vgl. Fraunhofer Gesellschaft Implantate mit Rapid-Technologien fertigen**
<http://openpr.de/news/22402-implantate-mit-rapid-technologien-fertigen.html>
Stand 29.06.05
- (14) **vgl. Iltis GmbH Vom physischen Produkt zur digitalen Konstruktion**
http://www.gom.com/De/Anwendungen/Digital/rev/charles_bridge.html
Stand 29.06.05
- (15) **vgl. Volkswagen Magazin** Seite 18 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (16) **Arbeiten mit CNC Werkzeugmaschinen** Seite 9 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (17) **vgl.Rapid Modelling** Seite 13
- (18) **vgl. Das Produkt und sein Handwerk** Seite 188 (*siehe Literaturverzeichnis*)
- (18) **Zitat: Toshio Odate** jap. Schiebetürenbauer, Professor am Pratt Institute of Visual Art in New York

Bildnachweise

Abb 1: *CAD Arbeitsschritte*
Rapid Prototyping Seite 16 (siehe Literaturverzeichnis)

Abb 2: *Faro Messarm*
Faro Produkteinführung Seite 3 (siehe Literaturverzeichnis)

Abb. 3: *Mont Blanc Meisterstück*
CAD Cam Report Seite 2

Abb. 4: *C- Hocker*
C_Moebel Seite 76 (siehe Literaturverzeichnis)

Abb. 5: *Kopfimplantat*
Fraunhofer Gesellschaft Rapid Prototyping
Implantate mit Rapid-Technologien fertigen
<http://openpr.de/news/22402-implantate-mit-rapid-technologien-fertigen.html>
Stand 30.06.05

Abb. 6: *Digitalisierung der Voijtek Statue*
Reverse Engineering
http://www.gom.com/De/Anwendungen/Digital/rev/charles_bridge.html
Stand 30.06.05

Abb. 7: *Virtual Reality in der Entwicklung*
VW Magazin Seite 18 (siehe Literaturverzeichnis)