

Informatik Institut der RWTH Aachen
Lehrstuhl X für Medieninformatik

Mensch-Maschine-Interaktion

Prof. Dr. Borchers / Daniel Spelmezan
SS2006

Cultures of Prototypes

Proseminar
Sommersemester 2006

vorgelegt als
Ausarbeitung

Faezeh Afroozi

Genc Begolli

im Juni 2006

Inhalt

1. Einleitung	2
2. Prototypen	2-3
3. Kulturelle bzw. firmenpolitische Unterschiede	4
3.1 Ausarbeitung und Spezifikation	4-5
3.2 Prototypen und deren Medium	5-6
3.3 Prototypingzykel	6
4. Fragen, die durch Prototypen beantwortet werden können	6-7
5. Änderung der Firmenpolitik in der Prototyp-Frage	7
5.1 Ausarbeitung und Spezifikationen	7
5.2 Prototypen und deren Medium	7
5.3 Prototypingzykel	8
6. Fazit	9
7. Literaturverzeichnis	10

1. Einleitung

In der Auswahl unseres Referatthemas sind wir auf das Themenfeld „Cultures of Prototyping“ gestoßen. Wir haben uns für dieses Thema entschieden, da das Programm Visual Basic, auf das wir in unserer Ausarbeitung näher eingehen werden, uns verdeutlichte, wie wichtig dieses Thema im Softwareentwurf sein kann. Zusätzlich überzeugten uns der Text „Cultures of Prototyping“ von Michael Schrage und die vielen interessanten Beispiele, die er in seinem Text erwähnt.

Beginnen möchten wir mit einem kurzen Überblick über die wichtigsten Daten zu Michael Schrage. Danach werden wir die großen Themen Prototyp, Prototypkultur, den Innovationsprozess sowie das Innovationsteam erklären. Des Weiteren wird natürlich auch die Spezifikation, die mit der Entwicklung von Prototypen in Zusammenhang steht, erläutert.

Michael Schrage hat für seine Ausarbeitung „Cultures of Prototyping“ den Dublin Literaturpreis erhalten. Er arbeitet heute am Massachusetts Institute of Technologie, auch bekannt als MIT, und ist dort als Kodirektor des MIT im Medienlabor angestellt, wobei er speziell für die E-Market Initiative tätig ist. In diesem Bereich hat er sich schon früh bekannt gemacht, da er „Werbeviren entworfen[hat], die sich autonom durchs Netz bewegen und ihre Konsumbotschaft epidemisch verbreiten“ ([5] Glaser, S. 1). Michael Schrage ist einer der weltweiten Experten für wirtschaftliche Innovationen. Er hilft Firmen bei der Entwicklung innovativer Prozesse, welche Gewinne maximieren, indem er die Verbindungen zwischen der Technik, den Materialien und dem Kunden verbessert. Zudem arbeitet er an der Entwicklung einer neuen Technologie für Handelswarenanlieferungssysteme.

2. Prototypen

Prototypen befinden sich gerade bei Auto- und Flugzeugdesignern. Sie werden in immer mehr Branchen eingesetzt, um neue Produkte entwickeln und testen zu können. So finden sich Prototypen heutzutage auch im Großteil der Softwareentwicklung wieder, da sie das Arbeiten mit dem Produkt verdeutlichen und somit das gesamte Projekt planbarer und fehlerfreier machen.

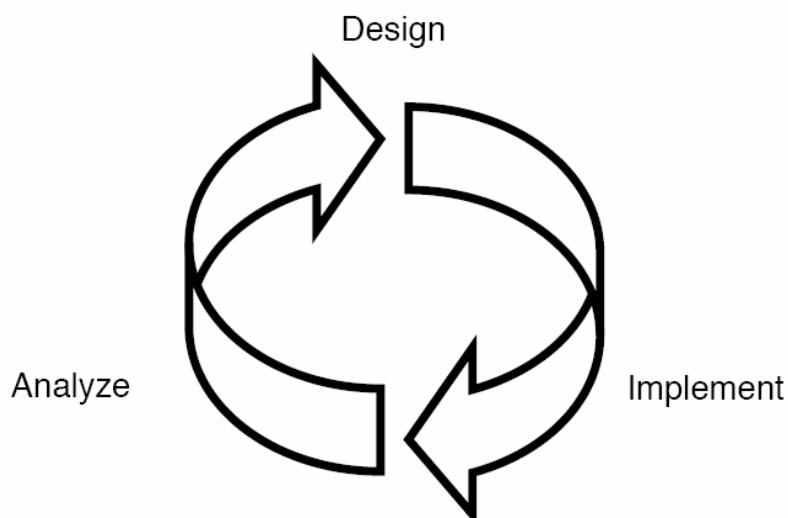
Der Begriff Prototyp bezeichnet ein unfertiges Produkt, das auf Funktionalität und Tauglichkeit getestet wird. Allgemein versteht man unter dem Prozess der Prototypherstellung, welche wir im Weiteren durch den englischen Begriff Prototyping ersetzen werden, „eine Vorgehensweise, die ein bestimmtes Verständnis der Softwareentwicklung voraussetzt und die Auswirkungen auf den gesamten Entwicklungsprozess hat“ ([2] Lichter, S. 2), Prototyping bedeutet aber auch bei der Systementwicklung frühzeitig lauffähige Modelle des zu entwickelten Systems zu erstellen, um damit experimentieren zu können.

Doch gerade der Begriff Prototyping ist einem ständigen Wechsel durch neue Verfahren unterworfen. Wo früher Prototyping eher dem Phasenmodell, dem so genannten „Wasserfallmodell“ entsprach, so ist heute eher das „DIA-Zykel-Modell“ verbreitet, welches wir im Folgenden erklären werden.

Die Prototypherstellung ist ein iterativer Prozess. In der ersten Phase, welches im

Bild 1 das *Design* darstellt, wird die Problemanalyse und Grobplanung durchgeführt. Während der Spezifikationsphase, oder auch *Implementierung*, wird ein Prototyp in der Benutzerschnittstelle (hinter der sich wesentliche Teile der funktionalen Anforderungen an das geplante Softwaresystem verbergen) entwickelt. Anhand dieses Prototyps wird durch Experimente, die realen Bedingungen entsprechen, untersucht, ob die Anforderungen des Anwenders erfüllt werden. Dies ist die im Bild 1 dargestellte *Analyse*. Softwareentwickler und Anwender können unter realitätsähnlichen Bedingungen ausprobieren, ob das Systemmodell Fehler hat, ob es die Vorstellungen der Anwender erfüllt und ob Änderungen notwendig sind. Damit wird das Risiko einer falschen oder unvollständigen Systemspezifikation verringert und eine bessere Ausgangsbasis für die folgenden Stufen der Entwicklung geschaffen. Es wird also ein zusätzlicher Zyklus, welches im 6. Kapitel näher erläutert ist, eingeführt, um eine verbesserte Systemspezifikation zu erhalten. Danach kann der weitere Prozess, der unter anderem die Verbesserung des Prototyps und natürlich den Betrieb des fertigen Produkts beinhaltet, fortgeführt werden.

Das Wasserfallmodell liegt dem DIA-Zykel-Modell zugrunde. Ein wesentlicher Fortschritt sind jedoch die beschriebenen Zyklen, welche jederzeit einen Rücksprung in vorherige Phasen erlauben.



(Bild 1, DIA-Zykel)

3. Kulturelle bzw. firmenpolitische Unterschiede

Wenn man sich die Produktpalette der heutigen Gesellschaft anschaut, so wird schnell deutlich, dass Prototypen zwangsmäßig je nach Produkt und Branche auf eine andere Art und Weise entwickelt werden müssen. So wird eine Getränkeflasche eher in großen Massen und für einen kurzen Gebrauch, jedoch ein Flugzeug in sehr geringer Stückzahl für einen langen Gebrauch entwickelt.

Wegen der weltweiten Konkurrenz nimmt der Entwicklungszeitraum und der damit verbundene Vorteil ein Produkt zuerst auf den Markt verkaufen zu können, einen immer wichtigeren Aspekt in dem Design eines Produkts ein, und so „verändern sich auch die Prototypen auf eine radikale Art und Weise“ ([1] Winograd, S. 203). Ob ein Unternehmen mehr oder weniger Zeit auf Grund der jeweiligen Firmenkultur für die Entwicklung eines Produkts investiert, kann viel über die Qualität des Produkts aussagen.

3.1 Ausarbeitung und Spezifikationen

Alle Entwürfe von Produkten, bei denen Prototypen zum Einsatz kommen, enthalten zwei Darstellungen. Als erstes beinhalten sie eine Liste von Spezifikationen, die neue Ideen definieren und die Funktionen des Produkts festlegen. Als zweitens stellen sie den Prototyp, welcher die modellhafte Umsetzung der Spezifikationen darstellt und einen ersten Eindruck des Produkts geben soll, dar.

Ein guter Vergleich von Spezifikation und Prototyp findet sich in der Physik, da die beiden Begriffe der Spezifikation und des Prototyps ähnlich mit den Begriffen Theorie und Experiment zu verstehen sind. Die Spezifikation beschreibt was passieren soll, und der Prototyp ist die Umsetzung dessen. Um Fortschritte in der Physik zu entwickeln, ist es notwendig, Dialoge zwischen Theorie und Experiment einzuführen. In der Softwareentwicklung ist dies nicht anders. Fortschritte in neuen Entwürfen können nur erhalten werden, wenn Dialoge zwischen Spezifikation und dem Prototyp bzw. deren Austestung stattfinden.

Manche Neuerungen werden durch Spezifikation und manche durch Prototypen vorangetrieben. Gerade kleine Firmen tendieren eher zu Prototyp-Prozessen, da kleine Firmen meistens nur eine kleine Produktpalette besitzen, welche jedoch durch ausgezeichnete Endprodukte und Produktkonzepte hervorstechen müssen. Große Konzerne, wie IBM oder AT&T, arbeiten auf Grund ihrer weit verzweigten Strukturen eher mit Spezifikationsprozessen, da sie viele Informationen und viele Benutzer koordinieren müssen.

Gerade bei dem Dialog zwischen den Ergebnissen des Prototyps und der definierten Spezifikation können wesentliche Probleme auftauchen. Einerseits kann ein schlechter Dialog der beiden Hauptprozesse zur Verwechslung von Funktionen oder auch zu fehlerhaften Funktionen führen. Andererseits kann ein Entwicklungsprozess viel Zeit für detaillierte Spezifikationen benötigen, ohne einen lauffähigen Prototyp zu entwerfen. Dementsprechend lassen sich auch die unterschiedlichen Vorgehensweisen bei dem Einsatz von Prototypen erklären, da Forschung und Entwicklung ein hohes Maß an Zeit und Geld beanspruchen können.

Die Erfahrungen von David Kelly, welche im 8. Kapitel des Buches „Bringing

Design to Software“ näher erklärt werden, zeigen, dass Designer bei der Entwicklung neuer Produkte umdenken müssen. So kommt er zu dem Schluss, dass „eine Veränderung bei der zeitlichen Abfolge der Entwicklung von Prototypen und der Festlegung der Spezifikation eingeleitet werden muss“([1] Winograd, S. 198). Die heutige Auffassung von Prototypen, die durch vorher festgelegte Spezifikationen entstehen, sollte sich verändern hin zu Spezifikationen, die durch vorher entwickelte Prototypen entstehen. Also sollen neue Funktionen nicht durch Überlegungen und Theorie entstehen, sondern durch Analyse und Austesten eines Prototyps.

3.2 Prototypen und deren Medium

Um auf die verschiedenen Anforderungen des Produkts und des Herstellungsprozesses einzugehen, entwickelten sich verschiedene Arten von Prototypen. Aber auch die Entwicklungs- und Spezifikationsphasen nehmen einen großen Einfluss auf die Wahl des Mediums ein. So sind gerade in den Anfangsprozessen, bei denen es meistens um eine regelrechte Produktfindung geht, eher günstige Prototypen gefragt. Eines der einfachsten Modelle ist das Papiermodell, bei dem Form und Funktion andeutungsweise zum Ausdruck kommen, um einen ersten Eindruck zu vermitteln und erste Reaktionen zu erfahren. Ein großer Vorteil ist dabei die außerordentlich günstige Entwicklung, die leichte Modifizierbarkeit des Prototyps, dass man ihn leicht aufbewahren und für andere Entwicklungen archivieren kann, aber natürlich auch, dass man es ohne weiteres wegschmeißen kann, ohne viel Geld zu verschwenden. Ein sehr großer Nachteil ist jedoch, dass Funktionen nur andeutungsweise beschrieben werden und somit immer ein Experte zur Erklärung der Funktionen notwendig ist. Erweiterte Modelle wären Pappmodelle, in denen schon einige Funktionen eingebaut sind, welche jedoch immer noch ein stark abstrahiertes Modell des Endprodukts darstellt.

Nach den einfachen Modellen gibt es verschiedene Wege, die man im Ablauf des Produktdesigns einschlagen kann. Eines davon wäre die Benutzung einfacher und auch eher preiswerter Software, mit der man Prototypen modellieren kann. Zu nennen wäre hier Flash, Photoshop und Dreamweaver. Mit Hilfe dieser Software ist es leicht möglich die Funktionen zu gestalten. Bei der Softwareentwicklung kommt dabei insbesondere Visual Basic zum Einsatz. Das Programm ermöglicht schnell durch Drag & Drop eine Oberfläche mit Eingabeflächen und Buttons zu kreieren, welche dem Endprodukt sehr nahe kommen kann. Bei plastischen Produkten würde als nächstes das CAD-Programm zum Einsatz kommen, ein Computerprogramm, welches zur Visualisierung eines 2D bzw. 3D Prototyps benutzt werden kann. Dieses Programm ist im Hinblick auf den Anschaffungspreis teurer als die vorher genannten und verlangt mehr Zeit und technisches Verständnis vom Designer. Gerade Produkte, bei denen der äußere Eindruck einen sehr hohen Stellenwert besitzt, wie Automobile, Flugzeuge aber auch Unterhaltungsmedien wie MP3-Player, können mit dieser Methode visualisiert werden. Mit dem Programm ist es möglich, eine vollendete Version des Produkts realistisch zu modellieren und darstellen zu lassen. Durch erweiterte Datenbanken wird beispielsweise bei den Autodesignern das Zusammenstellen eines Fahrzeugs immer einfacher. So ist es ohne Probleme möglich, neue Modelle durch zusammenfügen separater Einzelteile, wie die Heckpartie des X-Modells und der Frontpartie des Y-Modells, zu verwirklichen. Dies verdeutlicht auch den großen

Vorteil des CAD, da sehr schnell aktuell günstige Modelle getestet und realisiert werden können.

Abschließend darf man nicht das plastische Modell, welches meistens den letzten Prototyp bei dem Design eines Produkts darstellt, vergessen. Gerade in den 70er und 80er Jahren wurden sie aus Lehm hergestellt und zur Verdeutlichung des Designs genutzt. Man musste sich nicht die Formen auf Papier oder die anfänglichen Skizzen auf dem PC anschauen und sie sich in Wirklichkeit vorstellen, sondern hatte das fertige Design direkt vor sich stehen. Abgelöst wurde das plastische Modell größtenteils durch Plastik- bzw. Knet-Modelle, welche noch heute zur Veranschaulichung genutzt werden. Zusätzlich findet man plastische Modelle heute aber auch in Fragen der Aerodynamik, wie z.B. bei Wind- und Wasserkanälen, vor. Der Aufwand eines plastischen Modells ist sehr hoch. Ein Konstrukteur ist lange mit dem Bau beschäftigt und fertige Modelle können nur schwer verbessert oder modifiziert werden. Außerdem ist dies auch die mit Abstand teuerste Lösung eines Prototyps. Nicht nur die Materialien und die verwendeten Maschinen, auch die Entwicklungszeit spiegeln sich im Preis wieder.

3.3 Prototypingzykel

Das Prototypingzykel beschreibt die Übergänge, die zwischen den einzelnen Phasen, wie z.B. dem Papiermodell und dem Computermodell, eines Prototyps entstehen. Ein Beispiel dafür ist das „Rapid Prototyping“, welches sich durch seine Geschwindigkeit auszeichnet. In diesem Modell werden schnell aufeinander folgend neue Prototypen hergestellt und erweitert. Dementsprechend sind die Entwicklungszeiten sehr kurz, jedoch kann auf Grund dessen die Qualität sinken. Die Firma Microsoft produziert auf diesem Wege und hat so schon einige Innovationen, wie die Microsoftmaus, auf den Markt gebracht.

Traditioneller Weise entwickeln Firmen langsamer. „Es werden 5 Prototypen in einem Jahr entwickelt“ ([1] Winograd, S. 199), um die firmeneigene Qualität zu sichern. Unter anderem gehört IBM und General Motors zu diesen Firmen.

4. Fragen, die durch Prototypen beantwortet werden können

Viele Einsichten und Aspekte der Benutzerfreundlichkeit können eigentlich nur durch experimentelles Ausprobieren eines Prototyps gewonnen werden. In vielen Firmen wird nach der Bearbeitung des Prototyps durch erfahrene Mitarbeiter oder auch Benutzerschnittstellenkonstrukteuren dieser Prototyp schließlich auch den späteren Anwendern oder einer repräsentativen Gruppe von Endnutzern zur selbständigen Erprobung zur Verfügung gestellt. So durchläuft der Prototyp mehrere DIA-Zykel, die wir oben beschrieben haben, bevor das Ergebnis akzeptiert wird. Das Endprodukt, welches oft wesentlich von dem vorher geplanten Produkt abweicht, beinhaltet nach Michael Schrage benutzerfreundlichere Elemente und ist somit auf dem Markt oft ein größerer Erfolg als Produkte, die diese Zykel nicht durchlaufen haben.

Ein weiterer Aspekt ist die Wartungsfreundlichkeit. Die darin enthaltene Änderbarkeit und Erweiterbarkeit hängt letztendlich von der gesamten Qualität der Spezifikation ab. Somit ist eine gut durchgearbeitete Spezifikation die Basis für den Entwurf und die Implementierung. Die Spezifikation wird durch das

vorangegangene Prototyping und die Erprobung beim Anwender eindeutiger und verliert an Widersprüchen. Der darin enthaltene Aufwand, der bei falsch interpretierten Benutzerschnittstellen entstehen würde, kann somit stark verringert werden und führt insgesamt zu einem qualitativ höheren Produkt.

Als letztes darf man den positiven Aspekt der Korrektheit und Zuverlässigkeit durch Verwendung von Prototypen nicht vergessen. Diese Punkte können natürlich nur bei einer funktionierenden Spezifikation erfüllt werden, wobei die Verbesserung stark von der Testbarkeit des Entwurfs abhängt, da nur so effektiv Fehler im Aufbau oder in der Implementierung aufgedeckt und verbessert werden können.

5. Änderung der Firmenpolitik in der Prototyp-Frage

Wie David Kelly im 8. Kapitel beschrieben hat, wird ein Wandel zwischen Spezifikationsgetriebenen Prototypen hin zu Prototypgetriebenen Spezifikationen stattfinden, um Neuerungen auf dem Markt etablieren zu können. Aber wie kann so ein Wandel konkret aussehen und diese grundlegenden Änderungen geschehen?

Die wesentlichen Unterschiede in den Prototyping-Kulturen führen zu verschiedenen Qualitäten, aber in unserer immer schneller werdenden Gesellschaft auch zu Quantität der Produkte. „So produzieren Honda und Motorola alle 2 Wochen einen neuen Prototyp“ ([1] Winograd, S. 203), manche jedoch nur etwa fünf Stück im Jahr. Für jede Firma, welche ein neues Produkt herstellen möchte, ist es notwendig, Kenntnisse über diese Unterschiede zu haben. Die Firmen, die bessere Produkte produzieren wollen, müssen lernen, wie ein besserer Prototyp gebildet werden kann. Die Verbesserung des Prototyping ist somit ein notwendiger Teil zur Verbesserung der Firmenstruktur. Es gibt zwei Möglichkeiten zur Verbesserung der industriellen Entwürfe, die Innovationsprozesse und das Innovationsteam.

5.1 Innovationsprozesse

In den Innovationsprozessen wird versucht die Anzahl der Prototypen, die über eine gewisse Zeiteinheit entstehen, zu verdoppeln oder sogar zu verdreifachen. Diese quantitative Änderung zeigen qualitative Mängel auf und können somit auch maßgeblich zur Verbesserung der Qualität führen. Diese Art und Weise Prototypen herzustellen, wird von Schrage auch als periodisches Prototyping bezeichnet. Die Prototypen werden schnell produziert und der Prozess wird stetig wiederholt. Firmen wie Honda und Motorola stellen ihre Produkte auf diese Weise her.

Die Planbarkeit ist ein weiterer positiver Effekt, der beim periodischen Prototyping zu erkennen ist, da dem Management ein Werkzeug in die Hand gelegt wird, wodurch sie eine gewisse Kontrolle über das Projekt erlangen. Durch die Anzahl der Änderungen an den Prototypen wird ein Fortschritt messbarer und Projekte insgesamt kalkulierbar. Dieser Entwurf von periodischen Prototyping wird eher durch Prototypen und die Erfahrungen durch sie, als durch Spezifikationen angetrieben.

5.2 Innovationsteams

Das Innovationsteam hat eine verantwortungsvolle Aufgabe, da sie die Rolle der Prototypen entscheidend verändern kann. Eine von Prototypen angetriebene Entwicklung kann die gesamte Firmenstruktur verändern. Deswegen wird es auch immer wichtiger, sich über die Sicherheit und Geheimhaltung der Forschung bewusst zu werden. Ist es ein Vorteil jegliche Prototypen unter Verschluss zu halten? Und wer entscheidet eigentlich über Annahme und Weiterentwicklung eines Prototyps zu dem schlussendlich fertigen Produkt?

Gerade die Frage der Geheimhaltung ist ein sehr heikles Thema. Dies fängt oftmals im eigenen Unternehmen an. Kollegen arbeiten nicht als Team zusammen und teilen sich ihre Ideen nicht mit, sondern sie verstecken ihre Prototypen, um ihrer Ideen nicht bestohlen zu werden. Natürlich ist es nicht sinnvoll alle seine Ideen sofort der Öffentlichkeit zugänglich zu machen und damit zu riskieren, die Anerkennung für innovative Ideen nicht zu erhalten, aber nur der Interaktionsprozess innerhalb eines Teams führt zu effektivem und leistungsfähigem Arbeiten. So sollte zumindest firmenintern für den richtigen Umgang mit Prototypen und mit offenen Gesprächen über sie gesorgt werden, damit man einen effektiven Prototyp entwickeln kann. Jeder muss sich über seine Verantwortung im Team bewusst sein. Auch wenn es schwer fallen mag, unfertige oder seiner Meinung nach schlechte Prototypen seinem Team vorstellen, damit auch diese Ideen Anreize für neue Ideen sein können.

Doch auch die Entscheidungsmacht bietet einen großen Diskussionsspielraum. So ist es strittig, ob das Team über die Entwürfe abstimmen darf. Die Entscheidungsgewalt dem Team zu überlassen, ist dann fair, wenn das Team selbstständig einen Entwurf eines Prototyps hergestellt hat. Einzuwenden ist hier die Tatsache, dass die Diskussion innerhalb des Teams länger dauern kann, als wenn ein Leiter bzw. Manager die Entscheidung übernimmt. Dies setzt jedoch ein großes Gespür für ein erfolgreiches Produkt und fundierte Fachkenntnisse voraus. Also ist hier auch wieder zu erkennen, dass Firmen ihre Stärken selbst finden und dementsprechend handeln müssen.

6. Fazit

In unserer Ausarbeitung haben wir versucht einen Einblick in das Themenfeld des Prototyps und dessen Bedeutung für die Wirtschaft und insbesondere die Softwareindustrie zu liefern. In Anlehnung an Michael Schrage's Artikel „Cultures of Prototyping“ ([1] Winograd, S.191ff) haben wir den Begriff des Prototyps definiert und erste Grundlagen des Prototypenprozesses geklärt. Im Anschluss daran haben wir die kulturellen bzw. firmenpolitischen Unterschiede untersucht und festgestellt, dass die Effizienz eines Prototyps sehr stark von der Firmenpolitik abhängt. Nicht allein der Prototyp ist effizient, sondern das Denken innerhalb des Unternehmens und deren Handhabung mit einem Prototyp sind ebenso wichtig. Wenn die wechselseitige Interaktion innerhalb des Unternehmens nicht funktioniert, wird es schwer einen effizienten Prototyp zu entwerfen, der auf dem Markt Gewinn versprechend ist. Die Firmenpolitik ist von Kultur zu Kultur verschieden. Besonderes Gruppendenken und Verständnis führt dazu, dass auch die Herstellung eines Prototyps weit effizienter sein kann, da Konkurrenzdenken innerhalb einer Gruppe minimiert wird und so weiterführende Ideen ausgetauscht werden. Da Prototyping einen Weg in Software-Entwicklung gefunden hat, können seine Vor- und Nachteile für Entwickler und Kunden genutzt werden. Wir nennen im Folgenden ein paar Vor- und Nachteile:

Vorteile

- Vermeiden von Kommunikationsproblem zwischen Systementwickler und Kunden
- Kunden bemerken ganz früh während des Software-Entwicklungsprozess, ob Ansprüche möglich sind
- Erhöhung der Wahrscheinlichkeit Fehler ganz früh in Entwicklungsprozess zu eliminieren, was zu Kostenminimierung führt
- Prototyping erhöht die Qualität der Benutzerfreundlichkeit, Wartungsfähigkeit, Korrektheit und Zuverlässigkeit
- Prototyping hilft beim Einhalten des Projektplans, da eine verbesserte Definition zu mehr Genauigkeit führt

Nachteile

- Es kann schwierig werden, eine aktualisierte Dokumentation des Systems zu behalten
- Es besteht die Gefahr das Projekt anstatt mit einem fertigen Produkt mit einem lauffähigen Prototyp abzuschließen
- Koordination und Planung können schwierig werden

Abschließend ist zu erwähnen, dass es sehr schwer ist, für Firmen eine allgemeingültige Anleitung dafür zu entwerfen, wie sie Prototypen am besten herstellen sollen. Jedes Unternehmen muss auf Grund der unterschiedlichen Struktur und Kultur einen Weg finden, Prototypen von ihren Produkten herzustellen.

Literaturliste

- [1] Winograd Terry (1996): Bringing Design to Software. Addison-Wesley Professional.
- [2] Lichter, Horst u.a. (1991): Prototyping in industriellen Software-Projekten. GMD-Studien.
- [3] Schrage, Michael. <http://ebusiness.mit.edu/schrage/>.
- [4] Schrage, Michael. <http://ebusiness.mit.edu/schrage/Collatoral/500WordBio.pdf>.
- [5] Glaser, Peter (1996): A Walk on the Wild Sites.
<http://www-x.nzz.ch/folio/archiv/1996/02/articles/walkWild.html>.