

# **Bewertung der Nutzen neuer Technologien in der Produktentwicklung**

**Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktoringenieur  
(Dr.-Ing.)**

von Dipl.-Math. Michael Schabacker

geb. am 14.12.1964 in Mannheim

genehmigt durch die Fakultät Maschinenbau

der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna  
Prof. Dr. Rainer Thome  
Dr.-Ing Joachim Schneider

Promotionskolloquium am 22.02.2001

Michael Schabacker

**Bewertung der Nutzen neuer Technologien in der Produktentwicklung**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Integrierte Produktentwicklung, Band 1

© 2001      Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik  
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Sándor Vajna  
Postfach 4120  
D - 39016 Magdeburg  
<http://imk.uni-magdeburg.de/LMI/lmi.html>

Alle Rechte vorbehalten, auch das des Nachdruckes, der Wiedergabe (Photokopie etc.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, auszugsweise oder vollständig.

Printed in Germany

ISBN 3-9807688-0-5

# Vorwort

Ohne den Einsatz von Systemen der Rechnerunterstützung in allen Bereichen sind Unternehmen heute kaum noch lebensfähig. Obwohl diese Systeme zu integralen Bestandteilen geworden sind, verwundert es, daß der Frage nach deren wirtschaftlichem Einsatz nicht immer der höchste Stellenwert eingeräumt wird. Vielmehr wird die Wirtschaftlichkeit häufig mit einer unternehmerischen Entscheidung durch das Prinzip des entgangenen Verlusts durch den "Nicht-Einsatz" (beispielsweise im Hinblick auf Kunden-Zulieferanten-Beziehungen) begründet, obwohl sonst jedes Investitionsobjekt einer sehr kritischen Betrachtung der Wirtschaftlichkeit unterzogen wird.

In der Produktentwicklung können mit den vorhandenen Bewertungsverfahren zwar die Kosten einer Investition in Rechnertechnologie hinreichend genau bestimmt werden. Diese Verfahren sind aber nicht in der Lage, alle Nutzen des Einsatzes angemessen zu bestimmen und zuzuordnen, besonders in solchen Bereichen, die kostenstellenmäßig vom Einsatzgebiet der Technologie getrennt sind. Dies liegt im wesentlichen daran, daß in der "klassischen" Betriebswirtschaft Kosten- und Nutzenströme kostenstellenbezogen, aber nicht übergreifend betrachtet werden.

Der vorliegenden Arbeit liegt eine verblüffende Analogie zwischen Produktentwicklung und Finanzwirtschaft zugrunde, die im Benefit Asset Pricing Model (BAPM) formuliert worden ist. Dieses Modell ermöglicht die Übertragbarkeit von Verfahren zur Antizipation von (im weitesten Sinne) Kurssteigerungen von Finanzobjekten auf das Verhalten von technischen Nutzen. Unterstützend kommt hinzu, daß Nutzenentwicklung und –zusammensetzung besonders bei Systemen der Rechnerunterstützung solchen Regeln folgt, die seit Jahren sowohl aus der Erfahrung (und Bestätigung) mit zahlreichen ähnlichen Anwendungen als auch aus reproduzierbaren Meßwerten resultieren, während die Finanzwirtschaft aus der Vergangenheit (die nicht immer mit Regeln beschrieben werden kann) in eine unbekannt Zukunft extrapoliert ("spekuliert") und nicht immer rationalen Einflüssen unterliegt (wie etwa die Entwicklung von Aktienkursen zeigt).

Mit dem Benefit Asset Pricing Model hat Herr Dr.-Ing. Dipl.-Math. Michael Schabacker ein einfach einsetzbares und zuverlässiges Vorhersageverfahren für die Bewertung der möglichen Nutzen ausgearbeitet. Er liefert damit einen wichtigen Beitrag zum Verständnis und zur Gestaltung insbesondere der Rechnerunterstützung in einer modernen Produktentwicklung.

Magdeburg im Mai 2001

Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna

# Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik am Institut für Maschinenkonstruktion der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. S. Vajna, dem Inhaber des Lehrstuhls für Maschinenbauinformatik, für die wohlwollende Förderung und Unterstützung meiner Arbeit sowie für die großzügigen Freiräume bei der Wahl meines Lösungsweges zur Erstellung eines Modells zur Nutzenbewertung neuer Technologien in der Produktentwicklung.

Bei Herrn Prof. Dr. R. Thome, Lehrstuhlinhaber des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg, und Herrn Dr.-Ing. J. Schneider von ABB Transmission and Distribution Management Ltd, Schweiz, möchte ich mich für die Übernahme des Korreferats und die aufmerksame Durchsicht dieser Arbeit sehr herzlich bedanken.

Ebenfalls möchte ich allen Kolleginnen und Kollegen des Lehrstuhls sowie meinen studentischen Hilfskräften für die gute Zusammenarbeit danken.

Mein besonderer Dank gilt auch meinen Eltern, die mir das Studium der Mathematik ermöglicht haben, ohne das ein großer Teil für die mathematische Lösung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Magdeburg im Mai 2001

Michael Schabacker

# Abstrakt

Für die Bewertung neuer Technologien in der Produktentwicklung ist für deren Wirtschaftlichkeitsrechnung eine Vielzahl von Verfahren und Methoden entwickelt worden. Die Spanne dieser Verfahren und Methoden reicht von den klassischen Verfahren der Investitionsrechnung, die um Sensibilitäts- und die Risikoanalysen erweitert wurden, bis hin zu Nutzwertanalysen. Obwohl eine Vielzahl von Lösungsansätzen zur Nutzenbewertung vorliegt, ist es bislang nicht gelungen, ein Verfahren zu generieren, mit dem eine Bewertung von neuen Technologien in der Produktentwicklung erschöpfend möglich wäre. Zum einen gibt es Probleme bei der Nutzenerfassung, zum anderen bei der monetären Nutzenbewertung.

Die *Nutzenerfassung* einer Investition neuer Technologien in der Produktentwicklung geht von den klassischen Forderungen *Kosten senken*, *Qualität verbessern* und *Zeiten verkürzen* aus. Jedoch haben diese Forderungen im Kontext mit den Prozessen in der Produktentwicklung und im Umfeld mit den Kunden, Zulieferanten und Partnerfirmen verschiedene Interpretationen. Dies gilt in gleicher Weise für Methoden und Verfahren sowie dem Technologieeinsatz. Dabei kommt es auch zu Überlappungen, da z.B. Zeitverkürzung in Kostensenkung überführt werden kann, oder zu Interpretationsspielräumen, da z.B. mit Qualität die Produkt-, Service- oder die Mitarbeiterqualität (die durch Qualifikation in die neue Technologie erreicht werden kann) gemeint sein könnte. Desweiteren muß beachtet werden, daß Unternehmen heutzutage bei der Umsetzung zeitlich befristeter Vorhaben projektartig strukturiert sind. Für jedes Vorhaben wird eine eigene Projektgruppe gebildet, die sich nach der Erfüllung der Projektaufgabe wieder auflöst. In dieser Arbeit werden daher für die klassischen Nutzen Kostensenkung, Qualitätsverbesserung und Zeitverkürzung geeignete Nutzenkategorien definiert.

Da in den einzelnen Nutzenkategorien monetär quantifizierbare oder sehr schwer monetär quantifizierbare Nutzen auftreten können, werden diese Nutzen für eine einheitliche *Nutzenbewertung* in Nutzenklassen eingeteilt. Aus diesen Nutzenklassen entsteht das *Benefit Asset Pricing Model* (BAPM)-Portfolio. In dieser Arbeit wird gezeigt, daß dieses Portfolio Ähnlichkeiten bei der Vorgehensweise zur Beherrschung der Schwierigkeiten bei der Bewertung zukünftiger Zahlungsleistungen aufweist, wie ein Portfolio bestehend aus Kapitalmarktanlagen (z.B. Aktien, Anleihen) in einem Investmentfonds. Wenn dies der Fall ist, können Portfoliomodelle aus dem Kapitalmarkt sowie Methoden und Verfahren zur Rendite- und Risikoberechnung von Kapitalmarktanlagen analog auf die Nutzenbewertung einer Investition zurückübertragen und angewendet werden. Eine Softwarelösung soll diese Vorgehensweise an einem Berechnungsbeispiel verdeutlichen.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es, die oben genannten Schwierigkeiten zur Nutzenerfassung und -bewertung im klassischen Controlling darzustellen und einen geeigneten Weg aufzuzeigen, der auch neuen Controlling-Methoden genügt.

# 1 Einleitung

Die zunehmende Globalisierung der Märkte hat zweierlei Auswirkungen auf die deutsche Wirtschaft: Zum einen drängen immer mehr ausländische Anbieter auf den deutschen Markt. Zum anderen ist Deutschland als eine exportabhängige Nation noch stärker im internationalen Wettbewerb gefordert. Daher müssen Unternehmen bei der Reorganisation ihrer Betriebe strukturell und bei der Entwicklung neuer Produkte innovativ sein, um vorhandene Arbeitsplätze zu sichern bzw. neue zu schaffen [HUG-96].

Die kurzfristige Entwicklung neuer Produkte, verbunden mit einem frühzeitigen Markteintritt (Time-to-Market), hat sich zum entscheidenden Kriterium für den Markterfolg eines Unternehmens entwickelt. Der „erste Anbieter“ sichert sich insbesondere in innovationsintensiven Bereichen häufig die Marktführerschaft vor seinen Mitbewerbern und damit durch beträchtliche Gewinne die Chance einer raschen Amortisation von Investitionen.

Daher sind weitere wesentliche Schlüsselfaktoren für die Zukunft eines Unternehmens Kreativität und Innovationsfähigkeit seiner Produktentwicklung. Das Bestreben, einerseits innovative, qualitativ immer hochwertigere Produkte zu entwickeln und andererseits die Zeitspannen von der Idee bis zur Marktreife für ein Produkt stetig zu verkürzen, stellt die Unternehmen hinsichtlich Reaktionsfähigkeit auf sich verändernde Marktbedingungen und Kundenbedürfnissen vor große Herausforderungen. Erfolgreiche Produkte zeichnen sich durch

- ausgereifte und neuartige Funktionalitäten,
- den direkt ersichtlichen Kundennutzen und
- eine meist verblüffende Einfachheit

aus. Um Produkte mit diesen Anforderungen zu entwickeln, muß vor allem der Ideenfindungsprozeß bei der Entwicklung eines Produktes unter methodischen, organisatorischen und technologischen Aspekten durchgeführt werden [GRLE-98]. Ebenso rückt der Mensch in den Mittelpunkt der Bemühungen um Verbesserungen und Effizienzsteigerungen. Neben der Fachkompetenz wird vermehrt auch die Methoden- und Sozialkompetenz gefordert [KAN-97].

## 1.1 Ausgangssituation

Da bekanntlich 75% der Gesamtkosten eines Produktes bereits in den produktdefinierenden Bereichen (Entwicklung, Konstruktion und Arbeitsvorbereitung) festgelegt werden (siehe z.B. [BRF-93]), gewinnt die Produktentwicklung in Deutschland immer mehr an Bedeutung, wenn sich das Unternehmensmanagement verstärkt um die Belange der Produktentwicklung bemüht [WEU-96]. Um dem Unternehmensmanagement die mit der Durchsetzung der dazu notwendigen Maßnahmen

verbundenen Probleme klarzumachen, müssen Schwachstellen in der Produktentwicklung identifiziert werden. Beispiele für Schwachstellen hat hierzu der Arbeitskreis *Informationstechnik in der Produktentwicklung* im Forschungsschwerpunkt *Produktentwicklungsmethoden und Produktionsverfahren* im Rahmen der Studie *Neue Wege zur Produktentwicklung* [NWP-96] auf Initiative des Berliner Kreises aus Umfragen in der Industrie zusammengetragen:

- Planung, Einführung, Bewertung und Migration von neuen Technologien (z.B. CAD, CAE, CAM, EDM/PDM)
- geeignete Auswahl und konsequentes Anwenden von Berechnungs-, Simulations- und Optimierungssystemen
- Anwendung neuer Modellierungs- und Arbeitstechniken wie Industrial Design, Feature-Technologie und Rapid Prototyping
- Produktdatenaustausch in der Produktentwicklung

Die Behebung der oben genannten Schwachstellen stellt eine große Herausforderung und auch einen großen finanziellen Aufwand dar. Aus einer zunehmenden Produktkomplexität, erhöhten qualitativen Produkthanforderungen und kürzeren Produktentwicklungszeiten ergibt sich daher für viele Unternehmen die Notwendigkeit zu [WEU-96]

- neuen Formen der Arbeitsorganisation z.B. durch Reorganisation von Prozessen in der Produktentwicklung zur Verbesserung der abteilungsinternen und -übergreifenden Kommunikation
- dem Einsatz geeigneter neuer Technologien in den frühen Phasen der Produktentwicklung und deren integrierte Anwendung
- der verstärkten Einbindung der Kunden, Zulieferanten und Partnerunternehmen in der Produktentwicklung, z.B. mit Verbesserung des Informationsflusses vom und zum Kunden bzw. Zulieferanten bzw. Partnerunternehmen.

## 1.2 Motivation

Ein Grundproblem einer Investition in neue Technologien besteht darin, daß Entscheider kein klares Bild über anwendbare rechnerunterstützte Arbeitsmethoden und die daraus realisierbaren Nutzen besitzen. Die Auswirkungen dieser Investitionen wie z.B. Kostensenkungen, Entwicklungszeitverkürzungen sowie Qualitätsverbesserungen ist aufgrund der Vielzahl zu berücksichtigender Wirkungsfaktoren sehr schwierig [NWP-96]. Ebenso können Synergieeffekte und Investitionen nicht kostenstellenübergreifend verrechnet werden [VAS-97c].

Die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit aller Aktivitäten innerhalb eines Unternehmens wird üblicherweise über monetär quantifizierbare Nutzen wie Kostensenkungen, Entwicklungszeitverkürzungen sowie Qualitätsverbesserungen gemessen, jedoch nicht über schwer monetär quantifizierbare und qualitative Nutzen wie z.B. Erreichung von Wettbewerbsvorteilen und Sicherung der Kon-

kurrenzfähigkeit [SCH-95]. Da die Unternehmen auch in die Ausschöpfung dieser Potentiale investieren, kann ihr (Miß-)Erfolg nicht kurzfristig durch ein traditionelles Rechnungswesen gemessen werden. Dieses Rechnungswesen wurde für Handelsunternehmen und Firmen des Industriezeitalters (1850 - 1975) entwickelt und mißt vergangene Ereignisse und **nicht** die Potentiale, die in Zukunft noch wertschöpfend sein können [KAN-97]. Der Nutzen besteht somit in erster Linie aus dem Barwert der zukünftigen Nettoausschüttungen einer Investition (in Analogie zu Unternehmensbewertungen in [BOR-95]). Dazu reichen jedoch die alten Controlling-Methoden und Controlling-Daten nicht aus. Dies wird u.a. in einer Studie der Unternehmungsberatungsgesellschaft Haarmann Hemmelrath Management Consultants GmbH (HHMC) mit den deutschen Top-500-Unternehmen mit folgenden Ergebnissen belegt [in TIL-99]:

- Veränderung der Rolle des Rechnungswesens innerhalb des Unternehmens von einer ex-post hin zu einer ex-ante Betrachtung.
- Weitere Verbreitung innovativer und ausgewogener Controlling-Instrumente, wie z.B. der Balanced Scorecard [KAN-97], um die Prozesse in den Unternehmen systematisch und zusammenhängend abzubilden.
- Zunehmende Abbildung der Unternehmensstrategien in den Controlling-Instrumenten.
- Zunehmende Messung des intellektuellen Kapitals, d.h. des gesammelten Erfahrungswissens der Mitarbeiter in deutschen Unternehmen.

Heutige Aufgaben eines Controllers liegen im Kostenmanagement, in der Buchhaltung, in der Wartung und Entwicklung des Planungs- und Kostenrechnungssystem, in der Sicherstellung der Einheitlichkeit der Kalkulationsmethoden oder in der Beratung bei betriebswirtschaftlichen Fragestellungen. Aus der HHMC-Studie ergibt sich, daß sich das Aufgabenprofil eines Controllers in der Zukunft verändern muß. Das Institut für Controlling an der European Business School Oestrich-Winkel befragte 100 Controller aus der Großindustrie und der mittelständischen Industrie an der Erasmus Universität Rotterdam [GER-99]. Dabei geben sich die Controller folgende Aufgaben in der Zukunft:

- Berater bei komplexen betriebswirtschaftlichen Fragestellungen,
- Experte für die Integration von Teilaspekten und Steuerung des Gesamtzusammenhangs,
- Initiator und Moderator von Veränderungs- und Lernprozessen,
- wirtschaftlicher Berater bei der Produktentwicklung und -gestaltung,
- Wissensmanager und Spezialist für Know-how-Transfer sowie
- Spezialist für Prozesse im Unternehmen.



Das Controlling geht also nicht mehr hauptsächlich den Weg von den Kostenarten über die Kostenstellen und die Kostenträger bis hin zur buchhalterischen Genauigkeit der Daten für die Kosten- und Leistungsrechnung und der externen Gewinn- und Verlustrechnung. Das Bemühen, unsichere Daten vom Kunden, Wettbewerb und von den Mitarbeitern zu beschaffen, wird für den Controller immer wichtiger werden. Zusammengefaßt hat die effektive Unternehmenssteuerung ganzheitlich, vernetzt sowie kunden- und zukunftsorientiert zu erfolgen (**Bild 1.1**).

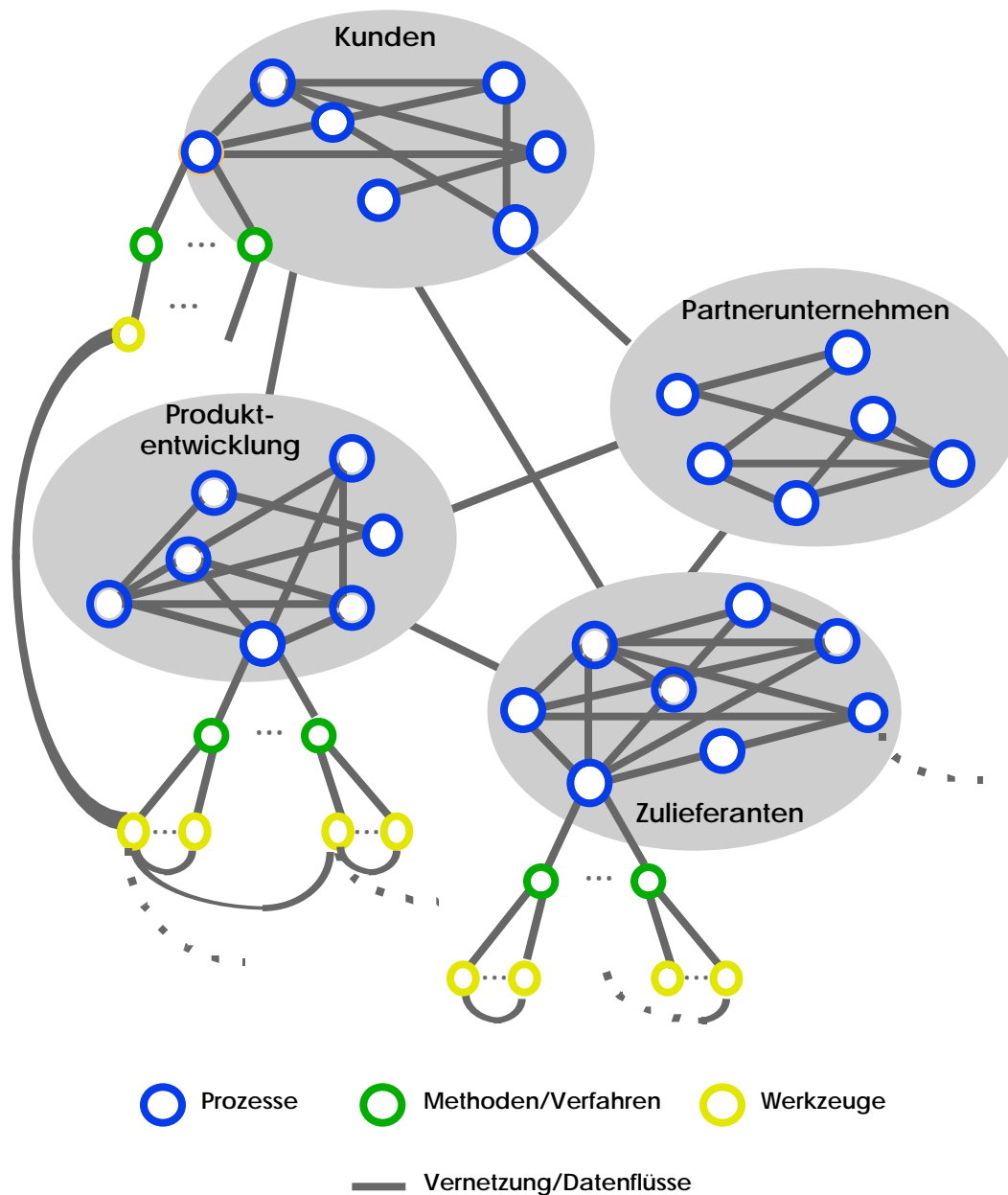


Bild 1.1: Vernetztes Unternehmen in Form von Prozessen, Methoden/Verfahren und Werkzeugen sowie unternehmensextern mit den Kunden, Zulieferanten und Partnerunternehmen

Daher gewinnen durch das veränderte Markt- und Wettbewerbsumfeld auch neue Controlling-Methoden an Bedeutung. Folgende Anforderungen an die Controlling-Methoden werden für die Zukunft gestellt [GER-99]:

- Parallele Steuerung von Qualität, Zeit und Kosten als Nutzen,
- Beherrschen der Kernprozesse,
- Steuerung und Verbesserung von Prozessen,
- Permanentes Benchmarking zur Leistungssteigerung,
- Integration der Erwartungen aller Zielgruppen (Kunden, Zulieferanten, Partnerunternehmen),
- Verknüpfung von strategischen und operativen Maßnahmen,
- Steuerung des Wissensmanagement und effiziente Wissensnutzung sowie
- ganzheitliches Steuern der Kosten und Nutzen von Zulieferanten durch Total Cost of Ownership

Neue Controlling-Methoden sind z.B. die Balanced Scorecard [KAN-97], Benchmarking ([DOB-98], [HGV-96]), Break Even-Analyse [HOP-97], prozeßorientierte Kostenrechnungsverfahren ([HOP-97], [HGV-96]), Total Quality Management [HOD-98] und Target Costing ([GRA-98], [HGV-96]).

### 1.3 Zielsetzung

Die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit neuer Technologien in der Produktentwicklung benötigt Bewertungsgrößen in Form von Nutzen für die Einführung neuer Technologien (z.B. Einführung von CAD/ CAM). Ziel ist es daher, jeden entstandenen Nutzen zu erfassen und mit betriebswirtschaftlichen Verfahren in Relation zu den Kosten zu bringen. Die Gliederung eines Unternehmens in Abteilungen mit eigenen Kostenstellen und das Entstehen von Kosten und Nutzen an unterschiedlichen Stellen bereitet bei der Bestimmung der Wirtschaftlichkeit einige Schwierigkeiten, da mit den Verfahren der Betriebswirtschaftslehre die Kosten einer Kostenstelle nicht immer mit solchen Nutzen verrechnet werden können, die an einer anderen Kostenstelle entstanden sind [VWSS-94].

Ziel dieser Arbeit ist es, eine Übersicht heute gebräuchlicher Verfahren aus der Investitionsrechnung darzustellen und aus den Stärken und Schwächen dieser Verfahren ein Modell zur Nutzenbewertung zu entwickeln, das auch neuen Controlling-Methoden genügt. Aus diesem allgemein formulierten Ziel lassen sich die folgenden Teilziele ableiten:

- Aufstellung von Anforderungen zur Bewertung der Investitionsrechnung aus der Sicht der Produktentwicklung

- Untersuchung neuer Controlling-Methoden und ihres geeigneten Einsatzes in der Produktentwicklung
- Auflistung der verwendeten Werkzeuge in der Produktentwicklung
- Zusammenstellung der wichtigsten Nutzen aus Prozeß-, Mitarbeiter-, Kunden- und Werkzeug-sicht
- Zusammenführung dieser Nutzen als Portfolio in Nutzenkategorien
- Aufzeigen von Möglichkeiten zu deren Bewertung und Überführen in Nutzenklassen
- Aufstellung eines Nutzenmodells zur monetären Berechnung der einzelnen Nutzenklassen und Nutzen
- Aufstellung eines Konzepts einer Softwarelösung für das Nutzenmodell

#### **1.4 Aufbau der Arbeit**

Um diese Zielsetzung zu erreichen, wird die Arbeit in fünf Teile gegliedert:

In Kapitel 2 werden Grundbegriffe aus der Investitions- und Finanzierungstheorie definiert und die theoretischen Grundlagen aufbereitet. Desweiteren werden Verfahren aus der Investitionsrechnung vorgestellt. Daraus werden die Anforderungen an ein Verfahren der Nutzenbewertung aus Sicht der Produktentwicklung abgeleitet. Ebenso wird die Vorgehensweise zur Nutzenerfassung und -bewertung mit den neuen Controlling-Methoden verglichen und untersucht, welchen Controlling-Methoden diese Vorgehensweise genügt.

In Kapitel 3 werden Grundbegriffe im Bereich der Produktentwicklung definiert, Werkzeuge den Prozessen in der Produktentwicklung zugeordnet und eine Vorgehensweise zur Nutzenerfassung und -bewertung beschrieben. Danach wird die Anwendung zur Nutzenerfassung und -bewertung am Beispiel einer neuen Controlling-Methode aufgezeigt.

In Kapitel 4 werden Beispiele zu Nutzen und deren Bewertung in den einzelnen in Kapitel 3 entwickelten Nutzenkategorien dargestellt.

In Kapitel 5 wird das Benefit Asset Pricing Model für die Nutzenbewertung aufgestellt. Es wird ein Ansatz gezeigt, wie Methoden und Verfahren im Portfoliomanagement aus der Banken- und Versicherungsbranche bei der Quantifizierung des Nutzens bei Investition in Werkzeuge in der Produktentwicklung angewendet werden können.

In Kapitel 6 wird ein Konzept für das Benefit Asset Pricing Model in Form eines Excel-Spreadsheets zur Implementierung vorgestellt und exemplarisch an einem Beispiel dargestellt.

In Kapitel 7 erfolgt die Zusammenfassung und ein Ausblick.