

Sören Kunst

**Konzeption eines Modells zur Bewertung
der Wirtschaftlichkeit von
Virtual-Reality-Systemen in der Digitalen
Fabrik**

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2005 Diplom.de
ISBN: 9783832495275

Konzeption eines Modells zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Virtual-Reality-Systemen in der Digitalen Fabrik

Sören Kunst

Konzeption eines Modells zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Virtual-Reality-Systemen in der Digitalen Fabrik

Diplomarbeit
Hochschule Wismar
Fachbereich Elektrotechnik und Informatik
Abgabe November 2005



Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 9527

Kunst, Sören: Konzeption eines Modells zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Virtual-Reality-Systemen in der Digitalen Fabrik

Druck Diplomica GmbH, Hamburg, 2006

Zugl.: Hochschule Wismar, Diplomarbeit, 2005

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2006

Printed in Germany

Danksagung

Diese Diplomarbeit entstand am Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart. Die außerordentlich wissenschaftliche und kreative Atmosphäre in der Abteilung Engineering-IT hat sehr zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Mein Dank gilt allen, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben. Insbesondere:

- Herrn Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde, für die Überlassung des Themas, sowie die tatkräftige Unterstützung, die nicht hätte besser sein können;
- Herrn Prof. Dr. Dr. Herbert Neunteufel für das Betreuen dieser Diplomarbeit und die immer gute Hilfestellung.

Mein Dank gilt über dies allen Personen, die an dieser Arbeit mitwirkten und mich während ihrer Entstehung mit Rat und Tat unterstützten. Für die gewissenhaften Überprüfungen der Rechtschreibung und für die kritischen Anregungen zum Ausdruck danke ich vor allem meiner Schwester Svea.

Ein ganz besonderer Dank gilt sowohl meiner Familie, die mir das Studium ermöglicht und mich in jeder Hinsicht unterstützt hat, als auch meiner Freundin Maria, die mir besonders in Stresssituationen zur Seite stand.

Weiterhin bedanke ich mich bei allen die hier nicht genannt wurden.

Stuttgart, im November 2006

Zusammenfassung

Produzierende Unternehmen sehen sich durch Globalisierung und zunehmenden Wettbewerb neuen Herausforderungen in der Produktion gegenübergestellt. Diesen Herausforderungen kann mit Investitionen in neue Technologien begegnet werden. Die VR-Technologie ist eine solche Technologie, die als Erweiterung von 3D-CAD Planungswerkzeugen, als spezifische VR-Anwendung und weiteren Anwendungsfeldern vielfältige Nutzenpotenziale aufweist. Die Geschichte der VR-Technologie ist von enormen Hardwarepreisen geprägt, was dazu geführt hat, dass in der Vergangenheit nur Großkonzerne, besonders der Automobilindustrie, in Forschung und Nutzung dieser Technologie investiert haben.

Für technische und kreative Profis gibt es keine bessere Alternative, Probleme und Lösungen interaktiv in Echtzeit und multidimensional zu analysieren, lösen und präsentieren. Sie können Ihre 3D-CAD-Daten realitätsgetreu in einer Art und Weise visualisieren, erforschen, verstehen und kommunizieren, die in der physischen Welt nicht möglich ist: Bessere Entscheidungen werden in kürzerer Zeit erreicht, Kosten gespart und die Produktivität der Planungsabteilungen wird erhöht. Viele Unternehmen kennen aber die Nutzenpotenziale dieser Technologie noch nicht und es mangelt an Nachweisen des wirtschaftlichen Einsatzes der VR-Technologie. Ein Nutzensnachweis ist schwierig.

Aus diesen und weiteren Gründen wurde innerhalb der vorliegenden Arbeit erfolgreich ein Modell entwickelt, das die Einsatzgebiete, Kosten- und Nutzenstruktur und Bewertungsmethoden der Virtual-Reality-Technologie beinhaltet und überschaubar darstellt.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	I
Zusammenfassung.....	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation	2
1.2 Zielsetzung und Vorgehen.....	3
2 Grundlagen.....	5
2.1 Investitionen	5
2.2 Wirtschaftlichkeit.....	7
2.2.1 Nutzen.....	9
2.2.2 Kosten.....	15
2.3 VR-Technologie.....	15
2.3.1 Begriffsdefinition.....	16
2.3.2 Geschichte – Meilensteine der VR	19
2.4 VR im Produktionsentstehungsprozess.....	22
3 Stand der Technik.....	24
3.1 VR-Technologie.....	24
3.1.1 Aufbau eines VR-Systems.....	25
3.1.2 Heutige Anwendungen der VR-Technologie	35
3.1.3 Barrieren der VR-Implementierung.....	38
3.2 Produktionsentstehung – Digitale Fabrik	40
3.2.1 Industrielle VR-Anwendungen in der Digitalen Fabrik	42
3.3 Kosten- und Nutzenbewertung	43
3.3.1 Problematik der Nutzenbewertung bei IT-Projekten.....	44
3.3.2 Diskussion ganzheitlicher Ansätze	45
3.3.3 Ableitung des Handlungsbedarfs.....	48

4	Lösungsansatz – Konzeption des Modells	50
4.1	Eingrenzung des Untersuchungsbereichs.....	50
4.1.1	<i>Zeitliche Einordnung des Modells</i>	<i>51</i>
4.1.2	<i>Einordnung im Entscheidungsprozess.....</i>	<i>51</i>
4.2	Anforderungen an das Modell	53
4.3	Darlegung des Grundkonzepts	55
5	Realisierung.....	58
5.1	Modul 1 – VR- Anwendungen	58
5.1.1	<i>VR-Anwendungen.....</i>	<i>59</i>
5.1.2	<i>Zuordnung der Nutzenpotenziale zu VR-Anwendungen.....</i>	<i>65</i>
5.2	Modul 2 – VR-Nutzenpotenziale	66
5.2.1	<i>Nutzenpotenziale der VR-Technologie</i>	<i>67</i>
5.2.2	<i>Relevanz der Nutzenpotenziale in den Nutzenkategorien</i>	<i>75</i>
5.3	Realisierung der bisherigen Ergebnisse.....	76
5.4	Modul 3 – Bewertung	78
5.4.1	<i>Anwendbarkeit von Verfahren.....</i>	<i>79</i>
5.4.2	<i>Kostenerfassung – einmalige und laufende Kosten.....</i>	<i>79</i>
5.4.3	<i>Ökonomische Bewertung – direkte Nutzen.....</i>	<i>81</i>
5.4.4	<i>Qualitative Bewertung – indirekte Nutzen.....</i>	<i>84</i>
5.4.5	<i>Strategische Bewertung – strategischer Nutzen.....</i>	<i>87</i>
5.4.6	<i>Anwendung der Bewertungsverfahren im Modell</i>	<i>90</i>
5.4.7	<i>Zusammenfassung der Ergebnisse</i>	<i>91</i>
5.5	Einführung von VR-Systemen.....	92
6	Anwendung des Modells	94
7	Zusammenfassung und Ausblick	96
	Literaturverzeichnis.....	XI
	Anhang	XXII

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Abgrenzung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	8
Bild 2: Definition der Wirtschaftlichkeit [Lehm28].....	9
Bild 3: Darstellung der Nutzenkategorien	13
Bild 4: Whirlwind-Computer 1949	19
Bild 5: SAGE-Computer 1952.....	19
Bild 6: Sensorama 1956	20
Bild 7: Getracktes HMD 1965	20
Bild 8: HMD 1961	20
Bild 9: Sketchpad 1965	20
Bild 10: Graphisch-Haptisches Display Grope III 1967.....	21
Bild 11: VECTA Flugsimulator 1987	21
Bild 12: Produktlebenszyklus (i. A. a. [Scha01])	22
Bild 13: Aufbau eines VR-Systems [Quelle: FhG IPA].....	25
Bild 14: VR-Softwarearchitektur [i. A. a. FhG_IPA].....	26
Bild 15: Desktop-VR [vgl. www_12].....	28
Bild 16: Darstellung eines HeadMountedDisplay (HMD)	28
Bild 17: HoloBench am Fraunhofer IPA.....	29
Bild 18: Schematische Darstellung einer Powerwall [www_14].....	29
Bild 19: Präsentation eines Flugzeuges [Quelle: Airbus].....	30
Bild 20: Schematische Abbildung einer CAVE [ICA]	31
Bild 21: Blick in die CAVE am Fraunhofer IPA [FhG IPA].....	31
Bild 22: Elektromagnetisches Trackingsystem – [Polhemus]	33
Bild 23: Spacemouse und ihre Freiheitsgrade [FhG IPA]	34
Bild 24: Datenhandschuh CyberGlove [Virtex]	34
Bild 25: Raumplanung in der Architektur [Bitmanagement]	36
Bild 26: Abbildung einer komplexen Produktionsanlage [FhG_IPA].....	38
Bild 27: Barrieren der VR-Implementierung [vgl. www_10]	39
Bild 28: Zielgruppen und Einsatzfelder für VR-Systeme i. Anl. [VDI3633].....	42
Bild 29: Problematik der ex-ante Nutzenbewertung	44
Bild 30: Abgrenzung der Arbeit.....	48
Bild 31: Einordnung im Investitionsentscheidungsprozess i. A. a. [Scha01].....	52
Bild 32: Schematische Darstellung des Gesamtmodells	56

Bild 33: Modul 1 – Einordnung und Darstellung im Gesamtkonzept	59
Bild 34: Materialflussplanung mit VR am Beispiel eines Lagers [Virtex]	62
Bild 35: Zuordnung der Nutzenpotenziale zu den VR-Anwendungen	65
Bild 36: Modul 2 – Einordnung im Gesamtkonzept	67
Bild 37: Fabrikplanungstisch [FhG IPA]	74
Bild 38: Relevanz der Nutzenpotenziale in den Nutzenkategorien	75
Bild 39: Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse	77
Bild 40: Modul 3 – Einordnung im Gesamtkonzept	78
Bild 41: Abbildung der klassischen Investitionsrechenverfahren	82
Bild 42: Kapitalwertberechnung [VDI2216]	83
Bild 43: Quellen des Unternehmenserfolgs i. A. a. [Port91]	88
Bild 44: Einordnung der Verfahren im Modell	91
Bild 45: Zusammenfassung und Einordnung der Bewertungsverfahren	92

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Analyse der Nutzenkategorien (i. A. a. [Nage88]).....	11
Tabelle 2: Menschliche Sinne für die Wahrnehmung der Umgebung [www_16].....	16
Tabelle 3: Zusammenfassung der wichtigsten VR-Hardwarekomponenten	35
Tabelle 4: VR-Nutzenpotenziale für Unternehmen XY	94
Tabelle 5: Bewertungsverfahren für Unternehmen XY	95