

# **SYSTEMS ENGINEERING**

Andreas Vollerthun

**Integration von Konzeptentwurf und Marketing**



Herbert Utz Verlag · Wissenschaft  
München

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme  
Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist  
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich

Zugleich: Dissertation, München, Techn. Univ., 2001

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2001

ISBN 3-8316-0074-0

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München  
Tel.: 089/277791-00 · Fax: 089/277791-01  
utz@utzverlag.com · www.utzverlag.de

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1 EINFÜHRUNG .....</b>	<b>17</b>
1.1 EINLEITUNG .....	17
1.2 ZIELSETZUNG.....	20
1.3 INHALT UND AUFBAU .....	21
<b>2 DAS UMFELD DER KOMMERZIELLEN RAUMFAHRT.....</b>	<b>25</b>
2.1 ENTWICKLUNGSMETHODEN IN DER KOMMERZIELLEN RAUMFAHRT .....	25
2.2 WERTSCHÖPFUNGSKETTE SATELLITENNAVIGATION .....	29
2.2.1 <i>Satellitenavigationssysteme</i> .....	31
2.2.2 <i>Das europäische Satellitenavigationssystem Galileo</i> .....	33
<b>3 AUSGANGSPUNKT BUSINESSPLAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 INHALTE EINES BUSINESSPLANS.....	38
3.2 BEWERTUNG VON BUSINESSPLÄNEN - BEWERTUNGSKRITERIEN .....	44
3.3 INFORMATIONSQUELLEN FÜR DIE BEWERTUNG .....	46
<b>4 ENTWICKLUNG DES INTEGRIERTEN MARKTMODELLS .....</b>	<b>48</b>
4.1 EINORDNUNG IN DIE BETRIEBSWIRTSCHAFTSLEHRE.....	49
4.2 VIELFALT DER EINFLUSSGRÖßEN ZUR MARKTBESCHREIBUNG .....	53
4.2.1 <i>Begriff - Markt Komplexität</i> .....	55
4.2.2 <i>Problematik der Investitionsgüter</i> .....	56
4.3 INTEGRIERTES MARKTMODELL .....	57
4.3.1 <i>Systemtechnische Modellierungsmethodik</i> .....	59
4.3.2 <i>Marktmodell - Systemgrenze</i> .....	62
4.3.3 <i>Identifikation der Elemente des Marktmodells</i> .....	64
4.3.4 <i>Element 'Zielmarktsegmente'</i> .....	68
4.3.4.a <i>Element 'Zielmarktsegmente' - Outputs</i> .....	70
4.3.4.b <i>Element 'Zielmarktsegmente' - Eigenschaften &amp; Funktionen</i> .....	70
4.3.4.c <i>Element 'Zielmarktsegmente' - Inputs</i> .....	81
4.3.4.d <i>Das Element 'Zielmarktsegmente' im Marktmodell</i> .....	81
4.3.5 <i>Element 'Marktgrößen'</i> .....	83
4.3.5.a <i>Element 'Marktgrößen' - Outputs</i> .....	83
4.3.5.b <i>Element 'Marktgrößen' - Eigenschaften &amp; Funktionen</i> .....	84
4.3.5.c <i>Element 'Marktgrößen' - Inputs</i> .....	93
4.3.5.d <i>Das Element 'Marktgrößen' im Marktmodell</i> .....	95
4.3.6 <i>Element 'Wettbewerbsanalyse'</i> .....	96
4.3.6.a <i>Element 'Wettbewerbsanalyse' - Outputs</i> .....	97
4.3.6.b <i>Element 'Wettbewerbsanalyse' - Eigenschaften &amp; Funktionen</i> .....	97
4.3.6.c <i>Element 'Wettbewerbsanalyse' - Inputs</i> .....	101
4.3.6.d <i>Das Element 'Wettbewerbsanalyse' im Marktmodell</i> .....	101
4.3.7 <i>Element 'Preisbildung'</i> .....	103
4.3.7.a <i>Element 'Preisbildung' - Outputs</i> .....	103
4.3.7.b <i>Element 'Preisbildung' - Eigenschaften &amp; Funktionen</i> .....	104
4.3.7.c <i>Element 'Preisbildung' - Inputs</i> .....	119
4.3.7.d <i>Das Element 'Preisbildung' im Marktmodell</i> .....	119

4.3.8 Element 'Kundenverhalten' .....	121
4.3.8.a Element 'Kundenverhalten' - Outputs .....	121
4.3.8.b Element 'Kundenverhalten' - Eigenschaften & Funktionen .....	121
4.3.8.c Element 'Kundenverhalten' - Inputs .....	133
4.3.8.d Das Element 'Kundenverhalten' im Marktmodell .....	134
4.3.9 Relationen der Elemente im Marktmodell .....	136
4.4 SCHNITTSTELLEN ÜBER DIE SYSTEMGRENZE DES MARKTMODELLS .....	137
<b>5 MODELLIERUNG IM KONZEPTENTWURF.....</b>	<b>141</b>
<b>6 KOSTENMODELLIERUNG .....</b>	<b>151</b>
6.1 SICHTWEISEN DER KOSTENRECHNUNG .....	152
6.2 METHODEN DER KOSTENBESTIMMUNG .....	153
6.3 ERGEBNISSE/OUTPUTS DER KOSTENMODELLIERUNG .....	155
<b>7 NUTZENPOTENTIALE.....</b>	<b>158</b>
7.1 INTEGRIERTE BUSINESSPLAN AUSWERTUNG.....	158
7.2 MARKTORIENTIERTE SYSTEMENTWICKLUNG.....	163
7.3 MARKTROBUSTHEIT.....	165
7.4 AUSGANGSPUNKT FÜR WEITERE EINSATZBEREICHE .....	170
<b>8 DAS BUSINESSPLAN-MODELL IM UNTERNEHMEN .....</b>	<b>173</b>
8.1 PROZESS ZUR ANWENDUNG DES BUSINESSPLAN-MODELLS .....	174
8.3 DAS BUSINESSPLAN-MODELL IM UNTERNEHMENSPROZESS.....	179
<b>9 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>187</b>
<b>10 GLOSSAR .....</b>	<b>191</b>
<b>11 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>193</b>
<b>12 INDEX.....</b>	<b>203</b>

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1-1: Verlauf der Aktienkurse von Iridium und Globalstar (in US-\$).....	18
Abbildung 1-2: Struktur und Inhalte der Arbeit .....	22
Abbildung 2-1: Veränderungen am JPL durch die Einführung des Project Design Centers .....	26
Abbildung 2-2: Das Design-to-Market Konzept .....	28
Abbildung 2-3: Das Produkt in der Systemumwelt.....	29
Abbildung 2-4: Wertschöpfungskette mit dem Produkt in der Systemumwelt.....	29
Abbildung 2-5: Wertschöpfungskette Satellitennavigation.....	30
Abbildung 2-6: Verlauf der GPS-Genauigkeit nach Abschaltung der ‘Selective Availability’ .....	34
Abbildung 3-1: Top-Down-/Bottom-Up-Ansatz zur Entwicklung des Marktmodells .....	37
Abbildung 3-2: Vorgehen im Kapitel ‘Ausgangspunkt Businessplan’ .....	38
Abbildung 3-3: Inhalte eines Businessplans.....	39
Abbildung 3-4: Bestandteile der Finanzplanung .....	41
Abbildung 3-5: Elemente der Finanzplanung im Businessplan .....	42
Abbildung 3-6: Abhängigkeiten zwischen den Inhalten eines Businessplans.....	43
Abbildung 3-7: Businessplan-Bewertungskriterien.....	45
Abbildung 3-8: Informationsquellen für Businessplan Bewertung .....	46
Abbildung 3-9: Prinzipieller Output des Businessplan-Modells.....	47
Abbildung 4-1: Bereiche des Marketing .....	50
Abbildung 4-2: Aufgaben und Tätigkeitsbereiche des Marketing .....	51
Abbildung 4-3: Aufgaben im Marketingprozess .....	52
Abbildung 4-4: Zielgruppen aus Sicht des Marketing.....	54
Abbildung 4-5: Allgemeine Parameter im System “Produkt - Markt“.....	55
Abbildung 4-6: Systemtechnisches Vorgehensmodell und Vorgehen bei der Modellbildung und Simulation.....	60
Abbildung 4-7: Das Vorgehensmodell im Entwicklungsablauf.....	60
Abbildung 4-8: Formalisierte Darstellung eines Elementes.....	61
Abbildung 4-9: Sequenz der Marktmodell-Entwicklung.....	62
Abbildung 4-10: Systemgrenze des Marktmodells.....	64
Abbildung 4-11: Intuitive Top-Level Relationen im Marktmodell .....	66
Abbildung 4-12: Drei Modellierungsebenen des Marktmodells .....	67
Abbildung 4-13: Prinzipielles Vorgehen bei der Marktsegmentierung.....	69
Abbildung 4-14: Prinzipielles Vorgehen bei der Segmentierung der Satellitennavigations- Anwendungen.....	73
Abbildung 4-15: Verteilung der Anwendungen zur Identifizierung der Segmentierungsgrenzen .....	75
Abbildung 4-16: Vorgehen bei der Segmentierung der Satellitennavigationsanwendungen .....	77
Abbildung 4-17: Marktwachstums-Marktanteils-Portfolio .....	78
Abbildung 4-18: Portfolio-Darstellung der identifizierten Marktsegmente .....	79
Abbildung 4-19: Portfolio-Darstellung des Marktvolumens der Marktsegmente .....	80
Abbildung 4-20: Das Element ‘Zielmarktsegmente’ im Marktmodell.....	82
Abbildung 4-21: Zusammenhang von Marktgrößen.....	83
Abbildung 4-22: Einteilung von Prognoseverfahren.....	85

Abbildung 4-23: Trendfunktionen langfristiger Prognoseverfahren .....	86
Abbildung 4-24: Excel-Werkzeug zur Modellierung im Element 'Marktgrößen' .....	87
Abbildung 4-25: Bisheriges Marktpotential ausgewählter Satellitennavigationsanwendungen .....	88
Abbildung 4-26: Prognose des Marktpotentials für ausgewählte Satellitennavigationsanwendungen .....	89
Abbildung 4-27: Zusammenhang zwischen Marktpotential und Marktvolumen .....	90
Abbildung 4-28: Prognose für den Verlauf des Ausstattungskoeffizienten für Pkws .....	91
Abbildung 4-29: Mengenmäßiges Marktvolumen für Endgeräte in Pkws (1400-1999ccm) .....	91
Abbildung 4-30: Marktvolumen in Deutschland für Satellitennavigations-Endgeräte und -Dienstleistungen .....	92
Abbildung 4-31: Das Element 'Marktgrößen' im Marktmodell .....	94
Abbildung 4-32: Outputs der Konkurrenzanalyse .....	97
Abbildung 4-33: Beurteilungskriterien für Stärken-/Schwächenanalyse der Konkurrenz .....	99
Abbildung 4-34: Bewertungskriterien für Konkurrenzprodukte .....	100
Abbildung 4-35: Vergleich der GPS- und der regionalen Galileo-Leistungsfähigkeit .....	101
Abbildung 4-36: Das Element 'Wettbewerbsanalyse' im Marktmodell .....	102
Abbildung 4-37: Systemtechnisches Vorgehensmodell der Preisbildung .....	104
Abbildung 4-38: Prinzipien der Preisbildung .....	106
Abbildung 4-39: Arten der Kostenbestimmung .....	107
Abbildung 4-40: Ablauf einer kostenorientierten Preisbestimmung .....	108
Abbildung 4-41: Ausgaben für Galileo und Einnahmen aus Sicht des deutschen Staates .....	110
Abbildung 4-42: Degressiver Verlauf der Preisbereitschaft für ein Satellitennavigationsystem für Pkws .....	111
Abbildung 4-43: Preisbereitschaft für ausgewählte Endgeräte für Satellitennavigations- Anwendungen .....	112
Abbildung 4-44: Preispolitik im Dyopol bei Unsicherheit .....	115
Abbildung 4-45: Marktdurchdringung bei unterschiedlichen Preisniveaus (normiert) für Navigationsgeräte in Pkws .....	117
Abbildung 4-46: Gewinnermittlung in verschiedenen Marktformen .....	118
Abbildung 4-47: Das Element 'Preisbildung' im Marktmodell .....	120
Abbildung 4-48: Vorgehen im Kapitel 'Kundenverhalten' .....	122
Abbildung 4-49: Betriebswirtschaftliche Modelle des Kundenverhaltens .....	123
Abbildung 4-50: Gewichtung von Anforderungen an ein Pkw Telematik-System .....	125
Abbildung 4-51: Preissensitivität in identifizierten Satellitennavigations-Marktsegmenten .....	126
Abbildung 4-52: Das Preis-Leistungs-Verhältnis: Vom Produktnutzen zur Marktgröße .....	127
Abbildung 4-53: Aggregation individueller Kaufentscheidungen .....	128
Abbildung 4-54: Maßgrößen des aggregierten Kaufverhaltens (Kaufanteilmethode) .....	129
Abbildung 4-55: Preisänderungsreaktionsfunktion .....	130
Abbildung 4-56: Werbewirksamkeit als Funktion der Zeit .....	131
Abbildung 4-57: Das Element 'Kundenverhalten' im Marktmodell .....	135
Abbildung 4-58: Berücksichtigung der Preis-Absatz-Funktion im Marktmodell .....	136
Abbildung 4-59: Aus Elementen integriertes Marktmodell .....	139
Abbildung 5-1: Unterscheidung der Verwendung der zu ermittelnden Produkteigenschaften .....	142
Abbildung 5-2: Elemente eines Raumfahrtsystems .....	143
Abbildung 5-3: Relationen unter den Satelliten-Subsystemen .....	144
Abbildung 5-4: Beispielhafte Darstellung für die Modellierung im Konzeptentwurf .....	145
Abbildung 5-5: Verknüpfung von Konzeptentwurf und Marktmodell .....	147
Abbildung 5-6: Von Galileo erreichbares Marktvolumen (bei zusätzlicher Integritätsinformation in Europa) .....	148

Abbildung 5-7: Auswertung des Marktvolumens unter Beachtung der Leistungsparameter des eigenen und eines Konkurrenzsystems .....	149
Abbildung 6-1: Unterschiedliche Sichtweisen aus der Kostenperspektive auf den Konzeptentwurf. 152	
Abbildung 6-2: Work Breakdown Structure der Kostenträger als Basis zur Kostenmodellierung.....	155
Abbildung 6-3: Verknüpfung von Kosten- und Marktmodell .....	156
Abbildung 6-4: Verlauf der Lebenszykluskosten für eine wissenschaftliche Satellitenmission.....	156
Abbildung 7-1: Integration von Markt-, Kosten- und Technik-Modell.....	158
Abbildung 7-2: Cash Flow-/Liquiditäts-Analyse (Entwicklungsphase eines Einzelsatelliten).....	160
Abbildung 7-3: Cash Flow-Analyse-/ mit Zinssatz-Variation.....	161
Abbildung 7-4: Aus dem Businessplan-Modell ermittelte finanzielle und marktorientierte Bewertungsgrößen .....	162
Abbildung 7-5: Aus dem Businessplan-Modell ermittelte produktspezifische Bewertungsgrößen....	162
Abbildung 7-6: Erweiterung der systemtechnischen Methoden.....	163
Abbildung 7-7: Marktmodell als Kommunikationsmedium.....	164
Abbildung 7-8: Grundlagen für Marktrobustheit .....	166
Abbildung 7-9: Linien gleicher Marktrobustheit .....	167
Abbildung 7-10: Marktrobustheit - Zahlenbeispiel für ausgewählte Satellitennavigationsanwendungen.....	168
Abbildung 7-11: Marktrobustheit-/ Marktvolumen-Portfolio .....	168
Abbildung 7-12: Verallgemeinertes Vorgehen bei der Plattformentwicklung.....	169
Abbildung 7-13: Plattformkonzept bei ausgewählten Anwendungen der Satellitennavigation.....	170
Abbildung 8-1: Kombination von Businessplan- und V-Modell .....	174
Abbildung 8-2: Relationsmatrix des Marktmodells - Grundlage für die Sequenz des Vorgehens .....	177
Abbildung 8-3: Mikroprozess am Beispiel des Anwendungsfalls europäische Satellitennavigation .	181
Abbildung 8-4: Integration und Zusammenspiel des Businessplan-Modells mit anderen Entwicklungsmethoden/-werkzeugen .....	184
Abbildung 8-5: Die Marketing Disziplin im integrierten Entwicklungsteam .....	186





## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 2-1: Leistungsparameter eines Satellitennavigationssystems.....	32
Tabelle 4-1: Bewertungskriterien für ein Modell.....	58
Tabelle 4-2: Ausgewählte Anwendungsmöglichkeiten der Satellitennavigation.....	72
Tabelle 4-3: Anforderungen an ausgewählte Satellitennavigations-Anwendungen.....	73
Tabelle 4-4: Segmentierung der Satellitennavigations-Anwendungen auf Basis der Genauigkeits- Anforderungen .....	76
Tabelle 4-5: Segmentierungsgrenzen für Satellitennavigations-Anwendungen.....	76
Tabelle 4-6: Anwendungen im Segment I (niedrigste Anforderungen) .....	78
Tabelle 4-7: Marktformen .....	98
Tabelle 4-8: Kostenorientierte Preisbestimmung bei Handel und Hersteller.....	109
Tabelle 4-9: Preis-Absatz-Funktionen mit/ohne Berücksichtigung der Konkurrenzpreise.....	130



## Abkürzungsverzeichnis

---

<b>BP</b>	Businessplan
<b>CAD</b>	Computer Aided Design
<b>CER</b>	Cost Estimating Relationship
<b>CHA</b>	Channel of High Accuracy
<b>CSA</b>	Channel of Standard Accuracy
<b>DLR</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
<b>DOP</b>	Dilution of Precision
<b>EGNOS</b>	European Geostationary Navigation Overlay System
<b>ESA</b>	European Space Agency
<b>ESTEC</b>	European Space Research & Technology Centre
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>F&amp;E</b>	Forschung und Entwicklung
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>IRR</b>	Internal Rate of Return
<b>JPL</b>	Jet Propulsion Laboratory
<b>MEO</b>	Medium Earth Orbit
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>PDC</b>	Project Design Center
<b>PDM</b>	Produktdatenmanagement-System
<b>QFD</b>	Quality Function Deployment
<b>ROI</b>	Return-on-Invest
<b>SA</b>	Selective Availability
<b>SDO</b>	Satellite Design Office
<b>TEN</b>	TransEuropean Networks
<b>TTA</b>	Time to Alarm



# 1 EINFÜHRUNG

„UM KLARZUSEHEN GENÜGT EIN WECHSEL DER BLICKRICHTUNG.“

ANTOINE DE SAINT-EXUPERY

## 1.1 Einleitung

Quer durch alle Industrien bemühen sich Firmen in immer kürzer werdenden Zyklen Produkte zu entwickeln, die steigenden Nutzeranforderungen gerecht werden. Besonders problematisch ist die dabei auftretende **Verkürzung der Marktzyklen** bei Vorhaben, deren Entwicklungszeiten ein Vielfaches der Marktzyklen betragen. Gerade für die Entwicklung kommerzieller Satelliten (-konstellationen) mit überdurchschnittlich **langen Entwicklungszeiten** stellt diese Tendenz ein Problem dar.

Den sich rasch ändernden technischen Anforderungen und der zunehmenden Vernetzung verschiedener technischer Disziplinen hat auch die Raumfahrtindustrie mit der Implementierung von integrierten Entwicklungsumgebungen und dem Einsatz integrierter Entwicklungsteams Rechnung getragen (siehe z.B. Shishko, 2000). Primäres Ziel dieser unternehmensinternen Veränderungen ist die Beherrschung der durch die Vernetzung verschiedener Disziplinen entstehenden Komplexität und die Optimierung des Konzeptentwurfs mit Rücksicht auf die Gesamtsystemkosten. Der Anstieg der Marktdynamik und eine daraus erforderlich werdende Anpassung des Entwicklungsprozesses für kommerzielle Satellitensysteme durch **Berücksichtigung der Marketing-Disziplin** ist bis heute ausgeblieben.

Zentrales Problem bei der Systementwicklung sind also die immer schnelleren Marktzyklen, die von Unternehmen schneller neue zukunftsorientierte und flexible Produkte fordern. Gleichzeitig steigt die Komplexität der Produkte und die Anzahl der Konkurrenzunternehmen nimmt durch die Globalisierung auch zu. Für die Unternehmen bedeutet dies ein höchstes Maß an Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, um den sich rasch verändernden Anforderungen gerecht zu werden. Nicht selten gelingt das nicht und oft ist z.B. die Zeit bis zum Markteintritt zu lang oder die entwickelten Produkte stimmen nicht mit den Anforderungen der Nutzer überein. Prominentestes Negativ-Beispiel aus der Raumfahrtindustrie ist das Unternehmen 'Iridium Global Telecommunications'<sup>1</sup>, das als erstes weltweit, an jedem Ort der Erde, für den Massenmarkt mobi-

---

<sup>1</sup> Der Name Iridium geht auf den Umstand zurück, dass die von Motorola geplante Konstellation zunächst 77 Satelliten umfassen sollte und Iridium das chemische Element mit 77 Atomen ist. Auch nach der Reduzierung der Satellitenzahl auf 66 wurde dieser Name beibehalten (Wieser, 1998, S.19).

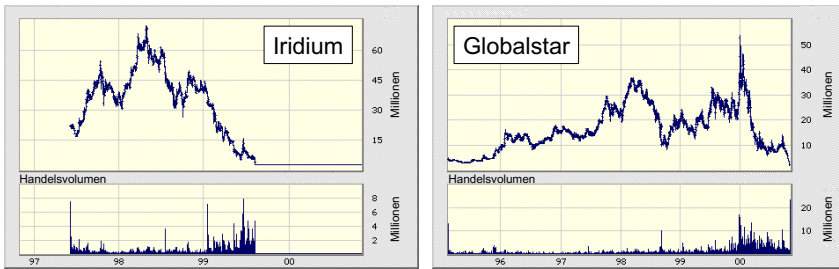


Abbildung 1-1: Verlauf der Aktienkurse von Iridium und Globalstar (in US-\$)

les Telefonieren anbieten wollten. Dem Unternehmen gelang es nicht, die Systementwicklung den Veränderungen am Markt anzupassen, und musste letztendlich wegen zu geringer Kundenzahlen unter dem Schutz der US-Regierung seinen Bankrott erklären (Evans & Brunstrom, 2000, S.6/7). Eindrucksvoll dokumentiert wird dieses Geschehen durch den Verlauf des Aktienkurses von Iridium, der in Abbildung 1-1 dargestellt ist (Market Watch, 2000). Zum Vergleich wird ebenfalls der Verlauf des Aktienkurses des Unternehmens Globalstar angeführt, das momentan dieselben Probleme wie Iridium erfährt und ebenfalls unter extremem wirtschaftlichen Erfolgsdruck steht.

Die Ausrichtung der **Raumfahrtindustrie** hin zu einer **kommerziell getriebenen Branche** hat erst vor wenigen Jahren begonnen und die konsequente Ausrichtung der Satellitenentwicklung auf Märkte und Kundenbedürfnisse steckt noch in den Kinderschuhen, wie der Fall des Unternehmens Iridium zeigt. Eine Industrie, die historisch bedingt nicht auf kommerzielles Geschäft ausgerichtet war und erst durch die Begrenzung der zur Verfügung stehenden Budgets dazu gezwungen wurde, auf Entwicklungskosten zu achten, tut sich dementsprechend schwer, Organisationsformen, Mitarbeiter, Vorgehensweisen usw. den geänderten Randbedingungen in kommerzieller Hinsicht, gerecht zu werden. Für Entwicklungsingenieure bedeuten die Veränderungen, dass ihre Tätigkeit nicht primär durch das technisch Machbare, sondern vielmehr durch das Marktgeschehen bestimmt wird (Wieser, 1998, S.4; vgl. auch Janschek & Pforte, 1999, S.1).

Für Raumfahrtunternehmen wirkt sich diese Kommerzialisierung dahingehend aus, dass sie zu einer **Beteiligung am Finanzierungsrisiko** vom Auftraggeber „gezwungen“ werden (vgl. auch Quirnbach, 2000, S.10). Üblich sind hier Teilzahlungsmodelle wie z.B. ‘Payment on Delivery’ (Zahlung erst bei vollständiger Lieferung/Inbetriebnahme), ‘Vendor Financing’ (Teilzahlung; ausstehende Beträge erst bei Inbetriebnahme) oder ‘Equity Investment’, bei dem sich der Satellitenhersteller am Kapital der Betreiberfirma beteiligt. Vor der Entscheidung über eine Beteiligung muss der Satellitenhersteller deshalb heute in der Lage sein, die Geschäftsidee/den Geschäftsplan des Betreibers zu bewerten. Vor dem Gegensatz steigender Marktdynamik, überdurchschnittlicher Entwicklungszeiten und definierter Renditeerwartungen der

Unternehmensleitung erfordert diese Bewertung eine äußerst detaillierte **Analyse der Geschäftsidee durch Ingenieure und Betriebswirte**.

Die in vielen Unternehmen (vor allem mit technisch anspruchsvollen Produkten), aufgrund des Dilemmas steigender Qualität, individueller Produkthanforderungen und zu senkender Herstellkosten anzutreffende **Kluft zwischen Betriebswirtschaft und Ingenieurwesen** (vgl. z.B. Meyer & Davidson, 2001, S.73/74, 184/185) ist zusammen mit dem Nicht-Vorhandensein geeigneter integrierter Modelle (Betriebswirtschaftliche und Ingenieur-Sicht) zur Bewertung von Geschäftsplänen, häufig die Quelle für viele Probleme in der Systementwicklung (Rupp, 1988, S.53/109). Während auf der einen Seite im Rahmen der Betriebswirtschaft vor allem Marketingaktivitäten, wie z.B. die Bestimmung von Marktpotential, Identifikation von Marktsegmenten und deren Anforderungen, Entwicklung von Markteintrittsstrategien in Verbindung mit verschiedenen Marketingstrategien usw. im Mittelpunkt stehen, ist es die Aufgabe des Ingenieurs ein System/Produkt zu entwickeln, das auf den beabsichtigten Zielmärkten erfolgreich ab- und eingesetzt werden kann. Die Ingenieurwelt hat realisiert, dass ein erfolgreiches System heute nur entwickelt werden kann, wenn es den Anforderungen der späteren Nutzer/Kunden entspricht. Die Bedeutung der Kundenanforderungen für die erfolgreiche Systementwicklung wird allgemein anerkannt und vor diesem Hintergrund wurde eine Vielzahl von Methoden wie z.B. das Anforderungsmanagement entwickelt, um einen kundenorientierten Systementwurf zu gewährleisten. Die Systementwicklung ist als Folge dieser Orientierung darauf ausgerichtet, das Design auf die Erfüllung dieser Anforderungen hin zu validieren. Langfristige Markttrends und die daraus resultierende mögliche Veränderung der Anforderungen bleiben weitestgehend unberücksichtigt, da Marketing (Betriebswirtschaft) und Ingenieurwelt hier nicht zusammenarbeiten. **Was also heute fehlt, ist eine methodische Verknüpfung von Betriebswirtschaft und Ingenieurwelt**, bzw. die Verknüpfung zwischen Markt und Systementwurf. Das Marketing kann in diesem Sinne also als Querschnittsfunktion für Beschaffungs-, Entwicklungs- und Produktionsprozesse eingeordnet werden (Meyer & Davidson, 2001, S.15).

Stehen dem Ingenieur die Anforderungen, z.B. in Form eines Lastenheftes zur Verfügung, so besteht seine Aufgabe im wesentlichen darin, diese Anforderungen in ein technisches System zu überführen. Unterstützt wird er dabei durch verschiedene Methoden wie z.B. das Quality Function Deployment (QFD), Anforderungsmanagement oder andere Entwurfs-/Verwaltungs- und Management-Werkzeuge. Der Fokus liegt bei diesen Tätigkeiten darauf, den Systementwurf dahingehend zu überprüfen, dass er die gestellten Anforderungen erfüllt. **Eine Validierung, ob (Markt-) Anforderungen zum jeweiligen Zeitpunkt noch aktuell sind, findet nicht statt**. Vor dem Hintergrund sich zunehmend schneller verändernder Märkte, ist es erforderlich Konzepte und zu entwickelnde Systeme jederzeit auf ihre Erfolgchancen am Markt überprüfen und gegebenenfalls das Design anpassen zu können. Höchste Bedeutung hat diese Möglichkeit vor allem für solche Systeme, bei denen Entwicklungszeiten deutlich höher

sind als die Innovationszyklen am Markt.

Die sich vor diesem Hintergrund ergebende Zielsetzung der Dissertation wird im folgenden Kapitel erläutert.

## 1.2 Zielsetzung

Das Ziel der Arbeit ist die **methodische Integration relevanter Marketingdisziplinen** in den technischen Entwicklungsprozess und die damit verbundene Verknüpfung betriebs- und ingenieurwissenschaftlicher Methoden. Durch ein integriertes systemtechnisches Modell (bestehend aus Markt-, Technik- und Kostenmodell) entsteht zum einen ein **Entwurfswerkzeug** für Ingenieure, um ihnen die Auswirkungen von technischen Veränderungen auf das erreichbare Marktvolumen aufzuzeigen, und zum anderen ein gemeinsames **Kommunikationsmedium für Ingenieure und Betriebswirte**. Dieser Ansatz verfolgt nicht die Absicht, Marketing Methoden zu verdrängen oder gar zu ersetzen, sondern vielmehr diese mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden zu integrieren, um so eine ganzheitliche (im Sinne von ‘betriebswirtschaftlich erfolgsorientierte’) Satellitenentwicklung zu unterstützen.

Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung eines reproduzierbaren Modells für den integrierten marktorientierten Systementwurf, das die **Validierung verschiedener Konzeptalternativen** hinsichtlich der Erfolgchancen auf dem Markt ermöglicht. Dieses informationsbasierte Modell umfasst das Zusammenspiel von Markt, Markt-/ Nutzeranforderungen, Systementwicklung (Konzepte/Konzeptentwicklung) und Systemvalidierung anhand von Marktanforderungen und dient der Analyse der Zielmarktsegmente und der vorhandenen Marktpotentiale.

Die Verknüpfung des Marktmodells mit der Systementwicklung, d.h. mit den Eigenschaften, die das spätere Produkt charakterisieren, verschafft Entwicklungsingenieuren ein **Verständnis für die marktwirtschaftlichen Auswirkungen ihrer Designentscheidungen**. Mit diesem Verständnis wird der Satellitenentwurf in Bezug auf erreichbare Umsätze/Gewinne optimiert. Durch die Möglichkeit die vorhandene und zukünftige Marktdynamik abzubilden und mit verschiedenen Designalternativen zu überlagern (Design-to-Market), wird es möglich, kommerziell ausgerichtete Satellitensysteme effektiv und mit Rücksicht auf zukünftige Marktveränderungen zu entwickeln.

Die beschriebene Zielsetzung bedeutet nicht, dass ein weiteres Technik- oder Kostenmodell entwickelt wird, sondern dass durch die Kombination des im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnden Marktmodells mit bestehenden und gerade aufgebauten Modellen (Kosten und Technik) ein **Mehrwert** generiert wird, der es Raumfahrtfirmen in Zukunft erlauben wird, in einem integrierten Ansatz Geschäftsmodelle für die Entwicklung von Satelliten und Satellitenkonstellationen zu analysieren. Der Fokus für die Modellentwicklung liegt auf der frühen **Konzeptionsphase**, in der bekanntlich der Großteil der Produktkosten festgelegt wird. Nichtsdestotrotz ist es von hoher Wichtigkeit, dass das Modell so entwickelt wird, dass es nahtlos in nachfolgende Phasen über-



führt und weiter verwendet werden kann.

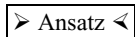
Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist die Implementierung und Validierung des entwickelten Modells anhand von aktuellen kommerziellen Raumfahrtprojekten. Im speziellen wird hier auf die momentan laufende Entwicklung des zukünftigen **europäischen Satellitennavigationssystems ‘Galileo’** eingegangen.

### 1.3 Inhalt und Aufbau

Der Inhalt der Arbeit (vergleiche auch Abbildung 1-2) beruht auf einer Vielzahl von zum einen internen Forschungsarbeiten, zum anderen aber auf einer Reihe von Industrieprojekten, hier zum Beispiel mit der Firma Astrium (ehem. Daimler Chrysler Aerospace AG), dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt oder dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie.

Die beiden ersten Kapitel der Arbeit dienen der Einführung in das Thema. In **Kapitel 2** wird dabei auf das spezielle Umfeld der kommerziellen Raumfahrt, heutige Anforderungen an die Systementwicklung und die Analyse des wissenschaftlichen Umfeldes eingegangen. **Kapitel 3** analysiert die für integrierte Geschäftsplan-Analysen erforderlichen Inhalte, die mit Hilfe des in der Arbeit entwickelten Modells generiert werden sollen.

Ausgehend von der Aufgabe des Marketings und der Definition des Begriffes Markt Komplexität wird in **Kapitel 4** das Marktmodell entwickelt.



Entsprechend des systemtechnischen Vorgehens und der am Fachgebiet Raumfahrttechnik eingesetzten Modellierungsmethodik werden zunächst die Elemente des Marktmodells identifiziert (z.B. Kundenverhalten, Preisbildung, Konkurrenz, usw.). Die identifizierten Elemente werden durch Relationen, über die Informationen/Variablen von Element zu Element übergeben werden (In- u. Outputs), verknüpft. In den Elementen werden die jeweiligen Funktionen (Marketingmethoden, wie z.B. Preis-Absatz-Funktion, Kundenverhaltensmodelle, usw.) umgesetzt. Das so entstehende Marktmodell erhält als bedeutendsten Input die aus der Konzeptentwicklung stammenden charakteristischen Designparameter.

Wesentlicher Bestandteil des folgenden **Kapitels 5** ist die Verknüpfung dieser Designparameter mit dem Marktmodell zum einen auf methodischer Ebene (d.h. in Bezug auf das Vorgehen bei der Entwicklung und die Einbindung in bestehende Entwicklungsprozesse) als auch im Hinblick auf mathematische Modellierung und entsprechende Visualisierung. Das Marktmodell verfügt dabei über verschiedene Detaillierungsebenen, die den verschiedenen Entwicklungsphasen und der Kenntnis über die Systemeigenschaften entsprechen. Es wird aufgezeigt, wie das Marktmodell durch Kombination mit dem von Wilke entwickelten Vorgehen bei der Modellierung und Bewertung von Satellitenkonzepten (Wilke, 2000) und der von Quirnbach (Quirnbach, 2000) entwickelten Methodik zur Kostenmodellierung (**Kapitel 6**) seine volle Stärke erreicht.

Durch das Zusammenführen der zuvor genannten Konzept- und Kostenmodelle mit dem in dieser Arbeit entwickelten Marktmodell ergeben sich für die Entwicklungsmethodik kommerzieller Systeme eine Reihe von Verbesserungen, die in **Kapitel 7** vorgestellt werden. So liegt zum einen der Modellierung von Technik und Kosten und der Marktmodellierung ein einheitliches Datenmodell

➤ Nutzen ◀

zugrunde, zum anderen ermöglicht das Marktmodell eine marktorientierte Systementwicklung und auch Projektsteuerung. Parallel dazu werden integrierte Analysen und Bewertungen von verschiedenen Businessplan-Modellen unterstützt, was gerade für Hersteller von Satellitensystemen von besonderer Bedeutung ist, da sich diese heute, wie eingangs beschrieben, immer öfter an den entsprechenden Geschäftsplänen finanziell beteiligen müssen. In der Summe führt dies zu einer Verbesserung des Entwurfsprozesses im Sinne eines marktrobusten Konzeptes. Eine Einbeziehung von Strategien zur Entwicklung von Satellitenplattformen findet ebenso statt.

In **Kapitel 8** findet eine Einordnung der entwickelten Methodik in den Entwurfsprozess, aus Sicht anderer Forschungsrichtungen statt. So wird speziell auf das Zusammenwirken des Quality

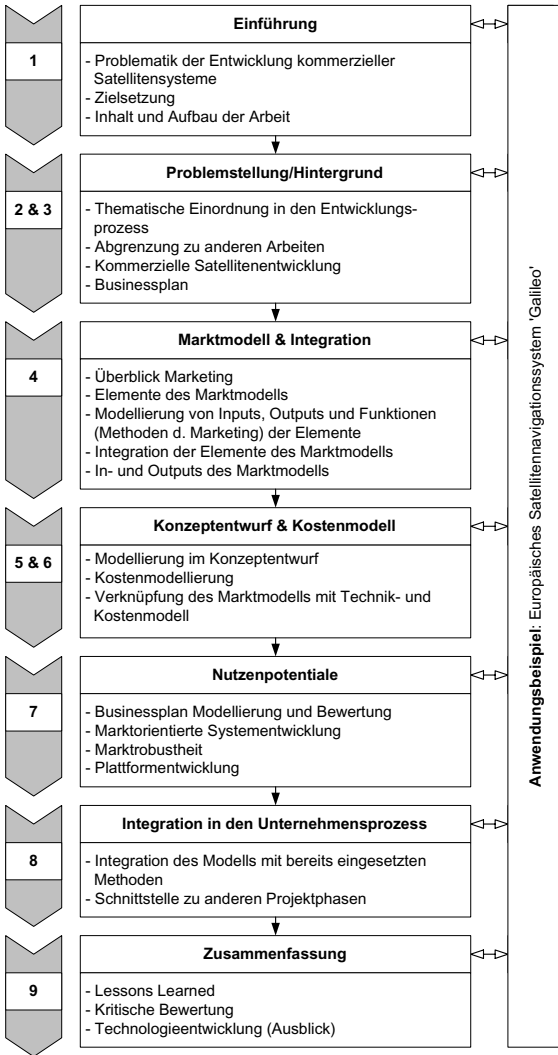


Abbildung 1-2: Struktur und Inhalte der Arbeit

Function Deployment und dem Conjoint Measurement mit den vorgestellten Modellen eingegangen.

Parallel zur Entwicklung und Integration des Marktmodells dient die Entwicklung des europäischen Satellitennavigationssystems ‘Galileo’ und die damit verbundene Wertschöpfungskette als Anwendungsbeispiel. Sowohl die Entwicklung des Satellitennavigationssystems selbst als auch darauf aufbauende neu entwickelte Endgeräte und Dienste werden modelliert und mit Bezug auf ihren potentiellen Markterfolg hin optimiert.

➤ Anwendungsbeispiel ◀

Abschließend werden in **Kapitel 9** die Ergebnisse zusammengefasst und einer kritischen Analyse unterworfen.