



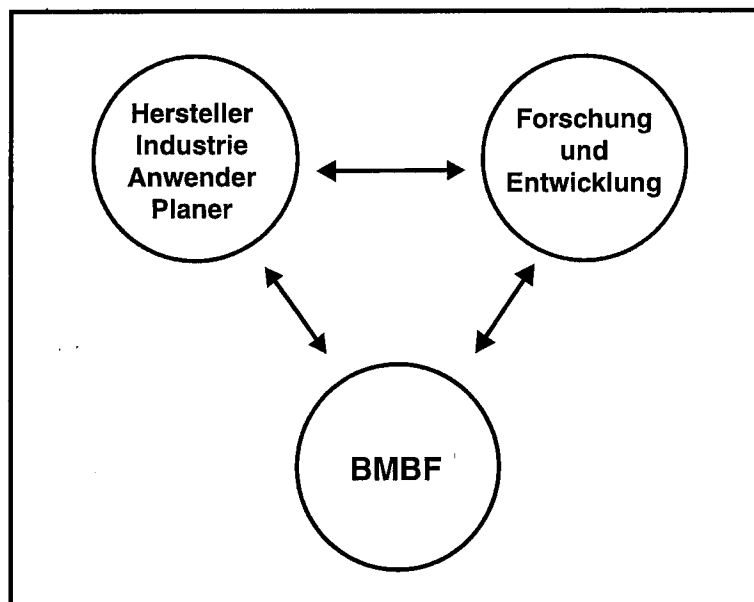
H. Bach, T. Kondermann, M. Madjidi

---

# Systemsimulation in der Praxis

## Erfahrungen und Perspektiven

---



**Forschungsberichte**

# Systemsimulation in der Praxis

## Erfahrungen und Perspektiven

Herausgeber: FIA-Projekt – Forschungs-Informations-Austausch  
unterstützt durch das  
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)  
im Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.  
Danziger Straße 20  
74321 Bietigheim-Bissingen  
Tel.: 071 42/5 44 98

Erstellt von: H. Bach, T. Kondermann, M. Madjidi  
Universität Stuttgart, IKE, Abteilung Heizung Lüftung Klimatechnik  
Pfaffenwaldring 35, 70550 Stuttgart

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren

## KURZFASSUNG

Die Arbeit analysiert die Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung der Systemsimulation in der Technischen Gebäudeausrüstung. Im Rahmen einer kritischen Betrachtung des Wirtschaftssektors TGA werden zunächst Einflüsse untersucht, die, ausgehend von der allgemeinen Umweltdiskussion vor allem auf die planerische Tätigkeit wirken. Die Auftraggeber der TGA-Unternehmen erwarten nicht nur funktionierende und preiswerte, sondern auch besonders umweltfreundliche und energiesparende Anlagen, um eine unter Wirtschaftlichkeitsaspekten möglichst optimale Realisierung ihrer Projekte zu erreichen. In einem solchen ganzheitlichen Betrachtungsrahmen bestehen vielfältige Ansatzpunkte und Anreize, das Werkzeug Systemsimulation sowohl unter ökologischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten zielgerichtet anzuwenden.

Aus der Komplexität der Programme und den hohen Anforderungen an Anwender wie Simulationsnachfrager im Hinblick auf die Tragweite der Ergebnisinterpretationen kann das Erfordernis abgeleitet werden, den gesamten Komplex der Systemsimulation als Beratungs-Dienstleistung zu betrachten.

Der routinemäßige Einsatz der Systemsimulation und damit ebenfalls die Nachfrage nach dem Dienstleistungsangebot haben bisher noch nicht den Umfang erreicht, der aufgrund des offensichtlich bestehenden Marktpotentials erwartet werden könnte. Unter der Zielsetzung, Gründe für dieses Defizit aufzudecken, ist eine Marktstudie (Exploration) vorgenommen worden, indem einige in diesem Bereich tätige Unternehmen befragt wurden. Auf der Basis einer Analyse der anbietenden Unternehmen (Charakteristika, Herkunft, Art der angebotenen Produkte), des Marktes (Volumen, Potential, Eintrittszeitpunkte und -barrieren) und insbesondere der Wettbewerbsverhältnisse (Intensität, Anzahl der Wettbewerber, Strategien) wurden Absatzhemmnisse herausgearbeitet, die in der folgenden Übersicht noch einmal kurz zusammengefaßt sind:

- Beratungsleistung auf der Basis der Simulation - ökonomische Grenze durch HOAI
- Haftungsrechtliche Probleme (Gewährleistung) und Anerkennung als Stand der Technik
- Informationsdefizite, mangelnde Transparenz der Leistung und fehlende Preisbereitschaft
- erhöhtes, individuelles Selbstverständnis aller am Planungsprozeß Beteiligten

Neben diesen absatzhemmenden Tatbeständen konnten jedoch ebenfalls einige, im Hinblick auf das Entwicklungspotential des Bereichs Systemsimulation hoffnungsvoll stimmende Erkenntnisse gewonnen werden. Der sich abzeichnende Wettbewerb im positiven Sinne, der vielversprechende Markteintritt neugegründeter Unternehmen einerseits und das erfolgreiche Bestehen der etablierteren Anbieter andererseits und die hohe Zahl der Unternehmen mit einem Markteintrittszeitpunkt in der Periode '94 können als Merkmale herangezogen und durch die quantifizierbaren Markterfolge einiger Unternehmen belegt werden. Die stetig steigenden Absatzvolumina, die relativ hohen Kapazitätsauslastungen und die damit verbundene Bereitschaft zur Einstellung weiterer Mitarbeiter reflektieren die Tendenz zur vermehrten Ausschöpfung des Potentials der Systemsimulation. Konzeptionelle Lösungsansätze bieten die Möglichkeit diese Tendenz zu verstärken.

## VORBILDER AUS DER NATUR

*Die Natur hat im Laufe der Evolution eine unglaubliche Vielfalt von Strategien zur Energieeinsparung und effektiven Energienutzung entwickelt. Der Körperbau der Lebewesen ist an die jeweilige Klimazone angepaßt. Auf Veränderungen des Außenklimas und der Körperaktivität reagieren die Organismen mit Hilfe steuerbarer Membranen und Zirkulationssysteme sowie komplexer Regelmechanismen. Zur Wärme- und Kälteerzeugung, Bewegung, Ventilation, Stofftransport und -synthese werden ausschließlich regenerative Energien genutzt.*

# INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	8
TABELLENVERZEICHNIS .....	9
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	10
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>12</b>
1.1 Zum Gegenstandsbereich: Die Systemsimulation in der Technischen Gebäudeausrüstung .....	12
1.2 Ausgangshypothesen und Ziel .....	13
1.3 Fortgang der Arbeit .....	14
<b>2 Technische Gebäudeausrüstung und Umwelt .....</b>	<b>15</b>
2.1 Der Wirtschaftssektor Technische Gebäudeausrüstung .....	15
2.1.1 Die Technische Gebäudeausrüstung .....	15
2.1.2 Wirtschaftliche Bedeutung des Sektors Technische Gebäudeausrüstung .....	15
2.2 Umweltverantwortung in der Technischen Gebäudeausrüstung .....	16
2.2.1 Umweltschutzgesetzgebung .....	16
2.2.2 Umweltverantwortung im operativen Unternehmensbereich .....	17
2.2.2.1 Energieeinsparmaßnahmen in der Wettbewerbs- und Entwurfsphase des Gebäudes .....	19
2.2.2.2 Energieeinsparmaßnahmen in der Planungsphase der TGA .....	20
2.2.2.3 Energieeinsparmaßnahmen in der Phase der Gebäudenutzung .....	21
2.2.3 Werkzeuge zur Unterstützung von Energieeinsparmaßnahmen .....	22
2.3 Zwischenfazit .....	23
<b>3 Systemsimulation in der Technischen Gebäudeausrüstung .....</b>	<b>24</b>
3.1 Der Begriff der Systemsimulation .....	24
3.2 Software zur Systemsimulation .....	26
3.2.1 Differenzierung der Rechenverfahren .....	26
3.2.2 Statische Simulationsprogramme .....	27
3.2.3 Dynamische Simulationsprogramme .....	28
3.2.3.1 Historische Entwicklung und Leistungsfähigkeit .....	28
3.2.3.2 Integration zu Design Support Environments .....	33
3.2.3.3 Marktübersicht .....	35

3.2.4	Auditierung.....	37
3.3	Vorgehensweise der Simulation.....	39
3.4	Anwendereinflüsse auf die Berechnungsergebnisse und deren Interpretation.....	40
3.4.1	Bestimmung der Eingabeparameter.....	40
3.4.2	Prozeßverlauf und Interpretation der Ergebnisse.....	42
3.4.3	Zertifizierung der Anwender.....	44
3.5	Dienstleistung Systemsimulation.....	45
3.5.1	Der Begriff der Dienstleistung.....	45
3.5.2	Die Dienstleistung Systemsimulation.....	47
3.6	Die Systemsimulation als Dienstleistung in der Literatur.....	49
3.6.1	Typologien der Dienstleistung Systemsimulation.....	49
3.6.2	Aufwand und Ertrag.....	50
3.6.3	Anwendungsgebiete.....	52
3.6.4	Problemfelder und Absatzhemmnisse.....	54
3.7	Zwischenfazit.....	58
<b>4</b>	<b>Exploration: Analyse der Anwendung der Systemsimulation in der Praxis der Technischen Gebäudeausrüstung.....</b>	<b>59</b>
4.1	Exploration.....	59
4.1.1	Zielsetzung der Exploration.....	59
4.1.2	Auswahl der befragten Unternehmen.....	59
4.1.3	Organisationsstruktur der Exploration.....	60
4.1.3.1	Aufbau der Exploration.....	60
4.1.3.2	Ablauf der Exploration.....	60
4.2	Auswertung der Exploration.....	61
4.2.1	Allgemeine Unternehmensmerkmale.....	61
4.2.1.1	Branchenzugehörigkeit - Sektorale Gliederung.....	61
4.2.1.2	Dienstleistungstypologie.....	63
4.2.1.3	Umsatzstrukturen.....	66
4.2.1.3.1	Umsatzklassen und -anteile.....	66
4.2.1.3.2	Umsätze und Sektoren.....	68
4.2.1.3.3	Umsätze und Unternehmensgründungen.....	70
4.2.1.4	Anzahl der Beschäftigten / Mitarbeiter.....	71
4.2.1.5	Verteilung der eingesetzten Softwarepakete.....	73
4.2.2	Analyse des Marktes und der Branche.....	76
4.2.2.1	Markt- und Branchenstruktur.....	76
4.2.2.2	Wettbewerb und Kunden.....	79
4.2.2.3	Charakteristika des Wettbewerbs.....	80
4.2.2.3.1	Wettbewerbssituation.....	80
4.2.2.3.2	Kenntnisse über Wettbewerber.....	81

4.2.2.3.3	Auswirkungen der Wettbewerbsintensität .....	81
4.2.2.3.4	Wettbewerbsstrategien .....	83
4.2.2.4	Markteintritt .....	85
4.2.2.4.1	Markteintrittsbarrieren .....	85
4.2.2.4.2	Markteintrittszeitpunkt .....	87
4.2.2.4.3	Entwicklung neuer potentieller Konkurrenten .....	91
4.2.2.5	Zielgrößen einer quantitativen Nachfragebeurteilung .....	93
4.2.2.6	Absatzhemmnisse und konzeptionelle Lösungsansätze .....	96
4.2.2.7	Marktchancen und -risiken .....	101
4.2.3	Konzepte und Maßnahmen der Unternehmen .....	104
4.2.3.1	Anwendungsfelder und Ziele der Systemsimulation .....	104
4.2.3.2	Variationen von unternehmensinternen Segmentierungen .....	108
4.2.3.2.1	Kundensegmentierung .....	108
4.2.3.2.2	Gebäudebezogene Segmentierung .....	110
4.2.3.2.3	Geographische Marktsegmentierung .....	112
4.2.3.2.4	Auftragssummenbezogene Differenzierung .....	112
4.2.3.3	Marketing - Konzeptionen .....	113
4.2.3.3.1	Kommunikations - Politik .....	113
4.2.3.3.2	Kontrahierungs - Politik .....	114
4.2.3.4	Kundenakquisition .....	116
4.2.4	Forschung und Entwicklung .....	118
4.3	Zwischenfazit .....	120
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>122</b>
ANHANG	.....	126
Fragebogen	.....	127
Statistiken	.....	159
LITERATURVERZEICHNIS	.....	167
A	Bücher .....	168
B	Gesetze und Verordnungen .....	181

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Energieeinsparung .....	18
Abb. 2:	Sektorale Einordnung der Unternehmen.....	63
Abb. 3:	Anzahl an Unternehmen je Umsatzklasse.....	67
Abb. 4:	Prozentualer Umsatzanteil je Unternehmen für das Jahr '94.....	67
Abb. 5:	Prozentualer Umsatzanteil je Unternehmen für das Jahr '95.....	68
Abb. 6:	Prozentuale Umsatzanteile je Sektor im Jahr '94 .....	69
Abb. 7:	Prozentuale Umsatzanteile je Sektor im Jahr '95 .....	69
Abb. 8:	Zahl an Unternehmen je Branche (in %) und Umsatzanteile für das Jahr '95 .....	70
Abb. 9:	Zeitliche Verteilung der Unternehmensgründungen .....	70
Abb. 10:	Umsatzanteile des Jahres '95 und Zeitpunkte der Unternehmensgründung.....	71
Abb. 11:	Anzahl an Unternehmen je Beschäftigtenklasse .....	72
Abb. 12:	Anzahl an Unternehmen je Beschäftigtenklasse Simulationsanwendung .....	72
Abb. 13:	Verteilung der eingesetzten Softwarepakete .....	73
Abb. 14:	Elemente der Branchenstruktur und Triebkräfte des Branchenwettbewerbs .....	78
Abb. 15:	Spannungsfeld konkurrierender Unternehmen .....	80
Abb. 16:	Markteintrittszeitpunkt der Unternehmen.....	88
Abb. 17:	Umsatzanteile des Jahres '95 und Zeitpunkte des Markteintritts .....	91
Abb. 18:	Unternehmens- und marktbezogene Zielgrößen einer quantitativen Nachfragebeurteilung.....	94
Abb. 19:	Marktvolumen und -potential in Deutschland .....	96
Abb. 20:	Mögliche Zusammenhänge zwischen internen und externen Faktoren.....	103
Abb. 21:	Phasen und Verantwortlichkeiten bei der Gebäudeplanung.....	104
Abb. 22:	Ziele im Einsatz der Systemsimulation.....	106
Abb. 23:	Differenzierung der Leistung Systemsimulation je Sektor .....	107
Abb. 24:	Kundenbezogene Segmentierung .....	108
Abb. 25:	Gebäudetypusbezogene Segmentierung.....	110

## TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Entwicklung der Software zur Systemsimulation.....	33
Tab. 2:	Marktübersicht zu dynamischen Simulationsprogrammen.....	36
Tab. 3:	Softwareeinsatz in den jeweiligen Sektoren.....	74
Tab. 4:	Entwicklung und Entstehung von Unternehmen zu Wettbewerbern.....	92
Tab. 5:	Berechnung des Marktpotentials für das Jahr '94.....	95
Tab. 6:	Problemfelder (Hemmnisse) im Absatzbereich.....	97
Tab. 7:	Marktchancen und -risiken der Systemsimulation.....	102
Tab. 8:	Einsatzgebiete der Systemsimulation.....	105
Tab. 9:	Gebäudealterbezogene Segmentierung der Sektoren.....	111
Tab. 10:	Kundenanfragen je Sektor.....	116
Tab. 11:	Verhältnis Anfragen/Angebote/Aufträge je Sektor.....	117
Tab. 12:	Akquirierung und Kundengruppen.....	118

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	.....	anno
A	.....	Architektur
Abb.	.....	Abbildung
Abs.	.....	Absatz
Abtlg.	.....	Abteilung
ADV	.....	Allgemeine Datenverarbeitung
AG	.....	Aktiengesellschaft
Anm.d.Verf.	.....	Anmerkung des Verfassers
Art.	.....	Artikel
Ausführ.	.....	Ausführende
A/V	.....	Oberfläche / Volumen
Bd.	.....	Band
BGB	.....	Bürgerliches Gesetzbuch
BGBI	.....	Bundesgesetzblatt
BHKS	.....	Bundesindustrieverband Heizungs-, Klima-, Sanitärtechnik e.V.
bspw.	.....	beispielsweise
bzw.	.....	beziehungsweise
ca.	.....	circa
CAD	.....	Computer Aided Design
CO <sub>2</sub>	.....	Kohlendioxid
d.h.	.....	das heißt
DIN	.....	Deutsche Industrie Norm
DM	.....	Deutsche Mark
EB	.....	Energetische Beratung und Bauphysik
EMPA	.....	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
et al.	.....	et alii (und andere [Verfasser])
etc.	.....	et cetera
f.	.....	folgende [Seite]
Fa.	.....	Firma
fachl.	.....	fachliches
ff.	.....	folgende [Seiten]
FM	.....	Facility Management
GG	.....	Grundgesetz
ggf.	.....	gegebenenfalls
HLK	.....	Heizung Lüftung Klima

HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
Hrsg.	Herausgeber
i.a.	im allgemeinen
i.A.	im Auftrag
i.d.R.	in der Regel
IEA	International Energy Agency
i.e.S.	im engeren Sinne
IKE	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme
Ing.büro	Ingenieurbüro
i.S.	im Sinne
ISO	International Organization for Standardization
i.w.S.	im weiteren Sinne
jährl.	jährliche
Jg.	Jahrgang
k.A.	keine Angabe
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
marktbez.	marktbezogene
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NESA	Niedrigenergie- und Solararchitektur
o.g.	oben genannte
o.V.	ohne Verfasser
Öffentl.	Öffentliche
P/B	Projektmanagement & Bauplanung
RLT	Raumlufttechnische
sfrs	Schweizer Franken
Stck.	Stück
TDM	Tausend Deutsche Mark
techn.	technisches
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TRY	Test Reference Years
TU	Technische Universität
u.a.	unter anderem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen im Hoch- und Tiefbau
vs.	versus
VVS	Variable Volumenstrom
WRG	Wärmerückgewinnung
WSchV	Wärmeschutzverordnung
z.Zt.	zur Zeit

# 1 Einleitung

## 1.1 Zum Gegenstandsbereich: Die Systemsimulation in der Technischen Gebäudeausrüstung

Gebäude, Technische Gebäudeausrüstung (TGA) und Energie - ein Thema, das nicht nur die Fachwelt beschäftigt, sondern das auch Gegenstand politischer und gesellschaftlicher Diskussion ist. Das zunehmende Energie- und Umweltbewußtsein sowohl beim Nutzer von Gebäuden jeglicher Art als auch bei allen am Planungsprozeß von Gebäuden und ihrer Ausstattung Beteiligten - Architekten, Planungsingenieuren der technischen Gebäudeausrüstung, Bauphysikern, Planungsbehörden, Bauträgern etc. - hat dazu beigetragen, die Auseinandersetzung mit dieser Problematik in Gang zu setzen.

Im Bereich des Wohnungsbaus sind Stichworte wie Niedrigenergiehäuser, Nullenergiehäuser und 'Energieautarke Gebäude' in der Diskussion, die insbesondere auch in der Fachpresse breiten Niederschlag findet.<sup>1</sup> Darüberhinaus unterliegen jedoch insbesondere die sogenannten 'Nicht-Wohngebäude'<sup>2</sup> ständig thermisch-energetischen und wirtschaftlichen Optimierungsüberlegungen.

Um zu vermeiden, daß Probleme erst verzögert in der späteren Nutzungsphase erkennbar werden, ist es notwendig, schon vor bzw. zeitgleich mit planerischen Entscheidungen verlässliche Informationen u.a. über den zukünftigen Gebäudebetrieb zu erhalten. Hierfür bedarf es auf der einen Seite einer ganzheitlichen Betrachtung des Gebäudes als ein System aus Baukörper, Fassade, Haustechnik und inneren und äußeren Umwelteinflüssen. Auf der anderen Seite muß auf eine intensivere und besser koordinierte Zusammenarbeit aller an der Planung Beteiligten gedrängt werden. Nur durch eine gut funktionierende Kooperation von Anfang an können Gebäude entstehen, die ein Minimum an Energie verbrauchen und zugleich architektonischen Ansprüchen genügen. So können durch einen iterativen Prozeß integrierte Klimakonzepte entwickelt werden, welche die Raumkonditionen schon in ihren Grundlagen optimieren. Diese sogenannte Integrale Planung wird damit zum Charakteristikum eines energiebewußten Planungsprozesses.<sup>3</sup>

Da das Gebäude mit seinem Reaktionsvermögen auf das Außen- und Innenklima, das Wärmeübertragungs- bzw. Wärmespeicherverhalten seiner Bauteile sowie den heiz- und raumlufttechnischen Anlagen ein energetisch und thermisch komplexes Netzwerk darstellt und sein klimatisches Verhalten zu kompliziert ist, um auf einfache Grundregeln reduziert werden zu können, ist ein Planungsinstrument notwendig, das mit Hilfe einer thermisch-energetischen Objektanalyse des Gebäudes und seiner TGA-Anlagen eine qualitative und quantitative Aussage über das energetische Verhalten und den zu erwartenden Energiebedarf ermöglicht. In den

---

<sup>1</sup> Vgl. Feist (1993), Feist et al. (1994), Heinrich (1994), S. 4 und Ludwig-Brab (1995), S. 82 f.

<sup>2</sup> Vgl. Gresens (1994), S. 24, Lohr/Willbold-Lohr (1994), S. 1043, Schmidt (1991), S. 274.

<sup>3</sup> Vgl. Oswalt (1995), S. 9 und Gresens (1994), S. 69.

vergangenen Jahren wurden daher Verfahren entwickelt, mit denen die vielschichtigen Mechanismen des Systems, bestehend aus dem Gebäude und seinen technischen Anlagen, simuliert und geplant werden können.

Diese Verfahren zur Systemsimulation laufen unter Zuhilfenahme dynamischer Computerprogramme ab und ermöglichen eine thermisch-energetische Bewertung von Gebäuden und TGA-Anlagen. Über die reine Bewertung hinaus stellen sie aber auch ein hilfreiches Werkzeug dar, um Gebäude energetisch, raumklimatisch und wirtschaftlich zu optimieren. Mit ihrer Hilfe sind die am Planungsprozeß Beteiligten in der Lage zu untersuchen, wie sich Umwelt und Nutzung, Gebäudeform, -materialien und -technik auf das Raumklima auswirken und erhalten mit dieser Simulation die Möglichkeit, Systeme geschlossen, systematisch und reproduzierbar schon in der Konzeptphase zu analysieren.

Neben der notwendigen Kooperation setzt eine volle Ausschöpfung aller Möglichkeiten der computergestützten Systemsimulation ebenfalls die Bereitschaft der Architekten und Fachingenieure voraus, neue Planungsmethoden und Technologien anzuwenden. Gleichzeitig müssen in den Kalkulationen der Bauherren, neben Baukosten ebenfalls die späteren Betriebskosten Berücksichtigung finden. Diese Zielsetzung könnte darüberhinaus von der Legislative unterstützt werden, wenn den Überlegungen eines sparsamen und schonenden Umganges mit der Natur auf diesem Weg Geltung verschafft werden sollte.

Jedoch hat die Nachfrage nach der Systemsimulation in der Praxis noch nicht den Stellenwert erreicht, der aufgrund der vielfältigen in der Literatur beschriebenen Einsatzmöglichkeiten anzunehmen wäre. Die für diesen Tatbestand ausschlaggebenden Gründe stellen einen zentralen Gegenstand dieser Untersuchung dar.

## **1.2 Ausgangshypothesen und Ziel**

Die Vielzahl der Veröffentlichungen in Fachzeitschriften technischer als auch wirtschaftswissenschaftlicher Art sowie die Präsenz verschiedener Unternehmen auf Fachmessen und bei Diskussionsforen lassen trotz der beschriebenen Absatzhemmnisse auf eine optimistische Einschätzung der zukünftigen Entwicklung der Systemsimulation durch die Anbieter schließen. Ferner erscheint die Systemsimulation nicht nur als reines Werkzeug im Planungsprozeß, sondern aufgrund ihrer Komplexität und der hohen Anforderungen an die Anwender eine Tätigkeit mit dienstleistungsähnlichem Charakter zu sein.

Aufbauend auf der Darstellung der Systemsimulation als Dienstleistung liegt das Ziel der Arbeit darin, den Markt für diese Leistung zu eruieren, sich bietende Möglichkeiten und Grenzen aufzuzeigen und Wege zur Behebung der u.a. in der Literatur genannten Absatzhemmnisse zu skizzieren.

### 1.3 Fortgang der Arbeit

Im folgenden Kapitel werden zunächst die Einflüsse untersucht, die, ausgehend von den in der politischen und gesellschaftlichen Diskussion stehenden Schlagworten „Energiesparen“ und „Umweltschutz“, auf den Wirtschaftssektor Technische Gebäudeausrüstung und vor allem auf die planerische Tätigkeit innerhalb dieses Fachbereichs wirken, wie diese Einflüsse erkannt und analysiert, und mit welchen Maßnahmen frühzeitig auf sie reagiert werden kann.

Das dritte Kapitel zeigt auf der Grundlage einer Definition der Systemsimulation die historische Entwicklung und die Leistungsfähigkeiten der heute angewandten dynamischen Simulationsprogramme auf. Nach einer Marktübersicht der in Deutschland kommerziell erwerbbareren Simulationssoftware wird die Notwendigkeit einer Auditierung der Programme begründet und ein mögliches Verfahren zu deren Durchführung diskutiert. Ausgehend von einer kurzen Beschreibung des Ablaufs einer Simulation werden die Einflüsse und die sich daraus ergebenden hohen Anforderungen an den operativen Anwender hervorgehoben, die in einer möglichen Zertifizierung enden können. Das Zusammenspiel der Elemente Simulationssoftware und Anwender läßt sich als Beratungs-Dienstleistung Systemsimulation definieren. Ein Überblick aus zahlreichen Publikationen über die verschiedenen Dienstleistungstypologien, eine Diskussion des notwendigen Aufwands und der erzielbaren Erträge sowie eine Beschreibung der Anwendungsgebiete und eine problemorientierte Betrachtung der berichteten Absatzhemmnisse beschließt dieses Kapitel.

Im Hinblick auf die praxisorientierte Verwendung der Dienstleistung sind der Informationsgewinnung aus der Literatur Grenzen gesetzt. Der routinemäßige Einsatz der Systemsimulation und damit ebenfalls die Nachfrage nach dem Dienstleistungsangebot haben noch nicht den Umfang erreicht, der aufgrund des offensichtlich bestehenden Marktpotentials erwartet werden kann. Aus diesem Grunde ist eine Exploration durchgeführt worden, deren Aufbau und Ablauf zu Beginn des vierten Kapitels geschildert werden. Im Anschluß erfolgt eine Analyse und Darstellung der Ergebnisse der Studie mit den Schwerpunkten Allgemeine Unternehmensmerkmale, Analyse des Marktes und der Branche sowie Konzepte und Maßnahmen der Unternehmen. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse im fünften Kapitel bildet den Abschluß vorliegender Arbeit.