

Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften - **infernum**

Angewandte Systemanalyse

von

Manfred Fishedick, Stefan Lechtenböhrer, Thomas Hanke, Stephan Ramesohl



Impressum

Titel: Angewandte Systemanalyse

von: Manfred Fishedick, Stefan Lechtenböhmer, Thomas Hanke, Stephan Ramesohl

© 2008 FernUniversität in Hagen, 58084 Hagen

Alle Rechte vorbehalten.

Kursnummer: 71401

Studienangebot: Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften (infernum)

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität in Hagen reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

I INHALTSVERZEICHNIS

I	INHALTSVERZEICHNIS	1
II	TABELLENVERZEICHNIS	5
III.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	7
<hr/>		
1	Ziele der angewandten Systemanalyse.....	11
2	Systemanalyse – Theoretischer Aufbau und Funktionsweise	15
2.1	Klassische Systemanalyse	17
2.2	Rechnergestützte Systemanalyse	19
2.3	Naturwissenschaftliche Systemanalyse	21
2.4	Definition des Systembegriffes.....	22
2.4.1	Systemelemente	26
2.4.2	Beziehungsarten	27
2.4.2.1	<i>Offen/Geschlossen</i>	29
2.4.2.2	<i>Dynamik</i>	30
2.4.3	Systemarten	31
2.4.3.1	<i>Mechanische Systeme</i>	31
2.4.3.2	<i>Organische Systeme</i>	31
2.4.3.3	<i>Soziale Systeme</i>	31
2.5	Fragestellungen der Systemanalyse	33
2.5.1	Vom systemaren Denken zur Systemanalyse	33
2.5.2	Analyseausrichtungen der Systemanalyse	36
2.6	Methoden der Systemanalyse	39
2.6.1	Allgemeines Vorgehen	39
2.6.2	Künstliche neuronale Netze	40
2.6.3	Expertensysteme als Kernbereich der Künstlichen Intelligenz.....	42
2.6.4	System dynamics	45
2.6.4.1	<i>Einleitung</i>	45
2.6.4.2	<i>Begriffsbestimmung</i>	46
2.6.4.3	<i>Die sieben Modellierungsphasen von ‚System Dynamics‘-Prozessen</i>	48
2.6.4.4	<i>Qualitative ‚System Dynamics‘-Prozesse</i>	50
2.6.4.5	<i>Quantitative ‚System Dynamics‘-Prozesse</i>	51
2.6.5	Fuzzy Logic	53
2.7	Übergreifende Methoden der Systemanalyse in ausgewählten Beispielen	54
2.7.1	Produkt-Ökobilanzen	54

2.7.1.1	<i>Zieldefinition</i>	55
2.7.1.2	<i>Sachbilanz</i>	55
2.7.1.3	<i>Wirkungsbilanz</i>	56
2.7.1.4	<i>Bilanzbewertung</i>	56
2.7.1.5	<i>Schwachstellen- und Optimierungsanalyse</i>	56
2.7.2	Produktlinienanalyse	57
2.7.2.1	<i>Bedürfnisorientierung</i>	57
2.7.2.2	<i>Vertikalbetrachtung</i>	57
2.7.2.3	<i>Horizontalbetrachtung</i>	58
2.7.2.4	<i>Variantenvergleich</i>	58
2.7.3	Stoffstromanalyse	59
2.7.4	Cross-Impact Matrix	60
2.8	Kontrollaufgaben für das Kapitel 2	65
2.9	Weiterführende Literatur zum Themenkomplex Systemwissenschaften	66
3	Szenarien – das Arbeitspferd der Systemanalyse	67
3.1	Historie und Anwendungen	67
3.1.1	Zukunftsvorausschau: Kunst, Technik oder rationale Wissenschaft?	68
3.1.2	Zur Entwicklung der Szenarioanalyse als wichtige Methode der Zukunftsvorausschau	71
3.1.3	Methoden der Zukunftsvorausschau – Übersicht	75
3.1.3.1	<i>Prognoseverfahren</i>	76
3.1.3.2	<i>Szenariomethoden</i>	77
3.1.3.3	<i>Expertenbefragungen</i>	79
3.1.3.4	<i>Kreativmethoden</i>	81
3.1.3.5	<i>Die Szenarioanalyse als Beispiel für Methoden-Mix in der Zukunftsvorausschau</i>	82
3.1.4	Wichtige Anwendungsbereiche der Szenariotechnik heute	84
3.1.5	Literaturempfehlungen zur Zukunftsanalyse und zur Szenariomethodik	90
3.2	Szenarioanalyse in der disziplinären Anwendung mit Bezug auf die Umweltwissenschaften	91
3.2.1	Szenarioanalyse im Bereich der Energiewirtschaft (Energiesystemmodelle)/Klimaschutz	91
3.2.1.1	<i>Grundsätzliche Fragestellungen an Energiesystemmodelle</i>	92
3.2.1.2	<i>Typen von Energiemodellen – eine Einführung</i>	95
3.2.2	Szenarioanalyse für die strategische Unternehmensplanung	105
3.2.3	Strategische Planung von Forschung und Entwicklung (Beispiel Technologie-Roadmap)	109
3.2.3.1	<i>Elemente einer Roadmap</i>	110
3.2.3.2	<i>Analyse ausgewählter Roadmaps</i>	111
3.2.3.3	<i>Prozess zur Erstellung einer Roadmap</i>	116
3.3	Prozesskettenanalyse – eine spezielle Form der Szenariotechnik	122
3.3.1	Grundlagen der Prozesskettenanalyse und Ökobilanzierung	122
3.3.2	Prozesskettenanalyse am Beispiel des Modellsystems GEMIS	126
3.3.3	Ökobilanzierung am Beispiel des Modellsystems Umberto	132

3.3.4	Weiterführende Literatur zum Kapitel Prozesskettenanalyse.....	137
3.4	Grenzen der Szenarioanalyse – kritische Faktoren.....	139
3.4.1	Qualitätskriterien und Qualitätssicherung von Szenarioanalysen u.a. Zukunftsstudien.....	139
3.4.2	Probleme und Grenzen von Zukunftsstudien und Prognosen.....	139
3.4.3	Qualitätskriterien zur Beurteilung von Prognosen und Projektionen.....	141
3.5	Kontrollaufgaben für das Kapitel 3.....	146
4	Leitfaden für den Szenarioanalytiker – der Weg zum Szenario an einem konkreten Beispiel	148
4.1	Die Vorgehensweise im Überblick	148
4.2	Praxisbeispiel: Stufen der Szenarioentwicklung.....	149
4.2.1	Spezifikation der Aufgabenstellung	149
4.2.2	Identifikation von Schlüsselfragen	150
4.2.3	Bestimmung der Systemgrenzen.....	152
4.2.4	Spiegelung am Modell-/Methodenbaukasten (Stärken- und Schwächenanalyse, Fehlstellenanalyse) – Auswahl des geeigneten Modells	153
4.2.5	Modellaufbau und Datenerfassung.....	154
4.2.6	Modellvalidierung	161
4.2.7	Ergebnisbestimmung und kritische Ergebnisanalyse (Grenzen der Aussagefähigkeit, Fehlerbandbreite).....	161
4.2.8	Sensitivitätsbetrachtungen	161
4.2.9	Diskursiver Szenarioprozess.....	162
4.2.10	Iterative Weiterentwicklung des Szenarios	162
4.2.11	Ergebnisdarstellung und Schlussfolgerungen	162
4.2.12	Qualitätssicherung	163
4.3	Kontrollaufgaben für das Kapitel 4.....	163
5	Szenarioanalyse in der Praxis.....	165
5.1	Zielgruppe Politik	165
5.1.1	Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele umsetzen – robuste Pfade ableiten am Beispiel der Szenarien der Enquête-Kommission	166
5.1.1.1	<i>Hintergrund</i>	166
5.1.1.2	<i>Analyseraster</i>	167
5.1.1.3	<i>Grundphilosophie der Szenarien</i>	174
5.1.1.4	<i>Methodische Vorgehensweise bei der Szenarioentwicklung</i>	177
5.1.1.5	<i>Ergebnisse des Referenzszenarios im Überblick</i>	193
5.1.1.6	<i>Ergebnisse der Nachhaltigkeitsszenarien im Überblick</i>	196
5.1.1.7	<i>Abgeleitete Robuste Pfade</i>	200
5.1.2	Ein Beispiel für ein Submodell – die Modellierung des Gebäudebestandes Deutschlands	203
5.1.2.1	<i>Der richtige Realitätsausschnitt als Grundlage für die Modellierung</i>	203
5.1.2.2	<i>Modellierung des Gebäudebereiches der privaten Haushalte</i>	205

5.1.2.3	<i>Das theoretisch/technische Einsparpotential</i>	208
5.1.2.4	<i>Das wirtschaftliche Einsparpotential</i>	212
5.1.2.5	<i>Das Erwartungspotential</i>	218
5.1.2.6	<i>Bildung von Szenarien</i>	219
5.1.3	Weltenergieszenarien - Kohleverstromung und Klimaschutz in globalen Zusammenhängen	221
5.1.3.1	<i>Die SRES Szenario Familien</i>	222
5.1.3.2	<i>Entwicklung der Kohleverstromung in den SRES Szenarien</i>	225
5.1.4	Nationale Emissionsprojektionen im Rahmen der Klimarahmenkonvention	229
5.1.4.1	<i>Rolle, Definition und Anforderungen</i>	231
5.1.4.2	<i>Einordnung in die Methoden der Zukunftsvorausschau</i>	232
5.1.4.3	<i>Stand nationaler Emissionsprojektionen</i>	233
5.1.4.4	<i>Emissionsprojektionen als Instrumente einer zielorientierten Politiksteuerung</i>	235
5.2	Kombinierte Ansätze der Technologievorausschau in der Forschungs- und Technologiepolitik: Screening und Auswahl von Schlüsseltechnologien für ein zukunftsfähiges Energiesystem	239
5.2.1	Vorauswahl durch das Projektteam.....	241
5.2.2	Expertenreview	243
5.2.3	Endauswahl der zu betrachtenden Schlüsseltechnologien	244
5.2.4	Zusammenfassung der Endauswahl an Schlüsseltechnologien und Systemlösungen	245
5.3	Szenario- und Systemanalyse im Handlungsfeld Verkehr	246
5.3.1.1	<i>Entwicklungsperspektiven im Straßenverkehr (Beispiel Shell PKW-Studie)</i>	247
5.3.1.2	<i>Emissionsanalysen (Beispiel TREMOD)</i>	251
5.3.1.3	<i>Ganzheitliche Systemanalysen - Wechselwirkungen zwischen Verbrauchssektoren des Energiesystems (Beispiel Einsatz Wasserstoff im Verkehr)</i>	255
5.4	Kontrollaufgaben für das Kapitel 5	264
6	Literatur	265
A	ANHANG – Kontrollaufgaben und Lösungen	272