

Werner Furrer

System-Denken

Eine Anleitung mit Übungen

3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage

Verlag Rüegger

Inhaltsverzeichnis

1 Mit System-Denken die Welt verstehen	15
1.1 Denken in Modellen.	19
1.2 Das Konzept «Objekte und Eigenschaften».	25
1.3 System-Variablen.	32
1.4 Gesetzmässiges Geschehen.	35
1.5 Kategorien sind universale Eigenschaften.	41
1.6 Komponenten und Relationen.	42
1.6.1 Komponenten, das heisst «Bestand-Teile».	42
1.6.2 Relationen und Strukturen.	44
1.7 Geschehen bedeutet «bewegte Materie».	47
1.8 Information ist ein Repräsentant einer Eigenschaft an einem Objekt	51
2 Kunst, Theorie und Methodik des Entscheidens	57
2.1 Grund-Begriffe des Entscheidens.	58
2.2 Zusammenhängende Entscheide bilden ein System.	61
2.3 Fehlende Information und ungewisse Zukunft	61
3 Zusammenfassende Übersicht über die System-Methodik	63
3.1 Zusammenhang der wichtigsten Begriffe.	63
3.2 Prozedur einer System-Analyse.	64
3.2.1 Allgemeines.	64
3.2.2 Die einzelnen Schritte der Prozedur.	66
3.3 Einfache und komplexe Systeme.	69
4 Katalog der Kategorien mit Details	71
4.1 Eine Eigenschaft präzisieren durch das Attribut Quantität	73
4.1.1 Formen der Quantität	73
4.2 Physisch «objektive» Kategorien.	75
4.2.1 Raum und Zeit	76
4.2.1.1 Raum.	76
4.2.1.1.1 Graphische Methoden.	77
4.2.1.2 Zeit	77
4.2.1.2.1 Elementare Begriffe im Umfeld der Zeit.	78
4.2.1.2.2 Synchronisations-Ersatz.	79
4.2.1.2.3 Zeit-Begriffe, um Geschehen zu beschreiben (Ereignis, Zeit-Reihe, Prozess, Zustand).	81
4.2.1.2.4 Zeit-System: Dauer einer Aktivität, jetzt, vorher, nachher, gleichzeitig.	83
4.2.1.3 Bewegung (= Kombination von Raum und Zeit).	85

4.2.2	Ruhende und bewegte Materie.	86
4.2.2.1	Zusammenhang der Materie mit den übrigen Kategorien.	86
4.2.2.2	Alles Geschehen ist durch Bewegung von Materie bestimmt	87
4.2.2.3	Typen bewegter Materie.	89
4.2.2.4	Fluss und Speicher.	90
4.2.2.5	INPUT/OUTPUT-Systeme.	91
4.2.2.5.1	Im homogenen oder geordneten Speicher: Eigenschaften der Materie konservieren.	92
4.2.2.5.2	Der abstrakte Eigenschafts-Speicher.	93
4.2.2.5.3	Umwandlung im Input/Output-Apparat.	94
4.2.2.5.4	Funktionale Komponenten und Nutzen am I/O-Apparat	98
4.2.2.5.5	Zu Netzen verknüpfte Input/Output-Apparate.	99
4.2.2.6	Bewegte Materie im Kreis-Lauf.	102
4.2.2.6.1	Störungen und Risiken an einem System «Fluss und Speicher».	106
4.2.2.7	Quantität an Fluss und Speicher.	107
4.2.2.7.1	Quantität messen oder «ermitteln».	108
4.2.2.7.2	Zu- und Abfluss am homogenen Quantitäts-Speicher	109
	• Quellen, Senken, Durchfluss	109
	• Konstante Fluss-Leistung	110
	• Fluss proportional zum Vorrat	111
	• Ursachen für Wachstum und Zerfall	113
4.2.2.7.3	Fluss, der abhängt von der «Druck-Differenz».	113
4.2.2.7.4	Stochastischer Zu- und Abfluss am Objekt/Eigenschafts-Speicher.	113
4.2.2.8	Sub-Kategorie Bio-Sphäre.	114
4.2.2.8.1	Bewegte Materie im Öko-System.	114
4.2.2.8.2	Funktionen und bewegte Materie am einzelnen Lebewesen.	115
4.2.3	Kausalität.	116
4.2.3.1	Zeit-unabhängige Zusammenhänge und Prozesse.	117
4.2.3.2	Kausalität dargestellt am Input/Output-Schema.	118
4.2.3.2.1	Wissen in einem Netz von schwarzen Kästen.	119
4.2.3.2.2	Technische Systeme nutzen.	120
4.2.3.3	Haupt-Sätze des Kausalitäts-Prinzips.	120
4.2.3.3.1	Kausalität für das Denken: erkennen und beweisen	121
4.2.3.4	Diskrete Ereignisse und kontinuierliche Prozesse.	122
4.2.3.4.1	Einzelne Ereignisse beobachten oder inszenieren	122
	• Das Ereignis planend herbei führen oder erwarten: Analyse ex ante.	124
	• Nach dem Ereignis: Analyse ex post	125
	• Der aktuelle Zustand, das Resultat eines Prozesses.	126
4.2.3.4.2	Funktionale Abhängigkeiten bei kontinuierlicher Veränderung.	126
4.2.3.5	Quantitativer Zusammenhang von Ursache und Wirkung.	126
4.2.3.5.1	Lineare Funktionen und Restriktionen.	129
4.2.3.5.2	Nicht-lineare Funktionen.	132
4.2.3.6	Simulation von Prozessen.	134

4.3	Formale Kategorien	135
4.3.1	Teile und Relationen	136
4.3.1.1	Teile	137
4.3.1.1.1	Methoden, Teile zu konstruieren	139
	• Kausal-funktionale Teile	140
	• An markanten Eigenschaften erkannte oder konstruierte Teile	140
	• Die Analyse nach dem Prinzip «Zentrum/Peripherie»	142
	• Die Welt besteht aus wenigen «Baustein»-Typen	143
	• Die Begriffe der Sprache sind «Teile des Denkens»	145
4.3.1.1.2	Sub-Variablen	145
4.3.1.2	Relationen und Strukturen	146
4.3.1.2.1	Relation bedeutet mindestens potentielle Kausalität	148
4.3.1.3	«Teile und Relationen» an den anderen Kategorien und an der Quantität	149
4.3.1.3.1	Relationen «dynamisch»: entstehen, bestehen, vergehen oder sie schaffen	151
4.3.1.3.2	Struktur: Gesamtheit von Relationen	156
	• Komplexität reduzieren	156
4.3.1.3.3	«Interface» = Zwischen-System	157
4.3.1.4	Relationen der Quantität und deren Darstellung	158
4.3.1.4.1	Gleichungen	159
4.3.1.4.2	Die mathematische Funktion $y = f(x)$	159
4.3.1.4.3	Matrizen, bzw. Tabellen	160
4.3.2	Reales Geschehen wird durch den Zusammenhang aller Kategorien beschrieben	162
4.4	Subjektive und Arbeits-technische Kategorien	164
4.4.1	Information	164
4.4.1.1	Information: Materielle Träger und kommunikative Formen	164
4.4.1.1.1	Elementare Begriffe und Variablen der Informatik	165
4.4.1.1.2	Kommunikative Formen der Information	166
4.4.1.2	Kybernetik	166
4.4.1.3	Sub-Kategorie Ordnung	167
4.4.1.3.1	Typische Beispiele einer Ordnung	168
	• Daten-Banken sind geordnete Speicher	168
	• Soziale Organisationen und Organismen	168
4.4.1.3.2	Instrumente, um Information zu ordnen	169
4.4.1.4	Information gewinnen, verarbeiten, verbreiten, nutzen	170
4.4.1.4.1	«Konventionelle», Papier-gestützte Verarbeitung von Information	170
4.4.1.4.2	Elektronisch: Daten-Verarbeitung mit Computer und Verbreitung über Tele-Kommunikation	171
4.4.1.5	Negation und Gegensatz	172
4.4.1.5.1	«Spannung» zwischen simultan bestehenden Gegensätzen	172
4.4.1.5.2	Die Negation überwinden	172
4.4.1.6	Zwischen-menschliche Kommunikation	175
4.4.1.7	Suggestive Information: Mittel und Ziele	175

4.4.2	Denken und Erkennen.	176
4.4.2.1	Konstruktion von Begriffen und Begriffs-Systemen.	177
4.4.2.1.1	Axiomatische Begriffe aus der natürlichen Sprache . . .	177
4.4.2.1.2	Objekt-Klassen oder Variablen.	177
4.4.2.1.3	Objekte definieren und beschreiben.	178
4.4.2.1.4	Variablen und Sortimente.	179
4.4.2.1.5	Systeme durch deren relevante Variablen definieren . .	180
4.4.2.2	Analyse von Sprache: Kategorien und Grammatik.	180
4.4.2.2.1	Eigenschaften am zentralen Objekt.	180
4.4.2.2.2	Begriffe für Prozesse in Zeit und Raum.	180
4.4.2.2.3	Interpretierte und explizit formulierte Kausalität	181
4.4.2.2.4	Möglichkeit und Handeln.	182
4.4.2.2.5	Teile und Relationen.	182
4.4.2.2.6	Sprache und Formale Logik.	182
4.4.2.3	Erkenntnis-Methodik.	183
4.4.2.3.1	Die 5 Sinne und ihre Aufgaben.	184
4.4.2.3.2	Sinnes-Eindrücke durch das Denken verarbeiten.	185
4.4.2.3.3	Messen: Erkennen mit Hilfe technischer Mittel.	188
4.4.2.3.4	Denken in Modellen.	188
4.4.2.4	Logik	190
4.4.2.4.1	Die Eigenschaft «wahr» bezieht sich auf Aussagen . . .	191
	• «Primär» formal-logisch wahr, dank einem Entscheid.	191
	• «Epistemologisch» wahr und «Wahrheit».	192
4.4.2.4.2	Formale Logik: Wahrheits-Werte verknüpfen, Aussagen beweisen.	193
4.4.2.4.3	Modell-interne und interpretierende Logik.	194
4.4.2.5	Wahrscheinlichkeit und mathematische Statistik.	196
4.4.2.5.1	Die einzelne Wahrscheinlichkeit, a priori oder empirisch	197
4.4.2.5.2	Die Beobachtungs-Prozedur, die möglichen Fälle und Eigenschaften.	198
4.4.2.5.3	Wahrscheinlichkeits-Verteilungen.	199
4.4.2.5.4	Wahrscheinlichkeiten sind Wahrheits-Werte einer mehr-wertigen Logik.	202
4.4.2.5.5	«Fuzzy logic» bzw. differenzierende oder «Logik gradueller Eigenschaften».	207
4.4.2.5.6	Logik gradueller Eigenschaften und Wahrscheinlichkeit kombiniert.	208
	• Wahrscheinlichkeiten gradueller Eigenschaften logisch verknüpfen.	211
4.4.2.5.7	Elementare Verfahren der Statistik	212
4.4.2.5.8	Speziellere Verfahren der Statistik.	214

4.4.3	Kategorie des Handelns und Erduldens.	217
4.4.3.1	Handelnde Person(en), bzw. Entscheidungs-Träger.	218
4.4.3.2	Werte, Ziele und deren Widersprüche.	219
4.4.3.3	Entscheiden: Möglichkeiten, bzw. Wahl - «Varianten».	221
4.4.3.4	Kausalität des Handelns: Mittel und Massnahmen.	223
4.4.3.5	Struktur zusammenhängender Entscheide: Entscheidungs-Baum	225
4.4.3.6	Den Entscheid realisieren: Projekt-Management.	226
4.4.3.6.1	Das eigene Verhalten «programmieren».	227
4.4.3.6.2	Etwas Neues beginnen bedeutet ein altes System ab lösen.	227
4.4.3.6.3	Die emotionale Dimension des Entscheids.	228
4.4.3.7	Sub-Kategorie Sozial-Wissenschaften.	229
4.4.3.7.1	Ökonomie und Wirtschafts-Wissenschaft.	229
	• Allgemeine Kategorien in der Ökonomie	230
	• Handeln auf der Ebene eines Unternehmens.	233
4.4.3.7.2	Sub-Kategorie des Entscheidens: Politik und Recht	236
4.4.3.7.3	Die Soziologie beschreibt die Gesellschaft mit Teilen und Relationen.	239
4.4.4	Probleme und Techniken, diese zu lösen.	242
4.4.4.1	Das Problem beschreiben.	243
4.4.4.1.1	Das Problem beschreiben nach dem Prinzip «bewegte Materie».	243
4.4.4.1.2	Das Problem analysiert in «Teile und Relationen»	244
4.4.4.1.3	Die systematische Prozedur zur Lösung eines Problems.	247
4.4.4.1.4	Ursachen einer Störung suchen.	251
4.4.4.2	Möglichkeiten des Handelns genauer prüfen, ausweiten und besser nutzen.	252
4.4.4.2.1	Ziele variieren oder abschwächen.	252
4.4.4.2.2	Widersprüche in den Zielen eliminieren.	252
4.4.4.2.3	Management der Möglichkeiten.	253
4.4.4.3	Gezieltes Risiko-Management	253
4.4.4.3.1	Typen eines Risikos.	254
4.4.4.3.2	Ausmass des Risikos und Analyse in den Kategorien	256
4.4.4.3.3	Wahrscheinlichkeits-Verteilung des Risikos.	258
4.4.4.3.4	Strategien gegen Risiken.	259
	• Aktuelle Information.	259
	• Aktionen, um Risiken zu minimieren.	260
4.4.4.3.5	Typische Risiken bei gesteuerten technischen Prozessen.	260
4.4.4.4	Konkurrenz und feindseliges Umfeld: Strategien fürs Gegen-Spiel	262
4.4.4.4.1	Das Gegen-Spiel, ein System von mehreren Parteien	263
4.4.4.4.2	Zwischen-menschliche Konflikte.	267

5 Übungen	269
5.1 Allgemeines zu den Übungen	269
5.1.1 Arbeits-Prinzip für die System-Übungen	269
5.1.2 Jedermanns eigene Ideen und Probleme	270
5.1.3 Organisatorisches zu den Übungen: Gruppen- und Einzel-Arbeit	270
5.1.4 Fall-Studien und kleinere Übungen	271
5.2 Die Übungs-Beispiele	272
5.2.1 Fall-Studien (FALLJ)	272
5.2.2 Kleinere und mittlere Übungen	279
5.2.2.1 Argumentieren und diskutieren	279
5.2.2.2 Themen aus der Biologie und der menschlichen Sinne	280
5.2.2.3 Entscheiden	283
5.2.2.4 Informatik und Kybernetik	286
5.2.2.5 Logik und Sprache	290
5.2.2.6 Naturwissenschaft (ohne Biologie) und Technik (ohne Informatik)	295
5.2.2.7 Psychologie	300
5.2.2.8 Allgemein auf Systeme bezogen	303
5.2.2.9 Wahrscheinlichkeit und Statistik	306
5.2.2.10 Wirtschaft, Betriebswirtschaft	312
5.2.3 Anhang: Einige Lösungs-Skizzen und Muster-Lösungen	314
5.2.3.1 Fall_13 a) Das Individuum	314
5.2.3.2 Fall_13 b) Die Personen-Gruppe im sozialen Zusammenhang	315
5.2.3.3 Muster-Lösung zum Fall_15) «Konservieren»	316
5.2.3.3.1 Der handelnde Mensch und der erstrebte Nutzen	317
• Das Problem erkennen	317
• Mit dem System-Konzept das Problem darstellen und lösen	318
• Problem-Typen und Lösungs-Methoden	320
5.2.3.4 Muster-Lösung zu Nat_4) «Kerze»	325
5.2.3.4.1 «Objektive» Kategorien	325
5.2.3.4.2 «Praktische und subjektive» Kategorien	333
5.2.3.5. Muster-Lösung zu Nat_10 b) «Auf gabeln» Interface	339
5.2.3.5.1 Das Problem abstrakt formuliert und seine Lösung	339
5.2.3.5.2 Systematische Beschreibung des Gegenstands	342
• Raum, Teile, Relationen, Kausalität	342
• Zeit- Abschnitte und Zyklen	344
• Materie: Material und Bewegung	344
• Subjektive Kategorien Handeln und Entscheiden	345