

Uwe Saint-Mont

# Statistik im Forschungsprozess

Eine Philosophie der Statistik als Baustein  
einer integrativen Wissenschaftstheorie



Physica-Verlag

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
1.1	Ausgangspunkt .....	1
1.2	Abbildung der Realität .....	10
1.3	Empirische Wissenschaften .....	12
1.3.1	Subjektunabhängigkeit .....	12
1.3.2	Replikation .....	14
1.3.3	Wechsel der Perspektive .....	15
1.4	Die zentrale Bedeutung der Invarianz .....	19
<b>2</b>	<b>Messtheorie</b> .....	23
2.1	Formalisierung des Messvorgangs .....	23
2.2	Äquivalente Messungen .....	25
2.3	Skalenhierarchie .....	27
2.4	Bedeutsamkeit .....	31
2.5	Messtheorie in der Praxis .....	37
2.5.1	Gegenbeispiele .....	37
2.5.2	Enge und Rigidität .....	40
2.5.3	Verfeinerung und Mathematisierung .....	42
2.5.4	Distanzierung durch begriffliche Differenzierung .....	47
2.5.5	Instrumentalismus .....	50
2.6	Forschungsstrategien I (Deduktion und Induktion) .....	54
2.6.1	Deduktives Vorgehen .....	55
2.6.2	Deduktiv-induktives Schema .....	58
2.6.3	Induktives Vorgehen .....	60
2.7	Messtheorie (induktiv) .....	61
2.8	Reale Messungen .....	65
2.9	Messtheorie und Statistik I .....	68
<b>3</b>	<b>Klassische Statistik</b> .....	77
3.1	Das Grundmodell .....	78
3.2	Statistische Tests .....	83
3.2.1	Fisher: Signifikanztests .....	83
3.2.2	Neyman und Pearson: Hypothesentests .....	89

3.2.3	Tests in der Praxis	92
3.2.4	Likelihood-Ratio-Tests	95
3.2.5	Bayessche Testtheorie	98
3.2.6	Vergleich der Verfahren anhand ihrer Voraussetzungen	99
3.3	Testreplikation	101
3.4	Forschungsstrategien II (Grundhaltungen)	106
3.4.1	Deduktive Herangehensweise	106
3.4.2	Induktives Verhalten	117
3.4.3	Der induktive Gegenpol	121
3.5	Parametrische Statistik	125
3.6	Wichtige klassische Modelle	129
3.6.1	Eine Umformulierung des Grundmodells	129
3.6.2	Varianzanalyse	130
3.6.3	Regressionsanalyse	132
3.6.4	Kanonische Korrelationsanalyse	134
3.6.5	Skalierung und Klassifikation	137
3.6.6	Operatorgleichungen	138
3.7	Trends der aktuellen Datenmodellierung	139
3.7.1	Rechenintensive Verfahren	141
3.7.2	Komplexere theoretische Strukturen	143
3.7.3	Graphische Methoden	146
3.8	Hauptsatz der Datenmodellierung	148
3.8.1	Zeitreihenanalyse	150
3.8.2	Messtheorie und Statistik II	151
3.9	Invarianzargumente in der Statistik	152
3.9.1	Äquivalente formale Strukturen	153
3.9.2	Invarianz bei Messungen	154
3.9.3	Skalentransformationen	155
3.10	Semantische Aspekte	160
3.10.1	Die Qualität von Messungen	160
3.10.2	Validität und Reliabilität	162
3.10.3	Die Bedeutung von Invarianzargumenten	164
3.10.4	Der wahre Wert	167
3.11	Modelle und ihre Interpretation	172
3.11.1	Modellspezifikation	172
3.11.2	Vom Instrument zum wahren Modell	176
3.11.3	Angemessene Interpretation	187
3.12	Diskussion der Datenmodellierung	189
<b>4</b>	<b>Induktion</b>	<b>195</b>
4.1	Das allgemeine Induktionsproblem	195
4.2	Induktive Standard-Argumente in der Statistik	200
4.2.1	Stichprobe und Population: Repräsentativität	201
4.2.2	Der Fehlerterm: Approximation	206
4.2.3	Fehlende Werte: Interpolation	207
4.2.4	Prognosen: Extrapolation	208
4.2.5	Axiomatik der Wahrscheinlichkeitstheorie	211

4.2.6	Induktion bei deterministischen Modellen	212
4.2.7	Regression als Generalisierung	215
4.3	Orthodoxe Induktion	217
4.3.1	Mills induktive Figuren	217
4.3.2	Vergleichbarkeit	223
4.3.3	Randomisierung	226
4.3.4	Systematisches Vorgehen und Randomisierung	234
4.3.5	Resampling: Die Stichprobe als eigene Population	242
4.3.6	Bewertung der Randomisierung	244
4.4	Induktive Logik und Bayessche Statistik	247
4.4.1	Induktive Logik	248
4.4.2	Bayessche Statistik	251
4.4.3	Diskussion der Bayesschen Statistik	258
4.4.4	Einordnung des Bayesschen Ansatzes	269
4.5	Induktion und Modellierung	271
4.5.1	Induktive Schlüsse mit Modellen	271
4.5.2	Modellentwicklung	278
4.5.3	Die Rolle der Voraussetzungen	284
4.5.4	Sozialwissenschaftliche Modelle	289
4.6	Induktive Orientierung	293
4.6.1	Explorative Datenanalyse	294
4.6.2	Data Mining	300
4.6.3	Data Mining versus konservative Statistik	303
4.6.4	Empirische Fundierung und inhaltlicher Kontext	308
4.7	Philosophische Paradoxa der Induktion	314
4.7.1	Austauschbarkeit und GRUE-Paradoxon	315
4.7.2	Das Raben-Paradoxon	316
4.7.3	Das Lotterie-Paradoxon	319
4.7.4	Simpsons Paradoxon	321
4.8	Lösung(en) des Induktionsproblems	325
4.8.1	Tests und Repräsentativität	327
4.8.2	Verschiedenartige induktive Schritte	329
4.8.3	Einordnung der induktiven Strategien	332
4.8.4	Offenheit der Induktion	334
4.8.5	Erste Lösung des allgemeinen Induktionsproblems	340
4.8.6	Zweite Lösung des allgemeinen Induktionsproblems	346
<b>5</b>	<b>Synthese</b>	<b>351</b>
5.1	Forschungsstrategien III (Kombination)	351
5.1.1	Primat der Deduktion in der Theorie	352
5.1.2	Primat der Induktion in der Praxis	362
5.1.3	Kombination beider Perspektiven	364
5.1.4	Adaptive Verfahren	370
5.1.5	Kreuzvalidierung	380
5.2	Der Forschungszirkel I	384
5.2.1	Positionierung der Statistik	387
5.2.2	Sich ergänzende Perspektiven	393

5.3	Der statistikinterne strategische Konflikt .....	396
5.3.1	Vorher versus Nachher .....	396
5.3.2	Konflikte um den wesentlichen Unterschied .....	399
5.3.3	Weitere Felder der Auseinandersetzung .....	406
5.3.4	Mainstream-Statistik .....	410
5.3.5	Das Aufblühen des Neo-Bayesianismus .....	419
5.3.6	Gemeinsame Statistik ohne Kompromisse .....	422
5.4	Strategische Schnittstellen und Kausalschlüsse .....	428
5.4.1	Kausale Graphen .....	429
5.4.2	Kritik an kausalen Graphen .....	437
5.4.3	Die innerstatistische Alternative .....	441
5.4.4	Statistik und Fachwissenschaft .....	447
5.5	Das Informationsparadigma .....	455
5.5.1	Klassische Informationstheorie .....	456
5.5.2	Moderne Informationstheorie .....	462
5.5.3	Das Prinzip der kompaktesten Beschreibung .....	471
5.5.4	Universelle Prädiktion .....	478
5.5.5	Die Klärung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs .....	482
5.5.6	Zufallsprozesse und zufällige Daten .....	495
5.5.7	Latente Parameter und Strukturen .....	501
5.5.8	Absoluter und relativer Zufall .....	506
5.5.9	Chaostheorie (Exkurs) .....	512
5.5.10	Modernisierte Statistik .....	517
5.6	Invarianzen, Symmetrien und Symmetriebrüche .....	529
<b>6</b>	<b>Integrative Wissenschaftstheorie .....</b>	<b>539</b>
6.1	Der Forschungszirkel II .....	539
6.1.1	Induktion und Deduktion .....	541
6.1.2	Die historische Entwicklung von Wissenschaften .....	543
6.1.3	Funktionsfähigkeit und Ertrag des Forschungszirkels ..	549
6.2	Wissenschaftstheorie im Forschungszirkel .....	554
6.2.1	Unwuchten .....	554
6.2.2	Philosophische Orientierung .....	560
6.2.3	Wissenschaftssoziologie .....	573
6.3	Konstruktive Antworten .....	577
6.3.1	Ahistorische Wissenschaft .....	577
6.3.2	Konstruktiv-kritisch oder stagnierend .....	581
6.3.3	Die skeptische Grundhaltung .....	582
6.3.4	Ertragsorientierung .....	587
6.4	Adaptive Statistik .....	589
6.5	Schlussbemerkung .....	595
<b>Literatur</b>	.....	<b>601</b>
<b>Personenregister</b>	.....	<b>649</b>
<b>Sachregister</b>	.....	<b>661</b>