

Jost Reinecke

Strukturgleichungs- modelle in den Sozialwissenschaften

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

**DE GRUYTER
OLDENBOURG**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Entwicklung der statistischen Modellbildung mit Strukturgleichungen	5
2.1	Einführung	5
2.2	Ausgangspunkt	9
2.3	Kausalität in Strukturgleichungsmodellen	11
2.4	Eigenschaften von Strukturgleichungsmodellen	12
2.5	Methodische Weiterentwicklungen	13
3	Erhebungsdesigns, Daten und Modelle	21
3.1	Erhebungsdesigns	21
3.2	Daten und Modelle	25
4	Statistische Grundlagen für Strukturgleichungsmodelle	31
4.1	Meßniveau, Verteilung und Standardisierung	32
4.2	Statistische Zusammenhänge zwischen Variablen	33
4.2.1	Die Kovarianz und die Produkt-Moment-Korrelation	34
4.2.2	Die polychorische, tetrachorische und die polyserielle Korrelation	35
4.3	Die lineare Regressionsanalyse	40
4.3.1	Die bivariate Regression	40
4.3.2	Die multiple Regression	42
4.4	Die klassische Testtheorie	44
5	Strukturgleichungsmodelle mit gemessenen Variablen	49
5.1	Rekursive Pfadmodelle	50
5.1.1	Modellspezifikation und Berechnung der Pfadkoeffizienten	50
5.1.2	Reproduktion der Korrelationsmatrix und Effektzerlegung	55
5.1.3	Die Identifikation der Modellparameter	57

5.1.4	Schätzung der Parameter	58
5.1.5	Äquivalente Pfadmodelle	60
5.1.6	Modellrestriktionen	61
5.2	Nicht-rekursive Pfadmodelle	63
5.2.1	Modellspezifikation	63
5.2.2	Standardisierung der Parameter	67
5.3	Der multiple Gruppenvergleich	69
5.3.1	Der simultane Vergleich der Pfadmodelle	69
5.3.2	Der simultane Vergleich der Mittelwerte	76
5.4	Pfadmodelle im Längsschnitt	78
5.4.1	Das Zwei-Variablen/Zwei-Wellen-Panelmodell	79
5.4.2	Die Erweiterung des 2V2W-Standarddesigns	84
5.5	Anhang: Programmfiles	88
6	Meßmodelle	91
6.1	Die Modellspezifikation	92
6.2	Die Identifikation der Modellparameter	94
6.3	Restriktionen im Meßmodell	97
6.4	Die Schätzung der Modellparameter	99
6.5	Diskrepanzfunktionen	101
6.5.1	Maximum-Likelihood(ML)-Diskrepanzfunktionen	101
6.5.2	Unweighted-Least-Square(ULS)-Diskrepanzfunktionen	103
6.5.3	Generalized-Least-Square(GLS)-Diskrepanzfunktion	104
6.5.4	Weighted-Least-Square(WLS)-Diskrepanzfunktionen	104
6.5.5	Empfehlungen für die empirische Praxis	109
6.6	Statistiken der Modellprüfung	110
6.6.1	Die Modellevaluation: χ^2 -Statistiken, Standardfehler, z-Werte und die absoluten Goodness-of-Fit Indizes	112
6.6.1.1	Die χ^2 -Statistiken, Standardfehler und z-Werte	112
6.6.1.2	Absolute Goodness-of-Fit Indizes	116
6.6.2	Der Modellvergleich: Der Likelihood-Ratio(LR)-Test und die komparativen Goodness-of-Fit Indizes	119
6.6.2.1	Der Likelihood-Ratio(LR)-Test (χ^2 -Differenzentest)	119
6.6.2.2	Der Langrange Multiplier(LM)- und der Wald(W)-Test	121
6.6.2.3	Komparative Goodness-of-Fit Indizes	123
6.6.3	Empfehlungen für die empirische Praxis	125
6.7	Empirische Beispiele	127
6.8	Anhang: Programmfiles	135

7	Die konfirmatorische Faktorenanalyse	137
7.1	Die Modellspezifikation	139
7.2	Die Identifikation der Modellparameter	142
7.3	Multiple Gruppenvergleiche von konfirmatorischen Faktorenmodellen ...	143
7.4	Konfirmatorische Faktorenmodelle im Längsschnitt	149
7.5	Konfirmatorische Faktorenmodelle für <i>Multitrait-Multimethod</i> -Daten	152
7.6	Konfirmatorische Faktorenmodelle höherer Ordnung	156
7.7	Empirische Beispiele	159
7.7.1	Konfirmatorisches Faktorenmodell	159
7.7.2	Multipler Gruppenvergleich	162
7.7.3	Konfirmatorisches Faktorenmodell im Längsschnitt	168
7.7.4	Konfirmatorisches Faktorenmodell für <i>Multitrait-Multimethod</i> -Daten	170
7.7.5	Konfirmatorisches Faktorenmodell höherer Ordnung	173
7.8	Anhang: Programmfiles	180
8	Das allgemeine Strukturgleichungsmodell	183
8.1	Die Verbindung von Pfad- und Faktorenanalyse	184
8.1.1	Die Modellspezifikation	184
8.1.2	Die Schätzung und Identifikation der Modellparameter	187
8.1.3	Standardisierte und unstandardisierte Koeffizienten	189
8.1.4	Die Effektzerlegung	190
8.1.5	Die Techniken der Modellbildung	194
8.1.6	Multiple Gruppenvergleiche von Strukturgleichungsmodellen	195
8.1.7	Kategoriales Meßniveau in Strukturgleichungsmodellen	198
8.2	Strukturgleichungsmodelle im Längsschnitt	199
8.2.1	Ein-Indikatorenmodelle	199
8.2.2	Multiple Indikatorenmodelle	204
8.3	Empirische Beispiele	208
8.3.1	Strukturgleichungsmodelle	208
8.3.2	Multiple Gruppenvergleiche	218
8.3.3	Strukturgleichungsmodell mit kategorialen Variablen	220
8.3.4	Strukturgleichungsmodelle für Paneldaten (Markov-Modelle)	225
8.4	Die Behandlung fehlender Werte in Strukturgleichungsmodellen	232
8.4.1	Ausfallprozesse in empirischen Daten	233
8.4.2	Modellbasierte Verfahren zur Behandlung fehlender Werte	241
8.4.2.1	Der multiple Gruppenvergleich	241
8.4.2.2	Das direkte Maximum-Likelihood (ML)-Verfahren	241

8.4.3	Datenbasierte Verfahren zur Behandlung fehlender Werte	245
8.4.3.1	Der EM-Algorithmus	247
8.4.3.2	Multiple Imputation auf Basis der Bayes-Statistik	248
8.5	Empirische Beispiele	254
8.5.1	Modellbasiertes Verfahren: FIML	254
8.5.2	Datenbasiertes Verfahren: Multiple Imputation	258
8.6	Anhang: Programmfiles	263
9	Wachstums- und Mischverteilungsmodelle	269
9.1	Wachstumsmodelle	269
9.1.1	Zweifaktorielle Wachstumsmodelle	271
9.1.2	Mehrfaktorielle Wachstumsmodelle	276
9.1.3	Konditionale Wachstumsmodelle	278
9.1.4	Wachstumsmodelle mit Faktoren zweiter Ordnung	279
9.1.5	Die Handhabung fehlender Werte in Wachstumsmodellen	283
9.1.6	Die Beziehung zwischen Wachstumsmodellen und Mehrebenenmodellen	287
9.1.7	Empirische Beispiele	290
9.1.7.1	Zweifaktorielles Wachstumsmodell	293
9.1.7.2	Mehrfaktorielle Wachstumsmodelle	295
9.1.7.3	Konditionales Wachstumsmodell	296
9.1.7.4	Wachstumsmodell mit Faktoren zweiter Ordnung	297
9.1.7.5	Mehrfaktorielle Wachstumsmodelle unter Berücksichtigung fehlender Werte	300
9.1.7.6	Das zweifaktorielle Wachstumsmodell als Mehrebenenmodell	307
9.2	Mischverteilungsmodelle für Längsschnittdaten	308
9.2.1	Das allgemeine Mischverteilungsmodell (GMM)	310
9.2.1.1	Modellierungsvarianten	312
9.2.1.2	Modellschätzung und Modellbeurteilung	315
9.2.2	Das Mischverteilungsmodell mit latenten Klassen (LCGA)	319
9.2.3	Mischverteilungsmodelle für Zählvariablen	319
9.2.3.1	Das Poisson-Modell	319
9.2.3.2	Das negative Binomialmodell	321
9.2.4	Praktische Hinweise	322
9.2.5	Empirische Beispiele zu den LCGA- und GMM-Modellen	324
9.2.6	Empirische Beispiele zu den sequenziellen GMM-Modellen	330
9.3	Anhang: Programmfiles	338

10	EDV-Programme	341
10.1	LISREL	342
10.1.1	Entwicklung des Programms	342
10.1.2	Die LISREL-Notation	343
10.1.3	Die LISREL- und SIMPLIS-Syntax	345
10.1.4	Weiterführende Literatur	347
10.2	EQS	348
10.2.1	Entwicklung des Programms	348
10.2.2	Die EQS-Notation und die Syntax	349
10.2.3	Weiterführende Literatur	351
10.3	<i>Mplus</i>	351
10.3.1	Entwicklung des Programms	351
10.3.2	Die <i>Mplus</i> -Notation und die Syntax	353
10.3.3	Weiterführende Literatur	353
10.4	Programme für Strukturgleichungsmodelle in R	354
10.4.1	OpenMx	354
10.4.2	sem	355
10.4.3	lavaan	355
10.5	Strukturgleichungsprogramme in Statistikprogrammpaketen	356
10.5.1	SPSS: AMOS	356
10.5.2	SAS: PROC CALIS	358
10.5.3	STATA: SEM und GSEM	358
10.6	Programme zur mehrfachen Ersetzung fehlender Werte	359
10.6.1	NORM	360
10.6.2	MICE und countimp	362
	Literaturverzeichnis	365
	Index	391