

Helfried Moosbrugger

Lineare Modelle

Regressions- und Varianzanalysen

4., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage

Mit einem Anhang über Matrixalgebra, 23 Abbildungen,
26 Tabellen, Anwendungsbeispielen, Prüfverteilungen und
Literaturverzeichnis, Personen- und Sachregister

Unter Mitarbeit von Julia Engel, Sonja Etzler, Kevin Fischer
und Michael Weigand

Verlag Hans Huber, Bern

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
VORWORT ZUR VIERTEN AUFLAGE.....	VI
ANMERKUNGEN ZUR SCHREIBWEISE	X
1 EINLEITUNG	1
1.1 BESCHREIBUNG UND ERKLÄRUNG VON ZUSAMMENHÄNGEN	1
1.2 ALLGEMEIN- UND DIFFERENTIELLPSYCHOLOGISCHE SICHTWEISE.....	2
1.3 GRUNDANNAHMEN DES ALLGEMEINEN LINEAREN MODELLS (ALM).....	4
1.4 FRAGESTELLUNGEN IM ÜBERBLICK	7
1.5 KLASSIFIKATION VON ALM-BASIERTEN ANALYSEVERFAHREN	9
2 DAS ALLGEMEINE LINEARE MODELL (ALM).....	12
2.1 GRUNDLAGEN	12
2.2 GEOMETRISCHE VERANSCHAULICHUNG IM VARIABLENRAUM.....	13
2.2.1 <i>Raumvorstellung</i>	13
2.2.2 <i>Punkteschwärme und Korrelationen</i>	14
2.2.3 <i>Zielvorgabe: Lineares Modell</i>	16
2.2.4 <i>Lineares Modell mit einer Prädiktorvariablen</i>	17
2.2.5 <i>Lineares Modell mit zwei Prädiktorvariablen</i>	22
2.2.6 <i>Lineares Modell mit drei oder mehr Prädiktorvariablen</i>	25
2.3 MODELLGLEICHUNG.....	26
2.4 KRITERIUM DER KLEINSTEN QUADRATE.....	29
2.5 PARAMETERSCHÄTZUNG	31
2.6 PRÄDIZIERTE WERTE UND PARAMETERINTERPRETATION	35
2.7 GEOMETRISCHE VERANSCHAULICHUNG IM PERSONENRAUM.....	37
2.7.1 <i>Raumvorstellung</i>	37
2.7.2 <i>Veranschaulichung von Korrelationen</i>	37
2.7.3 <i>Veranschaulichung von Einflussparametern</i>	39
3 KONTINUIERLICHE UNABHÄNGIGE VARIABLEN: REGRESSIONSANALYSE	42
3.1 GRUNDSÄTZLICHES	42
3.2 REGRESSIONSANALYTISCHES ANWENDUNGSBEISPIEL (I).....	42
3.2.1 <i>Schätzung der Einflussparameter</i>	44
3.2.2 <i>Interpretation und Punktschätzung</i>	47
3.3 QUALITÄTSBEURTEILUNG DER MODELLGÜTE	48

3.3.1	Grundsätzliches.....	48
3.3.2	Kriteriumsvarianz, erklärte Varianz und Fehlervarianz.....	48
3.3.3	Konkrete Varianz- und Quadratsummenzerlegung.....	54
3.3.4	Determinations- und Korrelationskoeffizient als Maße der Modellgüte.....	55
	Einfacher Fall.....	57
3.4	STANDARDSCHÄTZFEHLER UND PROGNOSEINTERVALL.....	60
3.5	OPTIMIERUNG DES MODELLS.....	66
3.5.1	Modellverkleinerung und Dekremente.....	68
3.5.2	Modellerweiterung und Inkremente.....	69
3.5.3	Orthogonaler Fall, Kollinearer Fall und Suppressoreffekt.....	72
3.6	REGRESSIONSANALYTISCHES ANWENDUNGSBEISPIEL (II).....	76
3.6.1	Quadratsummenzerlegung und multipler Determinationskoeffizient.....	76
3.6.2	Punktschätzung und Prognoseintervall.....	78
3.6.3	Beurteilung einzelner Prädiktorvariablen im multiplen Kontext.....	82
3.7	RESIDUALANALYSE ZUR MODELLEVALUATION.....	91
3.8	KURVILINEARE REGRESSION.....	93
3.9	MODERIERTE REGRESSION.....	96
4	HYPOTHESENPRÜFUNG IM ALM.....	100
4.1	GRUNDSÄTZLICHES.....	100
4.2	HYPOTHESENFORMULIERUNG.....	101
4.2.1	Allgemeine Lineare Hypothese (ALH).....	102
4.2.2	Konkrete Beispiele.....	103
4.2.3	Uneingeschränktes und eingeschränktes Modell.....	107
4.2.4	Hypothesenquadratsumme.....	108
4.3	ÜBERPRÜFUNG DER HYPOTHESEN.....	110
4.3.1	F-Verteilung und inferenzstatistische Entscheidung.....	111
4.3.2	Signifikanzbeurteilung der ALH.....	114
4.3.3	Inferenzstatistische Voraussetzungen.....	118
4.4	REGRESSIONSANALYTISCHES ANWENDUNGSBEISPIEL (III).....	121
4.4.1	Globale Nullhypothese.....	121
4.4.2	Signifikanzbeurteilung der Prädiktorvariablen x_1	123
4.4.3	Signifikanzbeurteilung der Prädiktorvariablen x_2	124
5	KATEGORIALE UNABHÄNGIGE VARIABLEN: VARIANZANALYSE.....	126
5.1	GRUNDSÄTZLICHES.....	126
5.2	EXPERIMENTELLES DESIGN.....	126
5.3	ZELLENMITTELWERTEKODIERUNG.....	128
5.4	ERSTELLEN DER DESIGNMATRIX.....	130

5.5	ÜBERBLICK	130
6	EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE	132
6.1	VERSUCHSPLAN UND NUMERISCHES BEISPIEL	133
6.2	DESIGNMATRIX UND MODELLGLEICHUNG	134
6.3	PARAMETERSCHÄTZUNG	135
6.4	PRÄDIZIERTE WERTE	138
6.5	QUADRATSUMMENZERLEGUNG UND MULTIPLE BESTIMMTHEIT	139
6.6	EXKURS ZUR „KLASSISCHEN“ VARIANZANALYSE	142
6.7	HYPOTHESENFORMULIERUNG	148
6.7.1	<i>Globale Nullhypothese</i>	148
6.7.2	<i>Hypothesenformulierung mit orthogonalen Kontrasten</i>	150
6.8	HYPOTHESENQUADRATSUMME	153
6.9	INFERENZSTATISTISCHE ÜBERPRÜFUNG DER EFFEKTE	154
6.9.1	<i>Globaler Effekt</i>	154
6.9.2	<i>Effekte der einzelnen Faktorstufen</i>	155
6.10	TAFEL DER VARIANZANALYSE	157
6.11	SPEZIALFALL MIT ZWEI STUFEN (T-TEST)	159
7	ZWEIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE	162
7.1	GRUNDSÄTZLICHES	162
7.2	VOLLSTÄNDIG GEKREUZTER VERSUCHSPLAN UND NUMERISCHES BEISPIEL	162
7.3	DESIGNMATRIX	164
7.4	PARAMETERSCHÄTZUNG	166
7.5	PRÄDIZIERTE WERTE	168
7.6	EFFEKTE IM ZWEIFAKTORIELLEN DESIGN	170
7.7	QUADRATSUMMENZERLEGUNG UND MULTIPLE BESTIMMTHEIT	172
7.8	INFERENZSTATISTISCHE ÜBERPRÜFUNG DER EFFEKTE	174
7.8.1	<i>Globaler Effekt</i>	174
7.8.2	<i>Haupteffekt des Faktors A</i>	176
7.8.3	<i>Haupteffekt des Faktors B</i>	181
7.8.4	<i>Wechselwirkungseffekt A x B</i>	185
7.9	TAFEL DER VARIANZANALYSE	192
7.10	ÜBERPRÜFUNG VON EINZELKONTRASTEN	193
7.11	ERKENNUNGSMERKMALE VON HAUPTEFFEKTEN UND WECHSELWIRKUNGEN	197
7.12	TYPEN VON WECHSELWIRKUNGEN	200
8	MEHRFAKTORIELLE VERSUCHSPLÄNE	201
8.1	GRUNDSÄTZLICHES	201
8.2	HAUPTEFFEKTE	202

8.3	WECHSELWIRKUNGEN ERSTER ORDNUNG	205
8.4	WECHSELWIRKUNG HÖHERER ORDNUNG	206
9	UNVOLLSTÄNDIGE VERSUCHSPÄNE	209
9.1	GRUNDSÄTZLICHES.....	209
9.2	LATEINISCHES QUADRAT.....	210
9.3	HIERARCHISCHES DESIGN.....	212
10	VARIANZANALYSE MIT MESSWIEDERHOLUNG.....	217
10.1	WITHIN-DESIGN.....	217
10.2	ZELLENMITTELWERTEKODIERUNG UND PARAMETERSCHÄTZUNG	219
10.3	QUADRATSUMMENZERLEGUNG	220
10.4	INFERENZSTATISTISCHE ÜBERPRÜFUNG DER EFFEKTE	221
10.4.1	<i>Haupteffekt des experimentellen Faktors</i>	<i>221</i>
10.4.2	<i>Haupteffekt des Personenfaktors</i>	<i>223</i>
10.4.3	<i>Wechselwirkungseffekt.....</i>	<i>224</i>
10.5	SIGNIFIKANZBEURTEILUNG.....	225
10.5.1	<i>Problematik der Fehlervarianzschätzung.....</i>	<i>225</i>
10.5.2	<i>Residualvarianz als Ersatz für Fehlervarianz</i>	<i>226</i>
10.5.3	<i>Hypothesenprüfung.....</i>	<i>227</i>
10.6	MULTIVARIATE ANALYSE VON MESSWIEDERHOLUNGSDESIGNS	230
11	GRUNDBEGRIFFE DER MATRIXALGEBRA.....	231
11.1	ALLGEMEINES.....	231
11.2	DEFINITIONEN.....	231
11.3	ADDITION UND SUBTRAKTION	235
11.4	TRANSPOSITION	236
11.5	MATRIZENMULTIPLIKATION	237
11.5.1	<i>Multiplikation einer Matrix mit einer konstanten Zahl.....</i>	<i>237</i>
11.5.2	<i>Produkt zweier Vektoren</i>	<i>237</i>
11.5.3	<i>Produkt zweier Matrizen</i>	<i>239</i>
11.5.4	<i>Produkt einer Matrix mit ihrer Transponierten.....</i>	<i>242</i>
11.6	MATRIZENDIVISION	244
11.6.1	<i>Grundüberlegung</i>	<i>244</i>
11.6.2	<i>Inverse Matrix</i>	<i>244</i>
11.6.3	<i>Determinanten</i>	<i>246</i>
11.6.4	<i>Kofaktorenmatrix.....</i>	<i>252</i>
11.6.5	<i>Berechnung der inversen Matrix</i>	<i>253</i>
11.6.6	<i>Durchführung der Division</i>	<i>255</i>
11.7	VERKNÜPFUNGSREGELN BEIM RECHNEN MIT MATRIZEN	256

11.7.1	Addieren - Addieren.....	256
11.7.2	Multiplizieren - Multiplizieren.....	257
11.7.3	Skalarmultiplikation-Matrixinversion.....	258
11.7.4	Transponieren-Addieren bzw. -Multiplizieren.....	258
11.7.5	Addieren-Multiplizieren.....	258
12	RECHENTECHNISCHE HINWEISE.....	260
13	PRÜFVERTEILUNGEN.....	263
13.1	F-VERTEILUNGEN.....	263
13.1.1	F-Verteilung (df_n von 1 bis 10) für $\alpha = 0.05$	264
13.1.2	F-Verteilung (df_n von 11 bis 20) für $\alpha = 0.05$	265
13.1.3	F-Verteilung (df_n von 1 bis 10) für $\alpha = 0.01$	266
13.1.4	F-Verteilung (df_n von 11 bis 20) für $\alpha = 0.01$	267
13.2	t-VERTEILUNGEN.....	268
14	LITERATURVERZEICHNIS.....	269
15	PERSONENVERZEICHNIS.....	275
16	SACHREGISTER.....	277