

KARL-DIETER OPP  
PETER SCHMIDT ✓

# Einführung in die Mehrvariablenanalyse

Grundlagen der Formulierung und Prüfung  
komplexer sozialwissenschaftlicher Aussagen



ROWOHLT

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	11
Teil 1: Die Bedeutung der Mehrvariablenanalyse für die Weiterentwicklung der Sozialwissenschaften und für die praktische Gesellschaftsgestaltung	13
Aufgaben	20
Teil 2: Arten sozialwissenschaftlicher Aussagen und ihre Formalisierung	21
1. Arten von Variablen	21
2. Lineare, rekursive und nichtrekursive Modelle mit quantitativen und ordinalen Variablen	24
3. Lineare, rekursive und nichtrekursive Modelle mit Dichotomien	35
4. Lineare, rekursive und nichtrekursive Modelle mit qualitativen Variablen	39
5. „Gemischte“ Modelle	40
6. Nichtlineare Modelle	40
7. Zum Begriff der Kausalität	42
8. Aufgaben	43
Teil 3: Nichtdeterministische Kausalmodelle mit zwei dichotomen oder quantitativen Variablen	45
1. Die tabellarische Darstellung deterministischer Implikationen und Äquivalenzen	45
2. Der Begriff der nichtdeterministischen Äquivalenz und ihre tabellarische Darstellung	50
3. Die Struktur zweidimensionaler Tabellen	52
4. Ein Maß für den Grad der Annäherung an deterministische Äquivalenzen.	65
4.1. Prozentdifferenzen, $\phi$ und $r$	65
4.2. Die Umformung von Proportionen in Mittelwerte, Kovarianzen, Varianzen und Standardabweichungen	74
4.3. Die Standardisierung von Variablen und die Berechnung des Korrelationskoeffizienten	84
5. Die Formalisierung nichtdeterministischer Äquivalenzen mit zwei und mehr dichotomen oder quantitativen Variablen durch Gleichungen	88
6. Lineare rekursive Kausalmodelle mit zwei dichotomen oder quantitativen Variablen: Die Schätzung der Koeffizienten mittels der Multiplikationsmethode	91

6.1. Schritt 1: Die Formulierung der Hypothesen, der Gleichungen und der Kausaldiagramme oder Matrizen	92
6.2. Schritt 2: Die Prüfung der Anwendungsbedingungen für das Verfahren	95
6.3. Schritt 3: Die Standardisierung der Variablen	97
6.4. Schritt 4: Die Multiplikation der Gleichung mit der prädeternierten Variablen	98
6.5. Schritt 5: Die Berechnung der Mittelwerte	99
6.6. Schritt 6: Die Annahme der Nichtkorrelation zwischen den Irrtumsvariablen und der prädeternierten Variablen	101
6.7. Schritt 7: Die Lösung der r-Gleichungen und die Berechnung der Korrelations- und Pfadkoeffizienten	110
7. Die Kritik linearer rekursiver Kausalmodelle mit zwei dichotomen oder quantitativen Variablen	111
7.1. Schritt 8: Der Vergleich des erwarteten mit dem ermittelten Vorzeichen und Intervall des Pfadkoeffizienten	111
7.2. Schritt 9: Die Ermittlung der erklärten Varianz und des Residuums	111
7.3. Schritt 10: Die Zerlegung der Wirkungen von Variablen	116
7.4. Schritt 11: Die Überprüfung der kausalen Anordnung eines Kausalmodells	117
7.5. Schritt 12: Der Vergleich mehrerer Kausalmodelle	117
7.6. Schritt 13: Die Modifikation von Kausalmodellen	118
8. Standardisierte und unstandardisierte Pfadkoeffizienten	120
8.1. Die Berechnung unstandardisierter Pfadkoeffizienten	121
8.2. Varianzzerlegung und Anwendung von standardisierten und unstandardisierten Koeffizienten	123
8.3. Die Umwandlung standardisierter Koeffizienten in unstandardisierte Koeffizienten und umgekehrt	127
9. Aufgaben	129

#### Teil 4: Nichtdeterministische Modelle mit drei dichotomen oder quantitativen Variablen 132

1. Arten von Modellen mit drei Variablen	132
2. Die Schätzung der Koeffizienten bei linearen, rekursiven Modellen mit drei dichotomen oder quantitativen Variablen	136
2.1. Schritt 1: Die Formulierung der Hypothesen, der Gleichungen und der Kausaldiagramme oder Matrizen	136
2.2. Schritt 2: Die Prüfung der Anwendungsbedingungen für das Verfahren	137
2.3. Schritt 3: Die Standardisierung der Variablen	137
2.4. Schritt 4: Die Multiplikation der Gleichungen mit den prädeternierten Variablen	137
2.5. Schritt 5: Die Berechnung der Mittelwerte	138
2.6. Schritt 6. Die Annahme der Nichtkorrelation zwischen den Irrtumsvariablen und den prädeternierten Variablen	139

2.7. Schritt 7: Die Lösung der r-Gleichungen und die Berechnung der Korrelations- und Pfadkoeffizienten	140
3. Die Kritik linearer, rekursiver Kausalmodelle mit drei dichotomen oder quantitativen Variablen	144
3.1. Schritt 8: Der Vergleich des erwarteten mit dem ermittelten Vorzeichen und Intervall des Pfadkoeffizienten	144
3.2. Schritt 9: Die Ermittlung der erklärten Varianz und des Residuums	145
3.3. Schritt 10: Die Zerlegung der Wirkungen von Variablen	147
3.4. Schritt 11: Die Überprüfung der kausalen Anordnung eines Kausalmodells	152
3.5. Schritt 12: Der Vergleich mehrerer Kausalmodelle	159
3.6. Schritt 13: Die Modifikation von Kausalmodellen	165
4. Die Formulierung der r-Gleichungen mittels des Grundtheorems der Pfadanalyse bei linearen, rekursiven Modellen	166
5. Das Problem der Multikollinearität	168
5.1. Die Definition und Messung von Multikollinearität	168
5.2. Wirkungen der Multikollinearität	169
5.3. „Therapien“ bei hoher Multikollinearität	173
5.4. Vorschlag für die Vorgehensweise bei hoher Multikollinearität	178
5.5. Multikollinearität in Modellen mit mehr als zwei unabhängigen Variablen	179
6. Unstandardisierte Koeffizienten	184
6.1. Die Berechnung unstandardisierter Koeffizienten	185
6.2. Varianzzerlegung	187
6.3. Die Umwandlung standardisierter Koeffizienten in unstandardisierte Koeffizienten und umgekehrt	188
7. Nichtlineare, rekursive Modelle	189
7.1. Nichtlineare Modelle mit zwei Variablen	191
7.2. Nichtlineare Modelle mit mehr als zwei Variablen	194
7.3. Nichtadditive Modelle	218
8. Aufgaben	225

## Teil 5: Nichtdeterministische Modelle mit n Variablen 229

1. Die zu prüfenden Modelle	230
2. Die Schätzung der Koeffizienten und die Kritik der rekursiven Modelle	238
3. Ein Vergleich der rekursiven Modelle	250
4. Die Modifikation der rekursiven Modelle	251
5. Exkurs: Zur Lösbarkeit von Gleichungssystemen	253
5.1. Die Identifikation von Gleichungen: Der „klassische“ Ansatz	253
5.2. Die Identifikation von Gleichungen: Ein „generalisierter“ Ansatz	258
6. Nichtrekursive Modelle: Identifikationsprobleme, die Schätzung ihrer Koeffizienten und ihre Kritik	263

6.1. Zur Interpretation und zur Testbarkeit nichtrekursiver Modelle	263
6.2. Identifikationsprobleme bei nichtrekursiven Modellen	266
6.3. Die Schätzung der Koeffizienten in nichtrekursiven Modellen	275
6.3.1. Spezifikation des nichtrekursiven Modells und dessen Schätzung durch die „klassische“ Methode (OLS)	276
6.3.2. Schätzmethoden für gerade identifizierte nichtrekursive Modelle: Die Methode der indirekten kleinsten Quadrate (ILS) und die Methode der Instrumentalvariablen (IV)	280
6.3.3. Die Schätzung der Koeffizienten in überidentifizierten, nichtrekursiven Modellen: Die Zweistufenschätzmethode (TSLS)	293
6.4. Die Kritik nichtrekursiver Modelle	302
7. Diskussion der formulierten nichtrekursiven Modelle	307
8. Aufgaben	309
Teil 6: Pfadanalyse und andere multivariate Verfahren	310
Anhang 1: Die verwendeten Abkürzungen	315
Anhang 2: Zur Benutzung von EDV-Programmen für Pfad- und Regressionsanalysen	316
Anhang 3: Lösungshinweise für die Aufgaben	323
Über die Verfasser	326
Literaturverzeichnis	328
Register	333