



Strukturgleichungs- modelle mit Mplus

Eine praktische Einführung

von

Dr. Oliver Christ

Philipps-Universität Marburg

und

Dr. Elmar Schlüter

Universität Köln

Oldenbourg Verlag München

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2012 Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH
Rosenheimer Straße 145, D-81671 München
Telefon: (089) 45051-0
www.oldenbourg-verlag.de

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Christiane Engel-Haas
Herstellung: Constanze Müller
Titelbild: thinkstockphotos.de
Einbandgestaltung: hauser lacour
Gesamtherstellung: Grafik & Druck GmbH, München

Dieses Papier ist alterungsbeständig nach DIN/ISO 9706.

ISBN 978-3-486-59046-3
eISBN 978-3-486-71480-7

Vorwort

Strukturgleichungsmodelle eignen sich hervorragend für die empirische Analyse zahlreicher theoretischer Fragestellungen und stellen somit für die Sozialwissenschaften eine unverzichtbare statistische Methode dar. Mit Mplus steht für die praktische Analyse von Strukturgleichungsmodellen seit einiger Zeit ein besonders flexibles und anwenderfreundliches Statistikprogramm zur Verfügung. Im deutschen Sprachraum fehlte es jedoch lange an geeigneten didaktischen Materialien zum Erlernen dieses Programms. Vor diesem Hintergrund besteht das Ziel dieses Lehrbuchs darin, die praktische Durchführung grundlegender und weiterführender Strukturgleichungsmodelle (einschließlich Mehrebenen-Analysen) in Mplus zu veranschaulichen. Dieses Konzept beruht zu einem Großteil auf unseren Erfahrungen in der Leitung zahlreicher Workshops zu Strukturgleichungsmodellen und Mehrebenenanalysen, die wir in den vergangenen Jahren im In- und Ausland durchgeführt haben. In diesem Arbeitskontext entstanden auch unsere ersten Ideen für ein Lehrbuch, das sich bewusst nicht die Vermittlung der statistischen Grundlagen von Strukturgleichungsmodellen zum Ziel setzt, sondern primär die forschungspraktische Anwendung solcher Kenntnisse anhand des Mplus-Statistikprogramms erleichtern will. Dieses Lehrbuch wendet sich somit an alle quantitativ-empirisch forschenden SozialwissenschaftlerInnen wie z.B. ErziehungswissenschaftlerInnen, Medien- und KommunikationswissenschaftlerInnen, PolitikwissenschaftlerInnen, PsychologInnen, SoziologInnen und WirtschaftswissenschaftlerInnen, die bereits über entsprechende Grundlagen-Kenntnisse der Strukturgleichungsmodellierung verfügen. Dies schließt Studierende aus diesen exemplarischen Disziplinen mit ein, die Mplus für eigene Datenanalysen im Rahmen von Bachelor- oder Masterarbeiten verwenden möchten. Auch für Lehrveranstaltungen zu Strukturgleichungsmodellen, die in einem praktischen Teil Mplus als Statistikprogramm verwenden, ist dieser Band als unterstützender Begleittext gut geeignet.

Wir veranschaulichen in diesem Band die praktische Durchführung von Strukturgleichungsmodellen in Mplus in fünf Kapiteln; in jedem Kapitel verweisen wir zudem auf eine Vielzahl gut geeigneter Einführungs- und Vertiefungstexte. Im einführenden *Kapitel 1* vermitteln wir einen Überblick zum Aufbau der Mplus-Syntax und gehen auf deren zentrale Befehle und Optionen ein. Darüber hinaus zeigen wir, wie Datensätze, die in Statistikprogrammen wie z.B. SPSS oder Stata erstellt wurden, in ein Mplus-kompatibles Format umgewandelt werden. In *Kapitel 2* behandeln wir Explorative und Konfirmatorische Faktorenanalysen sowie grundlegende Anwendungen von Strukturgleichungsmodellen. In *Kapitel 3* demonstrieren wir die Durchführung multipler Gruppenvergleiche und die Überprüfung verschiedener Formen von Messinvarianz. In *Kapitel 4* stellen wir mit autoregressiven Modellen und latenten Wachstumskurvenmodellen zwei besonders häufig genutzte Varianten von Strukturgleichungsmodellen zur Analyse von Paneldaten vor. Im abschließenden *Kapitel 5* erweitern wir die Anwendung von Strukturgleichungsmodellen auf hierarchische Daten. Ausgehend von der Spezifikation herkömmlicher Mehrebenen-Regressionsmodelle gehen wir in diesem Kapitel auf die Durchführung von Mehrebenen-Pfadanalysen, Konfirmatorischen und Explo-

rativen Mehrebenen-Faktorenanalysen und von Mehrebenen-Strukturgleichungsmodellen ein.

Im Sinne einer anwendungsorientierten Einführung nutzen wir in allen fünf Kapiteln durchgängig Praxisbeispiele aus veröffentlichten Untersuchungen zu inhaltlichen Forschungsfragenstellungen. Nahezu alle hierbei verwendeten Beispieldatensätze stammen aus dem von Prof. Dr. Wilhelm Heitmeyer initiierten Forschungsprojekt „Gruppenbezogene Menschenfeindlichkeit“, das an der Universität Bielefeld angesiedelt ist und von der Volkswagen Stiftung und der Freudenberg Stiftung gefördert wird. Unabhängig von dem inhaltlichen Schwerpunkt dieser Datengrundlage lassen sich die entsprechenden methodischen Beispiele problemlos auf alternative inhaltliche Anwendungen übertragen.

Alle in den Praxisbeispielen genutzten Datensätze stehen auf der Homepage des Oldenbourg-Verlags (<http://www.oldenbourg-verlag.de/wissenschaftsverlag/sozialwissenschaften>) sowohl als Mplus-kompatible ASCII-Datei wie auch als SPSS-Datendatei zur Verfügung; zusätzlich können hier auch alle in diesem Band verwendeten Mplus-Input- und -Output-Dateien abgerufen werden. Wir möchten alle Leser und Leserinnen dieses Buches ermutigen, von dieser Möglichkeit Gebrauch zu machen und die in den Kapiteln dargestellten Praxisbeispiele eigenständig in Mplus nachzuvollziehen.

Wir hoffen sehr, dass dieses Lehrbuch wie von uns beabsichtigt möglichst vielen Anwenderinnen und Anwendern hilft, Mplus für die Durchführung eigener Strukturgleichungsanalysen zu nutzen. An dieser Stelle möchten wir uns herzlich bei Prof. Dr. Wilhelm Heitmeyer und Prof. Dr. Andreas Zick für die Überlassung der Beispieldatensätze aus dem Forschungsprojekt „Gruppenbezogene Menschenfeindlichkeit“ bedanken. Ein großer Dank geht auch an Sabine Manke und Jeanine Schwarz für Korrekturen und vor allem die sprachliche Überarbeitung der Kapitel sowie an Urs Bürcky. Verlagsseitig danken wir Frau Engel-Haas für ihr Entgegenkommen und ihre Unterstützung bei der Realisierung dieses Projektes. Für alle noch bestehenden Fehler sind selbstverständlich ausschließlich die Autoren verantwortlich, die in gleichen Teilen zu diesem Band beigetragen haben.

Marburg und Köln, Oktober 2011

Oliver Christ und Elmar Schlüter

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XIII
Kastenverzeichnis	XV
1 Mplus – Eine Übersicht	1
1.1 Das Statistikprogramm Mplus	1
1.2 Die Mplus-Syntax	6
1.2.1 Der Befehlsblock TITLE	9
1.2.2 Der Befehlsblock DATA	9
1.2.3 Der Befehlsblock VARIABLE	10
1.2.4 Der Befehlsblock DEFINE	11
1.2.5 Der Befehlsblock ANALYSIS	12
1.2.6 Der Befehlsblock MODEL	13
1.2.7 Der Befehlsblock OUTPUT	14
1.2.8 Abschließender Überblick über Befehlsblöcke und wichtige Optionen	15
1.3 Aufbereitung der Daten für Mplus	16
1.4 Einlesen der Daten in Mplus	23
2 Mplus – Explorative Faktorenanalyse, Konfirmatorische Faktorenanalyse, Strukturgleichungsmodelle	31
2.1 Explorative Faktorenanalyse und Konfirmatorische Faktorenanalyse	31
2.1.1 Explorative Faktorenanalyse in Mplus	34
2.1.2 Konfirmatorische Faktorenanalyse in Mplus	42
2.2 Strukturgleichungsmodelle	48
2.2.1 Strukturgleichungsmodelle in Mplus	49
2.3 Literaturhinweise	57
3 Mplus – Multiple Gruppenvergleiche	59
3.1 Messinvarianz	59
3.2 Multipler Gruppenvergleich in Mplus	61
3.3 Vergleich latenter Mittelwerte	80

3.4	Vergleich von Beziehungen zwischen latenten Variablen.....	81
3.5	Literaturhinweise.....	84
4	Mplus – Strukturgleichungsmodelle für Paneldaten	85
4.1	Das autoregressive Modell.....	85
4.2	Das latente Wachstumskurvenmodell.....	87
4.3	Messinvarianz über die Zeit.....	90
4.4	Das autoregressive Modell in Mplus.....	96
4.5	Das latente Wachstumskurvenmodell in Mplus.....	107
4.6	Literaturhinweise.....	113
5	Mplus – Mehrebenenanalysen	115
5.1	Überblick.....	115
5.2	Grundlegende Modelle der Mehrebenenanalyse.....	116
5.3	Mehrebenenanalyse von Individual- und analytischen Aggregatvariablen.....	130
5.4	Mehrebenenanalyse von Kontexteffekten.....	137
5.5	Mehrebenen-Pfadanalyse.....	139
5.6	Konfirmatorische Mehrebenen-Faktorenanalyse.....	143
5.7	Explorative Mehrebenen-Faktorenanalyse.....	149
5.8	Mehrebenen-Strukturgleichungsmodelle.....	152
5.9	Literaturhinweise.....	157
	Literaturverzeichnis	159
	Register	163

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Grafische Übersicht über die Modellierungsmöglichkeiten in Mplus. Quelle: Muthén & Muthén (1998–2010, S. 3)	2
Abbildung 1.2: Startseite der Mplus-Homepage (http://www.statmodel.com) vom 20.06.2011	4
Abbildung 1.3: Die „Mplus Discussion“-Seite	5
Abbildung 1.4: Der Mplus-Editor (Mplus-Input)	7
Abbildung 1.5: Einfaches Messmodell mit vier manifesten Indikatoren	14
Abbildung 1.6: Ausschnitt aus dem Datensatz „GMF05_Querschnitt_CFA.sav“ in SPSS (umrandet fehlende Werte)	17
Abbildung 1.7: Menüpunkt „Umkodieren in dieselben Variablen“ in SPSS	18
Abbildung 1.8: Auswahl der Variablen zur Umkodierung in SPSS	18
Abbildung 1.9: Definition alter und neuer Werte in den ausgewählten Variablen zur Umkodierung in SPSS	19
Abbildung 1.10: Numerische Codes (hier 99) für fehlende Werte in SPSS.....	19
Abbildung 1.11: Definition fehlender Werte in SPSS	20
Abbildung 1.12: Abspeichern eines Datensatzes in SPSS im ASCII-Format	20
Abbildung 1.13: Option „Variablenamen im Arbeitsblatt speichern“ in SPSS	21
Abbildung 1.14: Öffnen des in SPSS gespeicherten Datensatzes im ASCII-Format in einem Text-Editor	22
Abbildung 1.15: Ersetzen der Tabulatoren mit einem Leerzeichen in einem Text-Editor.....	22
Abbildung 1.16: Einfügen von Variablenamen in den Mplus-Input.....	23
Abbildung 1.17: Datensatz im Mplus-kompatiblen ASCII-Format	23
Abbildung 1.18: Mplus-Input zum Einlesen eines Datensatzes.....	24
Abbildung 1.19: Deskriptive Statistiken der in Mplus verwendeten Variablen in SPSS.....	30
Abbildung 2.1: Das Syndrom Gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit (GMF).....	32
Abbildung 2.2: Schematische Darstellung einer Explorativen Faktorenanalyse mit sechs manifesten und zwei latenten Variablen	32
Abbildung 2.3: Schematische Darstellung einer Konfirmatorischen Faktorenanalyse mit sechs manifesten und zwei latenten Variablen	33
Abbildung 2.4: Variablenansicht des Datensatzes „GMF05_Querschnitt_CFA.sav“ in SPSS	34
Abbildung 2.5: Mplus-Input für eine Explorative Faktorenanalyse.....	35

Abbildung 2.6: Mplus-Input für eine Explorative Faktorenanalyse mit einer reduzierten Anzahl an Variablen	37
Abbildung 2.7: Faktorenmodell 2. Ordnung für das Syndrom Gruppenbezogene Menschenfeindlichkeit.....	43
Abbildung 2.8: Mplus-Input für Faktorenmodell 2. Ordnung des Syndroms Gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit	44
Abbildung 2.9: Mplus-Input für ein mögliches Alternativmodell (einfaktorielles Modell) des Syndroms Gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit	46
Abbildung 2.10: Schematische Darstellung eines Strukturgleichungsmodells.....	48
Abbildung 2.11: Mplus-Input für das Strukturgleichungsmodell zur Prüfung des Zusammenhangs zwischen Intergruppenkontakt und Gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit.....	50
Abbildung 2.12: Theoretisch angenommenes Mediationsmodell für den Zusammenhang zwischen Intergruppenkontakt und Gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit	52
Abbildung 2.13: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Prüfung eines indirekten Effekts (Mediation) in Mplus.....	53
Abbildung 2.14: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Prüfung eines indirekten Effekts (Mediation) in Mplus mit <i>Bootstrapping</i>	56
Abbildung 3.1: Mplus-Input für einen Multiplen Gruppenvergleich in Mplus unter multipler Verwendung der Option <code>FILE</code> im Befehlsblock <code>DATA</code>	62
Abbildung 3.2: Mplus-Input für einen Multiplen Gruppenvergleich in Mplus unter Verwendung der Option <code>GROUPING</code> im Befehlsblock <code>VARIABLE</code>	63
Abbildung 3.3: Mplus-Input zur Schätzung des Messmodells in der Gruppe der Befragten mit mittlerem Bildungsniveau	64
Abbildung 3.4: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das <i>Baseline</i> -Modell im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs zur Prüfung von Messinvarianz	66
Abbildung 3.5: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das Modell zur Prüfung metrischer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	70
Abbildung 3.6: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das modifizierte Modell zur Prüfung partieller metrischer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs (freie Schätzung der Ladung des Indikators „as01q4r“)......	74
Abbildung 3.7: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das modifizierte Modell zur Prüfung metrischer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs (Prüfung partieller metrischer Messinvarianz).....	75
Abbildung 3.8: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das Modell zur Prüfung skalarer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	77
Abbildung 3.9: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das Modell zur Prüfung partieller skalarer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs (freie Schätzung des <i>intercepts</i> für den Indikator „he01hq4“)......	79
Abbildung 3.10: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das Modell zum Vergleich der Kovarianzen zwischen den latenten Variablen im Rahmen eines Multiplen	

Gruppenvergleichs (Gleichheitsrestriktionen für die Kovarianzen zwischen den latenten Variablen „fremdenf“, „islamph“ und „rass“)	83
Abbildung 4.1: Bivariates autoregressives Modell mit manifesten Variablen und drei Wiederholungsmessungen	86
Abbildung 4.2: Unkonditionales latentes Wachstumskurvenmodell mit manifesten Variablen und drei Wiederholungsmessungen	89
Abbildung 4.3: Längsschnittliche konfirmatorische Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit	91
Abbildung 4.4: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Spezifikation des Basismodells einer längsschnittlichen Konfirmatorischen Faktorenanalyse zur Prüfung von Messinvarianz	92
Abbildung 4.5: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Spezifikation einer restriktiveren Variante einer längsschnittlichen Konfirmatorischen Faktorenanalyse zur Prüfung von metrischer Messinvarianz	93
Abbildung 4.6: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Spezifikation einer weiteren restriktiveren Variante einer längsschnittlichen Konfirmatorischen Faktorenanalyse zur Prüfung von skalarer Messinvarianz	94
Abbildung 4.7: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für die Modifikation der längsschnittlichen Konfirmatorischen Faktorenanalyse zur Prüfung von partieller skalarer Messinvarianz	95
Abbildung 4.8: Latentes ARM für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit	97
Abbildung 4.9: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Spezifikation des latenten ARM für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit mit korrelierten Fehlern	98
Abbildung 4.10: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Modifikation des ARM für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit durch Aufnahme von Gleichheitsrestriktionen für die autoregressiven und <i>Cross-Lagged</i> -Parameter	100
Abbildung 4.11: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für das <i>Common-Factor</i> -Modell von Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit	103
Abbildung 4.12: Das <i>Unmeasured-Variable</i> -Modell für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit (Kontakt = Intergruppenkontakt; FF = Fremdenfeindlichkeit)	104
Abbildung 4.13: Ausschnitt aus dem Mplus-Input zur Spezifikation des <i>Unmeasured-Variable</i> -Modells für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit	105
Abbildung 4.14: Unkonditionales latentes Wachstumskurvenmodell 2. Ordnung für Fremdenfeindlichkeit unter Annahme einer linearen Veränderung über die Zeit	108
Abbildung 4.15: Mplus-Input zur Spezifikation des unkonditionalen LGC für Fremdenfeindlichkeit	109
Abbildung 4.16: Plot der Wachstumskurve des unkonditionalen LGC für Fremdenfeindlichkeit	111
Abbildung 4.17: Ausschnitt aus dem Mplus-Input für ein konditionales LGC 2. Ordnung für Fremdenfeindlichkeit mit Intergruppenkontakt als zeitinvariantem Prädiktor des latenten <i>Intercept</i> - und <i>Slope</i> -Faktors	112
Abbildung 5.1: <i>Intercept-And-Slope-As-Outcome</i> -Modell für die Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenteils auf Fremdenfeindlichkeit	120

Abbildung 5.2: Mplus-Input zur Schätzung des ICC mittels <code>TYPE = TWOLEVEL BASIC</code>	121
Abbildung 5.3: Mplus-Input zur Spezifikation eines <i>Intercept-As-Outcome</i> -Modells für die Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit.....	123
Abbildung 5.4: Mplus-Input zur Spezifikation eines <i>Random-Slope</i> -Modells für die Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit.....	127
Abbildung 5.5: Mplus-Input zur Spezifikation eines <i>Intercept-And-Slope-As-Outcome</i> -Modells für die Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit.....	129
Abbildung 5.6: <i>Intercept-As-Outcome</i> -Modell für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit.....	132
Abbildung 5.7: Variablenansicht des Datensatzes „GMF02_Querschnitt_MLM.sav“ in SPSS	133
Abbildung 5.8: Mplus-Input zur Spezifikation eines <i>Intercept-As-Outcome</i> -Modells für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit	135
Abbildung 5.9: Mplus-Input zur Spezifikation einer Mehrebenenanalyse für die Prüfung eines Kontexteffekts von Intergruppenkontakt auf Fremdenfeindlichkeit.....	138
Abbildung 5.10: Mehrebenen-Pfadanalyse für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit.....	140
Abbildung 5.11: Mplus-Input zur Spezifikation einer Mehrebenen-Pfadanalyse für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit	141
Abbildung 5.12: Konfirmatorische Mehrebenen-Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit.....	145
Abbildung 5.13: Mplus-Input zur Spezifikation einer Konfirmatorischen Mehrebenen-Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit.....	146
Abbildung 5.14: Mplus-Input zur Spezifikation einer Explorativen Mehrebenen-Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit.....	149
Abbildung 5.15: Mehrebenen-Strukturgleichungsmodell für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit.....	153
Abbildung 5.16: Mplus-Input zur Spezifikation eines Mehrebenen-Strukturgleichungsmodells für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit	154

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Aktualisierungen von Mplus.....	3
Tabelle 1.2: Befehlsblöcke und ihre Funktion in Mplus.....	8
Tabelle 1.3: Wichtige Optionen innerhalb der Befehlsblöcke in Mplus.....	16
Tabelle 2.1: Zuordnung der Indikatoren im Datensatz „GMF05_Querschnitt_CFA.sav“ zu den GMF-Elementen.....	35
Tabelle 5.1: χ^2 -Statistiken, Freiheitsgrade (df) und p-Werte unterschiedlicher Faktorlösungen auf der Individual- und Kontextebene.....	151

Kastenverzeichnis

Kasten 1.1: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit der Übersicht zum Mplus-Input	25
Kasten 1.2: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit der Zusammenfassung technischer Details der durchgeführten Analyse.....	26
Kasten 1.3: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit einer Zusammenfassung über Muster und Anzahl fehlender Werte	27
Kasten 1.4: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit weiteren Informationen zu den fehlenden Werten im Datensatz.....	28
Kasten 1.5: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Mittelwerten in den Variablen.....	28
Kasten 1.6: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Kovarianzen zwischen den Variablen	29
Kasten 1.7: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Korrelationen zwischen den Variablen	29
Kasten 2.1: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit einer Fehlermeldung bei Durchführung der Explorativen Faktorenanalyse	36
Kasten 2.2: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zum Eigenwertverlauf und zu dem Modell-Fit für die einfaktorielle Lösung	38
Kasten 2.3: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zu den Faktorladungen, Korrelationen zwischen den Faktoren und Residualvarianzen der manifesten Variablen für die einfaktorielle Lösung.....	40
Kasten 2.4: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zu den Faktorladungen für die zweifaktorielle Lösung	41
Kasten 2.5: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zu den Faktorladungen für die dreifaktorielle Lösung	42
Kasten 2.6: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zu den Faktorladungen für das Faktorenmodell 2. Ordnung des Syndroms Gruppenbezogener Menschenfeindlichkeit	45
Kasten 2.7: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit einem Hinweis bei Verwendung robuster <i>Maximum-Likelihood</i> -Schätzverfahren.....	47
Kasten 2.8: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zu den standardisierten Schätzern der Faktorladungen.....	51
Kasten 2.9: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zu den unstandardisierten Schätzern für den Strukturpart des Mediationsmodells	54

Kasten 2.10: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit unstandardisierten Schätzern für den indirekten Effekt von Intergruppenkontakt auf GMF über Wertschätzung kultureller Vielfalt	55
Kasten 2.11: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Informationen zu den <i>bias</i> -korrigierten Konfidenzintervallen des indirekten Effekts von Intergruppenkontakt auf GMF über Wertschätzung kultureller Vielfalt auf Basis des <i>Bootstrapping</i> -Verfahrens	57
Kasten 2.12: Empfohlene Literatur für die Konfirmatorische Faktorenanalyse und Strukturgleichungsmodelle	57
Kasten 3.1: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu Anzahl und Größe der Gruppen im Rahmen des Multiplen Gruppenvergleichs.....	68
Kasten 3.2: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zum Beitrag der einzelnen Gruppen zum χ^2 -Wert für das <i>Baseline</i> -Modell im Rahmen des Multiplen Gruppenvergleichs.....	68
Kasten 3.3: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den unstandardisierten Schätzern der Faktorladungen in beiden Bildungsgruppen im Rahmen des Multiplen Gruppenvergleichs.....	69
Kasten 3.4: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Faktorladungen in beiden Bildungsgruppen für das Modell zur Prüfung metrischer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	71
Kasten 3.5: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Modifikationsindizes für das Modell zur Prüfung metrischer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	73
Kasten 3.6: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu Modifikationsindizes für das Modell zur Prüfung partieller metrischer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs (freie Schätzung der Faktorladungen für die Indikatoren „as01q4r“ und „ff08dq4r“)	76
Kasten 3.7: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Modifikationsindizes für das Modell zur Prüfung skalarer Invarianz im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	78
Kasten 3.8: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den latenten Mittelwerten der Gruppe der Befragten mittleren Bildungsniveaus (Referenzgruppe) im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	80
Kasten 3.9: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den latenten Mittelwerten in der Gruppe der Befragten mit hohem Bildungsniveau (Vergleichsgruppe) im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	81
Kasten 3.10: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Schätzern der Kovarianzen zwischen den latenten Variablen Fremdenfeindlichkeit, Islamophobie und Rassismus in der Gruppe der Befragten mit mittlerem und hohem Bildungsniveau im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	82
Kasten 3.11: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit Angaben zu den Schätzern der Kovarianzen zwischen den latenten Variablen Fremdenfeindlichkeit, Islamophobie und Rassismus in beiden Bildungsgruppen nach Implementierung von Gleichheitsrestriktionen im Rahmen eines Multiplen Gruppenvergleichs.....	84

Kasten 3.12: Empfohlene Literatur für Multiple Gruppenvergleiche	84
Kasten 4.1: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit den Modifikationsindizes für die <i>intercepts</i> der längsschnittlichen Konfirmatorischen Faktorenanalyse zur Prüfung von skalarer Messinvarianz.....	95
Kasten 4.2: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit den unstandardisierten und standardisierten Parameterschätzern für die autoregressiven und <i>Cross-Lagged</i> -Beziehungen im Rahmen des latenten ARM für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit	102
Kasten 4.3: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit den unstandardisierten Parameterschätzern für für die Regressionsgewichte der ungemessenenen Drittvariablen und sowie die autoregressiven und <i>Cross-Lagged</i> -Beziehungen.....	106
Kasten 4.4: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit ausgewählten, unstandardisierten Parameterschätzern für das unkonditionale LGC 2. Ordnung für Fremdenfeindlichkeit.....	110
Kasten 4.5: Ausschnitt aus dem Mplus-Output mit ausgewählten, standardisierten Parameterschätzern für das konditionale LGC 2. Ordnung für Fremdenfeindlichkeit.....	113
Kasten 4.6: Empfohlene Literatur für das ARM und LGC	113
Kasten 5.1: Ausschnitt aus dem Mplus-Output zur Schätzung des ICC von Fremdenfeindlichkeit mittels <code>TYPE = TWOLEVEL BASIC</code>	122
Kasten 5.2: Mplus-Fehlermeldung bei fehlender Kennzeichnung einer Kontextvariable durch die <code>BETWEEN</code> -Option	123
Kasten 5.3: Ausschnitt aus dem Mplus-Output des <i>Intercept-As-Outcome</i> -Modells zur Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenteils auf Fremdenfeindlichkeit	126
Kasten 5.4: Ausschnitt aus dem Mplus-Output zum Anteil statistisch aufgeklärter Varianz des <i>Intercept-As-Outcome</i> -Modells zur Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenteils auf Fremdenfeindlichkeit	126
Kasten 5.5: Ausschnitt aus dem Mplus-Output des <i>Random-Slope</i> -Modells für die Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenteils auf Fremdenfeindlichkeit	128
Kasten 5.6: Ausschnitt aus dem Mplus-Output des <i>Intercept-And-Slope-As-Outcome</i> -Modells für die Wirkung von Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenteils auf Fremdenfeindlichkeit	130
Kasten 5.7: Ausschnitt aus dem Mplus-Output zur Schätzung des ICC von Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit mittels <code>TYPE = TWOLEVEL BASIC</code>	133
Kasten 5.8: Ausschnitt aus dem Mplus-Output zur Schätzung der Interkorrelationen von Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit <code>TYPE = TWOLEVEL BASIC</code>	134
Kasten 5.9: Ausschnitt aus dem Mplus-Output des <i>Intercept-As-Outcome</i> -Modells für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt sowie des prozentualen Immigrantenteils auf Fremdenfeindlichkeit.....	136
Kasten 5.10: Ausschnitt aus dem Mplus-Output der Mehrebenenanalyse für die Prüfung eines Kontexteffekts von Intergruppenkontakt auf Fremdenfeindlichkeit	139

Kasten 5.11: Ausschnitt aus dem Mplus-Output der Mehrebenen-Pfadanalyse für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit	142
Kasten 5.12: Mplus-Output zum Test des indirekten Effekts des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit	143
Kasten 5.13: Ausschnitt aus dem Mplus-Output der Konfirmatorischen Mehrebenen-Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit	148
Kasten 5.14: Ausschnitt aus dem Mplus-Output der Explorativen Mehrebenen-Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit (Eigenwerte)	150
Kasten 5.15: Ausschnitt aus dem Mplus-Output der Explorativen Mehrebenen-Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt und Fremdenfeindlichkeit – Faktorladungen Modell (b)	151
Kasten 5.16: Ausschnitt aus dem Mplus-Output der Explorativen Mehrebenen-Faktorenanalyse für Intergruppenkontakt and Fremdenfeindlichkeit – Faktorladungen Modell (d)	152
Kasten 5.17: Ausschnitt aus dem Mplus-Output des Mehrebenen-Strukturgleichungsmodells für die Wirkung von individuellem und aggregiertem Intergruppenkontakt und des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit	155
Kasten 5.18: Mplus-Output des Mehrebenen-Strukturgleichungsmodells zum Test des indirekten Effekts des prozentualen Immigrantenanteils auf Fremdenfeindlichkeit	156
Kasten 5.19: Empfohlene Literatur für Mehrebenenanalysen	157

1 Mplus – Eine Übersicht

Es stimmt schon: Die Einarbeitung in ein neues Statistikprogramm stellt immer einen mehr oder minder aufwändigen Prozess dar. Und da es verschiedene Alternativen zur Nutzung von Mplus gibt, ist die Frage nach den Vor- und Nachteilen dieser Analysesoftware alles andere als unerheblich. In dem ersten Teil dieses einleitenden Kapitels geben wir deshalb einen Überblick über die zentralen Merkmale von Mplus. Wir zeigen hierbei verschiedene, nach unserer Meinung besonders positive Aspekte von Mplus auf, gehen aber auch auf die unumgängliche Notwendigkeit des Erlernens der Mplus-Syntax ein. Vor diesem Hintergrund stellen wir im zweiten Teil dieses Kapitels die grundlegende Struktur dieser Syntax vor und gehen auf deren zentralen Befehle und Optionen ein. Und wer weiß? Möglicherweise werden bereits an dieser Stelle viele Leser und Leserinnen dieses Buches unseren Eindruck teilen, dass die Mplus-Syntax gleichermaßen leicht zu erlernen und flexibel einsetzbar ist. Abschließend stellen wir dar, wie die typischerweise zunächst in Formaten anderer statistischer Softwarepakete (wie z.B. SPSS oder STATA) vorliegenden Daten für die Analyse in Mplus aufbereitet werden.

1.1 Das Statistikprogramm Mplus

Wir möchten die Vorstellung von Mplus mit einem Zitat der beiden Entwickler dieser statistischen Analysesoftware, Bengt und Linda Muthén, beginnen. Es stammt aus dem Vorwort des Mplus-Manuals (Muthén & Muthén, 1998–2010, Preface):

We started to develop Mplus fifteen years ago with the goal of providing researchers with powerful new statistical modeling techniques. We saw a wide gap between new statistical methods presented in the statistical literature and the statistical methods used by researchers in substantively-oriented papers. Our goal was to help to bridge this gap with easy-to-use but powerful software.

Muthén und Muthén benennen hier bereits die zentralen Vorteile von Mplus: Mplus ist ein anwenderfreundliches („easy-to-use“) und gleichzeitig besonders vielfältig einsetzbares („powerful“) Statistikprogramm, das die Anwendung neuerer statistischer Verfahren („new statistical modeling techniques“) vereinfachen soll. In methodischer Hinsicht liegt ein besonderer Schwerpunkt von Mplus auf kovarianzbasierten Methoden. Die große Bandbreite der hierbei zur Verfügung stehenden Verfahren veranschaulicht Abbildung 1.1.