

planung & analyse

Zeitschrift für Marktforschung und Marketing www.planung-analyse.de



3/2013 D11700F

Schwerpunkt

Kommunikations- forschung

Special

In Bewegung:
Mobilität, Reise
und Tourismus

Report

Im Blickpunkt:
Studios und
Anforderungen

Spotlight

Im Internet:
Status quo und
Entwicklungen
der Internet-
forschung



Strukturgleichungsmodellierung

Die Strukturgleichungsmodellierung zählt zu den Methoden der Kausalanalyse. Sie erweitert die multiple Regressionsanalyse und ermöglicht, nicht nur kausale Zusammenhänge mehrerer unabhängiger und einer abhängigen Variable, sondern auch komplexere Zusammenhänge zwischen Variablen zu überprüfen. Auch nicht unmittelbar beobachtbare latente Variablen wie Einstellung, Involvement oder Loyalität können berücksichtigt werden.

Bestandteile eines Strukturgleichungsmodells

Üblicherweise werden die vermuteten Zusammenhänge zwischen den Variablen in einem Pfaddiagramm grafisch veranschaulicht (siehe Abbildung). Latente Variablen (LV) werden durch Ellipsen gekennzeichnet. Gemeinsam mit den Pfeilen, die zeigen, welche latenten Variablen sich

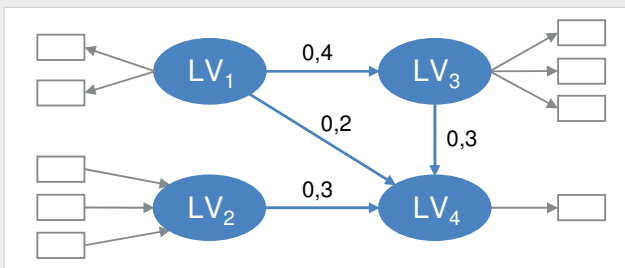


Abbildung: Beispiel eines Strukturgleichungsmodells

beeinflussen, bilden sie das Strukturmodell. Da eine LV sowohl andere bestimmen als auch von anderen bestimmt werden kann, wird nicht zwischen unabhängigen und abhängigen, sondern zwischen exogenen und endogenen LV differenziert. Diejenigen, die von keiner LV beeinflusst werden, sind exogen (in der Abbildung LV₁ und LV₂). Die übrigen sind endogen (in der Abbildung LV₃ und LV₄).

Zur Messung einer LV bedarf es eines oder mehrerer Indikatoren, die direkt beobachtbar sind. Diese werden im Pfaddiagramm als Rechtecke dargestellt. Die jeweils zu einer latenten Variable gehörenden Indikatoren bilden ihr Messmodell. Grundlegend ist die Unterscheidung zwischen reflektiven und formativen Messmodellen. Einem reflektiven Messmodell liegt die Annahme zugrunde, dass die LV verantwortlich für die Ausprägungen der Indikatoren ist (in der Abbildung zum Beispiel LV₁). In einem formativen Messmodell machen die Indikatoren zusammen die LV aus (in der Abbildung LV₂).

Ein Beispiel ist die Messung von Trunkenheit: Diese kann reflektiv z. B. durch den Atemalkohol und die Fähigkeit, auf einer geraden Linie gehen zu können, oder aber formativ durch die konsumierten Mengen an Bier, Wein etc. gemessen werden. Unterschieden werden zwei Arten formativer Messmodelle: die beobachteten Indikatoren bestimmen die LV entweder vollständig oder nur zu einem Teil. Wird angenommen, dass Trunkenheit durch die Mengen der verschiedenen Alkoholika vollständig erfasst ist, wird die LV durch diese Indikatoren auch inhaltlich eindeutig definiert: die Gesamtmenge des Alkoholkonsums. Geht die inhaltliche Bedeutung einer Definition des Begriffs *Trunkenheit* aber darüber hinaus, so würde sie durch die konsumierten Mengen nur unvollständig gemessen.

Schätzverfahren

Zur Schätzung der Pfadkoeffizienten, das heißt der Stärke der Einflüsse der LV aufeinander, sowie der Beziehungen zwischen den LV und ihren Indikatoren, haben sich zwei Ansätze etabliert. Die Kovarianzstrukturanalyse, die auch unter der Bezeichnung Lisrel (Linear Structural Relationships) geläufig ist, betrachtet ein Strukturgleichungsmodell als Ganzes. Sie bestimmt die Koeffizienten so, dass die Kovarianzen der Indikatoren möglichst gut mit den aufgrund der geschätzten Koeffizienten reproduzierten Kovarianzen übereinstimmen. Im Gegensatz dazu zerlegt das Partial-Least-Squares-(PLS-)Verfahren das Gesamtmodell in Teilmodelle von unmittelbar zusammenhängenden Variablen und berechnet Fallwerte für die LV. Die Pfadkoeffizienten werden durch multiple Regressionen bestimmt, in denen jeweils eine endogene latente Variable die abhängige Größe ist. Eng verwandt mit PLS ist RALV (Relationships Among Latent Variables), womit insbesondere Verzerrungen der geschätzten Koeffizienten aufgrund von Multikollinearität vermieden werden können.

Beide Verfahren weisen Einschränkungen bei der Berücksichtigung formativer Messmodelle auf. Die Kovarianzstrukturanalyse kann diese nur für exogene, PLS dagegen für exogene und endogene latente Variablen valide abbilden. Allerdings gehen formative Messmodelle in PLS grundsätzlich davon aus, dass die LV durch die beobachteten Indikatoren vollständig bestimmt ist. Dagegen kann in der Kovarianzstrukturanalyse durch eine Residualgröße berücksichtigt werden, dass die Bedeutung der LV über die erhobenen Indikatoren hinausgeht.

Insbesondere bei kleineren Stichproben zeigt sich ein Nachteil der Kovarianzstrukturanalyse. Sie liefert oft kein brauchbares Ergebnis. Entweder ist die Lösung unzulässig, zum Beispiel aufgrund geschätzter negativer Varianzen, oder man erhält gar keine Lösung, weil das iterative Verfahren zur Berechnung der Koeffizienten nicht konvergiert. Nur durch zusätzliche Restriktionen, beispielsweise durch das Fixieren eines Pfadkoeffizienten auf einen bestimmten Wert, oder das Weglassen von Variablen, ergibt sich dann möglicherweise ein zulässiges Ergebnis. In PLS und verwandten Ansätzen treten diese Probleme nicht auf.

Indirekte und totale Effekte

Typisch für Strukturgleichungsmodelle sind indirekte Beziehungen zwischen LV. In dem gezeigten Modell bestimmt LV₁ die Variable LV₄ sowohl direkt als auch indirekt über LV₃. Ergeben sich beispielsweise die in der Abbildung dargestellten Pfadkoeffizienten, so ist die Stärke des indirekten Effekts gleich dem Produkt der beiden Koeffizienten $0,4 \times 0,3 = 0,12$. Zusammen mit dem direkten Effekt von 0,2 beträgt der totale Effekt somit $0,2 + 0,12 = 0,32$. Auch wenn der direkte Effekt kleiner ist, besitzt LV₁ insofern einen stärkeren Einfluss auf LV₄ als LV₂. ◀

Johannes Lüken und **Dr. Heiko Schimmelpfennig**, Experten für Multivariate Analysen bei IfaD, Institut für angewandte Datenanalyse GmbH

In Ausgabe 4/2013: *Interaktionseffekte*

► Literatur

Homburg, C.; Pflesser, C.; Klarmann, M.: Strukturgleichungsmodelle mit latenten Variablen: Kausalanalyse. In: Hermann, A.; Homburg, C.; Klarmann, M. (Hrsg.): Handbuch Marktforschung, 3. Auflage, Wiesbaden, 2008, S. 547-577.

Lüken, J.; Schimmelpfennig, H.: Erfolgswirkung von Marken-Touchpoints. Neue Wege der Strukturgleichungsmodellierung für Treiberanalysen. In: Planung & analyse, Jg. 38/2011, Nr. 4, S. 61-64.

Scholderer, J.; Balderjahn, I.: Was unterscheidet harte und weiche Strukturgleichungsmodelle nun wirklich? Ein Klärungsversuch zur Lisrel-PLS-Frage. In: Marketing ZFP, Jg. 28/2006, Nr. 1, S. 57-70.