

**MARKUS EBERL<sup>1</sup> /**

**DANIEL VON MITSCHKE-COLLANDE**

**DIE VERTRÄGLICHKEIT KOVARIANZ- UND  
VARIANZBASIERTER SCHÄTZVERFAHREN FÜR**

**STRUKTURGLEICHUNGSMODELLE**

**– EINE SIMULATIONSSTUDIE –**



**2006-06**

**Januar 2006**

---

<sup>1</sup> Dipl.-Kfm. Markus Eberl, M.B.R., Institut für Marktorientierte Unternehmensführung (IMM), Department für Betriebswirtschaft, Ludwig-Maximilians-Universität München, Kaulbachstr. 45/I, D-80539 München, +49 (89) 2180 – 5638, eMail: Eberl@bwl.uni-muenchen.de.

---

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>AUFBAU UND ZIELSETZUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>KONSTRUKTSPEZIFIKATION: METHODISCHE ASPEKTE FÜR DIE ANWENDBARKEIT DER STRUKTURGLEICHUNGSANALYSE.....</b>	<b>2</b>
2.1	ARTEN DER SPEZIFIKATION VON KONSTRUKTEN .....	3
2.2	FORMATIVE UND REFLEKTIVE SPEZIFIKATIONEN IN VERFAHREN DER STRUKTURGLEICHUNGSANALYSE .....	9
2.3	WEITERE AUSWIRKUNGEN DER SPEZIFIKATIONSFRAGE.....	11
<b>3</b>	<b>SIMULATIONSDESIGN .....</b>	<b>14</b>
3.1	THEORETISCHE GRUNDLAGEN .....	15
3.2	ZU TREFFENDE ANNAHMEN .....	16
3.3	AUFBAU DER SIMULATIONSSTUDIE.....	17
3.4	BEWERTUNG DER ERGEBNISSE .....	19
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE DER STUDIE .....</b>	<b>20</b>
4.1	MODELL I .....	20
4.2	MODELL II .....	30
4.3	MODELL III.....	37
4.4	MODELL IV: UNTERSUCHUNG DES EINFLUSSES DER KORRELATION DER INDIKATOREN FORMATIVER KONSTRUKTE UNTER FEHLSPEZIFIKATION.....	42
4.5	ZUSAMMENFASSEND BEMERKUNGEN .....	45
<b>5</b>	<b>KRITISCHE WÜRDIGUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>48</b>

## 1 Aufbau und Zielsetzung

Lange Zeit stand man in der Marketing- und Sozialforschung vor dem Problem die kausalen Zusammenhänge nicht beobachtbarer Variablen – so genannte *Konstrukte* – modellieren und vor allem erforschen zu können.

Zwar gab es die Regressionsanalyse, mit deren Hilfe man den Einfluss mehrerer Variablen auf eine abhängige analysieren konnte und die Faktorenanalyse, die fähig war, verschiedene erhobene Variablen zu wenigen „Oberbegriffen“ – den so genannten *Faktoren* – zusammenzufassen, doch eine simultane Anwendung beider Verfahren war nicht möglich.

Diese und einige andere Methoden ebneten den Weg in die multivariate Sozial- bzw. Marketingforschung: weg von rein deskriptiven Methoden, hin zu explorativen und induktiven Analysen. Doch erst durch den Ansatz der *Linear Structural Relationships (LISREL)* von Karl G. Jöreskog fand sich ein Weg latente Variablen zu operationalisieren und gleichzeitig Zusammenhänge zwischen diesen untersuchen zu können. Eben eine Kombination aus der Regressions- und der Faktorenanalyse.

Jahre später entwickelte WOLD den *PLS-Algorithmus (Partial Least Squares)*, der – das gleiche Ziel verfolgend wie der *LISREL-Algorithmus*: die Analyse kausaler Zusammenhänge latenter Variablen – sich vor allem wegen seiner geringen Restriktionen sich in letzter Zeit zunehmender Beliebtheit erfreut und in neueren Untersuchungen gängiger Fachzeitschriften zumindest immer öfters neben einer Untersuchung mit *LISREL* zu beobachten ist.

Das Hauptproblem der Kausalanalyse besteht allerdings nicht in der Anwendung des Algorithmus oder in der Erhebung der Daten, sondern in der Operationalisierung der Konstrukte. Wurden anfangs die Indikatoren als „Ausprägung“ ihrer Konstrukte betrachtet (*reflektiver Fall* – Denkansatz der Faktorenanalyse), so wurden jüngst Stimmen laut, die diesen Denkansatz bei vielen untersuchten Modellen hinterfragen und eher einen regressionsanalytischen Ansatz (*formativer Fall*) zu Grunde legen. Rechentechnisch macht dies kaum einen Unterschied und ist in beiden Verfahren der Kausalanalyse berücksichtigt und auch durchführbar, doch oft wird, mangels Wissen oder Erfahrung, auf die bewährte Theorie der *reflektiven Indikatoren* zurückgegriffen und somit im schlechtesten Fall ein falsches Modell zu Grunde gelegt.

---

Ziel dieser Arbeit ist es, die Auswirkungen solcher Fehlspezifikationen<sup>2</sup> mit Hilfe von simulierten Strukturgleichungsmodellen zu untersuchen und somit die Verträglichkeit von Varianz- und Kovarianzbasierten Schätzverfahren zu vergleichen.

Nach einer allgemeinen Einführung in die Methodik der Strukturgleichungsmodelle und die Besonderheiten *formativer* und *reflektiver Konstrukte*, werden die zwei zu untersuchenden Schätzverfahren näher erläutert. Ziel hierbei ist es, die grundsätzlichen Funktionsabläufe, Möglichkeiten und Einschränkungen beider Verfahren vorzustellen, nicht aber detailliert auf die genauen mathematischen Abläufe einzugehen.

## **2 Konstruktspezifikation: Methodische Aspekte für die Anwendbarkeit der Strukturgleichungsanalyse**

Spricht man von theoretischen Konstrukten wie im vorigen Kapitel ausgeführt, handelt es sich dabei um a priori nicht direkt messbare Größen. Um Beziehungen zwischen diesen Variablen in einem sog. Strukturmodell abbilden zu können, ist in einem vorausgehenden Schritt eine Operationalisierung mittels eines Messmodells nötig<sup>3</sup>. Hierzu sind dem jeweils interessierenden Konstrukt in der Regel mehrere beobachtbare Variablen zuzuordnen, „um so etwaige Verzerrungen in einzelnen Indikatoren aufzufangen“<sup>4</sup>. Die beobachtbaren Größen werden dabei meist als Indikatoren oder manifeste Variablen bezeichnet, die nicht direkt beobachtbaren Größen als latente Variablen<sup>5</sup>. Letztere lassen sich grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten operationalisieren (spezifizieren): mittels eines formativen oder eines reflektiven Messmodells<sup>6</sup>. Diese beiden Möglichkeiten, Messmodelle zu spezifizieren, sollen im Folgenden zunächst überblickartig dargestellt werden. Dabei wird klar werden, dass die Spezifikationsart eines Konstrukts insbesondere eine Funktion der gewählten Indikatoren ist (da in vorliegender Studie gemischt-spezifizierte Konstrukte nicht betrachtet werden).

---

<sup>2</sup> Der Ausdruck *Fehlspezifikation* steht im weiteren Verlauf der Arbeit für die falsche Spezifikation eines Messmodells.

<sup>3</sup> Vgl. Anderson/Gerbing (1982), S. 453.

<sup>4</sup> Homburg/Dobratz (1991), S. 214.

<sup>5</sup> Vgl. Homburg/Giering (1996), S. 6.

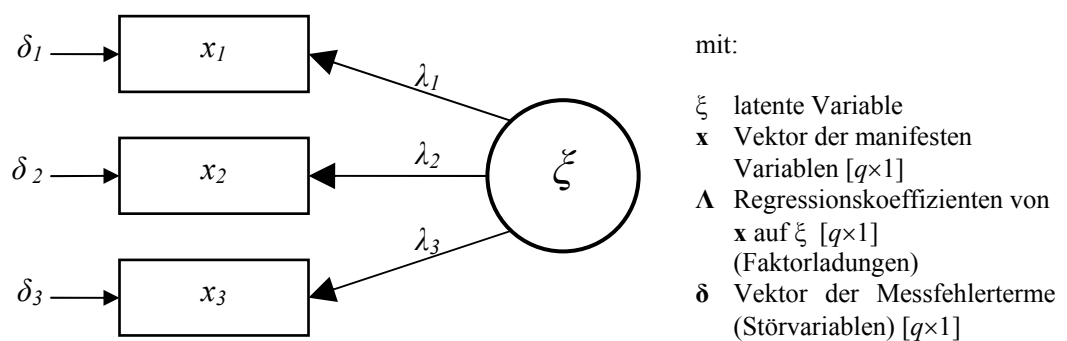
<sup>6</sup> Vgl. bspw. Bollen/Lennox (1991), S. 305 f.; Chin/Gopal (1995); Homburg (1995), S. 72 f.; Law/Wong (1999), S. 144-146; Diamantopoulos/Winklhofer (2001), S. 269.

## 2.1 Arten der Spezifikation<sup>7</sup> von Konstrukten

Vielfach wird in der neueren Literatur beklagt, dass in der Vergangenheit ein Großteil von Untersuchungen mit latenten Variablen ausschließlich und ohne weitere Diskussion dem reflektiven Messmodell zugesprochen hat<sup>8,9</sup>. Bollen stellt schon relativ früh fest: „Most researchers in the social sciences assume that indicators are effect [reflektive, Anm. d. Verf.] indicators. Cause [formative, Anm. d. Verf.] indicators are neglected despite their appropriateness in many instances<sup>10</sup>“. <sup>11</sup> Derartige Appelle zu einer „reflektierteren“ Konstruktspezifikation verhallten jedoch ungehört. Der folgende kurze Blick auf die Eigenschaften des reflektiven Messmodells mag erste Erklärungen liefern.

### 2.1.1 Reflektive Spezifikation

Ein beispielhaftes reflektives Messmodell ist in Abbildung 1 dargestellt. Dabei findet die in der Literatur zu Strukturgleichungsmodellen übliche Nomenklatur Verwendung.



**Abbildung 1:** Reflektives Messmodell (in Anlehnung an Edwards/Bagozzi (2000), S. 161.)

Die reflektive Spezifikationsart zeichnet sich dadurch aus, dass die Ausprägungen der beobachtbaren Variablen kausal<sup>12</sup> durch die Latente verursacht werden. Damit einher geht die Unterstellung, dass Veränderungen der unbeobachtbaren Variable zu Veränderungen aller beobachteten Indikatoren gleichermaßen (unter Vernachlässigung von

<sup>7</sup> Der Begriff der Spezifikation ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit im weiten Sinne zu verstehen. Sowohl die zugrunde liegende, „reale“ Kausalbeziehung der Konstrukte und ihrer Indikatoren als auch die vom Forscher im Rahmen eines Messmodells hypothetisierte Kausalbeziehung werden mit dem Begriff Spezifikation angesprochen.

<sup>8</sup> Vgl. Diamantopoulos/Winklhofer (2001), S. 269.

<sup>9</sup> Neuere Ausnahmen stellen bspw. Beutin (2000), Cannon/Homburg (2001) oder Reinartz/ Krafft/Hoyer (2004) dar.

<sup>10</sup> Bollen (1989), S. 65.

<sup>11</sup> Vgl. auch die Hinweise von Chin/Newsted (1995).

<sup>12</sup> Zur Definition von Kausalität zwischen Konstrukt und Messmodell und ausführliche Diskussion des Kausalitätsbegriffs in diesem Zusammenhang vgl. Edwards/Bagozzi (2000, S. 157-160).

Messfehlern) führen. Daher werden diese Indikatoren als „reflektiv“<sup>13</sup>, „effects“<sup>14</sup> oder auch „eliciting“<sup>15</sup> bezeichnet. Sie sind „beispielhafte Manifestierungen“ (ebenda, Übers. d. Verf.) einer Latenten, stellen mithin also a priori austauschbare Messungen für sie dar<sup>16</sup>. Als Beispiel für reflektive Indikatoren kann das Konstrukt Kundenzufriedenheit genannt werden. Wiederkauf- und Weiterempfehlungsabsicht als beispielhafte Indikatoren verändern sich immer in Folge und kausal verursacht durch den dahinter stehenden Faktor Zufriedenheit.

Diese Vorstellung entspricht dem so genannten Domain-Sampling-Model<sup>17</sup>, nach dem die Definition eines hypothetischen Konstrukts gleichzeitig seine „domain“ (definitorisches Feld) umreißt. Es wird angenommen, dass dieses definitorische Umfeld dabei alle beobachtbaren Variablen umfasst, die das unbeobachtbare Konstrukt konzeptionell ausmachen. Bei der Erfassung eines Konstrukts müsste daher darauf abgestellt werden, alle Items dieser Domain zusammenzutragen<sup>18</sup>. Schnell et al (2005, S. 133 f.) sprechen in diesem Zusammenhang vom „Indikatorenuniversum“ eines Konstrukts. Es fällt nicht schwer, die Praktikabilität dieser Annahme für die Operationalisierung in Frage zu stellen, da damit für jedes einzelne Konstrukt ein unendlicher Pool an Items impliziert wird. Das Domain-Sampling-Model macht sich jedoch die Annahme zu Nutze, dass diese unendlich vielen Items ein und desselben definitorischen Umfeldes einen gemeinsamen Kern haben<sup>19</sup>, was zu Korreliertheit dieser Items führt<sup>20</sup>. Damit wird auch unterstellt, dass alle Items a priori den gleichen Grad an Validität besitzen und bei gleichem Grad an Reliabilität für die Messung des Konstrukts beliebig austauschbar sind<sup>21</sup>.

Im Falle der Abwesenheit von Messfehlern ( $\delta = 0$ ) würde das reflektive Modell wie in Abbildung 1 also perfekte Korrelation zwischen den Indikatoren implizieren. Damit

---

<sup>13</sup> Fornell/Bookstein (1982), S. 441 f..

<sup>14</sup> Bollen/Lennox (1991), S. 305 f..

<sup>15</sup> Rossiter (2002), S. 316.

<sup>16</sup> Vgl. Bollen/Lennox (1991), S. 308.

<sup>17</sup> Nunnally (1967), S. 175-181; Nunnally/Bernstein (1994), S. 216-220.

<sup>18</sup> Vgl. Nunnally (1967), S. 175 f..

<sup>19</sup> Vgl. Churchill (1979), S. 67 f..

<sup>20</sup> Vgl. Ley (1972), S. 111 f..

<sup>21</sup> Vgl. Jarvis et Al (2003), S. 200.

wird auch klar, warum für die Beurteilung der Güte eines Messmodells reflektiver Prägung zu fordern ist, dass die Indikatoren hochgradig korreliert sein sollten<sup>22</sup>.

Im Umkehrschluss wird gefolgert, dass nicht oder nur wenig korrelierende Items nicht aus dem Indikatorenuniversum des Konstrukts stammen können und daher nicht zur Operationalisierung des Konstrukts taugen<sup>23</sup>. An dieser Stelle darf nicht vergessen werden, dass diese Sichtweise von Konstrukten auf der klassischen Testtheorie basiert, welche davon ausgeht, dass die Variation einer Messvariablen sich aus der Variation der „wahren“ (nicht beobachtbaren) Konstruktvariablen plus Messfehler zusammensetzt<sup>24</sup>. Dies ist auch logisch gleichbedeutend mit der Annahme einer kausalen Beeinflussung der Messvariablen durch das Konstrukt<sup>25</sup>.

Basierend auf dieser reflektiven Annahme entwickelte Churchill (1979, S. 66) eine exemplarische Vorgehensweise zur Operationalisierung von Konstrukten. Die in seinem Grundlagenartikel vorgeschlagenen Methoden zur Beurteilung von Reliabilität und Validität eines Messinstrumentes (u.a. Coefficient Alpha und Faktorenanalyse<sup>26</sup>) wurden zwar in der Folge vielfältig erweitert (bspw. durch die konfirmatorische Faktorenanalyse<sup>27</sup>); dennoch basieren sie aber letztlich auf dem Paradigma des Domain-Sampling und beurteilen die Güte eines Messinstrumentes im Wesentlichen unter Zuhilfenahme der Korrelationen zwischen Items. Damit zeigt sich bereits, dass der gesamte Operationalisierungs- und Skalenbereinigungsprozess nach dem Paradigma von Churchill (1979) nur dann und nur soweit sinnvoll ist, wie die Annahme einer Kausalität vom hypothetischen Konstrukt zum Item (also der Spezifikation des Konstrukts auf reflektive Art) sinnvoll und gerechtfertigt ist.

Die vorgenannten Aussagen zeigen sich auch in der mathematischen Formulierung des reflektiven Messmodells<sup>28</sup>:

$$x_i = \lambda_i \zeta + \delta_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (1)$$

---

<sup>22</sup> Vgl. Bollen/Lennox (1991), S. 308.

<sup>23</sup> Vgl. Churchill (1979), S. 68.

<sup>24</sup> Vgl. etwa Jarvis et Al (2003), S. 199.

<sup>25</sup> Vgl. Bollen (1989), S. 182.

<sup>26</sup> Vgl. Churchill (1979), S. 68-72.

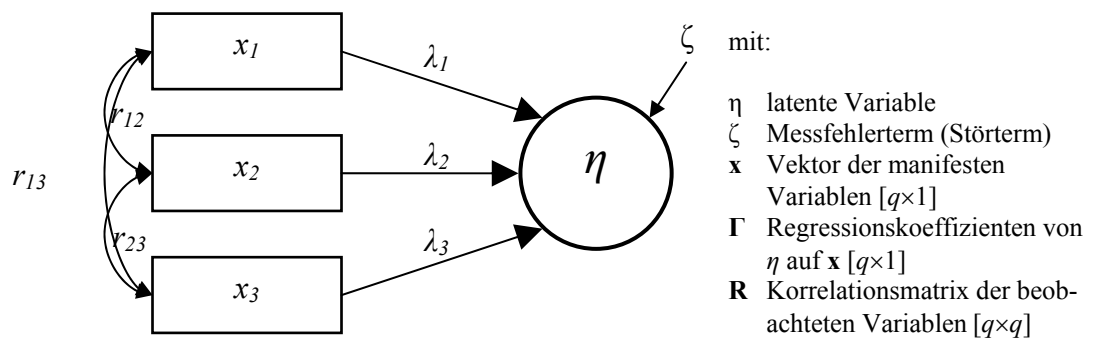
<sup>27</sup> Vgl. Gerbing/Anderson (1988).

<sup>28</sup> Vgl. Edwards/Bagozzi (2000), S. 161.

wobei in diesem System linearer Gleichungen jede einzelne manifeste Variable  $x_i$  auf der Seite der Abhängigen als (mit einer Ladung  $\lambda_i$ ) gewichtetes Abbild der Latenten  $\zeta$  darstellbar ist. Zufällige und systematische Messfehler jeder Manifesten werden durch je eine Störvariable  $\delta_i$  modelliert. Eine Alternative zu diesem faktorenanalytischen Weltbild stellt die formative Spezifikation dar, welche im Folgenden vorgestellt wird.

### 2.1.2 Formative Spezifikation

Im Gegensatz zum reflektiven Modell ist das wesentliche Kennzeichen eines formativen Messmodells eine veränderte Beziehungsrichtung: Hier verursachen die beobachteten Indikatoren<sup>29</sup> die Latente. Abbildung 2 zeigt ein beispielhaftes formatives Messmodell mit einer latenten und drei manifesten Variablen.<sup>30</sup>



**Abbildung 2:** Formatives Messmodell<sup>31</sup> (in Anlehnung an Edwards/Bagozzi (2000), S. 162)

Die Denkweise formativer Messmodelle geht auf Curtis/Jackson (1962, S. 199) zurück. Sie stellt eine Erweiterung der „operational definition“-Ansätze dar, unter denen theoretischen Konzepten definitorisch nur die Bedeutung ihrer Messvariablen zuerkannt wurde<sup>32</sup>. Dieser strikte Operationalismus wurde mit dem Ansatz multiattributiver formativer Messung weiterentwickelt<sup>33, 34</sup>.

<sup>29</sup> Wegen dieses Unterschiedes zum reflektiven Messmodell darf auch der Terminus Indikator/en für die folgenden Ausführungen nicht im konventionell faktorenanalytischen Sinn verstanden werden. „Rather, they are exogenous measured variables that influence the composite defined as a causally indicated variable“ (MacCallum/Browne 1993, S. 534).

<sup>30</sup> Das hier abgebildete Messmodell ist im Rahmen eines LISREL-Strukturgleichungsmodells statistisch unteridentifiziert. Für die Ausführungen in diesem Abschnitt soll dies jedoch zunächst vernachlässigt werden.

<sup>31</sup> Auch wenn sich die Nomenklatur in diesem Beispiel und im Folgenden nur auf exogene Indikatoren  $\mathbf{x}$  bezieht, können formative Indikatoren ohne jede Einschränkung der Aussagen auch als Indikatoren einer latenten endogenen Variablen in einem Strukturgleichungsmodell verwendet werden.

<sup>32</sup> Vgl. Bagozzi (1982), S. 14-16.

<sup>33</sup> Vgl. Diamantopoulos/Winklhofer (2001), S. 270.

In diesem Modell konstituiert sich also das Konstrukt aus den Indikatoren, die es beeinflussen. Damit stehen diese der latenten Variablen auch kausal vor. Veränderungen eines einzelnen Indikators führen zu einer Veränderung der Latenten. Ob und inwieweit sich damit gleichzeitig auch die anderen Indikatoren verändern, ist nur durch die Korrelationen zwischen den beobachteten Indikatoren bestimmt – Kausalität oder eine Wirkungsrichtung wird an dieser Stelle durch die Spezifikationsart jedoch nicht hypothetisiert. Dies gilt freilich auch umgekehrt: Verändert sich die latente Variable, so geht dies nicht notwendigerweise mit einer Veränderung aller oder auch nur einiger Indikatoren einher<sup>35</sup>. Es ist durchaus möglich, dass sich mit der Veränderung der Latenten nur die Veränderung eines Indikators beobachten lässt. Im Rahmen dieses Modells stellen die Indikatoren also „Bausteine“ des Konstrukts dar: „[...] they make the attribute [latente Variable, Anm. d. Verf.] appear“<sup>36</sup>. Deshalb werden diese Indikatoren als „**formativ**“<sup>37</sup>, „**causes**“<sup>38</sup> oder auch „**formed**“<sup>39</sup> bezeichnet. Oft zitiert wird das Beispiel des sozioökonomischen Status (SES) von Hauser (1973, S. 268): Die Indikatoren Bildung, Einkommen und Prestige des Berufs müssen nicht notwendigerweise korrelieren und bilden doch definitorische Bestandteile des Zielkonstrukts.

Die Indikatoren einer latenten Variablen stellen in diesem Modell in der Regel keine austauschbaren Messungen dar, auch wenn diese Möglichkeit explizit zugelassen wird<sup>40</sup>. Sie können untereinander unabhängig sein, da kausal von jedem Indikator nur das Konstrukt abhängt. Damit ist also – anders als bei den hochgradig korrelierten reflektiven Messvariablen – keine Aussage über Korrelationen zwischen formativen Indikatoren möglich. Die Korrelationskoeffizienten  $r_{ij}$  ( $i=1, \dots, q; j=1, \dots, q$ ) können also alle Werte im zulässigen Intervall  $[-1; +1]$  annehmen, ohne dass dies eine Aussage über die Güte ihrer Eignung zur Erklärung des Konstrukts oder der kausalen Beziehung zum Konstrukt möglich macht. Auch völlige Unkorreliertheit ist möglich. Bollen (1984, S. 377) spricht in diesem Zusammenhang von einer „no necessary relationship“-

---

<sup>34</sup> Auf eine wissenschaftstheoretische Diskussion des formativen Messmodells muss an dieser Stelle verzichtet werden. Der interessierte Leser sei beispielsweise auf Bagozzi (1984, insb. S. 22 f.) verwiesen.

<sup>35</sup> Vgl. bspw. Jarvis et al. (2003), S. 201 f..

<sup>36</sup> Rossiter (2002), S. 314.

<sup>37</sup> Bspw. Fornell/Bookstein (1982), S. 441 f.; Bagozzi (1994), S. 332 oder Edwards/Bagozzi (2000), S. 162.

<sup>38</sup> Blalock (1964), S. 163 f.; Bollen/Lennox (1991), S. 306 f..

<sup>39</sup> Rossiter (2002), S. 314.

<sup>40</sup> Vgl. Diamantopoulos/Winklhofer (2001), S. 271.

---

Sichtweise. Spätestens mit dieser Aussage ist klar, dass das Domain-Sampling-Model bei formativen Indikatoren nicht angebracht ist. Die einzelnen Indikatoren sind – auch wenn sie korreliert sind – unabhängig voneinander inhaltlich für das Konstrukt bestimmend. Daher können sie in der Regel nicht ohne Validitätsverlust für das Konstrukt ausgetauscht werden.

Dies bleibt nicht ohne Auswirkungen, da die oben dargestellten klassischen multivariaten Verfahren zur Beurteilung von Reliabilität und Validität eines Messmodells für ein Konstrukt nach dem Paradigma von Churchill (1979) können nicht mehr greifen. Insbesondere die bei reflektiven Indikatoren verwendbaren Tools Faktorenanalyse und Coefficient Alpha stellen u.a. im Prozess der Skalenbereinigung und Itemselektion auf die Korreliertheit der Indikatoren eines Konstrukts ab. Da im formativen Fall die Indikatoren jedoch nicht beliebig austauschbare Messungen ein und desselben Sachverhaltes darstellen, würde eine Itemselektion mittels Korrelationsmaßen das Konstrukt als solches (also die Inhaltsvalidität) verändern. „Unfortunately, traditional validity assessments and classical test theory do not cover cause indicators“<sup>41</sup>. Bagozzi (1994, S. 333) zeigt, dass ein grundsätzlich anderes Verständnis von Güte einer Messung verlangt ist: „Reliability in the internal consistency sense and construct validity in terms of convergent and discriminant validity are not meaningful when indexes are formed as a linear sum of measurements“. Bollen (1984, S. 381) fügt hinzu: „Indeed, use of internal-consistency checks on cause-indicators may lead researchers to discard valid measures improperly“.

Die kausale Richtung von den Indikatoren hin zu der latenten Variablen bedeutet also, dass sich das Konstrukt (als Linearkombination) aus den Indikatoren ergibt.<sup>42</sup> Wie sich bereits aus Abbildung 2 und dem Gesagten ergibt, ist ein wesentliches Merkmal des formativen Messmodells, dass die Indikatoren keine Fehlerterme besitzen (da sie ja die kausalen Bestandteile des Konstrukts sind). Während eine reflektiv spezifizierte latente Variable in einem einfachen Messmodell wie in Abbildung 1 keinen direkten Messfehlerterm aufweist<sup>43</sup>, ist dies jedoch beim analog einfachen formativen Messmodell all-

---

<sup>41</sup> Bollen (1989), S. 222.

<sup>42</sup> Deshalb wird im Zusammenhang mit formativen Indikatoren auch oftmals eher von einem Index als einem (formativen) Konstrukt gesprochen (Vgl. Diamantopoulos/Winklhofer (2001), S. 269). Für Zwecke der vorliegenden Arbeit sollen diese Begriffe jedoch synonym verwendet werden.

<sup>43</sup> Dies ändert sich freilich, sobald die latente Variable als Teil eines umfassenderen Strukturgleichungsmodells als Endogene auftritt (Vgl. Jöreskog/Sörbom (2001), S. 2).

gemein der Fall. Messfehler werden also im formativen Fall bei der Latenten aufgefangen. Dies übersetzt sich in folgende Darstellung<sup>44</sup>:

$$\eta = \lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \dots + \lambda_q x_q + \zeta \quad (2)$$

Anders als in (1) ist hier also die Latente  $\eta$  als Linearkombination der Manifesten  $\mathbf{x}$  dargestellt, was im Wesentlichen dem klassischen multivariaten Regressionsmodell entspricht. Die Regressionskoeffizienten  $\Gamma$  sind auch als Koeffizienten für die Validität des Indikators für das Konstrukt interpretierbar<sup>45</sup>. Messfehler existieren nur auf Ebene der Latenten und werden mit  $\zeta$  dargestellt. Der Fehlerterm<sup>46</sup> wird dabei als mit den Indikatoren unkorreliert angenommen ( $\text{cov}[x_i, \zeta]=0$ )<sup>47</sup>.

Die Erkenntnis, mit formativen Indikatoren zu arbeiten, also die Spezifikation eines Konstrukts auf formative Weise, hat Auswirkungen auf den Forschungsprozess. Die Unmittelbarste – nämlich die Entscheidung zwischen dem formativen und dem reflektiven Messmodell – ist bislang am Wenigsten erforscht. Der Bedarf hierfür wird jedoch an den folgenden Abschnitten klar werden, die sich mit den Konsequenzen der Festlegung der Spezifikationsart befassen. Der Ablauf der Itemselektion ist als beispielhaft zu nennen: „Klassische“ Operationalisierung nach Churchill (1979) basiert auf dem domain-sampling-Modell (s.o.) und ist nicht sinnvoll anwendbar, sobald formative Indikatoren vorliegen. Eine Verallgemeinerung der Operationalisierung nach Churchill ist unvermeidbar.

## 2.2 Formative und reflektive Spezifikationen in Verfahren der Strukturgleichungsanalyse

Verfahren der Strukturgleichungsanalyse haben seit ihrer Einführung in die Marketingwissenschaft<sup>48</sup> eine starke Verbreitung gefunden, da sie in der Lage sind, prognoseorientierte ökonometrische Verfahren mit dem eher psychometrisch fokussierten Konzept der latenten Variablen zu verbinden. Baumgartner/Homburg (1996, S. 140 f.) stellen in

---

<sup>44</sup> Vgl. Bollen/Lennox (1991), S. 306.

<sup>45</sup> Vgl. Bollen (1989), S. 222.

<sup>46</sup> Bagozzi/Fornell (1982, S. 34) formulieren eine Spezifikation ohne Fehlerterm:  $\xi = \lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \dots + \lambda_n x_n$ . Dies wäre wiederum verträglich mit der Vorgehensweise im klassischen Hauptkomponentenmodell (vgl. Edwards/Bagozzi 2000, S. 162), weil auch dafür die Annahme von fehlerfreien Messvariablen  $\mathbf{x}$  zu treffen ist. Dies ist freilich eine eher technisch getriebene Aussage als eine mit den obigen Aussagen über Kausalrichtungen zwischen Messvariable und Konstrukt verträgliche Annahme.

<sup>47</sup> Vgl. Diamantopoulos/Winklhofer (2001), S. 271.

<sup>48</sup> Vgl. Bagozzi (1980).

---

ihrer Metastudie internationaler Journals eine überragende Rolle der Strukturgleichungsmodelle bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen beobachtbaren und nicht beobachtbaren Variablen fest. Innerhalb der Verfahrensgruppe „Strukturgleichungsmodelle“ (“Structural Equation Models” oder kurz SEM) lassen sich zwei wesentliche Strömungen identifizieren: die Verfahren der Kovarianzstrukturanalyse einerseits und das Verfahren partieller kleinster Quadrate (PLS)<sup>49</sup> andererseits. Je nach Vorhandensein formativer oder reflektiv spezifizierter Konstrukte bietet sich aber ein anderes Verfahren mit spezifischen Vorteilen an, auch wenn beide Verfahren auf viele Problemstellungen analog anwendbar sind.

Für eine vertiefte Darstellung der Spezifika der einzelnen Verfahren der Strukturgleichungsanalyse muss an andere Stelle verwiesen werden.<sup>50</sup> In der empirischen Forschung wurde in den letzten Jahren fast ausschließlich die Kovarianzstrukturanalyse verwendet, die ihre Beliebtheit u.a. auch der Verfügbarkeit von standardisierten Softwarepaketen wie LISREL<sup>51</sup> oder EQS zu verdanken hat. Wie auch aus der überblicksartigen Zusammenstellung in Tabelle 1 ersichtlich, ist es aus mehreren Gründen prinzipiell problematisch, formative Indikatoren in Verfahren der Kovarianzstrukturanalyse zu verwenden, da u.a. ein Identifizierbarkeitsproblem impliziert wird.

---

<sup>49</sup> Fornell ((1989), S. 166) spricht in diesem Zusammenhang auch von Verfahren der Varianzstrukturanalyse. Diese Bezeichnung ist jedoch im Rest der Literatur wenig üblich.

<sup>50</sup> Der interessierte Leser sei bspw. auf Bagozzi (1980), Bollen (1989) oder Balderjahn (1986) für eine Darstellung der Kovarianzstrukturanalyse verwiesen. Der PLS-Algorithmus ist beispielsweise bei letztgenanntem Autor sowie bei Wold (1982a, 1982b), Lohmöller (1984,1989) und Chin/Newsted (1998) dargestellt.

<sup>51</sup> Vgl. bspw. Jöreskog/Sörbom (2001).

	<b>Kovarianzstrukturanalyse</b>	<b>Partial Least Squares</b>
<b>Verteilung der Beobachteten</b>	Multidimensionale NV	Keine
<b>Spezifikation der Konstrukte</b>	Prinzipiell nur reflektiv, teilweise aber im Rahmen von MIMIC-Modellierung formativ möglich	reflektiv und formativ
<b>Schätzprinzip</b>	Simultane Schätzung der Modellparameter durch Optimierung eines globalen Kriteriums	Minimierung von Residualvarianzen, partielles Schätzverfahren unter Einbezug der Gesamtinformation
<b>Schätzeigenschaften der Parameterschätzer</b>	konsistent	nur consistency-at-large (bei Zahl der Indikatoren einer Latenten $\rightarrow \infty$ )
<b>Ziel</b>	optimale Schätzung der Parameterstruktur	optimale Prognose von Beobachtungswerten
<b>Fallwerte</b>	inkonsistente Schätzung über Regression möglich	konsistent
<b>kleine Stichprobengröße</b>	problematisch	i.d.R. unproblematisch

**Tabelle 1:** Verfahren der Strukturgleichungsanalyse

### 2.3 Weitere Auswirkungen der Spezifikationsfrage

Wie bereits in den Abschnitten 2.1.1 und 2.1.2 angedeutet, können Fehlspezifikationen von Konstrukten schon vor der Wahl einer weniger geeigneten Schätzmethode zu massiven inhaltlichen Problemen führen. In Anlehnung an Tabelle 2 lassen sich vereinfacht zwei Arten von Fehlern unterscheiden: Die irrtümlich formative und die irrtümlich reflektive Spezifikation eines Konstruktes.

	<b>im Modell spezifiziert</b>	<b>reflektiv</b>	<b>formativ</b>
<b>Realität</b>			
<b>reflektiv</b>		kein Fehler	irrtümlich formativ
<b>formativ</b>		irrtümlich reflektiv	kein Fehler

**Tabelle 2:** Mögliche Spezifikationsfehler

#### 2.3.1 Auswirkung irrtümlich formativer Spezifikation

Die irrtümlich formative Spezifikation eines Konstrukts ist insofern problematisch, als die für diesen Fall nach wie vor gültigen Aussagen und Empfehlungen der Skalenbildung nach Churchill (1979) nicht beachtet werden. Da bei formativen Indikatoren Reliabilität im Sinne von Item-to-Total-Korrelationen nicht anzuwenden ist, würde u.a. dieses für reflektive Indikatoren aber wichtige Gütemaß vernachlässigt. Die interne Konsistenz des resultierenden Messmodells wäre in der Regel wohl geringer, als sie sein könnte, da unreliable Indikatoren irrtümlich beibehalten blieben.

Diese „Über“-Messung müsste zwar nicht notwendigerweise eine inhaltliche Verschiebung des Konstrukts bedeuten, könnte jedoch im Rahmen eines Erklärungsmodells problematisch sein, da mehr Parameter zu schätzen sind. Die Parametersparsamkeit wä-

---

re damit nicht gewährleistet, was in direkter Konsequenz zu einer schlechteren Anpassungsgüte führt (insbesondere bei Betrachtung der Gütemaße, welche die Zahl der Parameter/Freiheitsgrade mit einbeziehen). Im Extremfall würde ein Hypothesensystem aufgrund unzureichender Messmodelle verworfen, obwohl das Strukturmodell an sich gültig ist.

Schon bei der Wahl des Strukturgleichungsverfahrens bzw. dessen Anwendung führt eine irrtümlich formative Spezifikation zu Problemen: Durch die irrtümliche Annahme, mit einem formativen Konstrukt zu arbeiten, kommt es zum diskutierten Identifizierbarkeitsproblem oder der Implikation von Nullkovarianzen. Selbst wenn für den Fall des fehlspezifizierten Konstrukts die Identifizierbarkeit eines größeren Modells im Rahmen eines CBSEM-Modells gegeben ist, kommt es zu einer Verzerrung der Parameterschätzer und ggf. einer fälschlichen Ablehnung bzw. Beibehaltung von Strukturhypothesen über die Beziehung der Konstrukte untereinander.<sup>52</sup>

Darüber hinaus ist eine Vielzahl von Konstellationen denkbar, unter denen ein derart falsch spezifiziertes CBSEM-Modell (selbst im MIMIC-Fall) nicht mehr identifizierbar ist oder wegen den implizierten Nullkovarianzen nicht haltbar scheint. In diesem Fall kommt also eventuell das weniger zur Hypothesenprüfung als zur Prognose geeignete PLS-Verfahren zur Anwendung. Über die Unterschiede der Schätzergebnisse und die Konsequenzen einer derartigen fehlerhaften Verfahrenswahl auf die Bestätigung von Hypothesen liegen bislang keinerlei Erkenntnisse vor.

### **2.3.2 Auswirkungen irrtümlich reflektiver Spezifikation**

Im Gegensatz zu der eben dargelegten fehlerhaften Beibehaltung irrelevanter Indikatoren, führt jedoch eine irrtümlich reflektive Spezifikation zur Anwendung des klassischen Skalenbereinigungsprozesses nach der Logik interner Konsistenz. Indikatoren eines Konstrukts, welche nicht hoch korrelieren, werden als nicht dem Konstrukt (Faktor) zugehörig entfernt. Wenn dieses Konstrukt jedoch in der Realität aber eigentlich formativ zu spezifizieren ist, wäre dies dramatisch (vgl. Abschnitt 2.1.2). Die Ausnahme nichtkorrelierender Facetten eines Konstrukts würde im Umkehrschluss sogar wahrscheinlich eine Vernachlässigung wichtiger Teilaspekte des Konstrukts bedeuten:

---

<sup>52</sup> Zum Ausmaß der Konsequenzen vgl. Jarvis et al.(2003, S. 210-212).

---

„Omitting an indicator is omitting a part of the construct“<sup>53</sup>. Dies bedeutet nichts anderes, als die Validität des Konstrukts zu beschneiden.

Die Forderung möglichst hoher Korrelation der (vermeintlich reflektiven) Indikatoren zieht sich durch den gesamten Skalenbildungsprozess, wirkt sich aber insbesondere bei der Skalenbereinigung aus, indem valide Indikatoren zu Unrecht entfernt werden. Die verbleibenden Messgrößen stellen damit ggf. ein rechnerisch ideales Modell dar, das sämtliche Gütekriterien erfüllt – die daraus abgeleiteten Aussagen sind jedoch nicht auf die tatsächlichen Konstrukte zu beziehen, sondern nur auf unvalide Teilaspekte. „[P]roper specification of the measurement model is necessary before meaning can be assigned to the analysis of the structural model“<sup>54</sup>. Zudem ist es sogar hochwahrscheinlich, dass ein Strukturgleichungsmodell auf Basis dieser Überreste nicht bestätigt werden kann<sup>55</sup>. Darüber hinaus bemängeln bspw. Albers/Hildebrandt (in Druck, S. 10), dass tatsächlich interessante Fragestellungen nach Einflussstärken von Indikatoren im Sinne einer Treiberanalyse in CBSEM-Modellen nur in aufwendigen Modellvarianten überhaupt bestimmbar seien.

Sobald diese fehlerhafte Skalenbereinigung stattgefunden hat (also die falschen oder zumindest zu wenig richtige Indikatoren übrig sind), kann auch eine anschließend „richtige“ formative Modellierung des Konstrukts (durch einfaches Umkehren der Wirkbeziehung zwischen Konstrukt und Indikatoren) den Validitätsmangel nicht mehr heilen. Im Falle der Anwendung von PLS wäre umgekehrt die Multikollinearität, welche ja durch die Auswahl der Items aufgrund von Korrelationen noch verschärft wird, ein vergrößertes Problem bei der Bestimmung einzelner bestimmender Parameter.<sup>56</sup> Mathes (1993, S. 26) schlägt für den Fall von Multikollinearität in einem formativen Konstrukt vor: „[...] bestehen aufgrund hoher Multikollinearitäten der Blockindikatoren Zweifel an der Anwendbarkeit der multiplen Regression des Modus B [...], kann auf Modus A oder C zurückgegriffen werden“. Derlei Aussagen sind allerdings typisch für eine statistisch-technisch getriebene Sichtweise im Umgang mit PLS, welche inhaltliche Aspekte der Indikatoren völlig außer Acht lässt und damit bewusst auf Kriterien wie Validität

---

<sup>53</sup> Bollen/Lennox (1991), S. 308.

<sup>54</sup> Anderson/Gerbing (1982), S. 453.

<sup>55</sup> Vgl. Jarvis et Al (2003), S. 216.

<sup>56</sup> Umgekehrt wurde oben argumentiert, dass im Falle starker Korrelation zwischen formativen Indikatoren die Informationsüberlappung der Indikatoren dazu geeignet ist, korrelierte Variablen zu verdichten. Der Anlass der Indikatorelimination ist hierbei ein gänzlich Anderer als dies bei reflektiven Indikatoren der Fall ist.

verzichtet. Für empirische Fragestellungen müssen derlei Hinweise allerdings als unbrauchbar bezeichnet werden.

Auszählungen über publizierte Konstrukte<sup>57</sup> zeigen eine empirische Überzahl irrtümlich reflektiver Spezifikation. Jarvis et Al (2003, S. 206) berichten in einer als konservativ zu nennenden Auszählung aus den Top-Marketing-Journals ca. 28% der 1.192 betrachteten Konstrukte wären fälschlicherweise als reflektiv behandelt worden. Eigene Untersuchungen kommen zu ähnlichen Ergebnissen und ebenfalls zu einer hohen Zahl fehlerhaft als reflektiv behandelter Konstrukte<sup>58</sup>.

### 2.3.3 Fehlspezifikation als Forschungsproblematik

Wie sich also zeigt, sind beide Fehler wenig wünschenswert. Für den Forscher ist es daher zwingend notwendig, die im jeweiligen Fall richtige Art der Spezifikation zu bestimmen. Dabei stellt die eigentliche Richtung der postulierten Kausalbeziehung zwischen Konstrukt und Indikator weniger den Kern des Problems dar, als der Skalenbereinigungsprozess, welcher mit der Einschätzung eines Konstrukts formativ oder reflektiv einher geht.

Hierzu wurde eine Simulationsstudie durchgeführt, bei der realistische kausale Strukturen latenter Variablen mittels PLS untersucht wurden.<sup>59</sup>

## 3 Simulationsdesign

Erklärtes Ziel dieser Arbeit ist es, die *Verträglichkeit* Kovarianz- und Varianzbasierter Schätzverfahren für Strukturgleichungsmodelle zu untersuchen. *Verträglichkeit* bedeutet in diesem Kontext, inwiefern die beiden untersuchten Verfahren auf Fehlspezifikationen der Messmodelle in Bezug auf die Parameterschätzung reagieren.

Dies soll anhand von vorab spezifizierten Modellen und diesen Modellen gehorchenden simulierten Datensätzen untersucht werden.

---

<sup>57</sup> Vgl. Eggert/Fassott (2003), S. 9-12.

<sup>58</sup> Vgl. Eberl (2004), S. 23.

<sup>59</sup> In diesem Zusammenhang wurden sowohl ideale, reflektive Zusammenhänge simuliert als auch nicht-korrelierende formative Konstrukte unterstellt. Da die Modelle mit formativen Indikatoren im Rahmen des CBSEM-Verfahrens nicht identifizierbar sind, kommt ausschließlich das PLS-Verfahren zum Einsatz.

---

Zur Analyse der Modelle kommen hier das von der Universität Hamburg unter Leitung von Professor Dr. Hansmann entwickelte Programm *smartPLS* 1.01<sup>60</sup>, stellvertretend für das Varianzbasierte Schätzverfahren *PLS*, sowie das von SPSS vertriebene *AMOS* 4.01<sup>61</sup>, stellvertretend für den Kovarianzbasierten *LISREL*-Algorithmus, zum Einsatz.

Die Simulation der Datensätze erfolgt mit Hilfe des Statistikprogramms *Stata/SE* 8.0<sup>62</sup>, wobei für die Analyse mit *AMOS* 4.01 auf Grund der unterschiedlichen Dateiformate eine Aufbereitung der Daten mit SPSS<sup>63</sup> unumgänglich ist.

Das genaue Vorgehen und die zugrunde liegenden Theorien werden in den nächsten Absätzen näher erläutert.

### 3.1 Theoretische Grundlagen

Mit Bezug auf die Dekomposition von Korrelationen besagt das *Fundamentaltheorem der Pfadanalyse*<sup>64</sup>, dass sich im Falle z-standardisierter Variablen die aus dem hypothetischen Kausalmodell implizierte bivariate Korrelation zwischen zwei Indikatorvariablen aus der Summe der multiplikativ verknüpften determinierenden Pfadkoeffizienten zusammensetzt<sup>65 66</sup>.

Darauf aufbauend lässt sich anhand eines vollständig spezifizierten und parametrisierten Modells die zugrunde liegende Korrelationsmatrix der Indikatorvariablen bestimmen.

---

<sup>60</sup> Vgl. [www.smartpls.de](http://www.smartpls.de).

<sup>61</sup> Vgl. [www.spss.com/de/produkte/amos/index.htm](http://www.spss.com/de/produkte/amos/index.htm).

<sup>62</sup> Vgl. [www.stata.com](http://www.stata.com).

<sup>63</sup> Vorliegend in der Version 11.5.

<sup>64</sup> Vgl. Abb. 9.

<sup>65</sup> Vgl. Said, (2003), S. 8 sowie Hussy, (2004), S. 34.

<sup>66</sup> Zur mathematischen Herleitung vgl. (Backhaus Et al., 2003, S.365-369 sowie S.410-413)

$$\hat{\rho}_{ij} = \sum_{q=1}^Q p_{iq} \rho_{qj}$$

mit:

$\rho_{ij}$  Korrelation zwischen Variable  $i$  und  $j$

$p_{iq}$  Pfadkoeffizienten von Variable  $q$  zu Variable  $i$

$\rho_{qj}$  Korrelation zwischen Variable  $q$  und  $j$

**Abbildung 3:** Fundamentaltheorem der Pfadanalyse (in Anlehnung an Knoke, (2005))

Mit Hilfe dieser theoretischen Grundlagen lassen sich nun beliebige Strukturgleichungsmodelle aufstellen und anhand der festgelegten Pfadkoeffizienten die zugehörige Korrelationsmatrix der Indikatoren berechnen, aus der sich wiederum das vorher spezifizierte Modell ergeben würde.

### 3.2 Zu treffende Annahmen

Hierbei ist wieder eine Unterscheidung zwischen reflektiven und formativen Messmodellen zu treffen:

Wird ein Messmodell als reflektiv spezifiziert, so ergibt sich die Korrelation zwischen jeweils zwei Indikatoren desselben Messmodells aus der Multiplikation der Faktorladungen (Pfadkoeffizienten) auf das dazugehörige Konstrukt, was dem Denkansatz der Faktorenanalyse entspricht. Hohe Korrelationen zwischen den Indikatoren werden vorausgesetzt und Indikatoren, die dieser Annahme nicht entsprechen, sollten im Rahmen der Gütebeurteilung reflektiver Messmodelle sogar entfernt werden<sup>67</sup>.

Bei der Korrelation zweier Indikatoren eines formativen Messmodells verhält es sich jedoch anders: Hier kann zwar eine Korrelation zwischen den Indikatoren bestehen, doch auf Grund des regressionsanalytischen Charakters wird diese weder vorausgesetzt noch ist sie in hohem Maße sonderlich erwünscht („Korrelationskoeffizienten nahe dem Extremwert Eins deuten auf ein hohes Maß an Multikollinearität hin.“<sup>68</sup>).

<sup>67</sup> Hullan, (1999), S. 198.

<sup>68</sup> Fassot/Eggert (2005), S. 40.

---

Vor diesem Hintergrund wird im weiteren Verlauf der Arbeit bei der Spezifikation der Simulationsmodelle bei Vorliegen von formativen Messmodellen von einer völligen Unkorreliertheit<sup>69</sup> zwischen den Indikatoren ausgegangen.

### 3.3 Aufbau der Simulationsstudie

Unter *Simulation* versteht man die „Methode, beliebig reale Vorgänge unter Zuhilfenahme von Computern nachzuahmen“<sup>70</sup>. Eng damit verbunden ist der Begriff des *Modells*, das die Realität möglichst genau wiedergeben soll und somit kontrollierte Veränderungen an der nachgebildeten Realität zulässt.

Im Rahmen dieser Studie werden nun verschiedene „reale“ Strukturgleichungsmodelle mit allen Pfadkoeffizienten aufgestellt und anhand dieser mit dem *Fundamentaltheorem der Pfadanalyse* die jeweils zugrunde liegende Korrelationsmatrix berechnet.

Um die Studie möglichst repräsentativ zu halten und die externe Validität bestmöglich zu gewährleisten, stammen die untersuchten Modelle größtenteils aus der gängigen Fachliteratur („...the researcher should review structural equation model applications across a large number of journals in several areas of research...“, „One of the most useful strategies that a researcher can follow is to choose models that resemble those in published research.“<sup>71</sup>). Gemäß Paxton Et al. (2001, S. 296 ff.) sollten auch die dem jeweils simulierten Modell zugrunde gelegten Parameter einem sorgfältigen Auswahlprozess unterzogen werden. Infolgedessen werden, soweit möglich und verfügbar, die Parameter des aus der Fachliteratur gewählten Modells gleich mit übernommen.

Im nächsten Schritt wird in *Stata* mit der Funktion *Corr2Data*<sup>72</sup> für jedes Modell anhand der errechneten Korrelationsmatrix ein Datensatz generiert, der genau dieser Korrelationsmatrix gehorcht. Um der Forderung nach möglichst hohen Stichproben<sup>73</sup> beider Schätzverfahren gerecht zu werden, wird die Stichprobengröße auf 1000 Beobachtungen festgelegt – jedoch wurde zur Wahrung der Validität jeweils eine Vergleichsuntersuchung mit einer Stichprobengröße von N=100 durchgeführt<sup>74</sup>. Die Forderung nach

---

<sup>69</sup> Vgl. Eberl (2004), S. 7.

<sup>70</sup> Kramer/Neculau (1998), S. 11.

<sup>71</sup> Paxton Et al. (2001), S. 291 f..

<sup>72</sup> Vgl. [www.stata.com/help.cgi?corr2data](http://www.stata.com/help.cgi?corr2data).

<sup>73</sup> Vgl. Wold (1982b), S. 25 sowie Backhaus Et al. (2003), S. 364 f..

<sup>74</sup> Vgl. Paxton Et al. (2001), S. 294.

---

einer Multinormalverteilung des ML-Schätzverfahrens des *LISREL*-Ansatzes ist durch den künstlichen Charakter des erzeugten Datensatzes zwar nicht explizit erfüllt, doch durch eine Überprüfung der jeweiligen Datensätze kann der Multinormalverteilungsannahme zumindest im größeren Datensatz entsprochen werden – der kleinere Datensatz zeigt erwartungsgemäß leichte Abweichungen von einer Multinormalverteilung.

Messfehler werden unter dem Aspekt, volle Kontrolle über die reproduzierte Korrelationsmatrix zu haben, nicht berücksichtigt und fließen somit auch nicht in die simulierten Datensätze ein. Des Weiteren soll mit diesem Vorgehen die Möglichkeit offen gehalten werden, Abweichungen in den Parameterschätzungen dem Algorithmus und nicht etwaigen Messfehlern zuschreiben zu können.

Schätzt man die Modelle mit dem generierten Datensatz, sollten sich in etwa die vorher spezifizierten Modellparameter ergeben.

Um die *Verträglichkeit*<sup>75</sup> beider Verfahren untersuchen zu können, werden in der Studie den Modellen absichtlich Fehlspezifikationen hinsichtlich der Messmodelle unterstellt. Dabei werden formative in reflektive und reflektive in formative Messmodelle umgekehrt und darauf hin das Verhalten der Parameterschätzung beobachtet. Welche Fehlspezifikationen einem Modell zugemutet werden, wird dabei von Fall zu Fall unterschieden – unterliegt man zumindest im Rahmen des *LISREL*-Algorithmus immer noch dem Problem der Identifizierbarkeit, so dass eine Spezifikation mit rein formativen bzw. überwiegend formativen Messmodellen in der Regel nicht möglich ist.

Fraglich ist jedoch wie mit den in *AMOS* des öfter auftretenden und in der Fachliteratur viel zitierten *Heywood Cases*<sup>76</sup> umgegangen werden soll. Als *Heywood Case* wird in der Kovarianzstrukturanalyse das Auftreten einer negativen Varianz bei einer der Modellvariablen bezeichnet. Dies macht eine weitere Schätzung der Parameter folglich nicht möglich. Ein Auftreten dieses Falles lässt auf eine Fehlspezifikation der modelltheoretischen Kovarianzmatrix und damit verbunden auf eine Fehlspezifikation des theoretisch zugrunde gelegten Modells schließen<sup>77</sup>, was in diesem Fall ja durchwegs beabsichtigt ist. Da es jedoch in der praktischen Anwendung durchaus üblich ist in solchen Fällen

---

<sup>75</sup> Vgl. Kap.4, Absatz 1.

<sup>76</sup> Vgl. Dillon Et al. (1987).

<sup>77</sup> Dillon Et al. (1987), S. 126.

---

einfach den betroffenen Parameter gleich Null zu setzen und dies sogar empfohlen wird<sup>78</sup>, sollen auch diese Vorkommen in der Studie berücksichtigt werden<sup>79</sup>.

Die Schätzung der Parameter erfolgt in *AMOS* mit dem Maximum-Likelihood-Schätzer und in *smartPLS* mit der Faktorgewichtung.

Die folgende Abbildung stellt den Untersuchungsprozess schematisch dar.

1. Auswahl der Modelle
2. Auswahl der Modellparameter
3. Erstellung der Korrelationsmatrix anhand des vollständigen parametrisierten hypothetischen Modells
4. Simulation zweier Datensätze (n=1000, n=100) anhand der erstellten Korrelationsmatrix
5. Schätzung der Parameter des „richtigen Modells“ in *AMOS* und *smartPLS*
6. Erneute Schätzung unter Einfluss von Fehlspezifikationen der Messmodelle
7. Bewertung der Ergebnisse

**Abbildung 4:** Schematischer Ablauf der Simulationsstudie (eigene Darstellung)

### 3.4 Bewertung der Ergebnisse

Das Hauptaugenmerk – und zugleich auch die eigentliche Fragestellung bei der Untersuchung von Strukturgleichungsmodellen – liegt auf den Parametern des Strukturmodells, also auf den Beziehungen zwischen den Konstrukten. Doch werden zur genauen Beurteilung des Verhaltens bei Fehlspezifikation auch die Pfadkoeffizienten der Messmodelle in die Betrachtung mit einbezogen.

Im ersten Schritt, bei der Schätzung des „richtigen“ Modells, werden die geschätzten Parameter noch mit denen des parametrisierten Modells verglichen. Da davon ausgegangen werden kann, dass diese Schätzwerte die bestmöglichen Werte darstellen, die der jeweilige Algorithmus fähig ist zu schätzen, stellen sie die Referenzwerte im weite-

---

<sup>78</sup> Vgl. Jöreskog (1967).

<sup>79</sup> Vgl. Paxton Et al. (2001), S. 302.

ren Verlauf – bei den Schätzungen der fehlspezifizierten Modelle – dar. Zudem wird angegeben, ob die Pfadkoeffizienten zum Niveau von 0%, 5%, 10% oder überhaupt nicht signifikant sind<sup>80</sup>. Zusätzlich zu den geschätzten Parametern, den zugehörigen Signifikanzniveaus und der jeweiligen absoluten Abweichung vom Modell- bzw. Referenzwert, wird die Größenverteilung der Pfadkoeffizienten innerhalb der Teilmodelle in Augenschein genommen, um etwaige Abweichungen von dieser erkennbar zu machen. Da es im *PLS*-Verfahren kein der in der Kovarianzstrukturanalyse zur Verfügung stehenden globalen Gütemaße vergleichbares Beurteilungsmaß gibt, wird auf eine Betrachtung der globalen Güte der Schätzungen verzichtet.

## 4 Ergebnisse der Studie

Die Simulationsstudie bestand aus drei verschiedenen Modellen, die sich sowohl in den Beziehungen zwischen den Konstrukten, der Art der Messmodelle sowie in der Anzahl der Konstrukte und Indikatoren unterscheiden.

Die ersten zwei Modelle wurden zusätzlich mit der kleineren Datenbasis von  $n=100$  untersucht um etwaige Auswirkungen dieser auf die Untersuchungen auszuschließen. Da dies jedoch keine Auswirkungen auf die Parameterschätzungen hatte und Abweichungen bei der Signifikanz der Parameter eher auf die nicht mehr ganz gegebene Voraussetzung einer Multinormalverteilung der Datenbasis zurückzuführen sind, wurde auf diese Ergebnisse im Folgenden nicht weiter eingegangen.<sup>81</sup>

### 4.1 Modell I

Das erste Modell entstammt aus<sup>82</sup> und wurde dort zur Überprüfung der Schätzgenauigkeit verschiedener *PLS*-Softwarepakete verwendet. Es zeichnet sich dadurch aus, dass für die Messung der exogenen Konstrukte sowohl reflektive als auch formative Indikatoren zum Tragen kommen. Verwendet werden zwei exogene und zwei endogene Konstrukte, wobei nur ein endogenes Konstrukt direkt von den exogenen beeinflusst wird. Die exogenen Konstrukte werden jeweils durch fünf Indikatoren, die endogenen jeweils durch vier operationalisiert.

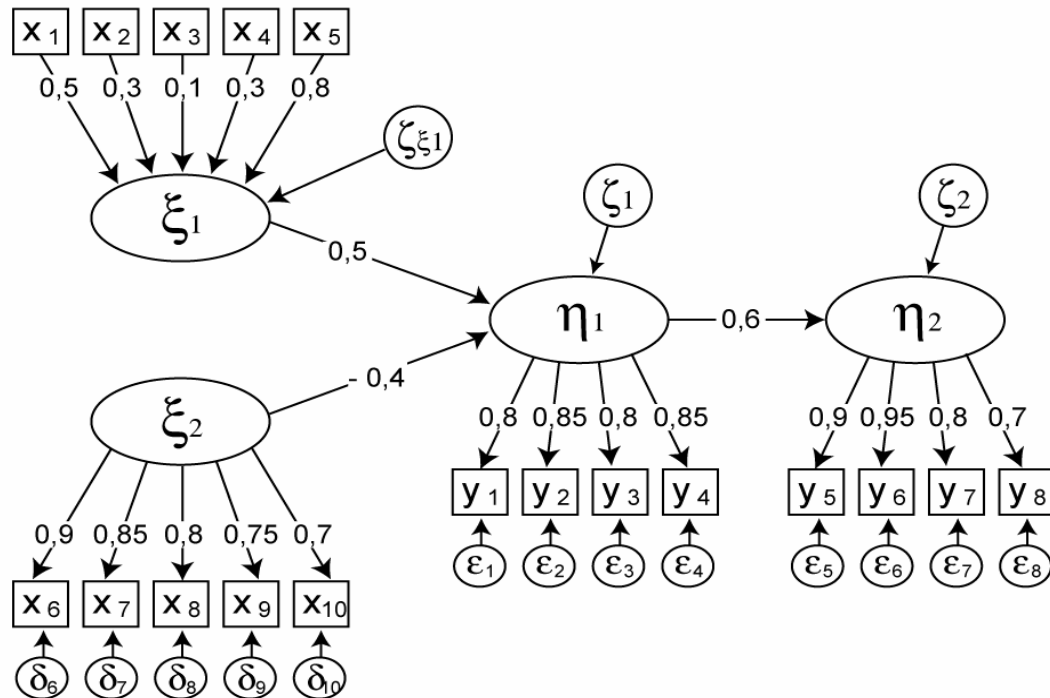
---

<sup>80</sup> Die zweiseitigen Signifikanzniveaus der einzelnen Pfadkoeffizienten entstammen dabei den im jeweiligen Verfahren zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zur Berechnung dieser (vgl. Kap. 3.1.5 und 3.2.3).

<sup>81</sup> Die Tabellen der Ergebnisse der Schätzungen mit dem kleiner Datensatz befinden sich im Anhang.

### 4.1.1 Modellspezifikation

Der Aufbau des Strukturgleichungsmodells sowie die festgelegten Pfadkoeffizienten sind in Abbildung 5 dargestellt.



**Abbildung 5:** Modell I mit Pfadkoeffizienten (in Anlehnung an Temme/Kreis (2005), S. 205.)

Wie im vorherigen Kapitel schon erläutert, wurde bei der Erstellung der Korrelationsmatrix zwischen den formativen Indikatoren von  $\xi_1$  eine Korrelation von Null angenommen. Des Weiteren wurde unterstellt, dass die exogenen Variablen nicht miteinander korrelieren<sup>83</sup> und folglich auch die Indikatoren der beiden exogenen Konstrukte nicht korrelieren.

Aus dem aufgestellten Modell ergab sich gemäß dem Fundamentaltheorem der Kausalanalyse die in Tabelle 3 dargestellte Korrelationsmatrix.

<sup>82</sup> Temme/Kreis (2005), S. 205.

<sup>83</sup> Vgl. Backhaus Et al. (2003), S. 347.

	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
y1	1																	
y2	0,68	1																
y3	0,64	0,68	1															
y4	0,68	0,72	0,68	1														
y5	0,43	0,46	0,43	0,46	1													
y6	0,46	0,48	0,46	0,48	0,86	1												
y7	0,38	0,41	0,38	0,41	0,72	0,76	1											
y8	0,34	0,36	0,34	0,36	0,63	0,67	0,56	1										
x1	0,20	0,21	0,20	0,21	0,14	0,14	0,12	0,11	1									
x2	0,12	0,13	0,12	0,13	0,08	0,09	0,07	0,06	0	1								
x3	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0	0	1							
x4	0,12	0,13	0,12	0,13	0,08	0,09	0,07	0,06	0	0	0	1						
x5	0,32	0,34	0,32	0,34	0,22	0,23	0,19	0,17	0	0	0	0	1					
x6	-0,29	-0,31	-0,29	-0,31	-0,19	-0,21	-0,17	-0,15	0	0	0	0	0	1				
x7	-0,27	-0,29	-0,27	-0,29	-0,18	-0,19	-0,16	-0,14	0	0	0	0	0	0,77	1			
x8	-0,26	-0,27	-0,26	-0,27	-0,17	-0,18	-0,15	-0,13	0	0	0	0	0	0,72	0,68	1		
x9	-0,24	-0,26	-0,24	-0,26	-0,16	-0,17	-0,14	-0,13	0	0	0	0	0	0,68	0,64	0,60	1	
x10	-0,22	-0,24	-0,22	-0,24	-0,15	-0,16	-0,13	-0,12	0	0	0	0	0	0,63	0,60	0,56	0,53	1

**Tabelle 3:** Errechnete Korrelationsmatrix von Modell I (auf zwei Dezimalstellen gerundet)

In *AMOS* musste zur Identifikation der Modellstruktur die Varianz der Residualvariable  $\zeta_{\xi_1}$  auf den Wert Null gesetzt werden. Unter dem Gesichtspunkt, dass im Idealfall von einer fehlerfreien Messung der Konstrukte ausgegangen wird, ist dies auch durchaus vertretbar.

In Tabelle 4 sind die Parameterschätzungen des „richtigen“ Modells abgebildet, jeweils verglichen mit den im spezifizierten Modell angegebenen Parametern. In der Tabelle ist unschwer zu erkennen, dass die geschätzten Pfadkoeffizienten sehr nahe an denen des Modells liegen. Auch ist ersichtlich, dass *AMOS* trotz seiner vielen Restriktionen immer noch das genauere Analyseinstrument ist. Geringe Abweichungen von den wahren Werten sind nur im formativ spezifizierten Messmodell zu erkennen. Weiterhin ist zu beobachten, dass die von *smartPLS* im formativen Messmodell geschätzten Werte größtenteils nicht signifikant sind.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>		
Messmodell $\xi_1$	$X_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48 <sup>***</sup>	4	<b>(0,02)</b>	0,48*	4	<b>(0,02)</b>
	$X_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29 <sup>***</sup>	2	<b>(0,01)</b>	0,29	2	<b>(0,01)</b>
	$X_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10 <sup>*</sup>	1	(0,00)	0,10	1	(0,00)
	$X_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29 <sup>***</sup>	2	<b>(0,01)</b>	0,29	2	<b>(0,01)</b>
	$X_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77 <sup>*</sup>	5	<b>(0,03)</b>	0,77 <sup>**</sup>	5	<b>(0,03)</b>
Messmodell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow X_6$	0,90	5	0,90 <sup>***</sup>	5	(0,00)	0,91 <sup>***</sup>	5	<b>(0,01)</b>
	$\xi_2 \rightarrow X_7$	0,85	4	0,85 <sup>***</sup>	4	(0,00)	0,88 <sup>***</sup>	4	<b>(0,03)</b>
	$\xi_2 \rightarrow X_8$	0,80	3	0,80 <sup>***</sup>	3	(0,00)	0,85 <sup>***</sup>	3	<b>(0,05)</b>
	$\xi_2 \rightarrow X_9$	0,75	2	0,75 <sup>***</sup>	2	(0,00)	0,81 <sup>***</sup>	2	<b>(0,06)</b>
	$\xi_2 \rightarrow X_{10}$	0,70	1	0,70 <sup>*</sup>	1	(0,00)	0,77 <sup>***</sup>	1	<b>(0,07)</b>
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80 <sup>***</sup>	1	(0,00)	0,86 <sup>***</sup>	1	<b>(0,06)</b>
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85 <sup>***</sup>	3	(0,00)	0,89 <sup>***</sup>	3	<b>(0,04)</b>
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80 <sup>***</sup>	1	(0,00)	0,86 <sup>***</sup>	1	<b>(0,06)</b>
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85 <sup>*</sup>	3	(0,00)	0,89 <sup>***</sup>	3	<b>(0,04)</b>
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90 <sup>***</sup>	3	(0,00)	0,92 <sup>***</sup>	3	<b>(0,02)</b>
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95 <sup>***</sup>	4	(0,00)	0,94 <sup>***</sup>	4	<b>(0,01)</b>
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80 <sup>***</sup>	2	(0,00)	0,86 <sup>***</sup>	2	<b>(0,06)</b>
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70 <sup>*</sup>	1	(0,00)	0,79 <sup>***</sup>	1	<b>(0,09)</b>
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,52 <sup>***</sup>	2	<b>(0,02)</b>	0,49 <sup>**</sup>	2	<b>(0,01)</b>
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,40 <sup>***</sup>	1	(0,00)	-0,36 <sup>**</sup>	1	<b>(0,04)</b>
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60 <sup>***</sup>	3	(0,00)	0,54 <sup>**</sup>	3	<b>(0,06)</b>

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

<sup>\*\*\*</sup> Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

<sup>\*\*</sup> Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

<sup>\*</sup> Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

<sup>·</sup> Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 4:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell I

#### 4.1.2 Fehlspezifikation: $\xi_1$ reflektiv statt formativ

Durch Umkehrung des „ersten“ Messmodells trat in AMOS ein *Heywood Case* auf. Die Varianz der Residualvariable  $\zeta_1$  wurde negativ und zur weiteren Schätzung der Parameter musste sie gleich Null gesetzt werden.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,50	4	0,26***	0,48***	4	(0,22)	0,48	0,48*	4	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,30	2	0,16***	0,29***	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,10	1	0,05	0,10*	1	(0,04)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_4$	0,30	2	0,16***	0,29***	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_5$	0,80	5	0,43-	0,77-	5	(0,34)	0,77*	0,77*	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,90***	0,90***	5	(0,00)	0,91***	0,91***	5	(0,00)
	$x_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,85***	0,85***	4	(0,00)	0,88***	0,88***	4	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,80***	0,80***	3	(0,00)	0,85***	0,85***	3	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,75***	0,75***	2	(0,00)	0,81***	0,81***	2	(0,00)
	$x_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,77***	0,77***	1	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85***	0,85***	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85-	0,85-	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,92***	0,52***	3	(0,40)	0,49*	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,39***	-0,40***	1	(0,01)	-0,36*	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60***	0,60***	2	(0,00)	0,54*	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch Festen Parameter in AMOS)

**Tabelle 5:** Mit AMOS und smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell I unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$

Wie zu erwarten, zeigen sich in der AMOS-Schätzung erhebliche Abweichungen gerade im fehlspezifizierten Messmodell. Aber durch den *Heywood Case* und die damit verbundene festgelegte Nullvarianz der Residualvariable des ersten endogenen Konstruktes kommt es auch zu erheblichen Abweichungen im Strukturmodell. Da die mit der Nullvarianz versehene Residualvariable in ihrer Funktion sozusagen „ausgeschaltet“ wurde, geht das Modell von einer vollständigen Erklärung des ersten endogenen Konstruktes

durch die beiden exogenen Konstrukte aus und addiert diese fehlende Differenz auf den Pfadkoeffizienten des fehlspezifizierten Konstruktes.

Setzt man hingegen die Varianz der Residualvariable  $\zeta_1$  nicht gleich Null, sondern gleich der Varianz (0,41) aus dem nicht fehlspezifizierten Modell, so ergeben sich zumindest im Strukturmodell wieder in etwa die richtigen Werte, wie aus Tabelle 6 zu entnehmen ist.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			
Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,50	4	0,22***	0,48***	4	(0,26)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,30	2	0,13**	0,29***	2	(0,16)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,10	1	0,04	0,10*	1	(0,06)
	$\xi_1 \rightarrow x_4$	0,30	2	0,13**	0,29***	2	(0,16)
	$\xi_1 \rightarrow x_5$	0,80	5	0,56-	0,77-	5	(0,24)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,60***	0,52***	3	(0,08)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,37***	-0,40***	1	(0,03)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,61***	0,60***	2	(0,01)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (durch *Critical Ratio*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (durch *Critical Ratio*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (durch *Critical Ratio*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 6:** Teilergebnisse der AMOS-Schätzung bei Gleichsetzung der „richtigen“ Varianz von  $\zeta_1$

Somit kann durchaus vermutet werden, dass die Abweichungen im Strukturmodell nicht unmittelbar auf die Fehlspezifikation des ersten Messmodells zurückzuführen sind, sondern vielmehr auf die damit verbundene festgelegte Nullvarianz. Interessant ist auch die Beobachtung, dass die Parameter im fehlspezifizierten Messmodell zwar erhebliche Abweichungen aufweisen, jedoch die Größenverteilung eingehalten wird – auch werden in der Modellspezifikation gleich groß festgelegte Koeffizienten ( $x_2$  und  $x_4$ ) wieder mit gleich großen Werten dargestellt.

Die Schätzungen mit *smartPLS* hingegen lieferten exakt dieselben Ergebnisse wie im nicht fehlspezifizierten Modell. Größere Abweichungen der Signifikanz der Parameter konnten mit keinem Verfahren festgestellt werden.

### 4.1.3 Fehlspezifikation: $\xi_2$ formativ statt reflektiv

Zur Durchführung dieser Schätzung musste auf Grund der Modellidentifikation in *AMOS* die nun eingeführte Residualvariable  $\zeta_{\xi_2}$  gleich Null gesetzt werden. Da es sich aber um ein exogenes Konstrukt handelt, scheint es auch wieder unter dem Gesichtspunkt einer fehlerfreien Messung eine vertretbare Maßnahme.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Messmodell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48***	0,48***	4	(0,00)	0,48	0,48*	4	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29***	0,29***	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10*	0,10*	1	(0,00)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$x_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29***	0,29***	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77-	0,77-	5	(0,00)	0,77*	0,77*	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,90	5	0,42	0,90***	5	(0,48)	0,42	0,91***	5	(0,49)
	$\xi_2 \rightarrow x_7$	0,85	4	0,27	0,85***	4	(0,58)	0,27	0,88***	4	(0,61)
	$\xi_2 \rightarrow x_8$	0,80	3	0,20	0,80***	3	(0,61)	0,20	0,85***	3	(0,65)
	$\xi_2 \rightarrow x_9$	0,75	2	0,15	0,75***	2	(0,60)	0,15	0,81***	2	(0,66)
	$\xi_2 \rightarrow x_{10}$	0,70	1	0,12	0,70-	1	(0,58)	0,12	0,77***	1	(0,65)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85***	0,85***	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85-	0,85-	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,52***	0,52***	2	(0,00)	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,38	-0,40***	1	(0,02)	-0,36**	-0,36*	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60***	0,60***	3	(0,00)	0,54**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *AMOS* geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in *AMOS*)

**Tabelle 7:** Mit *AMOS* und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell I unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$

Hier wird deutlich, dass die Fehlspezifikation des zweiten Messmodells zwar einen erheblichen Einfluss auf die Pfadkoeffizienten und auf ihre Signifikanz hat, doch bleibt das Strukturmodell davon weitestgehend unberührt. Abweichungen sind, wenn überhaupt, nur marginal und nicht erwähnenswert. Wie im vorher betrachteten Fall kommt es zwar wieder zu großen Abweichungen im fehlspezifizierten Messmodell, doch die Größenverteilung wird auch hier wieder exakt eingehalten.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,50	4	0,26***	0,48***	4	(0,22)	0,48	0,48*	4	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,30	2	0,16***	0,29***	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,10	1	0,05	0,10*	1	(0,04)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_4$	0,30	2	0,16***	0,29***	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_5$	0,80	5	0,43-	0,77-	5	(0,34)	0,77**	0,77*	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,90	5	0,42	0,90***	5	(0,48)	0,42	0,91***	5	(0,49)
	$\xi_2 \rightarrow x_7$	0,85	4	0,27	0,85***	4	(0,58)	0,27	0,88***	4	(0,61)
	$\xi_2 \rightarrow x_8$	0,80	3	0,20	0,80***	3	(0,61)	0,20	0,85***	3	(0,65)
	$\xi_2 \rightarrow x_9$	0,75	2	0,15	0,75***	2	(0,60)	0,15	0,81***	2	(0,66)
	$\xi_2 \rightarrow x_{10}$	0,70	1	0,12	0,70-	1	(0,58)	0,12	0,77***	1	(0,65)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85***	0,85***	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85***	0,85-	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70***	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,92***	0,52***	3	(0,40)	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,38	-0,40***	1	(0,02)	-0,36**	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60***	0,60***	2	(0,00)	0,54**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 8:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell I unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$  und  $\xi_2$

---

#### 4.1.4 Fehlspezifikation: $\xi_1$ reflektiv statt formativ und $\xi_2$ formativ statt reflektiv

Bei der Schätzung mit *AMOS* trat auch in diesem Fall wieder der in Kapitel 4.1.2 beschriebene *Heywood Case* auf. Folglich musste die Varianz der Residualvariable  $\zeta_1$  wieder gleich Null gesetzt werden. Des Weiteren musste wie in Kapitel 4.1.3 zur Modellidentifikation auch die Varianz der Residualvariable  $\zeta_{\xi_2}$  gleich Null gesetzt werden.

Die Abweichungen entsprechen jeweils den Abweichungen der einzeln fehlspezifizierten Messmodelle. Demzufolge scheint eine gleichzeitige Fehlspezifikation beider exogenen Messmodelle die Auswirkungen nicht weiter verstärken.

#### 4.1.5 Fehlspezifikation: $\eta_1$ formativ statt reflektiv

Diese Art der Fehlspezifikation macht in *AMOS* eigentlich wenig Sinn – ist man doch gezwungen, zur Modellidentifikation der Residualvariable  $\zeta_1$  einen festen Wert zuzuweisen. Macht dies bei Auftreten eines *Heywood Case* wenigstens noch halbwegs Sinn und wird sogar empfohlen<sup>84</sup>, läuft man bei Nullsetzung von  $\zeta_1$ , nur um dem Modell einen weiteren *Festen Parameter* zuzuführen, Gefahr, keine korrekten Ergebnisse mehr zu bekommen. Der einzig vertretbare Grund, neben dem *Heywood Case*, ist sicher zu sein, dass die latente Variable, deren Residualvarianz gleich Null gesetzt wird, vollkommen von den exogenen Konstrukten erklärt wird und eine Residualvarianz von Null somit auch aus modelltheoretischen Gründen angenommen werden kann. Ob dies in wissenschaftlichen Untersuchungen mit Strukturgleichungsmodellen jedoch jemals der Fall sein wird, sei dahingestellt.

---

<sup>84</sup> Vgl. Jöreskog (1967).

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Messmodell $\xi_1$	$X_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48	0,48***	4	(0,00)	0,48*	0,48*	4	(0,00)
	$X_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29***	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$X_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10	0,10*	1	(0,00)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$X_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29***	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$X_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77-	0,77-	5	(0,00)	0,77**	0,77**	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$X_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,90***	0,90***	5	(0,00)	0,91***	0,91***	5	(0,00)
	$X_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,85***	0,85***	4	(0,00)	0,88***	0,88***	4	(0,00)
	$X_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,80***	0,80***	3	(0,00)	0,85***	0,85***	3	(0,00)
	$X_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,75***	0,75***	2	(0,00)	0,81***	0,81***	2	(0,00)
	$X_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,70***	0,70-	1	(0,00)	0,77***	0,77***	1	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$y_1 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22**	0,80***	1	<b>(0,58)</b>	0,24	0,86***	1	<b>(0,62)</b>
	$y_2 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31**	0,85***	3	<b>(0,54)</b>	0,33	0,89***	3	<b>(0,56)</b>
	$y_3 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22**	0,80***	1	<b>(0,58)</b>	0,24	0,86***	1	<b>(0,62)</b>
	$y_4 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31-	0,85-	3	<b>(0,54)</b>	0,33	0,89***	3	<b>(0,56)</b>
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70***	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,09	0,52***	2	<b>(0,43)</b>	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,07	-0,40***	1	<b>(0,33)</b>	-0,36**	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,57***	0,60***	3	<b>(0,03)</b>	0,55**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch Festen Parameter in AMOS)

**Tabelle 9:** Mit AMOS und smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell I unter Fehlspezifikation von  $\eta_1$

In der AMOS-Schätzung sind die Auswirkungen der Nullvarianz von  $\zeta_1$  deutlich zu erkennen. Die Pfadkoeffizienten der exogenen Konstrukte sind geprägt von deutlichen Abweichungen, wobei der Pfadkoeffizient zwischen den endogenen Konstrukten kaum beeinflusst wird. Seltsamerweise lässt die Signifikanz der Parameter keine systematischen Rückschlüsse auf die Fehlspezifikation zu.

---

Die Schätzungen mit *smartPLS* hingegen zeigen wieder nur Auswirkungen auf das jeweilige Messmodell, jedoch nicht auf das Strukturmodell. Hier ist ein deutlicher Abfall der Signifikanz der betroffenen Parameter zu beobachten.

#### 4.1.6 Weitere Fehlspezifikationen

Im Anhang finden sich zudem die Ergebnisse der Fehlspezifikation der Messmodelle von  $\xi_2$  und  $\eta_1$ , die sich hinsichtlich der Beobachtungen jedoch nicht von den anderen Fehlspezifikationen unterscheiden und folglich hier nicht extra aufgeführt werden.

Eine Umkehrung des Messmodells von  $\eta_2$  sowie eine gleichzeitige Fehlspezifikation der Messmodelle von  $\xi_1$ ,  $\xi_2$  und  $\eta_1$  waren in *AMOS* auf Grund der benötigten Modellidentifikation nicht möglich und wurden deshalb aus Gründen der Vergleichbarkeit auch in *smartPLS* nicht ausgewertet.

## 4.2 Modell II

Dieses Modell wurde ursprünglich zur Analyse der Wirkung verschiedener Kooperationsformen auf den unternehmensspezifischen Erfolg erstellt<sup>85</sup>. Die angegebenen Parameter wurden gerundet und direkt aus der Studie übernommen.

Im Gegensatz zum vorherigen Modell sind bei diesem sämtliche exogenen Konstrukte formativen Charakters – nur das endogene Konstrukt wird durch reflektive Indikatoren operationalisiert.

### 4.2.1 Modellspezifikation

Die genaue Spezifikation ist Abbildung 6 zu entnehmen. Gemäß dem *Fundamentaltheorem der Pfadanalyse* ergibt sich die in Tabelle 10 dargestellte Korrelationsmatrix. Für die Konstruktion der exogenen formativen Konstrukte wurde zwischen den Indikatorvariablen wieder eine Korrelation von Null angenommen.

---

<sup>85</sup> Vgl. Ringle (2005), S. 307ff.

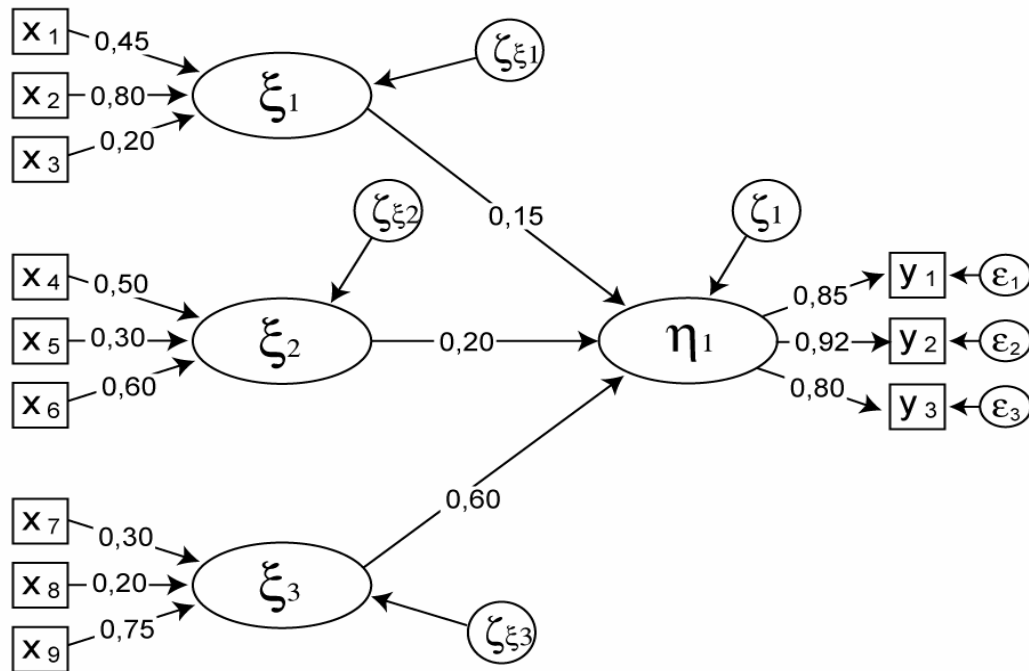


Abbildung 6: Modell II mit Pfadkoeffizienten (in Anlehnung an Ringle, 2005, S. 318)

	y1	y2	y3	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
y1	1											
y2	0,782	1										
y3	0,680	0,736	1									
x1	0,057	0,062	0,054	1								
x2	0,102	0,110	0,096	0	1							
x3	0,026	0,028	0,024	0	0	1						
x4	0,085	0,092	0,080	0	0	0	1					
x5	0,051	0,055	0,048	0	0	0	0	1				
x6	0,102	0,110	0,096	0	0	0	0	0	1			
x7	0,153	0,166	0,144	0	0	0	0	0	0	1		
x8	0,102	0,110	0,096	0	0	0	0	0	0	0	1	
x9	0,383	0,414	0,360	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabelle 10: Errechnete Korrelationsmatrix von Modell II

Die Ergebnisse der Schätzung<sup>86</sup> des „richtigen“ Modells liegen relativ nahe an den zugrunde gelegten Werten. Allerdings wird hier auch ersichtlich, dass *AMOS* mit formativen Konstrukten seine Probleme hat und die geschätzten Werte nie exakt den vorgegebenen Werten entsprechen. Dies liegt aber wohl auch daran, dass die Residualvariablen der exogenen formativen Konstrukte zur Modellidentifikation wieder gleich Null gesetzt werden müssen. Eine genaue Übereinstimmung kann nur bei den Pfadkoeffizienten des reflektiven endogenen Konstruktes beobachtet werden.

Die Abweichungen in der Schätzung mit *smartPLS* entsprechen zumindest bei den formativ operationalisierten Konstrukten erstaunlicherweise genau den Abweichungen in *AMOS*. Doch sind Abweichungen hier auch im reflektiven endogenen Konstrukt zu erkennen.

Die Signifikanz der Pfadkoeffizienten ist gerade bei der *PLS*-Schätzung nicht sehr zufrieden stellend und liegt selten unter dem 10%-Niveau, wobei dies sich vor allem auf die formativen Messmodelle bezieht.

Reflektive Messmodelle scheinen ohnehin besser bewertet zu werden.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>		
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	2	(0,03)	0,48	2	(0,03)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	3	(0,05)	0,85	3	(0,05)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	1	(0,01)	0,21	1	(0,01)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60**	2	(0,10)	0,60	2	(0,10)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36*	1	(0,06)	0,36	1	(0,06)
	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72-	3	(0,12)	0,72	3	(0,12)
Mess- Modell $\xi_3$	$x_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36***	2	(0,06)	0,36	2	(0,06)
	$x_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24***	1	(0,04)	0,24	1	(0,04)
	$x_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	3	(0,15)	0,90**	3	(0,15)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	2	(0,00)	0,91***	2	(0,06)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	3	(0,00)	0,93***	3	(0,01)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	1	(0,00)	0,88***	1	(0,08)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	1	(0,01)	0,13	1	(0,02)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17***	2	(0,03)	0,16	2	(0,04)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50***	3	(0,10)	0,47**	3	(0,13)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *AMOS* geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in *AMOS*)

**Tabelle 11:** Mit *AMOS* und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II

<sup>86</sup> Vgl. Tabelle 11

#### 4.2.2 Fehlspezifikation: $\xi_1$ reflektiv statt formativ

In *AMOS* trat bei Umkehrung des ersten Messmodells wieder der *Heywood Case* auf – die Varianz der Residualvariable  $\zeta_1$  wurde negativ und eine weitere Durchführung der Schätzung war nicht möglich. Zur Umgehung dieses Problems musste die Varianz der betroffenen Residualvariable gleich Null gesetzt werden.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,08	0,48	2	<b>(0,40)</b>	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,14	0,85	3	<b>(0,71)</b>	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,04-	0,21-	1	<b>(0,18)</b>	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60	0,60**	2	(0,00)	0,60	0,60	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36	0,36*	1	(0,00)	0,36	0,36	1	(0,00)
	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72-	0,72-	3	(0,00)	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$x_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36	0,36***	2	(0,00)	0,36	0,36	2	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24	0,24***	1	(0,00)	0,24	0,24	1	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	0,90-	3	(0,00)	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,85	0,14	3	<b>(0,71)</b>	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17	0,17***	1	(0,00)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50**	0,50***	2	(0,00)	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *AMOS* geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in *AMOS*)

**Tabelle 12:** Mit *AMOS* und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$

Die Schätzung mit *smartPLS* weist weder bei den Pfadkoeffizienten noch bei deren Signifikanzniveaus erkennbare Abweichungen auf. Sie ist somit absolut identisch mit den Ergebnissen der Schätzung des „richtig“ spezifizierten Modells.

Die *AMOS*-Werte hingegen weisen wieder große Abweichungen im fehlspezifizierten Messmodell, als auch bei dem Pfadkoeffizienten, der vom „falschen“ Messmodell zum endogenen Konstrukt führt, auf. Des Weiteren leiden die Signifikanzniveaus der Para-

meter aller exogenen Messmodelle darunter. Hier liegt jedoch auch wieder die Vermutung nahe, dass die Abweichung im Strukturmodell nicht unmittelbar auf die Fehlspezifikation des Messmodells, sondern auf die Nullvarianz der Residualvariable  $\zeta_1$  zurückzuführen ist – geht das Modell in diesem Fall nun auch wieder von einer vollständigen Erklärung des endogenen Konstruktes durch die exogenen Konstrukte aus.

Setzt man hingegen die Varianz der Residualvariable des endogenen Konstruktes nicht gleich Null, sondern gleich der Varianz (0,51) des geschätzten „richtigen“ Modells, kann diese Vermutung zumindest teilweise erhärtet werden.

Die extreme Abweichung des Pfadkoeffizienten, der vom fehlspezifizierten Messmodell des exogenen Konstruktes zum endogenen Konstrukt führt, konnte damit einigermaßen eingedämmt werden und die Signifikanz der Parameter der übrigen Messmodelle verbesserte sich auch wieder.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			
Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow \mathbf{x}_1$	0,45	2	0,04	0,48	2	(0,44)
	$\xi_1 \rightarrow \mathbf{x}_2$	0,80	3	0,53	0,85	3	(0,32)
	$\xi_1 \rightarrow \mathbf{x}_3$	0,20	1	0,02-	0,21-	1	(0,19)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,22	0,14	2	(0,08)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17***	0,17***	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50***	0,50***	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (durch *Critical Ratio*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (durch *Critical Ratio*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (durch *Critical Ratio*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 13:** Teilergebnisse der AMOS-Schätzung bei Gleichsetzung der „richtigen“ Varianz von  $\zeta_1$

Da die Schätzung unter Fehlspezifikation des Messmodells der restlichen exogenen Konstrukte die gleichen Beobachtungen zu Tage bringen, sind diese nur im Anhang detailliert aufgeführt.

### 4.2.3 Fehlspezifikation: $\xi_1$ und $\xi_2$ reflektiv statt formativ

Auch in diesem Fall trat in AMOS wieder der *Heywood Case* auf. Die Residualvariable  $\zeta_1$  wurde folglich wieder gleich Null gesetzt. Des Weiteren musste auf Grund nicht *positiv definiten* Matrizen zwischen den ersten beiden exogenen Konstrukten eine Korrelation von Null angenommen werden.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,11	0,48	2	<b>(0,37)</b>	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,21	0,85	3	<b>(0,64)</b>	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,05-	0,21-	1	<b>(0,16)</b>	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,15**	0,60**	2	<b>(0,45)</b>	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,09*	0,36*	1	<b>(0,27)</b>	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,18-	0,72-	3	<b>(0,54)</b>	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$x_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36	0,36***	2	(0,00)	0,36	0,36	2	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24	0,24***	1	(0,00)	0,24	0,24	1	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	0,90-	3	(0,00)	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,55	0,14	2	(0,41)	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,67	0,17***	3	(0,50)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50***	0,50***	1	(0,00)	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 14:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$  und  $\xi_2$

Die Ergebnisse der AMOS-Schätzung sind nicht weiter überraschend: Zu beobachten sind hohe Abweichungen in den fehlspezifizierten Messmodellen und, wohl auch wieder der Nullvarianz von  $\zeta_1$  zuzuschreiben, hohe Abweichungen in den von den Konstrukten der fehlspezifizierten Messmodelle zum endogenen Konstrukt führenden Pfadkoeffizienten des Strukturmodells. Allerdings hat das diesmal nur Auswirkungen auf die Signifikanz der Parameter des dritten, nicht fehlspezifizierten Messmodells sowie auf den zweiten Pfadkoeffizienten des Strukturmodells, wobei eine Systematik nicht erkennbar ist. *smartPLS* hingegen zeigt sich von den Fehlspezifikationen wieder vollkommen unbeeindruckt und liefert exakt dieselben Ergebnisse wie im Falle der „richtigen“ Modellspezifikation.

Auch hier brachten die anderen kombinatorischen Möglichkeiten der Fehlspezifikation der Messmodelle zweier exogener Konstrukte keine neuen Erkenntnisse und werden deshalb nur im Anhang detailliert aufgeführt.

#### 4.2.4 Fehlspezifikation: $\xi_1$ , $\xi_2$ und $\xi_3$ reflektiv statt formativ

Durch Umkehrung der Messmodelle sämtlicher exogenen Konstrukte trat in *AMOS*, wie nicht anders zu erwarten, wieder der *Heywood Case* auf. Zusätzlich zur folglich festzulegenden Nullvarianz von  $\zeta_1$  musste auf Grund nicht positiv definiter Matrizen zwischen den Konstrukten  $\xi_1$  und  $\xi_2$  sowie zwischen  $\xi_2$  und  $\xi_3$  völlige Unkorreliertheit angenommen werden.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,12	0,48	2	(0,36)	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,26	0,85	3	(0,59)	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,05-	0,21-	1	(0,16)	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,19**	0,60**	2	(0,41)	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,10	0,36*	1	(0,26)	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,25-	0,72-	3	(0,47)	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18***	0,36***	2	(0,18)	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12***	0,24***	1	(0,12)	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,50-	0,90-	3	(0,40)	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,23	0,14	1	(0,09)	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,39*	0,17***	2	(0,22)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,83***	0,50***	3	(0,33)	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *AMOS* geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in *AMOS*)

**Tabelle 15:** Mit *AMOS* und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$ ,  $\xi_2$  und  $\xi_3$

Hohe Abweichungen treten bei der *AMOS*-Schätzung nun wieder bei den Parametern der fehlspezifizierten Messmodelle sowie bei den betroffenen Parametern des Struktur-

modells auf – diese scheinen als einzig gemeinsames Ziel die vollständige Erklärung des endogenen Konstruktes zu haben. Die geringen Änderungen der Signifikanz der Parameter hingegen lassen keine systematischen Schlüsse auf die Fehlspezifikation ziehen.

*smartPLS* liefert jedoch wieder exakt dieselben Ergebnisse wie im Falle ohne Fehlspezifikationen.

### 4.3 Modell III

Dieses Modell besteht aus zwei exogenen und zwei endogenen Konstrukten, die jeweils von zwei bzw. drei reflektiven Indikatoren operationalisiert werden.

Die Werte stammen in diesem Fall nicht aus einer realen Untersuchung, sondern wurden gemäß den Vorgaben von Paxton Et al. (2001, S. 298 f.) sorgfältig ausgewählt. Die genauen Zusammenhänge sind der Modellspezifikation in Abbildung 7 zu entnehmen.

#### 4.3.1 Modellspezifikation

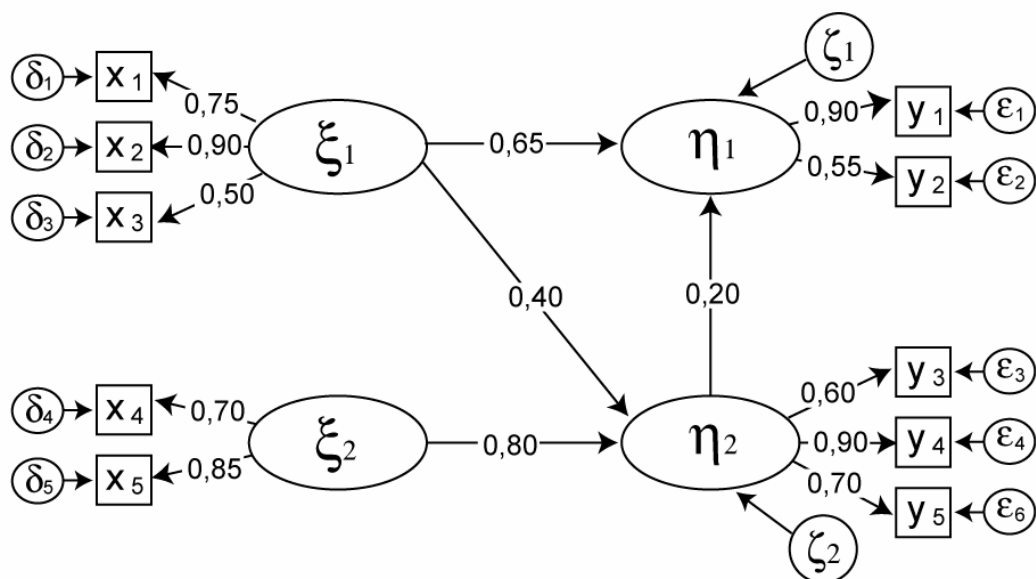


Abbildung 7: Modell III mit Pfadkoeffizienten

Aufgrund der verschwindend geringfügigen Abweichungen resultierend aus der unterschiedlichen Beobachtungsanzahl innerhalb der Datensätze der ersten beiden Modelle wurde bei diesem Modell anhand der gemäß dem *Fundamentaltheorem der Pfadanalyse* erstellten Korrelationsmatrix (vgl. Tabelle 16) nur ein Datensatz mit 1000 Beobachtungen generiert.

	y1	y2	y3	y4	y5	x1	x2	x3	x4	x5
y1	1									
y2	0,495	1								
y3	0,248	0,152	1							
y4	0,373	0,228	0,540	1						
y5	0,290	0,177	0,420	0,630	1					
x1	0,493	0,301	0,180	0,270	0,210	1				
x2	0,591	0,361	0,216	0,324	0,252	0,675	1			
x3	0,329	0,201	0,120	0,180	0,140	0,375	0,450	1		
x4	0,101	0,062	0,336	0,504	0,392	0	0	0	1	
x5	0,122	0,075	0,408	0,612	0,476	0	0	0	0,595	1

**Tabelle 16:** Errechnete Korrelationsmatrix von Modell III

Die Parameterschätzungen mit *AMOS* entsprechen exakt den in der Modellspezifikation angegebenen – jeweils zu einem Signifikanzniveau von 0%. Die Auswertung mit *smartPLS* hingegen zeigte, Abweichungen von den wahren Werten von im Durchschnitt mehr als 10%. Berücksichtigt man allerdings, dass die Größenverteilung innerhalb der Teilm Modelle auch hier wieder eingehalten wurde, scheint dies durchaus vertretbar und spiegelt nur den Charakter des *PLS*-Algorithmus wieder, der nun doch nichts anderes als Näherungslösungen zur Verfügung stellt. Die Signifikanzniveaus liegen allesamt unter 10%. Die exakten Ergebnisse sind Tabelle 17 zu entnehmen.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell	$\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,75	2	0,75***	2	(0,00)	0,86***	2	(0,11)
		$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,90	3	0,90***	3	(0,00)	0,91***	3	(0,01)
		$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,50	1	0,50-	1	(0,00)	0,66**	1	(0,16)
Mo- dell	$\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,70	1	0,70***	1	(0,00)	0,87**	1	(0,17)
		$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,85	2	0,85-	2	(0,00)	0,91**	2	(0,06)
Mo- dell	$\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,90	2	0,90-	2	(0,00)	0,93**	2	(0,03)
		$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,55	1	0,55***	1	(0,00)	0,79*	1	(0,24)
Mess- Modell	$\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_3$	0,60	1	0,60-	1	(0,00)	0,75**	1	(0,15)
		$\eta_2 \rightarrow y_4$	0,90	3	0,90***	3	(0,00)	0,90***	3	(0,00)
		$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,70	2	0,70***	2	(0,00)	0,83***	2	(0,13)
Struktur- modell		$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,65	3	0,65***	3	(0,00)	0,52**	3	(0,13)
		$\xi_1 \rightarrow \eta_2$	0,40	2	0,40***	2	(0,00)	0,33*	2	(0,07)
		$\xi_2 \rightarrow \eta_2$	0,80	4	0,80***	4	(0,00)	0,63**	4	(0,17)
		$\eta_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	1	0,20***	1	(0,00)	0,20	1	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *AMOS* geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in *AMOS*)

**Tabelle 17:** Mit *AMOS* und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell III

### 4.3.2 Fehlspezifikation: $\xi_1$ formativ statt reflektiv

In diesem Modell waren in *AMOS* für die Umkehrung des ersten exogenen Messmodells keine weiteren *Festen Parameter* einzuführen. Eine Auswertung konnte somit ohne weitere zu treffende Annahmen erfolgen.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,75	2	0,25**	0,75***	2	(0,50)	0,27	0,86***	2	(0,59)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,90	3	0,69**	0,90***	3	(0,21)	0,74*	0,91***	3	(0,17)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,50	1	0,10-	0,50-	1	(0,40)	0,11	0,66**	1	(0,56)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,70	1	0,70***	0,70***	1	(0,00)	0,87**	0,87**	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91**	0,91**	2	(0,00)
Mess- Modell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,90	2	0,90-	0,90-	2	(0,00)	0,93**	0,93**	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,55	1	0,55***	0,55***	1	(0,00)	0,79*	0,79*	1	(0,00)
Mess- Modell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_3$	0,60	1	0,60-	0,60-	1	(0,00)	0,75**	0,75**	1	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_4$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,90***	0,90***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,70	2	0,70***	0,70***	2	(0,00)	0,83***	0,83***	2	(0,00)
Strukturmodell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,65	3	0,65**	0,65***	3	(0,00)	0,53**	0,52**	3	(0,02)
	$\xi_1 \rightarrow \eta_2$	0,40	2	0,40**	0,40***	2	(0,00)	0,33*	0,33*	2	(0,01)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_2$	0,80	4	0,80***	0,80***	4	(0,00)	0,63**	0,63**	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	1	0,20***	0,20***	1	(0,00)	0,19	0,20	1	(0,01)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *AMOS* geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in *AMOS*)

**Tabelle 18:** Mit *AMOS* und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell III unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$

Es zeigt sich wieder dasselbe Bild wie bei den vorangegangenen Modellen: Erhebliche Abweichungen der Pfadkoeffizienten und deren Signifikanzniveaus sind bei beiden Verfahren nur in dem fehlspezifizierten Messmodell zu erkennen. Das Strukturmodell bleibt von der Fehlspezifikation weitestgehend unberührt.

### 4.3.3 Fehlspezifikation: $\xi_2$ formativ statt reflektiv

Im Gegensatz zur Fehlspezifikation des Messmodells von  $\xi_1$  musste in diesem Fall wieder ein weiterer *Fester Parameter* eingeführt werden um der von *AMOS* benötigten I-

identifikation der Modellstruktur zu genügen. Dies wurde mit Null-Setzen der Varianz der Residualvariable von  $\xi_2$  erreicht und scheint wieder unter dem Aspekt einer fehlerfreien Messung vertretbar.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,75	2	0,75***	0,75***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,91***	0,91***	3	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,50	1	0,50-	0,50-	1	(0,00)	0,66**	0,66**	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,34***	0,70***	1	<b>(0,36)</b>	0,34	0,87**	1	<b>(0,53)</b>
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,85	2	0,76-	0,85-	2	<b>(0,09)</b>	0,76	0,91**	2	<b>(0,16)</b>
Mess- Modell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,90	2	0,90-	0,90-	2	(0,00)	0,93**	0,93**	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,55	1	0,55***	0,55***	1	(0,00)	0,79*	0,79*	1	(0,00)
Mess- Modell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_3$	0,60	1	0,60-	0,60-	1	(0,00)	0,75**	0,75**	1	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_4$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,90***	0,90***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,70	2	0,70***	0,70***	2	(0,00)	0,83***	0,83***	2	(0,00)
Strukturmodell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,65	3	0,65***	0,65***	3	(0,00)	0,52**	0,52**	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow \eta_2$	0,40	2	0,40***	0,40***	2	(0,00)	0,33*	0,33*	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_2$	0,80	4	0,71***	0,80***	4	<b>(0,09)</b>	0,64**	0,63**	4	<b>(0,01)</b>
	$\eta_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	1	0,20***	0,20***	1	(0,00)	0,20	0,20	1	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 19:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell III unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$

Erwähnenswerte Abweichungen bei beiden Verfahren sind wieder nur im betroffenen Messmodell erkennbar. Interessant ist allerdings die bisher größte Abweichung von 0,9 im von AMOS geschätzten Strukturmodell. Jedoch ist fraglich ob diese Abweichung wirklich auf die Fehlspezifikation oder eher auf die angenommene Null-Varianz der Residualvariable von  $\xi_2$  zurückzuführen ist. Eine Auswirkung auf die Signifikanz des betroffenen Parameters hat dies jedoch nicht.

#### 4.3.4 Fehlspezifikation: $\xi_1$ und $\xi_2$ formativ statt reflektiv

Wie bei der Fehlspezifikation des Messmodells von  $\xi_2$  musste auch hier wieder in *AMOS* aus Gründen der Identifizierbarkeit die Varianz der Residualvariable  $\zeta_2$  Null gesetzt werden. Bei der Residualvariable von  $\xi_1$  war dies jedoch nicht von Nöten.

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,75	2	0,25**	0,75***	2	(0,50)	0,27	0,86***	2	(0,59)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,90	3	0,69**	0,90***	3	(0,21)	0,74*	0,91***	3	(0,17)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,50	1	0,10-	0,50-	1	(0,40)	0,11	0,66**	1	(0,56)
Mess- Modell $\xi_c$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,34***	0,70***	1	(0,36)	0,34	0,87**	1	(0,53)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,85	2	0,76-	0,85-	2	(0,09)	0,76	0,91**	2	(0,16)
Mess- Modell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,90	2	0,90-	0,90-	2	(0,00)	0,93**	0,93**	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,55	1	0,55***	0,55***	1	(0,00)	0,79*	0,79*	1	(0,00)
Mess- Modell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_3$	0,60	1	0,60-	0,60-	1	(0,00)	0,75**	0,75**	1	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_4$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,90***	0,90***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,70	2	0,70***	0,70***	2	(0,00)	0,83**	0,83***	2	(0,00)
Strukturmodell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,65	3	0,65**	0,65***	3	(0,00)	0,53**	0,52**	3	(0,02)
	$\xi_1 \rightarrow \eta_2$	0,40	2	0,40**	0,40***	2	(0,00)	0,33*	0,33*	2	(0,01)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_2$	0,80	4	0,71***	0,80***	4	(0,09)	0,64**	0,63**	4	(0,01)
	$\eta_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	1	0,20***	0,20***	1	(0,00)	0,19	0,20	1	(0,01)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *AMOS* geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In *AMOS* durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in *AMOS*)

**Tabelle 20:** Mit *AMOS* und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell III unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$  und  $\xi_2$

In der Tabelle ist erkennbar, dass die Abweichungen identisch den Abweichungen der jeweiligen Fehlspezifikation von nur einem der beiden exogenen Messmodelle sind. Das bedeutet, dass keine Wechselwirkungen auf Grund der gleichzeitigen Fehlspezifikation beider exogener Messmodelle auftreten.

#### 4.3.5 Weitere Fehlspezifikationen

Weitere Fehlspezifikationen würden die Messmodelle der endogenen Konstrukte betreffen. Da eine Umkehrung in ein formatives Messmodell in *AMOS* jedoch meistens mit

---

der Einführung eines zusätzlichen festen Parameters verbunden ist und dies die Residualvariablen der endogenen Konstrukte betreffen würde, scheinen hohe Abweichungen innerhalb des Strukturmodells sehr wahrscheinlich und würden der Untersuchung keine neuen Erkenntnisse bringen.

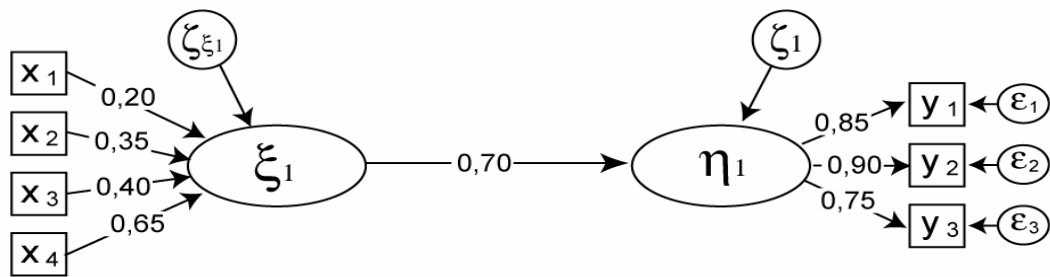
#### 4.4 Modell IV: Untersuchung des Einflusses der Korrelation der Indikatoren formativer Konstrukte unter Fehlspezifikation

Im Rahmen dieser Studie wurde bei der Simulation formativer Indikatoren immer von einer völligen Unkorreliertheit der Indikatoren eines Messmodells ausgegangen. Beobachtet wurde, dass in so einem Fall die Schätzungen mit *smartPLS* auch bei Umkehrung in ein reflektives Messmodell vollkommen identisch waren.

In *AMOS* trat jedes Mal ein *Heywood Case* auf, der durch die dadurch notwendige Nullsetzung der betroffenen Residualvariable, neben den zu erwartenden Abweichungen im fehlspezifizierten Messmodell, auch zu erheblichen Abweichungen im Strukturmodell führte. Anhand eines einfachen Modells soll nun überprüft werden, bis zu welchen Korrelationen sich diese Beobachtungen bestätigen und inwiefern sich die damit zunehmende Multikollinearität auf die Schätzungen und die Fehlspezifikation auswirkt.

Das Modell besteht aus einem formativ spezifizierten exogenen und einem reflektiv spezifizierten endogenen Konstrukt. Abbildung 8 enthält die genaue Modellspezifikation mit den festgelegten Pfadkoeffizienten.

Betrachtet werden getrennt für die zwei Verfahren (*LISREL* und *PLS*) die Schätzungen des „richtigen“ Modells und des Modells mit Fehlspezifikation des formativen Messmodells des exogenen Konstruktes mit Korrelationen von 0, 0,1, 0,25 und 0,5. Zur Beurteilung werden die vorgegebenen Modellparameter, die jeweiligen geschätzten Pfadkoeffizienten mit Signifikanzniveaus, sowie die absolute Abweichung vom vorgegebenen Modellwert herangezogen.



**Abbildung 8:** Modell IV mit Pfadkoeffizienten

Gemäß dem *Fundamentaltheorem der Pfadanalyse* ergibt sich die in Tabelle 21 abgebildete Korrelationsmatrix. Die Korrelationen zwischen den exogenen Indikatoren sind jeweils mit dem Buchstaben „a“ gekennzeichnet und sollen verdeutlichen, dass an dieser Stelle jeweils die Variation der Korrelationen stattfindet.

	y1	y2	y3	x1	x2	x3	x4
y1	1						
y2	0,765	1					
y3	0,638	0,675	1				
x1	0,119	0,126	0,105	1			
x2	0,208	0,221	0,184	a <sup>1</sup>	1		
x3	0,238	0,252	0,210	a <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	1	
x4	0,387	0,410	0,341	a <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>1</sup>	1

<sup>1</sup> Korrelation wird hier variiert

**Tabelle 21:** Errechnete Korrelationsmatrix von Modell IV

Aus dieser Korrelationsmatrix wurde dann jeweils für die Korrelation 0, 0,1, 0,25 und 0,5 ein Datensatz mit 1000 Beobachtungen generiert, auf dem die folgenden Schätzungen basieren.

#### 4.4.1 Ergebnisse der Schätzung mit AMOS

		LISREL	Modell <sup>1</sup>		$\rho=0,00^2$		$\rho=0,10^2$		$\rho=0,25^2$		$\rho=0,50^2$	
Ohne Fehlspezifikation	Messmodell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,23***	(0,03)	0,11**	(0,09)	-0,05	(0,25)	-,35***	(0,55)
		$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,35	2	0,41***	(0,06)	0,32***	(0,03)	0,23***	(0,12)	0,09	(0,26)
		$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,40	3	0,46***	(0,06)	0,39***	(0,01)	0,32***	(0,08)	0,23**	(0,17)
		$x_4 \rightarrow \xi_1$	0,65	4	0,75-	(0,10)	0,75-	(0,10)	0,79-	(0,14)	0,97-	(0,32)
	Mess-Modell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85***	(0,00)	0,85***	(0,00)	0,85***	(0,00)	0,85***	(0,00)
		$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,90	3	0,90***	(0,00)	0,90***	(0,00)	0,90***	(0,00)	0,90***	(0,00)
		$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,75	1	0,75-	(0,00)	0,75-	(0,00)	0,75-	(0,00)	0,75-	(0,00)
SM <sup>3</sup>	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,70	-	0,60***	(0,10)	0,55***	(0,15)	0,50***	(0,20)	0,48***	(0,22)	
Fehlspezifikation von $\xi_1$	Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,20	1	0,13***	(0,07)	0,16***	(0,04)	0,39***	(0,19)	0,68***	(0,48)
		$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,35	2	0,24***	(0,12)	0,26***	(0,09)	0,44***	(0,09)	0,70***	(0,35)
		$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,40	3	0,27***	(0,13)	0,29***	(0,11)	0,46***	(0,06)	0,70***	(0,30)
		$\xi_1 \rightarrow x_4$	0,65	4	0,45-	(0,20)	0,47-	(0,18)	0,64-	(0,01)	0,75-	(0,10)
	Mess-Modell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85***	(0,00)	0,85***	(0,00)	0,85***	(0,00)	0,85***	(0,00)
		$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,90	3	0,90***	(0,00)	0,90***	(0,00)	0,90***	(0,00)	0,90***	(0,00)
		$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,75	1	0,75-	(0,00)	0,75-	(0,00)	0,75-	(0,00)	0,75-	(0,00)
SM <sup>3</sup>	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,70	-	<b>1,0</b> *** <sup>4</sup>	(0,30)	0,96***	(0,26)	0,62***	(0,08)	0,41***	(0,29)	

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern) und der jeweils angegebenen Korrelation unter den Indikatoren des Messmodells des exogenen Konstrukts

<sup>3</sup> Strukturmodell

<sup>4</sup> Heywood Case

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (errechnet durch die *Critical Ratio*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (errechnet durch die *Critical Ratio*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (errechnet durch die *Critical Ratio*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 22:** Ergebnisse der Schätzung mit AMOS von Modell IV mit und ohne Fehlspezifikation

Wie aus der Tabelle 22 ersichtlich, verschlechtern sich sowohl im richtig spezifizierten wie auch im fehlspezifizierten Modell mit zunehmender nicht den Pfadkoeffizienten zuzuschreibender Korrelation (wie es bei reflektiven Konstrukten der Fall wäre) die Schätzungen erheblich. Je mehr die Korrelation unter den Indikatoren zunimmt, desto weniger Auswirkungen hat eine Fehlspezifikation des Messmodells des exogenen Konstrukts. Interessant ist, dass die Abweichungen jeweils in entgegengesetzter Richtung stattfinden und es somit, abhängig vom wahren Parameterwert, auch zu Vorzeichenwechseln kommen kann. Jedoch lassen die Signifikanzniveaus keine Rückschlüsse auf eine Fehlspezifikation zu. Weiter bleibt zu erwähnen, dass die Größenverteilung innerhalb der Teilmodelle auch bei sehr großen Abweichungen immer eingehalten wird.

#### 4.4.2 Ergebnisse der Schätzung mit *smartPLS*

PLS		Modell <sup>1</sup>	$\rho=0,00^2$	$\rho=0,10^2$	$\rho=0,25^2$	$\rho=0,50^2$		
Ohne Fehlspezifikation	Messmodell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,20 1	0,23** (0,03)	0,11* (0,09)	-0,05 (0,25)	-0,35 (0,55)	
		$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,35 2	0,41* (0,06)	0,32** (0,03)	0,23 (0,12)	0,09 (0,26)	
		$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,40 3	0,46* (0,06)	0,39** (0,01)	0,32* (0,08)	0,23 (0,17)	
		$x_4 \rightarrow \xi_1$	0,65 4	0,75* (0,10)	0,75* (0,10)	0,79 (0,14)	0,97 (0,32)	
	Mess-Modell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85 2	0,90** (0,05)	0,90** (0,05)	0,90** (0,05)	0,90** (0,05)	
		$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,90 3	0,92** (0,02)	0,92** (0,02)	0,92** (0,02)	0,92** (0,02)	
		$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,75 1	0,85* (0,10)	0,85* (0,10)	0,85* (0,10)	0,85* (0,10)	
	SM <sup>3</sup>	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,70 -	0,57 (0,13)	0,51 (0,19)	0,47 (0,23)	0,45 (0,25)	
	Fehlspezifikation von $\xi_1$	Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,20 1	0,23** (0,03)	0,35 (0,15)	0,50 (0,30)	0,70 (0,50)
			$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,35 2	0,41* (0,06)	0,49 (0,14)	0,61 (0,26)	0,76 (0,41)
$\xi_1 \rightarrow x_3$			0,40 3	0,46* (0,06)	0,54 (0,14)	0,64 (0,24)	0,78 (0,38)	
$\xi_1 \rightarrow x_4$			0,65 4	0,75* (0,10)	0,77 (0,12)	0,81 (0,16)	0,88 (0,23)	
Mess-Modell $\eta_1$		$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85 2	0,90** (0,05)	0,90** (0,05)	0,90** (0,05)	0,90** (0,05)	
		$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,90 3	0,92** (0,02)	0,92** (0,02)	0,92** (0,02)	0,92** (0,02)	
		$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,75 1	0,85** (0,10)	0,85* (0,10)	0,85* (0,10)	0,85* (0,10)	
SM <sup>3</sup>		$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,70 -	0,57 (0,13)	0,51 (0,19)	0,45 (0,25)	0,38 (0,32)	

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern) und der jeweils angegebenen Korrelation unter den Indikatoren des Messmodells des exogenen Konstrukts

<sup>3</sup> Strukturmodell

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (errechnet mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (errechnet mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (errechnet mittels *Bootstrapping*)

**Tabelle 23:** Ergebnisse der Schätzung mit *smartPLS* von Modell IV mit und ohne Fehlspezifikation

In Tabelle 23 ist deutlich zu sehen, dass die Fehlspezifikation so gut wie keinen Einfluss auf die absoluten Abweichungen vom Modellwert hat und diese jeweils nur in die andere Richtung stattfinden. Die Signifikanz der Parameter lässt auch hier keine systematischen Rückschlüsse auf die Fehlspezifikation zu. Jedoch nimmt sie mit zunehmender Korrelation und folglich mit zunehmender Multikollinearität deutlich ab.

#### 4.5 Zusammenfassende Bemerkungen

Anhand der Untersuchungen der ersten drei Modelle ist erkennbar, dass bei Fehlspezifikationen der Messmodelle erwähnenswerte Abweichungen bezüglich der Parameterwerte nur in den betroffenen Messmodellen, nicht aber im Strukturmodell auftreten. Dennoch wurde die Größenverteilung innerhalb der Teilmodelle immer eingehalten. Große Abweichungen im Strukturmodell und daraus folgende Abweichungen der Größenverteilung der Parameter waren nur bei Auftreten eines *Heywood Case* in den Schätzungen

mit *AMOS* zu beobachten und sind wohl eher auf die damit verbundene Nullsetzung der Varianz der betroffenen Residualvariable zurückzuführen. Ein *Heywood Case* ist aber ohnehin ein guter Indikator für Fehlspezifikationen und sollte den Forscher veranlassen, das von ihm aufgestellte hypothetische Modell noch einmal gründlich zu überdenken.

Die Signifikanzniveaus der einzelnen Parameter lassen nur in ursprünglich reflektiv zu spezifizierenden Messmodellen durch erhebliche Verschlechterung Rückschlüsse auf die Fehlspezifikationen zu. Werden jedoch ursprünglich formative Messmodelle fehlspezifiziert, ist entweder die Signifikanz sowieso schon schlecht (*smartPLS*) oder durch Auftreten eines *Heywood Case* (*AMOS*) keiner Systematik mehr zuzuordnen.

Die nachfolgenden Tabellen geben noch einmal einen Überblick über die untersuchten Modelle und die Auswirkungen der Fehlspezifikationen auf die Parameterwerte.

Schätzverfahren		Abweichung <sup>1</sup> im betroffenen Messmodell		Änderung der Größen-Verteilung im Messmodell		Abweichung <sup>1</sup> im Struktur-Modell		Änderung der Größen-Verteilung im Struktur-Modell	
		LISREL	PLS	LISREL	PLS	LISREL	PLS	LISREL	PLS
<b>Modell I</b> (1 $\xi$ [formativ], 1 $\xi$ [reflektiv])	Fehlspezifikation eines reflektiven Konstrukts <sup>2</sup>	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	Fehlspezifikation eines formativen Konstrukts <sup>3</sup>	ja	ja	nein	nein	ja <sup>5</sup>	nein	ja <sup>5</sup>	nein
	gemischte Fehlspezifikation <sup>4</sup>	ja	ja	nein	nein	ja <sup>5</sup>	nein	ja <sup>5</sup>	nein

<sup>1</sup> Abweichungen der Schätzwerte um mehr als 0,1

<sup>2</sup> Fehlspezifikation eines oder mehrerer ursprünglich reflektiver Konstrukte

<sup>3</sup> Fehlspezifikation eines oder mehrerer ursprünglich formativer Konstrukte

<sup>4</sup> Sowohl ursprünglich reflektive, also auch ursprünglich formative Konstrukte wurden fehlspezifiziert

<sup>5</sup> *Heywood Case*

**Tabelle 24:** Zusammenfassung der Untersuchung von Modell I (eigene Darstellung)

Schätzverfahren		Abweichung <sup>1</sup> im betroffenen Messmodell		Änderung der Größen-Verteilung im Messmodell		Abweichung <sup>1</sup> im Struktur-Modell		Änderung der Größen-Verteilung im Struktur-Modell	
		LISREL	PLS	LISREL	PLS	LISREL	PLS	LISREL	PLS
<b>Modell II</b> (3 $\xi$ [formativ], 1 $\eta$ [reflektiv])	Fehl-Spezifikation eines reflektiven Konstrukts <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fehl-Spezifikation eines formativen Konstrukts <sup>3</sup>	ja	ja	nein	nein	ja <sup>5</sup>	nein	ja <sup>5</sup>	nein
	gemischte Fehl-Spezifikation <sup>4</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Abweichungen der Schätzwerte um mehr als 0,1  
<sup>2</sup> Fehlspezifikation eines oder mehrerer ursprünglich reflektiver Konstrukte  
<sup>3</sup> Fehlspezifikation eines oder mehrerer ursprünglich formativer Konstrukte  
<sup>4</sup> Sowohl ursprünglich reflektive, also auch ursprünglich formative Konstrukte wurden fehlspezifiziert  
<sup>5</sup> *Heywood Case*

**Tabelle 25:** Zusammenfassung der Untersuchung von Modell II (eigene Darstellung)

Schätzverfahren		Abweichung <sup>1</sup> im betroffenen Messmodell		Änderung der Größen-Verteilung im Messmodell		Abweichung <sup>1</sup> im Struktur-Modell		Änderung der Größen-Verteilung im Struktur-Modell	
		LISREL	PLS	LISREL	PLS	LISREL	PLS	LISREL	PLS
<b>Modell III</b> (2 $\xi$ [reflektiv], 2 $\eta$ [reflektiv])	Fehl-Spezifikation eines reflektiven Konstrukts <sup>2</sup>	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	Fehl-Spezifikation eines formativen Konstrukts <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
	gemischte Fehl-Spezifikation <sup>4</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Abweichungen der Schätzwerte um mehr als 0,1  
<sup>2</sup> Fehlspezifikation eines oder mehrerer ursprünglich reflektiver Konstrukte  
<sup>3</sup> Fehlspezifikation eines oder mehrerer ursprünglich formativer Konstrukte  
<sup>4</sup> Sowohl ursprünglich reflektive, also auch ursprünglich formative Konstrukte wurden fehlspezifiziert  
<sup>5</sup> *Heywood Case*

**Tabelle 26:** Zusammenfassung der Untersuchung von Modell III (eigene Darstellung)

## 5 Kritische Würdigung und Ausblick

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die anhaltende Diskussion über fehlspezifizierte Messmodelle bei der Untersuchung kausaler Zusammenhänge mit Hilfe von Strukturgleichungsmodellen keineswegs so gerechtfertigt ist, wie manche Forscher auf diesem Gebiet es vielleicht behaupten mögen. Zwar hat eine Fehlspezifikation erhebliche Auswirkungen auf das betroffene Messmodell, doch ist davon weder die Größenverteilung innerhalb der Teilmodelle noch das Strukturmodell an sich von erwähnenswertem Ausmaß betroffen – lässt man die in der Kovarianzstrukturanalyse (*LISREL*) auftretenden *Heywood Cases* außer Acht.

Beide Verfahren waren gleichermaßen im Stande, trotz Fehlspezifikationen teilweise mehrerer Messmodelle, die Zusammenhänge zwischen den hypothetischen Konstrukten größtenteils beinahe exakt zu replizieren. Während der Varianzbasierte Ansatz (*PLS*) anstandslos das Strukturmodell immer richtig schätzte oder nur sehr geringe Abweichungen zu beobachten waren, gab es im Kovarianzbasierten Ansatz (*LISREL*) bei bedeutsamen Abweichungen im Vorfeld eindeutige Hinweise (z.B. *negative Varianzen*, *nicht positiv definite Matrizen*), die auf eine Fehlspezifikation des Modells schließen lassen und den Forscher somit zum Handeln auffordern.

Ist der Forscher nur an den Zusammenhängen der hypothetischen Konstrukte und nicht an den Gewichtungen der Indikatoren der einzelnen Messmodelle interessiert, sind Fehlspezifikationen folglich nicht von so hohem Ausmaße, wie häufig behauptet wird. Problematisch wird es jedoch, wenn auch die Gewichtungen der Indikatoren Eingang in die Untersuchung finden (so genannte Treiberanalysen). Doch auch hier konnte anhand der simulierten Modelle gezeigt werden, dass trotz erheblicher Abweichungen die Größenverteilung innerhalb der Teilmodelle immer eingehalten wurde und sich somit wichtige von weniger wichtigen Indikatoren auch unter Fehlspezifikation unterscheiden lassen.

Einzig die Gütebeurteilung könnte Probleme bei Fehlspezifikationen der Messmodelle mit sich bringen. Ist es bei reflektiven Messmodellen doch durchaus zulässig, niedrig korrelierende Indikatoren zu eliminieren, so ist dies bei formativen Konstrukten keinesfalls zulässig. Somit könnten gerade fälschlicherweise als reflektiv spezifizierte Konstrukte unter dem Entfernen bzw. Ersetzen niedrig korrelierender Indikatoren leiden und einen Einfluss auf das Modell haben.

Ungeachtet der Ergebnisse dieser Studie, sollten die Forscher jedoch immer gewillt sein, alle Konstrukte einer gründlichen und systematischen Untersuchung hinsichtlich ihres Charakters zu unterziehen, um etwaige Verzerrungen in den Ergebnissen zumindest vor diesem Hintergrund minimieren zu können.

## Anhang

### ANHANG 1: ERGEBNISSE DER IN DER ARBEIT NICHT NÄHER BETRACHTETEN UNTERSUCHUNGEN VON MODELL I

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Messmodell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48	0,48***	4	(0,00)	0,48	0,48*	4	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29***	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10	0,10*	1	(0,00)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$x_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29***	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77	0,77-	5	(0,00)	0,77**	0,77*	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,42	0,90***	5	(0,48)	0,42	0,91***	5	(0,49)
	$x_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,27	0,85***	4	(0,58)	0,27	0,88***	4	(0,61)
	$x_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,20	0,80***	3	(0,61)	0,20	0,85***	3	(0,65)
	$x_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,15	0,75***	2	(0,60)	0,15	0,81***	2	(0,66)
	$x_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,12	0,70-	1	(0,58)	0,12	0,77***	1	(0,65)
Messmodell $\eta_1$	$y_1 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22**	0,80***	1	(0,58)	0,24	0,86***	1	(0,62)
	$y_2 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31**	0,85***	3	(0,54)	0,33	0,89***	3	(0,56)
	$y_3 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22**	0,80***	1	(0,58)	0,24	0,86***	1	(0,62)
	$y_4 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31-	0,85-	3	(0,54)	0,33	0,89***	3	(0,56)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,09	0,52***	2	(0,43)	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,07	-0,40***	1	(0,33)	-0,36*	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,57***	0,60***	3	(0,03)	0,55**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch Festen Parameter in AMOS)

**Tabelle 27:** Mit AMOS und smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell I unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$  und  $\eta_1$

## ANHANG 2: ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN VON MODELL I MIT EINER DATENBASIS VON N=100

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>		
Messmodell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48**	4	(0,02)	0,48*	4	(0,02)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29*	2	(0,01)	0,29	2	(0,01)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10	1	(0,00)	0,10	1	(0,00)
	$x_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29**	2	(0,01)	0,29	2	(0,01)
	$x_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77-	5	(0,03)	0,77***	5	(0,03)
Messmodell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,90	5	0,90***	5	(0,00)	0,91***	5	(0,01)
	$\xi_2 \rightarrow x_7$	0,85	4	0,85***	4	(0,00)	0,88***	4	(0,03)
	$\xi_2 \rightarrow x_8$	0,80	3	0,80***	3	(0,00)	0,85***	3	(0,05)
	$\xi_2 \rightarrow x_9$	0,75	2	0,75***	2	(0,00)	0,81***	2	(0,06)
	$\xi_2 \rightarrow x_{10}$	0,70	1	0,70-	1	(0,00)	0,77***	1	(0,07)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80***	1	(0,00)	0,86***	1	(0,06)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85***	3	(0,00)	0,89***	3	(0,04)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	1	(0,00)	0,86***	1	(0,06)
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85-	3	(0,00)	0,89***	3	(0,04)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	3	(0,00)	0,92***	3	(0,02)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	4	(0,00)	0,94***	4	(0,01)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	2	(0,00)	0,86***	2	(0,06)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	1	(0,00)	0,79***	1	(0,09)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,52***	2	(0,02)	0,49**	2	(0,01)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,40***	1	(0,00)	-0,36**	1	(0,04)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60***	3	(0,00)	0,54**	3	(0,06)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in smartPLS mittels Bootstrapping)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch Festen Parameter in AMOS)

**Tabelle 28:** Mit AMOS und smartPLS geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II

		Modell <sup>1</sup>			LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>			
Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,50	4	0,26**	0,48**	4	(0,22)	0,48	0,48*	4	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,30	2	0,16	0,29*	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,10	1	0,05	0,10	1	(0,04)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_4$	0,30	2	0,16	0,29**	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_5$	0,80	5	0,43-	0,77-	5	(0,34)	0,77**	0,77***	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,90***	0,90***	5	(0,00)	0,91***	0,91***	5	(0,00)
	$x_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,85***	0,85***	4	(0,00)	0,88***	0,88***	4	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,80***	0,80***	3	(0,00)	0,85***	0,85***	3	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,75***	0,75***	2	(0,00)	0,81***	0,81***	2	(0,00)
	$x_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,77**	0,77***	1	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85***	0,85***	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85-	0,85-	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,92***	0,52***	3	(0,40)	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,39***	-0,40***	1	(0,01)	-0,36**	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60***	0,60***	2	(0,00)	0,54**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 29:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>				PLS <sup>3</sup>			
Messmodell $\xi_1$	$X_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48**	0,48**	4	(0,00)	0,48*	0,48*	4	(0,00)
	$X_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29*	0,29*	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$X_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10	0,10	1	(0,00)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$X_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29*	0,29**	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$X_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77-	0,77-	5	(0,00)	0,77**	0,77***	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$X_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,42	0,90***	5	<b>(0,48)</b>	0,42	0,91***	5	<b>(0,49)</b>
	$X_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,27	0,85***	4	<b>(0,58)</b>	0,27	0,88***	4	<b>(0,61)</b>
	$X_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,20	0,80***	3	<b>(0,61)</b>	0,20	0,85***	3	<b>(0,65)</b>
	$X_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,15	0,75***	2	<b>(0,60)</b>	0,15	0,81***	2	<b>(0,66)</b>
	$X_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,12	0,70-	1	<b>(0,58)</b>	0,12	0,77***	1	<b>(0,65)</b>
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85***	0,85***	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85-	0,85-	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,52***	0,52***	2	(0,00)	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,38	-0,40***	1	<b>(0,02)</b>	-0,36**	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60***	0,60***	3	(0,00)	0,54**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 30:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Messmodell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,50	4	0,26**	0,48**	4	(0,22)	0,48*	0,48*	4	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,30	2	0,16	0,29*	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,10	1	0,05	0,10	1	(0,04)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_4$	0,30	2	0,16	0,29**	2	(0,13)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_5$	0,80	5	0,43-	0,77-	5	(0,34)	0,77**	0,77***	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,42	0,90***	5	(0,48)	0,42	0,91***	5	(0,49)
	$x_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,27	0,85***	4	(0,58)	0,27	0,88***	4	(0,61)
	$x_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,20	0,80***	3	(0,61)	0,20	0,85***	3	(0,65)
	$x_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,15	0,75***	2	(0,60)	0,15	0,81***	2	(0,66)
	$x_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,12	0,70-	1	(0,58)	0,12	0,77***	1	(0,65)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,85	3	0,85***	0,85***	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,86***	0,86***	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_4$	0,85	3	0,85-	0,85-	3	(0,00)	0,89***	0,89***	3	(0,00)
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,92***	0,52***	3	(0,40)	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,38	-0,40***	1	(0,02)	-0,36*	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,60***	0,60***	2	(0,00)	0,54**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 31:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$  und  $\xi_2$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>				PLS <sup>3</sup>			
Messmodell $\xi_1$	$X_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48	0,48**	4	(0,00)	0,48*	0,48*	4	(0,00)
	$X_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29*	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$X_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10	0,10	1	(0,00)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$X_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29**	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$X_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77-	0,77-	5	(0,00)	0,77**	0,77***	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$X_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,90***	0,90***	5	(0,00)	0,91***	0,91***	5	(0,00)
	$X_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,85***	0,85***	4	(0,00)	0,88***	0,88***	4	(0,00)
	$X_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,80***	0,80***	3	(0,00)	0,85***	0,85***	3	(0,00)
	$X_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,75***	0,75***	2	(0,00)	0,81***	0,81***	2	(0,00)
	$X_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,77***	0,77***	1	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$y_1 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22	0,80***	1	<b>(0,58)</b>	0,24	0,86***	1	<b>(0,62)</b>
	$y_2 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31	0,85***	3	<b>(0,54)</b>	0,33	0,89***	3	<b>(0,56)</b>
	$y_3 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22	0,80***	1	<b>(0,58)</b>	0,24	0,86***	1	<b>(0,62)</b>
	$y_4 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31-	0,85-	3	<b>(0,54)</b>	0,33	0,89***	3	<b>(0,56)</b>
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,09	0,52***	2	<b>(0,43)</b>	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,07	-0,40***	1	<b>(0,33)</b>	-0,36**	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,57	0,60***	3	<b>(0,03)</b>	0,55**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 32:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\eta_1$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>				PLS <sup>3</sup>			
Messmodell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,50	4	0,48	0,48**	4	(0,00)	0,48*	0,48*	4	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29*	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,10	1	0,10	0,10	1	(0,00)	0,10	0,10	1	(0,00)
	$x_4 \rightarrow \xi_1$	0,30	2	0,29	0,29**	2	(0,00)	0,29	0,29	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_1$	0,80	5	0,77-	0,77-	5	(0,00)	0,77***	0,77***	5	(0,00)
Messmodell $\xi_2$	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,90	5	0,42	0,90***	5	<b>(0,48)</b>	0,42	0,91***	5	<b>(0,49)</b>
	$x_7 \rightarrow \xi_2$	0,85	4	0,27	0,85***	4	<b>(0,58)</b>	0,27	0,88***	4	<b>(0,61)</b>
	$x_8 \rightarrow \xi_2$	0,80	3	0,20	0,80***	3	<b>(0,61)</b>	0,20	0,85***	3	<b>(0,65)</b>
	$x_9 \rightarrow \xi_2$	0,75	2	0,15	0,75***	2	<b>(0,60)</b>	0,15	0,81***	2	<b>(0,66)</b>
	$x_{10} \rightarrow \xi_2$	0,70	1	0,12-	0,70-	1	<b>(0,58)</b>	0,12	0,77***	1	<b>(0,65)</b>
Messmodell $\eta_1$	$y_1 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22	0,80***	1	<b>(0,58)</b>	0,24	0,86***	1	<b>(0,62)</b>
	$y_2 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31	0,85***	3	<b>(0,54)</b>	0,33	0,89***	3	<b>(0,56)</b>
	$y_3 \rightarrow \eta_1$	0,80	1	0,22	0,80***	1	<b>(0,58)</b>	0,24	0,86***	1	<b>(0,62)</b>
	$y_4 \rightarrow \eta_1$	0,85	3	0,31-	0,85-	3	<b>(0,54)</b>	0,33	0,89***	3	<b>(0,56)</b>
Messmodell $\eta_2$	$\eta_2 \rightarrow y_5$	0,90	3	0,90***	0,90***	3	(0,00)	0,92***	0,92***	3	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_6$	0,95	4	0,95***	0,95***	4	(0,00)	0,94***	0,94***	4	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_7$	0,80	2	0,80***	0,80***	2	(0,00)	0,86***	0,86***	2	(0,00)
	$\eta_2 \rightarrow y_8$	0,70	1	0,70-	0,70-	1	(0,00)	0,79***	0,79***	1	(0,00)
Struktur-Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,50	2	0,09	0,52***	2	<b>(0,43)</b>	0,49**	0,49**	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	-0,40	1	-0,07	-0,40***	1	<b>(0,33)</b>	-0,36**	-0,36**	1	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow \eta_2$	0,60	3	0,57	0,60***	3	<b>(0,03)</b>	0,55**	0,54**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 33:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$  und  $\eta_1$

### ANHANG 3: ERGEBNISSE DER IN DER ARBEIT NICHT NÄHER BETRACHTETEN UNTERSUCHUNGEN VON MODELL II

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	0,48	2	0,00	0,48	0,48	2	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	0,85	3	0,00	0,85	0,85	3	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	0,21-	1	0,00	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,12**	0,60**	2	<b>0,48</b>	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,07*	0,36*	1	<b>0,29</b>	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,14-	0,72-	3	<b>0,58</b>	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$x_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36	0,36***	2	0,00	0,36	0,36	2	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24	0,24***	1	0,00	0,24	0,24	1	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	0,90-	3	0,00	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85***	0,85-	2	0,00	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	0,00	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80-	0,80***	1	0,00	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	0,14	1	0,00	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,86***	0,17***	2	<b>0,69</b>	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50***	0,50***	3	0,00	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

- Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 34:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	0,48	2	(0,00)	0,48	0,48	2	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	0,85	3	(0,00)	0,85	0,85	3	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	0,21-	1	(0,00)	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60	0,60**	2	(0,00)	0,60	0,60	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36	0,36*	1	(0,00)	0,36	0,36	1	(0,00)
	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72-	0,72-	3	(0,00)	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18***	0,36***	2	<b>(0,18)</b>	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12***	0,24***	1	<b>(0,12)</b>	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,46-	0,90-	3	<b>(0,44)</b>	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85***	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80-	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	0,14	1	(0,00)	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17**	0,17***	2	(0,00)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,98***	0,50***	3	<b>(0,48)</b>	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 35:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_3$

		Modell <sup>1</sup>			LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,12-	0,48	2	<b>(0,36)</b>	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,24*	0,85	3	<b>(0,62)</b>	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,05	0,21-	1	<b>(0,16)</b>	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60-	0,60**	2	(0,00)	0,60	0,60	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36	0,36*	1	(0,00)	0,36	0,36	1	(0,00)
	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72	0,72-	3	(0,00)	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18-	0,36***	2	<b>(0,18)</b>	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12***	0,24***	1	<b>(0,12)</b>	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,47***	0,90-	3	<b>(0,43)</b>	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,24	0,14	2	<b>(0,10)</b>	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17*	0,17***	1	(0,00)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,89***	0,50***	3	<b>(0,39)</b>	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 36:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$  und  $\xi_3$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>				
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	0,48	2	(0,00)	0,48	0,48	2	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	0,85	3	(0,00)	0,85	0,85	3	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	0,21-	1	(0,00)	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,19**	0,60**	2	<b>(0,41)</b>	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,10	0,36*	1	<b>(0,26)</b>	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,25-	0,72-	3	<b>(0,47)</b>	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18***	0,36***	2	<b>(0,18)</b>	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12***	0,24***	1	<b>(0,12)</b>	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,49-	0,90-	3	<b>(0,41)</b>	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	0,14	1	(0,00)	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,41*	0,17***	2	<b>(0,25)</b>	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,90***	0,50***	3	<b>(0,40)</b>	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=1000) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 37:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$  und  $\xi_3$

#### ANHANG 4: ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN VON MODELL II MIT EINER DATENBASIS VON N=100

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>		
Mess- Modell $\xi_1$	$X_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	2	<b>(0,03)</b>	0,48	2	<b>(0,03)</b>
	$X_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	3	<b>(0,05)</b>	0,85	3	<b>(0,05)</b>
	$X_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	1	<b>(0,01)</b>	0,21	1	<b>(0,01)</b>
Mess- Modell $\xi_2$	$X_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60	2	<b>(0,10)</b>	0,60	2	<b>(0,10)</b>
	$X_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36	1	<b>(0,06)</b>	0,36	1	<b>(0,06)</b>
	$X_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72-	3	<b>(0,12)</b>	0,72	3	<b>(0,12)</b>
Mess- Modell $\xi_3$	$X_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36	2	<b>(0,06)</b>	0,36	2	<b>(0,06)</b>
	$X_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24	1	<b>(0,04)</b>	0,24	1	<b>(0,04)</b>
	$X_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	3	<b>(0,15)</b>	0,90**	3	<b>(0,15)</b>
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	2	(0,00)	0,91***	2	<b>(0,06)</b>
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	3	(0,00)	0,93***	3	<b>(0,01)</b>
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	1	(0,00)	0,88***	1	<b>(0,08)</b>
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	1	<b>(0,01)</b>	0,13	1	<b>(0,02)</b>
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17	2	<b>(0,03)</b>	0,16	2	<b>(0,04)</b>
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50***	3	<b>(0,10)</b>	0,47**	3	<b>(0,13)</b>

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Modellwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

ˆ Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 38:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II

		Modell <sup>1</sup>			LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,08	0,48	2	<b>(0,40)</b>	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,14	0,85	3	<b>(0,71)</b>	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,04-	0,21-	1	<b>(0,18)</b>	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60	0,60	2	(0,00)	0,60	0,60	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36	0,36	1	(0,00)	0,36	0,36	1	(0,00)
	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72-	0,72-	3	(0,00)	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$x_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36	0,36	2	(0,00)	0,36	0,36	2	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24	0,24	1	(0,00)	0,24	0,24	1	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	0,90-	3	(0,00)	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,85	0,14	3	<b>(0,71)</b>	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17	0,17	1	(0,00)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50	0,50***	2	(0,00)	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 39:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>				PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	0,48	2	(0,00)	0,48	0,48	2	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	0,85	3	(0,00)	0,85	0,85	3	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	0,21-	1	(0,00)	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,12	0,60	2	<b>(0,48)</b>	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,07	0,36	1	<b>(0,29)</b>	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,14-	0,72-	3	<b>(0,58)</b>	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$x_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36	0,36	2	(0,00)	0,36	0,36	2	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24	0,24	1	(0,00)	0,24	0,24	1	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	0,90-	3	(0,00)	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	0,14	1	(0,00)	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,86	0,17	3	<b>(0,69)</b>	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50	0,50***	2	(0,00)	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 40:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>				PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	0,48	2	(0,00)	0,48	0,48	2	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	0,85	3	(0,00)	0,85	0,85	3	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	0,21-	1	(0,00)	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60	0,60	2	(0,00)	0,60	0,60	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36	0,36	1	(0,00)	0,36	0,36	1	(0,00)
	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72-	0,72-	3	(0,00)	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18*	0,36	2	<b>(0,18)</b>	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12	0,24	1	<b>(0,12)</b>	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,46-	0,90-	3	<b>(0,44)</b>	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	0,14	1	(0,00)	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17	0,17	2	(0,00)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,98***	0,50***	3	<b>(0,48)</b>	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 41:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_3$

		Modell <sup>1</sup>			LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,11	0,48	2	<b>(0,37)</b>	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,21	0,85	3	<b>(0,64)</b>	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,05-	0,21-	1	<b>(0,16)</b>	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,15	0,60	2	<b>(0,45)</b>	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,09	0,36	1	<b>(0,27)</b>	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,18-	0,72-	3	<b>(0,54)</b>	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$x_7 \rightarrow \xi_3$	0,30	2	0,36	0,36	2	(0,00)	0,36	0,36	2	(0,00)
	$x_8 \rightarrow \xi_3$	0,20	1	0,24	0,24	1	(0,00)	0,24	0,24	1	(0,00)
	$x_9 \rightarrow \xi_3$	0,75	3	0,90-	0,90-	3	(0,00)	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92**	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80**	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,55	0,14	2	<b>(0,41)</b>	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,67	0,17	3	<b>(0,50)</b>	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,50	0,50***	1	(0,00)	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 42:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$  und  $\xi_2$

		Modell <sup>1</sup>			LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,12-	0,48	2	<b>(0,36)</b>	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,24	0,85	3	<b>(0,62)</b>	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,05	0,21-	1	<b>(0,16)</b>	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$x_4 \rightarrow \xi_2$	0,50	2	0,60-	0,60	2	(0,00)	0,60	0,60	2	(0,00)
	$x_5 \rightarrow \xi_2$	0,30	1	0,36	0,36	1	(0,00)	0,36	0,36	1	(0,00)
	$x_6 \rightarrow \xi_2$	0,60	3	0,72	0,72-	3	(0,00)	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18-	0,36	2	<b>(0,18)</b>	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12	0,24	1	<b>(0,12)</b>	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,47	0,90-	3	<b>(0,43)</b>	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,24	0,14	2	<b>(0,10)</b>	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,17	0,17	1	(0,00)	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,89	0,50***	3	<b>(0,39)</b>	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 43:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$  und  $\xi_3$

		Modell <sup>1</sup>		LISREL <sup>2</sup>				PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$x_1 \rightarrow \xi_1$	0,45	2	0,48	0,48	2	(0,00)	0,48	0,48	2	(0,00)
	$x_2 \rightarrow \xi_1$	0,80	3	0,85	0,85	3	(0,00)	0,85	0,85	3	(0,00)
	$x_3 \rightarrow \xi_1$	0,20	1	0,21-	0,21-	1	(0,00)	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,19	0,60	2	<b>(0,41)</b>	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,10	0,36	1	<b>(0,26)</b>	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,25-	0,72-	3	<b>(0,47)</b>	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18	0,36	2	<b>(0,18)</b>	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12	0,24	1	<b>(0,12)</b>	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,49-	0,90-	3	<b>(0,41)</b>	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,14	0,14	1	(0,00)	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,41	0,17	2	<b>(0,25)</b>	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,90**	0,50***	3	<b>(0,40)</b>	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 44:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_2$  und  $\xi_3$

		Modell <sup>1</sup>			LISREL <sup>2</sup>			PLS <sup>3</sup>			
Mess- Modell $\xi_1$	$\xi_1 \rightarrow x_1$	0,45	2	0,12	0,48	2	<b>(0,36)</b>	0,48	0,48	2	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_2$	0,80	3	0,26	0,85	3	<b>(0,59)</b>	0,85	0,85	3	(0,00)
	$\xi_1 \rightarrow x_3$	0,20	1	0,05-	0,21-	1	<b>(0,16)</b>	0,21	0,21	1	(0,00)
Mess- Modell $\xi_2$	$\xi_2 \rightarrow x_4$	0,50	2	0,19	0,60	2	<b>(0,41)</b>	0,60	0,60	2	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_5$	0,30	1	0,10	0,36	1	<b>(0,26)</b>	0,36	0,36	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow x_6$	0,60	3	0,25-	0,72-	3	<b>(0,47)</b>	0,72	0,72	3	(0,00)
Mess- Modell $\xi_3$	$\xi_3 \rightarrow x_7$	0,30	2	0,18	0,36	2	<b>(0,18)</b>	0,36	0,36	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_8$	0,20	1	0,12	0,24	1	<b>(0,12)</b>	0,24	0,24	1	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow x_9$	0,75	3	0,50-	0,90-	3	<b>(0,40)</b>	0,90**	0,90**	3	(0,00)
Messmodell $\eta_1$	$\eta_1 \rightarrow y_1$	0,85	2	0,85-	0,85-	2	(0,00)	0,91***	0,91***	2	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_2$	0,92	3	0,92***	0,92***	3	(0,00)	0,93***	0,93***	3	(0,00)
	$\eta_1 \rightarrow y_3$	0,80	1	0,80***	0,80***	1	(0,00)	0,88***	0,88***	1	(0,00)
Struktur- Modell	$\xi_1 \rightarrow \eta_1$	0,15	1	0,23	0,14	1	<b>(0,09)</b>	0,13	0,13	1	(0,00)
	$\xi_2 \rightarrow \eta_1$	0,20	2	0,39	0,17	2	<b>(0,22)</b>	0,16	0,16	2	(0,00)
	$\xi_3 \rightarrow \eta_1$	0,60	3	0,83	0,50***	3	<b>(0,33)</b>	0,47**	0,47**	3	(0,00)

<sup>1</sup> Pfadkoeffizienten des spezifizierten Modells und Größenverteilung

<sup>2</sup> In AMOS geschätzte standardisierte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

<sup>3</sup> In *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten (n=100) mit Referenzwert, Größenverteilung und absoluter Abweichung vom Referenzwert (in Klammern)

\*\*\* Signifikant zum Niveau 0% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\*\* Signifikant zum Niveau 5% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

\* Signifikant zum Niveau 10% (In AMOS durch die Critical Ratio und in *smartPLS* mittels *Bootstrapping*)

· Kein Signifikanzniveau verfügbar (durch *Festen Parameter* in AMOS)

**Tabelle 45:** Mit AMOS und *smartPLS* geschätzte Pfadkoeffizienten von Modell II unter Fehlspezifikation von  $\xi_1$ ,  $\xi_2$  und  $\xi_3$

---

## Literaturverzeichnis

Albers, S.; Hildebrandt, L. (in Druck): Methodische Probleme bei der Erfolgsfaktorenforschung - Messfehler, formative versus reflektive Indikatoren und die Wahl des Strukturgleichungs-Modells. Erscheint in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF), Zugriff unter [http://www.bwl.unikiel.de/InnovationMarketing/de/lehrstuhl/albers/publikationen/Albers\\_Hildebrandt\\_SEM%20und%20Erfolg\\_rev.pdf](http://www.bwl.unikiel.de/InnovationMarketing/de/lehrstuhl/albers/publikationen/Albers_Hildebrandt_SEM%20und%20Erfolg_rev.pdf) [23.01.2005].

Anderson, J. C.; Gerbing, D. W. (1982): Some Methods for Respecifying Measurement Models to Obtain Unidimensional Construct Measurement, in: Journal of Marketing Research, Vol. 19, No. 4, S. 453-460.

Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W.; Weiber, R. (2003): Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung, 10. Auflage, Berlin et al. 2003.

Bagozzi, R. P. (1980): Causal Models in Marketing, Wiley, New York 1980.

Bagozzi, R. P. (1982): The Role of Measurement in Theory Construction and Hypothesis Testing: Toward A Holistic Model, in: A Second Generation of Multivariate Analysis, Band 1, hrsg. von C. Fornell, New York 1982, S. 5-23.

Bagozzi, R. P. (1984): Prospectus for Theory Construction in Marketing, in: Journal of Marketing, Vol. 48, No. 1, S. 11-29.

Bagozzi, R. P. (1994): Structural Equation Models in Marketing Research: Basic Principles, in: Principles in Marketing Research, hrsg. von R. P. Bagozzi, Cambridge 1994, S. 317-385.

Bagozzi, R. P.; Baumgartner H. (1994): The Evaluation of Structural Equation Models and Hypothesis Testing, in: Principles of Marketing Research, hrsg. von R. P. Bagozzi, Cambridge 1994, S. 386-422.

Bagozzi, R. P.; Fornell, C. (1982): Theoretical Concepts, Measurements, and Meaning, in: A Second Generation of Multivariate Analysis, Bd. 2, hrsg. von C. Fornell, New York 1982, S. 24-38.

Balderjahn, I. (1986): Das umweltbewusste Konsumentenverhalten, Berlin 1986.

- 
- Baumgartner, H.; Homburg, C. (1996): Applications of Structural Equation Modeling in Marketing and Consumer Research: A Review, in: *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 13, No. 2, S. 139-161.
- Beutin, N. (2000): *Kundennutzen in industriellen Geschäftsbeziehungen*, Wiesbaden 2000.
- Blalock, H. M. (1964): *Causal Inferences in Nonexperimental Research*, Chapel Hill 1964.
- Bollen, K. A. (1984): Multiple Indicators: Internal Consistency or No Necessary Relationship?, in: *Quality and Quantity*, Vol. 18, No. 4, S. 377-385.
- Bollen, K. A. (1989): *Structural Equations with Latent Variables*, New York u.a. 1989.
- Bollen, K. A.; Lennox, R. (1991): Conventional Wisdom in Measurement: A Structural Equation Perspective, in: *Psychological Bulletin*, Vol. 110, No. 2, S. 305-314.
- Cannon, J. P.; Homburg, C. (2001): Buyer-Supplier Relationships and Customer Firm Costs, in: *Journal of Marketing*, Vol. 65, No. 1, S. 29-43.
- Chin, W. W.; Gopal, A. (1995): Adoption Intention in GSS: Relative Importance of Beliefs, in: *ACM SIGMIS Database*, Vol. 26, No. 2/3, S. 42-64.
- Chin, W. W.; Newsted, P. R. (1995): The Importance of Specification in Casual Modeling: The Case of End-User Computing Satisfaction, in: *Information Systems Research*, Vol. 6, No. 1, S. 73-81.
- Chin, W. W.; Newsted, P. R. (1998): Structural Equation Modeling Analysis with Small Samples Using Partial Least Squares, in: *Statistical Strategies for Small Sample Research*. Thousand Oaks u.a., hrsg. von H. Rick Hoyle Rick, 1998, S. 307-341.
- Churchill, G. A., Jr. (1979): A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 16, No. 1, S. 64-73.
- Curtis, R. F.; Jackson, E. F. (1962): Multiple Indicators in Survey Research, in: *American Journal of Sociology*, Vol. 68, No. 2, S. 195-204.

- 
- Diamantopoulos, A.; Winklhofer, H. M. (2001): Index Construction with Formative Indicators: An Alternative to Scale Development, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 38, S. 269-277.
- Dillon, R. D.; Kumar, A.; Mulani, N. (1987): Offending Estimates in Covariance Structure Analysis: Comments on the Causes of and Solutions to Heywood Cases, in: *Psychological Bulletin*, Vol. 101 (1987), S. 126-135.
- Eberl, M. (2004): Formative und reflektive Indikatoren im Forschungsprozess: Entscheidungsregeln und die Dominanz des reflektiven Modells, *Schriften zur empirischen Forschung und Quantitativen Unternehmensplanung*, Heft 19/2004, München 2004.
- Edwards, J. R.; Bagozzi, R. P. (2000): On the Nature and Direction of Relationships Between Constructs and Measures, in: *Psychological Methods*, Vol. 5, No. 2, S. 155-174.
- Eggert, A.; Fassott, G. (2003): Zur Verwendung formativer und reflektiver Indikatoren in Strukturgleichungsmodellen – Ergebnisse einer Metaanalyse und Anwendungsempfehlungen, *Arbeitspapier des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre an der Universität Kaiserslautern* 2003.
- Fassot, G.; Eggert A. (2005): Zur Verwendung formativer und reflektiver Indikatoren in Strukturgleichungsmodellen: Bestandsaufnahme und Anwendungsempfehlungen, in: *Handbuch – PLS-Pfadmodellierung – Methoden – Anwendungen – Praxisbeispiele*, hrsg von F. Bliemel; A. Eggert; G. Fassot; J. Henseler, Stuttgart 2005.
- Fornell, C. (1989): The Blending of Theoretical and Empirical Knowledge in Structural Equations with Unobservables, in: .): *Theoretical Empiricism – A General Rationale for Scientific Model-Building*, hrsg. von H. Wold, New York 1989, S. 153-173.
- Fornell, C.; Bookstein, F. L. (1982): Two Structural Equation Models: LISREL and PLS Applied to Consumer Exit-Voice Theory, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 19, No. 4, S. 440-452.
- Gerbing, D.; Anderson, J. C. (1988): An Updated Paradigm for Scale Development Incorporating Unidimensionality and Its Assessment, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 25, No. 2, S. 186-192.

---

Hauser, R. M. (1973): Disaggregating a Social-Psychological Model of Educational Attainment, in: Structural Equation Models in the Social Sciences, hrsg. von Arthur S. Goldberger, Otis Dudley Duncan, New York u.a. 1973, S. 255-284.

Homburg C.; Baumgartner H. (1995): Beurteilung von Kausalmodellen – Bestandsaufnahme und Anwendungsempfehlungen, in: Marketing ZFP, Heft 3, S. 162-176.

Homburg, C. (1995): Kundennähe von Industriegüterunternehmen: Konzeption – Erfolgsauswirkungen – Determinanten, Wiesbaden, 1995.

Homburg, C.; Dobratz, A. (1991): Iterative Modellselektion in der Kausalanalyse, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Vol. 43, No. 3, S. 213-237.

Homburg, C.; Dobratz, A. (1992): Covariance Structure Analysis via Specification Searches, in: Statistical Papers, Vol. 33 (1992), S. 119-142.

Homburg, Christian; Giering, Annette (1996): Konzeptualisierung und Operationalisierung komplexer Konstrukte – ein Leitfaden für die Marketingforschung, in: Marketing ZFP, Vol. 18, No. 1, S. 5-24.

Hulland, J. (1999): Use of Partial Least Squares (PLS) in Strategic Management Research: A Review of Four Recent Studies, in: Strategic Management Journal, Vol. 20 (1999), S. 195-204.

Hussy, W. (2004): Methoden der Evaluation und der Entwicklungspsychologie, Universität zu Köln,

[http://www.uni-koeln.de/phil-fak/psych/methoden/evaluation/,SS%202004/Netz/10\\_kausalanalyse\\_1\\_04.PDF](http://www.uni-koeln.de/phil-fak/psych/methoden/evaluation/,SS%202004/Netz/10_kausalanalyse_1_04.PDF)

[18.01.2006]

Jarvis, C. B.; Mackenzie, S. B.; Podsakoff, P. M. (2003): A Critical Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research, in: Journal of Consumer Research, Vol. 30, No. 3, S. 199-218.

Jöreskog, K. G. (1967): Some Contributions to Maximum Likelihood Factor Analysis, in: Psychometrika, Volume 32 (1967), S. 443-482.

Jöreskog, K. G.; Sörbom, D. (2001): LISREL 8: User's Reference Guide, Lincolnwood 2001.

- 
- Knoke, D. (2005): SOC8811 Advanced Statistics Lecture Notes - Structural Equation Models, University of Minnesota – Sociology Department, Minnesota 2005.
- Kramer, U.; Neculau, M. (1998): Simulationstechnik, München u.a. 1998.
- Law, K. S.; Wong C. (1999): Multidimensional Constructs in Structural Equation Analysis: An Illustration Using the Job Perception and Job Satisfaction Constructs, in: Journal of Management, Vol. 25 (1999/2), S. 143-160.
- Ley, P. (1972): Quantitative Aspects of Psychological Assessment, London 1972.
- Lohmöller, J.-B. (1984): LVPLS 1.6 Program Manual. Zentralarchiv für Empirische Sozialforschung, Universität zu Köln, Köln 1984.
- Lohmöller, J.-B. (1989): Latent Variable Path Modeling with Partial Least Squares, Heidelberg 1989.
- MacCallum, R. C.; Browne, M. W. (1993): The Use of Causal Indicators in Covariance Structure Models: Some Practical Issues, in: Psychological Bulletin, Vol. 114, No. 3, S. 533-541.
- Mathes, H. (1993): Der PLS-Ansatz für die Analyse von Pfadmodellen, Frankfurt/Main 1993.
- Nunnally, J. C. (1967): Psychometric Theory, New York u.a. 1967.
- Nunnally, J. C.; Bernstein, Ira H. (1994): Psychometric Theory, 3<sup>rd</sup> ed., New York u.a. 1994.
- Paxton, P.; Curran, P. J.; Bollen, K. A.; Kirby, J.; Chen, F. (2001): Monte Carlo Experiments: Design and Implementation, in: Structural Equation Modeling, Vol. 8 (2001), Lawrence Erlbaum Associates, S. 287-312.
- Reinartz, W.; Krafft, M.; Hoyer, W. D. (2004): The Customer Relationship Management Process: Its Measurement and Impact on Performance, in: Journal of Marketing Research (JMR), Vol. 41, No. 3, S. 293-305.
- Ringle, Ch. M.; (2005): Erfolgsfaktor strategischer Allianzen aus Sicht der Kooperationspartner, in: Handbuch – PLS-Pfadmodellierung – Methoden – Anwendungen – Praxisbeispiele, hrsg. von F. Bliemel; A. Eggert; G. Fassot; J. Henseler, Stuttgart 2005.

---

Rossiter, J. R. (2002): The C-OAR-SE Procedure for Scale Development in Marketing, in: *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 19, No. 4, S. 305-335.

Said, A. (2003): Rural Poverty Analysis using Consumption of Durable-Goods Indicator in Sulawesi Region, Indonesia; A Structural Causal Model by Path Analysis, in: *IS-TECS Journal*, Vol. IV (2003), S. 2-26.

Schnell, R.; Hill, P. B.; Esser, E. (2005): *Methoden der empirischen Sozialforschung*, 7., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage, Oldenbourg, München 2005.

Temme, D.; Kreis H. (2005): Der PLS-Ansatz zur Schätzung von Strukturgleichungsmodellen mit latenten Variablen: Ein Softwareüberblick, in: *Handbuch – PLS-Pfadmodellierung – Methoden – Anwendungen – Praxisbeispiele*, hrsg. von F. Blümel; A. Eggert; G. Fassot; J. Henseler, Stuttgart 2005.

Wold, H. (1982a): System Under Indirect Observation Using PLS, in: Fornell, C. (1982): *A Second Generation of Multivariate Analysis – Vol. 1 – Methods*, New York 1982, S. 325-348.

Wold, H. (1982b): Soft Modeling: The Basic Design and Some Extensions, in: Jöreskog, K.G.; Wold, H. (1982b): *Systems under indirect observation: Causality – Structure – Prediction – Part2*, North-Holland, Amsterdam et al. 1982, S. 1-54.