

Zahlungsbereitschaften für Geschäftsmodelle produktbegleitender Dienstleistungen

# **DOKUMENTATION**

Messung von Zahlungsbereitschaften für hybride Leistungsbündel – Konzeption und Toolentwicklung im Rahmen der Softwarearchitektur H2-ServPay

- Becker, J.
- Beverungen, D.
- Busch, A.
- Frohs, M.
- Steiner, M.
- Weddeling, M.
- Wolf, K.







GEFÖRDERT VOM

# SERVPAY ARBEITSPAPIER WORKING PAPER

Nr. 5 (2008)

Becker, J.; Beverungen, D.; Busch, A.; Frohs, M.; Steiner, M.; Weddeling, M.; Wolf, K.

Messung von Zahlungsbereitschaften für hybride Leistungsbündel – Konzeption und Toolentwicklung im Rahmen der Softwarearchitektur H2-ServPay

Ein Beitrag zum Forschungsprojekt



"ServPay – Zahlungsbereitschaften für Geschäftsmodelle produktbegleitender Dienstleistungen"

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes "Forschung für die Produktion von morgen" (Förderkennzeichen: 02PG1010) gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT), betreut.

BETREUT VOM



# Prof. Dr. Jörg Becker

Westfälische Wilhelms-Universität Münster European Research Center for Information Systems (ERCIS) Institut für Wirtschaftsinformatik Leonardo-Campus 3 48149 Münster

Tel.: 0251-83-38100 Fax: 0251-83-28062

Email: becker@ercis.uni-muenster.de

#### Dipl.-Wirt.Inf. Daniel Beverungen

Westfälische Wilhelms-Universität Münster European Research Center for Information Systems (ERCIS) Institut für Wirtschaftsinformatik Leonardo-Campus 3

Tel.: 0251-83-38092 Fax: 0251-83-28068

48149 Münster

Email: daniel.beverungen@ercis.uni-muenster.de

#### Dipl.-Kffr. Margarethe Frohs

Westfälische Wilhelms-Universität Münster Institut für Anlagen und Systemtechnologien Am Stadtgraben 13-15 48143 Münster

Tel.: 0251-83-29941 Fax: 0251-83-22903

Email: margarethe.frohs@uni-muenster.de

#### Prof. Dr. Michael Steiner

Westfälische Wilhelms-Universität Münster Institut für Anlagen und Systemtechnologien Am Stadtgraben 13-15 48143 Münster

Tel.: 0251-83-31431 Fax: 0251-83-22903

Email: michael.steiner@uni-muenster.de

# Dipl.-Kfm. Matthias Weddeling

Westfälische Wilhelms-Universität Münster Institut für Anlagen und Systemtechnologien Am Stadtgraben 13-15 48143 Münster

Tel.: 0251-83-25014 Fax: 0251-83-22903

Email: matthias.weddeling@uni-muenster.de

Dieser Arbeitsbericht basiert im Wesentlichen auf zwei Bachelorarbeiten zur Konzeption und Implementierung einer Toolunterstützung zur Durchführung von Zahlungsbereitschaftsanalysen, die von Alexander Busch (Datenerhebung) und Konrad Wolf (Datenauswertung) im Rahmen des ServPay-Projekts geschrieben wurden. Die darin enthaltenen Inhalte wurden teilweise geändert, ergänzt und neu organisiert, um die vorliegende Version des Arbeitsberichtes insgesamt konsistenter zu machen. Die Betreuung der Arbeiten wurde vom Institut für Wirtschaftsinformatik (Prof. Dr. Jörg Becker) und vom Institut für Anlagen und Systemtechnologien (Prof. Dr. Dr. hc. Klaus Backhaus) gemeinschaftlich übernommen. Gemeinsames Ergebnis der Arbeiten ist ein funktionsfähiges Softwarewerkzeug, mit dem Zahlungsbereitschaftsanalysen – insbesondere auch auf der Basis der Modelle in H2-ServPay – durchgeführt werden können. Dieses wurde auch erfolgreich zur Zahlungsbereitschaftsermittlung im ServPay-Projekt eingesetzt. Eine Grundversion des Softwarewerkzeugs steht zu Demonstrationszwecken auf der Webseite des Projektes www.servpay.de zur Verfügung.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einf	ührung und Einordnung	2
	1.1	Einführung in die Bündelung von Sach- und Dienstleistungen	2
	1.2	Einordnung des Arbeitsberichtes in das Forschungsprojekt ServPay	3
	1.3	Zahlungsbereitschaftsmessung im Rahmen von H2-ServPay	4
2	Teil	1: Konzeption und prototypische Implementierung der Datenerhebung	6
		Anforderungsbeschreibung an die zu erstellende Toolunterstützung	
		2.1.1 Technische Anforderungen	
		2.1.2 Fachliche Anforderungen	
	2.2	Software-Architektur	
		2.2.1 Integration des Conjoint-Analyse-Tools in die H2-ServPay Gesamtarchitektur	
		2.2.2 Architektur des Conjoint-Analyse-Tools     2.2.3 Datenbankdesign	
	2 2	Anwendungsdesign	
	2.3	2.3.1 Paketstruktur	
		2.3.2 Remote-Zugriff	
		2.3.3 Geschäftsobjekte	
		2.3.4 Erhebungsdesign	
		2.3.5 GUI	
		2.3.6 Datenbankzugriff	
	2.4	Prototypische Implementierung	
		2.4.1 .NET Remoting Zugriff	
		2.4.3 Benutzerinterface (GUI)	
		2.4.4 Zugriff auf die Conjoint-Datenbank	
3	Teil	2: Konzeption und prototypische Implementierung der Datenauswertung	27
•		Überblick	
		Verfahrung zur Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für hybride Leistungsbündel	
		3.2.1 Aufbauende Erläuterung der HILCA als geeignetes Verfahren	
		3.2.1.1 Vorbemerkungen	
		3.2.1.2 Traditionelle Conjoint-Analyse (TCA)	
		3.2.1.3 Limit Conjoint-Analyse (LCA)	. 31
	2.2		
	3.3	Konzeption und Architektur des Conjoint-Auswertungstools	
		3.3.2 Anforderungsanalyse und Funktionalitätsbeschreibung	
		3.3.3 Allgemeiner Architekturüberblick	
		3.3.4 Datenbasierte Analyse (ERM)	40
		3.3.5 Objektorientierte Analyse (OOA-Modell)	
		3.3.6 Entwurf	
	3.4	Implementierung der Conjoint-Auswertungsfunktionalität	. 48
		3.4.1 Die Conjoint-Analysis-Klassen	
		3.4.3 Dekompositionelle Teilnutzenberechnung	
		3.4.3.1 Vorbemerkungen	
		3.4.3.2 Wahl eines geeigneten Schätzverfahrens	50
		3.4.3.3 OLS-Regression	
		3.4.3.4 Algorithmische Umsetzung der OLS-Regression	
		3.4.4 Erweiterte Teilnutzenberechnung bei der HILCA	
		3.4.5 Berechnung der normierten Teilnutzen	
	3 5	Potentielle Erweiterungsmöglichkeiten und kritische Betrachtung der HILCA	
	•	]	
Lit	erati	urverzeichnis	QΩ

## 1 Einführung und Einordnung

## 1.1 Einführung in die Bündelung von Sach- und Dienstleistungen

In den letzten Jahren hat im Industriegüterbereich u.a. aufgrund von steigendem Konkurrenzdruck eine zunehmend systematischere Erweiterung des Leistungsangebots stattgefunden. Dabei werden zusätzlich zu Sachleistungen vermehrt auch industrielle Dienstleistungen in das Leistungsportfolio aufgenommen. Diese Entwicklung bildet die Grundlage dafür, Kunden abgestimmte Gesamtlösungen aus Sachgut- und Dienstleistungskomponenten anbieten zu können. Unternehmen, die ihren Kunden solche hybriden Leistungsbündel anbieten können, steigern durch die erhöhte Problemlösungskompetenz ihre Attraktivität für Kunden.<sup>1</sup>

Eine Problemlösung für Kunden kommt durch angebotene und erbrachte Leistungen des Anbieters zustande. Eine Leistung kann generell als das Ergebnis eines (Geschäfts-) Prozesses verstanden werden und kann sich aus verschiedenen Leistungsarten, wie beispielsweise Sach- und Dienstleistungen, zusammensetzen.<sup>2</sup> Sachleistungen zeichnen sich durch ihren materiellen Charakter aus. f Sachleistungen werden häufig weiter in Rohstoffe, Produktions-/Betriebsmittel und Verbrauchsgüter unterteilt. Sachleistungen sind beispielsweise Rohmaterial, gefertigte Zwischenprodukte und gefertigte Endprodukte.<sup>3</sup>

Im Gegensatz zu Sachleistungen findet sich zum Dienstleistungsbegriff keine eindeutige Definition in der Fachliteratur. Stattdessen existiert eine Vielzahl möglicher Ansätze zur Definition und Abgrenzung des Dienstleistungsbegriffs. Die maßgeblichen Eigenschaften einer Dienstleistung, die zur Abgrenzung einer Sachleistung genutzt werden können, werden mitunter wie folgt zusammengefasst: Immaterialität des Outputs, keine Lagerung und keine Vorratsproduktion, Gleichzeitigkeit von Leistungserstellung und Konsum, sowie die Integration des Kunden oder seiner Objekte als externen Faktor in den Dienstleistungsprozess (Service Delivery).

Es lässt sich feststellen, dass sich Dienstleistungen aufgrund dieser Eigenschaften auf den ersten Blick grundsätzlich von Sachleistungen unterscheiden. Jedoch handelt es sich statt um eine trennscharfe Abgrenzung eher um ein Kontinuum von Absatzobjekten, in dem statt eindeutiger Ausprägungen vielfältige Abstufungen zwischen Sachleistungen und Dienstleistungen denkbar sind. Der Ausgangspunkt jedes Angebotes ist letztendlich die Nachfrage des Kunden, die sein Bedürfnis zur Lösung eines für ihn wichtigen Problems widerspiegelt. Diesen Bedürfnissen begegnet ein Anbieter mit einer individuell zusammengesetzten Gesamtlösung, bestehend aus materiellen und immateriellen Leistungsbausteinen, die er auf die Kundenbedürfnisse abstimmt. Die Kombination von Sachund Dienstleistungen wird dabei als *hybrides Leistungsbündel* bezeichnet. Das Ergebnis der Leistung wird kooperativ durch eine Endkombination von Ressourcen des Anbieters und Ressourcen

vgl. Backhaus, Lütgemüller, Weddeling (2007), S. 2

vgl. Scheer, Grieble, Klein (2006), S. 21.

vgl. Scheer, Grieble, Klein (2006), S. 21 f.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> vgl. Beier (2006), S. 15 f.

des Kunden (als sog. externer Faktor) erzeugt.<sup>5</sup> Beispielsweise ist zu der Dienstleistung "Schulung von Bedienpersonal einer technischen Anlage" neben geeigneten Maschinen und dem Trainer (Ressourcen des Anbieters) auch mindestens die Anwesenheit des zu schulenden Personals erforderlich (Ressourcen des Kunden). Die Notwendigkeit dieser Kooperation muss bei der Erstellung von Dienstleistungen berücksichtigt werden und ist somit auch bei der Erstellung hybrider Leistungsbündel zu beachten.

SCHEER, GRIEBLE und KLEIN verdeutlichen die generelle Notwendigkeit der integrierten Betrachtung von Sach- und Dienstleistungen in ihrer Arbeit an einem einfachen Beispiel: Bei einem Wechsel eines defekten Autoreifens wird auf der einen Seite eine Dienstleistung erbracht (der Prozess des Auswechselns des Reifens). Auf der anderen Seite wird auch eine Sachleistung mit eingebracht (der neue Reifen). Wenn nun versucht wird, die beiden Leistungskomponenten zu teilen, stellt sich heraus, dass es lediglich möglich ist, die Sachleistung separat zu betrachten. Eine alleinige Betrachtung der Dienstleistung (d.h. eine Reifenwechseln ohne Reifen) hingegen wäre nicht sinnvoll.<sup>6</sup>

Angesichts der Schwierigkeit der Abgrenzung von Sachleistungen und Dienstleistungen wird in der Literatur von verschiedenen Autoren ein Ansatz verfolgt, bei dem keine strikte Trennung erfolgt, sondern der Übergang von Sach- zu Dienstleistungen als fließend erachtet wird.<sup>7</sup> Diesem Ansatz folgend, wird innerhalb dieses Arbeitsberichtes ebenfalls nicht strikt zwischen Sach- und Dienstleistungen unterschieden, sondern Sach- und Dienstleistungen werden im Folgenden (aus den vorgenannten Gründen) unter dem Begriff Leistungen zusammenfassend betrachtet.<sup>8</sup>

#### 1.2 Einordnung des Arbeitsberichtes in das Forschungsprojekt ServPay

Das Management hybrider Leistungsbündel gestaltet sich als sehr komplex. Oftmals sind Anbieter kaum in der Lage, das von ihnen angebotene Leistungsportfolio systematisch zu beschreiben und wirtschaftlich zu gestalten. Ein Grund hierfür ist, dass existierende Modellierungssprachen zur Entwicklung und Beschreibung hybrider Leistungsbündel – wie sie im Rahmen der Fertigung seit Jahrzehnten etabliert sind – bisher kaum existieren. Als Folge werden Dienstleistungen eher "aus dem Bauch heraus" infolge einzelner Kundenanfragen erbracht, aber nicht systematisch Entwickelt (Service Engineering) und mithilfe von Modellen dokumentiert. Dies macht insbesondere auch eine wirtschaftliche Vermarktung hybrider Leistungsbündel schwierig, da Anbietern häufig weder das eigene Leistungsangebot in ausreichender Tiefe bekannt ist, noch Kostentreiber und Zahlungsbereitschaften für hybride Produkte bekannt sind. Die Folge sind ungenutzte Chancen – bis zu 50 % des Ertragspotentials im Servicegeschäft werden somit leichtfertig verschenkt.<sup>9</sup>

<sup>6</sup> vgl. Scheer, Grieble, Klein (2006), S. 26 f.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> vgl. Schmid (2005), S. 68.

vgl. Schmid (2005), S. 67 f.; Engelhardt, Kleinaltenkamp, Reckenfelderbäumer (1993), Hilke (1989), Vargo und Lusch (2004)

Gleichwohl ist auch das Abbilden "reiner" Sachleistungen oder Dienstleistungen möglich, falls es zweckmäßig erscheint.

vgl. Innovationsreport.de (Zugriff: 10.10.06)

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojektes ServPay wird ein Entscheidungsunterstützungskonzept entwickelt, um Anbietern eine wirtschaftliche Vermarktung ihrer Leistungen zu erleichtern. Der Preis für angebotene Leistungen muss dabei sowohl kostendeckend, als auch am Markt durchsetzbar sein. Daher sind einerseits die Kosten der Leistungserbringung systematisch zu kalkulieren (untere Grenze des Preisspielraums), andererseits die Zahlungsbereitschaft des Kunden zu ermitteln (obere Grenze des Preisspielraums). Um die Berechnungen zu ermöglichen, basieren beide Aspekte auf einer aussagekräftigen Modellierung des Leistungsangebotes, die mithilfe einer speziellen Modellierungssprache (der H2-ServPay-Sprache) ermöglicht wird. Gleichermaßen wird auch die Konfiguration von maßgeschneiderten Lösungen für den Kunden aus vordefinierten Lösungsbausteinen – ähnlich wie in einem Produktkonfigurator – ermöglicht. Dadurch kann mit einer begrenzten Anzahl an Lösungsmodulen für Kunden eine Vielzahl an Lösungen gebildet werden, was die Effizienz der Leistungserstellung begünstigt. Sollten Kunden sehr spezielle Anforderungen an die Lösung haben, kann die aus den Bausteinen erstellte Lösung als Ausgangslösung dienen, die noch "von Hand" angepasst werden kann.

Diese beschriebene Funktionalität wird im Rahmen der eigens entwickelten Software zur Verfügung gestellt. Ihr Einsatz bildet damit insgesamt die Basis für ein wirtschaftliches Management und eine optimale Vermarktung hybrider Produkte. Technisch gesehen handelt es sich bei der Software um ein Client/Server System, das speziell für die Modellierung, Konfiguration und Kalkulation von hybriden Leistungsbündeln ausgelegt ist. Das Tool wird in diesem Arbeitsbericht der Einfachheit halber verkürzt H2-ServPay genannt, um den Leser nicht mit softwaretechnischen Begriffen zu verwirren.

# 1.3 Zahlungsbereitschaftsmessung im Rahmen von H2-ServPay

Die hier präsentierten Ergebnisse waren und sind Gegenstand einiger wissenschaftlicher Veröffentlichungen, auf die hier lediglich verwiesen werden soll<sup>10</sup>. Ziel dieses Berichtes ist stattdessen eine praxisnahe Vorstellung der Komponente zur Zahlungsbereitschaftsanalyse des im Projekt ServPay entwickelten Softwarewerkzeugs **H2-ServPay**. Das Tool wird momentan zur Analyse der Zahlungsbereitschaften für hybride Leistungsbündel im Investitionsgütermarkt eingesetzt und soll nachfolgend auf der Webseite des ServPay Projektes (<a href="www.servpay.de">www.servpay.de</a>) bereitgestellt werden.

Vor dem Hintergrund der Gesamtfunktionalität von H2-ServPay stellt die Zahlungsbereitschaftsmessung eine Komponente des Gesamtsystems dar (vgl. Abb. 1.1). Eine wirtschaftliche Vermarktung von hybriden Leistungsbündeln wird unterstützt, indem Zahlungsbereitschaften von Kunden als oberes Ende des zur Verfügung stehenden Preisspielraums ermittelt werden. Bei einem Vergleich mit den Kosten der Erstellung des Leistungsbündels aus Herstellersicht sowie der Total Cost of Ow-

Die Beiträge wurden auf angesehenen Konferenzen vorgestellt und teilweise als bestes Paper ausgezeichnet, Becker et al. (2008a) und (2008b). Sie stehen auf der Projektwebseite zum Download zur Verfügung.

nership aus Kundensicht kann somit ein Preis ermittelt werden, der kostendeckend ist und gleichzeitig die Zahlungsbereitschaft des Kunden optimal abschöpft.

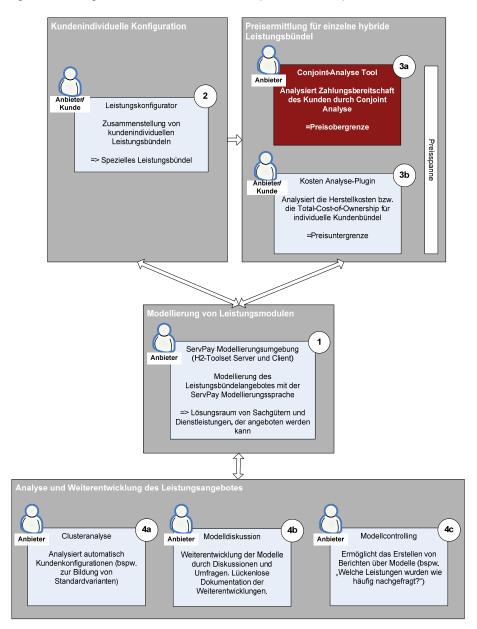


Abb. 1.1: Überblick über die Gesamtfunktionalität von H2-ServPay und Einordnung der Zahlungsbereitschaftsanalyse (rot markierte Komponente)

Die Darstellung in diesem Arbeitsbericht erfolgt in zwei Teilen. Zunächst wird vorgestellt, wie auf der Basis der im H2-ServPay Modellierungstool modellierten Leistungsbausteine das Erhebungsdesign einer Conjoint-Analyse erstellt werden kann. Im Rahmen einer Kundenbefragung werden Zahlungsbereitschaften von Kunden für diese Leistungsbausteine erhoben. Im Zweiten Teil wird dargestellt, wie diese Daten ausgewertet werden können, um die Präferenzen einzelner Kunden sowie die aggregierten Präferenzen aller befragten Kunden ermitteln zu können. Diese Ergebnisse können im Rahmen der H2-ServPay Entscheidungsunterstützung zu einem Vergleich mit den anbieterseitigen Kosten genutzt werden. Auf diese Art und Weise können nicht profitable Module von der Vermarktung ausgeschlossen werden, bzw. Anlass bieten, die Struktur anzubietender Leistungsmodule zu überdenken und zu verbessern.

#### 2 Teil 1: Konzeption und prototypische Implementierung der Datenerhebung

#### 2.1 Anforderungsbeschreibung an die zu erstellende Toolunterstützung

#### 2.1.1 **Technische Anforderungen**

Im Rahmen dieses Abschnitts werden zunächst die technischen Vorgaben erläutert, die bei der Umsetzung der Conjoint-Analyse in ein Software-Tool zu beachten sind. Eine sehr zentrale Anforderung in diesem Bereich ist die Einbettung des Softwarewerkzeugs zur Zahlungsbereitschaftsmessung (CA-Tool) in H2-ServPay über die bereitgestellte .Net Remoting-Schnittstelle. In Abschnitt 1 wurde bereits erläutert, inwiefern die Messung von Zahlungsbereitschaften in das Gesamtkonzept integriert ist. Da H2-ServPay auf Basis des Microsoft .NET Framework unter Verwendung der Programmiersprache C# entwickelt wurde, soll die Umsetzung des CA-Tools ebenso in C# vorgenommen werden.

Die zweite technische Vorgabe ist die Entwicklung einer Web-Oberfläche zur Datenerhebung, um Kunden auch ortsungebunden (ggf. unterstützt durch telefonische Betreuung) befragen zu können. Durch eine Web-Anwendung ist die Wartung und insbesondere das Deployment der Anwendung erheblich einfacher durchzuführen, als bei einer Umsetzung durch einen Fat-Client.

Aus diesen beiden Vorgaben ergibt sich schließlich die Notwendigkeit, beim CA-Tool die Programmiersprache C# sowie zur Erzeugung der Website ASP.NET einzusetzen.

#### 2.1.2 **Fachliche Anforderungen**

Die wichtigste und auch schwerwiegendste Änderung der Conjoint-Analyse ist die Verwendung einer "relativen Dollarmetrik" zum Bewerten der Stimuli anstelle des von Voeth benannten Ratingverfahrens. Die Dollarmetrik beinhaltet, dass die Probanden Preise eintragen sollen, die Ihnen ein jeweiliges hybrides Leistungsbündel wert wäre. Dabei ist ausgeschlossen, dass der Preis als Eigenschaft innerhalb eines Stimulus vorkommt. 11 Die Bezeichnung "relativ" ist in diesem Zusammenhang so zu verstehen, dass hier die Probanden den prozentualen Mehrwert eintragen sollen, den ihnen diese Alternative im Vergleich zu einem individuellen Referenzpunkt gibt (z.B. der Preis eines zuvor gekauften, vergleichbaren Basisprodukts). Außerdem ist an dieser Stelle auch die Angabe von negativen Prozentwerten möglich, damit auch eine geringere Zahlungsbereitschaft im Vergleich zum Basisprodukt zum Ausdruck gebracht werden kann. Ein negativer Wert kleiner als 100 Prozent würde bedeuten, dass der Proband das Produkt nur bei einer zusätzlichen Bezahlung akzeptieren bzw. annehmen würde.

Prinzipiell wird die Dollarmetrik in der Literatur eher kritisch betrachtet, da so eine (zu) starke Fokussierung auf den Preis stattfände und tendenziell überhöhte Preisbereitschaften zu erwarten sind. 12

<sup>11</sup> 

Vgl. Gensler (2003), S. 26. vgl. Schweikl (1985), S. 130f.

Außerdem wird von einem höheren kognitiven Aufwand für den befragten Kunden ausgegangen.<sup>13</sup> Dass dennoch diese Metrik bei der Umsetzung der HILCA verwendet wird, hat vor allem einen pragmatischen Grund: Durch die große Heterogenität hybrider Leistungsbündel kann der Preis nicht als Eigenschaft mit vordefinierten Ausprägungen in das Erhebungsdesign einfließen. Somit ist es notwendig, eine relative, stetige und nach oben offene Skala wie die Dollarmetrik zu verwenden.

Die relative Dollarmetrik wird allerdings nicht nur im dekompositionellen Teil der HILCA benutzt, sondern auch bei der Ausprägungsbewertung im vorgeschalteten kompositionellen Teil. Dabei geben die Probanden an, wie viel Prozent ihnen die einzelnen Ausprägungen im Vergleich zum Basisprodukt zusätzlich wert sind.

Aufgrund der Einbettung des CA-Tools in **H2-ServPay** können die über das Modellierungstool erstellten Modelle von hybriden Leistungsbündeln als Datenbasis für die Conjoint-Analyse dienen. Die modellierten Eigenschaften und Eigenschaftssauprägungen werden dann innerhalb der Conjoint-Analyse verwendet und ihnen werden nach Abschluss einer Studie die entsprechenden Nutzenwerte zugeordnet. Eine Übertragung dieser Nutzenwerte zurück in die Modelle ist bisher noch nicht vorgesehen.

Zu Beginn der Studie erscheint zunächst eine Webseite zur Information, auf z.B. dargestellt wird wer die Studie durchführt und welcher Zweck damit verfolgt wird. Anschließend wird eine sogenannte Warm-Up-Seite präsentiert, auf der den Probanden der genaue Ablauf der Studie erläutert wird.

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der wie oben beschrieben angepassten HILCA durchlaufen. Beim Erhebungsdesign soll ein vollständiges Design verwendet werden, sofern die Anzahl der so zu bewertenden Stimuli kleiner als 30 ist. Bei mehr als 30 Stimuli treten bei den Probanden erfahrungsgemäß Ermüdungserscheinungen auf, die das Untersuchungsergebnis negativ beeinflussen können.<sup>14</sup> In diesem Fall besteht die Möglichkeit, auf ein orthogonales Design zurückzugreifen, wodurch sich die Anzahl der Stimuli deutlich reduziert. Allerdings ist auch hier darauf zu achten, dass die Obergrenze der zu erzeugenden Produktalternativen bei 30 Stimuli liegt. Wird diese Grenze erneut überschritten, ist die Befragung nicht durchführbar.

Bei der Bewertung der Stimuli sollen die zu bewertenden Karten einzeln ausgewählt werden können und nicht automatisch dem Probanden präsentiert werden. Außerdem soll der Proband bei der Bewertung die jeweilige Karte mit den bereits bewerteten Karten vergleichen können, um so zu einer besseren Trade-Off-Entscheidung zu gelangen.<sup>15</sup> Demzufolge sind alle Karten auf einer Seite sichtbar zu machen, unterteilt nach noch unbewerteten und bereits bewerteten Stimuli, wobei letztere gemäß ihrer Bewertung absteigend sortiert werden. Eine nachträgliche Korrektur der abgegebenen Bewertung ist möglich.

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> vgl. Steiner (2007), S. 88.

vgl. Green, Srinivasan (1978), S. 109.

In der Realität ist auch davon auszugehen, dass bei hybriden Leistungsbündeln mehrere Produktalternativen miteinander verglichen werden, bevor eine Kaufentscheidung getroffen wird.

Nachdem die weiteren Schritte der HILCA (Setzen der Limit-Card und bewerten der Holdout-Stimuli) bearbeitet wurden, erscheint schließlich noch ein kurzer Verabschiedungsbildschirm, auf dem sich bei den Probanden für die Teilnahme bedankt wird.

Im Sinne eines steuerbaren Dialogs ist es grundsätzlich möglich, getroffene Entscheidungen zu revidieren und bereits abgearbeitete Schritte der HILCA nochmals zu überprüfen bzw. zu wiederholen.

#### 2.2 Software-Architektur

#### 2.2.1 Integration des Conjoint-Analyse-Tools in die H2-ServPay Gesamtarchitektur

Einen Überblick über die Gesamtarchitektur des Tools gibt Abbildung 2.1. Im Folgenden wird ein Szenario zur Messung der Zahlungsbereitschaften skizziert, um daran das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten zu verdeutlichen.

Über den H2-Toolset-Client kann der Anbieter seine hybriden Leistungsbündel mithilfe der H2-ServPay Modellierungssprache modellieren sowie auf die verschiedenen Plug-Ins (Kostenkalkulation, Clusteranalyse, Modellanalyse, Modellcontrolling)<sup>16</sup> zugreifen. Die dabei erstellten bzw. benötigten Daten werden über den H2-Toolset-Server aus der Datenbank geladen bzw. in diese gespeichert. Dabei greift der Client auf sogenannte "entfernte Objekt" zu, die vom Server bereitgestellt werden. Dieser ist dafür zuständig, dass parallele Zugriffe auf Ressourcen koordiniert werden und somit ein Mehrbenutzer-Betrieb möglich ist. Um diese Eigenschaften zu realisieren, wird durch den H2-Toolset-Server die Datenbankanbindung gekapselt und kann nur über serverseitige Objekte erfolgen, die von den Clients über die einen Remote Procedure Call (RPC) angesprochen werden.

Beim Datentransfer zwischen H2-Toolset-Server und Datenbank hat der Server die Aufgabe, die Datenbank in einem konsistenten Zustand zu halten und deshalb Lese- und Schreibzugriffe zu koordinieren.

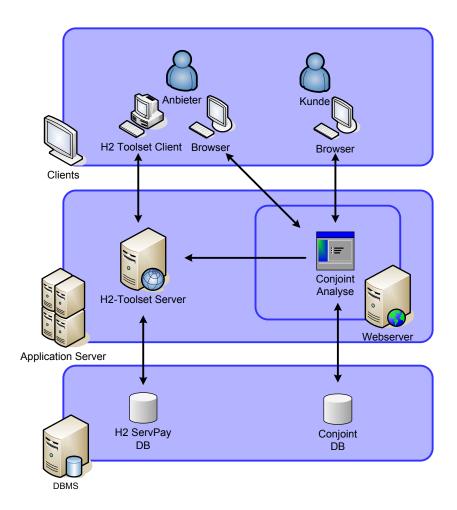


Abbildung 2.1: Gesamtarchitektur H2-ServPay

Auf die Conjoint-Analyse wird über einen Web-Client (Browser) zugegriffen. Die entsprechenden Anwendungsdateien werden durch einen Internet Information Services (IIS)-Webserver bereitgestellt, der sich wie der H2-Toolset-Server auf der Ebene des Application-Server befindet. Wenn ein Kunde über seinen Browser die Seite der Conjoint-Umfrage anfordert, greift die Anwendung auf die entfernten Objekte auf dem H2-Toolset-Server zu, um die entsprechenden Daten aus dem Modell der hinterlegten hybriden Leistungsbündel zu erhalten, zu denen die Umfrage durchgeführt wird. Die Anbindung erfolgt dabei analog zur Anbindung beim H2-Toolset-Client.

Auf Basis der Daten, die der H2-Toolset-Server liefert, wird das Erhebungsdesign der Conjoint-Analyse gebildet und die für die Umfrage zu verwendenden Websites generiert. Nachdem der Kunde bzw. Proband die Umfrage abgeschlossen hat, werden die Umfragedaten zusammen mit dem Erhebungsdesign in der Conjoint-Datenbank gespeichert. Der Anbieter kann nachfolgend mithilfe der webbasierte Auswertungsfunktionalität (siehe Teil 2 dieses Arbeitsberichtes) die Conjoint-Analyse auswerten. Dazu werden über die ODBC-Verbindung zur Conjoint-Datenbank alle zuvor gespeicherten Datensätze zur jeweiligen Studie ausgelesen. Anschließend können vom Anbieter Parameter für die Auswertung angegeben und die notwendigen Berechnungen mithilfe des Tools durchgeführt werden.

## 2.2.2 Architektur des Conjoint-Analyse-Tools

Das CA-Tool ist aufgebaut, wie in Abbildung 2.2 visualisiert. Bei der gesamten Anwendung wird auf das .NET 3.5 Framework von Microsoft zurückgegriffen. Innerhalb der Präsentationsschicht befinden sich die beiden Web-Anwendungen zur Datenerhebung ("Questionnaire") und Datenauswertung ("Analyst"). Die Anwendungen sind in ASP.NET 3.5 realisiert und werden demzufolge auf einem IIS-Webserver deployed. Die Controller-Klassen zu den einzelnen ASP-Seiten, den sogenannten Code-Behind-Klassen, sind in C# programmiert. Beide Anwendungen greifen auf die Klassenbibliothek Business zu, welche neben der Geschäftslogik und den Geschäftsobjekten auch den Datenbankzugriff und den Zugriff auf die entfernten Objekte auf dem H2-Toolset-Server steuert. Auch hier wird C# verwendet.

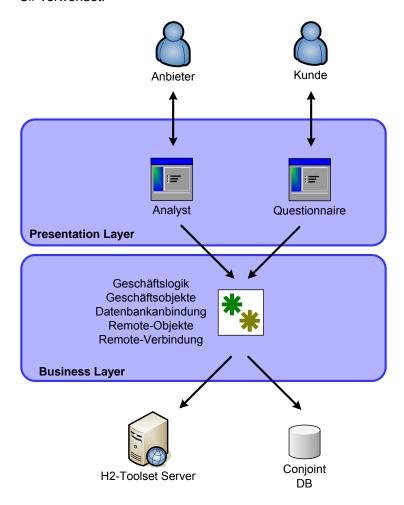


Abbildung 2.2: Architektur des Conjoint-Analyse-Tools

#### 2.2.3 Datenbankdesign

Wie bereits erwähnt wurde, findet eine parallele Entwicklung der Datenerhebung und der Datenauswertung des CA-Tools statt. Da die Schnittstelle zwischen den beiden Systemen die Datenhaltung in der Conjoint-Datenbank ist, muss eine genaue Spezifikation der Datenstrukturen erfolgen (vgl. das Entity-Relationship-Model (ERM) in Abbildung 2.3). Sämtliche Entitätstypen besitzen zusätzlich zu den modellierten Attributen noch den Primärschlüssel "ID", dieser wurde jedoch zugunsten der Übersichtlichkeit der Abbildung weggelassen.

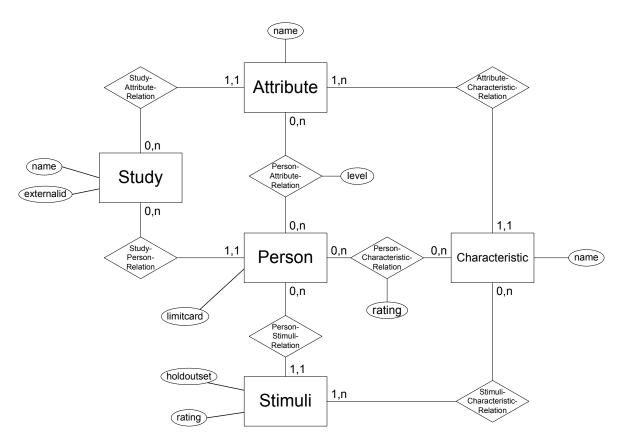


Abbildung 2.3: Entity-Relationship-Model des CA-Tools

Ausgangspunkt des ERM ist der Entitätstyp Studie. Eine Studie beschreibt ein konkretes hybrides Leistungsbündel, das mit dem H2-Modellierungstool erstellt wurde. Über das Attribut externalid kann auf das entsprechende Objekt auf dem H2-Toolset-Server zugegriffen werden. Eine Studie wird definiert durch die Merkmale, die in die Untersuchung einfließen. Diese werden im ERM mit dem Entitätstyp Attribute abgebildet. Gemäß der Kardinalitäten muss jede Eigenschaft genau einer Studie zugeordnet sein, eine Studie kann mehrere Attribute besitzen. Die einzelnen Eigenschaftsausprägungen sind in dem Modell als Characteristic bezeichnet. Eine Ausprägung gehört zu genau einem Merkmal, ein Merkmal kann mehrere Ausprägungen haben.

Die drei bisher beschrieben Entitäten reichen aus, um das Erhebungsdesign zu erzeugen und die Umfrage durchzuführen. Im Folgenden werden die Entitäten beschrieben, die zur Speicherung der in der Conjoint-Analyse erhobenen Daten der Conjoint-Datenbank dienen.

Das zentrale Element des Probanden, der an einer Studie teilnimmt, wird über den Entitätstyp Person abgebildet. Um einen konkreten Bezug zwischen der jeweiligen Studie und dem Probanden herzustellen wird der Beziehungstyp Study-Person-Relation modelliert. Da nicht davon ausgegangen wird, dass ein Proband an mehreren Studien teilnimmt, besteht hier lediglich eine 1:n Beziehung. Die folgenden, noch nicht beschriebenen Entitätstypen sind alle von Person abhängig.

Im Rahmen des kompositionellen Teils der HILCA bewertet der Proband die verschiedenen Merkmale zunächst als relevant oder nicht relevant. Später wird aufgrund der Ausprägungsspanne nochmals indirekt eine Unterteilung der relevanten Merkmale in wichtig und signifikant (bedeutsam)

vorgenommen. Um dieses Konstrukt abzubilden, wurde der Beziehungstyp Person-Attribute-Relation mit dem Attribut Level eingeführt. Level enthält bei Merkmalen, die der Proband als unwichtig gekennzeichnet hat, den Wert 0, bei relevanten Merkmalen den Wert 1 und bei bedeutsamen Merkmalen den Wert 2. Der Proband muss alle Merkmale einer Studie bewerten und bei mehreren Probanden werden die Merkmale auch mehrfach bewertet.

Analog dazu erfolgt die Ausprägungsbewertung durch die einzelnen Probanden, die durch den Beziehungstyp Person-Attribute-Relation dargestellt wird. Die einzelne Bewertung wird durch das Attribut Rating abgebildet. Bzgl. der Kardinalitäten verhält es sich wie bei den Merkmalen: Jeder Proband muss alle Merksmalsausprägungen der zur Studie gehörenden Merkmale bewerten und eine Ausprägung kann von mehreren Probanden bewertet werden. Dabei ist anzumerken, dass alle Ausprägungen eines nicht-relevanten Merkmals automatisch mit dem Wert 0 bewertet werden.

Beim dekompositionellen Teil werden auf Basis der verschiedenen Merkmals- und Auspägungsbewertungen die Stimuli generiert. Diese Stimuli werden über die gleichnamige Entität Stimuli im ERM abgebildet. Da innerhalb einer Umfrage für einen Probanden verschiedene Stimuli individuell zusammengestellt werden, muss jeder Stimulus einer Person zugeordnet sein, während zu einer Person mehrere Stimuli gehören. Dies wird durch den Beziehungstyp Person-Stimuli-Relation dargestellt. Von jedem Merkmal, das zuvor als bedeutsam eingestuft wurde, wird genau eine Ausprägung einem Stimulus zugeordnet. Dabei werden die gleichen Ausprägungen auch verschiedenen Stimuli zugeordnet. Wenn zum Beispiel das Merkmal "Garantieleistung" mit den Ausprägungen "2 Jahre" "5 Jahre" und "10 Jahre" von einem Probanden als bedeutsam eingestuft wird, kommt innerhalb eines Stimulus beispielsweise die Ausprägung "10 Jahre" vor. Somit kann innerhalb dieses Stimulus keine weitere Ausprägung des Merkmals "Garantieleistung" vorkommen. Allerdings ist es möglich, dass die Ausprägung "10 Jahre" bei weiteren Stimuli vorhanden ist. Dieser Sachverhalt wird durch den Beziehungstyp Stimuli-Characteristic-Relation umgesetzt.

Die Bewertung der einzelnen Stimuli durch den Probanden wird durch das Attribut Rating des Entitätstypen Stimuli abgebildet. Das Setzen der Limit-Card wird durch das Attribut Limit-card an dem Entitätstyp Person dargestellt. Es enthält den Rangplatz<sup>17</sup> des Stimulus, der vom Probanden gerade noch als kaufenswert erachtet wurde. Wurde kein Stimulus als kaufenswert beurteilt, besitzt das Attribut den Wert 0.

Außerdem gibt es bei dem Entitätstyp Stimulus noch das Attribut Holdoutset. Über dieses Attribute wird definiert, ob ein Stimulus ein Holdout-Stimulus ist (Wert 0: kein Holdout-Stimulus) und wenn ja, zu welchem Holdout-Set er gehört. Der Wert entspricht in diesem Fall dann der Nummer des Holdout-Sets (Werte: 1-3). Holdout-Sets werden dazu verwendet, die Prognose-Validität der

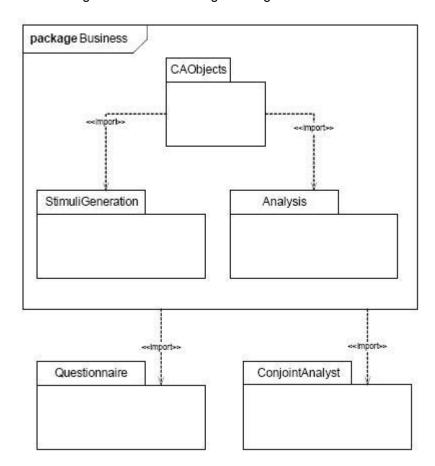
Bei einer Sortierung der Stimuli absteigend nach der Bewertung des Probanden.

Studie zu überprüfen. Ein Holdout-Set besteht aus drei Stimuli, die jeweils zufällig ausgewählte Ausprägungen aller Merkmale enthalten. Die allgemeine Restriktion für Stimuli, dass ein Merkmal nur mit einer Ausprägung je Stimulus vorhanden sein darf, gilt auch hier. Die Holdout-Sets mit den zugeordneten Stimuli sind für alle Probanden einer Studie gleich. Im Rahmen der Bewertung der Holdout-Stimuli wählt der Proband einen Stimulus aus einem Holdout-Set aus. Bei diesen erhält das Attribute Rating den Wert 100, die anderen werden automatisch mit dem Wert 0 bewertet.

#### 2.3 Anwendungsdesign

#### 2.3.1 Paketstruktur

Dieser Abschnitt stellt das Anwendungsdesign der Datenerhebung vor, d.h. es wird erläutert, aus welchen Bestandteilen das CA-Tool besteht und wie diese zusammenwirken. Die Anwendung wurde in verschiedene Pakete unterteilt, um eine bessere Übersichtlichkeit zu erlangen und die parallele Entwicklung der Datenerhebung und der Datenauswertung zu unterstützen.<sup>18</sup> Das entsprechende Klassendiagramm ist in Abbildung 2.4 dargestellt.



**Abb. 2.4:** Paketstruktur innerhalb der Business-Schicht (Conjoint Logic)

In der Übersicht ist ersichtlich, dass die Gesamtanwendung in drei Hauptpakete aufgeteilt ist: Business, Questionnaire und ConjointAnalyst. Die beiden letztgenannten Pakete sind

vgl. Oestereich (1997), S. 181 f.

zuständig für die Bereitstellung der Informationen im Web. Die Probanden der Conjoint-Analyse greifen auf das Paket Questionnaire zu, während die Anbieter über das Paket ConjointAnalyst die Datenauswertung (vgl. Teil 2 des Arbeitsberichts) präsentiert bekommen.

Das Paket Business umfasst die gesamte Geschäftslogik der Anwendung, einschließlich der Geschäftsobjekte. Die Geschäftslogik ist wiederum in zwei weitere Pakete aufgeteilt. Das Paket StimuliGeneration stellt verschiedene Objekte und Methoden für die Datenerhebung, speziell für das Erhebungsdesign zur Verfügung, während das Paket Analysis die Geschäftslogik für die Datenauswertung beinhaltet. Auf das letztgenannte Paket wird ebenfalls in Teil 2 weiter eingegangen.

Die Klassen zu den einzelnen Geschäftsobjekten sind in dem Paket CAObjects zusammengefasst. Es handelt sich hier um die entsprechende Umsetzung der Entity- und Relationshiptypen aus Abschnitt 2.2.3. In dem Paket Business befinden sich neben den genannten Paketen noch Klassen für die Datenanbindung an die Conjoint-Datenbank und Klassen für den Remote-Zugriff auf den H2-Tooset-Server.

## 2.3.2 Remote-Zugriff

Der Remote-Zugriff ist zuständig für die Kommunikation des CA-Tools mit dem H2-Toolset-Server. Das .NET-Remoting Framework bietet dafür geeignete Klassen und Methoden an. Um auf die RemoteObjects des Servers zuzugreifen, wird zunächst eine Verbindung zwischen Client und Server aufgebaut. Dann wird auf dem Client ein Proxy-Objekt erzeugt, über das die Methoden des entfernten Objekts aufgerufen werden können. Das Proxy-Objekt implementiert dabei die gleiche Schnittstelle wie das Objekt auf dem Server, daher ist für den Benutzer (des Objekts) nicht ersichtlich, dass überhaupt auf einem Proxy-Objekt gearbeitet wird. 21

Der Datenzugriff wird auf Seiten des CA-Tools über die Klasse H2Database ermöglicht. Wie beim Leistungskonfigurator<sup>22</sup> wurde hier ein Singleton-Muster verwendet.<sup>23</sup> Da das H2-Toolset im Kern ein hierarchisches Modellierungswerkzeug zur Sprach- und Modellkonstruktion ist, werden dort sehr stark generalisierte Klassen und Objekten verwendet. Eine durchgängige Verwendung im CA-Tool würde die gesamte Anwendung sehr komplex werden lassen, daher werden die benötigten Daten aus den entfernten Objekten des H2-Toolset-Servers extrahiert und in anwendungsspezifische Objekte, die Geschäftsobjekte, überführt. Dabei kapselt die Klasse H2Database die Verbindung zu den Remote-Objekten und stellt lediglich Zugriffsmethoden auf die eigenen Geschäftsobjekte bereit.

Der eigentliche Verbindungsaufbau wird von der Klasse H2Connection übernommen. Diese Klasse kapselt wiederum den Zugriff auf die tatsächlichen Verbindungsobjekte und erlaubt nur einen

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> In diesem Fall stellt der Client die Web-Anwendung dar.

vgl. Gamma u. a. (2004), S. 254-267.

vgl. Kuhrmann u. a. (2004), S. 50.

vgl. Becker u. a. (2008a), S. 78.

ygl. Gamma u. a. (2004), S. 157-166.

einzigen Zugriff auf die Remote-Objekte. Innerhalb der Klasse wird auch die notwendige Authentifizierung gegenüber dem H2-Server durchgeführt.<sup>24</sup>

#### 2.3.3 Geschäftsobjekte

Die Geschäftsobjekte in einem Informationssystem repräsentieren die Personen/Gegenstände/Konzepte aus der realen (Geschäfts-) Welt, die im Rahmen eines bestimmten Problems oder einer Aufgabe relevant sind. Im Rahmen der Datenauswertung des CA-Tools sind die Klassen der Geschäftsobjekte generell identisch zu den Entitäts- und Relationshiptypen aus der Datenhaltung. In Abbildung 2.55 sind die für das CA-Tool relevanten Geschäftsobjekte als Klassendiagramm dargestellt.

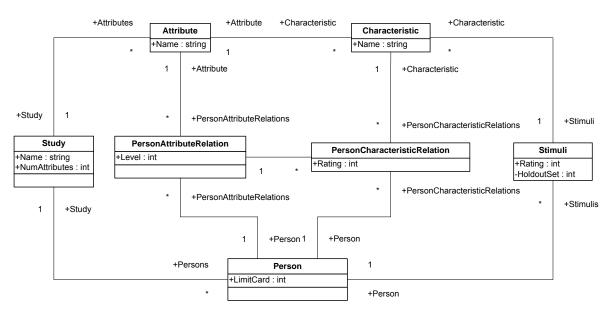


Abbildung 2.5: Klassendiagramm der Geschäftsobjekte

#### 2.3.4 Erhebungsdesign

Um das Erhebungsdesign (bzw. die Stimuli) zu erzeugen, wird die Klasse StimuliGenerator verwendet. Da der Algorithmus zur Erzeugung von orthogonalen Designs relativ aufwändig ist, wurde von einer Umsetzung innerhalb der Geschäftsobjekte Studie oder Person abgesehen. Außerdem ist es denkbar, dass im Rahmen weiterer Entwicklungen zusätzliche Algorithmen implementiert werden, was zu einer Überdimensionierung der Geschäftsobjekte führen würde. Auch die Holdout-Stimuli werden über die Klasse StimuliGenerator erzeugt.

#### 2.3.5 GUI

Die Präsentationsschicht der Anwendung ist ein Web-Interface und wird über einen IIS-Webserver verwaltet. Die einzelnen Seiten sind in ASP.NET 3.5 realisiert, wobei der sogenannte "Code-Behind" in C# programmiert wird. ASP.NET ist eine serverseitige Technologie von Microsoft zur Entwicklung

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> Für eine genaue Schnittstellenbeschreibung siehe Becker et al. (2008c), S. 76-84.

von Webanwendungen. Die einzelnen Websites werden in Form von ASPX-Dateien hinterlegt. Diese ASPX-Seiten bestehen aus normalen HTML-Elementen<sup>25</sup> und speziellen ASP-Elementen. Ferner gibt es noch die Code-Behind Dateien, in denen der eingebettete Programmcode steht. In diesen Dateien werden die einzelnen Ereignisse innerhalb der Website (z.B. Seite wird geladen, Button wird betätigt) behandelt. Dabei können nur solche Ereignisse bearbeitet werden, die von den zuvor erwähnten ASP-Elementen erzeugt werden.

Im Rahmen der Entwicklung der Datenerhebung des CA-Tools wird das Passive-View Entwurfsmuster<sup>26</sup> verwendet, welches eine Spezialisierung der Model-View-Presenter (MVP) Entwurfsmusters<sup>27</sup> darstellt.

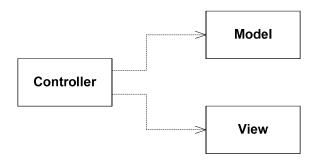


Abbildung 2.6: Passive-View Entwurfsmuster. Quelle: Fowler (2006)

Wie in Abbildung 2.6 dargestellt, besteht beim Passive-View keine Verbindung zwischen Model und View. Im Kontext des CA-Tools wird dies verwendet, um den der Datenaustausch zwischen Geschäftsobjekten (Model) und Website (View) durch den Code-Behind (Controller) zu steuern. Der Vorteil gegenüber dem MVP liegt u.a. in der einfacheren Durchführung von Tests.

# 2.3.6 Datenbankzugriff

Da die Daten persistent in einer relationalen Datenbank gespeichert werden, ist es notwendig, für die Speicherung der Objekte ein sogenanntes Objekt/Relationales Mapping (OR-Mapping) durchzuführen. Der dazu benötigte OR-Mapper ist eine Schicht zwischen der Anwendungs- und der Datenbankschicht. Da im Rahmen der Datenerhebung zur Conjoint-Analyse lediglich zweimal schreibend auf die Conjoint-Datenbank zugegriffen werden muss (einmal beim Übertragen der Daten aus dem H2-Toolset-Server und einmal nach Beendigung der Umfrage) und bei der Datenauswertung nur lesender Zugriff notwendig ist, wurde der Mapper selbst entwickelt.

Die Klasse CADatabase kapselt hierbei die (statischen) Methoden für die Lese- und Schreibvorgänge. Über generische Abfragemethoden werden die einzelnen Geschäftsobjekte erzeugt, während beim Zugriff auf die einzelnen Properties der Geschäftsobjekte ein sogenanntes Lazy Loa-

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Eine ASPX-Seite kann bis auf den Header vollkommen aus reinen HTML-Tags bestehen.

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> vgl. Fowler (2006).

vgl. Potel (1996).

ding<sup>28</sup> implementiert wurde. Die benötigten Daten werden dabei erst beim direkten Zugriff auf das jeweilige Property aus der Datenbank geladen.

Damit bei zwei identischen Objektabfragen nicht dasselbe Objekt zweimal erzeugt wird (sondern zwei Referenzen auf dasselbe Objekt), wird ein Objekt-Cache verwendet. Alle bereits geladenen Objekte werden dort abgelegt und verwaltet. Wird das Objekt über eine der Zugriffsmethoden von CADatabase angefordert, wird zunächst überprüft, ob das Objekt bereits im Cache vorhanden ist und ggf. ohne Datenbankzugriff (schneller) zurückgegeben werden kann.

#### 2.4 Prototypische Implementierung

#### 2.4.1 .NET Remoting Zugriff

Wie in Abschnitt 3.5.2 bereits beschrieben, wird über das .NET Remoting auf die Objekte des H2-Toolset-Server zugegriffen, analog der Implementierung des Leistungskonfigurators.<sup>29</sup> Außerdem konnte beim Verbindungsaufbau auf einige Libraries zurückgegriffen werden, die bereits im Rahmen der Entwicklung des H2-Toolset-Servers bzw. H2-Toolset-Clients erstellt wurden.

Um die Verbindung zum H2-Toolset-Server herzustellen, wird die Singleton-Klasse H2Connection verwendet. Im Rahmen der (einmaligen) Initialisierung dieser Klasse werden zunächst die benötigten Verbindungsdaten aus der web.config Datei gelesen und damit anschließend über die ConnectionProvider Klasse eine RemotingConnection erzeugt. Der Ablauf ist in Abbildung 2.7 in Form eines UML-Sequenzdiagramms dargestellt.

Beim Zugriff auf das Property ModelHLBAT wird zunächst überprüft, ob die Verbindung zum H2-Toolset-Server bereits besteht. Falls dies nicht der Fall ist, wird diese aufgebaut. Dazu wird die Connect()-Methode der RemotingConnection aufgerufen, welche eine ClientUser-Session erzeugt und an die H2Connection-Instanz zurückgibt. Über diese ClientUser-Session lassen sich nun mit der Methode GetDBs() sämtliche Arbeitsdatenbanken des H2-Toolset-Servers auslesen. Wird die in der web.config angegeben Datenbank gefunden, wird über die ClientUserSession der ObjektTreeRoot in Form des Interfaces IObjektTreeRoot geladen. Über die Methode FindModel() des IObjektTreeRoot Interfaces kann dann auf das entsprechende Modell durch das IModel Interface zugegriffen werden. Die notwendigen Parameter dazu werden wiederum aus der Datei web.config gelesen.

<sup>&</sup>lt;sup>28</sup> vgl. Fowler (2003), S. 200 ff.

vgl. im folgenden Becker u. a. (2008a), S. 259 ff.

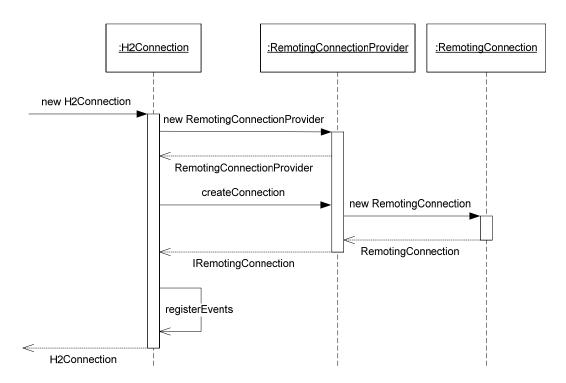


Abbildung 2.7: Sequenzdiagramm zur Initialisierung der H2Connection-Klasse.

Quelle: Vgl. Becker u. a. (2008a), S. 78.

Die Singleton-Klasse H2Database besitzt lediglich die Methode GetStudies(), welche alle HLBAT, die im H2-Toolset als Modell hinterlegt sind, lädt und in die entsprechenden Geschäftsobjekte (Study, Attribute, Characteristic) konvertiert. Dazu werden zunächst über das ModelHLBAT Property der H2Connection Klasse alle Modellelemente aus dem Kontext "Hybrides Leistungsbündel auf Typebene" ermittelt. Diese einzelnen HLBAT dienen dann als Datenbasis für die die Study Objekte. Anschließend werden die einzelnen Module und die dazugehörigen Leistungen der HLBAT durchlaufen und entsprechende Attribute und Characteristic Objekte erzeugt.

Der gesamte Ablauf wird in dem Sequenzdiagramm in Abbildung 8 zusammengefasst. Im Anschluss daran werden sämtliche Verbindungen geschlossen und Referenzen auf entfernte Objekte auf null gesetzt.

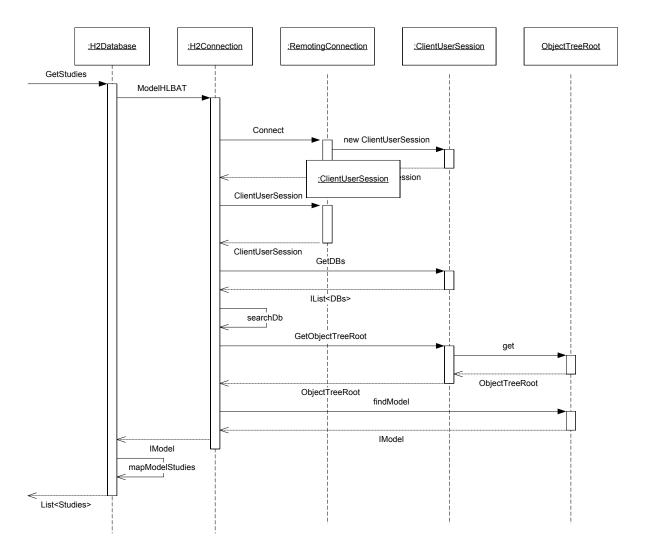


Abbildung 2.8: Sequenzdiagramm zum Laden der Study-Objekte.

Quelle: Vgl. Becker u. a. (2008a), S. 79.

#### 2.4.2 Erstellung des Erhebungsdesigns

Im Rahmen des CA-Tools findet die Erstellung des Erhebungsdesign, also die Erzeugung der einzelnen Stimuli, direkt vor deren Bewertung statt. Dazu wurde innerhalb des Pakets StimuliGeneration die Klasse StimuliGenerator angelegt. Die öffentliche Methode GenerateStimuli(List<Attribute>, Person), erzeugt aus der übergebenen Liste von Merkmalen das Erhebungsdesign und liefert als Rückgabewert eine Liste von Stimuli (List<Stimuli>). Der Parameter Person ist beim Methodenaufruf notwendig, da beim Konstruktor der Klasse Stimuli ein Objekt des Typs Person benötigt wird.

Bei der Erzeugung des Erhebungsdesign wird zwischen dem vollständigen und dem fraktionierten Design unterschieden. Wie in den Anforderungen in Abschnitt 2.1.2 beschrieben, soll möglichst ein vollständiges Design verwendet werden. Sollte allerdings dadurch die Stimulianzahl auf über 30 steigen, wird auf ein orthogonales Design zurückgegriffen, da ansonsten bei einer solch hohen Anzahl von Alternativen von einer kognitiven Überlastung des Probanden ausgegangen werden kann.

Man unterscheidet außerdem zwischen symmetrischen und asymmetrischen Erhebungsdesigns. Bei einem symmetrischen Design haben alle Merkmale die gleiche Anzahl Ausprägungen.<sup>30</sup> Auf diese Unterscheidung wird im weiteren Verlauf der Implementierung noch eingegangen.

Beim CA-Tool wird das Erhebungsdesign grundsätzlich in einem ersten Schritt immer nur als 2-dimensionales Integer-Array erzeugt, bei denen die Zeilen (erste Dimension) die einzelnen Stimuli repräsentieren und die Spalten (zweite Dimension) die Merkmale. Die Werte innerhalb des Arrays stellen dann die Ausprägung des Merkmals in dem entsprechenden Stimulus dar. In einem zweiten Schritt wird dann das Array in ein List<Stimuli>-Objekt umgewandelt.

Die Erstellung eines vollständigen Designs ist trivial, da jede Ausprägung eines Merkmals mit allen anderen Ausprägungen der anderen Merkmale kombiniert werden muss. Dieses Problem kann durch eine Enumeration einfach gelöst werden. Im Programmausschnitt 1 ist ein Teil der get-CompleteDesign(List<Attribute>) Methode dargestellt. Die Variable numStimuli wurde zuvor aus dem Produkt der Anzahl der Ausprägungen je Merkmale ermittelt.

```
int currentNumRows = 1;
for (int j = 0; j < attributeList.Count; j++)
{
    int numCharacteristics =
        attributeList[j].Characteristics.Count;
    for (int i = 0; i < numStimuli; i++)
    {
        completeDesign[i, j] =
            (i / currentNumRows) % numCharacteristics;
    }
    currentNumRows = currentNumRows * numCharacteristics;
}
return completeDesign;</pre>
```

Programmausschnitt 1: Auszug aus StimuliGenerator.getCompleteDesign().

Weitaus komplizierter ist die Erstellung eines orthogonalen Designs. Folgende drei Verfahren kommen dabei in Betracht:

#### 1. Einsatz einer Heuristik

Orthogonale Designs sind dadurch gekennzeichnet, dass die Merkmale voneinander unabhängig sind. Dies lässt sich durch die Korrelationskoeffizienten zwischen den einzelnen Merkmalen nachweisen.<sup>31</sup> Das bedeutet, dass falls zwischen allen Merkmalen paarweise keine Korrelation vorhanden ist, liegt Orthogonalität vor. Entsprechend dieser Bedingung können nun alle möglichen Merkmalskombinationen durchlaufen werden und deren Korrelation überprüft werden. Da dies jedoch einen extrem hohen Aufwand darstellt, wird von diesem Vorgehen abgesehen.

```
    vgl. Gustafsson u. a. (2007), S. 12.
    vgl. Gierl (1995), S. 168 f.
```

#### 2. Lösen eines mathematischen Modells

MANTHEY stellt in Ihrer Arbeit ein Modell bzw. Gleichungssystem vor, dessen Lösung ebenfalls zu einem orthogonalen Design führt.<sup>32</sup> Dieses Verfahren ist jedoch sehr komplex und wird als sehr aufwändig eingeschätzt.<sup>33</sup> Aus diesem Grund wird sich auch hier gegen eine Implementierung entschieden.

# 3. Verwendung von Basis-Plänen

Ein weiteres Verfahren zur Erzeugung von orthogonalen Designs ist die Verwendung von sogenannten Basis-Plänen. Addelman hat in seiner Arbeit von 1962 eine Reihe von Basis-Plänen erzeugt,<sup>34</sup> die durch verschiedene Mechanismen an die einzelnen experimentellen Anforderungen bzgl. Merkmals- und Ausprägungszahl angepasst werden können:<sup>35</sup>

- Streichen von Spalten: Es können innerhalb der Basispläne beliebige Spalten gestrichen werden, ohne das die Orthogonalität verloren geht.
- Replacement: Es werden zwei oder mehrere Spalten in dem Design aggregiert, um für die neu entstandene Spalte eine größere Anzahl von Ausprägungen zu ermöglichen.
- Collapsing: Bei einem Merkmal werden zwei Ausprägungen zu einer Ausprägung zusammengefasst.

Voraussetzung für die Anwendung dieser Modifikationen ist jedoch, dass es sich um ein symmetrisches Design handelt. Außerdem kann es u. U. zu einem Verlust der Orthogonalität kommen, wenn alle drei Regeln gleichzeitig angewendet werden.<sup>36</sup> Lediglich das Streichen von Spalten bleibt ohne Folgen für die Orthogonalität, da das Design hier trotzdem symmetrisch bleibt.

Da das CA-Tool gemäß den Anforderungen Erhebungen nur für eine begrenzte Anzahl von Merkmalen und Ausprägungen durchführen soll, können die benötigten Basispläne problemlos in der Anwendung abgebildet werden. Da dieses Verfahren im Gegensatz zu den anderen zuvor erwähnten sowohl übersichtlicher als auch schneller ist, wird es hier ausgewählt.

Zur Erzeugung eines orthogonalen Designs wurde die Methode getOrthogonalDesign(List<Attribute>) in die Klasse StimuliGenerator implementiert. Am Anfang der Methode wird zunächst die maximale Anzahl von Ausprägungen innerhalb eines Merkmals er-

Für eine detaillierte Beschreibung und Herleitung siehe Manthey (2007), S. 85 ff.

<sup>&</sup>lt;sup>33</sup> Vgl. Manthey (2007), S. 89.

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> Vgl. Addelman (1962).

Vgl. hier und im folgenden Gierl (1995), S. 170 f.

Dies würde einer Verwendung der vorgestellten Mechanismen auf ein asymmetrisches Design gleichkommen.

mittelt. Auf Basis dieses Wertes und der Anzahl von Merkmalen wird ein symmetrisches Design ermittelt, das mindestens diese Anforderungen erfüllt.37 Dazu wird auf die statische Klasse Basic-Plans zugegriffen, in der verschiedene, symmetrische Basispläne eingetragen sind. Anschließend wird das symmetrische Design an die tatsächliche Anzahl von Merkmalen und Ausprägungen angepasst. Dazu wird die Methode adaptSymmetricDesign(int[,], List<Attribute>) aufgerufen, welche als Parameter das symmetrische Design und die Attributliste erwartet.

Innerhalb der Methode wird zunächst überprüft, ob die Anzahl der Merkmale (Spalten) im symmetrischen Design gleich der benötigten Anzahl von Merkmalen ist. Wenn dies nicht der Fall ist, werden gemäß der ermittelten Differenz zufällig Spalten vom symmetrischen Design ausgeschlossen. Daraufhin wird überprüft, ob die Anzahl der Ausprägungen je Merkmal im symmetrischen Design identisch ist mit der tatsächlichen Anzahl von Ausprägungen. Wenn dies nicht der Fall ist, wird das Collapsing angewendet und diese Ausprägungen werden tatsächlich vorhandenen Ausprägungen zugeordnet. Damit steht nun ein Erhebungsdesign fest, dass auf die vorgegebenen Merkmale und Ausprägungen zugeschnitten ist.

In einem letzten Schritt wird, unabhängig davon ob es sich um ein reduziertes oder vollständiges Design handelt, die konkrete Zuordnung von den noch numerischen Werten an die eigentlichen Ausprägungen vorgenommen. Damit ein möglicher Positionseffekt bei der Untersuchung vermieden wird, werden die Merkmale zufällig den Spalten des Designs zugeordnet. Entsprechend der einzelnen Zeilen werden dann die Stimuli generiert.

Wesentlich unkomplizierter gestaltet sich die Erzeugung der Holdout-Stimuli bzw. der Holdout-Sets. Dabei werden alle zur Verfügung stehenden Merkmale (auch die bereits als nicht relevant gekennzeichneten) in das Erhebungsdesign einbezogen. Es werden insgesamt drei Sets mit jeweils drei Stimuli erzeugt. Welche Ausprägung innerhalb eines Stimulus verwendet wird, entscheidet sich zufällig, über die gesamten Holdout-Stimuli betrachtet sind die Ausprägungen eines Merkmals jedoch gleichverteilt. Für die Generierung dieser Stimuli wurde die Klasse HoldoutStimuliGenerator entwickelt, die die statische Methode GenerateHoldoutStimuli() bereitstellt. Als Parameter erwartet die Methode u.a. eine Liste mit Merkmalen (List<Attribute>). In einem ersten Schritt werden dann alle Holdout-Stimuli erzeugt, allerdings noch ohne Referenz auf Ausprägungen. Diese zufällige Zuordnung wird nachfolgend durchgeführt, indem alle Attribute durchlaufen werden, innerhalb dieser Schleife ein System.Random Objekt erzeugt wird und auf Basis dieses Zufallsgenerators den einzelnen Stimuli jeweils eine Ausprägung des Merkmals zugewiesen wird. Veranschaulichen lässt sich dies anhand des Programmausschnitts reach (Attribute attribute in attributeList).

D. h. es ist auch möglich, dass ein Design mit zu vielen Merkmalen oder Ausprägungen ausgewählt wird, wenn kein passender Basisplan vorhanden ist.

```
Thread.Sleep(1);
System.Random random = new System.Random();
int numCharacteristics = attrib-
    ute.Characteristics.Count;
foreach (Stimuli stimulus in holdoutStimuli)
{
    int characteristicIndex = ran-
        dom.Next(numCharacteristics);
    Characteristic characteristic =
        attribute.Characteristics[characteristicIndex];
    stimulus.Characteristics.Add(characteristic);
}
```

Programmausschnitt 2: Auszug aus HoldoutStimuliGenerator.GenerateHoldoutStimuli

Der Aufruf Thread.Sleep(1) bewirkt, dass beim anschließenden Aufruf von System.Random() nicht derselbe Generator wie bei der vorhergehenden Iteration erzeugt werden kann.

# 2.4.3 Benutzerinterface (GUI)

An dieser Stelle werden nun kurz die einzelnen Webseiten vorgestellt, die beim Ablauf der Conjoint-Analyse dem Probanden angezeigt werden. Die Inhalte der Seiten orientieren sich dabei an den Schritten der Conjont-Analyse. Die folgenden Seiten (mit dem entsprechenden Code-Behind) wurden erstellt:

- SelectStudy.aspx: Auswahl der durchzuführenden Studie (falls nicht vorgegeben).
- Welcome.aspx, Instructions.aspx: Willkommensbildschirm und Anweisungen bzw. Erklärungen zum Ablauf der Conjoint-Analyse ("Warm-Up").
- RateAttributes.aspx: Aufteilen der Merkmale nach "relevant" und "nicht relevant".
- RateCharacteristic.aspx: Bewerten der Merkmalsausprägungen
- SelectAttributes.aspx: Zur Auswahl von Merkmalen, falls aufgrund der Ausprägungsbewertungen nicht eindeutig ermittelt werden konnte, welche Merkmale für den Probanden am wichtigsten sind.
- RateStimuli.aspx: Die Bewertung der Stimuli
- SetLimitCard.aspx: Setzen der Limit-Card
- SelectValidationStimuli.aspx: Auswahl der Holdout-Stimuli zur Validierung
- GoodBye.aspx: Verabschiedungsseite

Im Folgenden werden nun auf einige generelle gestalterische und vor allem auch technische Aspekte bei der Implementierung der Webseiten eingegangen. Dabei wird, wenn notwendig, die konkrete Umsetzung anhand von einzelnen Seiten erläutert.

Zunächst haben einzelne Seiten den Anspruch, dass sie als Teil der Gesamtanwendung wiedererkannt werden. <sup>38</sup> Somit muss für ein einheitliches Design gesorgt werden. ASP.NET bietet dazu die Einbindung von sogenannten Master-Templates an, die wie normale Webseiten gestaltet werden können, und Platzhalter durch bestimmte ASP-Tags definieren können, die dann von den eigentlichen Webseiten ausgefüllt werden. Auf diese Technik wurde auch im Rahmen des CA-Tools zugegriffen. Im Rahmen der Master-Page wurde sowohl die verschiedenen Logos als auch die generelle Farbgebung definiert.

Auf vielen Seiten der Anwendung ist es notwendig, dass die Inhalte dynamisch erstellt werden, vor allem bei der Darstellung der Merkmale, Ausprägungen und Stimuli. ASP.NET bietet zur Lösung dieser Probleme verschiedene Ansätze, bei denen ein spezielles ASP-Controll in die Seite eingebunden wird und diesem Control dann eine Datenquelle zugewiesen wird. In dem CA-Tool wurde hierzu das asp:Repeater-Control verwendet. In dem Programmausschnitt 3 der Datei Rate-Attributes.aspx wird die Anwendung demonstriert.

#### Programmausschnitt 3: Auszug aus RateAttributes.aspx

Innerhalb des Repeater-Controls kann innerhalb der Tags <ItemTemplate> definiert werden, welche Informationen auf Basis der Datenquelle angezeigt werden. In diesem Fall wurde beim Laden der Seite als Datenquelle ein List<PersonAttributeRelation> Objekt angegeben. Über den eingebetteten Eval()-Befehl kann dann auf die Properties der einzelnen Listenelemente (in diesem Fall PersonAttributeRelation) zugegriffen werden. Dieses Control wird durchgehend in allen Seiten mit dynamischem Inhalt verwendet.

Neben einer adäquaten Strukturdarstellung ist bei diesen Seiten ebenfalls ein ansprechendes Web-Design zu erstellen. Da die anzuzeigenden Informationen erst bei der Erstellung der Seite festste-

<sup>&</sup>lt;sup>38</sup> Vgl. Bearid (2008), S. 12 ff.

hen, sind dem Design einige Grenzen gesetzt. So können beim CA-Tool beispielsweise die Bezeichnungen der Merkmalsausprägungen unterschiedlich lang sein, wodurch ein gleichmäßiger Seitenaufbau sehr erschwert wird. Um trotzdem eine einheitliche und strukturierte Anzeige zu ermöglichen, werden die entsprechenden Elemente in div-Tags eingeschlossen, die sich entsprechend der Größe anpassen und die nachfolgenden Elemente entsprechend verschieben. Damit auch eine einheitliche Darstellung und Größe der einzelnen Layer gewährleistet ist, werden über eine JavaScript-Methode nach dem Seitenaufbau clientseitig die Größen angepasst.



Abbildung 2.9: Screenshot von RateStimuli.aspx

Die Seite RateStimuli.aspx besitzt zudem noch einige gesonderte Funktionalitäten. Auf dieser Website werden alle Stimuli angezeigt, die durch den Probanden zu bewerten sind. Diese werden unterteilt nach bereits bewerteten und noch nicht bewerteten Produktalternativen (vgl. Abb. 2.9). Klickt der Proband auf einen Stimulus, wird dieser in einen Bearbeitungsbereich geladen und kann dort bewertet werden. Nach abgeschlossener Bewertung wird die Karte innerhalb der bewerteten Karten einsortiert und der Proband wählt eine neue Karte zur Bewertung aus. Um dieses Verhalten zu erzeugen wird erneut JavaScript eingesetzt. Jeder Stimulus besitzt einen umschließenden divlayer. Dieser Layer wird mittels der onclick Eigenschaft eine JavaScript-Funktion zugewiesen, die beim Klicken auf die Karte ausgeführt wird. Der Methode wird dabei die Index-Position des Layers übergeben, auf den geklickt wurde. Die JavaScript-Funktion erzeugt wiederum einen PostBack-Aufruf, wodurch eine entsprechende Behandlung innerhalb der PageLoad()-Methode der Rate-Stimuli.aspx.cs Datei möglich

## 2.4.4 Zugriff auf die Conjoint-Datenbank

Der Datenbankzugriff auf die Conjoint-Datenbank wird über die Klasse CADatabase implementiert. Innerhalb dieser Klasse sind sämtliche Attribute bzw. Properties und Methoden statisch. In dem Property ConnectionString werden die Verbindungsdaten zur Datenbank gespeichert, das Property Connection vom Typ ODBCConnection verbindet die eigentliche Datenbankverbindung. Beim erstmaligen Zugriff auf die Datenbankverbindung wird diese mit dem ConnectionString initialisiert und geöffnet.

Um Daten aus der Datenbank auszulesen, werden die statischen, generischen Methoden GetObject(string) bzw. GetObjects(string) verwendet. Diese führen die als String übergebenen Abfragen mittels des ODBCConnection Objekts aus. Die so ermittelten Daten werden in die entsprechenden Geschäftsobjekte überführt und dem Objekt-Cache hinzugefügt. Der Objekt-Cache ist ein privates Attribut vom Typ List<BaseObject>, in dem alle bereits aus der Datenbank geladenen Objekte abgelegt werden und bei Bedarf auch wieder ausgelesen werden können, um einen erneuten Datenbankzugriff zu vermeiden.

Ein weiterer Teil der Klasse CADatabase ist die Methode DataSynchronize (). Diese Methode ist zuständig für die Synchronisierung der Modelle im H2-Toolset-Server mit den Einträgen in der Conjoint-Datenbank. Im Rahmen der Synchronisation werden zunächst alle Studien vom H2-Toolset geladen. Diese werden dann mit den bereits in der Datenbank vorhandenen Studien verglichen und ggf. neu in die Datenbank eingefügt. Änderungen z. B. an den Merkmalen einer Studie werden nur übernommen, wenn noch kein Proband an der Umfrage teilgenommen hat.

Um diese Studien in die Datenbank einzufügen, besitzt die Klasse CADatabase die beiden Methoden MapToSQL(Study) und MapToSQL(Person). Diese fügen die jeweiligen Objekte inklusive den abhängigen Objekten in die Datenbank ein.<sup>40</sup>

vgl. Abschnitt 2.4.1.

Bei Objekten der Klasse Study sind dies die Attribute- und Characteristic-Objekte; bei Person-Objekte sind es PersonAttributeRelation- und PersonCharacteristicRelation-Objekte.

## 3 Teil 2: Konzeption und prototypische Implementierung der Datenauswertung

#### 3.1 Überblick

Aufgrund ihrer besonderen Eignung für hybride Leistungsbündel, soll im Rahmen dieser Arbeit deshalb die Conjoint-Analyse und insbesondere die Verfahrensvariante der Hierarchischen Individualisierten Limit Conjoint-Analyse (HILCA) zur Ermittlung von Präferenzdaten und Zahlungsbereitschaften eingesetzt werden. Ziel ist die Konzeption und prototypische Implementierung eines Tools zur Auswertung conjoint-analytisch gesammelter Umfragedaten. Das Conjoint-Auswertungstool ist Bestandteil des Zahlungsbereitschaftstools, welches das Umfragetool (vgl. Teil 1) und das Auswertungstool beinhaltet. Bei dem Zahlungsbereitschaftstool handelt es sich nicht um ein autonomes Tool, sondern um eine zusätzliche Komponente des Gesamtsystems **H2-ServPay**, welches die Modellierung, Konfiguration und Kalkulation hybrider Leistungsbündel unterstützt.

In Kapitel 3.2 werden unterschiedliche Verfahren zur Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für HLB diskutiert und die Hierarchische Individualisierte Limit Conjoint-Analyse (HILCA) als das am besten geeignete Verfahren herausgestellt. Den Schwerpunkt des zweiten Kapitels bildet daraufhin die aufbauende Erläuterung der HILCA. Dazu werden zunächst kurz die Basisverfahren Traditionelle Conjoint-Analyse (TCA) und Limit-Conjoint-Analyse (LCA) sowie anschließend die HILCA erläutert. Die Beschreibung der Verfahren konzentriert sich dabei auf die Datenauswertungsphase und geschieht durch eine formale Betrachtung der benötigten Gleichungen.

Kapitel 3.3 widmet sich anschließend der softwaretechnischen Konzeption und Architektur des Conjoint-Auswertungstools. Der Aufbau des Kapitels orientiert sich an den Entwicklungsphasen des Rational Unified Process (RUP). Nach einer kurzen Beschreibung des Softwareentwicklungsprozesses in Abschnitt 3.3.1, folgt im Kern des Kapitels (Abschnitt 3.3.2 bis 3.3.5) die Erläuterung des Fachkonzepts des Auswertungstools anhand einer kurzen Beschreibung der Funktionalität sowie einer ausführlichen Beschreibung der Architektur, des Datenmodells (Entity Relationship Model (ERM)) und des konzeptionellen Klassendiagramms (OOA-Modell). In Abschnitt 3.3.6 werden abschließend einige technische Entwurfsentscheidungen erörtert.

# 3.2 Verfahrung zur Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für hybride Leistungsbündel

Zur Messung von Zahlungsbereitschaften finden sich in der Literatur zahlreiche unterschiedliche Ansätze. Eine kritische Beurteilung der Methoden in Bezug auf produktbegleitende Dienstleistungen vollführen u. a. FROHS und BACKHAUS. <sup>41</sup> Messungen auf Basis von realen Kaufdaten und experimentellen Kaufangeboten erweisen sich dort insbesondere aufgrund der unzureichenden Variation des Preises als ungeeignet, weil dadurch ausschließlich Zahlungsbereitschaften auf aggregierter Ebene erfasst werden können. Die Möglichkeit einer *Individualanalyse* ist zur Aufdeckung des heterogenen Antwortverhaltens unterschiedlicher Kundengruppen jedoch zwingend notwendig. <sup>42</sup> Methoden zur

<sup>&</sup>lt;sup>41</sup> Vgl. Anh. B.1; Anh. B.2; Anh. B.3; Frohs, Backhaus (2008).

<sup>&</sup>lt;sup>42</sup> Vgl. Backhaus u. a. (2007).

direkten Preisabfrage (*kompositionelle Methoden*) konterkarieren häufig das reale Entscheidungsverhalten des Nachfragers, weil dort kein Abwägen zwischen Produktbündeln erfolgt und außerdem strategisches Verhalten nicht vermieden werden kann.<sup>43</sup>

Innerhalb der Methoden zur Präferenzmessung erweisen sich die dekompositionellen, conjointanalytischen Methoden deshalb am geeignetsten. 44 Durch die Bewertung ganzer Leistungsbündel weisen sie eine hohe Realitätsnähe auf und ermöglichen dadurch eine Abbildung der tatsächlichen psychischen Prozesse des Kunden während der Entscheidungssituation. 45 Um das Kaufverhalten im Nachhinein simulieren zu können, ist die Festlegung eines Mindestanspruchs durch den Kunden notwendig. D. h., er sollte diejenigen Stimuli auswählen können, die er als nicht kaufenswert erachtet. Dieses Kriterium der Nicht-Auswahloption in Kombination mit der Möglichkeit zur Individualanalyse erfüllen lediglich die LCA und die HILCA. 46 Aufgrund des hohen Komplexitätsgrades hybrider Leistungsbündel ist es außerdem notwendig eine große Anzahl von Merkmalen in die Untersuchung einzubeziehen. Die Durchführung der LCA würde den Probanden in diesem Fall zeitlich und kognitiv überfordern, weshalb sich die HILCA, trotz der Realitätseinbußen durch die kompositionelle Phase, als das am besten geeignete Verfahren herausstellt. Obwohl auch die in der Praxis weit verbreitete Adaptive Conjoint-Analyse (ACA) eine Einbeziehung großer Merkmalszahlen ermöglicht, mangelt es ihr an einer Nicht-Auswahloption. VOETH und BORNSTEDT bescheinigen der HILCA außerdem eine höhere Prognosevalidität als der ACA<sup>47</sup> sowie eine breitere Streuung der relativen Wichtigkeiten. wodurch sie im Gegensatz zur ACA nicht dazu neigt, einige Merkmale unter- oder überzubewerten, und somit plausiblere Ergebnisse liefert. 48

#### 3.2.1 Aufbauende Erläuterung der HILCA als geeignetes Verfahren

#### 3.2.1.1 Vorbemerkungen

Aufbauend auf der traditionellen Conjoint-Analyse (TCA) und LCA erfolgt nun eine Erläuterung der HILCA mit besonderem Fokus auf die Datenauswertung. Ziel dieses Abschnitts ist es nicht eine ausführliche Einführung in die Conjoint-Analyse zu geben. Vielmehr sollen die der Datenauswertung zugrundeliegenden Gleichungen kurz vorgestellt werden und eine grobe Vorstellung des Ablaufs vermittelt werden. Die Verfahren bilden die Grundlage für die Arbeitsweise des Conjoint-Auswertungstools und werden in Kapitel 3.4 weiterführend präzisiert. Das Tool beherrscht neben der

Vgl. Backhaus u. a. (2007); Frohs, Backhaus (2008).

Für einen Überblick bekannter Präferenzmessungsmethoden: vgl. Steiner (2007), S. 42-77.

<sup>&</sup>lt;sup>45</sup> Vgl. Schweikl (1985), S. 68 f.

Für einen Bei der HILCA handelt es sich nicht um ein "rein" dekompositionelles, sondern um ein hybrides Verfahren, weil der dekompositionellen eine kompositionelle Phase vorausgeht.

VOETH erreichte in seiner ersten Studie über PKWs eine Prognosevalidität von bis zu 71,11%. Vgl. Voeth (2000), S. 291-295. Bei BORNSTEDT betrug sie in einer Studie über Notebooks 47,96% bei der HILCA und 36,78% bei der ACA. Vgl. Voeth, Bornstedt (2007); Bornstedt (2007), S. 96 ff. KRAUS erreichte in einer Studie über Aktienfonds hingegen 46% bei der HILCA und 47% bei der ACA. Vgl. Kraus (2004), S. 214. Allen Studien lag jedoch ein teilweise sehr unterschiedliches Verfahrensmodell zugrunde.

Die breitere Streuung der HILCA konnten alle verglichenen Studien bestätigen. Vgl. Anh. B.5, B.4; Voeth, Bornstedt (2007); Mai u.a. (2008); Kraus (2004), S. 222; Bornstedt (2007), S. 102 ff.

HILCA auch die Auswertung der Basisverfahren LCA und TCA. Für eine detaillierte Erläuterung mathematischer Zusammenhänge und fachlicher Hintergründe wird an gegebener Stelle auf die entsprechende Literatur verwiesen.

## 3.2.1.2 Traditionelle Conjoint-Analyse (TCA)

Die TCA bildet die Grundlage nahezu aller Conjoint-Verfahren.<sup>49</sup> Ihr Ablauf gestaltet sich relativ unkompliziert. Der Anbieter wählt anhand diverser Kriterien relevante Merkmale (z.B. Farbe) und Merkmalsausprägungen (z.B. rot, grün, blau) eines Produkts, die in die Conjoint-Analyse einfließen sollen.<sup>50</sup> Anschließend werden daraus mehrere unterschiedliche Produktalternativen (sog. *Stimuli*) generiert, welche die Merkmale mit jeweils unterschiedlichen Merkmalsausprägungen besitzen.<sup>51</sup> Die Aufgabe des Kunden bzw. Probanden besteht daraufhin in der Bewertung der unterschiedlichen Stimuli, indem er sie gemäß seiner Präferenzen in eine Rangfolge bringt. Der (inverse) Rang des Stimulus <sup>‡</sup>k wird dabei als Gesamtnutzen <sup>‡</sup>k des Stimulus interpretiert.<sup>52</sup>

Aus diesen Daten können in einem nächsten Schritt für jeden Probanden die Teilnutzenwerte der verschiedenen Merkmalsausprägungen geschätzt werden. Zu diesem Zweck kann z.B. eine multiple Varianzanalyse (Multiple Analysis of Variance (MANOVA)) durchgeführt werden. Die zugehörige Schätzfunktion ist wie folgt definiert:

$$u_k^{VA} = \beta_0 + \sum_{m=1}^{M} \sum_{\alpha=1}^{A_m} \beta_{m\alpha} \cdot x_{m\alpha}$$
 (3.2.1)

M : Anzahl der Merkmale

 $A_m$ : Anzahl der Ausprägungen von Merkmal m

MANOVA-Schätzer des Gesamtnutzenwerts für Stimulus 🕏

MANOVA-skalierter geschätzter Basisnutzen

 $f_{ma}$  : MANOVA-skalierter geschätzter Teilnutzenwert für Ausprägung a von Merkmal m

 $x_{ma}$ : 1, falls bei Stimulus k das Merkmal m in Ausprägung a vorliegt, sonst 0

Der Funktion liegt ein additives Nutzenmodell zugrunde. Das heißt es wird geschätzt, dass sich der Gesamtnutzen  $k_k^{44}$  eines Stimulus aus der Summe der Teilnutzen seiner Merkmalsausprägungen und einem konstanten Basisnutzen  $p_0$  ergibt. Gleichung (3.2.1) bezieht sich dabei auf genau einen Probanden. Diese Begebenheit trifft auf alle nachfolgenden Gleichungen in allen Kapi-

<sup>50</sup> Vgl. Backhaus u. a. (2006), S. 562 f.

<sup>&</sup>lt;sup>49</sup> Vgl. Anh. B.6.

Die Gesamtheit der generierten Stimuli wird als Erhebungsdesign oder Conjoint-Design bezeichnet. Die Erzeugung gestaltet sich keineswegs trivial, soll jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht thematisiert werden. Vgl. Backhaus u. a. (2006), S. 564-570; Addelman (1962).

Unter der Bedingung Rang 1 > Rang 2 ist der Gesamtnutzen des Stimulus k definiert als  $u_k = (K + 1) - r_k$  mit K =Stimulianzahl und  $r_k =$ Stimulirang. Im Fall Rang 2 > Rang 1 gilt  $u_k = r_k$ .

Vgl. Hillig (2006), S. 44 ff.; Backhaus u. a. (2006), S. 571 ff.

teln dieser Arbeit zu. Eine ausführliche Erläuterung der Schätzung der Teilnutzen ₱ma erfolgt in Abschnitt 3.4.3.

Zur besseren Vergleichbarkeit und späteren Aggregation werden die Teilnutzenwerte im Anschluss *normiert.* Die allgemeine formale Normierungsvorschrift lautet:

$$\beta_1 m a^{\dagger} norm = (\beta_1 m a - min_{Ta} \mathbb{E}\{\beta_1 m a\}) / (\sum_1 (m = 1)^{\dagger} M \mathbb{E} \mathbb{E}(max_{Ta} \mathbb{E}\{\beta_1 m a\} - min_{Ta} \mathbb{E}\{\beta_1 m a\}))$$

$$(3.2.2)$$

normierter Teilnutzenwert der Ausprägung a von Merkmal m

Dabei wird die Ausprägung mit dem jeweils kleinsten Teilnutzen eines Merkmals auf 0 gesetzt. Die Teilnutzen der übrigen Ausprägungen des Merkmals werden entsprechend transformiert (Zähler der Gleichung (3.2.2)). Zur Justierung der Skaleneinheit ist es außerdem notwendig, den Maximalwert des Wertebereichs zu ermitteln. Diesem entspricht hier der Gesamtnutzenwert des am höchsten bewerteten (evtl. rein theoretischen) Stimulus des jeweiligen Probanden. Er wird auf den Wert 1 gesetzt. Die übrigen Werte werden wiederum entsprechend angepasst (Nenner der Gleichung (3.2.2)).<sup>54</sup>

Hohe Teilnutzenwerte der Ausprägungen eines Merkmals geben allerdings noch keinen Aufschluss über dessen *relative Wichtigkeit* für den Probanden. Aussagekräftiger ist diesbezüglich die *Spannweite* des Merkmals, d. h. die Differenz zwischen maximalem und minimalem Teilnutzenwert der Ausprägungen des Merkmals. Durch Gewichtung der Spannweite an der Summe aller Spannweiten erhält man schließlich die prozentuale relative Wichtigkeit.<sup>55</sup>

$$\frac{\sum_{m=1}^{M} \square}{\max \left( \underset{\beta_{ma}}{\text{min}} - \underset{\beta_{ma}}{\text{max}} \right)} = \max_{\beta_{ma}} \square$$
(3.2.3)

₩<sub>m</sub> : relative Wichtigkeit von Merkmal m

Neben den individuellen Wichtigkeiten  $\mathbb{W}_{m}$  sind zur Aufdeckung marktspezifischer Präferenzstrukturen vor allen Dingen aggregierte Werte interessant. Aus diesem Grund wird schließlich die durchschnittliche relative Wichtigkeit  $\overline{\mathbb{W}_m}$  jedes Merkmals bestimmt, indem jeweils das arithmetische Mittel der individuellen Merkmalswichtigkeiten aller Probanden gebildet wird.

Im Rahmen der Preisermittlung ist außerdem die Zahlungsbereitschaft eines bestimmten Produkts bzw. hybriden Leistungsbündels J von Interesse. Zu diesem Zweck könnte dafür z. B. auf Grundla-

Vgl. Backhaus u. a. (2006), S. 580 f.

Die Summe der einzelnen relativen Wichtigkeiten ergibt 1. Vgl. Backhaus u. a. (2006), S. 580 ff.; Hillig (2006), S. 49 ff.; Klein (2002), S. 28 f.

ge der berechneten Teilnutzenwerte des Merkmals Preis die individuelle Preisnutzenfunktion <sup>56</sup> des Probanden bestimmt werden. <sup>56</sup>

$$u_{i}(p_{i}) = d_{0} + d \cdot p_{i} = -u_{i}^{op} \Leftrightarrow p_{i} = \frac{-u_{i}^{op} - d_{0}}{d}$$

$$(3.2.4)$$

(F) : Gesamtnutzen des simulierten HLB / in Abhängigkeit vom Preis /

d₀ : Nutzen ohne Veränderung durch den Preis ₽

d : Nutzenveränderung durch zuzügliche oder abzügliche Preiseinheit

**P***i* : Preis bzw. Zahlungsbereitschaft für HLB *i* in Prozent des bisherigen Preises

geschätzter Gesamtnutzen des simulierten HLB / ohne Preis

Anschließend kann durch den Basisnutzen  $\beta_0$  und die vorhandenen Teilnutzenwerte  $\beta_{ma}$  zunächst der Gesamtnutzen ohne Preis für das zu simulierende HLB j aufaddiert werden. Durch Gleichsetzung von mit der Preisnutzenfunktion und anschließendem Umstellen nach  $p_j$  ergibt sich dafür die maximale Zahlungsbereitschaft des Probanden.

#### 3.2.1.3 Limit Conjoint-Analyse (LCA)

Die ursprünglich von Hahn und Voeth entwickelte LCA erweitert die TCA um eine Nicht-Auswahloption. Der Kunde bzw. Proband legt dazu nach dem Ranking der Stimuli eine sog. Limit-Card hinter die letzte für ihn kaufenswerte Alternative. Die Limit-Card markiert dadurch seinen Nutzennullpunkt. Alle Produkte bzw. Stimuli hinter der Limit-Card werden vom Probanden als nicht kaufenswert eingestuft und stiften ihm einen negativen Gesamtnutzen. Zur Integration der Limit-Card in die traditionelle Conjoint-Methodik wird eine Skalenverschiebung der empirischen Gesamtnutzenwerte kale durchgeführt. Sie werden daher wie folgt berechnet:

$$u_k = r_k - r_k + 0.5 ag{3.2.5}$$

 $u_k$ : empirischer Gesamtnutzenwert für Stimulus k

 $r_L$ : Rang des Stimulus k, hinter dem sich die Limit-Card befindet

r<sub>k</sub> : Rang des Stimulus k

Im Vergleich zur TCA ändert sich dadurch lediglich der geschätzte Basisnutzen  $\beta_0$ . Die Teilnutzenwerte  $\beta_{ma}$  und die daraus abgeleiteten relativen Wichtigkeiten  $w_m$  sind identisch. Die Zahlungsbereitschaften ändern sich entsprechend durch die Basisnutzenänderung. Sämtliche Verfahrensschritte stimmen bis auf die Transformation der empirischen Gesamtnutzenwerte  $u_k$  mit der TCA überein.

Liegt dem Preis das Teilnutzenmodell zugrunde, erfolgt die Parameterschätzung von d
und durch eine Regression. Im Idealvektormodell kann die Zweipunktegleichung verwendet werden.

<sup>&</sup>lt;sup>57</sup> Vgl. Hahn, Voeth (1997).

<sup>&</sup>lt;sup>58</sup> Vgl. Anh. C.1.

<sup>&</sup>lt;sup>59</sup> Vgl. Backhaus u. a. (1998), S. 14 ff.

# 3.2.1.4 Hierarchische Individualisierte Limit Conjoint-Analyse (HILCA)

#### Allgemeines

Die HILCA wurde ursprünglich von VOETH entwickelt und findet ihre erste Erwähnung in der wissenschaftlichen Literatur im Jahr 2000. 60 Ziel der HILCA ist die Verbesserung der Kaufentscheidungsprognose unter Berücksichtigung großer Merkmalszahlen. Sie steht damit in direkter Konkurrenz zur ACA, welche dasselbe Ziel verfolgt. Im Gegensatz zur ACA greift die HILCA zur Berücksichtigung größerer Merkmalszahlen auf das theoretische Gerüst der Informationsverarbeitungstheorie zurück, indem die komplexe Beurteilungsaufgabe der Merkmalsbewertung, zur Vermeidung kognitiver Überlastung, in individuelle, hierarchisch aufsteigende Ebenen untergliedert wird, die im Nachhinein sukzessiv bearbeitet werden. Zur Verbesserung der Kaufentscheidungsprognose wird das Konzept der Limit-Card aus der LCA verwendet.61

In seiner ursprünglichen Form berücksichtigt das Modell der HILCA merkmalsübergreifende Kompensationseffekte, individuelle K.O.-Ausprägungen und Interaktionseffekte durch Merkmalsabhängigkeiten. Den Probanden werden zu diesem Zweck mehrere Conjoint-Designs, abhängig von der Anzahl der individuell gebildeten Merkmalsgruppen, zur Beurteilung vorgelegt. 62 Das Verfahren gestaltet sich dadurch äußerst zeitaufwändig und wird in dieser Form nur in der Arbeit von VOETH angewandt. In Zusammenarbeit mit McKinsey & Company und der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) wurde die HILCA zu einer praxistauglichen Befragungssoftware weiterentwickelt. 63 Die "neue" HILCA, die in einer vorläufigen Fassung bei KRAUS im Jahr 2004 und in ihrer aktuellen Fassung bei BORNSTEDT und HERBST im Jahr 2007 Verwendung findet,64 hat nur noch wenig mit der Ursprungsvariante gemeinsam. Lediglich die K.O.-Ausprägungen sowie das hierarchische, individualisierte Konzept sind weiterhin Bestandteil des Modells. Auf die o.g. Berücksichtigung von Kompensationsund Interaktionseffekten wird gänzlich verzichtet. Stattdessen wird dem Probanden aus Zeitgründen nur noch ein Conjoint-Design vorgelegt. Um dennoch für alle Merkmalsausprägungen Teilnutzenwerte zu erhalten, besteht die Umfrage aus einem kompositionellen und einem dekompositionellen Teil, deren Werte im Anschluss kombiniert werden. 65

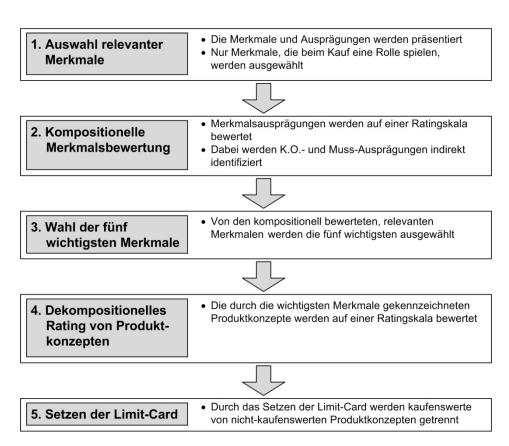
<sup>60</sup> Vgl. Voeth (2000).

<sup>61</sup> Vgl. Voeth, Bornstedt (2007), S. 385 f.

<sup>62</sup> Vgl. Voeth (2000), S. 165-225.

Vgl. GfK (2006); Voeth, Bornstedt (2007), S. 385. Vgl. Kraus (2004); Bornstedt (2007); Herbst (2007).

Vgl. Voeth, Bornstedt (2007).



Quelle: Vgl. Bornstedt (2007), S. 77

**Abb. 3.1:** Ablaufschritte der HILCA (GfK-Variante)

Innerhalb dieser Arbeit soll zunächst die aktuelle Verfahrensvariante der HILCA (2007) in der Form realisiert werden, wie sie in der Literatur von VOETH, BORNSTEDT, HERBST und KRAUS beschrieben und zudem auch von der GfK praktisch eingesetzt wird. 66 In Abb. 3.1 sind die Ablaufschritte des Verfahrens grafisch veranschaulicht. Als erstes entfernt der Proband die für ihn *unwichtigen* Merkmale aus der Umfrage. Für die Ausprägungen der übrigen, *relevanten* Merkmale gibt er anschließend einen Punktwert auf einer Skala von 0 bis 100 ab. Wählt er die 0, so verdeutlicht er, dass es sich um eine *K.O.-Ausprägung* (engl. Unacceptable) handelt, d. h., wenn das Merkmal diese Ausprägung besitzt (d. h., wenn die Farbe des Autos z. B. gelb ist), wird das Produkt grundsätzlich von ihm abgelehnt. Die Ausprägung kann demnach nicht kompensiert werden. Vergibt der Proband für alle bis auf eine Ausprägung eines Merkmals die Nullwertung, handelt es sich bei der verbliebenen um eine *Muss-Ausprägung* (engl. Must-Have). Im Anschluss an die kompositionelle Bewertung wird der Proband gebeten, aus der Menge der relevanten Merkmale nochmals die für ihn *wichtigsten* fünf Merkmale auszuwählen. 67 Auf Basis dieser Merkmale wird daraufhin das Conjoint-Design gebildet. 68

Vgl. Kraus (2004); Voeth, Bornstedt (2007); Bornstedt (2007); Herbst (2007); Wildner u. a. (2006); Hölscher u. a. (2006); GfK (2006); GfK (2008).

In der Beschreibung von VOETH und BORNSTEDT wird dieser Schritt übersprungen, indem automatisch die fünf Merkmale mit der größten Spannweite (berechnet aus den kompositionellen Punktwerten) gewählt werden.Vgl. Voeth, Bornstedt (2007), S. 387. Die GfK-Variante beinhaltet diesen Zwischenschritt. Die Merkmale sind dort nach Spannweite absteigend sortiert. Muss-Ausprägungen werden nicht mit aufgelistet. Vgl. Wildner u. a. (2006); GfK (2006), S. 10; GfK (2008).

Merkmale mit K.O.-Ausprägungen fließen unter Ausschluss der K.O.-Ausprägungen in das Conjoint-Design mit ein.

Phase vier stellt demnach den conjoint-analytischen Teil der Befragung dar. Der Proband bewertet die generierten Stimuli auf einer Ratingskala von 0 bis 100 und platziert anschließend seine Limit-Card.<sup>69</sup>

### Datenauswertung

Die Datenauswertung in Bezug auf die Teilnutzenwerte verläuft für den conjoint-analytischen Teil der HILCA analog zur LCA. Die Berechnung der empirischen Gesamtnutzenwerte erfolgt jedoch aufgrund der Rating-Skala durch die Gleichung: \*\*\* = \*\*\* -

$$\beta_{m\alpha}^{p} = P_{m\alpha}^{x} \cdot g \cdot \frac{S_{n}}{S_{\sigma}} \tag{3.2.6}$$

aus zentriertem Punktwert umgerechneter Teilnutzenwert der Ausprägung a

von Merkmal m

👫 : zentrierter Punktwert der Ausprägung a von Merkmal m

Regressionskoeffizient zwischen zentrierten Punktwerten der Ausprägungen

der wichtigsten 5 Merkmale und deren Conjoint-Teilnutzenwerten

 $S_n$ : durchschnittliche Spannweite der zentrierten Punktwerte der relevanten, jedoch nicht wichtigsten Merkmale (Conjoint-Prozedur nicht durchlaufen)  $S_c$ : durchschnittliche Spannweite der zentrierten Punktwerte der wichtigsten

5 Merkmale (Conjoint-Prozedur durchlaufen)

<sup>&</sup>lt;sup>69</sup> Bei der HILCA findet kein Ranking, sondern ein Rating statt.

<sup>&</sup>lt;sup>70</sup>  $R_k$  = Rating für Stimulus k .  $R_k$  = Rating des Stimulus k , hinter dem sich die Limit-Card befindet. Vgl. Voeth (2000), S. 108-113; GfK (2006), S. 13.

Vgl. Herbst (2007), S. 156 f.; Bornstedt (2007), S. 94 ff. Die Indizes m und a addressieren in Gleichung (3.2.6) abweichend von Gleichung (3.2.1)-(3.2.3) nicht die 5 Conjoint-Merkmale, sondern die relevanten Merkmale exklusive der fünf Conjoint-Merkmale.

nutzenwerten für die nicht in der Conjoint-Analyse enthaltenen Merkmalsausprägungen möglich ist.73

Der zentrierte Punktwert ist dabei definiert als:  $R_{ma} = R_{ma} - R_{ma}$ . Er stellt demnach den kompositionellen Punktwert abzüglich des arithmetischen Mittels aller Punktwerte der Ausprägungen des Merkmals m dar. Im wird dabei unter Ausschluss einer evtl. vorhandenen K.O.-Ausprägung (Punktwert = 0) gebildet. Auch die jeweilige Berechnung der Einzelspannweiten der Punktwerte zur Ermittlung der durchschnittlichen Spannweiten  $S_n$  und  $S_c$  erfolgt unter Ausschluss evtl. vorhandener K.O.-Ausprägungen.<sup>74</sup> Bei der Berechnung von <sup>5</sup>n bleiben außerdem die unwichtigen Merkmale unbeachtet. Merkmale mit einer Muss-Ausprägung (Spannweite = 0) werden dort jedoch mit einbezogen.

Es ist festzustellen, dass K.O.-Ausprägungen innerhalb der Conjoint-Prozedur sowie bei der Angleichung der kompositionellen und dekompositionellen Nutzenwerte gewissermaßen ignoriert werden. K.O.-Ausprägungen wird an dieser Stelle kein konkreter Teilnutzenwert zugeordnet, es empfiehlt sich daher eine Kennzeichnung durch "K.O.". Muss-Ausprägungen hingegen gelten als besonders wichtig für den Probanden. Ihnen wird deshalb nicht ihr angeglichener Punktwert als Teilnutzenwert zugewiesen, sondern stattdessen der Wert der Hälfte der maximalen Spannweite der (teils durch Angleichung der kompositionellen Punktwerte, teils conjoint-analytisch ermittelten) Teilnutzenwerte aller Merkmale. Das bedeutet formal: fimalmuss - 1/2 · 5 max 7 .75 Alle Muss-Ausprägungen eines Probanden erhalten demnach denselben Teilnutzenwert.

Während zur individuellen Prognose von Kaufentscheidungen das Vorhandensein von K.O.-Ausprägungen äußerst aufschlussreich ist, wird eine Prognose der durchschnittlichen relativen Wichtigkeiten  $\overline{W}_{rri}$  dadurch erschwert, dass die individuell unterschiedliche Identifikation von K.O.-Ausprägungen eine Aggregation der Daten verbietet. 76 Eine pragmatische Lösung des Problems besteht in der Ersetzung der K.O.-Ausprägungen durch einen negativen Teilnutzenwert.<sup>77</sup>

$$\beta_{m\alpha}^{KO} = \min_{\mathbf{a} \in \mathcal{B}_{m\alpha}} \mathbf{a}$$
 (3.2.7)

Vgl. Wildner u. a. (2006); Voeth, Bornstedt (2007), S. 387.

Als Einzelspannweite eines Punktwerts wird hier die Differenz zwischen maximalem und minimalem Punktwert der Ausprägungen eines Merkmals bezeichnet. Bei § ist der K.O.-Ausschluss schon dadurch bedingt, dass die K.O.-Ausprägungen nicht in das Conjoint-Design mit eingeflossen sind.

max<sub>[]</sub> max [] mit = maximale Spannweite der Teilnutzenwerte aller Merkmale und  $S_m^{\perp}$  = Einzelspannweite von Merkmal m. (Über den Index m können in diesem Fall alle Merkmale adressiert werden.) Vgl. Kraus (2004), S. 212 f.; Bornstedt (2007), S. 95. 76 Vgl. Voeth (2000), S. 199 ff.

Die Methode geschieht in Anlehnung an die Methodik der ACA. Der Aufschlagfaktor von 0.2 (20%) ist dabei gewissermaßen willkürlich gewählt. Vgl. Kraus (2004), S. 211 f.; Bornstedt (2007), S. 108 f.

Teilnutzenwert der K.O.-Ausprägung a von Merkmal m

 $\overline{S^T}$ : mittlere Spannweite der Teilnutzenwerte aller Merkmale

Die K.O.-Ausprägungen innerhalb eines Merkmals mit einer Muss-Ausprägung erhalten hingegen den negativen Teilnutzenwert der Muss-Ausprägung.<sup>78</sup> Analog zur TCA können daraufhin die relativen Wichtigkeiten Wing gemäß Gleichung (3.2.3) ermittelt und aggregiert werden.

## 3.3 Konzeption und Architektur des Conjoint-Auswertungstools

## 3.3.1 Allgemeines zum Softwareentwicklungsprozess

In der Literatur finden sich zahlreiche unterschiedliche Prozessmodelle zur Softwareentwicklung. Wesentliche (vertikale) Phasen, welche alle Modelle durchlaufen, sind Anforderungsanalyse (*Requirements*), Analyse (*Analysis*),<sup>79</sup> Entwurf (*Design*), Implementierung (*Implementation*) und Test (*Testing*).<sup>80</sup> Das bekannte *Wasserfallmodell* beschreibt eine streng sequentielle Abfolge der beschriebenen Phasen<sup>81</sup> Aufgrund der Tatsache, dass sich die Anforderungen eines Softwaresystems jedoch während des Entwicklungsprozesses häufig ändern, erweist sich ein Vorgehen gemäß des *Rational Unified Process (RUP)* als bessere Alternative. Bei dem RUP handelt es sich um ein zweidimensionales Phasenmodell, bei dem auf horizontaler Ebene die Phasen Konzept (*Inception*), Spezifikation (*Elaboration*), Konstruktion (*Construction*) und Einführung (*Transition*) durchlaufen werden. Jede dieser horizontalen Phasen ist gekennzeichnet durch die parallele Arbeit innerhalb der zuvor erwähnten vertikalen Phasen.<sup>82</sup>

Der Entwicklungsprozess des Zahlungsbereitschafts- und insbesondere des Auswertungstools orientiert sich grob am RUP. Wegen des relativ geringen Umfangs des Projekts erweisen sich einige der Phasen jedoch als überflüssig oder werden in stark vereinfachter Form durchgeführt. Somit wird innerhalb der Anforderungsanalyse in der Konzeptphase auf ein Use-Case-Modell verzichtet, weil sich die Benutzer-Funktionalität auf eine überschaubare Anzahl von Einstellungsparametern für die Conjoint-Analyse beschränkt. Die Anforderungsanalyse konzentriert sich dadurch auf eine Beschreibung der Kernfunktionalität in Form von Screenshots der Benutzeroberfläche. Anders als in der gängigen Literatur beschrieben, erfolgt im Rahmen der Analyse innerhalb der Spezifikations-

<sup>&</sup>lt;sup>78</sup> Es gilt: β<sup>HO</sup> (muss) = -β<sup>muss</sup>. Vgl. Kraus (2004), S. 212 f.; Bornstedt (2007), S. 108 f.

Ergebnis der Analysephase ist ein Modell des Fachkonzepts (Analyse- oder Produktmodell). BALZERT fasst die Phase mit der Anforderungsanalyse zur Definitionsphase zusammen. Vgl. Balzert (2000b), S. 97-685. Im RUP wird sie mit der Entwurfsphase vereint. Vgl. Balzert (2000a), S. 223 ff.

Anh. D.1; Anh. D.2. Im Vorfeld existieren Phasen wie Planung oder Geschäftsprozessmodellierung (Business Modeling), im Nachhinein Einführung und Wartung. Auf diese Phasen wird hier nicht weiter eingegangen. Vgl. Balzert (2000b), S. 51; Balzert (2000a), S. 223.

<sup>81</sup> Vgl. Anh. D.1.

Vgl. Anh. D.2 Balzert (2000a), S. 214-229; Kruchten (2003); Jacobson u.a. (1999).

phase bereits eine (eher konzeptionelle) Erörterung der Systemarchitektur.<sup>83</sup> Diese frühzeitige Betrachtung der Architektur geschieht zum einen aufgrund der Notwendigkeit zur Integration des Tools in die bestehende Systemarchitektur von H2-ServPay und zum anderen zur frühzeitigen Identifikation von Kollaborationsschnittstellen. Analyse und Architekturüberlegungen werden deshalb parallel durchgeführt. Die Analyse wird dabei nochmals in datenbasierte und objektorientierte Analyse unterteilt. Im Rahmen des Entwurfs innerhalb der Spezifikationsphase, werden abschließend einige technische Details bezüglich der Entwicklungsumgebung, Daten- und Graphical User Interface (GUI)-Anbindung erläutert. Die Implementierung, als Hauptbestandteil der Konstruktionsphase, erfolgt in Kapitel 3.4. Der Test des Auswertungstools wird wie vom RUP gefordert während allen Entwicklungsphasen anhand speziell generierter Teststudien durchgeführt.

## 3.3.2 Anforderungsanalyse und Funktionalitätsbeschreibung

In allgemeiner Form besteht die Anforderung in der Entwicklung eines Plug-Ins zur Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für das Tool **H2-ServPay**. Als ausgewähltes Verfahren soll dabei die HILCA eingesetzt werden. Die Umfrage soll Internet-basiert durch den Kunden bzw. Probanden im Browser erfolgen. Die anschließende Datenauswertung durch den Anbieter soll ebenfalls webbasiert realisiert werden, um die Installation zusätzlicher Software zu vermeiden. Die Web-Oberfläche (GUI) des Auswertungstools dient zur Spezifizierung von Auswertungsparametern für die Conjoint-Analyse. Die Resultate werden daraufhin (serverseitig) berechnet und dem Anbieter zum Download bereitgestellt. Die Ausgabe soll in Form einer Excel-Datei (Version 2000-2007) oder als CSV-Datei erfolgen.

Da sich diese Arbeit ausschließlich mit der Entwicklung des Conjoint-Auswertungstools befasst und die Entwicklung des Umfragetools innerhalb einer anderen Arbeit diskutiert wird, werden im weiteren Verlauf lediglich die Anforderungen an das Auswertungstool im Detail aufgeführt. Zur besseren Anschaulichkeit befinden sich Screenshots der erläuterten Web-Oberfläche in Anh. E.1 bis Anh. E.6. Die konkreten Einstellungsmöglichkeiten innerhalb der Web-Oberfläche umfassen dabei die Festlegung von Merkmalsparametern, den Ausschluss invalider Probanden, die Definition beliebiger Produktszenarien zur Zahlungsbereitschaftsermittlung sowie allgemeine Einstellungen über das zu verwendende Conjoint-Analysemodell.

Unter dem Menüpunkt *Merkmal* können die Merkmalsparameter festgelegt werden.<sup>84</sup> Jedem Merkmal kann dort ein Präferenzmodell zugewiesen werden.<sup>85</sup> Handelt es sich bei dem Merkmal um den Preis, so kann dies über das Feld *Preismerkmal* mitgeteilt werden. Für jede Ausprägung kann dar-

Die Konzeption der Systemarchitektur erfolgt streng genommen erst innerhalb der Entwurfsphase. Vgl. Balzert (2000b), S. 686-718, S. 943-1023. Verzichtet man jedoch auf eine strikte Trennung von Analyse und Entwurf (analog zum RUP in Anh. D.2), so ist das Verfahren gerechtfertigt. Vgl. Balzert (2000a), S. 223 f.; Störrle (2005), S. 38; Jacobson u. a. (1999).

<sup>4</sup> Val. Anh. E.2.

Diskret = Teilnutzenmodell, Linear ab- und aufsteigend = Idealvektormodell. Letzteres impliziert, dass der Nutzen des Kunden bei zunehmenden Ausprägungen des Merkmals linear fällt oder steigt. Das Feld Rang gibt an, in welcher Reihenfolge die Ausprägungen des Merkmals als aufsteigend oder absteigend betrachtet werden sollen (erfolgt durch Eingabe ganzzahliger Rangwerte: 1, 2, 3 usw.).

aufhin im Feld Preis ein numerischer Wert für den Preis festgelegt werden. <sup>86</sup> Die Werte werden zur Bestimmung der Zahlungsbereitschaften und Preisabsatzfunktionen verwendet. Eine wesentliche Anforderung besteht in der Möglichkeit zum Ausschluss nicht plausibler und nicht valider Probanden. Zu diesem Zweck können für jedes Merkmal Plausibilitätskriterien festgelegt werden. <sup>87</sup> Unter dem Menüpunkt *Probanden* kann anschließend ausgewählt werden, dass Probanden, welche diese Restriktionen nicht erfüllen, von der Studie ausgeschlossen werden. <sup>88</sup> Zudem können anhand selbst definierter Schwellenwerte intern invalide Probanden oder Probanden mit schlechter Prognosevalidität ausgeschlossen werden. <sup>89</sup> Auch der konkrete Ausschluss oder die konkrete Einbeziehung einzelner Probanden ist möglich.

Neben der Ermittlung von Teilnutzenwerten und relativen Wichtigkeiten liegt der Anwendungsschwerpunkt der Software in der Prognose von Zahlungsbereitschaften. Unter dem Menüpunkt *Szenarien* ist der Anbieter deshalb in der Lage, Produktszenarien (HLB) anzulegen, für die unter Verwendung der Teilnutzenwerte die Zahlungsbereitschaft berechnet wird. Auf Basis der Produktszenarien können außerdem Preisabsatzfunktionen gebildet werden. Aufgrund der Tatsache, dass der optimale Ablauf der HILCA noch unbekannt ist, werden hohe Anforderungen an die Flexibilität des Auswertungstools gestellt. Unter dem Menüpunkt *Modellparameter* kann deshalb, abweichend vom allgemeinen Verfahren, die Skalierung des Ratings angepasst sowie der Umgang mit K.O.-Ausprägungen variiert werden. Auch der Wechsel auf die Verfahren LCA und TCA ist möglich. Unter dem Menüpunkt *Export in Datei* können abschließend die gewünschten Ausgabewerte exportiert werden. Zur Auswahl stehen kompositionelle Antworten, Teilnutzen, normierte Teilnutzen, relative Wichtigkeiten. Zahlungsbereitschaften und Preisabsatzfunktionen.

86

Das Feld erwartet einen Wert in Prozent des bisherigen Preises (bisheriger Preis = 100%). Die Angabe ist notwendig, weil der Wert im Feld Ausprägung rein textuell ist.

D. h., es wird z. B. definiert, dass ein Preis von 8500 einen größeren Nutzen stiften sollte als ein Preis von 10500.

<sup>88</sup> Vgl. Anh. E.3.

Die Ermittlung der Prognosevalidität konnte innerhalb dieses Prototyps nur konzeptionell berücksichtigt werden. Die Funktion steht deshalb in der vorliegenden Version noch nicht zur Verfügung.

<sup>&</sup>lt;sup>90</sup> Vgl. Anh. E.4; Anh. F.6.

<sup>&</sup>lt;sup>91</sup> Vgl. Anh. F.7.

<sup>&</sup>lt;sup>92</sup> Vgl. Anh. E.5.

<sup>93</sup> Vgl. Anh. E.5.

<sup>&</sup>lt;sup>94</sup> Vgl. Anh. F.1 bis Anh. F.7.

## 3.3.3 Allgemeiner Architekturüberblick

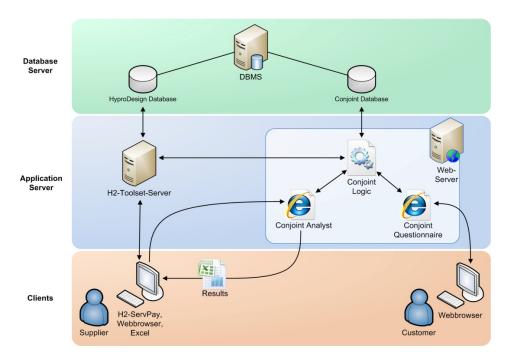


Abb. 3.2: Architektur des Zahlungsbereitschaftstools im Kontext von H2-ServPay

In Abb. 3.2 ist die Architektur des Zahlungsbereitschaftstools innerhalb der Gesamtarchitektur von H2-ServPay dargestellt. Den Ausgangspunkt des Geschehens bildet der Anbieter (Supplier). Er nutzt als erstes den H2-ServPay-Client, um den Lösungsraum eines gewünschten hybriden Leistungsbündels zu modellieren. Über den H2-Toolset-Server gelangt das erstellte Modell in die HyproDesign-Datenbank (HyproDesign Database). Hat der Anbieter das Modell zur Durchführung einer HILCA freigegeben, kommt das Zahlungsbereitschaftstool zum Einsatz. Der Fokus wechselt jetzt vom Anbieter auf den Kunden (Customer). Dieser ruft innerhalb seines Webbrowsers die Conjoint-Umfragewebsite (Conjoint Questionnaire) auf und startet dort die Umfrage zu dem modellierten Produkt. Die Umfragewebsite greift daraufhin über die hinterlegte Geschäftslogik (Conjoint Logic) auf den H2-Toolset-Server zu, um die Daten des Produktbündels aus der HyproDesign-Datenbank zu erhalten. Auf Basis der empfangenen Daten wird dann innerhalb der Conjoint Logic zunächst der kompositionelle Umfrageteil und anschließend der individuelle, dekompositionelle Teil generiert und auf der Umfragewebsite dargestellt. Hat der Kunde die Umfrage erfolgreich abgeschlossen, speichert die Website den individuell generierten Umfragebogen zusammen mit den Bewertungen des Kunden in der Conjoint-Datenbank (Conjoint Database). An dieser Stelle wandert der Fokus wieder zurück auf den Anbieter. Dieser ruft ebenfalls seinen Webbrowser auf und navigiert zur Auswertungswebsite (Conjoint Analyst). Nach der dortigen Anmeldung werden die zur Konfiguration benötigten Werte aus der Conjoint-Datenbank geladen und dem Anbieter online präsentiert. Sobald er die gewünschten Auswertungsparameter festgelegt hat, werden innerhalb der Conjoint Logic die benötigten Werte berechnet und in einem Excel-Dokument visuell aufbereitet. Dazu wird ein serverseitig instanziiertes COM-Objekt von Excel verwendet. Nach der Fertigstellung wird das Dokument von der Auswertungswebsite an den Anbieter übermittelt. Dieser empfängt es im Browser und kann daraufhin die Ergebnisse im lokal installierten Excel begutachten.

Aus technischer Perspektive handelt sich hierbei um eine klassische Schichtenarchitektur (*Multi-Tier-Architecture*) zur Realisierung verteilter Anwendungen. H2-ServPay-Client und Webbrowser stellen als zentrale Elemente der Client-Schicht die unterste Ebene dar. Als Anwendungsserver fungiert auf der nächst höheren Ebene zum einen der H2-Toolset-Server und zum anderen ein Webserver. Letzterer beinhaltet sowohl eine (serverseitige) Präsentationsschicht (Web-Schicht) in Form der zwei Conjoint-Websites als auch die zugehörige Anwendungsschicht (Business-Schicht) in Form der Conjoint Logic. Eine isolierte, lose gekoppelte Datenzugriffsschicht existiert in diesem Szenario nicht. Der Datenzugriff auf die Conjoint-Datenbank wird über ein *Data-Access-Objekt* innerhalb der Anwendungsschicht (Conjoint Logic) realisiert. Das Database Management System (DBMS) bildet als Stellvertreter der Daten-Schicht die letzte Ebene der Schichtenarchitektur. Die Server innerhalb der diskutierten Schichten sollten als Dienste anstatt als eigenständige Hardwareeinheiten angesehen werden. Es ist demnach problemlos möglich die Dienste von H2-Toolset-Server, Webserver und DBMS auf einem Rechner zu betreiben. Eine Verteilung auf mehrere Rechner ist ebenfalls möglich.

## 3.3.4 Datenbasierte Analyse (ERM)

Um die Zusammenarbeit von Umfrage- und Auswertungstool gewährleisten zu können, ist zunächst die Definition einer einheitlichen Datenbasis erforderlich. Aus diesem Grund erfolgt als Einstiegspunkt der Spezifikation eine datenbasierte Analyse, die in einem ERM der Conjoint-Datenbank resultiert (Abb. 3.3).<sup>96</sup>

Vgl. Anh. G.1; Dunkel, Holitschke (2003), S. 24 ff.; Wöhr (2004), S. 401-444; Dumke u. a. (2003), S. 148 f.; Pastor, Molina (2007), S. 32-38; Kappel u. a. (2004), S. 87-101; Balzert (2000b), S. 703 ff.

Jeder Entitätstyp besitzt zudem ein ID-Attribut. Auf die jeweilige Annotation wird in den folgenden Modellen verzichtet.

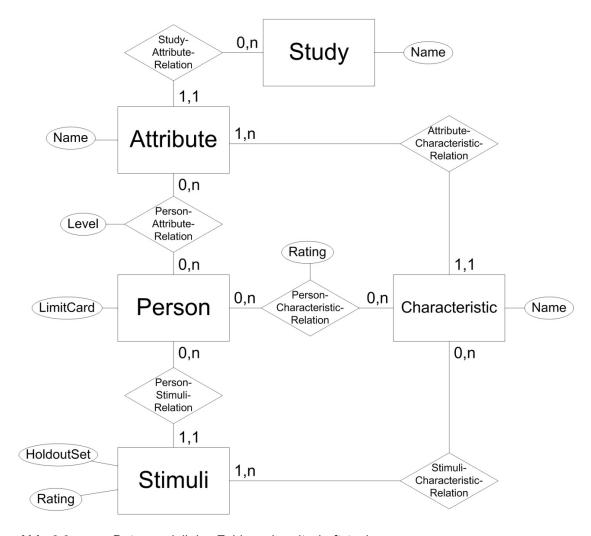


Abb. 3.3: Datenmodell des Zahlungsbereitschaftstools

Den globalen Entitätstypen des ERM stellt die Studie (Study) dar. Eine Studie basiert auf genau einem hybriden Leistungsbündel. Die verschiedenen Merkmale bzw. Module, welche das HLB beschreiben, werden durch den Entitätstyp Attribute abgebildet. Eine Studie besitzt alle Merkmale (Attributes) eines HLB. Merkmale besitzen unterschiedliche Ausprägungen bzw. Leistungen. Eine Ausprägung findet ihre Entsprechung in dem Entitätstyp Characteristic. Jede Ausprägung kann dort nur jeweils einem Merkmal angehören. Die Menge aller Ausprägungen und zugehörigen Merkmale beschreibt letztendlich den Lösungsraum eines HLB bzw. ein HLB auf Typebene. 97

Der zentrale Entitätstyp im ERM ist der Kunde bzw. Proband (Person). Innerhalb des kompositionellen Umfrageteils der HILCA ordnet er den einzelnen Merkmalen jeweils eine der Kategorien unwichtig, relevant oder (besonders) wichtig zu. Um diese Hierarchisierung festzuhalten, wird an den Beziehungstyp PersonAttributeRelation das Attribut Level annotiert. Handelt es sich um ein für den Probanden unwichtiges Merkmal, enthält Level den Wert 0, bei einem relevanten Merkmal den Wert 2 und bei einem besonders wichtigen die 1. Der Proband muss allen Merkmalen eine Kategorie zuweisen. Diese semantische Forderung kann in ERM-Notation nicht ausgedrückt werden. Als Ausweichlösung wird die Beziehung zwischen Proband und Merkmal durch (semantisch

inkorrekte) 0,n-Kardinalitäten ausgedrückt. Ebenso verhält es sich mit der Beziehung zwischen Proband und Ausprägung (PersonCharacteristicRelation). Während der kompositionellen Phase vergibt der Proband für alle Ausprägungen Punktwerte. Der jeweilige Punktwert wird durch das Attribut Rating im Modell erfasst. Ausprägungen von Merkmalen, die der Proband im Vorfeld als unwichtig eingestuft hat, erhalten automatisch ein Rating von 0 und deren Merkmal ein Level von 0. Besitzt eine Ausprägung ein Rating von 0 und deren Merkmal ein Level von 2 oder 1 (relevant oder wichtig), so wird es vom Auswertungsalgorithmus als K.O.-Ausprägung identifiziert.

Aus den wichtigsten Merkmalen des Probanden (Level = 1) werden für den dekompositionellen Umfrageteil individuelle Stimuli (vergleichbar mit einem HLB auf Instanzebene in Anh. A.1) generiert. Im Modell werden sie durch den Entitätstyp Stimuli abgebildet. Ein Stimulus besteht aus einer Sammlung von Ausprägungen (Characteristics) der wichtigsten Merkmale. Die notwendige Restriktion, dass Stimuli nur aus Ausprägungen von wichtigen Merkmalen (Level = 1) bestehen dürfen, ist wiederum in ERM-Notation nicht abbildbar. Ebenso verhält es sich mit der Restriktion, dass jeder Stimulus nur genau eine Ausprägung jedes (wichtigen) Merkmals enthalten darf. Beide dieser semantischen Restriktionen müssen deshalb bei der Implementierung berücksichtigt werden. Dadurch, dass jeder Stimulus individuell generiert wird, ist er genau einem Probanden zugeordnet. Das Attribut Rating, welches die Bewertung des Stimulus durch den Probanden ausdrückt, kann dadurch direkt an den Stimuli-Entitätstyp annotiert werden. Das ebenfalls daran befindliche Attribut mit der Bezeichnung HoldoutSet gibt an, ob es sich um einen sog. Hold-Out-Stimulus handelt und in welchem Set dieser sich ggf. befindet.

Hold-Out-Stimuli werden zur Überprüfung der Prognosevalidität generiert. Sie enthalten zufällig gewählte Ausprägungen aller Merkmale (nicht nur der wichtigsten). Im Anschluss an den eigentlichen Umfrageteil werden dem Probanden drei Sets von jeweils drei Hold-Out-Stimuli vorgelegt. Der Proband muss daraufhin aus jedem Set genau eine kaufenswerte Alternative auswählen. Alle Probanden erhalten die identischen drei Hold-Out-Sets mit den identischen drei Stimuli. Handelt es sich bei einem Stimulus um einen Hold-Out-Stimulus, so enthält das Attribut HoldoutSet den Wert 1, 2 oder 3 entsprechend dem Set. In jedem der Sets muss außerdem genau ein Hold-Out-Stimulus mit einem Rating-Wert von 100 existieren. Dieser wird als der vom Proband ausgewählte kaufenswerte (Hold-Out-)Stimulus des Sets angesehen. Die jeweils anderen zwei erhalten einen Rating-Wert von 0. Handelt es sich um einen gewöhnlichen Stimulus (kein Hold-Out), so ist der Wert des Attributs HoldoutSet 0.100 Der Wert der Limit-Card, der vom Probanden am Ende des dekompositio-

Ein Stimulus darf z. B. entweder mit der Ausprägung rot, grün oder blau, nicht aber mit zwei oder mehr Ausprägungen des Merkmals Farbe in Beziehung stehen.

Der Begriff des Hold-Out-Stimulus wird hier relativ freizügig für jegliche Stimuli verwendet, die nicht in die Berechnung der Teilnutzenwerte einfließen und lediglich zur Bestimmung der Prognosevalidität dienen.

Innerhalb dieses Prototyps wird die Berechnung der Prognosevalidität nicht implementiert. Es wird deshalb im weiteren Verlauf der Arbeit nicht mehr darauf eingegangen. Die Daten werden lediglich für zukünftige Erweiterungen gespeichert.

nellen Umfrageteils gesetzt wird, findet durch das gleichnamige LimitCard-Attribut an dem Person-Entitätstyp Einzug ins Modell.

Das Datenmodell in Abb. 3.3 wurde primär zur Speicherung von Daten der HILCA konzipiert und bisher auch nur aus dieser Perspektive betrachtet. Es kann jedoch auch zur Speicherung von Daten der TCA oder LCA verwendet werden. Zu diesem Zweck müssen alle Merkmale von allen Probanden mit einem Level-Wert von 1 versehen werden, da sie alle unmittelbar in die Conjoint-Analyse eingehen. Die Ausprägungen müssen zudem alle einen Rating-Wert größer 0 annehmen, um nicht als K.O.-Ausprägung identifiziert zu werden. Der tatsächliche Wert ist dabei irrelevant. Die Stimuli werden in diesem Fall nicht individuell, sondern einmalig generiert. Jeder Proband erhält somit die identischen Stimuli zur Bewertung. Diese müssen aber dennoch für jeden Probanden separat angelegt werden. Der Ranking-Wert wird ebenfalls durch das Rating-Attribut des Stimuli-Entitätstyps erfasst. Das Attribut HoldoutSet erwartet in diesem Fall entweder einen Wert von 0 (kein Holdout), oder 1 (ist Hold-Out). Das liegt daran, dass bei TCA und LCA die Prognosevalidität mittels direkt in der Hauptumfrage integrierter Hold-Out-Stimuli ermittelt wird. Handelt es sich um Daten einer LCA, enthält das Attribut LimitCard entsprechend den Rangwert der Limit-Card.

## 3.3.5 Objektorientierte Analyse (OOA-Modell)

Im Anschluss an die datenbasierte Analyse erfolgt eine objektorientierte Analyse. Das resultierende OOA-Modell in Form eines Klassendiagramms bildet die Grundlage für die Umsetzung in eine Objektorientierte Programmiersprache (OOP) und ermöglicht neben statischen Daten auch die Abbildung von Elementen der Geschäftsprozesslogik. Ein detailliertes Vorgehensmodell zur Erstellung des OOA-Modells beschreibt BALZERT. Daran orientiert sich größtenteils auch die hier folgende Modellbildung. Verzichtet wird wegen der geringen Komplexität der Funktionalität auf ein umfangreiches dynamisches Modell in Form von Sequenz- und Zustandsdiagrammen. Die benötigten Operationen können direkt identifiziert und in das Klassendiagramm integriert werden.

Zunächst erfolgt die Bildung von Paketen, um die Zusammenarbeit der getrennten Entwicklungsprojekte von Umfrage- und Auswertungstool zu erleichtern. Abb. 3.4 zeigt die Paketstruktur der gemeinsam verwendeten Business-Schicht (Conjoint Logic).

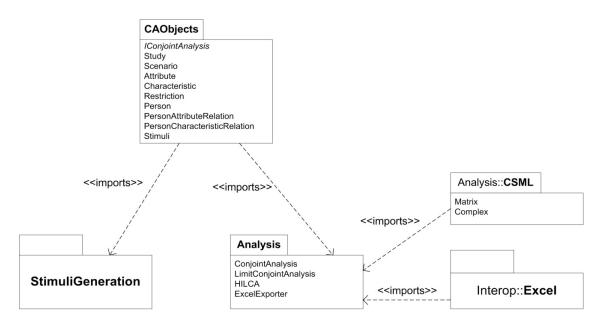
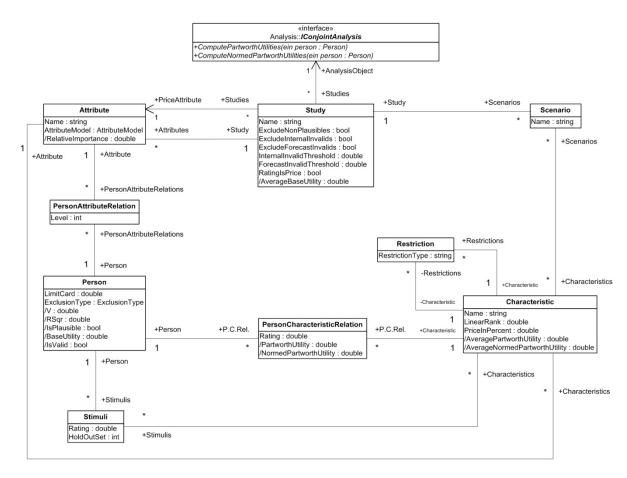


Abb. 3.4: Paketstruktur innerhalb der Business-Schicht (Conjoint Logic)

Als gemeinsame Basis dient darin das Paket CAObjects. Es enthält alle persistenten Entitätsklassen, die direkt aus dem Datenmodell abgeleitet werden können, sowie Entitätsklassen, die zur temporären Speicherung von Daten auf Objektebene benötigt werden. Gemeinsam verwendet werden dabei ausschließlich die persistenten Klassen für die Datenhaltung. Die temporären Klassen, welche in Abb. 3.4 durch die Auswertung hinzugekommen sind, tragen die Bezeichnungen Scenario und Restriction. Außerdem ist das Interface IConjointAnalysis hinzugekommen. Temporäre Klassen, welche evtl. durch die Umfrage hinzugefügt werden, sind nicht Thema dieser Arbeit und deshalb im Paketdiagramm nicht enthalten. Neben den Entitätsklassen werden für beide Tools zusätzliche Geschäftsprozessklassen benötigt. Diese Klassen kapseln die eigentliche Prozesslogik und sind dadurch gekennzeichnet, dass sich deren Operationen nicht auf eine einzelne Entitätsklasse beziehen, sondern objektübergreifend mit mehreren Entitätsklassen arbeiten. 102 Diese Logik-Klassen sowie diverse Hilfsklassen werden in separaten Paketen für Umfrage- und Auswertungstool gehalten. Das Paket Analysis beinhaltet dabei die Logik-Klassen des Auswertungstools und das Paket StimuliGeneration die entsprechenden Klassen des Umfragetools. Das Analysis-Paket verwendet zudem die Funktionalität der Pakete CSML (C# Matrix Library (CSML)) und Interop::Excel.

Zum besseren Überblick wurden die Klassen innerhalb der Pakete bereits kurz vorgestellt. Im eigentlichen Entwicklungsprozess sind jedoch vorerst nur die Pakete bekannt. Die darin enthaltenen Klassen sowie deren Beziehungen und Attribute müssen schrittweise identifiziert werden. Dazu werden im Folgenden wiederum nur die Klassen und die (zusätzlichen) Attribute des Conjoint-Auswertungstools aufgeführt. Das Resultat ist im Klassendiagramm in Abb. 3.5 dargestellt.

Vgl. Dunkel, Holitschke (2003), S. 32 ff.
 Vgl. Balzert (2000b), S. 389, S. 393 f.



**Abb. 3.5:** OOA-Modell der Business-Schicht (nur Conjoint-Auswertungstool)

Aus dem bereits entwickelten ERM lässt sich ein Großteil der Entitätsklassen direkt ableiten. Jeder Entitätstyp sowie jeder Beziehungstyp mit Attributen wird zu einer (persistenten) Klasse. 104 Alle Entitätsklassen erben von der Basisklasse BaseObject, die nur das Attribut ID besitzt und in Abb. 3.4 nicht extra aufgeführt ist. Die zusätzlich erstellten Klassen Scenario und Restriction sowie zusätzlich eingefügte Attribute (ohne Schrägstrich) dienen der temporären Speicherung von Auswertungsparametern, die der Anbieter auf der Web-Oberfläche festgelegt hat. Diese Daten gelangen nicht in die Datenbank, sondern gehen nach dem Abmeldevorgang verloren. 105 Die Klasse Restriction speichert dabei z. B. eine Plausibilitätsrestriktion, die der Anbieter für zwei Ausprägungen eines Merkmals definiert hat. Scenario stellt die entsprechende Klasse zur Speicherung eines Produktszenarios dar. 106 Der Klasse Study werden hauptsächlich Attribute bezüglich des Ausschlusses invalider Probanden hinzugefügt (Vgl. E.3) und die Klasse Attribute wird um das Attribut AttributeModel zur Speicherung des Merkmalsmodells ergänzt. Für eine detaillierte Beschreibung aller hinzugekommenen Attribute sei an dieser Stelle auf die Quellcodedokumentation

<sup>&</sup>lt;sup>104</sup> Vgl. Scheer (2001), S. 6; Balzert (2000b), S. 224 ff.

Im Laufe der Entwicklung haben sich recht viele Parameter angesammelt. Es wäre deshalb sinnvoll, das Datenmodell um die zusätzlichen Klassen und Attribute (ohne Schrägstrich) zu erweitern und auch diese Daten permanent zu speichern. Im Rahmen des Prototyps konnte diese Option aus Zeitgründen jedoch vorerst nicht umgesetzt werden.

<sup>106</sup> Val. Anh. E.4.

verwiesen.<sup>107</sup> Letztendlich lassen sich alle auf entsprechende Einstellungsmöglichkeiten innerhalb der Web-Oberfläche zurückführen.

Stattdessen soll eine Betrachtung der abgeleiteten Attribute (mit Schrägstrich) erfolgen. Dabei handelt es sich um Attribute, die nicht gespeichert werden müssen, sondern über Assoziationen aus anderen Attributen berechnet werden können. Somit kann das Attribut AveragePartworthUtility (durchschnittlicher Teilnutzenwert) innerhalb der Klasse Characteristic z.B. über bestehende Assoziationen zu Instanzen der Klasse PersonCharacteristicRelation aus deren PartworthUtility-Attributen berechnet werden. Bei PartworthUtility handelt es sich in diesem Fall wiederum um ein abgeleitetes Attribut sowie um einen Spezialfall, denn ein Teilnutzenwert kann nicht alleinstehend für nur eine Merkmalsausprägung berechnet werden. Das bedeutet, dass der Zugriff auf einen Teilnutzenwert einer Person die Berechnung aller Teilnutzenwerte der Person erfordert. Ursache ist die dekompositionelle Eigenschaft der Conjoint-Analyse, bei der die Teilnutzenwerte durch Regression gewissermaßen "simultan" berechnet werden.

An dieser Stelle ist der Einsatz einer Geschäftsprozessklasse angebracht. Zu diesem Zweck werden die Klassen ConjointAnalysis, LimitConjointAnalysis und HILCA innerhalb des Analysis-Pakets erstellt. Die Klassen kapseln die Auswertungsfunktionalität des jeweiligen Conjoint-Verfahrens und stehen in einer hierarchischen Beziehung zueinander. 109 Die Basis bildet die Klasse ConjointAnalysis, indem sie die grundlegende Funktionalität zur Auswertung einer TCA bereitstellt. Die Klasse implementiert das Interface IConjointAnalysis und stellt dadurch als öffentliche Schnittstelle die Methoden ComputePartworthUtilities() und ComputeNormedPartworthUtilities() zur Verfügung. LimitConjointAnalysis erbt von ConjointAnalysis und HILCA erbt von LimitConjointAnalysis. Durch Überladungen werden die geerbten Methoden jeweils erweitert oder verändert, um die Auswertungsfunktionalität an das entsprechende Conjoint-Verfahren anzupassen. Alle Klassen bieten dadurch die von IConjointAnalysis spezifizierte Schnittstelle an. Abhängig vom gewählten Conjoint-Verfahren, kann die Rolle des AnalysisObjects der Klasse Study demnach durch die entsprechende Instanz einer der drei Conjoint-Analysis-Klassen ausgefüllt werden. Die Klassen bieten dadurch eine Lösung für das erwähnte Problem des PartworthUtility-Attributs. Bei Abfrage des Attributs wird keine direkte Berechnung durchgeführt, sondern stattdessen über Assoziationen auf das AnalysisObject der Studie zugegriffen. Dieses wird über dessen Schnittstellen-Methode ComputePartworthUtilities(person:Person) dazu veranlasst, alle Teilnutzenwerte der übergebenen Person zu berechnen und die Werte den entsprechenden PartworthUtility-Attributen der PersonCharacteristicRelations zuzuweisen. Die Methode setzt außerdem das BaseUtility- (Basisnutzen) und RSqr-Attribut (Bestimmtheitsmaß) von Person.

<sup>&</sup>lt;sup>107</sup> Val. Wolf (2008).

Abgeleitete Attribute werden in einer OOP i. d. R. als Properties (Attribut mit get- & set-Methode) implementiert.

<sup>&</sup>lt;sup>109</sup> Vgl. Anh. H.1.

Zuletzt sei kurz die Hilfsklasse ExcelExporter erwähnt. Sie kapselt die Funktionalität zur Erzeugung eines Excel-Dokuments. Die Analysephase ist damit abgeschlossen. Alle statischen Klassen, Assoziationen und Attribute sowie Vererbungsstrukturen sind vollständig identifiziert und spezifiert. Operationen zur Beschreibung der Dynamik sind ebenfalls im Klassendiagramm vorhanden und werden hauptsächlich durch abgeleitete Attribute repräsentiert.

#### 3.3.6 Entwurf

### Allgemeine Entwurfsentscheidungen

Das OOA-Modell bildet eine erste Version der Business-Schicht. Innerhalb des Entwurfs wird das OOA-Modell anhand technischer Aspekte zum OOD-Modell verfeinert, welches in direkter Beziehung zur Implementierung steht. Auf das OOD-Modell soll in diesem Rahmen nicht weiter eingegangen werden. Es befindet sich ebenfalls in der Quellcodedokumentation. It zur Implementierung des OOA- bzw. OOD-Modells wird die Programmiersprache C# und das .NET-Framework verwendet. Entsprechend wird als Entwicklungsumgebung das Visual Studio 2008 eingesetzt. Die Realisierung der Web-Schnittstelle geschieht auf Basis der Technologie ASP.NET. Als Webserver wird in diesem Rahmen der Microsoft Internet Information Server (IIS) und als DBMS MySQL eingesetzt.

#### Datenanbindung

Infolge der relationalen Speicherung der Daten innerhalb der Datenbank ist zur Abbildung auf die Objektstruktur ein sog. Objekt/Relationales-Mapping (O/R-Mapping) erforderlich. Aufgrund geringer Verarbeitungsanforderungen und einer geringen Tabellenanzahl, wurde der Mapper in diesem Fall selbst entwickelt. 112 Die statische Klasse CADatabase innerhalb der Business-Schicht kapselt dazu generische Zugriffsmethoden zum Abfragen von Objekten aus der Datenbank (als Fabrikmethoden implementiert) sowie einfache Methoden zum Einfügen bestimmter Objekte. Sie fungiert als Data-Access-Objekt. Innerhalb der get-Methode des entsprechenden Properties eines CAObjects wird mithilfe dieser Klasse das gewünschte Objekt geladen (Lazy Loading). Alle geladenen Objekte werden dabei in einem globalen Objekt-Cache verwaltet. Um zu verhindern, dass identische Objekte mehrfach geladen und erzeugt werden, erfolgt bei jedem Ladevorgang eine Synchronisation mit dem Objekt-Cache. Ist das Objekt bereits vorhanden, wird es direkt zurückgegeben und kein Datenbankzugriff erfolgt. Nachteile des Mappers sind u. a. die fehlende Persistenzsicherung. Änderungen an Werten geladener Objekte werden dadurch nicht mit der Datenbank abgeglichen. Aufgrund der generischen Methoden findet außerdem keine Kapselung des SQL-Zugriffscodes innerhalb von CADatabase statt. Dieser befindet sich in den Properties der CAObjects. Auch Mechanismen zur Transaktionsverarbeitung wurden wegen fehlender Notwendigkeit nicht implementiert. Sollten deshalb die funktionalen Anforderungen an das Conjoint-Tool in Zukunft steigen und dadurch auch die

<sup>&</sup>lt;sup>110</sup> Vgl. Anh. H.2.

<sup>&</sup>lt;sup>111</sup> Vgl. Wolf (2008).

Zur Entwicklung und Architektur eines O/R-Mappers: vgl. Dunkel, Holitschke (2003), S. 115-174.

Datenkomplexität zunehmen, sei die Ablösung des selbst entwickelten Mappers durch ein professionelles Framework wie *NHibernate* empfohlen.

### **GUI-Anbindung**

Neben der Business-Schicht verwaltet der Anwendungs- bzw. Webserver (IIS) die WebSchicht. Die Web-Schicht dient der Interaktion mit dem Benutzer. Sie beinhaltet zum einen die serverseitige Präsentation der Auswertungswebsite in Form von ASPX-Seiten (WebForms) und zum anderen jeweils eine Code-Behind-Klasse für jede ASPX-Seite. Während innerhalb der ASPX-Seite benötigte Steuerelemente (Buttons etc.) definiert und Layout-spezifisch angeordnet werden, fungiert die Code-Behind-Klasse als Controller zwischen den Geschäftsobjekten (CAObjects) und den Steuerelementen. Sie verwendet zu diesem Zweck das Data-Access-Objekt (CADatabase), um auf die Geschäftsobjekte (CAObjects) zuzugreifen und dessen Daten an die Steuerelemente zu binden. Das Prinzip folgt dem klassischen Model-View-Controller (MVC) Entwurfsmuster und gewährleistet eine saubere Trennung von Präsentations- und Geschäftslogik. 113

# 3.4 Implementierung der Conjoint-Auswertungsfunktionalität

# 3.4.1 Die Conjoint-Analysis-Klassen

Die Conjoint-Analysis-Klassen stellen den Schwerpunkt der Implementierung dar. Wie in Abschnitt 3.3.5 bereits erläutert, kapseln sie die jeweilige Auswertungsfunktionalität der unterschiedlichen Conjoint-Verfahren. Auf die einzelnen Methoden der Klassen soll in diesem Kapitel näher eingegangen werden. Eine umfangreiche Erörterung konkreter Quellcodeausschnitte soll dazu nicht erfolgen. Vielmehr steht eine verbale und mathematisch-orientierte Darstellung der Algorithmen im Vordergrund. Aufbauend auf der formalen Betrachtung in Abschnitt 3.2.1, erfolgt dazu eine detaillierte Betrachtung der Conjoint-Verfahren anhand eines ausgewählten Beispiels. Der Fokus richtet sich dabei auf die Methoden ComputePartworthUtilities() und ComputeNormedPartworthUtilities(). Erstere beinhaltet den Algorithmus zur Berechnung der Teilnutzenwerte, letztere implementiert deren Normierung. Abschließend werden die Methoden zur Bestimmung der relativen Wichtigkeiten und Zahlungsbereitschaften diskutiert. Deren Implementierung befindet sich, aufgrund der relativ einfachen Prozesslogik, innerhalb von Properties der entsprechenden CAObjects, außerhalb der Conjoint-Analysis-Klassen.

#### 3.4.2 Die PKW-Teststudie

Bevor eine Datenauswertung stattfinden kann, sind zunächst empirisch ermittelte Umfragewerte erforderlich. Da in der Literatur bisher keine ausreichend detaillierten Umfrageergebnisse zu finden

<sup>&</sup>lt;sup>113</sup> Vgl. Anh. G.2; Wöhr (2004), S. 476-490.

<sup>&</sup>lt;sup>114</sup> Vgl. Anh. H.1.

sind<sup>115</sup> und das zur Erhebung notwendige Umfragetool erst noch entwickelt wird, müssen geeignete Umfragewerte manuell erzeugt werden. Zu diesem Zweck wird eine umfangreiche Teststudie konzipiert. Ziel ist die Ermittlung von Präferenzen und Zahlungsbereitschaften beim Kauf eines gebrauchten PKW. Die Teststudie umfasst insgesamt 15 Merkmale mit jeweils zwei bis drei Ausprägungen. Die einzelnen Merkmalsund Ausprägungsbezeichnungen sind in den Tabellenköpfen auf in Anh. I.5 nachzulesen und sollen an dieser Stelle nicht gesondert aufgeführt werden. Insgesamt werden fünf Probanden gemäß des allgemeinen Ablaufs der HILCA aus Abschnitt 3.2.1.4 befragt. Das individuelle Conjoint-Design auf Basis der fünf wichtigsten Merkmale wird für jeden Probanden mithilfe der in SPSS enthaltenen Prozedur ORTHOPLAN erzeugt. Alle kompositionellen Punktwerte sowie die generierten Stimuli und deren Bewertungen werden dabei handschriftlich vermerkt. Mittels einer provisorisch entwickelten TestStudyGenerator-Klasse werden die PKW-Studie und die gesammelten Probandendaten daraufhin, gemäß des in Abschnitt 3.3.4 erstellten Schemas in die Conjoint-Datenbank geschrieben.

Um die Ergebnisse des Auswertungstools validieren zu können, ist neben der manuellen Erzeugung der Umfragewerte auch die manuelle Berechnung aller vom Tool generierten Ausgabewerte notwendig. It Zur manuellen Berechnung der Teilnutzenwerte wird in diesem Fall die CONJOINT-Prozedur von SPSS genutzt. Um redundante Sicherheit zu gewährleisten, werden die Werte zusätzlich mit Mathematica berechnet. Die manuelle Skalierung der kompositionellen Punktwerte sowie die anschließende Normierung aller Teilnutzenwerte werden mit Excel durchgeführt. Auch zur Überprüfung der relativen Wichtigkeiten und Zahlungsbereitschaften wird Excel eingesetzt. It Zur PKW-Studie befinden sich sowohl die kompositionellen Antworten der fünf Probanden, als auch die individuellen Conjoint-Designs, inklusive deren Bewertung und dekompositionelle Teilnutzen, in Anh. I.1 bis Anh. I.6. Auch die kombinierten Teilnutzen, bestehend aus skalierten Punktwerten und dekompositionellen Teilnutzen, sind dort abgebildet. Die PKW-Studie soll bei der Erläuterung der Auswertungsalgorithmen als zentrales Beispiel dienen. Ziel ist die anschauliche Herleitung sämtlicher Werte, die in Anh. I.1 bis Anh. I.6 aufgeführt sind. Dadurch soll zum einen die Nachvollziehbarkeit der internen Algorithmen ermöglicht und zum anderen ein Beweis für deren Korrektheit erbracht werden.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, dass auch für LCA und TCA entsprechende Teststudien erzeugt werden. Diese sind allerdings relativ einfach konzipiert und enthalten lediglich ein bis drei Probanden. Angesichts der Möglichkeit, dass auch Eingabedaten einer HILCA-Studie durch die TCA und LCA Methodik ausgewertet werden können,<sup>119</sup> kommt zur Erklärung dieser Methodiken jedoch ebenfalls die PKW-Studie zum Einsatz. Auf die anderen Teststudien wird somit nicht weiter

Vgl. Anh. F.1 bis Anh. F.7; Anh. I.1 bis Anh. I.6.

In diesem Fall erhält man lediglich Teilnutzenwerte für die fünf wichtigsten Merkmale jedes Probanden.

KRAUS und BORNSTEDT zeigen lediglich Ergebnisse in aggregierter Form. Vgl. Kraus (2004); Bornstedt (2007).

Die Bezeichnungen aller Merkmale und Ausprägungen basieren auf einer ehemaligen Demostudie der Website www.hilca.net. Vgl. GfK (2008).

Die zu diesem Zweck erstellten SPSS-, Mathematica-, und Excel-Dateien befinden sich im Anhang zur Quellcodedokumentation. Vgl. Wolf (2008).

eingegangen. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist die aufbauende Erläuterung der Algorithmen anhand eines durchgängigen Beispiels.

### 3.4.3 Dekompositionelle Teilnutzenberechnung

### 3.4.3.1 Vorbemerkungen

Der folgende Abschnitt behandelt die konkrete Berechnung der Teilnutzenwerte, wie sie von der Methode ComputePartworthUtilities()durchgeführt wird. Dabei wird zunächst nur der Teil der Methode betrachtet, der die dekompositionelle Berechnung vornimmt. Aufgrund der Tatsache, dass TCA und LCA ausschließlich dekompositionell ausgewertet werden, ist die Methode in den Klassen ConjointAnalysis (TCA) und LimitConjointAnalysis (LCA) auf diesen Teil beschränkt. In der Klasse HILCA werden dadurch nur die Teilnutzenwerte der (fünf) individuell wichtigsten Merkmale jedes Probanden bestimmt. Zur Berechnung der übrigen Teilnutzenwerte erfolgt eine Erweiterung der Methode, wie sie in Abschnitt 3.4.4 behandelt wird.

## 3.4.3.2 Wahl eines geeigneten Schätzverfahrens

Zur dekompositionellen Berechnung der Teilnutzenwerte wurde in Abschnitt 3.2.1.2 bereits die Schätzfunktion (3.2.1) der MANOVA vorgestellt. Die Wahl des konkreten Schätzverfahrens geschieht jedoch in Abhängigkeit vom Skalenniveau der empirisch erhobenen Präferenzdaten. 120 Während die unabhängigen Variablen (die Merkmalsausprägungen) i. d. R. nominal-skaliert sind, handelt es sich bei den abhängigen Variablen bei TCA und LCA zumeist um ordinal-skalierte Rangwerte. Strenggenommen müsste deshalb ein nicht-metrischer Lösungsalgorithmus wie z. B. die monotone Varianzanalyse (Monotone Analysis of Variance (MONANOVA)) angewandt werden. 121 Häufig werden die ordinal-skalierten Rangwerte jedoch unter der Prämisse der Äquidistanz zwischen den Nutzenabständen benachbarter Stimuli als intervallskaliert angesehen. Diese Betrachtung ermöglicht die Verwendung weniger aufwändiger metrischer Lösungsalgorithmen. Neben der bereits erwähnten multiplen Varianzanalyse (MANOVA) ist die OLS-Regression mit 59 Prozent der Anwendungsfälle in Europa und 54 Prozent in den USA das am weitesten verbreitete Verfahren. <sup>122</sup> Zahlreiche Methodenexperimente bescheinigen der OLS-Regression eine nur unwesentliche Abweichung der Parameterschätzungen im Vergleich zu nicht-metrischen Schätzalgorithmen. Im Rahmen der HILCA erübrigt sich die Diskussion gänzlich, weil dort im Allgemeinen intervallskalierte Ratingwerte anstelle des Rankings abgefragt werden. OLS-Regression und die ebenfalls metrische MANOVA führen zu den gleichen Teilnutzenwerten, die lediglich andersartig skaliert sind. 123 Aus diesen Gründen verwendet das Auswertungstool ausschließlich die OLS-Regression. Vor der algorithmischen Um-

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Vgl. Anh. C.1; Anh. C.2; Backhaus u. a. (2006), S. 8 f., S. 574-579; Hillig (2006), S. 47 ff.

<sup>&</sup>lt;sup>121</sup> Vgl. Kruskal (1965); Kruskal, Carmone (1968).

<sup>&</sup>lt;sup>122</sup> Vgl. Hillig (2006), S. 48 f.

Die Teilnutzenwerte Ama der MANOVA sind um den Nullpunkt zentriert. Man erhält sie durch die folgende Transformation: Ama = bma = bm . Vgl. Backhaus u. a. (2006), S. 615 f., S. 574.

setzung werden im nächsten Abschnitt deshalb die mathematischen Grundlagen des Verfahrens erläutert.

### 3.4.3.3 OLS-Regression

Das Zielkriterium der OLS-Regression besteht in der Minimierung der quadratischen Abweichungen zwischen empirischen und geschätzten Gesamtnutzenwerten (Kleinste-Quadrate-Schätzung) und lässt sich formal folgendermaßen darstellen:

$$\sum_{k=1}^{K} (u_k - u_k^{OLS})^2 = \sum_{k=1}^{K} \left[ u_k - \left( b_0 + \sum_{m=1}^{M} \sum_{\alpha=1}^{A_m - 1} [b_{m\alpha} \cdot x_{m\alpha}) \right) \right]^2 \xrightarrow{b_{m\alpha}} min!$$
(3.4.1)

K: Anzahl der Stimuli

 $u_k$  : empirischer Gesamtnutzenwert für Stimulus  $^k$ 

: OLS-Schätzer des Gesamtnutzenwerts für Stimulus &

**b**o : OLS-skalierter geschätzter Basisnutzen

b<sub>ma</sub> : OLS-skalierter geschätzter Teilnutzenwert für Ausprägung <sup>₡</sup> von Merkmal <sup>₡</sup>

(um eliminierte bzw. 0-Ausprägung zentriert)

Es handelt sich dabei um eine sog. *Dummy-Regression*, bei der die Variable  $x_{ma}$  als binäre Dummy-Variable fungiert, <sup>124</sup> welche beim Vorhandensein von Ausprägung a des Merkmals m bei Stimulus k den Wert 1 und ansonsten den Wert 0 annimmt. In diesem Zusammenhang ist die Betrachtung von k 1 Ausprägungen eines Merkmals ausreichend, weil der Wert genau einer Ausprägung immer durch den Wert der anderen Ausprägungen bestimmt werden kann. <sup>125</sup> Man fixiert deshalb i. d. R. den Teilnutzenwert genau einer (beliebigen) Ausprägung von jedem Merkmal auf den Wert 0, welcher dann die relative Basis der übrigen intervall-skalierten Teilnutzenwerte des Merkmals bildet. <sup>126</sup> Gleichung (3.4.1) geht davon aus, dass jeweils die letzte Ausprägung (k 1) jedes Merkmals auf den Wert 0 fixiert wird und damit von der Berechnung ausgeschlossen ist. Deshalb werden nur k 2 Ausprägungen für jedes Merkmal berücksichtigt. Verzichtet man auf diesen Ausschluss, so besteht eine lineare Abhängigkeit zwischen den Ausprägungen, wodurch die Regression mathematisch nicht lösbar ist.

Häufig wird angenommen, dass Kunden bei der Bewertung von Ausprägungen bestimmter Merkmale implizit auf eine *Präferenzfunktion* zurückgreifen.<sup>127</sup> Bei den Teilnutzen dieser Ausprägungen handelt es sich dann nicht mehr um diskrete Werte (*Teilnutzenmodell*), sondern sie stehen z. B. in

4

<sup>&</sup>lt;sup>124</sup> Vgl. Backhaus u. a. (2006), S. 615 f.

Besitzt das Merkmal Farbe beispielsweise ausschließlich die Ausprägungen rot, grün und blau, kann bei nicht Vorhandensein der Farbe rot und grün unmittelbar auf die Farbe blau geschlossen werden.

<sup>&</sup>lt;sup>126</sup> Vgl. Klein (2002), S. 26.

<sup>&</sup>lt;sup>127</sup> Vgl. Anh. C.2.

einem positiv- oder negativ-linearen Nutzenzusammenhang (Idealvektormodell). Das bedeutet, dass mit linear steigender Ausprägung des Merkmals auch der Nutzen für den Kunden linear ansteigt oder abfällt (ein ansteigender Preis verursacht z.B. einen abfallenden Nutzen). Das Modell in (3.4.1) gilt nur für diskrete Merkmale. Um den linearen Sachverhalt eines Merkmals abzubilden und dadurch eine bessere Prognose zu erzielen, werden für alle Ausprägungen eines solchen Merkmals (z. B. Preis) lediglich ein Parameter  $b_{m1}$  für jeden Probanden und nicht wie sonst  $A_m - 1$  Parameter durch die Regression geschätzt. Die Variable  $z_{ma}$  fungiert dann nicht als Dummy-Variable, sondern nimmt einen positiven ganzzahligen Wert zwischen 1 und  $A_m$  an. Der Wert entspricht der Ranghöhe innerhalb der linearen Nutzenrangfolge der Ausprägungen des Merkmals. Besteht zwischen den Ausprägungen ein linear aufsteigender (absteigender) Nutzenzusammenhang, erhält die Ausprägung mit dem geringsten (größten) Nutzen den Rangwert  $z_{ma} = 1$  und die mit dem größten (geringsten) Nutzen den Rangwert  $z_{ma} = 1$  und die mit dem größten (geringsten) Nutzen den Rangwert der Ausprägung mit dem Rangwert  $z_{ma} = 1$ . Die Teilnutzenwerte der übrigen Ausprägungen des Merkmals lassen sich daraufhin anhand der Gleichung  $z_{ma} = z_{ma} = z_{ma}$  berechnen.

Zur Formulierung des Zielkriteriums der OLS-Regression innerhalb einer Programmiersprache ist es komfortabler mit dessen Matrizenform zu arbeiten. Matrizen haben den Vorteil, dass sie sich relativ einfach durch Arrays ausdrücken lassen und dadurch mithilfe zahlreicher Standardkonstrukte für umfangreiche Berechnungen genutzt werden können. Zudem existieren für die meisten Programmiersprachen Open-Source-Pakete zur Durchführung grundlegender Matrixoperationen wie Multiplikation, Transposition oder Inversion. Die Schätzformel der OLS-Regression wird in Matrixschreibweise wie folgt formuliert:<sup>131</sup>

$$\beta = (X^{\epsilon}X)^{-1}X^{\epsilon}u \tag{3.4.2}$$

Vektor der MANOVA-skalierten geschätzten Teilnutzenwerte (um den Nullpunkt zentriert)

X : Dummy-Matrix (beinhaltet die Stimuli in binärer Codierung)

vektor der empirischen Gesamtnutzenwerte

Die genaue Herleitung von Gleichung (3.4.2) und deren mathematischer Bezug zu Gleichung (3.4.1) wird hier nicht weiter diskutiert. Beides kann in der gängigen Literatur über statistische Methoden, wie z. B. bei SCHIRA oder BACKHAUS, nachgelesen werden.<sup>132</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>128</sup> Vgl. Hillig (2006), S. 28 ff., S. 44; Klein (2002), S. 15 ff.

<sup>&</sup>lt;sup>129</sup> Vgl. Green, Srinivasan (1978).

<sup>&</sup>lt;sup>130</sup> Vgl. Backhaus u. a. (2007), S. 14, S. 66 f.; Green, Srinivasan (1978).

Obwohl eine OLS-Regression erfolgt, wird der Ergebnisvektor sur besseren Vergleichbarkeit direkt MANOVA- und nicht OLS-skaliert. Eine Erklärung dazu folgt in Abschnitt 3.4.3.4.

<sup>&</sup>lt;sup>132</sup> Vgl. Schira (2003), S. 545-566; Backhaus u. a. (2006), S. 114-118.

## 3.4.3.4 Algorithmische Umsetzung der OLS-Regression

Im Folgenden wird die algorithmische Umsetzung der Schätzformel (3.4.2) anhand der Berechnung der Teilnutzenwerte von Proband 1 der PKW-Studie demonstriert. In Tab. 3.1 sind dazu die 16 individuell generierten Stimuli von Proband 1 sowie dessen Bewertung (Rating) dargestellt.

Stimuli	Preis			Kilometerstand			Farbe			Leistung			Klimaanlage		Rating	Limit-Rating
	8500	10500	12500	25000	40000	55000	schwarz	blau	silber/grau	75	105	140	Klimaanlage	Klimaautomatik		
1	х			х					Х			х		X	97	24
2	Х				х		X					х		Х	96	23
3		х		Х				X				х	Х		80	7
4	X			х					Х		х		Х		76	3
5			х	х				Х			х			X	75	2
6	X					Х	X				х		Х		75	2
7		Х			X		X				X			X	73	0
8	X			х			X			Х				X	72	-1
9			х	х			X			х				X	70	-3
10	X			Х			Х			Х			X		50	-23
11			х			х	X					х	х		30	-43
12		х		х			X			х			X		20	-53
13		х				Х			Х	Х				X	18	-55
14	X					Х		Х		Х				X	16	-57
15	X				Х			Х		Х			X		16	-57
16			х		Х				Х	Х			X		8	-65
Teilnutzen:	-8,82	-17.64	-26.46	17.33	-1,92	-15.42	8.33	-5.67	-2.67	-27.67	13,33	14.33	-10,12	10,12	Basisnutzen:	-2,57

**Tab. 3.1:** Stimuli und Bewertungen von Proband Nr. 1

Die Stimuli bestehen ausschließlich aus den fünf wichtigsten Merkmalen des Probanden. Im Rahmen der HILCA besitzt jeder Proband demnach unterschiedliche Stimuli mit unterschiedlichen Merkmalen. Bei TCA und LCA existiert lediglich ein Stimuli-Set für alle Probanden, welches alle Merkmale beinhaltet. Soll deshalb eine Betrachtung aus TCA- oder LCA-Perspektive erfolgen, genügt die Vorstellung, dass alle Probanden die Stimuli aus Tabelle 4.1 bewerten und dass darüber hinaus keine weiteren Merkmale existieren. Zur Ermittlung der in Tab. 3.1 rot markierten Teilnutzenwerte sind insgesamt 3 (4) Ablaufschritte notwendig:

- Dummy-Matrix X erzeugen (CreateDummyMatrix())
  - a) Matrix aus Stimuli erzeugen (CreateDummyMatrixFromStimulis())
  - b) Matrix mit Skalierungsrestriktionen erzeugen (CreateConstraintMatrix())
  - c) Einheitsvektor erzeugen (CreateUnitVector())
  - d) Kombination der drei Elemente zu einer gültigen Dummy-Matrix X
- 2. Empirischen Gesamtnutzenvektor W erzeugen (CreateTotalUtilityMatrix())
- 3. OLS-Regression durchführen und 🗗 ermitteln
- 4. (Bestimmtheitsmaß R ermitteln (ComputeRSgr()))

Die Schritte werden in den eingeklammerten Unterfunktionen innerhalb von ComputePartworth-Utilities() in der Klasse ConjointAnalysis implementiert.

#### 1. Dummy-Matrix X erzeugen

Als erstes erfolgt der Aufruf der Methode CreateDummyMatrix(). Die Methode gibt für Proband 1 die in Gleichung (3.4.3) dargestellte Matrix  $^{\mathbb{X}}$  zurück.

Die Stimuli und Bewertungen der übrigen vier Probanden der Teststudie befinden sich in Anh. I.1 bis Anh. I.4.

Abweichend von der allgemeinen Schilderung der Verfahren in Abschnitt 3.2.1.2 und 3.2.1.3 wird hier allerdings ein Rating und kein Ranking der Stimuli durchgeführt.

In Teilschritt a) wird dazu die Unterfunktion CreateDummyMatrixFromStimulis() aufgerufen. Die Methode übernimmt die binäre Codierung der Stimuli aus Tab. 3.1. Das Ergebnis der Routine ist der schwarze Ausschnitt der Dummy-Matrix X in Gleichung (3.4.3). Für jeden Stimulus k existiert genau eine Zeile in dieser Teilmatrix. Die Spaltenanzahl der Teilmatrix ist abhängig von den Präferenzmodellen der Merkmale. 135 Da dem Merkmal *Preis* in diesem Fall das Idealvektormodell (linear) zugrundeliegt, wird nur für die erste Ausprägung ein Parameter bzw. Teilnutzenwert geschätzt. Die Teilnutzen der übrigen Preisausprägungen werden, wie in Abschnitt 3.4.3.3 beschrieben, daraus berechnet. Das Merkmal beansprucht demnach nur eine Spalte innerhalb der schwarzen Teilmatrix. Hier ist es die erste Spalte. Je nachdem welche Preisausprägung im jeweiligen Stimulus vorhanden ist, wird entweder die 1, 2 oder 3 in die entsprechende Zeile geschrieben. Dadurch wird der lineare Verlauf des Merkmals mathematisch abgebildet. Die anderen Merkmale in Tab. 3.1 erhalten jeweils soviel Spalten innerhalb der schwarzen Teilmatrix, wie sie Ausprägungen besitzen. Je nachdem ob die Ausprägung im Stimulus vorhanden ist, wird in die Spalte der entsprechenden Zeile des Stimulus eine 1 oder 0 geschrieben. Auf diese Weise werden sämtliche Stimuli codiert.

Die schwarze Teilmatrix kann jedoch noch nicht zur Berechnung von 🖗 eingesetzt werden. Zwar ließe sich daraus die sog. Varianz-Kovarianz-Matrix ( $X^{\prime}X$ ) bilden, diese wäre jedoch nicht invertierbar. Ursache ist die bereits erwähnte lineare Abhängigkeit zwischen den einzelnen Spalten(vektoren) der Matrix. Analog zu Gleichung (3.4.1) in Abschnitt 3.4.3.3 könnte das Problem durch Streichung einer beliebigen Ausprägung, d. h. durch Streichung jeweils einer Spalte pro Merkmal gelöst werden. Nachteilig an dem Verfahren ist jedoch die geringe Vergleichbarkeit der dadurch entstehenden, anders skalierten OLS-Teilnutzenwerte b. Da die CONJOINT-Prozedur von SPSS z.B. die MANOVA zur Schätzung der Teilnutzenwerte verwendet, sind dessen Werte & stets um den Nullpunkt zentriert. 136 Um MANOVA- und OLS-Werte vergleichbar zu machen und sich eine nachträgliche Umskalierung der OLS-Werte zu ersparen, wird keine der Ausprägungen bzw. Spalten der Matrix eliminiert. Stattdessen wird für jedes Merkmal die zusätzliche Restriktion eingeführt, dass sich dessen Teilnutzenwerte zu 0 addieren. 137 Die resultierenden Teilnutzenwerte befinden sich daraufhin direkt im varianzanalytischen Skalenniveau. Die Berechnung von b wird dementsprechend übersprungen und das unmittelbare Resultat der Regression ist 🗗 . Gleichzeitig ist auch die lineare Unabhängigkeit der Spaltenvektoren gewährleistet. Die benötigte Restriktions-Teilmatrix ist in Gleichung (3.4.3) blau gekennzeichnet. Sie wird in Teilschritt b) von der Methode Create-ConstraintMatrix() erzeugt. Vervollständigt werden die Restriktionen jedoch erst in Ablaufschritt zwei, indem der cyan markierte empirische Gesamtnutzenvektor u erzeugt wird und die benötigten Nullwerte angehängt werden. Restriktionen müssen dabei lediglich für diskrete Merkmale eingefügt werden. Die Spalten von Parametern linearer Merkmale werden innerhalb der Restrikti-

Vgl. Anh. C.2.

Vgl. SPSS (1991), S. 40 f. Vgl. Klein (2002), S. 26.

ons-Matrix durch Nullwerte aufgefüllt. Hier trifft dies z. B. für das Merkmal Preis in der zweiten Spalte der Gesamtmatrix 🔏 zu.

Sowohl das Schätzmodell der MANOVA als auch das der OLS-Regression verlangt nach einem konstanten Basisnutzen [6]. Zu diesem Zweck wird im Teilschritt c) durch die Methode CreateUnitVector() der grün markierte Einheitsvektor zuzüglich der Nullwerte für die Restriktionsmatrix generiert. Im abschließenden Schritt d) werden dann alle Teilmatrizen innerhalb der Methode CreateDummyMatrix() zusammengefügt und die vollständige Dummy-Matrix [7] zurückgegeben.

# 2. Empirischen Gesamtnutzenvektor u erzeugen

Bevor die Regression durchgeführt werden kann, ist in einem nächsten Schritt die Berechnung des empirischen Gesamtnutzenvektors  $\frac{1}{4}$  notwendig. Die Berechnung des Vektors variiert in Abhängigkeit von der verwendeten Bewertungsskala und dem eingesetzten Conjoint-Verfahren. Handelt es sich um eine TCA mit Rating-Skala, so kann der Gesamtnutzenvektor direkt aus den Rating-Werten des Probanden gebildet werden ( $\frac{1}{4} - \frac{1}{4}$ ).  $^{138}$  Bei LCA und HILCA ist im Falle einer Rating-Skala zusätzlich eine Skalentransformation der Form  $\frac{1}{4} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4}$  erforderlich.  $^{139}$  In Tab. 3.1 wurde die Limit-Card hinter Stimulus sieben platziert. Er ist dort durch eine blaue Farbhinterlegung gekennzeichnet. Das ebenfalls blau hinterlegte Limit-Rating bzw. der Vektor  $\frac{1}{4}$  ergibt sich in diesem Fall aus  $\frac{1}{4} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4}$ 3.

Letztendlich werden alle angesprochenen Varianten von der Methode CreateTotal-UtilityMatrix() durchgeführt. Die Methode wird zum einen in der Basisklasse ConjointAnalysis definiert und zum anderen in der Klasse LimitConjoint-Analysis überladen. Letztere ersetzt die einfache Berechnung des empirischen Gesamtnutzenvektors durch die Skalentransformation mittels der Limit-Card. Abhängig von der ausgewählten Conjoint-Variante und Bewertungsskala werden dann die entsprechende Methode aufgerufen und die skalenabhängigen Anpassungen durchgeführt. Abschließend wird dem Gesamtnutzenvektor noch die benötigte Anzahl an Nullwer-

 $<sup>^{138}</sup>$  R = Vektor der Rating-Werte.

<sup>&</sup>lt;sup>139</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.1.4.

r = Vektor der Rangwerte.

<sup>&</sup>lt;sup>141</sup> Vgl. Abschnitt 3.3.4.

<sup>&</sup>lt;sup>142</sup> Vgl. Anh. E.5.

ten angehängt, wodurch die in Teilschritt 1 b) beschriebenen Skalierungsrestriktionen vervollständigt werden. Der Rückgabewert der Methode in Form des empirischen Gesamtnutzenvektors von Proband 1 ist durch den cyan gefärbten Vektor in Gleichung (3.4.3) abgebildet.

# 3. OLS-Regression durchführen und β ermitteln

Nach der Erzeugung einer gültigen Dummy-Matrix \* und eines zugehörigen empirischen Gesamtnutzenvektors \*\* in den Schritten eins und zwei können die Teilnutzenwerte relativ einfach über die
folgende Codezeile in ComputePartworthUtilities() berechnet werden:

```
Matrix mxPartworthUtility =
(mxDummy.Transpose() * mxDummy).InverseLeverrier()
* mxDummy.Transpose() * mxTotalUtility;
```

Abgesehen von den Variablenbezeichnungen entspricht die Zeile exakt der Schätzformel (3.4.2) aus Abschnitt 3.4.3.3. Alle Variablen mit dem Präfix mx sind dabei vom Typ Matrix. Die Klasse stammt aus einem Open-Source-Paket mit der Bezeichnung C# Matrix Library (CSML) und stellt Standardoperationen zur Rechnung mit Matrizen bereit. Eigenimplementierungen komplizierter Methoden zur Matrixinversion etc. können dadurch vermieden werden. Im Internet finden sich mehrere Matrix-Bibliotheken für die Programmiersprache C#. Die CSML wird hier hauptsächlich eingesetzt, weil die Ausführung der darin enthaltenen Matrix-Inversionsmethode (InverseLeverrier()) in allen Testfällen stabil verlief. Intern verwendet die Methode aus mathematischer Sicht die Leverrier-Formel. Im Gegensatz zur bekannten Laplace-Formel (Inversion mittels Determinante) gestaltet sich die Inversion durch die Leverrier-Formel in vielen Fällen effizienter und der Algorithmus arbeitet insgesamt schneller. Weitere Gründe für die Wahl der CSML sind die ausführliche Dokumentation und das verhältnismäßig geringe Alter des Projekts. 145

Nach der Ermittlung der Teilnutzenwerte werden diese den entsprechenden Properties mit der Bezeichnung PartworthUtility innerhalb der Klasseninstanzen von PersonCharacteristic-Relation zugewiesen. Vorher wird jedoch noch das Bestimmtheitsmaß des Probanden berechnet.

### 4. Bestimmtheitsmaß R<sup>2</sup> ermitteln

Das Bestimmtheitsmaß gibt Auskunft darüber, inwiefern die empirischen und geschätzten Gesamtnutzenwerte ( $^{u}$  und  $^{uVA}$ ) miteinander korrelieren. Es handelt sich dabei um einen Wert zwischen 0 und 1, der die interne Validität des Probanden ausdrückt. Die zugehörige Berechnung übernimmt die Methode ComputeRSqr(). Der dafür benötigte Vektor der empirischen Gesamtnutzenwerte  $^{uVA}$  können unter ist bereits bekannt. Die ebenfalls benötigten geschätzen Gesamtnutzenwerte  $^{uVA}$  können unter

<sup>&</sup>lt;sup>143</sup> Vgl. TheCodeProject (2008).

<sup>&</sup>lt;sup>144</sup> Vgl. CSML (2007), S. 19.

Das letzte Update erfolgte im Juli 2007. Vergleichbare Projekte stammen aus dem Jahre 2004.

<sup>&</sup>lt;sup>146</sup> Vgl. Anh. F.3.

Verwendung der Teilnutzenwerte durch  $u^{FA} = X \cdot \emptyset$  berechnet werden. Mittels  $\theta = u - u^{VA}$  lässt sich daraufhin der Vektor der Residuen ermitteln. Das Bestimmtheitsmaß bzw. der multiple Korrelationskoeffizient  $\mathbb{R}^2$  ist dann wie folgt definiert: 147

$$R^2 = 1 - \frac{e^t \theta}{u^t u - K \cdot \vec{u}^2} \tag{3.4.4}$$

R<sup>2</sup> : Bestimmtheitsmaß (unabhängig vom Vektor R!)

: Vektor der Residuen

Analog zu den Teilnutzenwerten werden auch die Bestimmtheitsmaße in die entsprechenden Properties der Objektstruktur geschrieben. In diesem Fall handelt es sich um das Property RSqr innerhalb der Klasseninstanzen von Person. Die dekompositionelle Teilnutzenberechnung und die damit verbundene Implementierung der Methode ComputePartworthUtilities() innerhalb der Klassen von TCA und LCA ist damit abgeschlossen.

### 3.4.4 Erweiterte Teilnutzenberechnung bei der HILCA

Zusätzlich zu den in Abschnitt 3.4.3.4 ermittelten Teilnutzenwerten der fünf wichtigsten Merkmale existieren im Rahmen der HILCA kompositionelle Punktwerte für *alle* Merkmale. Diese stammen aus dem der Stimulibewertung vorgeschalteten kompositionellen Umfrageteil. Diese stammen kompositionellen Punktwerte auf das Skalenniveau der fünf dekompositionellen Teilnutzenwerte anzuheben, um neben den wichtigen Merkmalen auch Teilnutzenwerte der übrigen Merkmale zu erhalten. Aus diesem Grund wird innerhalb der Klasse HILCA die Methode ComputePartworth-Utilities() überladen und um die Ablaufschritte zwei bis fünf erweitert. Der vollständige Ablauf der Methode ist wie folgt aufgebaut:

- 1. Teilnutzenwerte der wichtigen Merkmale ermitteln (base.ComputePartworthUtilities())
- 2. Teilnutzenwerte der unwichtigen Merkmale ermitteln
- 3. Teilnutzenwerte der relevanten Merkmale ermitteln
  - a) Regressionskoeffizient g ermitteln (ComputeRegressionCoefficient())
  - b) Niveaukorrektur ermitteln (ComputeLevelCorrection())
  - c) Skalenniveau der Punktwerte anpassen
- 4. Teilnutzenwerte der Muss-Ausprägungen ermitteln (HandleMustHaves())
- 5. Teilnutzenwerte der K.O.-Ausprägungen ermitteln (HandleUnacceptables()))

Bei dem ersten Ablaufschritt handelt es sich nicht um eine Erweiterung. Der Aufruf base. Compute-PartworthUtilities() bewirkt, dass die entsprechende Methode der Basisklasse Conjoint-

<sup>149</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.1.4.

<sup>&</sup>lt;sup>147</sup> Vgl. Schira (2003), S. 553 ff.

Die Punktwerte von Proband 1 sind beispielhaft auf Seite 72 in Anhang I abgebildet (Tabelle Kompositionelle Kundenantworten). Die Farbhinterlegung gibt dabei an, ob es sich um ein unwichtiges, relevantes oder wichtiges Merkmal für den Probanden handelt.

Analysis ausgeführt wird. Das bedeutet, dass die Ablaufschritte aus Abschnitt 3.4.3.4 durchlaufen werden und dadurch die Teilnutzenwerte der wichtigen Merkmalsausprägungen berechnet werden. Die (roten) Ergebnisse aus Tab. 3.1 entsprechen demnach den dunkelorange hinterlegten Werten für Proband 1 in der Tabelle *Teilnutzenwerte* in Anh. I.6. Die Tabelle beinhaltet sowohl die dekompositionellen als auch die umgerechneten Teilnutzen aus den Folgeschritten zwei bis fünf.

Ablaufschritt zwei erfordert wenig Erläuterung. Es werden dort alle Ausprägungen mit einem Punktwert von 0 durchlaufen und dessen Teilnutzenwert ebenfalls auf 0 gesetzt. In der Teilnutzen-Tabelle auf Seite 87 in Anh. I.6 sind die unwichtigen Merkmale durch die sehr helle Hinterlegung gekennzeichnet.

#### 3. Teilnutzenwerte der relevanten Merkmale ermitteln

Die Ablauferweiterung Nummer drei gestaltet sich hingegen etwas komplizierter. In diesem Schritt erfolgt die eigentliche Skalenanpassung der Punktwerte der relevanten, aber nicht wichtigsten Merkmale, analog zur formalen Beschreibung aus Abschnitt 3.2.1.4. Zur Ermittlung der Werte auf Grundlage der Gleichung (3.2.6) ist in Teilschritt a) zunächst der Regressionskoeffizient zwischen den zentrierten Punktwerten Punktwerten den in Abschnitt 3.4.3.4 ermittelten Teilnutzenwerten der wichtigsten Merkmale zu bestimmen. Diese Aufgabe übernimmt die Methode ComputeRegressionCoefficient(). Für Proband 1 wird dazu folgende Regressionsgleichung aufgestellt:

$$\begin{pmatrix}
-8.82 \\
-17.64 \\
-26.46 \\
17.33 \\
-1.92 \\
-15.42 \\
8.33 \\
-5.67 \\
-2.67 \\
-2.67 \\
-2.67 \\
13.33 \\
14.33 \\
-10.12 \\
16.67 \\
6.67 \\
-23.33 \\
13.33 \\
-16.67 \\
13.33 \\
-6.67 \\
-26.67 \\
-26.67 \\
-26.67 \\
-26.67 \\
3.33 \\
23.33 \\
-25 \\
25$$

$$(3.4.5)$$

Um den Vektor der zentrierten Punktwerte  $P_{max}^{x}$  zu erhalten, werden zunächst alle zentrierten Punktwerte werte  $P_{max}^{x}$  aus den Punktwerten  $P_{max}^{x}$  von Proband 1 abgeleitet. Die Werte sind in der Tabelle Zentrierte Punktwerte auf Seite 86 in Anh. I.5 abgebildet. Dazu wird von jedem Punktwert  $P_{max}^{x}$  jeweils der Mittelwert der Punktwerte des Merkmals  $(\overline{P_m})$  subtrahiert. Für die Ausprägung blau des Merkmals Farbe ergibt sich bei Proband 1 z. B. ein zentrierter Punktwert von  $P_{max}^{x} = 80 - \binom{100 + 80 + 80}{3}$ . K.O.-Ausprägungen werden bei der Ermittlung von  $\overline{P_m}$  ignoriert. Für die Ausprägung Klimaautomatik des Merkmals Klimaanlage ergibt sich deshalb z. B. ein zentrierter Punktwert von  $P_{max}^{x} = 100 - \binom{100 + 50}{2} = 25$ . Die K.O.-Ausprägung keine (Klimaanlage) erhält demnach auch keinen zentrierten Punktwert. In den Vektor  $P_m^{x}$  gelangen anschließend die in der Tabelle Komposi-

tionelle Kundenantworten in Anh. I.5 dunkelorange hinterlegten Punktwerte der wichtigsten Merkmale, weil für diese Merkmale zusätzlich dekompositionell ermittelte Teilnutzenwerte verfügbar sind.

ComputeRegressionCoefficient() ermittelt  $\mathcal G$  analog zu den Gleichungen (3.4.2) und (3.4.3) aus Abschnitt 3.4.3.3 und 3.4.3.4 Die Matrix  $\mathcal K$  besteht dabei lediglich aus einer Spalte, welche die Werte des Vektors  $\mathcal F_w^{\mathcal F}$  enthält. Der Vektor  $\mathcal G$  entspricht hier dem Vektor  $\mathcal G$  . Zur Bildung von verwendet ComputeRegressionCoefficient() die Hilfsmethode CenterRating(), um die Werte zu zentrieren. Wie bereits erwähnt, werden K.O.-Ausprägungen (Punktwert = 0) dabei übersprungen. Da K.O.-Ausprägungen auch bei der Bildung des Conjoint-Designs ausgelassen werden und dafür dementsprechend keine Teilnutzenwerte existieren, haben die Vektoren  $\mathcal G$  und  $\mathcal F_w^{\mathcal F}$  dieselbe Länge. Für Proband 1 ergibt sich daraufhin ein Regressionskoeffizient von  $\mathcal G$  0.637 . Dieser ist in der Tabelle *Wichtige Zwischenwerte* in Anh. I.5 vermerkt.

Zur Angleichung der Punktwerte ist in Teilschritt b) zusätzlich die Berechnung einer Niveaukorrektur  $\frac{S_n}{S_0}$  erforderlich. Der Zähler  $S_n$  ist dabei die durchschnittliche Spannweite der zentrierten Punktwerte aller relevanten, jedoch nicht wichtigsten Merkmale. Sie sind in der Tabelle *Zentrierte Punktwerte* in Anh. I.5 hellorange hinterlegt. Für Proband 1 ergibt sich dafür der Wert:

$$S_1 n = [(38,33 - (-56,67)) + (13,33 - (-6,67)) + (40 - (-40))$$
(3.4.6)

$$+(25-(-40))+(0-0)]/5=260/5=52$$

Jede Einzelspannweite ist definiert durch den maximalen abzüglich des minimalen Punktwerts des Merkmals. In Gleichung (3.4.6) ist zu erkennen, dass K.O.-Ausprägungen bei der Berechnung der Einzelspannweiten wiederum ignoriert werden. Das einzige relevante, aber nicht wichtigste Merkmal (*Anzahl Türen*) von Proband 1 mit einer K.O.-Ausprägung (*3-Türer*), ist hier gleichzeitig ein Merkmal mit einer Muss-Ausprägung (*5-Türer*), weil das Merkmal lediglich zwei Ausprägungen besitzt. Minimaler und maximaler Punktwert fallen dann bei der Berechnung der Einzelspannweite zusammen. Beide Werte entsprechen stets der 0, wodurch auch die Einzelspannweite immer 0 ist (0 - 0). Etwas deutlicher ist die Behandlung der K.O.-Ausprägungen bei dem Merkmal *Radio/CD* von Proband 2 zu erkennen. Die Einzelspannweite ergibt sich dort aus 35 - 0.0 Die K.O.-Ausprägung *nur Radio* wird demnach ausgelassen.

Der zweite Bestandteil der Niveaukorrektur ist die durchschnittliche Spannweite der zentrierten Punktwerte aller wichtigen Merkmale ( $\mathcal{S}_{\varepsilon}$ ). Dabei handelt es sich um die dunkelorange hinterlegten Werte in der Tabelle *Zentrierte Punktwerte* in Anh. I.5. Für Proband 1 ergibt sich der Wert:

$$S_1c = [(23,33 - (-26,67)) + (13,33 - (-16,67)) + (13,33 - (-6,67)) + (25 - (-25)) + (16,67 - (-23,33))]/5 = 190/5 = 38$$

$$(3.4.7)$$

K.O.-Ausprägungen werden bei der Berechnung von  $S_{\varepsilon}$  ebenfalls ausgelassen (analog zu  $S_{n}$ ). Eine Behandlung von Muss-Ausprägungen ist nicht notwendig, weil die zugehörigen Merkmale vom Probanden nicht als wichtig eingestuft werden können. Nach der Berechnung von  $S_{n}$  und  $S_{\varepsilon}$  kann die Niveaukorrektur ermittelt werden. Es ergibt sich für Proband 1 ein Wert von  $S_{\varepsilon} = \frac{52}{38} = 1.368$ . In der Tabelle *Wichtige Zwischenwerte* in Anh. I.5 sind die  $S_{n}$ - und  $S_{\varepsilon}$ -Werte sowie die daraus resultierenden Niveaukorrekturen für alle Probanden aufgelistet.

Durch das Vorhandensein von Regressionskoeffzient  $\mathfrak G$  und Niveaukorrektur  $\mathfrak S_{\mathfrak o}$  kann im letzten Teilschritt c) die Skalenanpassung der Punktwerte gemäß Gleichung (3.2.6) erfolgen. Neben den wichtigen und unwichtigen Merkmalsausprägungen liegen anschließend auch für alle relevanten Merkmale Teilnutzenwerte vor. In der Tabelle *Teilnutzenwerte* in Anh. I.6 sind die Resultate durch die hellorange Farbhinterlegung gekennzeichnet.

### 4. Teilnutzenwerte der Muss-Ausprägungen ermitteln

Ohne Teilnutzenwert bleiben in Ablaufschritt drei die Muss-Ausprägungen. Ihnen wird anschließend, im Ablaufschritt vier, die Hälfte der maximalen Spannweite aller bisher ermittelten Teilnutzenwerte zugewiesen. Negative Teilnutzenwerte von K.O.-Ausprägungen, die erst im fünften Schritt berechnet werden, sind davon ausgenommen. Im Fall von Proband 1 hat das Merkmal Navigationssystem mit 33.43 – (-49.42) = 82.35 die größte Spannweite von allen Merkmalen. Das heißt auch, dass es für Proband 1 die größte Wichtigkeit besitzt. Allen Muss-Ausprägungen von Proband 1 (in diesem Fall betrifft es lediglich die Ausprägung 5-Türer des Merkmals Anzahl Türen) wird deshalb durch die Methode HandleMustHaves () die Hälfte dieses Wertes (\* 41.42) als Teilnutzenwert zugewiesen.

### 5. Teilnutzenwerte der K.O.-Ausprägungen ermitteln

Strittig ist in der Praxis der Umgang mit K.O.-Ausprägungen. Aus diesem Grund bietet das Auswertungstool zwei unterschiedliche Methoden zu dessen Handhabung an.<sup>151</sup>

Zum einen können die K.O.-Ausprägungen als solche bestehen bleiben. Der Proband wird in diesem Fall von der Aggregation der relativen Wichtigkeiten eines Merkmals ausgeschlossen, falls er dort eine K.O.-Ausprägung gesetzt hat. Die Folge ist der Verzicht auf einen Großteil wertvoller Probandendaten. Das Auswertungstool bietet deshalb zum anderen die in Abschnitt 3.2.1.4 offerierte Möglichkeit den K.O.-Ausprägungen einen negativen Teilnutzenwert gemäß der Gleichung (3.2.7)

<sup>&</sup>lt;sup>150</sup> Vgl. Abschnitt 3.2.1.4.

<sup>&</sup>lt;sup>151</sup> Vgl. Anh. E.5.

zuzuweisen. Da der dortige Aufschlagfaktor von 0,2 relativ willkürlich gewählt ist, kann dessen Wert im Tool festgelegt werden.

Sollen die K.O.-Ausprägungen bestehen bleiben, müssen im Rahmen der Teilnutzenmittlung keine weiteren Berechnungen durchgeführt werden. Anderenfalls wird die Methode Handleunacceptables () ausgeführt, welche die K.O.-Ausprägungen durch entsprechende Negativwerte ersetzt. Für Proband 1 ergeben sich in diesem Fall die in der Tabelle *Teilnutzenwerte* fett gedruckten Werte (Anh. I.6). Zu deren Ermittlung muss vorerst die mittlere Spannweite der Teilnutzenwerte aller Merkmale bestimmt werden  $(\overline{S^T})$ . Die Aufsummierung der Einzelspannweiten erledigt dazu die Hilfsmethode CumulateSpan (). Proband 1 erhält für  $\overline{S^T}$  den Wert aus Gleichung (3.4.8).

$$(5^{\dagger}T)^{T} = [(0-0) + (14,33 - (-27,67)) + (17,33 - (-15,42)) + (8,33 - (-5,67)) + (33,43 - (-49,42)) + (0-0) + (10,12 - (-10,12)) + (0-0) + (11,63 - (-5,81)) + (34,89 - (-34,89)) + ((-8,82))$$

$$(3.4.8)$$

$$-(-26.46)$$
 +  $(21.8 - 34.89)$  +  $(0 - 0)$  +  $(41.42 - 41.42)$ ]/15  $\approx 23.56$ 

Die Berechnung erfolgt in Bezug auf K.O.- und Muss-Ausprägungen analog zur Vorgehensweise bei  $S_n$  und  $S_{\mathcal{E}}$ . Die  $\overline{S^T}$ -Werte aller Probanden befinden sich in der Tabelle *Wichtige Zwischenwerte* unter *mittlere Spannweite* in Anh. I.6.

Es kann daraufhin Gleichung (3.2.7) angewandt werden, um die Teilnutzenwerte der K.O.-Ausprägungen zu ermitteln. Wird der Aufschlagfaktor von 0,2 beibehalten, erhält die K.O.-Ausprägung keine (Klimaanlage) des Merkmals Klimaanlage bei Proband 1 den Wert  $\beta_{\mathbb{R},1}^{KQ} = -10.12 - 23.56 \cdot 0.2 \approx -15$ . Anders verhält es sich bei den K.O.-Ausprägungen innerhalb eines Merkmals mit Muss-Ausprägung. Diese erhalten als Teilnutzenwert den negativen Wert der Muss-Ausprägung. Die Ausprägung 3-Türer des Merkmals Anzahl Türen erhält somit den Wert  $\beta_{1441}^{KQ} = -41.42$ 

Nach diesem letzten Ablaufschritt wurde schließlich allen Merkmalsausprägungen ein Teilnutzenwert zugewiesen. Sämtliche PartworthUtility-Properties der Klasseninstanzen von Person-CharacteristicRelation sind jetzt mit Werten gefüllt. Die Implementierung der Methode ComputePartworthUtilities() innerhalb der Klasse HILCA sowie die Berechnung der Teilnutzenwerte im Allgemeinen ist damit abgeschlossen.

Die entsprechenden PartworthUtility-Properties der Ausprägungen werden in diesem Fall zur Identifikation auf —00 gesetzt.

## 3.4.5 Berechnung der normierten Teilnutzen

Zur besseren Vergleichbarkeit und späteren Aggregation müssen die ermittelten Teilnutzenwerte aus Abschnitt 3.4.3.4 und 3.4.4 normiert werden. Jede Instanz der Klasse Person-CharacteristicRelation enthält zu diesem Zweck ein zusätzliches Property mit der Bezeichnung NormedPartworthUtility. Dessen Werte ermittelt die zweite Methode der Conjoint-Analysis-Klassen mit der Bezeichnung ComputeNormedPartworthUtilities(). Die Methode wendet dazu die Normierungsvorschrift (3.2.2) aus Abschnitt 3.2.1.2 an. Den Schwerpunkt bildet dabei die Ermittlung der Gesamtspannweite der Teilnutzenwerte aller Merkmale (Nenner der Normierungsvorschrift), denn abhängig von Conjoint-Verfahren und K.O.-Behandlungsmethode unterscheidet sich dessen Berechnung. Aus diesem Grund existieren wiederum zwei Implementierungen der Methode, erstere in der Klasse ConjointAnalysis für TCA und LCA, letztere als Überladung der ersten in der Klasse HILCA. Einziger Unterschied der Methodenvarianten ist die erwähnte Berechnung der Gesamtspannweite. Während bei TCA und LCA darin lediglich die wichtigsten Merkmale mit dekompositionellen Teilnutzenwerten inbegriffen sind, werden bei der HILCA alle Merkmale berücksichtigt sowie auch eventuell auftretende K.O.-Ausprägungen behandelt.

Im Folgenden ist unmittelbar der Ablauf der HILCA-Methode dargestellt:

- Gesamtspannweite ermitteln (CumulateSpan())
  - a) Minimalen Teilnutzenwert für jedes Merkmal ermitteln
  - b) Wenn K.O.-Ausprägung im Merkmal vorhanden:
    - i. Merkmal ausschließen
  - c) Wenn K.O.-Ausprägung nicht vorhanden oder durch Teilnutzenwert ersetzt:
    - i. Min. Teilnutzenwert von allen Ausprägungen des Merkmals subtrahieren
    - ii. Größten Teilnutzenwert (nach Subtraktion) zu Gesamtspannweite addieren
  - d) Gesamtspannweite zurückgeben
- 2. Alle Ausprägungen aller Merkmale durch die Gesamtspannweite dividieren

Aus TCA- und LCA-Perspektive können die Ablaufschritte 1 b) und 1 c) gedanklich gestrichen werden. Außerdem muss beachtet werden, dass nur die Einzelspannweiten der wichtigsten Merkmale zur Gesamtspannweite aufsummiert werden. Die Aufsummierung übernimmt sowohl bei TCA und LCA als auch bei der HILCA die Hilfsmethode CumulateSpan().<sup>154</sup>

Dazu wird im ersten Teilschritt a) die Ausprägung mit dem kleinsten Teilnutzenwert für jedes Merkmal bestimmt. Sollte dabei eine K.O.-Ausprägung identifiziert werden, so ist das ein Zeichen dafür, dass diese nicht durch negative Teilnutzenwerte ersetzt wurden. Im Auswertungstool wurde demnach die Option des *K.O.-Ausschlusses* gewählt.<sup>155</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>153</sup> Vgl. Abb. 3.5

Beide Variationen von CumulateSpan() sind entsprechend andersartig implementiert.

<sup>&</sup>lt;sup>155</sup> Vgl. Anh. E.5.

In Teilschritt b) werden entsprechend *alle* Ausprägungen des Merkmals (nicht nur die K.O.-Ausprägungen) aus der Gesamtspannweite ausgeschlossen. Enthält das Merkmal keine K.O.-Ausprägungen oder wurden diese durch einen negativen Teilnutzenwert ersetzt, erfolgt die Durchführung von Schritt c) anstatt von Schritt b). Der Fall in Schritt b) kann demnach nur beim K.O.-Ausschluss für bestimmte Merkmale eintreten, da ansonsten alle K.O.-Ausprägungen durch Werte ersetzt wurden.

In Schritt c) wird als erstes der in a) ermittelte, kleinste Teilnutzenwert des Merkmals von allen Ausprägungen des Merkmals subtrahiert. Dadurch wird der Zähler der Normierungsvorschrift realisiert. Der halb normierte Teilnutzen wird im entsprechenden NormedPartWorthUtility-Property zwischengespeichert. Anschließend wird der größte Teilnutzenwert des Merkmals ausgewählt und zur Gesamtspannweite hinzuaddiert. Das ist problemlos möglich, weil nach der Subtraktion in c) i. der größte Teilnutzenwert äquivalent zur Spannweite des Merkmals ist.

Im Fall des K.O.-Ausschlusses erhält Proband 1 die folgende Gesamtspannweite:

$$S_1KO^1T = [(0-0) + (14,33 - (-27,67)) + (17,33 - (-15,42)) + (33,43 - (-49,42)) + (0-0) + (10,12 - (-10,12)) + (0-0) + (11,63 - (-5,81)) + (34,89 - (-34,89)) + (-8,82 - (-26,46)) + (21,80 - (-34,89)) + (0-0) + (41,42 - 41,42)]  $\approx 333,16$$$

Die Einzelspannweiten der Merkmale *Klimaanlag*e und *Anzahl Türen* sind in Gleichung (3.4.9) durchgestrichen und nicht Bestandteil des Ergebnisses ( ${}^{\mathbf{E33,10}}$ ). In allen äquivalenten Fällen wie z. B. bei der Berechnung von  $\overline{S^T}$  in Gleichung (3.4.8) wird die Einzelspannweite des Merkmals einfach ohne die K.O.-Ausprägungen berechnet und fließt anschließend in die Gesamtspannweite mit ein. Diese Missachtung der K.O.-Ausprägung ist jedoch ebenso strittig wie die Verwendung eines negativen Teilnutzenwerts und kann zu einer Verzerrung der Werte führen. Aus diesem Grund wird infolge der Option *K.O.-Ausschluss* keine (halbe) Einzelspannweite für die betroffenen Merkmale berechnet, sondern sie werden komplett aus der Gesamtspannweite des Probanden ausgeschlossen. Dieser Option des K.O.-Ausschlusses liegen keine Quellen in der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur zugrunde. Sie ist im Rahmen mündlicher Diskussionen entstanden, kristallisiert sich in der Praxis jedoch ebenfalls als suboptimal heraus, weil zu viele Probandendaten dadurch ausgeschlossen werden.

Im Fall des K.O.-Ausschlusses wird im Property NormedPartworthUtility der K.O.-Ausprägungen der Wert — og gespeichert.

An dieser Stelle ist kritisch anzumerken, dass bereits bei der Skalenanpassung der kompositionellen Punktwerte, genauer gesagt bei der Berechnung von  $S_n$  und  $S_n$  die K.O.-Ausprägungen missachtet werden. Eine Verzerrung der Werte findet demnach auch hier statt.

Die normierten Teilnutzenwerte in der Tabelle *Normierte Teilnutzen*, als auch die zugehörigen Gesamtspannweiten in der Tabelle *Wichtige Zwischenwerte* in Anh. I.6, sind deshalb beispielhaft auf Basis negativer Werte der K.O.-Ausprägungen berechnet. Proband 1 erhält in diesem Fall die folgende Gesamtspannweite:

$$S_1KO^{\dagger}T = [(0-0) + (14,33 - (-27,67)) + (17,33 - (-15,42)) + (8,33 - (-5,67)) + (33,43 - (-49,42)) + (0-0) + (10,12 - (-15)) + (0-0) + (11,63 - (-5,81)) + (34,89 - (-34,89)) + (-8,82 - (-26,46)) + (21,80 - (-34,89)) + (0-0) + (41,42 - (-41,42))]  $\approx 440,96$$$

Die eingefügten Teilnutzenwerte der K.O.-Ausprägungen sind in Gleichung (3.4.10) fett gedruckt. Am Ende von Ablaufschritt eins sind zum einen die Gesamtspannweiten bekannt und zum anderen enthalten die NormedPartworthUtility-Properties bereits die halb normierten Teilnutzenwerte (Wert des Zählers von Gleichung (3.2.2)). In Ablaufschritt zwei müssen diese nun lediglich durch die zugehörige Gesamtspannweite des Probanden dividiert werden und die Berechnung der Normnutzen ist abgeschlossen.

## 3.4.6 Berechnung der relativen Wichtigkeiten und Zahlungsbereitschaften

Den Abschluss der Datenauswertungsphase stellt die Berechnung der durchschnittlichen (bzw. aggregierten) relativen Wichtigkeiten und der Zahlungsbereitschaften dar. Beide Kategorien von Werten lassen sich relativ einfach aus den bestehenden Teilnutzenwerten und normierten Teilnutzenwerten ableiten. Aus diesem Grund erfolgt die Erläuterung beider Berechnungsverfahren innerhalb dieses Abschnitts. Aus demselben Beweggrund existieren zudem keinerlei Hilfsklassen zur Kapselung der Berechnungen. Die aggregierte relative Wichtigkeit eines Merkmals wird bei Abfrage des Properties RelativeImportance direkt innerhalb der Klasse Attribute ermittelt und zurückgegeben. Die Berechnung der Zahlungsbereitschaften für die definierten Szenarien hingegen erfolgt unmittelbar beim Export der Daten in der Klasse ExcelExporter.

#### Aggregation der relativen Wichtigkeiten

Die durchschnittlichen (aggregierten) relativen Wichtigkeiten der PKW-Studie sind in Anh. F.5 abgebildet. Das Merkmal *Navigationssystem* erhält dort z. B. eine durchschnittliche Wichtigkeit von  $\overline{W_m} = 8\%$ . Da sich die individuelle relative Wichtigkeit  $\overline{W_m}$  eines Merkmals bei jedem Probanden direkt aus dem Maximum der vorhandenen Normnutzen des Merkmals ablesen lässt, wird der Wert für  $\overline{W_m}$  gemäß Abschnitt 3.2.1.2 wie folgt berechnet:

$$\overline{w_6} = \frac{w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_6}{5 - 1} = \frac{0.19 + 0.10 + 0.05 + 0.03 + 0}{5 - 1} = 0.08 = 8\%$$
 (3.4.11)

Proband 3 wird dabei aufgrund einer zu geringen internen Validität ausgeschlossen. In sämtlichen Ausgabeformularen ist die Nummer des Probanden deshalb rot eingefärbt. <sup>158</sup> Die definierte Schwelle für  $\mathbb{R}^2$  beträgt in diesem Fall 0.85 . <sup>159</sup> Auch von der Berechnung der Mittelwerte der Teil- und Normnutzen ist er deshalb ausgeschlossen.

## Ermittlung der Zahlungsbereitschaften

Die Zahlungsbereitschaften der PKW-Studie sind in Anh. F.6 abgebildet. Sie werden für die im Menüpunkt *Szenarien* definierten Produkte probandenweise ermittelt.<sup>160</sup> Die zugehörige Berechnung läuft analog zu Abschnitt 3.2.1.2 und Gleichung (3.2.4) in drei Schritten ab:<sup>161</sup>

- 1. Preisnutzenfunktion "() ermitteln (d und d berechnen)
- 2. Nutzen ohne Preis (\*\*\*) ermitteln
- 3. Zahlungsbereitschaft ermitteln

In Bezug auf den ersten Ablaufschritt unterstützt das Auswertungstool ausschließlich die Berechnung einer linearen Preisnutzenfunktion. Dem Merkmal *Preis* muss deshalb zwingend das lineare Idealvektormodell zugrundeliegen. Die Parameter dund du der Preisnutzenfunktion werden dann auf Basis der *Zweipunktegleichung* berechnet. Nach Anpassung an die hier verwendeten Symbole ist diese wie folgt definiert:

$$u_{j}(p_{j}) = d \cdot (p_{j} - p_{p|1}) + \beta_{p|1} \text{ mit} d - \frac{\beta_{p|2} - \beta_{p|1}}{p_{p|2} - p_{p|1}}$$
(3.4.12)

 $p_{p|1}$ : Preisausprägung 1 in Prozent des bisherigen Preises  $p_{p|2}$ : Preisausprägung 2 in Prozent des bisherigen Preises

Teilnutzenwert von Preisausprägung 1
Teilnutzenwert von Preisausprägung 2

Bevor die Gleichung angewandt werden kann, müssen Prozentwerte (\*\*\*\*\*\*\* etc.) der Preisausprägungen festgelegt werden. Die Preisausprägung 10500 soll in diesem Fall 100%, d. h. dem bisherigen Preis entsprechen. Die Ausprägung 8500 stellt dann 81% und die Ausprägung 12500 119% des bisherigen Preises dar. Neben der expliziten Angabe des Preismerkmals müssen diese Prozentwerte für die Preisausprägungen in der Web-Oberfläche des Auswertungstools spezifiziert werden, denn das Tool sieht standardgemäß alle Merkmale und deren Ausprägungen nur als Zeichenketten an und kann daher keine Aussage über dessen Bedeutung oder numerischen Wert treffen. 163

```
<sup>158</sup> Vgl. Anh. F.3.
```

<sup>&</sup>lt;sup>159</sup> Vgl. Anh. E.3.

<sup>&</sup>lt;sup>160</sup> Vgl. Anh. E.4.

In der Excel-Ausgabe in Anh. F.6 ist d=b und  $d_o=a$  .

<sup>&</sup>lt;sup>162</sup> Vgl. Anh. E.2; Anh. C.2.

<sup>&</sup>lt;sup>163</sup> Vgl. Anh. E.2.

Nach der Zuweisung der Prozentwerte kann der Anstieg der Preisnutzenfunktion für Proband 1 berechnet werden:

$$u_{j}(p_{j}) = d \cdot (p_{j} - p_{y;1}) + \beta_{y;1}$$

$$= d_{0} + d \cdot p_{j}$$

$$\Leftrightarrow d_{0} = (d \cdot (-p_{y;1})) + \beta_{y;1}$$
(3.4.13)

Proband 1 erhält daraufhin einen Wert von  $d_0 = (-0.464) \cdot (-81) + (-8.82) = 28.77$ . Die Preisnutzenfunktion ist somit bekannt.

Vor der Ermittlung der Zahlungsbereitschaft muss im zweiten Ablaufschritt allerdings noch der Nutzen ohne Preis kalkuliert werden. Dazu werden die Teilnutzen unter Ausschluss der Preisausprägungen für das entsprechende Produktszenario aufaddiert. *Produkt1* stiftet Proband 1 einen Nutzen ohne Preis von:

$$u_j^{op} = 0 + 13,33 - 1,92 + 8,33 + 15,99 + 0 - 10,13 + 0 - 5,81 + 34,89$$

$$-34,89 + 0 + 41,43 + 0 - 2,57 = 58,65$$
(3.4.14)

Preisnutzenfunktion und der negative Nutzen ohne Preis werden in Ablaufschritt drei gleichgesetzt: 164

$$-58,65 = 28,77 - 0,464 \cdot p_1 \Leftrightarrow p_1 = \frac{-58,65 - 28,77}{-0.464} = 188,41 \tag{3.4.15}$$

Aufgrund der Tatsache, dass *Produkt1* für Proband 1 einen Nutzen von **58.65** stiftet und der Preis diesen Nutzen grundsätzlich negativ beeinflusst, darf der Preis höchstens **188.41 %** des bisherigen Preises (*10500*) betragen, damit das Produkt dem Probanden noch einen positiven Nutzen stiftet. Seine maximale Zahlungsbereitschaft beträgt somit **188.41 %** des bisherigen Preises bzw. **19783.05** Geldeinheiten. Die Zahlungsbereitschaft von *Produkt2* mit einem schlechteren *Kilometerstand* von *55000* statt *40000* stiftet hingegen nur eine maximale Zahlungsbereitschaft von **159,31 %** des bisherigen Preises bzw. **10727,55** Geldeinheiten. Proband 1 ist demnach bereit, für den geringeren Kilometerstand von *40000* einen Aufpreis von **3055,5** Geldeinheiten in Kauf zu nehmen. Zusätzlich zu diesen Betrachtungen kann auf Basis der Zahlungsbereitschaften aller Probanden eine Preisabsatzfunktion für jedes Produktszenario ermittelt werden. Darin wird ersichtlich, inwiefern die Kaufbereitschaft abhängig von der Zahlungsbereitschaft ist, d. h., wieviel Prozent der Kunden jeweils welche Zahlungsbereitschaft gegenüber dem Produktszenario aufweisen. <sup>165</sup>

<sup>165</sup> Vgl. Anh. F.7.

<sup>164</sup> Vgl. Gleichung (3.2.4) in Abschnitt 3.2.1.2.

Bei der erläuterten Berechnung der Zahlungsbereitschaften gelten jedoch folgende Einschränkungen: Die Teilnutzenwerte 🕬 und 🗫 der Preisausprägungen sind nur gültig, wenn diese dekompositionell durch die OLS-Regression berechnet werden, d. h., der Preis muss zu den wichtigsten Merkmalen des Probanden zählen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Linearitätsprämisse von Preis und Nutzen nicht gewährleistet und es kann keine Preisnutzenfunktion und auch keine Zahlungsbereitschaft für den Probanden ermittelt werden. Der Proband wird dann von dessen Berechnung ausgeschlossen. Im Rahmen der HILCA kann es deshalb sinnvoll sein, den Probanden zu verpflichten, das Merkmal Preis als wichtig einzustufen, da ansonsten keine Aussage über dessen Zahlungsbereitschaft möglich ist. In den Beispielwerten der PKW-Studie in Anh. F.6 ist diese Situation bei Proband 4 eingetreten. Dessen Parameter der Preisnutzenfunktion sowie dessen Zahlungsbereitschaften der Produktszenarien sind deshalb durch K.O. gekennzeichnet. Auch für Proband 2 und 3 konnte keine Preisnutzenfunktion und Zahlungsbereitschaft ermittelt werden. Die Ursache bei diesen Probanden ist jedoch deren Festsetzung einer bestimmten Preisausprägung als K.O.-Ausprägung. Auch in diesem Fall ist die Linearitätsprämisse verletzt. Eine dritte Möglichkeit, welche die Ermittlung der Zahlungsbereitschaft verhindert, ist das Vorhandensein einer K.O.-Ausprägung im gegebenen Produktszenario. Dieser Fall kann nur dann eintreffen, wenn die K.O.-Ausprägungen nicht durch negative Teilnutzen ersetzt wurden. Für Proband 2 wäre dieses Kriterium dann für *Produkt1* und auch *Produkt2* zutreffend, weil er grundsätzlich nicht bereit ist, ein Produkt mit der Merkmalsausprägung nur Radio zu erwerben.

Um diesen Problemen entgegenzuwirken, kann das Konzept der Preis- bzw. Zahlungsbereitschaftsermittlung grundlegend geändert werden. Man verzichtet dazu komplett auf die Ermittlung einer Preisnutzenfunktion, indem man impliziert, dass im Zuge der Stimulibewertung das Rating direkt einem relativem Aufpreis entspricht. Im Kontext hybrider Leistungsbündel bietet es sich an, den Rating-Wert eines Stimulus als Aufpreis auf den Preis des Kernprodukts, d. h. als zusätzliche Zahlungsbereitschaft für die darin enthaltenen produktbegleitenden Dienstleistungen zu interpretieren. Die ermittelten Teilnutzenwerte entsprechen dann unmittelbar den Zahlungsbereitschaften für die Dienstleistungen. Ein zusätzliches Preismerkmal ist nicht notwendig. Die Zahlungsbereitschaft eines definierten Produktszenarios kann direkt durch Summierung der einzelnen Zahlungsbereitschaften der Dienstleistungen ohne Umweg über die Preisnutzenfunktion, bestimmt werden. Diese Variante löst auch das Problem, dass die konkrete Preisspanne, welche einem Preismerkmal zugrundegelegt werden muss, in der Regel unbekannt ist. Genau diese Preisspanne soll ja im Grunde durch die Ermittlung der Zahlungsbereitschaften herausgefunden werden. Das Auswertungstool bietet zur Umsetzung des abgeänderten Verfahrens die Option an, das Rating als Preis anstatt als intervall-skalierten Wert zwischen 0 und 100 anzusehen. 166 Zur Berechnung der Teilnutzen, Normnutzen und relativen Wichtigkeiten muss im Zuge dessen keine Anpassung der Algorithmen erfolgen. Die Berechnung der Zahlungsbereitschaften, welche innerhalb der Klasse ExcelExporter durchgeführt wird, erfährt ihre programmtechnische Umsetzung allerdings dann nicht durch die Methode WriteLinearWTPSheetToWorkbook(), sondern durch WriteWTPSheet-ToWorkbook(). Abhängig von der gewählten Rating-Skala wird die entsprechende Methode verwendet.

### 3.5 Potentielle Erweiterungsmöglichkeiten und kritische Betrachtung der HILCA

Aus den diskutierten Themen lassen sich vielseitige Erkenntnisse und auch Erweiterungsmöglichkeiten ableiten. Dies gilt sowohl aus fachlicher als auch aus technischer Perspektive.

Die fachliche Seite umfasst dabei insbesondere das Verfahren der HILCA. In Abschnitt 3.2.1.4 wird dessen besondere Eignung für HLB aus "rein" theoretischer Sicht dargelegt. Kapitel 3.4 zeigt jedoch, dass sich die praktische Umsetzung des Verfahrens als recht schwierig erweist. Während die dekompositionelle Teilnutzenberechnung auf Basis der bewährten OLS-Regression relativ einfach und effizient durchgeführt werden kann, ohne das dabei verfahrensspezifische Fragen auftreten, erfordert die erweiterte Teilnutzenberechnung der HILCA durch die Skalenanpassung der kompositionellen Punktwerte eine fein granulierte Ausnahmebehandlung. Ursache dessen sind die vorhandenen K.O.-Ausprägungen, welche bei der Berechnung der Niveaukorrektur, d. h. bei der Berechnung der Gesamtspannweiten der Punktwerte berücksichtigt werden müssen. Rein wissenschaftlich dürfen Merkmale mit K.O.-Ausprägungen außerdem nicht aggregiert werden, was wiederum eine Sonderbehandlung dieser bei der Berechnung der normierten Teilnutzen und durchschnittlichen relativen Wichtigkeiten erfordert. Sowohl die Option des K.O.-Ausschlusses, welche einen Großteil der Probandendaten ausschließt, als auch die Ersetzung der K.O.Ausprägungen durch relativ willkürliche Teilnutzenwerte, stellen sowohl wissenschaftlich inkorrekte, als auch pragmatisch unbefriedigende Lösungen dar. Aggregierte Werte sind jedoch unabdingbar um allgemeingültige Prognosen über Kundenpräferenzen zu treffen. Die praktische Bedeutung von K.O.-Ausprägung ist demnach in Frage zu stellen. Aus diesen Gründen gilt es die Realitätsnähe von K.O.-Ausprägungen kritischer zu hinterfragen und ggf. gänzlich auf diese zu verzichten. Das Auswertungstool müsste dann entsprechend angepasst werden und ein Rating-Wert von 0 als Nutzenneutral interpretieren. Eine unkomplizierte Anpassung auf Basis des bestehenden Prototyps kann auch durch ein Verbot des Rating-Werts von 0 innerhalb des Umfragetools erfolgen. Infolge des gänzlichen Verzichts auf K.O.-Ausprägungen sollte jedoch bedacht werden, dass dieser auch eine eingeschränkte Individualanalyse bezüglich der Zahlungsbereitschaften mit sich bringt. Eine prinzipielle Nicht-Kaufbereitschaft einzelner Probanden gegenüber bestimmten Produkten kann dadurch nicht mehr identifiziert werden.

Ein weiteres Problem der HILCA und auch der anderen Conjoint-Verfahren, welches sich im Zuge der Entwicklung herausgestellt hat, betrifft die Ermittlung der Zahlungsbereitschaften auf Basis einer Preisnutzenfunktion wie es in Abschnitt 3.4.6 erläutert wird. Problematisch an dem Verfahren ist anzusehen, dass es stets einen linearen Verlauf der Preisnutzenfunktion fordert und zudem die konkrete Preisspanne bekannt sein muss. Das Problem wird in Abschnitt 3.4.6 bereits erkannt. Der dortige Lösungsansatz schlägt eine direkte Interpretation der Rating-Werte als absolute Preise bzw. Aufpreise zum Kernprodukt vor. Inwiefern das Verfahren jedoch realistische Ergebnisse liefert und

ob sich diese von kompositionellen Preisbefragungen unterscheiden, muss in der Praxis erst noch erprobt werden.

Das Auswertungstool stellt lediglich einen Prototyp dar. Technische Verbesserungspotentiale sind deshalb vorhanden. Neben der fehlenden Speicherung der Einstellungsparameter der Web-Oberfläche, ist die in Abschnitt 3.3.6 beschriebene Datenanbindung suboptimal. Der Erzeugung des Excel-Dokuments auf Basis der COM-Schnittstelle von Excel stellt zudem einen erheblichen Performanz-Engpass dar. Das Schreiben der Ausgabewerte von ca. 100 Probanden dauert in etwa 10 Minuten. Der Zeitaufwand wächst linear mit der Probandenanzahl ( $\Theta(n)$ ). Eine Lösung des Problems besteht in der unmittelbaren Erzeugung einer Excel-XML-Datei ohne Umweg über das COM-Objekt. Die Codeerzeugung des komplexen Excel-XML-Formats gestaltet sich jedoch äußerst zeitaufwändig und ermöglicht auch nur bedingt die automatische Erzeugung von Diagrammen. Desweiteren konnten einige Zusatzfunktionalitäten wie z. B. die Ermittlung der Prognosevalidität im gegebenen Zeitrahmen nicht realisert werden. Diese wurden nur konzeptionell berücksichtigt.

Der Fokus der Arbeit lag insbesondere auf der Implementierung der Kernfunktionalität der conjointanalytischen Datenauswertung, welche im wesentlichen die Berechnung der Teilnutzenwerte und der daraus abgeleiteten relativen Wichtigkeiten und Zahlungsbereitschaften umfasst. Das Potential der Datenauswertung ist damit jedoch keineswegs ausgeschöpft. Werden für jeden Probanden z. B. zusätzliche demografische Daten erfasst, kann im Anschluss an die Conjoint-Analyse eine Clusteranalyse zur Identifikation unterschiedlicher Kundergruppen erfolgen. Diese sog. Kundensegmentierung ermöglicht die Ermittlung relativer Wichtigkeiten und Zahlungsbereitschaften unterschiedlicher Zielgruppen. Zur Realisierung muss das Datenmodell aus Abschnitt 3.3.4 um die demografischen Daten erweitert werden. Diese können z.B. an die Entität Person annotiert werden. Innerhalb des Gesamtsystems H2-ServPay ist bereits eine Komponente zur Durchführung einer Clusteranalyse vorhanden<sup>167</sup>. Zur Kommunikation mit dem Zahlungsbereitschafts- bzw. Conjoint-Auswertungstools müssten jedoch bestimmte Schnittstellen spezifiziert werden, da die Auswertungsergebnisse in Form eines Excel-Dokuments zur maschinellen Weiterverarbeitung wenig geeignet sind. Die Ergebnisse könnten zu diesem Zweck z. B. in einer gemeinsamen Datenbank gespeichert werden. Eine deutlich flexiblere Lösung stellt jedoch die Realisierung des Conjoint- Auswertungstools als Web-Service dar. Eine zusätzliche Speicherung der Auswertungsergebnisse wäre dann nicht erforderlich, weil ein direkter Zugriff auf die Auswertungsfunktionalität über das Internet möglich ist. Sowohl die Clusteranalyse als auch Komponenten anderer Systeme, unabhängig von H2-ServPay, könnten daraufhin die Conjoint-Auswertungsfunktionalität nutzen. Die Realisierung als Web-Service sollte sich aufgrund der Web-basierten Architektur des Auswertungstools als relativ unkompliziert erweisen. Sämtliche Auswertungsfunktionalität ist wie in Abschnitt 3.3.3 beschrieben in der Conjoint Logic bzw. Business-Schicht gekapselt. Es müssten demnach lediglich die in Abschnitt 3.3.5 dargestellten Klassen über eine entsprechende Technologie zur Verfügung gestellt werden.

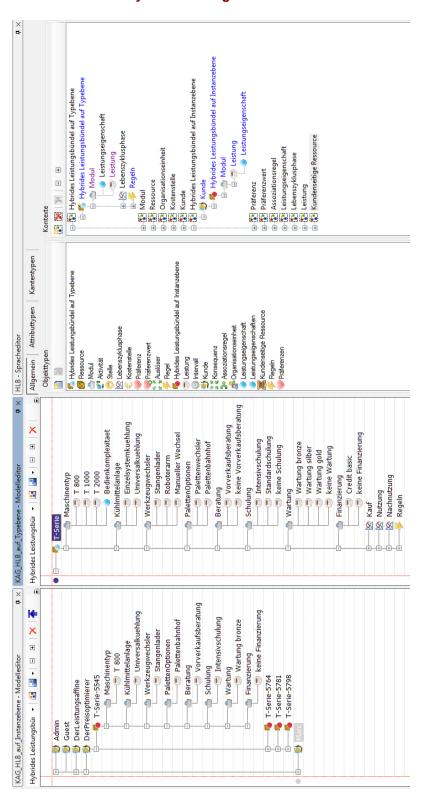
16

<sup>&</sup>lt;sup>167</sup> vgl. Becker et al (2008a)

Insgesamt stellt die HILCA ein aussagekräftiges Verfahren zur Ermittlung von Zahlungsbereitschaften für hybride Leistungsbündel dar. Mit dem Auswertungstool steht trotz des prototypischen Charakters ein praxistaugliches Werkzeug zur umfassenden Auswertung von Daten der HILCA zur Verfügung. Die flexible Architektur ermöglicht außerdem den einfachen Zugriff auf die Conjoint-Funktionalität durch externe Anwendungen, wodurch das Tool äußerst vielseitig im Rahmen des Gesamtkonzepts von **H2-ServPay** und auch darüber hinaus eingesetzt werden kann.

# **Anhang**

# A H2-ServPay Modellierungstool



**Anh. A.1:** Modell eines HLB auf Instanz-, Typ- und Sprachebene. Den Lösungsraum eines Produkts stellt ein HLB auf Typebene dar. Ein konkretes Produkt wird als HLB auf Instanzebene bezeichnet.

# B Vergleich unterschiedlicher Conjoint-Analyse-Verfahren

	Aggregierte Messung			Individu	elle Messu	ng			
			n <b>gebote</b> mentell)		Individ	luelle Präfe	renzen		
	Kauf- daten			Direkte Pr	eisabfrage	Indirekte Preisabfrage			
Anforderungen	daten	VA Vickrey Auktion	BDM-Lotterie	Open-end Closed-end	SEM Self-explicated Modell	TCA Traditionelle Conjoint-Anal.	LCA Limit Conjoint-Anal.	HILCA Hierarchisch Individual, CA	
Spezifität und Unbestimmt- heit des Leistungsumfangs	-	-	-	-	+	-	-	+	
Variierende Qualität	-	-	-	-	+	-	-	+	
Preispolitische Mischkalkulation	-	-	-	-	<b>-</b> y	+	+	+	
Geschäftsmodell	-	0	0	0	+	-	-	+	
Interaktionseffekte	-	0	0	0	-	-	-	-	
Erfassung individueller Zahlungsbereitschaften	-	+	+	+	+	+	+	+	
Hohes Involvement	+	-	-	-	0/+	+	+	0/+	
Variable Kauffrequenzen	-	-	-	-	+	+	+	+	
Strategisches Verhalten	+	-	-	-	0	+	+	+	

<sup>+</sup> Anforderung gut erfüllt

Quelle: Vgl. Frohs, Backhaus (2008), S. 18

**Anh. B.1:** Vergleich der Eignung unterschiedlicher Conjoint-Verfahren nach Frohs und Backhaus

Kriterium	kompositionell	СВС	MDS	LCA	HILCA	ACA
Individualanalyse	+	-	+	+	+	+
Nicht-Auswahloption	-	+	+	+	+	-
Realitätsnähe	-	++	+	+	+	0

Quelle: Vgl. Backhaus u. a. (2007), S. 9

**Anh. B.2:** Vergleich der Eignung unterschiedlicher Conjoint-Verfahren nach Backhaus, Lütgemüller und Weddeling

O Anforderung erfüllt

<sup>-</sup> Anforderung nicht erfüllt

Legende ++ Besonders geeignet/set + Geeignet/vorteithaft o Teilweise geeignet	hr vorteilhaft							
Wenig geeignet     Ungeeignet				Conjoint-	Verfahren			
Kriterien	TCA	HCA	HICA	ICA	ACA	CBC	LCA	HILCA
<ul> <li>Realistischer Entscheidungsprozess</li> </ul>	o	-	0	+	-	+	0	++
<ul> <li>Erweiterung</li> <li>Merkmalsanzahl</li> </ul>	-	+	+	++	++	_	-	++
<ul> <li>Individualisierung</li> </ul>								
- Anzahl Attribute				++				++
<ul> <li>K.oKriterien</li> </ul>				++	++			++
<ul> <li>Integration von Abhängigkeiten</li> </ul>						++		0
<ul> <li>Integration der Kaufentscheidung</li> </ul>						++	++	++
Individuelle Nutzenwerte	++	-	+	++	++		++	++
Aggregationsmöglichkeit	++	++	++	o	o	++	++	0
Komplexität der CA	+	0	0	_	0	+	+	0

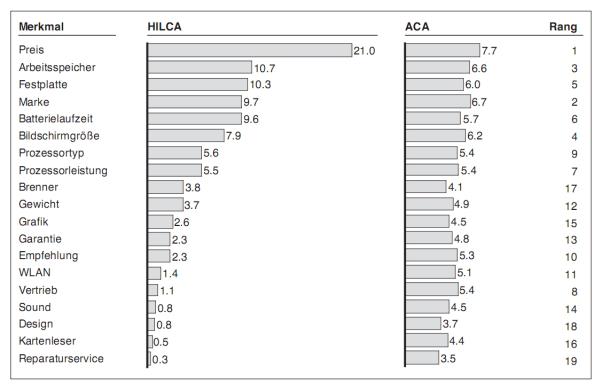
Quelle: Kraus (2004), S. 190

Anh. B.3: Vergleich der Eignung unterschiedlicher Conjoint-Verfahren nach Kraus

Merkmal	HILCA (n = 347)	Rang	ACA (n = 362)	Rang
Beraterempfehlung	10,5	4	9,0	4
Vertriebsweg	5,9	9	8,0	8
Service	4,3	11	6,8	(12
Marke	12,0	2	9,0	(2)
Anlageregion	9,2	6	8,8	(5)
Volatilität	10,9	3	9,0	2
Rating	10,0	5	8,8	6
Rendite	7,6	7	7,5	9
Ausgabeaufschlag	15	5,4 ①	10	,6 (1
Managementgebühr	5,2	10	8,7	7
Tauschgebühr	2,9	(12)	7,0	(11
Depotgebühr	6,4	8	7,0	(10)

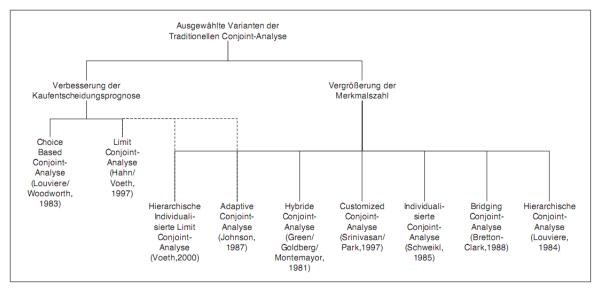
Quelle: Kraus (2004), S. 222

**Anh. B.4:** Vergleich der Streuung der relativen Wichtigkeiten von HILCA und ACA anhand der Ergebnisse von Kraus



Quelle: Voeth, Bornstedt (2007), S. 393

**Anh. B.5:** Vergleich der Streuung der relativen Wichtigkeiten von HILCA und ACA anhand der Ergebnisse von Voeth und Bornstedt



Quelle: Voeth, Bornstedt (2007), S. 383

Anh. B.6: Verfahrensvarianten der Conjoint-Analyse

# C Vergleich unterschiedlicher Conjoint-Analyse-Verfahren

		UNABHÄNG	IGE VARIABLE
		metrisches Skalenniveau	nominales Skalenniveau
ABHÄNGIGE VARIABLE	metrisches Skalenniveau	Regressions- analyse	<ul><li> Varianz- analyse,</li><li> Regression mit Dummies</li></ul>
VARIABLE	nominales Skalenniveau	<ul><li>Diskriminanz- analyse,</li><li>Logistische Regression</li></ul>	Kontingenz- analyse

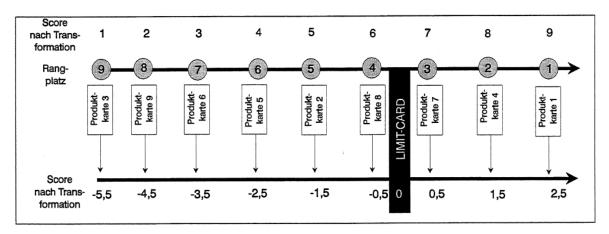
Quelle: Vgl. Backhaus u. a. (2006), S. 8

**Anh. C.1:** Grundlegende strukturen-prüfende Verfahren

Algorithmus	Verfahren								
nicht-metrisch	MONANOVA   Monotone Analysis of Variance								
	LINMAP	Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference							
	PREFMAP	Preference Mapping							
	JOHNSON	Johnson's Trade-off Procedure							
metrisch	OLS	Ordinary Leas Squares							
	MSAE	Minimizing Sum of Absolute Errors							
	MANOVA	Multiple Analysis of Variance							
weitere statisti-	MLA	Maximum-Likelihood-Ansatz mit Logit- oder Probit-							
sche Ansätze		Modell							

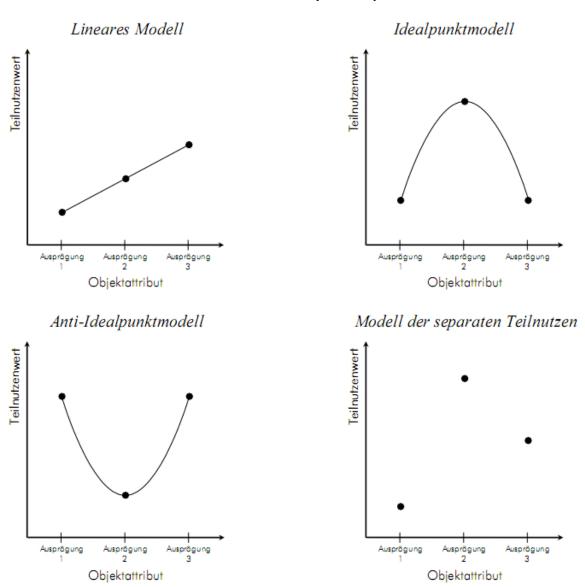
uelle: Vgl. Hillig (2006), S. 48

Anh. C.2: Schätzverfahren und Lösungsalgorithmen zum Einsatz bei der Conjoint-Analyse



Quelle: Hahn, Voeth (1997), S. 14

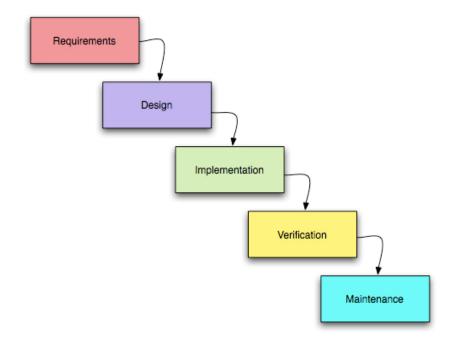
Anh. C.3: Skalentransformation bei der Limit Conjoint-Analyse



Quelle: Klein (2002), S. 17

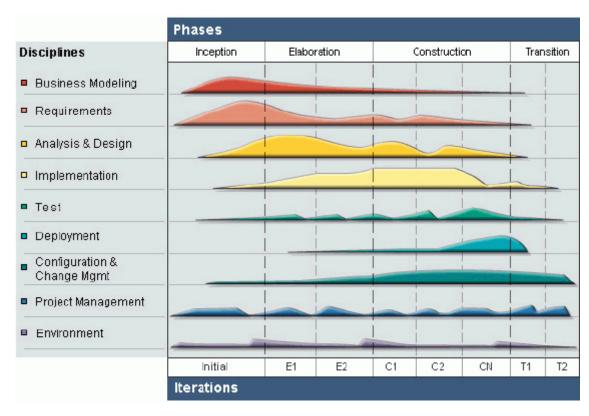
Anh. C.4: Mögliche merkmalsspezifische Präferenzfunktionen im Rahmen der Conjoint-Analyse (oben links: Idealvektormodell, unten rechts: Teilnutzenmodellmodell)

# D Prozessmodelle der Softwareentwicklung



Quelle: Wikipedia (2008)

Anh. D.1: Klassisches Wasserfallmodell (Analysephase ist in Requirements inbegriffen)



Quelle: IBM (2008)

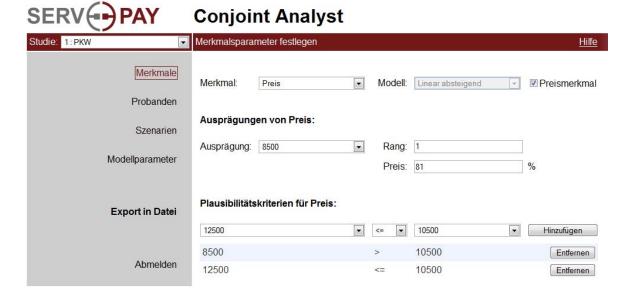
Anh. D.2: Rational Unified Process

# E Web-Oberfläche des Conjoint Analyst



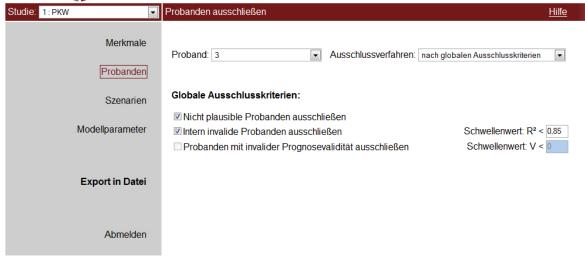
Studie: 1:PKW	Anmeldung
Merkmale	Benutzername: root
Probanden	Passwort:
Szenarien	Anmelden Anmeldung erfolgreich.
Modellparameter	Gehen Sie nun folgendermaßen vor:
Export in Datei	<ol> <li>Wählen Sie eine Studie auf der oberen linken Seite.</li> <li>Konfigurieren Sie die Parameter auf der linken Seite.</li> <li>Exportieren Sie die Studie in ein gewünschtes Dateiformat.</li> <li>Melden Sie sich ab.</li> </ol>
Abmelden	

Anh. E.1: Startseite

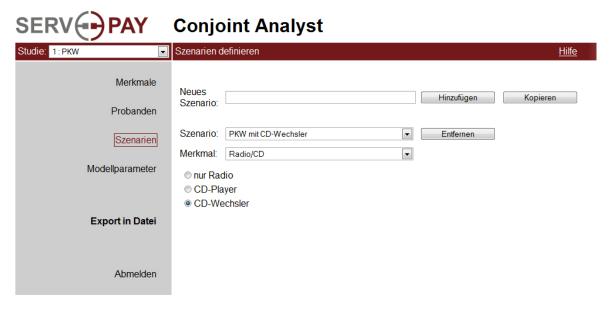


Anh. E.2: Merkmalsparameter festlegen





Anh. E.3: Probanden ausschließen

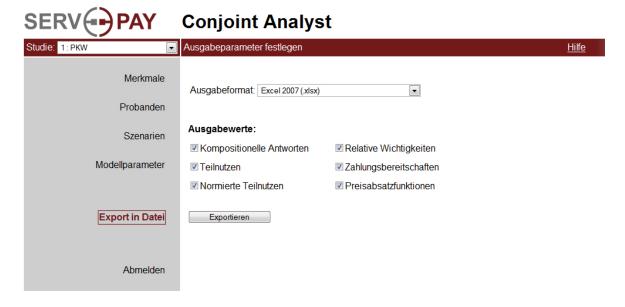


Anh. E.4: Szenarien definieren

# SERV PAY Conjoint Analyst

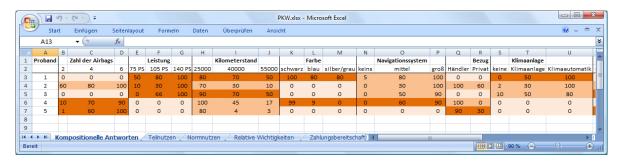
Studie: 1: PKW ▼	Modellparameter festlegen	<u>Hilfe</u>
Merkmale	Analysemodell: Hierachisch-Individualisierte-Limit-Conjoint-Analyse (HILCA)	
Probanden		
Szenarien Modellparameter	Bedeutung und Skalierung des Ratings:  Normales Rating (Wert zwischen 0 und 100) Rating ist Ranking (Wert zwischen 1 und Stimulianzahl) Rating ist Preis (absoluter Wert)	
Export in Datei	Umgang mit K.OAusprägungen:  Probanden mit K.OAusprägung bei der Aggregation des Merkmals ausschließen  K.OAusprägungen negativen Nutzenwert zuweisen (ACA-Methode)	
Abmelden	Nutzenwert = Minimalnutzen des Merkmals - mittlere Nutzenspanne * 20 %	

Anh. E.5: Modellparameter festlegen

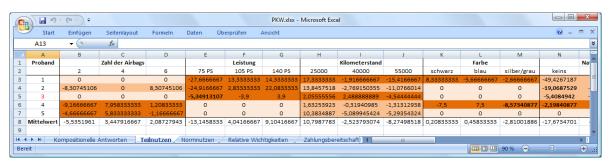


**Anh. E.6:** Ausgabeparameter für Datei-Export

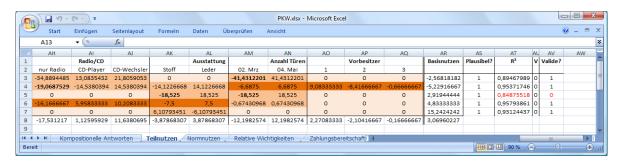
# F Excel-Ausgabe des Conjoint Analyst



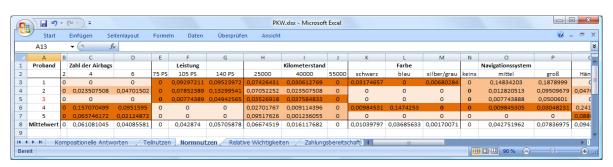
**Anh. F.1:** Kompositionelle Antworten



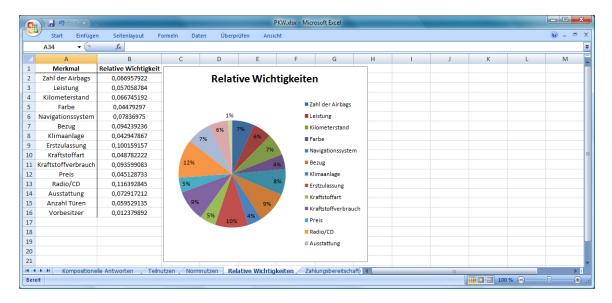
Anh. F.2: Teilnutzen



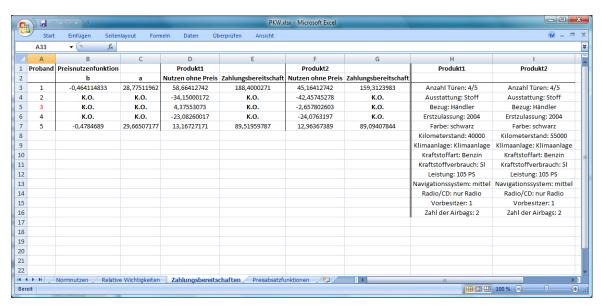
Anh. F.3: Validität der Teilnutzen



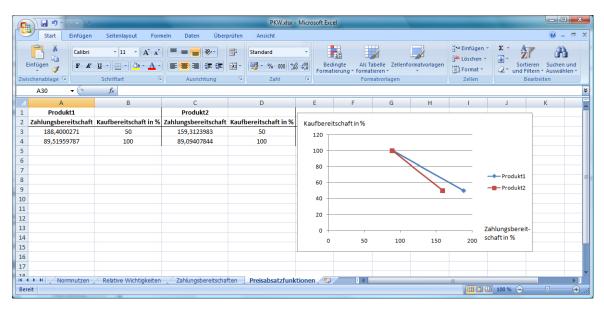
Anh. F.4: Normnutzen



Anh. F.5: Relative Wichtigkeiten

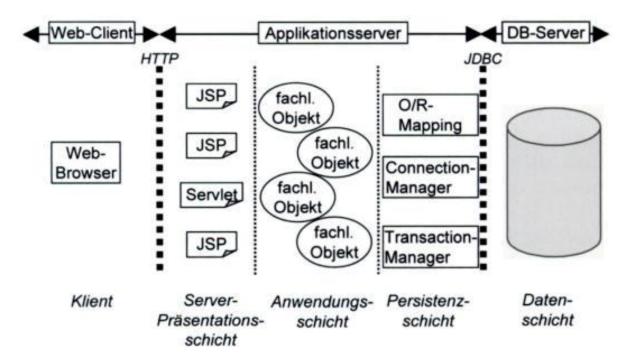


**Anh. F.6:** Zahlungsbereitschaften (mit b = d und  $a = d_0$ )



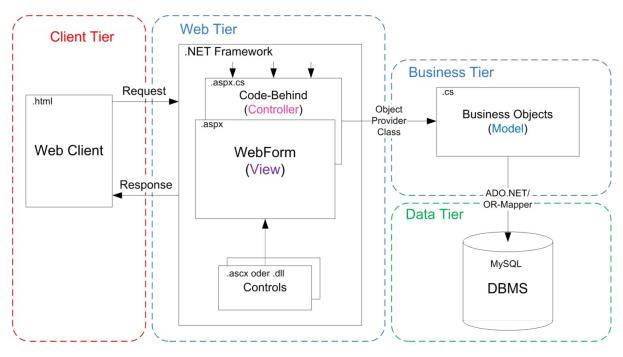
**Anh. F.7:** Preisabsatzfunktionen

### G Web-Architekturen



Quelle: Dunkel, Holitschke (2003), S. 26

Anh. G.1: Allgemeine Multi-Tier-Architektur für Web-Anwendungen



Quelle: Vgl. Wöhr (2004), S. 479

Anh. G.2: ASP.NET Multi-Tier-Architektur

#### н **Analysis-Klassen**

# «interface» Analysis::IConjointAnalysis +ComputePartworthUtilities(ein person : Person) +ComputeNormedPartworthUtilities(ein person : Person) Analysis::ConjointAnalysis \_ratingIsRanking : bool +ComputePartworthUtilities(ein person : Person) +ComputeNormedPartworthUtilities(ein person : Person) +ConjointAnalysis() +get\_RatingIsRanking() : bool +set\_RatingIsRanking(ein value : bool) -CreateDummyMatrix(ein person : Person) : Matrix -CreateDummyMatrixFromStimulis(ein person : Person) : double[,] -CreateConstraintMatrix(ein person : Person) : double[,] -CreateUnitVector(ein person : Person, ein mxDummyRowCount : int) : double[,] #CreateTotalUtilityMatrix(ein person : Person, ein mxDummyRowCount : int) : double[,] -ComputeRSqr(ein person : Person, ein mxDummy : Matrix, ein mxPartworthUtility : Matrix, ein mxTotalUtility : Matrix) : double -CumulateSpan(ein person : Person) : double #AdjustRanking(ein holdouts: List<CA.Business.CAObjects.Stimuli>, ein rating: int): int Analysis::LimitConjointAnalysis #CreateTotalUtilityMatrix(ein person : Person, ein mxDummyRowCount : int) : double[,] +LimitConjointAnalysis() Analysis::HILCA \_excludeUnacceptables : bool \_multiplier : double +ComputePartworthUtilities(ein person : Person) +ComputeNormedPartworthUtilities(ein person : Person) +HILCA() +get\_ExcludeUnacceptables() : bool -set\_ExcludeUnacceptables(ein value : bool) +get\_Multiplier() : double +set Multiplier(ein value : double) ComputeRegressionCoefficient(ein person : Person) : double -ComputeLevelCorrection(ein person : Person) : double -HandleMustHaves(ein person : Person, ein valueToUnacceptables : bool) -HandleUnacceptables(ein person : Person) CenterRating(ein pcr : PersonCharacteristicRelation) : double -CumulateSpan(ein person : Person) : double Span(ein par : PersonAttributeRelation, ein usePartWorthUtilites : bool) : double -MaxSpan(ein person : Person) : double Die ConjointAnalysis-Klassen

## Anh. H.1:

```
Analysis::ExcelExporter
sheetsToExport : int
study: Study
+ExportToExcel(ein path : string, ein fileformat : CAFileFormat, ein answers : bool, ein partWorth : bool, ...)
+ExcelExporter(ein study : Study)
+get_Study() : Study
+set_Study(ein value : Study)
+get_SheetsToExport(): int
+set SheetsToExport(ein value : int)
-WriteAnswersSheetToWorkbook(ein workbook : Workbook)
-WritePartworthUtilitiesSheetToWorkbook(ein workbook : Workbook)
-WriteNormedPartworthUtilitiesSheetToWorkbook(ein workbook : Workbook, ein recomputeParthworthUtilities : bool)
-WriteRelativeImportancesSheetToWorkbook(ein workbook : Workbook, ein recomputeParthworthUtilities : bool, ...)
-WriteLinearWTPSheetToWorkbook(ein workbook : Workbook, ein recomputeParthworthUtilities : bool) : Dictionary<List<double>-
-WritePriceUtilityFunctionsSheetToWorkbook(ein workbook : Workbook, ein wtps : Dictionary<List<double>>)
-WriteHeaderToWorksheet(ein sheet : Worksheet, ein/aus x : int, ein/aus y : int)
-WriteHeaderExtension(ein sheet : Worksheet, ein text : string, ein x : int, ein lineStyle : XlLineStyle)
-WriteValidityValues(ein sheet : Worksheet, ein par : PersonAttributeRelation, ein x : int, ein y : int)
-XLFF(ein caff : CAFileFormat) : XIFileFormat
ExportProgressChanged(): EventHandler
```

# Anh. H.2: Die Klasse ExcelExporter

# I Datenauswertung der PKW-Studie

Stimuli	Pr	eis	Kra	aftstoffverbra	ıuch		Leistung		An	zahl Vorbesit	tzer	Anza	hl Türen	Rating	Limit-Rating
	8500	10500	51	71	91	75	105	140	1	2	3	3-Türer	5-Türer		
1	Х		х					х			х		X	90	40
2		Х		Х				х	Х				Х	85	35
3		Х	Х					х	Х			Х		80	30
4	Х		X				X		Х			Х		78	28
5		Х	х				х			х			Х	60	10
6	X			X			Х		Х				X	50	0
7	Х		х			Х			Х			х		43	-7
8	X		х			Х					Х		X	40	-10
9		X	Х			Х				Х			Х	30	-20
10		X	х			х			х			х		20	-30
11	X				х			х		х		х		15	-35
12		X		х		Х					х	х		10	-40
13	X			Х		Х				Х		Х		9	-41
14	X				х	Х			Х				Х	7	-43
15		Х			Х	Х			Х				Х	5	-45
16		Х			Х		Х				Х	Х		5	-45
Teilnutzen:	-4,63	-9,25	21,25	4,63	-25,88	-24,917	2,83	22,083	9,083	-8,417	-0,667	-6,688	6,688	Basisnutzen:	-5,229

Anh. I.1: Stimuli und Bewertungen von Proband Nr. 2

Stimuli	Leis	tung	ŀ	(ilometerstan	nd		Erstzulassun	3	Kra	ftstoffverbra	uch	Pr	eis	Rating	Limit-Rating
	105	140	25000	40000	55000	2004	2005	2006	51	71	91	8500	10500	_	
1		Х	Х					Х	Х			Х		100	50
2	Х		х					х		х			Х	44	-6
3	Х				Х	Х			Х				Х	33	-17
4		х		Х		х				х		Х		38	-12
5		х			х	х				х			Х	20	-30
6	X		х				Х			Х		Х		42	-8
7	X				х		Х				Х	Х		20	-30
8	Х			Х		Х			Х			Х		60	10
9		х	х				Х		х				Х	70	20
10	X		Х			Х			Х				Х	50	0
11		х		Х			Х		х				Х	50	0
12	Х			Х				х			Х		Х	30	-20
13		Х	х			Х					Х		Х	10	-40
14	Х		Х			Х			Х			Х		30	-20
15		х	х			х					Х	Х		20	-30
16		Х	Х					Х	Х			Х		70	20
Teilnutzen:	-3,90	3,90	2,06	2,49	-4,54	-13,2	-0,33	13,53	19,37	-1,68	-17,68	-8,3	-16,6	Basisnutzen:	2,92

Anh. I.2: Stimuli und Bewertungen von Proband Nr. 3

Stimuli	Fai	rbe	Z	ahl der Airba	gs	Na	vigationssyst	em		Radio/CD	_	Aussta	ttung	Rating	Limit-Rating
	schwarz	blau	2	4	6	keins	mittel	groß	nur Radio	CD-Player	CD-Wechsler	Stoff	Leder		
1		Х	х				х				Х		Х	60	27
2	Х			Х				Х			Х		Х	56	23
3		Х	Х					Х		Х			Х	55	22
4	Х			Х			х			Х			Х	50	17
5		Х			Х			Х	Х				Х	40	7
6		Х	Х					Х			Х	Х		34	1
7		Х			Х		х		Х				Х	34	1
8	Х				Х		Х				X	Х		33	0
9	Х				Х			Х		Х		Х		33	0
10		Х		Х			Х		Х			Х		31	-2
11		Х		Х				Х	Х			Х		30	-3
12		Х	Х				Х			Х		Х		28	-5
13	х		х					х	Х				Х	10	-23
14	х		х				х		х				Х	7	-26
15	х		х					х	х			х		3	-30
16	х		х				х		х			х		0	-33
Teilnutzen:	-7,50	7,50	-9,17	7,96	1,21	K.O.	-1,13	1,13	-16,17	5,96	10,21	-7,5	7,5	Basisnutzen:	4,83

Anh. I.3: Stimuli und Bewertungen von Proband Nr. 4

Stimuli		Preis			Erstzulassung	3	Be	zug	Z	ahl der Airba	igs	Kı	raftstoffart		Rating	Limit-Rating
	8500	10500	12500	2004	2005	2006	Händler	Privat	2	4	6	Benziner	Diesel	Hybrid		
1		Х				Х		Х			Х	Х			91	41
2	Х				Х		Х			Х		Х			90	40
3	Х					Х		Х		Х		Х			80	30
4	Х					Х	Х		Х				Х		79	29
5			х			х	x		х					Х	70	20
6			X		X		X				X	X			50	0
7	Х				Х			Х	Х					Х	45	-5
8	Х			Х			Х		Х			Х			44	-6
9	Х			Х				Х	Х			Х			40	-10
10		Х		Х			Х		Х			Х			35	-15
11		Х		х			X			х				Х	30	-20
12	X			Х			X				Х		Х		20	-30
13	X			х				X			Х			Х	19	-31
14		Х			Х			х	х				х		10	-40
15			х	х				х	х			Х			9	-41
16			Х	X				X		Х			Х		8	-42
Teilnutzen:	-9,09	-18,18	-27,27	-25,83	-2,71	28,54	7,25	-7,25	-4,67	5,83	-1,17	13,17	-12,46	-0,71	Basisnutzen:	15,24

Anh. I.4: Stimuli und Bewertungen von Proband Nr. 5

Kompositionelle Kundenantworten (Punktwerte):

Proband	Ľ	Zahl der Airbags	985		Leistung		Kilo	Kilometerstand			Farbe		Navig	Navigationssystem	E	Bezug	-	¥	Klimaanlage		ā	Erstzulassung	
	2	4	9	75 PS	105 PS	140 PS	25000	40000	22000	schwarz	plan	silber/grau	keins	mittel	groß	Händler	Privat	keine K	Klimaanlage Klimaautomatik	maautomatik	2004	2005	2006
1	0	0	0	20	80	100	80	70	20	100	80	80	2	80	100	0	0	0	20	100	0	0	0
2	09	80	100	10	30	100	70	30	10	0	0	0	0	30	100	100	09	2	30	100	40	70	100
	0	0	0	0	99	100	90	70	20	0	0	0	0	20	8	0	0	10	20	80	20	20	80
4	10	70	06	0	0	0	100	45	17	66	6	0	0	09	06	100	0	0	0	0	0	0	0
2	1	09	100	0	0	0	80	4	3	0	0	0	0	0	0	06	30	0	0	0	11	24	90
Proband		Kraftstoffart	+	ķ	Kraftstoffverbrauch	rauch		Preis			Radio/CD		Ausstattung	ttung	Anzahl Türen	üren	Vo	Vorbesitzer					
	Benzin	Diesel	Hybrid	15	17	16	8500	10500	12500	nur Radio	CD-Player	nur Radio CD-Player CD-Wechsler	Stoff	Leder	2	4	1	2	3				
1	09	09	80	100	09	20	80	70	40	5	09	70	0	0	0	100	0	0	0				
2	0	0	0	100	33	27	09	20	0	0	30	100	32	100	34	48	100	70	32				
	0	0	0	78	55	00	100	20	0	0	0	0	0	70	0	100	0	0	0				
4	0	0	0	0	0	0	51	40	38	25	09	30	11	88	20	88	0	0	0				
2	100	20	2	70	34	3	80	6	00	0	0	0	80	20	0	0	0	0	0				

Zentrierte Punktwerte:

P.	Proband	Zahl der Airbags	rbags	_	Leistung		Ň	Kilometerstand	_		Farbe		Navi	Navigationssystem	E E	Bezug	<u> </u>	_	Klimaanlage		_	Erstzulassung	bū
	2	4	9	75	105	140	25000	40000	25000	schwarz	plan	silber/grau	keins	mittel	groß	Händler	Privat	keine	Klimaanlage	Klimaanlage Klimaautomatik	2004	2005	2006
	1 0	0	0	-26,6667	3,333333	23,3333333	13,33333333	3,333333	-16,6667	- 13,33333	- 6,66667	-6,666666667	-56,6667	18,33333	38,33333	0	0	K.O.	-25	25	0	0	0
	2 -20	0 0	20	-36,6667	-16,6667	53,3333333	33,3333333	-6,66667	-26,6667	0	0	0	K.0.	-35	35	20	-20	-42	-14	56	-30	0	30
	3 0	0	0	К.О.	-17	17	20	0	-20	0	0	0	K.O.	-20	20	0	0	-36,6667	3,33333333	33,3333333	-30	0	30
	4 46,6667	667 13,33333	3 33,33333	0	0	0	46	6-	-37	45	-45	к.о.	К.О.	-15	15	0	K.O.	0	0	0	0	0	0
	52,6667	667 6,3333	6,333333 46,33333	0	0	0	51	-25	-26	0	0	0	0	0	0	30	-30	0	0	0	-30,6667	-17,6667	48,33333333
Pre	Proband	Kraftstoffart	art	K	Kraftstoffverbrauch	rauch		Preis		<u></u>	Radio/CD		Ausstattung	ttung	Anzahl Türen	Türen	>	Vorbesitzer					
	Benzi	Benziner Diesel	Hybrid	2	7	16	8500	10500	12500	nur Radio C	D-Player	nur Radio CD-Player CD-Wechsler	Stoff	Leder	3-Türer 5-Türer	5-Türer	1	2	8				
	1 -6,66667	79999'9- 2999	7 13,33333	40	0	40	16,66666667	6,666667	-23,3333	-40	15	25	0	0	К.О.	0	0	0	0				
	2 0	0	0	46,66667	-20,3333	-20,3333 -26,33333333	20	-20	K.O.	K.O.	-35	35	-34	34	-2	7	32,66667	2,666667	2,666667 -35,333333				
	3 0	0	0	31	00	-39	25	-25	K.O.	0	0	0	K.0.	0	К.О.	0	0	0	0				
	0	0	0	0	0	0	00	ņ	٠	-13,3333 2	21,666667	-8,33333333	-38,5	38,5	-19	19	0	0	0				
	5 58,33333	3333 -21,6667	7 -36,6667	-36,6667 34,33333 -1,66667	-1,66667	-32,66666667	47,66666667	-23,3333	-24,3333	0	0	0	30	-30	0	0	0	0	0				

Wichtige Zwischenwerte:

Legende:

Proband	Sn	S	Sn/Sc	<b>p</b> 0
1	52	38	1,36842	0,63736
2	63,25	57	1,10965	0,37433
3	27,5	50,8	0,54134	0,54134 0,36572
4	33,5	62,4	0,53686	0,06615
2	89	8	0.83951	0.83951 0.24252

Ausprägung von unwichtigem Merkmal		Ausprägung von relevantem Merkmal		Ausprägung von wichtigem Merkmal	
)	0,63736	0,37433	0,36572	0,06615	0.24252
	1,36842	1,10965 0,37433	0,54134 0,3657	0,53686	0.83951 0.24252
	38	57	50,8	62,4	81
	52	63,25	27,5	33,5	89

Berechnet anhand zentrierter Punkt- und Teilnutzenwerte

Berechnet anhand der zentrierten Punktwerte

Berechnet anhand der Teilnutzenwerte

Muss-Ausprägung K.O.-Ausprägung

Fett

Anh. I.5:

Teilnutzenwerte (Dekompositionelle Teilnutzenwerte und skalierte Punktwerte):

			00											
50	2006	0	12,4611978	13,53	0	28,54								
Erstzulassung	2002	0	0	-0,33	0	-2,71								
ä	2004	0	-12,4612	-13,2	0	-25,83								
	Klimaanlage Klimaautomatik	10,12	23,26090262	6,599326652	0	0								
Klimaanlage	Klimaanlage	-10,12	-5,815225656	0,659932665	0	0		3	0	-0,667	0	0	0	
	keine	-14,8319	-17,4457	-7,25926	0	0	Vorbesitzer	2	0	-8,417	0	0	0	
Snz	Privat	0	-8,30747	0	-13,19	-7,25		1	0	9,083	0	0	0	
Bezug	Händler	0	14,53806 8,307465	0	13,19	7,25	Anzahl Türen	5-Türer	41,42842	6,688	18,525	0,674704	0	
tem	groß	33,43346	14,53806	3,959596	1,13	0	Anzah	3-Türer 5-Türer	-41,4284	-6,688	-18,525	-0,6747	0	
Navigationssystem	mittel	-49,4234 15,98992 33,43346	-14,5381	-3,9596	-1,13	0	Ausstattung	Leder	0	-14,1227 14,12269	18,525	7,5	-6,10803	
Nav	keins	-49,4234	-19,0688	-5,40877	-2,20371	0	Aussta	Stoff	0	-14,1227	-18,525	-7,5	6,108031	
	silber/grau	-2,67	0	0	-8,573712494	0		CD-Wechsler	21,80443213	14,53806414	0	10,21	0	
Farbe	blan	-5,67	0	0	7,5	0	Radio/CD	nur Radio CD-Player	13,082659	-14,538064	0	96'5	0	
	schwarz	8,33	0	0	-7,5	0		nur Radio	-34,8871	-19,0688	0	-16,17	0	
9	55000	-15,42	-11,0766	-4,54	-1,3139	-5,29363		12500	-26,46	-13,7807	-18,0492	-0,17755	72,72-	
Kilometerstand	40000	-1,92	-2,76916	2,49	-0,3196	-5,09003 -5,29363	Preis	10500	-17,64	-9,25	-16,6	-0,10653	-18,18	
Kilc	25000	17,33	13,84577537	2,06	1,633493312	10,38365311		8500	-8,82	-4,625	-8,3	0,284085793	60'6-	
	140	14,33	22,083	3,9	0	0	brauch	91	-34,8870914	-25,875	-17,68	0	-0,70833333 6,990302 -0,33934 -6,65096735	
Leistung	105	13,33	2,833	-3,9	0	0	Kraftstoffverbrauch	71	0	4,625	-1,68	0	-0,33934	
	75	-27,67	-24,917	-5,34917	0	0	K	51	34,88709	21,25	19,37	0	6,990302	
	9	0	8,307465222	0	1,21	-1,17		Hybrid	11,62981617 34,88709	0	0	0	-0,70833333	
Zahl der Airbags	4	0	0	0	2,96	5,83	Kraftstoffart	Diesel	-5,814908084	0	0	0	-12,45833333	
	2	0	-8,30747	0	-9,17	-4,67		Benzin	-5,81491	0	0	0	13,16667	
Proband		1	2	3	4	2	Proband		1	2	3	4	2	

# Normierte Teilnutzenwerte:

Erstzulassung	2005 2006	0 0	0,035261 0,070522	0,068774 0,142837	0 0	0,140364 0,330086							
Erstzul	2004 20	0	0 0,03	90'0 0	0	0 0,14							
	Klimaautomatik	0,056584886	0,115186524	0,074056508	0	0							
Klimaanlage	Klimaanlage	0,01068554	0,032910436	0,042318004	0	0		3	0	0,021930007	0	0	0
	keine	0	0	0	0	0	Vorbesitzer	2	0	0	0	0	0
gn:	Privat	0	0	0	0	0		1	0	0,049519	0	0	0
Bezug	Händler Privat	0	0,047015	0	0,241894	0,088031	Anzahl Türen	5-Türer	0,187899	0,03785 0,049519	0,197985	0,012374	0
em	groß	0,187899	760560'0	0,050062	0,030569	0	Anzah	3-Türer 5-Türer	0	0	0	0	0
Navigationssystem	mittel groß	0,148341 0,187899	0,012821 0,095097	0,007744 0,050062	0,009846 0,030569 0,241894	0	ttung	Leder	0	0,079925	0,197985	0,137544	0
Navi	keins	0	0	0	0	0	Ausstattung	Stoff	0	0	0	0	0,074165
	silber/grau	0,006803263	0	0	0	0		12500 nur Radio CD-Player CD-Wechsler	0,128562445	0,095096602	0	0,241894379	0
Farbe	blan	0	0	0	1,1473897	0	Radio/CD	CD-Player	0,1087836	0,0128205	0	0,2029235	0
	schwarz	0,031749	0	0	0,009846 0,1473897	0		nur Radio	0	0	0	0	0
_	25000	0	0	0	0	0		12500	0	0	0	0	0
Kilometerstand	40000	0,030615	0,023507	9957500	7116000	0,001236	Preis	10500	20002000	0,012821	0,007744	0,000651	0,055186
Kilo	25000	0,074268952 0,030615	,078524 0,132994879 0,070522362 0,023507	0,007744 0,049425047 0,035268602 0,037566	0,027026425 0,009117	0,095178442 0,001236		8500	0,040003185 0,020002	0,025907775 0,012821	0,05209691 0,007744	0,004233055 0,000651	0,110372721 0,055186
	140	0,092978 0,095245679	132994879	049425047	0	0	nch	16	0	0	0	0	0
Leistung	105	0,092978 0	0,078524 0	0,007744 0	0	0	Kraftstoffverbrauch	71	0,079115	0,086305	0,0855	0	0,038319
_	75	0	0	0	0	0	Kra	2	1,158231	0,133349 0,086305	0,197985	0	3,082818
	9	0	0,047014908	0	0,095180578	0,021248874		Hybrid	0,039557875 0,158231 0,079115	0	0	0	0,071335002 0,082818 0,038319
Zahl der Airbags	4	0	0,023507454	0	0,157075463	0,063746621	Kraftstoffart	Diese	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0		Benzin	0	0	0	0	0,155571
Proband		1	2	3	4	S	Proband		1	2	3	4	2

# Wichtige Zwischenwerte:

Legende:

Proband	Basis-	mittlere	Gesamt-		
	nutzen	Spannweite	spannweite	Aus	Ausprägung von unwichtigem Merkmal
1	-2,57	23,55973961	440,964884		
2	-5,229	22,65365801	353,397065	Aus	Ausprägung von relevantem Merkmal
3	2,92	7,245851863	187,135289		
4	4,83	5,368562469	109,055862	Aus	Ausprägung von wichtigem Merkmal
2	15,24	10,98097416	164,714612		

Berechnet anhand der zentrierten Punktwerte	Berechnet anhand der Teilnutzenwerte	
Fett K.OAusprägung	Muss-Ausprägung	•

Berechnet anhand zentrierter Punkt- und Teilnutzenwerte

### Literaturverzeichnis

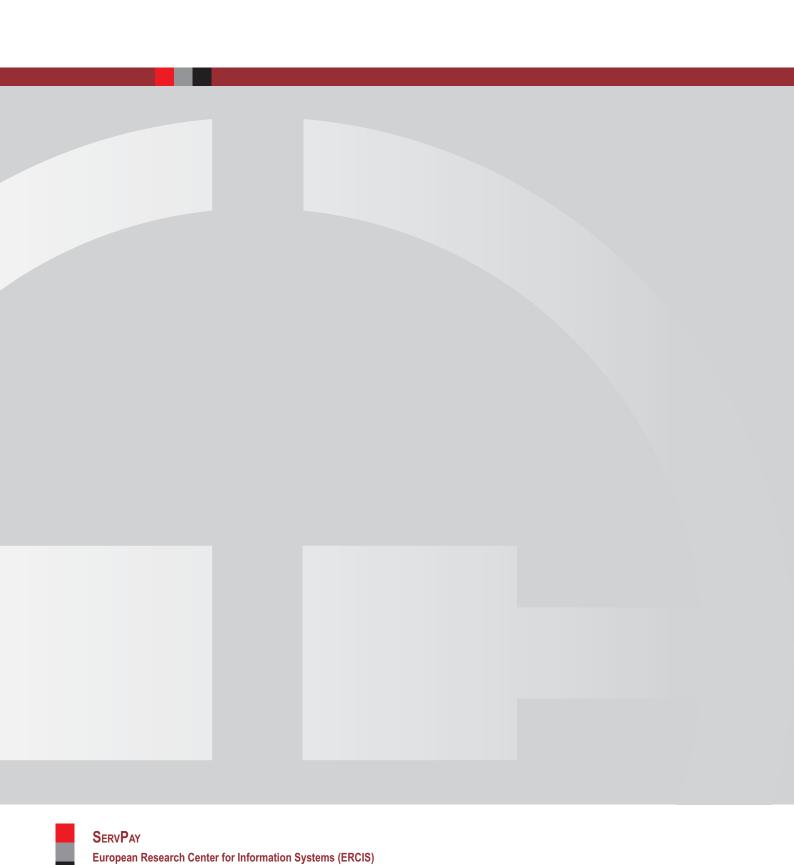
- ADDELMAN, S. (1962), Orthogonal Main-Effect Plans for Asymmetrical Factorial Experiments. In Technometrics 4 (1962) 1, S. 21-46.
- AGRAWAL, R./IMIELINSKI, T./SWAMI, A. (1993), Mining association rules between sets of items in large databases. In Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, pp. 207-216, Washington D.C., May 1993.
- BACKHAUS, K. (1999), Die Zahlungsbereitschaft des Kunden für produktbegleitende Dienstleistungen. Ergebnisse einer Kundenbefragung. Frankfurt/Main 1999.
- BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; PLINKE, W.; WEIBER, R. (2006), Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 11. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York 2006.
- BACKHAUS, K.; LÜTGEMÜLLER, F.; WEDDELING, M. (2007), Messung von Kundenpräferenzen für produktbegleitende Dienstleistungen. In ServPay Working Papers, Nr. 1. Münster 2007.
- BACKHAUS, K.; VOETH, M.; HAHN, C. (1998), Limit Conjoint-Analyse. In Working Papers, Nr. 24. Münster 1998.
- BACKHAUS, K./WEDDELING, M. (2007), Neue Herausforderungen an die Vermarktung von produktbegleitenden Dienstleistungen, in: Belz, C./Schögel, M./ Tomczak, T. (Hrsg.): Innovation Driven Marketing - Vom Trend zur innovativen Marketinglösung, S. 84-86.
- BALZERT, H. (1999), Lehrbuch der Objektmodellierung: Analyse und Entwurf. Heidelberg, Berlin 1999.
- BALZERT, H. (2000a), Objektorientierung in 7 Tagen: Vom UML-Modell zur fertigen Web-Anwendung. Heidelberg, Berlin 2000.
- BALZERT, H. (2000b), Lehrbuch der Software-Technik: Software-Entwicklung. 2. Aufl., Heidelberg, Berlin 2000.
- BEARID, J. (2008), Gelungenes Webdesign. Heidelberg.
- BECKER, J., BEVERUNGEN, D., KNACKSTEDT, R., MÜLLER, O. (2008a), Konzeption einer Modellierungssprache zur tool-unterstützten Modellierung, Konfiguration und Bewertung hybrider Leistungsbündel. GI-Tagung Modellierung, Workshop Dienstleistungsmodellierung. Berlin, 2008. S. 45-62.
- BECKER, J., BEVERUNGEN, D., KNACKSTEDT, R., MÜLLER, O. (2008b), Modeling, Customer-Specific Configuration and Calculation of Value Bundles. In: Proceedings of the 14th Americas Conference on Information Systems (AMCIS). Toronto, Canada, 2008.
- BECKER, J.; BEVERUNGEN, D.; BRUNE, C.; BUNGE, M.; KNACKSTEDT, R.; MESCHEDE, B.; MÜLLER, O.; PHILIPP, M.; STEPANOW, K. (2008c), Modellierung, Konfiguration und Kalkulation hybrider Leistungsbündel mit H2-ServPay. In ServPay Working Papers, Nr. 4. Münster 2008.

- BEIER, MARIO (2006), Service Engineering Ermittlung der Ressourcen- und Kostenstruktur eines neuen Dienstleistungsproduktes. Saarbrücken.
- BORNSTEDT, M. (2007), Kaufentscheidungsbasierte Nutzensegmentierung. Entwicklung und empirische Überprüfung von Segmentierungsansätzen auf Basis von individualisierten Limit Conjoint-Analysen. Göttingen 2007.
- CSML (2007), CSML Documentation v1.1. Juli 2007.
- DUMKE, R.; LOTHER, M.; WILLE, C.; ZBROG, F. (2003), Web Engineering. München 2003.
- DUNKEL, J.; HOLITSCHKE, A. (2003), Softwarearchitektur für die Praxis. Berlin, Heidelberg 2003.
- ENGELHARDT, W. H.; KLEINALTENKAMP, M.; RECKENFELDERBÄUMER, M. (1993), Leistungsbündel als Absatzobjekte. Ein Ansatz zur Überwindung der Dichotomie zwischen Sach- und Dienstleistungen. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 45 (1993) 5; S. 395–426.
- FOWLER, M. (2003), Patterns of Enterprise Application, Addison-Wesley, Boston.
- FOWLER, M. (2006), Passive View. http://www.martinfowler.com/eaaDev/PassiveScreen.html. Abgerufen am 11.08.2008.
- FRITZSIMMONS, J.; FRITZSIMMONS, M. (2004), Service Management. Operations, Strategy, and Information Technology. 4. Aufl., Boston et al. 2004.
- FROHS, M.; BACKHAUS, K. (2008), Die Messung von Zahlungsbereitschaften für produktbegleitende Dienstleistungen im Industriegütermarketing ein konzeptioneller Vorschlag. 2008. http://www.escp-eap.net/conferences/marketing/2008\_cp/Materiali/Paper/Fr/Frohs\_Backhaus.pdf. Abrufdatum 2008-06-08.
- GALBRAITH, J. (2002), Organizing to deliver solutions. In Organizational Dynamics, 31 (2002) 2, S. 194-207.
- GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. (2004), Entwurfsmuster. Elemente wieder verwendbarer objektorientierter Software, Addison-Wesley, München.
- GENSLER, S. (2003), Heterogenität in der Präferenzanalyse, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- GFK (2006), InsideHILCA: Technical Background Information. 2006. http://www.gfk.com/imperia/md/content/gfkmarktforschung/maerkte/01\_inside\_hilca.pdf. Abrufdatum 2008-06-08.
- GFK (2008), Demowebsite mehrerer HILCA-Teststudien. 2008. http://www.hilca.net. Abrufdatum 2008-05-18.
- GIERL, H. (1995), Marketing, Stuttgart.

- GREEN, P. E.; SRINIVASAN, V. (1978), Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook. In The Journal of Consumer Research, 5 (1978) 2, S. 103-123.
- GROB, HEINZ L. (2001), Einführung in die Investitionsrechnung. 4. Auflage, Vahlen, München.
- GROB, HEINZ L. (2006), Einführung in die Investitionsrechnung. 6. Auflage, Vahlen, München.
- GROB, HEINZ L.; LAHME, NORMAN (2004), Total Cost Of Ownership-Analyse mit VOFI. In: Arbeitsberichte des Institut für Wirtschaftsinformatik, Nr. 20. Münster.
- GUSTAFSSON, A.; HERRMANN, A; HUBER, F. (2007), Conjoint Analysis as an Instrument of Market Research Practice. In: Gustafsson, A.; Herrmann, A; Huber, F. (Eds.): Conjoint Measurement. 4. Auflage, Springer, Berlin.
- HAHN, C.; VOETH, M. (1997), Limit-Cards in der Conjoint-Analyse. In Working Papers, Nr. 21. Münster 1997.
- HERBST, U.; WERNER H. ENGELHARDT, MARIO RESE (Hrsg.) (2007), Präferenzmessung in industriellen Verhandlungen. Wiesbaden 2007.
- HILKE, W. (1989), Dienstleistungs-Marketing. Wiesbaden 1989.
- HILLIG, T. (2006), Verfahrensvarianten der Conjoint-Analyse zur Prognose von Kaufentscheidungen. Eine Monte-Carlo-Simulation. Wiesbaden 2006.
- HÖLSCHER, A.; WILDNER, R.; BENKEL, W.; VOETH, M. (2006), Forschung Handlungsorientierte Customer Insights. Mit HILCA dem Kunden auf der Spur. In Planung & Analyse, 24 (2006) 6, S. 54-58.
- IBM (2008), Rational Unified Process. 2008. http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-term2/. Abrufdatum 2008-05-23.
- INNOVATIONSREPORT (2006), innovations report. Forum für Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft. 2006. http://www.innovationsreport.de. Abrufdatum 2006-10-10.
- JACOBSON, I.; BOOCH, G.; RUMBAUGH, J. (1999), The Unified Software Development Process. The complete guide to the Unified Process from the original designers. Amsterdam 1999.
- KAPPEL, G.; PRÖLL, B.; REICH, S.; WERNER RETSCHNITZEGGER (Hrsg.) (2004), Web Engineering. Systematische Entwicklung von Web-Anwendungen. Heidelberg 2004.
- KERSTEN, W.; ZINK, T.; KERN, E.-M. (2006), Wertschöpfungsnetzwerke zur Entwicklung und Produktion hybrider Produkte. Ansatzpunkte und Forschungsbedarf. In Wertschöpfungsnetzwerke. Festschrift für Bernd Kaluza. Hrsg.: T. Blecker, H. G. Gemünden. Berlin 2006, S. 189-202.
- KLEIN, M. (2002), Die Conjoint-Analyse: Eine Einführung in das Verfahrens mit einem Ausblick auf mögliche sozialwissenschaftliche Anwendungen. In ZA-Information, 27 (2002) 50, S. 7-45.

- KRAUS, J. H.; BERNHARD HERZ, HERMANN-JOSEF TEBROKE (Hrsg.) (2004), Preissetzung im Aktienfondsgeschäft. Eine empirische Analyse des Kauf- und Preisverhaltens privater Fondsinvestoren mit Hilfe der Conjoint-Analyse, Hamburg 2004.
- KRUCHTEN, P. (2003), The Rational Unified Process: An Introduction. 3. Aufl., Amsterdam 2003.
- KRUSKAL, J. (1965), Analysis of factorial experiments by estimating a monotone transformation of the data. In Journal of Royal Statistical Society, 27 (1965) 2, S. 251-263.
- KRUSKAL, J.; CARMONE, F. (1968), Use and Theory of MONANOVA, a Program to Analyse Factorial Experiments by Estimating Monotone Transformations of the Data. Forschungsbericht Bell Telephone Laboratories, o. Nr. Murray Hill 1968.
- Kuhrmann, M.; Calame, J.; Horn, E. (2004), Verteilte Systeme mit .NET Remoting: Grundlagen Konzepte Praxis, Elsevier/Spektrum, Heidelberg.
- LOVELOCK, C.; WRIGHT, L. (2001), Principles of Service Marketing and Management. 2. Aufl., New Jersey 2001.
- MAI, R.; WÜNSCHMANN, S.; WITTIG, K. (2008), Zweistufige Messung der Zahlungsbereitschaft für hybride Produkte. In Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. Hrsg.: M. Bichler, T. Hess, H. Krcmar, U. Lechner, F. Matthes, A. Picot, B. Speitkamp, P. Wolf. Berlin 2008.
- MANTHEY, L. (2007), Methoden der Präferenzmessung: Grundlagen, Konzepte und experimentelle Untersuchungen. Books on Demand, Norderstedt.
- OESTEREICH, B. (1997), Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language. Oldenbourg, München.
- PASTOR, O.; MOLINA, J. C. (2007), Model-Driven Architecture in Practice. Berlin, Heidelberg 2007.
- POTEL, M. (1996), MVP: Model-View-Presenter. The Taligent Programming Model for C++ and Java. http://www.wildcrest.com/Potel/Portfolio/mvp.pdf. Abgerufen am 11.08.2008.
- SCHEER, A.-W. (2001), ARIS Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen. 4. Aufl., Berlin u. a. 2001.
- SCHEER, AUGUST-WILHELM; GRIEBLE, OLIVER; KLEIN, RALF (2006), Modellbasiertes Dienstleistungsmanagement. In: Bullinger, Hans J.; Scheer, August-Wilhelm (Eds.): Service Engineering. Springer-Verlag, Berlin u.a..
- SCHIRA, J. (2008), Statistische Methoden der VWL und BWL. Theorie und Praxis. München 2003.
- SCHMID, MICHAEL (2005), Service Engineering Innovationsmanagement für Industrie und Dienstleister. Stuttgart.
- SCHWEIKL, H. (1985), Computergestützte Präferenzanalyse mit individuell wichtigen Produktmerkmalen. Berlin 1985.

- SERVPAY (2008), Forschungsprojekt ServPay. Zahlungsbereitschaften für Geschäftsmodelle produktbegleitender Dienstleistungen. 2008. http://www.servpay.de. Abrufdatum 2008-05-14.
- SIMON, H. (Hrsg.) (1993), Industrielle Dienstleistungen. Stuttgart 1993.
- SPSS (1991), SPSS Statistical Algorithms. 2. Aufl., Chicago 1991.
- STEINER, M. (2007), Nachfrageorientierte Präferenzmessung. Bestimmung zielgruppenspezifischer Eigenschaftssets auf Basis von Kundenbedürfnissen. Wiesbaden 2007.
- STÖRRLE, H. (2005), UML 2 für Studenten. München 2005.
- STURM, F.; BADING, A.; SCHUBERT, M. (2007), Investitionsgüterhersteller auf dem Weg zum Lösungsanbieter. Eine empirische Studie. Stuttgart 2007.
- TEBOUL, J. (2006), Service is Front Stage: Positioning Services for Value Advantage, Basingstone et al. 2006.
- THECODEPROJECT (2008), The Code Project: C# Matrix Library. 2008. http://www.codeproject.com/KB/cs/CSML.aspx. Abrufdatum 2008-06-02.
- VARGO, S.L.; LUSCH, R.F. (2004), The Four Service Marketing Myths. Remnants of a Goods-Based, Manufacturing Model. In: Journal of Service Research, Volume 6, No. 4, May 2004, S. 324-335.
- VOETH, M. (2000), Nutzenmessung in der Kaufverhaltensforschung. Die Hierarchische Individualisierte Limit Conjoint-Analyse (HILCA). Wiesbaden 2000.
- VOETH, M.; BORNSTEDT, M. (2007), HILCA oder ACA? Ein empirischer Vergleich von computergestützten Verfahren der multiattributiven Nutzenmessung. In Die Betriebswirtschaft, 67 (2007) 4, S. 381-396.
- VOM BROCKE, JAN (2006), Serviceorientiertes Prozesscontrolling. Gestaltung von Organisations und Informationssystemen bei Serviceorientierten Architekturen. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster.
- WÖHR, H. (2004), Web-Technologien: Konzepte Programmiermodelle Architekturen. Heidelberg 2004.
- WIKIPEDIA (2008), Klassisches Wasserfallmodell. 2008. http://en.wikipedia.org/wiki/Waterfall\_model. Abrufdatum 2008-05-23.
- WILDNER, R.; DIETRICH, H.; HÖLSCHER, A. (2006), HILCA: Ein neues Conjoint-Verfahren zur erbesserten Abbildung von Kaufentscheidungen komplexer Produkte. In Jahrbuch der Absatz- und Verbrauchsforschung, 52 (2006) 4, S. 332-348.
- Wolf, K. (2008), CD-ROM: Quellcode und Dokumentation des Conjoint-Auswertungstools. 2008.



Prof. Dr. Jörg Becker

Leonardo-Campus 3 | 48149 Münster

info@servpay.de | http://www.servpay.de

Tel: +49 (251) 83-38100 | Fax: +49 (251) 83-28062