Entwicklung eines Evolutionären Algorithmus zur Preisoptimierung für kleine und mittlere Handelsunternehmen

Dissertation

zur Erlangung des wirtschaftswissenschaftlichen Doktorgrades der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen

vorgelegt von

Sören Oliver Lüders

aus Hamburg

Göttingen, 2017

Erstgutachter:	Prof. Dr. Waldemar Toporowski
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Stephan Zielke
Drittgutachter:	Prof. Dr. Kilian Bizer

Tag der mündlichen Prüfung: 20.04.2018

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS III

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS VI

LISTE DER VERWENDETEN SYMBOLE VII

ABBILDUNGSVERZEICHNIS IX

FORMELVERZEICHNIS X

TABELLENVERZEICHNIS XI

VERZEICHNIS DER ANHÄNGE XIII

1. PROBLEMSTELLUNG 14

1.1. ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG DER ARBEIT 17

1.2. AUFBAU DER ARBEIT 20

2. NUTZUNG VON ALGORITHMEN ZUR PREISOPTIMIERUNG IM HANDEL 24

2.1. BESONDERHEITEN BEI DER PREISOPTIMIERUNG IM HANDEL 25

2.2. STAND DER FORSCHUNG ZUR NUTZUNG VON ALGORITHMEN FÜR DIE PREISOPTIMIERUNG 29

2.3. ZUSAMMENFASSUNG 39

3. KLEINE UND MITTLERE UNTERNEHMEN (KMU) 41

3.1. BEGRIFFSDEFINITION KMU 42

3.2. UNTERSCHIEDE IM PREISMANAGEMENT ZWISCHEN KMU UND GROßUNTERNEHMEN – EINE BEFRAGUNG 43

3.2.1. AUSGANGSLAGE 45

3.2.2. BEFRAGUNGSDESIGN 47

3.2.3. DATENSAMMLUNG 50

3.2.4. ANALYSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN 60

3.3. ZUSAMMENFASSUNG 61

4. THEORETISCHE ENTWICKLUNG EINES EVOLUTIONÄREN ALGORITHMEN ALS INSTRUMENT ZUR PREISOPTIMIERUNG FÜR KMU IM HANDEL 63

4.1. BEGRIFFSDEFINITION EVOLUTIONÄRE ALGORITHMEN 64

4.1.1. EVOLUTIONSSTRATEGIEN (ES) 66

4.1.2. GENETISCHE ALGORITHMEN (GA) 70

4.2. ENTWICKLUNG EINES EVOLUTIONÄREN ALGORITHMUS ZUR OPTIMIERUNG DES CATEGORY PRICINGS BEI KMU 75

4.2.1. ERZEUGUNG EINER STARTPOPULATION 77

4.2.2. ZIELWERTBESTIMMUNG FÜR DIE INDIVIDUEN 77

4.2.3. FITNESSZUWEISUNG DER INDIVIDUEN 84

4.2.4. REKOMBINATION 88

4.2.5. MUTATION 89

4.2.6. POPULATIONSKONZEPT 90

4.2.7. ABBRUCHKRITERIUM 92

4.3. ZUSAMMENFASSUNG 92

5. KALIBRIERUNG DES ENTWICKELTEN EVOLUTIONÄREN ALGORITHMUS 94

5.1. ZIELSETZUNG 95

5.2. AUSWAHL DES UNTERNEHMENS 95

5.3. BEFRAGUNGSDESIGN ZUR EXPERTENBEFRAGUNG 97

5.4. ABLAUF DER BEFRAGUNG 100

5.5. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE 101

5.5.1. ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG 101

5.5.2. BESTIMMUNG DER STARTPOPULATION 110

5.5.3. BESTIMMUNG DES SELEKTIONSDRUCKS 111

5.5.4. BESTIMMUNG DER ANZAHL VON CROSS-OVER PUNKTEN FÜR DIE REKOMBINATION 112

5.5.5. BESTIMMUNG DER MUTATIONSSCHRITTWEITE 113

5.5.6. BESTIMMUNG DES POPULATIONSKONZEPTS 114

5.5.7. BESTIMMUNG DES ABBRUCHKRITERIUMS DES ALGORITHMUS 116

5.6. ZUSAMMENFASSUNG 117

6. ÜBERPRÜFUNG DES EVOLUTIONÄREN ALGORITHMUS ANHAND EINER FALLSTUDIE 119

6.1. ZIELSETZUNG 119

6.2. AUSWAHL DES UNTERNEHMENS FÜR DIE FALLSTUDIE 120

6.3. BEFRAGUNGSDESIGN ZUR EXPERTENBEFRAGUNG 123

6.4. ABLAUF DER BEFRAGUNG 126

6.5. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE 131

6.5.1. BESTIMMUNG DER PROGNOSEGÜTE DES ALGORITHMUS 132

6.5.2. BESTIMMUNG DES OPTIMIERUNGSPOTENZIALS DES ALGORITMUS 137

6.6. ZUSAMMENFASSUNG 145

7. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK 148

7.1. ZUSAMMENFASSUNG 148

7.2. KRITISCHE WÜRDIGUNG UND AUSBLICK 150

LITERATURVERZEICHNIS 154

ANHÄNGE 163

Abkürzungsverzeichnis

AIDS	Almost Ideal Demand System
BFM	Betriebswirtschaftliches Forschungszentrum für Fragen der mittelständischen Wirtschaft e.V. an der Universität Bayreuth
BIP	Bruttoinlandsprodukt
ca.	Circa
D.MI	Deloitte Mittelstandsinstitut (Universität Bamberg)
DB	Deckungsbeitrag
DMB	Deutscher-Mittelstands-Bund
DNS	Desoxyribonukleinsäure
EA	Evolutionäre Algorithmen
ECR	Efficient Consumer Response
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EP	Evolutionäre Programmierung
ES	Evolutionsstrategien
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
FHM	Fachhochschule des Mittelstands Bielefeld
GA	Genetische Algorithmen
GP	Genetische Programmierung
H	Hypothesen
ifH	Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand und Handwerk an der Universität Göttingen
ifM	Institut für Mittelstandsforschung Bonn
ifM	Institut für Mittelstandsforschung (Universität Mannheim)
ITK	Informations- und Kommunikationstechnologie
IHK	Industrie- und Handelskammer
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KMU-HSG	Kleine und mittlere Unternehmen - Universität St. Gallen
Kv	Variable Kosten
MDP	Markov Decision Process
ME	Mean Error
MSE	Mean Squared Error
RMSE	Root Mean Squared Error
RAE	Relative Absolute Error
Sig.	Signifikanz
SP	Evolutionsdruck
U	Umsatzerlöse
UVP	Unverbindliche Preisempfehlung
vgl.	vergleiche
WIFU	Wittener Institut für Familienunternehmen (Private Universität Witten/Herdecke)
WKZ	Werbekostenzuschüsse
WU	Universität Wien
z. B.	Zum Beispiel

Liste der verwendeten Symbole

A	Verbund- und Zusatzkäufe
a	Individuum
α	Funktionsparameter (Alpha)
B	Effekte ausgelöst durch Eckartikel
β	Funktionsparameter (Beta)
DB	Deckungsbeitrag
Δ	Differential (Delta)
E	Eckartikel
E	Preiselastizität (Epsilon)
F	Funktion
Γ	Funktionsparameter (Gamma)
g	Anzahl der Kunden in Prozent, die hauptsächlich wegen dieses Artikels das Unternehmen besuchen
h	Anzahl der Perioden,für die eine Prognose im Voraus getätigt wird
kg	Kilogramm
μ	Elterngeneration (My)
ME	Mean Error
MSE	Mean Squared Error
ml	Milliliter
N	Vektor von unabhängigen Gaußverteilten Zufallszahlen mit Mittelwert 0
Ω	Suchraum (Omega)
P	Selektionswahrscheinlichkeit
p	Preis
Po	Populationskonzept
Φ	Fitnesswert eines Individuums (Phi)
Pos	Position eines Individuums
Kv	Variable Kosten
RAE	Relative Absolute Error
r	Rangplatz eines Individuums
rE	relative Einzelgewichtung des Eckartikels
$\mathbb{R}$	Menge der reellen Zahlen
RMSE	Root Mean Squared Error
sinh	Sinus Hyperbolicus Funktion
σ	Standardabweichung (kleines Sigma)
$\sum$	Summenzeichen (großes Sigma)
SP	Selektionsdruck
T	Gesamtzahl der vorliegenden Prognosen
U	Umsatz
∞	Unendlich
ʎ	Nachkommen (Lambda)
N	Vektor von unabhängigen Gaußverteilten Zufallszahlen
Nind	Anzahl der Individuen im Selektionspool
x	Absatzmenge

X_{neu}	Nachkommen
X_{alt}	Eltern oder Ausgangsindividuum
$\dot{x}$	Prognostizierte Absatzmenge

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER ENTWICKLUNG DES ALGORITHMUS IN DEN KAPITELN 23
ABBILDUNG 2: VERTEILUNG VON GROßUNTERNEHMEN VS. KMU 50
ABBILDUNG 3: AUSGEWÄHLTE UNTERNEHMENSZIELE AUS DER BEFRAGUNG 51
ABBILDUNG 4: RANKING DER UNTERNEHMENSZIELE AUS DER BEFRAGUNG 52
ABBILDUNG 5: RANGFOLGE DER UNTERNEHMENSZIELE VON KMU AUS DER BEFRAGUNG 53
ABBILDUNG 6: RANGFOLGE DER UNTERNEHMENSZIELE VON GROßUNTERNEHMEN AUS DER BEFRAGUNG 54
ABBILDUNG 7: PREISSPIELRAUM NACH UNTERNEHMENSGRÖßE AUS DER BEFRAGUNG 58
ABBILDUNG 8: RANGFOLGE DER PREISEINFLUSSFAKTOREN AUS DER BEFRAGUNG 59
ABBILDUNG 9: 1-PUNKT-CROSSOVER 71
ABBILDUNG 10: MEHRPUNKT-CROSSOVER 71
ABBILDUNG 11: UNIFORM-CROSSOVER 72
ABBILDUNG 12: SHUFFLE-CROSSOVER 73
ABBILDUNG 13: PUNCTUATED-CROSSOVER 73
ABBILDUNG 14: FRAGE ZUR BESTIMMUNG DER ECKARTIKEL IN DER FALLSTUDIE 124
ABBILDUNG 15: FRAGE ZUR BESTIMMUNG VON INTERDEPENDENZEN ZWISCHEN PRODUKTEN IN DER FALLSTUDIE 124
ABBILDUNG 16: FRAGE ZUR BESTIMMUNG DER PREISOBER- UND -UNTERGRENZEN IN DER FALLSTUDIE 125
ABBILDUNG 17: AUFTEILUNG ABSATZ AUF DIE SORTIMENTE IM TESTZEITRAUM IN DER FALLSTUDIE 138
ABBILDUNG 18: ABSATZENTWICKLUNG TESTZEITRAUM - PHASE 1 IN DER FALLSTUDIE 138
ABBILDUNG 19: ABSATZENTWICKLUNG TESTZEITRAUM - PHASE 2 IN DER FALLSTUDIE 141

Formelverzeichnis

FORMEL 1: MUTATION BEI DEN ES 67
FORMEL 2: SELEKTIONSDRUCKBERECHNUNG 69
FORMEL 3: ABSATZFUNKTION 77
FORMEL 4: DOPPELT-GEKNICKTE PREIS-ABSATZFUNKTION 78
FORMEL 5: PREIS-ABSATZFUNKTION IM MONOPOLBEREICH 79
FORMEL 6: BERÜCKSICHTIGUNG DER STEIGUNG IM MONOPOLBEREICH IN DER PREIS-ABSATZFUNKTION 80
FORMEL 7: ERWEITERUNG DER PREIS-ABSATZFUNKTION DURCH INTERDEPENDENZEN 80
FORMEL 8: EINBEZIEHUNG DES ECKARTIKELEFFEKTES 81
FORMEL 9: UMSATZFUNKTION 82
FORMEL 10: DECKUNGSBEITRAGSFUNKTION 83
FORMEL 11: REIHENFOLGEBASIERTE FITNESSZUWEISUNG 87
FORMEL 12: POPULATIONSKONZEPT DES ANSATZES 91
FORMEL 13: BESTIMMUNG DER STEIGUNG DER PREISFUNKTION IM MONOPOLBEREICH (Γ) FÜR DIE KALIBRIERUNG 98
FORMEL 14: BESTIMMUNG DER KAUFWAHRSCHEINLICHKEIT ∝ FÜR DIE KALIBRIERUNG 103
FORMEL 15: GEWICHTUNG VON ECKARTIKELN FÜR DIE KALIBRIERUNG 105
FORMEL 16: AUFTEILUNG DES ABSATZES FÜR DIE KALIBRIERUNG 107
FORMEL 17: ERSTER TEIL DES ABSATZES FÜR DIE KALIBRIERUNG 107
FORMEL 18: ABSATZFUNKTION FÜR DIE KALIBRIERUNG 108
FORMEL 19: BERECHNUNG DER EINZELGEWICHTUNGEN IN DER FALLSTUDIE 129
FORMEL 20: RELATIVE GEWICHTUNG VON ECKARTIKELN IN DER FALLSTUDIE 129
FORMEL 21: BERECHNUNG DES MEAN ERROR IN DER FALLSTUDIE 133
FORMEL 22: BERECHNUNG DES MEAN SQUARED ERROR IN DER FALLSTUDIE 133
FORMEL 23: BERECHNUNG DES ROOT MEAN SQUARED ERROR IN DER FALLSTUDIE 133
FORMEL 24: BERECHNUNG DES RELATIVE ABSOLUTE ERROR IN DER FALLSTUDIE 135

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: ZUSAMMENFASSUNG DER LITERATURRECHERCHE 37
TABELLE 2: BEDEUTUNG DER KMU AUF DIE WIRTSCHAFT IN DEUTSCHLAND 41
TABELLE 3: QUANTITATIVE MERKMALE ZUR UNTERNEHMENSEINTEILUNG 43
TABELLE 4: ZUORDNUNG DER FRAGESTELLUNGEN ZU DEN HAUPTBEREICHEN DES FRAGEBOGENS 49
TABELLE 5: KATEGORISIERUNG DER UNTERNEHMENSGRÖßEN AUS DER BEFRAGUNG 50
TABELLE 6: RANGFOLGE DER UNTERNEHMENSZIELE AUS DER BEFRAGUNG 52
TABELLE 7: UNTERNEHMENSZIELE KMU VS. GROßUNTERNEHMEN AUS DER BEFRAGUNG 53
TABELLE 8: RANGFOLGE DER UNTERNEHMENSZIELE KMU VS. GROßUNTERNEHMEN AUS DER BEFRAGUNG 53
TABELLE 9: NÜTZLICHKEIT EINER PREISMANAGEMENTSOFTWARE FÜR UNTERNEHMEN AUS DER BEFRAGUNG 56
TABELLE 10: NUTZUNG EINER PREISMANAGEMENTSOFTWARE VON UNTERNEHMEN AUS DER BEFRAGUNG ... 57
TABELLE 11: SCHÄTZUNG EINES MONOPOLISTISCHER PREISSPIELRAUMS IN DER BEFRAGUNG 57
TABELLE 12: EINFLUSSFAKTOREN DER PREISGESTALTUNG AUS DER BEFRAGUNG 59
TABELLE 13: ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG 61
TABELLE 14: PARAMETER ZUR BERÜCKSICHTIGUNG IM ANSATZ 62
TABELLE 15: GEGENÜBERSTELLUNG EVOLUTIONSSTRATEGIEN UND GENETISCHE ALGORITHMEN 75
TABELLE 16: BEISPIEL - RANKING VON LÖSUNGEN MIT EINEM ZIEL 84
TABELLE 17: BEISPIEL - SORTIERUNG GESAMTRANKING MIT EINEM ZIEL 84
TABELLE 18: BEISPIEL - RANKING VON LÖSUNGEN MIT MEHREREN ZIELEN 85
TABELLE 19: BEISPIEL - SORTIERUNG GESAMTRANKING MIT MEHREREN ZIELEN 86
TABELLE 20: CODIERUNG REKOMBINATION 89
TABELLE 21: PRODUKTAUSWAHL ZUR KALIBRIERUNG DES ALOGRITHMUS 97
TABELLE 22: ANTWORTEN DES BEFRAGTEN ZU MÖGICHEN KAUFKOMBINATIONEN FÜR DIE KALIBRIERUNG .. 102
TABELLE 23: AUSWERTUNG DES ERSTEN FRAGEBOGENS ZUR PREIS-KUNDEN-RELATION FÜR DIE KALIBRIERUNG 104
TABELLE 24: STARTWERTE FÜR DIE KALIBRIERUNG, DIE VOM UNTERNEHMEN ÜBERMITTELT WURDEN 109
TABELLE 25: ENTWICKLUNG DER OPTIMIERUNGSZIELE WÄHREND DER KALIBRIERUNG 110
TABELLE 26: KRUSKAL-WALLIS-TEST ZUR BESTIMMUNG DER STARTPOPULATION FÜR DIE KALIBRIERUNG 111
TABELLE 27: MITTELWERTE UMSATZ UND DB BEI UNTERSCHIEDLICHEM SELEKTIONSDRUCK (SP) FÜR DIE KALIBRIERUNG 112
TABELLE 28: KRUSKAL-WALLIS-TEST ZUR BESTIMMUNG DES SP FÜR DIE KALIBRIERUNG 112
TABELLE 29: MITTELWERTE DB UND UMSATZ ZUR BESTIMMUNG DER CROSS-OVER PUNKTE FÜR DIE KALIBRIERUNG 113
TABELLE 30: PRODUKTAUSWAHL FÜR DIE FALLSTUDIE 127
TABELLE 31: ÜBERSICHT GEWICHTUNG DER VERBUNDEFFEKTE IN DER FALLSTUDIE 128
TABELLE 32: EINSCHÄTZUNG DES MONOPOLISTISCHEN PREISSPIELRAUMS IN DER FALLSTUDIE 130
TABELLE 33: OPTIMIERTE PREISKOMBINATION IN DER FALLSTUDIE 131
TABELLE 34: DARSTELLUNG DER PROGNOSEWERTE UND DER ERZIELTEN WERTE IN DER FALLSTUDIE 134

TABELLE 35: ME, MSE, RMSE UND ARITHMETISCHES MITTEL IN DER FALLSTUDIE 134
TABELLE 36: ERGEBNISSE DER RAE BERECHNUNG IN DER FALLSTUDIE 136
TABELLE 37: PROZENTUALE ABSATZÄNDERUNG IN DER PHASE 1 UND 2 139
TABELLE 38: TEST AUF NORMALVERTEILUNG MIT DEM KOLMOGOROV-SMIRNOV-ANPASSTUNGSTEST IN DER FALLSTUDIE 140
TABELLE 39: VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE ANWENDUNG EINES T-TESTS 140
TABELLE 40: T-TEST FALLSTUDIE 142
TABELLE 41: UMSATZENTWICKLUNG ALTER PREIS 143
TABELLE 42: UMSATZENTWICKLUNG NEUER PREIS 143
TABELLE 43: ENTWICKLUNG GESCHÄTZTE GEWINNSTEIGERUNG IN DER FALLSTUDIE 144

Verzeichnis der Anhänge

ANHANG 1: ERSTER FRAGEBOGEN 163
ANHANG 2: ZWEITER FRAGEBOGEN 166
ANHANG 3: ONLINE-FRAGEBOGEN 169
ANHANG 4: KRUSKAL-WALLIS-TEST INDIVIDUEN UMSATZ 178
ANHANG 5: KRUSKAL-WALLIS-TEST INDIVIDUEN DB 179
ANHANG 6: KRUSKAL-WALLIS-TEST SP UMSATZ 179
ANHANG 7: KRUSKAL-WALLIS-TEST SP DB 180
ANHANG 8: CROSS-OVER PUNKTE MANN-WHITNEY-TEST UMSATZ 180
ANHANG 9: CROSS-OVER PUNKTE MANN-WHITNEY-TEST DB 181
ANHANG 10: MUTATIONSSCHRITTWEITE KRUSKAL-WALLIS-TEST UMSATZ 181
ANHANG 11: MUTATIONSSCHRITTWEITE KRUSKAL-WALLIS-TEST DB 182
ANHANG 12: POPULATIONSKONZEPTE KRUSKAL-WALLIS-TEST UMSATZ 182
ANHANG 13: POPULATIONSKONZEPTE KRUSKAL-WALLIS-TEST DB 183
ANHANG 14: TEST AUF NORMALVERTEILUNG DES RESTSORTIMENTS MIT KOLMOGOROV-SMIRNOV-ANAPSSUNGSTEST IN DER FALLSTUDIE 183
ANHANG 15: TEST AUF NORMALVERTEILUNG DES TESTSORTIMENTS MIT KOLMOGOROV-SMIRNOV-ANAPSSUNGSTEST IN DER FALLSTUDIE 184
ANHANG 16: T-TEST PHASE 1 185
ANHANG 17: T-TEST PHASE 2 186

1. Problemstellung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Preisoptimierung von Handelsunternehmen und den damit verbundenen Herausforderungen für kleine und mittlere Unternehmen.

Märkte, in denen Handelsunternehmen agieren, stellen ein sehr dynamisches Umfeld dar, sodass die Händler stetig auf Veränderungen im Markt reagieren müssen. Technische Weiterentwicklungen, wie beispielsweise der Einsatz von Scannerkassensystemen oder Beacons, können als Beispiele hierfür genannt werden. Diese technologischen Veränderungen führen dazu, dass die Unternehmen genau erfassen können, welche Artikel der Konsument gekauft hat, zu welchem Zeitpunkt er diese gekauft hat und welche Artikel häufig zusammen gekauft werden. Ebenso werden Rückschlüsse auf den Einfluss einzelner Elemente des Marketing-Mix auf das Kaufverhalten der Konsumenten ermöglicht, z. B. welchen Effekt die Preiserhöhung eines Artikels auf den Absatz der anderen hat. Dadurch ergibt sich für das Handelsunternehmen die Möglichkeit, Preise für einzelne Artikel besser auf das Kaufverhalten der Kunden abzustimmen.

Vor allem im deutschen Handel stellt der Preis eines der zentralen Marketing-Instrumente dar (Fassnacht, Köttschau & Wriedt, 2012, S. 565; Ahlert & Kenning, 2007, S. 233), welches sehr einseitig von den Handelsunternehmen genutzt wurde und die Unternehmen in eine schwierige Situation gebracht hat. Es wurde versucht, Marktanteile zu gewinnen, indem gegenseitig Preise unterboten wurden. Dadurch sind die Unternehmen in einen verstärkten Preiswettbewerb getreten, wodurch rückläufige Margen zu einem Problem des Handels geworden sind (Simon, von der Gathen & Daus, 2006, S. 271; Levy, Grewal, Kopalle & Hess, 2004, S. 15). Der Trend, Preise kontinuierlich zu reduzieren und sich an den preissensitiven Kunden auszurichten, ist auf lange Sicht problematisch. Resultiert aus der Preisreduzierung keine entsprechende Steigerung der Nachfrage, ist mit Gewinnrückgängen zu rechnen. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass die von den Unternehmen erzielten Kostenreduktionen zu großen Teilen in Form von Preissenkungen an den Kunden weitergegeben werden, sodass sich die Gewinnmarge des Händlers nicht verbessert (Simon, von der Gathen & Daus, 2006, S. 272). Eine einseitige Nutzung von Preisstrategien verschärft somit die Schwierigkeiten im Markt. Ein erhöhter Preisdruck

erfordert es von den Unternehmen, die Preisspielräume gezielter und systematischer auszunutzen (Simon, 1992, S. 4). Dies beinhaltet neben der Option, Preise zu senken, auch die Option, Preise zu erhöhen. In Studien von Fox, Postrel & Semple (2009) sowie Neslin & Shoemaker (1983) konnte gezeigt werden, dass die Preiselastizität im Handel und insbesondere im Einzelhandel, als unelastisch angenommen werden kann und die Preise häufig zu niedrig angesetzt werden. Demnach besteht für Handelsunternehmen sehr wohl die Möglichkeit, ihre Preise zu erhöhen.

Erklärbar ist die unelastische Preiselastizität im Handel mit den Transaktionskosten, die der Kunde bei einem Wechsel der Einkaufsstätten hat. Bei der Kaufentscheidung des Kunden sind zusätzliche Kosten zu berücksichtigen, wie beispielsweise die Anreise zu der Einkaufsstätte (Fox, Postrel & Semple, 2009, S. 2; Diller, 2008, S. 31). Entscheidet sich der Konsument während seines Einkaufs, das Geschäft zu wechseln, weil es in einem anderen Geschäft die von ihm benötigten Produkte günstiger gibt, sind zu diesen vermeintlich günstigeren Preisen noch beispielsweise die Anreisekosten zur anderen Einkaufsstätte hinzuzurechnen. Diese Situation ermöglicht es den Handelsunternehmen, für bestimmte Produkte niedrigere Preise anzusetzen, um Kunden in das Geschäft zu locken und dann für andere Produkte, die im Verbund gekauft werden, höhere Preise zu verlangen, wodurch die Gesamtmarge verbessert wird. Dies gilt, solange die Transaktionskosten höher sind als der Gewinn, den sich der Kunde von dem Wechsel der Einkaufsstätte verspricht.

Erleichtert wird diese Strategie dadurch, dass der Kunde sich bei der Wahl der Einkaufsstätte häufig nur an Preisen ausgewählter Artikel orientiert. Der Grund hierfür ist, dass der Kunde nicht fähig oder willens ist, einen vollständigen Preisvergleich aller angebotenen Artikel durchzuführen (Diller, 2008, S. 505). Im Handel gewinnt unter anderem aus diesem Grund das Category Pricing an Bedeutung. Es ist als Teil des Category Management zu sehen und stellt eine auf die Bedürfnisse der Kunden ausgerichtete Preisgestaltung der einzelnen Artikel innerhalb der verschiedenen Warengruppen dar (Zielke, 2005, S. 188). Ein wichtiger Bestandteil ist die Berücksichtigung von Interdependenzen zwischen einzelnen Artikeln, die auch als Verbundeffekte bezeichnet werden (Diller, 2008, S. 517). Allerdings wird bei einer großen Anzahl von Artikeln die Messung der Verbundeffekte immer komplexer (Ahlert & Kenning, 2007, S. 213 f.; Barth, Hartmann & Schröder, 2007, S. 179). Zur Unterstützung der Preisentscheidungen in Handelsunternehmen wurden deshalb

verschiedene Category Pricing Modelle entwickelt. Die meisten dieser Modelle basieren auf der Sammlung historischer Daten, meist von Scannerkassen, die ausgewertet und anhand derer Interdependenzen berechnet werden. Mit diesen Modellen soll eine möglichst optimale Preiskombination für Artikel ermittelt werden, mit der das Unternehmen beispielsweise die Marge über alle Artikel hinweg maximiert.[1]

Nicht alle Unternehmen verfügen allerdings über eine ausreichende Datenmenge zur Bestimmung der Interdependenzen und viele Unternehmen können aufgrund von mangelnden Ressourcen die Daten nicht analysieren. Betroffen sind vor allem kleine und mittlere Unternehmen (Roll & Achterberg, 2013, S. 17). Eine Studie der TU Chemnitz zum Thema Pricing-Intelligence 2012[2] zeigte, dass insbesondere der Mittelstand informationstechnische Unterstützung bei den Preismanagementprozessen kaum oder gar nicht nutzt. Ihre Entscheidungen zur Preisfestlegung basieren auf den Erfahrungen, die das Management gesammelt hat (Roll & Achterberg, 2013, S. 18). Diese Situation hat sich seit mehreren Jahren nicht geändert und wurde von der Wissenschaft und Praxis nicht aufgegriffen. Bereits 1968 schrieb Darden zu dieser Thematik (Darden, 1968, S. 22):

„The best brains in the business and academics worlds labor to provide the product pricer with a repertoire of sophisticated techniques and approaches, and he continues pricing products in his usual manner. While the economist expounds use of concepts of demand and marginal analysis, the pricer uses ***experiences, intuition and cost-plus****. While the statistician calls for probability and payoff tables, the pricer uses* ***experience, intuition and cost-plus****. While the professional expounds the use of price elasticity and cross-elasticity concepts, the pricer again uses* ***experience, intuition and cost-plus****.“* [3]

---

[1] Bezüglich der Definition von optimalen Preiskombinationen teilt diese Arbeit die Auffassung von Fox, Postrel & Semple (2009, S. 3). Die Autoren verstehen unter einem optimalen Preis die Maximierung des zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessenen Effektes der Preise auf den Umsatz.

[2] Die Studie wurde am 11.06.2012 unter dem folgenden Link heruntergeladen: http://www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/wi2/wp/de/projects/adaptive-pricing-intelligence/ (11.06.2012)

[3] Freie Übersetzung: "Die besten Köpfe in der Wirtschaft und Wissenschaft arbeiten daran, dem Produktpreisentscheider ein Repertoire von ausgefeilten Techniken und Ansätze anzubieten, und die Preisgestaltung der Produkte in gewohnter Weise durchzuführen. Während die Ökonomen die Nutzung von Konzepten der Nachfrage und Marginalanalyse vorschlagen, verwendet der Preisentscheider Erfahrung, Intuition und Kosten-Plus. Während die Statistiker Wahrscheinlichkeiten und Auszahlungstabellen fordern, verwendet der Preisentscheider Erfahrung, Intuition und Kosten-Plus. Während die Professionellen die Verwendung von Konzepten der Preiselastizität und Kreuzpreiselastizität vorschlagen, verwendet der Preisentscheider wieder Erfahrung, Intuition und Kosten-Plus ".

In Studien konnte gezeigt werden, dass eine Kombination von datengetriebenen Modellen und Erfahrungen insgesamt bessere Resultate liefert, als die alleinige Nutzung von nur datengetriebenen Modellen oder nur auf Erfahrungen basierenden Entscheidungen (Blattberg & Hoch, 1990, S. 888 f.; Libby, 1976, S. 12). Allerdings existieren keine geeigneten Preisoptimierungsansätze, die die Erfahrungen der Unternehmen integrieren und somit die besondere Situation des Mittelstands berücksichtigen.

Diese Lücke soll mit dem in dieser Arbeit zu entwickelnden Ansatz geschlossen werden. Mittels Expertenbefragungen werden die für den Optimierungsalgorithmus wichtigen Grundelemente, wie beispielsweise das zu optimierende Unternehmensziel oder Faktoren, die die Nachfragekurve beeinflussen, bestimmt und dadurch die Erfahrungen der Preisentscheider in den hier zu entwickelnden Algorithmus überführt. Wenn Unternehmensdaten in diesem Verfahren genutzt werden, dann nur solche, die ohne großen Aufwand den Handelsunternehmen zur Verfügung stehen und nicht über einen längeren Zeitraum zurückverfolgt werden müssen. Aus diesem Grund werden die angesprochenen Interdependenzen auch nur insoweit berücksichtigt, wie es durch Expertenbefragung möglich ist. Dadurch wird der Tatsache Rechnung getragen, dass kleinen und mittleren Unternehmen große Mengen an historischen Daten häufig nicht zur Verfügung stehen oder sie diese nicht nutzen können.

1.1. Zielsetzung und Fragestellung der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit werden *drei Zielsetzungen* verfolgt. *Erstens* werden die bisher in der Forschung entwickelten Ansätze aufgearbeitet, die zur Preisoptimierung Algorithmen einsetzen. Diese Ansätze werden dahin gehend überprüft, ob sie sich nur für Großunternehmen eignen oder auch für kleine und mittlere Unternehmen anwendbar sind. Die Unterscheidung wird daran vorgenommen, ob die Verfahren die Bedürfnisse von Unternehmen berücksichtigen, die nicht auf große historische Datenmengen zurückgreifen können oder nicht die Ressourcen haben, diese Datenmengen auszuwerten. Da dies primär kleine und mittlere Unternehmen betrifft und diese ihre Entscheidungen häufig aufgrund ihrer Erfahrungen treffen, wird des

Weiteren überprüft, ob bisherige Ansätze diese Erfahrungen mit in die Berechnungen aufnehmen. Sollten sich in diesem Zusammenhang Forschungslücken aufzeigen lassen, sollen diese mit dieser Arbeit ganz oder zum Teil geschlossen werden. Folgende Forschungsfragen sollen beantwortet werden:

1. **Wird in den bisherigen Ansätzen, die zur Preisoptimierung auf die Nutzung von Algorithmen zurückgreifen, auf historische Daten zur Bestimmung der Nachfragekurve zurückgegriffen?**
2. **Werden in den entwickelten Ansätzen subjektive Erfahrungen des Managements berücksichtigt?**

Das *zweite Ziel* dieser Arbeit ist es, die wichtigsten Elemente zu ermitteln, die für den hier zu entwickelnden Preisoptimierungsalgorithmus zu berücksichtigen sind. Wie bereits erwähnt, haben viele kleine und mittlere Unternehmen für die Preisoptimierung nur limitierten Zugriff auf Ressourcen, wie z. B. Personal, Daten, finanzielle Mittel, etc. (Roll & Achterberg, 2013, S. 17; Wolf, Paul & Zipse, 2009, S. 61; Rumler, 2002, S. 29) und basieren deshalb ihre Entscheidungen auf Erfahrung (Roll & Achterberg, 2013, S. 18). Ein Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, die Erfahrungen der Manager in ein Optimierungsverfahren für das Pricing zu überführen. Anstatt einen weiteren Ansatz zu entwickeln, welcher die grundlegenden Elemente aus historischen Daten ermitteln muss, werden in diesem Ansatz die gesammelten Erfahrungen der Mitarbeiter eines Handelsunternehmen dazu dienen, die benötigten Parameter für einen Optimierungsalgorithmus zu entwickeln. Um dies zu gewährleisten, werden in einer explorativen Studie, an der Handelsunternehmen unterschiedlicher Größe teilgenommen haben, zunächst die grundlegenden Einflussfaktoren der Preisentscheidungen bestimmt und gemäß ihrer Wichtigkeit für die Unternehmen eingeordnet. Ebenso wird überprüft, ob es hierbei Unterschiede zwischen Großunternehmen und kleinen und mittleren Unternehmen gibt. Diese Einflussfaktoren bilden die Basis für den Ansatz, der in dieser Arbeit vorgestellt wird. Es soll die folgende Forschungsfrage beantwortet werden:

3. **Was sind die wichtigsten Einflussfaktoren, die für den hier zu entwickelnden Optimierungsansatz benötigt werden, und gibt es bei diesen Einflussfaktoren Unterschiede zwischen großen sowie kleinen und mittleren Unternehmen?**

Des Weiteren soll bestimmt werden, ob bei Handelsunternehmen im Allgemeinen und bei kleinen und mittleren Unternehmen im Besonderen ein Bedarf an Verfahren zur Preisoptimierung festgestellt werden kann. Der Bedarf wird ebenfalls mithilfe der zuvor angesprochenen explorativen Studie abgefragt. Es wird zum einen ermittelt, ob es Unternehmen gibt, die einen Bedarf an Preisoptimierungsverfahren explizit äußern oder Preisoptimierungsverfahren bereits nutzen. Zum anderen wird ermittelt, ob es Unternehmen gibt, die einen Bedarf nicht explizit äußern, aber die Situation der Unternehmen Potenzial zum Einsatz von Preisoptimierungsverfahren zeigt. Die folgende Forschungsfrage soll erörtert werden:

4. **Nutzen Unternehmen bereits Preisoptimierungsverfahren oder lässt sich ein Bedarf für solche Lösungen feststellen und ist dieser wiederum unterschiedlich in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße?**

Das *dritte Ziel* dieser Arbeit ist auch zugleich das Hauptziel. In diesem Teil wird der Optimierungsalgorithmus entwickelt und in der Praxis getestet. Viele Ansätze, die explizit die Prognose zukünftiger Ereignisse mithilfe analytischer Verfahren abbilden, erlangen einen zu hohen Grad an Komplexität (Zielke, 2003, S. 247). Dies führt dazu, dass die Ansätze für die Anwendung wieder vereinfacht werden müssen und damit Gefahr laufen, an Aussagekraft einzubüßen, weil nicht mehr alle Faktoren berücksichtigt werden. Daher ist für ein Verfahren, das auf den Entscheidungen und Erfahrungen der Mitarbeiter aufsetzt, wichtig zu wissen, wie die verwendeten Einschätzungen übertragen werden können. Die Herausforderung ist es, den Komplexitätsgrad für die Anwendung nicht unnötig zu erhöhen, aber trotzdem umfassend genug zu halten, um die Praxis abbilden zu können. In Kooperation mit einem Unternehmen wird überprüft, wie mittels Expertenbefragungen die für den Algorithmus wichtigsten Einflussfaktoren zu bestimmen sind. Es soll die folgende Forschungsfrage beantwortet werden:

5. **Lassen sich die für den Optimierungsalgorithmus benötigten Parameter mittels Expertenbefragungen ermitteln und in den Ansatz überführen?**

Des Weiteren soll der Optimierungsansatz in der Praxis überprüft werden. Das ermittelte Verfahren wird dafür in einer Fallstudie getestet. Ziel ist es zu überprüfen, inwiefern der Algorithmus zu einer signifikanten Verbesserung der Unternehmensziele beiträgt. Dabei folgt diese Arbeit der Unterteilung von Zielke (2006, S. 109), der Category Pricing Modelle in ein Optimierungsmodul und ein Prognosemodul unterteilt. Der erste Bereich, das Optimierungsmodul, verändert die Preise so, dass bestimmte Unternehmensziele optimiert werden. Der andere Bereich, das Prognosemodul, prognostiziert auf Basis der optimierten Werte zukünftige Ergebnisse. Beide Bereiche müssen zusammen betrachtet werden. Während beispielsweise ein Algorithmus zur Optimierung der Unternehmensziele beitragen kann, kann es trotzdem bei der Prognosegenauigkeit zu starken Abweichungen kommen. Dieser Vorgang lässt sich mithilfe der folgenden Forschungsfragen erörtern:

6. **Lässt sich mit einem Preisoptimierungsalgorithmus, welcher auf den subjektiven Entscheidungen des Managements aufbaut, signifikante Verbesserungen der Unternehmensziele erreichen?**
7. **Wie gut ist die Prognosegenauigkeit eines solchen Algorithmus bezüglich der optimierten Unternehmensziele?**

1.2. Aufbau der Arbeit

Den genannten Zielsetzungen folgend, ist die Arbeit in drei Hauptbereiche aufgeteilt. Der erste Teil umfasst mit den Kapiteln eins bis drei die Beschreibung des Optimierungsansatzes, der in dieser Arbeit entwickelt wird sowie die erwähnte Bedarfsermittlung in der Praxis für einen solchen Ansatz. Der zweite Teil besteht aus dem vierten Kapitel und beschreibt die Erstellung des Algorithmus zur Preisoptimierung von kleinen und mittelständischen Unternehmen. Der letzte Teil

dieser Arbeit befasst sich mit der praktischen Überprüfung des Ansatzes sowie mit der Gesamtwürdigung. Dieser Teil besteht aus den Kapiteln fünf und sechs.

Das erste Kapitel beinhaltet die Schilderung der Problemstellung und der Zielsetzung sowie den Aufbau der Arbeit. Es wird aufgezeigt, dass der Preis eine zentrale und wichtige Größe im Handelsmarketing ist, die Möglichkeiten, mit der dedizierten Gestaltung von Preisen zur Verbesserung der Unternehmensziele beizutragen, aber nicht voll ausgeschöpft werden. Ferner wird dargestellt, dass die bisher entwickelten Ansätze für die Preisoptimierung nur bedingt von den Unternehmen angewendet werden können und dass insbesondere kleine und mittlere Unternehmen hierbei die größten Probleme haben.

Im zweiten Kapitel wird das Thema Preisoptimierung im Handel erläutert. Es werden die Besonderheiten bei der Preisoptimierung im Handel herausgearbeitet sowie ein Überblick zum Stand der Forschung von Ansätzen gegeben, die zur Preisoptimierung Algorithmen nutzen. Die Fokussierung bei der Literaturrecherche liegt auf der Vorstellung von Modellen, die zur Preisoptimierung auf die Nutzung von Algorithmen zurückgreifen. Diese Verfahren werden dahin gehend überprüft, ob sie primär große Mengen an historischen Daten benötigen, was die besondere Situation von kleinen und mittleren Unternehmen außer Acht lassen würde.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit dem Mittelstand. Es wird die Bedeutung des Mittelstands für die Wirtschaft in Deutschland hervorgehoben und eine Definition für kleine und mittlere Unternehmen vorgestellt. Des Weiteren werden die wichtigsten Unterschiede zwischen kleinen und mittleren Unternehmen und Großunternehmen herausgearbeitet. Das Kapitel schließt mit einer Befragung von Handelsunternehmen, die die Zielsetzung hat, die wichtigsten Einflussfaktoren für das Preismanagement zu identifizieren. Die so erhobenen Erkenntnisse fließen in den zu entwickelnden Algorithmus ein. In dieser explorativen Studie wird ebenfalls ermittelt, ob es einen direkten oder indirekten Bedarf an Optimierungsverfahren für das Pricing von mittelständischen Unternehmen gibt.

Der zweite Teil der Arbeit besteht aus dem vierten Kapitel, in dem der Algorithmus entwickelt wird. Am Anfang des Kapitels wird ausgeführt, wie sich ein Ansatz entwickeln lässt, der insbesondere die Situation der kleinen und mittleren Unternehmen berücksichtigt. Im Anschluss daran wird das Konzept der Evolutionären

Algorithmen und dessen Standardmodelle vorgestellt. Darauf folgend werden die Grundelemente und die einzelnen Schritte des hier zu entwickelnden Algorithmus dargelegt.

Im dritten Teil dieser Arbeit wird der entwickelte Algorithmus in einem ersten Schritt mithilfe einer Unternehmenskooperation zunächst kalibriert und im Anschluss in einem zweiten Schritt anhand einer Fallstudie in der Praxis überprüft. Der erste Schritt dient zur Feststellung, inwiefern die aus der explorativen Studie abgeleiteten Einflussfaktoren für den Algorithmus in einem Fragebogen am besten abgefragt und zur Kalibrierung der einzelnen Schritte des zuvor entwickelten Algorithmus genutzt werden können. Die zweite Fallstudie ist ein Test des entwickelten Algorithmus in der Praxis. Das Kapitel wird abgeschlossen mit der Auswertung der Ergebnisse aus der Fallstudie.

Das letzte Kapitel ist eine Zusammenfassung der gesamten Arbeit. Es enthält ebenso die kritische Würdigung des in dieser Arbeit entwickelten Optimierungsansatzes sowie Implikationen für die Praxis und einen Ausblick auf weitere mögliche Forschungsvorhaben.

Die folgende Grafik stellt noch einmal schematisch die Entwicklung des Algorithmus dar (Abbildung 1):

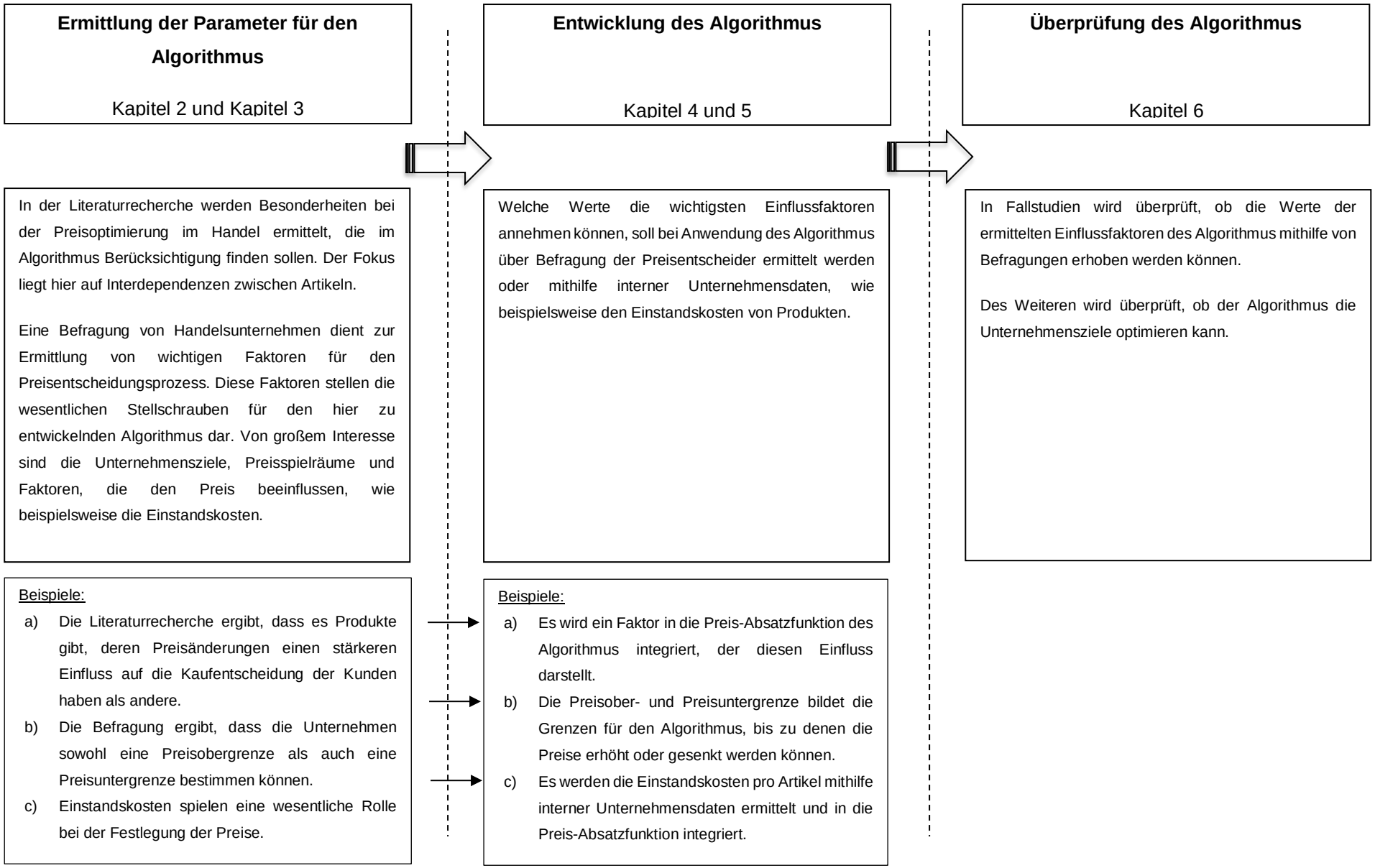

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Entwicklung des Algorithmus in den Kapiteln

2. Nutzung von Algorithmen zur Preisoptimierung im Handel

Eine große Herausforderung für die Unternehmen ist der steigende Komplexitätsgrad bei den Entscheidungsprozessen. Durch den schnellen technischen Fortschritt und die immer komplexeren Probleme in Wirtschaft und Technik stoßen die klassischen Entscheidungsverfahren an ihre Grenzen (Ellinger, Beuermann & Leisten, 2003, S. 1). Scannerkassen, Mobile Payment Lösungen und das Internet, ermöglichen dem Unternehmen immer mehr Daten über ihre Kunden zu sammeln und in die Preisoptimierung mit einzubeziehen. Aus diesem Grund müssen neue Verfahren ermittelt werden, die es den Unternehmen ermöglichen, mit komplexeren Entscheidungssituationen besser umzugehen und optimale Lösungen zu finden. Dabei ist zu beachten, dass die optimale Lösung für ein Gesamtproblem meistens aus einem Kompromiss besteht, bei dem einzelne Teilprobleme nicht optimal gelöst sein müssen, für das gesamte Problem jedoch keine bessere Lösung gefunden werden kann (Ellinger, Beuermann & Leisten, 2003, S. 4).

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels werden zunächst Besonderheiten bei der Preisoptimierung im Handel herausgearbeitet, die in diesem Ansatz Berücksichtigung finden sollen. In diesem Zusammenhang werden auch die Begriffe Handel, Category Management und Category Pricing kurz erläutert. Das Kapitel schließt mit einer Übersicht zum Stand der Forschung in Bezug auf Forschungsarbeiten, die mit Hilfe von Algorithmen Preisoptimierungen durchführen. Dabei ist das Anliegen die Ansätze hervorzuheben, die insbesondere für den Einsatz in der Praxis bei kleinen und mittleren Unternehmen geeignet scheinen. Das heißt, dass vor allem solche Lösungen gesucht werden, die nicht auf große historische Datenmengen zurückgreifen oder keine aufwendigen informationstechnischen Verarbeitungsprogramme oder Strukturen voraussetzen. Denn insbesondere kleine und mittlere Unternehmen haben diese selten zur Verfügung oder verfügen nicht über die notwendigen Ressourcen, um die Daten auszuwerten und zu nutzen.

Da Entscheidungen innerhalb von kleinen und mittleren Unternehmen auch häufig aufgrund von Erfahrungen getroffen werden, wird des Weiteren in dieser Arbeit überprüft, ob bisherige Forschungsansätze diese Erfahrungen mit in die Optimierungen aufnehmen. Zielke (2006, S. 122 ff.) stellte fest, dass eine Kombination von ökonometrischen und befragungsbasierten Modellen für zukünftige Forschungsaktivitäten im Bereich der Preisoptimierung angestrebt werden sollte.

Genau dies ist das Vorhaben dieser Arbeit bei der Entwicklung des Optimierungsalgorithmus. Wie im Einführungskapitel beschrieben, sollen die wichtigsten Einflussfaktoren für die Preisoptimierung mittels Befragungen ermittelt und in den Algorithmus überführt werden.

2.1. Besonderheiten bei der Preisoptimierung im Handel

Unter dem Begriff *Handel* wird in dieser Arbeit die Definition des Handels im institutionellen Sinne verstanden. Damit wird eine relativ weit gefasste Begriffsdefinition verwendet. Grundsätzlich lässt sich der Handel im funktionellen und institutionellen Sinn unterscheiden (Katalog E 1995, S. 28, zitiert nach Müller-Hagedorn (2005), S. 2-3.)[4]:

*„**Handel im funktionellen Sinn** liegt vor, wenn Marktteilnehmer Güter, die sie in der Regel nicht selbst be- oder verarbeiten (Handelswaren), von anderen Marktteilnehmern beschaffen und an Dritte absetzen.“*

*„**Handel im institutionellen Sinn** – auch als Handelsunternehmung, Handelsbetrieb oder Handlung bezeichnet – umfasst jene Institutionen, deren wirtschaftliche Tätigkeit ausschließlich oder überwiegend dem Handel im funktionellen Sinne zuzurechnen ist. In der amtlichen Statistik wird eine Unternehmung oder ein Betrieb dann dem Handel zugeordnet, wenn aus der Handelstätigkeit eine größere Wertschöpfung resultiert als aus einer zweiten oder mehreren sonstigen Tätigkeiten.“*

Der Begriff des *Category Managements* ist erst in den 90er Jahren von der Praxis und der Forschung aufgegriffen worden (Holweg, 2008, S. 1). So gesehen ist es noch eine

[4] Für eine einheitliche Definition des Begriffs *Handel* wurde eine Kommission gegründet, die aus Vertretern der Wissenschaft und Wirtschaft besteht und die sich die Aufgabe gestellt hat, die verwendeten Begriffe im Handel einheitlich zu definieren. Diese Definition ist in dem sogenannten *Katalog E* zusammengestellt. Neben den angesprochenen Definitionen, gibt es weitere, die den Begriff des Handels noch enger bestimmen. Allerdings sind diese für die hier vorliegende Arbeit nicht weiter von Bedeutung, weshalb an dieser Stelle darauf nicht näher eingegangen wird (vgl. dazu z. B. Müller-Hagedorn, Toporowski & Zielke, 2011).

relativ junge Disziplin, die sich primär an der Efficient Consumer Response (ECR) Initiative aus den Vereinigten Staaten orientiert und aus dieser heraus gegründet wurde (von der Heydt, 1998, S. 52). Der Begriff des Category Management kann unterschiedlich benutzt und definiert werden (Müller-Hagedorn & Zielke, 2007, S. 918):

1. Prinzip zur Gliederung des Sortiments aus Sicht des Konsumenten
2. Prozess zur Planung von Warengruppen
3. Organisationsform, die dem Category Manager die gesamte Verantwortung für eine Warengruppe (Category) zuweist
4. Prinzip der Kooperation zwischen Hersteller und Handel

Leicht zu verwechseln ist der Begriff Category Management mit dem Management von Warengruppen. Während der Begriff des Warengruppenmanagements hauptsächlich die Kategorisierung des Sortiments anhand produktspezifischer Details und somit hauptsächlich aus Sicht des Unternehmens vornimmt, bezieht das Category Management die Sicht der Konsumenten in die Kategorisierung mit ein (Holweg, 2008, S. 43). Dabei bezieht sich der *Sortimentsbegriff* nicht nur auf die erstellten oder zu handelnden Waren eines Unternehmens, sondern auch auf die angebotenen Dienstleistungen. Müller-Hagedorn (2005, S. 185) verwendet folgende Definition für den Sortimentsbegriff:

„Bei einem Sortiment handelt es sich um die Summe aller Absatzobjekte (Sachgüter, Dienstleistungen und Rechte), die ein Anbieter im Laufe einer Saison seinen Abnehmern physisch oder auf andere Weise anbieten will, wobei es gleichgültig ist, ob er die Güter selbst herstellt oder beschafft.“

Für die Definition des Begriffs Category steht vor allem die kundengerechte Sortimentsgliederung im Vordergrund:

„Eine kundengerechte Sortimentsgliederung in Categories liegt vor, wenn die angebotenen Artikel so zu Einheiten zusammengefasst werden, dass die zentralen Kriterien der Kunden beim Einkauf erfüllt werden.“ (Müller-Hagedorn, 2005, S. 188)

Das Category Management vereint die gesamten Aktivitäten und Entscheidungen eines Handelsunternehmens in Bezug auf das geführte Sortiment (Müller-Hagedorn, 2005, S. 180). Dies betrifft sowohl die Aufstellung des Sortiments, d. h. welche und wie viele Produkte geführt werden, als auch die Kommunikation gegenüber den

Konsumenten bis hin zur Preispolitik. Vor allem Letzteres ist für diese Arbeit wichtig und wird im Zusammenhang mit dem Category Management auch als Category Pricing bezeichnet.

Dem Category Pricing kommt eine große Bedeutung im Handel zu (Diller, 2008, S. 499). Es kann als zentraler Bestandteil der Preisaktivitäten im Handel und als Teil des Category Managements gesehen werden (Mantrala, Seetharaman, Kaul, Gopalakrishna & Stam, November 2006, S. 17 f.). In der deutschsprachigen Literatur lässt sich der Begriff Category Pricing bislang nur selten finden (Zielke, 2006, S. 108). Als Erster, der das Thema Category Pricing in der deutschen Literatur aufgriff, ist Zeisel (1999) zu nennen, der sich in seiner Dissertation mit der Sortiments- und Preispolitik des Einzelhandels auseinandersetzte und eine auf die Bedürfnisse der Kunden ausgerichtete Preispolitik forderte. In seiner Arbeit sprach er allerdings nicht direkt vom Category Pricing, sondern viel mehr vom Efficient Pricing. Andere Autoren im deutschsprachigen Raum verstehen den Begriff Category Pricing als festen Bestandteil des Category Managements, wobei die Abstimmung der einzelnen preispolitischen Aktivitäten (Zielke, 2006, S. 1) oder die Preisgestaltung (Diller, 2008, S. 517 f.) auf die jeweilige strategische Rolle einer Warengruppe im Vordergrund steht.

Autoren aus dem englischsprachigen Raum verwenden den Begriff des Category Pricings für Modelle, die Einzelpreise von verschiedenen Artikeln unter Berücksichtigung des Kundenstroms optimieren (z. B. Fox, Postrel & Semple, July-August 2009), Einzelpreise unter Berücksichtigung von Kunden- bzw. Markenloyalität optimieren (Dubé, Hitsch, Rossi & Vitorino, 2008) oder Artikelpreise unter Berücksichtigung von Promotion Aktivitäten festlegen (z. B. Chintagunta 2002).

Diese Auflistung über die Verwendung des Begriffs Category Pricing in der Literatur zeigt, wie uneinheitlich der Begriff in der Literatur verwendet wird und dass jeweils unterschiedliche Aspekte des Category Pricings von den Autoren hervorgehoben werden. Es zeigt auch, dass durch die Zielsetzung der Arbeit sich dieser Ansatz nicht eindeutig den Category Pricing Modellen zuordnen lässt. Zwar konzentriert sich diese Arbeit auf die Optimierung von Artikelpreisen unter der Berücksichtigung von strategischen Unternehmenszielen und könnte somit als Bestandteil der preispolitischen Aktivitäten innerhalb des Category Managements gesehen werden, jedoch wird beispielsweise nicht die strategische Rolle einer Warengruppe dabei berücksichtigt. Der Fokus liegt auf der Erstellung eines Algorithmus zur

Preisoptimierung. Dennoch werden Besonderheiten des Category Pricings aufgegriffen und im Algorithmus integriert, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. Besonders wichtig für diesen Ansatz sind die bereits erwähnten Interdependenzen.

Wie bereits geschildert, stellt das Category Management und die Planung des Sortiments eine besondere Herausforderung im Handel dar. Die größte Schwierigkeit bei der Planung von Sortimenten besteht dabei in der Informationsbeschaffung über Interdependenzen zwischen einzelnen Produkten (Hruschka, 1984, S. 141). Dieses Problem existiert auch bei der Planung der Preispolitik innerhalb eines Sortiments (Zeisel, 1999, S. 41).

Dabei ist zunächst zu definieren, wann ein gemeinsamer Kauf von Produkten wirklich auf eine Interdependenz zurückzuführen ist. Es kann vorkommen, dass Interdependenzen vorhanden sind, die nicht durch den Warenkorb sichtbar gemacht werden (Zeisel, 1999, S. 30). Kunden gehen beispielsweise aufgrund eines bestimmten Artikels A in eine Filiale des Unternehmens, kaufen diesen aber nicht, sondern Artikel B. Somit kann eine Interdependenz zwischen A und B angenommen werden, der nur schwer mittels Datenanalyse sichtbar gemacht werden kann. Ebenso kann ein Artikel A im Rhythmus eines halben Jahres gekauft werden, während der Konsument den Artikel B in regelmäßigen Wochenabständen kauft. Artikel A wird aber nur aufgrund des Kaufs von Artikel B bezogen, sodass für dieses Artikelpaar eine Interdependenz vorliegt, die nur dann entdeckt wird, wenn der Betrachtungszeitraum entsprechend groß gewählt wird. Vor allem dann, wenn nur eine kurze Zeitperiode für die Analyse betrachtet wird oder aber die genannten Artikel mit einer Vielzahl weiterer Artikel gekauft werden, sodass die Interdependenz dieser beiden Artikel nicht offensichtlich erscheint, ist es sehr schwierig, diese ausfindig zu machen.

Die geschilderten Interdependenzen werden auch als Verbundeffekte bezeichnet. Die Richtung eines Verbundeffektes wird als Verbundbeziehung bezeichnet. Ein Problem bei der Analyse von Verbundeffekten oder -beziehungen ist die mit steigender Anzahl von Artikeln wachsende Komplexität. Ist die zu analysierende Datenmenge sehr groß, können die Ergebnisse in der Analyse durch viele verschiedene Faktoren beeinflusst werden, weshalb die Isolierung einzelner Faktoren nahezu unmöglich gemacht wird (Ahlert & Kenning, 2007, S. 213 f.; Barth, Hartmann & Schröder, 2007, S. 179; Müller-Hagedorn, 1998, S. 428). Selbst bei einer verstärkten Aggregation der Daten durch

Clusteranalysen oder multidimensionale Skalierungen können die Daten noch schwer interpretierbar sein (Müller-Hagedorn, 2005, S. 219 f.). Nur bei relativ konstanten Kaufdaten können die Informationen für die Ermittlung von Interdependenzen problemlos herangezogen werden (Barth, Hartmann & Schröder, 2007, S. 179).

Die Ermittlung der Interdependenzen kann sich somit als kompliziert erweisen. Aufgrund der Zielsetzung dieser Arbeit, nämlich ein praktikables Tool für die Preisoptimierung zu entwickeln, das speziell die Bedürfnisse der kleinen und mittleren Handelsunternehmen berücksichtigt, wird dieses Thema hier nicht weiter vertieft (für detailliertere Erläuterungen zu Interdependenzen und den dazugehörigen Verbundbeziehungen und –effekte vgl. auch Barth, Hartmann & Schröder, 2007, S. 180; Zielke, 2006, S. 112; Pepels, 2004, S. 432f.; Rühl & Steinicke, 2003). Wichtig ist für diese Arbeit die Feststellung und Berücksichtigung von Interdependenzen im Allgemeinen, aber nicht eine vertiefende Definition oder weiterführende Unterteilung der Interdependenzen.

Die Bestimmung von Interdependenzen in diesem Ansatz wird mithilfe einer Expertenbefragung durchgeführt. Hierfür müssen die Befragten lediglich beantworten, ob Artikel von den Kunden zusammen gekauft werden. Wird davon ausgegangen, dass nicht alle Unternehmen über eine ausreichende Datengrundlage oder die notwendigen Ressourcen verfügen, um die Interdependenzen zu ermitteln und zu messen, bietet sich dieses Verfahren zur Ermittlung an. Bei diesem Verfahren wird ermittelt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Gut im Zusammenhang mit einem oder mehreren anderen Gütern erworben wird (Müller-Hagedorn, 2005, S. 212).

2.2. Stand der Forschung zur Nutzung von Algorithmen für die Preisoptimierung

In diesem Kapitel soll eine Übersicht von Forschungsarbeiten gegeben werden, die zur Preisoptimierung Algorithmen einsetzen. Hierbei sollen die Ansätze dahin gehend überprüft werden, ob sie sich für den Einsatz bei kleinen und mittleren Handelsunternehmen anbieten. Für diese Arbeit ist dabei entscheidend, ob zur Nutzung der Algorithmen auf historische Daten zurückgegriffen werden muss und ob

Erfahrungen der Preisentscheider mit in dem Optimierungsprozess berücksichtigt werden.

Da auch der Bereich des Category Pricings eine wichtige Rolle im Handel spielt und Besonderheiten dieses Bereichs ebenfalls in dieser Arbeit behandelt werden, soll zunächst ein kurzer und allgemeiner Überblick darüber gegeben werden, welche Forschungsschwerpunkte sich im Bereich Category Pricing herausgebildet haben und wo die Schwierigkeiten bei diesen primär ökonometrischen Modellen liegen.

Eine große Anzahl der Arbeiten im Bereich des Category Pricings beschäftigten sich mit der Bestimmung geeigneter Preisstrategien zur Optimierung des Category Managements (Smit & Van Niekerk, 2014; Ahmetgolu, Furnham & Fagan, 2014; Carricano, 2014; Rana & Oliveira, 2014; Shankar & Bolton, 2004; Chintagunta, 2002; Hoch, Kim, Montogomery & Rossi 1995). Es werden Daten von Scannerkassen analysiert, um Preiselastizitäten in Verbindung mit verschiedenen internen oder externen Unternehmensvariablen in Verbindung zu bringen und so beobachtbare Reaktionen auf Preisveränderungen zu erklären. Mithilfe dieser Auswertungen werden in einem zweiten Schritt Empfehlungen für Preisstrategien entwickelt.

Einen weiteren großen Schwerpunkt bilden Modelle, die sich auf die Optimierung einzelner Artikelmargen fokussieren (Wedel, Zhang & Feinberg, 2015; Rooderek, van Heerde & Bijmolt, 2013; Reibstein & Gatignon, 1984; Urban, 1969). Bei den meisten Artikeln liegt der Fokus auf der Preisoptimierung innerhalb einer Produktgruppe unter Berücksichtigung von Preiselastizitäten. Vereinzelnd steht auch die Gewinnoptimierung einer Kategorie im Fokus (Chen & Chang, 2000).

Weitere Ansätze konzentrieren sich auf die Preisgestaltung im Category Management unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren durch die Hersteller (Hall, Kopalle & Krishna, 2010; Anderson & Vilcassim, 2001). Dabei steht zum einen die Untersuchung der Einflussfaktoren im Vordergrund, die bei einer Kooperation mit Herstellern berücksichtigt werden müssen und die Frage, wie diese Faktoren sich auf die Preisgestaltung im Category Management auswirken. Das Ergebnis sind Empfehlungen für geeignete Preisstrategien unter Berücksichtigung der untersuchten Faktoren. Hierbei wird auch die Nutzung eines Category Management Ansatzes versus eines Brand Management Ansatzes diskutiert. Erweitert wird diese Betrachtungsweise von anderen Autoren unter Hinzunahme spieltheoretischer

Ansätze, die das Verhältnis und Zusammenspiel zwischen Hersteller und Händler abbilden (Lu, Tsao, Charoensiriwath & Dong, 2012; Zenor, 1994).

Neben den bisher erwähnten Entwicklungen gibt es auch noch Modelle, die sich auf die Optimierung von Preisen unter Berücksichtigung des Kundenverhaltens konzentrieren (Fox, Postrel & Semple, 2009; Dubé, Hitsch, Rossi, & Vitorino, 2008).

Auch die Entwicklung von Rahmenbedingungen und Prozessstrukturen innerhalb eines Unternehmens, um ein optimales Preismanagement zu unterstützen, spielt eine Rolle bei den bisher entwickelten Category Pricing Modellen (Ghoniem & Maddah, 2015; Ahamadi & Shavandi, 2015; Chintagunta, Dubé & Singh, 2002).

Es zeigt sich, dass insbesondere die ökonometrischen Modelle für das Category Pricing eine hohe Relevanz besitzen (Zielke, 2006, S. 111). D. h. die entwickelten Ansätze bestimmen die für das Modell relevanten Interdependenzen zwischen Artikeln untereinander oder mit Kunden mittels historischer Daten, die beispielsweise mit Hilfe von Scannerkassensystemen erhoben werden. Auch die hier durchgeführte Recherche bestätigt zunächst dieses Bild. Allerdings birgt die Verwendung historischer Daten die Gefahr, dass diese häufig zu kleine Varianzen im Datensatz aufweisen und es dadurch zu Schwierigkeiten kommt, wenn daraus die Parameter abgeleitet werden (Urban, 1969, S. 8). Zielke (2006, S. 110 f.) nennt folgende Nachteile von ökonometrischen Modellen:

- Wirkungszusammenhänge der Preise können häufig nicht zuverlässig bestimmt werden, weil die Daten in der Vergangenheit nicht stark genug variiert wurden.
- Die ermittelten Effekte sind nicht unbedingt isoliert von anderen Faktoren, sodass es zu sachlogisch nicht korrekten Schlussfolgerungen führen kann.
- Durch zeitgleiche Preisanpassungen kann es zu Multikollinearitätsproblemen kommen.
- Die Effekte der einzelnen Preise lassen sich nicht sauber voneinander trennen, da die Anzahl der zu schätzenden Kreuzpreiselastizitäten in größeren Sortimenten zu hoch ist.

Aufgrund der angeführten Kritik gegenüber der Verwendung ökonometrischer Modelle wird deutlich, dass es nach Alternativen verlangt. Vor allem, wenn die besondere Situation der kleinen und mittleren Unternehmen berücksichtigt werden soll. Als

Alternativen zur Lösung komplexer Optimierungsprobleme haben sich Suchheuristiken und naturadaptive Verfahren bewährt (Zielke, 2003, S. 245 ff.). Im Folgenden sollen vor allem solche Verfahren vorgestellt werden, die in der jüngsten Vergangenheit zur Lösung von Pricing Problemen Suchheuristiken und Optimierungsalgorithmen verwendet haben. Es sollen die folgenden Forschungsfragen aus Kapitel eins beantwortet werden:

1. *Wird in den bisherigen Ansätzen, die zur Preisoptimierung auf die Nutzung von Algorithmen zurückgreifen, auf historische Daten zur Bestimmung der Nachfragekurve zurückgegriffen?*
2. *Werden in den entwickelten Ansätzen subjektive Erfahrungen des Managements berücksichtigt?*

Ein Ansatz hierzu wurde von Zielke (2003) entwickelt und beschäftigt sich mit der Optimierung der Warenplatzierung in einem Regal eines Handelsunternehmens. Der Autor berücksichtigt die Interdependenzen zwischen den einzelnen Artikeln und die Wechselwirkungen zwischen Warenplatzierung, Preis- und Sortimentspolitik. Interessant ist dieser Ansatz, weil eine Warengruppe auf den Absatz, Umsatz oder Deckungsbeitrag optimiert werden kann und somit in der Zielfunktion die Preisoptimierung innerhalb einer Warengruppe berücksichtigt wird. Außerdem wird ein warengruppenübergreifender Ansatz verwendet, der nicht nur Interdependenzen innerhalb einer Warengruppe berücksichtigt. Es ist der erste Optimierungsansatz, der in diesem Kontext einen Evolutionären Algorithmus anwendet und damit gute Lösungen erzeugt. Anzumerken ist, dass es sich bei den Tests und Lösungen um fiktive Werte handelt und der Ansatz nicht in der Praxis getestet wurde. Es werden zwar keine historischen Daten zur Bestimmung von Interdependenzen oder anderen Variablen in der zu optimierenden Funktion genutzt, aber es werden auch keine Erfahrungen von Preisentscheidern integriert. Anzumerken ist auch, dass die Optimierungsziele nacheinander optimiert werden und nicht simultan.

Die Autoren Levin, Levin, McGill & Nediak (2009) entwickelten ein Modell für einen Monopolisten, der mit verderblichen Gütern handelt. Sie nutzen zur Optimierung einen Lernalgorithmus, der die Nachfrage der Konsumenten zu verstehen und abzubilden versucht. In diesem Ansatz wird davon ausgegangen, dass der Kunde darüber informiert ist, dass sich Preise verändern können und die Kunden dementsprechend ihr Kaufverhalten anpassen, was zu einem Verschieben des Einkaufs auf einen

späteren Zeitpunkt führen kann. Die Nachfragekurve entspricht einer Poissonverteilung. In dem Ansatz von Levin, Levin, McGill & Nediak (2009) ist die Nachfrage bestimmt durch die Parameter Zeit, Inventar und Preis. In einem iterativen Verfahren bestimmt der Algorithmus die Nachfragefunktion und lernt, in dem die Parameter immer wieder angepasst werden, um das Abweichen zwischen prognostizierten und realen Werten zu verringern. Ein DFO-Algorithmus wird genutzt, um vier verschiedene Preisstrategien zu simulieren. Das Ziel ist es, den Umsatz des Unternehmens zu maximieren. Auch bei diesem Beispiel handelt es sich um eine Simulation des Marktes, auf dem ein fiktives Unternehmen agiert. In der Praxis wurde der Ansatz nicht getestet und ebenso wenig Erfahrungen von Preisentscheidern in den Algorithmus implementiert. Es besteht lediglich die Möglichkeit, Parameter der Nachfragefunktion nicht vom Algorithmus bestimmen zu lassen, sondern vorher festzulegen.

Auch Besbes & Zeevi (2009) beschäftigen sich mit der Situation eines Monopolisten, bei dem die zu erwartenden Umsätze für ein einzelnes Produkt mit einer vorher festgelegten Stückzahl in einem festgelegten Zeitraum maximiert werden soll. Ebenfalls wird für die Bestimmung der Nachfragekurve ein Lernalgorithmus genutzt. Der von ihnen entwickelte Algorithmus setzt kein Wissen des Unternehmens über die Nachfragekurve voraus, sondern bestimmt diese im Laufe des Optimierungsprozesses. Auch hier wird die Annahme zugrunde gelegt, dass die Nachfrage einer Poissonverteilung folgt und sich somit bereits eine Einschränkung für die Ausgestaltung der Nachfragefunktion ergibt. Interessant ist bei diesem Ansatz, dass das Lernen und Optimieren nacheinander innerhalb des festgelegten Zeitraums geschieht. D. h. es muss abgewogen werden, wie viel Zeit für die Bestimmung der Nachfragekurve und wie viel Zeit zur Umsatzoptimierung verwendet werden soll. Wird weniger Zeit für die Lernphase verwendet, kann es sein, dass die Prognose der Nachfragekurve nicht genau genug ist und die darauf aufbauende Optimierung ebenfalls weiter vom Maximum entfernt ist. Wird mehr Zeit für die Lernphase verwendet, bleibt eventuell zu wenig Zeit für die Optimierung, was ebenfalls zu suboptimalen Ergebnissen führen kann. Auch in diesem Ansatz werden keine Erfahrungen von Preisentscheidern berücksichtigt, aber auch keinerlei historische Daten zur Bestimmung der Nachfragekurve. Eine Limitierung dieses Ansatzes ist, dass es sich um fiktive Zahlen handelt, die zur Erstellung der Optimierungslösung genutzt wurden und die Lösung für einen Monopolisten entwickelt wurde. Somit bildet dieser

Ansatz ebenfalls nicht die Situation von den meisten kleinen und mittleren Handelsunternehmen ab.

In der Arbeit von Shavandi, Mahlooji & Nosratian (2009) beschäftigen sich die Autoren mit einem Modell, das sowohl die Preise als auch das Inventar optimiert. Dabei wird von mehreren Produkten ausgegangen, die verderblich sind und die in folgende Kategorien eingeteilt werden: substituierbar, komplementär und eigenständig. Zusätzlich wird ein negatives Inventar berücksichtigt, das ungeduldige Kunden repräsentiert, die ihre Bestellungen storniert haben. Für die Optimierung nutzen die Autoren einen Genetischen Algorithmus. Ziel ist es, die Gewinne des Unternehmens zu maximieren. Auch bei diesem Ansatz handelt es sich um ein fiktives Beispiel eines Handelsunternehmens. Während der Ansatz eine interessante Lösung zur Integration von Substitutions- und Komplementäreffekten aufzeigt, unterliegt die Optimierung durch die Nutzung eines Genetischen Algorithmus den Einschränkungen und Nachteilen dieses Verfahrens, auf die genauer in Kapitel vier eingegangen wird.

Akcay, Natarajan & Xu (2010) untersuchen in ihrer Studie ein dynamisches Preisgestaltungsproblem bei einem Unternehmen, das in einem begrenzten Zeitraum verderbliche und substituierbare Produkte verkauft. In ihrer Modellierung berücksichtigen sie explizit das Konsumentenverhalten, unter der Annahme, dass bei Kaufprozessen nicht nur der Preis und die Eigenschaften des zu kaufenden Produktes eine Rolle spielen, sondern auch die der alternativ zur Auswahl stehenden Produkte. Für die Modellierung des Konsumentenverhaltens verwenden die Autoren eine Funktion, in der davon ausgegangen wird, dass der Kundennutzen für bestimmte Produktbündel sich linear verhält. In ihrem Modell unterscheiden sie darauf aufbauend den Fall einer horizontalen und einer vertikalen Produktdifferenzierung. Von horizontaler Produktdifferenzierung sprechen die Autoren, wenn bei gleichen Preisen für ein Produkt die unterschiedlichen Bedürfnisse der Konsumenten bereits zu einer Differenzierung führen. Als Beispiel werden Flüge zum gleichen Ort und zum gleichen Preis genannt, die aber zu unterschiedlichen Uhrzeiten angeboten werden. Aufgrund der Kundenpräferenzen für verschiedene Abflugszeiten, ob beispielsweise morgens oder abends, würde es hier zu einer Differenzierung kommen. Hingegen bezieht sich die vertikale Produktdifferenzierung auf unterschiedliche Produktqualitäten. Als Beispiel nennen die Autoren die unterschiedlichen Kategorien bei Hotelzimmern. Die Ergebnisse ihrer Studie zeigen, dass für die vertikale Differenzierung die Modellierung

des Konsumentenverhaltens eine wichtige Rolle spielt. Ebenso können höhere Preise für Produkte verlangt werden, die von hoher Qualität oder hohem Kundennutzen sind und die darüber hinaus im Angebot limitiert sind oder deren Verkauf demnächst eingestellt wird. Für Produkte mit einem Angebotsüberschuss sollte das Unternehmen einheitliche Preise festlegen, die im unteren Bereich des Preisspektrums liegen. Im Gegensatz dazu sollten bei der horizontalen Differenzierung Preise für einzelne Produkte festgelegt werden. Für die Optimierung der Preise bei vertikaler Differenzierung nutzen die Autoren einen Algorithmus. Dabei greifen sie auf einen sequenziellen Ansatz zurück und verwenden keine Suchheuristiken. Es werden in einem ersten Schritt verschiedene Kundennutzen für unterschiedliche Zeitpunkte berechnet und darauf aufbauend in einem zweiten Schritt die dazugehörigen Preise ermittelt. In einem letzten Schritt wird die hinterlegte Preis-Absatzfunktion optimiert, mit dem Ziel, die Gewinne des Unternehmens zu maximieren. Durch den sequenziellen Ansatz erreichen die Autoren eine minimale CPU-Auslastung und geringe Rechenzeiten.

Rooderkerk, van Heerde & Bijmolt (2013) erarbeiteten ein Modell zur Sortiments- und Preisoptimierung, mit dem Ziel, den Gewinn einer Kategorie zu steigern. Zur Modellierung des Absatzes bedienen sich die Autoren an historischen Verkaufszahlen, die sie mittels Scannerkassendaten sowie von öffentlichen Branchen- und Marktstatistiken erhalten. Die einzelnen Artikel werden nach Attributen zusammengefasst, die diese beschreiben, wie beispielsweise Größe, Farbe oder Geschmack. Der Grund hierfür ist die Reduzierung von Bestimmungsmerkmalen einzelner Artikel. Bei der Verwendung produktspezifischer Merkmale könnten die Ähnlichkeiten zwischen den Artikeln und die Anzahl der Parameter zur Modellierung zu groß sein, um eindeutige Cluster zu bilden. In dem Modell wird ein Substitutionseffekt eingeführt, der darauf basiert, wie ähnlich sich Produkte in ihren Attributen sind. Ebenso wird auch die Größe des Regalplatzes, der einem Produkt zugewiesen wird, berücksichtigt. Anhand dieser Daten wird ein Nachfragemodell entwickelt, welches mit Hilfe eines Large-Neighborhood Algorithmus optimiert wird. Bei der Preisoptimierung wird die Preisveränderung auf drei Möglichkeiten beschränkt: Preis bleibt konstant, Preis +5 % und Preis -5 %. Überprüft wird das Modell anhand von historischen Scannerkassendaten. Neben der Einschränkung der Preisvarianz ist besonders für die Anwendung dieses Ansatzes bei kleinen und mittleren Unternehmen

die Nutzung von historischen Daten sowie die fehlende Berücksichtigung der Erfahrungen der Preisentscheider problematisch.

Einen weiteren Ansatz, der auf die Anwendung von Algorithmen baut, entwickelten die Autoren Rana & Oliveira (2013). Auch sie optimieren den Umsatz unter der Bedingung, dass die zu betrachtenden Produkte sowohl zeitlich, als auch in der Anzahl limitiert sind. Für die Abbildung der Absatzentwicklung greifen sie auf Lerntechniken zurück, die anhand historischer Daten die zukünftige Entwicklung prognostizieren. Hierfür werden vor allem solche Produkte berücksichtigt, die den zu prognostizierenden sehr ähnlich sind. Unter der Annahme, dass aufgrund der Produktähnlichkeit auch die Absatzentwicklung eine ähnliche ist. Der so erstellte Algorithmus entwickelt sich weiter, indem ein Soll-Ist-Abgleich zwischen den prognostizierten und den realisierten Werten stattfindet. Die Abweichungen werden für die neue Prognose berücksichtigt. Der Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass keine genauen Kenntnisse über exogene Variablen, wie beispielsweise den Wettbewerbspreis vorhanden sein müssen. Aber auch sie nutzen historische Daten, um die Lerntechniken auf die verschiedenen Produkte anwenden zu können.

Wang, Deng & Ye (2014) beschäftigen sich mit der Situation eines Händlers, der nur ein einzelnes Produkt verkauft, welches in Quantität und zeitlicher Verfügbarkeit limitiert ist. Die Nachfrage ist dem Händler nicht bekannt und wird von den Aktivitäten des Händlers, wie beispielsweise Preisanpassungen, beeinflusst. Die Autoren setzen zur Bestimmung der Nachfragefunktion einen Algorithmus ein, um den Umsatz des Händlers zu maximieren. Im Gegensatz zu dem vorherigen Modell greift dieser Ansatz auf keinerlei historische Daten zur Parameterermittlung zurück. Jedoch wird dieser Ansatz dadurch beschränkt, dass der Händler nur die Kontrolle über den Preis hat. Wie zuvor bereits beschrieben, lernt der Algorithmus, in dem der prognostizierte Wert mit dem später erzielten Wert verglichen wird. Auch bei diesem Algorithmus muss zusätzlich abgewogen werden, wie viel Zeit für die Bestimmung der Nachfragekurve und wie viel Zeit zur Optimierung verwendet werden soll. Je mehr Zeit für die Lernphase verwendet wird, desto weniger kann der zu erwartende Umsatz optimiert werden.

In der folgenden Tabelle 1 werden die Ergebnisse der Literaturrecherche noch einmal zusammengefasst. Die Übersicht soll die Merkmale hervorheben, die bei der

Beantwortung der anfangs gestellten Forschungsfragen dienen. Des Weiteren soll ersichtlich gemacht werden, welche Forschungslücken mit dieser Arbeit bearbeitet werden sollen.

Autoren	**Verwendung von historischen Daten**	**Erfahrungen von Preisentscheidern integriert**	**Besonderheiten**	**Optimierung von mehreren Zielen**	**Optimierung der Ziele sequentiell oder simultan**
Zielke (2003)	Nein	Nein	• Theoretische Modellentwicklung • Kein Praxistest • Keine Daten von Unternehmen	Ja	Sequentiell
Levin, Levin, McGill & Nediak (2009)	Ja	Nein	• Fall eines Monopolisten • Kein Praxistest • Keine Daten von Unternehmen	Nein	Sequentiell
Besbes & Zeevi (2009)	Nein	Nein	• Fall eines Monopolisten • Kein Praxistest • Keine Daten von Unternehmen	Nein	Sequentiell
Shavandi, Mahlooji & Nosratian (2009)	Nein	Nein	• Theoretische Modellentwicklung • Kein Praxistest • Keine Daten von Unternehmen • Berücksichtigung von Interdependenzen	Nein	Sequentiell
Akcay, Natarajan & Xu (2010)	Nein	Nein	• Theoretische Modellentwicklung • Kein Praxistest • Keine Daten von Unternehmen • Berücksichtigung von Interdependenzen	Nein	Sequentiell
Rooderkerk, van Heerde & Bijmolt (2013)	Ja	Nein	• Berücksichtigung von Interdependenzen • Stark eingeschränkte Preisvarianz	Nein	Sequentiell
Rana & Oliveira (2013)	Ja	Nein	• Theoretische Modellentwicklung • Kein Praxistest • Keine Daten von Unternehmen	Nein	Sequentiell
Wang, Deng & Ye (2014)	Nein	Nein	• Theoretische Modellentwicklung • Kein Praxistest • Keine Daten von Unternehmen	Nein	Sequentiell
Ansatz in dieser Arbeit	**Nein**	**Ja**	• **Berücksichtigung von Interdependenzen** • **Fallstudien zur Validierung - Praxistest** • **Berücksichtigung von Unternehmensdaten**	**Ja**	**Simultan**
	Forschungsfrage 1.	**Forschungsfrage 2.**			

Tabelle 1: Zusammenfassung der Literaturrecherche

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass somit die ersten Fragestellungen aus Kapitel eins als beantwortet betrachtet werden können.

1. *Wird in den bisherigen Ansätzen, die zur Preisoptimierung auf die Nutzung von Algorithmen zurückgreifen, auf historische Daten zur Bestimmung der Nachfragekurve zurückgegriffen?*

Drei von acht vorgestellten Ansätze nutzen historische Daten zur Bestimmung der Nachfragekurve. Die Ansätze, die ohne historische Daten auskommen, konzentrieren sich auf Monopolisten mit einem einzelnen Produkt, das zusätzlich zeitlich und quantitativ begrenzt verfügbar ist. Während diese Situation für die Forschung durchaus einen interessanten Fall darstellt, bildet es nicht die Situation von der überwiegenden Anzahl kleinerer und mittlerer Unternehmen ab. Insbesondere im Handel arbeiten die Unternehmen mit einer Vielzahl an Produkten. Ansätze, die mehrere Produkte bei der Optimierung berücksichtigen, greifen wiederum auf historische Daten zur Bildung der Nachfragekurve zurück.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass ein Teil der vorgestellten Algorithmen sowohl parametrische als auch nicht-parametrische Modelle sind. Die Modellparameter können vorab ganz oder zum Teil mit Hilfe von historischen Daten oder aber im Verlauf der Optimierung ermittelt werden. Dies stellt eine deutliche Weiterentwicklung zu den früheren Ansätzen im Category Pricing dar.

2. *Werden in den entwickelten Ansätzen subjektive Erfahrungen des Managements berücksichtigt?*

Es werden keine Erfahrungen von Preisentscheidern in den zuvor beschriebenen Optimierungsalgorithmen übertragen und berücksichtigt. Der Fokus liegt auf der Lösung eines Optimierungsproblems. Ob dabei der Optimierungsalgorithmus möglichst gut die Entscheidungen in der Praxis widerspiegelt, wird nicht behandelt.

Des Weiteren ist aufgefallen, dass die vorgestellten Ansätze in fast allen Fällen nur ein Unternehmensziel optimieren, was eine weitere Einschränkung bei der Anwendung in der Praxis ist. Nicht jedes Unternehmen verfolgt als Unternehmensziel die Maximierung des Gewinns oder des Umsatzes. Denkbar ist auch, dass Unternehmen ihren Absatz oder die Kosten optimieren wollen. In diesem Zusammenhang sollte ein Optimierungsalgorithmus nicht nur mehrere Unternehmensziele berücksichtigen,

sondern mehrere Ziele gleichzeitig optimieren, falls ein Unternehmen mehr als ein Ziel verfolgt.

Insgesamt lassen sich aus Tabelle 1 folgende Elemente identifizieren, die noch keine Berücksichtigung bei den vorgestellten Forschungen erhalten haben und die mit dieser Arbeit aufgegriffen werden:

a) Ein Optimierungsalgorithmus, der keine historischen Daten nutzt und die Erfahrungen der Preisentscheider integriert (Forschungsfragen 1. und 2.).
b) Ein Optimierungsalgorithmus, der mehrere Unternehmensziele simultan optimieren kann.

2.3. Zusammenfassung

Das zweite Kapitel diente dazu, Besonderheiten bei der Preisoptimierung im Handel bei kleinen und mittleren Unternehmen vorzustellen. Dabei sind vor allem die Interdependenzen zwischen einzelnen Artikeln zu nennen. Aufgrund der komplizierten Bestimmung von Interdependenzen und der Zielsetzung dieser Arbeit, eine für den Mittelstand anwendbare Alternative der Preisoptimierung zu entwickeln, werden die Interdependenzen in dieser Arbeit mit Hilfe von Expertenbefragungen ermittelt.

Weiterhin wurden ein kurzer Überblick über Forschungsansätze im Category Pricing gegeben sowie die Nachteile von ökonometrischen Modellen dargestellt, die in den meisten Ansätzen zum Category Pricing Anwendung finden. Im Anschluss daran wurden verschiedene Ansätze vorgestellt, die zur Preisoptimierung Algorithmen verwenden und eine Alternative zu den ökonometrischen Modellen darstellen. Die hier vorgestellten Ansätze sollten vor allem auf ihre Anwendbarkeit für kleine und mittlere Unternehmen überprüft werden. Für diese Arbeit bedeutet das, dass die Ansätze ohne die Anwendung von historischen Daten auskommen sollten und die Erfahrungen der Preisentscheider mit einbeziehen.

Es zeigte sich, dass die Modelle der jüngeren Vergangenheit, die mit Algorithmen arbeiten, zwar ohne historische Daten auskommen, jedoch keines explizit die

Erfahrungen der Preisentscheider berücksichtigt. Weiterhin ist interessant, dass keines der bisherigen Modelle einen ökonometrischen und befragungsbasierten Ansatz kombiniert. Zielke (2006, S. 122 ff.) wies in seiner Arbeit schon daraufhin, dass er in der Kombination dieser beiden Bereiche und in der möglichst praxisnahen Abbildung der Entscheidungen in einem Modell eines der wichtigsten Forschungsfelder sieht. Dies wird der hier vorzustellende alternative Ansatz umsetzen können.

Werden die Forschungen unter der Vorgabe betrachtet, Ansätze zu finden, die für KMU praktikable Lösungen bieten, dann zeigt sich eine Lücke in der Wissenschaft, die von den bisherigen Ansätzen nur zum Teil geschlossen wird. Dies betrifft vor allem die Verwendung eines Optimierungsalgorithmus, der ohne historische Daten auskommt und die Erfahrungen der Preisentscheider berücksichtigt sowie mehrere Unternehmensziele gleichzeitig optimiert.

Mit dieser Arbeit soll ein Beitrag geleistet werden, die aufgezeigten Forschungslücken zu schließen. Dabei steht die praxisnahe Abbildung der Preisentscheidungsprozesse im Vordergrund. Geleistet wird dies, indem mittels Expertenbefragungen Preis-Absatzfunktionen gebildet werden sowie über Befragungen die Faktoren bestimmt werden, die für den Preisentscheidungsprozess am wichtigsten sind. Diese Faktoren sollen ebenso im Algorithmus berücksichtigt werden.

Ferner soll dafür Sorge getragen werden, dass mehrere Unternehmensziele gleichzeitig optimiert werden können. Hierfür soll ein Evolutionärer Algorithmus genutzt werden, da diese Algorithmen eine Möglichkeit bieten die Bedürfnisse der Praxis besser darzustellen als die klassischen Verfahren, wie beispielsweise mehrere Ziele gleichzeitig optimieren zu können oder ohne größere Mengen an historischen Daten auszukommen. Insbesondere dann, wenn Ziele optimiert werden sollen, die in einem Konflikt zueinanderstehen (Zitzler & Thiele, 1999, S. 257). Ebenso soll die Optimierung auch möglich sein, wenn auf historische Daten nicht zurückgegriffen werden kann.

3. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

Der Mittelstand ist in Deutschland häufig das Thema in Presseberichten und politischen Diskussionen. Dabei wird immer wieder die Bedeutung der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) für die deutsche Wirtschaft hervorgehoben. Es wird das Gefühl vermittelt, dass der Mittelstand die treibende Kraft für das wirtschaftliche Wachstum in Deutschland ist.

„Kleinstunternehmen sowie kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind der Motor der europäischen Wirtschaft. Sie tragen wesentlich zur Entstehung von Arbeitsplätzen bei, fördern den Unternehmergeist und die Innovationstätigkeit in der EU und spielen deshalb eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung der Wettbewerbsfähigkeit und der Beschäftigung. ....“[5]

Günter Verheugen
Mitglied der Europäischen Kommission, zuständig für Unternehmen und Industrie

Besonders in Deutschland kommt dem Mittelstand eine große Bedeutung zu (Krüger, 2006, S. 14). Tabelle 2 zeigt den Einfluss der kleinen und mittelständischen Unternehmen auf die Wirtschaft in Deutschland. Die überwiegende Anzahl der Unternehmen (99,6 %) ist dem Bereich KMU zuzurechnen. Auch die Mehrheit der Beschäftigten (59,2 %) ist in kleinen oder mittelständischen Unternehmen angestellt. Insgesamt erwirtschaften die KMU mehr als ein Drittel (35,5 %) des Gesamtumsatzes aller Unternehmen in Deutschland. Allein diese Zahlen machen deutlich, welche Bedeutung der Mittelstand für die deutsche Wirtschaft hat.

	Insgesamt	**KMU**	**KMU-Anteil**
Unternehmensbestand 2015 lt. Schätzung des IfM Bonn	3,64 Mio.	3,62 Mio.	99,6%
Umsatz der Unternehmen lt. Unternehmensregister 2013 (in €)	6.084,96 Mrd.	2.159,77 Mrd.	35,5%
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Unternehmen lt. Unternehmensregister 2013	27,25 Mio.	16,14 Mio.	59,2%
Unternehmensanzahl im Wirtschaftszweig Handel; Instandhaltung/Reparatur v. Kfz/Gebrauchsgütern[6]	670.272	665.898	99,4%

Tabelle 2: Bedeutung der KMU auf die Wirtschaft in Deutschland[7]

[5] http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf
[6] http://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/statistik/mittelstand_im_einzelnen/dokumente/Untreg_KMU_und_GU_2012_BR-STR.pdf#page=2&zoom=auto,-124,677, Abrufdatum: 13.06.2016
[7] http://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/#accordion=0&tab=1, Abrufdatum: 13.06.2016.

Des Weiteren ist der Tabelle 2 zu entnehmen, dass der Handel einen großen Teil zum Gesamtumsatz beiträgt. Im Wirtschaftszweig Handel, Instandhaltung/Reparatur v. Kfz/Gebrauchsgütern sind 99,4 % der Unternehmungen KMU. Umso wichtiger ist es, dass auch Forschungen diesen Bereich explizit unterstützen.

Nachdem die Bedeutung der kleinen und mittleren Handelsunternehmen dargestellt wurde, wird im Folgenden eine Definition erarbeitet, was unter dem Begriff der kleinen und mittleren Unternehmen in dieser Arbeit verstanden wird. Im nächsten Schritt werden wichtige Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen in Bezug auf das Preismanagement herausgearbeitet. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einer explorativen Studie, die weitere Erkenntnisse über die identifizierten Unterschiede mittels einer Unternehmensbefragung zeigen soll.

3.1. Begriffsdefinition KMU

Für die Definition von kleinen und mittleren Unternehmen lassen sich verschiedene Kriterien nutzen. So kann beispielsweise eine Unterteilung in *quantitative* und *qualitative Merkmale* erfolgen (Wolf, Paul & Zipse, 2009, S. 14). Für die Definition von KMU werden im Allgemeinen die quantitativen Merkmale herangezogen, weil die qualitativen Merkmale in den verschiedenen Unternehmen unterschiedlich stark ausgeprägt sein können und nicht zwangsläufig eine übergreifende Abgrenzung ermöglichen (Kayser, 2006, S. 33 ff.). Bei den quantitativen Merkmalen hingegen handelt es sich um Kriterien, die eine klare und übergreifende Abgrenzung ermöglichen. Hierbei handelt es sich vor allem um metrische Werte, wie beispielsweise die Beschäftigungsanzahl, den Jahresumsatz, die Bilanzsumme und den Marktanteil (Wolf, Paul & Zipse, 2009, S. 14).

Als allgemeingültige Definition gewinnt die Begriffserklärung der EU immer mehr an Bedeutung, die auch von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und der Förderbank des Mittelstands übernommen wurde (Wolf, Paul & Zipse, 2009, S. 15). Auch diese

Arbeit wird sich an dieser Definition orientieren. Die EU-Kommission definiert folgende quantitativen Merkmale (Tabelle 3) [8]:

	Kleinstunternehmen	Kleine Unternehmen	Mittlere Unternehmen
Beschäftigte	1-9	10-49	50-249
Jahresumsatz	Maximal 2 Mio. €	Maximal 10 Mio. €	Maximal 50 Mio. €
Bilanzsumme	Maximal 2 Mio. €	Maximal 10 Mio. €	Maximal 43 Mio. €
Kapitalbesitz durch ein/mehrere Nicht-KMU	Maximal 25%	Maximal 25%	Maximal 25%

Tabelle 3: Quantitative Merkmale zur Unternehmenseinteilung

3.2. Unterschiede im Preismanagement zwischen KMU und Großunternehmen – eine Befragung

Bevor auf die Ergebnisse der Befragung eingegangen wird, soll vorab eine mögliche Erklärung für den Unterschied zwischen KMU und Großunternehmen erarbeitet werden. Anhand zweier Thesen, der *Defizitthese* und der *Äquivalenzthese*, soll der Unterschied erklärt werden (Wolf, Paul & Zipse, 2009, S. 17 f.):

a) Bei der *Defizitthese* wird davon ausgegangen, dass der Mittelstand Defizite in der Nutzung betriebswirtschaftlicher Instrumente oder mangelnde Informationssysteme hat. Im Gegensatz zu den KMU setzen Großunternehmen beispielsweise stärker auf geeignete computergestützte Programme, um ein wechselndes Käuferverhalten rechtzeitig zu erkennen. Mittels dieser Informationssysteme werden regelmäßig Kundendaten gesammelt und ausgewertet, die dem Management bei Entscheidungsprozessen Unterstützung bieten.

b) Die *Äquivalenzthese* hingegen geht davon aus, dass es in der Anwendung betriebswirtschaftlicher Methoden und Instrumente keinen Unterschied zu den Großunternehmen gibt und dass die Abweichung lediglich darin besteht, dass sie punktuell oder in abgeänderter Form eingesetzt werden. Die ungleichartige Ausgangslage der Mittelständler, die aufgrund der Marktsituation und der Struktur der Unternehmen gegeben ist, erfordert ein anderes bzw. angepasstes

[8] Die Ergebnisse wurden unter dem folgenden Link am 13.06.2016 abgerufen: http://www.kfw.de/kfw/de/I/II/Download_Center/Foerderprogramme/versteckter_Ordner_fuer_PDF/142291_M_KMU-Definition.pdf, Abrufdatum: 13.06.2016.

Vorgehen der Unternehmen. Großunternehmen können beispielsweise aufgrund ihrer Struktur wesentlich leichter von Skaleneffekten Gebrauch machen, was ihnen ermöglicht, ihre Waren oder Dienstleistungen günstiger anzubieten.

Ein wichtiger Unterschied ist somit die unterschiedliche Zugriffsmöglichkeit auf Ressourcen. KMU können oftmals auf geringere Ressourcen zurückgreifen, als es Großunternehmen möglich ist (Ghobakhloo, Hong, Sabouri, & Zulkifli, 2012, S. 43; Gilmore, Carson & Grant, 2001, S. 6). Damit sind nicht nur die finanziellen Mittel gemeint, sondern auch spezialisiertes Personal, insbesondere im Marketing (Wolf, Paul & Zipse, 2009, S. 61; Rumler, 2002, S. 29). Kostenintensives Marketing ist bei den KMU kaum oder gar nicht möglich (Berndt, 2006, S. 201). KMU und insbesondere die Erfolgreichen unter ihnen haben eine hohe Kundennähe, betreiben aber weniger formale Marktforschung, als es beispielsweise Großunternehmen tun (Simon, 2006, S. 53). Dies führt dazu, dass viele Managementkonzepte und betriebswirtschaftliche Methoden, die in den meisten Fällen für die Situation der Großunternehmen entwickelt wurden, nicht einfach vom Mittelstand übernommen werden können, sondern erst an deren Situation angepasst werden müssen. Auch viele große Softwarehersteller haben Probleme, ihre Lösungen an die Anforderungen des Mittelstands anzupassen (Klüpfel & Mayer, 2007, S. 1).

In diesem Zusammenhang ist insbesondere das Thema Pricing zu nennen, das die Wachstumsstrategien der KMU wesentlich beeinflussen kann (Hilzenbecher, 2006, S. 99-103). Großunternehmen können das Thema Pricing und Preisoptimierung umfassender angehen, weil sie mehr Möglichkeiten des Preismanagements nutzen können. Zusätzlich greifen sie noch vermehrt auf informationstechnische Unterstützung bei den Preismanagementprozessen zurück, wie dies in einer Studie[9] der TU Chemnitz gezeigt wurde. Eine andere Studie von Roll & Achterberg (2013) bestätigt dies. Aus einer Befragung ging hervor, dass viele mittelständische Unternehmen für die Preisgestaltung auf zu wenige Ressourcen zurückgreifen können und die notwendige Datenmenge für fundierte Preisentscheidungen fehlt (Roll & Achterberg, 2013, S. 17).

[9] Die Studie wurde unter dem folgenden Link am 11.06.2012 abgerufen: http://www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/wi2/wp/de/projects/adaptive-pricing-intelligence/ (11.06.2012)

Dieses Problem soll mit dem hier zu entwickelnden Ansatz behoben werden. Aus diesem Grund ist das Ziel der folgenden Befragung, zum einen Unterschiede zwischen dem Preismanagement von KMU und Großunternehmen zu identifizieren und zum anderen wichtige Parameter im Preisgestaltungsprozess zu identifizieren, die es in dem zu entwickelnden Ansatz zu berücksichtigen gilt.

3.2.1. Ausgangslage

Mit der folgenden Erhebung soll die Fragestellung beantwortet werden, welche Ziele von den Unternehmen primär verfolgt werden und ob es bei diesen Zielen Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen gibt.

Eine sich anschließende Frage ist, wie wichtig den Unternehmen die einzelnen Ziele sind. Aufgrund von unterschiedlichen Ressourcen und Eigentümerinteressen ist bei dieser Fragestellung zu erwarten, dass es zu Unterschieden zwischen den KMU und Großunternehmen kommt. So ist es denkbar, dass viele familiengeführte KMU primär kostendeckend arbeiten und somit stärker auf den Deckungsbeitrag achten, während Großunternehmen ihren Fokus auf eine Umsatzoptimierung legen, weil sie den Aktionären gegenüber verpflichtet sind, den Aktienwert positiv zu entwickeln.

Anzumerken ist, dass für den hier zu erstellenden Optimierungsansatz die Ermittlung der wichtigsten Unternehmensziele nicht zwingend erforderlich ist, weil diese im Ansatz angepasst und ausgetauscht werden können. Allerdings soll ein Grundmodell erstellt werden, das in der Praxis getestet werden kann. Dafür werden die wichtigsten Unternehmensziele herausgearbeitet. In Form von ersten Forschungsfragen (F1 und F2) lassen sich diese wie folgt formulieren:

F1: Wie gewichten Unternehmen unterschiedliche Unternehmensziele bei der Preisgestaltung?

F2: Unterscheidet sich diese Gewichtung zwischen KMU und Großunternehmen?

Des Weiteren soll überprüft werden, ob es einen Unterschied bei der Verwendung von informationstechnischer Unterstützung für die Preisoptimierung bei KMU und Großunternehmen gibt. Es ist davon auszugehen, dass KMU und Großunternehmen

unterschiedlich intensiv Optimierungssoftware nutzen. Anzunehmen ist, dass Großunternehmen aufgrund eines besseren Zugriffs auf Ressourcen in einer Ausgangslage sind, die den Einsatz von Softwarelösungen erleichtert. Zum anderen ist bei Großunternehmen von einer größeren Produktanzahl auszugehen, was eine manuelle Optimierung erschwert. Aus diesem Grund ist der Einsatz von Software wahrscheinlicher.

Die Nutzung bzw. der Bedarf an Preisoptimierungssoftware ist ein interessanter Faktor für diese Arbeit. Ist kein Bedarf bei den Unternehmen zu erkennen, kann nicht davon ausgegangen werden, dass dieser Ansatz Verwendung findet bzw. einen Nutzen für die Unternehmen stiften wird. Somit ergeben sich zwei weitere Fragestellungen (F3 und F4).

F3: Wie stufen Unternehmen die Verwendung von Programmen zur Optimierung des Preismanagements ein?

F4: Gibt es hierbei Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen?

Ebenso soll in diesem Ansatz berücksichtigt werden, dass kleine und mittlere Unternehmen Entscheidungen verstärkt aufgrund von subjektiven Einschätzungen treffen. Besonders wichtig für den zu erstellenden Ansatz ist der monopolistische Bereich eines jeden Händlers, in dem er seine Preise verändern kann, ohne dass er mit großen Absatzveränderungen zu rechnen hat (warum dieser Bereich eine größere Bedeutung für diesen Ansatz hat, wird im Kapitel vier näher erläutert). Diesen Bereich nutzt der zu entwickelnde Ansatz, um Preisanpassungen vorzunehmen und die Unternehmensziele zu optimieren. Folgendes gilt es hierfür zu überprüfen (F5):

F5: Können die Unternehmen einen monopolistischen Preisspielraum schätzen?

Außerdem ist zu untersuchen, welche Einflussfaktoren sich auf den Preisgestaltungsprozess auswirken. Diese können für die Unternehmen in ihrem Aktionsraum limitierende Faktoren sein, die es in einem Optimierungstool zu berücksichtigen gilt. Aus diesem Grund sollen die wichtigsten Einflussfaktoren

identifiziert werden. Die letzten für diese Fallstudie zu überprüfenden Fragestellungen (F6 und F7) lauten:

F6: Welche Einflussfaktoren gibt es für die Unternehmen bei ihrem Preisgestaltungsprozess?

F7: Wie unterscheiden sich diese Einflussfaktoren zwischen KMU und Großunternehmen?

Wie bereits verdeutlicht, sollen mit dieser Befragung Unterschiede zwischen den KMU und Großunternehmen im Preisgestaltungsprozess herausgearbeitet werden. Die Ergebnisse dienen als Basis zur Erstellung des zu entwickelnden Optimierungsalgorithmus. Die ermittelten Ziele, der monopolistische Preisspielraum sowie limitierende Faktoren werden in den zu entwickelnden Ansatz überführt. Dieses Kapitel hat somit einen explorativen Charakter, weshalb die aufgeführten Forschungsfragen formuliert wurden.

Da der Fokus dieser Arbeit auf der Entwicklung des Optimierungsansatzes liegt, wird nur eine kleine Befragung durchgeführt. Aufgrund der dadurch zu erwartenden kleinen Stichprobe wird es nicht möglich sein, die formulierten Fragestellungen statistisch zu verifizieren. Dennoch liefert die Befragung wichtige und interessante Erkenntnisse sowie die Möglichkeit, Tendenzen zu erkennen.

3.2.2. Befragungsdesign

Die Befragung erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird ein Onlinefragebogen per E-Mail an die Unternehmen verschickt. Im zweiten Schritt wird der Fragebogen in verschiedenen Internetforen sowie auf Seiten der Industrie- und Handelskammern (IHK) in Deutschland veröffentlicht.

Schritt 1.): Der Bestimmung der für die Befragung auszuwählenden Unternehmen ging eine intensive Internetrecherche voraus. Hierzu wurden einzelne Produkte oder Kategorien als Suchbegriff bei der Suchmaschine Google eingegeben. Als Suchanfragen dienten generische Produktbegriffe, wie z. B. Jacke, Hose, Gardine, etc.

Auf der Suchergebnisseite wurden somit Unternehmen angezeigt, die mit diesen Produkten in irgendeiner Form in Bezug stehen.

Für die Befragung wurden nur Unternehmen ausgewählt, die mit den gesuchten Produkten handeln. Zusätzlich wurde überprüft, ob die Unternehmen der in Kapitel drei beschriebenen Definition von Handelsunternehmen entsprechen. War das der Fall, wurden die Firmen per E-Mail angeschrieben und gebeten, an einer Befragung zum Thema *Preismanagement bei Handelsunternehmen* teilzunehmen. Es erfolgte keine weitere Eingrenzung der Unternehmen. Für den zu entwickelnden Ansatz ist es nicht entscheidend, ob das Unternehmen ein reiner Onlinehändler ist oder auch stationäre Geschäfte hat.

Ein Grund für die Befragung mittels Onlinefragebogen ist, dass die Unternehmen, die mithilfe der Suchmaschine Google zu finden sind, wahrscheinlich eine höhere Affinität zu Neuen Medien besitzen und eine höhere Bereitschaft haben, an einer Onlinebefragung teilzunehmen. Insgesamt wurden 349 Unternehmen angeschrieben. Aufgrund der Anzahl der angeschriebenen Unternehmen, erhebt dieser Teil der Arbeit nicht den Anspruch eine repräsentative Studie zu erheben. Vielmehr dient es als Ausgangslage für die Entwicklung des im weiteren Verlauf der Arbeit zu ermittelnden Algorithmus.

Schritt 2.): In verschiedenen Foren im Internet wurde auf die Befragung aufmerksam gemacht. Es wurden der Deutsche Marketingverband e.V.[10] sowie folgende Foren im Internetnetzwerk XING[11] angeschrieben:

- Außenhandel
- ECR Category Management
- Mittelstand und Politik in Deutschland
- SME International
- Versandhandel

Des Weiteren wurden alle Industrie- und Handelskammern in Deutschland mit der Bitte angeschrieben, eine kurze Beschreibung der Befragung und einen Hinweis auf den Onlinefragebogen an ihre Mitglieder zu geben. Die IHK Rheinhessen und die IHK

[10] http://www.marketingverband.de/ (01.09.2012)
[11] https://www.xing.com/ (01.09.2012)

Fulda veröffentlichten daraufhin einen Verweis auf die Befragung sowie den Link zum Befragungsbogen auf ihren Internetseiten. Der Fragebogen gliedert sich in vier Hauptbereiche:

I. Begrüßung und Unternehmenskategorisierung
II. Unternehmensziele und Einflussfaktoren auf die Preisgestaltung
III. Preismanagement (Preisspielraum, Preisanpassung und –lagen, Preis- und Sortimentsentscheidung, Branche, Software)
IV. Abschluss

Im ersten Abschnitt des Fragebogens wird den Teilnehmern der Grund für die Befragung kurz erläutert und es werden Fragen gestellt, die zur Kategorisierung der Unternehmen in KMU und Großunternehmen dienen.

Der zweite Abschnitt wird zur Feststellung der Unternehmensziele genutzt, wie wichtig diese Ziele für das Unternehmen sind und welche Faktoren den größten Einfluss auf die Preisgestaltung haben. Dieser Bereich dient zur Ermittlung der ersten beiden Fragestellungen (F1 und F2).

Der dritte Abschnitt befasst sich mit dem Preismanagement im Allgemeinen. In diesem Teil werden vor allem für den zu entwickelnden Ansatz wichtige Informationen abgefragt. Zum einen wird festgestellt, wie groß der Preisspielraum ist, den die Unternehmen für sich schätzen und ob eine Software für das Preismanagement nützlich ist. Zum anderen wird die Branchenzugehörigkeit, die Regelmäßigkeit der Preisanpassungen und die Nutzung von Preisspielräumen abgefragt sowie wer im Unternehmen die Sortiments- und Preisentscheidungen trifft. In diesem Bereich werden die letzten Fragestellungen bearbeitet (F3 bis F7).

Der letzte Abschnitt der Befragung dient der Danksagung für die Teilnahme und bietet an, die Ergebnisse der Studie nach deren Veröffentlichung zu erhalten. Die folgende Tabelle 4 zeigt noch einmal die Zuordnung der Fragestellungen zu den Hauptbereichen des Fragebogens:

Hauptbereiche des Fragebogens	**Zu beantwortende Fragestellung**
I. Begrüßung und Unternehmenskategorisierung	Unternehmenskategorisierung
II. Unternehmensziele und Einflussfaktoren auf die Preisgestaltung	F1 und F2
III. Preismanagement (Preisspielraum, Preisanpassung und –lagen, Preis- und Sortimentsentscheidung, Branche, Software)	F3 bis F7
IV. Abschluss	

Tabelle 4: Zuordnung der Fragestellungen zu den Hauptbereichen des Fragebogens

3.2.3. Datensammlung

Die Befragung fand vom 17.04.2012 bis zum 11.02.2013 statt. Insgesamt beantworteten 43 Teilnehmer die ersten beiden Fragen und 29 von ihnen beendeten den Fragebogen vollständig. Das entspricht einer Rücklaufquote von 8,31 %.

Die Befragten wurden zuerst gefragt, ob ihr Unternehmen eine Mitarbeiterzahl von 249 und einen Jahresumsatz von 50 Mio. € überschreitet. Diese Kriterien dienten zur Einteilung der Unternehmen in Großunternehmen und KMU (Tabelle 5).

Frage	Ja		Nein		Total	
	Abs.	in %	Abs.	in %	Abs.	in %
Hat Ihr Unternehmen mehr als 249 Mitarbeiter?	17	40%	26	60%	43	100%
Erzielt Ihr Unternehmen mehr als 50 Mio. € Jahresumsatz?	19	44%	24	56%	43	100%

Tabelle 5: Kategorisierung der Unternehmensgrößen aus der Befragung

Beide Kriterien müssen mit „Ja“ beantwortet werden, damit das Unternehmen zu den Großunternehmen gezählt wird. Es reicht aber aus, dass nur eines der beiden Kriterien mit „Nein“ beantwortet wird, um das Unternehmen zu den kleinen und mittleren Unternehmen zu zählen. Das Ergebnis zeigt, dass 39,53 % der befragten Firmen zu den Großunternehmen zu zählen sind und 60,47 % zu den kleinen und mittleren Unternehmen (Abbildung 2):

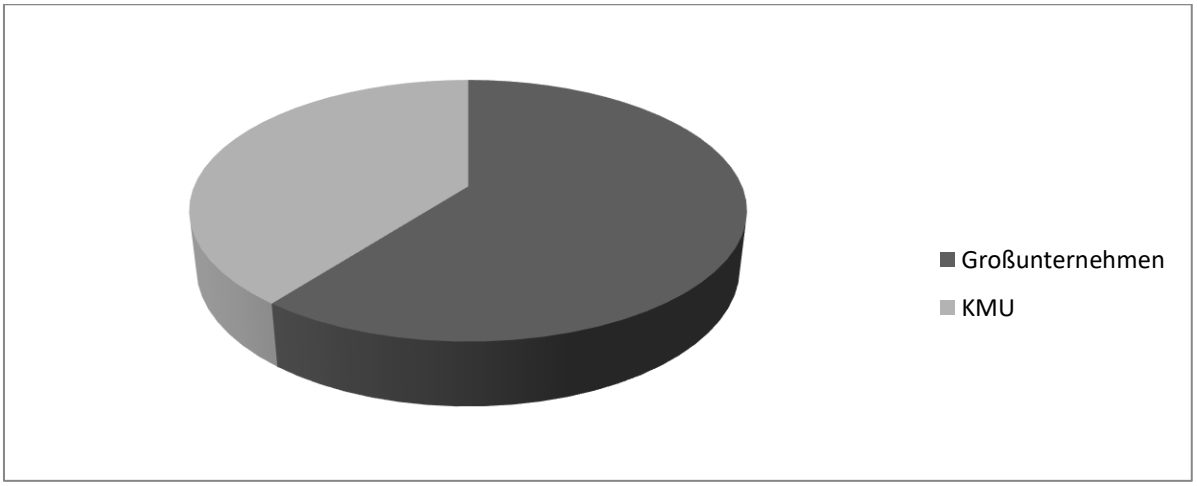

Abbildung 2: Verteilung von Großunternehmen vs. KMU

Die Teilnehmer wurden im Anschluss nach den für sie wichtigsten Unternehmenszielen gefragt. Aus sechs möglichen Zielen konnten maximal drei gewählt werden. Fünf der Unternehmensziele waren vorgegeben (*Umsatz*,

Deckungsbeitrag, *Kundenbindung*, *Image*, *Marktanteil*). Die Auswahl der Unternehmensziele erfolgte aufgrund der in Studien immer wiederkehrenden Ziele von Unternehmen. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, weshalb ein weiteres Feld (*Andere*) es den Teilnehmern ermöglichen sollte ein Ziel anzugeben, das nicht in der Vorauswahl zur Verfügung stand. In der Befragung wurde die Auflistung der Ziele für jeden Teilnehmer randomisiert, um die Befragten nicht durch eine vorher festgelegte Reihenfolge zu beeinflussen.

Zur Beantwortung der ersten beiden Fragestellungen (F1 und F2) wird im Folgenden analysiert, wie die Teilnehmer die Unternehmensziele gewählt und gewichtet haben:

F1: Wie gewichten Unternehmen unterschiedliche Unternehmensziele bei der Preisgestaltung?

F2: Unterscheidet sich diese Gewichtung zwischen KMU und Großunternehmen?

Das insgesamt am häufigsten gewählte Unternehmensziel war der *Umsatz* (37 Teilnehmer), gefolgt vom *Deckungsbeitrag* (29 Teilnehmer), der *Kundenbindung* (26 Teilnehmer), dem *Marktanteil* (21 Teilnehmer) und dem *Image* (9 Teilnehmer). *Andere* alternative Unternehmensziele wurden nicht genannt (Abbildung 3).

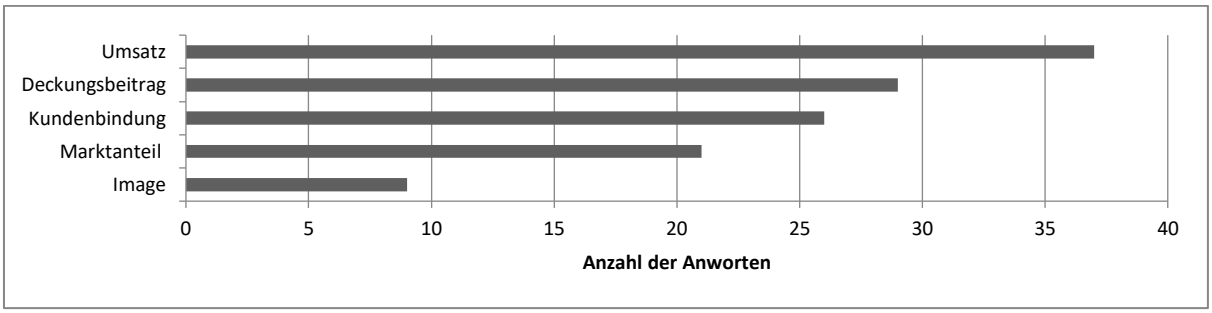

Abbildung 3: Ausgewählte Unternehmensziele aus der Befragung

Als Nächstes wurden die Befragten gebeten, die von ihnen genannten Ziele in eine Rangfolge zu bringen (Tabelle 6):

	Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Rang 6	Durchschnittsrang[12]
Umsatz	14	15	5	0	0	0	1,74
Deckungsbeitrag	12	6	7	1	0	0	1,88
Kundenbindung	5	11	6	1	0	0	2,13
Image	0	2	6	0	0	0	2,75
Marktanteil	5	4	10	0	0	0	2,26
Andere	0	0	0	0	0	0	0,00

Tabelle 6: Rangfolge der Unternehmensziele aus der Befragung

Aus Abbildung 4 ist zu entnehmen, dass der *Umsatz* am häufigsten auf den ersten Rang gewählt wurde und einen Durchschnittsrang von 1,74 erreichte. Der *Deckungsbeitrag* wurde am zweithäufigsten auf Rang eins gewählt und erzielte einen Durchschnittsrang von 1,88. Das Unternehmensziel *Marktanteil* wurde zusammen mit der *Kundenbindung* am dritthäufigsten auf den ersten Platz gewählt. Das Ziel *Marktanteil* erreicht einen Durchschnittsrang von 2,26 und die *Kundenbindung* einen Durchschnittsrang von 2,13.

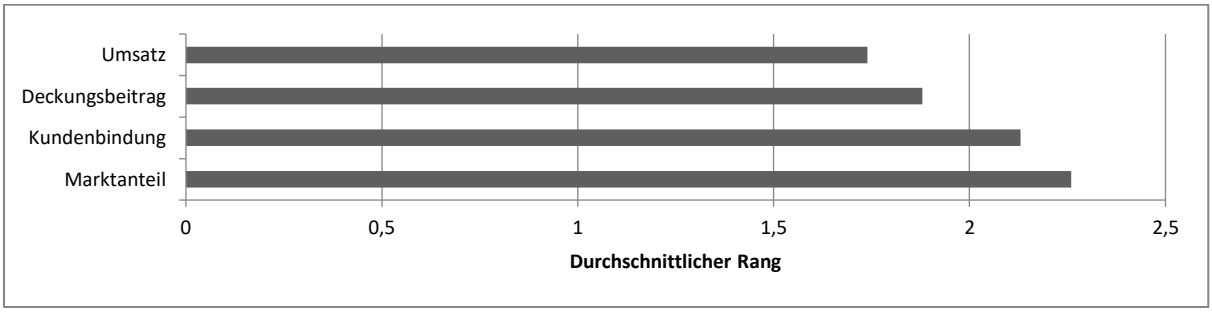

Abbildung 4: Ranking der Unternehmensziele aus der Befragung

Bei der Auswertung der Antworten unterscheiden sich die wichtigsten Unternehmensziele nach der Unternehmensgröße (Tabelle 7). Zwar ist für beide Unternehmensgruppen der *Umsatz* das am häufigsten gewählte Ziel, aber bei den folgenden Rängen zeigen sich Unterschiede. Bei den KMU wurde das Ziel *Kundenbindung* am zweithäufigsten gewählt, während bei den Großunternehmen das Ziel *Deckungsbeitrag* gewählt wurde. Auf Platz drei wurde bei den KMU das Ziel *Deckungsbeitrag* gewählt und bei den Großunternehmen das Ziel *Marktanteil*. Das Ziel *Marktanteil* kam bei den KMU auf Platz vier, während bei den Großunternehmen das Ziel *Kundenbindung* auf Platz vier gewählt wurde. *Image* wurde in beiden Gruppen am wenigsten gewählt.

[12] Der Durchschnittsrang entspricht dem arithmetischen Mittel eines Unternehmensziels.

	Umsatz		Deckungsbeitrag		Kundenbindung		Image		Marktanteil		Total	
	Abs.	in %	Abs.	in %	Abs.	in %	Abs.	in %	Abs.	in %	Abs.	in %
KMU	21	28%	17	23%	19	26%	4	5%	13	18%	74	100%
Großunternehmen	16	33%	12	25%	7	15%	5	10%	8	17%	48	10%

Tabelle 7: Unternehmensziele KMU vs. Großunternehmen aus der Befragung

In welcher Rangfolge die KMU und die Großunternehmen die einzelnen Unternehmensziele bewertet haben, zeigt Tabelle 8. Die Betrachtung der Rangfolgen der Unternehmensziele bestätigen die Unterschiede zwischen Großunternehmen und KMU, wie auch in der Abbildung 5 und 6 verdeutlicht wird.

KMU	**Rang 1**	**Rang 2**	**Rang 3**	**Rang 4**	**Rang 5**	**Rang 6**	**Durchschnittsrang**
Umsatz	8	9	3	0	0	0	1,75
Deckungsbeitrag	9	2	3	1	0	0	1,73
Kundenbindung	2	7	6	1	0	0	2,38
Image	0	2	1	0	0	0	2,33
Marktanteil	2	1	8	0	0	0	2,55
Andere	0	0	0	0	0	0	0,00
Großunternehmen	**Rang 1**	**Rang 2**	**Rang 3**	**Rang 4**	**Rang 5**	**Rang 6**	**Durchschnittsrang**
Umsatz	6	6	2	0	0	0	1,71
Deckungsbeitrag	3	4	3	0	0	0	2,00
Kundenbindung	3	4	0	0	0	0	1,57
Image	0	0	5	0	0	0	3,00
Marktanteil	3	3	2	0	0	0	1,88
Andere	0	0	0	0	0	0	0,00

Tabelle 8: Rangfolge der Unternehmensziele KMU vs. Großunternehmen aus der Befragung

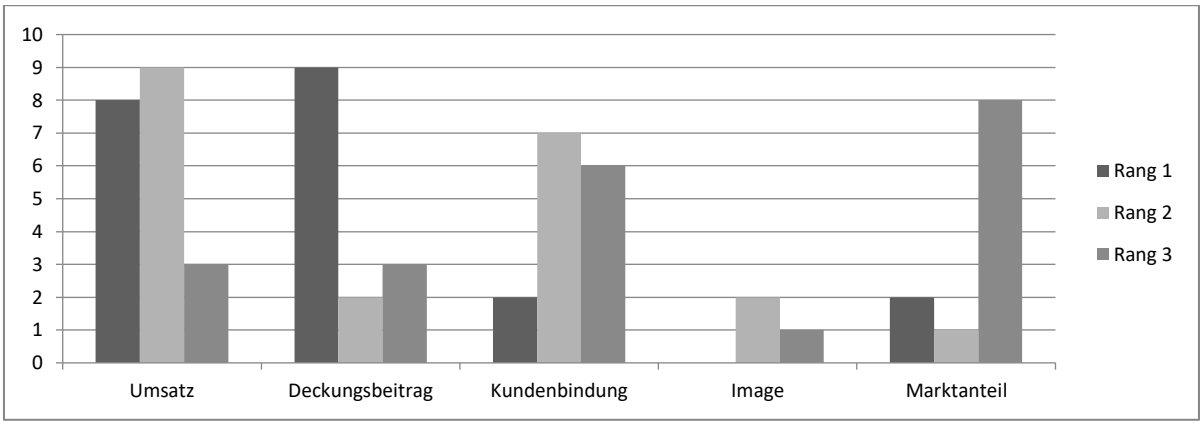

Abbildung 5: Rangfolge der Unternehmensziele von KMU aus der Befragung

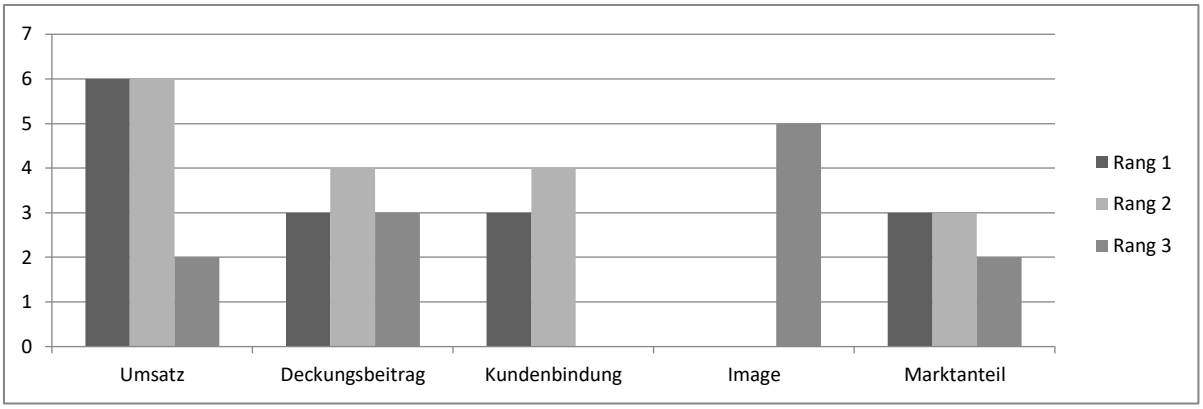

Abbildung 6: Rangfolge der Unternehmensziele von Großunternehmen aus der Befragung

Während bei den Großunternehmen der *Umsatz* am häufigsten auf den ersten Rang gewählt wurde, ist bei den KMU das Ziel *Deckungsbeitrag* am häufigsten auf den ersten Rang gewählt worden. Die Betrachtung der absoluten Zahlen zeigt, dass für die Großunternehmen der Umsatz eine sehr große Bedeutung hat, da dieser doppelt so viele Stimmen erhalten hat wie das am zweithäufigsten genannte Unternehmensziel. Bei den KMU dominiert das Ziel Deckungsbeitrag nicht so deutlich. Das Ziel Umsatz hat nur eine Stimme weniger erhalten. Somit scheint aber die Kostensicht eine größere Bedeutung bei den KMU zu haben als bei den Großunternehmen.

Auf den zweiten Rang wurde bei beiden Gruppen am häufigsten der *Umsatz* gewählt. Unterschiede gibt es dann erneut bei dem dritten Rang. Die Großunternehmen wählten hier das *Image* am dritthäufigsten und die KMU das Ziel *Marktanteile*. Die stärkere Gewichtung des Images bei den Großunternehmen lässt vermuten, dass hier vor allem eine starke Marketingkomponente mit einfließt. Budget für besondere Marketingaktivitäten, die das Image eines Unternehmens fördern, ist eher bei den Großunternehmen zu vermuten, da die KMU im Allgemeinen weniger Ressourcen zur Verfügung haben.

Bei der Betrachtung des durchschnittlichen Rangs ergibt sich noch einmal ein anderes Bild. Hier hat bei den Großunternehmen die beste Platzierung die *Kundenbindung* mit einem Durchschnittsrang von 1,57. Auf Platz zwei befindet sich der *Umsatz* mit einem Durchschnittsrang von 1,71, während der *Marktanteil* mit einem Durchschnittsrang von 1,88 Platz drei belegt. Bei den KMU verändert sich das Bild auf den ersten beiden Rängen nicht. Hier ist der *Deckungsbeitrag* mit einem Durchschnittsrang von 1,73 vor dem *Umsatz* mit einem Durchschnittsrang von 1,75 platziert. Auf dem dritten Rang

landet das *Image* mit einem Durchschnittsrang von 2,33. Hierbei ist allerdings anzumerken, dass das vorherige drittplatzierte Unternehmensziel (Marktanteil) mit einem Durchschnittsrang von 2,55 nur geringfügig hinter dem Ziel Image liegt.

Da sich diese Arbeit insbesondere auf die kleinen und mittleren Unternehmen konzentriert, sind deren Ziele in diesem Zusammenhang wichtiger und finden primär Berücksichtigung in dem zu erstellenden Ansatz. Gemäß der vorhergehenden Auswertung sind dies vor allem die Ziele *Umsatz*, *Deckungsbeitrag* und *Marktanteil*. Das Ziel *Marktanteil* und nicht *Image* oder *Kundenbindung* wurde deshalb gewählt, weil es am häufigsten auf Rang drei gewählt wurde. Die durchschnittlichen Ränge der drei Ziele – Marktanteil, Image, Kundenbindung – liegen so dicht zusammen, dass die absoluten Werte in diesem Fall den Ausschlag gegeben haben. Des Weiteren ist es aufgrund limitierter Ressourcen bei den KMU wahrscheinlicher, dass sie das Ziel Marktanteil verfolgen und nicht das Ziel Image, da dies einen deutlich höheren Einsatz von Marketingressourcen bedeuten würde.

Für die Umsetzung lassen sich die Ziele Umsatz und Deckungsbeitrag mittels unternehmensinterner Daten ermitteln. Der Marktanteil lässt sich hingegen nur mittels externer Daten berechnen. Ein wichtiger Bestandteil hierbei sind die erzielten Absatzzahlen eines Unternehmens und die der Mitbewerber. Der Marktanteil eines Unternehmens lässt sich als prozentualer Anteil des Absatzvolumens vom Gesamtmarkt bezeichnen (Jung, 2006, S. 560). Für die Bestimmung des Marktanteils sind somit die Absatzzahlen eminent. Um einen Transfer in die Praxis so einfach wie möglich zu gestalten, konzentriert sich diese Arbeit auf die Absatzzahlen des zu betrachtenden Unternehmens als drittes Unternehmensziel. Somit werden für den zu erstellenden Ansatz in dieser Arbeit, die folgenden Unternehmensziele berücksichtigt:

1. *Umsatz*
2. *Deckungsbeitrag*
3. *Absatz*

In den nächsten Absätzen soll die dritte und vierte Fragestellung (F3 und F4) beantwortet werden:

F3: Wie stufen Unternehmen die Verwendung von Programmen zur Optimierung des Preismanagements ein?

F4: Gibt es hierbei Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen?

Die Unternehmen wurden gefragt, ob sie die Verwendung einer Software für das Preismanagement als nützlich erachten und ob sie eine Software verwenden. Die Teilnehmer sollten auf einer Likert-Skala (1 = gar nicht nützlich, 7 = sehr nützlich) angeben, wie nützlich sie die Verwendung einer Software für das Preismanagement finden. Die Frage nach der Bewertung der Nützlichkeit einer Preismanagementsoftware beantworteten insgesamt 22 Unternehmen. Das Ergebnis, aufgeteilt nach den Unternehmensgrößen, ist in Tabelle 9 dargestellt.

	Bewertung der Nützlichkeit einer Preismanagementsoftware
Gesamt	5,00
KMU	5,15
Großunternehmen	4,67

Tabelle 9: Nützlichkeit einer Preismanagementsoftware für Unternehmen aus der Befragung

Über alle Teilnehmer hinweg wird die Nutzung einer Software mit einem durchschnittlichen Wert von 5,00 auf der Likert-Skala bewertet. Ein leichter Unterschied ist zu erkennen, wenn die Antworten nach den Unternehmensgrößen geordnet werden. Hier wird ersichtlich, dass vor allem die KMU die Softwarenutzung mit einem durchschnittlichen Wert von 5,15 auf der Likert-Skala im Vergleich zu den Großunternehmen nützlicher einschätzen. Die Gruppe der Großunternehmen bewertet diese Frage im Durchschnitt mit einem Wert von 4,67.

Dieses Ergebnis erstaunt, wenn man berücksichtigt, dass es die KMU sind, die ihre Preisentscheidungen weniger datengetrieben und mehr aus dem Bauch heraus treffen. So gesehen hätte an dieser Stelle eine positivere Bewertung bei den Großunternehmen erwartet werden können. Dies kann auch ein Indiz für eine allgemeine Unzufriedenheit der Großunternehmen bei der Nutzung geeigneter Software sein.

Die Beantwortung der Frage, ob eine Software für das Preismanagement genutzt wird, ist in Tabelle 10 dargestellt. Diese Frage beantworteten insgesamt 19 Unternehmen. Die Mehrzahl der Unternehmen nutzt keine Preismanagementsoftware. Dies ist unabhängig von der Größe des Unternehmens.

	Ja		Nein		Total	
	Abs.	in %	Abs.	in %	Abs.	in %
Gesamt	4	21%	15	79%	19	100%
KMU	4	31%	9	69%	13	100%
Großunternehmen	0	0%	6	100%	6	100%

Tabelle 10: Nutzung einer Preismanagementsoftware von Unternehmen aus der Befragung

Es lässt sich festhalten, dass die befragten Unternehmen eine Software für das Preismanagement tendenziell als nützlich empfinden und dass die meisten keine nutzen. Dabei stufen die KMU eine Software nützlicher ein als Großunternehmen. Dies ist eine wichtige Erkenntnis für diese Arbeit, da das Ziel ist, einen Ansatz für kleine und mittlere Unternehmen zu entwickeln, welcher die Entscheidungen im Preismanagement optimieren kann.

Im Anschluss soll die fünfte Fragestellung (F5) beantwortet werden:

F5: Können die Unternehmen einen monopolistischen Preisspielraum schätzen?

Die Unternehmen wurden in der Befragung gebeten, ihren Preisspielraum einzuschätzen. Hierfür sollten sie jeweils ihren durchschnittlichen Spielraum zur Preiserhöhung bzw. –senkung in Prozent angeben, bei dem sie keine großen Absatzveränderungen erwarten würden. Anders ausgedrückt heißt es, dass es zu keinen signifikanten negativen oder positiven Kundenreaktionen kommt, wenn innerhalb dieses Preisspielraums die Preise verändert werden. Es beantworteten 25 Teilnehmer diese Frage. Das Ergebnis ist in Tabelle 11 dargestellt.

	Preiserhöhung in %	Preissenkung in %
Gesamt	4,86	8,95
KMU	5,81	11,08
Großunternehmen	3,17	6,63

Tabelle 11: Schätzung eines monopolistischer Preisspielraums in der Befragung

Die Unternehmen schätzen ihre Preise um +4,86 % erhöhen und -8,95 % senken zu können, ohne mit großen Absatzveränderungen rechnen zu müssen. Der Unterschied zwischen Großunternehmen und KMU ist vor allem bei der Ausprägung der Preisspielräume zu sehen (Abbildung 7). Während die kleinen und mittleren Unternehmen schätzen, dass sie ihre Preise im Durchschnitt um +5,81 % nach oben korrigieren können, sind es bei den Großunternehmen nur +3,17 %. Bei der Preissenkung ist der Unterschied noch deutlicher. Die KMU schätzen ihren

Preisspielraum im Durchschnitt auf 11,08 % und die Großunternehmen auf lediglich 6,63 %.

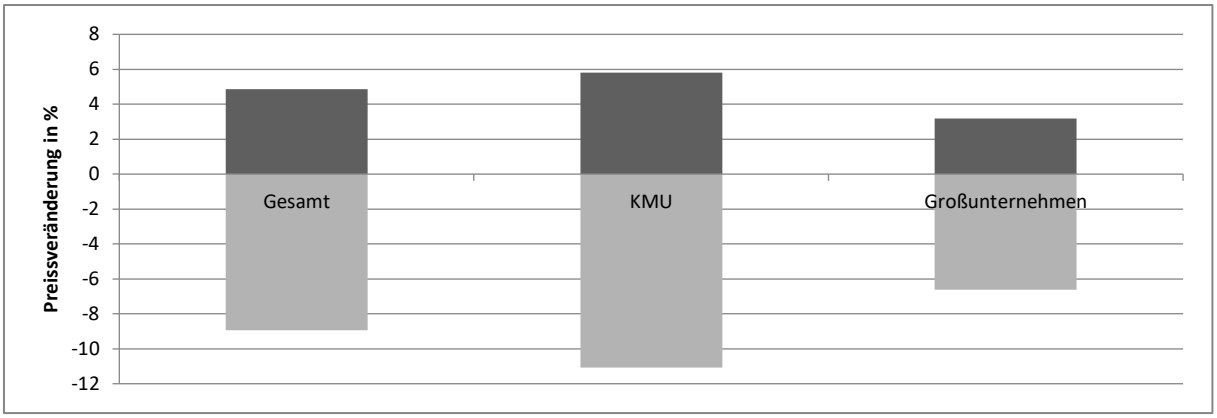

Abbildung 7: Preisspielraum nach Unternehmensgröße aus der Befragung

Somit ist festzuhalten, dass die Unternehmen davon ausgehen, dass sie einen Preisspielraum besitzen, innerhalb dessen sie ihre Preise verändern können, ohne mit deutlichen Absatzänderungen zu rechnen. In diesem Sinne glaubt jedes Unternehmen einen monopolistischen Aktionsraum zu besitzen, der von Preismanagementmodellen berücksichtigt werden sollte. Diese Erkenntnis sollte ebenfalls in dem zu entwickelnden Ansatz berücksichtigt werden. Zum einen, weil ein monopolistischer Preisspielraum ein wichtiger Bestandteil für die Preisbestimmung der Unternehmen ist, und zum anderen, weil eines der Ziele dieser Arbeit ist, die Erfahrungen der Manager in einen Optimierungsansatz zu überführen. Die Bestimmung des Preisspielraums ermöglicht dies.

Zum Schluss sollen die letzten beiden Fragestellungen (F6 und F7) beantwortet werden:

F6: Welche Einflussfaktoren gibt es für die Unternehmen bei ihrem Preisgestaltungsprozess?

F7: Wie unterscheiden sich diese Einflussfaktoren zwischen KMU und Großunternehmen?

Die Unternehmen wurden nach den Faktoren gefragt, die ihre Preisentscheidung am meisten beeinflussen. Den Teilnehmern wurde hierfür acht mögliche Faktoren zur Auswahl gegeben und die Möglichkeit eingeräumt, weitere Faktoren zu ergänzen, die nicht auf der Liste stehen. Die auszuwählenden Faktoren wurden für jeden Teilnehmer

randomisiert und die Befragten bewerteten die Einflussfaktoren auf einer Likert-Skala. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 dargestellt.

	Gesamt		KMU		Großunternehmen	
	Mittelwert	Anzahl	Mittelwert	Anzahl	Mittelwert	Anzahl
Historische Absatzzahlen	3,96	25	3,80	15	4,20	10
Gesammelte Erfahrungen	4,69	26	5,25	16	3,80	10
Einstandspreise	6,08	26	6,19	16	5,90	10
Wettbewerbspreise	4,92	25	4,93	15	4,90	10
Verbundeffekte zwischen Produkten	3,92	26	3,75	16	4,20	10
Konsumentenbedürfnisse	3,92	26	4,19	16	3,50	10
Eigene Marktposition	3,92	25	4,13	15	3,60	10
Weitere Kosten (ohne Einstandspreise)	4,96	26	4,81	16	5,20	10
Andere	5,83	6	5,25	4	7,00	2

Tabelle 12: Einflussfaktoren der Preisgestaltung aus der Befragung

Tabelle 12 zeigt, dass insbesondere die *Einstandspreise* mit einem durchschnittlichen Wert von 6,08 und die *weiteren Kosten (ohne Einstandspreise)* mit einem durchschnittlichen Wert von 4,96 eine wichtige Rolle für die Unternehmen spielen. An dritter Stelle stehen für die Teilnehmer die *Wettbewerbspreise* mit einem durchschnittlichen Wert von 4,92. Die Bewertung für den Faktor *Andere* blieb unberücksichtigt, weil nur sehr wenige Stimmen hierfür vergeben wurden. Siehe auch Abbildung 8 für eine Zusammenfassung der drei wichtigsten Faktoren.

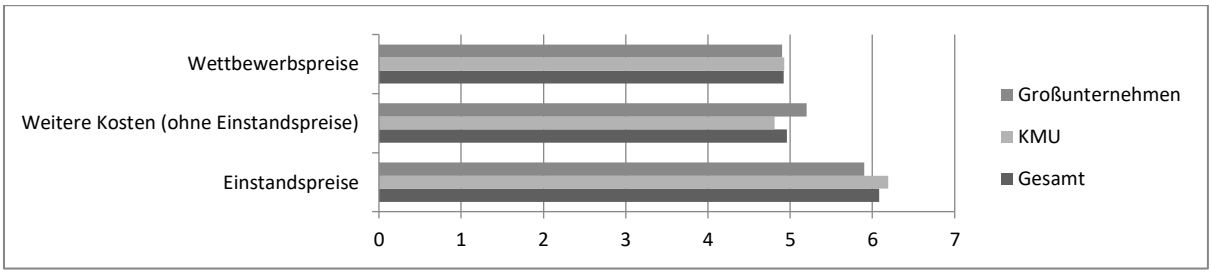

Abbildung 8: Rangfolge der Preiseinflussfaktoren aus der Befragung

Sowohl KMU als auch Großunternehmen bewerteten die *Einstandspreise* als den wichtigsten Einflussfaktor für die Preisgestaltung. Die Großunternehmen bewerteten allerdings *weitere Kosten (ohne Einstandspreise)* als zweitwichtigsten Faktor, während die KMU auf Rang zwei den Faktor *Gesammelte Erfahrungen* wählten. Am drittwichtigsten ist beiden Gruppen der Faktor *Wettbewerbspreise*.

Ein Unterschied zwischen den Großunternehmen und den KMU liegt in der Bewertung eines Faktors. Während KMU auf Ihre Erfahrungen setzen, berücksichtigen die

Großunternehmen verstärkt die Wettbewerbspreise bei ihren Preisentscheidungen. Erklärbar ist dies durch das Vertrauen der KMU auf ihre Erfahrung bei den Preisentscheidungen. Welche Einflussfaktoren von den Unternehmen als besonders wichtig eingestuft werden, sollte ebenfalls Berücksichtigung in dem Ansatz zur Optimierung des Preismanagements finden. Für diese Arbeit bedeutet es, dass die folgenden drei Einflussfaktoren in dem zu erstellenden Ansatz Berücksichtigung finden:

1. *Einstandspreise*
2. *Gesammelte Erfahrungen*
3. *Wettbewerbspreise*

3.2.4. Analyse und Schlussfolgerungen

Durch die Befragung konnten für die KMU Unternehmensziele identifiziert werden, die für die Unternehmen besonders wichtig sind. Es wurden die Ziele *Umsatz*, *Deckungsbeitrag* und *Marktanteil* genannt. Ebenso konnten Kosten, Einstandspreise und die Wettbewerbspreise als entscheidende Faktoren im Preisgestaltungsprozess identifiziert werden, wobei die KMU sich stark von ihren Erfahrungen leiten lassen. Die Orientierung an den gesammelten Erfahrungen bei Preisentscheidungen bestätigt die bereits in anderen Studien ermittelte Erkenntnis, dass bei den kleinen und mittleren Unternehmen subjektive Erkenntnisse bei Preisentscheidungen eine bedeutende Rolle spielen.

Ferner wurde festgestellt, dass die befragten Unternehmen eine Software für das Preismanagement als nützlich empfinden und dass die meisten keine nutzen. Es lässt sich also ein Bedarf an etwaigen Modellen erkennen, die dem hier zu ermittelnden entsprechen.

Die Befragung ergab weiterhin, dass die Unternehmen ihre Preise in einem bestimmten Rahmen erhöhen und auch senken können, ohne dass sie mit einer signifikanten Absatzveränderung rechnen. Somit können die Unternehmen einen monopolistischen Preisspielraum einschätzen. Tabelle 13 zeigt eine Zusammenfassung der ermittelten Erkenntnisse:

Fragestellung	Erkenntnis
F1: Wie gewichten Unternehmen unterschiedliche Unternehmensziele bei der Preisgestaltung?	Es konnten drei Primärziele identifiziert werden: *Umsatz*, *Deckungsbeitrag* und *Marktanteil*
F2: Unterscheidet sich diese Gewichtung zwischen KMU und Großunternehmen?	Es zeigen sich sowohl bei den Häufigkeiten als auch bei den erzielten Durchschnittsrängen Unterschiede.
F3: Wie stufen Unternehmen die Verwendung von Programmen zur Optimierung des Preismanagements ein?	Die Nutzung einer Software wird durchweg als tendenziell nützlich eingestuft.
F4: Gibt es hierbei Unterschiede zwischen KMU und Großunternehmen?	KMU stufen die Nutzung einer Software als nützlicher ein, als dies die Großunternehmen tun.
F5: Können die Unternehmen einen monopolistischen Preisspielraum schätzen?	Insgesamt kann ein monopolistischer Preisspielraum von den Unternehmen geschätzt werden. KMU schätzen diesen deutlicher größer ein als die Großunternehmen.
F6: Welche Einflussfaktoren gibt es für die Unternehmen bei ihrem Preisgestaltungsprozess?	Insbesondere die Einstandspreise, Kosten und Wettbewerbspreise konnten als wichtige Einflussfaktoren identifiziert werden.
F7: Wie unterscheiden sich diese Einflussfaktoren zwischen KMU und Großunternehmen?	KMU lassen sich von ihren gesammelten Erfahrungen leiten, während die Großunternehmen sich am Wettbewerbspreis stärker orientieren.

Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse der Befragung

Die hier gesammelten Erkenntnisse werden in den in dieser Arbeit zu entwickelnden Preisoptimierungsalgorithmus einfließen.

3.3. Zusammenfassung

Am Anfang des Kapitels wurden eine Definition für kleine und mittlere Unternehmen erarbeitet sowie Thesen vorgestellt, die die unterschiedlichen Bedürfnisse von Großunternehmen und KMU erklären.

Dieses Kapitel konnte ferner genutzt werden, die zweite und dritte Fragestellung der Arbeit aus Kapitel eins zu beantworten:

Was sind die wichtigsten Einflussfaktoren, die für den hier zu entwickelnden Optimierungsansatz benötigt werden, und gibt es bei diesen Einflussfaktoren Unterschiede zwischen großen sowie kleinen und mittleren Unternehmen?

Mithilfe einer explorativen Studie wurden im Anschluss tiefer gehende Erkenntnisse zum Preismanagementprozess bei KMU und Großunternehmen aufgedeckt. Es wurden wichtige Bestandteile für den hier zu entwickelnden Preisoptimierungsansatz herausgearbeitet. Hierzu gehören die wichtigsten Unternehmensziele, die mithilfe des Ansatzes optimiert werden sollen, sowie die wichtigsten Preisfaktoren, die den Preisentscheidungsprozess und somit auch den Ansatz maßgeblich beeinflussen.

Besonders interessant war die Erkenntnis darüber, dass ein Preisspielraum bei den Unternehmen vorhanden ist, der für eine Optimierung genutzt werden kann. Preisentscheider konnten eine Preisspanne schätzen, innerhalb derer der Preis variieren kann, ohne dass es zu deutlichen Absatzveränderungen kommt. Dieser monopolistische Preisspielraum wird für die Optimierung der Unternehmensziele in diesem Ansatz genutzt.

Im Folgenden wird ein alternativer Preisoptimierungsansatz entwickelt, der die in diesem Kapitel aufgeführten Besonderheiten der KMU berücksichtigt. Es werden die ermittelten Ziele und Faktoren einfließen sowie die Tatsache, dass bisherige Preisentscheidungen stark auf subjektiven Erfahrungen aufbauen. Tabelle 14 gibt eine Übersicht, welche Faktoren und Besonderheiten in diesem Algorithmus aufgrund der durchgeführten Studie berücksichtigt werden.

Zu berücksichtigende Unternehmensziele	Umsatz, Deckungsbeitrag, Marktanteil (Absatz)
Beeinflussende Faktoren bei dem Preismanagement	Kosten, Einstandspreise, Wettbewerbspreise, Erfahrungen
Weitere Faktoren	Monopolistischer Preisspielraum

Tabelle 14: Parameter zur Berücksichtigung im Ansatz

Nutzen Unternehmen bereits Preisoptimierungsmodelle oder lässt sich ein Bedarf für solche Lösungen feststellen und ist dieser wiederum unterschiedlich in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße?

In der Befragung wurde deutlich, dass vor allem KMU die Nutzung einer Preismanagementsoftware als nützlich empfinden und dass die Mehrzahl der Unternehmen bisher noch keine einsetzt. Somit zeigt dieses Ergebnis, dass es einen Bedarf an praktikablen Lösungen für kleine und mittelständische Unternehmen zu geben scheint. Dieser Bedarf soll mit der Entwicklung eines speziell für diese Zielgruppe entwickelten Preisoptimierungsansatzes in dieser Arbeit aufgegriffen werden.

4. Theoretische Entwicklung eines Evolutionären Algorithmen als Instrument zur Preisoptimierung für KMU im Handel

Die besondere Situation der mittelständischen Unternehmen, die im vorherigen Kapitel beschrieben wurde, erfordert wissenschaftliche Entscheidungshilfen, die die spezielle Situation der kleinen und mittleren Unternehmen berücksichtigen. In einer Studie von Van Bruggen, Smidts & Wierenga (1998) wurde gezeigt, dass der Einsatz von Modellen zur Unterstützung der Entscheidungsprozesse in einer deutlichen Verbesserung der Optimierungsergebnisse resultierte. Zu viele Informationen halten das Management von seiner wesentlichen Aufgabe ab, dem Treffen von Entscheidungen, da es vielmehr damit beschäftigt ist, die Daten und Informationen zu verarbeiten (van Bruggen, Smidts & Wierenga, 1998, S. 647).

Das größte Problem bei der Entwicklung von Managementmodellen, die in der Praxis angewendet werden sollen, ist nicht deren theoretische Erstellung, sondern diese so zu gestalten, dass sie zur Anwendung durch das Management kommen (Little, 2004, S. 1852). Viele der Forschungen, die sich mit Modellen zur Unterstützung der Entscheidungsprozesse beschäftigt haben, konzentrieren sich auf die Nutzung der aktuellsten Technologien und nur wenige berücksichtigen, dass die entwickelten Systeme zu den psychologischen Prozessen der Entscheider passen bzw. diese widerspiegeln (Hoch & Schkade, 1996, S. 51). Das ergab auch die Recherche aus Kapitel zwei.

Damit ein Modell in der Praxis genutzt wird, ist es wichtig, dass es einer Erweiterung oder Übertragung der Entscheidungsprozesses im Unternehmen gleicht (Little, 2004, S. 1843). Im vorherigen Kapitel wurde z. B. dargestellt, dass die Preisentscheider in mittelständischen Unternehmen sich verstärkt auf ihre Erfahrungen bei der Preisgestaltung verlassen. Ein Preisoptimierungstool, das für die Anwendung bei KMU entwickelt wird, sollte diese Entscheidungsgrundlage des Managements berücksichtigen.

Hierfür sprechen auch die Untersuchungen von Hoch & Schkade (1996, S. 63), Blattberg & Hoch (1990, S. 894 ff.) und Liby (1976, S. 12). Diese belegten, dass Manager sich besser und schneller auf veränderte Umweltsituationen einstellen

können, als dies mathematische Modelle können. Es konnte aufgezeigt werden, dass Prognosen, die mit Modellen generiert wurden, genauer zu sein scheinen als Prognosen, die ohne Modelle aufgrund von Erfahrungen getroffen wurden, aber eine Kombination aus Modell und Erfahrung eine noch genauere Prognose erlauben.

Für die Prognose ist eine Kombination von subjektiven Einschätzungen und mathematischen Modellen insbesondere sinnvoll, wenn die Datenqualität nicht gut ist oder Daten nicht vorhanden sind (Leeflang & Wittink, 2000, S. 5). Dies entspricht der Situation der kleinen und mittelständischen Unternehmen, die in den bisherigen Kapiteln aufgezeigt wurde. Zur Lösung des Optimierungsproblems bietet sich für diese spezielle Situation die Anwendung von Suchheuristiken als eine Alternative zur Lösung von Optimierungsproblemen an, wie bereits in Kapitel eins erwähnt wurde. Der hier zu erstellende Ansatz greift dafür auf Evolutionäre Algorithmen zurück.

4.1. Begriffsdefinition Evolutionäre Algorithmen

Die Basis der Evolutionären Algorithmen bildet die Evolutionsbiologie. Um die Funktionsweise dieser Algorithmen besser zu verstehen, werden im Folgenden kurz die natürlichen Prozesse beschrieben, auf die sie sich beziehen. Hierbei wird nur ein allgemeines Verständnis vermittelt und nicht im Einzelnen auf die Vorgänge in der Natur eingegangen (für eine detaillierte Erläuterung zur Vererbungslehre vgl. z. B. Bütikofer, Lüde, Hopf Rutz & Zürcher (2011)).

Eines der zentralen Bestandteile in der Vererbungslehre sind die *Chromosomen*. Diese liegen auf *Chromosomensätzen*, die bei Individuen häufig in zweifacher und identischer Form vorkommen (diploide Zellen) und aus jeweils einem Chromosomensatz der beiden Eltern bestehen (Bütikofer, Lüde, Hopf, Rutz & Zürcher, 2011, S. 15). Ebenso haben die *Gene* eine besondere Bedeutung. Vereinfacht ausgedrückt sind sie eine Einheit oder Teilstück der Chromosomen (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 69). Die Gene können verschiedene Ausprägungen haben, die als *Allele* bezeichnet werden (Bütikofer, Lüde, Hopf, Rutz & Zürcher, 2011, S. 12) und die das Erscheiungsbild eines Lebewesens bestimmen (Schöneburg,

Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 74). Die Vermehrung von höheren Lebewesen beruht auf dem Vorgang der Zellteilung. Bei diesem Vorgang werden die Chromosomen verteilt, woraufhin später die neuen Lebewesen entstehen (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, S. 53).

Neben diesen Grundbegriffen der Vererbungslehre bestimmen drei wesentliche Schritte den Evolutionsprozess, der mithilfe der Evolutionären Algorithmen simuliert wird. Die drei Hauptschritte sind die *Rekombination*, die *Mutation* und die *Selektion*. Aus Sicht der klassischen Evolutionstheorie handelt es sich bei der *Rekombination* um keine „echte“ Evolution, weil keine Neuerungen eingeführt werden, wie z. B. bei der Mutation, sondern lediglich bereits Vorhandendes neu kombiniert wird (Weicker, 2007, S. 11; Nissen, 1994, S. 9). Bei der Rekombination lassen sich zwei Typen der Zellteilung unterscheiden, die Mitose und die Meiose (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 53 ff.):

a) Die Mitose entspricht einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung, in dem die Chromosomen verdoppelt werden, wodurch zwei Zellen mit identischen Chromosomen entstehen.
b) Die Meiose hingegen ist die geschlechtliche Fortpflanzung und für das Verständnis der Evolution wichtiger. Bei diesem Typ der Zellteilung werden die Chromosomen durch das sogenannte Crossing-Over kombiniert. Bei diesem Vorgang werden Stücke von den Chromosomen der Eltern ausgetauscht. Welche Stücke ausgetauscht werden, d. h. die Größe des auszutauschenden Stückes, ist nicht fest vorgegeben und kann bei jedem Austausch unterschiedlich sein.

Mutationen sind spontan auftretende Veränderungen der Chromosomen ohne Zellteilung (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 77). In der Natur lassen sich kleine Mutationen wesentlich häufiger beobachten als große (Nissen, 1997, S. 160). Dies liegt vor allem daran, dass Mutationen auch auf Abschnitten des Chromosomensatzes stattfinden, die keine Bedeutung für die Ausprägung eines Gens haben (Weicker, 2007, S. 10; Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S 78 ff.).

Zur Simulation der Evolution lassen sich bei den Evolutionären Algorithmen vier Standardverfahren unterscheiden. Beim ersten Verfahren handelt es sich um die *Evolutionsstrategien (ES)*, die auf Ingo Rechenberg (1973) zurückgeht. Das zweite

Verfahren ist das der *Genetischen Algorithmen (GA)*, das maßgeblich von John Holland (1975) beeinflusst wurde. Innerhalb dieses Verfahrens gibt es noch eine Sonderform, die als *Genetische Programmierung (GP)* bezeichnet wird und das dritte Standardverfahren darstellt. Das vierte Verfahren ist die *Evolutionäre Programmierung (EP)*, welches maßgeblich von Fogel, Owens und Walsh (1967) beeinflusst wurde.

Diese Arbeit bezieht sich auf die Evolutionsstrategien und die Genetischen Algorithmen, weshalb auch nur diese beiden Hauptarten der Evolutionären Algorithmen im Anschluss kurz erläutert werden (für eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Verfahren Evolutionärer Algorithmen vgl. auch Nissen (1974)). Das Verfahren der Genetischen Algorithmen wurde für diese Arbeit gewählt, weil es die Hautpströmung der Evolutionären Algorithmen darstellt (Nissen, 1974, S. 33). Die Evolutionsstrategien bieten den Vorteil gegenüber den Genetischen Algorithmen, dass Lösungen nicht binär, sondern durch reelle Zaheln dargestellt werden (Zielke, 2003, S. 248). Ziel dieses Ansatzes ist es, nicht nur ein Unternehmensziel optimieren zu können, sondern mehrere Unternehmensziele zu berücksichtigen und so eine Summe Pareto-optimaler Lösungen zu finden. Die Darstellung der Lösung mittels Binär Codes kann dazu führen, dass kleine Veränderungen bei den Lösungen zu starken Veränderungen des Codes führen, was zu die Konvergenz von Genetischen Algorithmen erschwert (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 192 f.) Das Auffinden eines Pareto-Optimums wird bei größeren Sprüngen in den Lösungen der Rekombinationen dadurch erschwert.

4.1.1. Evolutionsstrategien (ES)

Das Buch *Evolutionsstrategie* von Rechenberg (1973) bildet die Grundlage für die Evolutionsmodelle, die unter dem Begriff Evolutionsstrategien (ES) zusammengefasst werden (Nissen, 1994, S. 17). In diesem Zusammenhang ist auch Hans-Paul Schwefel zu nennen, der zusammen mit Rechenberg maßgeblich an der Entwicklung der damals zugrunde gelegten Evolutionsmodelle beteiligt war (Lippe, 2006, S. 400).

Bei der Evolutionsstrategie wird die relevante Information in Vektoren reeller Zahlen dargestellt (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 147). Diese Vektoren repräsentieren die Chromosomen und sind einem Lebewesen oder auch Individuum gleichzusetzen.

Für die Evolutionsstrategie ist die Mutation das wichtigste Element und die Möglichkeiten der Rekombination werden zum Teil gar nicht oder nur wenig genutzt (Ohrt, 2008, S. 77). Bei der Verwendung der ES werden Nachkommen in der Regel so erzeugt, dass zum Ausgangsindividuum ein Zufallsvektor addiert wird, der einer Mutation entspricht und dadurch veränderte Nachkommen generiert (Weicker, 2002, S. 132). Zu beachten ist, dass die Stärke der Mutation eines Individuums, einer Normalverteilung unterliegt. D. h., dass kleine Veränderungen statistisch häufiger vorkommen als größere, was auch dem Geschehen in der Natur entspricht (Blume & Jakob, 2009, S. 29). Damit lässt sich die Mutation formal wie folgt beschreiben (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 174) (Formel 1):

$$X_{neu} = X_{alt} + N(0,\sigma)$$

Formel 1: Mutation bei den ES

<u>mit:</u>

$N(0,\sigma)$: Vektor von unabhängigen Gaußverteilten Zufallszahlen mit Mittelwert 0 und Standardabweichung σ.

X_{neu}: Nachkommen

X_{alt}: Eltern oder Ausgangsindividuum

Zu einem Individuum X_{alt} wird ein Vektor N addiert, der aus Zufallszahlen besteht, die einer Gaußverteilung folgen, einen Mittelwert und eine Standardabweichung haben. Demnach führen die Mutationen zu größeren und kleineren Werten als beim Ausgangsindividuum.

Eine wichtige Frage bei der Mutation ist die Schrittweite, mit der die Veränderungen vorangetrieben werden. Diese Schrittweite entspricht der Standardabweichung (Nissen, 1994, S. 142). Große Änderungen und demnach große Schrittweiten bewirken, dass der Algorithmus schnell in Richtung Optimum voranschreiten kann. Dieses schnelle Voranschreiten birgt allerdings auch die Gefahr, dass viele unnötige und zu große Schritte gemacht werden, wodurch der Prozess des Findens eines Optimums eventuell unnötig verlängert wird. Im Gegensatz dazu ist bei der Verwendung von kleinen Schrittweiten eine wesentlich konzentriertere Suche im Raum zu erwarten. Allerdings ist hier die Gefahr größer, dass der Algorithmus in einem lokalen Optimum stecken bleibt. Auf die Frage nach der richtigen Schrittweite gibt es

keine allgemeingültige Antwort (Weicker, 2002, S. 133), so dass sie für den zu entwickelnden Algorithmus angepasst werden muss.

Bei den Evolutionsstrategien werden verschiedene Populationsmodelle genutzt, bei denen mit mehreren Eltern und Nachkommen gearbeitet wird. Die wichtigsten bzw. gebräuchlichsten sind die *(μ+ʎ)-ES* und die *(μ,ʎ)-ES* (Kost, 2003, S. 128):

a) Die einfachste Form ist die sogenannte (1+1)-ES (Lippe, 2006, S. 402). Bei diesem Verfahren wird von einem Eltern-Individuum ausgegangen, welches verdoppelt wird und das Ergebnis das Kind-Individuum darstellt, das in einem zweiten Schritt mutiert wird. Das Individuum wird nach der Mutation mit dem Ausgangsindividuum, dem Eltern, verglichen. Das Individuum mit dem besseren Zielfunktionswert wird zum neuen Eltern bzw. zur Nachfolgegeneration und zur Erzeugung weiterer Nachkommen genutzt. Das andere Individuum wird nicht weiter berücksichtigt.

   Hier wird die Bedeutung der Mutation für diese Form der ES deutlich. Die Rekombination bleibt völlig unberücksichtigt. Nur die Mutation sorgt für ein Fortschreiten der Evolution.

b) Eine weiterentwickelte Form stellt die (μ+ʎ)-ES dar (Kost, 2003, S. 128). Der Unterschied zur vorherigen (1+1)-ES besteht darin, dass mehrere Individuen ausgewählt werden können. Sowohl für die Anzahl der Eltern (μ) als auch für die Anzahl der zu bildenden Nachkommen (ʎ) können mehrere Individuen ausgewählt werden. Eine (5+10)-ES bedeutet, dass aus fünf Eltern zehn Nachkommen gebildet werden und von diesen zehn Nachkommen, einschließlich der fünf Eltern, die besten fünf Individuen für die neue Elterngeneration bzw. Nachfolgegeneration ausgewählt werden.

   Für die Erzeugung der Nachkommen bzw. für die Mutation eines ausgewählten Eltern-Individuums wird per Zufall zwischen den Eltern ausgewählt, wobei für alle Individuen die gleiche Wahrscheinlichkeit angenommen wird. Auch die mehrfache Auswahl eines Individuums ist möglich.

   Ein besonderer Effekt bei diesem Vorgehen ist, dass die Qualität der Generationen im Allgemeinen nie schlechter wird, da die Nachkommen mit den Eltern verglichen und immer die besten für die Folgegeneration ausgewählt werden. Somit bleibt das beste Individuum der Population immer erhalten.

c) Da das zuvor beschriebene Vorgehen nicht für alle Anwendungen optimale Ergebnisse liefert, nämlich dann nicht, wenn es sich bei dem besten Individuum um ein lokales Optimum handelt, wurde dieses Verfahren erweitert.
Die (μ,ʎ)-ES hat den gleichen Ablauf, wie die zuvor beschriebene (μ+ʎ)-ES, nur mit dem Unterschied, dass bei der Bewertung und Auswahl der Individuen für die nachfolgende Elterngeneration (Nachfolgegeneration), die Eltern nicht berücksichtigt werden. Eine (5,10)-ES bedeutet, dass aus fünf Eltern zehn Nachkommen gebildet werden, aber nur von den zehn Nachkommen, die besten fünf Individuen für die neue Elterngeneration bzw. Nachfolgegeneration ausgewählt werden. Somit verbleiben gute Lösungen nicht immer in der Population, wodurch auch mit schlecht eingestellten Mutationsschrittweiten gute Weiterentwicklungen entstehen können (Nissen, 1997, S. 172). Allerdings besteht hier die Gefahr, dass auch ein konstanter Rückschritt der Evolution vollzogen werden kann, sodass am Ende die neue Generation (Nachfolgegeneration) schlechtere Zielfunktionswerte aufweist als die Ausgangsgeneration (Elterngeneration) (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 155 f.).

Bei den Evolutionsstrategien spielt der Selektionsdruck eine wichtige Rolle. Der Selektionsdruck ist das Verhältnis von Elterngeneration (μ) zu erzeugter Nachfolgegeneration (μ+ʎ) (Kost, 2003, S. 120). Je größer der Faktor (μ+ʎ) im Verhältnis zu dem Faktor (μ) ist, desto weniger Individuen werden von dieser Nachfolgegeneration in die neue Generation übernommen. Berechnet wird der Selektionsdruck mit der folgenden Formel (Kost, 2003, S. 120) (Formel 2):

$$SP = \frac{(\mu + \lambda)}{\mu}$$

Formel 2: Selektionsdruckberechnung

<u>mit:</u> $1 < SP < \infty$

Die Ausführungen zu dem Thema ES lassen erkennen, dass bei der Konstruktion einer ES viele Kombinationsmöglichkeiten bestehen und viele verschiedene Parameter („ʎ“, „μ“, „+“, „,“, „/“) eingestellt werden können. Die bisherigen Erläuterungen zeigen, dass die Mutation die zentrale Stellgröße bzw. die treibende Kraft bei der Optimierung mit Evolutionären Strategien ist. Dies ist zugleich auch das Problem dieser Verfahren. Der

Erfolg dieser Strategie hängt von der Einstellung der Mutation und der einzelnen Mutationsschrittweiten ab.

4.1.2. Genetische Algorithmen (GA)

Der Genetische Algorithmus lässt sich in sechs Schritten darstellen. Folgende Schritte können unterschieden werden (Nissen, 1994, S. 24 ff.):

1. Schritt: Bestimmung des Fitnesswertes
2. Schritt: Selektion
3. Schritt: Crossover
4. Schritt: Mutation
5. Schritt: Neue Population
6. Schritt: Abbruch des Algorithmus

Zu Schritt 1.: Der Fitnesswert eines Individuums bestimmt die Wahrscheinlichkeit, mit der das Individuum zur Erzeugung von Nachkommen herangezogen wird und kann auch als Selektionswahrscheinlichkeit betrachtet werden. Dies ist von der Bewertung des Individuums zu unterscheiden, da die Bewertungsfunktion angibt, wie nah es an dem Erreichen des Optimums ist (Kleine-Depenbrock, 1997, S. 191). Der Fitnesswert wird durch den Quotienten aus der Fitness einer Lösung und der Summer der Fitnesswerte aller Lösungen ausgedrückt (Zielke, 2003, S. 248)

Zu Schritt 2.: Bei der Selektion werden Eltern für den nächsten Schritt der Rekombination ausgewählt. Dies kann deterministisch oder stochastisch erfolgen, wobei für die stochastische Lösung ein „Ziehen mit Zurücklegen“ unter Berücksichtigung der Fitnesswerte erfolgt (Zielke, 2003, S. 248 ff.).

Zu Schritt 3.: Der dritte Schritt, das Crossover, bildet den Hauptschritt beim Genetischen Algorithmus.

Kommt es zu einem Crossover, wird ein Crossover-Punkt ausgewählt, der wiederum zufällig mittels einer Wahrscheinlichkeitsberechnung bestimmt wird. Durch diesen Prozess entstehen vier Teilstücke, wobei jeweils die Teilstücke vor oder hinter dem ausgewählten Crossover-Punkt ausgetauscht werden, sodass zwei neue Individuen bzw. Nachkommen entstehen. Diese Variante des Crossovers wird auch als

1-Punkt-Crossover bezeichnet (Petersohn, 2005, S. 208; Nissen, 1994, S. 57 f.) – Beispiel (Abbildung 9):

Eltern 1	1	1	0	0	1	0	1	1
Eltern 2	0	1	1	1	0	0	0	1
Kind 1	1	1	0	1	0	0	0	1
Kind 2	0	1	1	0	1	0	1	1

Abbildung 9: 1-Punkt-Crossover

Neben dieser einfachen Variante des Crossover gibt es noch weitere Varianten, wie z. B. das Mehrpunkt-Crossover, das Uniform-Crossover, das Shuffle-Crossover oder das Punctuated-Crossover, die im Folgenden ebenfalls an Beispielen kurz vorgestellt werden (Petersohn, 2005, S. 208 ff.; Nissen, 1994, S. 58 ff.):

Das *Mehrpunkt-Crossover* ist eine Erweiterung zum bereits vorgestellten 1-Punkt-Crossover, nur mit dem Unterschied, dass mehrere Punkte verwendet werden. In diesem Beispiel sind es zwei Punkte (Abbildung 10):

Eltern 1	1	1	0	0	1	0	1	1
Eltern 2	0	1	1	1	0	0	0	1
Kind 1	1	1	1	1	0	0	1	1
Kind 2	0	1	0	0	1	0	0	1

Abbildung 10: Mehrpunkt-Crossover

Bei dem *Uniform-Crossover* können die Bit-Werte der Eltern ebenfalls an mehreren Stellen ausgetauscht werden, um ein Kind zu erzeugen. Der Unterschied zum Mehrpunkt-Crossover ist, dass dieses Verfahren mit einem weiteren String aus „1“ und „0“, der sogenannten Maske arbeitet, die genauso lang ist, wie die Strings der Eltern und darüber bestimmt, welche Zahlen des Codes ausgetauscht werden. Als String wird der erzeugte Binär-Code bezeichnet, der ein Individuum repräsentiert.

Die Bits der Maske werden für jedes Crossover neu und zufällig generiert. Somit wird für jedes Bit der Elternstrings ein Wert generiert. Zeigt der Bit-Wert der Maske

beispielsweise eine „1“, werden für das eine zu erstellende Kind die Werte von Eltern 1 genommen und bei einer „0“ die Werte von Eltern 2 bzw. vice versa für das andere Kind – Beispiel (Abbildung 11):

Eltern 1	1	1	0	0	1	0	1	1
Eltern 2	0	1	1	1	0	0	0	1
Maske	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**
Kind 1	0	1	1	0	0	0	1	1
Kind 2	1	1	0	1	1	0	0	1

Abbildung 11: Uniform-Crossover

Die Variante des *Shuffle-Crossovers* ist eine Mischung aus den bisher vorgestellten Crossover-Varianten. In einem ersten Schritt werden die Positionierungen der Bits auf den Eltern-Strings nummeriert. Dies kann als eine Maske verstanden werden, die zusätzlich eingefügt wird. Danach werden die Positionen zufällig rolliert. Im darauf folgenden Schritt findet ein 1-Punkt- oder Mehrpunkt-Crossover statt. Das Verfahren wird abgeschlossen, indem die ausgetauschten Bits ihrer Nummerierung nach wieder in die ursprüngliche Reihenfolge gebracht werden – Beispiel (Abbildung 12):

Erster Schritt – Nummerierung:

Eltern 1	1	1	0	0	1	0	1	1
Eltern 2	0	1	1	1	0	0	0	1
Position	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

Zweiter Schritt – Vermischung der Positionen oder auch „Shuffle“:

Eltern 1	1	0	1	1	0	0	1	1
Eltern 2	1	1	1	0	1	0	0	0
Position	**2**	**4**	**8**	**1**	**3**	**6**	**5**	**7**

Dritter Schritt – Crossover (1-Punkt Crossover):

Eltern 1	1	0	1	1	0	0	1	1
Eltern 2	1	1	1	0	1	0	0	0
Position	**2**	**4**	**8**	**1**	**3**	**6**	**5**	**7**
Kind 1	1	0	1	1	1	0	0	0
Kind 2	1	1	1	0	0	0	1	1
Position	**2**	**4**	**8**	**1**	**3**	**6**	**5**	**7**

Vierter Schritt – „Unshuffle“:

Kind 1	1	1	1	0	0	0	0	1
Kind 2	0	1	0	1	1	0	1	1
Position	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

Abbildung 12: Shuffle-Crossover

Die letzte Variante, die hier vorgestellt wird, ist das *Punctuated-Crossover*. Bei diesem Verfahren wird für jedes Eltern ein Bitstring erzeugt, der an das Ende des ursprünglichen Strings angehängt wird und genauso lang ist wie der Elternstring. Damit verdoppelt sich die Länge des ursprünglichen Strings. Die Verteilung von „1“ und „0“ auf dem neuen String wird zufällig und für jedes Crossover neu gewählt. Jedes Bit auf dem neuen String steht für eine Bitposition auf dem ursprünglichen String. Der neue String wird von links nach rechts gelesen und gibt die Punkte für den Crossover an. Eine „1“ kann z. B. bedeuten, dass rechts von dieser Stelle ein Crossover stattfindet und bei einer „0“, dass kein Crossover stattfindet. Dieses Verfahren zur Bestimmung der Crossover-Punkte wird auch auf die neu angehängten Strings angewendet – Beispiel (Abbildung 13):

Eltern 1	1	1	0	0	**0**	**1**	**0**	**0**
	Elternstring				**Neuer String**			
Eltern 2	0	1	1	1	**0**	**0**	**0**	**0**
Kind 1	1	1	1	1	**0**	**1**	**0**	**0**
Kind 2	0	1	0	0	**0**	**0**	**0**	**0**

Abbildung 13: Punctuated-Crossover

Welche Variante zu bevorzugen ist, ist in der Literatur stark umstritten (Nissen, 1994, S. 58). Somit hängt die Wahl der Cross-Over-Variante vom Problem und dem genutzten Algorithmus ab. Es muss getestet werden, welche Variante für die jeweilige Situation am besten geeignet ist.

Zu Schritt 4.: Während bei den Evolutionsstrategien der Schritt der Rekombination stark vernachlässigt wurde, ist bei den GA die Mutation die stark vernachlässigte Komponente. Sie hat lediglich die Aufgabe, zu verhindern, dass Allele ganz aus einer Population verschwinden. Hierfür wird ein sehr kleiner Wahrscheinlichkeitswert p angenommen, der dazu dient, auszuwählen, ob ein bestimmtes Allel invertiert wird oder nicht. Die Mutation wird auf die im vorherigen Schritt erzeugten Nachkommen angewendet.

Zu Schritt 5.: Die hier beschriebenen Schritte zwei bis fünf werden so lange durchgeführt, bis die notwendige Anzahl von Individuen für eine Population erstellt ist. Bei der Verwendung von GAs werden häufig Populationen verwendet, die aus 30 bis 200 Individuen bestehen (Nissen, 1994, S. 24). Ist die Nachfolgegeneration komplett, fängt der Prozess wieder bei Schritt eins an.

Zu Schritt 6.: Dieser Prozess wiederholt sich, bis ein bestimmtes Abbruchkriterium erreicht ist:

- Erreichen einer bestimmten Lösungsgüte
- Keine Verbesserung der Werte über einen bestimmten Zeitraum
- Erreichen eines bestimmten Zeitintervalls
- Erreichen einer bestimmten Generationenzahl
- Etc.

Bei der Verwendung von GAs ist zu bedenken, dass durch den sehr kleinen Wahrscheinlichkeitswert für die Auswahl, ob ein Individuum mutiert oder nicht, die größten Veränderungen und Entwicklungen über das Cross-Over erzielt werden. Somit wird der dritte Schritt zur treibenden Kraft der hier vorgestellten Evolution. Bedingt durch den Selektionsmechanismus, der auf dem Fitnesswert der einzelnen Individuen basiert, können sich bestimmte Ausprägungen im Laufe der Zeit innerhalb einer Population durchsetzen und die Entwicklung kann dadurch schnell konvergieren.

Das wiederum impliziert, dass auf die Auswahl der Startpopulation große Sorgfalt gelegt werden muss bzw. dass hiervon bereits der Erfolg des Algorithmus abhängt.

Die Unterschiede zwischen den Evolutionsstrategien und den Genetischen Algorithmen sind noch einmal in der folgenden Tabelle 15 zusammengefasst (Zielke, 2003, S. 248):

	Evolutionäre Strategien	**Genetische Algorithmen**
Codierung	Reel (in Gleitkommadarstellung)	Binär
Optimierung	Zielfunktion und Mutationsschrittweite	Zielfunktion
Mutation	Steuerung durch Mutationsschrittweite	Untergeordnete Bedeutung
Crossover	Hohe Bedeutung	Hohe Bedeutung
Selektion	Deterministisch	Stochastisch

Tabelle 15: Gegenüberstellung Evolutionsstrategien und Genetische Algorithmen

Für die Entwicklung des Evolutionären Algorithmus in dieser Arbeit werden die Verfahren der Evolutionsstrategien und Genetischen Algorithmen verwendet. Deutlich wurde bei der Darstellung des Aufbaus der Algorithmen, dass es keine festen Werte für die einzelnen Elemente gibt. Welche Schrittweite beispielsweise bei der Mutation angenommen werden soll oder wie groß die Anzahl der Population sein soll, muss für den zu entwickelnden Algorithmus bestimmt werden. Welche Elemente mit welcher Ausprägung für den Ansatz dieser Arbeit genutzt werden, wird im kommenden Kapitel fünf ermittelt. Die nächsten Kapitel beschreiben zunächst das Schema des hier verwendeten Algorithmus.

4.2. Entwicklung eines Evolutionären Algorithmus zur Optimierung des Category Pricings bei KMU

Der Algorithmus in dieser Arbeit basiert in Teilen auf einen Algorithmus, der von Zielke (2003) entwickelt wurde. Ebenso wie bei Zielke (2003) stellt der hier zu entwickelnde Algorithmus eine Mischform verschiedener Varianten von Evolutionären Algorithmen dar. Die Codierung der Lösungen ist ebenfalls nicht binär und die Grundstruktur ist eine ähnliche. Unterschiede gibt es in der Ermittlung und Verwendung der einzelnen Parameter, wie beispielsweise bei der Anzahl der Individuen in der Start- und Folgepopulation, Selektion der Eltern, beim Crossover, bei der Mutation und beim

Abbruchkriterium. Zusätzlich wird dieser Algorithmus eine Mehrzieloptimierung durchführen können.

Für diese Arbeit werden sowohl Elemente der Genetischen Algorithmen als auch Elemente der Evolutionsstrategien verwendet. Ein entscheidender Grund für die Orientierung an den Evolutionsstrategien ist, dass bei ihnen die Vektoren durch reelle Zahlen repräsentiert werden können und nicht durch Binär-Codes mit der bereits angesprochenen Schwierigkeit.

Auf der anderen Seite ergaben Tests, dass insbesondere die Evolutionsstrategien schnell in lokalen Optima stecken bleiben (Schöneburg, Heinzmann & Feddersen, 1994, S. 233). Die Ursache hierfür ist beim starken Fokus auf die Mutation zu finden, was zu einer geringeren Durchmischung des Erbgutes führt und so die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass der Suchalgorithmus nicht aus einem lokalen Optimum herausfindet. Dies ist ein Grund dafür, dass in dieser Arbeit eine Mischung aus den Grundströmungen der Evolutionären Algorithmen gewählt wird. Es wird kein Schwerpunkt auf die Mutation gelegt.

Die Verwendung von reellen Zahlen und eine ausgewogene Nutzung der Mutation und Rekombination sollen das Risiko minimieren, dass der Algorithmus frühzeitig in einem lokalen Optimum stecken bleibt. Die Konsequenz dieser Entscheidung kann ein Ansteigen der Suchzeit sein.

Der Algorithmus ist in die folgenden Schritte unterteilt und orientiert sich dabei an dem bereits beschriebenen Schema aus dem vorherigen Kapitel:

1.) Erzeugung von Individuen für die Startpopulation
2.) Zielwertbestimmung der Individuen
3.) Fitnesszuweisung der Individuen
4.) Rekombination
5.) Mutation
6.) Selektion
7.) Abbruchkriterium

4.2.1. Erzeugung einer Startpopulation

Die Individuen der Startpopulation werden bis auf ein einzelnes Individuum, welches die Ausgangswerte beinhaltet, zufällig generiert, um einen möglichen Bias zu verhindern. Die Individuen in diesem Ansatz werden als Vektor reeller Zahlen dargestellt. Die einzelnen Zahlen, die einen Vektor ausmachen, sind die Preise der zu betrachtenden Artikel innerhalb einer oder mehrerer Kategorien.

Wie bereits am Anfang dieses Kapitels erläutert, kann die Zahl der Individuen einer Generation stark schwanken. Zudem gibt es keine allgemeingültige Anzahl, die für Evolutionäre Algorithmen zu wählen ist. Aus diesem Grund ist es wichtig, in verschiedenen Testreihen die Anzahl von Individuen zu bestimmen, mit der die besten Ergebnisse erzielt werden. Diese Tests werden im fünften Kapitel erstellt und ausgewertet.

4.2.2. Zielwertbestimmung für die Individuen

Die zu verwendenden Zielfunktionen werden durch die Unternehmensziele bestimmt. Während diese Ziele vielfältig sein können, konzentriert sich diese Arbeit auf drei Ziele, welche bei der Auswertung der durchgeführten Befragung aus Kapitel drei als die wichtigsten Unternehmensziele identifiziert wurden: Absatz, Umsatz und Deckungsbeitrag. Für jedes dieser Ziele wird eine Zielfunktion erstellt, die zu optimieren ist.

Zur Ermittlung der Absatzfunktion werden Expertenbefragung durchgeführt, mithilfe derer die Funktion geschätzt werden soll. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Absatzfunktion (x_i) als Funktion des Preises (p_i) darstellen lässt (Formel 3):

$$x_i = f(p_i)$$

Formel 3: Absatzfunktion

Grundsätzlich lassen sich vier Grundtypen von Preis-Absatzfunktionen unterscheiden, auf die in dieser Arbeit aber nicht im Einzelnen eingegangen werden soll (vgl. dazu z. B. Diller, 2008, S. 76 ff.; Simon, 1992, S. 100 ff.). Der hier vorgestellte Ansatz nutzt die doppelt-geknickte Preis-Absatzfunktion, die auf Gutenberg zurückgeht und im weiteren

Verlauf der Arbeit auch als Gutenbergfunktion bezeichnet wird. Der Verlauf dieser Funktion entspricht einer doppelt-gekrümmten Sinus Hyperbolicus Funktion (Formel 4) (Diller, 2008, S. 79):

$$x_i = \propto + \beta p_i + \gamma_1 \sinh[\gamma_2(\bar{p}_j - p_i)]$$

Formel 4: Doppelt-geknickte Preis-Absatzfunktion

<u>mit:</u>

$x_i = Absatz\ des\ \ Anbieters\ i$

$p_i = Preis\ des\ \ Anbieters\ i$

$\bar{p}_j = Durchschnittliches\ Preisniveau\ des\ Marktes$

$\propto, \beta, \gamma = Funktionsparameter;\ \alpha > 0;\ \beta < 0;\ \gamma > 0$

Der Grund für die Orientierung an der doppelt geknickten Preis-Absatzfunktion ist, dass diese Funktion einen unelastischen mittleren Bereich unterstellt. Dieser Teil der Funktion wird auch als monopolistischer Bereich bezeichnet (Diller, 2008, S. 79). Es wird angenommen, dass leichte Preisveränderungen nur zu geringen Absatzveränderungen führen und es bei größeren Preisveränderungen zu progressiv wachsenden Absatzveränderungen kommt. Dieser unelastische Preisbereich hat sich auch in der durchgeführten Studie aus Kapitel drei abgezeichnet. Die Befragten gaben alle einen Preisspielraum an, in dem sie mit keinen großen Absatzveränderungen rechnen. Dadurch liegt der Fokus bei dem hier zu erstellenden Ansatz auf dem mittleren bzw. monopolistischen Bereich der Funktion.

Weitere Überlegungen hierzu sind, dass bei Überschreitung einer bestimmten Preisober- oder -untergrenze kein Umsatz- oder Absatzeffekt die Preisänderungen kompensiert, da sich der Wettbewerb den Preisänderungen angepasst hat oder aber die Kunden zu einem Wettbewerber wechseln. Dies hat für die hier zu verwendende Funktion zur Folge, dass die Steigung vor oder nach den jeweiligen Preisgrenzen vernachlässigt werden kann. Die Höhe der Wechselbarriere kann hierbei von vielen Faktoren abhängen, wie z. B. dem Image des Unternehmens, besonderen Marken, die exklusiv vertrieben werden oder der Informationsgrundlage der Konsumenten etc.

Berücksichtigt wird dies dadurch, dass in dem monopolistischen Bereich die Konsumenten unterschiedliche Preisschwellen haben können, sodass in einem gewissen Maße Nachfrageänderungen zu erwarten sind. Auch Gutenberg ließ für den Monopolbereich der Funktion die Möglichkeit offen, dass es zu Kundenfluktuationen kommen kann, was durch die Annahme einer konstanten Steigung gelöst wird (Wied-Nebbeling, 1975, S. 211). Damit lässt sich der monopolistische Bereich der Preis-Absatzfunktion wie folgt umsetzen:

Je stärker sich der Preis eines Artikels (i) reduziert, desto größer ist in den meisten Fällen die Veränderung der Nachfrage zu diesem Artikel. Dargestellt wird dies, indem die Veränderung zwischen dem vom Algorithmus gesuchten neuen Preis $(p_{i,t})$ und dem Ausgangspreis (p_i) gemessen wird und mit dem Absatz des Artikels (x_i) zum Zeitpunkt vor der Preisänderung multipliziert wird. Somit lässt sich der neue Absatz $(x_{i,t})$ des Produktes formal wie folgt ausdrücken (Formel 5):

$$x_{i,t} = (1 - \frac{p_{i,t}}{p_i}) \cdot x_i$$

Formel 5: Preis-Absatzfunktion im Monopolbereich

<u>mit:</u>

$x_{i,t} = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung\ )$

$x_i = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ vor\ der\ Preisänderung$

$p_{i,t} = neuer\ Preis\ für\ Produkt\ i\ zum\ Zeitpunkt(t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$p_i = Ausgangspreis\ für\ das\ Produkt\ i$

Erweitert wird diese Formel durch die Berücksichtigung der Steigung im Monopolbereich. Da in diesem Ansatz eine konstante Steigung (γ_i) angenommen wird, fällt die Absatzänderung in Abhängigkeit von der Preisänderung und der Steigung stärker oder schwächer aus. Dies wird durch eine Multiplikation der zuvor ermittelten Preisveränderung mit der Steigung berücksichtigt. Der dadurch ermittelte Wert ergibt die relative Veränderung des Absatzes (Formel 6):

$$x_{i,t} = (1 + \gamma_i \left(1 - \frac{p_{i,t}}{p_i}\right)) \cdot x_i$$

Formel 6: Berücksichtigung der Steigung im Monopolbereich in der Preis-Absatzfunktion

<u>mit:</u>

$x_{i,t} = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt(t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$x_i = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ vor\ der\ Preisänderung$

$p_{i,t} = neuer\ Preis\ für\ Produkt\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$p_i = Ausgangspreis\ für\ das\ Produkt\ i$

$\gamma_i = Steigung\ der\ Preisfunktion\ im\ Monopolbereich\ für\ das\ Produkt\ i$

Die Preis-Absatzfunktion wird um die in Kapitel zwei angesprochenen Interdependenzen erweitert. Mit der Interdependenz wird die Wahrscheinlichkeit ($\propto_i$) dargestellt, mit der Kunden, die einen Artikel *j* kaufen zusätzlich den Artikel *i* kaufen (Formel 7):

$$x_{i,t} = \left(1 + \gamma_i \left(1 - \frac{p_{i,t}}{p_i}\right)\right) \cdot x_i + \sum_{j=1} \propto_i \cdot \left(1 + \gamma_j \left(1 - \frac{p_{j,t}}{p_j}\right)\right) \cdot x_j$$

Formel 7: Erweiterung der Preis-Absatzfunktion durch Interdependenzen

<u>mit:</u>

$x_{i,t} = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$x_i = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ vor\ der\ Preisänderung$

$p_{i,t} = neuer\ Preis\ für\ Produkt\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$p_i = Ausgangspreis\ für\ das\ Produkt\ i$

$\gamma_i = Steigung\ der\ Preisfunktion\ im\ Monopolbereich\ für\ das\ Produkt\ i$

$\propto_i = Wahrscheinlichkeit\ mit\ der\ Kunden, die\ Artikel\ j\ kaufen, auch\ den$

$Artikel\ i\ beziehen$

$x_j = Absatz\ des\ Produktes\ j\ zum\ Zeitpunkt\ vor\ der\ Preisänderung$

$p_{j,t} = neuer\ Preis\ für\ Produkt\ j\ zum\ Zeitpunkt\ (t) nach\ der\ Preisänderung$

$p_j = Ausgangspreis\ für\ das\ Produkt\ j$

$\gamma_j = Steigung\ der\ Preisfunktion\ im\ Monopolbereich\ für\ das\ Produkt\ j$

$j \neq i$

Zusätzlich werden die Auswirkungen von Preisänderungen bei sogenannten Eckartikeln mit einbezogen. Ein großer Teil der Kunden kauft vermehrt bei Unternehmen aufgrund ganz bestimmter Artikel ein, die als Eckartikel bezeichnet werden und Preisänderungen bei diesen Produkten finden starke Beachtung bei den Konsumenten (Diller, 2008, S. 131). Trotzdem kaufen diese Kunden eventuell noch weitere Artikel, wenn sie erst einmal einen Kauf im Geschäft tätigen. Veränderungen des Preises bei den Eckartikeln haben demnach starke Auswirkungen auf den Kauf der anderen Artikel im Geschäft. Da der Kunde im Allgemeinen nicht fähig oder willens ist, jederzeit einen vollständigen Preisvergleich aller angebotenen Artikel durchzuführen, nutzt er die Eckartikel als Referenzpunkte, um Rückschlüsse auf das Preisniveau des gesamten Unternehmens zu ziehen (Diller, 2008, S. 505). Dieser Effekt (β) fällt größer oder kleiner aus, je nachdem, wie groß der Einfluss dieser Eckartikel im Sortiment ist. Hier wird dieser Einfluss integriert, indem die zuvor berechnete Interdependenz verstärkt wird, wenn es sich um einen Eckartikel handelt. Formal lässt sich dies wie folgt darstellen (Formel 8):

$$x_{i,t} = (1+\beta_i) \cdot \left(1 + \gamma_i \left(1 - \frac{p_{i,t}}{p_i}\right)\right) \cdot x_i + \sum\nolimits_{j=1} (1+\beta_j) \cdot \alpha_i \cdot \left(1 + \gamma_j \left(1 - \frac{p_{j,t}}{p_j}\right)\right) \cdot x_j$$

Formel 8: Einbeziehung des Eckartikeleffektes

<u>mit:</u>

$x_{i,t} = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$x_i = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ vor\ der\ Preisänderung$

$p_{i,t} = neuer\ Preis\ für\ Produkt\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$p_i = Ausgangspreis\ für\ das\ Produkt\ i$

$\gamma_i = Steigung\ der\ Preisfunktion\ im\ Monopolbereich\ für\ das\ Produkt\ i$

$\propto_i = Wahrscheinlichkeit\ mit\ der\ Kunden, die\ Artikel\ j\ kaufen, auch\ den\ Artikel\ i$

$beziehen$

$x_j = Absatz\ des\ Produktes\ j\ zum\ Zeitpunkt\ vor\ der\ Preisänderung$

$p_{j,t} = neuer\ Preis\ für\ Produkt\ j\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$p_j = Ausgangspreis\ für\ das\ Produkt\ j$

$\gamma_j = Steigung\ der\ Preisfunktion\ im\ Monopolbereich\ für\ das\ Produkt\ j$

$\beta_i = Ausstrahlungseffekt\ des\ Eckartikels\ i\ auf\ das\ restliche\ Sortiment$

$\beta_j = Ausstrahlungseffekt\ des\ Eckartikels\ j\ auf\ das\ restliche\ Sortiment$

$\beta_{i,j} \geq 0$

$$j \neq i$$

Nachdem die Absatzfunktion entwickelt wurde, ergibt sich die Umsatzfunktion, indem der Absatz mit dem Preis $(p_{i,t})$ des zu betrachtenden Artikels (i) multipliziert wird (Formel 9):

$$U_{i,t} = x_{i,t} \cdot p_{i,t}$$

Formel 9: Umsatzfunktion

<u>mit:</u>

$U_{i,t} = Umsatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$x_{i,t} = Absatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$p_{i,t} = neuer\ Preis\ für\ Produkt\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

Zum Schluss wird der Deckungsbeitrag als Zielfunktion dargestellt. Für die Errechnung des Deckungsbeitrages ($DB_{i,t}$) werden von den erzielten Umsatzerlösen ($U_{i,t}$) die zugewiesenen variablen Kosten ($Kv_{i,t}$) abgezogen (von Känel, 2008, S. 323) (Formel 10):

$$DB_{i,t} = U_{i,t} - Kv_{i,t}$$

Formel 10: Deckungsbeitragsfunktion

<u>mit:</u>

$DB_{i,t}$
$= Deckungsbeitrag\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$U_{i,t} = Umsatz\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

$Kv_{i,t} = Variable\ Kosten\ des\ Produktes\ i\ zum\ Zeitpunkt\ (t)\ nach\ der\ Preisänderung$

Die Ausgangspreise und -absätze sowie die Kosten können aus internen Unternehmensdaten ermittelt werden. Für die Funktionsparameter α, β, γ (Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artiekl (∝), Ausstrahlungseffekt des Eckartikels β) und Steigung der Preisfunktion im Monopolbereich (γ)) wird auf eine Expertenbefragung zurückgegriffen. Die Arbeit orientiert sich an dem von Simon & Fassnacht (2009, S. 111) vorgestelltem Vorgehen für Expertenbefragungen:

Hierbei werden die Parameter α, β und γ für die Funktionen mittels einer Expertenbefragung geschätzt. Ob dies anhand rein subjektiver Faktoren vorgenommen wird oder mit detaillierten Datenerhebungen, soll hier nicht vorgegeben werden, sondern muss an die Verfügbarkeit der Ressourcen des jeweiligen Unternehmens angepasst werden. Entscheidungen hierzu sind somit im Einzelfall zu treffen und hängen von den Möglichkeiten des Unternehmens und seinen Mitarbeitern ab.
Im Anschluss werden die Einschätzungen diskutiert und überprüft. Ausreißer sollen hinterfragt und mit den Experten diskutiert werden. Aufgrund der Diskussion können die Aussagen angepasst werden. Dieser Prozess wiederholt sich, bis ein Gruppenkonsens erreicht ist.

Ein großer Vorteil der Expertenbefragungen ist, dass neue Marktsituationen und Veränderungen von den Befragten antizipiert werden können und somit in diesen Ansatz einfließen (Simon & Fassnacht, 2009, S. 113). Außerdem wurde herausgefunden, dass sich viele Entscheider beim Preismanagement auf ihre Erfahrungen verlassen und diese zur Preisentscheidung nutzen. Dies wird mithilfe der Expertenbefragung berücksichtigt und in diesen Ansatz integriert.

4.2.3. Fitnesszuweisung der Individuen

Die Zuweisung der Fitnesswerte wird in dieser Arbeit nach der Methode der reihenfolgebasierten Fitnesszuweisung vorgenommen. Bei dieser Methode werden alle Individuen (alle kalkulierten Preise) gemäß ihren Zielfunktionswerten sortiert. Die Sortierung erfolgt absteigend vom höchsten zum niedrigsten Wert. Dabei wird der Wert eines Individuums durch das Erreichen des errechneten Zielwertes bestimmt. Dieser ergibt sich durch das Einsetzen der einzelnen Variablen bzw. Preise des Individuums in die zuvor beschriebene Zielfunktion, wie im folgenden Beispiel erläutert wird (Tabelle 16).

	Zielfunktion 1	Gesamtranking
Lösung 1	Rang 1	1
Lösung 2	Rang 3	3
Lösung 3	Rang 4	4
Lösung 4	Rang 2	2

Tabelle 16: Beispiel - Ranking von Lösungen mit einem Ziel

In dem hier gewählten Beispiel belegt die Lösung 1 bei der Zielfunktion 1 den besten Platz (Rang 1). Um das Gesamtranking zu bestimmen, werden die einzelnen Ränge in absteigender Reihenfolge sortiert (Tabelle 17).

Lösungen	Gesamtranking
Lösung 1	1
Lösung 4	2
Lösung 2	3
Lösung 3	4

Tabelle 17: Beispiel - Sortierung Gesamtranking mit einem Ziel

Wird für die Optimierung mehr als ein Ziel verfolgt, muss der Gesamtwert eines Individuums anders bestimmt werden. Das gleichzeitige Optimieren mehrerer Ziele

erfolgt über die Erstellung von Pareto-optimalen Ergebniskombinationen. Das Pareto-Kriterium vergleicht verschiedene Alternativen miteinander und bringt diese in eine Rangfolge (Just, Heuth, & Schmitz, 2004, S. 15). Ein Pareto-Optimum ist dann gegeben, wenn durch bestimmte Maßnahmen kein Subjekt besser gestellt werden kann, ohne dass ein anderes schlechtergestellt wird (Cezanne, 2005, S. 211). Hierfür werden die verschiedenen Zielfunktionen zunächst einzeln optimiert und in einem nächsten Schritt miteinander verglichen. Die einzelnen Zielfunktionen können auch von den Unternehmen gewichtet werden, falls die einzelnen Ziele mit unterschiedlichen Prioritäten verfolgt werden. Dieser Prozess lässt sich in vier Schritte unterteilen:

1. Errechnen/Suchen der einzelnen Zielwerte
2. Ranking aller Werte für jedes zu optimierende Ziel
3. Addieren der einzelnen Rankingwerte zu einer Gesamtlösung
4. Ranking der Gesamtlösungen

Zunächst wird jedes Individuum pro Optimierungsziel bzw. Zielwert einzeln bewertet und gemäß seiner Größe absteigend sortiert, sodass für jedes zu optimierende Ziel ein Ranking entsteht. Das beste Individuum bekommt den Rang 1, das Zweitbeste den Rang 2 und so weiter (Tabelle 18). Erzielen die Individuen den gleichen Wert, erhalten sie den gleichen Rang.

	Zielfunktion 1	Zielfunktion 2	Zielfunktion 3	Gesamtwertung
Lösung 1	Rang 1	Rang 4	Rang 4	9
Lösung 2	Rang 3	Rang 2	Rang 3	8
Lösung 3	Rang 4	Rang 3	Rang 2	9
Lösung 4	Rang 2	Rang 1	Rang 1	4

Tabelle 18: Beispiel - Ranking von Lösungen mit mehreren Zielen

Diese Rankings werden genutzt, um das Individuum zu finden, das insgesamt die besten Werte erzielt hat. Dafür werden die erzielten Rankings jedes Individuums zusammengerechnet und die Individuen nach den Gesamtwerten absteigend sortiert, sodass der niedrigste Wert ganz oben steht (Tabelle 19).

Lösungen	Gesamtwertung
Lösung 4	4
Lösung 2	8
Lösung 3	9
Lösung 4	9

Tabelle 19: Beispiel - Sortierung Gesamtranking mit mehreren Zielen

Die absteigende Sortierung von kleinen zu großen Werten wird verwendet, weil der bestmögliche Wert für zwei zu optimierende Ziele eine zwei ist. Dies ist der Fall, wenn ein Individuum für beide Optimierungsziele die besten Werte erzielt und beide Male den ersten Platz erreicht. Da bei der Multiziel-Optimierung nicht ein absolut bestes Ergebnis erzielt wird, sondern ein Pareto-optimales Ziel, kann es passieren, dass Individuen den gleichen Gesamtrang belegen. So kann z. B. das Individuum A für den ersten Zielwert das beste Ergebnis erzielen und für den zweiten Zielwert das Zweitbeste. Das Individuum B erzielt genau die spiegelverkehrten Ergebnisse, sodass beide Individuen ein Gesamtergebnis von drei erreichen und somit gleich gewertet werden. Die gleiche Platzierung von Individuen hat für diesen Ansatz allerdings keine negativen Auswirkungen bzw. stört die weitere Optimierung der Zielfunktion nicht, da diese Arbeit für die Multi-Ziel-Optimierung das Prinzip der Pareto-optimalen Front nutzt. Es muss nicht eine einzelne Lösung geben, die gegenüber allen anderen zu bevorzugen ist, sondern es kann eine Vielzahl von Lösungen geben, die untereinander gleich zu bewerten sind. Sollte der Fall eintreten, dass es mehrere Lösungen mit dem gleichen Gesamtwert gibt, wird von dem Entscheider die Lösung gewählt, die subjektiv den größten Nutzen für ihn bietet. Für den Algorithmus wird die Variante verwendet, die im Ranking zuerst aufgeführt wird.

In dem hier gewählten Beispiel belegt die Lösung 4 bei der Zielfunktion 1 den Rang 2, bei der Zielfunktion 2 den Rang 1 und bei der Zielfunktion 3 ebenfalls den Rang 1. In allen Zielfunktionen, mit Ausnahme der Ersten, liefert somit die vierte Lösung im Vergleich zu den anderen Lösungen immer den besten Wert. An diesem Beispiel ist auch zu beobachten, dass zwei Lösungen beim Gesamtranking den gleichen Wert erzielen.

Nach dem Ranking erhält jedes Individuum einen Fitnesswert, der der Wahrscheinlichkeit entspricht, mit der das Individuum zur Erzeugung von Nachkommen ausgewählt wird. Für die Berechnung des Fitnesswertes bzw. für die

Zuweisung des Fitnesswertes orientiert sich diese Arbeit an der Formel von Pohlheim (2000, S. 18 f.) (Formel 11):

$$Fitness(Pos, Ind) = 2 - SP + 2 \cdot (SP - 1) \cdot \frac{(Pos - 1)}{(N_{ind})}$$

Formel 11: Reihenfolgebasierte Fitnesszuweisung

<u>mit:</u>

$Fitness(Pos, Ind) = Fitnesszuweisung\ auf\ Basis\ der\ Position\ eines\ Individuums$

$SP = Selektionsdruck[1{,}0\ 2{,}0]$

$Pos = Position\ eines\ Individuums. Das\ schlechtestes\ Individuum\ erhält\ den\ Wert\ 1$

$N_{ind} = Anzahl\ der\ Individuen\ im\ Selektionspool$

Für die Verwendung in dieser Arbeit wurde die ursprüngliche Formel angepasst. Anstelle des Nenners $(N_{ind} - 1)$ wird (N_{ind}) verwendet, um beim Einsatz von einer kleinen Anzahl von Individuen und einem Selektionsdruck < 2 die Dominanz des besten Individuums abzuschwächen. Hierdurch wird eine bessere Durchmischung erzielt und die Wahrscheinlichkeit eines Steckenbleibens in einem lokalen Optimum minimiert. Die Veränderung für große Anzahlen von Individuen ist minimal.

Der Evolutions- oder Selektionsdruck (SP) ist für die Zuweisung des Fitnesswertes und die Auswahl der Individuen für die Rekombination wichtig. Der Selektionsdruck kann bei dem hier verwendeten Ansatz zwischen 1,0 und 2,0 variieren. Bei der Verwendung eines Selektionsdrucks von 2,0 wird dem am schlechtesten platzierten Individuum der Wert 0,0 zugeordnet, mit der Konsequenz, dass es nicht im Rekombinationsprozess berücksichtigt wird und dass das Erbmaterial dieses Individuums für den Gesamtpool verloren geht. Bei einem Selektionsdruck von 1,0 hingegen haben alle Individuen die gleiche Wahrscheinlichkeit, für die Rekombination ausgewählt zu werden. Welcher Selektionsdruck für diesen Ansatz verwendet wird, wird in Kapitel fünf durch Tests ermittelt.

4.2.4. Rekombination

Der Schritt der Rekombination orientiert sich am Genetischen Algorithmus und dem Cross-Over. Während bei den Genetischen Algorithmen hauptsächlich mit Binär- oder Gray-Codierungen der Variablen gearbeitet wird, wird für den hier zu erstellenden Algorithmus ein Vektor aus reellen Zahlen genutzt. Damit können mögliche Schwächen, die bei der Nutzung einer Binär- oder Gray-Codierung entstehen, umgangen werden.

Bei der Rekombination und der daraus resultierenden Erzeugung der Kinder, werden immer zwei Eltern per Zufall ausgewählt und dieser Vorgang wiederholt sich pro neu zu erzeugendem Individuum. Die Auswahlwahrscheinlichkeit eines Eltern entspricht dabei maximal seinem Fitnesswert. Für die Auswahl von zwei Individuen zur Rekombination wird ein Zufallszahlengenerator verwendet. Die Wahl eines Individuums einer Generation entspricht somit der Wahrscheinlichkeit vom Ziehen einer Kugel aus einer Urne mit Zurücklegen. Je höher demnach der Fitnesswert ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass mit diesem Individuum auch mehr Nachkommen erzeugt werden.

Nachdem die Paare für die Rekombination bestimmt sind, werden als Nächstes der oder die Cross-Over Punkte bestimmt. Hierbei handelt es sich um den Punkt, an dem sich die Chromosomenstränge überlappen und die Erbinformationen ausgetauscht werden. Sind zwei Eltern ausgewählt, wird der Vektor, bestehend aus verschiedenen Preisen, für die die beiden Partner jeweils stehen, gegenübergestellt. Zusätzlich wird eine zufällige binäre Zahlenfolge erzeugt, die bestimmt, welcher Preis von welchem Eltern für die Erzeugung des Kindes genommen wird (1 = Eltern 1 und 0 = Eltern 2). Folgendes Beispiel soll den Vorgang verdeutlichen:

Eltern 1 – Preisvektor = (2 €; 4 €; 3 €; 7 €)

Eltern 2 – Preisvektor = (7 €; 1 €; 6 €; 9 €)

Zufallscode: 0101

	Artikel 1	Artikel 2	Artikel 3	Artikel 4
Eltern 1	2 €	4 €	3 €	7 €
Eltern 2	7 €	1 €	6 €	9 €
Zufallscode	0	1	0	1
	↓	↓	↓	↓
	Eltern 2	Eltern 1	Eltern 2	Eltern 1
Nachkomme	7 €	4 €	6 €	7 €

Tabelle 20: Codierung Rekombination

Der Nachkomme würde den Preisvektor (7 €; 4 €; 6 €; 7 €) repräsentieren (Tabelle 20). Es ist allerdings noch in Testreihen zu überprüfen, wie viele Elemente zwischen den Eltern ausgetauscht werden müssen, um ein neues Individuum zu erschaffen. Denkbar wäre auch, dass nur ein Preiselement ausgetauscht wird, wenn so bessere Ergebnisse erzielt werden.

Der hier zu erstellende Algorithmus orientiert sich damit an den beschriebenen Grundmechanismen der biologischen Evolution. Die Rekombination ist zufallsgesteuert, gehorcht aber gewissen statistischen Gesetzmäßigkeiten. Es ist gewährleistet, dass die Individuen mit einem hohen Fitnesswert auch mit einer größeren Wahrscheinlichkeit und damit häufiger für die Rekombination ausgewählt werden.

4.2.5. Mutation

Bei der Konfiguration der Mutation ist die Einstellung der Schrittweite, mit der die Veränderungen vorangetrieben werden, von großer Bedeutung. Die Schrittweite steht für das Ausmaß der Mutation, je nachdem ob große oder nur kleine Veränderungen bei den Individuen erzeugt werden. In diesem Ansatz entspricht die Schrittweite der Standardabweichung bei der Annahme einer Normalverteilung der Mutationen, sodass kleinere Mutationen häufiger vorkommen, wie dies auch in der Natur der Fall ist und zuvor bereits beschrieben wurde. Da sich die Frage nach der richtigen Mutationsschrittweite nicht so leicht beantworten lässt, sind weitere Tests nötig, um die für diesen Ansatz geeignete Schrittweite zu ermitteln. Diese werden im folgenden Kapitel fünf durchgeführt.

Der Schritt der Mutation konzentriert sich bei dem hier zu erstellenden Algorithmus auf die durch die Rekombination erzeugte Kindergeneration und nicht auf die Elterngeneration. Die Veränderung erfolgt in diesem Ansatz nicht durch Addition, sondern durch Multiplikation mit einer Zahl, die normalverteilt um den Wert „1“ schwankt. Dabei folgt die Zufallszahl einer Gauß-Verteilung um den Wert „1“ mit einer Standardabweichung von „σ“. Durch die Wahl des Mittelwerts „1“ sind die Veränderungen um den zu verändernden Preis normalverteilt.

Jedes Individuum, das aus der Rekombination entstanden ist, wird mutiert. Der gesamte Prozess der Mutation soll an folgendem Beispiel noch einmal verdeutlicht werden:

1) Ausgangsdaten des Kindes: (1 €; 2 €; 9 €;8 €)
2) Zufallszahl zur Bestimmung des Preises, der verändert wird: 1 → der erste Preis des Vektors wird verändert.
3) Zufallszahl, die bestimmt, mit welcher Zahl der ausgewählte Preis multipliziert wird: 1,1
4) Mutierte Generation: (1,10 €; 2 €; 9 €; 8 €)

4.2.6. Populationskonzept

Das Finden eines entsprechenden Populationskonzeptes ist eine weitere Aufgabe bei der Erstellung eines Evolutionären Algorithmus. Häufig muss zwischen einer kleinen Population, die eventuell schneller konvergiert und einer großen Population, die nicht so schnell konvergiert, dafür aber eine wesentlich größere Rechenzeit beansprucht, entschieden werden.

Das am meisten genutzte Verfahren ist das der zufälligen Auswahl von Individuen (Blume & Jakob, 2009, S. 49). So erfolgt auch in dieser Arbeit die *Initialisierung der Startpopulation* mittels eines Zufallsprinzips. Möglich ist aber auch die gezielte Auswahl von Individuen oder die Kombination der Verfahren.

Damit die besten Lösungen für die erzeugten Generationen aufgrund der Selektion nicht verloren gehen, haben sich bestimmte Verfahren etabliert, die besonders auf die besten Individuen einer Generation Rücksicht nehmen. Dies geschieht bereits bei der

Auswahl der Individuen für die Rekombination und Zeugung von Nachkommen. Die besten Lösungen besitzen höhere Fitnesswerte, womit eine größere Wahrscheinlichkeit gegenüber den anderen Individuen besteht, für die Rekombination gewählt zu werden. Dennoch existiert eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass die besten Lösungen bzw. Individuen nicht ausgewählt werden und damit für die Nachfolgegeneration verloren gehen können. Das kann zum einen zur Folge haben, dass der Suchprozess verlangsamt wird oder aber zum anderen, dass die Wahrscheinlichkeit steigt, das globale Optimum nicht zu finden.

Für die Erzeugung neuer Populationen orientiert sich dieser Ansatz an dem (μ/ρ+ʎ)-Konzept der Evolutionären Strategien. Aus der erzeugten Elterngeneration *(μ)* werden Paare *(ρ+ʎ)* ausgewählt, die mittels Rekombination eine Nachfolgegeneration erzeugen. Die daraus entstehende Generation von Kindern wird in einem nächsten Schritt mutiert. Die Kindergeneration wird unverändert beibehalten und die mutierte Generation kommt hinzu. Bei dem hier zu entwickelnden Algorithmus wird dadurch mit drei Generationen gearbeitet: Eltern-, Kinder- und Mutantengeneration. Das Ziel besteht darin, zusätzliche Vielfalt im Evolutionsprozess zu schaffen, die sowohl von der Rekombination als auch von der Mutation herrührt. Somit lässt sich das hier zu verwendende Populationskonzept formal wie folgt darstellen (Formel 12):

$$Po = (\mu + \lambda + \gamma)$$

Formel 12: Populationskonzept des Ansatzes

<u>mit:</u>

$Po = Gesamtpopulation$

$\mu = Elterngeneration$

$\lambda = Mutantengeneration$

$\gamma = Kindergeneration$

Der Vorteil bei diesem Vorgehen ist, dass die ursprüngliche Vielfalt der Startpopulation erhalten und der anfangs abgesteckte Suchraum möglichst breit bleibt. Aus den drei

Generationen wird eine Anzahl *n* von Individuen mit den besten Fitnesswerten ausgesucht. Die Zuweisung der Fitnesswerte folgt hier analog dem zuvor dargestellten Schema.

Es ist noch genauer zu überprüfen, wie sich das Populationskonzept im Detail darstellen lässt, um die Individuen für die Nachfolgegeneration auszuwählen. Aus diesem Grund werden im fünften Kapitel verschiedene Varianten von Populationskonzepten in mehreren Testreihen untersucht.

4.2.7. Abbruchkriterium

Wie schon erwähnt, gibt es verschiedene Abbruchkriterien für einen Algorithmus. Insbesondere bei der Beschäftigung mit Multi-Ziel-Optimierungen ist ein Abbruchkriterium wichtig, da nicht unbedingt eine einzelne Lösung vorliegt, sondern es mehrere bzw. keine eindeutigen Lösungen gibt und stattdessen nur gute Näherungswerte erzielt werden können. Der hier entwickelte Algorithmus wird abgebrochen, wenn keine Verbesserung mehr festzustellen ist, d. h. , wenn sich die Werte der Individuen über eine bestimmte Anzahl von Generationen nicht mehr verändern. Findet keine Veränderung zwischen den neu errechneten Zielfunktionswerten der vorherigen und denen der neuen Generation statt, wird davon ausgegangen, dass keine Verbesserungen mehr stattfinden und ein Optimum bzw. ein Wert gefunden ist, der dem Optimum sehr nahe kommt. Für den Fall, dass es keine eindeutige Lösung für die Zielfunktion gibt, wird angenommen, dass der Algorithmus eine gute Lösung gefunden hat, wenn ein erreichter optimierter Zustand über eine bestimmte Anzahl von Generationen anhält, woraufhin er abgebrochen wird. Nach wie vielen Generationen der Abbruch erfolgt, wird ebenfalls noch in Testläufen ermittelt.

4.3. Zusammenfassung

Im vierten Kapitel wurden die Standardverfahren der Evolutionären Algorithmen sowie deren Vor- und Nachteile erläutert. Im Anschluss wurde vorgestellt, an welchen

Verfahren sich der Ansatz dieser Arbeit orientiert, und es wurde der grundlegende Ablauf des Evolutionären Algorithmus beschrieben. Zusammenfassend stellen sich die einzelnen Schritte des Algorithmus wie folgt dar:

1.) Erzeugung von Individuen für die Startpopulation (Elterngeneration) mittels Zufallsgenerator
2.) Zielwertbestimmung der Individuen anhand der Zielfunktion und der Unternehmensziele
3.) Fitnesszuweisung der Individuen (bei mehreren Zielen werden die einzelnen Zielwerte in eine absteigende Reihenfolge gebracht und die einzelnen Platzierungen zu einer Gesamtbewertung addiert; das Individuum mit den schlechtesten Zielwert erhält den Fitnesswert 0)
4.) Rekombination (Kindergeneration) – Pro Produkt wird eine Auswahl zweier Elternindivduen aus der Startpopulation getroffen; die Auswahlwahrscheinlichkeit entspricht dem relativen Fitnesswert der Individuen
5.) Mutation (Mutantengeneration) – Jedes Individuum der Folgegeneration (aus der Rekombination) wird mutiert
6.) Selektion
    Abbruchkriterium – Es ist keine Verbesserung des Gesamtzielwertes mehr möglich oder keine Verbesserung des Gesamtzielwertes nach einer bestimmten Anzahl von Generation

Wie die einzelnen Schritte des Algorithmus und die Bestimmung dessen Parameter im Einzelnen auszugestalten sind, wird im nächsten Kapitel in verschiedenen Testreihen ermittelt.

5. Kalibrierung des entwickelten Evolutionären Algorithmus

Nachdem der zu verwendende Algorithmus in seiner Grundstruktur dargelegt wurde, werden in diesem Kapitel die aus 4.2 beschriebenen Parameter der einzelnen Schritte kalibriert. Die Kalibrierung des Algorithmus erfolgt in Kooperation mit einem mittelständischen Handelsunternehmen, das die notwendigen Daten zur Verfügung stellt.

In diesem Kapitel wird ebenfalls darauf eingegangen, wie ein Fragebogen aussehen könnte, mit dem die noch fehlenden Funktionsparameter für die Zielfunktionen ermittelt werden können. Auch dieser Prozess wird in Kooperation mit dem mittelständischen Handelsunternehmen vorgenommen.

In den Interviews hat sich gezeigt, dass das Unternehmen nicht alle Funktionsparameter bestimmen kann. Allerdings konnte es helfen, den Fragebogen so zu gestalten, dass die Erhebung bei zukünftigen Befragungen vereinfacht wird. Trotzdem hatte es zur Folge, dass die Testläufe zur Kalibrierung der einzelnen Schritte des Algorithmus mit einer vereinfachten Zielfunktion stattfinden mussten. Nichtsdestotrotz kann das primäre Ziel dieses Kapitel erreicht werden, nämlich die Kalibrierung der einzelnen Schritte des Algorithmus.

Am Anfang dieses Kapitels wird noch einmal die Zielsetzung verdeutlicht. Im Anschluss daran wird der Prozess vorgestellt, der dazu diente, Unternehmen für eine mögliche Kooperation zu identifizieren und für dieses Projekt zu gewinnen. Danach wird der Fragebogen vorgestellt, der mit dem Unternehmen besprochen wurde und der für zukünftige Befragungen weiterentwickelt werden soll. Darauf aufbauend wird die Befragung dargelegt. Zum Schluss werden die Ergebnisse vorgestellt. Das sind die Ergebnisse der Befragung und die daraus resultierenden Anpassungen des Fragebogens sowie die Ergebnisse der Testläufe zur Bestimmung der Algorithmusschritte.

5.1. Zielsetzung

Das Hauptziel dieses Kapitels ist die Kalibrierung des Algorithmus und die damit verbundende empirische Entwicklung der noch zu bestimmenden Schritte, die in Kapitel 4.2. dargelegt wurden. Dieses Kapitel konzentriert sich auf die Entwicklung der folgenden Schritte:

1) Bestimmung der Startpopulation
2) Bestimmung des Selektionsdrucks
3) Bestimmung der Anzahl von Cross-Over Punkten für die Rekombination
4) Bestimmung der Mutationsschrittweite
5) Bestimmung des Populationskonzeptes
6) Bestimmung des Abbruchkriteriums

In Kapitel 4.2 wurde bereits bestimmt, wie die Zielwertbestimmung anhand der Zielfunktion und der Unternehmensziele (Schritt 2.) aus Kapitel 4.2) sowie die Fitnesszuweisung der Individuen (Schritt 3.) aus Kapitel 4.2) in diesem Algorithmus genutzt wird. Aus diesem Grund sind diese Schritte nicht noch einmal bei der empirischen Entwicklung aufgelistet. Stattdessen wird der Selektionsdruck bestimmt (Schritt 2), der für die Fitnesszuweisung notwendig ist.

Für die Fitnesszuweisung sind die noch fehlenden Zielfunktionsparameter aus Kapitel 4.2.2 (Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel ($\propto$), Ausstrahlungseffekt des Eckartikels (β) und Steigung der Preisfunktion im Monopolbereich (γ)) zu bestimmen. Mithilfe eines Fragebogens werden Einschätzungen von Experten zu diesen Funktionsparametern ermittelt. In diesem Prozess der Befragung sollen auch Informationen gesammelt werden, in welcher Art und Weise die notwendigen Parameter der Zielfunktion abgefragt werden können.

5.2. Auswahl des Unternehmens

Die Kalibrierung des Algorithmus wurde im Rahmen eines Praxis-Forscherprojektes in Kooperationen mit einem mittelständischen Handelsunternehmen durchgeführt.

Gefördert wurde dieses Projekt von dem KMU-Netzwerk[13] der Georg-August-Universität Göttingen in Verbindung mit dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)[14]. Aus diesem Grund kamen für diese Studie nur mittelständische Unternehmen aus dem Bundesland Niedersachsen in Frage. Zur Bestimmung potentieller Unternehmen wurde im ersten Schritt eine Internetrecherche durchgeführt. Hierbei dienten die in Kapitel 3.1 genannten Kriterien für KMU als Richtlinien für die Auswahl möglicher Teilnehmer.

Die identifizierten Unternehmen wurden per E-Mail kontaktiert. In der E-Mail wurde das Vorhaben des Interviewers und die Rolle der Unternehmen bei einer Teilnahme beschrieben. Außerdem wurde angeboten, ein Telefongespräch oder ein persönliches Treffen zu vereinbaren, um das Forschungsprojekt im Detail zu erläutern und Fragen zu beantworten sowie die am besten geeigneten Ansprechpartner innerhalb der Unternehmen festzulegen. Die anschließenden persönlichen Treffen bzw. Telefongespräche dienten dem Interviewer auch dazu, herauszufinden, ob die identifizierten Unternehmen die weiteren notwendigen Kriterien erfüllen, um an den Studien teilzunehmen. Hierbei kam es vor allem auf die folgenden Punkte an:

a) Das Unternehmen sollte ein Handelsunternehmen sein, da dieser Ansatz mit dem Schwerpunkt auf Handelsunternehmen entwickelt wurde.

b) Die Preisgestaltung des Unternehmens sollte auf den Erfahrungen des Managements basieren, da in den Algorithmus diese Erfahrungen berücksichtig werden sollen.

c) Das Unternehmen sollte ein kleines oder mittelständisches Unternehmen aus der Region Niedersachsen sein, da dies eine Voraussetzung für die Teilnahme am Förderprojekt war.

Ausgewählt wurde ein mittelständisches Handelsunternehmen für Sportartikel, das die Preise für ihre Artikel auf Basis der langjährigen Erfahrung des Managements festlegt und seinen Hauptsitz in Niedersachsen hat.

---

[13] Das KMU-Netzwerk der Göttinger Graduiertenschule Gesellschaftswissenschaften (GGG) fördert die Kooperation zwischen Unternehmen aus dem Großraum Niedersachsen und Promovierenden der Georg-August-Universität Göttingen. (20.03.2011: http://www.uni-goettingen.de/de/101613.html)

[14] Fond zur Stärkung der wirtschaftlichen und sozialen Kohäsion in der EU. Finanziert werden unter anderem Infrastrukturen, insbesondere im Zusammenhang mit Forschung und Innovation. (20.03.2011: http://ec.europa.eu/regional_policy/funds/feder/index_de.htm)

5.3. Befragungsdesign zur Expertenbefragung

Im Vorfeld der Befragung wurden in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen acht Produkte aus der Kategorie Tischtennis für das Projekt ausgewählt, wobei jeweils zwei Artikel aus der gleichen Produktgruppe stammten. Die Produkte wurden von der Vertriebsleitung festgelegt. Von dem Unternehmen sollten bevorzugt solche Produkte ausgewählt werden, die miteinander in einem Kaufzusammenhang stehen, damit Interdependenzen berücksichtigt werden konnten. Die ausgewählten Artikel teilten sich wie folgt auf (Tabelle 21):

Produktgruppe 1: Tischtennisbälle		**Produktgruppe 2: Tischtennisnetz**		**Produktgruppe 3: Tischtennisschläger**		**Produktgruppe 4: Tischtennistisch**	
TB1: 6er Pack (Marke: Donic)	TB2: 7er Pack: 3 Bälle normal, 2 Jumbo-Bälle und 2 Elefanten-Bälle (Marke: Joola)	TN1: Eigenmarke	TN2: Eigenmarke	TS1: Marke: Joola	TS2: Eigenmarke	TT1: Eigenmarke	TT2: Eigenmarke

Tabelle 21: Produktauswahl zur Kalibrierung des Alogrithmus

In den Gesprächen vor der Befragung wurde deutlich, dass das Unternehmen keine gesonderten Eckartikel bestimmen kann. Dies hat Einfluss auf die zu bestimmende Zielfunktion und deren Parameter. Anstatt die Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel ($\propto$), den Ausstrahlungseffekt der Eckartikel (β) und die Steigung der Preisfunktion im Monopolbereich (γ) zu bestimmen, wird in diesem Fall nur die Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel ($\propto$) und die Steigung der Preisfunktion im Monopolbereich (γ) bestimmt. Der Ausstrahlungseffekt der Eckartikel (β) wird nicht bestimmt, aber das Unternehmen hilft bei der Formulierung der Fragen, die es ermöglichen, diesen Parameter bestmöglich festzulegen. Der Fragebogen wurde wie folgt gegliedert:

Zu Beginn wurde den Teilnehmern eine offene Frage gestellt, die nicht zur Bestimmung der genannten Funktionsparameter herangezogen werden kann, sondern als Einstiegsfrage diente. Das Ziel war, eine Verbindung zum Befragten herzustellen und den Einstieg in die Befragung zu erleichtern. Die Frage lautete:

Welche Faktoren berücksichtigen Sie bei der Preisgestaltung?

Im Anschluss an diese offene Frage wurde die Steigung der Preisfunktion im Monopolbereich (γ) abgefragt. Wie schon erwähnt, ist es unrealistisch anzunehmen, dass die Preiselastizität innerhalb dieses Bereiches immer vollkommen unelastisch ist, weshalb die Elastizität über die Marktposition des Unternehmens ermittelt wurde. Hierfür sollten die Teilnehmer schätzen, wie stark der Einfluss des Wettbewerbs auf das Kaufverhalten ihrer Kunden ist. Den Einfluss sollten sie auf einer Skala von 1 (hat gar keinen Einfluss) bis 10 (hat einen starken Einfluss) bewerten. Zur Ermittlung von (γ) und zur Nutzung in der Zielfunktion wird der Schätzwert (1-10) durch -10 geteilt (Formel 13). Der Wert $-\frac{1}{10}$ steht dann für eine Monopolstellung und somit für eine vollkommen unelastische Preiselastizität, der Wert -1 für eine proportional elastische Preiselastizität von -1.

$$Steigung\ der\ Preisfunktion\ im\ Monopolbereich\ (\gamma) = \left(\frac{Schätzung\ vom\ Einfluss\ des\ Wettbewerbs\ auf\ den\ Kunden}{-10}\right)$$

Formel 13: Bestimmung der Steigung der Preisfunktion im Monopolbereich (γ) für die Kalibrierung

Dieses Vorgehen wurde gewählt, um eine möglichst schnelle und einfache Bestimmung der Steigung von der Preisfunktion im Monopolbereich mittels Expertenbefragung zu erhalten. Die Annahme, die hier zu Grunde liegt, ist, dass es einen Zusammenhang zwischen Wettbewerbseinfluss und monopolistischem Preisspielraum des Unternehmens gibt. Diese Annahme wurde aufgrund der Gespräche mit dem Unternehmen getroffen. Auch wenn dieses Vorgehen mit dem Unternehmen abgesprochen ist und somit eine gute Möglichkeit zur Bestimmung des Parameters (γ) in dieser Arbeit bietet, sollte der aufgestellte Zusammenhang in weiteren Studien überprüft werden. Die Frage zur Bestimmung des Parameters (γ) lautete:

Wie stark ist aus Ihrer Sicht der Einfluss des Wettbewerbs auf das Kaufverhalten Ihrer Kunden? Wenn die Preise des Wettbewerbs über bzw. unter Ihren läge, wechseln dann viele Kunden? Bitte schätzen Sie diesen Effekt aus Ihrer Sicht auf einer Skala von 1 bis 10 ein (1 = hat gar keinen Einfluss; 10 = hat einen sehr starken Einfluss).

Im Anschluß an diese Frage wurde die Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel $(\propto)$ abgefragt. Es sollte geschätzt werden, wieviel Prozent der Kunden auch andere Artikel

zusammen mit dem einzuschätzenden Artikel kaufen und welche anderen Artikel gekauft werden. Die Frage hierzu lautete:

Wie viel Prozent der Kunden kaufen beim Kauf des Produktes A ,B, C … in Verbindung mit diesem Kauf auch andere Produkte und welche?

Da das Unternehmen keine Eckartikel benennen konnte, wurde versucht, diese indirekt über individuelle Preis-Absatz-Relationen für jedes Produkt zu bestimmen. Abgefragt wurde die prozentuale Veränderung der Kundenanzahl in Bezug zur prozentualen Veränderung des Preises. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Veränderung der Kundenanzahl der Veränderung der Verkäufe entspricht.

Die Befragten sollten zu jedem Artikel einschätzen, wie viel Prozent der Kunden weniger oder mehr kaufen würden, wenn der Preis des Artikels erhöht oder gesenkt wird. Die Einschätzungen sollten für 12 Preisänderungen vorgenommen werden (+1 %, +5 %, +10 %, +25 %, +50 %, +100% und -1 %, -5 %, -10 %, -25 %, -100 %). Die Frage lautete:

Wie viel Prozent der Kunden würden aus Ihrer Sicht weniger kaufen, wenn der Preis für Produkt A, B, C etc. um folgende Prozente verändert wird (erhöht oder gesenkt)?

Ziel dieser Frage war es, zusätzlich herauszufinden, ob die Teilnehmer auf Artikelebene detailierte Einschätzungen zur Veränderung der Preis-Absatz-Relation geben können. Wäre dies der Fall, könnten für jeden Artikel inviduelle Preis-Absatz-Relationen erstellt werden und nicht die wie bisher in Formel 11 – Kapitel 4.2.2 angenommene proportionale Veränderungen.

Zur Bestimmung eines monopolistischen Bereichs mussten auch die Preisunter- und –obergrenzen bestimmt werden, innerhalb derer das Unternehmen keine besonders starken Ab- oder Zuwanderungen seiner Kunden erwartet. Diese Grenzpunkte entsprechen den Wendepunkten der Gutenbergfunktion. In den Vorgesprächen wurde die Preisunter- und –obergrenze auf -10 % (Preisuntergrenze) und +10 % Preisobergrenze festgelegt. Die weiteren für diesen Ansatz notwendigen Variablen, wie Stückkosten und Absatz- und Umsatzmengen der letzten Monate, wurden von

dem Unternehmen bereitgestellt. Als Ziele für die Optimierung wurden von dem Unternehmen der Deckungsbeitrag und der Umsatz gewählt.[15]

5.4. Ablauf der Befragung

Für die ersten Telefongespräche oder persönliche Treffen wurde ein Zeitraum von 60 bis 90 Minuten geplant. Zur Befragung des Unternehmens wurden Manager ausgewählt, die bei der Preisfestlegung mitwirken und Erfahrung in Preisentscheidungen haben.

Für die Befragung hat die Geschäftsleitung des Unternehmens den Vertriebsleiter ausgewählt. Dieser ist aufgrund seiner Position und Erfahrung dem Senior Management zuzuordnen und kann laut der Geschäftsleitung die nötigen Parameter am besten benennen. Die Antworten des Teilnehmers basieren auf dessen Wissen und Erfahrungen.

Für die Befragung wurde ein Telefoninterview vereinbart. Der persönliche Kontakt ermöglicht dem Studienleiter, direkt mit dem Befragten zu interagieren und auf eventuelle Fragen oder drohende Missverständnisse sofort zu reagieren. Komplexe Fragestellungen können besser erläutert werden und sollte eine Frage nicht mit der für die Studie nötigen Qualität beantwortet werden, besteht die Möglichkeit, genauer nachzufragen.

Die Befragung per Telefon ermöglicht dem Teilnehmer die Wahrung einer gewissen Anonymität, was die Wahrscheinlichkeit zur Kooperation erhöht. Insbesondere Fragen nach Informationen, die als vertraulich bezeichnet werden könnten, werden von Befragten bei Telefoninterviews, bedingt durch die Abwesenheit eines Interviewers, in der Regel häufiger und bereitwilliger beantwortet (Zikmund, 2003, S. 208 f.). Des Weiteren ist diese Art der Befragung mit relativ niedrigen Kosten verbunden. Tritt der Fall ein, dass die gestellten Fragen an den Experten zu kompliziert sind bzw. so nicht

[15] Bei den Größen handelt es sich um Werte, die das Modell berechnet hat und nicht um tatsächlich erzielte Werte des Unternehmens. D. h. es handelt sich hier um Umsätze, Deckungsbeiträge und Absätze, die mit Preisen erzielt wurden, die vom Modell optimiert wurden und nicht mehr den Originalpreisen des Unternehmens entsprechen.

die Entscheidungsfindung in der Praxis wiedergeben, wird die Befragung vereinfacht, um genauere Werte zu ermitteln, die auch in der Praxis verwendet werden. Diese Veränderungen geschehen in Absprache mit dem Teilnehmer.

Das Telefoninterview mit dem Vertriebsleiter dauerte ca. 30 Minuten. Die Fragen wurden im Interview mit dem Beteiligten genauer diskutiert und erörtert. Damit wurde sichergestellt, dass die Fragestellungen richtig verstanden wurden und dass die Einschätzungen wohlüberlegte und begründete Prognosen der Parameter darstellen.

5.5. Darstellung der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Befragung und die Ermittlung der Anfangs erwähnten Schritte des Algorithmus dargestellt. Über die Befragung konnte die Zielfunktion erstellt werden, die für die Testdurchläufe des Algorithmus zur Bestimmung der einzelnen Schritte genutzt wird. Es werden pro Schritt insgesamt 10 Durchläufe mit bis zu 1.000 Generationen durchgeführt und aus diesen Zahlen ein Durchschnittswert ermittelt. Diese Durchschnittswerte werden zur Bewertung der unterschiedlichen Grundelemente herangezogen. Insgesamt wurden 180.000 Generationen mittels Algorithmen für die Bestimmung der Elemente des hier zu entwickelnden Algorithmus erzeugt. Zunächst werden die Ergebnisse der Befragung vorgestellt.

5.5.1. Ergebnisse der Befragung

Eines der Ergebnisse der Befragung war, dass die vorangestellte offene Frage zur Bestimmung der Faktoren, die primär die Preisentscheidungen beeinflussen, nicht zielführend war. Sie diente als Einstiegsfrage und sollte die Verbindung zum Befragten herstellen sowie einen leichten Einstieg in die Befragung ermöglichen. Da es im Vorfeld aber bereits Gespräche mit den Befragten und zu Beginn des Interviews eine kurze Einführung gab, war diese Frage überflüssig. Deshalb wird sie für kommende Befragungen entfernt.

Des Weiteren hatten die Befragten angegeben, dass der Einfluss des Wettbewerbs mit 9-10 zu bewerten sei. Nachdem die Antwort besprochen wurde, wurde die Antwort

noch einmal auf 10 korrigiert. Das schließt einen monopolistischen Preisspielraum aus. Es ist weiterhin aufgefallen, dass die untere Skala von 1 auf 0 geändert werden muss, da ansonsten kein vollkommenes Monopol dargestellt werden kann.

Festzuhalten bleibt, dass die Fragen zu spezifisch gestellt waren. Die Befragten wurden aufgefordert, detaillierte Einschätzungen zu jedem einzelnen Produkt abzugeben, das für den Test ausgewählt wurde. Dieses Vorgehen nahm sehr viel Zeit in Anspruch und wirkte sich dadurch negativ auf die Bereitschaft der Teilnehmer aus, an der Befragung zu partizipieren. Zum anderen konnten derart detaillierte Einschätzungen von dem Teilnehmer nicht abgegeben werden, sodass häufig nur Aussagen für ein Produkt getroffen werden konnten und diese Einschätzung auf alle anderen Produkte übertragen wurden. Um beispielsweise herauszufinden, welche Produkte zusammen gekauft werden, sollte der Befragte für jedes Produkt schätzen, wie viele der Konsumenten eines bestimmten Produktes A auch andere Produkte kaufen und welche. In der folgenden Tabelle 22 sind die Antworten des befragten Vertriebsleiter zu möglichen Kaufkombinationen dargestellt.

Produkt	Produkte die möglicherweise zusätzlich gekauft werden
Tischtennisbälle 1 (TB1)	Tischtennisschläger, Tischtennistisch
Tischtennisbälle 2 (TB2)	Tischtennisschläger, Tischtennistisch
Tischtennisnetz 1 (TN1)	Tischtennistisch
Tischtennisnetz 2 (TN2)	Tischtennistisch
Tischtennisschläger 1 (TS1)	Tischtennisbälle, Tischtennistisch
Tischtennisschläger 2 (TS2)	Tischtennisbälle, Tischtennistisch
Tischtennistisch 1 (TT1)	
Tischtennistisch 2 (TT2)	

Tabelle 22: Antworten des Befragten zu mögichen Kaufkombinationen für die Kalibrierung

Es zeigte sich insgesamt, dass der Teilnehmer Schwierigkeiten hatte, Einschätzungen zu den möglichen Kaufkombinationen abzugeben:

„Kaufkombination: Habe ich jeweils bei einem Artikel angegeben. Diese Kombination können wir aus dem System heraus so nicht ermitteln. Aber wir wissen, dass z. B. Tischtennisbälle so gut wie nie alleine gekauft werden.“ (Vertriebsleiter, 17.12.2009)

Die Kaufwahrscheinlichkeit von weiteren Produkten ($\propto$) konnte gar nicht angegeben werden:

„Die Verknüpfung der Kundendaten auf Artikelebene (wer Produkt A kauft, kauft auch B) ist aktuell so nicht möglich.“ (Vertriebsleiter, 01.07.2009)

Aus diesem Grund sollte für zukünftige Befragungen die Fragestellung und die Ermittlung des gesuchten Parameters (∝), die Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel, vereinfacht werden. Anstatt nach der prozentualen Anzahl der Kunden zu fragen, die weitere Artikel kaufen, wird in Zukunft nach den Artikeln gefragt, die zusammen gekauft werden. Die genaue Ermittlung von (∝) erfolgt mithilfe der Absatzzahlen.

Die Absatzzahlen der genannten Produkte werden in Relation zum Gesamtabsatz gesetzt. Diese Relationszahl entspricht dem Gewicht oder Einfluss, das das einzelne Produkt auf das ganze Sortiment hat und dient in dieser Arbeit als Schätzwert dafür, wie viele Kunden dieses Produkt zusätzlich kaufen würden. Eine große Absatzzahl bedeutet, dass dieser Artikel häufig gekauft wird. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass er auch in Verbindung mit den genannten Produkten gekauft wird (Formel 14).

$$\propto_i = \frac{X_i}{X}$$

Formel 14: Bestimmung der Kaufwahrscheinlichkeit ∝ für die Kalibrierung

<u>mit:</u>

$\propto_i: Kaufwahrscheinlichkeit\ von\ Artikel\ i\ des\ Sortiments\ in\ Verbindung\ mit\ anderen\ Artikeln$

$X_i: Absatz\ des\ Artikels\ i$

$X: Gesamtabsatz\ aller\ Produkte$

Des Weiteren sollte der Teilnehmer für die Ermittlung individueller Preis-Absatz-Relationen für jedes Produkt schätzen, wie stark sich die Nachfrage in Prozent verändert, und zwar bei einer Erhöhung und Senkung des Preises um 1 %, 5 %, 10 %, 25 %, 50 % und 100 %. Hierzu sagte der Befragte:

„Preissenkung/Preiserhöhung: Habe ich auch jeweils bei einem Artikel gemacht. Ist bei den vergleichbaren Artikeln nach meiner Einschätzung nicht anders. Aber Achtung: Wenn Sie isoliert einen Artikel betrachten, dann besteht die Gefahr, dass Synergien auf das restliche Sortiment nicht berücksichtig werden. Bsp.: Wenn ich bei einem oder zwei Artikeln, die der Kunde bei uns sucht wesentlich teurer als der Wettbewerb bin

(online), dann hat dies auch Auswirkungen auf das restliche Sortiment. Hypothese: Der Sortimentsbereich wird als zu teuer empfunden und der „teure“ Preis wird auch auf einen anderen Tisch, den der Kunde vielleicht ewerben würde, transportiert.“ (Vertriebsleiter, 17.12.2009)

Es wurden nur zu zwei der acht Produkte (Tischtennisbälle 1 (TB1) und Tischtennistisch 1 (TT1)) Einschätzungen vorgenommen. Für die anderen Produkte wurde aus diesem Grund eine proportionale Veränderung in dieser Arbeit unterstellt. Die Einschätzungen lassen sich wie folgt zusammenfassen (Tabelle 23):

		Veränderung Kundenanzahl in %							
Preisveränderung in %		TB1	TB2	TN1	TN2	TS1	TS2	TT1	TT2
	+100	-80	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
	+50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-70	-50
	+25	-30	-25	-25	-25	-25	-25	-15	-25
	+10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-7	-10
	+5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
	+1	-0	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1
	-1	+0	+1	+1	+1	+1	+1	+0	+1
	-5	+0	+5	+5	+5	+5	+5	+2	+5
	-10	+3	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10
	-25	+10	+25	+25	+25	+25	+25	+20	+25
	-50	+20	+50	+50	+50	+50	+50	+100	+50
	-100	+200	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100

Tabelle 23: Auswertung des ersten Fragebogens zur Preis-Kunden-Relation für die Kalibrierung

Zum einen bedeuten die Antworten, dass die Annahme eines Ausstrahlungseffektes der Eckartikel in der unterstellten Formel 11 aus Kapitel 4.2.2 bestätigt wurde. Obwohl keine Eckartikel benannt wurden, wurde dennoch auf den in Kapitel 4.2.2 beschriebenen Eckartikeleffekt hingewiesen. Zum anderen bedeutet es, dass auch die Annahme der proportionalen Veränderung von Preis und Absatz in der Zielfunktion aus Kapitel 4.2.2 als eine praktikablere Lösung beibehalten werden kann. Dem Befragten fiel es schwer, Aussagen zu den genauen Auswirkungen von Preisänderunge auf die Kundenanzahl zu treffen.

Die Ermittlung des Ausstrahlungseffektes der Eckartikel (β) erfolgt in zukünftigen Befragungen in drei Schritten:

Schritt 1.): Schätzung des Einflusses von bestimmten Artikeln auf andere Artikel

Schritt 2.) Benennung der Artikel

Schritt 3.) Berechnung des Effektes

Mit dem ersten Schritt wird überprüft, ob im Sortiment des Unternehmens Eckartikel vorhanden sind. Es wird geschätzt, wie viele Kunden nur aufgrund eines bestimmten Artikels bei dem Unternehmen einkaufen, z. B. 50% der Kunden. Danach wird der Befragte aufgefordert, die Produkte zu nennen, wegen der die zuvor angesprochenen Kunden beim Unternehmen einkaufen. Wie stark dieser Einfluss der Produkte auf das Gesamtsortiment ist, wird wiederum anhand der Absatzzahlen dieser Produkte ermittelt. Die Absatzzahlen der genannten Produkte werden in Relation zum Gesamtabsatz gesetzt. Diese Relationszahl entspricht dem Einfluss, den das einzelne Produkt auf andere Artikel hat. Analog zur Berechnung von der Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel ($\propto$), mit dem Unterschied, dass diese Zahl noch einmal gewichtet wird.

In dem Beispiel wurde angegeben, dass nur 50% der Kundschaft aufgrund dieser Produkte zum Einkaufen das Geschäft besuchen. Nur die Hälfte der Kundschaft nimmt demnach diese Artikel als Eckartikel wahr, was auch in der Gewichtung berücksichtigt werden muss. Deswegen wird die ermittelte Relationszahl zusätzlich mit dem geschätzten Anteil von Kunden gewichtet, die hauptsächlich wegen der einzelnen Produkte einkaufen. In diesem Beispiel wurde die ermittelte Relation mit 50% gewichtet. Formal lässt sich dieses Vorgehen wie folgt ausdrücken (Formel 15):

$$\beta_i = \frac{X_i}{X} \cdot g$$

Formel 15: Gewichtung von Eckartikeln für die Kalibrierung

<u>mit:</u>

β_i: $Ausstrahlung\ des\ Eckartikeleffektes\ von\ Artikel\ i\ des\ Sortiments$

X_i: $Absatz\ des\ Artikels\ i$

X: $Gesamtabsatz\ aller\ Produkte$

g: $Anzahl\ der\ Kunden\ in\ Prozent, die\ hauptsächlich\ wegen\ dieses\ Artikels\ das\ Unternehmen\ besuchen$

Die alternative Vorgehensweise wurde mit dem Teilnehmer im Nachgang des Projektes in Bezug auf eine praktikable Umsetzung besprochen und als realistisch

umsetzbar angesehen. Das sich durch die angesprochenen Änderungen ergebende neue Design des Fragebogens wird in Kapitel 6.3 ausführlicher vorgestellt, wenn der Fragebogen in einer Fallstudie Anwendung findet.

Für die folgenden Testläufe des Algorithmus werden die Parameter der Zielfunktion nach den Antworten des Teilnehmers erstellt. Nachdem keine Eckartikel benannt werden konnten, ein monopolistischer Preisspielraum ausgeschlossen wurde und die Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel ($\propto$) nicht genau angegeben werden konnte, wird für die hierauf folgenden Testläufe mit einer stark vereinfachten Zielfunktion gearbeitet. Für die in der Kalibrierungsphase zu verwendende Zielfunktion bedeutet dies, dass mit Verallgemeinerungen und einer anderen Logik bezüglich der Zusatzverkäufe weitergearbeitet werden muss, die aber mit dem Unternehmen abgesprochen sind. Die Kalibrierung des Algorithmus kann dennoch erfolgen.

Der Befragte zeigte in seinen Antworten hinsichtlich der Kaufkombinationen ein anderes Verständnis davon, wie sich die gesammelten Absätze eines Produktes zusammensetzen. Dies zeigt sich beispielsweise in der Aussage, dass mit dem Kauf eines Tischtennisschlägers, auch Käufe der Produkte Tischtennisbälle und Tischtennistisch in Verbindung stehen. Jedoch ist es unwahrscheinlich anzunehmen, dass Kunden, die einen Tischtennisschläger kaufen, zu einem gewissen Prozentsatz auch Tischtennistische kaufen. Gemeint ist hier, dass der Absatz, der dem Produkt Tischtennisschläger zugerechnet werden kann, zu einem Teil erzeugt wird, weil jemand nur einen einzelnen Tischtennisschläger kaufen möchte und zum anderen Teil, weil ein Tischtennisschläger als Zusatzprodukt bei einem anderen Kauf, wie dem Kauf einer Tischtennisplatte, gekauft wird. Aus diesem Grund wird für die Zielfunktion in diesem Fall angenommen, dass die Absätze, die einem Produkt (i) zugeordnet werden, aus zwei Teilen bestehen. Zum einen ist es der Anteil, der mit dem Produkt selbst erzielt wird und zum anderen der Anteil, der durch andere Produkte (j) induziert wird, die in Verbindung mit diesem Produkt gekauft werden.

Unbekannt ist allerdings, wie groß der Einfluss der beiden Anteile auf den Gesamtabsatz ist. Aus diesem Grund wird die weitere Annahme getroffen, dass beide Anteile gleich gewichtet werden. Für die Funktion bedeutet es, dass der Absatz (x_i) für das Produkt i in zwei Summanden aufgeteilt wird, die jeweils die Hälfte des Absatzes (x_i) ausmachen (Formel 16).

$$\underbrace{(x_i)}_{\text{Gesamtabsatz des Produktes}(i)} = \underbrace{(x_i) \cdot 0{,}5}_{\text{Teil 1: Selbst induzierter Absatz des Produktes}(i)} + \underbrace{(x_i) \cdot 0{,}5}_{\text{Teil 2: Absatz des Produktes}(i)\text{ durch andere Produkte }(j)}$$

Formel 16: Aufteilung des Absatzes für die Kalibrierung

<u>mit:</u>

x_i: *Gesamtabsatz der dem Artikel i zugeordnet werden kann*

Der erste Teil wird durch die Preisveränderungen bei dem Produkt (i) direkt best immt und durch die Relation neuer Preis (p_i) zu Startpreis $(p_{i,t})$ dargestellt. Dabei ist der Startwert der Wert, der vom Unternehmen zu Beginn der Tests kommuniziert wurde. Diese wirkt sich auf den Absatz (x_{ai}) des Prouktes (i) aus, der als Startwert vom Unternehmen kommuniziert wurde. Bei den Artikeln, bei denen der Befragte nicht einschätzen konnte, wie stark sich eine Preisveränderung auf die Anzahl der Käufer auswirkt, wird eine proportionale Veränderung zum Preis unterstellt (Formel 17).

$$\underbrace{(x_i)}_{\text{Gesamtabsatz des Produktes}(i)} = \underbrace{\frac{p_i}{p_{i,t}} \cdot x_{ai} \cdot 0{,}5}_{\text{Teil 1: Selbst induzierter Absatz des Produktes}(i)} + \underbrace{(x_i) \cdot 0{,}5}_{\text{Teil 2: Absatz des Produktes}(i)\text{ durch andere Produkte }(j)}$$

Formel 17: Erster Teil des Absatzes für die Kalibrierung

<u>mit:</u>

x_i: *Gesamtabsatz der dem Artikel i zugeordnet werden kann*

p_i: *Preis des Artikels i, der zum Start der Testläufe vom Unternehmen kommuni − ziert wurde*

$p_{i,t}$: *Neuer Preis des Artikels i nach der Preisveränderung zum Zeitpunkt t*

x_{ai}: *Gesamtabsatz der dem Artikel i zugeordnet werden kann und der zum Start der Testläufe vom Unternehmen kommunziiert wurde*

Zur Berechnung des zweiten Teils wird die zweite Hälfte des Absatzes (x_i) durch den Einfluss der Zusatzkäufe gewichtet. Hierfür nennt der Befragte allerdings nur die Produktkategorien (j), die zusammen mit einem Produkt (i) gekauft werden, aber nicht

welche Produkte aus dieser Kategorie (Produkt (x_{j1}) oder Produkt (x_{j2})). Für die zu verwendende Zielfunktion wird aus diesem Grund die Annahme getroffen, dass beide Produkte $(x_{j1,2})$ in der Kategorie (j) berücksichtigt werden. Für die Gewichtung der Zusatzkäufe werden die jeweiligen Absätze $(x_{j1,2})$ der Produkte $(j_{1,2})$ in Relation zu den gesamten Absätzen aller Zusatzkäufe gesetzt und addiert. Dabei bliebe allerdings die Tatsache unberücksichtigt, dass beispielsweise mit steigenden Verkäufen des Produktes (x_i) auch die Zusatzkäufe (x_j) steigen. Aus diesem Grund wird der zuvor ermittelte Faktor für die Zusatzkäufe noch einmal mit der relativen Absatzveränderung (neuer Absatz in Relation zum Ausgangswert) des Produktes nach einer Preisveränderung multipliziert (Formel 18).

$$\underbrace{(x_i)}_{\text{Gesamtabsatz des Produktes}(i)} = \underbrace{\frac{p_i}{p_{i,t}} \cdot x_a \cdot 0{,}5}_{\text{Teil 1: Selbst induzierter Absatz des Produktes}(i)} + \underbrace{\frac{p_i}{p_{i,t}} \cdot x_a \cdot 0{,}5 \cdot \left(\sum_{j,n=1} \frac{x_{jn}}{\sum_{j,n=1} x_{jn}}\right) \cdot \frac{p_i}{p_{i,t}}}_{\text{Teil 2: Absatz des Produktes}(i)\text{ durch andere Produkte }(j)}$$

Formel 18: Absatzfunktion für die Kalibrierung

<u>mit:</u>

x_i: $Gesamtabsatz, der\ dem\ Artikel\ i\ zugeordnet\ werden\ kann$

p_i: $Preis\ des\ Artikels\ i, der\ zum\ Start\ der\ Testläufe\ vom\ Unternehmen\ kommuni-ziert\ wurde$

$p_{i,t}$: $Neuer\ Preis\ des\ Artikels\ i\ nach\ der\ Preisveränderung\ zum\ Zeitpunkt\ t$

x_{ai}: $Gesamtabsatz, der\ dem\ Artikel\ i\ zugeordnet\ werden\ kann\ und\ der\ zum\ Start\ der\ Testläufe\ vom\ Unternehmen\ kommunziiert\ wurde$

x_{jn}: $Absatz\ der\ Zusatzkäufe\ aus\ den\ Produktkategorien\ j$

Das Unternehmen hat als Ziele der Optimierung den Umsatz und den Deckungsbeitrag angegeben. Die Preisober- und –untergrenzen wurden direkt abgefragt und mit +10 % und -10 % angegeben. Für die Produkte TB1 und TT1 wird keine proportionale

Veränderung des Absatzes unterstellt, sondern die Bereiche, die in der Befragung angegeben wurden (siehe auch Tabelle 22).

Die Ausgangswerte, die vom Unternehmen zum Beginn der Tests kommuniziert wurden, lauten (Tabelle 24):

Produkt	Startpreis	DB pro Stück
TB1	3,20 €	1,29 €
TB2	6,70 €	3,14 €
TN1	19,90 €	9,88 €
TN2	19,90 €	7,99 €
TS1	7,90 €	3,82 €
TS2	7,95 €	3,16 €
TT1	399,00 €	128,75 €
TT2	289,00 €	95,92 €

Tabelle 24: Startwerte für die Kalibrierung, die vom Unternehmen übermittelt wurden

Für die folgenden Testdurchläufe wird immer nur ein Element verändert und zwar das, welches für den zu testenden Schritt maßgeblich ist. Die anderen Grundelemente des Algorithmus werden konstant gehalten. Die initiale Konfiguration des Algorithmus ist wie folgt:

1) Startpopulation: Wird im ersten Schritt bestimmt
2) Zielfunktion: Umsatz und Deckungsbeitrag
3) Selektionsdruck: 1,0
4) Cross-Over Punkte für die Rekombination: Es wird per Zufall ein Cross-Over Punkt bestimmt.
5) Mutationsschrittweite: 0,25
6) Populationskonzept: Es wird so lange mit einem Individuum gearbeitet, solange die neuen Individuen keine besseren Werte für beide Ziele erreichen.
7) Abbruchkriterium: Als Abbruchkriterium für die Optimierung werden 1.000 Generationen gewählt, sodass der Algorithmus beim Erreichen dieser Generationszahl gestoppt wird.

Die für die Kalibrierung ermittelte Zielfunktion entspricht nicht der Zielfunktion aus Kapitel 4.2.2. Trotzdem können die Testläufe durchgeführt und die Ergebnisse für die Kalibrierung verwendet werden, weil das Ziel die Kalibrierung und nicht die

Überprüfung der Zielfunktion ist. Die Zielfunktion ist lediglich ein weiteres Element des Algorithmus, das für die Testläufe konstant gehalten werden muss.

5.5.2. Bestimmung der Startpopulation

Wie bereits in Kapitel 4.2.1 erwähnt, gibt es keine allgemeingültige Anzahl von Individuen, die für Evolutionäre Algorithmen zu wählen ist. Deshalb werden für diesen Ansatz zunächst Testreihen mit verschiedenen Anzahlen von Individuen durchgeführt: 2, 5, 10, 15, 20 und 25. In Tabelle 25 werden die durchschnittlichen Optimierungsergebnisse der 10 Testdurchläufe pro Individuenanzahl zusammengefasst und die Steigerung von DB und Umsatz, auf zwei Dezimalzahlen gerundet, gegenübergestellt.

Anzahl der Individuen (n)	DB	Steigerung	Umsatz	Steigerung
n = 2	67.250,04 €	-	180.812,64 €	-
n = 5	67.751,32 €	O,75 %	182.076,16 €	5,53 %
n = 10	67.794,02 €	0,06 %	182.136,28 €	0,03 %
n = 15	67.797,19 €	0,01 %	182.145,49 €	0,01 %
n = 20	67.829,96 €	0,05 %	182.178,72 €	0,02 %
n = 25	67.832,46 €	0,00 %	182.182,02 €	0,00 %

Tabelle 25: Entwicklung der Optimierungsziele während der Kalibrierung

Bei der Betrachtung der prozentualen Steigerungsraten wird schnell ersichtlich, dass diese nur minimal sind und bei der Erhöhung von 20 auf 25 Individuen einer relativen Steigerung von nahezu 0 % entsprechen. Trotzdem spricht die Höhe der erzielten Optimierungsergebnisse in diesem Fall für die Verwendung von n = 25 Individuen. Es wurden mit einer Individuenanzahl von 25 der höchste DB und Umsatz generiert. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit mit einer Individuenanzahl von n = 25 weitergearbeitet.

Aufgrund der sehr kleinen Differenzen zwischen den Ergebnissen bei unterschiedlichen Anzahlen von Individuen wird überprüft, ob die erzielten Ergebnisse auf zufälligen Entwicklungen beruhen oder ob ein systematischer Unterschied vorliegt. Hierfür wird der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Es handelt sich hierbei um einen nichtparametrischen Test, der bei drei oder mehr Gruppen überprüfen kann, ob diese einer gleichen Grundgesamtheit angehören. Voraussetzung für die Verwendung des Tests ist, dass die Daten nicht normalverteilt sind, die Stichproben unabhängig und die

Merkmale stetig (Martens, 2003, S. 164). In diesem Fall sind es sechs zu überprüfende Gruppen, die unabhängig von einander sind, nicht normalverteilt und stetige Merkmale haben. Die zu überprüfende Nullhypothese besagt, dass die Verteilung der erzielten Ergebnisse beim Umsatz und DB für alle Individuenanzahlen identisch ist. Es wird ein Signifikanzniveau von 0,05 angenommen.

Pro Individuenanzahl (n = 2, 5, 10, 15, 20 und 25) werden die erzielten durchschnittlichen Umsatz- und Deckungsbeiträge verglichen. D. h. es wurden 10 Durchläufe à 1.000 Generationen erzeugt. In jeder Generation wurde ein Umsatzwert und ein Deckungsbeitrag ermittelt. Am Ende von 1.000 Generationen steht der höchste erzielte Umsatz- und Deckungsbeitrag des jeweiligen Durchlaufs. Für jede Generation von 1 bis 1.000 wird aus den 10 Durchläufen der Durchschnitt gebildet. Diese Durchschnittswerte werden als Stichprobe genutzt. Für diesen Test ist die Stichprobengröße somit 6.000 (1.000 pro Individuenanzahl n).

	Nullhypothese	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung des Umsatzes ist identisch.	0,000	Nullhypothese ablehnen
2	Die Verteilung des DB ist identisch.	0,000	Nullhypothese ablehnen

Tabelle 26: Kruskal-Wallis-Test zur Bestimmung der Startpopulation für die Kalibrierung

Das Ergebnis des Tests in Tabelle 26 zeigt, dass es signifikante Unterschiede zwischen den erzielten Ergebnissen mit unterschiedlichen Anzahlen von Individuen gibt. Dies bestätigt die vorherige Feststellung mit einer Anzahl von n=25 Individuen für den Algorithmus weiterzuarbeiten.

5.5.3. Bestimmung des Selektionsdrucks

Aufgrund der Verwendung der rangfolgenbasierten Fitnesszuweisung muss der Selektionsdruck bestimmt werden. Dieser kann zwischen 1,0 und 2,0 variieren. Folgende Abstufungen werden getestet: 1,00; 1,50 und 2,00. Für jeden Selektionsdruck werden 10 Testdurchläufe vorgenommen.

In Tabelle 27 ist abzulesen, dass bei einem Selektionsdruck von 1,0 ein Umsatz in Höhe von 182.161,33 € erzielt wird und bei einem Selektionsdruck von 1,5 ein Umsatz von 182.169,08 €. Bei einem Selektionsdruck von 2,0 wird dagegen ein Umsatz von 182.182,02 € erzielt. Nur bei einem Selektionsdruck von 2,0 unterscheidet sich der

erzielte Umsatz deutlicher. Ebenso verhält es sich mit der Entwicklung beim Deckungsbeitrag.

Selektionsdruck	1,0	1,5	2,0
Umsatz	182.169,33 €	182.169,08 €	182.182,02 €
DB	67.821,79 €	67.821,58 €	67.832,46 €

Tabelle 27: Mittelwerte Umsatz und DB bei unterschiedlichem Selektionsdruck (SP) für die Kalibrierung

Um zu überprüfen, ob die Unterschiede zwischen den drei verschiedenen Selektionsdruckeinstellungen signifikant sind, kann auch hier wieder ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt (Tabelle 28). Es handelt sich um drei unabhängige, nicht normalverteilte Gruppen mit stetigen Merkmalen. Pro Abstufung (1,0; 1,5 und 2,0) werden die erzielten durchschnittlichen Umsatz- und Deckungsbeiträge verglichen, die ebenfalls mit 1.000 Generationen erzeugt wurden, wie zuvor schon beschrieben. Für den Test ist die Stichprobengröße somit insgesamt 3.000 (1.000 pro Abstufung).

	Nullhypothese	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung des Umsatzes bei unterschiedlichen SP ist identisch.	0,057	Nullhypothese beibehalten
2	Die Verteilung des DB bei unterschiedlichen SP ist identisch.	0,003	Nullhypothese ablehnen

Tabelle 28: Kruskal-Wallis-Test zur Bestimmung des SP für die Kalibrierung

Es zeigt sich, dass nur die Verteilung der erzielten Deckungsbeiträge signifikant unterschiedlich ist. Da es sich jedoch in diesem Fall um eine Mehrzieloptimierung handelt, der die Pareto-Optimierung zugrunde gelegt wurde, bei der nur ein Wert verbessert werden muss, ohne dass ein anderer verschlechtert wird, ist dieses Ergebnis ausreichend. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird deshalb mit einem Selektionsdruck von 2,0 für den Algorithmus gearbeitet.

5.5.4. Bestimmung der Anzahl von Cross-Over Punkten für die Rekombination

Um zu bestimmen, wie viele Cross-Over Punkte genutzt werden, werden die beiden Extrema getestet. Es werden einmal alle Preise per Zufall ausgetauscht und einmal nur ein einzelner Preis.

Während bei der Verwendung mehrerer Cross-Over Punkte ein Umsatz von 182.159,44 € und ein DB von 67.813,49 € nach 1.000 Generationen erzielt wurde,

konnte bei der Verwendung von nur einem einzelnen Cross-Over Punkt ein Umsatz von 182.182,02 € und ein DB von 67.832,46 € erzielt werden (Tabelle 29).

Cross-Over Punkte	1	alle
Umsatz	182.182,02 €	182.159,44 €
DB	67.832,46 €	67.813,49 €

Tabelle 29: Mittelwerte DB und Umsatz zur Bestimmung der Cross-Over Punkte für die Kalibrierung

Da in diesem Fall nur zwei Gruppen zu überprüfen sind, wird zur Bestätigung der Ergebnisse ein Mann-Whitney Test durchgeführt (Tabelle 30). Der Mann-Whitney Test ist ebenso ein nichtparametrischer Test, der aber im Unterschied zum Kruskal-Wallis Test für weniger als drei Gruppen Verwendung findet. Auch hier sind die Gruppen unabhängig, die Daten nicht normalverteilt und enthalten stetige Merkmale. Pro Cross-Over Punkt (1 und alle) werden die erzielten durchschnittlichen Umsatz- und Deckungsbeiträge verglichen. Für den Test ist die Stichprobengröße in diesem Fall insgesamt 2.000 (1.000 pro Cross-Over Punkt).

Der Test zeigt, dass die erzielten Ergebnisse signifikant unterschiedlich sind. Aus diesem Grund wird für das weitere Vorgehen bei der Rekombination nur ein Cross-Over Punkt verwendet, da mit diesem Vorgehen die besseren Ergebnisse erzielt wurden.

	Nullhypothese	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung des Umsatzes ist identisch.	0,000	Nullhypothese ablehnen
2	Die Verteilung des DB ist identisch.	0,000	Nullhypothese ablehnen

Tabelle 30: Mann-Whitney-Test zur Bestimmung der Cross-Over Punkte für die Kalibrierung

5.5.5. Bestimmung der Mutationsschrittweite

Als nächster Schritt ist die Mutationsschrittweite zu bestimmen. Es werden die Mutationsschrittweiten 0,01, 0,05, 0,10 und 0,25 getestet. Bei den Zielwerten erreicht der Algorithmus mit einer Mutationsschrittweite von 0,05 die besten Werte (Tabelle 31).

Mutationsschrittweite	Umsatzmittelwert nach 1.000 Generationen	DB-Mittelwert nach 1.000 Generationen
0,01	174.669,90 €	65.088,87 €
0,05	182.196,72 €	67.844,81 €
0,10	182.193,74 €	67.842,31 €
0,25	182.182,02 €	67.832,46 €

Tabelle 31: Zielwerte mit unterschiedlichen Mutationsschrittweiten während der Kalibrierung

Auch für diese Ergebnisse kann zur Überprüfung der Kruskal-Wallis-Test durchgeführt werden. Es handelt sich wieder um mehr als drei Gruppen, die unabhängig von einander sind, deren Mermale stetig sind und deren Daten nicht normalverteilt sind. Pro Mutationsschrittweite (0,01; 0,05; 0,10 und 0,25) werden die erzielten durchschnittlichen Umsatz- und Deckungsbeiträge verglichen. Für den Test ist die Stichprobengröße in diesem Fall insgesamt 4.000 (1.000 pro Mutationsschrittweite).

Die Überprüfung mit dem Kruskal-Wallis-Test (Tabelle 32) bestätigt, dass es sich bei den Ergebnissen nicht um zufällige Werte handelt und die einzelnen Reihen der Optimierungsergebnisse signifikante Unterschiede aufweisen. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird deshalb die Mutationsschrittweite von 0,05 gewählt.

	Nullhypothese	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung der Umsätze bei den verschiedenen Mutationsschrittweiten ist identisch	0,000	Nullhypothese ablehnen
2	Die Verteilung des DB bei den verschiedenen Mutationsschrittweiten ist identisch	0,000	Nullhypothese ablehnen

Tabelle 32: Kruskal-Wallis-Test zur Bestimmung der Mutationsschrittweite für die Kalibrierung

5.5.6. Bestimmung des Populationskonzepts

Mithilfe von Populationskonzepten wird festgelegt, wie sich eine erstellte Population entwickelt. Es werden vier verschiedene Vorgehensweisen getestet:

1. Das beste Ergebnis, das im Laufe der Optimierung ermittelt wird, wird immer beibehalten und nur dann durch ein anderes Ergebnis ersetzt, wenn dieses den Paretobedingungen entspricht. Bei einer Optimierung von zwei Zielen muss bei einem besseren Ergebnis mindestens ein Ziel besser sein, während das andere nicht schlechter sein darf. Für die anderen 24 Individuen wird das Paretokriterium nicht verwendet.
2. Das zweite zu betrachtende Konzept ähnelt dem ersten in Bezug auf die Auswahl des besten Individuums einer Generation. Auch hier wird überprüft, ob

das beste Individuum einer Generation unter Berücksichtigung des Pareto-Kriteriums besser ist als das beste Individuum der Vorgeneration. Erst wenn diese Bedingung erfüllt ist, wird es in die Folgegeneration übernommen. Ansonsten wird das beste Individuum der Vorgeneration in die Folgegeneration übernommen. Die restlichen Individuen für die Folgegeneration übernehmen die Werte des besten Individuums, sodass die Folgegeneration von 25 Individuen nur aus dem besten Individuum in fünfundzwanzigfacher Ausführung besteht.

3. In dem dritten Populationskonzept wird beobachtet, wie sich die Ergebnisse entwickeln, wenn nicht immer das beste Individuum für die Folgegeneration beibehalten wird. Die Individuen durchlaufen den normalen Prozess des Evolutionären Algorithmus, ohne dass für die Auswahl der Folgegeneration verglichen wird, ob die neu generierten bzw. ausgewählten Individuen bessere Werte liefern, als die Individuen der vorherigen Generation.
4. Das letzte zu testende Populationskonzept ersetzt nur das beste Individuum. Die übrigen 24 Individuen verändern sich nicht gegenüber der Startpopulation, sondern werden konstant gehalten. Bei dem besten Individuum wird hingegen gemäß dem Paretoprinzip verglichen, ob es bessere Ergebnisse liefert, als das beste Individuum der Vorgeneration.

Bei den Populationskonzepten ist es wichtig, einen Ansatz zu finden, der zum einen schnell zu den gewünschten Ergebnissen führt und zum anderen nicht in lokalen Optima stecken bleibt. Ein Ansatz, der sich sehr stark auf die besten Individuen einer Generation konzentriert, kann sich sehr schnell zu einem Optimum hinentwickeln, birgt aber auch die Gefahr, dass es an Vielfalt verliert und dadurch schneller in einem lokalen Optimum stecken bleibt. Ein Ansatz, der hingegen immer wieder die besten Individuen verwirft, sorgt für eine größere Vielfalt und erhöht damit die Wahrscheinlichkeit, leichter aus einem lokalen Optimum herauszufinden. Allerdings wird ein solcher Ansatz wahrscheinlich einen längeren Zeitraum benötigen, um ein mögliches Optimum zu finden.

Bei der Betrachtung der im Durchschnitt erzielten Endergebnisse wird ersichtlich, dass mit dem Populationskonzept 1 die besten Ergebnisse erzielt werden (Tabelle 33).

	Umsatz (Mittelwert)	DB (Mittelwert)
Populationskonzept 1	182.189,77 €	67.838,97 €
Populationskonzept 2	182.184,87 €	67.384,85 €
Populationskonzept 3	174.593,75 €	64.996,72 €
Populationskonzept 4	181.485,66 €	67.398,55 €

Tabelle 33: Ergebnisse der Kalibrierung zu den Populationskonzepten

Auch bei diesen Ergebnissen handelt es sich um mehr als drei Gruppen, die unabhängig von einander sind, dessen Merkmale stetig sind und dessen Daten nicht normalverteitl sind. Aus diesem Grund kann auch zur Überprüfung, dass die Ergebnisse nicht zufällig sind, sondern auf signifikanten Abweichungen zwischen den Populationskonzepten beruhen, der Kruskal-Wallis-Test durchgeführt werden (Tabelle 34). Pro Populationskonzept (1, 2, 3 und 4) werden die erzielten durchschnittlichen Umsatz- und Deckungsbeiträge verglichen. Für den Test ist die Stichprobengröße insgesamt 4.000 (1.000 pro Populationskonzept).

	Nullhypothese	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung des Umsatzes bei den verschiedenen Populationskonzepten ist identisch.	0,000	Nullhypothese ablehnen
2	Die Verteilung des DB bei den verschiedenen Populationskonzepten ist identisch.	0,000	Nullhypothese ablehnen

Tabelle 34: Hypothesenübersicht Kruskal-Wallis-Test zur Bestimmung des Populationskonzepts in der Kalibrierung

Die besten Ergebnisse werden folglich erzielt, wenn das beste Individuum einer Generation mit der Vorgeneration verglichen und nur dann für die Folgegeneration ausgewählt wird, wenn es dem Paretokriterium entspricht. Die anderen Individuen werden nicht mit den Individuen der Vorgeneration abgeglichen und müssen daher auch nicht dem Paretokriterium entsprechen. Durch dieses Konzept wird gewährleistet, dass sich der Algorithmus konsequent immer weiter in Richtung Optimum entwickelt, indem das beste Individuum beibehalten bzw. unter den beschriebenen Bedingungen ausgetauscht wird. Für die Fallstudien wird demnach das Populationskonzept 1 verwendet.

5.5.7. Bestimmung des Abbruchkriteriums des Algorithmus

Für diesen Algorithmus ist das Abbruchkriterium eine bestimmte Generationenzahl, bei der eine Verbesserung der Werte nicht mehr wahrscheinlich ist oder aber die Verbesserung nur noch sehr gering ausfällt. Der Grund ist, dass es sich bei der

Problemstellung, auf die der Algorithmus angewendet wird, um Konstellationen handeln kann, für die es unter bestimmten Bedingungen keine einzelne oder optimale Lösung gibt. Deshalb reicht es nicht aus, festzulegen, dass die Optimierung abgebrochen wird, wenn keine Verbesserung der Werte mehr erzielt wird. Vielmehr muss ein zweites Kriterium herangezogen werden, bei dem ein Abbruch stattfindet, wenn nach einer bestimmten Anzahl von Generationen nur noch sehr kleine Verbesserungen erzielt werden.

In den bisherigen Testläufen wurde von einer Generationenzahl von 1.000 ausgegangen. In den unterschiedlichen grafischen Darstellungen der Testläufe wurde deutlich, dass die Kurven der Ergebnisse dem typischen Verlauf einer Optimierungskurve eines Evolutionären Algorithmus entsprechen. Das bedeutet, dass die Ergebnisentwicklung am Anfang sehr rasant ist und die Kurve einen steilen Anstieg erfährt, aber bereits nach wenigen Hundert Generationen stark abflacht und keine großen Ergebnissteigerungen mehr zu erwarten sind. Dies war bereits nach 500 Generationen erreicht, weshalb für den weiteren Verlauf dieser Arbeit das Abbruchkriterium auf 500 Generationen reduziert wird.

5.6. Zusammenfassung

In diesem Kapitel konnten die einzelnen Schritte des im vorherigen Kapitel 4 entwickelten Evolutionären Algorithmus kalibriert werden. Der Fragebogen konnte überarbeitet und für die Verwendung in einer weiterführenden Fallstudie vereinfacht werden.

1. Zur Bestimmung der einzelnen Schritte des Algorithmus wurde jeder Schritt einzelnd betrachtet und getestet, während die anderen konstant gehalten wurden. Für einen statistischen Vergleich wurde jeweils das Durchschnittsergebnis von 10 Testdurchläufen verwendet. Damit sollte verhindert werden, dass Ausreißer das Gesamtbild verfälschen und aufgrund dessen falsche Schlussfolgerungen gezogen werden. Zusammenfassend stellen sich die einzelnen Schritte des Algorithmus wie folgt dar:Anzahl der Individuen: 25 Individuen pro Generation.
2. Selektionsdruck: SP von 2.

3. Anzahl Cross-Over Punkte: Ein zufällig gewählter Punkt für das Cross-Over.
4. Mutationsschrittweite: Mutationsschrittweite von 0,05.
5. Abbruchkriterium: 500 erzielte Generationen.
6. Populationskonzept: Beibehaltung des besten Individuums für die Folgegeneration unter Berücksichtigung der Vorgeneration und Anwendung des Pareto-Kriteriums. Restliche Individuen ergeben sich aus dem dargestellten Evolutionsprozess ohne Abgleich mit der Vorgeneration und Berücksichtigung des Pareto-Kriteriums.

Im nächsten Kapitel wird der so erstellte Algorithmus und Fragebogen in einer Fallstudie überprüft und getestet.

6. Überprüfung des Evolutionären Algorithmus anhand einer Fallstudie

Nachdem der anzuwendende Algorithmus kalibriert wurde, folgt die Anwendung und Überprüfung in der Praxis. Für die folgende Fallstudie zum Testen des Ansatzes wurde ein mittelständischer Onlinehändler für Sport-Nahrungsergänzungsmittel ausgewählt.

Die Untersuchungsform der Fallstudie wurde gewählt, weil diese, im Gegensatz zu anderen Methoden, zum einen vielseitig einsetzbar ist, d. h. explorative, deskriptive und explanative Fragen beantworten kann, und zum anderen häufig bei sehr komplexen und neuen Forschungsfeldern eingesetzt wird (Borchardt & Göthlich, 2006, S. 40). Fallstudien bieten die Möglichkeit, Konstrukte zu validieren (Borchardt & Göthlich, 2006, S. 40), was auch für den hier entwickelten Ansatz durchgeführt werden soll.

6.1. Zielsetzung

Wie in Kapitel 1.1 geschildert, folgt diese Arbeit der Unterteilung von Zielke (2006, S. 109) und unterteilt diesen Ansatz in ein Optimierungsmodul und ein Prognosemodul. Aus diesem Grund ist die Zielsetzung dieses Kapitels, den Algorithmus auf seine Funktionalitäten zu überprüfen: die Prognosefähigkeit und das Optimierungspotenzial des Ansatzes.

Zur Überprüfung des Optimierungspotenzials wird die Vermutung aufgestellt, dass es sich gut an dem Erreichen der Unternehmensziele beobachten lässt. Je besser also das ausgewählte Unternehmensziel durch den Algorithmus erreicht wird, desto besser ist das Optimierungspotenzial. Am Beispiel des Unternehemensziel Umsatzsteigerung würde eine besonders große Steigerung der Umsätze, ein großes Optimierungspotenzial vermuten lassen.

In diesem Sinne bilden die Daten, wie beispielsweise der Umsatz und Absatz des zu beobachtenden Unternehmens, eine gute Überprüfungsmöglichkeit. Hieraus ergibt sich gleichzeitig das Kriterium für die Interpretation der Ergebnisse.

In Kapitel 3 wurde in der durchgeführten Befragung aufgezeigt, dass Unternehmen einen monopolistischen Preisspielraum besitzen können. Dieser wurde in Kapitel 4.2.2 bei der Erstellung der Zielfunktion aufgegriffen. Dieser Preisbereich bildet eine wesentliche Grundlage, um das Optimierungspotenzial des Algorithmus zu überprüfen. Denn bei der Nutzung des monopolistischen Preisspielraums wird die Annahme getroffen, dass Preise beispielsweise erhöht werden können, ohne dass es zu signifiikanten Veränderungen der Kundenanzahl kommt. Des Weiteren wird hier die Annahme getroffen, dass die nicht signifikante Änderung der Kundenanzahl gleichbedeutend mit einer nicht signifikanten Absatzänderung ist. Durch die optimierten Preise kommt es dennoch zu signifikanten Umsatzveränderungen.

Die Prognosegenauigkeit lässt sich anhand eines Vergleiches von den mittels des Algorithmus ermittelten Umsatz- und Absatzwerten und den in der Praxis realisierten Werten überprüfen. Je weniger diese von einander abweichen, desto besser ist die Prognosegenauigkeit.

6.2. Auswahl des Unternehmens für die Fallstudie

Zur Überprüfung des entwickelten Algorithmus in der Praxis wurden wieder mögliche Unternehmen gesucht, die einwilligen, an einer Fallstudie zu partizipieren. Zur Bestimmung der möglichen teilnehmenden Unternehmen wurde eine erneute Internetrecherche durchgeführt. Das Vorgehen war analog zu dem Vorgehen, das in Kapitel 5.2 vorgestellt wurde. Die identifizierten Unternehmen wurden per E-Mail kontaktiert. In der E-Mail wurde kurz das Vorhaben des Interviewers und die Rolle der Unternehmen bei einer Teilnahme beschrieben. Außerdem wurde angeboten, ein Telefongespräch oder ein persönliches Treffen zu vereinbaren, um das Forschungsprojekt im Detail zu erläutern und Fragen zu beantworten sowie die am besten geeigneten Ansprechpartner innerhalb der Unternehmen festzulegen. Der Unterschied zum vorherigen Vorgehen war, dass die Kriterien bei der Auswahl erweitert wurden.

Bei der Auswahl des Unternehmens zur Kalibrierung in Kapitel 5 wurde während der Befragung festgestellt, dass dieses keinen monopolistischen Preisspielraum hat und

keine Eckartikel benennen konnte. Beides sind aber Punkte, die der Algorithmus für die Optimierung nutzt. Weil es in der Kalibrierungsphase um die Bestimmung der einzelnen Schritte des Algrithmus ging, war das Fehlen der genannten Faktoren nicht entscheidend. Wenn aber die Funktionalität des Algorithmus überprüft werden soll, dann sollten diese Punkte ebenso erfüllt werden. Die Kriterien zur Auswahl des Unternehmens für die Fallstudie sind die Folgenden:

a) Das Unternehmen sollte ein Handelsunternehmen sein, da dieser Ansazt mit dem Schwerpunkt auf Handelsunternehmen entwickelt wurde.

b) Die Preisgestaltung des Unternehmens sollte ohne Computer und auf Erfahrungen des Managements basieren, da im Algorithmus diese Erfahrungen berücksichtig werden sollen.

c) Das Unternehmen soll den kleinen oder mittelständischen Unternehmen gemäß den Kriterien für KMU aus Kapitel 3.1 zuordenbar sein, da der Algorithmus für KMU entwickelt wurde.

d) Das Unternehmen soll für sich einen monopolistischen Preisspielraum schätzen können.

e) Das Unternehmen soll Eckartikel in dem zu testenden Sortiment identifzieren können.

Für die Fallstudie wurde ein Online-Shop im Bereich Nahrungsergänzungsprodukte für Sportler ausgewählt, das alle Kriterien erfüllt. Der Verkauf beschränkt sich im Wesentlichen auf den deutschen Markt. Die Produkte werden außer von Bodybuildern auch von anderen Sportlern nachgefragt, deren Ziel eine Leistungssteigerung ist. Nach einem Gespräch mit dem Unternehmen über die Marktgegebenheiten lässt sich zusätzlich Folgendes zum Markt festhalten:

- Der Markt ist geprägt durch eine große Anzahl von Wettbewerbern, die in einem starken Wettbewerb zueinander stehen.
- Die Kaufentscheidung der Konsumenten ist primär durch den Preis bestimmt.
- Der Preis darf die unverbindliche Preisempfehlung (UVP) der Hersteller bis zu einer vereinbarten Preisuntergrenze unterschreiten.

- Eine Preiskorrektur nach oben ist zulässig, wird aber von den Marktteilnehmern nicht genutzt.
- Der starke Konkurrenzkampf im Markt hat zu regelrechten Preiskriegen geführt, mit dem Ergebnis, dass für fast alle Produkte die maximalen Möglichkeiten zur Unterschreitung der UVP genutzt werden.
- Die Marktteilnehmer beobachten gegenseitig die eingestellten Preise und weitere Unterschreitungen werden innerhalb kürzester Zeit registriert und den jeweiligen Herstellern gemeldet. Das Unternehmen, das den vereinbarten Spielraum des UVP unterschreitet, wird von den Herstellern sofort kontaktiert und um eine Preiskorrektur gebeten.
- Die genutzten Vertriebswege der Handelsunternehmen im Markt sind in erster Linie Onlinekanäle, wie z. B. Google, Amazon und eBay sowie der Direktvertrieb, bei dem Handelsvertreter Sport- und Fitnessstudios besuchen.

Dadurch, dass die Produkte auf dem Markt nahezu identisch sind und die geläufigen Marken der Hersteller von allen Anbietern zum Kauf angeboten werden, ist eine Differenzierung der Unternehmen über die Produkte kaum oder gar nicht möglich. Eine Möglichkeit der Differenzierung besteht allerdings durch Eigenmarken. Der Geschäftsführer des Unternehmens aus der Fallstudie meinte, dass sich hierüber auch Preiserhöhungen durchsetzen ließen.

In vielerlei Hinsicht bieten das an dieser Fallstudie teilnehmende Unternehmen und der Markt, in dem es agiert, ideale Voraussetzungen für einen Test des aufgestellten alternativen Ansatzes zur Preisoptimierung:

- Das Unternehmen führt eine im Markt bekannte Marke.
- Das Handelsunternehmen vermutet, dass die Konsumenten zum gewissen Teil die Produkte aufgrund einer Marke kaufen, der sie vertrauen. Aus diesem Grund geht das Unternehmen davon aus, dass es einen monopolistischen Bereich bei der Gestaltung seiner Preise besitzt, der bisher noch nicht ausgenutzt wird.
- Der Markt ist vom starken Wettbewerb geprägt und die Konsumenten können sich leicht im Internet über die Preise der Mitbewerber informieren und diese

vergleichen. Es ist somit von einer hohen Preistransparenz im Markt auszugehen.

- Die Geschäftsführung ist schon seit mehreren Jahren im Markt aktiv und kann die Konsumenten sowie die Marktprozesse gut einschätzen, sodass die für diesen Ansatz benötigten Parameter von ihr bestimmt werden können.

6.3. Befragungsdesign zur Expertenbefragung

Die Gestaltung des Fragebogens für die Fallstudie berücksichtigte die in Kapitel 5.1.1 angesprochenen Änderungen, ähnelt aber der Grundstruktur des zuvor vorgestellten Fragebogens.

Zu Beginn der Befragung, wurden zusammen mit der Geschäftsleitung des Unternehmens die Produkte identifziert, die für die Fallstudie genutzt werden sollen. Es wurde darauf geachtet, dass die Produkte in einem Kaufzusammenhang stehen, d. h. dass sie häufig von Kunden zusammen gekauft werden. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass für diese Produkte ein monopolistischer Preisspielraum geschätzt werden kann und dass so genannte Eckartikel unter ihnen sind.

Die offene Frage zu Beginn der ersten Version des Fragebogens wurde ersatzlos gestrichen. Stattdessen wurde der Teilnehmer am Anfang der Befragung nach dem Ausstrahlungseffektes der Eckartikel (β) gefragt. Für die Bestimmung des Eckartikeleffektes wird in diesem Fragebogen das neue Vorgehen genutzt, das unter Kapitel 5.1.1 vorgestellt wurde. Hierfür wird in einem ersten Schritt abgefragt, wie viel Prozent der Kunden zunächst nur wegen eines bestimmten Produktes den Shop des Unternehmens besuchen. Die Frage lautete:

Wie viel Prozent der Kunden kommen nur wegen eines bestimmten Produktes der ausgewählten Warengruppen in den Shop (es ist nicht gemeint, dass die Kunden dann auch nur diesen einen Artikel kaufen, sondern dass diese Kunden ursprünglich nur wegen eines ganz bestimmten Artikels den Shop aufgesucht haben)?

Danach sollte der Befragte die Produkte identifizieren, auf die er sich in der ersten Frage bezieht. Die Frage dazu lautete (Abbildung 14):

Welche Produkte sind das?

Zahl	Produkt	Bitte ankreuzen bei den zutreffenden Artikeln
1.)	Whey Plex, 2270g Dose	
2.)	Iso Tech 94, 750g Dose	
3.)	Iso Tech 94, 500g Beutel	
4.)	HY Pro 85, 750g Dose	
5.)	HY Pro 85, 500g Beutel	
6.)	HY Pro Deluxe, 500g Beutel	
7.)	Nitro Plex, 2500g Dose	
8.)	HY Pro Deluxe, 750g Dose	
9.)	Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	
10.)	Whey Plex, 500g Beutel	
11.)	Creatin Kapseln, 250 Stück	
12.)	Creatin Pur, 500g Dose	
13.)	TRI PLEX XT, 1750g Dose	
14.)	CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	
15.)	Zell Tech, 2kg Dose	

Abbildung 14: Frage zur Bestimmung der Eckartikel in der Fallstudie

Darauf folgend wurde die Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel ($\propto$) abgefragt. Der Teilnehmer wurde aufgefordert, die Artikel zu benennen, die zusammen gekauft werden. Auch diese Berechnung des Parameters ($\propto$) erfolgt später nach dem neuen Verfahren, das in Kapitel 5.1.1 vorgestellt wurde. Die Frage hierzu lautete (Abbildung 15):

Welche Produkte werden im Verbund oder als Produktbündel gekauft?

Zahl	**Produkt**	**Wird im Verbund mit ... (bitte Zahl aus Spalte A einfügen) gekauft**
1.)	Whey Plex, 2270g Dose	
2.)	Iso Tech 94, 750g Dose	
3.)	Iso Tech 94, 500g Beutel	
4.)	HY Pro 85, 750g Dose	
5.)	HY Pro 85, 500g Beutel	
6.)	HY Pro Deluxe, 500g Beutel	
7.)	Nitro Plex, 2500g Dose	
8.)	HY Pro Deluxe, 750g Dose	
9.)	Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	
10.)	Whey Plex, 500g Beutel	
11.)	Creatin Kapseln, 250 Stück	
12.)	Creatin Pur, 500g Dose	
13.)	TRI PLEX XT, 1750g Dose	
14.)	CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	
15.)	Zell Tech, 2kg Dose	

Abbildung 15: Frage zur Bestimmung von Interdependenzen zwischen Produkten in der Fallstudie

Anstatt wie zuvor direkt nach einer für alle Produkte geltende Preisober- und untergrenze zu fragen, wurden in diesem Fragebogen die Preisober- und –untergrenzen für jedes Produkt abgefragt. Die Frage lautete (Abbildung 16):

Bei welchem Preis erwarten Sie eine übermäßig starke Kundenabwanderung und ab welchem Preis eine übermäßig starke Kundenzuwanderung? (Pro Produkt der zu betrachtenden Warengruppe)

Zahl	Produkt	Aktueller Preis im Shop	Kundenabwanderung bei ... (bitte eine Preiseinschätzung angeben)	Kundenzuwanderung bei ... (bitte eine Preiseinschätzung angeben)
1.)	Whey Plex, 2270g Dose	€ 52,79		
2.)	Iso Tech 94, 750g Dose	€ 27,19		
3.)	Iso Tech 94, 500g Beutel	€ 18,79		
4.)	HY Pro 85, 750g Dose	€ 25,59		
5.)	HY Pro 85, 500g Beutel	€ 15,50		
6.)	HY Pro Deluxe, 500g Beutel	€ 15,99		
7.)	Nitro Plex, 2500g Dose	€ 70,39		
8.)	HY Pro Deluxe, 750g Dose	€ 25,59		
9.)	Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	€ 31,99		
10.)	Whey Plex, 500g Beutel	€ 13,59		
11.)	Creatin Kapseln, 250 Stück	€ 23,19		
12.)	Creatin Pur, 500g Dose	€ 20,79		
13.)	TRI PLEX XT, 1750g Dose	€ 47,99		
14.)	CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	€ 35,19		
15.)	Zell Tech, 2kg Dose	€ 44,79		

Abbildung 16: Frage zur Bestimmung der Preisober- und -untergrenzen in der Fallstudie

Im Anschluss wurde der Teilnehmer gebeten, den monopolistischen Preisspielraum zu schätzen. Das Vorgehen ähnelt dem, das schon in der vorherigen Befragung in Kapitel 5.3 vorgestellt wurde. Ermittelt werden soll die Steigung der Preisfunktion im Monopolbereich (γ). Der Teilnehmer soll schätzen, wie stark der Einfluss des Wettbewerbs auf das Kaufverhalten seiner Kunden ist. Der Unterschied zum Vorgehen bei der ersten Befragung ist, dass diese Einschätzung nicht allgemein für das Unternehmen gegeben werden soll, sondern wenn möglich für die einzelnen Produke im Test. Des Weiteren wird die untere Skala von 1 auf 0 geändert (hat gar keinen Einfluss) und steigt bis 10 (hat einen starken Einfluss). Zur Ermittlung von (γ) und zur Nutzung in der Zielfunktion wird der Schätzwert (0-10) durch -10 geteilt. Die Formel 13 aus Kapitel 5.3 gilt auch hier.

Da in der Befragung zur Kalibrierung im vorherigen Kapitel 5 das Unternehmen die Frage zu der Marktposition beantworten konnte, aber die Frage der Preis- oder Kaufveränderung auf Produktebene nicht, war die Überlegung eine produktspezifische

Steigung über die Ermittlung des monopolistischen Preisspielraums zu erhalten. Selbst wenn Unternehmen in zukünftigen Befragungen diese Frage nur allgemein für die Untenehmensposition beantworten können und nicht auf Produktebene, kann trotzdem mit der angegebenen Zielfunktion weitergearbeitet werden. Die Frage lautet:

Auf einer Skala von 0 bis 10, wie stark schätzen Sie Ihre Marktposition im Vergleich zum Wettbewerb ein? (Pro Produkt der zu betrachtenden Warengruppe)

0 = Monopol, keinen Wettbewerb zu befürchten; 10 = Polypol, sehr viel und sehr starker Wettbewerb

Zuletzt wurde die Frage nach den zu optimierenden Zielen gestellt. Die Frage lautete:

Welche Unternehmensziele verfolgen Sie mit ihren Preisentscheidungen? Bitte wählen Sie aus den folgenden drei Zielen aus. (Es können auch alle gewählt werden)

a) Umsatzmaximierung
b) Absatzmaximierung
c) Deckungsbeitragsmaximierung

6.4. Ablauf der Befragung

Der Fragebogen wurde mit dem Geschäftsführer des Unternehmens aus dieser Fallstudie besprochen und die Interdependenzen, Wettbewerbsposition und der Preisspielraum von ihm geschätzt. Alle Fragen wurden von dem Teilnehmer als klar verständlich empfunden und es gab keinen Erklärungsbedarf. Die gewünschten Schätzungen konnten ohne Probleme vorgenommen werden, was die Umstrukturierung des ersten Fragebogens auf die aktuelle Form noch einmal bestätigte. Insgesamt dauerte die Befragung ungefähr 30 Minuten.

Das Unternehmen hat zwei Produktkategorien für den Test zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich zum einen um die Produktgruppe „Protein/Eiweiß“ und zum anderen um die Produktgruppe „Creatin“. In der Gruppe „Protein/Eiweiß“ befinden sich insgesamt zehn Produkte und in der Gruppe „Creatin“ fünf Produkte (Tabelle 30):

Produktgruppe	Produkt
Protein/Eiweiß	1. Whey Plex Dose 2270 g
	2. Iso Tech 94 Dose 750 g
	3. so Tech 94 Beutel 500 g
	4. HY Pro 85 Dose 750 g
	5. HY Pro 85 Beutel 500 g
	6. HY Pro 85 Deluxe Beutel 500 g
	7. Nitro Plex Dose 2500 g
	8. HY Pro 85 Deluxe Dose 750 g
	9. Proteindrink 60 – 12 Flaschen à 500 ml
	10. Whey Plex Beutel 500 g
Creatin	11. Creatin Kapsel 250 Stück
	12. Creatin Pur Dose 500 g
	13. TRI PLEX XT Dose 1750 g
	14. CREA-TECH PX9 – 21 Beutel à 6 Caplets
	15. Zell Tech Dose 2000 g

Tabelle 30: Produktauswahl für die Fallstudie

Die erste Frage zur Ermittlung des Eckartikeleffektes, wie viele Kunden nur wegen eines bestimmten Artikels zum Einkaufen den Onlineshop besuchen, beantwortete der Befragte mit 30% bis 40%. Für die Verwendung im Algorithmus wurde deshalb der Mittelwert von 35% gewählt. Der Ausstrahlungseffekt der Eckartikel (β) ist in der hier zu verwendenden Zielfunktion somit 0,35.

Des Weiteren konnte der Befragte auch die Produkte benennen, wegen derer die genannten 30% bis 40% der Kunden zum Einkaufen ins Geschäft kommen. In diesem Fallbeispiel handelt es sich um drei Produkte:

1. HY Pro 85, 750g Dose
2. HY Pro 85, 500g Beutel
3. CREA-TECH PX9, 21 Beutel à 6 Caplets

Mithilfe dieser Angaben können für diesen Ansatz die möglichen Eckartikel des Sortiments bestimmt werden.

Nach der Bestimmung der Eckartikel und deren Effekt auf das Sortiment wurde die Frage nach der Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel $(\propto)$ beantwortet. Zur Beantwortung der Frage, welche Artikel von den Kunden häufig zusammen gekauft werden, konnte das Unternehmen auf eine Software zurückgreifen. Wenn ein Kunde im Online-Shop einen Artikel in den Warenkorb legt, zeigt die Software unterhalb des Warenkorbs an, welche Produkte von anderen Kunden zusammen mit dem Artikel im Warenkorb gekauft wurden. Für diese Arbeit wurden nur die Artikel betrachtet, die aus den zwei Warengruppen stammen, die für den Test ausgewählt wurden. Andere Artikel wurden hierbei nicht weiter berücksichtigt, da diese auch nicht vom Algorithmus

beeinflusst wurden. Um zu ermitteln, welche Artikel zusammen gekauft werden, wurden die Artikel aus dem Testsortiment nacheinander, einzelnd in den Warenkorb gelegt und es wurde geprüft, mit welchen anderen Artikeln der ausgewählte gekauft wurde. Die Kaufwahrscheinlichkeit weiterer Artikel ($\propto$) wird analog zu der Berechnung bei den Eckartikeln mithilfe der Absatzzahlen ermittelt, jedoch ohne die Gewichtung für die Eckartikel. Die Ergebnisse sind in Tabelle 31 zusammengefasst.

Artikel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1					0,53						0,04				
2											0,04				
3															
4					0,53						0,04				
5		0,02									0,04				
6															
7	0,07				0,53					0,04					
8		0,02		0,09											
9	0,07						0,01								
10															
11		0,02		0,09						0,04					
12	0,07			0,09											
13	0,07		0,02												
14			0,02				0,01								
15		0,02		0,09											

Tabelle 31: Übersicht Gewichtung der Verbundeffekte in der Fallstudie

An einem Beispiel, das die genutzten Absatzzahlen zur Bestimmung der Gewichtung bzw. zur Bestimmung des Einflusses dieser Artikel auf das Gesamtsortiment beinhaltet, soll das Vorgehen noch einmal veranschaulicht werden. Beispiel:

Artikel 1 (E_1): 32 Artikel in der betrachteten Periode verkauft (X_1)

Artikel 2 (E_2): 179 Artikel in der betrachteten Periode verkauft (X_2)

Artikel 3 (E_3): 8 Artikel in der betrachteten Periode verkauft (X_3)

Gesamtabsatz der betrachteten Periode: 337 Artikel (X)

Anteil der Kunden, die nur aufgrund eines bestimmten Artikels zum Einkaufen kommen: 35 % (g).

Berechnung der Einzelgewichtungen (für Eckartikel und alle anderen Artikel identisch) (Formel 19):

$$E_i = \frac{X_i}{X}$$

Formel 19: Berechnung der Einzelgewichtungen in der Fallstudie

Einzelgewichtung Artikel 1: $\frac{32}{337} = 0{,}09$

Einzelgewichtung Artikel 2: $\frac{179}{337} = 0{,}53$

Einzelgewichtung Artikel 3: $\frac{8}{337} = 0{,}04$

<u>Berechnung des relativen Einflusses aufgrund des geschätzten Anteils der Käufer, die nur für diese Artikel den Shop besuchen (nur für Eckartikel) (Formel 20):</u>

$$rE_i = E_i \cdot g$$

Formel 20: Relative Gewichtung von Eckartikeln in der Fallstudie

<u>mit:</u>

rE_i: $relative\ Einzelgewichtung\ des\ Eckartikels\ i$

Relative Gewichtung Artikel 1 (rE_1): $0{,}09 \cdot 0{,}35 = 0{,}03$

Relative Gewichtung Artikel 2 (rE_2): $0{,}53 \cdot 0{,}35 = 0{,}19$

Relative Gewichtung Artikel 3 (rE_3): $0{,}04 \cdot 0{,}35 = 0{,}01$

Im Anschluss daran wurde der Teilnehmer nach der Einschätzung zu den Preisober- und –untergrenzen gebeten. Die Antworten sind in Tabelle 32 zusammengefasst:

Zahl	Produkt	Aktueller Preis im Shop	Kundenabwanderung bei ... (bitte eine Preiseinschätzung angeben)	Kundenzuwanderung bei ... (bitte eine Preiseinschätzung angeben)
1.)	Whey Plex, 2270g Dose	€ 52,79	54,00 €	51,00 €
2.)	Iso Tech 94, 750g Dose	€ 27,19	29,00 €	26,00 €
3.)	Iso Tech 94, 500g Beutel	€ 18,79	20,00 €	17,50 €
4.)	HY Pro 85, 750g Dose	€ 25,59	27,00 €	24,50 €
5.)	HY Pro 85, 500g Beutel	€ 15,50	17,00 €	14,50 €
6.)	HY Pro Deluxe, 500g Beutel	€ 15,99	18,00 €	15,00 €
7.)	Nitro Plex, 2500g Dose	€ 70,39	73,00 €	69,00 €
8.)	HY Pro Deluxe, 750g Dose	€ 25,59	27,00 €	24,50 €
9.)	Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	€ 31,99	33,00 €	30,50 €
10.)	Whey Plex, 500g Beutel	€ 13,59	15,00 €	12,50 €
11.)	Creatin Kapseln, 250 Stück	€ 23,19	24,50 €	22,00 €
12.)	Creation Pur, 500g Dose	€ 20,79	22,00 €	25,50 €
13.)	TRI PLEX XT, 1750g Dose	€ 47,99	49,00 €	46,50 €
14.)	CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	€ 35,19	37,00 €	34,00 €
15.)	Zell Tech, 2kg Dose	€ 44,79	46,00 €	43,50 €

Tabelle 32: Einschätzung des monopolistischen Preisspielraums in der Fallstudie

Die Frage nach der Markt- oder Wettbewerbsposition, die der Steigung im monopolistischen Bereich der Preis-Absatzfunktion des Unternehmens entspricht, schätzte der Proband für alle Artikel den gleichen Wert von 4. Somit ergibt sich im Ansatz für die einzelnen Artikel im Monopolbereich eine Steigung von 0,4.

Im Anschluss wurde das zu optimierende Ziel für die Fallstudie bestimmt. Hier entschied sich das Unternehmen zunächst für den Deckungsbeitrag und ergänzte noch den Absatz als weiteres Ziel. Da das Unternehmen die genauen Kosten aber dann doch nicht mitteilen wollte, konnte das Ziel „Optimierung des Deckungsbeitrags“ in der Fallstudie nicht weiter berücksichtigt werden. Aus diesem Grund entschied sich das Unternehmen dann, den Umsatz zu maximieren. Die Schätzungen des Geschäftsführers wurden in den Algorithmus gespeist und die optimierten Preiskombinationen für die Testartikel ermittelt. Dem Unternehmen wurden zwei Szenarien zur Auswahl gegeben:

1.) Die neuen Preise wurden vom Algorithmus gesenkt und erhöht, abhängig davon, wie die beste Kombination zur Erreichung des optimalen Umsatzes erreicht wird.
2.) Aufgrund der strikten Kontrolle durch Wettbewerb und Hersteller und weil die eingestellten Preise die Möglichkeiten einer Senkung im vorgegeben Rahmen bereits voll ausschöpfen, wird der Preis nur, falls möglich, erhöht. Ansonsten wird der aktuelle Preis beibehalten.

Durch die Marktsituation, in der die Preise von den Teilnehmern bereits soweit wie möglich gesenkt wurden, ohne dass es zu Beschwerden der Herstellter kommt, entschied sich das Unternehmen für die zweite Variante, sodass die Preise nur nach oben angepasst wurden. Damit ergaben sich für den Test die folgenden Preiskombinationen (Tabelle 33):

Artikel	Preis alt	Preis neu	Preissteigerung in %
Whey Plex Dose 2270 g	52,79 €	53.93 €	2,16
Iso Tech 94 Dose 750 g	27,19 €	28.79 €	5,88
Iso Tech 94 Beutel 500 g	18,79 €	19.87 €	5,75
HY Pro 85 Dose 750 g	25,59 €	26.52 €	3,63
HY Pro 85 Beutel 500 g	15,50 €	15.50 €	0,00
HY Pro 85 Deluxe Beutel 500 g	15,99 €	17.99 €	12,51
Nitro Plex Dose 2500 g	70,39 €	72.69 €	3,00
HY Pro 85 Deluxe Dose 750 g	25,59 €	25.59 €	0,00
Proteindrink 60 – 12 Flaschen à	31,99 €	31.99 €	0,00
Whey Plex Beutel 500 g	13,59 €	13.59 €	0,00
Creatin Kapsel 250 Stück	23,19 €	23.19 €	0,00
Creatin Pur Dose 500 g	20,79 €	20.79 €	0,00
TRI PLEX XT Dose 1750 g	47,99 €	47.99 €	0,00
CREA-TECH PX9 – 21 Beutel à 6	35,19 €	35.19 €	0,00
Zell Tech Dose 2000 g	44,79 €	44.79 €	0,00

Tabelle 33: Optimierte Preiskombination in der Fallstudie

6.5. Darstellung der Ergebnisse

Die am Anfang des Kapitels festgelegte Zielsetzung war die Überprüfung des Algorithmus auf die Prognosefähigkeit und das Optimierungspotenzial. In beiden Bereichen soll der Algorithmus gute Werte erzielen.

Die Prognosfähigkeit wird mithilfe eines Vergleichs von prognostizierten und realisierten Werten bestimmt. Das Optimierungspotenzial wird anhand der Steigerung des Optimierungsziels bestimmt.

In einem Zeitraum von sechs Wochen wurden die neuen Preiskombinationen zur Optimierung der Unternehmensziele in der Praxis getestet (27. März bis 07. Mai 2012). Der Testzeitraum kann in zwei Phasen aufgeteilt werden:

Phase 1 – (Dauer – 14 Tage): In der ersten Phase vom 27. März bis zum 9. April 2012 wurden zwei Ziele verfolgt. Das erste Ziel war es, erste Verkaufsdaten zu sammeln und diese mit den Prognosewerten zu vergleichen. Bei der Prognose kann es aufgrund

von Fehleinschätzungen durch die Preisentscheider oder durch aktuelle Entwicklungen im Markt oder im Unternehmen zu stärkeren Abweichungen von den realisierten Werten kommen als erwartet. Wenn das eintritt, ist es wichtig festzustellen, ob bei der Schätzung ein Fehler vorliegt oder aber andere Effekte diese Abweichungen verursacht haben. Um dies zu überprüfen, werden die zuvor befragten Preisentscheider mit den möglichen Abweichungen konfrontiert und um eine Erklärung gebeten. Wird festgestellt, dass beispielsweise einige Elemente des Algorithmus falsch eingeschätzt wurden, werden diese korrigiert und es wird mit den neuen Einschätzungen fortgefahren. In dieser Fallstudie führte das Unternehmen Abweichungen zwischen den prognostizierten und den realisierten Werten auf saisonale Gegebenheiten zurück und sah keine Veranlassung, seine Einschätzungen zu korrigieren, sodass der Algorithmus mit den Einstellungen in die nächste Phase starten konnte.

Das zweite Ziel dieser Phase war es, dass sich die Kunden an die neuen Preise gewöhnen können. Es wurde die Vermutung aufgestellt, dass einige Kunden die Preisveränderung bemerken und ihre Käufe verschieben. Dieses Verhalten kann zu deutlicheren Absatzveränderungen führen, die sich eventuell negativ auf die Ergebnisse des Tests auswirken können. Aus diesem Grund wird im Folgenden diese Phase gesondert betrachtet.

Phase 2 - (Dauer – 28 Tage): Die zweiten Phase stellt die Haupttestphase dar und fand vom 10. April bis 7. Mai 2012 statt. Für diese Phase wird die Annahme aufgestellt, dass die Kunden das neue Preisniveau akzeptiert haben und es dadurch zu keinen weiteren Absatzveränderungen kommt. Im Anschluss werden zunächst die Ergebnisse zur Überprüfung der Prognosegenauigkeit vorgestellt und darauf folgend die Optimierungsergebnisse überprüft.

6.5.1. Bestimmung der Prognosegüte des Algorithmus

Die Prognosegüte des Algorithmus lässt sich durch einen Vergleich der prognostizierten Absatzzahlen und den im Anschluss realisierten Werten innerhalb der sechswöchigen Testphasen überprüfen.

Das in der Wissenschaft und Praxis am häufigsten verwendete Prognosegütemaß ist das Mean Square Error (MSE) (Formel 22) (Barrot, 2009, S. 556). Aus diesem Grund wird dieses Maß auch für diese Arbeit verwendet. Das MSE ist die quadrierte Form des Mean Error (ME) (Formel 21), der die durchschnittliche Abweichung des prognostizierten Wertes zum realisierten Wert angibt, wodurch größere Abweichungen eine höhere Gewichtung erhalten als kleinere (Barrot, 2009, S. 548 ff.):

$$ME = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\dot{x}_t - x_t)$$

Formel 21: Berechnung des Mean Error in der Fallstudie

$$MSE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\dot{x}_t - x_t)^2$$

Formel 22: Berechnung des Mean Squared Error in der Fallstudie

<u>mit:</u>

x_t: $Eingetretene\ Beobachtung\ zum\ Zeitpunkt\ t$

$\dot{x}_t$: $Vorliegende\ Prognose\ zum\ Zeitpunkt\ t$

T: $Gesamtzahl\ der\ vorliegenden\ Prognosen$

Nachteilig hierbei ist, dass auch die Einheiten der Prognoseobjekte quadriert werden, weshalb die Daten unter Anwendung des Root Mean Squared Error (RMSE) (Formel 23) in der Praxis häufig in ihre Ursprungsdimension überführt werden (Barrot, 2009, S. 550):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\dot{x}_t - x_t)^2}$$

Formel 23: Berechnung des Root Mean Squared Error in der Fallstudie

<u>mit:</u>

x_t: $Eingetretene\ Beobachtung\ zum\ Zeitpunkt\ t$

$\dot{x}_t$: *Vorliegende Prognose zum Zeitpunkt t*

T: *Gesamtzahl der vorliegenden Prognosen*

Für die Bewertung des hier entwickelten Algorithmus wird der ermittelte Absatz (Prognosewert – Tabelle 35) pro Artikel genommen und mit dem durchschnittlich erzielten Wert innerhalb der sechswöchigen Testphase verglichen (Tabelle 34).

Produkte		**1. Woche**	**2. Woche**	**3.Woche**	**4.Woche**	**5.Woche**	**6.Woche**
	Prognosewert $(\dot{x}_t)$	**Kalibrierungsphase** (x_t)		**Testphase** (x_t)			
Whey Plex, 2270 g Dose	13	11	7	13	12	19	17
Iso Tech 94, 750 g Dose	4	14	14	5	3	4	3
Iso Tech 94, 500 g Beutel	3	6	6	7	2	1	4
HY Pro 85, 750g Dose	16	14	2	18	18	20	12
HY Pro 85, 500g Beutel	90	59	49	78	61	68	93
HY Pro Deluxe, 500g Beutel	15	4	24	15	5	11	5
Nitro Plex, 2500g Dose	3	5	3	2	0	6	5
HY Pro Deluxe, 750g Dose	1	4	4	0	1	0	10
Protein Drink 60, 12 Flaschen a 500 ml	0	2	0	0	4	5	0
Whey Plex, 500g Beutel	8	12	7	9	7	7	12
Creatin Kapseln, 250 Stück	7	3	5	8	4	4	2
Creatin Pur, 500g Dose	0	0	0	0	0	0	0
TRI PLEX XT, 1750g Dose	4	2	9	9	6	3	8
CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	7	7	5	2	5	10	2
Zell Tech, 2 kg Dose	0	10	4	6	10	1	8

Tabelle 34: Darstellung der Prognosewerte und der erzielten Werte in der Fallstudie

Mittels dieser Daten können die Prognosegütemaße ME, MSE und RMSE gebildet werden (Tabelle 35):

	$ME = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\dot{x}_t - x_t)$	$MSE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\dot{x}_t - x_t)^2$	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(\dot{x}_t - x_t)^2}$	Arithmetische Mittel der sechs Wochen
Whey Plex, 2270 g Dose	-0,67	15,92	3,99	13
Iso Tech 94, 750 g Dose	-3,67	37,25	6,10	7
Iso Tech 94, 500 g Beutel	-1,33	6,67	2,58	4
HY Pro 85, 750g Dose	2,00	40,00	6,32	14
HY Pro 85, 500g Beutel	21,50	664,92	25,79	68
HY Pro Deluxe, 500g Beutel	4,33	69,67	8,35	11
Nitro Plex, 2500g Dose	-1,00	5,25	2,29	4
HY Pro Deluxe, 750g Dose	-2,67	19,25	4,39	3
Protein Drink 60, 12 Flaschen a 500 ml	-1,83	7,50	2,74	2
Whey Plex, 500g Beutel	-1,50	7,25	2,69	9
Creatin Kapseln, 250 Stück	2,67	10,67	3,27	4
Creatin Pur, 500g Dose	0,00	0,00	0,00	0
TRI PLEX XT, 1750g Dose	-2,17	12,50	3,54	6
CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	1,33	9,58	3,10	5
Zell Tech, 2 kg Dose	-6,50	52,83	7,27	7

Tabelle 35: ME, MSE, RMSE und arithmetisches Mittel in der Fallstudie

Ohne Vergleichswerte sind die Prognosegütemaße nur schwer interpretierbar. Aus diesem Grund wurde noch das arithmetische Mittel in der Tabelle 36 gegenübergestellt. Bei dem Vergleich der Werte wird deutlich, dass der Algorithmus bei einigen Artikeln gute Prognosen liefert und bei anderen weniger gute. Beispielsweise ist das arithmetische Mittel für den Artikel CREA-TECH PX9 5 und der ME 1,33. Die Abweichung vom realisierten Wert ist also sehr gering und im Vergleich zum arithemtischen Mittel noch geringer. Für diesen Artikel könnte man vermuten, dass die Prognosegenauigkeit sehr gut ist. Wird davon ausgegangen, dass eine gute Prognosegenauigkeit unterstellt werden kann, wenn der absolute ME Wert weniger als die Hälfte des arithmetischen Mittels ist, dann könnte bei neun Artikeln eine gute Prognosegenauigkeit vermutet werden (CREA-TECH PX9; Whey Plex, 500g Beutel; Nitro Plex, 2500g Dose; HY Pro 85, 500g Beutel; Iso Tech 94, 750g Dose und Whey Plex, 2270g Dose). Diese Annahme ist allerdings willkürlich. Die Maße liefern ein erstes Gefühl dafür, wie gut die Prognose des Algorithmus ist, sind aber noch kein gutes Bewertungskriterium.

Festgestellt werden kann, dass der Algorithmus nicht durchweg gute Ergebnisse liefert. Es hat den Anschein, dass er bei ca. zwei Drittel der Artikel gute Prognose liefert und bei den restlichen Artikeln weniger gute. Ob die Prognose wirklich gut oder schlecht ist kann auf Basis des Relative Absoulte Error (RAE) (Formel 24) ermittelt werden, der die absolute Differenz zwischen Prognose und realisierten Werten in Relation zur Differenz von einer so genannten Naiven Prognose (beobachteter Wert der Vorperiode) und realisierten Wert setzt (Barrot, 2009, S. 554):

$$RAE = \frac{|\dot{x}_t - x_t|}{|x_{t-h} - x_t|}$$

Formel 24: Berechnung des Relative Absolute Error in der Fallstudie

<u>mit:</u>

x_t: $Eingetretene\ Beobachtung\ zum\ Zeitpunkt\ t$

$\dot{x}_t$: $Vorliegende\ Prognose\ zum\ Zeitpunkt\ t$

h: $Anzahl\ der\ Perioden,\ f\ddot{u}r\ die\ eine\ Prognose\ im\ Voraus\ get\ddot{a}tigt\ wird.$

Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tabelle 36 dargestelt. Bei einem RAE Wert > 1 liefert der Algorithmus schlechtere Werte als die Naive Prognose, bei einem RAE Wert < 1 liefert er bessere Werte und bei einem Wert gleich 1 ist der Algorithmus ählnich gut (Barrot, 2009, S. 555). Der Wert „n.a." in der Tabelle drückt den Fall aus, dass die naive Prognose den erzielten Wert genau prognostiziert hat. Dadurch wird der Nenner Null und somit ist die Berechnung nicht durchführbar. In dem anderen Fall, wenn die Prognose genau mit dem erzielten Wert übereinstimmt, wird der Wert Null ausgegeben.

Produkte	2. Woche	3.Woche	4.Woche	5.Woche	6.Woche
Whey Plex, 2270 g Dose	1,38	0,08	0,50	0,93	2,25
Iso Tech 94, 750 g Dose	0,00	0,17	0,25	0,50	0,50
Iso Tech 94, 500 g Beutel	0,00	4,00	0,20	2,00	0,33
HY Pro 85, 750g Dose	1,17	0,13	0,00	2,00	0,50
HY Pro 85, 500g Beutel	4,05	0,40	1,68	3,07	0,14
HY Pro Deluxe, 500g Beutel	0,45	0,00	1,00	0,67	1,67
Nitro Plex, 2500g Dose	0,25	0,50	1,25	0,58	2,50
HY Pro Deluxe, 750g Dose	0,00	0,13	0,50	0,50	0,95
Protein Drink 60, 12 Flaschen a 500 ml	0,00	0,00	1,00	5,00	0,00
Whey Plex, 500g Beutel	0,10	0,75	0,25	0,00	0,90
Creatin Kapseln, 250 Stück	1,00	0,33	0,75	0,00	2,50
Creatin Pur, 500g Dose	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRI PLEX XT, 1750g Dose	0,71	0,00	0,67	0,33	0,80
CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	0,75	1,50	0,50	0,70	0,56
Zell Tech, 2 kg Dose	0,67	3,00	2,50	0,11	1,14

Tabelle 36: Ergebnisse der RAE Berechnung in der Fallstudie

Die RAE Betrachtung liefert ein unterschiedliches Bild als die vorherigen Überlegungen. Bei 45 Datenpunkten von 75 (15 Produkte über 5 auszuwertende Wochen) liefert der Algorithmus bessere Werte. Das entspricht 60,00 % aller Datenpunkte. Die naive Prognose liefert bei 22 von 75 Datenpunkten bessere Werte. Das entspricht 29,33 % aller Datenpunkte. Bei 8 Datenpunkten sind die Prognosen gleich. Insgesamt kann somit festgestellt werden, dass die Prognosegenauigkeit des Algorithmus sehr gut ist.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die Prognose am Anfang des Testzeitraums gemacht wurde und danach nicht wieder überprüft oder angepasst wurde. Kontinuierliche Gespräche mit dem Experten, mit dem auch die Funktionsparameter für den Algorithmus bestimmt wurden, hätte vielleicht noch zu Anpassungen während des Testzeitraums geführt, die das Ergebnisse der Prognosegenauigkeit hätten verändern können. Im nächsten Schritt ist zu überprüfen, ob der Aglorithmus zur Optimierung der Unternehmensziele beiträgt.

6.5.2. Bestimmung des Optimierungspotenzials des Algoritmus

Als Optimierungsziel für diese Fallstudie wurden von dem Unternehmen der Umsatz festgelegt. Aufgrund der Sortimentsstruktur und der Marktsituation, in der das Unternehmen agiert, lässt sich die Überprüfung dieses Ziels anhand eines Verlgeichs der Absatzentwicklung vom Test- und Restsortiment erreichen. Denn ein wesentlicher Erfolgsfaktor zur Erreichnung des Optimierungsziels ist die Nutzung des monopolistischen Preisspielraums des Unternehmens. Hierbei werden die Preise so angepasst, dass es zu keinen signifikanten Absatzveränderungen kommt. Wenn das mithilfe des Algorithmus funktioniert und alle anderen Faktoren, wie beispielsweise Wettbewerb oder saisonale Effekte, konstant gehalten werden könnten, dann ist eine Umsatzsteigerung mit großer Sicherheit auf die Preisoptimierung des Algorithmus zurückzuführen. Die externen Effekte, wie Wettbewerb oder Saison, können zwar nicht kontrolliert, aber mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden. Das Sortiment des Unternehmens unterliegt beispielsweise nur insgesamt saisonalen Effekten. Es gibt also keine Teilsortimente, die in unterschiedlichen Zeiträumen stärker oder schwächer auf saisonale Effekte reagieren als andere. Ein saisonaler Effekt würde also in diesem Testaubau sowohl das Test- als auch das Restsortiment betreffen. Aus diesem Grund kann dieser externe Effekt ausgeschlossen werden. Für den Wettbewerb gilt, dass die Marktteilnehmer gegenseitig imme weiter nach unten geboten haben. Es wird versucht Marktanteile über Preissenkungen zu erzielen und hier ist laut Befragung des Unternehmens bereits die Grenze für die Martteilnehmer erreicht. Da die verbreitete Strategie im Markt ist, Marktanteile über Preissenkungen zu steigern, ist es unwahrscheinlich anzunehmen, dass Wettbewerber Preiserhöhungen folgen würden. Selbst wenn dies geschehen sollte, agiert der Algorithmus im monopolistischen Preisspielraum, so dass es keine Effekte auf die Verkäufe des Unternehmens haben sollte.

Für den Testzeitraum 6.290 Artikel verkauft. Davon wurden 30% aller Verkäufe im Testsortiment und 70% aller Verkäufe im Restsortiment generiert und (Abbildung 17). Das Testsortiment bestand aus 15 Artikeln und das Restsortiment aus 49 Artikeln.

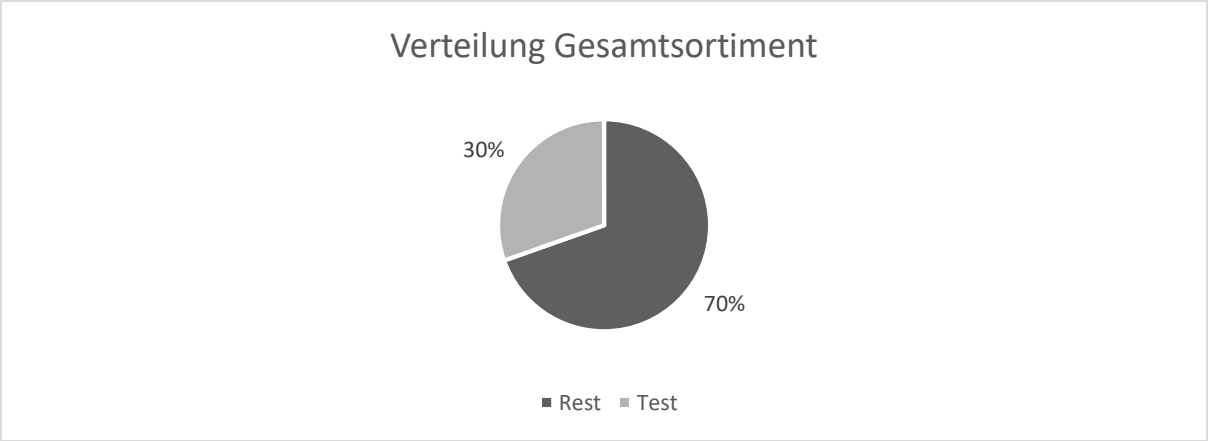

Abbildung 17: Aufteilung Absatz auf die Sortimente im Testzeitraum in der Fallstudie

Die Auswertung erfolgt für die Phasen 1 und 2 des Testzeitraums gesondert. Zuerst wird die Absatzentwicklung für die Phase 1 analysiert. Hier zeigt sich in der grafischen Darstellung der beiden Wochen (Abbildung 18) ein fast identischer Verlauf zwischen dem Testsortiment und dem restlichen Sortiment.

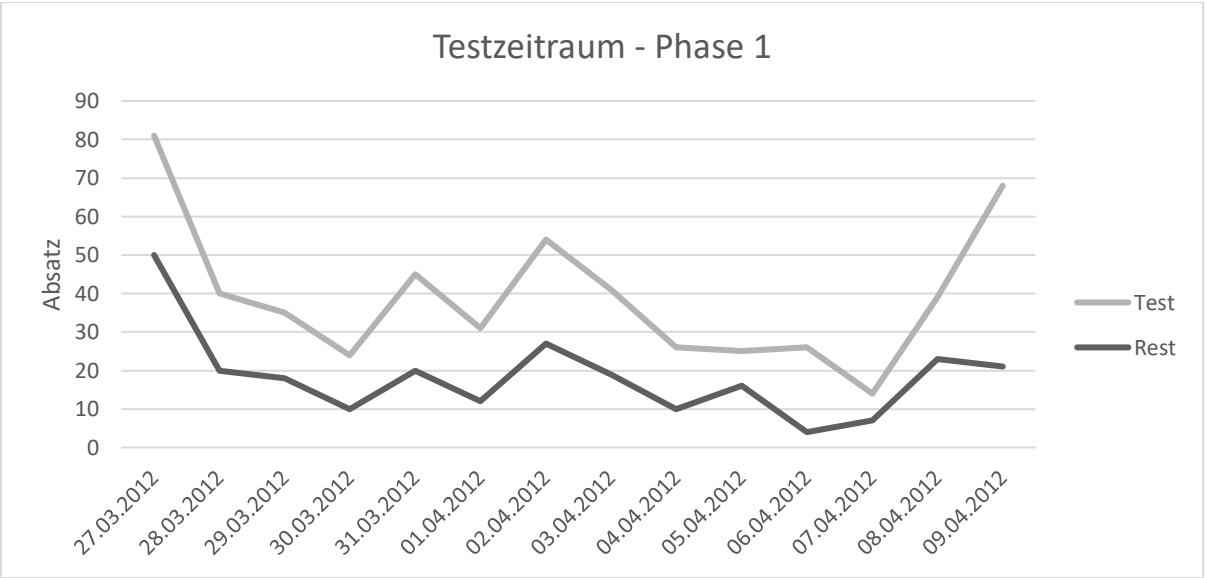

Abbildung 18: Absatzentwicklung Testzeitraum - Phase 1 in der Fallstudie

Dieser Verlauf soll statistisch überprüft werden. Da das Absatzniveau durchaus unterschiedlich sein kann für die beiden Sortimenten, wird für einen besseren Vergleich die prozentualen Absatzänderungen pro Tag in diesem Zeitraum betrachtet. Die erzielten prozentualen Absatzänderungen sind in Tabelle 37 dargestellt.

Phase 1			Phase 2		
Datum	Restsortiment	Testsortiment	Restsortiment	Testsortiment	Datum
27. Mrz	138%	-18%	71%	-34%	10. Apr
28. Mrz	-60%	-35%	-22%	6%	11. Apr
29. Mrz	-10%	-15%	-61%	-39%	12. Apr
30. Mrz	-44%	-18%	255%	-15%	13. Apr
31. Mrz	100%	79%	-74%	0%	14. Apr
01. Apr	-40%	-24%	190%	18%	15. Apr
02. Apr	125%	42%	-24%	70%	16. Apr
03. Apr	-30%	-19%	-23%	-35%	17. Apr
04. Apr	-47%	-27%	24%	18%	18. Apr
05. Apr	60%	-44%	-43%	-27%	19. Apr
06. Apr	-75%	144%	75%	-42%	20. Apr
07. Apr	75%	-68%	10%	-27%	21. Apr
08. Apr	229%	129%	122%	250%	22. Apr
09. Apr	-9%	194%	-57%	-14%	23. Apr
			36%	50%	24. Apr
			-20%	-11%	25. Apr
			29%	-34%	26. Apr
			-29%	0%	27. Apr
			-9%	-62%	28. Apr
			65%	63%	29. Apr
			-9%	115%	30. Apr
			33%	4%	01. Apr
			35%	-3%	02. Mai
			-61%	-43%	03. Mai
			-48%	113%	04. Mai
			91%	-35%	05. Mai
			124%	32%	06. Mai
			-36%	-21%	07. Mai

Tabelle 37: Prozentuale Absatzänderung in der Phase 1 und 2

Auch wenn bei den prozentualen Absatzänderungen davon ausgegangen werden kann, dass die Werte nicht normalverteilt sind, wird im Folgenden ein Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest durchgeführt, mit dem die Daten auf Normalverteilung überprüft werden, um die aufgestellte Verumutung zu überprüfen und damit Sicherheit zu haben, welche Anschlusstests verwendet werden können. Die Nullhypothese bei diesem Test ist, dass die Daten normalverteilt sind. Gestest werden die Daten des Testsortiment und des Restsortiment gesondert. Der Signifikanzwert für den Test beim Restsortiment ist 0,183 und beim Testsortiment 0,213. Somit kann die Nullhypothese bei beiden Sortimenten nicht abgelehnt werden und davon ausgegangen werden, dass

die Daten normalverteilt sind. Die Ergebnisse des Tests sind in Tabelle 38 dargestellt. Es wurde mit einem Konvigenzintervall von 95 % gearbeitet.

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest			**Entscheidung**
Restsortiment	Nullhypothese: Die Stichprobe ist normalverteilt	0.183	Nullhypothese beibehalten
	Sig.	0,183	
	Mittelwert	0,25	
	Standardabweichung	0,826	
Testsortiment	Nullhypothese: Die Stichprobe ist normalverteilt		Nullhypothese beibehalten
	Sig.	0.235	
	Mittelwert	0,15	
	Standardabweichung	0,702	

Tabelle 38: Test auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpasstungstest in der Fallstudie

Aufgrund der Testergebnisse kann im Folgenden ein T-Test zur Bestätigung genutzt werden, dass beide Sortimente einen gleichen Verlauf in den Testphasen besitzen. Hierbei wird überprüft, ob die Varianzen für das Test- und Restsortiment in den Phasen 1 und 2 gleich sind. Die Voraussetzungen für die Anwendung sind, dass die Daten nicht normalverteilt sind, die Gruppen unabhängig und stetige Merkmale enthalten. Alle Voraussetzungen sind hierfür erfüllt. Es wird ein Konfidenzintervall von 95 % angenommen. Für die Phase 1 ist die Stichprobengröße 14 und für die Phase 2 ist diese 28. Die Stichprobengröße der beiden Phasen für einen T-Test ist relativ klein. Der T-Test wurde zur Überprüfung der Werte gewählt, weil es sich um ein sehr robustes Verfahren handelt, das auch bei kleiner Stichprobengröße verlässliche Informationen liefert, vorausgesetzt die folgenden Kriterien werden eingehalten (Rasch, Friese, Hofmann, & Neumann, 2010, S. 59) (Tabelle 39):

	Voraussetzungen für die Anwendung eines T-Tests	Status
1.)	Das untersuchte Merkmal ist intervallskaliert	Erfüllt
2.)	Das untersuchte Merkmal ist in der Population normalverteilt	Erfüllt
3.)	Die Populationsvarianzen, aus denen die beiden Stichproben stammen, sind gleich (Varianzhomogenität)	Erfüllt

Tabelle 39: Voraussetzungen für die Anwendung eines T-Tests

Da der Test sich auf Absatzzahlen bezieht, ist die erste Voraussetzung, die Intervallskalierung, erfüllt. Denn die Anforderung bezieht sich darauf, dass die Daten mindestens intervallskaliert sein müssen (Brosius, 2013, S. 221) und somit auch durchaus auf einer Ratioskala liegen können. Die Normalverteilung der Daten wurde bereits untersucht und damit ist auch die zweite Voraussetzung erfüllt. Zur Überprüfung der letzten Voraussetzung wurde der Levene-Test durchgeführt, der die Daten auf Varianzhomogenität überprüft. Die Nullhypothese ist, dass die Varianzen

gleich sind. Für die Phase 1 ergab sich hierbei eine Signifikanz von 0,474 und für die Phase 2 eine Signifikanz von 0,228. Somit kann für beide Phasen die Nullhypothese bestätigt werden und die dritte Voraussetzung, die Varianzhomogenität, ist ebenfalls erfüllt.

Bei der Überprüfung der Phase 1 ergibt sich mit dem T-Test ein Signifikanzwert von 0,718. Somit kann bestätigt werden, dass sich die Mittelwerte nicht unterscheiden und die Entwicklung von Rest- und Testsortiment in der Phase 1 gleich ist.

Die Abbildung 19 zeigt den Absatzverlauf währen der zweiten Phase des Tests.

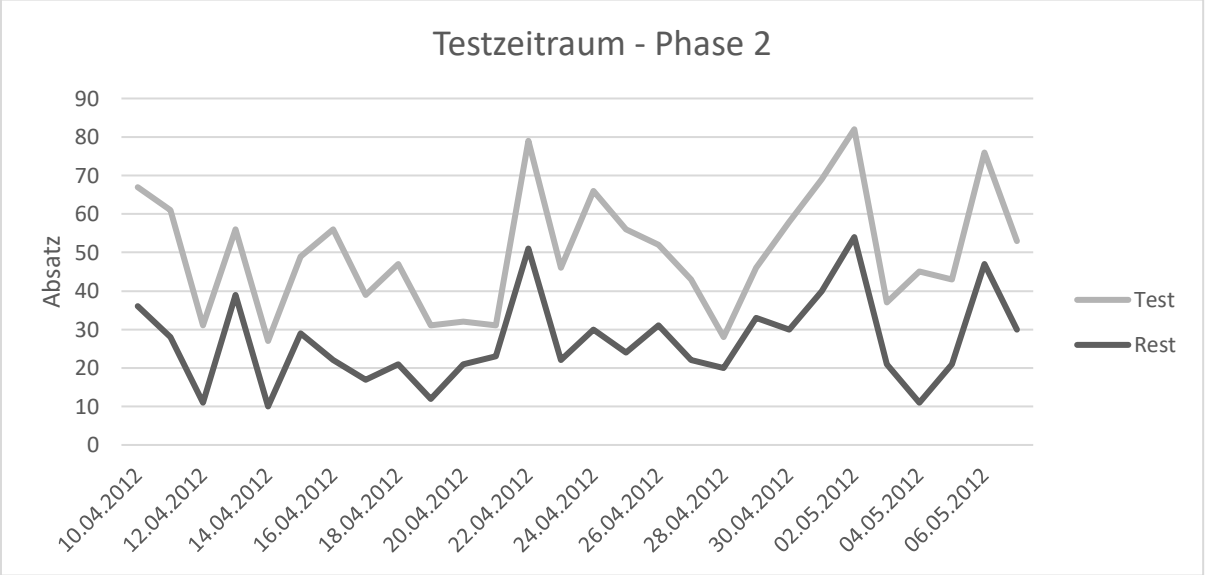

Abbildung 19: Absatzentwicklung Testzeitraum - Phase 2 in der Fallstudie

Wie schon in der ersten Phase zu beobachten war, zeigen sich auch hier ähnliche Verläufe zwischen den Sortimenten. Um diese Vermutung zu bestätigen, wird wieder ein T-Test durchgeführt.

Für die Phase 2 ergibt sich mit einem Signifikanzwert von 0,522 ein ähnliches Bild wie beim vorherigen T-Test. Auch hier kann bestätig werden, dass die Varianz gleich ist und die Entwicklung der Sortimente einen ähnlichen Verlauf hat. Somit kann die Vermutung der grafischen Auswertung insgesamt bestätigt werden. Die Absatzentwicklung des Testsortiments und des restlichen Sortiments ist gleich. Die Tabelle 39 fasst noch einmal die Ergebnisse der T-Tests zusammen.

T-Test Phase 1	Mittelwert	Standardabweichung	Sig.			
Restsortiment	0,3507	0,93227	0,474			
Testsortiment	0,2280	0,81318				
T-Test Phase 2	Mittelwert	Standardabweichung	Sig.			
Restsortiment	0,2298	0,79169	0,228			
Testsortiment	0,1050	0,65173				

Tabelle 40: T-Test Fallstudie

Die Tests bestätigen die Vermutung, dass die Entwicklungen der Absätze der beiden zu betrachtenden Sortimente in beiden Phasen vergleichbar sind. Somit sind Schwankungen in den Absätzen auf andere Faktoren zurückzuführen, als die Preiserhöhungen. Folglich muss mit den erhöhten Preiskombinationen des Algorithmus mehr Umsatz erzielt worden sein, als dies mit den alten Preiskombinationen hätte erzielt werden können. Die Tabellen 40 und 41 zeigen einen hypothetischen Vergleich der Umsätze, die mit den neuen Preisen erzielt wurden in den Testwochen und die Umsätze, die mit den alten Preisen in dem Testzeitaum erziel worden wären. Hier wurde eine Umsatzsteigerung von 1,86 % erzielt.

Produkte	1.Woche - Umsatz	2.Woche - Umsatz	3.Woche - Umsatz	4.Woche - Umsatz	5.Woche -	6.Woche - Umsatz	Total - Umsatz
All Stars- Whey Plex, 2270 g Dose	580.69 €	422.32 €	686.27 €	633.48 €	1,003.01 €	897.43 €	4,223.20 €
All Stars - Iso Tech 94, 750 g Dose	380.66 €	380.66 €	135.95 €	81.57 €	108.76 €	81.57 €	1,169.17 €
All Stars - Iso Tech 94, 500 g Beutel	112.74 €	112.74 €	131.53 €	37.58 €	18.79 €	75.16 €	488.54 €
All Stars - HY Pro 85, 750g Dose	383.85 €	51.18 €	460.62 €	460.62 €	511.80 €	307.08 €	2,175.15 €
All Stars - HY Pro 85, 500g Beutel	914.50 €	759.50 €	1,209.00 €	945.50 €	1,054.00 €	1,441.50 €	6,324.00 €
All Stars - HY Pro Deluxe, 500g Beutel	63.96 €	383.76 €	239.85 €	79.95 €	175.89 €	79.95 €	1,023.36 €
All Stars - Nitro Plex, 2500g Dose	351.95 €	211.17 €	140.78 €	- €	422.34 €	351.95 €	1,478.19 €
All Stars - HY Pro Deluxe, 750g Dose	127.95 €	102.36 €	- €	25.59 €	- €	255.90 €	511.80 €
All Stars - Protein Drink 60, 12 Flaschen a 500	63.98 €	- €	- €	127.96 €	159.95 €	- €	351.89 €
All Stars - Whey Plex, 500g Beutel	163.08 €	95.13 €	122.31 €	95.13 €	95.13 €	163.08 €	733.86 €
All Stars - Creatin Kapseln, 250 Stück	69.57 €	115.95 €	185.52 €	92.76 €	92.76 €	46.38 €	602.94 €
All Stars - Creatin Pur, 500g Dose	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
All Stars - TRI PLEX XT, 1750g Dose	95.98 €	431.91 €	431.91 €	287.94 €	143.97 €	383.92 €	1,775.63 €
All Stars - CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	246.33 €	175.95 €	70.38 €	175.95 €	351.90 €	70.38 €	1,090.89 €
All Stars - Zell Tech, 2 kg Dose	537.48 €	179.16 €	268.74 €	447.90 €	44.79 €	358.32 €	1,836.39 €
							23,785.01 €

Tabelle 41: Umsatzentwicklung alter Preis

Produkte	1.Woche - Umsatz	2.Woche - Umsatz	3.Woche - Umsatz	4.Woche - Umsatz	5.Woche - Umsatz	6.Woche - Umsatz	Total - Umsatz
All Stars- Whey Plex, 2270 g Dose	593.19 €	431.41 €	701.05 €	647.12 €	1,024.61 €	916.76 €	4,314.14 €
All Stars - Iso Tech 94, 750 g Dose	403.05 €	403.05 €	143.95 €	86.37 €	115.16 €	86.37 €	1,237.95 €
All Stars - Iso Tech 94, 500 g Beutel	119.22 €	119.22 €	139.09 €	39.74 €	19.87 €	79.48 €	516.63 €
All Stars - HY Pro 85, 750g Dose	397.84 €	53.05 €	477.41 €	477.41 €	530.46 €	318.27 €	2,254.44 €
All Stars - HY Pro 85, 500g Beutel	914.50 €	759.50 €	1,209.00 €	945.50 €	1,054.00 €	1,441.50 €	6,324.00 €
All Stars - HY Pro Deluxe, 500g Beutel	71.95 €	431.70 €	269.81 €	89.94 €	197.86 €	89.94 €	1,151.20 €
All Stars - Nitro Plex, 2500g Dose	363.45 €	218.07 €	145.38 €	- €	436.14 €	363.45 €	1,526.49 €
All Stars - HY Pro Deluxe, 750g Dose	127.95 €	102.36 €	- €	25.59 €	- €	255.90 €	511.80 €
All Stars - Protein Drink 60, 12 Flaschen a 500	63.98 €	- €	- €	127.96 €	159.95 €	- €	351.89 €
All Stars - Whey Plex, 500g Beutel	163.08 €	95.13 €	122.31 €	95.13 €	95.13 €	163.08 €	733.86 €
All Stars - Creatin Kapseln, 250 Stück	69.57 €	115.95 €	185.52 €	92.76 €	92.76 €	46.38 €	602.94 €
All Stars - Creatin Pur, 500g Dose	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
All Stars - TRI PLEX XT, 1750g Dose	95.98 €	431.91 €	431.91 €	287.94 €	143.97 €	383.92 €	1,775.63 €
All Stars - CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	246.33 €	175.95 €	70.38 €	175.95 €	351.90 €	70.38 €	1,090.89 €
All Stars - Zell Tech, 2 kg Dose	537.48 €	179.16 €	268.74 €	447.90 €	44.79 €	358.32 €	1,836.39 €
							24,228.26 €
Steigerung im Verhältnis zu den alten Preisen							1.86%

Tabelle 42: Umsatzentwicklung neuer Preis

Die Anfangs aufgesestellte Annahme, dass der Algorithmus die Preise innhalb des monopolistischen Preisspielraums steigert und zur Optimierung der Unternehmensziele erfolgreich beigetragen hat, kann als bestätigt betrachtet werden. Dieses Ergebnis wurden auch vom Unternehmen bestätigt:

„Generell denke ich, dass die Preissteigerungen nicht groß genug waren, um vom Konsumenten in einer relevanten Weise wahrgenommen zu werden. Sicher spielt dabei mit rein, dass der Konsument, der sich entschließt, direkt beim Hersteller zu bestellen, nicht allzu großes Augenmerk auf den Preis richtet, es sei denn, die Unterschiede sind gravierend. Von daher überrascht mich das Ergebnis nicht sehr, obwohl ich vorab nicht hätte beschwören können, dass das Ergebnis so ausfallen würde. Mich würde interessieren, was passiert, wenn man die Preise um 25-30 %, sprich auf den UVP, erhöht. Dann würde man evtl. ein anderes Ergebnis sehen.“ (Geschäftsführer, Unternehmen der Fallstudie)

Dass die Umsatzsteigerung so gering ausfällt liegt vor allem auch daran, dass zum einen die Preissteigerung relativ gering ausfielen und zum anderen nur für ein Drittel der Artikel ermittelt wurden. Ansatt der Umsatzbetrachtung ist die Betrachtung der dadurch erzielten Gewinnsteigerung spannend. Diese kann für die Fallstudie leider nur geschätzt werden, da das Unternehmen seine Kosten nicht mitgeteilt hat. Aus diesem Grudn wird für die Schätzung ein prozentualer Anteil des Umsatzes als Kostenblock angenommen. Es ergibt sich eine geschätzte Gewinnsteigerung zwischen 1,86 % und 186,36 % (Tabelle 42).

Kostenblock				
Prozentual	Absolut	Gewinn neu	Gewinn alt	Gewinnsteigerung
0%	0 €	24,228.26 €	23,785.01 €	1.86%
10%	2,378.50 €	21,849.76 €	21,406.51 €	2.07%
20%	4,757.00 €	19,471.26 €	19,028.01 €	2.33%
30%	7,135.50 €	17,092.76 €	16,649.51 €	2.66%
40%	9,514.00 €	14,714.26 €	14,271.01 €	3.11%
50%	11,892.51 €	12,335.76 €	11,892.51 €	3.73%
60%	14,271.01 €	9,957.26 €	9,514.00 €	4.66%
70%	16,649.51 €	7,578.75 €	7,135.50 €	6.21%
80%	19,028.01 €	5,200.25 €	4,757.00 €	9.32%
90%	21,406.51 €	2,821.75 €	2,378.50 €	18.64%
99%	23,547.16 €	681.10 €	237.85 €	186.36%

Tabelle 43: Entwicklung geschätzte Gewinnsteigerung in der Fallstudie

Lässt man unberücksichtigt, dass keine Kosten anfallen oder aber Kosten, die einem prozentualen Anteil von 99 % der erzielten Umsätze entsprechen, ergeben sich

geschätzte Gewinnsteigerungen zwischen 2,07 % und 18,64 %. Wird ferner davon ausgegangen, dass der Kostenanteil am Umsatz im deutschen Einzelhandel ca. 50 % oder weniger beträgt (Müller-Hagedorn, 2005, S. 88) und nimmt dies als Referenzwert für die Fallstudie, erzielt das Modell eine geschätzte Gewinnsteigerung von 3,73 % bis 18,64 %. Tests mit auf dem Markt zur Verfügung stehenden Optimierungssoftware, z. B. von der Firma KhiMetrics (in 2006 übernommen von SAP), ergeben eine durchschnittliche Netto-Gewinnsteigerung von +1 % bis +2 % sowie eine Brutto-Gewinnsteigerung von +5 % bis +15 % (Levy, Grewal, Kopalle & Hess, 2004, S. 15). Die geschätzte erzielte Gewinnsteigerung mit dem hier erstellten Ansatz würde somit sogar über den angegebenen Vergleichswerten der Optimierungssoftware von KhiMetrics liegen.

6.6. Zusammenfassung

In dem sechsten Kapitel konnte der Evolutionäre Algorithmus in einer Fallstudie überprüft werden. Bei dem Ausnutzen eines monopolistischen Preisspielraums liefert das erstellte Modell gute Optimierungswerte, offenbarte aber auch starke Schwankungen bei der Prognosegenauigkeit.

Von den sieben Zielsetzungen aus dem ersten Kapitel wurden die ersten vier bereits in den vorherigen Kapiteln behandelt und die für den weiteren Verlauf dieser Arbeit notwendigen Ergebnisse festgehalten. Im Folgenden soll explizit auf die letzten drei Zielsetzungen eingegangen werden.

Lassen sich die für den Optimierungsalgorithmus benötigten Parameter mittels Expertenbefragungen ermitteln und in den Ansatz überführen?

Wie in Kapitel zwei herausgestelltwurde, nutzen viele ältere Forschungsansätze im Bereich Preisoptimierung Scannertechnologien, um die Kaufprozesse der Konsumenten zu erfassen. Die Aus diesen Daten werden dann die benötigten Funktionsparameter abgeleitet. Hierfür sind allerdings meistens größere Datenmengen erforderlich und nicht alle Unternehmen verfügen über Technologien,

um entsprechende Datenmengen zu sammelnd oder auszuwerten. Vor allem kleine und mittelständische Unternehmen betrifft dies häufig.

In der jüngeren Vergangenheit wurde in der Forschung verstärkt mit Algorithmen gearbeitet, die ohne größere Mengen historischer Daten auskommen und die die notwendigen Variablen zur Bestimmung der Preis-Absatzfunktion in iterativen Verfahren selbst ermitteln. Theoretisch ließen sich diese Ansätze besser auf die Situation der KMU anwenden. Was diesen Ansätzen allerdings fehlt, ist die Integration von Erfahrungen der Preisentscheider. Hierauf basieren viele der KMU ihre Entscheidungen.

Diese Situation und die durchgeführte Befragung aus Kapitel drei führten zu der Entwicklung dieses Ansatzes, der ohne eine große Menge an historischen Daten zur Bestimmung der Modellparameter auskommt und statt dessen auf die Integration subjektiver Einschätzungen von den Unternehmensentscheidern setzt.

In der durchgeführten Fallstudien konnte gezeigt werden, dass die Einschätzungen der Preisentscheider mit Hilfe von Experteninterviews ermittelt und in den hier entwickelten Ansatz implementiert werden konnten. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass der monopolistische Preisspielraum von den Unternehmen geschätzt werden konnte und zur Optimierung der Unternehmensziele erfoglreich beitragen konnte. Somit kann die Fragestellung als positiv beantwortet gewertet werden.

Lässt sich mit einem Preisoptimierungsalgorithmus, welcher auf den subjektiven Entscheidungen des Managements aufbaut, signifikante Verbesserungen der Unternehmensziele erreichen?

Für die Überprüfung der Optimierungseigenschaften des Alogorithmus wurde zunächst die Absatzentwicklung vom Testsortiment im Vergleich zum restlichen Sortiment verglichen. Für eine bessere Vergleichbarkeit wurden die prozentualen Absatzveränderung pro Tag verglichen, um ein mögliches unterschiedliches Ausgangsniveau der Sortiment beim Absatz zu relativieren. Die Annahme, die bestätigt werden sollte, war, dass der Alogrithmus den monopolistischen Preisspielraum ausnutzt und somit die Preissteigerungen direkt zur Umsatzoptimierung beitragen muss. Nachdem eine vergleichbare Absatzentwicklung der Sortimente nachgewiesen werden konnte, wurde untersucht, ob auch zur Umsatzotpimierung beigetragen werden konnte. Hierfür wurde der realisierte Umsatz

mit einem hypothetischen Umsatz verglichen, der erzielt worden wäre, wenn die alten Preise genutzt worden wären. Damit konnte eine Umsatzsteigerung aufgezeigt werden, die auch vom Unternehmen bestätigt wurde. Insgesamt kann somit auch die Frage, ob der entwickelte Algorithmus zu signifikanten Verbesserungen der Unternehmensziele führen kann, positiv beantwortet werden.

Wie gut ist die Prognosegenauigkeit eines solchen Algorithmus bezüglich der optimierten Unternehmensziele?

Zur Bestimmung der Prognosegenauigkeit wurden verschiedene Prognosegütemaße berechnet, die häufig in der Wissenschaft und Praxis Verwendung finden, wie bespieslweie der ME, MSE oder RMSE. Bei diesen Verfahren wird die durchschnittliche Abweichung des prognostizierten Wertes vom realisierten Wert errechnet. Diese Maße zeigen aber nur durchschnittle Werte auf, die ohne einen Vergleichswert schlecht interpretierbar sind. Aus diesem Grund wurden die ermittelten Werte mit dem arithemtischen Mittel verglichen. Hier zeigte sich, dass der Algorithmus nur bei ca.zwei Drittel der Werte Prognosen liefert, die nahe an den Durchschnittswerten dran sind. Eine Bewertung der Prognosegüte mittels RAE zeigte, dass bei 60 % der Prognosen der Algorithmus bessere Ergebnisse liefert. Die Frage nach der Prognosegenauigkeit kann somit eindeutig beantwortet werden. Der Algorithmus liefert deutlich bessere Prognosen, als dies mit einer naiven Prognose mögliche wäre.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Zum Abschluss dieser Arbeit werden noch einmal die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst und die Grenzen dieses Ansatzes aufgezeigt. Des Weiteren werden mögliche Implikationen für die Praxis und die Forschung vorgestellt. Der letzte Teil dieses Kapitels beschließt mit einem Ausblick auf weiterführende Forschungen in dem hier vorgestellten Feld.

7.1. Zusammenfassung

Am Anfang der Arbeit wurde herausgestellt, dass das Pricing eine bedeutende Rolle für den Handel spielt. Obwohl es bereits einige Modelle gibt, die sich mit der Preisoptimierung beschäftigen, können diese nicht von allen Unternehmen angewendet werden. Dies liegt zum einen am Komplexitätsgrad der Modelle und zum anderen an den Datenmengen, die diese benötigen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen haben häufig nicht die Ressourcen oder Zugriff auf die notwendigen Datenmengen, um bereits bestehende Optimierungsansätze in der Praxis zu nutzen. Die hier angesprochenen Probleme umgeht der vorgestellte Algorithmus, indem auf die Sammlung von großen Datenmengen verzichtet wird und subjektive Schätzungen der Preisentscheider zur Bestimmung der verschiedenen Funktionsparameter genutzt werden.

Das Ziel dieser Arbeit war es somit, ein Modell für kleine und mittlere Unternehmen zu entwickeln, welches die Entscheidungen im Preismanagement berücksichtigt und darauf aufbauend die Preise so anpasst, dass die Unternehmensziele optimiert werden. Um ein Modell für die KMU zu entwickeln, wurde vor der Modellerstellung eine Unternehmensbefragung zur Bestimmung der wichtigsten Parameter für den Preisentscheidungsprozess bei Handelsunternehmen durchgeführt. Die so ermittelten Ergebnisse flossen in den erstellten Ansatz ein: Umsatz, Deckungsbeitrag und Absatz bzw. Marktanteil wurden als die drei wichtigsten Unternehmensziele für KMU identifiziert. Diese drei Ziele wurden primär für die Optimierung berücksichtigt. Außerdem wurden die für die Preisentscheidung wichtigsten Faktoren abgefragt und in das Modell integriert. Als besonders wichtig stuften die Teilnehmer Kosten,

Einstandspreise und die Wettbewerbspreise ein, wobei die kleinen und mittleren Unternehmen sich stark von ihren Erfahrungen leiten lassen. Kosten und Einstandspreise konnten leicht mittels interner Unternehmensdaten ermittelt werden. Wettbewerbspreise fallen bei dem hier entwickelten Ansatz nicht ins Gewicht, weil die Preise im Monopolbereich der Unternehmen optimiert werden.

Im Anschluss wurde in Kooperation mit Unternehmen analysiert, wie das Management die für das Modell notwendigen Parameter schätzen kann und wie sich diese Einschätzungen in einen Optimierungsansatz übertragen lassen. Es wurde gezeigt, dass die Anwendung des hier entwickelten Ansatzes zur Optimierung der Unternehmensziele beitragen kann. In einer Fallstudie konnte mit Hilfe des in dieser Arbeit entwickelten Optimierungsansatzes der Umsatz um +1,86 % erhöht und eine geschätzte Gewinnsteigerung von +3,73 % bis +18,64 % erzielt werden. Die in der Fallstudie erzielten Ergebnisse sind damit vergleichbar mit Ergebnissen, die von auf dem Markt eingesetzten Programmen erzielt werden. Somit konnte mit dem hier erstellten Ansatz gezeigt werden, dass für die Preisoptimierung nicht zwangsläufig größere Datenmengen als Grundlage genutzt werden müssen und dass die Erfahrung der Preisentscheider eine sehr gute Alternative sein kann.

Ein weiterer Vorteil des Ansatzes liegt darin, dass zukünftige Entwicklungen und Marktveränderungen besser abgeschätzt und eingebunden werden können, als dies mittels historischer Daten möglich ist. Zukünftige Ereignisse sind schwer aus historischen Daten abzuleiten, können jedoch durch Erfahrung oder aus verschiedenen Marktquellen, wie Kunden- oder Lieferantengesprächen, von den Mitarbeitern antizipiert werden. Beispielsweise kann ein Lieferant Informationen weitergeben, dass die Ernte eines bestimmten Rohstoffes aufgrund der aktuellen Wetterlage in den nächsten Monaten schlecht ausfallen wird oder dass ein neuer Mitbewerber in den Markt drängt, der plant, große Mengen eines Rohstoffes aufzukaufen. Diese Informationen lassen sich nur schwer aus historischen Daten ableiten. Eine Studie von Roll & Achterberg (2013) zeigte, dass es vor allem die angesprochenen personenbezogenen Informationen sind, die von den KMU als Preisinformationsquelle genutzt werden und die hier Berücksichtigung finden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle zu Beginn gestellten Forschungsfragen positiv beantwortet wurden. Es wurde herausgestellt, dass der Mittelstand im Preismanagementprozess bis jetzt kaum oder gar nicht auf informationstechnische

Unterstützung zurückgreift. Sie haben andere Bedürfnisse, die von den vorgestellten Modellen zur Preisoptimierung bisher gar nicht oder nur zum Teil bedient werden. Das hier entwickelte Modell schließt diese Lücke.

7.2. Kritische Würdigung und Ausblick

Es ist festzuhalten, dass sich die Ergebnisse des Algorithmus auf Daten einer einzigen Fallstudie beziehen. Sinnvoll sind weitere Testläufe, die sich auf andere Unternehmen und längere Zeiträume konzentrieren. Hierbei ist ebenso anzumerken, dass durch die besondere Marktsituation des Unternehmens aus der Fallstudie, die Möglichkeiten des Algorithmus von Beginn an limitiert waren. So war für das Unternehmen nur die Möglichkeit der Preisanpassung nach oben eine vertretbare Option. Es gilt daher zu überprüfen, wie sich die erzielten Ergebnisse verändern, wenn eine Preisanpassung in beide Richtungen ermöglicht wird. In diesem Zusammenhang sollte in weiterführenden Studien ebenso überprüft werden, wie sich die Ergebnisse entwickeln, wenn der monopolistische Preisspielraum verlassen wird. Hierfür ist es aber erforderlich, dass die Reaktion des Wettbewerbs nicht nur als beschränkender Parameter einfließt, sondern als beeinflussender Faktor. Bisher wurde der Wettbewerb dadurch für das Modell limitierend berücksichtigt, indem ein monopolistischer Preisspielraum geschätzt wurde. Die Reaktionen des Wettbewerbs werden demnach erst beim Verlassen dieses Bereichs interessant. Hier ließen sich z. B. über spieltheoretische Überlegungen die Reaktionen in den Ansatz einbauen, wie dies z. B. bei Zenor (1994) berücksichtigt wird.

Ebenso sei erwähnt, dass in der Fallstudie nur ein einzelnes Unternehmensziel vom Unternehmen verfolgt wurde. Konzipiert wurde der Ansatz aber dafür, mehrere Unternehmensziele gleichzeitig zu optimieren. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, noch weiterführende Studien zur gleichzeitigen Optimierung von mehreren Unternehmenszielen durchzuführen.

Außerdem wurde versucht, über die Vorstudie und die persönlichen Befragungen sicherzustellen, dass nur die für die Preisentscheidung relevanten Informationen in einer Art und Weise abgefragt werden, die eine Übertragung in den Algorithmus

ermöglichen. Anzumerken ist, dass sowohl der erstellte Algorithmus als auch die Ergebnisse der Befragung bei anderen Unternehmen und Entscheidern variieren können. Einen positiven Beitrag zu dem hier erstellten Ansatz könnte eine gesonderte Studie liefern, die zur Überprüfung der relevanten Informationen im Preisentscheidungsprozess dient. Möglich wäre, dass sich verallgemeinerbare Ergebnisse, z. B. in Abhängigkeit von verschiedenen Branchen, erzielen lassen.

Bei der Auswertung der Kruskal-Wallis- und Mann-Whitney-Tests aus Kapitel 5 ist zu erwähnen, dass es sich um relativ große Stichproben handelt. Die Verwendung von großen Stichproben kann dazu führen, dass das Ablehnen der Nullhypothese wahrscheinlicher wird. Dieses Vorgehen wurde dennoch gewählt, um auch die Lernphase des Algorithmus zu berücksichtigen. Als Alternative hätte auch eine kleinere Stichprobe gewählt werden können, wie beispielsweise nur die Endergebnisse aus den 10 Durchläufen. Diese würde jedoch nicht die Lernphase des Algorithmus berücksichtigen. Um die unterschiedlichen Herangehensweisen und möglichen Unterschiede der Ergebnisse besser zu verstehen, wurden die statistischen Tests im Nachgang mit den Daten aus dem beschriebenen alternativen Vorgehen nachgerechnet. Hier zeigte sich, dass mit der alternativen Herangehensweise ähnliche Ergebnisse erzielt werden. Unterschiede bestehen darin, dass beim gewählten Vorgehen in dieser Arbeit nur die Auswertung der Selektionsdruckeinstellungen beim Umsatzvergleich zu nicht signifikanten Ergebnissen führt. Hingegen zeigt sich bei dem alternativen Vorgehen für die Bestimmung des Selektionsdrucks sowohl für den Umsatz, als auch für den Deckungsbeitrag ein nicht signifikanter Unterschied. Auch bei der Bewertung der Rekombinationseinstellungen zeigt sich bei der Alternative nur ein signifikanter Unterschied, wenn ein Signifikanzniveau von 10 % angenommen wird. Insgesamt ist hervorzuheben, dass die absoluten Werte der 10 Durchläufe bei unterschiedlichen Einstellungen nur wenig voneinander abweichen. Trotz Veränderungen in den Einstellungen liefert der Algorithmus konstant gute Ergebnisse. Dies unterstreicht die Robustheit des Algorithmus.

Eine Erweiterung des vorgestellten Ansatzes ist auch über die Integration weiterer Elemente möglich, wie beispielsweise den Einsatz von Promotions oder Werbekostenzuschüssen der Hersteller. Auch die Warenhaltung und die damit entstehenden Kosten können integriert werden. In diesem Bereich wird das größte Potenzial für weitere zukünftige Forschungen gesehen. Manche der vorgestellten

Category Pricing Modelle nutzen bereits einige oder sogar alle Elemente; keines baut aber auf dem hier verwendeten Ansatz auf. Interessant ist die Überlegung, ob sich mit den Erweiterungen vergleichbar gute Ergebnisse erzielen lassen, ohne dass mit größeren Mengen von historischen Daten gearbeitet werden muss, sondern indem auf subjektive Schätzungen zurückgegriffen wird.

Ebenso denkbar wäre zu untersuchen, wie das entwickelte Modell mit historischen Daten arbeitet. Der bisherige Ansatz nutzt subjektive Einschätzungen der Preisentscheider für die Bestimmung der Modellparameter. Würden diese durch Werte ersetzt werden, die aus historischen Daten berechnet wurden, wäre interessant zu beobachten, welche Ergebnisse damit erzielt werden. Insbesondere die Entwicklung der Prognosekraft des Modells mit unterschiedlichen Datenquellen bildet eine mögliche Untersuchungsfrage.

Eine andere Untersuchungsfrage, der nachgegangen werden sollte, ist, ob das Management eines Unternehmens auf Grund seiner Erfahrungen und des Austausches mit anderen Marktteilnehmern zukünftige Abweichungen von den Vergangenheitswerten antizipieren kann. Sollte dies der Fall sein, haben Modelle, die diesen Ansatz der Integration von subjektiven Einschätzungen verfolgen, einen entscheidenden Vorteil gegenüber den weit verbreiteten Modellen, die auf Basis historischer Daten Optimierungen vornehmen.

Daran anknüpfend stellt sich die Frage, wie sich die mit dem Algorithmus erzielten Lerneffekte auf die Antizipation des Managements von zukünftigen Ereignissen auswirken. Denkbar wäre, dass häufige Bestätigungen oder Nicht-Bestätigungen der Ereignisse die weiteren Entscheidungen des Managements beeinflussen. Insbesondere ist dies der Fall, wenn die Entscheidungen mit Hilfe eines Modells festgehalten werden und die Entscheider diese reflektieren müssen. Hieraus ergibt sich ebenfalls für die Unternehmen die Möglichkeit, Wissen im Unternehmen besser zu verwerten und vor allem an das Unternehmen zu binden. Hat beispielsweise eine Firma nur einen Mitarbeiter, der sich speziell um die Preisgestaltung kümmert, sammelt dieser einen für das Unternehmen sehr wertvollen Erfahrungs- und Wissensschatz in diesem Bereich. Sollte die Person zu einem späteren Zeitpunkt das Unternehmen verlassen, geht ein Großteil des Wissens und der Erfahrung für die Firma verloren. Eine interessante weiterführende Untersuchungsfrage wäre in diesem Zusammenhang, ob die Nutzung von Modellen, die auf den Erfahrungen der

Mitarbeiter basieren, dazu beitragen kann, Wissen nachhaltig für das Unternehmen verfügbar zu machen. Das kann beispielsweise dadurch ermöglicht werden, dass die Simulationen gespeichert werden. Ebenso interessant wäre eine Untersuchung, ob andere Mitarbeiter von den getroffenen Entscheidungen lernen, die mit Hilfe des Algorithmus simuliert werden. Für Unternehmen ist es wichtig, wenn ein Wissenstransfer über die Simulation von verschiedenen Entscheidungen stattfindet.

Zu guter Letzt sei noch erwähnt, dass bei der Entwicklung des Algorithmus der Fokus auf bestimmte Parameter in den einzelnen Schritten gelegt wurde. Die Variationsmöglichkeiten betragen ein Vielfaches von dem in diesem Ansatz genutzten Möglichkeiten. Auch in diesem Bereich ergeben sich noch weitere Forschungsfelder zu der Bestimmung und Nutzung der einzelnen Parameter, die den Algorithmus ausmachen.

Deutlich wurde, dass die Entwicklung von Modellen, die sich auf subjektive Schätzungen stützen, in der Forschung des Category Pricings noch stark unterrepräsentiert sind. Diese Arbeit konnte einen ersten Beitrag dazu leisten, dass die Nutzung von Erfahrungen in Modellen funktionieren kann und eine echte Alternative zu den stark datengetriebenen Modellen bietet. Der Schritt in diese Richtung sollte fortgeführt und in weiteren Studien vertieft werden.

Literaturverzeichnis

Ahlert, D., & Kenning, P. (2007). *Handelsmarketing - Grundlagen der marktorientierten Führung von Handelsbetrieben.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Ahmadi, M., & Shavandi, H. (April 2015). Dynamic pricing in a production system with multiple demand classes . *Applied Mathematical Modelling, Vol.39(8)*, S. 2332-2344.

Ahmetoglu, G., Furnham, A., & Fagan, P. (September 2014). Pricing practices: A critical review of their effects on consumer perceptions and behaviour . *Journal of Retailing and Consumer Services, Vol.21(5)*, S. 696-707.

Akcay, Y., Natarajan, H. P., & Xu, S. H. (August 2010). Joint Dynamic Pricing of Multiple Perishable Products Under Consumer Choice. *Management Science, Vol. 56, No. 8*, S. 1345-1361.

Aldinger, L. A. (2009). *Methode zur strategischen Leistungsplanung in wandlungfähigen Produktionsstrukturen des Mittelstandes.* Heimsheim: Jost-Jetter.

Anderson, E., & Vilcassim, N. (21. December 2001). Structural Demand Models for Retailer Category Pricing.

Barrot, C. (2009). Prognosegütemaße. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter, & W. (. Joachim, *Methodik der empirischen Forschung.* Wiesbaden: Springer.

Barth, K., Hartmann, M., & Schröder, H. (2007). *Betriebswirtschaftslehre des Handels, 6.Aufl.* Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler.

Berndt, R. (2006). Low Budget Marketing for KMU. In R. Berndt, *Management-Konzepte für kleine und mittlere Unternehmen* (S. 199-220). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Besbes, O., & Zeevi, A. (November-December 2009). Dynamic Pricing Without Knowing the Demand Function: Risk Bounds and Near-Optimal Algorithms. *Operations Research, Vol. 57, No. 6*, S. 1407-1420.

Blattberg, R. C., & Hoch, S. J. (August 1990). Database Models and Managerial Intuition: 50% Model + 50% Manager. *Management Science, 36*(8), 887-899.

Blume, C., & Jakob, W. (2009). *GLEAM - General Learning Evolutionary Algorithm and Method - Ein Evolutionärer Algorithmus und seine Anwendung.* Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.

Borchardt, A., & Göthlich, S. E. (2006). Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter, & J. Wolf, *Methodik der empirischen Forschung* (S. 37-54). Wiesbaden: Gabler.

Bundesamt, S. (2011). *DESTATIS*. Abgerufen am 04. April 2012 von DESTATIS: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/BinnenhandelGastgewerbeTourismus/BinnenhandelGastgewerbeTourismus.html

Bundesamt, S. (2012). *DESTATIS*. Abgerufen am 04. 04 2012 von DESTATIS: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/BinnenhandelGastgewerbeTourismus/AktuellBinnenhandel.html

Bütikofer, M., Lüde, O., Hopf, Z., Rutz, G., & Zürcher, F. (2011). *Genetik - Lerntext, Aufgaben mit Lösungen, Glossar und Zusammenfassungen* (Bd. 2. Auflage). Merenschwand: Edubook AG.

Carricano, M. (2014). Pricing myopia: do leading companies capture the full value of their pricing strategies? . *Management Decision, Vol.52(1)*, S. 159-178.

Cezanne, W. (2005). *Allgemeine Volkswirtschaftslehre, 6.Aufl.* München: Oldenbourg.

Chen, J.-S., & Chang, M. (24-27. July 2000). Decision Modelling and Analysis of Category Pricing and Shelf Space Management. 1-8. Tokyo, Tokyo, Japan.

Chintagunta, P. K. (2002). Investigating Category Pricing Behaviour at a Retail Chain. *Journal of Marketing Research, Vol. XXXXIX*, 141-154.

Darden, B. R. (April 1968). An Operational Approach To Product Pricing. *Journal of Marketing, 32*(2), 29-33.

Diller, H. (2008). *Preispolitik, 4.Aufl.* Stuttgart: Kohlhammer.

Dubé, J.-P., Hitsch, G. J., Rossi, P. E., & Vitorino, M. A. (2008). Category Pricing with State-Dependent Utility. *Marketing Science, 27*(3), 417-429.

Eckstein, P. P. (2014). *Repetitorium Statistik - Deskriptive Statistik - Stochastik - Induktive Statistik.* Wiesbaden: Springer.

Ellinger, T., Beuermann, G., & Leisten, R. (2003). *Operations Research - Eine Einführung, 6.Aufl.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Fassnacht, M., Köttschau, E., & Wriedt, S. (2012). In J. Zentes, B. Swoboda, D. Moschett, & H. Schramm-Klein, *Handbuch Handel - Strategien - Perspektiven - Internationaler Wettbewerb* (S. 565 - 584). Wiesbaden: Springer Gabler.

Fogel, L. J., Owens, A. J., & Walsh, M. J. (1967). *Artificial Intelligence Through Simulated Evolution.* Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Fox, E. J., Postrel, S., & Semple, J. (July-August 2009). Optimal Cateogry Pricing with Endogenous Store Traffic. *MARKETING SCIENCE, Vol.28 No.4*, 709-720.

Gerdes, I., Klawonn, F., & Kruse, R. (2004). *Evolutionäre Alogrithmen.* Wiesbaden: Vieweg.

Ghobakhloo, M., Hong, T. S., Sabouri, M. S., & Zulkifli, N. (2012). Strategies for Successful Information Technology Adoption in. *Informatoin*, 36-67.

Ghoniem, A., & Maddah, B. (September 2015). Integrated retail decisions with multiple selling periods and customer segments: Optimization and insights . *Omega, Vol. 55*, S. 38-52.

Gilmore, A., Carson, D., & Grant, K. (2001). SME marketing in practice. *Marketing Intelligence & Planning*, 6-11.

Hager, S. (2008). *Pricing portfolio Credit Derivatives by Means of Evolutionary Algorithms.* Wiesbaden: Gabler.

Hall, J. M., Kopalle, P. K., & Krishna, A. (June 2010). Retailer Dynamic Pricing and Ordering Decisions: Category Management versus Brand-by-Brand Approaches. *Journal of Retailing, Vol. 86, Issue 2*, 172-183.

Hess, U. (2006). Über die Natur von KMUs und anderer Unternehmen. In R. Berndt, *Management-Konzepte für kleine und mittlere Unternehmen.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Hilzenbecher, U. (2006). Wachstumsstrategien für KMUs. In R. Berndt, *Management-Konzepte für kleine und mittlere Unternehmen.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Hoch, S. J., & Schkade, D. A. (January 1996). A Psychological Approach to Decision Support Systems. *Management Science, 42*(1), 51-64.

Hoch, S. J., Kim, B.-D., Montgomery, A. L., & Rossi, P. E. (1995, February, Vol. XXXII). Determinants of Store-Level Price Elasticity. *Journal of Marketing Research*, 17-29.

Holland, J. (1975). *Adaption in Natural and Artivical Systems.* Ann Arbor: The University of Michigan Press.

Holweg, C. (2008). *Consumer Value im Category Management-Modell nach ECR - Kritische Diskussion und empirische Evaluierung.* Wiesbaden: Gabler.

Hruschka, H. (1984). Betriebsorientierte Handelsforschung. In W. Hasitschka, & H. Hruschka, *Handels-Marketing* (S. 127-150). Berlin New York: Walter de Gruyter.

Jung, H. (2006). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre* (Bd. 10.). München: Oldenbourg.

Just, R. E., Heuth, D. L., & Schmitz, A. (2004). *The Welfare Economics of Public Policy - A Practical Approach to Project and Policy Evaluation.* Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

Kayser, G. (2006). Daten und Fakten - Wie ist der Mittelstand strukturiert? In W. Krüger, G. Klippstein, R. Merk, & V. Wittberg, *Praxishandbuch des Mittelstands - Leitfaden für das Management mittelständischer Unternehmen.* Wiesbaden: Gabler.

Kleine-Depenbrock, S. (1997). *Entwicklung eines leistungsfähigen Prognosesystems unter Einsatz künstlicher Intelligenz am Beispiel des DAX-Future.* Karlsruhe: Verlag Versicherungswirtschaft e.V.

Klüpfel, S., & Mayer, T. (Mai 2007). Betriebswirtschaftliche Software für KMU. Würzburg.

Kost, B. (2003). *Optimierung mit Evolutionsstrategien* (Bd. 1. Auflage). Frankfurt am Main: Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutschland GmbH.

Krüger, W. (2006). *Praxishandbuch des Mittelstands : Leitfaden für das Management mittelständischer Unternehmen.* Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler.

Krüger, W. (2006). Standortbestimmung - Wo steht der Mittelstand? In W. Krüger, G. Klippstein, R. Merk, & V. Wittberg, *Praxishandbuch des Mittelstands - Leitfaden für das Management mittelständischer Unternehmen.* Wiesbaden: Gabler.

Leeflang, P. S., & Wittink, D. R. (2000). *Building Models for Marketing Decisions: Past, Present and Future.* Groningen: University of Groningen, Research Institute SOM (Systems, Organisations and Management) - Research Report.

Levina, T., Levin, Y., McGill, J., & Nediak, M. (March-April 2009). Dynamic Pricing with Online Learning and Strategic Consumers: An Application of the Aggregatin Algorithm. *Operations Research, Vol. 57, No. 2*, S. 327-341.

Levy, M., Grewal, D., Kopalle, P., & Hess, J. (2004). Emerging trends in retail pricing practice: Implications for research. *Journal of Retailing, 80*(3), 13-21.

Libby, R. (1976). Man versus Model of Man: Some Conflicting Evidence. *Organziational Behaviour and Human Performance, 16*, 1-12.

Lippe, W.-M. (2006). *Soft-Computing.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Little, J. D. (December 2004). Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus. *Management Science, 50*(12), 1841-1853.

Lu, J.-C., Tsao, Y.-C., Charoensiriwath, C., & Dong, M. (June 2012). Dynamic decision-making in a two-stage supply chain with repeated transactions . *International Journal of Production Economics, Vol.137(2)*, S. 211-225.

Mantrala, M. K., Seetharaman, P. B., Kaul, R., Gopalakrishna, S., & Stam, A. (November 2006). Optimal Pricing Strategies for an Automotive Aftermarket Retailer. *Journal of Marketing Research, Vol. XLIII*, 588-604.

Martens, J. (2003). Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows, München: R. Oldenbourg.

Müller-Hagedorn, L. (1998). *Der Handel.* Stuttgart: Kohlhammer.

Müller-Hagedorn, L. (2005). *Handelsmarketing, 4.Aufl.* Stuttgart: Kohlhammer.

Müller-Hagedorn, L., & Zielke, S. (2007). Category Management. In S. Albers, & A. Herrmann, *Handbuch Produktmanagement, 3.Aufl.* (S. 916-939). Wiesbaden: Gabler.

Müller-Hagedorn, L., Toporowski, W., & Zielke, S. (2011). *Der Handel* (2. Aufl. Ausg.). Stuttgart: Kohlhammer.

Neslin, S. A., & Shoemaker, R. W. (1983). Using a natural experiment to estimate price elasticity: the 1978 sugar shortage and ther ready-to-eat cereal market. *Journal of Marketing, Vol.47 No.1*, 44-57.

Nissen, V. (1994). *Evolutionäre Algorithmen - Darstellung, Beispiele, betriebswirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten.* Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag GmbH.

Nissen, V. (1997). *Einführung in Evolutionäre Algorithmen - Optimierung nach dem Vorbild der Evolution.* Braunschweig; Wiesbaden: Vieweg.

Ohrt, C. (2008). *Tourenplanung im Straßenverkehr* (Bd. 1. Auflage). Wiesbaden: Gabler.

Patalas, T. (2006). *Guerilla-Marketing - Ideen schlagen Budget : auf vertrautem Terrain Wettbewerbsvorteile sichern, originelle und unkonventionelle Methoden, kostengünstige und aufmerksamkeitsstarke Kampagnen, 1.Aufl.* Berlin: Cornelsen.

Pepels, W. (2004). *Marketing, 4.Aufl.* München: Oldenbourg.

Petersohn, H. (2005). *Data Mining: Verfahren, Prozesse, Anwendungsarchitektur.* München: Oldenbourg Wisschenschaftsverlag GmbH.

Pohlheim, H. (2000). *Evolutionäre Algorithmen - Verfahren, Operatoren und Hinweise für die Praxis.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Polster, R. (1994). *Absatzanalyse bei der Produktinnovation - Bedeutung, Erhebung und wissensbasierte Verarbeitung.* Wiesbaden: Springer.

Rana, R., & Oliveira, F. S. (2014). Real-time dynamic pricing in a non-stationary environment using model-free reinforement learning. *Omega 47*, S. 116-126.

Rechenberg, I. (1973). *Evolutionsstrategie - Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution.* Stuttgart: Frommann-Holzboog.

Reibstein, D. J., & Gatignon, H. (August 1984). Optimal Product Line Pricing: The Influence of Elasticities and Cross-Elasticities. *Journal of Marketing Research, 21*(3), 259-267.

Roll, O., & Achterberg, L. H. (2013). *Nachhaltige Ertragssteigerung durch optimales Preismanagement - Status quo und Erfolgsfaktoren des Preismanagements in kleinen und mittleren Unternehmen in der Region Osnabrück - Emsland - Grafschaft Bentheim.* Osnabrück: Industrie- und Handelskammer Osnabrück - Emsland - Grafschaft Bentheim.

Rooderkerk, R. P., van Heerde, H. J., & Bijmolt, T. H. (September-October 2013). Optimizing Retail Assortments. *Marketing Science, Vol. 32, No. 5*, S. 699-715.

Rühl, A., & Steinicke, S. (2003). *Filialspezifisches Warengruppenmanagement - Ein neues Konzept effizienter Sortimentssteuerung im Handel.* Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Rumler, A. (2002). *Marketing für mittelständische Unternehmen.* Berlin: SPC TEIA Lehrbuch Verlag.

Schöneburg, E., Heinzmann, F., & Feddersen, S. (1994). *Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien: eine Einführung in Theorie und Praxis der simulierten Evolution.* Bonn: Addison-Wesley.

Shankar, V., & Bolton, R. N. (2004). An Empirical Analysis of Determinants of Retailer Pricing Strategy. *Marketing Science*, 28-49.

Shavandi, H., Mahlooji, H., & Nosratian, N. E. (2012). A constrained multi-product pricing and inventory control problem. *Applied Soft Computing 12*, S. 2454-2461.

Simon, H. (1992). *Preismanagement - Analyse-Strategie-Umsetzung* (Bd. 2. Auflage). Wiesbaden: Gabler.

Simon, H. (2006). Erfolgsfaktoren - Was zeichnet die "Stillen Stars" im Mittelstand aus? In W. Krüger, G. Klippstein, R. Merk, & V. Wittberg, *Praxishandbuch des Mittelstands - Leitfaden für das Management mittelständischer Unternehmen.* Wiesbaden: Gabler.

Simon, H., & Fassnacht, M. (2009). *Preismanagement - Strategie-Analyse-Entscheidung-Umsetzung* (Bd. 3. Auflage). Wiesbaden: Gabler.

Simon, H., von der Gathen, A., & Daus, P. W. (2006). Retail Pricing - Higher Profits Through Improved Pricing Processes. In M. Krafft, & M. K. Mantrala, *Retailing in the 21st Century - Current and Future Trends, 2nd Edition* (S. 271-288). Berlin Heidelberg: Springer.

Smit, L., & Van Niekerk, T. (2014). Selecting a pricing strategy: a statistical approach. *Journal for New Generation Sciences, Vol 12, Issue 1*, S. 141-157.

Spalek, A. (2010). *Prognose der Konjunkturentwicklung durch evolutionäre Verfahren der Informatik.* Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH Internationaler Verlag der Wissenschaft.

Sumathi, S., Hamsapriya, T., & Surekha, P. (2008). *Evolutionary Intelligence - An Introduction to Theory and Applications with Matlab.* Heidelberg Berlin: Springer.

Urban, G. L. (1969). A Mathematical Modeling Approach to Product Line Decisions. *Journal of Marketing Research, 6*(1), 40-47.

van Bruggen, G. H., Smidts, A., & Wierenga, B. (1998). Improving Decision Making by Means of a Marketing Decision Support System. *Management Science, 44*(5), 645-658.

von der Heydt, A. (1998). *Efficient Consumer Response.* Frankfurt am Main: Peter Lang Gmbh.

von Känel, S. (2008, 1. Aufl.). *Kostenrechnung und Controlling - Grundlagen, Anwendungen, Excel Tools.* Göttingen: Haupt.

Wang, Z., Deng, S., & Ye, Y. (2014). Close the Gaps: A Learning-while-Doing Algorithm for a Classof Single-Product Revenue Management Problems. *Operational Research, Vol. 62, No. 2*, S. 318-331.

Wedel, M., Zhang, J., & Feinberg, F. (2015). Implementing Retail Category Management: a Model-Based Approach to Setting Optimal Markups . *Customer Needs and Solutions, Vol.2(2)*, S. 165-176.

Weicker, K. (2002). *Evolutionäre Algorithmen, 1.Aufl.* Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden: B.G. Teubner GmbH.

Wied-Nebbeling, S. (1975). *Industrielle Preissetzung.* Tübingen: J.C.B. Mohr.

Wolf, J., Paul, H., & Zipse, T. (2009). Erfolg im Mittelstand - Tipps für die Praxis. Wiesbaden: Gabler.

Zeisel, S. (1999). *Efficient Pricing and Efficient Assortment Planning für große Handels- und Dienstleistungssortimente.* Münster: Dissertation.

Zenor, M. J. (1994). The Profit Benefits of Category Management. *Journal of Marketing Research, Vol. XXXI, May*, 202-213.

Zielke, S. (2003). Regalmanagement mit Hilfe Evolutionärer Algorithmen - Ein Ansatz zur Optimierung der Warenplatzierung unter Berücksichtigung preis- und sortimentsspezifischer Interdependenzen. *Marketing Zeitschrift für Forschung und Praxis, 25 Jhg.*, 243-255.

Zielke, S. (2005). Category Pricing als Ansatz zur Koordination von preispolitischen Aktivitäten im Einzelhandel. In V. Trommsdorff, *Handelsforschung* (S. 185-204). Stuttgart: Kohlhammer.

Zielke, S. (2006). Category Pricing-Modelle für den Handel. In T. Volker, *Handelsforschung 2006, 20. Jahrgang* (S. 108-121). Stuttgart: Kohlhammer.

Zikmund, W. G. (2003). *Business Research Methods.* Mason: Thomson South-Western.

Zitzler, E., & Thiele, L. (November 1999). Multiobjective evolutionary algorithms: a comparative case study and the strength Pareto approach. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol. 3, Issue 4*, S. 257-271.

Anhänge

Anhang 1: Erster Fragebogen

Welche Faktoren berücksichtigen Sie bei der Preisgestaltung?

Erklärung: Offene Frage, um herauszufinden, welche Faktoren ihnen als erstes einfallen und vermutlich auch primär ihre Entscheidungen bestimmen.

Welchen Einfluss haben die folgenden Faktoren auf Ihre Preisentscheidung?

1. **Wie stark ist aus Ihrer Sicht der Einfluss des Wettbewerbs auf das Kaufverhalten Ihrer Kunden? Wenn die Preise des Wettbewerbs über bzw. unter Ihren liege, wechseln dann viele Kunden? Bitte schätzen Sie diesen Effekt aus Ihrer Sicht auf einer Skala von 1 bis 10 ein (1 = hat gar keinen Einfluss; 10 = hat einen sehr starken Einfluss).**

   Einfluss beim Kataloggeschäft:
   Einfluss beim Onlinegeschäft:

Die folgenden Fragen beziehen sich nur auf das Onlinegeschäft!

2. **Verbundeffekte zwischen den Produkten**
   (Wie viel Prozent der Kunden, die Produkt A kaufen, würden auch Produkt B, C, etc. kaufen?)

   Wie viel Prozent der Kunden kaufen beim Kauf des Produktes A.B. C … in Verbindung mit diesem Kauf auch andere Produkte und welche?

   Produkt A: Tischtennisbälle 1109607
   Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:
   Andere Produkte:

   Produkt B: Tischtennisbälle 1108260
   Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:
   Andere Produkte:

   Produkt C: Tischtennisnetz 1105302
   Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:
   Andere Produkte:

   Produkt D: Tischtennisnetz 1105315
   Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:
   Andere Produkte:

Produkt E: Tischtennisschläger 1107643

Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:

Andere Produkte:

Produkt F: Tischtennisschläger 1107630

Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:

Andere Produkte:

Produkt G: Tischtennistisch 1102837

Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:

Andere Produkte:

Produkt H: Tischtennistisch 1103218

Prozent der Kunden kaufen andere Produkte:

Andere Produkte:

3. Nachfragfunktion / Elastizität der Nachfrage

Wie viel Prozent der Kunden würden aus Ihrer Sicht weniger kaufen, wenn der Preis für Produkt A, B, C etc. um folgende Prozenthöhe verändert wird (erhöht oder gesenkt):

Produkt A: Tischtennisbälle 1109607					
Startpreis: 3,20 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %
+ 1 %	3,23 €		- 1 %	3,17 €	
+ 5 %	3,36 €		- 5 %	3,04 €	
+ 10 %	3,52 €		- 10 %	2,88 €	
+ 25 %	4,00 €		- 25 %	2,40 €	
+ 50 %	4,80 €		- 50 %	1,60 €	
+ 100 %	6,40 €		- 100 %	0,00 €	
Produkt B: Tischtennisbälle 1108260					
Startpreis: 6,70 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %
+ 1 %	6,77 €		- 1 %	6,63 €	
+ 5 %	7,04 €		- 5 %	6,37 €	
+ 10 %	7,37 €		- 10 %	6,03 €	
+ 25 %	8,38 €		- 25 %	5,03 €	
+ 50 %	10,05 €		- 50 %	3,35 €	
+ 100 %	13,40 €		- 100 %	0,00 €	
Produkt C: Tischtennisnetz 1105302					
Startpreis: 19,90 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %
+ 1 %	20,10 €		- 1 %	19,70 €	
+ 5 %	20,90 €		- 5 %	18,91 €	
+ 10 %	21,89 €		- 10 %	17,91 €	
+ 25 %	24,88 €		- 25 %	14,93 €	
+ 50 %	29,85 €		- 50 %	9,95 €	
+ 100 %	39,80 €		- 100 %	0,00 €	
Produkt D: Tischtennisnetz 1105315					
Startpreis: 19,90 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %

+ 1 %	20,10 €		- 1 %	19,70 €	
+ 5 %	20,90 €		- 5 %	18,91 €	
+ 10 %	21,89 €		- 10 %	17,91 €	
+ 25 %	24,88 €		- 25 %	14,93 €	
+ 50 %	29,85 €		- 50 %	9,95 €	
+ 100 %	39,80 €		- 100 %	0,00 €	
Produkt E: Tischtennisschläger 1107643					
Startpreis: 7,90 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %
+ 1 %	7,98 €		- 1 %	7,82 €	
+ 5 %	8,30 €		- 5 %	7,51 €	
+ 10 %	8,69 €		- 10 %	7,11 €	
+ 25 %	9,88 €		- 25 %	5,93 €	
+ 50 %	11,85 €		- 50 %	3,95 €	
+ 100 %	15,80 €		- 100 %	0,00 €	
Produkt F: Tischtennisschläger 1107630					
Startpreis: 7,95 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %
+ 1 %	8,03 €		- 1 %	7,87 €	
+ 5 %	8,35 €		- 5 %	7,55 €	
+ 10 %	8,75 €		- 10 %	7,16 €	
+ 25 %	9,94 €		- 25 %	5,96 €	
+ 50 %	11,93 €		- 50 %	3,98 €	
+ 100 %	15,90 €		- 100 %	0,00 €	
Produkt G: Tischtennistisch 1102837					
Startpreis: 399,00 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %
+ 1 %	402,99 €	2%?	- 1 %	395,01 €	_
+ 5 %	418,95 €	5%?	- 5 %	379,05 €	2%?
+ 10 %	438,90 €	7%?	- 10 %	359,10 €	10%?
+ 25 %	498,75 €	15%?	- 25 %	299,25 €	20%?
+ 50 %	598,50 €	70%?	- 50 %	199,50 €	100%?
+ 100 %	798,00 €		- 100 %	0,00 €	
Produkt H: Tischtennistisch 1103218					
Startpreis: 289,00 €					
Erhöhung um …	Neuer Preis	Kaufen weniger in %	Senkung um …	Neuer Preis	Kaufen mehr in %
+ 1 %	291,89 €		- 1 %	286,11 €	
+ 5 %	303,45 €		- 5 %	274,55 €	
+ 10 %	317,90 €		- 10 %	260,10 €	
+ 25 %	361,25 €		- 25 %	216,75 €	
+ 50 %	433,50 €		- 50 %	144,50 €	
+ 100 %	578,00 €		- 100 %	0,00 €	

An welchem oder welchen Unternehmensziel/-en werden Sie gemessen bzw. verfolgen Sie?

Anhang 2: Zweiter Fragebogen

Frage 1: ***Wie viel Prozent der Kunden kommen nur wegen eines bestimmten Produktes der ausgewählten Warengruppen in den Shop (es ist nicht gemeint, dass die Kunden dann auch nur diesen einen Artikel kaufen, sondern dass diese Kunden ursprünglich nur wegen eines ganz bestimmten Artikels den Shop aufgesucht haben)?***

_____%

Frage 2: ***Welche Produkte sind das?***

Zahl	Produkt	Bitte ankreuzen bei den zutreffenden Artikeln
1.)	All Stars - Whey Plex, 2270g Dose	
2.)	All Stars - Iso Tech 94, 750g Dose	
3.)	All Stars - Iso Tech 94, 500g Beutel	
4.)	All Stars - HY Pro 85, 750g Dose	
5.)	All Stars - HY Pro 85, 500g Beutel	
6.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 500g Beutel	
7.)	All Stars - Nitro Plex, 2500g Dose	
8.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 750g Dose	
9.)	All Stars - Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	
10.)	All Stars - Whey Plex, 500g Beutel	
11.)	All Stars - Creatin Kapseln, 250 Stück	
12.)	All Stars - Creation Pur, 500g Dose	
13.)	All Stars - TRI PLEX XT, 1750g Dose	
14.)	All Stars - CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	
15.)	All Stars - Zell Tech, 2kg Dose	

Frage 3: ***Welche Produkte werden im Verbund oder als Produktbündel gekauft?***

Zahl	Produkt	Wird im Verbund mit ... (bitte Zahl aus Spalte A einfügen) gekauft
1.)	All Stars - Whey Plex, 2270g Dose	
2.)	All Stars - Iso Tech 94, 750g Dose	
3.)	All Stars - Iso Tech 94, 500g Beutel	
4.)	All Stars - HY Pro 85, 750g Dose	
5.)	All Stars - HY Pro 85, 500g Beutel	
6.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 500g Beutel	
7.)	All Stars - Nitro Plex, 2500g Dose	
8.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 750g Dose	
9.)	All Stars - Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	
10.)	All Stars - Whey Plex, 500g Beutel	
11.)	All Stars - Creatin Kapseln, 250 Stück	
12.)	All Stars - Creation Pur, 500g Dose	
13.)	All Stars - TRI PLEX XT, 1750g Dose	
14.)	All Stars - CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	
15.)	All Stars - Zell Tech, 2kg Dose	

<u>Frage 4:</u> ***Bei welchem Preis erwarten Sie eine übermäßig starke Kundenabwanderung und ab welchem Preis eine übermäßig starke Kundenzuwanderung? (Pro Produkt der zu betrachtenden Warengruppe)***

Zahl	Produkt	Aktueller Preis im Shop	Kundenabwanderung bei ... (bitte eine Preiseinschätzung angeben)	Kundenzuwanderung bei ... (bitte eine Preiseinschätzung angeben)
1.)	All Stars - Whey Plex, 2270g Dose	€ 52,79		
2.)	All Stars - Iso Tech 94, 750g Dose	€ 27,19		
3.)	All Stars - Iso Tech 94, 500g Beutel	€ 18,79		
4.)	All Stars - HY Pro 85, 750g Dose	€ 25,59		
5.)	All Stars - HY Pro 85, 500g Beutel	€ 15,50		
6.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 500g Beutel	€ 15,99		
7.)	All Stars - Nitro Plex, 2500g Dose	€ 70,39		
8.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 750g Dose	€ 25,59		
9.)	All Stars - Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	€ 31,99		
10.)	All Stars - Whey Plex, 500g Beutel	€ 13,59		
11.)	All Stars - Creatin Kapseln, 250 Stück	€ 23,19		
12.)	All Stars - Creation Pur, 500g Dose	€ 20,79		
13.)	All Stars - TRI PLEX XT, 1750g Dose	€ 47,99		
14.)	All Stars - CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	€ 35,19		
15.)	All Stars - Zell Tech, 2kg Dose	€ 44,79		

<u>Frage 5:</u> ***Auf einer Skala von 0 bis 10, wie stark schätzen Sie Ihre Marktposition im Vergleich zum Wettbewerb ein? (Pro Produkt der zu betrachtenden Warengruppe)***

0 = Monopol, keinen Wettbewerb zu befürchten; 10 = Polypol, sehr viel und sehr starker Wettbewerb

Zahl	Produkt	Bitte eine Einschätzung zwischen 0 und 10 angeben
1.)	All Stars - Whey Plex, 2270g Dose	
2.)	All Stars - Iso Tech 94, 750g Dose	
3.)	All Stars - Iso Tech 94, 500g Beutel	
4.)	All Stars - HY Pro 85, 750g Dose	
5.)	All Stars - HY Pro 85, 500g Beutel	
6.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 500g Beutel	
7.)	All Stars - Nitro Plex, 2500g Dose	
8.)	All Stars - HY Pro Deluxe, 750g Dose	
9.)	All Stars - Proteindrink 60, 12 Flaschen a 500 ml	
10.)	All Stars - Whey Plex, 500g Beutel	
11.)	All Stars - Creatin Kapseln, 250 Stück	
12.)	All Stars - Creation Pur, 500g Dose	
13.)	All Stars - TRI PLEX XT, 1750g Dose	
14.)	All Stars - CREA-TECH PX9, 21 Beutel a 6 Caplets	
15.)	All Stars - Zell Tech, 2kg Dose	

<u>Frage 6:</u> ***Welche Unternehmensziele verfolgen Sie mit ihren Preisentscheidungen? Bitte wählen Sie aus den folgenden drei Zielen aus. (Es können auch alle gewählt werden)***

d) Umsatzmaximierung
e) Absatzmaximierung
f) Deckungsbeitragsmaximierung

Anhang 3: Online-Fragebogen

Einführung

Guten Tag,

Im Rahmen meiner Dissertation an der Georg-August-Universität Göttingen führe ich eine Befragung zum Preismanagement in Handelsunternehmen durch. Ziel dieser Befragung ist es, Unterschiede zwischen großen, mittleren und kleinen Unternehmen zu identifizieren.
Die Daten werden vertraulich behandelt und die Ergebnisse anonymisiert. Sie haben die Möglichkeit am Ende des Fragebogens eine E-Mail-Adresse zu hinterlegen, wenn Sie die Ergebnisse dieser Studie zugeschickt bekommen möchten.
Die Beantwortung dieses Fragebogens wird maximal 10 Minuten Ihrer Zeit in Anspruch nehmen.
Ich freue mich sehr über Ihre Teilnahme!

Mit freundlichen Grüßen,

Sören Lüders

Kontakt:
Sören Lüders
E-Mail: soeren.lueders@googlemail.com
Telefon: 0176 / 21950161

Informationen zur Unternehmenseinteilung

Die folgenden zwei Fragen dienen der Einordnung Ihrer Unternehmensgröße nach den Richtlinien der EU-Kommission.
Hat Ihr Unternehmen mehr als 249 Mitarbeiter?

○ Ja ○ Nein

Erzielt Ihr Unternehmen mehr als 50 Mio. € Jahresumsatz?

○ Ja ○ Nein

Preismanagement I

Bitten wählen Sie aus den folgenden Drop-Down Menüs die für Sie wichtigsten Unternehmensziele aus (maximal drei)!

Bitte auswählen
Kundenbindung
Deckungsbeitrag
Umsatz
Marktanteil
Image
Bitte auswählen Kundenbindung
Deckungsbeitrag
Umsatz
Marktanteil
Image
Bitte auswählen
Kundenbindung
Deckungsbeitrag
Umsatz
Marktanteil
Image

Preismanagement II

Bitte bringen Sie die von Ihnen genannten Unternehmensziele in eine Rangfolge gemäß Ihrer Wichtigkeit für Ihre Preisentscheidung.
Ziehen Sie dafür die Felder mit den Unternehmenszielen einfach mit dem Mauszeiger von links nach rechts.

Umsatz
Deckungsbeitrag
Kundenbindung
Image
Marktanteil
Umsatz
Deckungsbeitrag
Kundenbindung
Image
Marktanteil
Umsatz
Deckungsbeitrag
Kundenbindung
Image
Marktanteil
Ja
Nein

Preismanagement III

Welche der folgenden Informationen beeinflussen Ihre Preisgestaltung? Bitte bestimmen Sie auf einer Skala von 1 bis 7 (1=sehr niedrig; 7=sehr hoch) die Einflussstärke der einzelnen Informationen auf Ihre Preisgestaltung.

	1	2	3	4	5	6	7
Wettbewerbspreise	○	○	○	○	○	○	○
Verbundeffekte zwischen Produkten	○	○	○	○	○	○	○
Weitere Kosten (ohne Einstandspreise)	○	○	○	○	○	○	○
Historische Absatzzahlen	○	○	○	○	○	○	○
Gesammelte Erfahrungen	○	○	○	○	○	○	○
Eigene Marktposition	○	○	○	○	○	○	○
Konsumentenbedürfnisse	○	○	○	○	○	○	○
Einstandspreise	○	○	○	○	○	○	○
Andere _____	○	○	○	○	○	○	○

Bitte bringen Sie die zuvor genannten Informationen in eine Rangfolge nach Ihrer Wichtigkeit für Ihre Preisentscheidung. Bitte wählen Sie maximal die drei wichtigsten Informationen aus.

Gesammelte Erfahrungen
Verbundeffekte
Eigene Marktposition
Mitarbeitereinschätzungen
Absatzzahlen
Wettbewer
b
Einstandspreise
Konsumentenbedürfnisse
Andere

Preismanagement IV

Wie stark können Sie Ihre Preise erhöhen, ohne dass Sie große Absatzsenkungen zu erwarten haben? Bitte machen Sie Ihre Angabe in Prozent.

Wie stark können Sie Ihre Preise senken, ohne dass Sie große Absatzerhöhungen zu erwarten haben? Bitte machen Sie Ihre Angabe in Prozent.

Preismanagement V
Wie häufig passen Sie Ihre Preise an? ○ Mindestens 1 mal pro Tag ○ Mindestens 1 mal pro Woche ○ Mindestens 1 mal pro Monat ○ Mindestens 1 mal pro Quartal ○ Mindestens 1 mal pro Halbjahr ○ Mindestens 1 mal pro Jahr ○ Weniger als 1 mal pro Jahr Bitte geben Sie an in welcher Preislage Sie vorwiegend Ihre Produkte anbieten. ○ Niedrige Preislage ○ Mittlere Preislage ○ Hohe Preislage

Preismanagement VI

Wer trifft in Ihrem Unternehmen die Sortimentsentscheidungen?
Bitte geben Sie eine Position oder Berufsbezeichnung an. Keine Namen.

Wer trifft in Ihrem Unternehmen die Preisentscheidungen?
Bitte geben Sie eine Position oder Berufsbezeichnung an. Keine Namen.

In welcher Branche ist Ihr Unternehmen tätig?

Preismanagement VII

Wie nützlich schätzen Sie die Verwendung einer Software für das Preismanagement ein?
Bitte bestimmen Sie auf einer Skala von 1 bis 7 (1=gar nicht nützlich; 7=sehr nützlich) die Nützlichkeit einer Software für das Preismanagement.

	1	2	3	4	5	6	7	
Gar nicht nützlich	○	○	○	○	○	○	○	Sehr nützlich

Nutzen Sie eine Software für Ihre Preisgestaltung?

○ Ja ○ Nein

Welche Software nutzen Sie für Ihre Preisgestaltung?

Kontakt-Email
Möchten Sie die Ergebnisse der Befragung erhalten, dann tragen Sie bitte eine E-Mail-Adresse ein, an die wir Ihnen die Ergebnisse nach der Auswertung schicken können.

Endseite
Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anhang 4: Kruskal-Wallis-Test Individuen Umsatz

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
2	1000	0	1000	133835.217	180812.635	175308.074	9388.016
5	1000	0	1000	140258.460	182076.163	179659.823	5600.869
10	1000	0	1000	104067.566	182136.281	179759.964	8674.137
15	1000	0	1000	92235.227	182145.491	180634.569	7592.108
20	1000	0	1000	113648.442	182178.718	181380.454	4316.389
25	1000	0	1000	114981.936	182182.017	181442.056	4370.396

Kruskal-Wallis-Test:

K (Beobachteter Wert)	2912.238
K (Kritischer Wert)	11.070
FG	5
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.

Testinterpretation:

H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.

Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 5: Kruskal-Wallis-Test Individuen DB

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
2	1000	0	1000	45020.636	67250.035	64896.543	4152.132
5	1000	0	1000	48770.517	67751.324	66674.777	2498.521
10	1000	0	1000	36642.632	67794.022	66766.696	3410.415
15	1000	0	1000	32491.164	67797.191	67158.251	2951.065
20	1000	0	1000	39146.227	67829.957	67464.566	1793.239
25	1000	0	1000	41578.548	67832.456	67499.103	1772.091

Kruskal-Wallis-Test:

K (Beobachteter Wert)	2926.753
K (Kritischer Wert)	11.070
FG	5
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 6: Kruskal-Wallis-Test SP Umsatz

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
1	1000	0	1000	115267.496	182169.327	181386.491	4365.688
1,5	1000	0	1000	114240.939	182169.075	181242.696	4891.253
2	1000	0	1000	114981.936	182182.017	181442.056	4370.396

Kruskal-Wallis-Test:

K (Beobachteter Wert)	5.713
K (Kritischer Wert)	5.991
FG	2
p-Wert (Zweiseitig)	0.057
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert größer als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, kann die Null-Hypothese H0 bestätigt werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, beträgt 5,75%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 7: Kruskal-Wallis-Test SP DB

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
1	1000	0	1000	40627.996	67821.792	67466.270	1846.137
1,5	1000	0	1000	40762.280	67821.581	67391.549	2015.391
2	1000	0	1000	41578.548	67832.456	67499.103	1772.091

Kruskal-Wallis-Test:	
K (Beobachteter Wert)	11.660
K (Kritischer Wert)	5.991
FG	2
p-Wert (Zweiseitig)	0.003
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,29%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 8: Cross-Over Punkte Mann-Whitney-Test Umsatz

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
1	1000	0	1000	114981.936	182182.017	181442.056	4370.396
alle	1000	0	1000	119777.225	182164.385	181296.447	4826.301

Mann-Whitney-Test / Zweiseitiger Test:	
U	588585.000
Erwartungswert	500000.000
Varianz (U)	166580748.374
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Differenz der Position unter den Stichproben ist gleich 0.
Ha: Die Differenz der Position unter den Stichproben ist verschieden von 0.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 9: Cross-Over Punkte Mann-Whitney-Test DB

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
1	1000	0	1000	41578.548	67832.456	67499.103	1772.091
alle	1000	0	1000	42768.097	67817.639	67424.740	1991.460

Mann-Whitney-Test / Zweiseitiger Test:	
U	599883.000
Erwartungswert	500000.000
Varianz (U)	166580748.374
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Differenz der Position unter den Stichproben ist gleich 0.
Ha: Die Differenz der Position unter den Stichproben ist verschieden von 0.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 10: Mutationsschrittweite Kruskal-Wallis-Test Umsatz

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
0,01	1000	0	1000	93054.179	174669.897	173407.624	6781.659
0,05	1000	0	1000	137694.348	182196.718	181919.681	2360.900
0,1	1000	0	1000	83108.636	182193.744	181548.823	5216.565
0,25	1000	0	1000	114981.936	182182.017	181442.056	4370.396

Kruskal-Wallis-Test:	
K (Beobachteter Wert)	2670.809
K (Kritischer Wert)	7.815
FG	3
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 11: Mutationsschrittweite Kruskal-Wallis-Test DB

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
0,01	1000	0	1000	32836.392	65088.874	64465.383	3048.553
0,05	1000	0	1000	48844.731	67844.810	67705.430	1077.489
0,1	1000	0	1000	29645.990	67842.311	67543.716	2177.411
0,25	1000	0	1000	41578.548	67832.456	67499.103	1772.091

Kruskal-Wallis-Test:

K (Beobachteter Wert)	2639.680
K (Kritischer Wert)	7.815
FG	3
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 12: Populationskonzepte Kruskal-Wallis-Test Umsatz

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
1	500	0	500	154570.002	182189.765	181746.377	2327.036
2	500	0	500	85854.812	182184.865	181224.360	6595.559
3	500	0	500	73062.401	182184.865	174843.566	8113.271
4	500	0	500	116792.463	181485.662	177338.205	6718.892

Kruskal-Wallis-Test:

K (Beobachteter Wert)	1242.910
K (Kritischer Wert)	7.815
FG	3
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 13: Populationskonzepte Kruskal-Wallis-Test DB

Deskriptive Statistiken:

Variable	Beobachtungen	Beo. mit fehlender Daten	Beo. ohne fehlender Daten	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
1	500	0	500	54896.654	67838.967	67619.690	1124.103
2	500	0	500	31022.954	67834.850	67392.193	2763.252
3	500	0	500	26442.188	67834.850	65003.320	3203.776
4	500	0	500	40213.299	67398.553	65691.302	2991.705

Kruskal-Wallis-Test:

K (Beobachteter Wert)	1223.430
K (Kritischer Wert)	7.815
FG	3
p-Wert (Zweiseitig)	< 0,0001
alpha	0.05

Es wurde eine Annäherung zur P-value-Berechnung benutzt.
Testinterpretation:
H0: Die Stichproben stammen von derselben Population.
Ha: Die Stichproben stammen nicht von derselben Population.
Da der berechnete p-Wert kleiner als das Signifikanz-Niveau alpha=0,05 ist, muss die Null-Hypothese H0 zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese Ha akzeptiert werden.
Das Risiko die Null-Hypothese H0 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, ist geringer als 0,01%.
Mehrfachbeobachtungen wurden in den Daten gefunden und mittels geeigneter Korrekturen beachtet.

Anhang 14: Test auf Normalverteilung des Restsortiments mit Kolmogorov-Smirnov-Anapssungstest in der Fallstudie

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von Restsortiment ist normal mit Mittelwert 0,25 und Standardabweichung 0,826.	Kolmogorov-Smirnov-Test bei einer Stichprobe	,001[1]	Nullhypothese ablehnen
2	Die Verteilung von Restsortiment ist gleichförmig mit Minimum -0,75 und Maximum 2,55.	Kolmogorov-Smirnov-Test bei einer Stichprobe	2,066E-4[1]	Nullhypothese ablehnen

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

[1]Lilliefors korrigiert

Anhang 15: Test auf Normalverteilung des Testsortiments mit Kolmogorov-Smirnov-Anapssungstest in der Fallstudie

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Die Verteilung von Testsortiment ist normal mit Mittelwert 0,15 und Standardabweichung 0,702.	Kolmogorov-Smirnov-Test bei einer Stichprobe	5,048E-5[1]	Nullhypothese ablehnen
2	Die Verteilung von Testsortiment ist gleichförmig mit Minimum -0,68 und Maximum 2,50.	Kolmogorov-Smirnov-Test bei einer Stichprobe	1,401E-7[1]	Nullhypothese ablehnen

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

[1]Lilliefors korrigiert

Anhang 16: T-Test Phase 1

Gruppenstatistiken										
Sortimente		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes					
Absatzveränderung	1,00	13	0,3507	0,93227	0,25856					
	2,00	14	0,2280	0,81318	0,21733					

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Absatzveränderung	Varianzen sind gleich	0,529	0,474	0,365	25	0,718	0,12277	0,33601	-0,56925	0,81479
	Varianzen sind nicht gleich			0,363	23,923	0,719	0,12277	0,33777	-0,57447	0,82001

Anhang 17: T-Test Phase 2

Gruppenstatistiken

Sortimente		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Absatzveränderung	3,00	28	0,2298	0,79169	0,14961
	4,00	28	0,1050	0,65173	0,12317

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Absatzveränderung	Varianzen sind gleich	1,484	0,228	0,644	54	0,522	0,12475	0,19379	-0,26378	0,51327
	Varianzen sind nicht gleich			0,644	52,078	0,523	0,12475	0,19379	-0,26410	0,51360

CURRICULUM VITAE

BERUFLICHER WERDEGANG

ProSiebenSat1 Media SE
06/2018 – bis heute **Vice President Attribution, Analytics & Targeting**
SevenOne Media GmbH (ProSiebenSat1 Media SE)
11/2016 – 05/2018 **Head of Online Marketing (CRM & Attributionsmodellierung)**
Jochen Schweizer GmbH (ProSiebenSat1 Media SE)

Westwing Group GmbH
05/2015 – 010/2016 **Head of Display Marketing & Social Media**

Sabbatical
05/2014 – 04/2015

PAYBACK GmbH
11/2013 – 04/2014 **Head of Digital Loyalty Services**

Google Germany GmbH
04/2010 – 10/2013 **Key Account Manager Retail**

Zanox AG (Axel Springer AG & Publi Group)
01/2008 – 03/2010 **Key Account Manager Advertiser Retail & Shopping**

discount24 GmbH (OTTO group & Casino group)
09/2006 – 12/2007 **Online Marketing Manager**

new directions GmbH (Freenet AG)
03/2006 – 08/2006 **Junior Key Account Manager**

AUSBILDUNG

10/2007 – 11/2018 **Doktorand im Bereich BWL/Handelsmarketing**
Georg-August-Universität Göttingen – Göttingen, Deutschland

- Titel der Dissertation: „Preisoptimierung für kleine und mittlere Handelsunternehmen unter Anwendung eines Evolutionären Algorithmus“
- Betreuer: Prof. Dr. Waldemar Toporowski; Professur für Handelsbetriebslehre
- Zum Teil gefördert aus EFRE-Mitteln der Europäischen Union durch das KMU-Netzwerk der Georg-August-Universität Göttingen, 06/2009 bis 11/2009

10/2004 – 09/2005 **MBA und Master in International Business (Dual-Degree)**
International Business School Alliance (IBSA) – Bremen, Deutschland und València, Spanien

- Abschluss: MBA und Master in International Business, Dual-Degree
- Titel der Abschlussarbeit: *“The importance of pricing strategies in international Business Development to create added value: a multistep pricing matrix”*
- Die Abschlussarbeit wurde in Kooperation mit dem Unternehmen Holley International in Hangzhou, China geschrieben

10/2000 – 09/2003 **B.A. in Philosophy & Economics**
Universität Bayreuth – Bayreuth, Deutschland

- Abschluss: B.A. in Philosophy & Economics
- Titel der Abchlussarbeit: *"Establishing incentives to optimize CRM-projects and measuring the added-value of CRM-projects"*

10/1997 – 09/2000 **Betriebswirtschaftslehre**
Universität Lüneburg, Lüneburg, Deutschland und Euro-Business-College (EBC), Hamburg, Deutschland

07/1986 – 06/1996 **Abitur**
Gymnasium Schwarzenbek – Schwarzenbek, Deutschland

07/1992 – 06/1993 **Austauschjahr**
High school Bonifay – Bonifay, USA

VERÖFFENTLICHUNGEN

„Implementing services in pricing decisions to enhance the customer relationship – a framework for price setting"
Lüders, S.; Andreu, L. & Mattila, A.S. (2008), *„Implementing services in pricing decisions to enhance the customer relationship – a framework for price setting"*, in: Moutinho, L.; Hutcheson, G. & Rita, P. (2008) (ed.), Advances in Doctoral Research in Management, Vol. 2, pp. 149-159.

„Price setting to enhance the customer relationship – a case study to determine the importance of services pricing"
Lüders, S.; Andreu, L. & Mattila, A.S. (2006), *„Price setting to enhance the customer relationship – a case study to determine the importance of services pricing"*, in: Poster Session of the Annual Conference 2006 of the European Marketing Academy (EMAC), Athens, Greece, May 23-26.

VORTRÄGE

"Advanced Targeting Tactics"
Lüders, S. & Paulsen, L. (2018), "Advanced Targeting Tactics", in: "SMX – Search Marketing Expo" – Konferenz für Suchmaschinenmarketing-Entscheider und Online-Verantwortliche, München, Deutschland, 21. März.

"Actionable Analytics - Google Analytics 360 und DoubleClick als Full-Stack Platform"
Lüders, S. (2017), "Actionable Analytics - Google Analytics 360 und DoubleClick als Full-Stack Platform", in: "Analytics Summit" – die einzige Google Analytics Konferenz in Deutschland, Hamburg, Deutschland, 9. November.

"Die Customer Journey über DoubleClick abgebildet – Herausforderungen und Erfolge aus Sicht der Jochen Schweizer GmbH"
Lüders, S. (2017), "Die Customer Journey über DoubleClick abgebildet – Herausforderungen und Erfolge aus Sicht der Jochen Schweizer GmbH", in: "Programmaticon" – die größte Programmatic Marketing Konferenz in DACH, Wien, Österreich, 19. Oktober.

"Big Data – Mensch vs. Maschine"
Lüders, S. (2015), "Big Data – Mensch vs. Maschine", in: "Big Data für Hersteller und Marken" - Dialog Digital Handeln 2015/I, dmc commerce consultants GmbH, Deutschland, 27. Januar.

„Infrastrukturen für hochverfügbare SaaS-Lösungen"
Kretschmar, J. & Lüders, S. (2009), *„Infrastrukturen für hochverfügbare SaaS-Lösungen"*, in: 8. Berlin-Brandenburger SAP-Forum der FH Brandenburg, Brandenburg, Deutschland, 18. Juni.

„Online Marketing – Affiliate Marketing"
Lüders, S., Haratsis, D. & Schneider, R. (2009), *„Online Marketing – Affiliate Marketing"*, in: 7. Nationaler Expertenworkshop der OTTO group, Hamburg, Deutschland, 17. Februar.

„Affiliate Marketing: Das Zusammenspiel von Endkunden und Angebot" – *(„Affiliate Marketing: The interaction of end-customer and offer")*
Lüders, S. & Rehs, M. (2008), *„Affiliate Marketing: Das Zusammenspiel von Endkunden und Angebot"*, in: Workshop der Herbst-Tour 2008 des Online Marketings Forum (OMF), München, Deutschland, 13. November.

LEHRERFAHRUNG

01/2014 – bis heute **Lehrbeauftragter im Bereich Digitales Marketing**
FH Kufstein Tirol, Kufstein, Österreich

09/2017 – 03/2018 **Lehrbeauftragter im Bereich Digitales Marketing**
FH SDI, München, Deutschland

03/2014 – 07/2014 **Lehrbeauftragter im Bereich BWL**
FH Erding, München, Deutschland

09/2010 – 10/2011 **Lehrbeauftragter im Bereich BWL**
Leibniz FH – SCHOOL OF BUSINESS – Hannover, Deutschland