

Potentiale mobiler Datenerfassung von langlebigen Gütern

Ein Simulationsmodell zur
Entscheidungsunterstützung bei Rückrufen
am Beispiel von Automobilen

Von der Fakultät Wirtschaftswissenschaften
der Leuphana Universität Lüneburg

zur Erlangung des Grades
Dr. rer. pol.
genehmigte

Dissertation

von
Bartosch Belkius

geb. 16.01.1983 in Loslau

Eingereicht am: 10.07.2015
Mündliche Prüfung am: 18.12.2015

Erstgutachter: Prof. Dr. Reese
Zweitgutachter: Prof. Dr. Paffrath
Drittgutachter: Prof. Dr. Kahle

Prüfungsausschuss: Prof. Dr. Reese, Vors.
Prof. Dr. Paffrath
Prof. Dr. Kahle

Erschienen unter dem Titel:
Potentiale mobiler Datenerfassung von langlebigen Gütern - Ein Simulationsmodell zur
Entscheidungsunterstützung bei Rückrufen am Beispiel von Automobilen

Druckjahr: 2016
im Verlag: Shaker

Berichte aus der Betriebswirtschaft

Bartosch Belkuis

**Potentiale mobiler Datenerfassung
von langlebigen Gütern**

Ein Simulationsmodell zur Entscheidungsunterstützung
bei Rückrufen am Beispiel von Automobilen

Shaker Verlag
Aachen 2016

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Zugl.: Lüneburg, Univ., Diss., 2015

Copyright Shaker Verlag 2016

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-4412-6

ISSN 0945-0696

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Geleitwort

Bartosch Belkhus befasst sich in diesem Buch mit der hochaktuellen Fragestellung, wie zeitgemäße Informationstechnologie genutzt werden kann, um die Qualität von langlebigen Verbrauchsgütern lückenlos zu kontrollieren, zu steuern bzw. zu optimieren. Solche Güter wie zum Beispiel Automobile verändern im Verlaufe ihres Lebenszyklus im Allgemeinen ihre Qualität, ohne dass der Hersteller diesen Prozess im Einzelnen begleitet bzw. von den Änderungen zeitnah Kenntnis erhält, weil sich die Güter bereits beim Kunden im Gebrauch befinden. Insofern bietet sich ihm kaum eine Möglichkeit, Qualitätsmängel, die ein Produkt im Verlaufe der Zeit unweigerlich erfährt, auszuwerten, zu beheben bzw. bei zukünftigen Produktionen zu berücksichtigen. Der Hersteller erfährt allenfalls zufällig bzw. stichprobenartig von solchen Mängeln, wenn nämlich das Produkt – etwa im Rahmen einer Reparatur – zu ihm zurückgelangt. Die Entwicklung von moderner Informationstechnologie erlaubt es dem Produzenten langlebiger Verbrauchsgüter jedoch inzwischen, solche Güter entlang ihres Lebenszyklus auch dann weiter zu verfolgen, wenn die Übergabe an den Verbraucher bereits erfolgt ist. Eine Technologieart, die hierfür insbesondere in Betracht kommt, stellt die mobile Datenerfassung dar.

Bei der mobilen Datenerfassung sind bisher insbesondere technische Abläufe im Fokus der durchgeführten Studien gewesen. Der ökonomische Nutzen für die beteiligten Transaktionspartner – den Hersteller und den Abnehmer – ist in der Vergangenheit kaum Gegenstand wissenschaftlicher Studien gewesen. In diesem Buch wird nun der zentralen Frage nachgegangen, welche Daten unter welchen Umständen erfasst und anschließend zweckmäßig ausgewertet werden sollen, damit ein größtmöglicher Nutzen entsteht. Der Verfasser hat als Anwendungsobjekt das Automobil gewählt. Er formuliert als Ausgangspunkt seiner Analyse plausible Hypothesen, die er anschließend einer sorgfältigen Überprüfung unterzieht. Dabei versucht er, den Gegebenheiten in der Automobilbranche dadurch Rechnung zu tragen, dass er die tatsächlichen Abläufe simuliert und auf diese Weise valide Daten von hoher praktischer Relevanz erhält.

Die Ergebnisse der hier vorgelegten Untersuchung zeigen nicht nur eindrucksvoll, auf welche Weise die Identifikation von Gütermängeln von einer mobilen Datenerfassung profitiert bzw. inwiefern Fehlentscheidungen beim Hersteller zukünftig vermieden werden können. Der Verfasser gibt dem Leser auch ein Instrumentarium an die Hand, mit dem dieser im konkreten Anwendungsfall den Technologieeinsatz optimieren bzw. einen bestmöglichen ökonomischen Ertrag ansteuern kann. In diesem Sinne wünsche ich dem Buch nicht nur aus der Wissenschaft, sondern auch aus der Praxis zahlreiche Leser in der Zuversicht, dass sie einen großen Gewinn aus der Lektüre ziehen werden.

Prof. Dr. Joachim Reese

Danksagung

Mein Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Joachim Reese von der Leuphana Universität, vor allem für die größtmögliche Freiheit bei der Gestaltung meines Promotionsthemas, für zahlreiche anregende Diskussionen und für die tatkräftige Unterstützung.

Herrn Prof. Dr. Rainer Paffrath von der Europäischen Fachhochschule (EUFH) danke ich für die professionelle und warmherzige Begleitung meiner Promotion als Zweitgutachter. Seine Begeisterung, Einsatzbereitschaft und kritische Auseinandersetzung mit meinem Themenkomplex trug maßgeblich zum erfolgreichen Abschluss bei. Zudem kam mir sein kompetenter Rat und seine Hilfestellung in zahlreichen Angelegenheiten sehr zugute.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Egbert Kahle von der Leuphana Universität für die Begutachtung meiner Dissertation und für den Beisitz bei der Disputation.

Meinen Kollegen von der EUFH, Prof. Dr. Steffen Stock, Prof. Dr. Wolfgang Müller, Prof. Dr. Udo Hönig und Prof. Dr. Luigi Lo Iacono, danke ich für die zahlreichen wissenschaftlichen Diskussionen und persönlichen Gespräche, die sowohl zur Schärfung der Forschungsfragen als auch zur Motivationssteigerung beitrugen.

Meinen Mitdoktoranden und Weggefährten Stefan Hecker, Justus Kayser, Kateryna Gerwin und Stefan Koch danke ich für den intensiven kollegialen Austausch und für die zahlreichen wertvollen Anregungen.

Darüber hinaus danke ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Fachbereichs Wirtschaftsinformatik an der EUFH, des Lehrstuhls für Operations Management sowie der Verwaltung der Leuphana für die Unterstützung als externer Doktorand.

Dem Verband privater Hochschulen (VPH) danke ich für die Aufnahme in das Stipendienprogramm und der damit verbundenen finanziellen Unterstützung.

Julius Breit danke ich für den kreativen Einsatz bei der Visualisierung meiner Ideen und der Gestaltung des Buchbands.

Mein herzlicher Dank gebührt Elsa Breit, die mir auch in gestressten Situationen stets den notwendigen Mut zugesprochen hat, der für die erfolgreiche Fertigstellung notwendig war.

Ein herausragender Dank gebührt meiner Familie und insbesondere meinen Eltern. Hätten diese nicht die zahlreichen Grundsteine für meinen Weg gelegt, wäre meine Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

Bartosch Belkuis

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
Symbolverzeichnis	XV
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	4
1.2 Aktueller Stand der Forschung und Entwicklung	6
1.3 Gliederung	9
2 Einordnung und Methodik	11
2.1 Wissenschaftstheoretische Einordnung	11
2.1.1 Gewinnung und Falsifikation von Erkenntnis	12
2.1.2 Einordnung zwischen Realismus und Konstruktivismus	15
2.1.3 Theorie der rationalen Entscheidung	17
2.2 Statistische Testverfahren	20
2.2.1 Euklidische Distanz	21
2.2.2 Mann-Whitney-U-Test	22
2.2.3 Faktorkombinationsanalyse	25
2.3 Vorgehensmodelle und Verfahren	26
2.3.1 Abstraktionsmodell	27
2.3.2 Simulationen	28
2.3.3 Monte-Carlo-Simulation	31
2.3.4 Sensitivitätsanalyse	32
2.4 Notationen	34
2.4.1 Ereignisgesteuerte Prozesskette	34
2.4.2 Struktogramme	36
2.4.3 Entscheidungstabellen	37
2.5 Zusammenfassung	38
3 Kategorisierung langlebiger Güter	41
3.1 Die chronologische Dimension	42
3.1.1 Nutzungsdauer	42
3.1.2 Erneuerungsgrund	44

3.2	Die juristische Dimension	45
3.2.1	Besitz	45
3.2.2	Zugangsinstanz	46
3.2.3	Nutzungsumfeld	48
3.3	Die physische Dimension	49
3.3.1	Produktionsfaktoren	49
3.3.2	Mobilität des Guts	51
3.3.3	Teilbarkeit der Produktkapazität	52
3.3.4	Beschaffenheit des Guts	53
3.4	Die kommunikative Dimension	54
3.4.1	Kommunikationspartner	54
3.4.2	Übertragene Datenart	56
3.5	Die ökonomische Dimension	57
3.5.1	Anteil der Servicekosten	58
3.5.2	Exklusivität und Rivalität im Konsum	58
3.5.3	Einzigartigkeit	60
3.5.4	Implementierungsaufwand	61
3.6	Charakterisierung eines Automobils als Untersuchungsgegenstand	61
3.7	Relevante Kriterien	65
3.8	Zusammenfassung	67
4	Rückruf langlebiger Güter	69
4.1	Product Life Cycle - abhängige Entscheidungsfindung	70
4.2	Auswirkungsbezogene Entscheidungsfindung	74
4.3	Ökonomische Entscheidungsfindung	76
4.4	Beispielhafte Rückrufaktionen jenseits der Automobilbranche	79
4.5	Mögliche Rückrufarten in der Automobilindustrie	81
4.6	Beispielhafte Rückrufaktionen in der Automobilindustrie	83
4.7	Empirische Analyse automobiler Rückrufaktionen in Deutschland	85
4.8	Modellierung der unternehmerischen Entscheidungsfindung	91
4.9	Zusammenfassung	96
5	Umsetzung der Datenübertragung	99
5.1	Begriffsdefinition	99
5.2	Technische Umsetzung	101
5.3	Internet der Dinge und Industrie 4.0	103
5.4	Klassifizierung der übertragenen Daten nach Datenarten	105
5.5	Konzeptentwurf einer Automobil-IT-Infrastruktur zur Datenübertragung	107
5.6	Aktuelle Diagnosesysteme im Automobil	109
5.7	Zusammenfassung	111

6	Entwicklung des Datengenerators	113
6.1	Das Real-Problem	115
6.2	Ein-Komponenten-Modell	117
6.2.1	Real-Modell-Ebene	118
6.2.2	Formal-Modell-Ebene	121
6.2.3	Beispielhafter Durchlauf	123
6.2.4	Auswertung des beispielhaften Durchlaufs	125
6.2.5	Validierung	126
6.3	Mehr-Komponenten-Modell	127
6.3.1	Real-Modell-Ebene	128
6.3.1.1	Produktionsseitige Komplexitätserhöhung	129
6.3.1.2	Anbieterseitige Komplexitätsreduktion	131
6.3.1.3	Nachfrageseitige Komplexitätserhöhung	133
6.3.2	Formal-Modell-Ebene	134
6.3.2.1	Beeinflussungs-Matrix	135
6.3.2.2	Bestell-Matrix	136
6.3.2.3	Lines-Matrix	137
6.3.2.4	Komponentenproduktion	138
6.3.2.5	Systemproduktions-Matrix	140
6.3.3	Beispielhafter Durchlauf	141
6.3.4	Auswertung des beispielhaften Durchlaufs	142
6.3.5	Validierung	142
6.4	Verschleiß-Modell	145
6.4.1	Real-Modell-Ebene	146
6.4.2	Formal-Modell-Ebene	148
6.4.3	Beispielhafter Durchlauf	153
6.4.4	Auswertung des beispielhaften Durchlaufs	153
6.4.5	Validierung	156
6.5	Nutzungs-Modell	157
6.5.1	Real-Modell-Ebene	157
6.5.2	Formal-Modell-Ebene	159
6.5.3	Beispielhafter Durchlauf	162
6.5.4	Auswertung des beispielhaften Durchlaufs	163
6.5.5	Validierung	163
6.6	Erweiterungen des Datengenerators	165
6.7	Zusammenfassung	167
7	Aufbau der Simulation	169
7.1	Charakterisierung der Simulation	169
7.2	Annahmen für den Testaufbau	171
7.2.1	Bildung variabler Stichprobengrößen	171

7.2.2	Konfiguration des Basis-Szenarios	172
7.2.3	Aufbau der Sensitivitätsanalyse	174
7.2.4	Datenaufbereitung	178
7.3	Aufbau der statistischen Analyse	180
7.3.1	Anwendung der euklidischen Distanz	181
7.3.2	Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests	182
7.3.3	Anwendung der Faktorkombinationsanalyse	183
7.3.4	Balancierte und unbalancierte Datensätze	183
7.4	Aufbau der Entscheidungsanalyse	185
7.4.1	Ablauf der Entscheidungsfindung	186
7.4.2	Datenaggregation	189
7.5	Zusammenfassung	190
8	Ergebnisse der Simulation	191
8.1	Auswertung der Basis-Szenario-Konfiguration	191
8.1.1	Ergebnisse der statistischen Verfahren	191
8.1.2	Ergebnis der Entscheidungsfindung	194
8.2	Auswertung der Sensitivitätsanalyse	197
8.2.1	Ergebnisse der statistischen Verfahren bei Parametervariation . .	198
8.2.2	Zusammenfassung der statistischen Verfahren	207
8.2.2.1	Faktorkombinationsanalyse	207
8.2.2.2	Mann-Whitney-U-Test	208
8.2.2.3	Euklidische Distanz	209
8.2.3	Ergebnisse der Entscheidungsfindung bei Parametervariation . .	210
8.2.4	Zusammenfassung der Entscheidungsfindung	221
8.3	Zusammenfassung	222
9	Fazit	225
9.1	Interpretation der Ergebnisse	225
9.1.1	Erkennung von Gütermängeln	225
9.1.2	Adäquate Entscheidungsfindung	234
9.1.3	Einfluss der Stichprobengröße	237
9.2	Kritische Reflexion	245
9.3	Handlungsempfehlungen für das Management	249
9.4	Zusammenfassung und Ausblick	253
	Literaturverzeichnis	255