

Merle-Hendrikje Jank

# Produktportfoliosteuerung mittels präskriptiver Datenanalyseverfahren



# Produktportfoliosteuerung mittels präskriptiver Datenanalyseverfahren

## Product Portfolio Design Using Prescriptive Analytics

Von der Fakultät für Maschinenwesen  
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen  
zur Erlangung des akademischen Grades einer  
Doktorin der Ingenieurwissenschaften  
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Merle-Hendrikje Jank

### **Berichter:**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Günther Schuh  
Außerplanmäßiger Professor Dr.-Ing. Wolfgang Boos

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Februar 2021



# ERGEBNISSE AUS DER PRODUKTIONSTECHNIK

**Merle-Hendrikje Jank**

Produktportfoliosteuerung mittels  
präskriptiver Datenanalyseverfahren

**Herausgeber:**

Prof. Dr.-Ing. T. Bergs  
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. G. Schuh  
Prof. Dr.-Ing. C. Brecher  
Prof. Dr.-Ing. R. H. Schmitt

Band 11/2021



**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Merle-Hendrikje Jank:

Produktportfoliosteuerung mittels präskriptiver Datenanalyseverfahren

1. Auflage, 2021

Apprimus Verlag, Aachen, 2021

Wissenschaftsverlag des Instituts für Industriekommunikation und Fachmedien  
an der RWTH Aachen

Steinbachstr. 25, 52074 Aachen

Internet: [www.apprimus-verlag.de](http://www.apprimus-verlag.de), E-Mail: [info@apprimus-verlag.de](mailto:info@apprimus-verlag.de)

ISBN 978-3-86359-963-8

D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2021)

# Vorwort

Die vorliegende Dissertationsschrift entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Produktionssystematik des Werkzeugmaschinenlabors WZL der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen. An dieser Stelle möchte ich den Personen danken, ohne welche die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Mein Dank gilt insbesondere Herrn Professor Günther Schuh für die Möglichkeit zur Promotion. An seinem Lehrstuhl für Produktionssystematik habe ich ein inspirierendes Umfeld gefunden, welches mich fachlich und persönlich gleichermaßen gefördert und gefordert hat. Sein Vertrauen in meine Person sowie die mir übertragene Verantwortung im Rahmen von verschiedenen Projekten haben wesentlich zu meiner Promotion und zu meiner persönlichen Entwicklung beigetragen. Für meine Arbeit war sein visionäres Denken und seine analytische Brillanz stets Inspiration und Motivation.

Für die Übernahme des Koreferats danke ich Herrn Professor Wolfgang Boos. Frau Professorin Anna Katharina Mechler danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Auch möchte ich mich bei den Oberingenieuren bedanken, die meine Zeit am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen begleitet und geprägt haben. Insbesondere danke ich Dr. Michael Riesener, der mich als wissenschaftliche Mitarbeiterin eingestellt hat. In den ersten Monaten der Themenfindung hat er meinen Blick immer wieder geschärft und neue Impulse gesetzt. Zudem bedanke ich mich bei meinen Gruppenleitern, die meinen Promotionsprozess ebenfalls kontinuierlich begleitet haben. Stellvertretend möchte ich hier Dr. Christian Mattern nennen. Sein analytischer Scharfsinn und seine zielorientierte Denkweise waren für mich in den Diskussionen sehr bereichernd.

Für die vielen gemeinsamen Stunden der kollegialen Zusammenarbeit und Freude möchte ich mich ganz herzlich bei meinen Kollegen bedanken. In den ersten Monaten in der Abteilung Innovationsmanagement standen mir meine Bürokollegen Dr. Elisabeth Schrey und Dr. Sebastian Schloesser immer mit gutem Rat zur Seite. Bedanken möchte ich mich auch bei Johanna Ays, für das gegenseitige „Tempo-Machen“ und viele

schöne berufliche und private Augenblicke, bei Manuel Ebi, für die lehrreiche Zusammenarbeit sowie bei Alexander Menges, für die lustigen Stunden im gemeinsamen Büro. Mit Michael Mendl-Heinisch und Hendrik Lauf habe ich unzählige Dienstreisen verbracht, die fachlich und menschlich eine wahre Bereicherung waren. Auch danke ich Julian Kreß und Jonas Tittel, für viele positive Impulse und das angenehme Miteinander. Und schlussendlich gilt mein Dank Annika Becker, die zu jeder Zeit Probleme und Erfolge zu teilen bereit war.

Mein großer Dank gilt auch meinen studentischen Mitarbeitern und Abschlussarbeitern. Ihre unermüdliche Wissbegierde, die kritischen Rückfragen und ihr „frischer Blick“ auf mein Promotionsthema waren eine große Bereicherung und Motivation zugleich, weiterzumachen und Antworten auf ihre Fragen zu finden. Insbesondere gilt mein großer Dank Christopher Hettlage, Alexander James Wimmers und Jan Hendrik Blümel.

What I don't want to miss at this point is to say Thank You to my (inter)national team of friends, supporters and sparring partners – from school days to the present date. Elo-die, Anne-Marie, Justine, Pernille, Julia and Jack thanks for sharing moments of happiness with me and for being there even in challenging situations.

Mein größter Dank gebührt meiner Familie, allen voran meinen Großeltern, meiner Mama und meiner Tante. Eure bedingungslose Liebe, Unterstützung und Förderung zu jeder Zeit hat mich zu der Person gemacht, die ich heute bin. Ihr habt mich gelehrt, neugierig und mutig zu sein, für meine Ziele zu kämpfen und meinen Weg zu gehen. Ihr habt mit mir gelacht, gefeiert und geweint. Mein ebenso großer Dank gilt meinem Freund, bei dem ich in konstruktiven Anmerkungen fachliche Unterstützung fand und der mir mit großem Einfühlungsvermögen ein sehr starker Partner an meiner Seite in meiner Promotion war und noch immer ist. Auch gilt dir, lieber Sebastian, mein Dank. Mit einem großen Lachen denke ich an viele gemeinsame Abenteuer zurück. Für die vielfältige Unterstützung in der heißen Phase meiner Promotion möchte ich auch euch danken, liebe Magdalene und lieber Achim.

Euch allen widme ich diese Arbeit.

Stuttgart, im März 2021

Merle-Hendrikje Jank

# Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen.....	VII
Verzeichnis der Tabellen.....	XIII
Verzeichnis der Abkürzungen.....	XIX
Verzeichnis der Formelzeichen.....	XXI
Zusammenfassung.....	XXV
Summary.....	XXVII
<b>1 Exposition .....</b>	<b>1</b>
1.1 Einleitung und Motivation des Themas.....	1
1.1.1 Relevanz des Themas.....	2
1.1.2 Problemidentifikation .....	4
1.2 Zielsetzung der Arbeit .....	8
1.3 Forschungskonzeption der Arbeit .....	10
1.3.1 Einordnung des Forschungsobjektes in die Wissenschaftssystematik .....	11
1.3.2 Design Science Research als forschungsmethodisches Vorgehen .....	12

1.4	Aufbau der Arbeit .....	16
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Definitionen im Kontext der Arbeit.....</b>	<b>19</b>
2.1	Produktportfolios variantenreicher Serienfertiger .....	19
2.1.1	Definition relevanter Begrifflichkeiten .....	19
2.1.2	Struktur und Abhängigkeiten innerhalb des Produktportfolios .....	26
2.1.3	Ursachen und Auswirkungen komplexer Produktportfolios.....	31
2.2	Produktportfoliosteuerung als Aufgabe des strategischen Managements .....	35
2.2.1	Definition relevanter Begrifflichkeiten .....	35
2.2.2	Ziel- und Kennzahlensysteme für das strategische Management .....	41
2.2.3	Handlungsoptionen zur Steuerung des Produktportfolios .....	51
2.2.4	Zusammenspiel von Produktportfolio und F&E-Portfolio .....	55
2.3	Datenbasierte Analysen zur Entscheidungsunterstützung .....	57
2.3.1	Definition relevanter Begrifflichkeiten .....	58
2.3.2	Arten von entscheidungsunterstützenden Datenanalysen .....	61
2.3.3	Prozessualer Ordnungsrahmen für Datenanalyseverfahren .....	63
2.4	Datenbasierte Analysen mittels maschinellen Lernens.....	65
2.4.1	Definition relevanter Begrifflichkeiten .....	66
2.4.2	Elemente und Merkmale von Methoden des maschinellen Lernens.....	67
2.4.3	Methoden des maschinellen Lernens .....	70
2.4.4	Künstliche Neuronale Netze als Sonderform des maschinellen Lernens.....	76
2.5	Zwischenfazit: Grundlagen und Definitionen im Kontext der Arbeit .....	79

---

<b>3</b>	<b>Bestehende Ansätze zur Steuerung von Produktportfolios .....</b>	<b>81</b>
3.1	Kriterien zur Bewertung bestehender Ansätze .....	81
3.2	Bestehende Ansätze zur Produktportfoliosteuerung.....	83
3.2.1	Ansätze zur datenbasierten Steuerung des Produktportfolios.....	83
3.2.2	Ansätze zur multivariaten Regression mittels maschinellen Lernens.....	89
3.2.3	Ansätze zur Strategieentwicklung mittels maschinellen Lernens .....	93
3.3	Bewertung bestehender Ansätze und Positionierung der Arbeit .....	96
3.4	Zwischenfazit: Forschungsbedarf zur Steuerung von Produktportfolios .....	101
<b>4</b>	<b>Konzeption der Methodik zur datenbasierten Produktportfoliosteuerung .....</b>	<b>103</b>
4.1	Zielbild der Methodik und angestrebte Nutzenpotenziale .....	103
4.2	Formale Konstruktion und modelltheoretische Konzeptionierung der Methodik .....	106
4.2.1	Definition der Elemente einer Methodik .....	106
4.2.2	Konstruktionsorientiertes Modellverständnis .....	107
4.3	Anforderungen an die Methodik zur Produktportfoliosteuerung mittels präskriptiver Datenanalyseverfahren.....	112
4.3.1	Inhaltliche Anforderungen .....	113
4.3.2	Formale Anforderungen.....	114
4.4	Konzeptionierung der Methodik zur Produktportfoliosteuerung mittels präskriptiver Datenanalyseverfahren.....	116
4.4.1	Datenbasierte Beschreibung des Produktportfolios .....	118
4.4.2	Datenbasierte Beschreibung des produktportfoliorelevanten Unternehmenszielsystems.....	120

4.4.3	Ermittlung von Wirkzusammenhängen zwischen Produktportfoliosteuergrößen und Unternehmenszielen .....	121
4.4.4	Ableitung datenbasierter Handlungsempfehlungen .....	123
4.5	Ableitung der zu entwickelnden Artefakte .....	124
4.6	Zwischenfazit: Konzeption der Methodik .....	125
<b>5</b>	<b>Detailierung der Methodik zur datenbasierten Produktportfoliosteuerung .....</b>	<b>127</b>
5.1	Datenbasierte Beschreibung des Produktportfolios.....	128
5.1.1	Identifikation von Beschreibungsperspektiven eines Produktportfolios.....	129
5.1.2	Quantifizierung des Produktportfoliozustands .....	138
5.1.3	Zusammenfassung des Produktportfoliobeschreibungsmodells .....	146
5.2	Datenbasierte Beschreibung des produktportfoliorelevanten Unternehmenszielsystems .....	146
5.2.1	Identifikation des produktportfoliorelevanten Unternehmenszielsystems.....	147
5.2.2	Operationalisierung der produktportfoliorelevanten Unternehmensziele .....	154
5.2.3	Zusammenfassung des Beschreibungsmodells für das produktportfoliorelevante Unternehmenszielsystem .....	158
5.3	Ermittlung der Wirkzusammenhänge zwischen Produktportfoliosteuergrößen und Unternehmenszielen .....	159
5.3.1	Vorbereitung der Daten zur Anwendung in Neuronalen Netzen .....	161
5.3.2	Modellierung der Neuronalen Netze .....	168
5.3.3	Training der Neuronalen Netze .....	173
5.3.4	Anwendung der Neuronalen Netze .....	179

---

5.3.5	Zusammenfassung des Erklärungsmodells zur Ermittlung von Wirkzusammenhängen zwischen Steuergrößen und Unternehmenszielen .....	187
5.4	Datenbasierte Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Steuerung des Produktportfolios.....	188
5.4.1	Modellierung der Entscheidungssituation.....	190
5.4.2	Aufbau des Value Iteration Algorithmus .....	195
5.4.3	Formulierung von Handlungsempfehlungen zur unternehmenszielkonformen Steuerung des Produktportfolios .....	198
5.4.4	Zusammenfassung des Entscheidungsmodells zur unternehmenszielkonformen Produktportfoliosteuerung .....	201
5.5	Zwischenfazit: Detaillierung der Methodik.....	202
<b>6</b>	<b>Demonstration und Evaluation .....</b>	<b>205</b>
6.1	Herleitung der Evaluierungsstrategie.....	205
6.2	Demonstration der Methodik an Unternehmensfallstudien.....	206
6.2.1	Anwendung der Methodik am Beispiel der Automation AG .....	206
6.2.2	Anwendung der Methodik am Beispiel der Powertrain GmbH.....	215
6.3	Evaluation der entwickelten Methodik .....	222
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>225</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>229</b>
<b>A</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>259</b>
A.1	Kennzahlensysteme für das strategische Management .....	259
A.2	Beschreibungsperspektiven des Produktportfolios.....	262

A.3	Kennzahlen zur Perspektivenbeschreibung .....	269
A.4	Nutzwertanalyse der Kennzahlen .....	281
A.5	Kennzahlen-Tableaus .....	287
A.6	Produktportfoliorelevante Unternehmensziele.....	308
A.7	Anforderungsprofile der Handlungsoptionen .....	317
A.8	Demonstration der Methodik am Beispiel der Automation AG .....	318
A.9	Demonstration der Methodik am Beispiel der Powertrain GmbH.....	320

---

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1-1:	Potenziale datenbasierter Entscheidungsunterstützungen nach JANK.....	7
Abbildung 1-2:	Wissenschaftssystematik nach ULRICH UND HILL sowie SCHUH UND WARSCHAT .....	11
Abbildung 1-3:	Ordnungsrahmen der Design Science Research .....	14
Abbildung 1-4:	Prozessmodell der Design Science Research nach PEFFERS ET AL. ....	15
Abbildung 1-5:	Anwendung des Prozessmodells nach PEFFERS ET AL. ....	15
Abbildung 1-6:	Aufbau der Arbeit .....	17
Abbildung 2-1:	Charakterisierung des variantenreichen Serienfertigers .....	21
Abbildung 2-2:	Technologischer Produktlebenszyklus nach FELDHUSEN ET AL. ....	23
Abbildung 2-3:	Betriebswirtschaftlicher Produktlebenszyklus nach FELDHUSEN ET AL. ....	24
Abbildung 2-4:	Struktur des Produktportfolios .....	28
Abbildung 2-5:	Kommunalitätsmodell nach SCHUH ET AL.....	30
Abbildung 2-6:	Exogene und endogene Ursachen der Produktportfoliokomplexität .....	32
Abbildung 2-7:	Aufgabenbereiche und Steuerungsgrößen des Managements nach GÄLWEILER .....	37
Abbildung 2-8:	Exemplarische Vertreter zweidimensionaler Portfolio-Matrizen .....	40
Abbildung 2-9:	Zielhierarchien in Unternehmen nach GRIMM ET AL.....	45

Abbildung 2-10:	Arten von Kennzahlen nach HORVÁTH ET AL. ....	47
Abbildung 2-11:	Architektur und Verwendungsart von Kennzahlensystemen nach GLADEN.....	48
Abbildung 2-12:	Operationalisierung der Unternehmenszielsetzung mittels Balanced Scorecard nach BARTHÉLEMY ET AL.....	50
Abbildung 2-13:	Entscheidungsebenen der Produktportfoliosteuerung .....	51
Abbildung 2-14:	Handlungsoptionen zur Steuerung der Produktportfoliobreite nach SCHUH .....	52
Abbildung 2-15:	Handlungsoptionen zur Steuerung der Produktportfoliotiefe nach SCHUH .....	53
Abbildung 2-16:	Zusammenspiel von Produktportfolio und F&E-Portfolio.....	56
Abbildung 2-17:	Taxonomie von Daten nach SHARDA ET AL. ....	59
Abbildung 2-18:	Arten entscheidungsunterstützender Datenanalysen nach SHARDA ET AL. ....	62
Abbildung 2-19:	CRISP-DM Prozessmodell nach CHAPMAN ET AL. ....	64
Abbildung 2-20:	Morphologie maschineller Lernmethoden nach GÉRON .....	68
Abbildung 2-21:	Methoden des maschinellen Lernens .....	70
Abbildung 2-22:	Architekturen maschineller Lernverfahren nach GOODFELLOW ET AL. ....	77
Abbildung 2-23:	Struktur eines Künstlichen Neuronalen Netzes.....	78
Abbildung 2-24:	Informationsverarbeitung in Neuronalen Netzen nach BACKHAUS ET AL. ....	78
Abbildung 3-1:	Architektur eines Neuronalen Netzes nach REYES UND VENTURA .....	92
Abbildung 3-2:	Zusammenfassende Bewertung der bestehenden Ansätze .....	97
Abbildung 3-3:	Einordnung des wissenschaftlichen Mehrwertes nach GREGOR UND HEVNER .....	100
Abbildung 4-1:	Zielbild zur Methodikerarbeitung.....	104

---

Abbildung 4-2:	Nutzenpotenziale der datenbasierten Produktportfoliosteuerung nach JANK.....	106
Abbildung 4-3:	Modellbildung und Modellarten nach RESCHKE .....	111
Abbildung 4-4:	Zuordnung von Datenanalyseverfahren zu Modellarten nach GLUCHOWSKI .....	112
Abbildung 4-5:	Ordnungsrahmen für Methodikkonzeption.....	116
Abbildung 4-6:	Konzept zur systematischen Beschreibung des Produktportfolios .....	118
Abbildung 4-7:	Konzept zur systematischen Beschreibung des produktportfoliorelevanten Unternehmenszielsystems .....	120
Abbildung 4-8:	Konzept zur Ermittlung von Wirkzusammenhängen zwischen Steuergrößen des Produktportfolios und Unternehmenszielen .....	122
Abbildung 4-9:	Konzept zur Ableitung von Handlungsempfehlungen .....	123
Abbildung 4-10:	Ableitung der zu entwickelnden Artefakte .....	124
Abbildung 5-1:	Übersicht der Schritte der Methodik zur datenbasierten Produktportfoliosteuerung .....	127
Abbildung 5-2:	Vorgehen zur Entwicklung des Beschreibungsmodells für das Produktportfolio .....	129
Abbildung 5-3:	Strukturierungsebenen des Ordnungsrahmens.....	130
Abbildung 5-4:	Ordnungsrahmen zur Identifikation von Beschreibungsperspektiven des Produktportfolios .....	132
Abbildung 5-5:	Beschreibungsperspektiven eines Produktportfolios.....	137
Abbildung 5-6:	Morphologie zur Kennzahlenbeschreibung .....	140
Abbildung 5-7:	Beispielhafte datenbasierte Perspektivenbeschreibung.....	141
Abbildung 5-8:	Kriterien zur Beschreibung der Kennzahlengüte .....	142
Abbildung 5-9:	Ausprägungen der Beschreibungskriterien .....	143
Abbildung 5-10:	Bewertung der Kennzahlengüte .....	144

Abbildung 5-11:	Kennzahlen zur datenbasierten Produktportfoliobeschreibung.....	145
Abbildung 5-12:	Datenbasierte Produktportfoliobeschreibung .....	146
Abbildung 5-13:	Vorgehen zur Erarbeitung eines Beschreibungsmodells für das produktportfoliorelevante Unternehmenszielsystem.....	147
Abbildung 5-14:	Ordnungsrahmen zur Identifikation von produktportfoliorelevanten Unternehmenszielen.....	150
Abbildung 5-15:	Rangordnung zwischen Zielen .....	152
Abbildung 5-16:	Matrix für den paarweisen Vergleich von beispielhaften Zielen .....	153
Abbildung 5-17:	Erweiterung der Morphologie zur Kennzahlenbeschreibung.....	156
Abbildung 5-18:	Beispielhafte Zieloperationalisierung.....	156
Abbildung 5-19:	Beispielhafte Operationalisierung von Zielen mittels Zielgrößen .....	157
Abbildung 5-20:	Datenbasierte Unternehmenszielsystembeschreibung .....	158
Abbildung 5-21:	Vorgehen zur Erarbeitung eines Erklärungsmodells für die Identifikation von Optimierungspotenzialen am Produktportfolio.....	160
Abbildung 5-22:	Grobstruktur des präskriptiven Datenanalyseverfahrens .....	162
Abbildung 5-23:	Grobstruktur der Neuronalen Netze .....	163
Abbildung 5-24:	Auswahl an Unternehmenszielen mittels ABC-Analyse.....	164
Abbildung 5-25:	Zeitliche Datensatzstruktur zur retrospektiven Datenaufnahme .....	165
Abbildung 5-26:	Datenaggregation auf Produktlinien- und Produktportfolioebene .....	167
Abbildung 5-27:	Topologie der Neuronalen Netze.....	170
Abbildung 5-28:	Aktivierungsfunktionen in den Schichten der Neuronalen Netze .....	172

---

Abbildung 5-29:	Vorgehensweise zum Trainieren der Neuronalen Netze.....	173
Abbildung 5-30:	Abbruchkriterien des Trainingsprozesses .....	177
Abbildung 5-31:	Vorgehen zur Auswahl der exakten Netztopologie .....	179
Abbildung 5-32:	Mögliche Handlungsoptionen auf Produktportfolio- und Produktlinienebene.....	180
Abbildung 5-33:	Herleitung des Steuerungsraums und der Steuerungsspannen ...	182
Abbildung 5-34:	Anforderungsprofil von Handlungsoptionen am Beispiel der Elimination von Produktlinien auf Produktportfolioebene .....	183
Abbildung 5-35:	Diskretisierung des Steuerungsraums.....	184
Abbildung 5-36:	Vorhersage der Zielgrößen .....	185
Abbildung 5-37:	Exemplarische Berechnung des Konformitätsmaßes.....	187
Abbildung 5-38:	Identifikation von Optimierungspotenzialen des Produktportfolios .....	188
Abbildung 5-39:	Vorgehen zu Erarbeitung eines Entscheidungsmodells zur Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Produktportfoliosteuerung .....	189
Abbildung 5-40:	Elemente des Markov-Entscheidungsproblems .....	191
Abbildung 5-41:	Konzipierung der Übergangsfunktion .....	192
Abbildung 5-42:	Konzipierung der Belohnungsfunktion.....	195
Abbildung 5-43:	Pseudocode des Value Iteration Algorithmus nach BELLMAN .....	197
Abbildung 5-44:	Identifikation von Handlungsempfehlungen.....	199
Abbildung 5-45:	Umsetzbarkeit von Handlungsempfehlungen im F&E- Portfolio.....	201
Abbildung 5-46:	Ableitung datenbasierter Handlungsempfehlungen .....	202
Abbildung 6-1:	Auszug aus den Steuer- und Einflussgrößen der Automation AG.....	208
Abbildung 6-2:	Paarweiser Vergleich der Ziele der Automation AG.....	209

Abbildung 6-3:	Grobstruktur der Neuronale Netze der Automation AG.....	210
Abbildung 6-4:	Ergebnisse der LOO-CV für verschiedene Netztopologien.....	211
Abbildung 6-5:	Topologie der Neuronalen Netze der Automation AG.....	212
Abbildung 6-6:	Kostenverläufe der trainierten Neuronale Netze.....	212
Abbildung 6-7:	Vorhersage der Unternehmenszielkonformitäten.....	213
Abbildung 6-8:	Ableitung von Handlungsempfehlungen.....	214
Abbildung 6-9:	Auszug aus den Steuer- und Einflussgrößen der Powertrain GmbH.....	216
Abbildung 6-10:	Grobstruktur der Neuronalen Netze der Powertrain GmbH.....	218
Abbildung 6-11:	Ergebnisse der LOO-CV für die Powertrain GmbH.....	219
Abbildung 6-12:	Topologie der Neuronalen Netze der Powertrain GmbH.....	220
Abbildung 6-13:	Kostenverläufe der Neuronalen Netze der Powertrain GmbH ...	220
Abbildung 6-14:	Vorhersage der Unternehmenszielkonformitäten.....	221
Abbildung 6-15:	Ableitung von Handlungsempfehlungen.....	222
Abbildung A-1:	Anforderungsprofile aller Handlungsoptionen.....	317
Abbildung A-2:	Steuer- und Einflussgrößen der Automation AG.....	318
Abbildung A-3:	Anhand des Konformitätsmaßes bewerteter Steuerungsraum der Automation AG.....	319
Abbildung A-4:	Ergebnisse des Value Iteration Algorithmus der Automation AG.....	319
Abbildung A-5:	Steuer- und Einflussgrößen der Powertrain GmbH.....	320
Abbildung A-6:	Anhand des Konformitätsmaßes bewerteter Steuerungsraum der Powertrain GmbH.....	321
Abbildung A-7:	Ergebnisse des Value Iteration Algorithmus der Powertrain GmbH.....	322

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2-1:	Morphologie zur Klassifikation von Zielen nach WÖHE ET AL.....	42
Tabelle 4-1:	Formale Anforderungen je Artefakttyp .....	116
Tabelle 6-1:	Ergebnisse der Datenvorbereitung der Automation AG .....	211
Tabelle A-1:	Vergleich von Analyse- und Steuerungs- Kennzahlensystemen nach GLADEN .....	259
Tabelle A-2:	Vergleich bestehender Kennzahlensysteme .....	260
Tabelle A-3:	Perspektiven aus der Sphäre der Mikroumwelt.....	262
Tabelle A-4:	Perspektiven aus der Sphäre des Unternehmens .....	266
Tabelle A-5:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Investitionsprofitabilitätperspektive .....	269
Tabelle A-6:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Kundenanforderungsperspektive.....	270
Tabelle A-7:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Kundenloyalitätsperspektive .....	271
Tabelle A-8:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Wettbewerbsproduktperspektive .....	272
Tabelle A-9:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Wettbewerbscharakteristikperspektive .....	272
Tabelle A-10:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Gesetzesperspektive .....	274
Tabelle A-11:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Innovationsperspektive.....	275

---

Tabelle A-12:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Technologiedynamikperspektive.....	276
Tabelle A-13:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Produktportfolioabhängigkeitsperspektive .....	277
Tabelle A-14:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Produktportfoliostrukturperspektive .....	278
Tabelle A-15:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Produktprofitabilitätsperspektive .....	279
Tabelle A-16:	Kennzahlen zur numerischen Beschreibung der Ressourcenverteilungsperspektive .....	280
Tabelle A-17:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Investitionsprofitabilitätsperspektive .....	281
Tabelle A-18:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Kundenanforderungsperspektive.....	281
Tabelle A-19:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Kundenloyalitätsperspektive .....	282
Tabelle A-20:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Wettbewerbsproduktperspektive .....	282
Tabelle A-21:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Wettbewerbscharakteristikperspektive .....	283
Tabelle A-22:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Gesetzesperspektive .....	283
Tabelle A-23:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Innovationsperspektive.....	284
Tabelle A-24:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Technologiedynamikperspektive.....	284
Tabelle A-25:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Produktportfolioabhängigkeitsperspektive .....	285
Tabelle A-26:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Produktportfoliostrukturperspektive .....	285

---

Tabelle A-27:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Produktprofitabilitätsperspektive .....	286
Tabelle A-28:	Nutzwertanalyse der Kennzahlen in der Ressourcenverteilungsperspektive .....	286
Tabelle A-29:	Kennzahlen-Tableau: Return on Capital Employed .....	287
Tabelle A-30:	Kennzahlen-Tableau: Return on Equity .....	287
Tabelle A-31:	Kennzahlen-Tableau: Return on Investment.....	288
Tabelle A-32:	Kennzahlen-Tableau: Umsatzrentabilität .....	288
Tabelle A-33:	Kennzahlen-Tableau: Verkaufspreis .....	289
Tabelle A-34:	Kennzahlen-Tableau: Customer retention rate.....	289
Tabelle A-35:	Kennzahlen-Tableau: Reklamationsquote .....	290
Tabelle A-36:	Kennzahlen-Tableau: Stammkunden-Umsatzanteil .....	290
Tabelle A-37:	Kennzahlen-Tableau: Anzahl substitutive Güter.....	291
Tabelle A-38:	Kennzahlen-Tableau: Neukundenquote .....	291
Tabelle A-39:	Kennzahlen-Tableau: Preissensitivität Substitutionsprodukt .....	292
Tabelle A-40:	Kennzahlen-Tableau: Relativer Marktanteil eines Produkts zum Substitutionsprodukt.....	293
Tabelle A-41:	Kennzahlen-Tableau: Anzahl Wettbewerber .....	293
Tabelle A-42:	Kennzahlen-Tableau: Deckungsbeitrag pro Kunde .....	294
Tabelle A-43:	Kennzahlen-Tableau: Inflationsrate .....	294
Tabelle A-44:	Kennzahlen-Tableau: Marktausschöpfungsgrad .....	295
Tabelle A-45:	Kennzahlen-Tableau: Marktdynamik .....	295
Tabelle A-46:	Kennzahlen-Tableau: Marktpotenzial .....	296
Tabelle A-47:	Kennzahlen-Tableau: Marktvolumen .....	296
Tabelle A-48:	Kennzahlen-Tableau: Marktwachstum .....	297
Tabelle A-49:	Kennzahlen-Tableau: Nachfrageschwankung.....	297

---

Tabelle A-50:	Kennzahlen-Tableau: Relativer Marktanteil.....	298
Tabelle A-51:	Kennzahlen-Tableau: Umsatz pro Kunde .....	298
Tabelle A-52:	Kennzahlen-Tableau: Deckungsbeitrags- Altersstruktur (DBA).....	299
Tabelle A-53:	Kennzahlen-Tableau: Innovationsrate .....	299
Tabelle A-54:	Kennzahlen-Tableau: Produktaltersvergleich.....	300
Tabelle A-55:	Kennzahlen-Tableau: Return on innovation investment (ROI <sup>2</sup> ).....	300
Tabelle A-56:	Kennzahlen-Tableau: Variantenerstellungsindex (VEI).....	301
Tabelle A-57:	Kennzahlen-Tableau: Anteil Standardteileverwendung .....	301
Tabelle A-58:	Kennzahlen-Tableau: Carry Over .....	302
Tabelle A-59:	Kennzahlen-Tableau: Commonality Index (CMI) .....	302
Tabelle A-60:	Kennzahlen-Tableau: Anzahl der Produkte in einer Produktlinie.....	303
Tabelle A-61:	Kennzahlen-Tableau: Anzahl der Produktlinien .....	303
Tabelle A-62:	Kennzahlen-Tableau: Deckungsbeitrag II.....	304
Tabelle A-63:	Kennzahlen-Tableau: Herstellkosten .....	304
Tabelle A-64:	Kennzahlen-Tableau: Produktproduktivität .....	305
Tabelle A-65:	Kennzahlen-Tableau: Produkt-Umsatzanteil.....	305
Tabelle A-66:	Kennzahlen-Tableau: Kundenumsatzquote .....	306
Tabelle A-67:	Kennzahlen-Tableau: Portfolio-Fitness-Index.....	306
Tabelle A-68:	Kennzahlen-Tableau: Product-Sales-Balance-Index .....	307
Tabelle A-69:	Kennzahlen-Tableau: Sales-N-Index.....	307
Tabelle A-70:	Identifikation von produktportfoliorelevanten Unternehmenszielen .....	308

---

Tabelle A-71:	Nutzwertanalyse der endogenen Beschreibungsgrößen für die Operationalisierung des Ziels ‚Aufbau neuer Geschäftsfelder‘ .....	311
Tabelle A-72:	Nutzwertanalyse der endogenen Beschreibungsgrößen für die Operationalisierung des Ziels ‚Reduzierung der internen Vielfalt‘ .....	312
Tabelle A-73:	Nutzwertanalyse der endogenen Beschreibungsgrößen für die Operationalisierung des Ziels ‚Steigerung des finanziellen Unternehmenswertes‘ .....	314
Tabelle A-74:	Nutzwertanalyse der endogenen Beschreibungsgrößen für die Operationalisierung des Ziels ‚Reduzierung der Ergebnisvolatilität‘ .....	315
Tabelle A-75:	Ergebnisse der Datenvorbereitung der Powertrain GmbH .....	321



## Verzeichnis der Abkürzungen

ADAM	Adaptive Moment Estimation
aRMSE	average Route Mean Squared Error
BSC	Balanced Scorecard
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CNN	Convolutional Neural Network
CRISP-DM	Cross Industry Standard Process for Data Mining
CV	Cross Validation
d. h.	das heißt
DP	Dynamische Programmierung
DSR	Design Science Research
engl.	englisch
ERC	Ensemble of Regressor Chains
evtl.	eventuell
F&E	Forschung- und Entwicklung
FIRE	Fitted Rule Ensemble
GA	Genetic Algorithmus
ggf.	gegebenenfalls

ggü.	gegenüber
GPI	Generalized Policy Iteration
i. S.	im Sinne
i. S. v.	im Sinne von
KDD	Knowledge Discovery in Databases
KL	Kennzahl
LOO	Leave-One-Out
LOO-CV	Leave-One-Out-Cross-Validation
MLP	Multi-Layer-Perceptron
MEP	Markov-Entscheidungsproblem
o. g.	oben genannten
ReLu	Rectified Linear Activation Function
RMSE	Route Mean Squared Error
RNN	Recurrent Neural Network
SST	Stacked Single-Target
sog.	sogenannte
SVR	Support Vector Regression
u. a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel

## Verzeichnis der Formelzeichen

$a_f$ :	Spaltensumme der Bewertung von Ziel $f$
$a_{f,g}$ :	Bewertungskoeffizient
$b$ :	unternehmensinterner Kalkulationszinsfuß
$b_k$ :	Kennzahlengüte im Bewertungskriterium $k$
$D$ :	Anzahl an Zielgrößen
$E_\pi$ :	Erwartungswert der Strategie $\pi$
$I_m$ :	Ressourcenbeanspruchungsindex der Handlungsoption $a_{e,m}$
$I_{max}$ :	maximaler Wert des Ressourcenbeanspruchungsindex $I_{e,m}$
$J(\theta)$ :	Optimierungsfunktion
$K_z(s_z)$ :	Konformitätsmaß $K_z$ im aktuellen Produktportfoliozustand $s_z$
$K_z(s'_z)$ :	Konformitätsmaß $K_z$ im zukünftigen Produktportfoliozustand $s'_z$
$\overline{KL}$ :	Mittelwert der Zeitreihe
$KL_B$ :	Kennzahlenwert auf Produktportfolioebene $B$
$KL_{max}$ :	maximaler Wert der Kennzahl in der betrachteten Zeitspanne $T_H$
$KL_{min}$ :	minimaler Wert der Kennzahl in der betrachteten Zeitspanne $T_H$
$KL_n$ :	nicht-skaliertes Wert der Kennzahl zum Zeitpunkt $t_n$
$KL'_n$ :	skaliertes Wert der Kennzahl zum Zeitpunkt $t_n$
$KL_{n+1}$ :	Wert des Datenpunkts zum Zeitpunkt $t_{n+1}$
$KL_{n-1}$ :	Wert des Datenpunkts zum Zeitpunkt $t_{n-1}$
$KL_{p, Maß}$ :	als Maß dienender Kennzahlenwert bei Produkt $p$

---

$KL_{p,Mes}$ :	messender Kennzahlenwert bei Produkt $p$
$KL_{T_l}$ :	Kennzahlenwert auf Produktliniensebene $T$ in der Produktlinie $l$
$KL_{T_l, Maß}$ :	als Maß dienender Kennzahlenwert auf Produktliniensebene $T$
$KL_{T_l, Mes}$ :	messender Kennzahlenwert auf Produktliniensebene $T$
$KL_{Typ, n}$ :	Wert des Datenpunkts der Kennzahl $KL$ vom Typ ‚fehlender Wert‘ bzw. ‚Ausreißer‘ zum Zeitpunkt $t_n$
$L_{j, n}(r_{j, n})$ :	Kostenfunktion des Datenpunkts $n$ der Ausgangsvariable $j$
$N$ :	Anzahl an Datenpunkten im Trainingsdatensatz
$net_c$ :	Nettoeingabewert von Neuron $c$
$Q^\pi(s_z, a_m)$ :	Wert im Umweltzustand $s_z$ bei Durchführung der Aktion $a_m$
$R(a_{e, m}, s_z)$ :	Belohnung für Durchführung der Handlungsoption $a_{e, m}$ im Produktportfoliozustand $s_z$
$r_{j, n}$ :	Netzfehler des Datenpunkts $n$ der Ausgangsvariable $j$
$r_t$ :	sofortige Belohnung zum Zeitpunkt $t$
$s$ :	Standardabweichung in einer Zeitreihe
$s_t$ :	Umweltzustand zum Zeitpunkt $t$
$T(s_z, a_m, s'_z)$ :	Übergang von Zustand $s_z$ mit Aktion $a_m$ zu Zustand $s'_z$
$T_{e, m}$ :	Umsetzungsdauer einer Handlungsoption $a_{e, m}$
$T_H$ :	Zeitraum der Datenaufnahme
$\Delta t$ :	Abtastfrequenz
$t_0$ :	Zeitpunkt der retrospektiven Datenaufnahme
$t_v$ :	Zeitpunkt der frühesten Datenverfügbarkeit der Variablen
$U(K_z(s_z))$ :	Nutzen des Unternehmens im Produktportfoliozustand $s_z$ durch Erreichen des Konformitätsmaßes $K_z$
$V^*(s_z)$ :	Zustand-Wertfunktion im Produktportfoliozustand $s_z$
$V^*(s'_z)$ :	Zustand-Wertfunktion im Produktportfoliozustand $s'_z$

---

$v_{ic}$ :	Gewicht zwischen Neuron $i$ und Neuron $c$
$V_t(s'_z)$ :	Zustand-Wertfunktion im Produktportfoliozustand $s'_z$
$V_{t+1}(s_z)$ :	Zustand-Wertfunktion im Produktportfoliozustand $s_z$
$V^\pi(s_z)$ :	Wert des Umweltzustands $s_z$ unter der Strategie $\pi$
$w_f$ :	Zielgewichtung von Ziel $f$
$w_j$ :	Gewichtung von Zielgröße $j$
$\Delta X_{e,i}^m$ :	Steuergrößenbeeinflussung
$\hat{Y}_{j,max}$ :	maximaler Wert $\hat{Y}_{j,z}$ in allen Produktportfoliozuständen im Steuerungsraum $S$
$\hat{Y}_{j,min}$ :	minimaler Wert $\hat{Y}_{j,z}$ in allen Produktportfoliozuständen im Steuerungsraum $S$
$Y_{j,n}$ :	wahrer Wert für den Datenpunkt $n$ der Ausgangsvariablen $j$ gemäß des Trainingsdatensatzes
$\hat{Y}_{j,n}$ :	Vorhersagewert des Neuronalen Netzes für den Datenpunkt $n$ der Ausgangsvariablen $j$
$\hat{Y}_{j,z}$ :	Vorhersagen für Zielgröße $j$ in Produktportfoliozustand $s_z$
$\hat{Y}'_{j,z}$ :	skalierte Vorhersagen für Zielgröße $j$ in Produktportfoliozustand $s_z$
$\gamma$ :	Diskontierungsfaktor
$\theta$ :	Menge aller Parameter des Neuronalen Netzes
$\sigma_i$ :	Eingangssignal von Neuron $c$
$\pi^*(s_z)$ :	optimale Strategie im Produktportfoliozustand $s_z$