

Alexander Friedrich Schönmann

**Antizipative Identifikation
produktionstechnologischer
Substitutionsbedarfe durch Verwendung
von Zyklusmodellen**



Forschungsberichte IWB

Band 345

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2018

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.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere
die der Übersetzung, des Nachdrucks, der
Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe
auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege
und der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser
Verwendung – vorbehalten.

Copyright © utzverlag GmbH · 2019

ISBN 978-3-8316-4787-3

Printed in Germany
utzverlag GmbH, München
089-277791-00 · www.utzverlag.de

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	V
Verzeichnis der Formelzeichen.....	IX
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	2
1.3 Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen.....	4
2 Spezifizierung des Ordnungsrahmens.....	7
2.1 Objektbezogene Spezifizierung	7
2.1.1 Betriebsmittel	7
2.1.2 Produktionstechnologie	8
2.1.3 Prozess.....	9
2.1.4 Modernisierungs- und Substitutionsbedarfe in der Produktion.....	9
2.1.5 Zyklusmodelle technischer Systeme	13
2.2 Subjektbezogene Spezifizierung.....	14
2.3 Vorgangsbezogene Spezifizierung.....	16
3 Stand der Forschung und Technik	17
3.1 Produktionstechnologische Substitutionsbedarfe und -potenziale.....	17
3.1.1 Relevante Ansätze der Technologieplanung und -bewertung.....	18
3.1.2 Relevante Ansätze der Planung und Bewertung von Betriebsmitteln und Produktionsstrukturen.....	19
3.1.3 Relevante Ansätze der Anlageninstandhaltung.....	23

Inhaltsverzeichnis

3.1.4 Ableitung des Forschungs- und Handlungsbedarfs	25
3.2 Substitutionsrelevante Zyklusmodelle.....	27
3.2.1 Technologielebenszyklus	27
3.2.2 Produktlebenszyklus	28
3.2.3 Fertigungszyklus	29
3.2.4 Integrierender Produktionszyklus	30
3.2.5 Betriebsmittellebenszyklus	31
3.2.6 Ableitung des Forschungs- und Handlungsbedarfs	33
3.3 Wissenschaftliche Einordnung der Arbeit	35
4 Forschungsfragen und resultierende Anforderungen.....	39
4.1 Detaillierung der Forschungsfragen	39
4.2 Anforderungen an die Methodik.....	42
4.2.1 Inhaltliche und praktische Anforderungen an die Methodik	43
4.2.2 Spezielle Anforderungen an die zu entwickelnden Modelle	44
4.2.3 Anforderungen aus der Modelltheorie und Modellbildung	44
5 Ermittlung relevanter Modellvariablen und Modellierungsmethoden.....	47
5.1 Klassifikation und Auswahl relevanter Modellvariablen	47
5.1.1 Vorgehen zur Herleitung relevanter Einflussfaktoren	50
5.1.2 Ansätze zur Eignungsbewertung und Beschreibung von Betriebsmitteln	52
5.1.3 Ansätze zur Eignungsbewertung und Beschreibung von Technologien, technologischen Verfahren und Prozessen	54
5.1.4 Integrierte Eignungsbewertung von Produktionstechnologien	57
5.2 Auswahl geeigneter Modellierungsmethoden	62

5.2.1	Relevante quantitative Modellierungsmethoden	65
5.2.2	Relevante expertengestützte Modellierungsmethoden	68
6	Entwicklung der Zyklus- und Bewertungsmodelle	77
6.1	Grundlegende Struktur der entwickelten Modelle	77
6.2	M1: Modell des lebenszyklusorientierten Betriebsmittelportfolios.....	78
6.3	M2: Modell zur Bewertung relevanter Strukturgrößen	91
6.4	M3: Modell zur zyklusorientierten Leistungs- & Fähigkeitsbewertung..	95
7	Methodik zur Identifikation von Substitutionsbedarfen	103
7.1	Aufbau der Methodik	103
7.2	Modul 1: Datenbasis	105
7.3	Modul 2: Abnutzungsinduzierte Eignungsdefizite	105
7.4	Modul 3: Strukturgrößeninduzierte Eignungsdefizite	111
7.5	Modul 4: Leistungs- & fähigkeitsinduzierte Eignungsdefizite	113
7.6	Modul 5: Ableitung von Substitutionsbedarfen	116
7.6.1	Erstellung der Modernisierungsliste	117
7.6.2	Betriebsmittelspezifisches Risikoprofil.....	119
7.6.3	Priorisierung und Klassifikation identifizierter Bedarfe	124
8	Anwendung der Methodik	131
8.1	Einführung in das Anwendungsbeispiel	131
8.2	Softwareseitige Realisierung der Methodik	132
8.3	Anwendung der entwickelten Methodik	133
8.3.1	Modul 1: Datenbasis.....	133
8.3.2	Modul 2: Abnutzungsinduzierte Eignungsdefizite.....	134

Inhaltsverzeichnis

8.3.3	Modul 3: Strukturgrößeninduzierte Eignungsdefizite.....	137
8.3.4	Modul 4: Leistungs- & fähigkeitsinduzierte Eignungsdefizite	138
8.3.5	Modul 5: Ableitung von Substitutionsbedarfen	139
8.4	Validierung ermittelter Modernisierungs- und Substitutionsbedarfe ...	141
8.5	Aufwand-Nutzen-Betrachtung aus der Anwendung.....	144
9	Bewertung der entwickelten Methodik.....	147
9.1	Beteiligte Unternehmen zur Evaluation der Methodik	147
9.2	Beurteilung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses	147
9.3	Beurteilung des Erfüllungsgrades der Anforderungen	150
9.4	Kritische Diskussion der entwickelten Methodik.....	152
10	Zusammenfassung und Ausblick	155
11	Anhang.....	157
11.1	Auswahlprozess der Modellierungsmethoden	157
11.2	Bezugsrahmen der Literaturrecherche	158
11.3	Experteninterviews	159
11.4	Ermittlung relevanter Einflussfaktoren.....	164
11.5	Zusammenfassende Übersicht relevanter Modellierungsansätze der Künstlichen Intelligenz	170
11.6	Regelwerk aus dem Anwendungsbeispiel	171
11.7	Verwendete Softwarewerkzeuge	171
11.8	Betreute relevante Studienarbeiten	172
12	Literaturverzeichnis	173

- 319 *Julian Christoph Sebastian Backhaus*: Adaptierbares aufgabenorientiertes Programmiersystem für Montagesysteme
264 Seiten · ISBN 978-3-8316-4570-1
- 320 *Sabine G. Zitzsberger*: Flexibles Werkzeug zur Umformung von Polycarbonatplatten unter besonderer Beachtung der optischen Qualität
228 Seiten · ISBN 978-3-8316-4573-2
- 321 *Christian Thiemann*: Methode zur Konfiguration automatisierter thermografischer Prüfsysteme
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4574-9
- 322 *Markus Westermeier*: Qualitätsorientierte Analyse komplexer Prozessketten am Beispiel der Herstellung von Batteriezellen
208 Seiten · ISBN 978-3-8316-4586-2
- 323 *Thorsten Klein*: Agile Engineering im Maschinen- und Anlagenbau
284 Seiten · ISBN 978-3-8316-4598-5
- 324 *Markus Wiedemann*: Methodik zur auslastungsorientierten Angebotsdeterminierung für hochvariante Produkte mit kundenindividuellen Leistungsanteilen
216 Seiten · ISBN 978-3-8316-4599-2
- 325 *Harald Krauss*: Qualitätssicherung beim Laserstrahlschmelzen durch schichtweise thermografische In-Process-Überwachung
304 Seiten · ISBN 978-3-8316-4628-9
- 326 *Stefan Krotth*: Online-Simulation von fluidischen Prozessen in der frühen Phase der Maschinen- und Anlagenentwicklung
208 Seiten · ISBN 978-3-8316-4636-4
- 327 *Andreas Roth*: Modellierung des Rührreibschweißens unter besonderer Berücksichtigung der Spalttoleranz
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4639-5
- 328 *Philipp Benjamin Michaeli*: Methodik zur Entwicklung von Produktionsstrategien am Beispiel der Triebwerksindustrie
288 Seiten · ISBN 978-3-8316-4642-5
- 329 *Michael Richard Niehues*: Adaptive Produktionssteuerung für Werkstattfertigungssysteme durch fertigungsbegleitende Reihenfolgebildung
314 Seiten · ISBN 978-3-8316-4650-0
- 330 *Johannes Stock*: Remote-Laserstrahl trennen von kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4662-3
- 331 *Andreas Fabian Hees*: System zur Produktionsplanung für rekonfigurierbare Produktionssysteme
218 Seiten · ISBN 978-3-8316-4676-0
- 332 *Fabian Michael Distel*: Methodische Auslegung ultraschallbasierter berührungsloser Handhabungssysteme
292 Seiten · ISBN 978-3-8316-4679-1
- 333 *Christian Plehn*: A Method for Analyzing the Impact of Changes and their Propagation in Manufacturing Systems
276 Seiten · ISBN 978-3-8316-4695-1
- 334 *Josef Huber*: Verfahren zur Klassifikation von Ungänzen bei der optischen Prüfung von Batterieseparatoren
226 Seiten · ISBN 978-3-8316-4593-0
- 335 *Martin Schmidt*: Kognitive Prozessesteuerung zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der Druckindustrie
210 Seiten · ISBN 978-3-8316-4139-0
- 336 *Alexander Belitzki*: Rechnergestützte Minimierung des Verzugs laserstrahlgeschweißter Bauteile
234 Seiten · ISBN 978-3-8316-4254-0
- 337 *Georg Albin Josef Götz*: Methode zur Steigerung der Formatflexibilität von Verpackungsmaschinen
232 Seiten · ISBN 978-3-8316-4332-5
- 338 *Thomas Knoch*: Elektrolytbefüllung prismatischer Lithium-Ionen-Zellen
244 Seiten · ISBN 978-3-8316-4714-9
- 339 *Johannes Graf*: Ein Vorgehensmodell zur automatisierten und qualitätskonformen Handhabung textiler Halbzeuge
262 Seiten · ISBN 978-3-8316-4745-3
- 340 *Georgios Dimitrios Theodossiadis*: Thermal Joining based on Reactive Multilayered Nanofoils
110 Seiten · ISBN 978-3-8316-4747-7
- 341 *Fabian Karl Keller*: Methodik zur energiebezugsorientierten Auftragsplanung
218 Seiten · ISBN 978-3-8316-4761-3

Forschungsberichte IWB ab Band 342

herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh,
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München

Forschungsberichte IWB ab Band 122 sind erhältlich im Buchhandel oder beim
utzverlag, München, Fax 089-277791-01, info@utzverlag.de, www.utzverlag.de

- 342 *Johannes Karl Bernhard Schmalz*: Rechnergestützte Auslegung und Auswahl von Greifersystemen
236 Seiten · ISBN 978-3-8316-4768-2
- 343 *Christoph Richter*: Modellbasierte Entwicklung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Maschinen- und Anlagenbau
260 Seiten · ISBN 978-3-8316-4773-6
- 344 *Benedikt Sager*: Konfiguration globaler Produktionsnetzwerke
288 Seiten · ISBN 978-3-8316-4780-4
- 345 *Alexander Friedrich Schömann*: Antizipative Identifikation produktionstechnologischer Substitutionsbedarfe durch Verwendung von Zyklusmodellen
242 Seiten · ISBN 978-3-8316-4787-3