

Suixin Zhang
Instandhaltung und Anlagenkosten

Suixin Zhang

Instandhaltung und Anlagenkosten

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Zhang, Suixin:

Instandhaltung und Anlagenkosten / Suixin Zhang. —

Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 1990

(DUV : Wirtschaftswissenschaft)

Zugl.: Darmstadt, Techn. Hochsch., Diss., 1988

© Springer Fachmedien Wiesbaden 1990

Ursprünglich erschienen bei Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, Wiesbaden 1990



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

ISBN 978-3-8244-0037-9 ISBN 978-3-663-19802-4 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-663-19802-4

Geleitwort

Die Bedeutung des Anlageneinsatzes hat in der Industrie immer mehr zugenommen. Dennoch gehört seine Erfassung zu den nur unbefriedigend gelösten Problemen der Betriebswirtschaftslehre. Der Zusammenhang zwischen Anlagennutzung, Abschreibungen, Instandhaltung und Anlagenersatz ist noch zu wenig untersucht. Angesichts der zunehmenden Fixkostenbelastung ist dieses Problem aber sehr drängend.

Zu seiner Lösung leistet die Untersuchung von Herrn Dr. *Suixin Zhang* einen wesentlichen theoretischen und empirischen Beitrag. Auf einer festen produktions-theoretischen und technischen Basis stellt er den Zusammenhang zwischen Instandhaltung und Anlagenkosten in den Mittelpunkt seiner Analyse. Damit knüpft er an die neueste Forschung an, nach der man nur auf diesem Weg zu einer fundierten Bestimmung der Kosten des Anlageneinsatzes kommen kann.

Den Kern der Arbeit bilden die Entwicklung theoretisch-analytischer Modelle und die Durchführung einer empirischen Erhebung über den Verlauf der Anlagenkosten. Durch die Berücksichtigung der wichtigsten Anlagenteile gelingt es mit den erarbeiteten analytischen Modellen, gut begründete Hypothesen über den Kostenverlauf herzuleiten. Die grundsätzlich steigende Tendenz der Kosten in Abhängigkeit von Anlageneigenschaften, -nutzung und -instandhaltung wird durch die empirische Untersuchung über den LKW-Einsatz bei einem großen Abfallbeseitigungsunternehmen bestätigt.

Damit schafft der Verfasser eine wissenschaftlich abgesicherte Grundlage für die Planung der Instandhaltung und für die Bestimmung der Anlagenabschreibungen. Anlagenplanung und Kostenrechnung werden durch seine Ergebnisse wesentlich weitergeführt. Sie sind daher für Wissenschaft und Praxis gleichermaßen wichtig.

Prof. Dr. Hans-Ulrich Küpper

Vorwort

Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Produktionsanlagen in industriellen Betrieben stellen die Instandhaltung und die Anlagenkosten ein bisher nur unbefriedigend untersuchtes Grenzgebiet zwischen der Produktions- und Kostentheorie, der Kostenrechnung und der Anlagenwirtschaft innerhalb der Betriebswirtschaftslehre dar. Angeregt durch die Mitarbeit bei der Entwicklung des investitionstheoretischen Ansatzes für eine integrierte betriebliche Planungsrechnung wird dieses Problem im Rahmen der vorliegenden Arbeit behandelt. Um zu fundierten Aussagen über den Zusammenhang zwischen der Instandhaltung, der Anlagenutzung und den damit verbundenen Kosten zu gelangen, wird bei der Untersuchung versucht, die vielfältigen Aspekte des Problems umfassend zu analysieren und die theoretischen Hypothesen möglichst durch empirische Untersuchungen zu überprüfen.

Dafür, daß diese Untersuchung mit Erfolg abgeschlossen werden konnte, bin ich vor allem meinem verehrten akademischen Lehrer, Herrn Prof. Dr. *Hans-Ulrich Küpper*, herzlich dankbar, der Impulse zur Bearbeitung dieses Themas gegeben und die Untersuchung in allen Entwicklungsphasen gefördert hat. Insbesondere in kritischen Zeiten, bei der wissenschaftlichen Arbeit wie im persönlichen Leben, stand er mir immer mit wertvollen Ratschlägen und freundlicher Unterstützung zur Seite.

Des weiteren danke ich Herrn Prof. Dr. *Hans-Christian Pfohl* für die Übernahme des Zweitgutachtens und für sein großes Interesse an der Thematik. Mein Dank gilt ebenfalls den Professoren des Fachbereichs 1 der Technischen Hochschule Darmstadt, die mein Studium dort betreut und mir in vielfältigerweise geholfen haben.

An dieser Stelle möchte ich auch meinen Kolleginnen und Kollegen am Seminar Controlling der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main, insbesondere Herrn Dipl.-Wirtschaftsinformatiker *Stefan Kolbeck*, für ihre jederzeitige Hilfsbereitschaft und die freundliche Zusammenarbeit danken.

Ferner bin ich meinem Vaterland, der Volksrepublik China, und der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung meines Studiums der Wirtschaftswissenschaften in der Bundesrepublik Deutschland bzw. der hier vorgestellten Untersuchung zu großem Dank verpflichtet.

Die vorliegende Arbeit wurde - in leicht veränderter Form - vom Fachbereich für Rechts- und Wirtschaftswissenschaften der Technischen Hochschule Darmstadt im Mai 1989 als Dissertation angenommen.

Suixin Zhang

Inhalt

Abbildungsverzeichnis XII

1. Probleme des Anlageneinsatzes in der betriebswirtschaftlichen Produktions- und Kostentheorie	1
1.1. Der Begriff Produktionsanlagen und die Problemstellung	1
1.2. Das Nutzungspotential-Konzept zur Erfassung und Planung des Anlageneinsatzes	3
1.3. Der investitionstheoretische Ansatz zur Erfassung und Planung des Anlageneinsatzes	8
1.4. Zielsetzung und Aufbau der Untersuchung	14
2. Die technische Abnutzung von Produktionsanlagen	17
2.1. Grundzüge der technischen Abnutzung von Produktionsanlagen	17
2.2. Funktionsmechanismen der regulären Abnutzungsformen	20
2.2.1. Die Ermüdung	20
2.2.2. Der Verschleiß	21
2.2.3. Die Korrosion	24
2.2.4. Die Alterung	25
3. Instandhaltung und Instandhaltungskosten von Produktionsanlagen	26
3.1. Merkmale und Planung der betrieblichen Instandhaltung	26
3.2. Interdependenzenprobleme bei der Instandhaltungsplanung	29
3.2.1. Die Interdependenz betrieblicher Entscheidungen	29
3.2.2. Die Interdependenzen innerhalb der Instandhaltungsplanung	32
3.2.3. Die Interdependenzen zwischen der Instandhaltung und anderen ausgewählten Unternehmungsbereichen	35
3.3. Instandhaltungskosten und ihre Einflußfaktoren	37
3.3.1. Die betriebswirtschaftliche Kostentheorie und die Instandhaltungskosten	37
3.3.2. Einflußfaktoren der Instandhaltungskosten in der Literatur	44

3.3.3.	Systematisierung der Einflußfaktoren der Instandhaltungskosten	51
3.3.3.1.	Die Entstehung von Instandhaltungskosten	51
3.3.3.2.	Funktionale Beziehungen zwischen den von Produktionsentscheidungen bestimmten Einflußfaktoren	52
3.3.3.3.	Freiheitsgrade in den funktionalen Beziehungen zwischen den Einflußgrößen	57
4.	Analytische Modelle zur Ermittlung und Prognose der Instandhaltungskosten	60
4.1.	Modelle zur Ermittlung und Prognose der Instandhaltungskosten	60
4.2.	Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten der analytischen Modelle	66
4.3.	Deterministische analytische Modelle zur Ermittlung und Prognose der Instandhaltungskosten	73
4.4.	Stochastische analytische Modelle zur Ermittlung und Prognose der Instandhaltungskosten	76
4.4.1.	Die Lebensdauer der Anlagenkomponenten als eine stochastische Größe	76
4.4.2.	Spezifische Verteilungsfunktionen zur Beschreibung der Lebensdauerverteilung	81
4.5.	Die Instandhaltungskosten in Abhängigkeit von ihren Einflußfaktoren	86
4.5.1.	Die Instandhaltungskosten in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer	86
4.5.2.	Bestimmung der optimalen Instandhaltungsstrategie und ihr Einfluß auf die Instandhaltungskosten	94
4.5.3.	Die Instandhaltungskosten in Abhängigkeit von der Belastung	105
4.6.	Ausfallverhalten und Instandhaltungskosten von Systemen	113

5. Synthetische Modelle zur Ermittlung und Prognose der Instandhaltungskosten	120
5.1. Methodische Grundlagen zur Bestimmung der Instandhaltungskostenfunktion mit synthetischer Modellanalyse	120
5.2. Zusammenfassende Darstellung der bisher durchgeführten empirischen Untersuchungen der Betriebskosten von Produktionsanlagen	123
5.3. Eine empirische Untersuchung über die Betriebskosten der Produktionsanlagen mit Hilfe der synthetischen Modellanalyse	129
5.3.1. Wahl des Untersuchungsobjektes	129
5.3.2. Bestimmung der exogenen Modellvariablen	131
5.3.3. Datenerfassung und -bereinigung	133
5.3.4. Vorläufige Analyse der Daten und das Kollinearitätsproblem	137
5.3.5. Bestimmung der Kostenfunktionen	142
5.4. Ergebnisse der Untersuchung über die Betriebskosten von Produktionsanlagen	153
6. Planung des Anlageneinsatzes nach dem investitionstheoretischen Ansatz	157
6.1. Planung des Anlageneinsatzes mit zeitlichen Anpassungsmaßnahmen der Beschäftigung	157
6.2. Bedeutung der nutzungsabhängigen Abschreibung des investitionstheoretischen Ansatzes	165
6.3. Planung des Anlageneinsatzes mit intensitätsmäßigen Anpassungsmaßnahmen und Bestimmung der optimalen Beschäftigungsfunktion	173
7. Zusammenfassung und Aussichten weiterer Untersuchungen	181
Literatur	183

Abbildungsverzeichnis

Abb.1	Erscheinungsformen der technischen Abnutzung	18
Abb.2	Das Wöhler-Diagramm	20
Abb.3	Das tribologische Grundmodell	22
Abb.4	Typischer Verlauf des Verschleisses	23
Abb.5	Struktur der Instandhaltungsplanung	29
Abb.6	Gliederung der Instandhaltungskosten	40
Abb.7	Zusammenfassung der Kosteneinflussfaktoren in der Literatur	46
Abb.8	Die Entstehung von Instandhaltungskosten	51
Abb.9	Struktur einer vereinfachten Produktionsanlage	53
Abb.10.	Funktionale Beziehungen zwischen den Einflußfaktoren	56
Abb.11.	Die Bedeutung der Betriebsart und des Bedienungsverhaltens im System der Einflußfaktoren	58
Abb.12.	Lorenzkurve der Instandhaltungskosten	69
Abb.13	Relevante Anlagenkomponenten für Bestimmung der Instandhaltungspolitik und für Kostenanalyse	72
Abb.14	Teilreparaturen eines 30-PS-Schleppers	74
Abb.15	Reparaturkosten eines 30-PS-Schleppers	75
Abb.16	Lebensdauerverteilung eines Pumpenläufers	78
Abb.17	Die Badewannenkurve der Ausfallrate	80
Abb.18	Ausfallrate eines Keilriemens (Logarithmische Normalverteilung)	83
Abb.19	Lebensdauerverteilung elektronischer und mechanischer Baugruppen einer Produktionsanlage	85
Abb.20	Realisierung eines Erneuerungsprozesses	88
Abb.21	Erneuerungsdichte bei Weibull-Verteilung mit verschiedener Parameterkombination	92
Abb.22	Instandhaltungskosten einer fiktiven Anlage	94

Abb.23	Vergleich der Perioden und Durchschnittskosten bei Ausfall- und starrer vorbeugender Strategie	100
Abb.24	Vergleich der Perioden und Durchschnittskosten bei Ausfall-, starrer und flexibler vorbeugender Strategie	103
Abb.25	Wöhler-Funktion bezüglich der Zuverlässigkeit	108
Abb.26	Erneuerungsdichte eines Kugellagers bei Veränderung der Belastung	113
Abb.27	Die elementaren Strukturformen von Systemen	114
Abb.28	Gliederung der Systeme	115
Abb.29	Das Verhalten der Instandhaltungskosten in Abhängigkeit von der Ausnutzung	126
Abb.30	Altersstruktur der Untersuchungsgruppe (Stand 1987)	130
Abb.31	Zur Auswertung vorbereitete Daten	136
Abb.32	Entwicklung der Periodenbeschäftigung in dem Erhebungszeitraum	137
Abb.33	Die zur Produktion und Instandhaltung ausgelastete Anlagenzeit	138
Abb.34	Entwicklung der Instandhaltungskosten in dem Erhebungszeitraum	139
Abb.35	Die Durchschnittskosten in Abhängigkeit von dem Anlagenalter	146
Abb.36	Vergleich der empirischen und der geschätzten Kostenfunktion	149
Abb.37	Zusammenfassung der Regressionsergebnisse	151
Abb.38	Optimale Nutzungsdauer und Kapitalwert bei Variation des Deckungsbeitrags	162
Abb.39	Verlauf des Kapitalwertes bei Variation der Nutzungsdauer	164
Abb.40	Die Abschreibungen	165
Abb.41	Mindestdeckungsbeitrag am Zahlenbeispiel	173
Abb.42	Vergleich der Nutzungsintensität und des Kapitalwertes nach unterschiedlicher Zielsetzung	179