

Methodenkonfiguration zur Verbesserung der menschlichen Qualitätsfähigkeit in flexiblen Produktionssystemen

Vom Fachbereich Maschinenbau
der Universität Hannover
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur
genehmigte Dissertation
von

Dipl.-Ing. Lars Keunecke

geboren am 7. Februar 1971 in Bad Gandersheim

2004

1. Referent: Prof. Dr.-Ing. Georg Redeker
2. Referent: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. sc. h.c. Hans-Peter Wiendahl
Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena

Tag der Promotion: 13. Januar 2004

Hannoversche Berichte zum Qualitätsmanagement

Band 12

Lars Keunecke

**Methodenkonfiguration zur Verbesserung
der menschlichen Qualitätsfähigkeit in flexiblen
Produktionssystemen**

Shaker Verlag
Aachen 2004

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

Zugl.: Hannover, Univ., Diss., 2004

Copyright Shaker Verlag 2004

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2513-7

ISSN 1435-6694

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Qualitätssicherung der Universität Hannover.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr.-Ing. Georg Redeker, dem langjährigen Leiter des Instituts, für die Unterstützung und Förderung dieser Arbeit. Während meiner Institutszeit habe ich im fachlichen wie im persönlichen Bereich viel von ihm gelernt.

Herrn Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. sc. h.c. Hans-Peter Wiendahl, dem ehemaligen Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik der Universität Hannover, danke ich für die Übernahme des Korreferats sowie das der Arbeit entgegengebrachte Interesse. Bei Herrn Professor Dr.-Ing. Berend Denkena, dem Leiter des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Universität Hannover, bedanke ich mich für die Übernahme des Vorsitzes in meinem Promotionsverfahren.

Allen, die mich während meiner Institutszeit freundschaftlich begleitet und stets engagiert unterstützt haben, danke ich für die hervorragende Zusammenarbeit. Stellvertretend seien hier meine Kollegen Ulrich Krick, Thomas Meyer, Roy Sauer und Gunnar Wald sowie unsere Sekretärin Ursula Gilke genannt. Sie alle sorgten für eine überaus angenehme Arbeitsatmosphäre. Allen Studien- und Diplomarbeitern sowie studentischen Hilfskräften, die mit ihren Ideen und Arbeiten wertvolle Beiträge geleistet haben, danke ich für ihre Mitarbeit.

Der größte Dank gilt meiner Frau Natascha und unseren Kindern Luca und Lara. Ohne ihr Verständnis und den nicht selten damit verbundenen Verzicht auf gemeinsames Familienleben wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Schließlich möchte ich meinen Eltern für die Unterstützung in den zurückliegenden Jahren danken. Sie haben mir diesen Weg erst ermöglicht.

Hannover, im Januar 2004

Lars Keunecke

Kurzfassung

Präventive Methoden des Qualitätsmanagements leisten einen wichtigen Beitrag zur Erreichung unternehmerischer Ziele. Aufgrund ihrer Komplexität werden sie jedoch oft nicht eingesetzt oder ihr Nutzenpotenzial nur unzureichend ausgeschöpft. Der Verzicht auf proaktives und die Beschränkung auf reaktives Problemlösen führt wiederum zu teilweise erheblichen Kosten. Dieser Sachverhalt wird in der Planung flexibler, mitarbeiterintensiver Produktionssysteme durch einen weiteren Problemkomplex überlagert: Mit den weitgehend technikzentrierten Methoden des Qualitätsmanagements allein sind Produktionssysteme nicht in angemessener Weise mitarbeiterorientiert zu planen. Humanorientierte Verfahren aus der Arbeitswissenschaft sind für die Sicherstellung menschlicher Qualitätsfähigkeit ergänzend hinzuzuziehen.

Zielsetzung dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Konzepts zur komplementären Anwendung präventiver Methoden der Qualitäts- und Arbeitswissenschaft. Erreicht wird dieses Ziel durch Modularisierung – also die Zergliederung komplexer Methoden in überschaubare, leicht handhabbare Komponenten. Auf diese Weise können Methodenteile disziplinübergreifend, problemspezifisch und mit geringem Aufwand verknüpft werden. Das Gesamtkonzept »MODULAP« (Modulare Anwendung präventiver Methoden) umfasst die Bereiche Systematik, Entwicklung und Anwendung modularer Methoden. Für jeden Konzeptteil werden unterstützende Werkzeuge entwickelt sowie Abläufe und Entscheidungssituationen modelliert.

Im Konzeptteil Systematik werden Werkzeuge entwickelt, die es ermöglichen, Methoden formal zu beschreiben, strukturiert darzustellen und zu verknüpfen. Der Grundansatz besteht in der Aufteilung komplexer Methoden in standardisierte Vorgehensmodelle und Methodenkomponenten. Letztere werden unterschieden in Plattformen, Module und Elemente. Kern ist die META-Systematik, die Methoden anhand der vier Dimensionen Merkmale, Eingang, Transformation und Ausgang formalisiert beschreibt. Für die Systematisierung und Verknüpfung von Methoden werden unter anderem der Methoden-Struktur-Graph, das Methoden-Flussdiagramm und der Methoden-Netzplan entwickelt.

Das Konzept zur modularen Anwendung präventiver Methoden wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts entwickelt sowie bei zwei Industriepartnern erprobt und evaluiert. Die mittels MODULAP-Instrumenten und -Prozeduren exemplarisch realisierten Methodenkomponenten wurden erfolgreich in industriellen Umstrukturierungsprojekten eingesetzt. Im Ergebnis führte der partielle und komplementäre Methodeneinsatz zu höheren Methodewirkungsgraden. Weitere Verbesserungen sind zu erwarten, wenn die bereits in Teilen als miteinander verknüpfbare EDV-Lösungen realisierten Methoden sowie die Konzepte zur Systematisierung, Entwicklung und Anwendung professionell informationstechnisch umgesetzt werden.

Stichworte: Qualitätsmanagement, menschliche Qualitätsfähigkeit, Produktionssystemplanung, flexible Produktionseinstufe, Methodenkonfiguration, Modularität

Abstract

Applying preventive quality management techniques can considerably contribute to the success of business. However, due to their complexity they are rarely used in business. The rejection of pro-active problem solving and the dependence on re-active problem solving may lead to increased costs. The planning of flexible production systems is overlaid by a further problem complex: the primarily technology-centred quality management techniques are insufficient in terms of a holistic quality approach needed in the planning of co-worker oriented production systems. Human-centred methods must also be involved.

The aim of this work is to develop a concept for the complementary application of preventive methods of quality management and ergonomics. This target is mainly achieved by the principle of modularity, i.e. by subdividing complex methods into clear and manageable components. These components can then easily be combined and applied to specified problems in different disciplines.

The overall approach MODULAP (Modular Use of Preventive Methods) encompasses the fields of systemising, development and application of modular methods. Sequences and situations are simulated and supporting tools are presented for each of these fields. In the area of systematics tools have been developed that help to divide complex methods into smaller components and standardised procedures. The basis of this work is the META-systematics that formally describes the method with the help of four dimensions, namely features, input, transformation and output. In order to systemise the linking of methods several methods have been developed, e.g., the method flowchart, the method structural graph and the method network planning technique.

The concept of the modular application of preventive methods has been developed within the scope of a research project. In addition the research has been tested and evaluated by two industrial partners. The partial and complementary use of the methods has resulted in a higher methodological efficiency. If these methods, as well as the concepts of systemising, development, and application are professionally realised using computerised support, then a further improvement can be expected.

Keywords: Quality Management, Production Planning, Human Reliability, Flexible Production System, Planning Methods, Modularity, Final Production Stage

Inhalt

Symbolliste	iv
1 Einleitung und Zielsetzung.....	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit.....	3
2 Grundlagen und Entwicklungen der flexiblen Produktion	5
2.1 Marktturbulenz	6
2.2 Veränderungsfähigkeit	8
2.2.1 Flexibilität	9
2.2.2 Modularität	11
2.2.3 Zielkonvergenz	13
2.3 Qualitätsfähigkeit	15
2.3.1 Produktionsunternehmen	16
2.3.2 Produktionssystem.....	17
2.3.3 Produktionspersonal	18
2.4 Fazit und Konsequenzen	25
3 Qualitäts- und humanorientierte Planungsmethoden.....	27
3.1 Grundlagen der Systemgestaltung.....	27
3.2 Produktionssystemgestaltung	28
3.2.1 Qualitätsorientierung	29
3.2.2 Humanorientierung.....	29
3.3 Qualitätsmanagementmethoden.....	33
3.3.1 Anwendung konventioneller Qualitätsmethoden.....	33
3.3.2 Optimierungsstrategien des Methodeneinsatzes	36
3.3.3 Humanorientierte Weiterentwicklungen	39
3.4 Fazit und Konsequenzen	42
4 Zwischenbilanz und Präzisierung der Aufgabenstellung.....	45
4.1 Resümee der bisherigen Erkenntnisse	45
4.2 Präzisierung der Aufgabenstellung	46

5	Konzept zur modularen Anwendung präventiver Methoden	47
5.1	Zielsetzung	47
5.1.1	Forderungen	47
5.1.2	Zielsystem	49
5.2	Grobkonzept	51
5.2.1	Einleitung	51
5.2.2	Gestaltungsprinzip Modularität	51
5.2.2.1	Grundlagen	51
5.2.2.2	Potenziale und Gefahren	51
5.2.2.3	Typologie der Modularisierung	53
5.2.3	Modulare Methodenanwendung	54
5.2.3.1	Vergleich bestehender Ansätze	55
5.2.3.2	Vorstudie zur Methodenanwendung	56
5.2.3.3	Prinzipielle Vorgehensweise	59
5.2.4	Zusammenfassung	62
5.3	Detaillkonzept MODULAP	63
5.3.1	Einleitung	63
5.3.2	Systematik modularer Methoden (MODULAP-S)	64
5.3.2.1	Grundansatz	64
5.3.2.2	Methodensystemaufbau	66
5.3.2.3	Methodenbeschreibung	67
5.3.2.4	Methodenverknüpfung	74
5.3.2.5	Systematisierungswerkzeuge	76
5.3.3	Entwicklung modularer Methoden (MODULAP-E)	78
5.3.3.1	E.1 – Recherchieren	78
5.3.3.2	E.2 – Extrahieren	79
5.3.3.3	E.3 – Konditionieren	80
5.3.3.4	E.4 – Dokumentieren	82
5.3.3.5	E.5 – Aktualisieren	82
5.3.4	Anwendung modularer Methoden (MODULAP-A)	83
5.3.4.1	A.1 – Kategorisieren	83
5.3.4.2	A.2 – Selektieren	84
5.3.4.3	A.3 – Konfigurieren	87
5.3.4.4	A.4 – Applizieren	88
5.3.4.5	A.5 – Review	88
5.3.5	Zusammenfassung	89
5.4	Bewertung des Konzepts	89
5.4.1	Zielerreichung	89
5.4.2	Handlungsbedarf	91

6	Praktische Umsetzung und Evaluation	93
6.1	Anwendungsbereich Produktionsendstufe	94
6.1.1	Veränderungsfähigkeit der Produktionsendstufe	94
6.1.2	Qualitätsfähigkeit der Produktionsendstufe	96
6.1.3	Mitarbeiter in der Produktionsendstufe	97
6.1.4	Vorgehensmodell zur Entwicklung flexibler Produktionsendstufen	99
6.2	Realisierung modularer Methoden	101
6.2.1	Einleitung	101
6.2.2	Modularisierung qualitätswissenschaftlicher Methoden	103
6.2.2.1	Methoden-Elemente	103
6.2.2.2	Methoden-Module	105
6.2.2.3	Methoden-Plattformen	106
6.2.3	Modularisierung arbeitswissenschaftlicher Methoden	112
6.2.3.1	Operationsebene	113
6.2.3.2	Handlungsebene	116
6.2.3.3	Tätigkeitsebene	117
6.2.3.4	Geschäftsprozessebene	120
6.2.4	Beispielkonfiguration zur komplementären Methodenanwendung	122
6.2.5	Zusammenfassung	123
6.3	Praxisbeispiel 1 – Entwicklung einer Produktionsendstufe für Armaturen	124
6.3.1	Situationsanalyse	124
6.3.2	Konzeptentwicklung	124
6.3.3	Realisierung	125
6.3.4	Ergebnisse	134
6.4	Praxisbeispiel 2 – Restrukturierung einer Endmontagelinie für Motorräder	136
6.4.1	Situationsanalyse	136
6.4.2	Konzeptentwicklung	137
6.4.3	Realisierung	137
6.4.4	Ergebnisse	145
6.5	Evaluation der Praxisbeispiele	147
7	Zusammenfassung und Ausblick	149
7.1	Zusammenfassung	149
7.2	Ausblick	150
8	Literatur	151

Anhang

Lebenslauf