Erstellen ganzheitlicher Konzepte für die Mitarbeiterqualifizierung am Beispiel der Fertigungsmesstechnik

Der Technischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg
zur Erlangung des Grades

D O K T O R – I N G E N I E U R

vorgelegt von

Teresa Maria Rafaela Werner

Erlangen – 2011

Als Dissertation genehmigt von
der Technischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der Einreichung: 17.10.2011

Tag der Promotion: 06.12.2011

Dekanin: Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein

Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Albert Weckenmann

Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger

Berichte aus dem Lehrstuhl
Qualitätsmanagement und Fertigungsmesstechnik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. A. Weckenmann

Band 24

Erstellen ganzheitlicher Konzepte für die Mitarbeiterqualifizierung am Beispiel der Fertigungsmesstechnik

Teresa Werner

D 29 (Diss. Universität Erlangen-Nürnberg)

Shaker Verlag
Aachen 2012

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.: Erlangen-Nürnberg, Univ., Diss., 2011

Als Dissertation genehmigt von der Technischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der Einreichung:	17.10.2011
Tag der Promotion:	06.12.2011
Dekanin:	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
Berichterstatter:	Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Albert Weckenmann
	Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger

Copyright Shaker Verlag 2012
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1283-5
ISSN 1613-2122

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

Zusammenfassung

Die rasche Weiterentwicklung eingesetzter Technologien erfordert kontinuierliche Maßnahmen zur Erhaltung und gezielten Förderung der Kompetenzen und Fähigkeiten von Mitarbeitern im Unternehmen entsprechend deren jeweiligen Aufgaben. Eine geeignete berufsbegleitende Weiterqualifizierung der Mitarbeiter ist somit ein unverzichtbarer Bestandteil eines umfassenden, modernen Qualitätsmanagements. Diese Situation betrifft die Fertigungsmesstechnik besonders, da hier eine spezifische Grundausbildung fehlt, aber die Vielfalt und Komplexität der eingesetzten Messverfahren stetig zunimmt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Methodik zur bedarfsgerechten, effizienten Erstellung ganzheitlicher Qualifizierungsmaßnahmen entwickelt und am Beispiel der Fertigungsmesstechnik umgesetzt und verifiziert. Diese anbieterorientierte Systematik wurde durch das Konzept für ein Assistenzsystem zur Unterstützung der Anwender bei der Auswahl passender Angebote ergänzt. Damit steht nun eine allgemein anwendbare Vorgehensweise zur Erstellung ganzheitlicher Konzepte für die Mitarbeiterqualifizierung bereit.

Abstract

The rapid development of technology requires continuous measures to support the maintenance and purposeful increasement of competences and abilities of every employee in an organisation according to his or her specific tasks. Thus, an adapted ongoing qualification of employees during their professional life is an indispensable task of a comprehensive, modern quality management. This situation shows up prominently in manufacturing metrology, as there is no specific basic vocational education for this area, but at the same time diversity and complexity of applied measurement techniques are ever increasing.

In this work, a method was developed for the demand-oriented efficient set-up of holistic qualification measures. It was applied on the example of manufacturing metrology and thus verified. The proposed provider-oriented approach was amended by a concept for an assistance system supporting the user during the election of suitable training offers. Thereby, a commonly applicable approach for the development of holistic concepts for the qualification of employees was established.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als Wissenschaftliche Mitarbeiterin bzw. Akademische Rätin am Lehrstuhl Qualitätsmanagement und Fertigungsmesstechnik (QFM) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Albert Weckenmann, dem Inhaber des Lehrstuhls, danke ich für das entgegengebrachte Vertrauen, das sich in der Übertragung vielfältiger interessanter Aufgaben in Forschung und Lehre zeigt, aus denen die Idee dieser Arbeit entstand, für die Unterstützung bei der Verwirklichung und für die Übernahme des Hauptreferats.

Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger, Leiter des Fachgebiets Montagetechnik und Fabrikbetrieb am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der Technischen Universität Berlin, danke ich für die Übernahme des Koreferates.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich, Inhaber des Lehrstuhls für Informatik 12 (Hardware-Software-Co-Design), danke ich für die Teilnahme als weiterer Prüfer an der mündlichen Prüfung und Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer, Inhaber des Lehrstuhls für Kunststofftechnik, für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Allen derzeitigen und ehemaligen Kollegen am Lehrstuhl danke ich herzlich für die Zusammenarbeit bei verschiedenen Projekten, interessante Diskussionen und viele kleine Freundlichkeiten, die das Leben am Lehrstuhl bereichert haben, und dem kommissarischen Leiter Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Tino Hausotte für die gewährte Handlungsfreiheit. Unter der Vielzahl der Kollegen aus der langen Zeit am Lehrstuhl gilt mein besonderer Dank Dr.-Ing. Peter-Frederik Brenner, Dr.-Ing. Natasa Petrovic, Dipl.-Ing. Wilhelm Müller, Dipl.-Ing. Wito Hartmann, M.Sc. Zhengshan Sun und cand. MA B.Sc. Lidiya Zagaynova für ihre praktische und moralische Unterstützung sowie den Teilnehmern der Kurse, für die das alles entstanden ist und die durch den Einblick in ihre Welt auch selbst zum Gelingen dieses Vorhabens beigetragen haben, und allen Studierenden, die in Seminar-, Studien-, Projekt-, Bachelor- und Diplomarbeiten etwas zu den verschiedenen Forschungsprojekten und damit auch zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben.

Bei dem Team des Schmerzzentrums am Universitätsklinikum möchte ich mich für ihren Einsatz bedanken, der es mir ermöglicht hat, diesen Weg zu Ende zu gehen, und schließlich auch bei meiner Familie und meinen Freunden für ihre geduldige Begleitung.

„Könnte man ein einziges Mal sagen:
‚Das ist klar‘,
dann wäre alles gerettet.“

Albert Camus, Der Mythos von Sisyphos

„Man muss viel gelernt haben,
um über das, was man nicht weiß,
fragen zu können.

Jean-Jacques Rousseau

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Klärung der Problemstellung 3

2.1 Betrachtung wichtiger Begrifflichkeiten 3
2.1.1 Klärung des Begriffs „Qualifizierung“ 3
2.1.2 Klärung des Begriffs „ganzheitlich“ 4

2.2 Ausgangssituation zur Qualifizierung in der Fertigungsmesstechnik 7
2.2.1 Bestehende Angebote zur Weiterbildung 9
2.2.2 Bestehende Angebote zur arbeitsbegleitenden Assistenz 10

2.3 Ausgangssituation im Bereich beruflicher Weiterbildung 12

2.4 Analyse bestehender Defizite 13

2.5 Zielsetzung der Arbeit und Vorgehensweise 15

3 Stand der Wissenschaft 17

3.1 Projektmanagement bei der Entwicklung von Bildungsangeboten 18

3.2 Methoden des Instruktionsdesigns zur Gestaltung von Lehrangeboten 22
3.2.1 ADDIE-Modell 23
3.2.2 Systematisches Instruktions-Design (Instructional Systems Design) 25

3.3 Analyse anderer bestehender Vorgehensweisen 26

3.4 Kritische Beurteilung der verfügbaren Methodiken 27

4 Definition einer Methodik zur Entwicklung ganzheitlicher Weiterbildungsangebote 29

4.1 Definition einer verbesserten Methodik für die Erstellung beruflicher Weiterbildungsangebote 29

4.2 Unterstützende Methoden für die einzelnen Phasen 32

4.3 Kombination der Methodik mit Vorgaben des Projektmanagements 34

5 Erstellung des Weiterbildungsangebots Mess-iN 39

5.1 Definition der Lernziele 40

5.2 Identifizieren der Lernereigenschaften 41

5.2.1 Vorkenntnisse im Bereich der Fertigungsmesstechnik 42

5.2.2 Voraussetzungen für die Nutzung von Lehr-Lern-Formen 42

5.3 Auswahl der Lehrinhalte 44

5.4 Gestaltung der Lehr-/Lernmethode 47

5.4.1 Anforderungen an die Gestaltung der Lehr-/Lernmethode 47

5.4.2 Konzept des Kurses Mess-iN 49

5.4.3 Tutorielle Betreuung der Teilnehmer 53

5.5 Entwicklung der Lernmaterialien 55

5.5.1 Aufbau der Lernplattform 55

5.5.2 Inhaltliche Gestaltung der Lernmaterialien 58

5.5.3 Technische Umsetzung der Lernmodule 61

5.5.4 Formative Evaluation der erstellten Lernmaterialien 64

5.5.5 Gestaltung der Workshops 65

5.5.6 Formative Evaluation der Planung für die Workshops 72

5.6 Erprobung des Lernangebots im Pilotkurs 2005/2006 73

5.6.1 Gestaltung und Ablauf des Kurses 73

5.6.2 Verbesserungsvorschläge aus der formativen Evaluation 79

5.7 Summative Evaluation 82

5.7.1 Evaluationswerkzeug eValue 82

5.7.2 Ergebnisse der Evaluation des Pilotkurses 2005/2006 85

5.8 Durchführung des zweiten Pilotkurses 2006/2007 87

5.8.1 Gestaltung und Ablauf des Kurses 88

5.8.2 Ergebnisse der Evaluation des zweiten Pilotkurses 90

5.9 Weiterer Einsatz des entwickelten Kursangebotes 93

6 Schlussfolgerungen aus der Durchführung des Weiterbildungsangebots Mess-iN 95

6.1 Gewonnene Informationen über die Zielgruppe 95

6.2 Bewertung des gewählten Lehr-Lern-Konzepts 97

7 Unterstützung der bedarfsgerechten Auswahl von Maßnahmen zur Mitarbeiterqualifizierung 99

7.1 Anforderungen an die Auswahl von Qualifizierungsmaßnahmen 99

7.2 Definition einer Systematik zur bedarfsorientierten Qualifizierung 102

7.3 Erstellung eines Werkzeugs zur Anwenderunterstützung bei der Schulungsauswahl 103

8 Weiterentwicklung des Kurskonzepts 107

8.1 Konzeption des Angebots KoMess 107

8.1.1 Konzept des Kurses KoMess 108

8.1.2 Ergebnisse aus der Durchführung von Kursen 109

8.2 Validierung der Methodik 110

9 Zusammenfassung 113

10 Schlussbetrachtung 115

11 Schrifttum 117

11.1 Normen und Richtlinien 117

11.2 Literatur 118

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
ADDIE	Analysis – Design – Development – Implementation – Evaluation (Vorgehensmodell zur Entwicklung von Lernmaterialien)
CAD	Computer Aided Design
CAQ	Computer Aided Quality Management
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EFQM	European Foundation for Quality Management
EN	Europäische Norm
ETA	Event Tree Analysis (Ereignisbaumanalyse)
FMEA	Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse
FMT	Fertigungsmesstechnik
FTA	Fault Tree Analysis (Fehlerbaumanalyse)
GUM	Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
HTML	HyperText Markup Language (Auszeichnungssprache zur Darstellung von Dokumenten)
ISO	International Organisation for Standardisation
Kap.	Kapitel
KoMess	Weiterbildungsangebot „Kompetenzen für die Messtechnik“
KMG	Koordinatenmessgerät
Mess-iN	Weiterbildungsangebot „Messtechnik Lernen im Netzwerk“
MNT	Mikro-/ Nanomesstechnik
MU	Messunsicherheit
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (BRD)
QFD	Quality Function Deployment
QFM	Lehrstuhl Qualitätsmanagement und Fertigungsmesstechnik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
QM	Qualitätsmanagement
SCORM	Sharable Content Object Reference Model (Modell zur Erstellung und Implementierung von in anderem Kontext wiederverwendbaren Lernobjekten)
SPC	Statistical Process Control (Statistische Prozesslenkung)
VCMM	Virtual Coordinate Measuring Machine
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
XML	eXtensible Markup Language (Auszeichnungssprache zur Darstellung von hierarchisch gegliederten Dokumenten)