

FAMOS - ein ganzheitlicher Ansatz zum Fehlermanagement



Dipl.-Ing.(FH) Andreas Plach¹
Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Hornfeck¹
Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg²
Prof. Dr. habil. Jörg Roth¹

¹ Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg
Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik
Fakultät Informatik

² Universität Bayreuth
Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften (FAN)

Da es keine unfehlbaren Mitarbeiter gibt, werden Fehler gemacht. Entstandene Fehler schmälern den Gewinn, schaden dem Image und verzögern die Produktfertigung. Erfolgreiche Unternehmen unterscheiden sich von weniger erfolgreichen Unternehmen auch dadurch, wie sie mit dem Fehlerwissen umgehen und durch welche Maßnahmen Fehler zukünftig vermieden werden. Von den Fakultäten Maschinenbau/Versorgungstechnik und Informatik der Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg wurde das Projekt FAMOS bearbeitet. Mit den zugrundeliegenden Methoden und der dazu erstellten Software ist es zukünftig möglich, Fehlerursachen und -maßnahmen umfassend und effizient zu bestimmen und Fehler nachhaltig zu vermeiden. Dies führt zu einer Steigerung der Produktqualität und einer Minimierung der kostenintensiven Fehlerrate.

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 17N2907 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

1. Einleitung

Der Unternehmer Alfred Krupp hatte bereits zu Beginn des 20ten Jahrhunderts ein sehr humanes Verständnis bezüglich der Fehlerereignisse, indem er formulierte:

„Wer arbeitet macht Fehler. Wer viel arbeitet, macht viele Fehler. Nur wer die Hände in den Schoß legt, macht gar keine Fehler.“

Allerdings kosten Fehler den Unternehmen viel Geld und schmälern damit das Betriebsergebnis. So führen ca. 80% der Produktfehler aus der Entwicklungs- und Planungsphase zu teils kostspieligen Änderungen [1]. Zudem bleiben Fehler nicht immer innerhalb der Firma verborgen, sondern werden auch z.T. nach außen wirksam, wenn sich zum Beispiel durch Fehler die Produktauslieferung verzögert oder der Fehler erst beim Kunden auftritt. In diesem Fall geht ein Imageverlust einher, da der Kunde damit eine schlechtere Produktqualität verbindet, oder er verliert das Vertrauen in die Kompetenz des Herstellers. Ein Beispiel, was fast jeden von uns betrifft, sind die Rückrufaktionen der Automobilhersteller. Bleibt das Gaspedal aufgrund einer ungenügend konstruierten Fußmattenbefestigung hängen und wird dadurch das Leben der Fahrzeuginsassen gefährdet, kann das zum einen bedeuten, dass der Hersteller zu Schadensersatzzahlungen verurteilt wird. Zum anderen werden sicherlich nach Bekanntwerden dieses Schadensfalls auch potentielle Kunden vom Kauf des Fahrzeugs abspringen und das Konkurrenzprodukt erwerben.

Erfolgreiche Unternehmen unterscheiden sich von weniger erfolgreichen Unternehmen auch dadurch, dass sie versuchen, ein wirkungsvolles Fehlermanagementsystem aufzubauen. Das Ziel ist dabei, Fehlerprävention zu betreiben. Entstandene Fehler dürfen sich nicht wiederholen. Das Motto ist: „Fehler darf man machen, aber den gleichen Fehler nicht zweimal“.

Allerdings haben Erfahrung und Firmenumfragen innerhalb des Projektes FAMOS gezeigt, dass gerade für die Fehlerursachenerforschung und für die wirkungsvolle Maßnahmeneinleitung in den Unternehmen und speziell in den KMUs bedingt durch das hektische „Tagesgeschäft“ wenig Zeit bleibt und das notwendige Verständnis für die Wirksamkeit eines effektiven Fehlermanagementprozesses gemäß Abbildung 1 fehlt. Darüber hinaus versucht man die „Null-Fehler Philosophie“ in der Fertigung durch einen erhöhten Qualitätssicherungsaufwand zu erreichen.

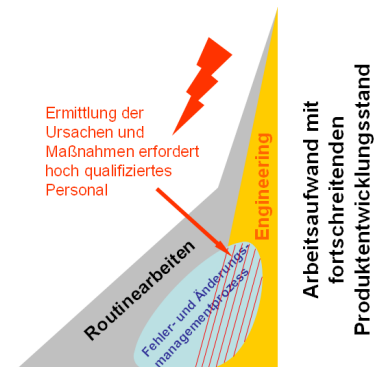


Abbildung 2: Engineering-Anteil im Fehler- und Änderungsmanagementprozess

Bei der Abarbeitung des Fehlermanagementprozesses entstehen neben zahlreichen Routinearbeiten wie das Anlegen der Fehlermeldung, die Problembeschreibung oder der Reklamation auch kreative Arbeiten wie das Auffinden der Ursachen oder das Definieren der kurzfristigen und langfristigen Maßnahmen. Gerade diese Arbeiten werden aufgrund mangelnder Zeit und Mitarbeiterkompetenz vernachlässigt, was zu keiner nachhaltigen Fehlervermeidung führt (Abbildung 2).

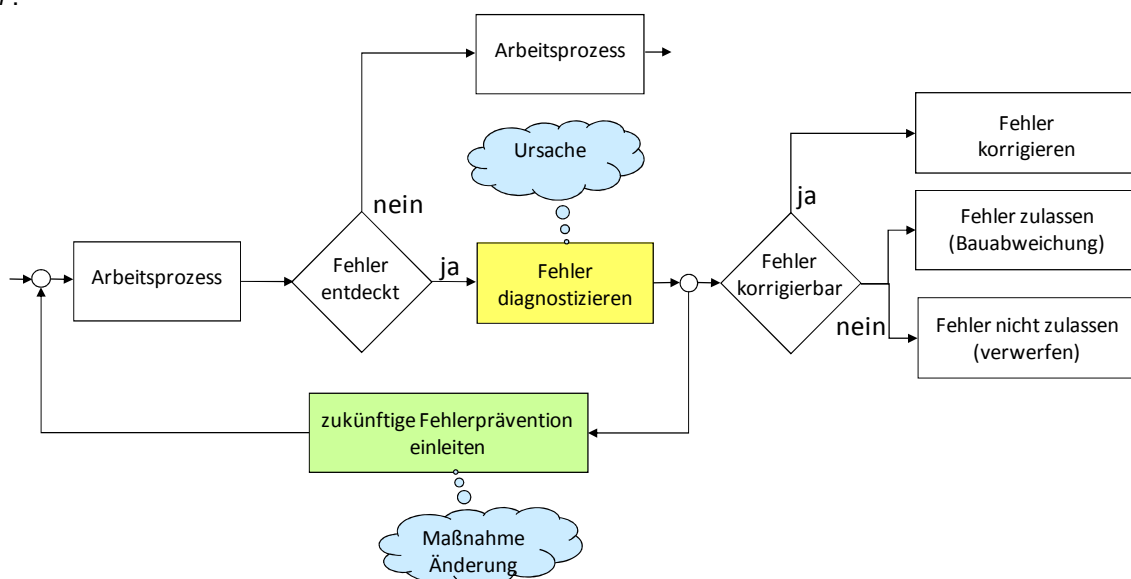


Abbildung 1: Fehlermanagementprozess

Damit jeder Mitarbeiter entsprechend dem firmenspezifischen Workflow Fehler einfach, verständlich und schnell melden kann, firmenspezifisches Fehlerwissen genutzt werden kann, Ursachen und Maßnahmen fehlerspezifisch aus einer Datenbank vorgeschlagen werden, wurde zwischen 2007 und 2010 von der Georg-Simon-Ohm-Hochschule das Projekt FAMOS bearbeitet, das das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte. Hier wurde eine expertenbasierte Fehlermethode erarbeitet, mit der rechnergestützt Fehler strukturiert gemeldet werden können und der Bearbeiter Ursachen und Maßnahmen aus bereits vergangenen, ähnlichen Fehlerfällen genannt bekommt.

2. Stand der Technik

Im Folgenden wird der Stand der Technik im Bezug auf das Fehlermanagement kurz dargestellt. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, zeigt jedoch die prinzipiellen Vorgehensweisen für das Managen von Fehlern.

2.1. Papierbasierte Methoden

Im Hinblick auf das Fehlermanagement, d.h. die Handhabung bereits vorliegender Fehlerfälle, werden in der Literatur unterschiedliche Konzepte angegeben.

Eine der einfachsten Vorgehensweisen ist die Fehlersammelliste [2]. Hierin werden alle auftretenden Fehlerarten katalogisiert und bei einem neuerlichen Auftreten mithilfe von Strichlisten festgehalten. Durch statistische Auswertungen können dann Fehlerschwerpunkte aufgedeckt werden und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Eine Möglichkeit in diesem Zusammenhang Fehler systematisch zu speichern, beinhaltet Fehlerschlüssel [2]. Hiermit ist es möglich, je Fehlerbild, alphanumerische Zeichenfolgen zu hinterlegen, welche dann bei Auftreten des Fehlers zur Speicherung in eine Software eingegeben werden können.

Der 8D-Report ist u.a. durch den Verband der Automobilindustrie (VDA) standardisiert worden und soll dazu dienen, ausgehend vom vorliegenden Fehlerfall und mittels eines interdisziplinären Teams Ursachen und Maßnahmen zu ermitteln [3]. Durch die schrittweise Abarbeitung der achtgliedrigen Vorgehensweise wird sichergestellt, dass kein relevanter Punkt vergessen wird und der Workflow eingehalten wird.

Die Frequenz-Relevanz-Analyse für Probleme (FRAP) wird verwendet, um Fehler nach Häufigkeit und Wichtigkeit zu sortieren [4]. Hierzu werden Kunden mittels Fragebögen gebeten, die jeweils wichtigsten bzw. häufigsten Probleme zu nennen. Mithilfe von statistischen Auswertungen werden darauf-

hin die dringlichsten Probleme identifiziert und mit geeigneten Maßnahmen beseitigt.

Die vorwiegend für die Fehlerprävention eingesetzte Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) kann auch für das Fehlermanagement eingesetzt werden [5]. Im interdisziplinären Team wird anhand eines Formblattes das Fehlerbild festgehalten und Ursachen und Maßnahmen gefunden. Durch subjektive Einschätzungen des Teams wird bestimmt wie hoch die Schwere, die Auftretens- und die Entdeckungswahrscheinlichkeit des Fehlers eingeschätzt werden. Nach Durchführung der Maßnahmen werden dann die drei Kennzahlen noch einmal gebildet und der Unterschied zur ursprünglichen Situation festgestellt.

Die Fehlerbaumanalyse (FTA) führt ausgehend von einem unerwünschten Ereignis zum jeweiligen verursachenden Bauteil [6]. Die FTA bedient sich dabei umfangreicher grafischer Mittel, mit deren Hilfe die Wirkungskette (der Fehlerbaum) bis zum verursachenden Bauteil aufgezeigt und erstellt wird.

Ein weiterer Ansatz, bei dem das interdisziplinäre Team im Vordergrund steht, ist der Qualitätszirkel [2]. Hierbei werden freiwillige Mitarbeiter innerhalb eines Arbeitskreises mit der Abarbeitung von Problemfällen im Unternehmen betraut.

2.2. Ansätze und Software aus der Forschung

Neuere auf wissenschaftlicher Grundlage entstandene Konzepte versuchen mithilfe von Software auf in der Vergangenheit gesammeltes Fehlerwissen zuzugreifen und dieses Wissen auf aktuelle Fehlerfälle anzupassen. Diese Ansätze sind vorwiegend in Forschungsarbeiten zu finden.

So beschreibt Orendi [7] einen alphanumerischen Fehlerschlüssel, welcher es erlaubt, eine per Software abgesetzte Fehlermeldung exakt zu klassifizieren und daraus einen Fehlerkatalog zu erstellen. Dieser Fehlerkatalog kann dann manuell nach bereits vorhandenen Fehlern durchsucht werden.

Einen weiteren aus drei Positionen bestehenden Fehlerschlüssel zur Fehlererfassung beschreibt Laschet [8]. Weiterhin beschreibt Laschet den Aufbau und die Möglichkeiten eines neuartigen Kennzahlensystems, um Fehler zu bewerten.

Das aus unterschiedlichen Komponenten bestehende Qualitätsmanagement-System WibQus [9], beinhaltet unter anderem das Tool zur wissenschaftlichen Fehleranalyse CAFA. Durch eine Aufbereitung des bereits vorhandenen Fehlerwissens können Fehler und Ursachen durch eine Kausalkette bestimmt und daraufhin Maßnahmen eingeleitet und überwacht werden. CAFA versucht insbesondere auch das Fehlerwissen für andere Bereiche, wie beispielsweise planerische Bereiche, verfügbar zu machen.

Ausgehend von CAFA wurde durch das Projekt FoQus [10] der Ansatz weiterentwickelt. Für FoQus wurden insbesondere die Eskalationsstufen innerhalb des Fehlermeldungsprozesses untersucht und in das Demonstrationsprogramm integriert. Die hieraus entstandene Software wurde innerhalb einer Musterfabrik getestet. Ein Rückschluss auf die Praxistauglichkeit ist dadurch jedoch nicht gegeben. Um den industriellen Einsatz der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde durch das Projekt IVMS ein kommerzieller Einsatz der Software vorbereitet. Das Projekt SAFE [11] befasst sich in erster Linie mit dem Workflow im Fehlermanagement und dem Einbinden bekannter Methoden. Die Aufbewahrung von Daten und der Datenzugriff werden durch diese Schwerpunktbildung vernachlässigt. In dem Projekt „Rechnerunterstützter Erfahrungsrückfluss in der Prozesskette der Blechteilefertigung und -verarbeitung“ [12] wird ein Konzept für ein Fehlermanagement in der Blechteilefertigung beschrieben. Hierbei werden die Fehler durch grafische Fehlererfassungsmodule eingegeben. Die Meldung von abstrakteren Fehlern, wie beispielsweise bei Prozessen, ist nicht vorgesehen.

2.3. Kommerzielle Software

Die Mehrzahl der kommerziell verfügbaren Software ist auf die Unterstützung von Methoden, wie der FMEA oder des 8D-Reports ausgelegt. Das gezielte Auffinden des Fehlerwissens zu einem späteren Zeitpunkt kann mithilfe von manueller bzw. Schlagwort-Suche bewerkstelligt werden. Firmenspezifische Workflows werden meist nur von den Softwareherstellern gegen Entgelt programmiert.

2.4. Diskussion

Die oben aufgeführten Methoden haben insbesondere Probleme, einen einfachen Zugriff auf bereits vorhandenes Fehlerwissen zu ermöglichen. So muss beispielsweise bei den papierbasierten Methoden auf eine manuelle Suche zurückgegriffen werden. Bei den kommerziell verfügbaren Softwarepaketen kann zumindest eine Schlagwortsuche das Durchsuchen der Fehlermeldungen vereinfachen. Lediglich bei der oben genannten Software von Forschungseinrichtungen ist ein gezielteres Suchen über Bausteine der künstlichen Intelligenz (KI) möglich.

Bei der Untersuchung von realen Fehlermeldungen aus der Maschinenbaubranche fiel jedoch auf, dass Fehlermeldungen durch falsche Rechtschreibung, falsche Grammatik, verschiedenartige Ausdrucksweisen oder durch Kommentare derart verfälscht werden können, dass ein Zugriff auf das Fehlerwissen weder von Experten der Firma noch maschinell möglich ist. Wie Tests mit Textmining-Werkzeugen

gezeigt haben, ist ein Auffinden des Wissens selbst durch KI nicht mehr möglich.

Weiterhin erweisen sich die meisten der oben vorgestellten Methoden und Konzepte als zu unflexibel. Zwar wurden in einigen Projekten, wie beispielsweise SAFE, versucht, einen optimalen Fehlermelde-Workflow zu generieren. Bei Betrachtung der anderen oben aufgeführten Ansätze, kann eine Anpassung auf bereits bestehende Fehlermanagement-Workflows der Unternehmen nur durch massive Änderungen der papierbasierten Methoden oder durch den Hersteller der jeweiligen Software erfolgen.

Während die in den Forschungseinrichtungen entstandene Software sehr gute Einrichtungen zur Minimierung von Routinearbeiten besitzt (z.B. Datenaustausch mit ERP, E-Mail-Anbindung), enthalten die papierbasierten Methoden, wie beispielsweise der 8D-Report, allenfalls einen Hinweis unter dem entsprechenden Prozessschritt, dass z.B. Teammitglieder zu benachrichtigen sind oder gelobt werden sollen. Die kommerziellen Softwarepakete bieten einige Schnittstellen für Routinetätigkeiten (z.B. E-Mail-Anbindung), welche allerdings, analog zu den Workflows, nur mit externem Aufwand auf die jeweiligen innerbetrieblichen Anforderungen angepasst werden können.

Bei der Untersuchung der realen Fehlermeldungen aus der Industrie wurde deutlich, dass einige Punkte der Fehlermeldungen unzureichend ausgefüllt wurden. So wurden bei Ursachen stereotype Bemerkungen, wie beispielsweise „Fehlersuche“ eingegeben. Bei Maßnahmen wurden häufig nur Fragezeichen eingegeben oder die Fehlermeldung wurde mit dem Vermerk abgeschlossen, dass der aufgetretene Fehler sich wohl zufällig ereignet hat und ein zweites Mal vermutlich nicht wieder auftreten wird.

Um diese Missstände abzustellen, muss die Kreativität der Mitarbeiter bezüglich der Ursachen und Maßnahmen verbessert werden. Von den oben genannten Ansätzen, können lediglich die team- und papierbasierten Ansätze die diesbezüglich nötige Kreativität unterstützen. Jedoch sind diese Ansätze meist nicht explizit auf das Fehlermanagement angepasst (z.B. geläufige Kreativitätsmethoden [13]).

3. Der FAMOS-Ansatz

Der FAMOS-Ansatz stellt sämtliche oben dargestellten Defizite ab.

Der FAMOS-Grundgedanke (Abbildung 3) besteht darin, dass durch den mittlerweile hohen Verbreitungsgrad an Rechnerinfrastruktur in den Betrieben nahezu jeder Mitarbeiter die Möglichkeit bekommen sollte, aufgetretene Fehler über ein Terminal zu melden. Damit wird der Mitarbeiter noch stärker in den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP)

der Firma eingebunden. Darüber hinaus muss die Bearbeitung der Fehlermeldungen zum einen effektiv, d.h. wirtschaftlich und in geringer Zeit geschehen und zum anderen muss auf das Wissen über wirksame Fehlerkorrekturmaßnahmen zurückgegriffen werden können. Die Konsequenz hieraus ist, dass nicht der Einzelne aus Fehlern lernt, sondern in Verbindung mit FAMOS *alle* Mitarbeiter im Unternehmen.

Zur Umsetzung des FAMOS-Grundgedankens wurden verschiedene Ansätze entwickelt:

Fehlerbeschreibungen werden textuell erfasst. Damit individuelle Formulierungen, Rechtschreib- und Grammatikfehler in der Fehlermeldung durch die Mitarbeiter vermieden werden und Suchalgorithmen eingesetzt werden können, wird eine strukturierte Eingabe über vorgegebene Phrasen durchgeführt. Kommentare dürfen in gesonderte Freitextfelder eingetragen werden.

Ausgehend von dieser festgelegten Eingabestruktur kann mithilfe einer angepassten Metrik und einer neu entwickelten kennzahlenbasierten Statistik das gespeicherte Fehlerwissen leicht gefunden und abgerufen werden.

Dies hat zur Folge, dass die Fehlerursachen von zurückliegenden Fehlerbildern aufgezeigt werden und die dazugehörigen wirkungsvollen Abstellmaßnahmen zeitnah aufgelistet werden.

Damit lassen sich für den aktuellen Fehler ebenfalls schnell und effektiv Ursachen und Maßnahmen aufzeigen.

Sollten Ursachen und Maßnahme noch nicht bekannt sein, werden durch einen neu entwickelten Methodenansatz systematisch mögliche Ursachen bestimmt und die dazugehörigen Abstellmaßnahmen definiert.

Aufgetretene Fehler, dazugehörige Ursachen und Maßnahmen werden strukturiert in einer Datenbank abgelegt, in der das Fehlerwissen schrittweise zu einem expertenbasierten Firmenwissen anwächst und jederzeit abrufbar ist.

Durch eine innovative Software werden nicht zuletzt die bislang nur schwer an Firmengegebenheiten anpassbaren Workflows mittels des FAMOS-Ansatzes vollkonfigurierbar gemacht. Umfangreiche Anbindungsmöglichkeiten der Software zu externe Schnittstellen, wie dem E-Mail-System, können an beliebiger Stelle aufgebaut werden und damit Routinearbeiten vollautomatisch durchgeführt werden.

Zur Umsetzung der FAMOS-Grundgedanken wurden mehrere Teilmethoden entwickelt, die zur Steigerung der Benutzerfreundlichkeit, Anwenderakzeptanz und der Effizienz in einer Software umgesetzt wurden.

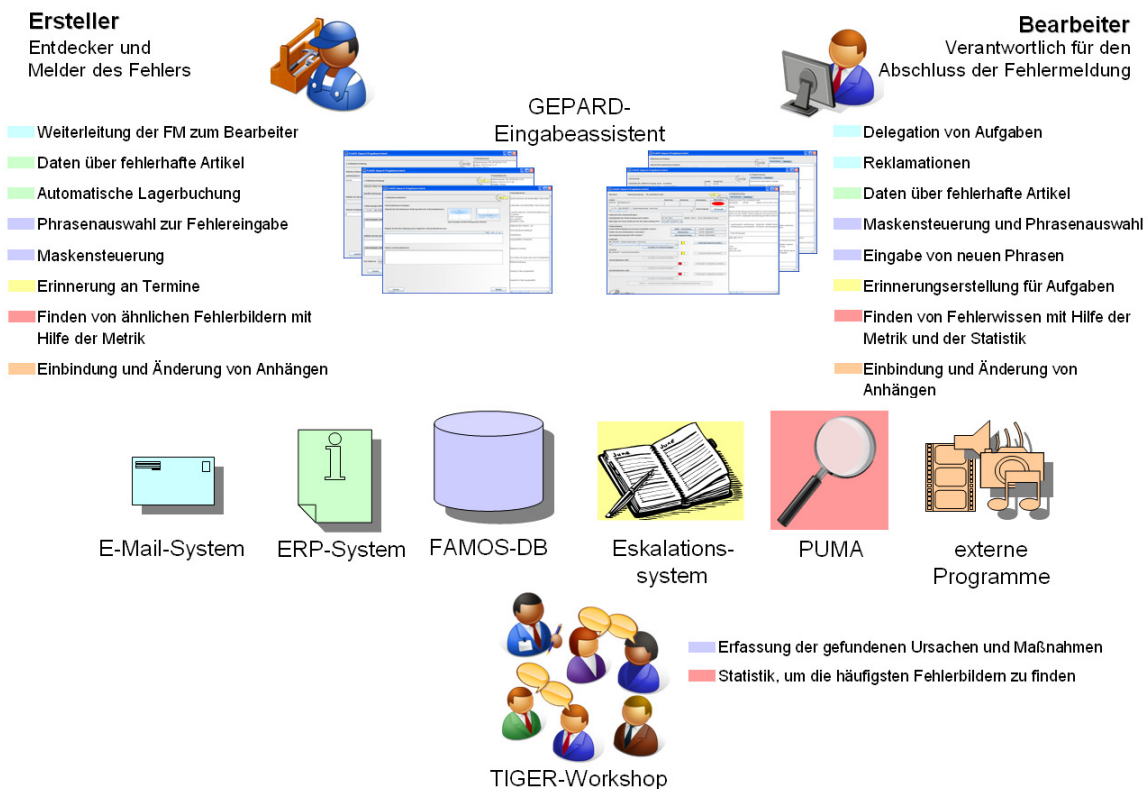


Abbildung 3: Funktionsumfang des FAMOS-Ansatzes

3.1. GEPARD

Die Komponente GEPARD (Generischer Eingabe-Protokoll-Assistent Relevanter Daten) wird verwendet, um Fehlermeldungen einzugeben. Sie beinhaltet zum einen die entwickelte Eingabeweise der Fehlermeldungen. Zum anderen bildet GEPARD die Schnittstelle des FAMOS-Ansatzes zu den in den einzelnen Firmen bereits vorhandene Fehlermelde-Workflows.

Strukturierte Eingabefolge

Die Fehlermeldung wird vom Entdecker eines Fehlers, dem Ersteller, über vordefinierte Textbausteine (Phrasen) eingegeben. GEPARD versucht dabei, die Eingabetexte durch eine geeignete Reihenfolge der Worte sowie durch ein vorgegebenes Vokabular soweit zu strukturieren, dass eine effektive maschinelle Weiterverarbeitung möglich ist. Sowohl Mehrdeutigkeiten (eine Fehlermeldung kann auf mehrere Weisen gedeutet werden) als auch Mehrfachbeschreibungen (ein Fehler wird durch mehrere Beschreibungen dargestellt) werden vermieden.

Für die Gliederung der Fehlermeldung mittels Phrasen wurde die einfachste deutsche Satzstruktur („Subjekt“ + „Prädikat“), entsprechend den Bedürfnissen, um „Zusatz“ und „Objekt“ erweitert. Der in der deutschen Sprache geläufige Satzbaustein „Objekt“ wird hinter dem Prädikat angesiedelt. Der neue Satzbaustein „Zusatz“ wird zwischen „Subjekt“ und „Prädikat“ angesiedelt, um beispielsweise für Verneinungen oder Spezifizierungen zur Verfügung zu stehen. Um möglichst wenige verschiedene Phrasen einsetzen zu müssen, wurden die Satzbausteine in zwei Teile (bei „Objekt“ drei Teile) geteilt (Abbildung 4).

Durch dieses Vorgehen ist es beispielsweise möglich, Wörter in Silben aufzuteilen. So kann man unter Ausnutzung beider Subjektblöcke die in Abbildung 4 dargestellte Phrase Gewinde (hier im ersten Subjektblock) in Ge und winde teilen und beispielsweise die Silbe Ge für die Phrase Gesenk verwenden. Auch können Worte auf die verschiedenen Blöcke aufgeteilt werden. So ist beispielsweise in Abbildung 4 der Zusatz durch Schweißmaterial in die Blöcke durch und Schweißmaterial aufgeteilt. Beide Worte stehen durch ihre Trennung auch für Kombinationen mit anderen Phrasen, wie beispielsweise durch Lötpaste oder auf Schweißmaterial zur Verfügung.

Ein speziell für FAMOS entwickelter Eingabeassistent dient der systematischen Eingabe dieser Phrasen. Über Drop-Down-Menüs können Satzbestandteile zu Fehlermeldungen zusammengebaut werden. Hierbei stellt der Eingabeassistent immer nur sinnvolle Möglichkeiten, die zum bisherigen Text passen, zur Verfügung. Ist der zu meldende Fehler noch nicht in Form von Phrasen hinterlegt, so kann

zunächst Freitext eingegeben werden. Der Freitext wird dann später vom Bearbeiter der Fehlermeldung in die strukturierten Satzbausteine überführt. Da durch diese Vorgehensweise nur geschultes Personal (nämlich der Bearbeiter) die Möglichkeit besitzt, Satzbausteine zu definieren, bleibt die Phrasenqualität erhalten.

Durch eine Vielzahl an hinterlegten Phrasen ist es möglich, gleiche Sachverhalte mit anderen Satzbausteinen auszudrücken. So ist es beispielsweise möglich, mit den Bausteinen zu wenig, Menge und nicht komplett folgende Sachverhalte auszudrücken, welche prinzipiell das gleiche bedeuten können:

Menge zu wenig

Menge nicht komplett

Da die beiden Bausteine zu wenig und nicht komplett in einigen Fällen synonym gebraucht werden können, in anderen jedoch nicht, handelt es sich um quasisynonyme Bezeichnungen. Diese möglichen Synonyme werden in Listen verwaltet und können bei der Suche nach ähnlichen Fehlern (siehe Abschnitt 3.2) einbezogen werden. Durch diese Vorgehensweise ist es ebenso möglich, Antonyme, Hyponyme, etc. zu verwalten.

Da die Synonymlisten hauptsächlich mögliche Synonyme, nicht aber 100%ige Synonyme, enthalten, kann nicht immer garantiert werden, dass der angezeigte Treffer wirkliche Ähnlichkeiten zur Suchphrase aufweist. Hier muss der Bediener entscheiden, so wie in allen Fällen, ob die gefundene Phrasenkombination hilfreich ist oder nicht.

Konfigurator

Mit der Eingabe der bloßen Fehlerbeschreibung ist meist die Fehlermeldung noch nicht abgeschlossen. Um den Fehler genau lokalisieren zu können, ist es beispielsweise nötig, die Artikelnummer des fehlerhaften Bauteils, den Lieferanten des Bauteils, Sach- und Auftragsnummern, etc. zu erfassen. Viele dieser Daten können vom Ersteller der Meldung direkt eingegeben werden. Einige Daten sind jedoch nur bestimmten Stellen bekannt. Zudem besitzt der Ersteller der Fehlermeldung nur selten die Kompetenz, Maßnahmen zu veranlassen oder den Fehlermeldungsprozess zu überwachen. Viele Firmen haben deshalb einen Fehlermelde-Workflow etabliert. Dieser Workflow gliedert sich meist in die zwei Teile „Ersteller der Fehlermeldung“ und „Bearbeiter der Fehlermeldung“, welcher die nötigen Kompetenzen zur Fehlerbeseitigung besitzt. Da jedoch in jeder Firma zum Teil erheblich unterschiedliche Daten gesammelt werden müssen, weichen die Workflows u.U. stark voneinander ab. Entsprechend groß sind die Anpassungsarbeit und die Kosten bei der Einführung einer neuen Fehlermanagement-

software, bei der deswegen häufig der Programmcode selbst geändert werden muss.

GEPARD verzichtet deshalb auf einen festen Workflow. Mithilfe des GEPARD-Konfigurators ist ein geschulter Mitarbeiter in der Lage, den Workflow der jeweiligen Firma durch Eingabemaschinen umzusetzen. Ein breites Spektrum an konfigurierbaren Komponenten für die Erstellung graphischer Benutzungsdialoge unterstützt die Konfiguration. Um Datenredundanz zu vermeiden, Fehler bei der Eingabe der Daten zu umgehen und Mitarbeiter von Routinearbeiten zu entbinden, wurden zahlreiche Schnittstellen zu weiteren Datendiensten implementiert. So ist es beispielsweise möglich, Daten aus einer Datenbank, aus Dateien oder dem ERP-System (Enterprise Resource Planning) für den Fehlermeldeprozess verfügbar zu machen. Bestimmte Meldungen beispielsweise über den Bearbeitungsstatus einer Fehlermeldung können automatisch über eine E-Mail-Schnittstelle in das firmeninterne Mailsystem versendet werden. Ein Starten von verschiedenen Programmen, beispielsweise Bildbearbeitungs- und Textverarbeitungsprogrammen, ist aus der Anwendung heraus möglich. Für Unternehmen, welche bislang über keinen Fehlermanagementprozess verfügen, wurde ein Muster-Workflow entworfen, welcher sich an den innerhalb des Projektes untersuchten Firmen orientiert.

Eingabeassistent

Das zweite Modul ist der GEPARD-Eingabeassistent. Durch ihn können die im Konfigurator erstellten Masken abgearbeitet werden. Der Eingabeassistent verfügt über eine eigene Rechteverwaltung, mit deren Hilfe die Zugriffsrechte auf die Workflows (z.B. Ersteller und Bearbeiter) verwaltet werden können. Ein mitlaufendes Protokoll ermöglicht einen ständigen Überblick über die getätigten Eingaben.

Eskalationssystem

Terminverzögerungen, welche unter anderem durch Fehler ausgelöst werden, können zu erheblichen Kosten führen. Nur wenn Termine eingehalten werden, können Maßnahmen im Fehlermanagement als erfolgreich angesehen werden. Die durch den Eingabeassistenten delegierten Aufgaben zur Erfüllung von Maßnahmen bedürfen einer ähnlichen Überwachung. Diese „Terminüberwachung“ übernimmt das Eskalationssystem mithilfe von automatisierten E-Mail-Erinnerungen.

Mithilfe des Eingabeassistenten werden automatisch nach der Aufgabenvergabe Erinnerungseinträge generiert, welche folgende Inhalte aufweisen:

- Zeit, nach der die erste Erinnerung abgesendet wird

- Zeitintervall in der die Erinnerung wiederholt werden soll

- E-Mail-Optionen wie Adresse, Inhalt, Anhang und Betreff

Das ständig auf dem Unternehmensserver laufende Eskalationssystem holt sich daraufhin die Einträge und verschickt gemäß den Angaben die Erinnerungsnachrichten mittels des firmeninternen E-Mail-Systems. Da Erinnerungen sowohl an die mit der Aufgabe betraute Person, als auch an in der Hierarchie höher stehende Personen versendet werden können, besteht die Möglichkeit, Probleme bei Nichtbearbeitung zur nächsthöheren Stelle zu eskalieren.

3.2. PUMA

Die Komponente PUMA (Phrasen-Ursachen-Maßnahmen-Assistent) ist in der Lage, das mit GEPARD eingegebene Fehlerwissen bei Bedarf wiederzufinden. Hierzu wurde eine für den Phrasenansatz angepasste Methode entwickelt, die gleiche oder ähnliche Fehlermeldungen der Vergangenheit auffindet. Die Methode ist metrikbasiert. Ist ein Fehlerfall gefunden, wird über ein statistisches Verfahren eine geeignete Maßnahme zur Behandlung des Fehlers vorgeschlagen.

Metrik

Die Metrik beruht auf einem spaltenweisen Vergleich der Eingabezeile mit den in der Datenbank bereits vorhandenen Zeilen. Ein spaltenweiser Vergleich ist deshalb möglich, da im Gegensatz zur natürlichen Sprache die einzelnen Satz-Bestandteile durch den Eingabeassistenten in eine bestimmte Struktur gebracht wurden.

Die Metrik ist wie folgt definiert: Jede einzelne Phrase s einer Phrasenkombination ist entweder ein beliebiges Wort oder leer (\emptyset). Zwei Phrasen s und t haben einen Abstand δ . Dieser ist „0“ wenn die Phrasen identisch oder nicht vorhanden sind. Ansonsten ist der Abstand „1“.

$$\delta(s, t) = \begin{cases} 0 & \text{wenn } s = t \text{ oder } s = \emptyset \text{ oder } t = \emptyset \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

Zwei Phrasen gelten als vergleichbar, wenn beide nicht leer, also vorhanden sind. Wir drücken das über die Vergleichbarkeit ϕ aus:

$$\phi(s, t) = \begin{cases} 0 & \text{wenn } s = \emptyset \text{ oder } t = \emptyset \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

Die Distanz d zweier Phrasen $S=(s_1, \dots, s_n)$ und $T=(t_1, \dots, t_n)$ wird jetzt wie folgt definiert:

$$d(S, T) = \frac{\sum_{i=1}^n \delta(s_i, t_i)}{\sum_{i=1}^n \phi(s_i, t_i)}$$

Da $\delta(\emptyset, t)=0$ und $\phi(\emptyset, t)=0$, verändert sich durch Anhängen von leeren Bestandteilen \emptyset der Wert von d nicht. Daher kann durch Auffüllen von \emptyset bei beiden Phrasenkombinationen dieselbe Länge n erreicht werden. Weiter gilt $\delta(s, t) \leq \phi(s, t) = 0$ für alle s, t . Daher ist $0 \leq d(S, T) \leq 1$.

Ein Beispiel für die Berechnung der Distanzmetrik ist in Abbildung 4 dargestellt.

Stimmt beispielsweise die Subjektspalte der Eingabezeile mit der Subjektspalte einer der Datenbankzeilen überein, so wird von der Metrik der Wert „0“ ermittelt. Sind die Spalten nicht identisch, so wird ein Wert, beispielsweise „1“, zurückgegeben. Nicht besetzte Spalten oder nicht vergleichbare Spalten werden mit keinem Wert gewertet (Abbildung 4). Die so ermittelten Zeilenwerte werden addiert. Der addierte Zeilenwert wird über die Anzahl der vergleichbaren Spalten gewichtet. Durch diese Vorgehensweise werden die nicht vergleichbaren Werte negativ berücksichtigt.

Durch diese Art der Metrik bleibt das Auffinden von Fehlerwissen für jedermann nachvollziehbar und einfach.

Statistik

Eine reine Ermittlung des Fehlerbildes und der hinterlegten Ursachen und Maßnahmen reicht für eine erfolgreiche Fehlerbekämpfung nicht aus. Der jeweilige Benutzer muss vielmehr Anhaltswerte bekommen, mit deren Hilfe er bei mehreren hinterlegten Ursachen die richtige, auf den aktuellen Fall zutreffende Methode, herausfinden kann. Ebenso benötigt er Entscheidungshilfen, die ihm aufzeigen, welche Maßnahme die wirkungsvollste bzw. die effizienteste für den aktuellen Fehler (bzw. die aktuelle Ursache) ist. Die Statistik ist damit in erster Linie für den Bearbeiter, also den Verantwortlichen, der Fehlermeldung von Nutzen.

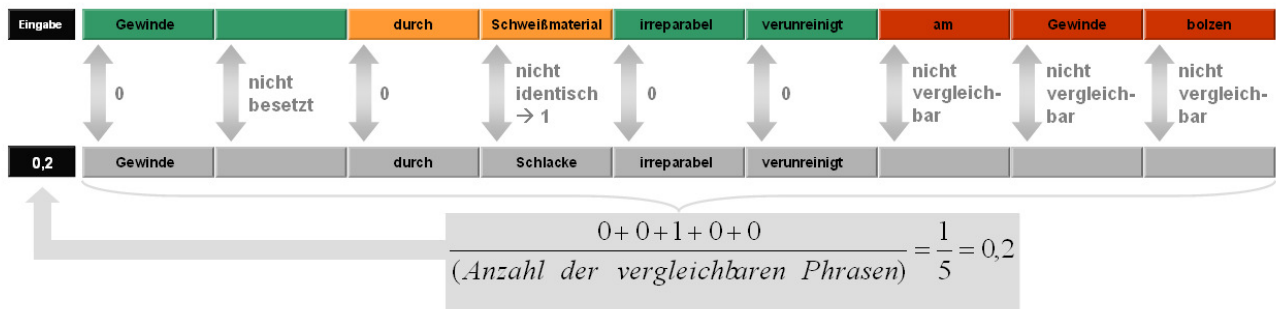


Abbildung 4: Erklärung der Metrik

Die Metrik muss u.U. von einem Administrator angepasst werden können. So ist es denkbar, dass im Unternehmen X das Subjekt bei der Fehlereingabe eine größere Rolle spielt als das Prädikat. Da Firma Y aber nur mit einem Subjekt arbeiten möchte (beispielsweise Gewinde), bekommt das Prädikat hier evtl. eine höhere Priorität bei der Fehlersuche. Für diese Fälle wurde eine Möglichkeit zur Gewichtung der Spalten eingeräumt. Die Spaltenvergleichsabstände δ werden dann mit der jeweils angegebenen Gewichtung w multipliziert, bevor sie addiert werden. Für Spaltengewichte w_i ergibt sich dann die Distanz d_w

$$d_w(S, T) = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta(s_i, t_i)}{\sum_{i=1}^n \phi(s_i, t_i)}$$

Mithilfe der durch die Metrik sortierten Fehlerbilder ist der Benutzer in der Lage, über die ähnlichsten Fehlerbilder einen Überblick zu bekommen. Der Benutzer allein trägt jedoch die Entscheidung, welchen der Fehlerfälle er für den, dem aktuellen Fall ähnlichsten ansieht.

Für die FAMOS-Statistik wurde als (Grund-) Diagrammtyp das Paretdiagramm gewählt. Dieser Diagrammtyp zeigt die Häufigkeitsverteilung als Säulendiagramm. Die Säulen werden nach der Häufigkeit sortiert. Der Benutzer sieht daher sofort an der Position der Häufigkeitssäule, an welcher Stelle der Häufigkeitsrangliste der/ die jeweilige Fehler/ Ursache/ Maßnahme stehen. Das Fehler- und das Ursachendiagramm sind mit dem Paretdiagrammtyp aus der Literatur identisch und stellen allein die Häufigkeitsverteilung dar. Das Maßnahmenendiagramm beruht ebenfalls auf dem Paretdiagramm, wurde jedoch entscheidend modifiziert (Abbildung 5): Das Diagramm stellt außer der Häufigkeit die Güte der dargestellten Maßnahmen dar, welche wie folgt ermittelt wird:

Der Fehlermeldungsbearbeiter wird nach dem Abschluss der Fehlermeldung aufgefordert, seine subjektive Meinung zur zuvor gewählten Maßnahme (sowohl Sofort- als auch Abstellmaßnahme) abzugeben. Es können die Zahlen 0 - 4 - 7 - 10 gewählt werden, wobei 10 der Wert für eine ausgezeichnete Maßnahme ist. Zudem werden, teils durch Eingabe des Bearbeiters, teils durch automa-

tische Erfassung, verschiedene Kosten und Zeiten, welche die Maßnahme betreffen, festgehalten.

In Anlehnung an das magische Dreieck im Projektmanagement (Kosten und Zeit reduzieren, Qualität steigern) wurde eine Kennzahl generiert, anhand derer die verschiedenen Zahlen zu einer Kennzahl verdichtet werden. Je größer diese Kennzahl ist, desto besser ist die jeweilige Maßnahme. Die zugrunde liegende Formel ist:

$$G = \frac{Q}{Z \cdot K}$$

Mit G als Gesamtkennzahl, Q als subjektive Qualitätskennzahl, Z als Zeitkennzahl und K als Kostenkennzahl. G wird also dann maximal, wenn Z und K minimiert werden und Q maximiert wird.

Die beste Maßnahme wird durch eine grüne Kennzeichnung im Diagramm gekennzeichnet. Analog dazu wird die schlechteste Maßnahme rot dargestellt. Wird eine kostenoptimale (niedrigste Kosten)

oder eine zeitoptimale (niedrigster Zeitbedarf) Maßnahme gesucht, so wird lediglich die jeweilige Einzelzahl (K oder Z) verwendet und die sich dann ergebende beste Maßnahme im Diagramm grün gekennzeichnet. Damit der Benutzer die „Entscheidung“ des Programms nachvollziehen kann, wird ein zusätzliches Diagramm eingeführt, welches oberhalb des Maßnahmen-Pareto-Diagramms angezeigt wird. Das Diagramm stellt die Zusammensetzung der Kennzahlen im Vergleich zu den anderen Kennzahlen qualitativ dar. So hat Maßnahme 4 in Abbildung 5 als beste Maßnahme den höchsten Erfolg (35,11%). Sieht man in das obere Diagramm, erkennt man, dass Maßnahme 4 im Vergleich zu den anderen Maßnahmen die geringsten Kosten aufweist (blauer Balken), geringe Zeit in Anspruch nimmt (roter Balken) und der subjektive Erfolg als zweitbesten angesiedelt ist (nur Maßnahme 13 ist subjektiv besser, grüner Balken).

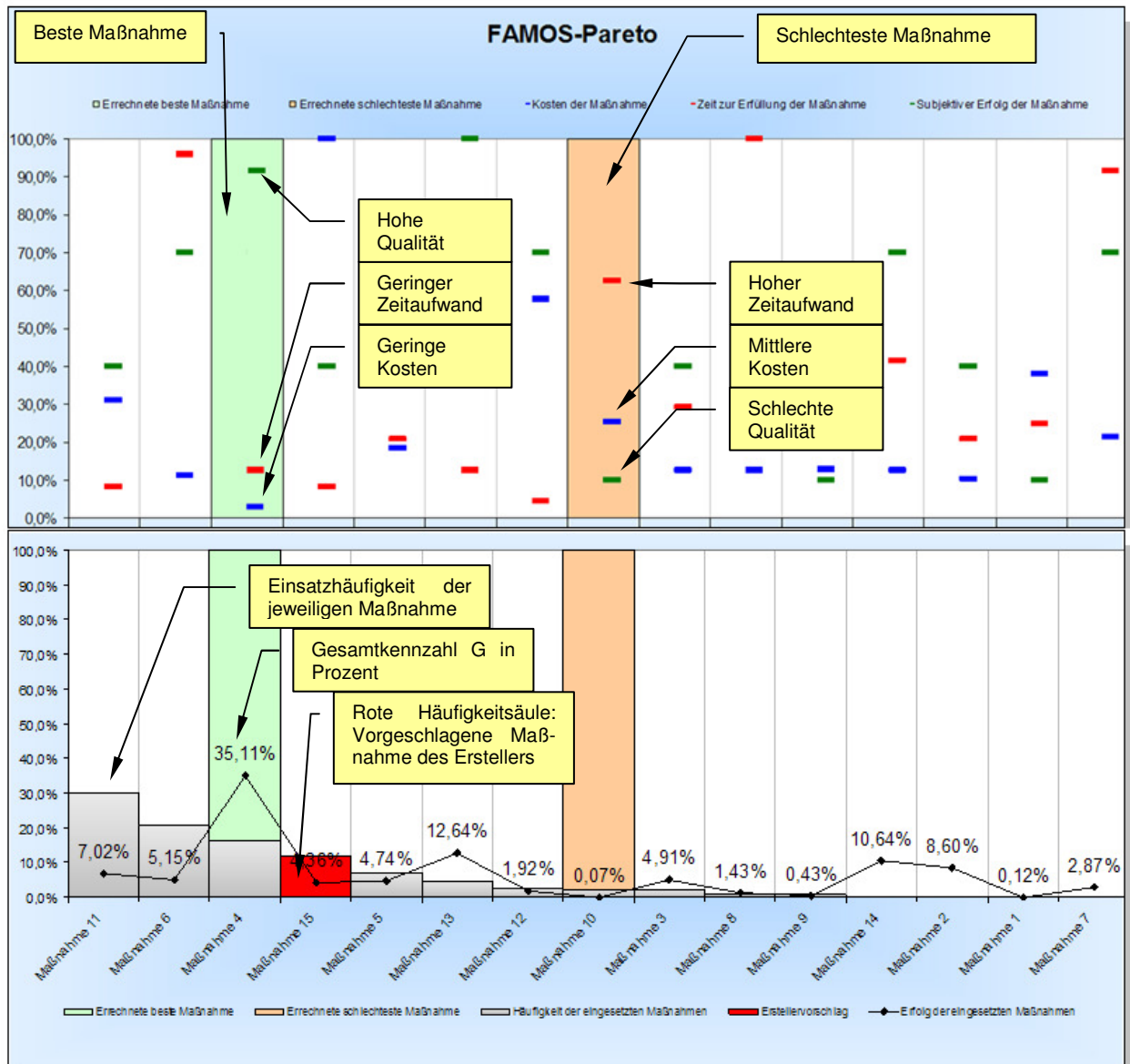


Abbildung 5: Diagramm der Maßnahmenstatistik

3.3. TIGER

TIGER (Teambasierter Interdisziplinärer Gedankenaustausch zur Effizienten Requisition) ist eine Methode zur Kreativitätssteigerung in Form eines Workshops, um Ursachen und Maßnahmen zu wiederkehrenden Fehlern zu finden. Die so gefundenen Ursachen und Maßnahmen werden in die Datenbank des Fehlerwissens übertragen. Dieses Fehlerwissen steht dann bei künftigen ähnlichen Fehlern zur Verfügung.

TIGER ist in die Phasen Vorbereitungsphase, Ursachenfindungsphase, Ursachenisolation, Maßnahmenphase und Nachbearbeitungsphase unterteilt. Eine Übersicht liefert Abbildung 6.

Zunächst wählt in der Vorbereitungsphase der vorher bestimmte Moderator Fehlerbilder aus, welche innerhalb des Workshops bearbeitet werden sollen. Hier kann die FAMOS-Statistik (siehe Abschnitt 3.2) helfen, welche beispielsweise eine Übersicht über die häufigsten Fehler gibt. Ausgehend von den gewählten Fehlerbildern wird vom Moderator ein interdisziplinäres Team ausgewählt. Hierbei wird darauf geachtet, dass sämtliche von den Fehlern

betroffene Disziplinen vertreten sind. Eine vom Moderator zusammengestellte Vorbereitungsmappe enthält die Fehlerbilder und alle weiteren nötigen Unterlagen, mit denen sich die Teammitglieder für den Workshop vorbereiten müssen. Ein Schriftführer, welcher den gesamten Workshop protokollförmig dokumentiert, muss ebenfalls vom Moderator in der Vorbereitungsphase ernannt werden.

Innerhalb eines strukturierten Brainstorming-Verfahrens werden Ursachen zu den Fehlerbildern ermittelt. Hierzu wird zunächst ein Ishikawadiagramm (Fischgrätendiagramm) erstellt und eine Fehlerbeschreibung am Kopf des Diagramms eingetragen. Nun werden die Mitarbeiter aufgefordert, mögliche Ursachen zum eingetragenen Fehlerbild zu nennen. Wie in der Literatur beschrieben, ermöglicht das Ishikawadiagramm hierbei die Einteilung der Ursachen in die Bereiche Methode, Maschine, Mensch, Material und Mitwelt. Durch diese Strukturierung bleibt die Übersichtlichkeit erhalten und Ursachenschwerpunkte werden leichter erkannt.

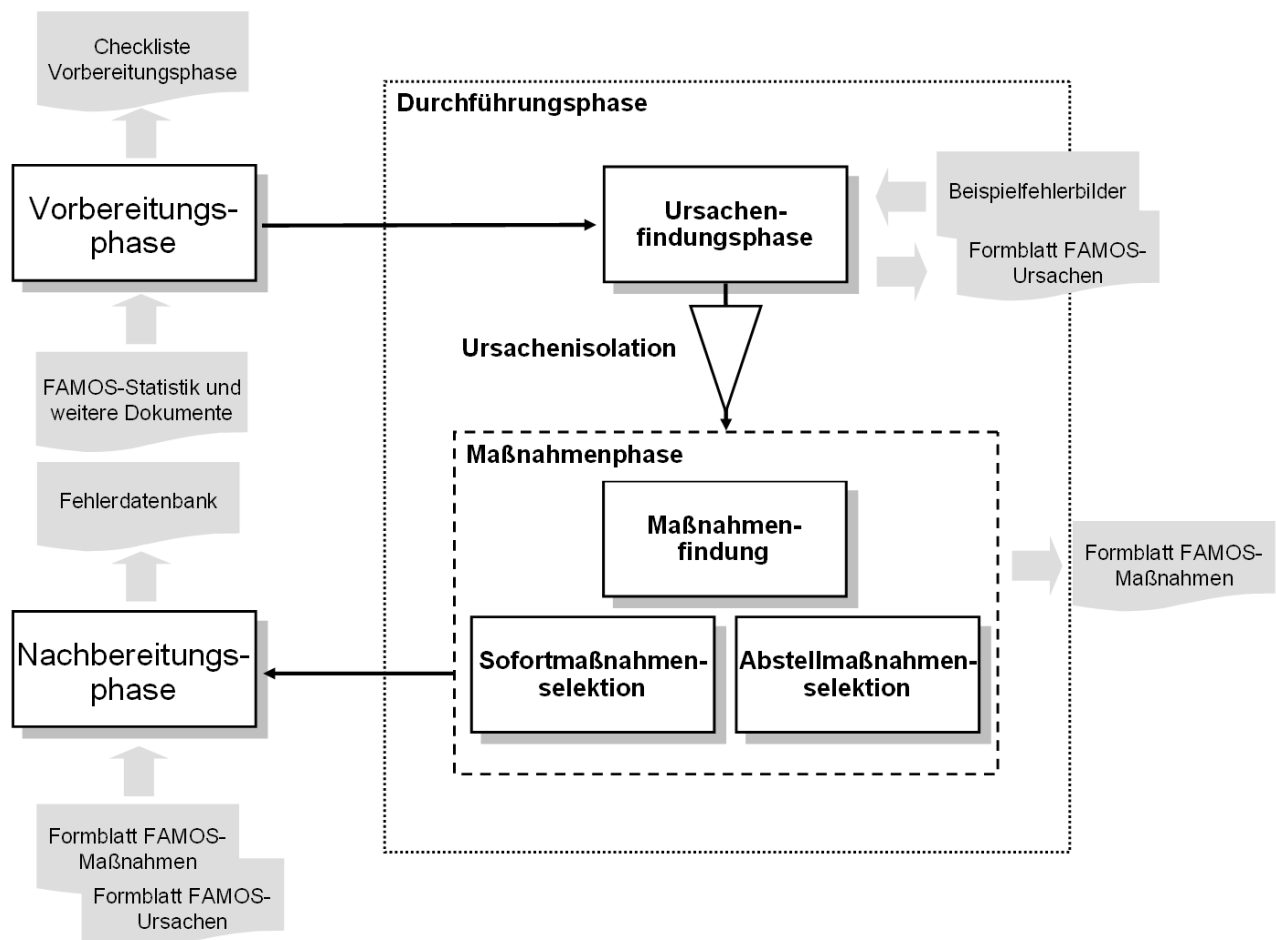


Abbildung 6: Übersicht über den Zusammenhang der TIGER-Phasen

Der Schriftführer übernimmt die gefundenen Ursachen entweder auf ein Formblatt oder schreibt sie direkt in die Wissensdatenbank.

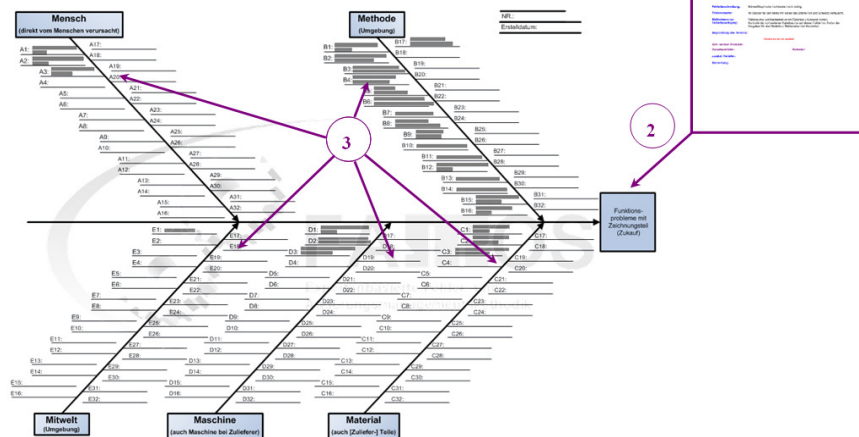
Da insbesondere bei großen Teams die Ursachenanzahl schnell anwachsen kann, wird eine Ursachenisolation durchgeführt. Diese hat das Ziel, die wichtigsten Ursachen für die weitere Vorgehensweise auszuwählen. Der Moderator ruft hierfür die gefundenen Ursachen einzeln auf. Mittels vorbereiteter Abstimmungskarten, auf denen die Zahlen 0, 4, 7 und 10 zu finden sind, wird dann die Isolation vom interdisziplinären Team durchgeführt. Je höher die addierte Abstimmungssumme, desto wichtiger ist die gefundene Ursache. Die Ursachen mit den höchsten Zahlenwerten werden weiterverfolgt.

In der Maßnahmenphase werden zu den isolierten Ursachen Maßnahmen gefunden. Hierzu wird ein erneutes Brainstorming zu jeder isolierten Ursache durchgeführt. Das Ergebnis dieses Brainstormings wird vom Schriftführer ebenfalls in ein eigens

vorbereitetes Formblatt überführt. Da sich bei der Untersuchung der Fehlermeldungen zeigte, dass die Mitarbeiter Probleme im Unterscheiden von Sofort- und Abstellmaßnahmen haben, erfolgt die Trennung der Maßnahmen erst im Anschluss an das Brainstorming. Bei der Trennung der Maßnahmen ist der Moderator dazu angehalten, diese mithilfe des Teams zu bewerkstelligen. Mitarbeiter, welche sich unsicher im Unterscheiden von Sofort- und Abstellmaßnahmen zeigen, sollen so diesbezüglich geschult werden.

Die Nachbereitungsphase dient der Weiterführung der Formblätter und, falls noch nicht geschehen, der Übernahme der Workshopergebnisse in die Datenbank. Jedem Mitarbeiter des Betriebes wird es ermöglicht, die Formblätter (Ursachen und Maßnahmen) zu ergänzen. Die so gefundenen neuen Ursachen und Maßnahmen werden dann von einem Datenbankadministrator in die Datenbank geschrieben.

1. Fehlertyp / Beispiel-FM
2. Problemdefinition
3. Brainstorming I → Ursachen



4. Ursachenisolation
5. Brainstorming II → Maßnahmen
6. Maßnahmenerteilung

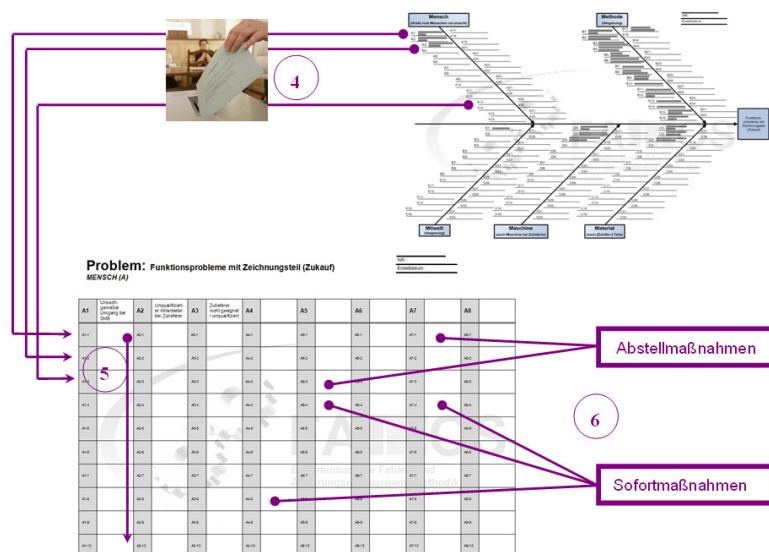


Abbildung 7: Vorgehensweise bei der Durchführung von TIGER

3.4. Zusammenspiel von GEPARD, PUMA und TIGER

Das folgende Beispiel soll das Zusammenspiel der drei Komponenten verdeutlichen.

Herr E., ein Mitarbeiter der Firma Z., hat einen Fehler entdeckt. Bei der Montage eines Gewindebolzens an der Maschine X fiel Herrn E. auf, dass das Gewinde durch den vorhergehenden Schweißprozess verunreinigt wurde und die Funktion des Bauteiles deshalb nicht mehr gewährleistet werden kann. Herr E. geht an ein Computer-Terminal an welchem der GEPARD-Eingabeassistent installiert ist. Anhand seiner Benutzerkennung wird vom System erkannt, dass er lediglich Ersteller-Rechte besitzt. Er ist daher nicht in der Lage, die Fehlermeldung selbstständig abzuschließen, sondern ist lediglich meldeberechtigt. Das Programm ruft nun den firmenintern definierten Workflow für den Erstellerprozess auf. Nach der Eingabe der Artikelnummer wird Herrn E. automatisch die Bezeichnung des Bauteiles aus dem ERP-System angezeigt. Mit dieser kann er prüfen, ob er die richtige Artikelnummer eingegeben hat. Herr E. gibt nun im nächsten Schritt die Abteilung und den Arbeitsgang ein, bei denen der Fehler vermutlich verursacht wurde. Die Phrasen der Datenbank werden durch einen SQL-Befehl nach Abteilung und Arbeitsgang gefiltert und die dadurch stark reduzierte Phrasenanzahl von GEPARD in Drop-Down-Menüs einsortiert. Herr E. kann daraufhin den Fehler mithilfe der Phrasen eingeben. Er findet auf Anhieb alle Phrasen, die er eingeben möchte, in den Drop-Down-Menüs. Er gibt die folgende Kombination ein:

Gewinde | durch | Schweißmaterial | irreparabel | verunreinigt | am | Gewinde | bolzen.

Die ausgewählte Kombination wird von GEPARD an PUMA übergeben. PUMA findet in der Liste der möglichen Synonyme verunreinigt - verschmutzt. Das Synonym verschmutzt wird daher bei der Datenbanksuche gleichrangig mit der eingegebenen Phrase verunreinigt behandelt, das heißt, es würde bei einem direkten Vergleich der beiden Phrasen der Wert „0“ zurückgegeben werden. Herr E. bekommt nach dem Vergleich eine Liste der ähnlichsten bereits in der Datenbank vorhandenen Fehler. An oberster Stelle wird exakt die gleiche Phrasenkombination mit dem Abstand „0“ angegeben. Dies bedeutet, dass der Fehler bereits in der Datenbank vorhanden ist. Herr E. wählt den Fehler an. Um den Bearbeiter das Leben zu erleichtern, fügt Herr E. die Zeichnung des Bauteiles aus dem ERP-System ein und umrandet die Fehlerstelle mithilfe des aus GEPARD gestarteten firmeneigenen PDF-Editors. Herr E. schickt den Fehler an die Fehlerbearbeitung ab. GEPARD bucht daraufhin das fehlerhafte Teil über das ERP-System in das Sperrlager, speichert

die Fehlermeldung in den Formaten ASCII, XML sowie PDF und versendet eine Nachricht in Form einer E-Mail an Herrn B., Bearbeiter für Fehler, die mit der Maschine X zusammenhängen.

Herr B. meldet sich sogleich bei GEPARD an. GEPARD ermittelt bei ihm die nächsthöhere Rechtestufe, das heißt, Herr B. darf Fehler melden und Fehler verantwortlich bearbeiten. Zunächst wird eine Übersicht des eingegebenen Sachverhaltes angezeigt. Nach eingehender Kontrolle der Statistik stellt Herr B. folgendes fest:

Der Fehler trat in der letzten Woche fünfmal auf. Die Sofortmaßnahme, war aufgrund der irreparablen Verschmutzung stets Bauteil entsorgen. Bei den Ursachen zeigt sich dagegen ein anderes Bild. Bei jedem Fehler wurde eine andere Ursache angenommen. Dementsprechend verschieden sind die Abstellmaßnahmen, welche durch den geringen Zeitabstand (die Fehler sind allesamt von letzter Woche) noch nicht evaluiert werden konnten.

Herr B. entschließt sich daraufhin, die Sofortmaßnahme zu übernehmen und delegiert an Herrn E. per E-Mail, dass das Teil verschrottet werden soll. Danach unterbricht er die Bearbeitung und wendet sich an Herrn M. firmeninterner Moderator von TIGER.

Herr M. teilt die Besorgnis von Herrn B. über das häufige Auftreten des geschilderten Problems. Er entschließt sich, TIGER einzuberufen. Nach gründlicher Analyse der fünf vorhandenen Fehlermeldungen und der Bauteilunterlagen werden, die betroffenen Abteilungen informiert und daraufhin je Abteilung eine Person für den Workshop abgestellt. Während der Durchführung des Workshops stellt sich heraus, dass ein Grund für die Probleme die Schweißrobotersoftware sein kann.

Nachforschungen nach dem Workshop zeigen, dass die Abteilung „IT“ vorletzte Woche eine neue Software in den Schweißroboter eingespielt hat, ohne die anderen Stellen zu unterrichten.

Die Fehlermeldung kann daraufhin von Herrn B. mit der Ursache Mangelhafte Absprache und der Abstellmaßnahme Softwareänderungen allen Stellen melden fortgeführt werden. Herr B. erhält zudem vom Eskalationssystem die Nachricht, dass nach zweimaliger automatischer Benachrichtigung von Herrn E. die Sofortmaßnahme noch immer nicht fertig gemeldet wurde. Da wider erwarten Herr E. zwischenzeitlich im Urlaub ist, konnte er das Bauteil nicht entsorgen. Herr B. entscheidet sich dafür, dass er das Bauteil nun selbst entsorgt und bucht über GEPARD und dem ERP-System das Teil als verschrottet. Im letzten Schritt fügt Herr B., nachdem er die Abstellmaßnahme einige Zeit beobachten konnte, die Kosten, die Zeit und seine subjektive Bewertung der Maßnahmen in GEPARD ein, welche dann im neuerlichen Fehlerfall für die Fehlermeldungsstatistik zur Verfügung stehen.

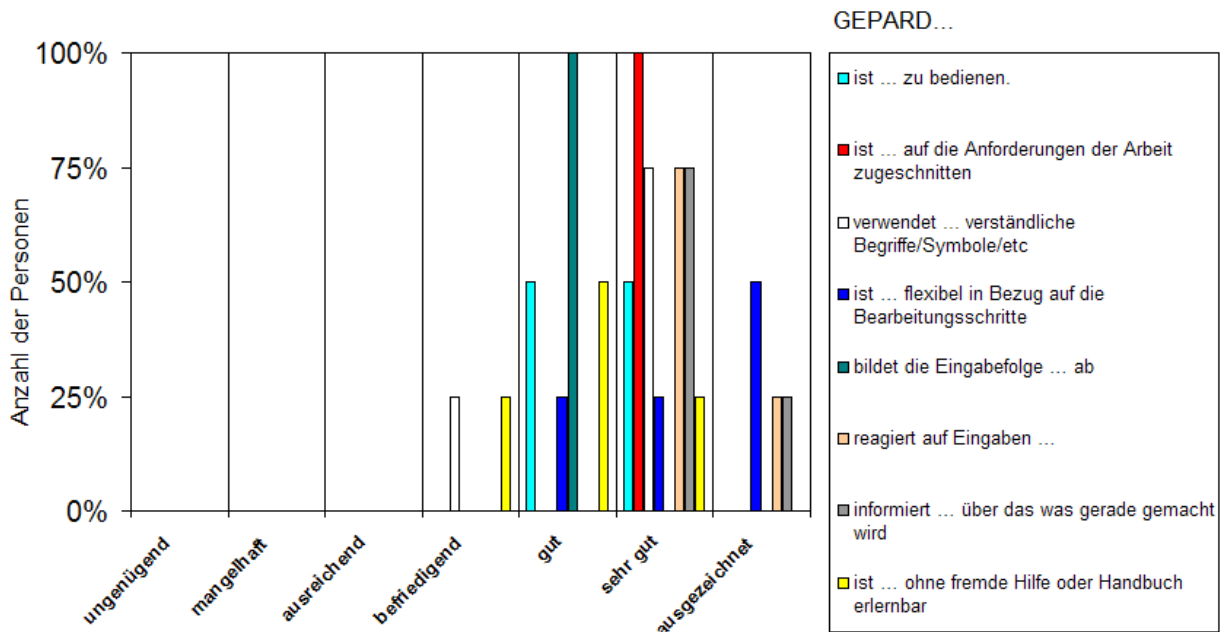


Abbildung 8: Evaluationsergebnis von GEPARD bei Mitarbeitern des mittelständ. Unternehmens

4. Evaluation des FAMOS-Ansatzes

In Zusammenarbeit mit einem mittelständischen Unternehmen des Maschinenbaus wurde der FAMOS-Ansatz evaluiert. GEPARD und PUMA wurden zunächst durch vorgegebene Szenarien getestet und schließlich in den laufenden Werksbetrieb überführt. Aufgrund der plattformunabhängigen Programmierweise und der überschaubar gehaltenen Installationschritte konnte die Software mühelos in die Unternehmensumgebung eingesetzt werden.

Der Ansatz wurde daraufhin mit Hilfe von Fragebögen und Testkandidaten (Ersteller und Bearbeiter) evaluiert. Die Fragebögen zielten neben der Evaluation der FAMOS-Komponenten auch auf die allgemeine Bedienbarkeit der Software (Abbildung 8). Der Workshop TIGER wurde zur Verbesserung der Kreativität im Fehlermanagement eingeführt. Er wurde mit zwei häufig auftretenden Fehlerbildern durchgeführt, welche durch Auswertungen der Fehlermeldungsdatenbank eines mittelständischen Unternehmens ermittelt wurden. Bei den untersuchten 34 Fehlermeldungen der Datenbank zum Thema „Lieferantenprobleme“ wurden innerhalb eines Zeitraumes von 3 Monaten lediglich 9 unterschiedliche Ursachen und 6 verschiedene Abstellmaßnahmen gefunden (Abbildung 9). Bei TIGER wurden mit einer Stärke von 11 Personen innerhalb einer Stunde 27 Ursachen und zu den selektierten 4 Ursachen (in Abbildung 9 schraffiert) 19 unterschiedliche Maßnahmen gefunden.

Durch die Evaluation konnte gezeigt werden, dass die gesetzten Ziele erreicht wurden. Die FAMOS-Komponenten arbeiten einwandfrei. Insbesondere die strukturierten Eingabemöglichkeiten, die automatische Unterstützung bei Routinearbeiten und der Zugriff auf externe Schnittstellen, wie dem Zugriff auf das ERP-System, wurden von den Mitarbeitern besonders hervorgehoben.

Das Auffinden des Fehlerwissens mit PUMA funktioniert schnell, nachvollziehbar und einfach und ist damit den anderen Ansätzen aus Kapitel 2 deutlich überlegen.

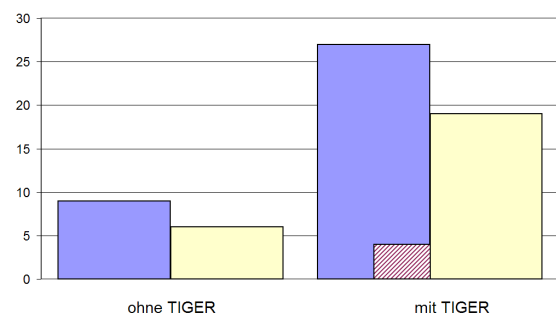


Abbildung 9: Vergleich der Ursachen- und Maßnahmenausbeute ohne und mit TIGER

Die einzelne Eingabezeile der Fehlermeldung (Abbildung 4) reichte für die vorwiegend auf Fertigungsfehlern festgelegte mittelständische Firma aus. Das stark mit dem Fehlermanagement verwandte Änderungsmanagement wurde konzeptionell angedacht, jedoch nicht umgesetzt. Ein Ausbau des Systems auf das Änderungsmanagement ist grundsätzlich mit den vorhandenen FAMOS-Komponenten möglich.

5. Zusammenfassung

Im Bereich des Fehlermanagements wurden zunächst verschiedene Defizite aufgedeckt. Mangelhafte Vorgehensweisen zum Wiederauffinden von Fehlerwissen führen dazu, dass „das Rad bei jeder Fehlermeldung neu erfunden werden muss“.

Die drei FAMOS-Komponenten GEPARD, PUMA und TIGER schaffen hier Abhilfe. GEPARD entbin-

det den Benutzer weitgehend von Routinearbeiten und sorgt für eine strukturierte Eingabe der Fehlerdaten. Der bereits etablierte firmeninterne Workflow kann mithilfe des eigens hierfür erstellten Konfigurators berücksichtigt werden. Das Eskalationssystem überwacht die für die Fehlermeldung wichtigen Termine und erinnert die Beteiligten in Abständen an die Fristen.

PUMA ist in der Lage, die mit GEPARD eingegebenen Fehlerbilder mithilfe einer angepassten Metrik wiederzufinden. Eine Statistik unterstützt den Bearbeiter beim Finden der Ursache und bei der Auswahl der Maßnahmen.

Treten ähnliche Fehlerbilder trotz der in Gang gesetzten Abstellmaßnahmen wiederholt auf oder können keine Ursachen und Maßnahmen gefunden werden, können durch den interdisziplinären Workshop TIGER Ursachen und Maßnahmen gefunden werden. Diese können dann in die Fehlerdatenbank übernommen werden.

6. Ausblick

Die Ausweitung auf Phrasentexte (mehrere Phrasenzeilen) für komplexe Fehlerbilder kann u.U. nötig werden. Das Hauptziel muss es daher sein, vor allem die Metrik weiterzuentwickeln. Ein weiteres Ziel stellt die Einbindung von mit dem Fehlermanagement verwandten Themengebieten, wie beispielsweise dem Änderungsmanagement oder dem Verbesserungsmanagement dar.

Darüber hinaus eignet sich das Konzept nicht nur für das Fehlermanagement sondern für die Wissensverwaltung allgemein. So kann künftig ein Großteil des unternehmensinternen Wissens mithilfe des FAMOS-Ansatzes gespeichert werden.

Betrachtet man die einzelnen Komponenten näher, so wird klar, dass vor allem GEPARD als universeller Konfigurator weiterentwickelt werden kann und dann für beliebige Eingabefolgen zur Verfügung stehen könnte.

Getestet wurde die FAMOS-Methode in Maschinenbauunternehmen. Es ist natürlich auch denkbar, dass diese Methode für andere Bereiche angewendet wird z.B. Fehlerdiagnose bei einer Computerhotline, Ermittlung von Ursachen bei Komplikationen im medizinischen Bereich, Maßnahmen gegen den Zeitverzug von Prozeduren in einer Hochschulverwaltung. U.U. müssen hierzu allerdings noch einige Modifikationen durchgeführt werden.

7. Literatur

- [1] Lindemann U.; Reichwald, R.: Integriertes Änderungsmanagement. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1998.
- [2] Linß, G.: Qualitätsmanagement für Ingenieure. Leipzig: Fachbuchverlag 2005.
- [3] Ohne Autoren: Teamorientierter Problemlösungsprozess / 8D-Methode. Online in Internet: http://www.vda-qmc.de/de/downloads/8D-Report_BESCHREIBUNG.pdf [Stand 2007-10-05].
- [4] Kaiser, M.-O.: Kundenzufriedenheit kompakt. Berlin: Erich Schmidt Verlag 2006.
- [5] DIN EN 60812. Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen - Verfahren für die Fehlerzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA) 2006.
- [6] DIN 25424. Fehlerbaumanalyse, Teil 1: Methode und Bildzeichen 1981.
- [7] Orendi, G.: Systemkonzept für die phasenneutrale Fehlerbehandlung als Voraussetzung für den Einsatz präventiver Qualitätssicherungsverfahren. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Dissertation 1993.
- [8] Laschet, A.: Konzept eines Fehlerinformations- und -bewertungssystems. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Dissertation 1994.
- [9] Pfeifer, T.: Wissensbasierte Systeme in der Qualitätssicherung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1996.
- [10] Pfeifer, T.: Fehlermanagement mit objektorientierten Technologien in der qualitätsorientierten Produktentwicklung. Forschungszentrum Karlsruhe 1997.
- [11] Ellouze, W.: Entwicklung eines Modells für ein ganzheitliches Fehlermanagement. Universität Dortmund, Dissertation 2007.
- [12] Rütthard, N.: Rechnerunterstützter Erfahrungsrückfluss in der Prozesskette der Blechteilefertigung und -verarbeitung. Universität Hannover, Dissertation 2001.
- [13] Rieg, F.; Kaczmarek, M.: Taschenbuch der Maschinenelemente. München, Wien: Hanser Verlag 2006.