

# Diplomarbeit

## Unterstützung des Qualitätsmanagements durch eine „Computergestützte Qualitätssicherung (CAQ)“

Vorgelegt am: 18.08.2008

Von: **Falko Sachs**  
Wiesenstraße 7  
09111 Chemnitz

Studienrichtung / Studiengang: Produktionstechnik

Seminargruppe: PT 05 / 1

Matrikelnummer: 4050137

Praxispartner: Gebrüder Kunze GmbH  
Am Gründel 11  
09423 Gelenau

Gutachter: Herr Dipl.-Ing. Joachim Kunze  
(Gebrüder Kunze GmbH)  
Herr Prof. Dr. Ing. Heiko Enge  
(Staatliche Studienakademie Glauchau)

Studienrichtung Produktionstechnik

## Themenblatt Diplomarbeit

**Student:** Sachs, Falko                      **SG:** PT05/1                      **Matr.-Nr.:** 4050137

**Bildungsstätte:**                              Gebrüder Kunze GmbH

**Anschrift:**                                    Am Gründel 11  
09423 Gelenau

**Gutachter/Betreuer:**                      Herr Dipl.-Ing. Joachim Kunze

**Gutachter (Studienakademie):**        Herr Prof. Dr. Ing. Heiko Enge

### Thema der Diplomarbeit

**Unterstützung des Qualitätsmanagement durch eine "Computergestützte Qualitätssicherung (CAQ)"**

### Bearbeitungsschwerpunkte:

- Aufzeigen der Verbesserungsmöglichkeiten des Qualitätsmanagement durch CAQ
- Auswahl eines CAQ-Systems
- Analyse von zeitlichen Einsparmöglichkeiten
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Einführung des Systems

**Ausgabe des Themas:**                      **19. Mai 2008**

**Abgabe der Arbeit an die SR am:**        **18. August 2008**



Prof. Dr. Heiko Enge  
Studienrichtungsleiter  
Industrielle Produktion

Berufsakademie Sachsen  
Staatl. Studienakademie Glauchau  
Kopernikusstr. 51 / Pf 173  
08371 Glauchau  
Tel. (03763) 173-125  
Fax (03763) 173-180

www.ba-glauchau.de



# Inhaltsverzeichnis

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>II</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>III</b>
<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ANFORDERUNGEN AN QUALITÄT UND QUALITÄTSSICHERUNG</b> .....	<b>4</b>
2.1 WAS VERSTEHT MAN UNTER QUALITÄT?.....	4
2.2 ENTWICKLUNG DER ISO 16949 .....	5
<b>3. DAS QUALITÄTSMANAGEMENT</b> .....	<b>7</b>
3.1 TEILGEBIETE DES QUALITÄTSMANAGEMENTS .....	7
3.2 ISTANALYSE IN DER FIRMA GEBRÜDER KUNZE GMBH.....	8
<b>4. COMPUTERUNTERSTÜTZTE QUALITÄTSSICHERUNG (CAQ)</b> .....	<b>11</b>
4.1 DER BEGRIFF CAQ.....	11
4.2 EINGLIEDERUNG VON CAQ IN DAS CIM-KONZEPT .....	12
4.3 ANFORDERUNGEN AN EIN CAQ-SYSTEM.....	13
<b>5. WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG EINES CAQ-SYSTEMS</b> .....	<b>16</b>
5.1 QUALITÄTSKOSTEN .....	16
5.2 ANSÄTZE DER KOSTENEINSPARUNG .....	16
<b>6. AUSWAHL EINES CAQ-SYSTEMS</b> .....	<b>21</b>
6.1 MARKTANALYSE .....	21
6.2 ANGEBOTSEINHOLUNG .....	22
6.3 AUSWAHLVERFAHREN.....	23
6.4 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG .....	27
<b>7. EINFÜHRUNG DES CAQ-SYSTEMS</b> .....	<b>29</b>
7.1 PLANUNGSPHASEN.....	29
7.2 PHASE DER PRÜFPLANUNGSEINFÜHRUNG.....	29
7.3 INTEGRATION VON FEHLERSAMMELKARTEN .....	30
7.4 EINBINDUNG DES REKLAMATIONSMANAGEMENTS .....	31
7.5 ERSTELLEN VON ERSTMUSTERPRÜFBERICHTEN.....	32
<b>8. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b> .....	<b>34</b>
<b>A N H A N G</b> .....	<b>38</b>
ANLAGE 1: AUSZÜGE AUS DEM LASTENHEFT: .....	39
ANLAGE 2: FRAGENKATALOG FÜR DIE AUSWAHL EINES CAQ-SYSTEMS .....	42
ANLAGE 3: AUSZUG AUS DER STUDIENARBEIT 2 .....	44
ANLAGE 4: BERECHNUNG DER AMORTISATION .....	45
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>46</b>
<b>ABGABE EINER EHRENWÖRTLICHEN ERKLÄRUNG</b> .....	<b>47</b>

## Abbildungsverzeichnis

ABB. 1: BAUTEILE FÜR SCHALTUNGEN .....	1
ABB. 2: FLIEßPRESSTEILE FÜR FAHRWERKKOMPONENTEN UND ABSCHLEPPÖSEN.....	2
ABB. 3: VORDERSITZKOMPONENTEN.....	2
ABB. 4: ENTSTEHUNG DER NORM ISO/TS 16949 .....	6
ABB. 5: VON DER QUALITÄTSKONTROLLE ZUM QUALITÄTSMANAGEMENT .....	8
ABB. 6: DAS CIM-KONZEPT .....	12
ABB. 7: QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEM ALS KNOTENPUNKT SEINER TEILBEREICHE.....	14
ABB. 8: BEISPIEL FÜR ÄHNLICHE ARTIKEL EINER PRODUKTFAMILIE.....	18
ABB. 9: AMORTISIERUNG DER ANSCHAFFUNGSKOSTEN .....	28

## **Tabellenverzeichnis**

TAB. 1: BEWERTUNGSZUSAMMENSTELLUNG DER ANBIETER .....	26
---	----

## 1. Einleitung

Die Firma Gebrüder Kunze GmbH ist ein Spezialist für die Herstellung von Fließpressteilen. Durch die Kombination von Kaltumformung und Zerspanung werden hochwertige Bauteile mit engen Toleranzen und hohen Prozesskennwerten gefertigt. Das Produktionsprogramm beinhaltet weiterhin Drehteile und allgemeine Umformteile aus massivem Material. Diese finden dann Verwendung in der Automobilindustrie. Es handelt sich dabei um Bauteile für Schaltungen, Bremssysteme, Bremskraftverstärker, Stoßdämpfersysteme, Spurstangenelemente sowie Sitzverstellungen. Außerdem werden je nach Kundenwunsch sämtliche Vergütungszustände und Oberflächenbeschichtungen angeboten.

Der neue Standort der Firma in Gelenau ist bei 260 Produktionstagen pro Jahr vollständig ausgelastet und mit dem Neubau wurde die Produktionsfläche um mehr als das Doppelte vergrößert. Gearbeitet wird in drei Schichten. Die Auftragsmenge liegt zwischen 50.0000 und 12.000.000 Teilen pro Jahr und momentan werden 206 Mitarbeiter beschäftigt.



**Abb. 1: Bauteile für Schaltungen**  
(Quelle: Gebr. Kunze GmbH)



**Abb. 2: Fließpressteile für Fahrwerkkomponenten und Abschleppösen**  
(Quelle: Gebr. Kunze GmbH)



**Abb. 3: Vordersitzkomponenten**  
(Quelle: Gebr. Kunze GmbH)

Von den Bauteilen werden aufgrund ihres Einsatzes eine hohe Funktionalität und damit auch eine besondere Güte erwartet. Im Qualitätsmanagementhandbuch (QM-Handbuch) der Gebrüder Kunze GmbH ist unter anderem die Lieferung von qualitativ hochwertigen Produkten als oberstes Ziel definiert. Aber auch die Forderungen der Kunden, welche durch unterschiedliche Zertifizierungen geprüft werden, zielen auf die Fertigung qualitätsgerechter Produkte. Diese Qualitätsanforderungen haben zwei unterschiedliche Ursachen: So wie der Kunde sicherstellen will, dass die angelieferten Produkte fehlerfrei sind und ohne zusätzliche Kontrollen verbaut werden können, so strebt auch das Unternehmen selbst die Einsparung

von Qualitätskosten an, wie zum Beispiel Nacharbeitskosten, zusätzliche Kontrollen oder auch Rückrufaktionen.

Um diese Kundenanforderung gewährleisten zu können, müssen sowohl die Qualität überprüft als auch Fehler schnell erkannt werden.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, das momentane Qualitätsmanagement der Gebrüder Kunze GmbH zu untersuchen. Dabei soll festgestellt werden, welche Verbesserungsmöglichkeiten und damit Kosteneinsparungen durch den Einsatz einer CAQ-Software erreicht werden können. Weiterhin soll, neben einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, ein geeigneter Anbieter für ein computerunterstütztes Qualitätsmanagementsystem gefunden und ein solches in den Produktionsprozess der Firma integriert werden.

Grundlage ist die Studienarbeit 2 mit dem Thema „Optimierung der Qualitätskontrolle in der Fertigung zur Kostenreduzierung nachhaltiger Prüfaufgaben in der Gebrüder Kunze GmbH“. Aus dieser sind Textstellen übernommen wurden.

## 2. Anforderungen an Qualität und Qualitätssicherung

### 2.1 Was versteht man unter Qualität?

Um eine geeignete Fehlererkennung durchführen zu können, stellt sich zunächst die Frage, welche Anforderungen überhaupt an ein Produkt gestellt werden, was seine *Qualität* ausmacht. Die DIN 55350 T11 besagt dazu, dass eine Ware ganz bestimmten, vorher festgelegten Anforderungen, entsprechen muss. Bei Kunze bedeutet das zum Beispiel, den festgelegten Prüfplan einzuhalten.

Im Laufe der Zeit haben sich allerdings die Aktionen zur Erfüllung dieser Aufgabe gewandelt: Ursprünglich beurteilte man die Qualität von Produkten durch manuelles Sortieren nach Abschluss des Produktionsvorganges. Seit 1970 strebt man dagegen schon im Voraus eine Begrenzung des Fehleranteils an. Zu diesem Zweck vereinbarte man mit den Kunden einen annehmbaren Gütewert, dem Produkte bei der Lieferung entsprechen müssen, das so genannte Acceptable Quality Level (AQL).

Zur Prüfung des AQL wird so verfahren: Aus einer Lieferung werden Stichproben entnommen, welche auf ihre Güte hin geprüft werden. Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung sind dann Rückschlüsse auf die Qualität der gesamten Lieferung möglich<sup>1</sup>. Wenn dabei ein bestimmter Fehleranteil überschritten wird, wird die Ware entweder sortiert oder vom Kunden abgelehnt.

Aufgrund der kontinuierlich steigenden Qualitätserwartungen der (End)Kunden verkleinern sich auch die Toleranzen und akzeptierten Fehlerraten bei den Produzenten. So liegen seit 1980<sup>2</sup> die „akzeptierte[n] Fehlerraten [...] heutzutage im ppm-Bereich (Parts per Million)“<sup>3</sup>.

Auf diese Weise hat auch die Automobilindustrie über viele Jahre hinweg die Anforderungen an ihre Zulieferer erhöht und verlangt für die Sicherstellung der Qualität ganz spezielle Vorgehensweisen. Um ein Zuliefererbetrieb für die Automobilindustrie werden zu können, wird deshalb ein Nachweis gefordert, der die Einhaltung dieser Ansprüche bestätigt.

---

<sup>1</sup> Vergleiche Stichprobenverfahren nach DIN ISO 2859-1

<sup>2</sup> Vergleiche [PFE07], S. 6

<sup>3</sup> [PFE01], S. 3

Dies geschieht durch eine so genannte Zertifizierung der Zulieferer, welche zum Beispiel durch den Technischen Überwachungsverein (TÜV) durchgeführt wird.

Eine normale Unternehmenszertifizierung erfolgt nach ISO 9000 ff<sup>4</sup> und bringt eine Vielzahl von Normen, Regelwerken und Anforderungskatalogen mit sich. Allerdings deckt diese weltweit geltende Normengruppe nicht den Umfang der Forderung der Automobilindustrie ab, sodass unterschiedliche eigene Werksnormen hinzugefügt wurden und die Menge der spezifisch von den Herstellern gewünschten Richtlinien für den Lieferanten weder überschaubar noch einhaltbar war.

## 2.2 Entwicklung der ISO 16949

1992 haben sich deshalb Ford, General Motors und Chrysler, bekannt unter dem Namen AIAG (Automotive Industry Action Group) oder der Bezeichnung „Big Three“, zusammengeschlossen, um einheitliche Qualitätsanforderungen für Automobilzulieferer zu erstellen. So entstand die amerikanische Qualitätsnorm QS-9000. Dabei liegen die Schwerpunkte im Freigabeverfahren, im Projektmanagement der Entwicklung, der Fertigungsstatistik und der Bewertung von Mess- und Prüfsystemen.

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) stellte dann 1989 eine Antwort auf den amerikanischen Forderungskatalog QS-9000 auf. Dabei vereinigte man die Forderungsnormen der französischen Automobilindustrie mit EAQF (Evaluation d'Aptitude à la Qualité pour les Fournisseurs), der italienischen Automobilindustrie mit AVSQ (È l'associazione nazionale dei valutatori di sistemi qualità) und der deutschen Automobilindustrie VDA. Hinter AVSQ stehen dabei Fiat, Iveco und 16 größere Zulieferer, bei EAQF schlossen sich PSA, Peugeot, Citroen und Renault zusammen und die deutschen Firmen Audi, BMW, Daimler und VW sind die Hauptvertreter der VDA-Norm. Die VDA 6.1 wird als eine Vereinheitlichung der drei Normengruppen AVSQ, EAQF und VDA verstanden.

Dennoch konnte noch immer keine internationale Vereinheitlichung oder Harmonisierung erreicht werden. Erst durch die ISO/TS 16949 werden QS-9000, VDA 6.1 und ISO 9001:2000, welche als Grundlage dienen, zusammengefasst. Durch die

---

<sup>4</sup> Vergleiche [PFE07], S. 30

ISO/TS 16949:2002, die von der International Automotive Task Force (IATF) und der Japan Automobile Manufacturers Association Inc. (JAMA) erarbeitet wurde, konnten die Automobilanforderungen letztendlich soweit vereinheitlicht werden, sodass eine international anerkannte Normung erreicht wurde.

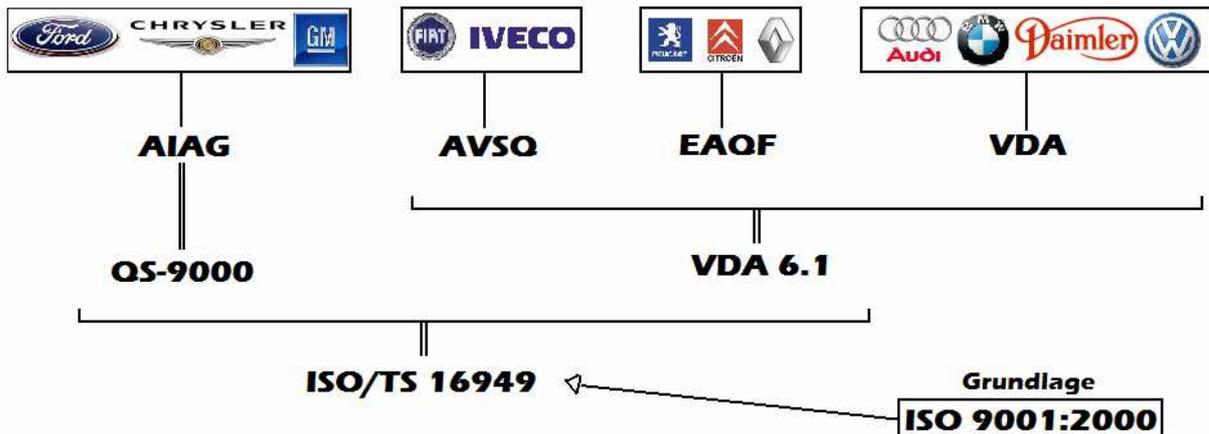


Abb. 4: Entstehung der Norm ISO/TS 16949

Ziel des Regelwerks der ISO/TS 16949 ist, neben der internationalen Harmonisierung der Normungen, auch die Verbesserung der System- und Prozessqualität. So erwartet man zum Beispiel, einen deutlichen Rückgang der Anzahl an Rückrufaktionen. Doch das erfordert auch den Aufbau und die Pflege eines umfangreichen Qualitätsmanagementsystems (QM-System), das nicht nur hilft, Fehler in der Produktion zu vermeiden, sondern auch ständig Verbesserungsmöglichkeiten schafft. Geeignete Quellen hierfür sind unter anderem die Prüf- und Messtechnik, Qualitätsregelkarten, die Statistische Prozesslenkung (SPC) und eine computerunterstützte Qualitätssicherung.

### 3. Das Qualitätsmanagement

#### 3.1 Teilgebiete des Qualitätsmanagements

Wie bereits deutlich geworden ist, erfordert die Herstellung qualitativ hochwertiger Produkte ein *funktionierendes* Qualitätsmanagement, das unter anderem die Anforderungen aus Qualitätsplanung, -sicherung, -lenkung und -verbesserung in sich vereint.

„Die Umsetzung der Qualitätsanforderungen des Kunden in ein lieferfähiges Produkt beginnt mit der *Qualitätsplanung*, die alle qualitätsbezogenen Planungsaktivitäten vor Produktionsbeginn umfasst.“<sup>5</sup> Auf diese Weise können produktbezogene Qualitätsanforderungen, welche meist durch Kundenzeichnungen übermittelt werden, von Planungsbeginn an bis hin zur Herstellung verfolgt werden. Zu diesem Teilbereich zählen Qualitätsvorausplanung, Prüfplanung und Prozessanalyse.

Im Anschluss daran ist die *Qualitätssicherung* dafür zuständig, dass keine Fehler während des Fertigungsprozesses entstehen. Dies geschieht „in einer umfangreichen Dokumentation, dem Qualitätsmanagementhandbuch (QM-Handbuch), worin z.B. die einzelnen Arbeitsschritte zur Prüfung eines Produktes beschrieben werden.“<sup>6</sup> Hierzu werden sowohl Prüfplan- und Prüfmittelverwaltung sowie Qualitätsnachweise gezählt.

Unter *Qualitätslenkung* versteht man „die vorbeugenden, überwachenden und korrigierenden Tätigkeiten bei der Realisierung der Einheit mit dem Ziel, die Qualitätsanforderungen zu erfüllen“ [DIN 55350 T11]. Dabei werden Qualitätsprüfungen ausgewertet und es wird gegebenenfalls in den Prozess eingegriffen.

Schließlich soll die *Qualitätsverbesserung* dazu dienen, die Qualität aufrecht zu erhalten und vor allem weiterzuentwickeln, was unter anderem durch die Anwendung kontinuierlicher Verbesserungsprozesse erreicht wird. Auch das Fehlermanagement ist an dieser Stelle zu nennen. Denn durch eine strukturierte Maßnahmenverfolgung werden Verbesserungen im Prozess erreicht.

Die Beschreibung der Teilgebiete des Qualitätsmanagements macht deutlich, dass bei der Qualitätsbetrachtung das gesamte Unternehmen mit all seinen Mitarbeitern einbezogen

---

<sup>5</sup> [REI96] S. 26

<sup>6</sup> [REI96] S. 28

werden muss. Dies wird umso deutlicher, wenn man das Gesamtsystem in die Stufen der Qualitätskontrolle, der Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements einteilt und sie unter den Gesichtspunkten verschiedener Strategien und Methoden, den zur Verfügung stehenden Instrumentarien und den infrage kommenden Gegenstandsbereichen betrachtet, wie in der folgenden Abbildung verdeutlicht wird:

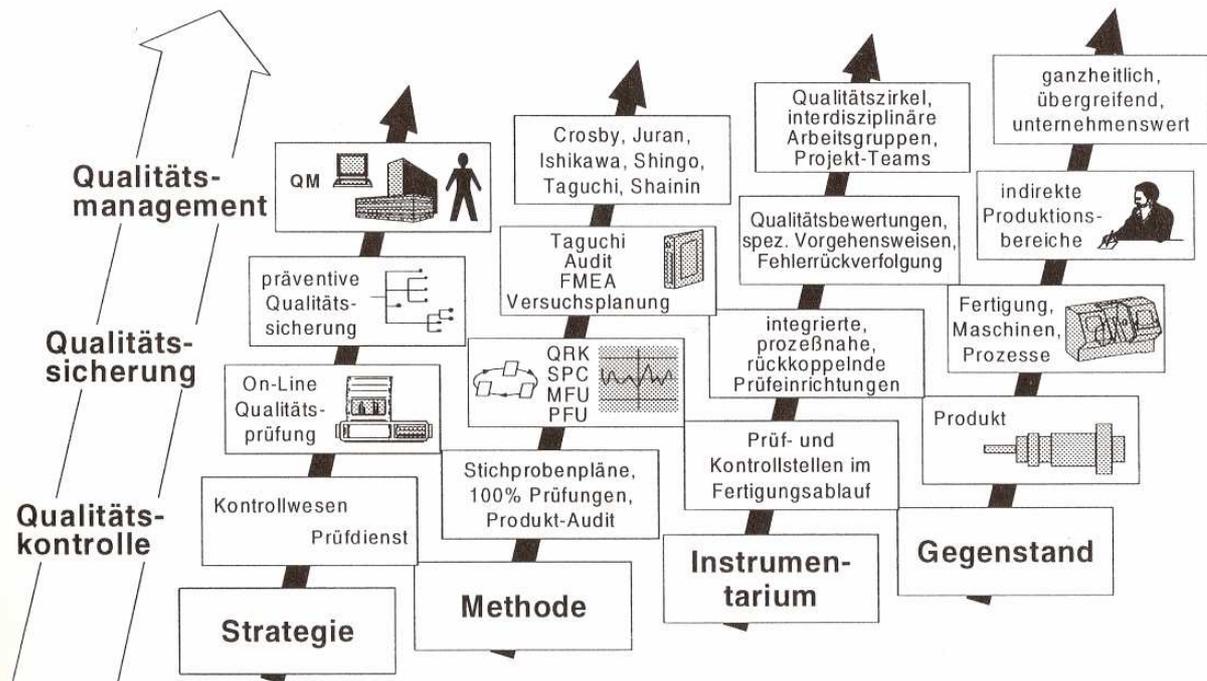


Abb. 5: Von der Qualitätskontrolle zum Qualitätsmanagement<sup>7</sup>

### 3.2 Istanalyse in der Firma Gebrüder Kunze GmbH

Die in dem System angesprochenen Qualitätsmanagementaufgaben werden bei der Gebrüder Kunze GmbH von verschiedenen Abteilungen wahrgenommen. So obliegt es der Verantwortung der Qualitätsvorausplanung (APQP - Advanced Product Quality Planning), Prüfpläne zu erstellen, Fehlermöglichkeits- und Einflussanalysen vorzunehmen und einen Control-Plan zu erarbeiten.

Mögliche Veränderungen der Prüfpläne werden dann durch die Arbeitsvorbereitung durchgeführt. Ferner ist die Qualitätssicherung damit betraut, Unterlagen für die Wareneingangs- und -ausgangsprüfung zu erstellen, die Messmittelverwaltung zu

<sup>7</sup> [REI96] S. 15

übernehmen, das Reklamationsmanagement, die Maßnahmenverfolgung, sowie die Auditierung durchzuführen; sie nimmt außerdem Lieferantenbewertungen vor und erstellt überdies Bemusterungsunterlagen.

Obwohl sämtliche dieser Maßnahmen bereits über Excel-Tabellen ausgeführt werden, gibt es keinerlei Datenschnittstellen untereinander, was nicht nur einen Mehraufwand für die Datenerfassung, sondern auch ein Erschweren der Datenfindung und -verarbeitung mit sich bringt. Beispielsweise werden Maßangaben aus Kundenzeichnungen zum einen in einer Tabelle für die Bemusterungen, zum anderen in einer Tabelle für den Control-Plan und weiterhin in einer Tabelle für die Endprüfung erfasst. Weitere qualitätsrelevante Unterlagen befinden sich in Programmordnern der Arbeitsvorbereitung, andere wiederum sind in denen der Qualitätssicherung zu finden.

An dieser Stelle werden bereits die Nachteile einer solchen Arbeitsweise deutlich: es existieren Unmengen von Excel-Tabellen, welche überdies von verschiedenen Personen gepflegt werden. Der Zugriff auf vorhandene Daten wird erschwert oder gar verunmöglicht. Manche Informationen werden mehrfach erfasst und gepflegt, was dazu führt, dass unterschiedliche Kenntnisstände erzeugt werden.

Sind die Prüfpläne einmal erstellt, werden sie dem Werker in Papierform ausgehändigt. Er füllt sie im Verlauf seiner Tätigkeit handschriftlich aus und heftet sie nach Beendigung seiner Schicht ab. Auf diese Weise sammelt sich eine Vielzahl individueller Qualitätsnachweise an, deren Analyse nur mit viel Aufwand betrieben werden kann, sei es, da Handschriften entziffert oder Einzelwerte miteinander verglichen werden müssen, oder einfach, da sich die Daten über mehrere Dokumente verteilen. Auf diese Weise ist es fast unmöglich, direkte Vergleichswerte zu erfassen, die vor allem für die Ermittlung von Erfahrungswerten zur Arbeitsvorbereitung bei neuen Produkten unerlässlich sind.

Ein weiteres Beispiel liefert der Bereich der Prüfmittelverwaltung. Auch dieser wird in Form von einer Excel-Tabelle geführt, die unter anderem Daten zu Kalibrierterminen für Mess- und Prüfmittel enthält. Leider lassen es die Grenzen des Programms jedoch nicht zu, dass fällige Kalibriertermine automatisch ausgewiesen werden, sodass der QS-Mitarbeiter die Tabelle selbst nach fälligen Terminen durchsuchen muss. Das ist nicht nur umständlich sondern auch zeitaufwendig und damit kostenintensiv.

Eine Teillösung dieses Problems wurde bereits erzielt, als in der Firma eine Software für das Reklamationsmanagements eingeführt wurde. Sie führte in diesem Bereich zu einer deutlichen Verbesserung, jedoch handelt es sich nur um eine „Rechnerunterstützung isolierter Qualitätsfunktionen ohne informationstechnische Anbindung an andere Funktionen im Bereich der Qualität“<sup>8</sup>. Diese Insellösung hat nun wiederum den Nachteil, dass es sich erneut um eine separate Datenverarbeitung handelt, für die Kunden-, Lieferanten- und Artikeldaten gesondert gepflegt werden müssen. Auch das wirkt sich negativ auf ein effektives Arbeiten aus.

An den hier angeführten Beispielen wird deutlich, welche Vorteile ein zusammenhängendes Datensystem für die Firma Gebrüder Kunze GmbH haben kann. Es führt nicht nur zu effektiverem Arbeiten, da das Anlegen der Daten einmalig ist und ihre weitere Pflege mit weniger Aufwand als bisher betrieben werden kann, sondern alle Beteiligten haben dann auch Zugriff auf ein einheitliches Informationsnetzwerk und sind in der Lage einen gleichwertigen Kenntnisstand aufzubauen.

---

<sup>8</sup> [KAM05], S. 37

## 4. Computerunterstützte Qualitätssicherung (CAQ)

### 4.1 Der Begriff CAQ

Um die oben genannten Teilbereiche zu vereinen, bietet die CAQ einen hervorragenden Ansatz. Bei dieser rechnergestützten Lösung wird eine normgerechte Zusammenführung aller Anforderungen angestrebt.

Der Begriff CAQ wird in der Literatur unterschiedlich definiert. Ursprünglich stand das Akronym für den englischen Begriff computer-aided quality control. So deutet Sachs ihn folgendermaßen:

(Rechner-) oder computerunterstützte Qualitätskontrolle durch prozeßintegrierte Verarbeitung numerischer Daten zwecks der Sortierung von Produkten nach unterschiedlicher Qualität.<sup>9</sup>

Durch die neuen technischen Möglichkeiten, aber auch durch die immer weiter steigenden Anforderungen an die Qualität, änderte sich auch die Definition. Heute wird unter CAQ computer-aided quality assurance verstanden. Übersetzt wird es durch Sachs mit:

Computer- oder (rechner-) gestützte Qualitätssicherung durch prozeßinterne Verarbeitung objektiver alphanumero-grafischer Information zur Steuerung der Qualität von Produkten und Prozessen.<sup>10</sup>

Es wird also schon an dem neuen Begriff deutlich, dass nicht mehr ausschließlich die *Kontrolle* sondern vielmehr die *Sicherung* der Qualität während des Prozesses im Mittelpunkt steht. Im alltäglichen Gebrauch verwendet man nun die vereinfachte Phrase „rechnergestützte Qualitätssicherung“.

Die Integration der Rechentechnik hat auf den Gebieten der Konstruktion, der Fertigungsplanung und der Maschinensteuerung bereits eine lange Geschichte. Seit 1980 werden in Deutschland CAQ-Systeme entwickelt. Anfangs beschränkten sich diese auf die

---

<sup>9</sup> [SAC93], S. 4

<sup>10</sup> ebd.

Prüfung der Fertigung, des Wareneingangs und -ausgangs.<sup>11</sup> Erst in den 90er Jahren wurden sie ein fester Bestandteil der computerintegrierten Produktion (CIM). Darauf wird im Folgenden näher eingegangen.

#### 4.2 Eingliederung von CAQ in das CIM-Konzept

Computer Integrated Manufacturing (CIM) vereinheitlicht mit Hilfe eines EDV-Einsatzes das Zusammenwirken aller betrieblichen Bereiche. Schon 1988 betont Hofmann: „Es ist vorauszusehen, daß [diese] Technologie [...] zu einer [...] Beherrschung informatischer Prozesse in Konstruktion und Technologie führt und damit erheblich zur Qualitätssicherung industrieller Produktionsprozesse beitragen wird [...].“<sup>12</sup> Das Konzept beinhaltet die beiden Teilbereiche CAD/CAM und PPS. Der erstgenannte, Computer Aided Design and Manufacturing, integriert als Subsystem unter anderem die rechnergestützte Planung, CAP (Computer Aided Planning), und CAQ. Das PPS-System andererseits beinhaltet die Prozesse der Produktionsplanung und –steuerung oder der Kapazitätsplanung.

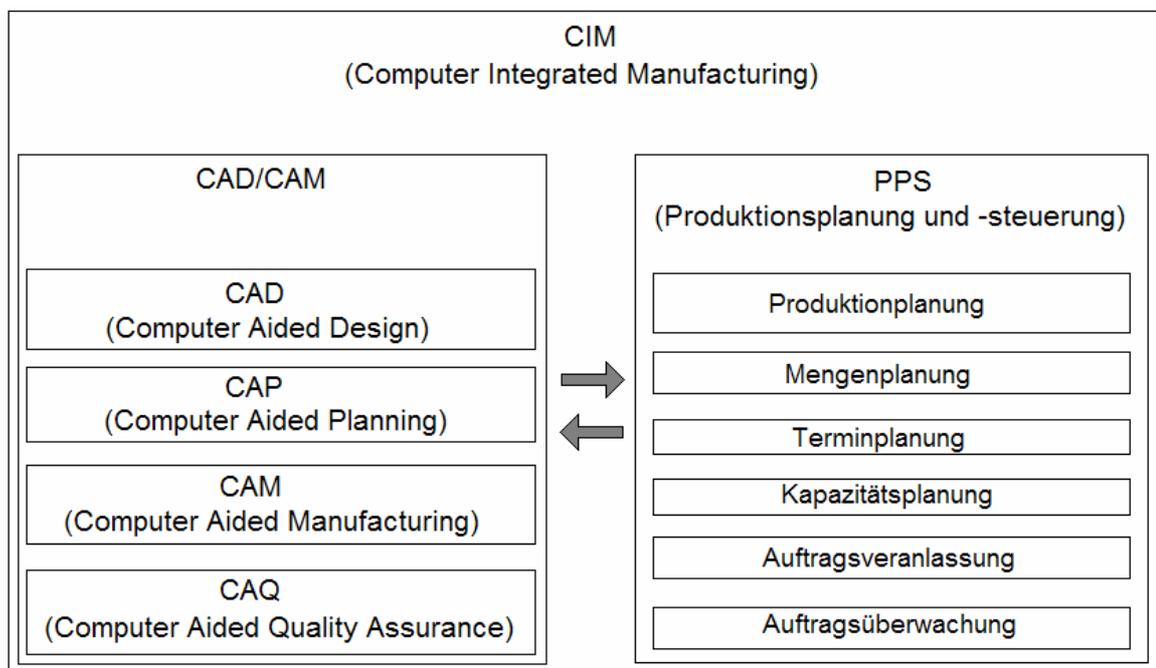


Abb. 6: Das CIM-Konzept<sup>13</sup>

<sup>11</sup> Vergleiche [QUA06], S. 10

<sup>12</sup> [HOF88] S. 147

<sup>13</sup> Vergleiche [DEU87], S. 12

Hofmann beschreibt die Funktionsweise dieses Systems folgendermaßen:

[Es ist] dadurch gekennzeichnet, daß vereinheitlichte, streng kanalisierte und hoch organisierte Energie- und Stoffströme zunehmend auch durch vereinheitlichte, streng kanalisierte und hoch organisierten Informationsströme entworfen, umgesetzt, erkannt, überwacht und gesteuert werden.

Die grundlegenden Informationen über Einzelteile, Baugruppen und Erzeugnisse werden in der Produktionsphase erzeugt und reichen bis in Produktionsplanung und -steuerung PPS [...].<sup>14</sup>

Die beschriebene Eingliederung zeigt, dass CAQ in einem Gesamtkonzept betrachtet werden muss, das auf die Zusammenführung unterschiedlicher Ressourcen abzielt, um anstehende Aufgaben bewältigen zu können. Welche Anforderungen für ein erfolgreiches Funktionieren des Systems und damit für eine problemlose Eingliederung in den Produktionsprozess zu erfüllen sind, soll im folgenden Abschnitt untersucht werden.

### 4.3 Anforderungen an ein CAQ-System

Wie in den obigen Ausführungen bereits ersichtlich geworden ist, muss das gesamte Qualitätsmanagement im CAQ-System widerspiegelt werden. Eine Verknüpfung der Teilbereiche untereinander, wie sie in der untenstehenden Grafik (Abbildung 7) erkennbar sind, ist unabdingbar, denn nur dann wird sich ein derartiges System rechnen und problemlos in den Herstellungsprozess integrieren können.

Stammdaten für das Qualitätsmanagement aus verschiedenen Teilbereichen, wie Kundendaten, Lieferantenangaben und Artikeldetails, sollen über ein PPS-System zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin müssen, um ein reibungsloses Funktionieren des Systems zu gewährleisten, Messdaten aus Wareneingängen, Zwischenprüfungen und Endkontrollen erfasst und gespeichert werden, denn: Die „CAQ-Systeme analysieren, dokumentieren und archivieren qualitätsrelevante Daten zu Fertigungsprozessen“<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> [HOF88] S. 149

<sup>15</sup> [WAN07], S. 46

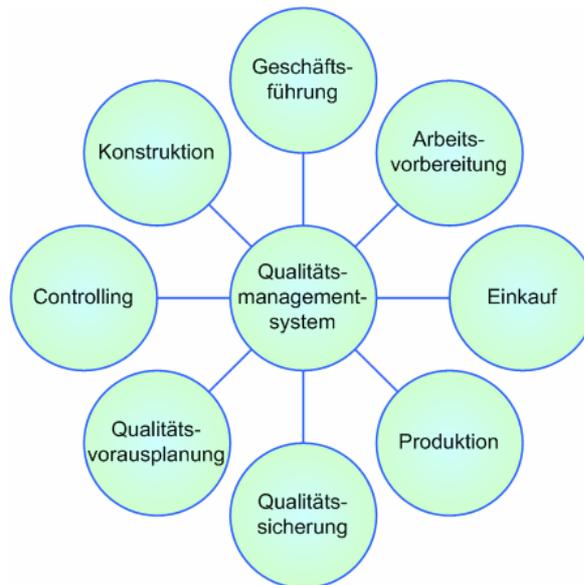


Abb. 7: Qualitätsmanagementsystem als Knotenpunkt seiner Teilbereiche

Nach der Feststellung dieser grundlegenden Anforderungen an ein CAQ-System, wird es nun erforderlich die speziellen Bedürfnisse der Gebrüder Kunze GmbH in Form eines Lastenheftes festzuhalten, um anschließend Angebote für eine solche Software einholen zu können. In einem solchen Lastenheft werden „die Anforderungen, Erwartungen und Wünsche an ein Produkt formuliert.“<sup>16</sup> In diesem Fall beziehen sie sich unter anderem auf das Verlangen, die Datenpflege zu vereinfachen, verschiedene Aufgaben zu automatisieren oder allgemein eine Arbeitserleichterung zu schaffen. Weiterhin soll das neue System in die bereits bestehende Softwarelandschaft eingliedert werden, weswegen es nötig ist, Systemschnittstellen zu definieren. Das ermöglicht nicht nur die Kommunikation zwischen verschiedenen Systemen, sondern auch die digitale Datenübertragung von Messmitteln. Zusätzlich muss das System normgerecht aufgebaut sein, was bedeutet, dass es der DIN ISO 9000 ff und der TS 16949 entsprechen muss. Diese standardisierten Vorgaben fordern zum Beispiel die lückenlosen Dokumentation von Messwerten, sowie die Rückverfolgung von Materialchargen. Zusätzlich sollte zu den Forderungen im Lastenheft die Verpflichtung des Herstellers festgehalten werden, Mitarbeiter in der Nutzung der Software zu schulen.

<sup>16</sup> [WAN07], S. 136

Allgemein bleibt also zu betonen, dass „[je] genauer und detaillierter ein [Lastenheft] erarbeitet ist, umso leichter ist

- die richtige Systemauswahl
- die Integrationsfähigkeit des CAQ-Systems in die Aufbau- und Ablauforganisation und
- die Kalkulation der Kosten für Software-Anpassung und die Hardware-Kosten.“<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> [SAC93], S. 95

## 5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines CAQ-Systems

### 5.1 Qualitätskosten

Die oben genannten Anforderungen an ein bereichsübergreifendes Qualitätsmanagementsystem verfolgen nicht nur das Ziel, die Herstellung fehlerfreier Produkte sicherzustellen. Vielmehr steht heute auch der ökonomische Gedanke im Vordergrund. Um eine wirtschaftliche Bewertung durchführen zu können, muss zuerst geklärt werden, was unter Qualitätskosten verstanden wird.

Allgemein könnte gesagt werden, dass unter Qualitätskosten die finanziellen Aufwendungen zu verstehen sind, die für Messausrüstungen und Personalaufwendungen aufzubringen sind. Doch diese Betrachtung wäre zu eng gefasst, denn sie spiegelt nur einen Teil der zu treffenden Investitionen wider. Werden die Qualitätskosten intensiver betrachtet, so zählen dazu auch Fehlerverhütungs-, Prüf- und Fehlerkosten.<sup>18</sup> Unter Fehlerverhütungskosten fallen die Belastungen für Qualitätsplanung, Fertigungsfehleranalyse, Prüfplanung, Prüfmittel und ebenso die Aufwendungen für die Sicherstellung der Qualifikation des Personals. Prüfkosten entstehen bei der Kontrolle des Warenein- und Warenausgangs, bei Fertigungs-, Zwischen- und Endprüfungen. Für den Fall, dass fehlerhafte Teile produziert wurden, entstehen Ausschuss- und Nacharbeitskosten oder sogar Reklamationskosten, welche dann unter dem Punkt der Fehlerkosten zusammengefasst werden.

### 5.2 Ansätze der Kosteneinsparung

Bei einer oberflächlichen Betrachtung der Kostenzusammensetzung, könnte angenommen werden, dass Einsparungen nur durch die Reduzierung der Fehlerkosten erreicht werden können, da Fehlerverhütungs- und Prüfkosten unweigerlich bei einem Produktlebenslauf entstehen. Allerdings ist diese Ansicht nicht vollständig. Durch die Tatsache, dass die Qualitätskontrollen durch das neue System vor allem eine rechnerbasierte Unterstützung erhalten, können vor allen Dingen Arbeitszeiten eingespart werden.

---

<sup>18</sup> Vergleiche [HOF88], S. 39

Es musste nun also herausgefunden werden, wo genau in der Firma Gebrüder Kunze GmbH Einsparungspotentiale verborgen liegen und wie hoch diese sein können.

Zu diesem Zweck wurde eine umfangreiche Untersuchung zu möglichen Arbeitszeiteinsparungen durchgeführt. Betrachtet wurde der Fall, inwieweit Ausgaben reduziert werden könnten, wenn der Herstellungsprozess durch ein rechnergestütztes CAQ-System begleitet würde. Dabei wurde zudem von 220 Arbeitstagen und Belastungen von 12 € pro Arbeitsstunde ausgegangen.

Die mit einem CAQ-System präsentierte Schnittstelle zu einer Datenbank (PPS-System) hat, wie bereits beschrieben, den Vorteil, dass Stammdaten über Kunden, Artikel oder Lieferanten, keiner Mehrfachpflege im Sinne doppelt geführter Computerdateien bedarf. Bei der Gebrüder Kunze GmbH müssen monatlich die Angaben von durchschnittlich drei Neuteilprojekten in das System eingepflegt werden, was für jedes Produkt zu einem Zeitaufwand von rund zwei Stunden führen kann. Ohne das CAQ-System werden 72 Stunden der Arbeitszeit pro Jahr darauf verwendet, die Projektdaten in unterschiedliche Dateien zu speisen und ein nicht weniger erheblicher Aufwand ist nötig, zusammengehörige Daten wieder zu finden. Die Verwendung eines computergestützten Qualitätssicherungssystems hätte dagegen eine Einsparung bis zu 50 % der Arbeitszeit zur Folge. Dies führt zu erheblich geringeren Lohnkosten: statt vorher 864 € pro Jahr fallen nun nur noch 432 € pro Jahr an.

Mit den eben beschriebenen CAQ-Schnittstellen lässt sich ebenfalls davon profitieren, dass die digital erstellten Konstruktionszeichnungen nicht mehr wie bisher nach dem Ausdrucken an die einzelnen Abteilungen verteilt werden müssen, um dort umständlich in Aktenordner geheftet zu werden. Das Verteilen von Konstruktionszeichnungen würde bei einem Zeitaufwand von 30 Minuten in der Woche zu Lohnkosten von 264 € im Jahr für diesen Arbeitsschritt führen.

Nun lassen sich diese Zeichnungen aber direkt im CAQ-System speichern, um über besagte Schnittstellen von jedem Arbeitsplatz aus abrufbar zu sein. Durch die Verteilung der Zeichnungen über das System entfallen solche Arbeitsschritte, wie das Ausdrucken, die Suche nach Zeichnungen in Aktenordnern oder Kopieren dieser, komplett. Geht man davon aus, dass in der Firma dafür eine Stunde am Tag aufgewendet wird, entsteht eine jährliche Einsparung von 2.640 €.

Zusätzlich sollte an dieser Stelle auch der Aspekt der Fehlerkostenvermeidung gesehen werden. Dadurch, dass keine Zeichnungen mehr in Form von Papier im Umlauf sind, sind automatisch auch keine veralteten Zeichnungen mehr vorhanden. Jeder Arbeitsplatz hat aufgrund der Digitalisierung immer nur Zugriff auf die aktuellste Version einer Konstruktionszeichnung, sodass Produktionsfehler aufgrund von mangelndem Wissen über das Vorhandensein einer neuen Zeichnung nicht mehr entstehen können.

Auch im Bereich der Prüfplanung bietet ein CAQ-System weit reichende Vorteile. Es ist zum Beispiel nicht notwendig für jedes Produkt komplett neue Prüfpläne zu erstellen. Besonders bei Produktfamilien, wie in Abbildung 8 beispielhaft veranschaulicht, können Teile bereits vorhandener Pläne in die Erstellung neuer Messanweisungen einbezogen werden. Nach der Erarbeitung eines Masterplanes für eine bestimmte Produktfamilie, lassen sich die in ihm vorhandenen Angaben dafür verwenden, durch einfaches Kopieren von Datenteilen, einen neuen Plan für ähnliche Artikel zu erzeugen.

**Produktfamilie 1**

—	Artikel 1		
└─	Durchmesser	29,1 mm	
└─	Länge	15,5 mm	
—	Artikel 2		
└─	Durchmesser	29,1 mm	
└─	Länge	20,5 mm	
—	Artikel 3		
└─	Durchmesser	35,1 mm	
└─	Länge	15,5 mm	

**Abb. 8: Beispiel für ähnliche Artikel einer Produktfamilie**

Bei einem Arbeitsaufwand von 7,5 Stunden pro Monat für das Erstellen der Prüfpläne und Lohnkosten von 990 € pro Jahr, müssten außerdem noch Arbeitskosten für das Ausdrucken und Verteilen der Pläne, ähnlich wie bei der Verteilung der Konstruktionszeichnungen, berücksichtigt werden. Nach der Einführung eines CAQ-Systems

können an dieser Stelle ca. 5,5 Stunden pro Monat eingespart werden, was eine Kostenreduktion von jährlich 726 € mit sich bringen würde.

Es ist weiterhin positiv anzumerken, dass so erstellte und freigegebene Prüfaufträge sofort über das System und ohne manuelle Vermittlungswege an die Fertigung übergeben werden können.

Nach der Beendigung der administrativen Aufgaben (Erstellen und Speichern der Konstruktionszeichnungen, Erstellen und Speichern der Prüfanweisungen, etc.) stehen dem Werker nun also sämtliche für seine Aufgabe benötigten Dokumente über einen in das System eingebundenen Rechnerarbeitsplatz zur Verfügung. Obwohl sich am Umfang der Messaufgaben des Werkers in dem Sinne nichts verändert, bietet ihm das CAQ-System eine Arbeitserleichterung in dem Maße, als dass die Messwerte nicht mehr manuell sondern digital erfasst werden können. Die dafür benötigten Messmittel können nämlich ebenso über Schnittstellen in das Gesamtsystem integriert werden. Bemisst man also einen Arbeitsaufwand von sechs Sekunden für das handschriftliche Festhalten eines Messwertes und eine Vorgabe von durchschnittlich sechs Maßen pro Maschine, so müssen bei 41 laufenden Maschinen 1.089 Stunden im Jahr für die Messwerterfassung einkalkuliert werden, was zu Lohnkosten von 13.068 € führt.

Für die Aufgabe der Messmittelverwaltung bietet das System außerdem eine automatische Überwachungsfunktion, was bedeutet, dass es unter anderem Kalibriertermine anzeigen kann. Auf diese Weise muss ein Mitarbeiter diese Angaben nicht mehr wie bisher einzeln aus Excel-Tabellen herausuchen, woraus eine Zeitersparnis von einer Stunde pro Woche und damit eine Kostenreduktion von 528 € im Jahr folgt.

Auch für Prozessauswertungen (Fähigkeitsuntersuchungen) müssen nun nicht mehr drei Stunden pro Woche aufgewendet werden, denn die Auswertung manuell erfasster Prüfpläne entfällt. Es entsteht eine jährliche Einsparung von weiteren 1.584 €.

Überdies sind weitere Einsparungen bei der Dokumentation der Erstmusterprüfung denkbar. Für einen Erstmusterprüfbericht sind dem Kunden eine Konstruktionszeichnung mit durchnummerierten Maßangaben (Stempelung) und ein vorgeschriebener Prüfbericht

zuzusenden. Die Nummerierung der Maße dient dem Zweck, zu messende Werte nach Vorgabe der Konstruktionszeichnung eindeutig denen im Prüfbericht zuzuordnen. Ohne die Unterstützung durch ein CAQ-System musste diese Stempelung von Hand vorgenommen werden, um im Folgenden die Zeichnungsmaßangaben in eine Excel-Vorlage zu übertragen. Das hat unter anderem den Nachteil, dass die Excel-Vorlage für jedes einzelne Produkt neu angepasst werden muss. Mit einem CAQ-System entfällt ein solcher Arbeitsaufwand. Die Software ist in der Lage, Maße aus digitalen Zeichnungen (CAD) so auszulesen, dass sie automatisch als Sollangaben für die Erstmusterprüfung im Programm vorliegen. Gleichzeitig wird auch die Stempelung vorgenommen. Der Mitarbeiter der Qualitätssicherung hat auch hier die Möglichkeit, die Messdaten digital von den an das System angeschlossenen Messmitteln zu übernehmen. Eine Dokumentation in Papierform ist also auch hier nicht mehr nötig. Das computergestützte Qualitätssicherungssystem führt nun selbst die Daten aus der Messung und die Kunden- und Artikelinformationen aus dem PPS-System zusammen und passt diese automatisch dem geforderten Prüfdokument an. Wenn die manuelle Messwerterfassung und Stempelung, sowie die Datenzusammenführung nach dem herkömmlichen Wege entfallen, würden die Neuerungen zu Einsparungen in Höhe von 1.056 € im Jahr führen.

Sollte ein solches computergestütztes Qualitätssicherungssystem eingeführt werden, bestünde der eigentliche Vorteil darin, dass die Ausmaße von Fehlerkosten erheblich gesenkt werden können, da Fehler nun vorzeitig erkennbar und behebbar werden. Dadurch, dass aktuelle Informationen nun jederzeit und an jedem Arbeitsplatz über das System zur Verfügung stehen, entfallen Fehlentscheidungen aufgrund von Nichtwissen. Durch diesen positiven und lückenlosen Informationsfluss kann auch die Herstellung von Produkten schneller und effizienter durchgeführt werden. Durch diese Senkung der Fehler können auch nachhaltige Prüfaufgaben, zum Beispiel die Sortierung, deutlich verringert werden. So werden momentan 30 Arbeiter für die manuelle Kontrolle eingesetzt. Bei einem durchgängig eingeführten CAQ-System könnten die Kosten auf ein Drittel reduziert werden, was einen Einsparungsumfang von 54.000 € pro Jahr bedeuteten würde.

## 6. Auswahl eines CAQ-Systems

### 6.1 Marktanalyse

Um einen geeigneten Anbieter von CAQ-Systemen zu finden, musste zu erst eine Marktanalyse durchgeführt werden. Dabei wurde festgestellt, dass sich mindestens 250 Firmen mit diesem Thema auseinandersetzen und diese unterschiedlichste Programme, von kleineren Accessanwendungen bis hin zu komplexen Eigenentwicklungen, anbieten.

Da ein Auswahlverfahren aller Anbieter undenkbar ist, wurden die Firmen von vornherein ausgeschlossen, welche die TS 16949 nicht als Grundlage verfolgen. Weiterhin wurde untersucht, welche Referenzen die Anbieter bereits nachweisen konnten. So wurde zum Beispiel auch verglichen, ob namhafte Automobilzulieferer bereits mit den angebotenen Produkten arbeiten.

Aus der Vielzahl von Ergebnissen wurden sechs Anbieter herausgefiltert. Diese waren:

- iq's Software GmbH (Baden-Baden)
- ddw Computersysteme GmbH (Lübeck)
- CAQ AG Factory Systems (Rheinböllen)
- DTM Datentechnik GmbH (Lüdenscheid)
- Böhme & Weihs Systemtechnik GmbH & Co. KG (Sprockhövel)
- Bابتec Informationssysteme GmbH (Wuppertal).

Die hier genannten Firmen erfüllen die ersten Anforderungen und können auch Referenzen aus der Automobilbranche vorweisen. Damit wurden sie zu den Kandidaten, die das Auswahlverfahren durchlaufen sollten, was im Folgenden beschrieben wird.

## 6.2 Angebotseinholung

Mit Hilfe des erstellten Lastenheftes wurden die oben genannten Anbieter mit der Bitte angeschrieben, eine Offerte zu erstellen.

Die Firma ddw Computersysteme GmbH sendete kein Angebot zu, weswegen sie bereits zu Beginn des Auswahlverfahrens ausgeschlossen wurde. Das Angebot der Firma DTM Datentechnik GmbH wurde ebenfalls vorzeitig wegen unzureichender Erfüllung der Anfrage abgelehnt. Beim Vergleich der anderen Angebote wurde schnell deutlich, dass jede Firma einen eigenen individuellen Systemaufbau anbietet. So werden Komplettprogramme angeboten, einzelne Module in unterschiedlichen Umfängen und verschiedenen Lizenzvarianten. Dennoch entsprachen die verbliebenen vier Anbieter zunächst den im Lastenheft geforderten Ansprüchen, weshalb sie zu einer Produktpräsentation in die Firma Gebrüder Kunze GmbH eingeladen wurden. Auf diese Weise wurde eine Möglichkeit geschaffen, einen persönlichen Eindruck der Hersteller zu gewinnen und mehr Klarheit über die verschiedenen Softwares und deren Umfang zu erlangen. Die Gespräche führten allerdings zu der Feststellung, dass sich die einzelnen Unternehmen zumeist nur auf bestimmte Teilbereiche der Prozessüberwachung spezialisiert haben, ohne den gesamten Bereich des CAQ gleichermaßen gut abzudecken. Das liegt darin begründet, dass die Eingliederung von CAQ-Systemen oftmals nur modulweise in bereits bestehende Softwarelandschaften vorgenommen wird.

Da ein direkter Vergleich der Firmen auf diesem Wege nicht möglich war, mussten entsprechende Entscheidungskriterien festgelegt werden, die eine direkte Gegenüberstellung und Bewertung der individuellen Angebote zuließen. Entstanden ist dabei ein Fragenkatalog, der eingeteilt in unterschiedliche Themengruppen, eine Bewertungsgrundlage verschafft, mit der der geeignete Softwareanbieter gefunden werden sollte. Die im Folgenden aufgeführten Fragenbereiche formulieren die Interessen der einzelnen Abteilungen, die in das System eingebunden werden sollen:

- Einbindung von digitalen Zeichnungen (Konstruktionsabteilung)
- Schnittstelle mit dem firmenspezifischen PPS-System (IT-Bereich)
- Einschränkung von Zugriffsrechten (Administration)
- Eingliederungsfähigkeit aufgrund der Firmenstruktur (IT-Bereich)
- Normkonformität und Ausgabe von Formularen (QM-Abteilung)

- Auswertungsmöglichkeiten vorhandener Daten
- Schnittstelle zur Messtechnik (QS-Bereich)
- Rückverfolgbarkeit, z. B. von Materialchargen und Einzelteilen
- Dokumentenmanagement (QM-Abteilung)
- Qualitätsvorausplanung (APQP)
- Reklamationsmanagement (QM-Abteilung)
- Prüfplanerstellung und Fähigkeitsuntersuchungen (QS-Bereich)
- Prüfmittelmanagement (QS-Bereich)
- Kommunikation
- Eskalationsmanagement (QM-Abteilung)
- Fernwartung (IT-Bereich)

Den Fragen aus den hier vorgestellten Themenbereichen wurde ein Punktesystem zugeordnet, das eine rechnerische Auswertung der Antworten erlaubt. Auf einer Skala von eins bis vier, wobei eins einer geringen Übereinstimmung mit den Anforderungen entspricht und vier einer absoluten Konformität gleichkommt, ließ sich das Erfüllen geforderter Kriterien durch die einzelnen Anbieter erfassen. In die Bewertung gingen, nach dem gleichen System, außerdem angebotene Serviceleistungen der Anbieter und Kostenbemessungen ein.

### 6.3 Auswahlverfahren

Zu den oben beschriebenen Themenbereichen wurden wiederum spezielle Fragen gebildet. Im Folgenden soll anhand zweier ausgewählter Kriterien aus dem Fragenkatalog die Funktionsweise des Bewertungsverfahrens veranschaulicht werden.

Im Bereich *Auswertemöglichkeiten vorhandener Daten* soll zum Beispiel der Frage nachgegangen werden, auf welche Art die digital erfassten Prüfdaten dargestellt werden können. Dabei sollen die Messdaten dem Werker in verschiedenen Regelkarten<sup>19</sup> zur Verfügung stehen und mit statistischen Methoden auswertbar sein.

Die Firma Böhme&Weihs gab an, die Daten, neben den Standardregelkarten, auch in einem Histogramm darstellen, sowie Auswertungen wie Trend, Run und Middle Third vorzunehmen

---

<sup>19</sup> Erläuterungen siehe Anhang 3

zu können. Besonders interessant erschien bei dieser Software die Möglichkeit, Auswertungen aus Früh-, Spät- und Nachtschicht getrennt darstellen zu können. Auf diese Weise können Schwankungen besser festgestellt werden, die personen- oder tageszeitabhängig sind. Die Software der Firma Böhme&Weihs hat die gestellten Anforderungen folglich erreicht, sodass für diese Frage vier Punkte vergeben werden konnten.

Auch von der Firma IQ'S wurde die Darstellung mittels Regelkarten angeboten. Darüber hinaus können mit ihrem Programm Auswertungen über Wahrscheinlichkeitsnetze, Histogramme, Box-Plotvergleiche, Fehlerhäufigkeitsanalysen und Fehlerhistorien erstellt werden. Ebenso können Auswertungen je nach Anforderungen in verschiedenen Kategorien, wie Artikel, Fertigungseinrichtung, Zeitraum, Auftragsnummer, Materialcharge, etc., angerufen werden. Mit ihrem Angebot konnte dieses Unternehmen die gestellten Anforderungen sogar übertreffen, sodass auch hier vier Punkte vergeben werden konnten.

Aufgrund der Vorinformationen aus den Firmenpräsentationen war bekannt, dass die verschiedenen Arten der Regelkarten wiederum auch von dem Produkt der Firma BABTEC angezeigt und verarbeitet werden können. Jedoch wiesen die statistischen Bewertungsmöglichkeiten Defizite auf, sodass nur eine Bewertung von drei Punkten erfolgen konnte.

Ein Angebot der besonderen Art lieferte die Firma CAQ-AG: Sie bietet 16 Varianten der Messdatendarstellung an. Außerdem können jederzeit statistische Untersuchungen vorgenommen werden. Durch die stimmige Darstellung mit ihren vielfältigen Möglichkeiten wurden die Anforderungen mehr als erfüllt. So wurden auch hier vier Punkte vergeben.

Bei der Betrachtung dieser einzelnen Frage wird deutlich, dass alle vier Hersteller in bestimmten Bereichen sehr ähnliche Angebote aufweisen, was die Notwendigkeit des Punkteverfahrens schon an einem einfachen Beispiel beweist.

Im Qualitätsmanagement ist es erforderlich, dass wichtige Dokumente geprüft, überwacht und freigegeben werden. Notwendige Veränderungen innerhalb dieser Dokumentation müssen nachverfolgbar sein. So müssen zum Beispiel Veränderungen an einem Dokument so gespeichert werden, dass eine lückenlose Dokumentenhistorie ersichtlich ist. Bei jeder Überarbeitung müssen, neben dem Benutzer, das Datum und die Veränderung an sich deutlich werden. Es wird nun von den angebotenen Softwareprogrammen gefordert, diese Nachverfolgung automatisch zu gewährleisten.

Für diesen Fall bietet die Firma Böhme&Weihs Lebensläufe für Teile, Lieferanten und Kunden an. Zusätzlich können auch Historien angelegt werden. Wenn erwünscht, ist außerdem eine elektronische Signatur von Dokumenten möglich. Leider wird kein integriertes Dokumentenmanagement angeboten, stattdessen ist es nur möglich, Dateien zu verlinken. Eine lückenlose und automatische Speicherung konnte nicht angeboten werden. Die Forderungen wurden damit nicht erfüllt, sodass nur mit zwei Punkten bewertet wurde.

Das Angebot des Unternehmens IQ'S enthielt dagegen eine lückenlose Dokumentation. Die Speicherung von Benutzerdatum und anderen Veränderungen erfolgt durch ein Dokumentenupdate. Leider konnte aber auch in diesem Fall kein vollständig integriertes Dokumentenmanagement angeboten werden. Bei der Bewertung musste aus diesem Grund ein Punkt abgezogen werden.

BABTEC und CAQ-AG bieten eine ähnliche Verwaltung von Dokumenten an. Dabei werden alle Veränderungen automatisch gespeichert. Teilweise wird sogar zur Eingabe des Veränderungsgrundes aufgefordert. Beide Softwareanbieter erhielten vier Punkte.

Im Gegensatz zu der oben betrachteten Frage, wird bei dieser Anforderung deutlich, welche Differenzen die einzelnen Anbieter aufweisen können. Das Auffinden dieser Unterschiede macht die Entscheidung für oder gegen ein Unternehmen erst möglich. Die Ergebnisse der einzelnen Bewertungen können in Tabelle 1 abgelesen werden.

Anhand der bei der Untersuchung entstandenen Bewertungstabelle und den daraus gewonnenen Erkenntnissen wurde die Firma CAQ-AG favorisiert. Wie bei der Betrachtung der oben zusammengefassten Ergebnisse deutlich wird, erreichte dieses Unternehmen in allen Fragebereichen sehr hohe Punktzahlen. Dies lässt die Beurteilung zu, dass alle Disziplinen von diesem Unternehmen abgedeckt und die gestellten Forderungen erfüllt werden. Obwohl Abstriche in der Service- und Kostenbewertung gemacht werden mussten, erhielt sie schließlich den Auftrag, ein neues CAQ-System für die Gebrüder Kunze GmbH zu erstellen.

Kategorie	Bewertung			
	B&W	iq´s	BABTEC	CAQ-AG
1. Zeichnungseinbindung	3	5	12	12
2. Schnittstelle zum PPS-System	3	3	4	3
3. Benutzerverwaltung	7	11	10	12
4. Software (Lizenzkonzept)	3	3	3	4
5. Normenkonformität	7	4	10	11
6. Auswertungsmöglichkeiten	13	14	12	13
7. Schnittstelle zu Messtechnik	7	12	12	12
8. Rückverfolgbarkeit (Charge)	8	8	8	8
9. Dokumentenmanagement	14	15	17	19
10. Prozessabbildung	3	3	3	4
11. Reklamationsmanagement	15	18	18	22
12. Prüfpläne / Fähigkeitsuntersuchungen	11	10	9	11
13. Prüfmittelmanagement	11	11	11	11
14. Kommunikation	9	9	9	10
15. Eskalationsmanagement	4	3	2	4
16. Fernwartung	3	3	3	3
<b>Fragenbewertung:</b>	<b>121</b>	<b>132</b>	<b>143</b>	<b>159</b>
17. Informationsmaterial	3	4	4	4
18. Schnelligkeit (Termine)	4	3	3	2
19. Angebotszusendung	4	3	3	2
20. Fragenbeantwortung	4	3	3	2
<b>Servicebewertung:</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>10</b>
21. Softwarekosten	3	1	4	2
22. Lizenzkosten	4	1	1	2
23. jährliche Kosten	3	2	4	1
<b>Kostenbewertung:</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>5</b>
<b>Gesamtbewertung:</b>	<b>146</b>	<b>149</b>	<b>165</b>	<b>174</b>
<b>Rangfolge:</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

**Tab. 1: Bewertungszusammenstellung der Anbieter**

Mit dem neuen System können nun die Daten aller Abteilungen sofort über verschiedenen Anbindungen in das Gesamtnetzwerk eingegliedert werden. Es bietet außerdem eine Vielzahl von Auswertungsmöglichkeiten der einzelnen Prozesse und stellt eine hervorragende Schnittstelle zum PPS-System zur Verfügung. Die ansprechende Oberfläche lässt einen schnellen Einstieg in die Software zu. Das bietet den Vorteil, dass eine kurze

Einführungsschulung des Herstellers ausreicht, um das Programm adäquat nutzen zu können, was erhebliche Einsparungen im Bereich von Schulungskosten, durch externes Schulungspersonals oder den Aufenthalt in möglichen Schulungszentren, oder bei den Zeitaufwendungen mit sich bringt. Sollten weitere Mitarbeiter an das Programm herangeführt werden, genügt es, das Wissen durch einen erfahrenen Anwender intern weiterzugeben. Ein weiterer Nutzen ergibt sich aus der Tatsache, dass die Verständlichkeit des Systems, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens vieler Anfragen an den Support verringert – es ist also besonders anwenderfreundlich.

Das System lässt überdies Erweiterungen in Form von Software-Modulen zu, wie zum Beispiel das „Modul zur vorbeugenden Instandhaltung“. Auf diese Weise können nachträglich Bereiche in das System integriert werden, welche an sich nicht direkt mit dem Qualitätswesen in Verbindung stehen, wie zum Beispiel die Instandhaltung und die Werkzeugverwaltung. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die vom Werker im CAQ-System erfassten Daten des Prüfplanes aus der Fertigung nicht nur Rückschlüsse auf den Artikel und die Maschine, sondern auch über die Benutzungsdauer der Anlage geben, besteht die Möglichkeit, dass mit diesen Informationen auch von der Instandhaltung zuvor festgelegte Wartungsintervalle überwacht und mit dem Prüfplan gekoppelt werden können. So erhält der Werker zum Beispiel über das System den Hinweis, dass für eine bestimmte Maschine eine Wartung durchzuführen ist.

#### **6.4 Wirtschaftlichkeitsberechnung**

Die im Abschnitt 5 genannten jährlichen Einsparungen stehen den Kosten für die Software und die entsprechende Hardware gegenüber. Beim Vergleich der Anbieter konnte festgestellt werden, dass die Anschaffungskosten einer CAQ-Software der im Auswahlverfahren favorisierten Firma für die Gebrüder Kunze GmbH bei rund 45.000 € liegen. Jedoch sind auch die jährlich anfallenden Wartungskosten von rund 8.000 € in Erwägung zu ziehen. Sie sind notwendig, um Updates und Verbesserungen durchzuführen, sowie den Support nutzen zu können. Anpassungen bei Normenänderungen werden ebenfalls unter Wartungskosten geführt.

Zu den eben erwähnten Softwareaufwendungen müssen die Anschaffungen von entsprechender Hardware aufsummiert werden. Dazu gehören die Anpassung der

Messtechnik, die Erweiterung der Rechnersysteme und die Beschaffung der so genannten Interfaceboxen, um die Schnittstelle zwischen Messtechnik und Software zu ermöglichen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe muss ein Aufwand von rund 1.400 € pro Prüfplatz eingeplant werden. Bei der Gebrüder Kunze GmbH sollen 15 dieser Stationen entstehen, was eine Ausgabe von circa 22.500 € ergibt.

Bei der Gegenüberstellung von Einsparungen und Kosten wurde festgestellt, dass sich die vorgestellte CAQ-Software nach vier Jahren amortisiert haben wird. Dies soll mit Hilfe der nachstehenden Abbildung 9 verdeutlicht werden.

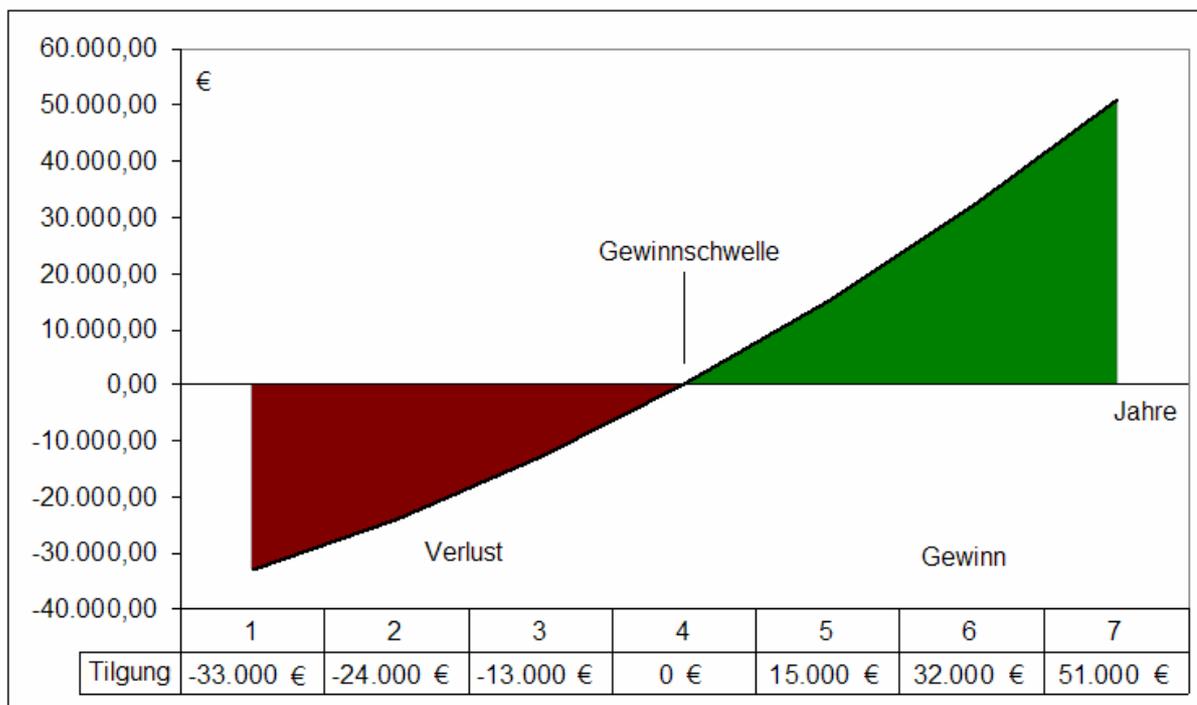


Abb. 9: Amortisierung der Anschaffungskosten

In diese Betrachtung gehen die Anschaffungskosten und die Wartungskosten ein. Zusätzlich wird dazu gerechnet, dass jährlich weitere 5.000 € für den Erwerb zusätzlicher Lizenzen, Programmiererweiterungen und sonstige Anbindungskosten durch die Einsparungen gedeckt werden sollen. Der detaillierte Rechenweg kann im Anhang 4 nachvollzogen werden.

## 7. Einführung des CAQ-Systems

### 7.1 Planungsphasen

Die Einführung des computerunterstützten Qualitätssicherungssystems bei der Gebrüder Kunze GmbH kann in unterschiedliche Phasen eingeteilt werden. Diese reichen von der Stufe der Prüfplanungseinführung über die Fehlererfassung und das Reklamationsmanagement bis hin zum Erstmusterprüfbericht und sollen im Folgenden näher erläutert werden.

### 7.2 Phase der Prüfplanungseinführung

Um mit dem erworbenen Programm optimale Erfolge erzielen zu können, ist es erforderlich im Bereich der Prüfplanung zu beginnen, denn hier sind die meisten Mitarbeiter auf einmal in den neuen Ablauf zu integrieren.

Bevor mit der Planung der Prüfaufgaben begonnen werden kann, sind Daten über die Artikel und die Messmittel notwendig. Die Artikelstammdaten einerseits konnten mit einem dafür vorgesehenen Programmmodul der CAQ-Software vom PPS-System übernommen werden. Somit standen alle Informationen, von der Artikelnummer bis zum Zeichnungsindex, zur Verfügung. Auf der anderen Seite konnte die Übernahme der Messmitteldaten allerdings nicht so einfach getätigt werden. Die Messmitteldaten werden bei der Gebrüder Kunze GmbH in einer Excel-Tabelle geführt. Zwar ist es mit dem CAQ-Programmmodul möglich, Excel-Tabellen auszulesen, aber dazu muss die Tabelle vollständig und eindeutig geführt sein. Denn, wenn wie in diesem Fall bestimmte Bezugfelder fehlen, kann sie nicht ohne weiteres in die CAQ-Datenbank eingliedert werden. Aus diesem Grunde wurde festgelegt, dass die Informationen über die benötigten Messmittel manuell in die Datenbank eingegeben werden.

Damit standen alle benötigten Daten zur Verfügung. Für die Programmeinführung in den Herstellungsprozess wurde dann ein Fertigungsbereich mit Drehbearbeitung ausgewählt. Die Auswahl für diesen Bereich hat den Vorteil, dass, weil in diesem nur ein bestimmtes Teil hergestellt wird, der Testlauf übersichtlich bleibt. So reicht die Erstellung eines einzigen Prüfplanes aus, um erste Erfahrungen zu sammeln und festzustellen, wie der Werker mit dem

neuartigen System umgeht und wie er die neue Arbeitsweise akzeptiert. Denn das hat schließlich Auswirkungen auf die Optimierung der Prüfplangestaltung.

Der Werker muss zusätzlich auch seinen gewohnten Prüfablauf ändern, denn beim digitalen Prüfplan ist es besonders wichtig die vorgegebene Prüfabfolge genau zu beachten. So genügt es nicht, die Maße einfach nacheinander zu prüfen, sondern es sollte viel mehr auf das benötigte Messmittel geachtet werden. Denn jetzt steht nicht mehr das Merkmal allein im Vordergrund, sondern das Messmittel an sich. Der Prüfplan ist im Gegensatz zu dem vorherigen nun so aufgebaut, dass zuerst alle Maße abgearbeitet werden müssen, die mit einem bestimmten Messmittel zu nehmen sind. Erst danach wird das Messmittel gewechselt, um erneut alle Maße zu nehmen, die nur mit diesem Messmittel möglich sind. Auf diese Weise wird ein häufiger Messmittelwechsel verhindert, sodass die Datenaufnahme effizienter von statten gehen kann. Für den Verfasser des Prüfplanes bedeutet das, zuerst die Messmittel für die einzelnen Maße zu bestimmen, um dann den endgültigen Ablauf zu strukturieren.

In der Fertigung wurde der erste CAQ-Prüfplatz mit der erforderlichen Prüftechnik und den festgelegten Prüfmitteln ausgestattet. Damit der Werker prüfen kann, sind einige Schritte vorzunehmen. So muss der Prüfplan im System freigegeben und angemeldet werden. Erst jetzt sieht der Werker diesen Prüfplan auf seinem Rechner. Danach sind die Schnittstellen der Messmittel im Prüfdatenerfassungsprogramm der Software einzustellen. Eine fehlerhafte Messung durch die Verwendung eines falschen Messmittels kann damit ausgeschlossen werden. Nun kann der Werker anfangen zu prüfen. Nach dem Öffnen des Prüfplanes, wird ihm das erste zu prüfende Maß angezeigt. Für die Prüfung verwendet er das dafür vorgeschriebene Messmittel. Die Eingabe der Messwerte erfolgt über das Betätigen eines Fußschalters, der an das System angeschlossen ist. So kann er die Messwerte bestätigen, ohne seine Hände einsetzen oder das Werkstück ablegen zu müssen.

### **7.3 Integration von Fehlersammelkarten**

Nach den mit den Prüfplänen gesammelten Erfahrungen ließen sich die oben genannten Vorteile sehr schnell verwirklichen. So entstand auch der Wunsch diese Vorteile auf den Vorgang der Fehleranalyse zu übertragen. Zuvor wurde die Erfassung der Fehler mit handschriftlichen Aufzeichnungen vorgenommen. Eine Analyse ist damit mit einem hohen Zeitaufwand verbunden, denn nicht nur durch das Entschlüsseln der Handschriften geht Zeit verloren, sondern auch durch die zusätzliche Digitalisierung der Daten. Nun wird dieser

Aufwand aber durch das Qualitätssicherungssystem übernommen. Dabei werden die Daten direkt vom Sortierpersonal eingegeben. Auswertungen und grafische Bearbeitung werden vom Programm selbst übernommen, ohne dass Anpassungen vorzunehmen sind, wie es beispielsweise bei einer Excel-Tabelle der Fall wäre. Dabei ist der Vorgang der Fehlererfassung genau so angelegt wie bei der Prüfplanung. Auch die Fehlerdokumentation wird als ein Messauftrag freigegeben. Werden nun Teile aussortiert, werden die Fehlerzahlen im CAQ-System zurückgemeldet. Durch vorherige Festlegung bestimmter Fehlerobergrenzen, ist das System in der Lage, die Qualitätssicherung durch eine automatische Nachricht zu informieren, sobald ein Grenzwert überschritten ist. Somit können bei einer steigenden Fehlerquote die Ursachen analysiert und Maßnahmen eingeleitet werden.

Durch die chronologische Datenerfassung können später Rückschlüsse gewonnen werden, um ähnlichen Fehlern in Zukunft vorzubeugen.

#### **7.4 Einbindung des Reklamationsmanagements**

Ein weiterer wichtiger Schritt war die Einführung des Moduls „Reklamations- und Fehlermanagement“ in das computerunterstützte Qualitätssicherungssystem. Unter Reklamations- und Fehlermanagement werden die Erfassung von Problemen und die systematische Bearbeitung der Maßnahmen, die die Fehler beheben sollen, verstanden.

„Ein ausgebautes und gut funktionierendes Reklamationsmanagement kann für das Unternehmen wichtige Qualitätskennzahlen liefern. Zufällige und unvollständige Informationen sind keine solide Basis hierfür.“<sup>20</sup>

Zu diesem Zweck sind zusätzliche Informationen notwendig. Dabei handelt es sich um die Stammdaten der Kunden und Lieferanten, die nun vom PPS-System übernommen werden. Dadurch wird ein geschlossenes System geschaffen, in dem nicht nur Fehlerdaten mit Kunden-, Lieferanten- und Artikelinformationen zusammenfließen, sondern wertvolle Erkenntnisse für die Herstellung von Neuteilen gesammelt werden können. Es entsteht also ein geschlossenes Wissensmanagement, auf das alle Mitarbeiter jederzeit zugreifen können.

Der größte Vorteil liegt allerdings darin, dass alle beteiligten Personen ihre Analysen und Maßnahmen elektronisch verfassen können. Über die Benachrichtigungsfunktion des Mailsystems können festgelegte Termine von Bearbeitungszeiträumen automatisch überwacht

---

<sup>20</sup> [BLÄ90], S. 121

werden. Damit gehen keine Informationen mehr verloren und Termine werden nicht vergessen.

Für unterschiedliche Arbeitsgänge bleiben schriftliche Dokumente in Druckform zum entsprechenden Vorgang weiterhin von Bedeutung. Die Gestaltung dieser Formulare, wie zum Beispiel Sperrkarten, Nacharbeitsaufträge, Fehlersammelkarten und Prüfberichte, kann durch einen Formulargenerator vordefiniert werden, sodass die Dokumente auf bloßen Knopfdruck hin zur Verfügung stehen.

Eine beliebte und meist von den Kunden geforderte Methode der Problembearbeitung ist das so genannte 8D-Verfahren. Dabei werden acht Disziplinen nacheinander abgearbeitet. Dazu zählen zum Beispiel die Teambestimmung, die Fehlerbeschreibung, die eingeleiteten Sofortmaßnahmen, die Analyse der Fehlerursache und die Abstellmaßnahmen. Mit Hilfe der Softwareunterstützung wird dieses Verfahren im Hintergrund abgebildet und kann dem Kunden als Druckdokument zur Verfügung gestellt werden. So entfällt auch an dieser Stelle die Nachbearbeitung von Dokumenten, da jegliche Anpassungen vom Programm selbst übernommen werden.

### **7.5 Erstellen von Erstmusterprüfberichten**

Sollen an einen Kunden neue Produkte oder Produktvarianten geliefert werden, so sind die Qualifikationsanforderungen durch eine Erstmusterprüfung sicherzustellen. Dabei wird neben den Erstmustern auch ein Prüfbericht erstellt, um die geforderten Produkteigenschaften zu dokumentieren. Es ist ein wichtiger Bestandteil des Qualitätswesens, weil es als erstes Zeugnis der Produktqualität bezeichnet werden kann, dass vor dem Kunden abgelegt wird.

Zu den vorgeschriebenen Bemusterungsformularen nach VDA und QS-9000 gehören außerdem verschiedene Unterlagen der Qualitätsvorausplanung, wie beispielsweise der Control-Plan oder Fähigkeitsuntersuchungen der Prozesse. Vorher wurden die Formularblätter für die Bemusterung in Vorlagen für Excel erstellt. Dabei war es erforderlich, die Kunden- und Artikelinformationen herauszusuchen und erneut in eine Tabelle zusammenzufassen. Auch die nächste freie laufende Bearbeitungsnummer müsste manuell herausgesucht werden, da eine eindeutige Zuordnung erforderlich ist.

In der Einführungsphase wurde die Aufmerksamkeit besonders auf die Erstellung der Formulare gerichtet. Das Programm bietet dazu eine Eingabemaske an, welche das Einbinden vorhandener Kunden- und Artikelinformationen erleichtert. Durch festgelegte Eingabefelder werden die erforderlichen Daten übersichtlich abgefragt und verhindern gleichzeitig das Vergessen wichtiger Informationen. Die Bearbeitungsnummer einer neuen Bemusterung wird vom System automatisch vergeben. Auch Messprotokolle werden ähnlich der Prüfplanung angelegt. An dieser Stelle werden die Messwerte ebenfalls digital übernommen. Für eine eventuelle Nachbemusterung können die schon erstellten Informationen kopiert werden und mit wenig Aufwand an die entsprechende Änderung angepasst werden.

Ein weiterer Vorteil der automatischen Erstellung der Druckdokumente wird bei der Wahl der benötigten Bemusterungsvorlagen deutlich. Wie oben erwähnt gibt es hierfür die Varianten VDA oder QS-9000, die zwar inhaltlich identisch, aber vom Aufbau her sehr unterschiedlich sind. Es ist nun nicht mehr notwendig, sich wie zuvor von Beginn der ersten Eingabe an, an eine bestimmte Formularvorlage zu halten, sondern es ist möglich, sich noch vor dem Druckvorgang zu entscheiden, ob nicht doch das Dokument in der anderen Formularvorlage ausgedruckt werden soll. Ein weiterer Anpassungsaufwand entfällt also, da das Programm diesen selbstständig vornimmt.

Mit der Einbindung des Moduls für den Erstmusterprüfbericht in das Gesamtsystem konnten, wie oben dargestellt, deutliche Erleichterungen für die Erstellung eines solchen Dokumentes geschaffen werden. Weiterhin wurden zudem Fehlerquellen abgeschafft, die zuvor bei der Erstellung von Bemusterungen zu Problemen hätten führen können. Seitdem werden alle neuen Bemusterungen mit dem rechnergestützten System durchgeführt.

### 8. Zusammenfassung und Ausblick

Durch die zunehmende Bedeutung des Produkthaftungsgesetzes und den immer weiter steigenden Kundenwünschen hat das Qualitätsmanagement neben den Kosten- und Zeitfaktoren eine bedeutende Stellung im Unternehmen der Gebrüder Kunze GmbH eingenommen. Dabei müssen zusätzlich die Besonderheiten der Automobilindustrie berücksichtigt werden, welche durch die Normung der TS 16949 festgelegt sind.

Die durchgeführte Istanalyse zeigte, dass die gestellten Anforderungen zwar erbracht werden können, diese aber mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden sind. So gab es in jeder Abteilung separat gepflegte Excel-Tabellen, welche neben der intensiven Bearbeitungszeit auch das Problem der ungewissen Aktualität mit sich brachten. Die herausgegebenen Dokumente mussten ausgedruckt und kopiert werden. War es nötig, sie durch Anpassungen oder Veränderungen auszutauschen, mussten die älteren Versionen gesucht und vernichtet werden, um sie nicht fälschlicherweise zu nutzen und eine fehlerhafte Produktion zu provozieren. Weiterhin blieb festzustellen, dass festgelegte Termine, zum Beispiel Kalibrierintervalle der Messmittel, aufgrund der Unübersichtlichkeit der Datenablage schwierig zu überwachen und einzuhalten waren.

Was hinter den Buchstaben CAQ steht, konnte mit Hilfe der Definitionen von M. C. Sachs vorgenommen werden. Er zeigt die Wandlung von computer-aided quality control zu computer-aided quality assurance auf. Demzufolge kommt es nicht mehr nur auf die Kontrolle der Qualität an, sondern heutzutage interessiert viel mehr, wie die geforderten Qualitätsansprüche sichergestellt werden können, um eine Produktion von fehlerhaften Teilen von vornherein auszuschließen. Es wurde auch deutlich, dass die separate Betrachtung des Qualitätssicherungssystems nicht die gewollten Vorteile bringen würde. Wie gezeigt, muss eine rechnergestützte Methode innerhalb der Komponenten des CIM-Systems präsent sein. Nur so kann ein Zugriff auf eine einheitliche Datenbasis in Form eines Netzwerkes gewährleistet werden, um die unterschiedlichen Ressourcen zusammenzuführen.

Mit der Zusammenführung zeitlicher Einsparpotentiale und der Steigerung der Mitarbeitermotivation durch die Arbeitserleichterung, welche sich mit der Einführung eines umfangreichen computerunterstützten Systems für das Qualitätsmanagement ergeben würde, ließe sich die Vorteilhaftigkeit dieser Unternehmung rechnerisch feststellen. Die größte Einsparung würde bei dieser Untersuchung mit dem Wegfall der manuellen Erfassung von Messwerten und der daraus resultierenden aufwendigen Auswertung erzielt. Deutlich wurde an dieser Stelle aber auch, wie kompliziert es ist, diese Einsparungen überhaupt zu erfassen. Insgesamt wurde unter Berücksichtigung der Zeitaufwendungen ein finanzieller Vorteil von rund 20.000 € im ersten Jahr errechnet. Sicherlich könnte diese Betrachtung noch weiter geführt werden, wobei sie dann jedoch an Aussagefähigkeit und Genauigkeit einbüßen würde.

Ein großer Teil dieser Arbeit beschäftigte sich dann mit dem Auswahlverfahren eines geeigneten CAQ-Systems für die Gebrüder Kunze GmbH. Nach der Erstellung eines Lastenheftes, in welchem alle Anforderungen und Wünsche der Firma zusammengefasst wurden, und einer ersten Auswahl wurden fünf Anbieter gebeten ein entsprechendes Angebot abzugeben. Nachdem vorzeitig zwei Anbieter ausgeschlossen werden mussten, wurden die vier verbleibenden angebotenen Systeme einem Vergleich unterzogen. Für diesen wurde ein Fragenkatalog erstellt, welcher alle relevanten Themenbereiche gegenüberstellte und mit einem eigens dafür entwickelten Bewertungssystem gewichtete. An Hand dieses Bewertungsverfahrens wurde ein Hersteller favorisiert und auch mit dem Auftrag betraut, ein entsprechendes computergestütztes Qualitätssicherungssystem bei der Gebrüder Kunze GmbH zu installieren.

Nach dem Durchlauf der verschiedenen Einführungsphasen des Systems in den Prozessablauf zeigten sich schnell die erwarteten Verbesserungen. Im Bereich der Fertigung arbeiten bereits mehrere Mitarbeiter mit den digitalen Prüfplänen. Dabei wurde die neue Vorgehensweise sehr gut angenommen und erweckte auch bei anderen Mitarbeitern das Interesse und den Wunsch, diese ebenfalls an ihren Arbeitsplätzen zu integrieren. Am deutlichsten wurden die durch das System erbrachten Erleichterungen im Bereich des Qualitätswesens. Mit der Qualitätssoftware werden Warenein- und Warenausgänge erfasst, Fähigkeitsuntersuchungen durchgeführt und Bemusterungsunterlagen erstellt.

In Zukunft sollen auch Konstruktionszeichnungen in digitaler Form vom System verarbeitet werden, sodass die manuelle Übernahme von Zeichnungsmaßen als zeitraubender Arbeitsgang entfällt.

Durch die Integration weiterer Arbeitsplätze in das Systemnetzwerk sollen zukünftig zusätzlich beliebige Prozessuntersuchungen und -beurteilungen jederzeit und auf Knopfdruck von jedem Arbeitsplatz aus abgerufen werden können. Langwierige Auswertungen manuell erfasster Prüfdokumente durch einen QS-Mitarbeiter entfallen damit vollständig.

Es ist überdies geplant, das Modul „Vorbeugende Instandhaltung“, welches bei der Anschaffung des Softwarepaketes schon mit erworben wurde, in das computerunterstützte Qualitätssicherungssystem aufzunehmen. Auf diese Weise werden Zeitgrenzen aus den Wartungsplänen, welche durch die Instandhaltung festgelegt wurden, automatisch mit der Prüfplanung verknüpft und können bei Erreichen dieser vom System durch eine Meldung an den Werker angezeigt werden. Die Überwachung von Wartungsintervallen erfolgt somit automatisch. Durch das Mitführen von Dokumenten stehen Wartungspläne und Anlagendarstellungen sofort zur Verfügung. Informationen über benötigte Ersatzteile oder Kosten können erfasst werden und alle getätigten Arbeiten sind digital in einem Protokoll im Hintergrund gespeichert. Dadurch erfährt die Instandhaltungsabteilung eine Aufwands-erleichterung. Die auf diese Weise gebildeten Informationen können aber auch mit den Arbeitsprozessen des Fertigungsplaners verknüpft werden. Denn für ihn wird damit ersichtlich, wann eine Maschine aufgrund geplanter Wartungsarbeiten nicht zur Verfügung stehen wird. Gleichermäßen bietet das Modul auch die Eingliederung eines Werkzeugmanagements an, welches unter anderem eine Bestandsüberwachung der verwendeten Werkzeuge beinhaltet.

In ferner Zukunft ist sogar denkbar, die von neueren Maschinen zur Verfügung gestellten Daten in dieses Sicherungsnetzwerk einzubinden, um beispielsweise Informationen über Stückzahlen und Ausfallzeiten von der Software automatisch in den Prüfplan einbinden zu lassen. Auch die Schaffung einer Schnittstelle zum Lagersystem sollte ein Punkt der Überlegung sein. Lagert der Werker gefertigte Produkte ein, so könnte hier eine Verbindung zwischen dem Lagersystem und der CAQ-Software hergestellt werden. Wird beispielsweise die Einlagerung von fehlerhaften Teilen vorgenommen, so könnten die Fehlerinformationen aus dem Prüfplan mit Informationen zu den spezifischen Lagerdetails zusammenfließen.

Werden derart charakterisierte Teile später durch die Qualitätssicherung überprüft, kann schnell festgestellt werden, wo genau die Fehlerursachen liegen.

Schlussendlich kann zusammengefasst werden, dass die gestellte Aufgabe gelöst und die Hauptschwerpunkte umgesetzt wurden. Die Einführung dieser CAQ-Software führte bereits zu einer deutlichen Verbesserung in der Strukturierung und Informationsverarbeitung im Qualitätsmanagement der Gebrüder Kunze GmbH.

## A N H A N G

## **Anlage 1: Auszüge aus dem Lastenheft:**

### **3 Aufgabenstellung (Sollzustand)**

#### **3.1 Kurzbeschreibung der Aufgabenstellung**

*Mit einem rechnergestützten CAQ-System sollen alle relevanten Informationen im Qualitätsmanagement zusammentreffen und eine schnelle Bearbeitung der Aufgaben ermöglichen. Darunter zählen die Aufgaben vom APQP (Planung, C-Plan, FMEA, Layout), Prüfplanung, Qualitätssicherung (Messmittel, Überwachung der Fertigung, Analysen) Messdaten sollen durch Schnittstellen digital erfasst und verarbeitet werden.*

#### **3.2 Gliederung und Beschreibung der Aufgabenstellung**

*Es sollen die vorhandenen Daten (Artikelnummer, Artikel, Kunden, Lieferanten,...) aus der Stammdatenbank herausgelesen werden und für die weitere Verwendung zur Verfügung gestellt werden.*

*Auslesen von CAD-Zeichnungsmaßen, welche für Erstmusterung, FMEA, C-Plan und Prüf-anweisungen verwendet werden können. Dabei ist zu beachten, dass für einen Artikel mehrere Zeichnungen geben kann (entsprechend der Fertigungsprozesse und der Änderungsstände).*

*Erstellen und fortschreiben von Projektabläufen (FlowChart), FMEA, Control-Pläne, Erstmusterprüf-berichten, Prüfplänen und Fehlersammelkarten.*

*Durch digitale Ausgänge an den Messmitteln sollen Messwerte in den Prüfplan übernommen und ausgewertet (Kontrollkarten) werden. Die Messdaten kommen aus der QS sowie direkt aus der Fertigung. Darüber hinaus müssen Prozess- und Maschinenfähigkeiten auf diese Art und Weise durchführbar sein.*

*Die gesamten Messmittel sollen über das CAQ-System gepflegt werden. Alle Messmittel sind in den Stammdaten mit einer Artikelnummer hinterlegt und sollten übernommen werden.*

*Wird die Kalibrierung eines Messmittels erforderlich, wird eine Meldung rechtzeitig an eine zu definierende Person gesendet. An Hand einer Übersicht, ist sichtbar, welche Kalibrierungstermine anstehen und wo sich das Messmittel befindet.*

*Die Ausgabe der Daten müssen in den geforderten Formularen gemäß der Normung ISO 9001:2000 ISO/TS 16949/2002 und QS-9000 entsprechen.*

*Zentrale Dokumentenverwaltung mit Zugriffsrechten für das Lesen bzw. Schreiben.*

*Prüfauftragsverwaltung für Wareneingang, -ausgang und Zwischenprüfungen in der Fertigung.*

*An Hand der erfassten Messwerte sollen Auswertungen (SPC) über einen bestimmten Zeitraum ermöglicht werden.*

*Reklamationsverwaltung für interne, Kunden- und Lieferantenbeanstandungen.*

*Lückenlose Historie bei Veränderungen von Dokumenten (wer, wann, welche Änderung vorgenommen hat) mit Zeit, Altwert, Neuwert, Benutzer und Kommentar. Die Daten sind gegen Veränderungen zu sichern.*

### 3.3

### Ablaufbeschreibung

#### Regulärer Betrieb:

##### *Aus Sicht der Fertigung:*

*Der Werker meldet sich mit Hilfe einer Barcodekarte an. Danach erhält er eine Maske mit den Prüfaufträgen. Die Auswahl soll durch eine manuelle Auswahl und durch das Scannen der Prüfauftragsnummer erfolgen. Jetzt beginnt die Prüfung. Der Werker bekommt die einzelnen Prüfmerkmale angezeigt und erhält Zusatzinformationen, mit was, wie und wo gemessen wird. Dabei hat er Zugriff auf die Zeichnung, welche am Prüfauftrag digital hinterlegt ist.*

*Werte können mit Hilfe eines Messmittels oder durch manuelle Eingabe erfasst werden.*

*Nach der Erfassung erhält der Werker eine Auswertung, ob der Wert in den Toleranzen liegen und sieht den Verlauf der letzten Messungen in einer Kontrollkarte.*

*Ist der Wert außerhalb der festgelegten Grenzen, kann der Werker eine Information hinterlegen und eine festgelegte Person bekommt eine Nachricht.*

##### *Aus Sicht der QS:*

*Die Qualitätssicherung führt fertigungsbegleitende Prüfungen, Warenein- und -ausgänge in dafür vorgesehenen Messraum durch. Hier stehen verschiedene Messmittel zur Verfügung, unter anderem ein Konturenmessgerät der Fa. Optacom.*

*Auch hier sind Prüfpläne erforderlich, welche genau wie in der Fertigung abgearbeitet werden müssen.*

##### *Aus Sicht von APQP:*

*Das System wird für die Planung von Bemusterungen und erstellen von FMEA, C-Plänen, Prüfplänen und Reklamationen benötigt. Projektabläufe sollen geplant werden.*

*Änderungsindexe und -information sollen zuverlässig in allen Dokumenten automatisch gepflegt werden.*

*Informationen sollen aus den Fertigungsaufträgen automatisch übernommen werden (auch Änderungen im Fertigungsablauf).*

*Reklamationen führen zu einer Maßnahme für die FMEA-Bearbeitung.*

#### Irregulärer Betrieb:

*Kann das System nicht verwendet werden, muss die Fertigungsprüfung durch einen Prüfplan Ausdruck sichergestellt werden, auf welchen der Werker handschriftlich die Werte notieren kann. Dies gibt auch für den Warenein- und -ausgang sowie die fertigungsbegleitenden Prüfungen.*

*Nach der Wiederherstellung der Funktion werden die Werte manuell ins System durch die QS eingetragen.*

### 3.4

### Sollzustand

#### Prozeßdaten:

- Taktzeit:           *entfällt*

- Rüstzeit:           *entfällt*

- Schichtbetrieb:   *Die Anlage / Maschine ist für den Einsatz im 3 - Schichtbetrieb auszuliegen.*

- Fähigkeit:           *entfällt*

- Wartung:           *gemäß der Wartungsvereinbarung/Wartungsvertrag*

- Sonstiges: *Eingliederung in der bestehende Stammdatensystem  
Firmennetzwerk vorhanden  
Verkabelung über CAT 5  
ERP: Eigenentwicklung  
Betriebssystem: Windows XP / Server 2003*

#### Nähere Beschreibung / Datenumgang:

*Die Stammdaten kommen aus eine MySQL-Datenbank und werden in gewissen Zeitabständen aktualisiert.*

*Die Dateneingabe erfolgt an den Rechner in den Büros, im Messraum und in der Fertigung. Die Eingabe erfolgt im einfachsten Fall durch die Tastatur, wird aber auch digital von Messmitteln und -geräten übertragen oder es stehen für die Anmeldung und Prüfauftrag ein Barcode zum scannen zur Verfügung.  
Die Zugriffe der Werker ist auf die Prüfplanansicht und der benötigten Dokumente beschränkt.*

*Die Arbeitsumgebung ist Citrix oder Terminalserver.*

*Zeichnungen, Prüfpläne, ... haben eine begrenzte Gültigkeit und müssen durch die Software Gesteuert werden, sodass dem Werker immer die aktuellen Informationen zur Verfügung stehen.*

*Die Software soll für alle Tochtergesellschaften der Holding eingeführt werden. Dabei möchten wir die Software einmal für die Holding erwerben und die Aufteilung der Benutzer wird von den Tochterunternehmen selbst getragen.*

*Auswertungen (Qualitätszahlen) sollten über alle Gesellschaften möglich sein.*

*Datenaustausch eventuell über CSV oder XML bzw. über eine temporäre Datenbanktabelle.*

### **3.5                      Zukunftsaspekte**

#### Zukünftige Erweiterungen und Ausbaustufen:

*Eventuell werden weitere Messgeräte an das System angeschlossen werden.*

*Beide Firmen sollen im gleichen Umfang mit diesem System arbeiten und somit eine gesamt Überblick möglich sein.*

*Reklamationen an Lieferanten und Kunden sollen über das Internet bearbeitet werden.  
Der Zugriff auf verschiedene Funktionen sollen über das Internet ermöglicht werden.*

*Anbindung weiterer Messtechnik.  
Weitere Tochtergesellschaften werden an das System angebunden.*

## Anlage 2: Fragenkatalog für die Auswahl eines CAQ-Systems

Fragestellung	B&W	IQ'S	BABTEC	CAQ-AG
1. Zeichnungseinbindung				
a) Welche Zeichnungsdateien werden verarbeitet?	1	1	4	4
b) Welche Zeichnungsmerkmale werden ausgelesen?	1	2	4	4
c) Werden automatische Positionsnummern der Maße erstellt und wie werden diese in der digitalen Zeichnung angeordnet (Stempelung)?	1	2	4	4
2. Schnittstelle zum PPS-System				
a) Wie wird der Datenaustausch zwischen dem PPS-System und der CAQ-Software sichergestellt?	2	2	2	2
b) Wird eine Datensicherung vorgenommen?	1	1	2	1
3. Benutzerverwaltung				
a) Können unterschiedliche Zugriffsrechte erstellt und verwaltet werden?	4	4	4	4
b) Ist eine Anmeldung über einen Barcodeleser möglich?	3	4	3	4
c) Ist ein automatisches Logout vorgesehen?	0	3	3	4
4. Software (Lizenzkonzept)				
a) Kann eine Software erworben und für unterschiedliche Werke der Firma genutzt werden?	3	3	3	4
5. Normkonformität und Formulare				
a) Welche Normen werden berücksichtigt?	3	1	2	4
b) Welche Formulare sind im Standard inbegriffen?	1	2	4	3
c) Können eigene Formulare erstellt werden?	3	1	4	4
6. Auswertungen				
a) Welche Regelkarten und SPC-Auswertungen können angezeigt werden?	4	4	3	4
b) Wie erfolgt die Auswertung von Qualitätskennzahlen?	3	3	3	4
c) Können eigene Auswertungsabfragen erstellt werden?	3	4	2	4
d) Können Gesamtauswertungen für unterschiedliche Werke durchgeführt werden?	3	3	4	1
7. Schnittstelle zur Messtechnik				
a) Können Handmessmittel über handelsübliche Interfaceboxen angeschlossen werden?	3	4	4	4
b) Wie werden Messdaten von Messgeräten erfasst?	0	4	4	4
c) Ist die Verwaltung von Prüfmittelschnittstellen unbegrenzt?	4	4	4	4
8. Rückverfolgbarkeit (Charge)				
a) Kann nachvollzogen werden, wer eine Messeingabe getätigt hat?	4	4	4	4
b) Wie ist eine Chargenrückverfolgbarkeit sichergestellt?	4	4	4	4
9. Dokumentenmanagement				
a) Welche Dokumentenarten können erstellt und verwaltet werden?	4	4	4	4
b) Welche Datenformate können verarbeitet werden?	3	4	2	4
c) Werden Veränderungen an Dokumenten gespeichert?	2	3	4	4
d) Wie werden Daten vor Veränderungen geschützt?	2	1	3	4
e) Können von mehreren Werken auf bestimmte Dokumenten gemeinsam zugreifen?	3	3	4	3
10. Prozessabbildung				
a) Können Prozesse durch einen „Work-Flow“ dargestellt werden?	3	3	3	4

11. Reklamationsmanagement				
a) Kann eine Maßnahmenverfolgung abgebildet werden?	2	3	3	4
b) Können Maßnahmekataloge angelegt werden?	3	3	3	4
c) Gibt es eine automatische Terminüberwachung?	1	3	3	4
d) Ist bei den Maßnahmen ersichtlich, ob sie aus einer Reklamation oder einem Audit entstanden ist?	3	3	3	3
e) Können Beanstandungsmeldungen aus Prüfplänen heraus erstellt werden?	3	3	3	3
f) Können unterschiedliche Beanstandungsarten erstellt und verwaltet werden?	3	3	3	4
12. Prüfpläne / Fähigkeitsuntersuchungen				
a) Können zu einem Produkt mehrere Prüfpläne erstellt werden?	2	3	3	3
b) Werden Prozesskennzahlen ermittelt und welche?	3	2	1	3
c) Können Messmittelfähigkeiten durchgeführt werden und nach welchen Normen?	3	2	2	2
d) Können Maschinenfähigkeitskennzahlen ermittelt werden?	3	3	3	3
13. Prüfmittelmanagement				
a) Können Messmitteldaten aus einer Stammdatenbank einbezogen werden?	3	3	3	3
b) Gibt es eine Terminüberwachung für Kalibrierungen?	3	3	3	3
c) Können Messmitteleignungen für Messaufgaben überprüft werden?	2	2	2	2
d) Werden die Messmittel den Prüfplänen direkt zugeordnet?	3	3	3	3
14. Kommunikation				
a) Für welche Zwecke kann die E-Mail verwendet werden?	3	3	3	4
b) Ist eine Mailbenachrichtigung bei toleranz-überschreitender Messdatenerfassung möglich?	3	3	3	3
c) Können Terminüberschreitungen durch Mailverkehr signalisiert werden?	3	3	3	3
15. Eskalationsmanagement				
a) Können kritische Situationen aufgezeigt werden?	4	3	2	4
16. Fernwartung				
a) Welche Möglichkeiten der Fernwartung stehen zur Verfügung?	3	3	3	3

### **Anlage 3: Auszug aus der Studienarbeit 2**

Thema:

Optimierung der Qualitätskontrolle in der Fertigung zur Kostenreduzierung  
nachhaltiger Prüfaufgaben  
für die Gebrüder Kunze GmbH

Kapitel: 5.2 Aufbau einer Qualitätsregelkarte, Seite 14 – 15

[...]

Die Regelkarte besteht aus einem Koordinatensystem mit zwei Achsen. Die Abszisse (waagerechte Achse) stellt dabei den Zeitstrahl dar, die Ordinate (vertikale Achse) den Wertebereich des zu untersuchenden Merkmals. Bei jeder durchgeführten Stichprobe werden außerdem Datum, Zeit und Prüfer dokumentiert.

Um mit Hilfe der Grafik feststellen zu können, ob Entscheidungen bezüglich des Produktionsprozesses getroffen werden müssen, sind zusätzlich Grenzen und Linien eingezeichnet. Dazu gehören die Mittellinie, die Eingriffsgrenze, Warn Grenzen und die vorgegebenen Toleranzgrenzen selbst.

Die Mittellinie kennzeichnet das Nennmaß oder den Mittelwert des Toleranzbereiches und wird als eine Strich-Punkt-Strichlinie dargestellt. Die Eingriffsgrenzen auf beiden Seiten der Toleranzbeschränkung werden durch eine unterbrochene Linie dargestellt. Wird eine solche Linie beispielsweise überschritten, muss ein sofortiges Eingreifen in den Prozess erfolgen. Die Toleranzgrenzen dagegen werden durch eine verstärkte Linie dargestellt. Sollte dieser Wert überschritten werden, ist der Prozess ebenfalls zu korrigieren und alle Teile seit der letzten Prüfung sind zu sortieren. [...]

Darüber hinaus können auch zusätzliche Warn Grenzen berechnet und eingezeichnet werden. Dadurch wird dem Werker angezeigt, wann der vorgegebene Prüfrhythmus nicht mehr ausreicht und erhöhte Wachsamkeit gefordert ist. Bei stabilen Prozessen ist dies nicht erforderlich. [...]

#### Anlage 4: Berechnung der Amortisation

Jahr	Softwarekosten [€]	Verlust-/ Gewinnübertrag [€]	Wartungskosten [€]	Erweiterungen [€]	Ersparnis [€]	Verlust/ Gewinn [€]
1	45.000		8.000		20.000	-33.000
2		-33.000	8.000	5.000	22.000	-24.000
3		-24.000	8.000	5.000	24.000	-13.000
4		-13.000	8.000	5.000	26.000	0
5		0	8.000	5.000	28.000	15.000
6		15.000	8.000	5.000	30.000	32.000
7		32.000	8.000	5.000	32.000	51.000

Im ersten Jahr:

Anschaffungskosten der Software von 45.000 € und die Wartungskosten von 8.000 € stehen einer Einsparung von 20.000 € entgegen.

Im zweiten Jahr:

Es ist ein Betrag von 33.000 € noch zu erwirtschaften. Hinzu kommen 8.000 € für den jährlichen Wartungsaufwand. Zusätzlich fallen 5.000 € für Erweiterungen der Lizenzen und weiteren Programmtools an. Es wird eine Ersparnis von 22.000 € (jährliche Erhöhung von 2.000 € aufgrund der Erweiterungen und besseren Nutzung) erwartet.

Im vierten Jahr:

Im vierten Jahr sind noch 13.000 € als Verlust zu verbuchen. Dazu kommen wieder die Wartungskosten und die Erweiterungen von insgesamt 13.000 €. Diesen Betrag stehen genau den Ersparnissen gegenüber. Somit wird ab dem vierten Jahr die Amortisationsschwelle erreicht. Das bedeutet, dass in jedem weiterem Jahr ein Gewinn zu erwarten ist.

## Literaturverzeichnis

- [BLÄ90] Bläsing, Jürgen P.: *CAQ. Qualitätssicherung unter CIM-Zielen*. Vieweg, Braunschweig, 1990
- [DEU87] DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄT (Hrsg.): *Rechnerunterstützung in der Qualitätssicherung (CAQ)*. Beuth, Berlin, 1987
- [HOF88] Hofmann, D.: *Rechnergestützte Qualitätssicherung*. Verlag Technik, Berlin, 1988
- [KAM05] Kamiske, G. F., Brauer, J.-P.: *Qualitätsmanagement von A-Z: Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements*. 5. Auflage. Hanser, München, 2005
- [PFE01] PFEIFER, T.: *Fertigungsmesstechnik*. 2. Auflage. Oldenbourg, München, 2001
- [PFE07] PFEIFER, T., SCHMITT, R. (Hrsg.): *Masing – Handbuch Qualitätsmanagement*. 5. Auflage. Hanser, München, 2007
- [QUA06] o.V.: CAQ-Systeme im Einfluss des global sourcing: CAQ-System International. In *Quality Engineering, Ausgabe 06/2006*. Konradin Verlag Robert Kohlhammer GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 2006
- [REI96] Reinhart, G., Lindemann, U., Heinzl, J.: *Qualitätsmanagement: ein Kurs für Studium und Praxis*. Springer, Heidelberg, 1996
- [SAC93] SACHS, M. C.: *Computergestützte Qualitätssicherung (CAQ): Leitfaden zur Planung und Realisierung eines rechnergestützten Qualitätssicherungs-Systems*. Vahlen, München, 1993
- [WAN07] Wannewetsch, H. H.: *Fachwörterbuch Qualitätsmanagement*. Forum, Mering, 2007

## **Abgabe einer ehrenwörtlichen Erklärung**

Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich,

1. dass ich meine Diplomarbeit mit dem Thema

**„Unterstützung des Qualitätsmanagements durch eine Computergestützte  
Qualitätssicherung (CAQ)“**

ohne fremde Hilfe angefertigt habe,

2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe und
3. dass ich meine Diplomarbeit bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift