

# HERAUSFORDERUNGEN BEI DER REALISIERUNG EINES INTELLIGENTEN QUALITÄTSMANAGEMENTS

EDGAR DIETRICH | Q-DAS GMBH



# PIQ-online.de

**Dieser Artikel beschreibt, wie sich das Qualitätsmanagement in der industriellen Produktion und Fertigung während der letzten Jahrzehnte verändert hat und gibt einen Überblick über die von Unternehmen eingesetzten Verfahren und Maßnahmen.**

## HISTORISCHE ENTWICKLUNG VON QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEMEN

### Von der Qualitätskontrolle zur Werker selbstprüfung

Mit der Einführung der Massenproduktion in der Automobilindustrie durch Henry Ford gewann die Präzision bei der Montage von Komponenten an Bedeutung. Konnten Teile nicht verbaut werden oder waren fehlerhaft, musste das Band angehalten oder das Produkt zur Nacharbeit angesteuert werden. Um solche Situationen zu vermeiden, wurden Qualitätskontrollen eingeführt. Diese Aufgabe erledigte die Abteilung „Qualitätskontrolle“ bzw. „Qualitätssicherung“, die unabhängig von der eigentlichen Fertigung handelte. Nur sie erteilte die finale Freigabe nach der Endkontrolle, was zwangsläufig Konfliktsituationen zwischen den Produktherstellern und den Qualitätskontrolleuren heraufbeschwor. 100-%-Prüfungen in Produktionsprozessen reduzierten zwar die Fehlerraten, erhöhten aber den Aufwand immens.

Mit der Etablierung der Massenproduktion verbunden mit steigenden Qualitätsansprüchen an die Produkte ging man zur Stichprobenprüfung über, um Qualitätskosten zu reduzieren. Diese basierte weltweit auf unterschiedlichen Verfahren. In den 1930ern war es Walter Shewhart [1], [2], der bei seinem Arbeitgeber - den Bell Telephone Laboratories - die heute nach ihm benannten Shewhart Qualitätsregelkarten erfolgreich einführte. Auch wenn seine Verfahren in der Welt der Statistiker damals revolutionär waren und immer mehr Beachtung fanden, kamen diese nur spärlich in der zunehmend industriellen Fertigung und Produktion zum Einsatz.

Als die Fertigungstiefe bei den Herstellern abnahm, die Produktion einzelner Komponenten ausgelagert wurde und sich die „Just-in-time“-Lieferung durchsetzte, erhöhten sich die Qualitätsanforderungen weiter; insbesondere die Zulieferer in der Automobilindustrie waren davon betroffen.

Anfang der 1980er Jahre veränderte die Firma Ford mit der Einführung des Qualitätsmanagementsystems Q-101 [3] intern und besonderes bei den Lieferanten das Thema Qualitätskontrolle grundlegend. Sie führte unter der Bezeichnung SPC (Statistical Process Control) [4] die von Shewhart entwickelten Qualitätsregelkarten und zur Beurteilung der Maschinen-, Prozess- und Produktqualität die sogenannten Fähigkeitskennwerte ein.



Abb. 1: Deckblatt und Zwischenblatt des 1985 veröffentlichten Q101 QM-Systems von Ford [3]

Hinzu kam nun der Wandel von der unabhängigen Qualitätskontrolle hin zu der Werker-Selbstprüfung. Damit ging die Verantwortung für die Qualität der Maschinen, Prozesse und Produkte an die Verantwortlichen in der Fertigung über. Es kam quasi zu einer Abschaffung der Abteilung und Bezeichnung „Qualitätskontrolle“. Von nun an verwendete man die Begriffe „Qualitätssicherung“ und „Qualitätsmanagement“ und die dabei eingesetzten Methoden und Verfahren wurden unter dem Synonym „Qualitätsmanagementsysteme“ zusammengefasst.

## Dank der Big Three zu einheitlichen Richtlinien in der Automobilindustrie

In den USA haben Chrysler, General Motors und Ford (auch die Big Three genannt) 1994 gemeinsam das Qualitätsmanagementsystem QS-9000 Quality System Requirements - Qualitätsmanagement-System-Forderungen [5] herausgegeben, das in vielen Bereichen eine Fortsetzung des Q-101 QM-Systems von Ford darstellte, nur mit einigen Verbesserungen. So beinhaltete es in Anforderungen u. a. SPC (statistische Prozesslenkung), MSA (Messsystemanalyse), FMEA (Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse), DoE (statistische Versuchsplanung), APQP (Produkt-Qualitätsvorausplanung), PPAP (Produktionsteil-Abnahmeverfahren) und ISI (Erstbemusterung).

## Qualitätsmanagementsysteme weltweit im Aufbau

In Deutschland war es der VDA (Verband der Deutschen Automobilindustrie), der zum Thema Qualität das Regelwerk VDA 6.x [6] herausgegeben hat. Für die Aspekte Zuverlässigkeit, SPC sowie Eignungsnachweise von Prüfprozessen wurden spezielle Bände veröffentlicht:

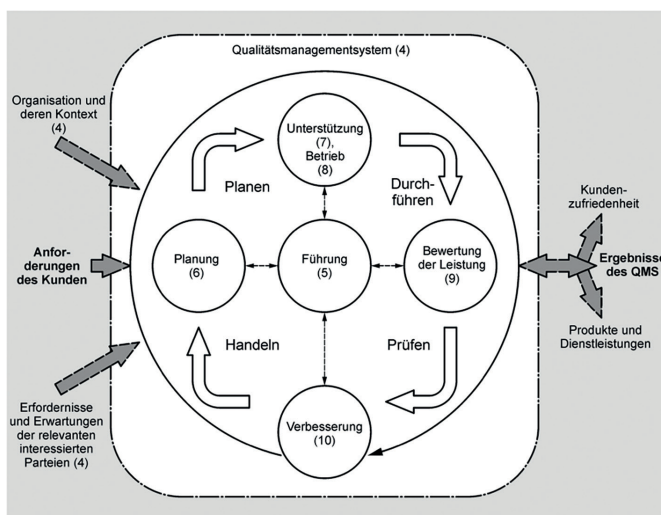
- VDA Band 3: Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten - Zuverlässigkeits-Methoden und -Hilfsmittel
- VDA 4: Sicherung der Qualität in der Prozesslandschaft
- VDA 5: Prüfprozesseignung - Eignung von Messsystemen, Mess- und Prüfprozessen, erweiterte Messunsicherheit, Konformitätsbewertung

Weltweit wurden Regelwerke mit ähnlicher Zielsetzung veröffentlicht. Diese wurden aufgrund neuer Anforderungen und erweitertem Kenntnisstand kontinuierlich angepasst und in neuen Ausgaben bzw. Versionen herausgegeben. Zulieferer hatten das Problem, dass sie je nach Kunde unterschiedliche Anforderungen erfüllen mussten. Aus diesem Grund hat sich die Automobilindustrie weltweit, mit Ausnahme von Japan, in der IATF (International Automotive Task Force) dazu entschieden, die ISO/TS 16949 [7] herauszugeben, die für Automobilhersteller und deren Zulieferer im Qualitätsmanagement firmenübergreifend gilt. Heute lautet ihre aktuelle Bezeichnung IATF 16949:2015 (basierend auf ISO 9001:2015).

**ISO 9000ff als umfassende Basis**

1987 erschien die erste Ausgabe der Normenreihe ISO 9000ff. Sie bestand aus ISO 9000 Qualitätsmanagementsysteme – Begriffe und Grundlagen, ISO 9001 Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen und ISO 9004 Leiten und Lenken für den nachhaltigen Erfolg einer Organisation – Ein Qualitätsmanagementansatz. Von nun an mussten nahezu alle produzierenden Firmen ihr Qualitätsmanagement basierend auf den Qualitätsanforderungen dieser Normen aufbauen. Der Aufbau wurde von unabhängigen Zertifizierungsstellen überwacht, die bis heute bei erfolgreichem Audit ein entsprechendes Qualitätszertifikat ausstellen.

Während die ISO 9000 die Grundlagen und Begriffe definiert, legt die ISO 9001 die Mindestanforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem (QM-System) fest. Diesen Mindestanforderungen muss eine Organisation genügen, um Produkte und Dienstleistungen bereitstellen zu können, die Kundenerwartungen sowie generelle behördliche Anforderungen erfüllen. Zugleich soll das Managementsystem einem stetigen Verbesserungsprozess unterliegen. Dabei gilt es die Organisation so aufzubauen, dass die Kundenanforderungen mit einer hohen Kundenzufriedenheit erfüllt werden. Der Problemlösung dient der PDCA-Zyklus (Deming-Kreis), dessen vier Schritte (Plan, Do, Check/Control, Act) zum gewünschten Ergebnis führen (s. Abb. 2).



**Abb. 2:** Darstellung des PDCA-Zyklus in der Struktur der ISO 9001:2015

Diese Methode wurde bis heute weiterentwickelt und ist in vielen Firmen und Betrieben ein gängiges Verfahren zur Lösungsfindung bei Problemen.

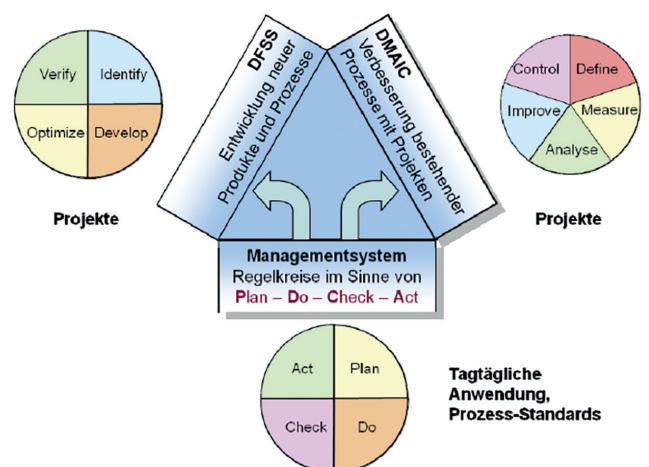
Mit der Einführung der ISO 9000 Normenreihe haben sich die Unternehmen vorrangig mit den organisatorischen Maßnahmen zur Beurteilung und Verbesserung der Qualität beschäftigt. Eine datenbasierte Prozessbeurteilung im Sinne von Walter A. Shewhart, wie sie in den unterschiedlichen SPC Leitfäden beschrieben ist, hat daraufhin an Bedeutung verloren.

**Ein neuer Ansatz namens Six Sigma**

Um die Jahrtausendwende stellte man u. a. in der Automobilindustrie fest, dass die rein organisatorischen Maßnahmen doch nicht ausreichten, um die Qualität zu verbessern. Von Motorola 1987 ins Leben gerufen und 1996 von GE General Electric eingeführt, entwickelte man unter dem Deckmantel Six Sigma ein System, das wieder das Prozesswissen in den Vordergrund rückte.

Das Kernelement von Six Sigma ( $6\sigma$ ) ist die Beschreibung, Messung, Analyse, Verbesserung und Überwachung von Geschäftsvorgängen mit statistischen Mitteln. Dabei kommt häufig die DMAIC-Methodik (Define – Measure – Analyse – Improve – Control) zum Einsatz. Die Ziele orientieren sich an finanzwirtschaftlich wichtigen Kenngrößen des Unternehmens sowie an Kundenbedürfnissen.

Six Sigma wurde auch unter dem Akronym DFSS (Design for Six Sigma) in der Entwicklung eingeführt. Das Ziel: „Von Anfang an das Richtige tun!“ Bei der Umsetzung solcher Projekte wird häufig die IDOV-Methodik (Identify - Develop - Optimize - Verify) verwendet.



**Abb. 3:** Zusammenspiel zwischen den Projektzyklen DMAIC, IDOV und dem Management Regelkreis PDCA

Wie bereits bei der Einführung von SPC, war es erneut die Automobilindustrie, die in Sachen Six Sigma eine Vorreiterrolle einnahm. Verglichen damit, war das Besondere bei der Umsetzung von Six Sigma, dass es sich um ein Gesamtpaket handelte. Dieses besteht bis heute aus Schulungen, Softwareunterstützung, Awards und praktisch durchzuführenden Projekten, die sich an der DMAIC-/IDOV-Methodik orientieren. Insbesondere die mittlerweile auf dem Markt verfügbaren statistischen Softwarepakete haben die Umsetzung wesentlich vereinfacht.

## HEUTIGE ANFORDERUNGEN LAUT INTERNATIONALEN STANDARDS UND VERBANDSRICHTLINIEN

Die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem sind in erster Linie durch die weltweit anerkannte ISO 9001 definiert. In der Automobilindustrie sowie für deren Zulieferer gilt zusätzlich die IATF 16949, während in anderen Branchen wie Pharmazie, Medizin oder Nahrung ebenfalls ergänzende Vorgaben angewandt werden. Nachfolgend eine Übersicht relevanter Schwerpunkte.

### FMEA - Failure Mode and Effects Analysis

Je früher Schwachstellen oder auftretende Fehler bei der Herstellung eines Produktes erkannt und damit vermieden werden können, desto geringer sind die Kosten zur Fehlervermeidung oder -beseitigung. Zu diesem Zweck wurde die „Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse“ mithilfe analytischer Methoden der Zuverlässigkeitstechnik entwickelt. Es werden mögliche Produktfehler nach ihrer Bedeutung für den Kunden, ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit und ihrer Entdeckungswahrscheinlichkeit bewertet.

Im Qualitätsmanagement bzw. in der Risikobewertung wird die FMEA zur Fehlervermeidung und Erhöhung der technischen Zuverlässigkeit vorbeugend eingesetzt, insbesondere in der Design- bzw. Entwicklungsphase neuer Produkte oder Prozesse. Damit vor allem Zulieferer keine unterschiedlichen Verfahren erfüllen müssen, haben AIAG und VDA einen harmonisierten Leitfaden „Failure Mode and Effects Analysis“ [8] herausgegeben.

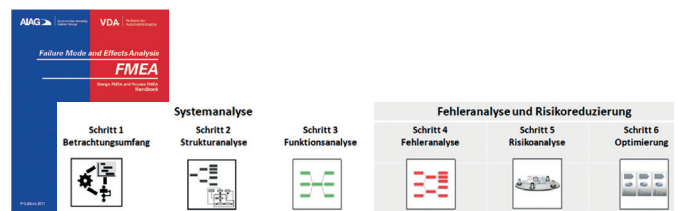


Abb. 4: Deckblatt des harmonisierten FMEA-Leitfadens sowie die Übersicht der sechs FMEA-Schritte

Die FMEA durchläuft sechs Schritte (s. Abb. 4). Basierend auf vorhandenen Erfahrungen und Erkenntnissen werden Punkte von „10“ bis „1“ vergeben. Die Abstufung erfolgt stets von der höheren Bewertung zur niedrigeren Bewertung:

- Bedeutung oder Schwere der Fehlerfolge wird aus der Sicht des Kunden bewertet (hoch = „10“ bis gering = „1“)
- Auftretenswahrscheinlichkeit der Ursache (hoch = „10“ bis gering = „1“)
- Entdeckungswahrscheinlichkeit der Ursache oder des Fehlers im Prozess vor Übergabe an den Kunden (gering = „10“ bis hoch = „1“)

Daraus wird eine Risikoprioritätszahl (RPZ =  $B \cdot A \cdot E$ ) berechnet, anhand derer die Maßnahmen abgeleitet werden.

### APQP - Advanced Product Quality Planning

Die Qualitätsplanung ist die gedankliche Vorwegnahme der zukünftigen Beschaffenheit, die ein Produkt bzw. eine Dienstleistung benötigt, und nach den Anforderungen der ISO 9001:2015 und IATF 16949 als „Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Festlegen der Qualitätsziele und der notwendigen Ausführungsprozesse sowie der zugehörigen Ressourcen zur Erfüllung der Qualitätsziele gerichtet ist“ definiert. Sie ist eng mit der Prüfplanung verbunden.

Ziel ist die Fehlervermeidung mittels einer einheitlichen, produktbezogenen Dokumentationsstruktur, die dem Anwender die notwendige Transparenz über das Herstellgeschehen liefert. Alle projekt- und produktrelevanten Informationen und Dokumente werden zentral geplant, überwacht und verwaltet.

## PPAP - Production Part Approval Process

Das Produktionsteil-Abnahmeverfahren ist ein Verfahren aus IATF 16949 zur Bemusterung von Serienteilen. Diese Vorgehensweise stammt aus der Automobilindustrie und wird dort seit Jahren erfolgreich umgesetzt. Dabei geht es um die Qualität der gelieferten Teile, d.h. die Teile aus Serienwerkzeugen bzw. -prozessen müssen den jeweiligen Zeichnungen entsprechen. Auch der Bemusterungsprozess ist ein zentrales Element. Alle wichtigen Informationen zu Anforderungen und Tests werden zusammengefasst und anschließend dokumentiert.

Allen Bemusterungen ist eines gemein - die Einteilung in fünf verschiedene Ebenen:

- Ebene 1: Teilevorlagebestätigung wird dem Kunden vorgelegt
- Ebene 2: Teilevorlagebestätigung mit Musterteilen und eingeschränkt unterstützende Daten werden dem Kunden vorgelegt
- Ebene 3: Teilevorlagebestätigung mit Musterteilen und umfassend unterstützende Daten werden dem Kunden vorgelegt
- Ebene 4: Teilevorlagebestätigung und andere Forderungen, wie sie vom Kunden festgelegt wurden
- Ebene 5: Teilevorlagebestätigung mit Musterteilen und vollständig unterstützende Daten stehen am Produktionsstandort des Lieferanten für eine Bewertung zur Verfügung

## Prüfplanung

Die Prüfplanung plant die Qualitätsprüfung im gesamten Produktionsablauf, vom Wareneingang bis zur Auslieferung. Sie dient der Umsetzung und Überwachung von Qualitätsforderungen an Produkte im jeweiligen Betrieb. Diese Anforderungen sind in der Regel in CAD-Zeichnungen spezifiziert, die gleichzeitig die Grundlage der Kunden- und Lieferantenvereinbarungen sind. Typische Anforderungen sind Produktmerkmale im Sinn der GPS (Geometrical Product Specification) [9] wie Längen, Durchmesser, Schichtdicken, Oberflächenbeschaffenheit, Form- und Lagemaße sowie Positionen, die alle mit einer vorgegebenen Toleranz bemessen sind. Andere Produkteigenschaften wie Härte, Viskosität usw. sind ebenfalls mit Toleranzvorgaben versehen.

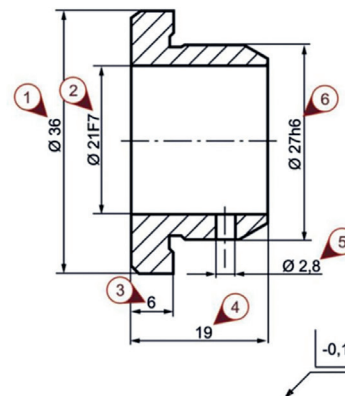


Abb. 5: Zeichnungsangaben entsprechend der GPS Normenreihe

In der Prüfplanung werden die Prüfkriterien (z. B. zu prüfendes Teil, Ablauf der Prüfung, zu prüfende Merkmale, Prüfplatz usw.) festgelegt und in einem Prüfplan dokumentiert. Dieser dient dem Prüfer als Arbeitsanweisung, wie er den jeweiligen Messprozess zu bedienen hat.

Weiter wird festgelegt, welche zu 100 % und welche stichprobenartig geprüft werden. Bei einer Stichprobenprüfung sog. SPC-Merkmale ist zusätzlich die Stichprobenfrequenz und der -umfang sowie die für die Überwachung erforderliche Qualitätsregelkarte mit anzugeben.

## Erstbemusterung

IATF 16949 definiert Forderungen für die Bemusterung nach dem sogenannten Production Part Approval Process (PPAP). Damit gilt es grundsätzlich den Nachweis zu erbringen, dass der Lieferant die Anforderungen verstanden und eine Qualitätsplanung durchgeführt hat sowie die Erwartungen des Kunden unter serienmäßigen Bedingungen erfüllen kann.

## Prüfmittelmanagement

Zur Beurteilung von Sachverhalten werden mittels Sensoren oder Messsystemen qualitative und quantitative Daten erfasst. Anhand dieser Prüfergebnisse kann nach entsprechenden Auswertungen die Produktqualität beurteilt werden. Prüfergebnisse müssen allerdings validiert sein, da sie Grundlage für relevante Entscheidungen sind. Andernfalls könnten Annahmen und darauf basierend Entscheidungen getroffen werden, die aufgrund falscher Prüfergebnisse nichtzutreffend sind.

Die Anforderungen an ein Prüfmittelmanagementsystem sind in ISO 10012 [11] „Messmanagementsysteme - Anforderungen an Messprozesse und Messmittel“ spezifiziert. Wesentlicher Schwerpunkt sind dabei die Organisation und Verwaltung der einzelnen Messmittel und die Sicherstellung, dass diese bei der Verwendung qualifiziert sind. Die Qualifizierung der Messmittel erfolgt durch laut ISO/IEC 17025:2017 akkreditierte Labors. Nach erfolgreicher Prüfung bestätigt das Labor in einem Zertifikat den Anwendungsbereich des Messmittels und die Dauer bis zur nächsten Qualifizierung. Diese Beurteilungen finden unter idealisierten Bedingungen statt und lassen nur wenige Rückschlüsse auf das Verhalten des Messmittels im realen Einsatz zu. Daher muss für jeden Einsatzfall die Messunsicherheit des jeweiligen Messprozesses bestimmt werden.

Grundlage für die Bestimmung der Messunsicherheit ist GUM (Guide to the expression of uncertainty in measurement) [10]. Trotz der Komplexität und der Vielzahl der Einflussparameter muss im Sinne von ISO 14253-1 „Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen“ die Messunsicherheit für den jeweiligen Messprozess bestimmt werden. Aus diesem Grund wurden vereinfachte Verfahren entwickelt, um die Messunsicherheit von Messprozessen im realen Einsatz zu bestimmen. Diese sind in folgenden Werken näher beschrieben:

- ISO 22514-7 Statistische Verfahren im Prozessmanagement - Fähigkeit und Leistung - Teil 7: Fähigkeit von Messprozessen
- ISO/TR 12888 Ausgewählte Beispiele für Untersuchungen der Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit von Lehren
- ISO/TR 14468 Erläuterungen der Übereinstimmungsanalyse bei attributiven Merkmalen
- MSA Measurement Systems Analysis (AIAG)
- VDA 5 Prüfprozesseignung (VDA)

Die Dokumente sind allgemein gehalten und Verfahren müssen ggf. angepasst werden. Ist die Messunsicherheit bekannt, besteht das Messergebnis  $y$  aus dem gemessenen Wert  $x$  zuzüglich der ermittelten erweiterten Messunsicherheit  $U$ :  $y = x \pm U$ . Dies gilt in gleichem Maße auch für attributive Prüfungen.

## SPC - Statistical Process Control

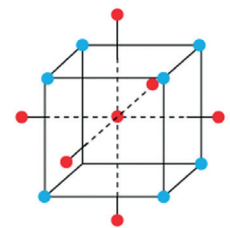
Um die Herstellung von Komponenten, Teilen oder Produkten effizient zu gestalten, ist die Eignung der Maschinen, Fertigungs- und Montageeinrichtung nachzuweisen. Damit wird sichergestellt, dass diese die Anforderungen erfüllen können, insbesondere beim Neukauf solcher Einrichtungen und bei signifikanten Veränderungen während des laufenden Betriebes. Die ISO 22514 Serie unterstützt den Anwender bei der Umsetzung dieser Aufgabenstellungen.

Ist die Eignung der Maschinen, Fertigungs- und Montageeinrichtung gegeben, ist zu überwachen, dass sich während des laufenden Herstellungsprozesses keine Änderungen ergeben, die sich negativ auf die Qualität auswirken. Dazu bedient man sich der Qualitätsregelkartentechnik, wie in der ISO 7870 Serie beschrieben. In der Automobilindustrie sind dies das SPC Reference Manual [17] der AIAG und VDA Band 4 [9] des VDA.

## DoE - Design of Experiments

Stellt man im Rahmen der FMEA oder anhand von Eignungsnachweisen fest, dass die Maschine, die Fertigungseinrichtung oder der Prozess verbessert werden muss, kann man sich der Verfahren der statistischen Versuchsplanung bedienen. Dazu zählen:

- diverse grafische Darstellungen der erfassten Daten
- statistische Testverfahren
- Versuchspläne (s. Abb. 6)
- Regressions- und Korrelationsanalysen.



**Abb. 6:** Typisches Synonym für Versuchspläne

So sind mit möglichst geringem Versuchsaufwand alle relevanten Einflussfaktoren berücksichtigt, um anhand der in den Versuchen ermittelten Ergebnisse die Parameter so zu optimieren, dass die Qualität verbessert wird.

## Zuverlässigkeit

Bevor Produkte auf den Markt kommen, sollte eine Aussagen über ihre zu erwartende Lebensdauer gemacht werden. Insbesondere zu viele Ausfälle während der

Gewährleistung führen zu hohen Qualitätskosten. In der Automobilindustrie sind es jährliche mehrere Millionen Fahrzeuge, die zurückgerufen werden. Hinzu kommt ein hoher Imageschaden, wenn die Produktqualität von einem Hersteller nicht gewährleistet werden kann.

Um die zu erwartende Lebensdauer eines Produktes abzuschätzen, werden im Vorfeld, also bereits in der Entwicklung, Zuverlässigkeitsuntersuchungen durchgeführt. Je nach Art des Produkts werden mittels eines eigens dafür entwickelten Versuchsstands unter unterschiedlichen Bedingungen mehrere Produkte untersucht und die Ausfallzeiten bestimmt. Erfahrungsgemäß lassen sich Ausfallzeiten mittels einer Weibullverteilung beschreiben. Mit dieser Wahrscheinlichkeitsverteilung kann, basierend auf den ermittelten Daten, die zu erwartende Lebensdauer berechnet werden. Anhand von Risikobewertungen wird entschieden, ob die bestimmte Lebensdauer akzeptabel ist oder ob Verbesserungen am Produkt vorgenommen werden.

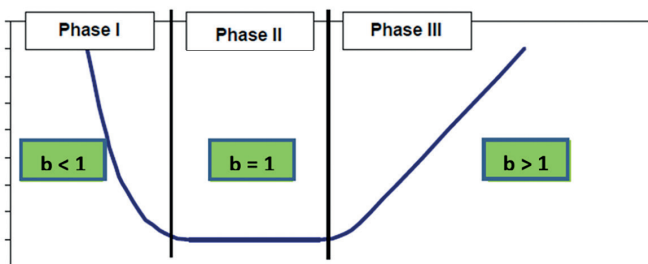


Abb. 7: Verlauf der Ausfallraten basierend auf der Weibullverteilung

Als Ergebnis unterscheidet man drei Phasen:

- Phase 1: Frühausfälle
- Phase 2: Ausfällen bei Benutzung durch den Käufer
- Phase 3: Ausfälle aufgrund von Verschleiß oder Alterung

Typische Ausfallraten in diesen drei Phasen sind in Abb. 7 dargestellt. Aufgrund der Form wird dieser Verlauf auch „Badewannenkurve“ genannt.

## IT-UNTERSTÜTZUNG

Für die vielfältigen Aufgaben zur Beurteilung und Bewertung von Maschinen, Einrichtungen, Prozessen und Abläufen sowie hergestellten Komponenten, Teilen und Produkten stehen unterschiedlichste Softwarepakete zur Verfügung. Ähnliches gilt für den planerischen Bereich des

Qualitätsmanagements. Workflow-gesteuerte Abläufe führen Anwender zielgerichtet durch ihre Aufgaben, Verantwortliche werden automatisch zur Freigabe aufgefordert und bestimmte Personenkreise erhalten automatisiert relevante Informationen.

Im Qualitätswesen gibt es zwei Kategorien von Software: aufgabenbezogene Softwareprogramme und integrierte Lösungen, die alle wesentlichen Aufgaben des Qualitätsmanagements bearbeiten. Letztere werden als CAQ-Pakete (Computer Aided Quality) bezeichnet.

Prinzipiell sind Qualitätsinformationen auch in anderen Systemen, wie PLM (Product Lifecycle Management), ERP (Enterprise), CRM (Customer Relationship Management) oder MES (Manufacturing Execution System) enthalten. Weitere Daten können auch aus dem World Wide Web stammen oder in textlicher oder tabellarischer Form vorliegen. Besonders unstrukturierte Daten machen die automatisierte Auswertung schwer realisierbar.

Die heutige Herausforderung besteht darin, die für eine Aufgabenstellung relevanten Qualitätsdaten zeitnah - möglichst in Echtzeit - von einem System zu erhalten und diese für die Weiterverarbeitung bereitzustellen.

Auf der Werkerebene ist es das Monitoring der „eigenen“ Prozesse, während Prozesseigner tieferegehende Analysen und Auswertungen benötigen. Auf der Managementebene geht es primär um hoch verdichtete Kennwerte, die Aussagen über die Qualitätsstatus des Unternehmens bzw. einzelner Bereiche zulassen. Dabei unterscheidet man zwischen:

- Ad-hoc-Analysen zu bestimmten Aufgabenstellungen, die aktuell zu bearbeiten sind
- Signalisierung von Ereignissen (Alarmer), die beim Überschreiten von vordefinierten Kriterien auftreten
- Zeitgetriggerte Auswertungen, wie Schicht-, Tages-, Wochen- oder Monatsberichte.

Die heute zur Verfügung stehende intelligente Sensorik, hohe Rechenleistung und große Speicherkapazitäten verbunden mit performanten Kommunikationsmöglichkeiten unterstützen Unternehmen dabei, diese Herausforderung zu meistern. Dabei spricht man von Industry 4.0, IoT (Internet of Things) oder IoP (Internet of Production). Bezogen auf das Thema Qualität wird konsequenterweise der Begriff Quality 4.0 verwendet.

Wesentliche Voraussetzungen für Qualität 4.0-basierte Prozesse sind die automatisierte Messwerterfassung von Qualitätsmerkmalen sowie die Erfassung und Verknüpfung von Prozessparametern, womit eine Wechselbeziehung zwischen Inspektion und Produktion hergestellt werden kann. Damit können Unternehmen ihre Produkte zu geringeren Kosten herstellen (Stillstandszeiten reduzieren, Ausschuss und Nachbearbeitung vermeiden), ihre Reaktion auf Nachfrageveränderungen beschleunigen, die Vorlaufzeiten verkürzen und ihre Wettbewerbsfähigkeit insgesamt steigern.

## AUSBLICK

Während in den letzten drei Jahrzehnten der Aufwand in der Produktion zur Absicherung der Qualität enorm zugenommen hat, konzentriert man sich heute verstärkt darauf, das in den vorhandenen Daten enthaltene Wissen zu nutzen, um die Qualität von Produkten zu beurteilen und zu beeinflussen. Künftig werden sicherlich Verfahren der künstlichen Intelligenz eingesetzt werden, um Zusammenhänge und Sachverhalte zu beschreiben, damit Qualität noch besser plan- und steuerbar wird. Dadurch kann der Messaufwand dramatisch reduziert werden. Im Qualitätsmanagement wird es eine neue Ära geben.

## LITERATUR

- [1] Shewhart, Walter A.: Economic Control of Quality of Manufactured Product, 1931
- [2] Shewhart, Walter A.: Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control, 1938
- [3] Ford Motor Co: Q-101 Quality System Standard, 1985
- [4] Ford Werke AG: Prozessfähigkeit – Richtlinie, 1991
- [5] Chrysler, Ford and General Motors: QS-9000 - Quality System Requirements, 1994
- [6] VDA – Verband der Automobilindustrie: VDA 6.X - Regelwerke für Organisationen in der automobilen Lieferkette
- [7] ISO – International Organization for Standardization: ISO/TS 16949 Quality systems - Automotive suppliers - Particular requirements for the application of ISO 9001:1994, 1999
- [8] AIAG – Automotive Industry Action Group and VDA – Verband der Automobilindustrie: Failure Mode and Effects Analysis, 2017
- [9] DIN – Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 14253- 1 Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen - Teil 1: Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen, 2018
- [10] ISO – International Organization for Standardization: ISO/ IEC Guide 98-3 Guide to the expression of uncertainty in measurement, 2008
- [11] ISO – International Organization for Standardization: DIN EN ISO 10012 Messmanagementsysteme - Anforderungen an Messprozesse und Messmittel, 2004

## Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Q-DAS GmbH  
Eisleber Str. 2  
69469 Weinheim  
www.q-das.com  
edgar.dietrich@hexagon.com

