

Walter Jakoby

Qualitätsmanagement

Ein praxisnahes Lehrbuch für die Planung und Steuerung von Qualitätsprozessen

Lösungen zu den Verständnisfragen und Übungsaufgaben



1. Aufl. 2019, XI, 209 S. 102 Abb., 4 Abb. in Farbe.

Printed book

Softcover

[1] 32,99 € (D) | 33,92 € (A) | CHF 36,50

Walter Jakoby

Qualitätsmanagement für Ingenieure

Ein praxisnahes Lehrbuch für die Planung und Steuerung von Qualitätsprozessen

- Eine praxisnahe und kompakte Einführung in die Methoden des Qualitätsmanagements
- Umfang ist für eine Vorlesung von ca. 5 ECTS-CP konzipiert
- Das Buch ist vorlesungsbegleitend einsetzbar

Die Methoden des QM und der Aufbau von ISO-9001-QMS werden in diesem Werk praxisnah vermittelt. Die elementaren Methoden dienen zum Lösen von Problemen, sowie zur Erfassung, Darstellung und Auswertung von Messreihen. Statistische Methoden wie SPC und die QRK ermöglichen den Umgang mit großen Produkt-Stückzahlen. QFD, FMEA und Poka Yoke unterstützen die anforderungsgerechte Gestaltung von Produkten und Prozessen. Anschließend wird beschrieben, wie aus vielen Einzelmethoden ein durchgängiges, ISO-9001-zertifiziertes QMS aufgebaut werden kann. Abschließend werden Six Sigma, Total Quality Management und Lean Management erläutert, die das Management von Unternehmen in qualitätsorientierter Sicht ausrichten.

4 Methoden zur Gestaltung von Produkt und Prozess

Verständnisfragen

Frage 4.1 Was versteht man unter Quality Function Deployment (QFD)?

QFD dient zur „Entfaltung“ (Deployment) der Maßnahmen (Function), die m stärksten zur Erfüllung der Anforderungen beitragen. Beim QFD werden zunächst die Anforderungen der Kunden (Voice of the customer) erfasst. Sie bilden die Zeilen des House of quality. Dann werden Maßnahmen gesucht, die zur Erfüllung der Anforderungen geeignet sind (Voice of the engineer) Sie werden in den Zeilen des House of quality notiert. Dann werden Maßnahmen und Anforderungen miteinander korreliert: es wird ermittelt, in welchem Maß jede Maßnahme jede Anforderung erfüllt. Diese Werte werden in der Kreuzungspunkten der Zeilen und Spalte eingetragen. Zum Abschluss werden dann die Maßnahmen ausgewählt, die am wirksamsten zur Anforderungserfüllung beitragen.

Frage 4.2 Was ist ein House of Quality (HoQ)?

Ein House of Quality ist ein graphisches Hilfsmittel, das das QFD unterstützt. Die Zeilen des HoQ enthalten die Anforderungen. In den Spalten stehen die Maßnahmen. In den Kreuzungspunkten von Zeilen und Spalten steht der Beitrag einer Maßnahme zur Anforderungserfüllung. Die Aufsummation der Spaltenwert ergibt den Gesamtbeitrag einer Maßnahme zur Anforderungserfüllung und bildet die Basis für die Auswahl der wirksamsten Maßnahmen.

Frage 4.3 Welche Informationen aus Kundensicht werden für ein HoQ benötigt?

Die Anforderungen an das Produkt und eine Einschätzung über die Wichtigkeit Anforderungen. Des Weiteren ist die Erfüllung der Anforderungen durch Wettbewerbsprodukte von Interesse.

Frage 4.4 Welche Informationen aus Herstellersicht werden für ein HoQ benötigt?

Welche Produktmerkmale können zur Erfüllung der Anforderungen beitragen? Wie beeinflussen sich die Anforderungen gegenseitig?

Frage 4.5 Welche Aussagen können aus einem HoQ abgeleitet werden?

In welchem Maße tragen die vorgeschlagenen Produktmerkmale zur Erfüllung von Anforderungen bei? Welche Merkmale sind am wirksamsten?

Frage 4.6 Aus welchen Phasen besteht der QFD-Ablauf?

In der Produktplanung werden aus den Kundenanforderungen die Produktmerkmale ermittelt. Die Komponentenplanung leitet dann daraus die Merkmale und die möglichen Merkmalswerte für die Komponenten des Produkts ab. Daraus ermittelt die Prozessplanung die nötigen Prozessschritte und Merkmale für den Herstellungsprozess. In der letzten Phase, der Produktionsplanung werden dann die Anweisungen für die Produktion, sowie die benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel bestimmt.

Frage 4.7 Was versteht man unter einem Risiko?

Ein Risiko beschreibt wie schädlich ein bestimmtes Ereignis für eine Zielerreichung sein kann. Das Risiko setzt sich zusammen aus der Wahrscheinlichkeit des Eintritts des schädlichen Ereignisses und dem Schaden, den es im Falle des Eintritts verursacht.

Frage 4.8 Wozu dient eine FMEA?

Eine FMEA dient zum Auffinden möglicher Fehlerquellen und Fehlerfolgen in einem Prozess. Dazu werden die Bedeutung B , die Auftrittswahrscheinlichkeit A und die Entdeckungswahrscheinlichkeit E abgeschätzt und jeweils auf einer Skala von 1 bis 10 bewertet. Mit der Bedeutung B eines Fehlers wird der mögliche Schaden ermittelt. Sie wird, genauso wie Auftrittswahrscheinlichkeit von 1 (sehr gering) bis 10 (sehr hoch) bewertet. Die Chance für die frühzeitige Entdeckung eines Fehlers wird von 1 (hohe Entdeckungswahrscheinlichkeit) bis 10 (sehr niedrig) bewertet. Das Produkt der drei Größen ergibt die Risikoprioritätszahl $RPZ=A*B*E$. Sie kann zwischen 1 und 1000 liegen. Gravierende Risiken haben eine RPZ größer 125. Risiken unterhalb von $RPZ=40$ können als gering angesehen werden.

Frage 4.9 Wie wird die Risikoprioritätszahl (RPZ) bestimmt?

Zunächst werden mögliche Fehler (F) identifiziert, ihre möglichen Ursachen (FU) und mögliche Fehlerfolgen (FF) analysiert. Anhand der Fehlerursachen wird dann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Fehlers quantifiziert und als Kennzahl A ausgedrückt. Als zweite Kennzahl wird die Schwere oder die Bedeutung B des möglichen Schadens abgeschätzt. Die dritte Kennzahl ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit E des Fehlers. Alle drei Kennzahlen werden auf einer Skala von 1 bis 10 abgebildet. Das Produkt bildet die Risikoprioritätszahl RPZ . Diese liegt zwischen 1 (im besten Fall) und 1000 (worst case).

Eine hohe RPZ , z.B. größer als 100, signalisiert großes Risiko und dringenden Handlungsbedarf. Auch große Werte bei den einzelnen Kennzahlen zeigen ein großes Risiko an und liefern zudem Hinweise auf mögliche Maßnahmen.

Frage 4.10 Wie können geeignete Maßstäbe für die Auftrittswahrscheinlichkeit, die Schadensbedeutung und die Entdeckungswahrscheinlichkeit festgelegt werden?

Die Skalen für diese Größen reichen von 1 bis 10. Zunächst können für die beiden Extremwerte Fallbeispiele definiert werden. Im nächsten Schritt können die Skalen gedrittelt werden, indem für die Stufen 4 und 7 Beispiele festgelegt werden. Für die weitere Differenzierung könnten die fehlenden Stufen (2, 3, 5, 6, 8 und 9) durch Auf- oder Abstufung der vorhandenen Beispiele definiert werden.

Frage 4.11 Was besagt die RPZ ?

Die Risikoprioritätszahl RPZ beschreibt das Risiko für ein bestimmtes Problem auf einer Skala von 1 bis 1000. Die RPZ ergibt sich als Produkt der Auftrittswahrscheinlichkeit A des Problemfalls, dessen Bedeutung und der Entdeckungswahrscheinlichkeit E . Diese drei Einzelgrößen werden jeweils auf einer Skala von 1 (unproblematisch) bis 10 (sehr problematisch) bewertet.

Frage 4.12 Welche FMEA-Arten kennen Sie?

Diese Frage streichen, da die verschiedenen FMEA-Arten im Buch nicht behandelt werden!

Frage 4.13 Was beschreibt der Begriff Poka Yoke?

Poka Yoke bezeichnet Bestrebungen zur Fehlervermeidung. Beim harten Poka Yoke werden Fehlhandlungen durch bestimmte Maßnahmen verhindert. Weiches Poka Yoke versucht das Fehlerrisiko zu verringern, indem Fehlhandlungen möglichst schnell erkannt werden.

Frage 4.14 Erläutern Sie die Anwendung von Poka Yoke an einem einfachen Beispiel.

Im Idealfall sorgt Poka Yoke durch eine aufwandsarme Maßnahme dafür, dass eine Fehlerursache grundsätzlich verhindert wird. Bei einem Gasherd beispielsweise wird das ungewollte Ausströmen von Gas durch einen Wärmesensor verhindert, der das Ausströmen des Gases verhindert, wenn keine Verbrennung stattfindet.

Frage 4.15 Was versteht man unter der Zuverlässigkeit von Produktteilen und Produkten als Ganzes?

Die Zuverlässigkeit R beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Produkt oder Produktteil seine Funktion anforderungsgemäß erfüllt. Die Zuverlässigkeit ist eine Funktion der Zeit, da die Zuverlässigkeit über die Betriebsdauer abnimmt. Bei der Inbetriebnahme beträgt sie 100% und sinkt danach relativ schnell ein wenig ab (Frühausfälle). Dann bleibt sie lange Zeit konstant, um am Ende der Lebensdauer stetig abzusinken.

Frage 4.16 Durch welche verschiedenen Funktionen können lebensdauerabhängige Ausfälle von Produkten beschrieben werden?

Die Zuverlässigkeit R beschreibt die Wahrscheinlichkeit des korrekten Funktionierens zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Differenz von R zu 1 ergibt die Ausfallwahrscheinlichkeit $F = 1 - R$. Als Ausfalldichte f bezeichnet man die zeitliche Änderung der Ausfallwahrscheinlichkeit. Bezieht man die Ausfallwahrscheinlichkeit auf die Zuverlässigkeit erhält man die Ausfallrate $h = F/R$.

Der Kehrwert der Ausfallrate ergibt die MTBF (Mean Time Between Failure), also die mittlere zu erwartende Zeit zwischen zwei Ausfällen.

Aufgaben

Aufgabe 4.1 HoQ auswerten

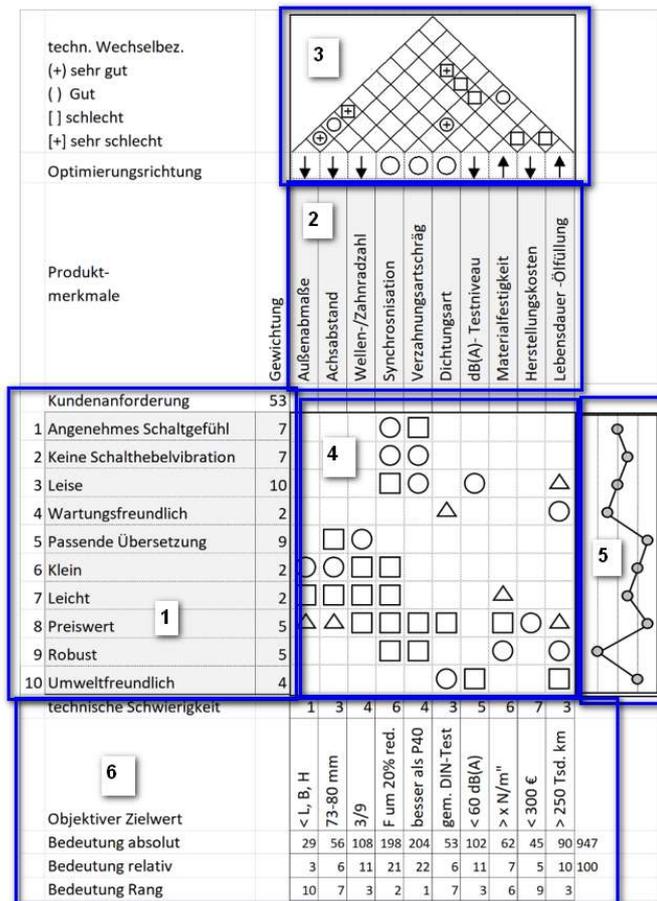
Bild 4.10 des Buches zeigt ein HoQ für die Entwicklung eines Getriebes. Benennen Sie die verschiedenen darin enthaltenen Informationen. Welche Ergebnisse können Sie aus dem HoQ ableiten?

Lösung.

Im ersten Bereich (1) werden die Kundenanforderungen aufgelistet und mit einer Gewichtung versehen. In (2) sind die Produktmerkmale erfasst, mit deren Hilfe die Anforderungen erfüllt werden können. Im Dach des HoQ (3) ist die Wechselwirkung zwischen den Produktmerkmalen und die Zielrichtung zur Gestaltung des Merkmals beschrieben.

Die Wechselwirkungen im mittleren Bereich (4) des HoQ beschreiben, wie gut ein Produktmerkmal bestimmte Anforderungen erfüllt. Ganz rechts (5) ist dargestellt, wie gut die Wettbewerbsprodukte die Anforderungen erfüllen.

Die Auswertung der erfassten Informationen erfolgt im unteren Bereich (6). Hier sind zum einen die technischen Schwierigkeiten, die mit der Realisierung eines bestimmten Produktmerkmals verbunden sind auf einer Punkteskala bewertet. Dann wird der Zielbereich für jedes Merkmal quantifiziert. Die Kombination der Anforderungsgewichte mit den Zielerfüllungen ergibt die Bedeutung für jedes Merkmal. Sie kann in absoluten (in Punkten) oder relativ (in Prozenten) ausgedrückt werden.



Aufgabe 4.2 HoQ erstellen

Die folgenden Aussagen stammen aus der Befragung von potentiellen Käufern von Wagenhebern. Übertragen Sie diese Aussagen in ein HoQ.

„Ein Wagenheber sollte möglichst einfach zu bedienen und möglichst leicht sein und im Kofferraum nicht viel Platz beanspruchen.“

„Ich schätze es, wenn ein Wagenheber möglichst stabil ist, einen schwereren PKW sicher heben kann und dabei sehr standfest ist.“

„Wenn ich mal eine Reigenpanne habe, will ich das Auto möglichst schnell aufbocken und den Reifen wechseln können.“

Ein Kreativitäts-Workshop mit den Entwicklern eines Herstellers von Wagenhebern hat folgende Gestaltungsmöglichkeiten ergeben. Übertragen Sie dies in das HoQ.

„Wir sollten einen robusten Werkstoff verwenden.“

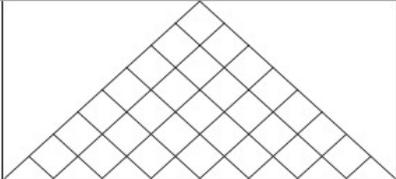
„Die Standfestigkeit können wir durch mehrere Auflagepunkte verbessern.“

„Für mich ist die Frage der Krafteinleitung entscheidend. Eine Kurbel mit Gewinde ist da immer noch am besten. Hydraulische oder mechanische Systeme sind viel zu kompliziert und teuer.“

„Ich würde den Wagenheber ganz weglassen. Wie oft hat man denn heute überhaupt noch eine Reifenpanne?“

Versuchen Sie nun das HoQ vollständig zu erstellen. Sie müssen nicht alle Aussage übernehmen und Sie können auch eigene Anforderungen oder Merkmale ergänzen.

Lösung.

								
		Robuste Werkstoffe	Mehrere Auflagepunkte	Kurbel mit Gewinde	Gar kein Wagenheber	Ballon mit Abgasbefüllung	hydr. ausfahrbare Stützen	
		100,0%						
1	Einfache Bedienung	20,0%	1	3			9	
2	Schnelle Einsetzbarkeit	15,0%					9	
3	Geringes Gewicht	10,0%			9	3		
4	Geringer Platzbedarf	10,0%			9			
5	Stabilität	25,0%	3	9			3	
6	Hohe Tragfähigkeit	20,0%	9	3			3	
7								
8								
9								
	Bedeutung		2,6	3,1	0,6	1,8	0,3	4,5

Aufgabe 4.3 FMEA Medikamentennebenwirkungen

Bei der Angabe der Auftrittswahrscheinlichkeit möglicher Nebenwirkungen von Medikamenten werden auf den Beipackzetteln verschiedene Skalen und Häufigkeiten angegeben. Bilden Sie die in einem solchen Beipackzettel angegebenen Auftrittshäufigkeiten auf eine Skala von 1 bis 10 als Vorstufe für die Berechnung einer Risikoprioritätszahl ab.

Versuchen Sie nun, die auf dem Beipackzettel angegebenen gesundheitlichen Nebenwirkungen auf einer Skala von 1 bis 10 für die Schadensbedeutung zuzuordnen.

Lösung

Auf dem Beipackzettel sind insgesamt 6 Häufigkeitsstufen angegeben: sehr häufig, häufig, gelegentlich, selten, sehr selten. Zu jeder Stufe ist auch angegeben, bei wie vielen Patienten von allen mit dem Medikament behandelten es zu Nebenwirkungen kommen kann. Übernimmt man die 5 Stufen und legt zusätzlich noch 5 Zwischen- bzw. Abstufungen an, kommt man auf 10 Stufen, die dann der Auftrittswahrscheinlichkeit A zugeordnet werden können

sehr häufig	mehr als 1 von 10	> 3/10	10
		1/3 .. 1/10	9
häufig	1/10 .. 1/100	1/10 .. 1/30	8
		1/30 .. 1/100	7
gelegentlich	1/100 .. 1/1000	1/100 .. 1/300	6
		1/300 .. 1/1000	5
selten	1/1000 .. 1/10.000	1/1000 .. 1/3.000	4
		1/3.000 .. 1/10.000	3
sehr selten	weniger als 1/10.000	1/10.000 .. 1/30.000	2
		< 1/30.000	1

Aufgabe 4.4 Poka Yoke

Suchen Sie in alltäglichen Arbeitsabläufen nach Beispielen für die Anwendung des Poka-Yoke-Prinzips.

Lösung

Auto lässt sich nicht starten, wenn die Kupplung nicht getreten wird.

Beim Rückwärtsfahren meldet PDC Hindernisse.

Falscher Tankrüssel passt nicht in den Stutzen

Handy meldet sich, bevor Akku leer ist.

Ladestecker passt nur bei richtigem Netzteil

Medikamente sind in richtiger Tagesdosis verpackt.

Wieso kommt beim Falschfahrer auf die Autobahnauffahrt kein Signal?

Aufgabe 4.5 FMEA Kopiererpapier

Es gibt einen gemeinsamen Kopierer für alle 8 Mitarbeiter Ihrer Abteilung. Für den Nachschub von Papier ist die IT-Abteilung zuständig. Leider kommt es immer wieder vor, dass kein Papier mehr da ist. Ermitteln Sie für diesen Fehler eine Risikoprioritätszahl. Was sagt dieser Wert aus?

Untersuchen Sie mögliche Fehlerursachen und Fehlerfolgen. Auf welche Arten kann der Fehler entdeckt werden?

Suchen Sie nun je eine Maßnahme zur Verringerung des Fehlerrisikos durch Verringerung der Fehlerbedeutung, durch Verringerung der Auftrittswahrscheinlichkeit und durch die Erhöhung der Entdeckungswahrscheinlichkeit. Wie ändern sich in diesen drei Fällen die Risikoprioritätszahlen?

Fällt Ihnen eine Maßnahme ein, die das Poka-Yoke-Prinzip nutzt?

Lösung.

Das Kopierpapier wird in einem Schrank im Kopierraum gelagert, der für jeden zugänglich ist. Immer wieder wird die letzte Packung entnommen, ohne eine Nachbestellung zu veranlassen. Dadurch kommt es hin und wieder zu mehrtägigen Engpässen, bis neues Papier geliefert wurde.

Da das Problem mehrmals im Jahr auftritt, wird die Auftrittswahrscheinlichkeit mit $A=5$ bewertet. In den meisten Fällen ist das Fehlen des Papiers zu verschmerzen, aber hin und wieder können dringen benötigte wichtige Dokumente nicht gedruckt werden. Die Bedeutung wird daher mit $B=3$ angesetzt. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit ist eigentlich sehr hoch, da jeder sieht, wenn er die letzte Packung entnimmt, aber aufgrund von Nachlässigkeit, wird dieses nicht an den Einkauf gemeldet. Daher wird die Entdeckungswahrscheinlichkeit mit $E=6$ bewertet. Man erhält eine RPZ in Höhe von 90.

Da der Jahresverbrauch an Papier recht gut bekannt ist, könnten die Papierbestellungen in regelmäßigen Zeitabständen erfolgen. Die Auftrittswahrscheinlichkeit ließe sich dadurch auf $A=3$ senken. Die Bedeutung des Fehlers ließe sich verringern, indem stärker auf elektronische Dokumente übergegangen wird. ($B=2$). Dies würde zudem viele Kosten einsparen. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit könnte erhöht werden, wenn die letzte Packung nur beim Einkauf abgeholt werden kann, der dann gleichzeitig eine Bestellung auslöst ($E=2$).

Die Verwirklichung von Poka Yoke könnte z.B. mit einer speziellen Smartphone-App erfolgen, die den Zugang zum letzten Papier erst freischaltet, wenn mit der App eine Bestellung ausgelöst wird.