

QFD - Quality Function Deployment

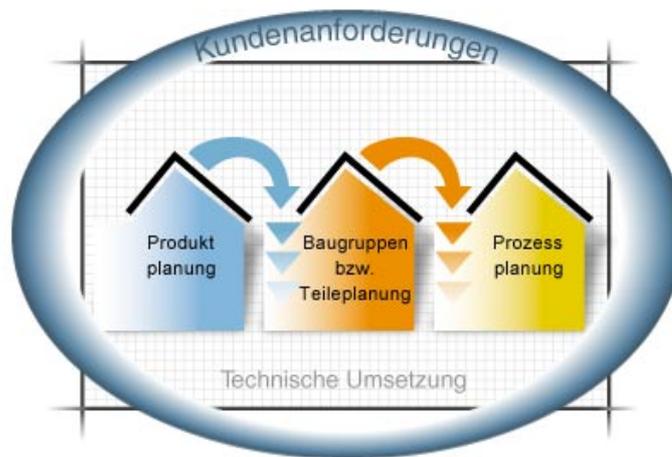
Hinweis:

Diese Druckversion der Lerneinheit stellt aufgrund der Beschaffenheit des Mediums eine im Funktionsumfang stark eingeschränkte Variante des Lernmaterials dar. Um alle Funktionen, insbesondere Verlinkungen, zusätzliche Dateien, Animationen und Interaktionen, nutzen zu können, benötigen Sie die On- oder Offlineversion.

Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

©2023 Berliner Hochschule für Technik (BHT)

QFD - Quality Function Deployment



Quality Function Deployment

Lernziele und Überblick

Voraussetzungen

Um diese Lerneinheit bearbeiten zu können, sollten Sie vorher GQM - Grundlagen des Qualitätsmanagements und MVW - Qualitätsmanagement - **M**ethoden, **V**erfahren und **W**erkzeuge durchgearbeitet haben.



Lernziele

Lernziele

Eine Planungssystematik für Produkte und Prozesse zu entwickeln ist das Thema in dieser Lerneinheit. Orientiert an Kundenanforderungen, werden mit einer Planungssystematik Spezifikationen für Produkte und Prozesse in einem teamorientierten Ansatz entwickelt.

Diese Planungssystematik wurde in Japan entwickelt. Sie ist in der Industrie noch keine Standardmethodik wie die

- FMEA (FME - Fehlermöglichkeiten- und Einflussanalyse (FMEA)) oder die
- SPC (SPC - Statistische Prozesslenkung), die Sie später noch kennen lernen werden.

Anhand der Methode können Sie aber die wichtigsten Elemente und Vorgehensweisen der Qualitätsplanung erkennen und verstehen.



Gliederung

Gliederung der Lerneinheit

Die Lerneinheit „Quality Function Deployment“ gliedert sich wie folgt:

- ▶ Grundlagen des QFD
- ▶ Fortsetzung des QFD-Planungsprozesses
- ▶ Grundlagen des KANO-Modells
- ▶ Zusammenfassung
- ▶ Wissensüberprüfung



Zeitbedarf

Zeitbedarf und Umfang

Für die Durcharbeitung dieser Lerneinheit benötigen Sie ca. 1,5 Stunden (90 Minuten).

 Formelsammlung des Studienmoduls (Siehe Anhang)



1 Grundlagen des QFD

Quality Function Deployment (QFD) bezeichnet:

„Entwickeln von Produkt- und Prozessspezifikationen (quantitative d. h. messbare Zielwerte), die die Erwartungen und Anforderungen der Kunden erfüllen.“

Wenn Sie nicht gerade bei einem Automobilhersteller arbeiten, der auf der Basis von Lastenheften arbeitet, liegen diese Erwartungen und Anforderungen meist nur in allgemeiner Form vor. Oder würden Sie als Kunde einem Anlagenhersteller ein Lastenheft Ihrer Anforderungen vorgelegen? Sie haben aber Erwartungen an das Produkt oder Teile von ihm, die Sie einem Marketingmitarbeiter mitteilen wollen.

Wenn es zum Beispiel um ein automatisches Getriebe für einen PKW geht, könnten dies solche Anforderungen und Erwartungen sein:

- Spontanität,
- gute Beschleunigung,
- schnelle Schaltung,
- ruckfreie Schaltung,
- geräuscharm

und noch vieles mehr. (Denken Sie sich vielleicht noch einige Merkmale aus.)

Die „Stimme des Kunden“ soll nun in die „Stimme des Unternehmers und seine Technik“ übersetzt werden – die zentrale Aufgabe des QFD. Übrigens wird im Gegensatz zu anderen Methoden des Qualitätsmanagements der englische Ausdruck „Quality Function Deployment“ nicht übersetzt. Ein Blick in ein Wörterbuch zeigt, dass „to deploy“ u. a. „entwickeln, entfalten“ heißt.



1.1 QFD als strukturierte Planungssystematik

Das Quality Function Deployment ist ein strukturierter Prozess aufeinanderfolgender Planungsschritte. Von der Produktplanung bis zur Prozess- und Prüfplanung. Das QFD benutzt eine besondere Form der Dokumentation dieser Schritte, das „House of Quality“.

Dieses „House of Quality“ (eigentlich sind es von der Produktkonzeption bis zur Prüfplanung mehrere „Häuser“) ist eine spezielle Form verbundener Matrizen, die in ihrer Darstellung die Form eines Hauses haben.

Jeder Teil dieser Matrix repräsentiert Ergebnisse von Planungs- und Analyseschritten. Das heißt, es ist nicht das Ziel des QFD, das „House of Quality“ auszufüllen. In der Matrix stehen vielmehr die Ergebnisse von Aktivitäten, welche die Grundlage weiterer Schritte bilden.

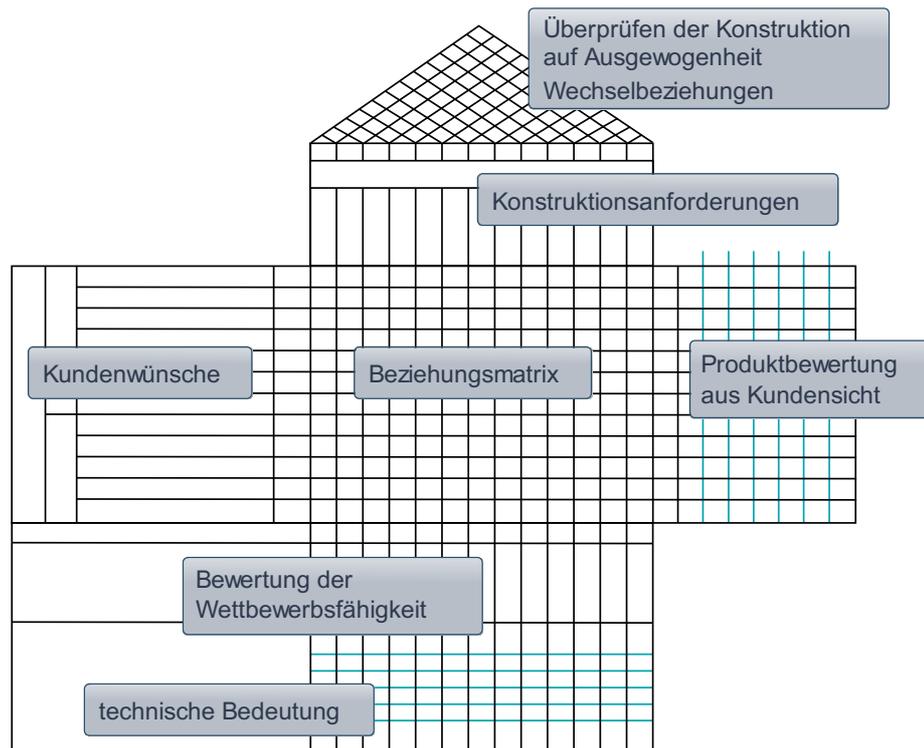


Abb.: Matrix des „House of Quality“

Anhand des „House of Quality“ und seinen Räumen wollen wir nun den Ablauf eines QFD schrittweise kennen lernen.



1.2 Ablauf eines QFD

Das House of Quality (HoQ) bildet den Dokumentationsrahmen des strukturierten Planungsprozesses QFD. Dessen schrittweiser Ablauf wird Ihnen im Folgenden vorgestellt. Ein Beispiel finden Sie auf der Seite [1.4 QFD-Beispiel „Kugelschreiber“](#).

1. [Kundenanforderungen](#)
2. [Gewichtung der Kundenanforderungen](#)
3. [Schwerpunkt des Kundendienstes](#)
4. [Produktbewertung durch den Kunden](#)
5. [Kundenanforderungen und -erwartungen in Produktgestaltungsmerkmale übersetzen](#)
6. [Optimierungsrichtung](#)
7. [Beziehungen zwischen Leistungen und Anforderungen](#)
8. [Technischer Wettbewerbsvergleich](#)
9. [Wechselbeziehungen ermitteln](#)
10. [Bewertung der technischen Schwierigkeit bei der Realisierung](#)
11. [Vorgabewerte für die Produktmerkmale](#)
12. [Technische Bedeutung ermitteln](#)

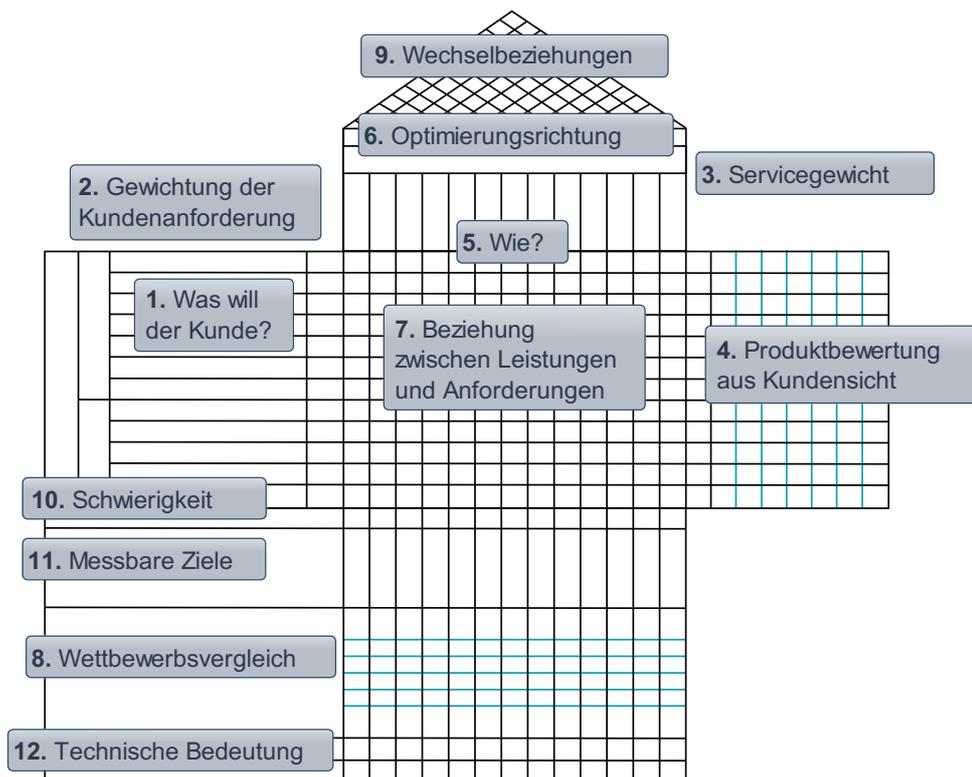


Abb.: „House of Quality“-Schema

Das hier abgebildete Schema zeigt ein typisches „House of Quality“. Die Matrix wird in der Reihenfolge der (oben dargestellten) Planungsschritte ausgefüllt, und dokumentiert die Ergebnisse des gesamten Planungsprozesses.

Schritt 1:

Kundenanforderungen

Ergebnis einer sorgfältigen Marketinganalyse sind Kundenformulierungen bezüglich der Merkmale, die ein Produkt, bzw. eine Dienstleistung haben sollte. Diese Formulierungen werden, gegebenenfalls in einer Baumstruktur angeordnet, in die QFD-Matrix übernommen (Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird man sich auf maximal 20-25 Anforderungen beschränken.).

Schritt 2:

Gewichtung der Kundenanforderungen

Nicht alle Kundenanforderungen sind gleich wichtig. Deswegen wird eine Bedeutungsgewichtung vorgenommen. In der Praxis kommen Stufen von 1-5 bzw. von 1-10 vor. Eine Methode, um diese Gewichtung abzuleiten, ist die des sogenannten paarweisen Vergleichs oder Paarvergleichs. Die Normierung erfolgt mit Hilfe der Dreisatzrechnung ausgehend von der höchsten Zeilensumme und üblicher Auf- und Abrundung.

Folgendes Beispiel soll Ihnen die Vorgehensweise verdeutlichen.



Kriterien	Sicherheit	Verfügbarkeit	Geschwindigkeit	Komfort	Preisgünstigkeit	Ansehen / Image	Zeilensumme	Normierung für HoQ
Sicherheit	■	1	2	2	2	2	9	10
Verfügbarkeit	1	■	2	1	1	2	7	8
Geschwindigkeit	0	0	■	2	1	2	5	6
Komfort	0	1	0	■	0	1	2	2
Preisgünstigkeit	0	1	1	2	■	2	6	7
Ansehen / Image	0	0	0	1	0	■	1	1

2 : A ist wichtiger als B
1 : A ist genau so wichtig wie B
0 : A ist nicht so wichtig wie B

Die Zeilensummen werden normiert.

Schritt 3:

Schwerpunkt des Kundendienstes

In dieser Spalte können Kundenreklamationen (von Vorgängerprodukten) notiert werden, ggf. auch in einer Skalierung von 1-10.

Schritt 4:

Produktbewertung durch den Kunden

Der Kunde vergleicht die Realisierung seiner Anforderungen und Erwartungen bei verschiedenen Anbietern. Falls ein eigenes Produkt in diesen Vergleich mit einbezogen wird, handelt es sich in der Regel um einen Vorgänger des geplanten Produkts. Auch diese Information steuert das Marketing bei.

Schritt 5:

Kundenanforderungen und -erwartungen in Produktgestaltungsmerkmale übersetzen

Jeder Eintragung der ursprünglichen „was“ wird nun in einem kreativen Prozess in ein oder mehrere Produktmerkmale – den „wie“ – zugeordnet. Das ist der Prozessschritt, bei dem die Sprache des Kunden in die Sprache des Unternehmens quasi „übersetzt“ wird. Die Produktmerkmale sollten dabei objektiv messbar oder zumindest in Skalenwerten beurteilbar sein. Um den technischen Detaillösungen noch nicht vorzugreifen, sollten die Produktmerkmale noch lösungsneutral notiert werden (z. B. wird statt von Spiralfeder von Federkennung gesprochen).

Diesen Schritt können Kreativitätstechniken wie z. B. das Brainstorming und das Affinitätsdiagramm (Verwandtschaftsdiagramm) unterstützen.

Schritt 6:

Optimierungsrichtung

In dieser Zeile des „House of Quality“ notiert das QFD-Team in Form von Symbolen, in welche Richtung eine Optimierung erfolgen kann:

- ↑ Maximierung der Merkmalsausprägung
- ↓ Minimierung der Merkmalsausprägung
- * Zielwert anstreben

Schritt 7:

Beziehungen zwischen Leistungen und Anforderungen

Die Tatsache, dass eine Beziehung zwischen Eingangsgrößen („was“) und Ausgangsgrößen („wie“) besteht, wird durch eine Eintragung auf dem Schnittpunkt zwischen Spalten und Zeilen vermerkt. Die Intensität des Zusammenhangs wird durch Symbole oder Zahlen charakterisiert:
Symbol:

- | | | |
|---|----------------------|--|
|  | starke Beziehung | Gewichtungsfaktor: 9 oder 5
(im folgenden Beispiel 5) |
|  | mittlere Beziehung | Gewichtungsfaktor: 3 |
|  | schwächere Beziehung | Gewichtungsfaktor: 1 |

Schritt 8:

Technischer Wettbewerbsvergleich

In diesem Schritt erfolgt ein Vergleich der Produktmerkmale der wichtigsten Wettbewerbsprodukte.

Dieser Schritt ist zweigeteilt.

Der erste Teilschritt dient unter anderem dazu, Fragen zu beantworten wie:

- Wie löst der Wettbewerber im Vergleich zu den definierten Produktmerkmalen seine Funktionen?
- Muss die enge und damit teure Toleranz sein?
- Ist die Lösung des Wettbewerbs kostengünstiger? und
- Welche Verfahren und Arbeitsprozesse wurden gewählt?

Die technischen Merkmalsausprägungen werden mit Einstufungen von 1 (schlechter) bis 5 (besser) bewertet. Sie geben ein Stärken- und Schwächenprofil des Wettbewerbs. Der erste Teilschritt dient dazu, die in [Schritt 11](#) zu leistende Vorgabeermittlung für die eigenen Produktmerkmalsausprägungen zu unterstützen.

Nach dem Abarbeiten von [Schritt 11](#) wird im zweiten Teilschritt das Matrixfeld mit dem eigenen Merkmalsprofil ergänzt und das eigene Produktprofil im Vergleich zum Wettbewerb dargestellt.

Schritt 9:

Wechselbeziehungen ermitteln

Die zur Darstellung der Wechselbeziehungen verwendete Matrix hat eine dreieckige Form, die dem „wie“ oft zugefügt wird. Sie stellt die Korrelation zwischen den einzelnen Produktmerkmalen („wie“) dar.

Ihr hat die QFD-Dokumentationsform den Namen „House of Quality“ zu verdanken.

Zur Darstellung der Korrelationsstärke, d. h. für den Grad der gegenseitigen Beeinflussung werden folgende Symbole verwendet :

- | | |
|----|----------------------------|
| ++ | stark positive Korrelation |
| + | positive Korrelation |
| - | negative Korrelation |
| -- | stark negative Korrelation |

Positive Korrelationen sind wichtig, da mit ihnen Ressourcen geschont werden können.

Negative Korrelationen zeigen Konfliktsituationen auf, die zur Lösung Kompromisse erfordern.

Wenn gar keine negativen Korrelationen vorhanden sind, sind wahrscheinlich Fehler in der Definition des „wie“ unterlaufen. Denn: Ein optimiertes Produkt wird fast in jedem Fall Kompromisse bei der Definition von bestimmten Anforderungen sein.

Schritt 10:

Bewertung der technischen Schwierigkeit bei der Realisierung

In dieser Zeile erfolgt die Dokumentation der Diskussion über die zu erwartenden Schwierigkeiten bei der technischen Realisierung des „wie“. Üblicherweise drückt man die Einschätzungen in einer Zehnerskala aus.

Schritt 11:

Vorgabewerte für die Produktmerkmale

In diesem Feld werden die Vorgabewerte für die Merkmalsausprägungen (das „wieviel“) des geplanten Produkts dokumentiert, die das Team zur Befriedigung der Kundenwünsche für erforderlich hält. Sie sind das Ergebnis vielfältiger Analysen: Technologische Entwicklungen, Ergebnisse der Kundenbefragungen (siehe [▶ Schritt 4](#)), des technischen Wettbewerbsvergleiches ([▶ Schritt 8](#)), Analyse der Korrelationsmatrix ([▶ Schritt 9](#)) und der Einschätzung über die technischen Schwierigkeiten ([▶ Schritt 10](#)). Die Vorgabewerte sollten möglichst messbar sein. Wenn die meisten der „wieviel“ nicht messbar sind, hat man die „wie“ nicht genügend detailliert.

Schritt 12:

Technische Bedeutung ermitteln

Die gewichteten Zusammenhänge in der Beziehungsmatrix zwischen den Kundenwünschen (den „was“) und den Produktmerkmalen (den „wie“) erlauben das Herausarbeiten von Prioritäten aus Kundensicht. Dazu wird nun folgende Rechnung vorgenommen:

Multiplizieren Sie die Gewichtung der jeweiligen Kundenanforderung mit der Stärke des Zusammenhanges in den jeweiligen Matrixfeldern.

Sie erinnern sich: einem starken Zusammenhang (●) wurde eine 9, einem mittleren (◐) eine 3 und einem schwächeren (◑) eine 1 zugeordnet. (Anmerkung: Gelegentlich werden auch die Zahlen 3 - 2 - 1 verwendet.)

Die Produkte werden spaltenweise (also merkmalsbezogen) aufsummiert und ergeben für jedes „wie“ eine Bedeutungssumme.

In der nächsten Zeile des Matrixabschnittes erfolgt eine Normierung auf 100% der Gesamtsumme.

Was erreicht man nun mit dieser Rechnung?

Die Werte haben für sich keine absolute Bedeutung, sie liefern nur einen relativen Hinweis auf die Wichtigkeit der einzelnen Merkmale untereinander. Wichtig ist es, mit diesen Zahlen nicht blindlings umzugehen! Man sollte bei diese Zahlen seinen eigenen Sachverstand benutzen.



1.3 Die Grundstruktur des QFD

Neben der schrittweisen Planungssystematik haben Sie auch die Grundstruktur des „House of Quality“ kennen gelernt.

Die horizontale Achse ist auf den Markt ausgerichtet. Die vertikale Achse ist auf die Firma ausgerichtet.

Nochmals: Die Matrizen dienen der Unterstützung des QFD-Prozesses. Sie sind nicht der QFD-Prozess selbst und dieser wird auch nicht durchgeführt, um die Matrizen auszufüllen.



Hinweis

Das „House of Quality“ dokumentiert die Ergebnisse des QFD-Prozesses!

Die Aussagen aus den Matrizen sollten immer kritisch betrachtet werden. Wenn sie sich nicht mit dem Wissen und der Erfahrung in Unternehmen decken, ist Vorsicht geboten.



Hinweis

Gewichtungen sind subjektiv und daher immer kritisch zu reflektieren!

Es gibt in der Praxis Varianten des „House of Quality“, bei denen zusätzliche Felder angehängt werden. So kann in der horizontalen Achse an das Feld 4 (Produktbewertung) ein Feld angehängt werden, in dem Verkaufsschwerpunkte als Hilfestellung für den Vertrieb dargestellt werden.

In der vertikalen Achse findet man gelegentlich ein weiteres Feld, in dem zu den einzelnen Merkmalen Hinweise auf wichtige „Kontrollfunktionen“ wie Normen, Standards und Firmenvorschriften gegeben werden.

Das „House of Quality“ erlaubt dem Team eine Vielzahl weitergehender Analysen. Dazu gehören:

- die Auflösung von Widersprüchen zwischen Kundenbewertungen und technischen Wettbewerbsvergleichen und
- das Finden von Ursachen für leere Spalten und Zeilen der Hauptmatrix und Verschiedenes mehr.



Hinweis

Kreativ ist, wer über den gegebenen Rahmen hinaus denkt!

Wir wollen nicht, dass Sie in kurzer Zeit zu einem QFD-Experten werden. Wichtig ist, dass Sie die Grundstrukturen des QFD-Prozesses und der QFD-Dokumentation verstanden haben.

Alles klar? Dann versuchen Sie doch bitte einmal kurz (!) die folgende Aufgabe kreativ zu lösen:



Interaktion

Neun Punkte

Verbinden Sie die neun Punkte durch vier zusammenhängende Linien.

- Klicken Sie innerhalb des weißen Kastens, um den Startpunkt der Linie festzulegen. Achten Sie darauf, dass Sie die Maustaste nicht gedrückt halten! Wählen Sie den Endpunkt der Linie und klicken Sie, um die Linie zu fixieren.
- Legen Sie auf die gleiche Weise die Endpunkte der folgenden Linien fest.
- Nach erfolglosen Versuchen können Sie sich die Lösung anzeigen lassen.

Congratulations! This is the right Solution.

Nochmal!



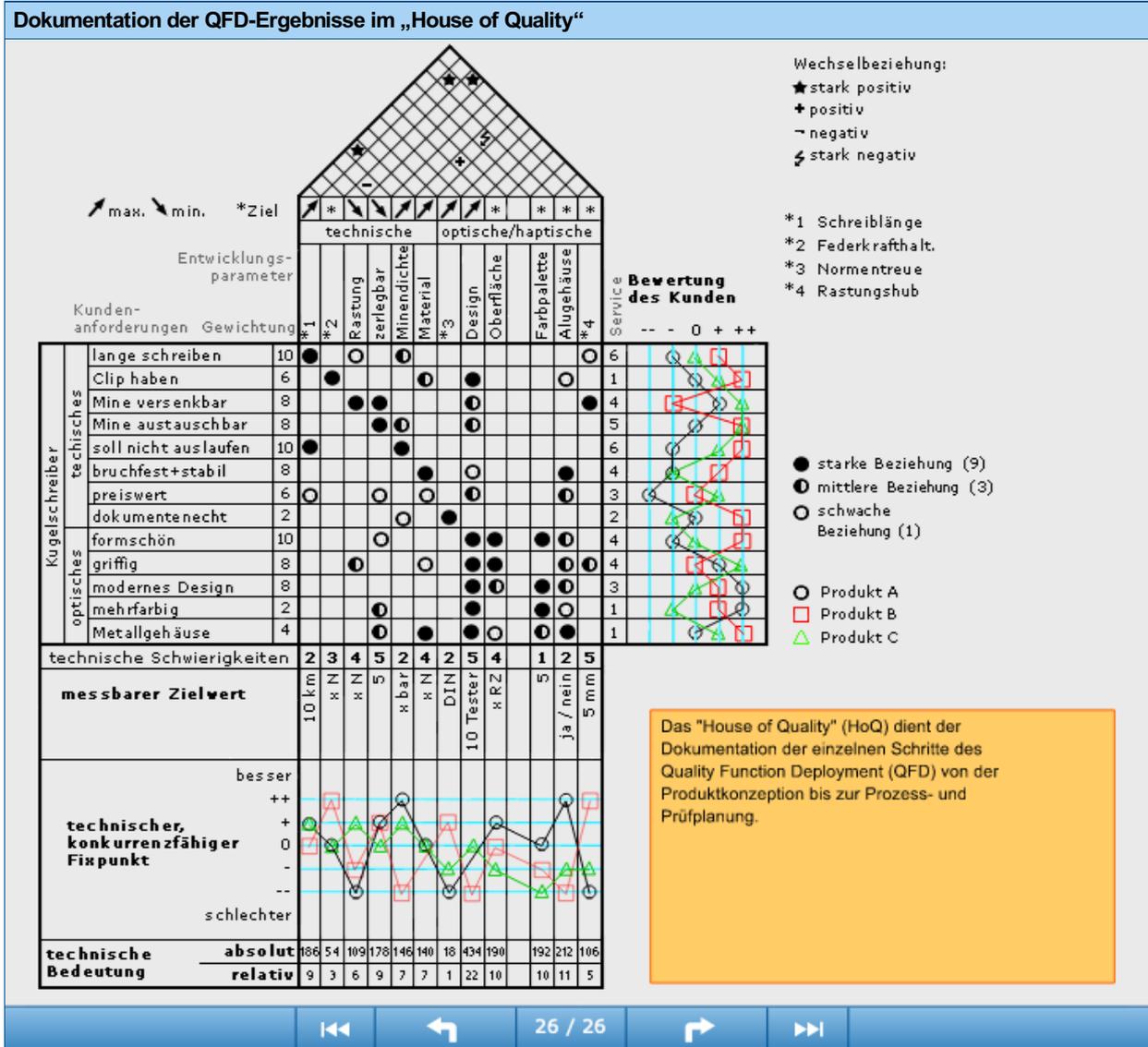
1.4 QFD-Beispiel „Kugelschreiber“

Das folgende Fallbeispiel soll Ihnen noch einmal die schrittweise und systematische Vorgehensweise bei einem Quality Function Deployment verdeutlichen.

Am Beispiel des Produktes „Kugelschreiber“ werden die Ergebnisse des QFD-Prozesses im „House of Quality“ dokumentiert.



Diashow



Textversion: House of Quality

Das „House of Quality“ (HoQ) dient der Dokumentation der einzelnen Schritte des Quality Function Deployment (QFD) von der Produktkonzeption bis zur Prozess- und Prüfplanung.

Bitte klicken Sie unten auf der Navigationsleiste, um die verschiedenen Schritte erläutert zu bekommen.

1. Was will der Kunde?
 - Grundlage der Produktkonzeption ist die eindeutige Formulierung: „Was will der Kunde?“
2. Gewichtung der Kundenanforderung
 - Nicht alle Kundenanforderungen sind gleich wichtig. In der Praxis haben sich Gewichtungen von 1 bis 10 bzw. von 1 bis 5 bewährt. Zur Abschätzung der Gewichtungen kann die Methode des paarweisen Vergleichs herangezogen werden.

- Kundenanforderungen
- Gewichtung
- Kugelschreiber
- Technisch (lange schreiben, Clip haben, Miene versenkbar, Miene austauschbar, soll nicht auslaufen, bruchfest und stabil, preiswert, dokumentenecht)
- Optisch (formschön, griffig, modernes Gehäuse, mehrfarbig, Metallgehäuse)

3. Servicegewicht

- In dieser Spalte können Kundenreklamationen (von Vorgängerprodukten) notiert werden, gegebenenfalls auch in einer Skalierung von 1 bis 10.

4. Produktbewertung durch den Kunden

- Der Kunde vergleicht die Realisierung seiner Forderungen und Erwartungen bei verschiedenen Anbietern. Falls ein eigenes Produkt in diesen Vergleich mit einbezogen wird, handelt es sich in der Regel um einen Vorgänger des geplanten Produktes.
- Legende: Produkt A, B, C

5. Wie?

- Kundenanforderungen und -erwartungen werden in ein oder mehrere, objektiv messbare Produktgestaltungsmerkmale übersetzt. Jede Eintragung der ursprünglichen Kundenwünsche wird nun in einem kreativen Prozess in ein oder mehrere Produktmerkmale – dem „Wie?“ – zugeordnet. Hier erfolgt die Übersetzung der Kundensprache in Unternehmenssprache.

6. Optimierungsrichtung

- In dieser Zeile des „House of Quality“ notiert das QFD-Team in Form von Symbolen, in welche Richtung eine Optimierung erfolgen kann:
- Legende: Maximierung der Merkmalsausprägung, Minimierung der Merkmalsausprägung, Zielwert anstreben
- Technisch (Schreiblänge, Federkrafthalt?, Rastung, zerlegbar, Minendichte, Material)
- Optisch/haptisch (Normentreue, Design, Oberfläche, Farbpalette, Alugehäuse, Rastungshub)

7. Beziehungen zwischen Leistungen und Anforderungen

- Die Beziehungen zwischen Eingangsgrößen („Was will der Kunde?“) und Ausgangsgrößen („Wie?“) werden durch Eintragung auf dem Schnittpunkt zwischen Spalten und Zeilen vermerkt. Die Intensität der Zusammenhänge wird durch Symbole der Zahlen charakterisiert.
- Legende: starke, mittlere, schwächere Beziehung = Zahlenwert

8. Wettbewerbsvergleich

Die Merkmale aller im Wettbewerb stehenden Produkte werden mit den definierten Produktmerkmalen verglichen und bewertet. Bedeutende Fragen sind:

- Wie löst der Wettbewerber die Funktionen und Anforderungen an sein Produkt?
- Muss die enge und damit teure Toleranz sein?
- Muss die enge und damit teure Toleranz sein? Wie geht der Wettbewerber vor?
- Ist seine Lösung kostengünstiger?
- Kommt seine Konstruktion mit weniger Teilen aus?
- Welche Arbeitsprozesse u. Verfahren wurden gewählt?
- Ist seine Lösung robuster gegen Störeinflüsse oder Fehlbedienung?

9. Wechselbeziehungen

- Im Dach des „House of Quality“ werden Wechselbeziehungen (Korrelationen) zwischen den einzelnen Produktmerkmalen („Wie?“) dargestellt. Die folgenden Symbole zeigen die Korrelationsstärke, das heißt den Grad der gegenseitigen Beeinflussung.
- Legende; stark positive Korrelation, positive Korrelation, negative Korrelation, stark negative Korrelation
- Technischer, konkurrenzfähiger Fixpunkt
- Besser, schlechter

10. Schwierigkeit

- Bewertung der technischen Schwierigkeit bei der Realisierung. In dieser Zeile erfolgt die Dokumentation der Diskussion über die zu erwartenden Schwierigkeiten bei der technischen Realisierung des „Wie?“. Üblicherweise drückt man die Einschätzungen in einer Zehnerskala (1=leicht, 10=schwierig) beziehungsweise (wie im Beispiel) einer Fünferskala aus.
- Technische Schwierigkeiten

11. messbare Zielwerte

- Dokumentation der (möglichst messbaren) Vorgabewerte für die Merkmalsausprägungen des geplanten Produktes, die das Team zur Befriedigung der Kundenwünsche für erforderlich hält. Sie sind das Ergebnis unter anderem der Analysen der technologischen Entwicklung und der Ergebnisse der Schritte 4,8,9 und 10.
- Messbarer Zielwert

12. technische Bedeutung

- Die gewichteten Zusammenhänge in der Beziehungsmatrix zwischen Kundenwünschen und den Produktmerkmalen erlauben eine Herausarbeitung von Prioritäten aus Kundensicht. Dazu werden die Gewichtung der Kundenanforderungen mit den Stärken des jeweiligen Matrixfeldes multipliziert. Dies liefert einen relativen Hinweis auf die Wichtigkeit der einzelnen Merkmale untereinander.
- Absolut/relativ

Die technische Bedeutung des Merkmals „Schreiberlänge“ (Schritt 12 der Animation) errechnet sich wie folgt:

Kundenanforderung	Gewichtung g	Beziehung zu den Entwicklungsparametern		technische Bedeutung g x q
		verbal	qualitativ q	
„lange schreiben“	10	stark	9	90
„soll nicht auslaufen“	10	stark	9	90
„preiswert“	6	schwach	1	6
Summe der technischen Bedeutungen (g x q):				186

Tab.: Merkmal Schreiberlänge

An diesem Beispiel wird sichtbar, dass diese Zahlen des „House of Quality“ mit Verstand gelesen werden müssen. Aus der relativ niedrigen technischen Bedeutung der Federkraft ist nicht abzuleiten, dass man einen Kugelschreiber ohne Clip auf den Markt bringen kann!

Vorlagen zum House of Quality für die Bearbeitung in einem Tabellenkalkulationsprogramm finden Sie im Internet. Bspw. unter [www http://www.qfdonline.com](http://www.qfdonline.com)



2 Fortsetzung des QFD-Planungsprozesses

Mit dem ersten „House of Quality“ ist nur ein Schritt des Qualitätsplanungsprozesses getan und dokumentiert. Dieser muss systematisch weitergeführt werden, damit die Stimme des Kunden in den weiteren Phasen der Produktentwicklung und in der Fertigung nicht verloren geht.

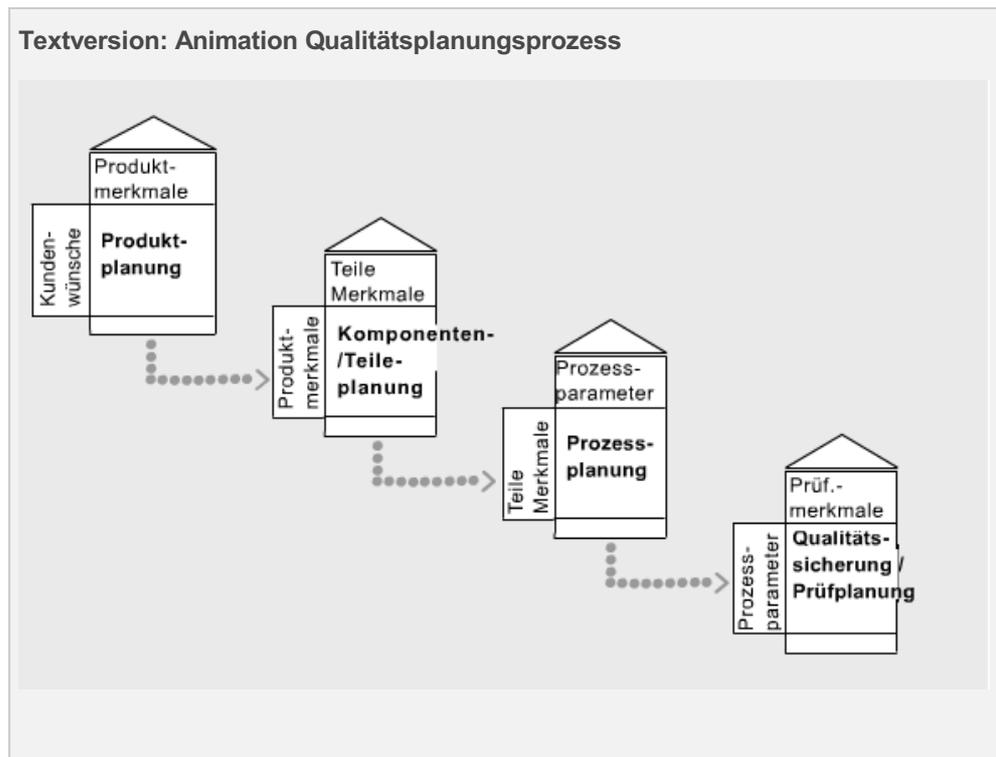
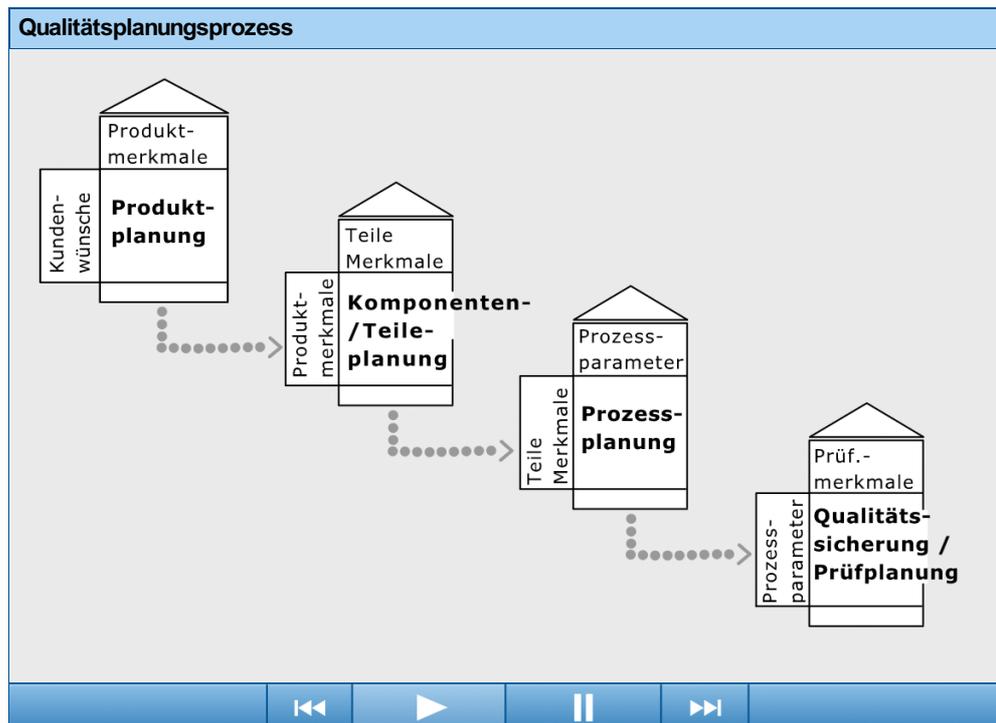
Mit der gleichen Matrixstruktur entwickelt man für die wichtigen Produktmerkmale die sie beeinflussenden, wichtigen Komponenten- bzw. Teilcharakteristika. Produktmerkmale werden das „was“, Teilemerkmale das „wie“ und „wieviel“. Dabei unterstützt die Hauptmatrix mit den Zusammenhängen zwischen „was“ und „wie“ die Herausarbeitung wichtiger Teilemerkmale.

Der Qualitätsplanungsprozess wird fortgesetzt, indem aus den Teilemerkmalen in der gleichen Weise Prozessparameter und aus den Prozessmerkmalen Prüfmerkmale abgeleitet werden.

Dieser Prozess wird in der folgenden Matrixkette visualisiert.



Animation



<p>Produktplanung</p> <ul style="list-style-type: none">• Kundenwünsche• Produktmerkmale <p>Komponenten- /Teileplanung</p> <ul style="list-style-type: none">• Teilemerkmale <p>Prozessplanung</p> <ul style="list-style-type: none">• Prozessparameter <p>Qualitätssicherung / Prüfplanung</p> <ul style="list-style-type: none">• Prüfmerkmale



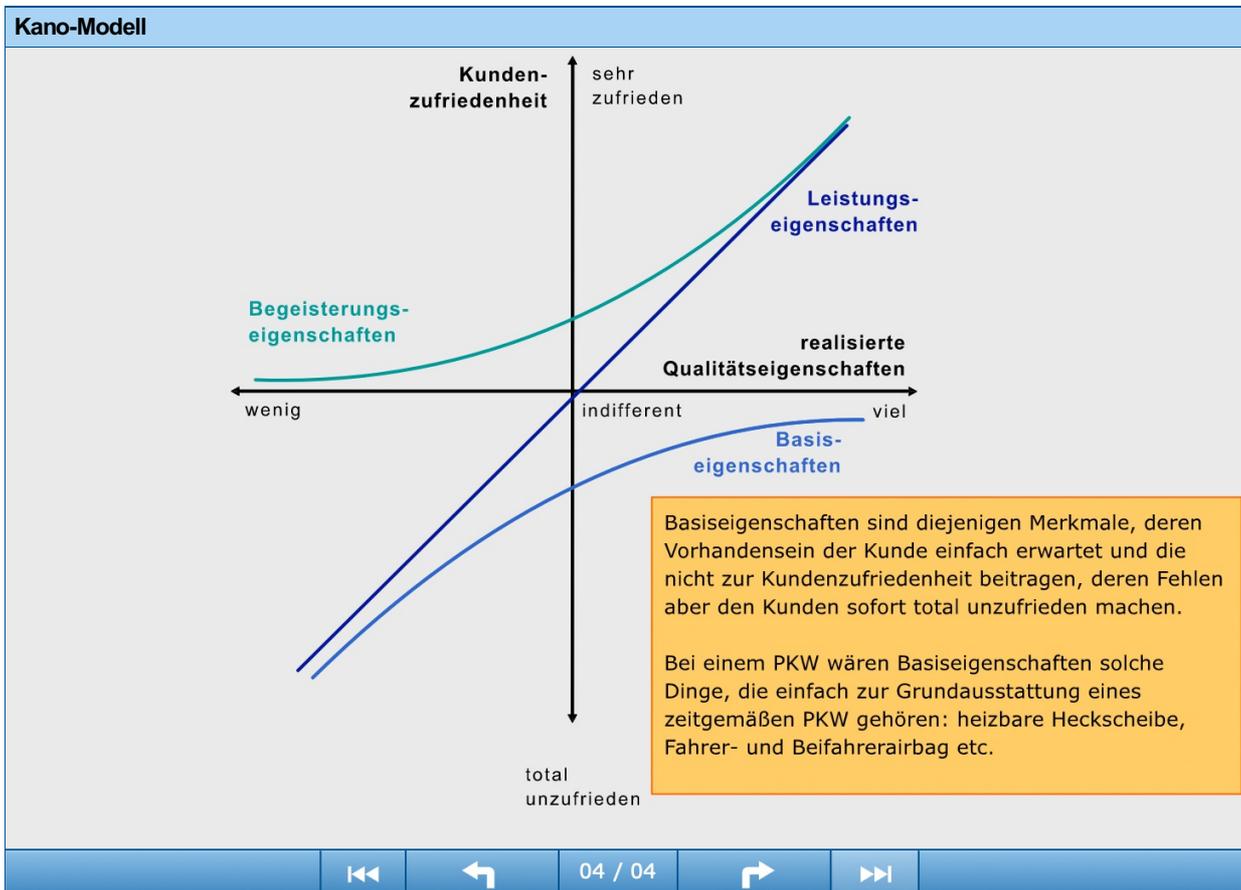
Beispiel

<p>Elektromechanisches Modul</p> <p>Produktmerkmal: Gehäuse aus Kunststoff Teilespezifikation: Außenmaß 100 mm Prozessspezifikation: Spritzgießen, Material ABC, Temperatur x°, Druck y bar, Einspritzgeschwindigkeit z m / s Prüfspezifikation: 100 ± 0.5 mm, Prüfmittel: Längenmessgerät, Prüfform: Stichproben, Umfang: n = 5 / Stunde.</p>



3 Grundlagen des KANO-Modell

Im Zusammenhang mit Quality Function Deployment (QFD) wird oft das KANO-Modell der Kundenzufriedenheit genannt. Kano – ein japanischer Qualitätswissenschaftler – fand heraus, dass ein Produkt und eine Dienstleistung mit 3 Kategorien von Eigenschaften zur Kundenzufriedenheit beitragen kann. Er stellte diesen Zusammenhang in einer Grafik dar.



Textversion: KANO-Modell

Begeisterungseigenschaften sind diejenigen Merkmale, die einen hohen Beitrag zur Kundenzufriedenheit, mitunter sogar zur Kundenbegeisterung beitragen. Es sind oft technische Innovationen, aber auch mit dem Produkt verbundene Dienstleistungen.

Eine Lieferung eines vom Kunden zusammengestellten PKW innerhalb von 48 Stunden könnte zu den Begeisterungseigenschaften gehören. Begeisterungseigenschaften werden im Laufe der Zeit zu Leistungseigenschaften.

Leistungseigenschaften sind diejenigen Merkmale, nach denen der Kunde direkt fragt. Je mehr davon da sind, desto höher ist die Zufriedenheit und desto mehr ist der Kunde auch bereit zu zahlen.

Im Beispiel des PKW sind dies mehr Kilowatt Motorleistung, aber auch weniger Verbrauch. Leistungseigenschaften entwickeln sich nach einiger Zeit zu Basiseigenschaften.

Basiseigenschaften sind diejenigen Merkmale, deren Vorhandensein der Kunde einfach erwartet und die nicht zur Kundenzufriedenheit beitragen, deren Fehlen aber den Kunden sofort total unzufrieden machen.

Bei einem PKW wären Basiseigenschaften solche Dinge, die einfach zur Grundausstattung eines zeitgemäßen PKW gehören: heizbare Heckscheibe, Fahrer- und Beifahrerairbag etc.

In diesem Modell sind **Begeisterungseigenschaften** diejenigen Merkmale, die einen hohen Beitrag zur Kundenzufriedenheit, mitunter zur Kundenbegeisterung leisten. Es sind oft technische Innovationen, aber auch mit dem Produkt verbundene Dienstleistungen. Die Lieferung eines vom Kunden zusammengestellten PKW innerhalb von 48 Stunden könnte zu den Begeisterungseigenschaften gehören. Begeisterungseigenschaften werden im Laufe der Zeit zu Leistungseigenschaften. Beispiel für eine eventuelle Begeisterungseigenschaft:

[www](#) Bahn testet Massageangebot in Pendler-Zug

Leistungseigenschaften sind diejenigen Merkmale, nach denen der Kunde direkt fragt. Je mehr davon da sind, umso höher die Zufriedenheit und umso mehr ist der Kunde auch bereit zu zahlen: für eine höhere Motorleistung, aber auch für einen geringeren Verbrauch. Leistungseigenschaften entwickeln sich nach einiger Zeit zu Basiseigenschaften.

Basiseigenschaften sind diejenigen Merkmale, deren Vorhandensein der Kunde einfach erwartet und die, wie in der Grafik deutlich wird, nicht zur Kundenzufriedenheit beitragen. Deren Fehlen wird den Kunden aber sofort total unzufrieden machen. Bei unserem Auto wären Basiseigenschaften Dinge, die zur Grundausstattung eines zeitgemäßen PKW gehören: heizbare Heckscheibe, Fahrer- und Beifahrerairbag usw.

Zusätzlich zu diesen Merkmalen hat Kano zwei weitere Merkmalskategorien definiert, die im Kano-Modell nicht dargestellt werden: **Unerhebliche Merkmale** haben beim Fehlen oder Vorhandensein keinen Einfluss auf die Kundenzufriedenheit - wie beispielsweise nicht genutzte bzw. vermisste Features der Ausstattung bei einem PKW. **Rückweisungsmerkmale** führen beim Vorhandensein zu Unzufriedenheit (z. B. Fehler bei der Auslieferung), bei Nichtvorhandensein aber nicht zur Zufriedenheit.

Das KANO-Modell kann dazu dienen, die Gewichtung im „House of Quality“ auf Plausibilität zu prüfen und nur diejenigen Kundenanforderungen in die Matrix zu übernehmen, die zu den Leistungs- und Begeisterungseigenschaften zählen.

Über die Zeit gesehen verändern sich die Eigenschaften. Diese zeitliche Komponente wird in der Animation des KANO-Modells dargestellt. Eine Begeisterungseigenschaft wird im Zuge der Zeit zu einer Leistungs- und später zu einer Basiseigenschaft. Denken Sie an die Entwicklung der Airbag-Technik: Kurz nach der Erfindung führte das Vorhandensein eines Airbags im Auto zu Begeisterungsausbrüchen beim Käufer. Nach einiger Zeit ist eine Neuerung wie der Airbag jedoch zur Regel geworden. Ist er nicht vorhanden oder nur gegen Aufpreis zu erwerben, führt das zu einer Verstimmung des Kunden. Im Extremfall wird der Kunde das Nichtvorhandensein dieser Eigenschaft als Ausschlussgrund ansehen und dieses Auto nicht kaufen.

Versuchen Sie am Beispiel des Bahnfahrens eine Zuordnung von Eigenschaften zum KANO-Modell!

Zusammenfassung

- ✓ Quality Function Deployment (QFD) ist eine Planungssystematik, die beim Kundenwunsch beginnt und in mehreren Schritten diesen Kundenwunsch in Produktmerkmale, Komponenteneigenschaften und Prozesscharakteristika überträgt. Dokumentiert werden die Planungsaktivitäten in einer Sequenz von Matrizen, deren erste als „House of Quality“ bezeichnet wird.
 - ✓ Dieses zielgerichtete Vorgehen soll sicher stellen, dass sich alle Beteiligten konsequent an den Kundenwünschen orientieren.
-

Wissensüberprüfung

Versuchen Sie die hier aufgeführten Fragen selbständig kurz zu beantworten, bzw. zu skizzieren. Wenn Sie eine Frage noch nicht beantworten können, kehren Sie noch einmal auf die entsprechende Seite in der Lerneinheit zurück und versuchen Sie sich die Lösung zu erarbeiten.



Formulieren

Übung QFD-01

Wissensfragen zur Lerneinheit „Quality Function Deployment“

1. Welche Unternehmensbereiche sind bei einem QFD-Vorhaben beteiligt?
2. Wie kann man die Gewichtung der Kundenwünsche systematisch ermitteln?
3. Beschreiben Sie die zentrale Aufgabe des QFD umgangssprachlich.

 Lösungshinweise (Siehe Anhang)

Bearbeitungszeit: 30 Minuten

Appendix

Übung QFD-01

1. An einem QFD-Vorhaben sind die Unternehmensbereiche beteiligt, die an der Produktrealisierung beteiligt sind. Dazu gehören Marketing, Produktplanung, Entwicklung, Qualitätswesen und die Produktionsplanung. Ferner sind Vertrieb, Kundendienst und das Controlling beteiligt.
2. Die Gewichtung der Kundenwünsche kann mit Hilfe des paarweisen Vergleichs erfolgen. Sind allerdings mehrere Zielgruppen zu berücksichtigen oder die Anforderungen nicht direkt vergleichbar, stößt die Methode an ihre Grenzen.
3. Übersetzung der Stimme des Kunden (voice of customer) in die Stimme des Unternehmens und seine Technik (voice of company).

Formelsammlung

MGF · Messgerätefähigkeitsuntersuchung (MgFU)

$$4 \times s_W + |\bar{x}_a - x_r| \stackrel{!}{\leq} \frac{T}{10} = \frac{OGW - UGW}{10}$$

Der 95,4%-Bereich der Messunsicherheit $4 \times s_W$ entspricht der sogenannten Wiederholstreuung und soll laut „Goldener Regel der Messtechnik“ nicht mehr als 10 % der Toleranz verbrauchen. Zusammen mit der systematischen Abweichung $|\bar{x}_a - x_r|$ kann diese Schranke gegebenenfalls auf 15% der Toleranz erweitert werden.

$$AL \stackrel{!}{\leq} \frac{T}{20} = \frac{OGW - UGW}{20}$$

Die Auflösung **AL** entspricht der kleinsten Skalenteilung zwischen zwei möglichen Messwerten bei analoger Anzeige. Bei digitalen Messgeräten richtet sich die Auflösung nach dem kleinsten Inkrement des Messwertgebers.

$$C_g = \frac{T \times 0,2}{4 \times s_W} \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Der Messgerätefähigkeitskennwert **C_g** überprüft die Einhaltung der Anforderung bei der Beurteilung der Präzision. Dabei steht **C** für engl. Capability (Fähigkeit) und **g** für engl. gauge (Gebrauchsnorm, Lehre, Messuhr). Als Bezugsgröße gilt der übliche 95,4 %-Bereich der Messunsicherheit mit $4 \times s_W$.

$$C_{gk} = \text{Min} \left(\frac{(0,1 \times T + x_r) - \bar{x}_a}{2 \times s_W}; \frac{\bar{x}_a - (x_r - 0,1 \times T)}{2 \times s_W} \right) \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Der Messgeräte-Fähigkeitskennwert **C_{gk}** wird für die Beurteilung der Genauigkeit berechnet und beinhaltet die systematischen und zufälligen Abweichungen.

$$T = OGW - UGW$$

Toleranzbereich.

$$s_W = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_a)^2}$$

Die Berechnung der Wiederholstandardabweichung s_w erfolgt zur Beurteilung der Präzision.

$$\bar{x}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Die Berechnung des Mittelwertes (Index **a** für accuracy = Richtigkeit) ist für die Beurteilung der Genauigkeit erforderlich.

MFU · Maschinenfähigkeitsuntersuchung

$$C_m = \frac{T}{6 \times s} = \frac{OGW - UGW}{6 \times s} \geq 1,67$$

Berechnung des Maschinenfähigkeitskennwertes C_m , der aussagt, wie viel mal die Fertigungsstreuung in die Toleranz passt.

$$C_{mo} = \frac{OGW - \bar{x}}{3 \times s}$$

$$C_{mu} = \frac{\bar{x} - UGW}{3 \times s}$$

Berechnung der Grenzwerte des kritischen Maschinenfähigkeitkennwertes, C_{mo} (Oberer Zwischenwert) und C_{mu} (Unterer Zwischenwert) anhand von Mittelwert und Standardabweichung.

$$C_{mk} = \text{Min}(C_{mo}; C_{mu}) \geq 1,67$$

Der kritische Maschinenfähigkeitkennwert C_{mk} ist der kleinere – das Minimum – von beiden und damit grundsätzlich nicht größer als C_m .

$$s = +\sqrt{s^2} = +\sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Die rechnerische Ermittlung der Standardabweichung s berechnet sich aus der positiven Quadratwurzel der Stichproben-Varianz, die sich als Summe aller quadrierten Abweichungen zwischen den Merkmalswerten x und dem Mittelwert \bar{x} , geteilt durch den um eins reduzierten Stichprobenumfang, berechnen lässt.

$$\hat{u}_{OGW} = \frac{C_{mo}}{3} = \frac{OGW - \bar{x}}{s}$$

$$\hat{u}_{UGW} = \frac{C_{mu}}{3} = \frac{\bar{x} - UGW}{s}$$

Berechnung des Überschreitungsanteils durch die Umrechnung der Fähigkeitskennwerte in die sogenannte Standard-Normalverteilungvariable **u**.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i$$

Der Mittelwert ist als Summe aller Merkmalswerte, geteilt durch den Stichprobenumfang, definiert.

$$x_{ob} = \mu + 3 \times s$$

$$x_{un} = \mu - 3 \times s$$

$$\mu \pm 3s = \sigma s - \text{Strebereich (99,73 \% Zufallsstrebereich)}$$

Beschrieben wird die Fertigungsstreuung durch den Fertigungsstrebereich zwischen den Grenzen. Die Grenzen bildet die untere Zufallsgrenze **xun** und die obere Zufallsgrenze **xob**.

PFS · Prozessfähigkeit und Prozesssicherheit

$$\hat{\mu} = \bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m \bar{x}_j$$

Der Schätzwert für **μ** wird als Mittelwert der Stichproben-Mittelwerte berechnet.

$$\bar{s}^2 = \frac{1}{m} \times \sum_{j=1}^m s_j^2$$

Berechnung der mittleren Varianz durch das Quadrieren jeder Stichproben-Standardabweichung **s**. Dadurch entstehen die Varianzen **s²**.

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\bar{s}^2}$$

Nur durch diesen Umweg über die mittlere Varianz kann ein sogenannter Berechnung des erwartungstreuen Schätzwertes der Prozess-Standardabweichung **σ**.

$$C_p = \frac{T}{6 \times \hat{\sigma}} = \frac{OGW - UGW}{6 \times \hat{\sigma}} \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Gilt für normalverteilte Prozesse $6\hat{\sigma} = 99,73\%$ Zufallsstreuung einer Normalverteilung. Die Ermittlung des Prozessfähigkeitskennwertes C_p ist ein Maß für die potenzielle Qualitätsfähigkeit eines beherrschten Prozesses: Für nicht normalverteilte Prozesse erfolgt die Berechnung nach der Percentilmethode..

$$C_p = \frac{OGW - UGW}{O_{p3} - U_{p3}}$$

Die Ermittlung des Prozessfähigkeitskennwertes C_p nach dem Prinzip der Percentilmethode.

$$C_{po} = \frac{OGW - \hat{\mu}}{3 \times \hat{\sigma}}$$

$$C_{pu} = \frac{\hat{\mu} - UGW}{3 \times \hat{\sigma}}$$

Berechnung der Grenzwerte des kritischen Prozessfähigkeitskennwertes, C_{po} (Oberer Zwischenwert) und C_{pu} (Unterer Zwischenwert) anhand der Schätzwerte.

$$C_{pk} = \text{Min}(C_{pu}; C_{po}) \stackrel{!}{\geq} 1,33$$

Ermittlung des kritischen Prozessfähigkeitskennwert C_{pk} , der als Verhältnis zwischen dem kritischen Abstand des Prozessmittelwertes zur halben Prozess-Streubreite definiert ist.

$$C_{pk} = \text{Min} \left(\frac{OGW - \mu}{O_{p3} - \mu}; \frac{\mu - UGW}{\mu - U_{p3}} \right)$$

Die Ermittlung des kritischen Prozessfähigkeitskennwertes C_{pk} nach dem Prinzip der Percentilmethode.

$$O_{p3} = \mu + 3 \times \sigma$$

$$U_{p3} = \mu - 3 \times \sigma$$

$$O_{p2} - U_{p2} \hat{=} 6\sigma$$

$6\sigma = 99,73\%$ Zufallsstreuung der Normalverteilung.

Alternative Berechnung von C für normalverteilte Prozesse:

$$C_{Pk} = (1 - k) * c_p \quad k = \frac{|z - \mu|}{\frac{T}{2}}$$

T= Toleranzbreite, $|z - \mu|$ = Differenz zwischen Zielwert und Prozessmittelwert

SPC · Statistische Prozesslenkung

$$OEG = \mu + A_E \times \sigma$$

$$OWG = \mu + A_W \times \sigma$$

$$M = \mu$$

$$UWG = \mu - A_W \times \sigma$$

$$UEG = \mu - A_E \times \sigma$$

Berechnung der Eingriffs- und Warngrenzen einer Sollwert-QRK.

$$OEG = B_{OEG} \times \sigma$$

$$OWG = B_{OWG} \times \sigma$$

$$M = a_n \times \sigma$$

$$UWG = B_{UWG} \times \sigma$$

$$UEG = B_{UEG} \times \sigma$$

Standardabweichungskarte (s-Karte), die zur Streuungsüberwachung angelegt wird.

SPS · Stichprobensysteme

$$P(x) = \binom{n}{x} \times p^x \times q^{n-x}$$

Modell der Binomialverteilung - stellt die Wahrscheinlichkeit dar, x fehlerhafte UND (n-x) fehlerfreie Einheiten bei Entnahme einer Stichprobe von n Einheiten aus einer Grundgesamtheit mit einem Anteil fehlerhafter Einheiten p zu entnehmen.

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{(n-x)!x!}$$

Binomialverteilung gibt die Anzahl der Möglichkeiten an, fehlerhafte Einheiten aus der Stichprobe auszuwählen.

$$g(x) = g(x; n, p) = \binom{n}{x} \times p^x \times (1 - p)^{n-x}, \quad \text{für } 0 \leq x \leq n$$

Die Wahrscheinlichkeitsfunktion $g(\mathbf{x})$ gibt Auskunft über die x fehlerhaften Einheiten die in einer Stichprobe in Abhängigkeit des Stichprobenumfangs n und des Fehleranteils im Los zu finden sind.

ZUV - Zuverlässigkeitsprüfung

$$R(t \leq t_0) = 1$$

$$R(t > t_0) = \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{T - t_0} \right)^b \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion $R(\mathbf{t})$ der Weibullverteilung wird zur Berechnung der Zuverlässigkeit für die Nutzungsphase verwendet - Dreiparametrische Weibullverteilung.

$$F(t \leq t_0) = 0$$

$$F(t > t_0) = 1 - R(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t - t_0}{T - t_0} \right)^b \right]$$

Die Ausfallwahrscheinlichkeit wird nach der Ausfall-Verteilungsfunktion $F(\mathbf{t})$ berechnet.

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{T} \right) \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion beschreibt den Vorfall, wenn keine ausfallfreie Zeit vorliegt und der Formparameter $b=1$ lautet - Einparametrische Exponentialverteilung.

$$\text{MTTF} = T$$

Die charakteristische Lebensdauer T ist gleich der mittleren Lebensdauer **MTTF**.

$$\text{MTBF} = T$$

Die charakteristische Lebensdauer T ist gleich der mittlere Ausfallabstand **MTBF**.

$$\lambda = \lambda(t) = \frac{1}{T}$$

Die Ausfallrate $\lambda(t)$ ist bei Zufallsausfällen konstant und entspricht dem Kehrwert der charakteristischen Lebensdauer.

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{T} \right)^b \right]$$

Die Zuverlässigkeitsfunktion beschreibt den Vorfall, wenn keine ausfallfreie Zeit vorliegt - Zweiparametrische Weibullverteilung.

$$t_j^* = t_j - \hat{t}_0$$

Verfahren zur Wiederholauswertung, sobald der Kennwert der ausfallfreien Zeit vorliegt.