

# Informationstechnische Projekte

<b>Kompetenzbereich</b>	<b>Qualitätsmanagement</b>
<b>Thema</b>	<b>QM-Methoden</b>

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Änderung</b>	<b>Ersteller</b>
1.1	01.05.16	QFD: Ergänzung der Abb. zu den Zusammenhängen der vier Phasen Anpassung der Skizzen zu den 4 Phasen, damit diese zu der Übersicht (s. oben) passen.	Bu
1.0	24.02.15	Erstellung	Bu

## Inhaltsverzeichnis

Allgemein.....	3
Überblick über Methoden des Qualitätsmanagements.....	3
Methoden im Detail.....	4
Quality Function Deployment (QFD).....	4
Erstellung der QT I.....	7
Beispiel.....	7
Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA).....	14
Arten der FMEA.....	16
Fehlerbaumanalyse.....	16
Vorteile.....	16
Nachteile.....	17
Ereignisablaufanalyse / Störfallanalyse.....	17
Vorgangsweise.....	17
Vorteile.....	17
Nachteile.....	17
Statistische Versuchsplanung.....	17
Kraftfeldanalyse.....	17
Ablauf.....	18
Paarweiser Vergleich.....	18

## Allgemein

Grundlage für QM sind Daten und Informationen, die in den Prozessen entstehen. Sie müssen

- erfasst
- verwaltet
- verdichtet und
- ausgewertet

werden. Dazu muss systematisch/methodisch vorgegangen werden. Quelle dieser Informationen sind hauptsächlich die Mitarbeiter.

Achtung! Methoden nie als Selbstzweck betrachten. Der Aufwand zum Einsatz der Methode muss minimiert werden.

## Überblick über Methoden des Qualitätsmanagements

### Quality Function Deployment (QFD)

Qualitätsmethode zur systematischen Umsetzung von Kundenwünschen

### Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA)

Methode zur frühzeitigen Erkennung von Fehlern

### Fehlerbaumanalyse (DIN 25 424)

Systematische Identifizierung aller möglichen Fehlerursachen

### Ereignisablaufanalyse/Störfallablaufanalyse (DIN 25419)

Systematische Identifizierung und Bewertung aller möglichen von einem Ergebnis/Fehler ausgehenden Abläufe

### Statistische Versuchsplanung (Design of Experiments DoE)

mit geringstmöglichem Aufwand sichere Versuchsergebnisse erzielen

### Kraftfeldanalyse

Methode zur Problemlösungsfindung bei Gruppenarbeiten

### Paarweiser Vergleich

Priorisierung von Informationen/Anforderungen

## Methoden im Detail

### Quality Function Deployment (QFD)

Die QFD ist eine Qualitätsmethode zur systematischen Umsetzung von Kundenwünschen in technische Spezifikationen, die in

- Entwicklung
- Konstruktion und
- Produktion

realisiert werden. Als Kunde wird nicht nur der externe Kunde, sondern auch der interne Kunde (z.B. Fertigung, Montage, Service, ...) betrachtet. Die QFD nutzt als Hilfsmittel Qualitätstafeln, die aus mehreren Matrixfeldern bestehen. Wegen ihrer äußeren Form werden diese Qualitätstafeln auch als "House of Quality" bezeichnet.

Der Ansatz der QFD ist, aus eindeutig formulierten und gewichteten **Kundenanforderungen** Maßnahmen zur **zielgerichteten Erfüllung** dieser Anforderungen abzuleiten. Die **Wechselbeziehungen** zwischen diesen Maßnahmen können damit frühzeitig bewertet und berücksichtigt werden. Über geeignete Metriken kann der **Zielerreichungsgrad** messbar gemacht werden.

Die QFD kennt vier Phasen, für die jeweils eine eigene Qualitätstafel entwickelt wird:

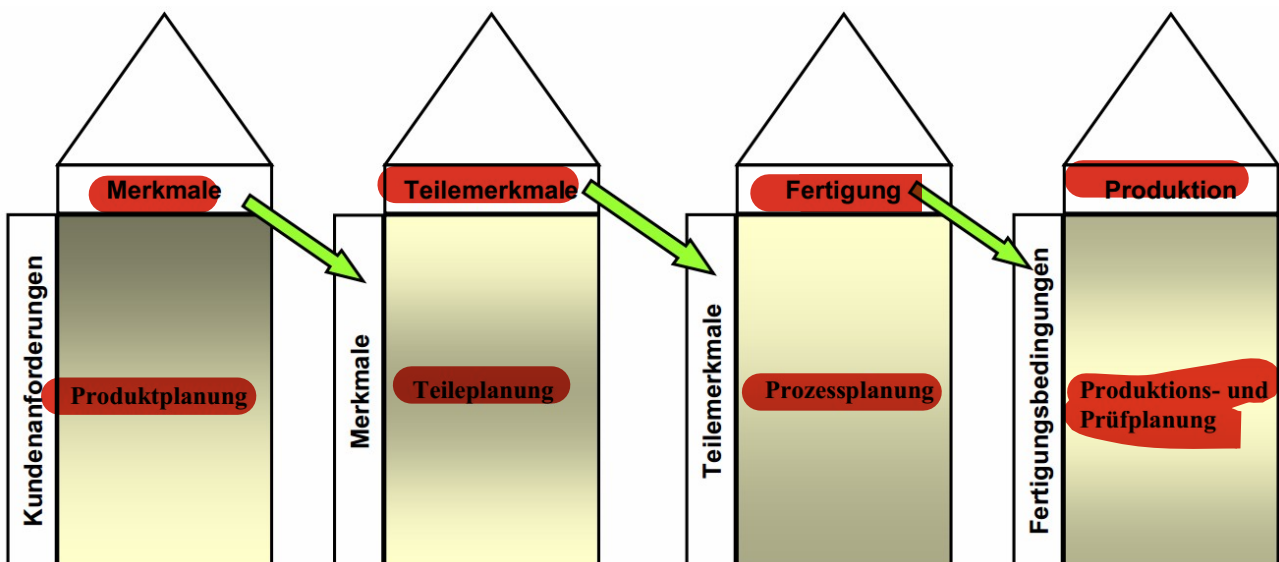


Abbildung 1: Die vier Phasen der QFD und deren Zusammenhang

## PHASE I: „Produktplanung“

Für die Produktplanung werden kunden- und marktseitige Qualitätsanforderungen (Kundenforderungen) erfasst und lösungsneutrale Qualitätsanforderungen an die Konstruktion (Konstruktionsanforderungen) abgeleitet.

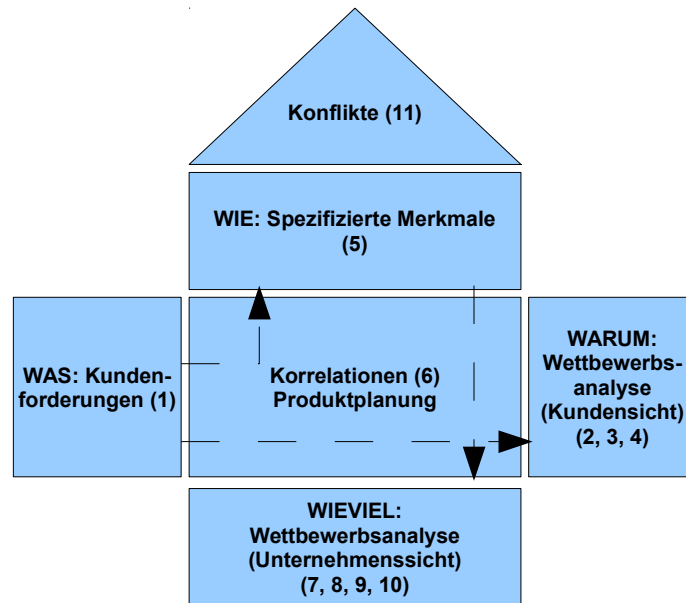


Abbildung 2: QT I - Produktplanung

## PHASE II: „Teileplanung“

Ausgehend von den Qualitätsanforderungen an die Konstruktion aus der PHASE I werden Konstruktionskonzepte sowie Qualitätsanforderungen an Teilsysteme und Bauteile (Teileanforderungen) abgeleitet.

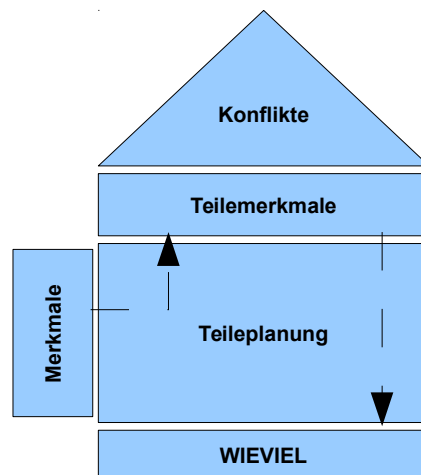


Abbildung 3: QT II - Teileplanung

### PHASE III: „Prozessplanung“

In der Prozessplanung werden, ausgehend von den Qualitätsanforderungen an die Teile, Produktions bzw. Fertigungskonzepte und -prozesse ausgewählt sowie die dazugehörigen Prozessparameter zu deren Steuerung festgelegt.

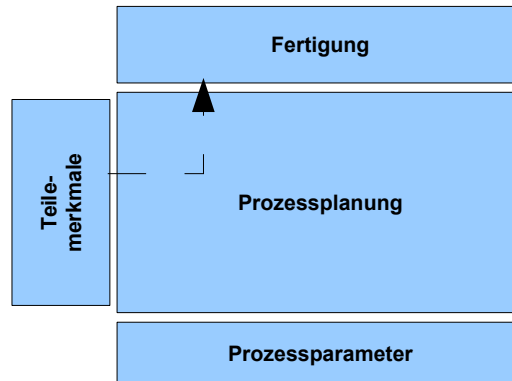
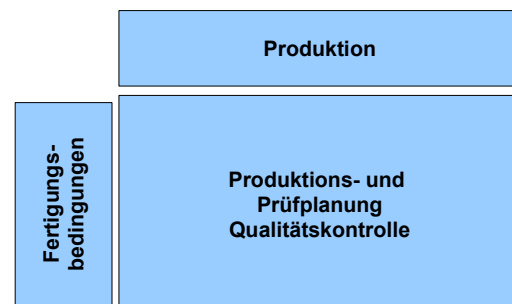


Abbildung 4: QT III - Prozessplanung

### PHASE IV: „Produktionsplanung“

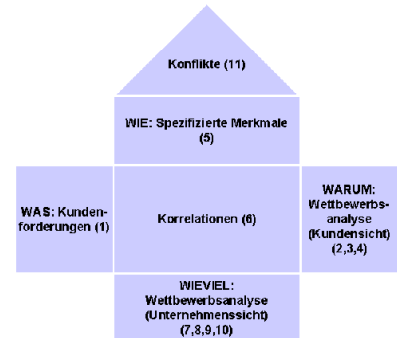
Abschließend werden auf Basis der Produktionsprozesse Qualitätssicherungsmaßnahmen definiert und die Parameter dieser Maßnahmen festgelegt.



Zeichnung 1: QT IV - Produktionsplanung

## Erstellung der QT I

1. Auflistung der Kundenanforderungen
2. Wettbewerbsanalyse aus Kundensicht
3. Zuordnung von Garantiefällen, Beschwerden und Verkaufsargumenten zu Kundenwünschen
4. Ermittlung der kritischen Kundenanforderungen
5. Bestimmung der zu spezifizierenden Merkmale
6. Korrelation der zu spezifizierenden Merkmale mit den Kundenforderungen
7. Festlegung der Ausprägung für die zu spezifizierenden Merkmale
8. Wettbewerbsanalyse aus Unternehmenssicht
9. Bewertung der Schwierigkeiten, die spezifizierten Werte zu erreichen
10. Ermittlung der kritischen Merkmale
11. Ermittlung von Korrelationen und ggf. Konflikten der kritischen Merkmale mit den anderen Merkmalen



## Beispiel <sup>1</sup>

Das zentrale Anliegen von QFD ist die Übersetzung der "Stimme des Kunden" in die Sprache des Unternehmens.

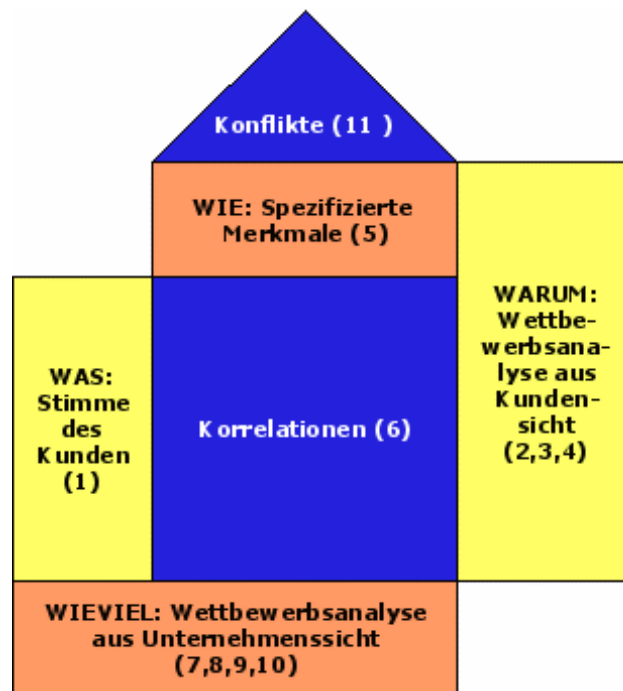


Abbildung 5: Quality Function Deployment, Qualitätstafel I

Die immer vorhandene Forderung nach einem niedrigen Preis bzw. nach geringen Lebenszykluskosten wird nicht mit unter die Kundenforderungen aufgenommen, sondern dient entweder als absolutes Ziel (Design to Cost) oder als Entscheidungskriterium für die Auswahl eines Konzepts.

QFD geht davon aus, dass nicht nur die Forderungen des externen Kunden, sondern auch die der internen Kunden für ein marktgerechtes Produkt von Bedeutung sind. Daher werden auch die Wünsche von Fertigung, Montage und Service unter den "WAS" erfasst. QFD ist erfolgreich, wenn

- die Kunden im QFD-Team vertreten sind (externe Kunden ggf. durch den Vertrieb) und
- die Wünsche der internen Kunden angemessen berücksichtigt werden.

Die Erstellung der Qualitätstafel I (QT I) erfolgt in 11 Schritten (s. oben)

Die QFD kann im Projektverlauf mit weiteren Qualitätstafeln fortgesetzt werden, die

- QT II: Merkmale mit Teilen,
- QT III: Teile mit Fertigungsprozessen und

<sup>1</sup> Quelle: <http://www.smqe.de/smqe/index.php?page=qfd>

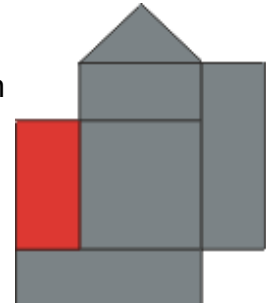


- **QT IV: Fertigungsprozesse mit Arbeitsanweisungen**

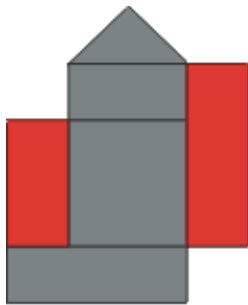
korrelieren. Die beiden letzten Qualitätstafeln sind besonders für Serienfertigungen von Interesse. Dieses Beispiel soll auf die Qualitätstafel I, Kundenforderungen/Merkmale, beschränkt werden.

### Schritt 1

Das Projektteam startet QFD. Interne und externe Kunden werden möglichst in einer Teamsitzung befragt. Die Kundenforderungen werden in eine Liste eingetragen. Sehr allgemein gehalten könnte die Liste in Abbildung 6 resultieren. Die Kundenforderungen werden mit Prioritäten gewichtet: 9 sehr wichtig, 3 wichtig, 1 weniger wichtig.



### Schritte 2, 3 und 4



Zur Wettbewerbsanalyse werden das vorhandene Produkt (A), das beste Konkurrenzprodukt (W) und das geplante Produkt (Z) auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet, um darzulegen, wie gut die Kundenforderungen erfüllt werden. Garantiefälle (G1, G2, ...) und Beschwerden (B1, B2, ...) werden den Kundenforderungen zugeordnet und eingetragen. Ebenso werden Verkaufsargumente (V1, V2, ...) eingetragen. Diese Einträge werden in separaten Listen im Klartext dargestellt. Hier nehmen wir die folgenden Daten an:

B 1	Die Leistung der Anlage entspricht nicht mehr dem technischen Stand
B 2	Die hohen Rüstkosten passen nicht zu den Forderungen nach einer flexiblen Fertigung
G 1	Durch wiederholte Softwarefehler während des Probetriebs konnte die Anlage bei dem Kunden F erst mit 3 Monaten Verzug abgenommen werden.
G 2	Bei Kunde G traten 2 Lagerschäden in der Garantiezeit auf.
V 1	Das neue Modell wird hinsichtlich der Produktqualität neue Maßstäbe setzen.
V 2	Das neue Modell bietet eine innovative Wartungsfreundlichkeit.
V 3	Das neue Modell ist in sehr kurzer Zeit zu montieren und auch umzuziehen.

Für die ersten, kundenbezogenen Schritte der QFD ergibt sich damit das folgende Bild:

						Wettbewerbsanalyse					
Kundenforderungen		Zeile	Priorität		Beschwerden, Garantiefälle, Verkaufsargumente	1 A aktuell	2 W Wettbewerber	3 Z Ziel	4	5	Kritisch
Spaltennummer											
Kunde, extern	Hohe Leistung	1	9		B1		A	W	Z		x
	Produktqualität	2	9		V1		W	A	Z		
	Umrüstbar	3	3		B2	A		W	Z		x
	Einfache Bedienung	4	3				W	A	Z		
	Zuverlässig	5	9		G1, G2		A	Z	W		x
	Wartungsfreundlich	6	9		V2		W	A		Z	
	Kleines Ersatzteillager	7	1				A	W	Z		
	Sicher	8	9						W	Z	
	Umweltfreundlich	9	3			W	Z				
	Betrieb bei +5°C bis +40°C	10	9					A	W	Z	
Fertigung	Mit vorhandenen Verfahren herzustellen	11	3						Z	A	
Montage	Keine Schweißverbindungen	12	9		V3		A			Z	
Service	Diagnosefunktionen	13	9				A		Z		
	Keine Spezialwerkzeuge	14	3				A		Z		

Abbildung 6: Quality Function Deployment, Kundenforderungen und Wettbewerbsanalyse

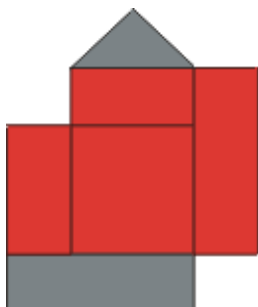
### Schritte 5 und 6

Danach werden die zu spezifizierenden Merkmale in eine Liste eingetragen.

Die Korrelationen zwischen den Merkmalen und den Kundenforderungen werden abgeschätzt und eingetragen (s. Abbildung 7).

Die Bedeutungen sind hier: 9 starke Korrelation, 3 mittlere Korrelation, 1 schwache Korrelation.

Es ergibt sich bereits eine qualitative Aussage:



- **Leere Zeilen** im Korrelationsfeld bedeuten, dass unser technisches Konzept **Kundenforderungen ignoriert**.
- **Leere Spalten** im Korrelationsfeld weisen darauf hin, dass wir **Merkmale spezifizieren, die der Kunde anscheinend nicht fordert**. Wenn sorgfältige Nachprüfung ergibt, dass auch keine unausgesprochene Forderung dahintersteht, haben wir ein **Einsparpotential** gefunden.

Sofern erforderlich, wird das technische Konzept, das hinter der Auflistung der zu

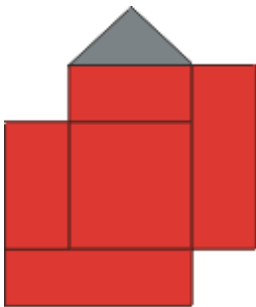
spezifizierenden Merkmale steht, so überarbeitet, dass eine ausgewogene Korrelation zwischen den Kundenforderungen und den Merkmalen entsteht.

Hat das Korrelationsfeld den Charakter einer **Diagonalmatrix**, besteht der **Verdacht**, dass die Liste der Merkmale **nicht auf einer schlüssigen Produktidee** beruht. Vielmehr wurde jedem Kundenwunsch ein Merkmal zugeordnet. Bei der Realisierung gibt es dann Schwierigkeiten.

Merkmale →			Allgemein					Aufnehmen und Bearbeiten					Steuerung					R & M					Wettbewerbsanalyse									
Kundenforderungen ↓			Zelle	Priorität	Anpassungen	Leistungsaufnahme	Gewicht	Aufbau	Verbindung der Module	Merkmalsgröße	Merkmalsalterhaltung	Manipulation	Positionierung	Geschwindigkeit	Wertzeit	Steuerung	Benutzeroberfläche	Benutzerinformation	Datenaustausch	Datenübertragung	Wartungsintervalle	Ölreislauf	Unbeaufsichtigter Betrieb	MTBF	Beschwerden, Garantiefälle, Verkaufsargumente	1. Wettbewerber	2. Wettbewerber	3. Ziel	4.	5.	kritisch	
Kunde, extern	Spaltennummer			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20									
	Hohe Leistung	1	9	1	3					9	9	9	9	9	9	9	9	3	9	3	9	9	9	B1		A	W	Z	x			
	Produktqualität	2	9								9	9	9	9	1	9	9	9	9	9	3		9	3	V1		W	A	Z			
	Umrüstbar	3	3					9	9	3	9	9			9	9	9	9	9	3				B2		A	W	Z	x			
	Einfache Bedienung	4	3													9	9	9	9	9		3				W	A	Z				
	Zuverlässig	5	9														9	9	9	9	3	9	9	G1, G2		A	Z	W	x			
	Wartungsfreundlich	6	9					9	9										9	9				V2		W	A	Z				
	Keines Ersatzteillager	7	1					9								9					9					W	A	W	Z			
	Sicher	8	9								9	9		3		9	9	9					9					W	Z			
	Umweltfreundlich	9	3		9	3																9					W	Z				
Betrieb bei +5°C bis +40 °C	10	9	3				3	1		3	3	9	3	1	9						9	9	3				A	W	Z			
Fertigung	Mit vorhandenen Verfahren herzustellen	11	3	9		9																						Z	A			
Montage	Keine Schweißverbindungen	12	9	3			9	9																V3		A		Z				
Service	Diagnosefunktionen	13	9													9	3	9		9							A		Z			
	Keine Spezialwerkzeuge	14	3				9	9		3				3								3					A		Z			

Abbildung 7: Quality Function Deployment, zu spezifizierende Merkmale und Korrelation der Merkmale mit den Kundenforderungen

### Schritte 7, 8, 9 und 10



Um die Ziele, die in der **Wettbewerbsanalyse** aus **Kundensicht** gesetzt wurden, auch **wirklich zu erreichen**, müssen die mit diesen Zielen korrelierten **Merkmale** entsprechend **quantifiziert** werden. Die **Quantifizierung** wird unterhalb des **Korrelationsfeldes** eingetragen. Bei realen **Anlagenprojekten** reicht für die Spezifikation eines Merkmals die Angabe einer **Maßzahl** gewöhnlich nicht aus. Dann werden in der Qualitätstafel die Dokumente angegeben, welche die vollständige Spezifikation enthalten.

In der Wettbewerbsanalyse aus Unternehmenssicht werden die spezifizierten Merkmalsausprägungen mit dem **Vorgängermodell** und dem besten **Konkurrenten** verglichen und auf einer **Skala von 1 bis 5** bewertet. Bildet man diese Bewertung mit Hilfe der Korrelationen auf die Konkurrenzanalyse aus Kundensicht ab, muss das geplante Profil sichtbar werden.

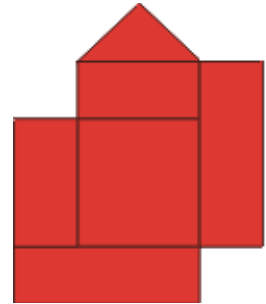
Die **Schwierigkeit**, die **geplante Spezifikation** zu erreichen, wird **abgeschätzt** und auf einer **Skala von 1 (einfach) bis 5 (sehr schwierig)** bewertet.

**Kritisch** sind die **Merkmale**, die **wichtig** und **schwierig** zu erreichen sind. Die Wichtigkeit eines Merkmals ist die **Summe der Produkte der Priorität** und der **Stärke der Korrelation** aller Kundenforderungen, mit denen das Merkmal korreliert. **Multipliziert** man die

Wichtigkeit mit der Schwierigkeit erhält man ein Maß für das Risiko für die Realisierung des Produkts, das mit dem jeweiligen Merkmal verbunden ist. Kritische Merkmale werden durch Pareto-Analyse identifiziert.

### Schritt 11

Der letzte Schritt bei der Erstellung der Qualitätstafel 1 ist die Untersuchung der Korrelationen der kritischen Merkmale untereinander. Sofern kritische Merkmale negativ korrelieren, hat dies möglicherweise Rückwirkungen auf die Bewertung der Schwierigkeit, die geforderte Merkmalsausprägung zu erreichen. Schritt 9 muss dann wiederholt werden.



Weil das hier vorgestellte Beispiel mit einer Tabellenkalkulation und nicht mit einer Spezialsoftware erstellt wurde, hat das Feld 11 nicht die Form eines Satteldachs sondern eher die eines Shed-Dachs. Darunter leidet aber das "House of Quality" im Prinzip nicht (s. Abbildung 8).

Merk male																					Korrelation Merkmale:	
																					##	Stark positiv
																					#	Positiv
																						Keine
																					x	Negativ
																					xx	Stark negativ

Abbildung 8: Quality Function Deployment, Qualitätstafel I

Ebenso werden in diesem Muster zur Darstellung von Korrelationen keine Sonderzeichen, wie das bei spezieller QFD-Software üblich ist, sondern Zahlen verwendet.

Weitere Auswertungen und Berechnungen lassen sich offensichtlich einfach als Zeilen, Spalten oder Grafiken einfügen.

Die Qualitätstafel in Abbildung 8 zeigt, dass der Steuerung der Anlage, der Benutzeroberfläche und der Benutzerinformation in diesem Beispiel besondere Bedeutung zukommen. Diese informationstechnischen Merkmale rangieren vor den maschinenbaulichen Merkmalen. Dies spiegelt eine reale Situation wieder, in der die maschinenbauliche Technik so ausgereift ist, dass die Produktvorteile hauptsächlich durch innovative Informationstechnik erzielt werden.

Ein Fehler ist es, aus einer QFD Auswertung zu folgern, dass "unwichtige" Merkmale vernachlässigt werden können. QFD liefert nur eine Aussage darüber, auf welche Merkmale sich das aktuelle Interesse der Kunden konzentriert. Der Stand der Technik in dem jeweiligen Marktsegment wird vorausgesetzt.

Weil reale QFD-Projekte leicht ziemlich umfangreich werden und als lebendige Dokumente bequem zu ändern und zu erweitern sein müssen, sollte QFD mit Softwareunterstützung durchgeführt werden.

Zweckmäßig legt man zunächst ein kleines Projekt in einer Tabellenkalkulation an. Wenn dann sichtbar wird, dass die Methode zum Arbeitsstil des Unternehmens passt und häufig angewendet werden wird, kann der Umstieg auf eine spezielle Software erfolgen.

## Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)

FMEA ist eine **Risikoanalysemethode**, mit der während der Planungsphase potentielle Fehler und ihre Ursachen

- erkannt,
- bewertet und
- Gegenmaßnahmen eingeleitet

werden sollen.

Die betrachteten Einflussfaktoren dabei sind:

1. Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Fehlers
2. Bedeutung = Auswirkung auf den Kunden
3. Wahrscheinlichkeit der Nicht-Entdeckung vor Auslieferung an den Kunden

Durch Multiplikation dieser Faktoren wird eine Risikoprioritätszahl (RPZ) zur Festsetzung der Priorität eines Problems ermittelt. Bei den in Abbildung 9 ersichtlichen Werten für diese Faktoren ergibt sich ein Wertebereich von 1 .. 1000 für die RPZ.

Bewertung	Bedeutung (B)	Auftretenswahrscheinlichkeit (A)			Entdeckungswahrscheinlichkeit (E)		Bewertung
		Beschreibung	p(A)	C <sub>pk</sub>	Beschreibung	p(E)	
10	Gefährdung, Verstoß gegen Gesetze	Fehler nahezu sicher; zahlreiche Fehler mit gleichen oder ähnlichen Konstruktionen bekannt	>30%	<0,33	Keine Entdeckungsmaßnahmen bekannt oder geplant	<90%	10
9	Gefährdung, Verstoß gegen Gesetze möglich	Sehr große Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Bis 30%	≥ 0,33	Entdeckung möglich aber unsicher	90%	9
8	Totaler Funktionsausfall, Kunde sehr verärgert	Große Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Bis 10%	≥ 0,51	Sehr geringe Wahrscheinlichkeit		8
7	Funktionen stark eingeschränkt, Kunde verärgert	Mäßig große Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Bis 5%	≥ 0,67	Geringe Wahrscheinlichkeit einer Entdeckung	98%	7
6	Ausfall einzelner Hauptfunktionen, Kunde, ziemlich verärgert	Mittlere Zahl von Fehlern wahrscheinlich	Bis 1%	≥ 0,83	Nahezu mittlere Wahrscheinlichkeit der Entdeckung		6
5	Mäßige Einschränkung des Gebrauchsnutzens, Kunde etwas verärgert	Gelegentliche Fehler wahrscheinlich	Bis 0,3%	≥ 1,00	Mittlere Wahrscheinlichkeit der Entdeckung		5
4	Gebrauchsnutzen wenig eingeschränkt, Kunde verdrossen	Wenige Fehler wahrscheinlich	Bis 500 ppm	≥ 1,17	Mäßig hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	99,7%	4
3	Gebrauchsnutzen geringfügig eingeschränkt, Kunde leicht verdrossen	Sehr wenige Fehler wahrscheinlich	Bis 60 ppm	≥ 1,33	Hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung		3
2	Auswirkung sehr gering, Kunde kaum berührt	Fehler selten	Bis 7ppm	≥ 1,50	Sehr hohe Wahrscheinlichkeit der Entdeckung	99,9%	2
1	Kunde bemerkt Auswirkungen nicht	Fehler unwahrscheinlich, ähnliche Konstruktionen bisher ohne Fehler.	Bis 0,6 ppm	≥ 1,67	Nahezu sichere Entdeckung	99,99%	1
<b>Legende</b> p: Wahrscheinlichkeit    C <sub>pk</sub> : Prozessfähigkeit    ppm: parts per million							

Abbildung 9: Bewertung der Faktoren für die FMEA



## Arten der FMEA

### System-FMEA

Die System-FMEA untersucht das Zusammenspiel einzelner Komponenten eines komplexen Systems. Sie wird auch für Systemvergleiche und Entscheidungshilfen bei der Systemauswahl verwendet

### Konstruktions-FMEA

Die Konstruktions-FMEA ist auf ein Produkt ausgerichtet und wird bei

- neuen oder geänderten Teilen oder Werkstoffen.
- neuen oder geänderten Anforderungen
- besonderen Sicherheitsrisiken

eingesetzt.

### Prozess-FMEA

Prozess-FMEA wird zur Untersuchung von Eignung und Sicherheit von

- Herstell- und Montageverfahren
- Qualitätsfähigkeit
- Prozessstabilität

angewendet

## Fehlerbaumanalyse

Die Fehlerbaumanalyse dient der systematischen Identifizierung **aller möglichen Ursachen**, die zu einem vorgegebenen unerwünschten Ereignis/Fehler führen.

Dabei werden

- Auftretswahrscheinlichkeit der Ursachen und
- UND / ODER-Ausprägung von verknüpften Ursachen

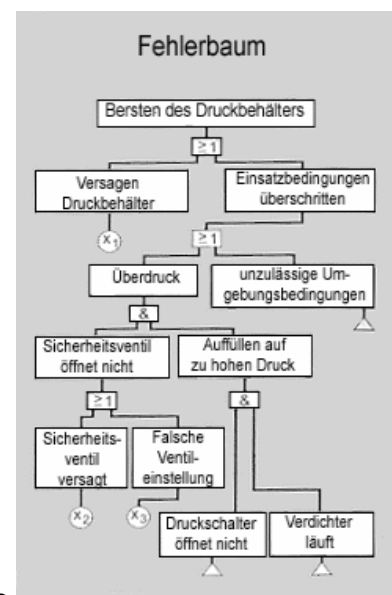
eingetragen.

### Vorteile

Die graphische Darstellung ermöglicht eine übersichtliche Behandlung auch von komplexen Systemen.

Weiters besteht die Möglichkeit, spezifische Probleme zu lösen  
z. B. die Behandlung von Folgeausfällen.

Fehlerbaumanalyse ist ein vollständiges Verfahren d.h. wegen der deduktiven (top-down) Vorgehensweise liefert sie bei konsequenter Anwendung alle Ereigniskombinationen, die zum unerwünschten Ereignis führen.





## Nachteile

Diese Methode ist bei manueller Anwendung fehleranfällig, weil man leicht eine Kombination übersehen kann.

Sie ist bereits bei kleinen Systemen sehr aufwendig und komplex.

## Ereignisablaufanalyse / Störfallanalyse

Die Ereignisablaufanalyse ermöglicht eine systematische Identifizierung und Bewertung **aller möglichen Ereignisabläufe**, die von einem gegebenen Anfangsereignis ausgehen

### Vorgangsweise

Ausgehend von einem Ausgangsereignis werden alle Folgeereignisse bis zu den möglichen Endereignissen bestimmen.

Jedes Ereignis hat dabei einen 'Ja'- und einen 'Nein'-Zweig

### Vorteile

Erkennen aller von einem unerwünschten Ausgangsereignis abhängigen Folgeereignisse z.B. Feststellung, ob durch einen Defekt Menschenleben bedroht werden könnten.

### Nachteile

Die Anwendung dieser Methode setzt eine genaue Kenntnis des Systems voraus und sie ist sehr umfangreich.

## Statistische Versuchsplanung

Ziel der statistischen Versuchsplanung ist es, mit möglichst wenigen Versuchen (Einzelexperimenten) den Zusammenhang zwischen

- Einflussfaktoren (=unabhängige Variablen) und
- Zielgrößen (=abhängige Variable)

möglichst genau zu ermitteln

Sie dient dazu

- wichtige von unwichtigen Einflussgrößen zu unterscheiden,
- Wechselwirkungen aufzudecken sowie
- Modelle aufzubauen.

## Kraftfeldanalyse

Die Kraftfeldanalyse ist eine Methode zur Problemlösungsfindung in Teams, wenn keine geeigneten Lösungsansätze gefunden werden können.

## Ablauf

1. Klare und eindeutige Problemformulierung
2. Ermittlung und Gewichtung der lösungshemmenden Faktoren
3. Ermittlung und Gewichtung der lösungsfördernden Faktoren
4. Aktionsplan mit Verantwortlichkeiten und Terminen zur
  - Schwächung der 3 stärksten hemmenden und
  - Stärkung der 3 stärksten förderlichen Faktoren

## Paarweiser Vergleich

Mit dem Paarweisen Vergleich können beliebige Informationen gereiht/sortiert werden. Das ermöglicht die Ausrichtung der Arbeit auf die wichtigsten Problembereiche und somit zielorientiertes Arbeiten.

Die Reihung erfolgt nach dem 'bubblesort'-Algorithmus