

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 GRK 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.

2 Elementare QM-Methoden

Verständnisfragen

Frage 2.1 Was versteht man unter einem System? Erläutern Sie den Systembegriff an einem einfachen Beispiel.

Ein System ist ein Sachverhalt, der eine Einheit bildet. Er kann von der Umgebung abgegrenzt werden und steht mit ihr über Ein- und Ausgangsgrößen in Wechselwirkung. Im Inneren besteht das System aus mehreren Bestandteilen unter denen Beziehungen bestehen.

Ein Auto besteht aus verschiedenen Hauptkomponenten, wie Motor, Fahrwerk, Karosserie, Inneneinrichtung usw. Jede Hauptkomponente kann weiter unterteilt werden. Das Fahrwerk beispielsweise besteht aus 4 Rädern, Federung, Stoßdämpfern und Achsbolzen. Input für das Fahrzeug ist z.B. das Befüllen des Tanks, das Einsteigen der Passagiere oder die Beladung des Kofferraums. Gewünschte Wirkungen des Autos sind der Transport von Personen oder Beladung zu einem bestimmten Zielort. Unerwünschte äußere Einwirkungen sind die ungewollte Kollision mit anderen Fahrzeugen, mit der Leitplanke oder dem Straßengraben.

Frage 2.2 Was versteht man unter einem Prozess? Erläutern Sie den Prozessbegriff an einem einfachen Beispiel.

Ein Prozess besteht im Inneren aus mehreren Aktivitäten, die voneinander abhängen. Die Ausführung der Aktivitäten nimmt Zeit in Anspruch, so dass der Prozess ein zeitabhängiger Ablauf ist. Von seiner Umgebung erhält der Prozess einen Auftrag bzw. eine Aufgabe und seinen Input. Der Prozess liefert an die Umgebung ein Ergebnis.

Eine Dienstleistung, wie z.B. das Haarschneiden kann als Prozess angesehen werden. Ein Dienstleister (Friseur) erhält einen Auftrag („Waschen und Schneiden“). Ergebnis ist ein neu frisierter Kopf. Der Prozess kann in Teilprozesse, wie z.B. Schneiden, Waschen, Föhnen zerlegt werden. Der Prozess (und auch die Teilprozesse) besitzen jeweils einen Start- und Endzeitpunkt.

Frage 2.3 Welcher Zusammenhang besteht zwischen Systemen und Prozessen?

Ein Prozess ist ein spezielles System, das aus wechselwirkenden Aktivitäten besteht. Zudem basiert jeder Prozess auf einem System, das aus Ressourcen, wie z.B. Maschinen sowie aus zusammenarbeitenden Personen bestehen kann.

Frage 2.4 Worin unterscheiden sich die Handlungsweisen „try-and-error“ und „plan-and-do“?

Bei der Methode „try-and-error“ werden für ein Problem solange Lösungsversuche (try) unternommen bis der Erfolg eintritt. Diese Methode ist sinnvoll, wenn nur wenig über den problematischen Sachverhalt bekannt ist. Auch wenn es nicht zum Erfolg kommt, kann durch jeden Lösungsversuch neue Kenntnisse über den Sachverhalt gewonnen werden, die dann die Möglichkeiten für eine gezieltere Lösungssuche eröffnen.

Voraussetzung für die Methode „plan-and-do“ ist das Vorliegen vieler Kenntnisse über den Sachverhalt. Basierend auf diesen Kenntnissen wird eine mögliche Lösung geplant und dann unternommen (do.)

Frage 2.5 Was sind Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Problemlösungsmodelle TOTE und PDCA?

Bei Vorgehensweisen dienen zum Lösen von Problemen, wobei das TOTE-Modell von geringen Kenntnissen über den problematischen Sachverhalt ausgeht. Zunächst wird das Problem festgestellt (Test). Dann

wird ein Lösungsversuch unternommen (Operate) und das Ergebnis überprüft (Test). Im Erfolgsfall ist die Problemlösung beendet (Exit), ansonsten wird der Ablauf wiederholt.

PDCA geht von deutlich mehr Kenntnissen aus. Deshalb wird damit begonnen eine mögliche Lösung zu planen (Plan). Dies wird dann ausgeführt (Do) und das Ergebnis überprüft (Check). Eine erreichte Lösung wird dann als generelle Lösung für gleichartige Aufgaben übernommen (Act).

Als gemeinsame Elemente kann man daher das Ausprobieren einer Lösung (Operate bzw. Do) und das Überprüfen des erreichten Ergebnisses (Test bzw. Check) erkennen.

Frage 2.6 Aus welchen Schritten besteht das Problemlösungsmodell SPOC?

Das Problemlösungsmodell SPOC beginnt mit der Analyse des Sachverhalts und des Zieles (Study). Dann werden mögliche Lösungen grob geplant und die beste wird ausgewählt (Plan). Die ausgewählte Lösung wird dann detailliert geplant und ausgeführt (Operate). Dann wird das erreichte Ergebnis überprüft (Check).

Frage 2.7 Welche Ablaufstrukturen werden verwendet um den rein sequentiellen Ablauf der Problemlösung an die unterschiedlichen praktischen Konstellationen anzupassen?

Bei einfacheren Problemen ist ein einmalig durchlaufener und rein sequentieller Ablauf der Problemlösung möglich. Bei schwierigeren Problemen wird dieser Ablauf mehrmals zyklisch wiederholt.

In jedem Prozess der Problemlösung sollten zu Beginn die vorliegenden Informationen aus dem vorangehenden Prozess überprüft werden. Sind diese unvollständig, kann sofort zum vorangehenden Prozess zurück gesprungen werden.

Frage 2.8 Aus welchen (acht) Teilprozessen besteht der allgemeine Problemlösungsprozess?

Jede Phase des spoc-Prozesses besteht aus je 2 Teilprozessen. Die Analyse (study) besteht aus „Problem verstehen“ und „Ziele bilden“. Bei der Planung (plan) geht es um „Lösungen finden“ und „Lösung auswählen“. Darauf folgt bei der Ausführung (operate) „Lösung ausarbeiten“ und „Lösung realisieren“. Den Abschluss (check) bilden „Ergebnisse validieren“ und „Erkenntnisse sichern“.

Frage 2.9 Was ist der Zweck einer Fehlersammelliste und wie wird sie gehandhabt?

Eine Fehlersammelliste dient der Erfassung der aufgetretenen Fehler in einem Prozess. Zunächst werden die Fehlerarten festgelegt, die auftreten können. Fehler, die nur sehr selten auftreten können auch zu einer eigenen Fehlerart (z.B. „Sonstige Fehler“) zusammengefasst werden.

Während der Beobachtung des Prozesses werden die aufgetretenen Fehler als Strichliste erfasst. Die Strichliste ermöglicht, ähnlich einem Balkendiagramm, einen schnellen Überblick über die Häufigkeit der aufgetretenen Fehler.

Frage 2.10 Was ist der Zweck eines Histogramms und wie wird es gehandhabt?

Ein Histogramm dient der graphischen Darstellung der Häufigkeit, mit der verschiedene Merkmale einer Variablen auftreten. Zunächst werden die möglichen Werte in eine überschaubare Anzahl von Klassen eingeteilt. Dann wird das Auftreten der Merkmale einer Klasse erfasst. Die Anzahl wird dann mit Hilfe von graphischen Balken dargestellt, deren Länge der Auftretens-Häufigkeit entspricht.

Frage 2.11 Wie kann für ein Histogramm die Zahl der Klassen, deren Breite sowie Mittelwert und Standardabweichung bestimmt werden?

Die Anzahl K der Klassen für ein Histogramm hängt von der Anzahl N der aufgenommenen Messwerte ab. Die Beziehung zwischen K und N , kann z.B. konkret durch eine Wurzelfunktion oder den Logarithmus bestimmt werden. Die Klassenbreite B erhält man durch Division des gesamten Wertebereich (Range R), wird dann durch die Zahl K der Klassen.

Für den Mittelwert werden die aufgetretenen Messwerte jeder Klassen durch die Gesamtzahl N dividiert. Die Standardabweichung ergibt sich aus dem Mittelwert der quadrierten Abweichung der Messwerte vom Mittelwert und anschließender Wurzelbildung.

Frage 2.12 Was ist der Zweck der Pareto-Analyse und wie sieht deren Ablauf aus?

Die Pareto-Analyse dient dazu, die am häufigsten auftretenden Merkmalswerte (z.B. Fehler) zu erfassen. Dazu werden die Merkmalswerte nach ihrer Erfassung nach der Häufigkeit sortiert. Die der absoluten Häufigkeit wird dann auf die Gesamtzahl bezogen, was dann die relative Häufigkeit ergibt.

Bei vielen Pareto-Analysen zeigt sich, dass in vielen Fällen, einige wenige Merkmale (z.B. 20% von allen) sehr oft auftreten (z.B. in 80 % aller Fälle).

Frage 2.13 Wozu dient die Korrelationsanalyse und wie wird sie durchgeführt?

Die Korrelationsanalyse untersucht, ob zwischen zwei Größen x und y gleichläufig oder gegenläufig verändern, ob in den Änderungen der beiden Größen kein Muster enthalten ist.

Dazu werden die Mittelwerte und Kovarianzen der beiden einzelnen Größen und des Produkts der beiden Größen bestimmt und zueinander in Bezug gesetzt. Eine sich daraus ergebende aussagekräftige Größe ist der Korrelationskoeffizient.

Frage 2.14 Welche Werte kann der Korrelationskoeffizient annehmen und was sagen diese Werte aus?

Der Korrelationskoeffizient kann zwischen -1 und $+1$ liegen. Werte in der Nähe der 0 signalisieren eine geringe Korrelation zwischen den beiden Größen. Geht der Betrag des Koeffizienten gegen 1 , besteht eine starke Korrelation zwischen den beiden Größen. Bei positiven Werten ändern sich die beiden Größen gleichläufig: steigt die eine, steigt auch die andere und vice versa. Bei negativen Werten sind die Größen gegenläufig: steigt die eine sinkt die andere.

Frage 2.15 Welcher Sachverhalt wird in einem Ursache-Wirkungs-Diagramm dargestellt?

Ursache Wirkungsdiagramm zeigen die logischen Abhängigkeiten zwischen Ursachen und Wirkungen dar. Dabei kann eine Ursache mehrere Wirkungen haben und eine Wirkung kann durch mehrere Ursachen beeinflusst werden. Des Weiteren weisen die Verkettungen eine hierarchische Struktur auf, so dass eine Wirkung selbst wieder Ursache anderer Wirkungen ist.

Frage 2.16 Welche Standardkategorien (4M, 7M) gibt es für Ishikawa-Diagramme?

Die Kategorien Mensch, Maschine, Material und Methode sind im 4M-Standard enthalten Bei 7M kommen Money, Management und Milieu hinzu.

Frage 2.17 Wozu dient ein Fehlerbaum und welche graphischen Symbole werden in ihm verwendet?

Ein Fehlerbaum stellt die logische Verkettung der Ursachen für einen Fehler dar. Die Ursachen können disjunktiv oder konjunktiv verknüpft werden, was durch die Symbole „ ≥ 1 “ und „&“ in einem Rechteck

dargestellt wird. Fehler und Fehlerursachen werden ebenfalls in Rechtecken benannt. Kreise symbolisieren Basis-Ereignisse, die nicht weiter unterteilt werden, während Dreiecke Transfer-Ereignisse darstellen, die in anderen Fehlerbäumen weiter detailliert werden.

Frage 2.18. Die beiden Ereignisse E1 und E2 besitzen die Wahrscheinlichkeiten $p_1=0,4$ und $p_2=0,7$. Mit welcher Wahrscheinlichkeit treten beide Ereignisse gemeinsam auf (Konjunktion)? Mit welcher Wahrscheinlichkeit tritt (mindestens) eines der beiden Ereignisse auf (Disjunktion)?

Die Wahrscheinlichkeit einer konjunktiv verknüpften Größe ergibt sich aus dem Produkt der Einzelwahrscheinlichkeiten. Wegen $0,4 \cdot 0,7 = 0,28$ beträgt sie also 28%.

Der Kehrwert der Wahrscheinlichkeit einer disjunktiv verknüpften Größe ergibt sich aus dem Produkt der Kehrwerte der Einzelwahrscheinlichkeiten. Wegen $1 - (1-0,4) \cdot (1-0,7) = 1 - 0,6 \cdot 0,3 = 0,82$ beträgt sie also 82%.

Übungsaufgaben

Aufgabe 2.1 Histogramm erstellen

Die Messung der Füllmenge (in kg) von Behältern hat folgende Werte ergeben.

50,474	50,477	50,017	50,138	49,899	49,507	50,341	49,994	49,704	50,143
49,524	49,895	49,676	50,059	50,202	50,428	49,797	49,739	50,123	49,779
50,327	49,916	50,175	50,029	49,656	50,445	50,034	50,450	50,181	50,115

Bild 2.29 Messwerte einer Füllmenge (in kg)

Erstellen Sie ein Histogramm. Wie viele Klassen würden Sie festlegen und wie wählen Sie die Klassenbreite. Welchen Mittelwert und welche Standardabweichung besitzt die Messreihe?

Lösung. Die Liste umfasst 30 Messwerte. Die Wurzel aus 30 liegt zwischen 5 und 6, also wären 5-6 Klassen ideal. Der kleinste Wert der Liste ist 49,524 kg, der größte 50,445 kg. Der Abstand zwischen diesen beiden Werten ist 0,921 kg. Legt man die Klassenbreite auf 0,2 kg und beginnt bei 49,5 kg als unterste Grenze und 50,5 kg als oberste, kommt man auf 5 Klassen mit den Klassenmittelwerten von 49,6 kg, 49,8 kg, 50,0 kg, 50,2 kg und 50,4 kg.

Der Mittelwert und die Standardabweichung lassen sich am einfachsten mit einer Tabellenkalkulation berechnen (Mittelwert(), Stabw()). Man erhält einen Mittelwert von 50,0415 kg und eine Standardabweichung von 0,2848 kg. Das Histogramm besitzt ein auffälliges Aussehen. Man erkennt deutlich, dass die Füllmenge nicht normalverteilt, sondern eher gleichverteilt sind.

50,4	x	x	x	x	x	x	x		
50,2	x	x	x	x	x	x	x		
50,0	x	x	x	x	x	x			
49,8	x	x	x	x	x				
49,6	x	x	x	x					

Aufgabe 2.2 Pareto-Analyse

Der folgende Screenshot zeigt die Anzahl der festgestellten Fehler für die 7 Fehlerarten A bis G. Führen Sie eine Pareto-Analyse hierfür durch.

A	B	C	D	E	F	G
377	233	89	987	55	144	610

Bild 2.30 Häufigkeiten der Fehlerarten A bis G

Lösung. Zunächst werden die Fehler nach absteigender Häufigkeit angeordnet. Dann werden die Fehlerzahlen aufsummiert (Zeile 3) und auf den Gesamtwert bezogen (Zeile 4)

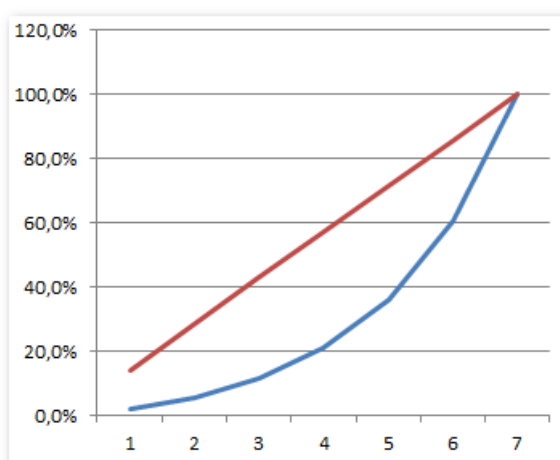
D	G	A	B	F	C	E
987	610	377	233	144	89	55
987	1597	1974	2207	2351	2440	2495
39,6%	64,0%	79,1%	88,5%	94,2%	97,8%	100,0%

Man erkennt, dass der wichtigste Fehler fast 40% der Fehlerfälle verursacht. Nimmt man den zweitwichtigsten und den drittwichtigsten Fehler hinzu kommt man auf 64% bzw. 79%

Die 80/20-Regel trifft zwar nicht exakt zu (20% von 7 Fehlern wären ca. 1.5 Fehler) aber dafür ist die Stichprobe und die Zahl der Fehler zu gering.

Zur Ermittlung des Gini-Faktors werden die Fehler nach aufsteigender Fehlerzahl sortiert und die Zahlen aufsummiert. Die Berechnung der Fläche wird durch Rechtecke (Breite 1/7) angenähert. Man erhält einen Gini-Koeffizienten vom 0,59.

E	C	F	B	A	G	D
55	89	144	233	377	610	987
55	144	288	521	898	1508	2495
2,2%	5,8%	11,5%	20,9%	36,0%	60,4%	100,0%
0,31%	0,82%	1,65%	2,98%	5,14%	8,63%	14,29%
0,31%	1,14%	2,79%	5,77%	10,91%	19,55%	33,83%
14,3%	28,6%	42,9%	57,1%	71,4%	85,7%	100,0%
2,04%	4,08%	6,12%	8,16%	10,20%	12,24%	14,29%
2,04%	6,12%	12,24%	20,41%	30,61%	42,86%	57,14%



Aufgabe 2.3 Korrelationsanalyse

Die folgende Tabelle zeigt als Wertepaare die Studiendauer (x, in Semestern) und die zugehörigen Studienergebnisse (y, Gesamtnote) für fünf Studierende.

x	6,5	6,2	6,3	6,8	6,4
y	2,0	1,8	2,4	2,7	1,6

Bild 2.31 Wertepaare der Studiendauer x und Gesamtnote y

Berechnen Sie die Korrelation zwischen beiden Größen in Gestalt des Korrelationskoeffizienten. Was sagt das Ergebnis aus?

Lösung. Der Korrelationskoeffizient zwischen beiden Größen kann mit Hilfe der Tabellenfunktion „KORREL()“ berechnet werden. Er beträgt $r=0,631$. Zwischen x und y besteht also eine positive Korrelation, die auch recht gut ausgeprägt ist.

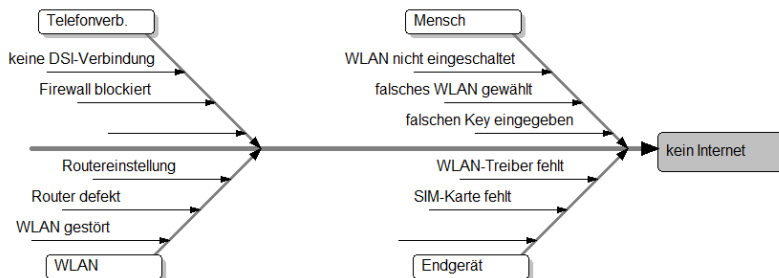
Aufgabe 2.4 Ishikawa-Diagramm Internet-Verbindung

An ihrem Laptop lässt sich keine Verbindung zum Internet herstellen. Erstellen Sie für diesen Sachverhalt ein Ishikawa-Diagramm.

Beginnen Sie Bottom-Up: Sammeln Sie ca. 8-10 Ideen für mögliche Fehlerursachen. Versuchen Sie dann die Ursachen zu gruppieren, indem Sie ca. 3-4 Oberbegriffe suchen. Sie können hierfür auch die 4M-Methode verwenden.

Nach der Bildung der Oberbegriffe sollten Sie Top-Down weitere mögliche Ursachen suchen. Stellen Sie nun die gefundenen Problemursachen als Ishikawa-Diagramm dar.

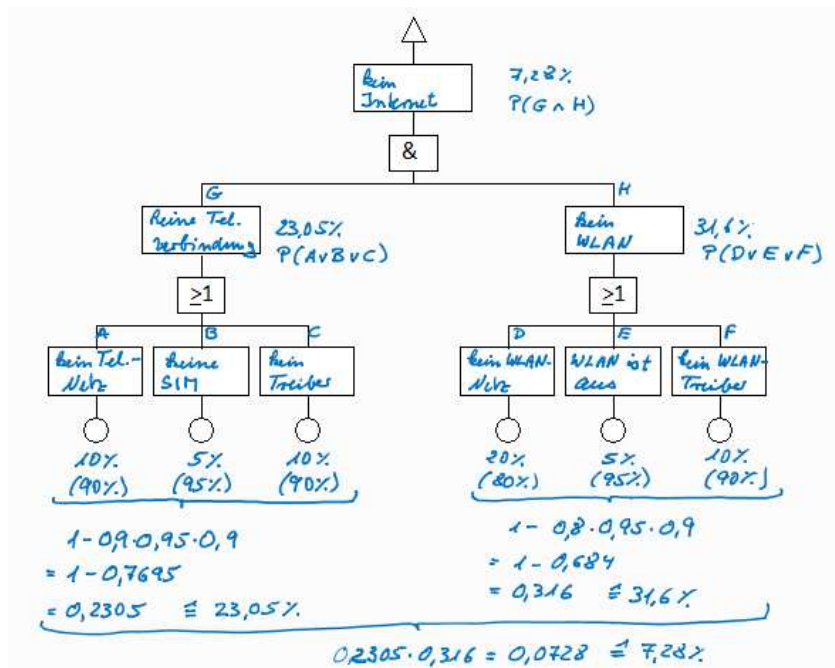
Lösung siehe Skizze.



Aufgabe 2.5 Fehlerbaumanalyse

Ordnen Sie die verschiedenen möglichen Ursachen für die nicht zustande kommende Internet-Verbindung am Laptop zu einem Fehlerbaum an. Schätzen Sie die Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen ursächlichen Ereignisse, d.h. für Basisereignisse und nicht weiter untersuchte Ereignisse ab. Führen Sie nun mit diesen Werten eine Fehlerbaumanalyse durch.

Lösung siehe Skizze.



Aufgabe 2.6 Datenanalyse

Das folgende Diagramm zeigt eine Zeitreihe mit Messwerten W_i die zu den Zeitpunkten i aufgenommen wurden.

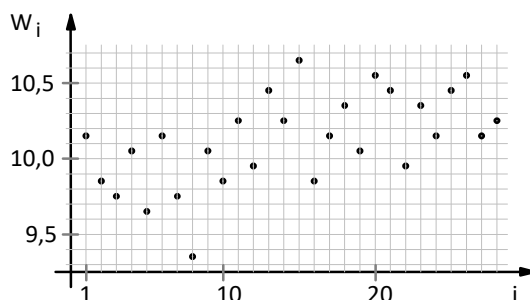


Bild 2.32 Zeitreihe mit Messwerten

- a) Wie groß schätzen Sie den Korrelationskoeffizienten r zwischen den Messwerten und der Zeit?
- b) Die Messwerte sollen nun klassiert werden. Wie groß wählen Sie die Anzahl N der Klassen und deren Breite B ?
- c) Erstellen Sie nun ein Histogramm für die klassierten Messwerte.

Lösung. a) Zwischen w und i besteht eine gut erkennbare positive Korrelation. Mit zunehmendem i steigt w tendenziell leicht an. Die Schwankung ist rechtstark ausgeprägt, so dass der Koeerlationskoeffizient bei etwa 0,4 bis 0,6 liegen könnte.

b) Der niedrigste Messwert liegt bei 9,35 und der höchste bei 10,65. Die 28 Messwerte liegen also in einer Spanne von 1,3. Die Anzahl der Messwerte legt die Bildung von 5 oder 6 Klassen nahe. Somit ergäbe sich eine Klassenbreite von 0,26 bis etwa 0,22. Um gut handhabbare Bereichsgrenzen der Klassen zu erhalten, werden 6 Klassen mit einer Breite von 0,25 gewählt, wobei die untere Grenze bei 9,25 gelegt wird und die obere damit bei 10,75 endet.

c) Das folgende Bild zeigt das Histogramm

