

Q7 richtig einsetzen (Teil 1)

# Abschied vom Bauchgefühl

Von Thomas Träger

*Der Japaner Ishikawa stellte sieben einfache Werkzeuge zusammen, mit denen sich seiner Meinung nach 95 Prozent aller Qualitätsprobleme bearbeiten lassen. Einige Werkzeuge dienen vor allem der Fehlererfassung. Für eine erfolgreiche Anwendung gilt es, auf wichtige Details zu achten.*

Eine japanische Sage erzählt von Benkei, dem Samurai-Krieger. Er hatte sieben Waffen und wählte davon stets die dem Gegner angemessene und errang so seine Siege. Kaoru Ishikawa, der Erfinder des Ursache-Wirkungs-Diagramms, stellte in Analogie dazu sieben elementare Qualitätswerkzeuge zusammen, mit denen sich verschiedenste Qualitätsprobleme erfassen und analysieren lassen.

**Universell einsetzbar**

Die sieben Qualitätswerkzeuge (Q7) verbindet, dass sie einfach in der Anwendung sind, in Teams oder Qualitätszirkeln gemeinsam bearbeitet und ihre Ergebnisse zunächst visuell interpretiert werden. Ihre Einsatzmöglichkeiten erstrecken sich über alle Phasen des Produktlebenszyklus.

Die sieben Qualitätswerkzeuge sind:

- Fehlersammelliste,
- Histogramm,

- Qualitätsregelkarte,
- Flussdiagramm,
- Paretdiagramm,
- Korrelationsdiagramm,
- Ursache-Wirkungs-Diagramm.

Anzumerken ist, dass oftmals die Kreativitätstechnik Brainstorming statt des Flussdiagramms zu den Q7 gezählt wird. Aus zwei Gründen wird hier jedoch das Flussdiagramm genannt: Zum einen kommt das Brainstorming als universelle Methode der kreativen Ideen- und Lösungsfindung in

vielen QM-Werkzeugen zum Tragen. Zum anderen ist die visuelle Interpretationsmöglichkeit der Ergebnisse ein gemeinsames Charaktermerkmal der Q7: Dieses Merkmal weist das Flussdiagramm auf, nicht jedoch das Brainstorming.

Die Werkzeuge der Q7 lassen sich danach unterteilen, ob sie zur Fehlererfassung oder Fehleranalyse eingesetzt werden (Grafik 1). Zur Fehlererfassung werden Fehlersammellisten, Histogramme sowie Qualitätsregelkarten benutzt.

**Fehlersammelliste**

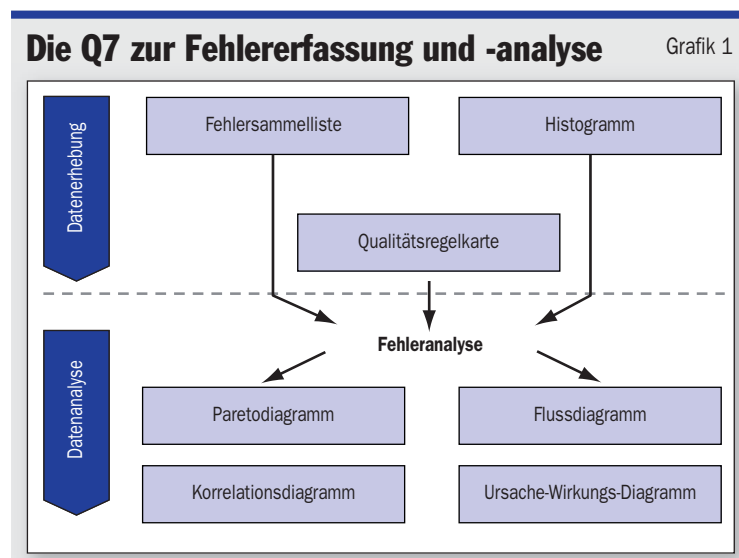
Die Fehlersammelliste ist ein einfaches Formblatt zur Erfassung von Fehlerhäufigkeiten. Zeilenweise werden auf dem Formblatt in einer Tabelle Fehlerarten aufgelistet, die bei dem betrachteten

Produkt oder Prozess auftreten können. Neben der Spalte mit den Fehlerbezeichnungen ist in zumindest einer weiteren Spalte Platz, um per Strichliste die Anzahl des Auftretens dieses Fehlers zu vermerken. Gegebenenfalls schliessen sich weitere Spalten an, um die Fehlererfassung nach verschiedenen Schichten oder Wochentagen zu differenzieren (Grafik 2).

Vor dem Einsatz der Fehlersammelliste müssen zunächst die erfassten Fehlerarten und das Erhebungsdesign festgelegt werden: Im Team wird bestimmt, welche Fehlerarten über welchen Zeitraum von wem notiert werden. Dabei gilt: Um die Übersichtlichkeit zu wahren, sind nur die Fehlerarten zu erfassen, die im Zusammenhang mit dem betrachteten Problem stehen. Ein Feld «Sonstige Fehler» fängt nicht genannte Fehlerarten ab.

Damit die Fehler korrekt notiert werden können, müssen die mit der Erfassung beauftragten Mitarbeitenden in der Fehlererkennung unterwiesen werden. Alle beteiligten Mitarbeitenden sollen dabei ein identisches Verständnis der Fehlerarten entwickeln. Dadurch ist gewährleistet, dass sie gleiche Fehler auch gleich behandeln. Für den erfolgreichen Einsatz der Fehlersammelliste ist zudem wesentlich, dass das Unternehmen eine Kultur etabliert, die Fehler nicht als Vergehen, sondern als Chance zur Verbesserung versteht. In dieser Umgebung nehmen die Mitarbeitenden die Fehler vorbehaltslos und ungeschminkt in den Listen auf, andernfalls drohen «geschönte Daten».

Der Einfachheit in der Anwendung stehen zwei Nachteile gegenüber: Mit steigender Zahl der erfassten Fehlerarten häufen sich Falscheintragungen. Dies kann teilweise durch eine fundierte Schulung der Mitarbeiten-



Dr. Thomas Träger, Träger Managementberatung, Benzstrasse 2, D-84030 Landshut, Tel. +49 (0)871 9748 3860, thomas.traeger@traeger-management.de, www.traeger-management.de

## Fehlersammelliste

Grafik 2

Produktnummer: 001123-KL		Ort: Halle 3
Produktbezeichnung: Bohrmaschine		Prozess: Endmontage
Fehler	Häufigkeit	Summe
Bohrfutter		10
Elektromotor		3
Gehäuse		12
Kabel		8
Netzstecker		3
Sonstiges		13
Summe		49
Prüfart: Sichtprüfung Kontrollleur: Schmidt		Uhrzeit: 8:00 – 17:00 Datum: 11.05.2010

den kompensiert werden, dennoch sind die erfassbaren Fehlerarten begrenzt. Der zweite Nachteil ist, dass papierbasierte Fehlersammellisten keinen exakten Rückschluss auf den Zeitpunkt des Fehlerauftretens zulassen. Falls zum Beispiel die Fehler nur in der zweiten Schichthälfte auftreten, ist dies üblicherweise eine wesentliche Information für die Suche nach der eigentlichen Fehlerursache. Elektronische Fehlersammellisten können die Zeitpunkte des Fehlerauftretens automatisch notieren, allerdings geht mit ihrem Einsatz der Charakter der simplen Anwendung einer Fehlersammelliste «mit Bordmitteln» verloren.

Die mit der Fehlersammelliste gewonnenen Daten objekti-

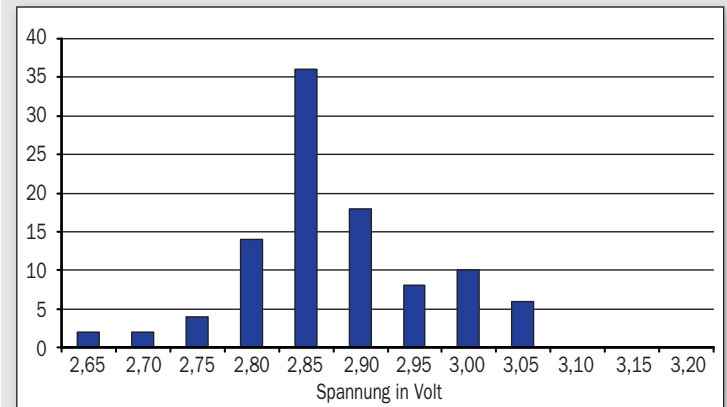
vieren die Situation und machen die Fehler greifbar. Auf einen Blick wird durch die Anzahl der Striche deutlich, welche Fehler häufig auftreten. Die Ergebnisse lassen sich sehr gut mit dem Pareto-Diagramm weiter analysieren.

### Histogramm

Das Histogramm ist ein Säulendiagramm, das die Daten einer quantitativen Messdimension in Klassen zusammenfasst und darstellt. Während die Fehlersammelliste mehrere attributive Merkmale betrachtet, konzentriert sich das Histogramm auf eine quantitative Messdimension, etwa die Länge, das Gewicht eines Produkts oder die Spannung eines Schaltkreises (Grafik 3). Per Sichtprüfung kann aus dem Säul-

## Histogramm (Beispiel)

Grafik 3



lendiagramm eine erste Einschätzung zur Verteilung des Untersuchungsmerkmals sowie über die dazugehörigen Lageparameter abgegeben werden.

Seinen besonderen Nutzen zeigt das Histogramm bei der Darstellung grosser Datenmengen. Dem Betrachter erschliessen sich rein visuell Informationen, die aus den Messdaten nicht ohne Weiteres ersichtlich sind.

Wesentlich für ein aussagekräftiges Histogramm ist, dass ausreichend Messwerte vorliegen (ideal ab 50 Daten), diese unter repräsentativen Bedingungen erhoben wurden und die Anzahl der Klassen richtig gewählt wurde.

Gerade die Wahl der richtigen Anzahl an Klassen bereitet in der Praxis Schwierigkeiten. Für

deren Bestimmung gibt es zwei Möglichkeiten: die näherungsweise Abschätzung gemäss Tabelle oder die mathematische Berechnung in Grafik 4. Exakt werden die Klassenanzahl und die Klassenbreite mit folgendem Vorgehen berechnet: Man ermittelt aus grösstem und kleinstem Messwert die Spannweite  $R$ . Die Klassenanzahl  $k$  ergibt sich als aufgerundeter Wert aus der Wurzel der Anzahl aller Beobachtungswerte  $n$ . Die Klassenbreite  $H$  wird damit aus der Division der Spannweite  $R$  durch die Klassenanzahl  $k$  gebildet.

### Qualitätsregelkarte

Qualitätsregelkarten visualisieren das statistische Verhalten eines Prozesses und machen sofort

### Schätzung für die Klassen

Grafik 4

Anzahl Messwerte	Anzahl Klassen
weniger als 50	5 bis 7
50 bis 99	6 bis 10
100 bis 250	7 bis 12
mehr als 250	10 bis 20

**Formeln zur Berechnung**

Spannweite  $R = R_{max} - R_{min}$

Klassenanzahl  $k = \sqrt{n}$  mit  $n \dots$  Anzahl Beobachtungswerte

Klassenbreite  $H = R/k$

deutlich, ob Prozessstörungen drohen oder bereits vorliegen. Die Teammitglieder ziehen regelmässig Stichproben aus dem Prozess und generieren daraus statistische Kenngrössen (zum Beispiel Mittelwert oder Streuung). Diese tragen sie dann in die Qualitätsregelkarte ein.

Da es verschiedene Typen von Regelkarten gibt, erfordern die Wahl der passenden Karte und ihre Anwendung statistisches Wissen. Die Interpretation ist jedoch wieder visuell möglich: Die Kurve des Merkmals zeigt dessen zeitlichen Verlauf an, Muster in der Kurve deuten auf eventuelle Probleme (Grafik 5).

Das besondere Merkmal von Qualitätsregelkarten ist die Existenz von jeweils zwei Grenzen

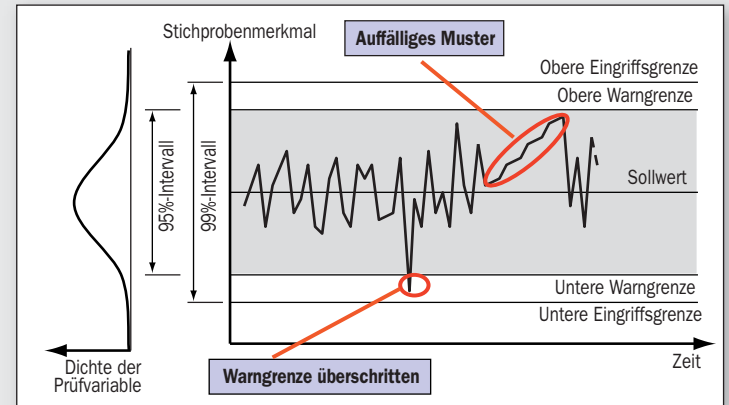
ober- und unterhalb des Sollwerts: Die näher am Sollwert liegende, innere Grenze ist die Warngrenze. Die äussere ist die Eingriffs- oder Spezifikationsgrenze, sie wird meist vom Kunden vorgegeben. Typischerweise sind 95 Prozent der Prozessergebnisse innerhalb der Warngrenzen, 99 Prozent innerhalb der Eingriffsgrenzen zu erwarten.

Wichtig für die erfolgreiche Anwendung der Qualitätsregelkarte ist, dass die Stichproben zum einen regelmässig und zum anderen unter annähernd identischen Bedingungen gezogen werden. Beides gewährleistet, dass Veränderungen am Prozess tatsächlich direkt ersichtlich werden.

Liegt der Stichprobenwert zwischen Warn- und Eingriffs-

### Qualitätsregelkarte (Beispiel)

Grafik 5



grenze, sind die Prozessergebnisse noch im vom Kunden akzeptierten Bereich. Der Prozess muss beobachtet werden. Liegt der Stichprobenwert dagegen ausserhalb der unteren oder oberen Eingriffsgrenzen, ist sofortiges Handeln angezeigt: Ebenso wie bei signifikanten Mustern im Kurvenverlauf muss das Team den Grund für das Überschreiten der Eingriffsgrenzen hinterfragen. Die Q7 stellen dazu beispielsweise als Analysewerkzeug das Ursache-Wirkungs-Diagramm bereit.

**Fazit**

Von den Q7 werden die drei Qualitätswerkzeuge Fehlersammelkarte, Histogramm und Qualitätsregelkarte zur Fehlererhebung eingesetzt. Ihr Nutzen liegt darin,

das «Bauchgefühl» über Fehlerarten, -häufigkeiten und -zeiten durch eine fundierte Faktenlage abzulösen. Mit einfachen Mitteln versachlichen sie auftretende Qualitätsprobleme und machen diese einer systematischen Betrachtung zugänglich.

Zur Fehleranalyse werden die verbleibenden vier der sieben Qualitätswerkzeuge eingesetzt: Pareto-, Fluss- und Korrelationsdiagramm sowie das Ursache-Wirkungs-Diagramm. Hinweise und Erfolgsfaktoren zu deren Anwendung finden Sie in der kommenden Ausgabe des MQ. ■

Q7 richtig einsetzen (Teil 2)

# Bordmittel zur Fehleranalyse

Von Thomas Träger

*Die von dem Japaner Ishikawa zusammengestellten Q7 vereinen sieben elementare Qualitätswerkzeuge zur Erfassung und Analyse von Qualitätsproblemen. Dieser Beitrag stellt die Werkzeuge zur Fehleranalyse vor und zeigt, worauf bei deren Einsatz zu achten ist.*

Qualitätsprobleme werden mit den Q7 in zwei Phasen bearbeitet: Die erste Phase dient der Fehlererfassung und versachlicht das zu lösende Problem durch Fakten. Dabei kommen je nach Problemstellung die Werkzeuge Fehlersammelkarte, Histogramm und Qualitätsregelkarte einzeln oder kombiniert zum Einsatz. Die drei genannten Elementarwerkzeuge wurden bereits im MQ 6/2010 näher vorgestellt.

Die zweite Phase widmet sich der eingehenden Analyse der aufgezeichneten Fehler (Grafik 1). Dazu stehen nach Ishikawa folgende vier Werkzeuge bereit:

- Flussdiagramm,
- Paretdiagramm,
- Korrelationsdiagramm,
- Ursache-Wirkungs-Diagramm.

Die Analysewerkzeuge werden in Teamarbeit eingesetzt. Sie generieren eine visuelle Darstellung des untersuchten Sachverhalts

und sprechen damit das intuitivbildhafte Denken und Verstehen der Teammitglieder an. In Kombination mit der Nutzung grundlegender Kreativitätstechniken wie dem Brainstorming eröffnet dies ein tiefes Verständnis des analysierten Problems.

## Flussdiagramm

Mit einem Flussdiagramm wird der untersuchte Prozess grafisch dargestellt. Dazu werden vom Prozessanfang ausgehend alle Ereignisse, Aktivitäten und Entscheidungen skizziert. Meist kommen dabei aus der EDV bekannte Standardsymbole zum Einsatz. Das fertige Flussdiagramm zeigt die zentralen Ablaufschritte eines Prozesses.

Das Flussdiagramm hilft, Prozesse zu analysieren und fehlerauslösende oder -begünstigende Prozessaktivitäten zu finden. Bei seiner Erstellung wird oftmals sichtbar, dass der tatsächliche Prozess nicht so abläuft, wie der Prozesseigner es denken würde: Überflüssige Prozessschritte, doppelte Kontrollaktivitäten, Verantwortungswechsel, Überproduktion und Schleifen im Ablauf

sind beispielhafte Mängel, die nun bewusst werden.

Bei der Erstellung des Flussdiagramms ist Disziplin gefordert: Das Team muss den tatsächlichen Prozess darstellen und nicht den idealen Prozess, den man sich wünscht. Das Flussdiagramm zeigt auf, wo ein Fehler lokalisiert ist. Was ihn verursacht, kann mit dem Ursache-Wirkungs-Diagramm analysiert werden.

## Paretdiagramm

Das Paretdiagramm sortiert Fehler beziehungsweise Probleme nach deren Relevanz in absteigender Reihenfolge und stellt sie als Balkendiagramm zusammen mit der Summenkurve ihrer Bedeutung dar. Dadurch ist auf einen Blick erkennbar, welche Punkte die grösste Aufmerksam-

keit verdienen. Weiter links im Diagramm genannte Fehler sind relativ bedeutsamer als die rechts genannten.

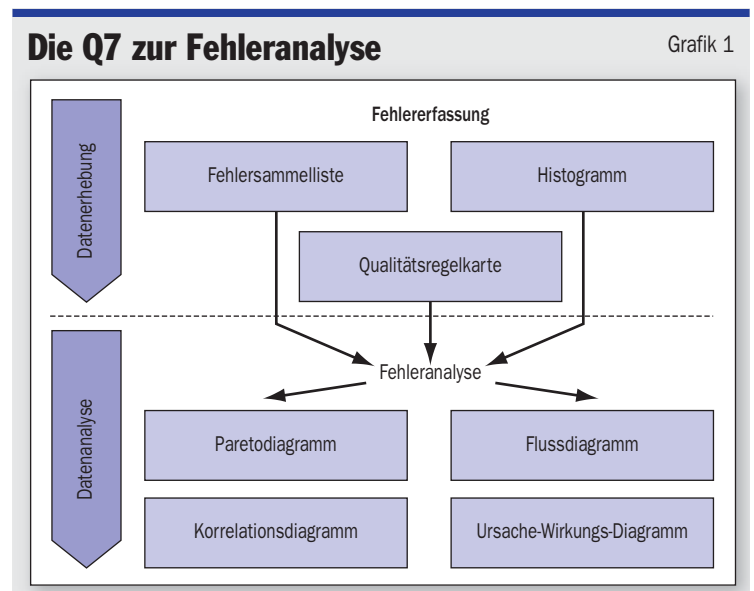
Seine Ausgangsdaten bekommt das Paretdiagramm zum Beispiel aus der Fehlersammelkarte. Generell sind aber alle Datenquellen geeignet, die das Grundproblem in verschiedene Kategorien einteilen und diesen die jeweilige Häufigkeit zuordnen.

Hinter dem Paretdiagramm steht die 80/20-Regel, die auf den italienischen Nationalökonom Vilfredo Pareto zurückgeht. Nach dieser Regel wer-

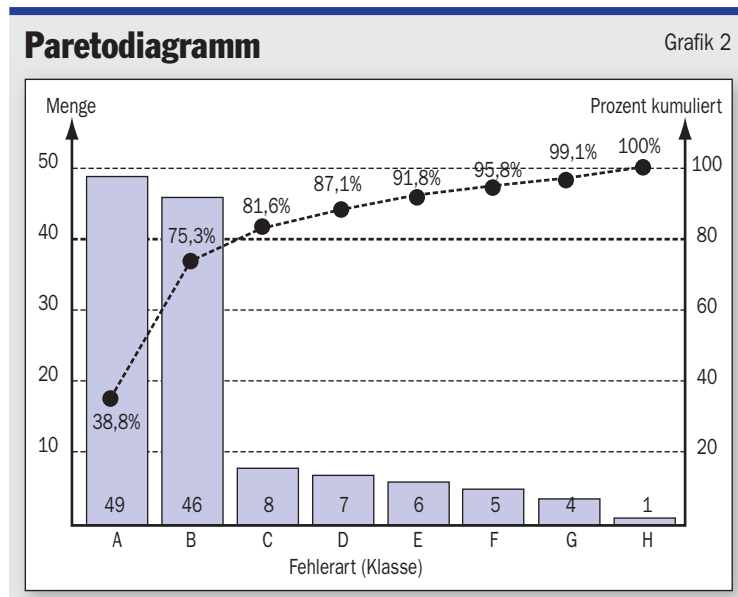
## Der häufigste Fehler kann in die Irre führen

den 80 Prozent der Auswirkungen durch lediglich 20 Prozent der Ursachen hervorgerufen. Folglich ist es nur richtig, sich auf die Beseitigung der wesentlichen 20 Prozent der Fehler zu konzentrieren, da damit 80 Prozent des Fehlerauftretens eliminiert werden (Grafik 2).

Nicht immer ist der gemäss Diagramm häufigste Fehler der



Dr. Thomas Träger, Träger Managementberatung, Benzstrasse 2, D-84030 Landshut, Tel. +49 (0)871 9748 3860, thomas.traeger@traeger-management.de, www.traeger-management.de,



richtige Ansatzpunkt. Sonderfälle entstehen durch Unterschiede in der finanziellen Bedeutung von Fehlern sowie durch die Möglichkeit «verbundener Fehler».

Die Berücksichtigung der finanziellen Bedeutung kann die Reihenfolge im Diagramm deutlich verändern: Ein kostengünstig nachzubearbeitender Fehler tritt beispielsweise häufig auf und hat insgesamt doch weniger Schädigung für das Unternehmen als ein seltener Fehler, der zum Totalverlust des Werkstücks führt.

Bei «verbundenen Fehlern» sind zwei Fehler derart miteinander gekoppelt, dass als Folge des ersten Fehlers der zweite auftritt. Sofern aber der Folgefehler an sich auch noch eine eigene Auftretenswahrscheinlichkeit hat, führt dies dazu, dass dieser im Paretodiagramm vor der eigentlichen Ursache rangiert.

Die Analyse eines Qualitätsproblems mit dem Paretodiagramm hilft, die Prioritäten für das weitere Vorgehen zu setzen. Seine Anwendung ist immer dann zu empfehlen, wenn knappe Ressourcen richtig eingesetzt werden sollen. Ein Team oder Qualitätszirkel findet damit auf Grundlage objektiver Daten einen Konsens, wenn es darum geht, welches

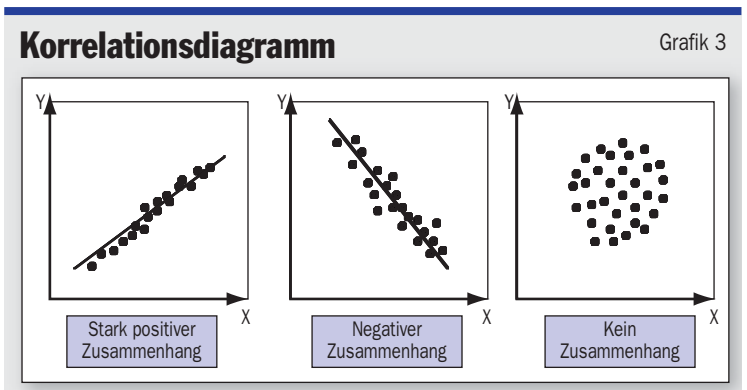
Problem als nächstes bearbeitet werden soll.

Hat das Team seine Prioritäten gesetzt, kann der Fehler im Fokus zum Beispiel mit dem Ursache-Wirkungs-Diagramm weiter bearbeitet werden.

### Korrelationsdiagramm

Das Korrelationsdiagramm dient der grafischen Darstellung von Wertepaaren zweier Untersuchungsmerkmale. Das Team kann durch visuelle Interpretation der Lage aller Datenpaare die Stärke und die Richtung des Zusammenhangs zwischen beiden Merkmalen abschätzen.

Zur Analyse trägt das Team mindestens 30 beobachtete Wertepaare als Punkte in das Korrelationsdiagramm ein. Für eine erste Abschätzung des Zusammenhangs zwischen den beiden Variablen versucht man nun, eine Gerade so zwischen die Punkte zu legen, dass der Punkteverlauf möglichst gut erfasst wird. Je besser die Gerade die Punkteentwicklung nachbildet, desto stärker ist der vermutete Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Die Steigung der Geraden gibt an, ob der Zusammenhang positiv oder negativ ist (Grafik 3).



Statistisch korrekt werden Richtung und Stärke des Zusammenhangs durch den Korrelationskoeffizienten ausgedrückt. Er rangiert zwischen  $-1$  und  $+1$ . Je näher er an  $-1$  oder  $+1$  liegt, desto stärker ist der Zusammenhang. Das Vorzeichen zeigt die Richtung an. Nimmt der Koeffizient den Wert  $0$  an, ist statistisch kein Zusammenhang gegeben.

Die Interpretation des Ergebnisses benötigt den Sachverstand des Teams: Eine Korrelation sagt nichts über die Kausalität des

## Gespür für Kausalitäten

Zusammenhangs aus. Die Interpretation von Ursache und Wirkung muss sachlogisch durch Fachleute erfolgen. Zudem besteht die Gefahr der sogenannten «Scheinkorrelation».

Von Scheinkorrelation spricht man, wenn sich zwar statistisch ein Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen belegen lässt, dieser aber kausal nicht haltbar ist. Ein Beispiel dazu: In einem Dorf steigen mit der Zahl beobachteter Störche die Geburten an. Eventuell lässt sich hier eine statistische Korrelation im Diagramm ablesen, jedoch wird der inhaltliche Zusammenhang nicht durch unser Erfahrungswissen gedeckt.

### Ursache-Wirkungs-Diagramm

Kaoru Ishikawa entwickelte das Ursache-Wirkungs-Diagramm. Es wird verwendet, um zu einem gegebenen Problem, der Wirkung, die möglichen Ursachen systematisch aufzuspüren und visuell aufzubereiten. Pfeile verdeutlichen in der Darstellung die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung, wobei auch Ursachen ihrerseits durch feinere Pfeile begründet werden können. So entsteht ein Grätenmuster, weshalb man zusätzlich zum Beinamen Ishikawa-Diagramm synonym auch vom Fischgrät-Diagramm spricht (Grafik 4).

Das Ishikawa-Diagramm geht davon aus, dass ein Problem auf Ursachen in den Dimensionen Mensch, Maschine, Material und Methode zurückzuführen ist. Für jedes dieser «4M» sucht das Team zum Beispiel mittels Brainstorming die tiefer liegenden Ursachen. Dieses Vorgehen verleiht dem Werkzeug seine Systematik und verhindert den vorschnellen Abbruch der Analyse bei der ersten gefundenen «richtigen Ursache».

Die Darstellung des Ursache-Wirkungs-Diagramms erlaubt eine visuelle Interpretation:

- Ausgewogene Detaillierung: Eine Häufung möglicher Ursachen in einem Ast des Diagramms kann ein Indikator für notwendige Folgeuntersuchungen sein.
- Eine Hauptkategorie mit keinen oder wenigen möglichen Ur-

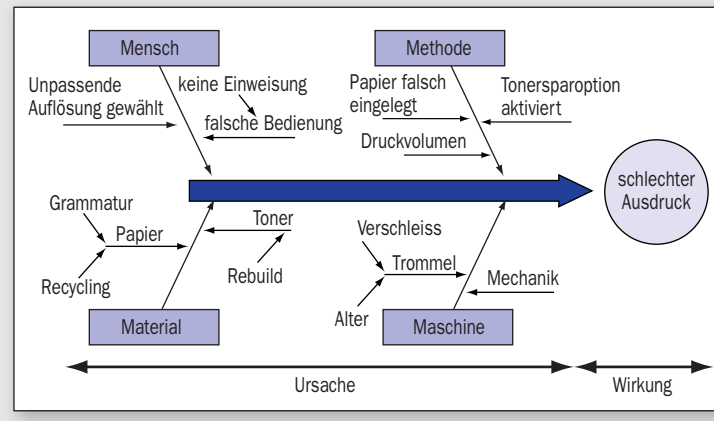
sachen zeigt, dass hier zusätzlicher Bedarf im Sinne einer Ursachenforschung besteht.

■ Wiederholungen: Werden in einem Ast verschiedene Ursachen mehrmals auf gleiche oder ähnliche Gründe zurückgeführt, kann es sich dabei um «Root Causes», also die echte Fehlerquelle handeln. Eine genaue Betrachtung dieser Gründe ist dann erforderlich.

Das Fischgrät-Diagramm lenkt die Aufmerksamkeit seiner Anwender auf Fehlerursachen, die bei rein intuitiver Betrachtung eventuell übersehen worden wären. Das Team gewinnt dadurch ein umfassendes Verständnis möglicher Ursachen des Problems. Allerdings werden keine Problemlösungen aufgezeigt.

### Ursache-Wirkungs-Diagramm

Grafik 4



### Fazit

Die sieben elementaren Qualitätswerkzeuge nach Ishikawa bieten mit einfachen «Bordmitteln» Hilfestellung bei der Erfassung und Analyse auftretender Qualitätsprobleme. Sie stellen

einen umfassenden Methodenverbund dar, der es seinen Anwendern erlaubt, Qualitätsprobleme zunächst mittels Fehlersammelliste, Histogramm und Qualitätsregelkarte faktenbasiert darzustellen und anschliessend

eine detaillierte Fehleranalyse zu betreiben. Dazu werden die Fehler mit den Q7-Werkzeugen Fluss-, Pareto- und Korrelationsdiagramm sowie dem Ishikawa-Diagramm weiter aufbereitet und visualisiert.

Die visuelle Darstellung der Q7 generiert zusammen mit der einfachen Anwendung und der universellen Verwendbarkeit den grossen Mehrwert der vorgestellten Techniken. Korrekt angewendet helfen sie, ein objektives Verständnis des Problems und seiner Ursachen zu gewinnen. Werden diese Einsichten bei der nun folgenden Lösungsfindung beachtet, stehen die Chancen gut, eine nachhaltige Verbesserung zu erzielen. ■