

# Die fast perfekte Uhr

Von Kilian Eisenegger

*Der Grundsatz, dass 99 Prozent des Qualitätsgrades ausreichend ist, ist ein eher traditioneller Gedanke, denn 99 Prozent auf eine Million Einheiten wären 10'000 Ausfälle, was offensichtlich ungenügend ist. Heute ist die Six Sigma Methode für viele Unternehmen fast unumgänglich, denn Six Sigma bedeutet 3,4 Ausfälle auf eine Million Einheiten.*

IWC will mit dem Einsatz von Six Sigma und mit der DFSS Methode die Fehlerrate der Produkte senken und den Optimierungsgrad der Funktionsanforderungen erhöhen. Dazu werden analytische Methoden eingesetzt, welche mathematisch die Funktionsanforderung bewerten. Die Methoden dienen auch dazu, Prozessmessgrößen zu definieren, an denen wir die Kundenanforderung skalieren können.

Ziel ist ebenfalls, die Entwicklungszeiten zu verkürzen, indem die Prototyp-Iterationen auf ein Minimum reduziert werden. Je besser die Arbeit in der Konzeptphase ist, desto sicherer sind wir bei der Prototypierung. Die Prozessevaluation entscheidet über die Machbarkeit und Prozessfähigkeit der einzelnen Teile. Mit der Erstmusterprüfung VDA

**Kilian Eisenegger**, Executive Director Technics, IWC Schaffhausen. Branch of Richemont International SA, Baumgartenstrasse 15, 8200 Schaffhausen, Tel. 052 635 65 96, Fax 052 635 65 05, kilian.eisenegger@iwc.ch, www.iwc.ch

überprüfen wir das Toleranzfeld der Einzelteilzeichnungen und die langfristige Prozessfähigkeit. Das Resultat führt zur Kostensenkung, Verkürzung der Time to Market und zu zufriedenen Kunden.

Um Six Sigma aber erfolgreich einsetzen zu können, müssen die Mitarbeiter gut ausgebildet werden. Dabei entsteht auch generell ein sehr gutes Qualitätsbewusstsein. Als Six Sigma Blackbelt gemäss ASQ habe ich meine Mitarbeiter selber ausgebildet und konnte so auch besser auf unsere internen Prozesse eingehen.

## Definition von Six Sigma

Six Sigma ist ein sehr strenger Prozess, der hilft, uns auf die Entwick-

lung und die Produktion von fast perfekten Uhren zu fokussieren. In diesem Zusammenhang steht das Wort «Sigma» für einen statistischen Term, der misst, wie weit ein gegebener Prozess von der Perfektion entfernt ist.

Der Hauptgedanke von Six Sigma ist, zu messen, wie viele Fehler in einem Prozess bestehen, damit diese in der Folge systematisch eliminiert werden können. Grafik 1 zeigt die Qualitätsgrade pro Sigma-Level ersichtlich, wobei jede Unternehmung mit dem Einsatz des Six Sigma Systems auf das Ziel des 6-Levels zuarbeitet.

## ISO und Six Sigma

Viele Unternehmen sind bereits ISO zertifiziert, wobei man annimmt, dass mit den ISO-Normen die Firmen ihre Prozesse nach einem festen Schema organisieren können. Es wird hierbei garantiert, auf welche Weise eine Arbeit oder Leistung erstellt wird, nicht aber über die eigentliche Qualität. Darin liegt grundsätzlich auch der Unterschied zwischen den komplementären ISO Normen und dem Six Sigma System, denn mit ISO werden die eigentlichen Prozesse und Prozessorganisationen erstellt, mit Six Sigma werden die Prozesse jedoch gemessen und optimiert (Grafik 2). Der Begriff Six Sigma beinhaltet zwei Methoden, die DMAIC Methode und die DFSS Methode.

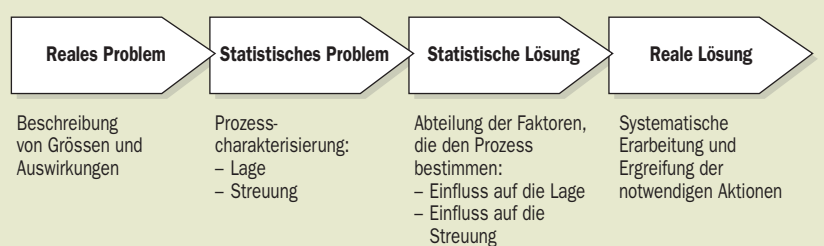
## Was ist DMAIC?

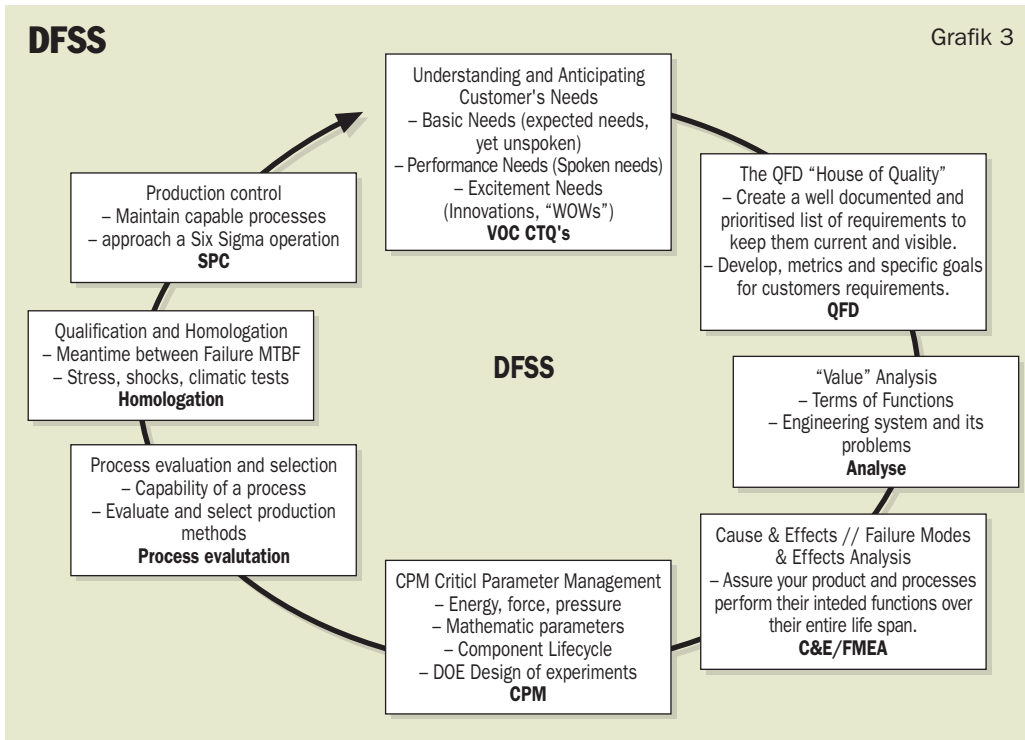
Oft wenn über Six Sigma gesprochen wird, ist die DMAIC Methode gemeint. Die DMAIC Methode besteht aus den fünf Phasen Define, Measure,

**Sig Sigma System** Grafik 1

Sigma-Level	Qualitätsgrad
1 Sigma	68,27 Prozent
2 Sigma	95,45 Prozent
3 Sigma	99,73 Prozent
4 Sigma	99,9937 Prozent
5 Sigma	99,999943 Prozent
6 Sigma	99,999998 Prozent

**Denkweise von Six Sigma** Grafik 2





Improve und Control und wird dann eingesetzt, wenn in einem Unternehmen die Produkte oder Prozesse bereits vorhanden sind und dabei die Kundenbedürfnisse oder die Leistungen nicht adäquat sind. Die DMAIC Methode ist vollumfänglich anerkannt und wird wie folgt definiert:

**Definieren** der Projektziele und Kundenbedürfnisse (Intern und Extern).  
**Messen** der Prozesse um die aktuelle Leistung zu bestimmen.

**Analysieren** und festlegen der Fehlerquellen.

**Verbessern** der Prozesse durch Eliminierung der Fehlerquellen.

**Kontrollieren** der zukünftigen Prozessleistung.

In einigen Firmen werden nur vier Phasen eingesetzt (Define, Measure, Improve und Control), wobei die Definierungsarbeiten für das Projekt als Vorarbeit gedacht ist, oder aber sie sind innerhalb der Messphase mit eingebunden.

**Was ist DFSS?**

DFSS ist eine Abkürzung für Design for Six Sigma. Im Gegensatz zur DMAIC Methode, sind die Phasen oder Schritte des DFSS nicht vollumfänglich anerkannt oder definiert, da

fast jedes Unternehmen DFSS unterschiedlich definieren würde. Das liegt daran, dass oftmals eine Unternehmung DFSS einführt, um ihr Geschäft, Industrie und Kultur anzupassen. Das DFSS ist also eher eine Annäherung, als eine definierte Methode.

DFSS wird eingesetzt für die Ausgestaltung oder Wiedergestaltung eines Produkts oder einer Dienstleistung. Das zu erwartende Prozess-Sigma-Level für ein DFSS Produkt oder für eine Dienstleistung ist mindestens 4,5 (nicht mehr als zirka ein Fehler pro 1000 Möglichkeiten), kann jedoch bis Six Sigma oder sogar höher sein, je nach Produkt. Ein Produkt oder eine Dienstleistung mit einer solch niedrigen Fehlerquote setzt voraus, dass die Kundenerwartungen und Bedürfnisse (CTQ's) gänzlich verstanden werden müssen, bevor ein Produkt oder eine Dienstleistung vervollständigt und eingeführt werden kann.

Eine beliebte Design for Six Sigma Methode ist das DMADV. Dabei bleiben die Anzahl Buchstaben, Phasen und das allgemeine Vorgehen dieselben, wie bei der DMAIC Abkürzung. Die fünf Phasen des DMADV sind wie folgt definiert:

**Definieren** der Projektziele und Kundenwünsche (intern und extern).

**Messen** und festsetzen von Kundenbedürfnisse und Spezifikationen, Benchmark Konkurrenz und Industrie.

**Analysieren** der Prozessmöglichkeiten um Kundenbedürfnisse zu erreichen.

**Design** (detailliert) den Prozess um Kundenbedürfnisse zu erreichen.

**Verify** Sicherstellen der Designleistung und Möglichkeit die Kundenbedürfnisse zu erreichen.

In der IWC verwenden wir DFSS mit folgenden Methoden (Grafik 3):

- **Design** VOC to CTQ's, (Voice of Customer, Critical to Quality),
- QFD Quality Function Deployment,
- **(Optimize)** OFD Opportunities for Defects,
- **Analysieren** und Optimieren, FMEA Failure Methods Effects Analyses,
- DoE Design of Experiments, (Versuchsplanung),
- ANOVA Analyses of Variances,
- CPM Critical Parameter Management => Uhrenkonstruktion,
- Prozessevaluation,
- Prozessanalyse,
- Rauschfaktoren Noise Factors (Taguchi),
- **Verify** Qualifikation Homologation,
- VDA Erstmusterprüfung.

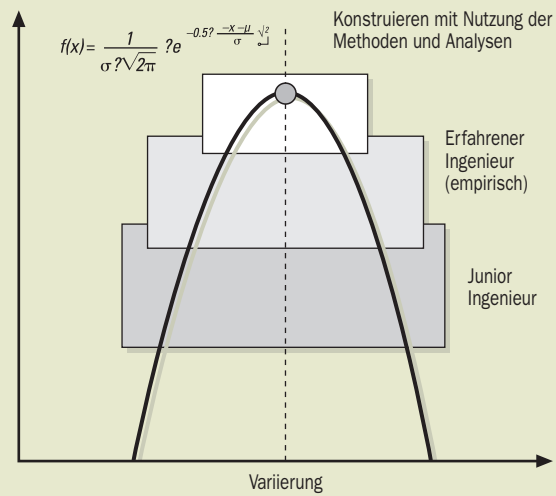
Wir haben mit den DFSS Tools die Komplexität der einzelnen Baugruppen und -teile einer mechanischen Uhr bestimmt. Dies hat uns geholfen, bei schwierigen Einzelteilen gezielte Tools einzusetzen und uns auf das wesentliche zu konzentrieren. Dabei geht es darum, mit den OFD Opportunities for Defects die heiklen Prozesse zu analysieren und wo nötig mit FMEAs weitere Fehlerquellen zu eliminieren.

**Beispiel Komplexität einer Uhr**

- Anzahl neue Teile,
- Teilespektrum,
- Federn (Stahlteile), Brücken, Platinen, Räderwerk, Regulierorgan und Hemmung, .....➔

## Funktionales Optimum

Grafik 4



- Anzahl Operationen (Prozessschritte) bei der Herstellung -> Beispiel Komplexität Zifferblatt,
- Anzahl der maximalen Verbindungen -> Baugruppen, Zahnspleie, Toleranzen
- Quantitatives Benchmarking -> Fehlerrate pro Teil oder Funktion, OFD. -> Anzahl der verschiedenen Fehler pro Teil, FMEA,
- Kontrolle und Testen,
- Testen vom Prozess und nicht vom Produkt.

Zum Einsatz von Six Sigma gehört auch der Gebrauch von Statistik. Es ist deshalb wichtig, sich eingehend mit den statistischen Methoden auseinander zu setzen.

### Warum Statistik?

- Die Lösung ist viel zu schnell formuliert, ohne dass wir alle Faktoren analysiert haben.
- Die gemessenen Resultate werden zu oberflächlich ausgewertet.
- Der Einsatz von Statistik Tools in der Uhrenindustrie ist noch zu wenig verbreitet und systematisch angewandt.
- Es wird zu viel als selbstverständlich betrachtet: «Wir haben das schon immer so gemacht!»
- Es wird zu schnell eine Lösung verlangt. Sobald ein Feuer entsteht, wird es sofort gelöscht. Warum es zu brennen begonnen hat, wird nicht analysiert.

- Fehler werden häufig mit dem Einführen eines zweiten Fehlers korrigiert.

### Was uns DFSS bisher gebracht hat

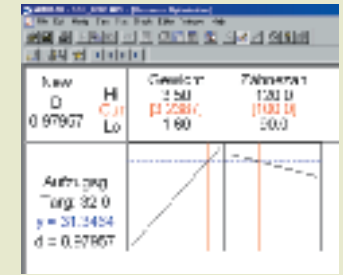
Mit dem methodisch analytischen Ansatz haben wir viele Themen neu analysiert und in Frage gestellt, was wir vorher als selbstverständlich angenommen haben. Wir wussten bisher nicht, wie gut wir ein spezifisches Funktionsmerkmal erfüllen. Selbst die erfahrensten Konstrukteure sind selten beim funktionalen Optimum (Funktion, Qualität, Kosten/ Grafik 4).

Bei der Entwicklung des neuen Minutenschleppzeigers (Grafik 5), den wir auf der SIHH im April 2004 vorgestellt haben, sind alle wichtigen DFSS Tools eingesetzt worden. Das Resultat zeigte sich bereits beim ersten Prototyp, der ohne konzeptionelle Änderung einwandfrei funktionierte. Wir haben das Projekt im Februar 2003 gestartet und somit auch eine kurze Entwicklungszeit realisiert.

Die Versuchsplanung DoE haben wir zum ersten Mal in der Entwicklung eingesetzt. Wir konnten damit die optimale Aufzugsgeschwindigkeit einer automatischen Uhr anhand des Gewichts der Schwungmasse, sowie dem Rapport zwischen Schwungmasse und Feder-

## Versuchsplanung DoE

Grafik 6



haus überprüfen und optimieren. Wir haben zwei verschiedene Gewichte bei der Schwungmasse und zwei verschiedene Unterstellungen beim Räderwerk gemessen, und die Zwischenwerte von Gewicht und Unterstellung mit der DoE simuliert (Grafik 6).

Der Response Optimizer von Minitab (Statistik Software) hat uns bei dieser Arbeit geholfen, die Zusammenhänge zu simulieren.

### Essentials bei der Einführung von DFSS

1. Mindestens eine Person muss eine gute Ausbildung in den statistischen Methoden absolvieren. Eine Six Sigma Blackbelt Ausbildung ist dafür am besten geeignet.
2. Die Geschäftsleitung muss hinter dem Entschluss stehen, die Six Sigma Methoden einzuführen.
3. Die Mitarbeiter müssen in der Anwendung der Methoden ausgebildet werden und die Zusammenhänge verstehen.
4. Der Einsatz der Methoden verlangt Disziplin und muss deshalb von den Führungsverantwortlichen gecoach werden.

#### Quellen/Hinweise

What is DFSS, Kern Simon, www.isixsigma.com, DFSS Roadmap, C2C Solutions Inc., www.c2c-solutions.com. Minitab Inc., www.minitab.com. Ausbildung, Vorest AG G.Maier Master Blackbelt, www.vorest-ag.de. CPM, DFSS, In technology and product development, C.M. Creveling, J.L. Slutsky, D. Artis.

## Neuer Minutenschleppzeiger

Grafik 5

