

# Quality Guideline

Ausbildung

## Design for Six Sigma Green Belt *Training*



## Inhalt

Vorwort	4
Hintergründe	4
Entstehung	4
Änderungen	4
Frühere Ausgaben	4
Abkürzungen	5
Begriffe	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Einleitung	6
3 Dauer der Ausbildung	6
4 Trainingsinhalte, projektphasenorientiert	7
4.1 Design for Six Sigma Green Belt (ohne Six Sigma Basisausbildung)	7
4.1.1 Einführung Design for Six Sigma (DFSS)	7
4.1.2 Übersicht Produktentstehungsprozess (PEP) und Quality-Gates	7
4.1.3 Anforderungsmanagement / Anforderungsanalyse / Voice of Customer-Prozess	7
4.1.4 Einführung Quality Function Deployment (QFD)	7
4.1.5 QFD Vorgehensweise HoQ1	7
4.1.6 Scorecards in der Entwicklung	7
4.1.7 Dekomposition und Funktionsnetz	7
4.1.8 Entscheidungsfindung für das Konzept / Pugh-Matrix	7
4.1.9 QFD-HoQ2 / QFD-HoQ3 Zusammenhänge	8
4.1.10 Potentielle Fehlerantizipation, Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse (FMEA) und Design Review on Failure Mode (DRBFM)	8
4.1.11 Einführung Statistische Software	8
4.1.12 Grundlagen der Statistik in der Entwicklung	8
4.1.13 Hypothesentests (T-Test, F-Test, $\chi^2$ -Test)	8
4.1.14 Messsystem-Analyse (MSA) Einführung und Anwendung im Design (kontinuierlich/attributiv)	8
4.1.15 Transferfunktionen	8
4.1.16 Varianzanalyse ANOVA	8
4.1.17 Regressionsanalyse	8
4.1.18 Einführung Boundary- und Parameter-Diagramm	9
4.1.19 Einführung DoE (Design of Experiments)	9
4.1.20 Parameter Optimierung / Simulation	9
4.1.21 Robuste Designs	9
4.1.22 Methoden der Toleranzberechnung	9

4.1.23	Einführung in Zuverlässigkeitsbetrachtungen	9
4.1.24	Triz Einführung	9
4.1.25	Methodenanwendung Praxisbeispiele/Übungen	9
4.2	<b>Design for Six Sigma Green Belt (mit Six Sigma Basisausbildung)</b>	<b>10</b>
4.2.1	Einführung Design for Six Sigma (DFSS)	10
4.2.2	Übersicht Produktentstehungsprozess (PEP) und Quality-Gates	10
4.2.3	Anforderungsmanagement / Requirementsanalyse / VoC-Prozess	10
4.2.4	Einführung Quality Function Deployment (QFD)	10
4.2.5	QFD Vorgehensweise House of Quality (HoQ1)	10
4.2.6	Scorecards in der Entwicklung	10
4.2.7	Dekomposition	10
4.2.8	Entscheidungsfindung für das Konzept / Pugh-Matrix	10
4.2.9	QFD-HoQ2 / QFD-HoQ3 Zusammenhänge	10
4.2.10	Design Review on Failure Mode (DRBFM)	11
4.2.11	Messsystem-Analyse (MSA) Einführung und Anwendung im Design	11
4.2.12	Transferfunktionen	11
4.2.13	Einführung Boundary- und Parameter-Diagramm	11
4.2.14	Einführung DoE (Design of Experiments)	11
4.2.15	Parameter Optimierung / Simulation	11
4.2.16	Robuste Designs	11
4.2.17	Methoden der Toleranzberechnung	11
4.2.18	Einführung in Zuverlässigkeitsbetrachtungen	12
4.2.19	Triz Einführung	12
4.2.20	Methodenanwendung Praxisbeispiele/Übungen	12
5	<b>Trainingsinhalte, projektphasenorientiert</b>	<b>12</b>
5.1	DEFINE (D)	12
5.2	IDENTIFY (I)	12
5.3	CHARACTERIZE (C)	12
5.4	OPTIMIZE (O)	13
5.5	VERIFY (V)	13
6	<b>Empfohlene Zusatzqualifikation</b>	<b>14</b>

## Vorwort

### Hintergründe

Design for Six Sigma Green Belts (DFSS GB) sind Entwicklungsingenieure, Fertigungsingenieure (Industrial Engineering) und Qualitätsingenieure für die Umsetzung eines (einfachen) Entwicklungsprojektes (z.B. Modul eines zu entwickelnden Systems).

Ein DFSS Green Belt erhält, ohne Six Sigma Vorkenntnisse, eine Ausbildung von min. 10 Tagen, meist verteilt auf zwei oder mehr Schulungsblöcke. Mit einer entsprechenden Six Sigma Basisausbildung (Anerkannt wird die Ausbildung zum Six Sigma Green Belt, mit Trainingsinhalten entsprechend der Quality-Guideline des ESSC-D e.V.) kann sich die Ausbildungsdauer auf min. 5 Tage reduzieren.

In dieser Funktion führt er das Team organisatorisch und methodisch, erstellt notwendige Analysen ggf. mit Unterstützung eines Coaches und berichtet den Projektfortschritt an den/die Auftraggeber/ Prozesseigner/ Sponsoren bzw. an das zuständige Gremium.

### Entstehung

Im März 2010 beauftragte der European Six Sigma Club - Deutschland e.V. (kurz ESSC-D) einen Arbeitskreis, unter der Leitung von Hr. Karlheinz Lerch, eine Liste der Trainingsinhalte zu erarbeiten, die die Mindestanforderungen für eine Design for Six Sigma Ausbildung für den Bereich Produktentwicklung zu beschreiben.

Ständige Teilnehmer des Arbeitskreises waren die Herren Hermann Weigel, Karlheinz Eichinger, Henry Winkler und Stefan Berg.

Der Vorstand des ESSC-D bedankt sich für die Mitarbeit und die abgelieferten Ergebnisse.

Auf dieser Basis wurde in der Folge, diese Quality-Guideline erstellt und als Qualitätsrichtlinie für die Mindestanforderungen des European Six Sigma Club - Deutschland e.V. freigegeben und verbindlich gesetzt.

### Änderungen

Gegenüber der Version vom 19.07.2017 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung des Dokumentenlayouts auf das neue Design
- b) Vereinheitlichung des Wordings zu den bestehenden Richtlinien
- c) Ergänzung Data-Mining Aufbaukurs (Empfohlene Zusatzausbildung)

### Frühere Ausgaben

Version vom 19.07.2017

Version vom 12.07.2015

Version vom 08.12.2011

## Abkürzungen

6S	Six Sigma
ANOVA	Analysis of Variance
BB	Black Belt
C&E	Cause and Effect
DMAIC	Define – Measure – Analyse – Improve – Control
ESSC-D	European Six Sigma Club Deutschland e.V.
GB	Green Belt
K	Kick-off
MBB	Master Black Belt
SIPOC	Supplier – Input – Process – Output - Control
SMBB	Senior Master Black Belt
VOC	Voice of Customer

## Begriffe

Quality Guideline	Richtlinie zur Sicherstellung der gewünschten Qualität im Ergebnis
Sponsor	In der Regel ein Mitglied des mittleren Managements. Unterstützt Projektleiter und -team bei der Abarbeitung der Aufgaben.

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie beschreibt die Mindestanforderung an die Ausbildung zum Design for Six Sigma Green Belt. Art, Umfang und Vermittlungstiefe werden klassifiziert beschrieben und dienen dem Abgleich mit bestehenden oder neu zu entwickelnden Trainings.

Werden die unten beschriebenen Kriterien von der zu bewertenden Ausbildung erfüllt, so ist dies die Basisvoraussetzung für die Zertifizierung des Experten zum Design for Six Sigma Green Belt nach den Richtlinien des European Six Sigma Club Deutschland e.V.

## 2 Einleitung

Die nun folgende Richtlinie ist nach Projektphasen und in einen allgemeinen Teil gegliedert, was aber nicht bedeutet, dass die Werkzeuge in der angegebenen Phase geschult werden müssen.

Da viele Tools in mehreren Phasen genutzt werden können, liegt es in der Verantwortung des Trainers, die Inhalte entsprechend der angewendeten Didaktik zum passenden Zeitpunkt zu vermitteln.

DfSS Green Belt Trainings können von einem oder mehreren Trainern durchgeführt werden. Mindestens ein Trainer muss zertifizierter DfSS Black Belt sein.

## 3 Dauer der Ausbildung

Für die Ausbildung zum Six Sigma Green Belt sind für die Vermittlung der in der Folge beschriebenen Inhalte und die Erreichung der erforderlichen Vermittlungstiefe, mindestens 10 Unterrichtstage, mit mindestens 100 Unterrichtseinheiten (UE) á 45 Minuten plus Pausen, zu absolvieren.

Typisch sind hier 12 Unterrichtstage mit in Summe 120 Unterrichtseinheiten á 45 Minuten plus Pausen.

An Hochschulen ist es zulässig die erforderliche Vermittlungstiefe durch Aufteilung der Unterrichtseinheiten auf Präsenzzeit (Vorlesung) und anteiliges Selbststudium zu erreichen. Der maximal zulässige Anteil von Selbststudium beträgt 25% der Gesamtunterrichtseinheiten, dabei ist der Minimalumfang des oben beschriebenen Standardtrainings (100UE) die Basis. Die in Selbststudium zu leistenden Unterrichtseinheiten werden mit dem Faktor drei berechnet. Für die Design for Six Sigma Green Belt Ausbildung ergeben sich damit, bei maximaler Ausnutzung des Selbststudiumanteils von 25% und minimaler Anzahl von Unterrichtseinheiten, 75 Unterrichtseinheiten Präsenzzeit und zusätzlich 75 Unterrichtseinheiten (25x3) Selbststudium.

Für die Ausgabe einer Teilnahmebescheinigung an den Teilnehmer muss dieser mindestens 85% der für dieses Training geplanten Gesamtstundenzahl anwesend gewesen sein.

## 4 Trainingsinhalte, projektphasenorientiert

### 4.1 Design for Six Sigma Green Belt (ohne Six Sigma Basisausbildung)

#### 4.1.1 Einführung Design for Six Sigma (DFSS)

- Übersicht DFSS Methodik und Methodenelemente
- Ziele von DFSS
- Methodenabfolge und Phasen im Projekt

#### 4.1.2 Übersicht Produktentstehungsprozess (PEP) und Quality-Gates

- Phasen im Produktentstehungsprozess nach VDI 2221
- Grundlagen des Quality-Gate Konzeptes

#### 4.1.3 Anforderungsmanagement / Anforderungsanalyse / Voice of Customer-Prozess

- Erfassung, Strukturierung und Analyse von Anforderungen
- Klassifizierung der Anforderungen nach KANO

#### 4.1.4 Einführung Quality Function Deployment (QFD)

- Grundlagen, das 4 Phasen Modell bzw. die 4 „Houses of Quality“ (HoQ)
- Verständnis sowie Vorteile und Nutzen der QFD

#### 4.1.5 QFD Vorgehensweise HoQ1

- Produktenstehungsprozess mittels QFD
- Aufbau und Vorgehensweise HoQ1

#### 4.1.6 Scorecards in der Entwicklung

- Scorecards für Critical to Quality (CtQ), kritische Design-Parameter, Prozess und Software
- Scorecard in Verbindung mit HoQ und Statistik

#### 4.1.7 Dekomposition und Funktionsnetz

- Systempartitionierung
- Funktionsnetz und FAST-Analyse

#### 4.1.8 Entscheidungsfindung für das Konzept / Pugh-Matrix

#### 4.1.9 QFD-HoQ2 / QFD-HoQ3 Zusammenhänge

- Ermittlung kritischer Design- und Prozess Parameter
- Verbindung zu den Design Scorecards

#### 4.1.10 Potenzielle Fehlerantizipation, Fehlermöglichkeit- und Einflussanalyse (FMEA) und Design Review on Failure Mode (DRBFM)

- Technischen Risikoreduktion bei Produktentwicklungen
- Überblick FMEA und DRBFM

#### 4.1.11 Einführung Statistische Software

#### 4.1.12 Grundlagen der Statistik in der Entwicklung

- Grundlagen Datentypen und Verteilungsformen
- Statistische Fähigkeitskennwerte und Vertrauensbereiche

#### 4.1.13 Hypothesentests (T-Test, F-Test, $\chi^2$ -Test)

- Grundlagen Hypothesentest
- Risiken statistischer Tests und Stichprobengröße

#### 4.1.14 Messsystem-Analyse (MSA) Einführung und Anwendung im Design (kontinuierlich/attributiv)

- Auflösung, Genauigkeit, Stabilität, P/T und %R&R
- MSA im Design

#### 4.1.15 Transferfunktionen

- Einführung und Verbindung zur QFD
- Bestimmung der Transferfunktionen

#### 4.1.16 Varianzanalyse ANOVA

- Einfache ANOVA
- Praktische und statistische Signifikanz, multipler Vergleich und Restwertanalyse

#### 4.1.17 Regressionsanalyse

- Einfache Regression linear, quadratisch und kubisch
- Multiple Regression



#### 4.1.18 Einführung Boundary- und Parameter-Diagramm

- Definition von Systemschnittstellen und deren Wechselwirkungen
- Identifikation von Störgrößen

#### 4.1.19 Einführung DoE (Design of Experiments)

- Komponenten, Gültigkeit und Erstellung von 2k faktoriellen Versuchsplänen
- Analyse und Schlussfolgerungen

#### 4.1.20 Parameter Optimierung / Simulation

- Abschätzung der zu erwartenden Fähigkeit eines Systems/Produkts
- Optimierung der Fähigkeit durch Veränderung von Parametereinstellungen

#### 4.1.21 Robuste Designs

- Herleiten der Einflüsse, Funktionsketten bestimmen
- Optimierung in Richtung Robustheit

#### 4.1.22 Methoden der Toleranzberechnung

- Kleinst-/Größtmaßanalyse (Worst Case Design)
- statistische Toleranzanalyse nach RSS und 6 Sigma Design

#### 4.1.23 Einführung in Zuverlässigkeitsbetrachtungen

- Grundlagen, Systemplanung und Anforderungsbestimmung
- Weibullanalyse

#### 4.1.24 Triz Einführung

- Einführung und Innovationsregeln
- Widerspruchsmatrix

#### 4.1.25 Methodenanwendung Praxisbeispiele/Übungen

## 4.2 Design for Six Sigma Green Belt (mit Six Sigma Basisausbildung)

Mindestanforderung: Six Sigma Green Belt nach ESSC-D Standard

### 4.2.1 Einführung Design for Six Sigma (DFSS)

- Übersicht DFSS Methodik und Methodenelemente
- Ziele von DFSS
- Methodenabfolge und Phasen im Projekt

### 4.2.2 Übersicht Produktentstehungsprozess (PEP) und Quality-Gates

- Phasen im Produktentstehungsprozess nach VDI 2221
- Grundlagen des Quality-Gate Konzeptes

### 4.2.3 Anforderungsmanagement / Requirementsanalyse / VoC-Prozess

- Erfassung, Strukturierung und Analyse von Anforderungen
- Klassifizierung der Anforderungen nach KANO

### 4.2.4 Einführung Quality Function Deployment (QFD)

- Grundlagen, das 4 Phasen Modell bzw. die 4 „Houses of Quality“ (HoQ)
- Verständnis sowie Vorteile und Nutzen der QFD

### 4.2.5 QFD Vorgehensweise House of Quality (HoQ1)

- Produktentstehungsprozess mittels QFD
- Aufbau und Vorgehensweise HoQ1

### 4.2.6 Scorecards in der Entwicklung

- Scorecards für Critical to Quality (CtQ), kritische Design-Parameter, Prozess und Software
- Scorecard in Verbindung mit HoQ und Statistik

### 4.2.7 Dekomposition

- Systempartitionierung
- Funktionsnetz und FAST-Analyse

### 4.2.8 Entscheidungsfindung für das Konzept / Pugh-Matrix

### 4.2.9 QFD-HoQ2 / QFD-HoQ3 Zusammenhänge

- Ermittlung kritischer Design- und Prozess Parameter
- Verbindung zu den Design Scorecards

#### 4.2.10 Design Review on Failure Mode (DRBFM)

- Technischen Risikoreduktion bei Produktentwicklungen
- Überblick FMEA und DRBFM

#### 4.2.11 Messsystem-Analyse (MSA) Einführung und Anwendung im Design

- kontinuierlich/attributiv
- Auflösung, Genauigkeit, Stabilität, P/T und %R&R
- MSA im Design

#### 4.2.12 Transferfunktionen

- Einführung und Verbindung zur QFD
- Bestimmung der Transferfunktionen

#### 4.2.13 Einführung Boundary- und Parameter-Diagramm

- Definition von Systemschnittstellen und deren Wechselwirkungen
- Identifikation von Störgrößen

#### 4.2.14 Einführung DoE (Design of Experiments)

- Komponenten, Gültigkeit und Erstellung von 2k faktoriellen Versuchsplänen
- Analyse und Schlussfolgerungen

#### 4.2.15 Parameter Optimierung / Simulation

- Abschätzung der zu erwartenden Fähigkeit eines Systems/Produkts
- Optimierung der Fähigkeit durch Veränderung von Parametereinstellungen

#### 4.2.16 Robuste Designs

- Herleiten der Einflüsse, Funktionsketten bestimmen
- Optimierung in Richtung Robustheit

#### 4.2.17 Methoden der Toleranzberechnung

- Kleinst-/Größtmaßanalyse (Worst Case Design)
- statistische Toleranzanalyse nach RSS und 6 Sigma Design

#### 4.2.18 Einführung in Zuverlässigkeitsbetrachtungen

- Grundlagen, Systemplanung und Anforderungsbestimmung
- Weibullanalyse

#### 4.2.19 Triz Einführung

- Einführung und Innovationsregeln
- Widerspruchsmatrix

#### 4.2.20 Methodenanwendung Praxisbeispiele/Übungen

## 5 Trainingsinhalte, projektphasenorientiert

### 5.1 DEFINE (D)

- Definition Projektteam (Disziplinen) und Scope (Projektumfang)
- Definition Zeit-/Terminplan
- Definition und Umsetzung Projektcharter DFSS je Kandidat
- Definition und Abstimmung Projektfokus
- Abstimmung & Kommunikation der Randbedingungen des Projektes
- Festlegung Quality Gates und Quality Gate Inhalte

### 5.2 IDENTIFY (I)

- Requirementsanalyse nach KANO
- Paarweiser Vergleich und Prioitätenentwicklung Requirements
- Erstellung House of Quality -1
- Dekomposition Systemebene (hierarchisch & funktional)
- Erstellung Design-Scorecard Performance (Leistungskriterien)
- Konzeptauswahl (Pugh-Matrix)
- Definition/Erstellung System-FMEA

### 5.3 CHARACTERIZE (C)

- House of Quality -2 kritische Design-Parameter
- Erstellung Design-Scorecard Teile (Teile inkl. Toleranzen)
- Erstellung Prozess-Ablaufplan Herstellung
- House of Quality -3 Prozess-Parameter
- Boundary und Parameter-Diagramm
- Erstellung Design-Scorecard Prozess
- Konstruktions-FMEA, Prozess-FMEA, Design Review on Failure Mode (DRBFM)
- Messung Fähigkeit der Faktoren Produkt + Prozess

- Messsystemanalyse (MSA)
- Bestimmung der Transferfunktionen (Formel/Regressionsanalyse/DoE)
- Herstellbarkeit (Design for Manufacturing and Assembly)

#### 5.4 OPTIMIZE (O)

- Regressionsanalysen der Faktoren zu Produkt und Prozess
- Varianzanalysen (ANOVA) der Faktoren zu Produkt und Prozess
- Parameter Optimierung, EVA expected Value Analysis
- Robust-Design Optimierung

#### 5.5 VERIFY (V)

- Robustheits-Checkliste (RRCL)
- Verifikation des Designs (Validierungs Tests)
- Fähigkeitsbestimmung
- Toleranzprüfung
- Dokumentation

## 6 Empfohlene Zusatzqualifikation

Die Digitalisierung verändert neben unserem sozialen Umfeld auch unsere Art und Weise zu kommunizieren und zu arbeiten. Der entscheidende Wert der Digitalisierung liegt hierbei nicht in der Steigerung von Komfort und Effizienz, im verbesserten Umgang mit Ressourcen, im Umweltschutz oder in der Prozessoptimierung. Er zeigt sich vielmehr in dem enormen Zugewinn an Transparenz und Daten, der es ermöglicht, den Prozess des Lernens und der kontinuierlichen Verbesserung zu initiieren, zu automatisieren und auf eine neue Stufe zu heben.

Die sich durch die Digitalisierung ergebenden Möglichkeiten und Herausforderungen haben längst auch in Six Sigma Einzug erhalten. Es stehen nicht nur mehr Daten aus einer zunehmenden Anzahl von Quellen unterschiedlicher Qualität in immer kürzerer Zeit zur Verfügung, sondern auch die Möglichkeiten zur Prozessoptimierung und -kontrolle haben sich erweitert. Der ESSC-D Arbeitskreis „Six Sigma Weitergedacht“ hat branchenübergreifend fundierte Erfahrungen gesammelt, den Six-Sigma-Werkzeugkasten auf den Prüfstand gestellt und essenzielle Werkzeuge für den zukunftssicheren Belt und all diejenigen, die sich für das Qualitätsmanagement im Zeitalter der Digitalisierung und von Big Data interessieren, ergänzt.

Dazu gehören unter anderem:

- unterschiedliche Methoden des Projektmanagements
- Aufbereiten strukturierter und unstrukturierter Daten sowie großer Datenmengen
- Visualisierungsmöglichkeiten komplexerer Datenstrukturen
- gängige Methoden der Data Science (oder des Data-Mining)
- Möglichkeiten und Grenzen von Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellem Lernen (ML)
- Anwenden und Nutzen entwickelter Zusammenhangsmodelle

Weitere Informationen und empfohlene Ausbildungstiefen können hier im Detail nachgelesen werden: [https://www.sixsigmaclub.de/download/ESSCD\\_QualityGuideLine\\_DM\\_Aufbaukurs\\_DE.pdf](https://www.sixsigmaclub.de/download/ESSCD_QualityGuideLine_DM_Aufbaukurs_DE.pdf)

*„Lernen ist wie Rudern gegen den Strom. Hört man damit auf, treibt man zurück.“*

(Laozi, chinesischer Philosoph, 6. Jh. v. Chr.)

