

# Bachelorthesis

Qualitätsvorausplanung und praktische Umsetzung  
der Planungselemente während der Projektphasen  
mit dem Ziel einen ordentlichen Serienstart hinsichtlich  
aller Kundenanforderungen unter Anwendung  
der Automotive-Core-Tools zu gewährleisten

**Vorgelegt am:** 29.08.2016

**Von:** André Könitzer  
Kraker 9  
07356 Bad Lobenstein

**Studiengang:** Industrielle Produktion

**Studienrichtung:** Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement

**Seminargruppe:** FQ - 2013

**Matrikelnummer:** 4001497

**Praxispartner:** Linamar Antriebstechnik GmbH  
Gewerbering 12  
08451 Crimmitschau

**Gutachter:** Dipl.-Ing. Lars Gemeinhardt (Linamar Antriebstechnik)  
Prof. Dr.- Ing. Heiko Enge (Staatliche Studienakademie Glauchau)

## Freigabeerklärung

Hiermit erklären wir uns einverstanden/nicht einverstanden\*), dass die Bachelor-Thesis / Diplomarbeit\*) der/des Studenten/in

Name, Vorname: .....

SG : .....

zur öffentlichen Einsichtnahme durch den Dokumentenserver der Bibliothek der Staatlichen Studienakademie Glauchau bereitgestellt wird.

Thema der Arbeit:

Qualitätsvorausplanung und praktische Umsetzung der  
Planungselemente während der Projektphasen mit dem Ziel eines ordentlichen  
Serienstarts hinsichtlich aller Kundenforderungen unter Anwendung der  
Automotive-Core-Tools zu gewährleisten.

.....  
Ort, Datum

.....  
Stempel, Unterschrift des Praxispartners

Arbeit zur Veröffentlichung freigegeben: ja  nein

.....  
Datum

.....  
Unterschrift Leiter/in d. Studiengang

\*) Nichtzutreffendes bitte streichen

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Freigabeerklärung</b> .....	III
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	IV
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	VII
<b>Formelverzeichnis</b> .....	VIII
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	IX
<b>1 Vorwort</b> .....	1
<b>2 Linamar Gruppe</b> .....	2
2.1 Unternehmensdaten.....	2
2.2 Linamar Antriebstechnik Crimmitschau.....	2
<b>3 Kundenanforderungen (Allgemein)</b> .....	4
3.1 Definition.....	4
3.2 Ermittlung der Kundenanforderungen in vier Schritten.....	4
3.2.1 Ermittlung der Produkthanforderungen .....	4
3.2.2 Untersuchung der Produkthanforderungen.....	5
3.2.3 Umgang mit Änderungsmaßnahmen.....	5
3.2.4 Regelung der Kundenkommunikation.....	5
<b>4 Tools zur Qualitätsvorausplanung</b> .....	6
4.1 Allgemeines.....	6
4.2 APQP.....	7
4.3 FMEA.....	9
4.3.1 Definition.....	9
4.3.2 Ablauf einer FMEA (Vorgehensweise).....	11
4.3.2.1 Strukturanalyse.....	12
4.3.2.2 Funktionsanalyse.....	12
4.3.2.3 Fehleranalyse.....	12
4.3.2.4 Maßnahmenanalyse.....	13

4.3.2.5	Optimierung.....	14
4.4	MSA.....	14
4.4.1	Definition.....	14
4.4.2	Ablauf der MSA.....	14
4.4.2.1	Bestimmung der Unsicherheit des Normals und der Auflösung.....	14
4.4.2.2	Verfahren 1.....	15
4.4.2.3	Verfahren 2.....	16
4.4.2.4	Verfahren 3.....	18
4.5	PPAP/PPF.....	18
4.5.1	Definition.....	18
4.5.2	Anforderungen.....	19
4.6	SPC.....	21
4.6.1	Definition.....	21
4.6.2	Normalverteilung.....	22
4.6.3	MFU und PFU.....	25
4.6.4	Qualitätsregelkarten.....	26
4.7	8D-Report.....	28
4.7.1	Definition.....	28
4.7.2	Anwendungsgebiete.....	29
4.7.3	Schritte des 8D-Report.....	30
4.7.3.1	Team zusammenstellen.....	30
4.7.3.2	Problem detailliert beschreiben.....	30
4.7.3.3	Sofortmaßnahmen einleiten.....	30
4.7.3.4	Fehlerursachen feststellen und analysieren.....	31
4.7.3.5	Abstellmaßnahmen planen und umsetzen.....	31
4.7.3.6	Wirksamkeit der Abstellmaßnahmen prüfen.....	32
4.7.3.7	Fehlerwiederholung verhindern.....	32
4.7.3.8	Würdigung der Teamleistung.....	33

---

<b>5</b>	<b>Einbindung der Tools in den Produktentstehungsprozess.....</b>	<b>34</b>
5.1	Definition Produktentstehungsprozess.....	34
5.2	Allgemeines.....	34
5.3	Planungsphase.....	36
5.4	Produktentwicklungsphase.....	37
5.5	Prozessentwicklungsphase.....	39
5.6	Produkt- und Prozessvalidierungsphase.....	41
5.7	Serienanlaufphase.....	44
<b>6</b>	<b>Checkliste.....</b>	<b>46</b>
6.1	Allgemeines.....	46
6.1.1	Definition.....	46
6.1.2	Vorteile.....	46
6.2	Checkliste zur Qualitätsvorausplanung (APQP) bei Linamar im Produktentstehungsprozess (PEP).....	47
6.2.1	Variantenauswahl.....	47
6.2.2	Anforderungen und Aufbau.....	48
6.2.3	Verwendung.....	50
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>52</b>
	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>53</b>
	<b>Anhangverzeichnis.....</b>	<b>58</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b>	Hauptwerk LAT.....	3
<b>Abbildung 2</b>	Übersicht Automotive-Core-Tools.....	7
<b>Abbildung 3</b>	Schritte Erstellung FMEA.....	12
<b>Abbildung 4</b>	Bewertungsstufen der Risikobewertung.....	13
<b>Abbildung 5</b>	Darstellung Normalverteilung.....	23
<b>Abbildung 6</b>	Darstellung Schiefe und Wölbung -Normalverteilung-.....	24
<b>Abbildung 7</b>	Übersicht Verteilungsmodelle.....	25
<b>Abbildung 8</b>	Darstellung $\bar{x}/s$ - Regelkarte.....	27
<b>Abbildung 9</b>	Schritte des 8D-Report.....	29
<b>Abbildung 10</b>	Übersicht PEP unter Einbindung der Automotive-Core-Tools.....	35
<b>Abbildung 11</b>	Checkliste APQP „Kopfteil und Mittelteil“ .....	49
<b>Abbildung 12</b>	Checkliste APQP „Fußteil“ .....	49

**Formelverzeichnis**

<b>Formel 1</b>	arithmetischer Mittelwert .....	15
<b>Formel 2</b>	Standardabweichung .....	15
<b>Formel 3</b>	Messmittelpotenzial .....	16
<b>Formel 4</b>	Messmittelfähigkeit .....	16
<b>Formel 5</b>	Spannweite .....	27

---

## Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft
AIAG	Automotive Industry Action Group
APQP	Advanced Product Quality Planning (Qualitätsvorausplanung)
FMEA	Fehler-Möglichkeit-Einfluss-Analyse
FO	First Off
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
LAT	Linamar Antriebstechnik
MA	Mitarbeiter
MFU	Maschinenfähigkeitsuntersuchung
MSA	Measurement System Analysis(Messsystemanalyse)
OP	Operation Process (Fertigungsabschnittsbereich)
PEP	Produktentstehungsprozess
PFU	Prozessfähigkeitsuntersuchung
PPAP	Production Part Approval Process
PPF	Produktionsprozess- und Produktfreigabeverfahren
POC	Plant Operating Committee
QM	Qualitätsmanagement
QRK	Qualitätsregelkarte
QSV	Qualitätssicherungsvereinbarung
SL	Safe Launch
SOP	Standard Operation Procedure (standardisiertes Vorgehen)
SPC	Statistical Process Control (Statistische Prozesskontrolle)
VDA	Verband der Automobilindustrie



## 1 Vorwort

Während des Studiums zum Bachelor of Engineering an der BA-Glauchau sind innerhalb der 3-jährigen Ausbildung drei Projektarbeiten, eine Studienarbeit und die Bachelorthesis anzufertigen. Die hier nun vorliegende Bachelorthesis wurde während der sechsten Praxisphase ausgearbeitet.

Inhalt der Bachelorthesis ist die Qualitätsvorausplanung während der Projektphasen bis zum Projektabschluss unter Anwendung der Automotive-Core-Tools. Aus den spezifischen Kundenanforderungen im Automotive-Bereich leitet sich der grundsätzliche Anspruch eines jeden in diesem Bereich tätigen Unternehmens her, Produkte in hoher Qualität über deren gesamten Fertigungszeitraum herzustellen. Daher ist bereits im gesamten Produktentstehungsprozess von der Planung bis hin zur Serienfertigung eine umfassende und genaue Qualitätsplanung nötig, um mögliche Fehler vorbeugend zu verhindern und daraus entstehende Fertigungsrisiken zu vermeiden.

Die Qualitätsvorausplanung trägt u.a. nicht unerheblich zu einer hohen Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitiger Kostenminimierung im Unternehmen bei. Als bewährte Instrumente zur Erreichung dieser Zielstellung werden die Automotive Core Tools und weitere Methoden, Werkzeuge und Dokumente verwendet. Die Thesis befasst sich zu Beginn mit einer kurzen Firmenvorstellung der Linamar Gruppe und der Linamar Antriebstechnik in Crimmitschau. Auf Grund der Bedeutung der Kundenanforderungen für die gesamte Prozessplanung, wie auch als deren Ausgangspunkt, wird nach der Unternehmensvorstellung ausgehend von der Definition näher beschrieben, was allgemeine Kundenanforderungen überhaupt beinhalten und wie diese zu ermitteln sind.

Als nächstes werden die Automotive-Core-Tools einzeln näher betrachtet. Dabei wird geklärt, was die einzelnen Tools überhaupt bewirken und wie diese anzuwenden sind. Im Anschluss daran werden die einzelnen Phasen des Produktentstehungsprozesses genauer beschrieben. Hierzu werden die einzelnen Phasen definiert und es wird erläutert, welche Werkzeuge, Methoden und Dokumente benötigt werden, um die jeweilige Phase erfolgreich zu durchlaufen. Darauf aufbauend wird die zur praktischen Umsetzung eine erforderliche Checkliste erarbeitet.

Den Abschluss der Bachelorthesis bildet das Fazit zusammen mit einem Ausblick.

---

## 2 Linamar Gruppe

### 2.1 Unternehmensdaten

Die Linamar Unternehmensgruppe gehört weltweit zu den führenden Entwicklern und erfolgreichen Herstellern von metallischen Komponenten für die Automobilindustrie und die Industriebranche. Sie ist auf dem globalen Markt einer der tonangebenden und bedeutendsten Zulieferer im Bereich Motoren, Getriebe und Antriebstechnik, sowie führender Hersteller von Antriebssystemen und mobilen Hubarbeitsbühnen. Die Linamar Gruppe ist ein börsennotiertes Unternehmen in Form einer AG. Der Hauptsitz der Linamar Gruppe ist in Guelph, Ontario in Kanada, von wo aus die weltweiten Geschäfte gelenkt und geleitet werden. Die Linamar Gruppe ist mit ihren zahlreichen Außenstellen und Standorten weltweit vertreten, so auch in Deutschland. Zu den Standorten in Deutschland zählen die Linamar Antriebstechnik (LAT), die Linamar Powertrain (LPT), die Linamar Valvetrain (LVT) und die Linamar Motorkomponenten (LMK).

### 2.2 Linamar Antriebstechnik Crimmitschau

Die Linamar Antriebstechnik GmbH mit **Sitz** in Crimmitschau ist 2003 aus der erfolgreichen Übernahme der Salzgitter Antriebstechnik hervorgegangen. Danach entstand ein Werk auf der „Grünen Wiese“ mit über 7.400 m<sup>2</sup> das Hauptwerk (Werk 1) im April 2004. Weitere 5.500 m<sup>2</sup> wurden im Oktober 2005 und nochmals 1000 m<sup>2</sup> im September 2008 hinzugefügt. Im Jahre 2011 kamen noch einmal weitere 3000 m<sup>2</sup> Lagerfläche hinzu. Die Linamar Antriebstechnik besteht derzeit aus 3 Werken, dem Hauptwerk und den 2 Außenstellen, die als Werk 2 und 3 bezeichnet werden (Abbildung 1 Hauptwerk LAT).<sup>1</sup> Seit der Werkseröffnung und dem Produktionsstart im April 2004 wuchsen die **Mitarbeiterzahlen** stetig an. Im Jahre 2004 waren es noch 67 Mitarbeiter, im Jahre 2008 schon über 280 MA und im Jahr 2011 konnte die Mitarbeiterzahl auf 478 erhöht werden. Der Auftragslage folgend ging die Mitarbeiterzahl danach zurück. Derzeit beschäftigt LAT 442 fest angestellte Mitarbeiter, davon 25 Auszubildende und 3 BA-Studenten.

Auch die **Umsätze** stiegen, wie die Mitarbeiterzahlen, seit der Werksöffnung im Jahre 2004 kontinuierlich an. Im Jahr 2004 wurde ein Umsatz von 5 Mio. Euro, im Jahr 2007 von 36 Mio. und im Jahr 2011 von 83 Mio. erreicht. Das umsatzstärkste Jahr war 2014 mit über 84 Mio. Euro.

---

<sup>1</sup> vgl.: LAT Standardpräsentation, 2014, Seiten 3-30

Ein Aushängeschild der Linamar Antriebstechnik sind die erfolgreich bestandenen **Zertifizierungen** nach dem Umweltschutz-Managementsystem ISO 14001:2015 und dem Arbeitsschutz-System OSHAS 18001. Die wichtigsten Zertifizierungen der LAT sind die für das Qualitätsmanagement nach ISO 9001:2008 und ISO/TS 16949:2009. Die ISO 9001 legt die Mindestanforderungen des Qualitätsmanagementsystems fest. Die Norm ISO/TS 16949 vereint existierende allgemeine Forderungen an die QS-Systeme der europäischen und nordamerikanischen Automobilindustrie. Weiterhin ist Linamar nach der DIN EN ISO 50001 zertifiziert. Diese Zertifizierung beinhaltet die Einhaltung der Vorgaben für ein systematisches Energiemanagement (siehe Anhang 1 Zertifikate).

Das **Geschäftsfeld** der Linamar Antriebstechnik GmbH umfasst den Antrieb von Automobil- und Nutzfahrzeugen. Die LAT hat sich auf die Herstellung und Bearbeitung von Zylinderblöcken und Zylinderköpfen sowie die Entwicklung und Herstellung von innenhochdruckgeformten Nockenwellen und Nockenringen spezialisiert (siehe Anhang 2 Produkte LAT). Zu den Abnehmern der Zylinderblöcke und Zylinderköpfe gehören die Motorenhersteller und Entwickler MTU, BMW, Perkins, Nemak/Jaguar und Nemak/GM. Weitere Kunden der LAT sind die bekannten Automobil- und Nutzfahrzeughersteller BMW und Volkswagen. Diese beziehen von Linamar Nockenwellen und Nockenringe.<sup>2</sup>



**Abbildung 1** Hauptwerk LAT (LAT Standardpräsentation, Januar 2014, Seite 14)

<sup>2</sup> vgl.: LAT Standardpräsentation, 2014, Seiten 19-28

## 3 Kundenanforderungen (Allgemein)

### 3.1 Definition

Eine Kundenanforderung ist eine aus Kundenerwartungen abgeleitete Anforderung an ein Produkt oder eine Dienstleistung. Während Kundenerwartungen in der Sprache des Kunden formulierte Forderungen sind, deren Erfüllung meist nicht quantitativ überprüfbar ist, definieren Kundenanforderungen in der Sprache des Lieferanten das zu liefernde Produkt bzw. die zu erbringende Dienstleistung. Kundenanforderungen müssen so formuliert sein, dass sich aus ihnen messbare Abnahmekriterien ableiten lassen können. Die Ermittlung, Priorisierung und Verwaltung von Kundenanforderungen ist eine der zentralen Aufgaben für das Management des Leistungsumfangs. Während des Projekts können sich Kundenanforderungen verändern oder neue hinzukommen. Hierfür ist ein angemessenes Änderungsmanagementverfahren zu etablieren. Die Kundenanforderungen werden zusammen mit anderen Anforderungen, wie z.B. gesetzlichen oder technischen Anforderungen, in einem Anforderungskatalog, auch als Lastenheft bezeichnet, erfasst.

Der Anforderungskatalog ist eine zentrale Eingangsgröße im Produktentwicklungsprozess, bei dem die notwendigen Funktionen und Eigenschaften des Produkts spezifiziert werden. Die Kundenvorgaben überschreiten nicht selten gesetzliche Mindestforderungen bzw. Inhalte von Zertifizierungsnormen deutlich und stellen somit eine weitere im Qualitätsmanagement zu berücksichtigende Dimension dar.<sup>3</sup>

### 3.2 Ermittlung der Kundenanforderungen in vier Schritten

#### 3.2.1 Ermittlung der Produkthanforderungen

In einem ersten Schritt werden die Kundenanforderungen in einem Lastenheft festgehalten. Aus diesen Anforderungen sind die Informationen zu generieren, wie die Kundenansprüche zum herzustellenden Produkt umzusetzen sind. Diese werden in einem Pflichtenheft festgeschrieben. Doch oft umfasst das in erster Linie technische Merkmale.<sup>4</sup> Darüber hinaus sind noch weitere Anforderungen an die Art der Zusammenarbeit festgehalten:

- Welche Verfügbarkeit wünscht der Kunde?
- Wie soll geliefert werden?

---

<sup>3</sup> online: qz-online.de/qualitaets-management/kundenanforderungen-kano-modell (15.07.2016)

<sup>4</sup> online: wirtschaftswissen.de/einkauf-produktion-logistik/kundenanforderungen-wie-sie-in-4-schritten-die-qualitaet-in-der-zusammenarbeit-mit-dem-kunden-sicher/ (14.07.2016)

- Welche Wünsche hat der Kunde nach der Lieferung?  
(z. B. Schulung, Gewährleistungsbestimmungen, Instandhaltung o. Entsorgung)
- Wie soll der Inhalt der Dokumentenlieferliste aussehen?

Erst wenn diese Auflagen und Voraussetzungen erfüllt sind, wird in einer Machbarkeitsstudie ermittelt, ob die gestellten Anforderungen und einzuhaltenden Vorschriften bei Offerten und Verträgen erfüllt werden können. Auf Basis dieser Machbarkeitsstudie wird überprüft, ob die angestrebte Lösung für den Endkunden sowie Lieferanten akzeptabel ist. Zur Überprüfung gehört auch die Kontaktaufnahme mit dem Kunden, um mögliche Abweichungen zur Anfrage zu besprechen. Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie und der Überprüfung wird von den Fachabteilungen dokumentiert und im Qualitätsmanagementsystem aufbewahrt.

### 3.2.2 Untersuchung der Produkthanforderungen

Bevor das Unternehmen eine Lieferverpflichtung eingeht, stellt das Qualitätsmanagement sicher, dass der Kunde alle Anforderungen an die Auftragserfüllung bestätigt. Dabei müssen eventuell Widersprüche ausgeräumt werden, beispielsweise zwischen Anforderungen im Vertrag oder Auftrag und früher niedergelegten Anforderungen aus Angebot oder Kostenvoranschlag. Weiterhin muss im Rahmen des Qualitätsmanagement dafür Sorge getragen werden, dass alle beteiligten Fachabteilungen im Unternehmen in der Lage sind, die festgelegten Anforderungen zu erfüllen.

### 3.2.3 Umgang mit Änderungsmaßnahmen

Ändern sich die Produkthanforderungen, müssen die entsprechenden Dokumente ebenfalls geändert werden. Das bedeutet, dass alle Änderungen wieder aus allen Perspektiven auf ihre Konsequenzen hin überprüft werden und die Auswirkungen sowohl für den Kunden als auch für die internen betroffenen Abteilungen schriftlich festgehalten werden müssen.

### 3.2.4 Regelung der Kundenkommunikation

Neben dem Produkt stellt der Kunde auch Anforderungen an die Kommunikation mit Vertretern des Unternehmens. Daher ist verbindlich festzulegen, wer der Ansprechpartner beim Kunden oder beim Lieferant ist und die spezifische Anfragen zum Projekt bearbeitet.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> online: [wirtschaftswissen.de/einkauf-produktion-logistik/kundenanforderungen-wie-sie-in-4-schritten-die-qualitaet-in-der-zusammenarbeit-mit-dem-kunden-sicher/](http://wirtschaftswissen.de/einkauf-produktion-logistik/kundenanforderungen-wie-sie-in-4-schritten-die-qualitaet-in-der-zusammenarbeit-mit-dem-kunden-sicher/) (14.07.2016)

## 4 Tools zur Qualitätsvorausplanung

### 4.1 Allgemeines

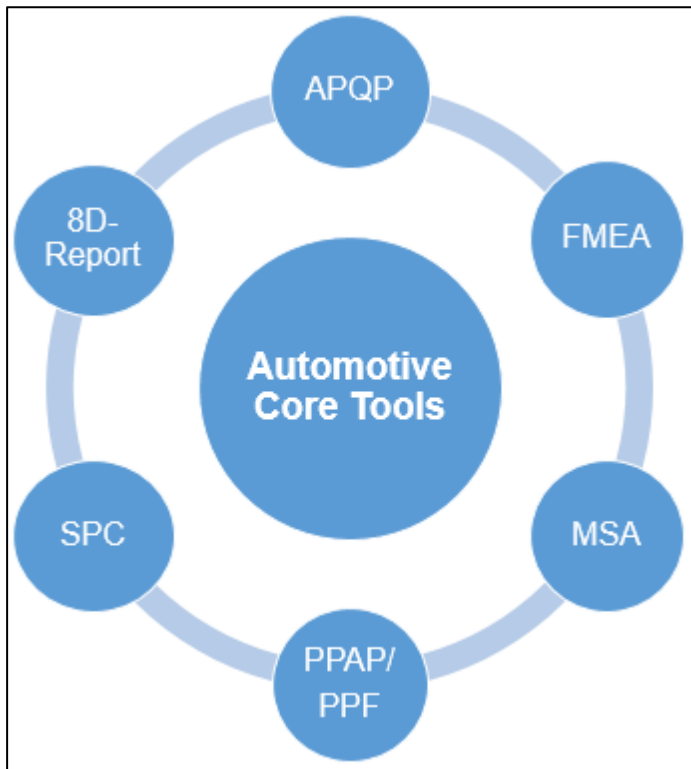
Die Automotive-Core-Tools sind die Kernmethoden bzw. Kernwerkzeuge, welche im Rahmen der Qualitätsvorausplanung und im Anlaufmanagement neuer Bauteile/Produkte eingesetzt werden. Der effiziente Einsatz dieser Methoden fördert die Qualität der Produkte, welche im Serienprozess hergestellt werden und sorgt somit für robuste und effiziente Prozesse und Produkte.<sup>6</sup> Bei Unternehmen, die eine Zertifizierung nach ISO/TS 16949 besitzen, gehören die Automotive Core Tools bereits zur Standardanwendung. Die ISO/TS 16949 ist die zentrale und wichtigste Norm für das Qualitätsmanagement der Automobilindustrie. Im Automobilbereich galten lange Zeit unterschiedliche Qualitätsstandards. Mit der ISO/TS 16949 wurden die verschiedenen Regelwerke (VDA und QS 9000) in einem Regelwerk zusammengefasst. Die ISO/TS 16949 beinhaltet zudem weitergehende Forderungen der Automotive Industrie. Der Anwendungsbereich der TS 16949 ist ausschließlich auf Produzenten von Serien- und Ersatzteilen, die im Automotive-Sektor tätig sind, eingeschränkt. Aber auch im Nicht-Automotive-Bereich tätige Unternehmen erkennen immer mehr den Nutzen dieser bewährten Core Tools. Diese Unternehmen investieren intelligent Zeit und Aufwand in einen systematisierten Produktentstehungsprozess, anstatt später hohe Fehlerkosten und gegebenenfalls Imageschäden in Kauf zu nehmen.<sup>7</sup>

Ein Schlüsselfaktor für die erfolgreiche Anwendung der Core Tools sind qualifizierte und kompetente Mitarbeiter, welche die Methoden und Werkzeuge im Rahmen des Produktentstehungsprozesses verstehen und effizient und an der richtigen Stelle einsetzen können. Wie die Darstellung unten aufzeigt (Abbildung 2 Übersicht Automotive-Core-Tools), ist das Ineinandergreifen der Methoden und Werkzeuge das Rezept für erfolgreiche Qualitätsvorausplanungs- und Anlaufmanagementprojekte. Zu den Methoden zählen das APQP inklusive QFD, FMEA, MSA, PPAP/ PPF, SPC und der 8D-Report. Diese Methoden werden in den nachfolgenden Unterpunkten näher erläutert.

---

<sup>6</sup> online: [tqm-services.de/leistungenproduktentstehungsprozess/produktentstehungsproz.](http://tqm-services.de/leistungenproduktentstehungsprozess/produktentstehungsproz.) (07.07.2016)

<sup>7</sup> online: [qualitaetsmanagement.me/qualitaetsmanagement/iso\\_ts\\_16949\\_einfuehrung/](http://qualitaetsmanagement.me/qualitaetsmanagement/iso_ts_16949_einfuehrung/) (08.07.2016)



**Abbildung 2** Übersicht Automotive-Core-Tools

(eigene Darstellung in Anlehnung an [kendrion.com/automotive/passenger-cars](http://kendrion.com/automotive/passenger-cars), 2016)

## 4.2 APQP

**APQP** ist die Abkürzung für Advanced Product Quality Planning und wird mit dem Begriff Qualitätsvorausplanung ins Deutsche übersetzt. Bei APQP handelt es sich um eine sehr komplexe Vorgehensweise zur Qualitätsvorausplanung. Daher wird eher von einem Prozess als von einer einzelnen Methode gesprochen. APQP beschreibt relativ umfassend, welche Schritte und Aktivitäten vor dem Produktionsstart für ein Produkt durchzuführen sind, um ein hochwertiges Produkt für den Endkunden zu gewährleisten und somit auch alle Kundenwünsche und Forderungen zu erfüllen. APQP ist quasi der Ausdruck dafür, dass die Qualität hauptsächlich bei der Definition und Entwicklung eines Produktes festgelegt sowie gesichert wird und nicht erst später in der Serienproduktion. Denn 75% der Fehler entstehen in der Entwicklungs- und Planungsphase des Produktes und deshalb steht hier besonders die Fehlervermeidung im Vordergrund.<sup>8</sup> Um die richtige Umsetzung des APQP zu garantieren, ist dieser Prozess in fünf Phasen eingeteilt, bei dem die Ergebnisse aus der vorhergehenden Phase den Input für die nachfolgende Phase geben. Diese fünf Phasen werden anschließend im **Unterpunkt 5 „Produktentstehungsprozess“** näher erläutert.

Innerhalb des Produktentstehungsprozesses stellt die Qualitätsvorausplanung ein strukturiertes Verfahren für die Definition und Ausführung erforderlicher Maßnahmen

<sup>8</sup> online: [i-q.de/qualitaetsmanagement/apqp](http://i-q.de/qualitaetsmanagement/apqp), 2015 (18.07.2016)

dar, um die genauen Kundenanforderungen zu kennen und zu ermitteln. Dazu wird zur Unterstützung die Methode QFD eingesetzt. **QFD** bedeutet Quality Function Deployment und ist eine umfassende Methodik zur Qualitätsplanung. Sie koordiniert und steuert unter Einbeziehung aller Beteiligten den Produktentstehungsprozess kundenorientiert durch die systematische Anwendung aufeinander abgestimmter Hilfsmittel mit Blick auf die Zeit-, Kosten- und Qualitätsziele. Als Werkzeug, zur gezielten Umsetzung der Kundenwünsche und Qualitätsanforderungen an die technischen Spezifikationen, dient dabei das House of Quality (HoQ). Dies ist ein auf mehreren Tabellen basierendes Analyse-, Kommunikations- und Planungsinstrument, welches in jeder Phase der Produktentstehung die Systematik und den Zusammenhang der Vorgehensweise visualisiert. Ziel ist die Berücksichtigung der Wünsche des Kunden bzw. Erfordernisse des Marktes bei der Produktentstehung.<sup>9</sup> Der Prozess APQP bietet einige Vorteile, aber auch diverse Nachteile, welche nachfolgend aufgeführt sind.

#### **Vorteile:**

- Konstanter Informationsaustausch zwischen Lieferant und Kunde
- erhöhte Transparenz und Planungssicherheit
- reduziert Fehler und die Komplexität der Produktvorausplanung

#### **Nachteile:**

- hoher Aufwand
- erforderliche Schulung der Mitarbeiter
- Teamzusammenstellung ist sehr schwierig und Teammitglieder müssen über tiefe und ausreichende Kenntnisse über den Produktionsprozess verfügen

Eine erste Maßnahme zur Umsetzung der Qualitätsvorausplanung ist die Zusammenstellung eines Teams, das meist aus Mitarbeitern aus der Abteilung Konstruktion, Einkauf, Produktion, Logistik, Qualität und Vertrieb besteht, damit:

- die Arbeitsweise übergreifend erfolgen kann,
- simultane anstelle sukzessiver Entscheidungsprozesse herbeigeführt werden,

---

<sup>9</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seiten81-83



- die Kommunikation bereichsübergreifend erfolgt und
- das Wissens- und Erfahrungspotenzial vieler Mitarbeiter genutzt wird.

Alle getroffenen Festlegungen und Maßnahmen sind nachvollziehbar zu dokumentieren.<sup>10</sup>

## 4.3 FMEA

### 4.3.1 Definition

**Die FMEA** (Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse) ist eine in die Fachbereiche integrierte entwicklungs- und planungsbegleitende Risikoanalyse. Mit ihr lassen sich bereits früh in der Entstehungs- und Produktionsphase mögliche Fehlerquellen und Fehlerursachen identifizieren, beseitigen oder zumindest eingrenzen. Nicht zuletzt deshalb ist sie in manchen Branchen, insbesondere in der Automobilindustrie, zu einem unverzichtbaren Bestandteil des vorbeugenden Qualitätsmanagements geworden. Sie hilft:

- Risiken zu erkennen, die mit Produkten oder mit Prozessen im Unternehmen verbunden sind,
- Produkte von vornherein so zu entwickeln, dass möglichst keine Fehler, Qualitätsmängel oder Schäden entstehen,
- die Anforderungen an Funktionsfähigkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit zu erfüllen und somit Gewährleistungsfälle oder Haftungsansprüche zu minimieren,
- Prozesse so zu gestalten, dass sie reibungsfrei ablaufen und es zu keinen Störungen im Ablauf kommt,
- Kosten für die Qualitätssicherung, Nachbearbeitung und Fehlerbeseitigung zu vermeiden oder zu verringern.<sup>11</sup>

Immer wenn neue Produkte oder Prozesse im Unternehmen eingeführt werden, sollten im Rahmen einer FMEA Qualitätsrisiken ermittelt und eingeschränkt werden. Das betrifft insbesondere die Entwicklung von komplexen Systemen, neuen Produkten oder Komponenten sowie von neuen Produktionssystemen oder neuen Fertigungslinien. Auch wenn bestehende Produkte geändert oder in anderen Anwendungsbereichen eingesetzt werden, kann die FMEA Aufschluss darüber geben, wo Fehler auftreten könnten und wo Risiken verborgen sind. Besonders wichtig ist sie dann, wenn es sich bei den betrachteten Produkten und

---

<sup>10</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seiten 81-83

<sup>11</sup> online: [business-wissen.de/hb/qualitaet-von-produkten-sicherstellen/](http://business-wissen.de/hb/qualitaet-von-produkten-sicherstellen/) (28.07.2016)

Prozessen um problematische oder besonders sicherheitsrelevante Komponenten in der Produktion und im Produktprogramm handelt.<sup>12</sup> Hier ist die FMEA ein wichtiger Bestandteil des Risikomanagement-Systems. Sie ist ein systematisches und gut strukturiertes Verfahren, mit dem potenzielle Schwachstellen des Systems schon sehr früh und zwar während der Entwicklung eines Produkts oder Prozesses erkannt werden können. Zudem können die Ausmaße eines Fehlverhaltens abgeschätzt werden, um zuverlässige und sichere Produkte zu entwickeln. Die aus den Fehlern entstehenden Risiken werden bewertet und anschließend Gegenmaßnahmen zur Vermeidung entwickelt. Nach dem jeweiligen Betrachtungsobjekt der Fehler-Möglichkeits-Einfluss-Analyse wird zwischen System-, Design- und Prozess-FMEA unterschieden. **Bei der System-FMEA (S-FMEA)** wird das funktionsgerechte Zusammenwirken einzelner Baugruppen/ Elemente und Ihrer Verbindung zur Vermeidung von Fehlern bei der Systemauswahl und Auslegung in einem komplexen Gesamtsystem untersucht. Neben der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, wird bei dieser Analyse besonders auf die Sicherheit und Zuverlässigkeit eines geplanten Systems geachtet. Ziel ist es, Schwachstellen von Baugruppen zu finden und auszuschalten. Mit Hilfe der **Design-FMEA (D-FMEA)** sollen frühzeitig Schwachstellen in der Designauslegung identifiziert werden. Sie dient der Vermeidung von Entwicklungsfehlern und konstruktiv beeinflussbaren Prozessfehlern. Die Design-FMEA ist eine detaillierte Analyse, die im Entwurfsstadium auf theoretischen Kenntnissen und Erfahrungen aus vergleichbaren Fällen aufbaut. Für diese Analyse kann ebenfalls die QFD-Methode eingesetzt werden. Sie dient auch der Vermeidung von Entwicklungsfehlern und konstruktiven beeinflussbaren Prozessfehlern und liefert dabei Ansatzpunkte für Konzeptänderungen und Fehlervermeidungsstrategien wie Poka Yoke. Zudem liefert das Design-FMEA Hinweise auf risikobehaftete Fertigungsprozesse, die im Rahmen der Prozess-FMEA genauer untersucht werden. Die **Prozess-FMEA (P-FMEA)** untersucht die zeichnungsgerechte Prozessplanung und Prozessausführung der Erzeugnisse/ Komponenten zur Vermeidung von Planungs- und Entwicklungsfehlern an Fertigungseinrichtungen, Fertigungsabläufen und Fertigungstechniken. Sie bezieht sich auf einen Prozess mit dem Ziel, alle Faktoren, die einen reibungslosen Prozessablauf gefährden können, zu ermitteln. Innerhalb der P-FMEA sollen die Analyse von Schwachstellen und die Einleitung von Vorbeugemaßnahmen zur Vermeidung von Fehlern während der Prozessführung beitragen.

Die System-FMEA und die Design-FMEA werden zur sogenannten Produkt-FMEA zusammengefasst, da das zu betrachtende System meist nicht eindeutig aufgelöst werden kann.

---

<sup>12</sup> online: [business-wissen.de/hb/qualitaet-von-produkten-sicherstellen/](http://business-wissen.de/hb/qualitaet-von-produkten-sicherstellen/) (28.07.2016)

Durch den Verband der Automobilindustrie (VDA) wurde die FMEA-Methode weiterentwickelt und neu eingestuft und zwar in System-FMEA Prozess und System-FMEA Produkt.

**System-FMEA Produkt** betrachtet Abweichungen (z.B. Fehlwirkungen) und die geforderten Funktionen von Produkten und Systemen bis hin zur Auslegung der Eigenschaften und Merkmale.

**System-FMEA Prozess** betrachtet alle Abläufe zur Herstellung von Produkten und Prozessen bis hin zu den Anforderungen an die Prozesseinflussfaktoren. Dabei werden Maßnahmen zur Sicherstellung der Abläufe betrachtet.<sup>13</sup>

#### 4.3.2 Ablauf einer FMEA (Vorgehensweise)

Bevor eine FMEA erstellt werden kann, sind in einer Vorbereitungsphase die Teile bzw. Prozesse festzulegen für die eine FMEA durchzuführen ist, sowie die Verantwortlichkeiten und welche Termine eingehalten werden müssen. Dokumentiert wird die FMEA in einen Formblatt. Eine ausführlich und detaillierte Beschreibung zum Inhalt sowie zur Erstellung des Formblattes befindet sich im Anhang (Anhang 3 FMEA Formblatt und Erklärung) Hierbei muss eine Unterscheidung getroffen werden, ob es sich um eine System-FMEA am Produkt oder eine System-FMEA am Prozess handelt. Die Erstellung einer FMEA erfolgt in 5 Schritten (Abbildung 3 Schritte Erstellung FMEA). Diese sind:

1. Strukturanalyse
2. Funktionsanalyse
3. Fehleranalyse
4. Maßnahmenanalyse
5. Optimierung

---

<sup>13</sup> vgl.: Bureau Veritas Industry Services -FMEA-, 2015, Seiten 24-26

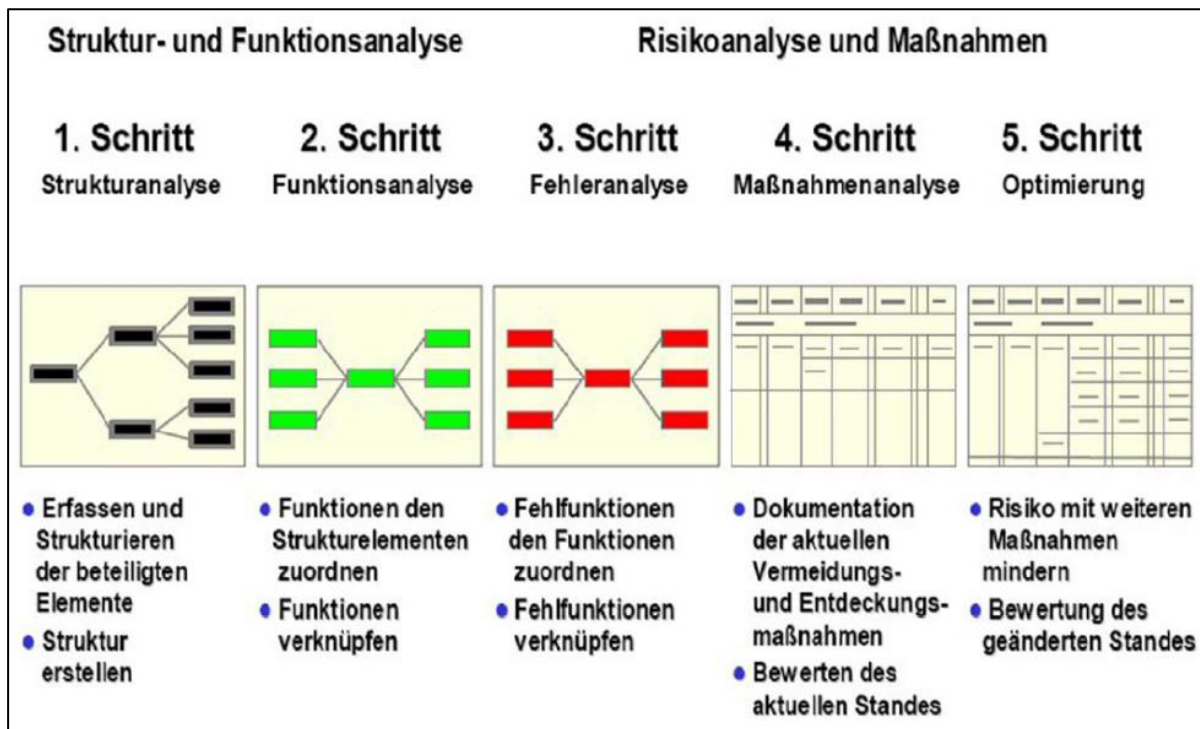


Abbildung 3 Schritte Erstellung FMEA (Skript Dr. Fritzsches -Prüfplanung-, 2015, Seite 86)

#### 4.3.2.1 Strukturanalyse

Bei diesem ersten Schritt erfolgt die Erfassung und Strukturierung des zu untersuchenden Systems, Herstellungsprozesses oder der Elemente. Dabei wird zuerst die Produkt- oder Prozessstruktur aufgestellt bevor eine Zergliederung des Gesamtsystems in Systemelemente beziehungsweise Teilsysteme erfolgt. Als Ergebnis entsteht ein Strukturbaum oder für den Prozess eine Prozessstruktur.

#### 4.3.2.2 Funktionsanalyse

Im zweiten Schritt wird jedem Strukturelement mindestens eine Funktion oder jedem Prozess/ Teilprozess mindestens eine Anforderung (Merkmal, Parameter) zugeordnet und anschließend werden diese unter Anwendung der 5-M-Methode (Mensch, Maschine, Material, Methode Mitwelt) miteinander in Verbindung gebracht. Als Ergebnis hieraus entstehen dann Funktions- bzw. Anforderungsnetze.

#### 4.3.2.3 Fehleranalyse

Als nächstes, im dritten Schritt, werden den Funktionen Fehlfunktionen zugeordnet und diese sind miteinander zu verknüpfen. Dabei werden den einzelnen Funktionen oder Anforderungen potentielle Fehlfunktionen zugewiesen. Als Ergebnis hieraus entsteht ein Fehlfunktionsnetz.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> vgl.: Skript Dr. Fritzsches, 2015, Seiten 85-90

#### 4.3.2.4 Maßnahmenanalyse

Innerhalb der Maßnahmenanalyse wird definiert, welche Maßnahmen zur Zeit bestehen bzw. getroffen werden können, um den Fehler sowie auch die Ursache zu verhindern oder zu entdecken. Die bestehenden Vermeidungsmaßnahmen zu einem aufgetretenen bzw. möglicherweise auftretenden Fehler werden einer Risikobewertung unterzogen, um einen Richtwert zu bekommen, der eine Aussage zulässt, ob die bereits getroffene Abstellmaßnahme zu dem gefundenen Fehler schon die beste Lösung ist oder ob es noch Optimierungs- oder Verbesserungspotenzial in dieser Hinsicht gibt.

Der Richtwert setzt sich aus drei wichtigen Kennzahlen zusammen:  
**B** = Bedeutung der Folge: Die Zahl gibt die Folgen und Auswirkungen des Fehlers auf das Bauteil oder die Baugruppe, sowie die Auswirkungen beim Endkunden, an.  
**A** = Auftretenswahrscheinlichkeit der Fehlerursache: Dieser Kennwert ist eine Bewertung für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der möglichen Fehlerursache unter Berücksichtigung der derzeitigen Vermeidungsmaßnahmen.  
**E** = Entdeckenswahrscheinlichkeit der Fehlerursache: Die Kennzahl ist eine Bewertung für die Wahrscheinlichkeit eine mögliche Fehlerursache zu erkennen, bevor ein Produkt in den Produktlebenszyklus eintritt.

Diese drei Kennzahlen erhalten jeweils Bewertungsstufen zwischen „1“ und „10“ (Abbildung 4 Bewertungsstufen der Risikobewertung).

	<b>Bedeutung</b>	<b>Auftreten</b>	<b>Entdecken</b>
<b>1</b>	kaum wahrnehmbare Auswirkungen	unwahrscheinlich	sehr hoch
<b>2 – 3</b>	geringe Auswirkungen	sehr gering	hoch
<b>4 – 5</b>	mäßige Auswirkungen	gering	mäßig
<b>6 – 7</b>	Unzufriedenheit des Kunden	mäßig	gering
<b>8 – 9</b>	Verärgerung des Kunden	hoch	sehr gering
<b>10</b>	Verlust des Kunden	sehr hoch	unwahrscheinlich

**Abbildung 4** Bewertungsstufen der Risikobewertung (eigene Darstellung, Glauchau, 2016)

Aus dem Produkt der Bewertung der jeweiligen Kategorie B, A, E entsteht die Risiko-Prioritäts-Zahl (RPZ). Auf Basis der RPZ und der Einzelwerte von B, A und E wird bewertet, ob das Risiko vertretbar ist oder ob Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet werden müssen. Als Richtwert für die RPZ-Zahl hat sich die Zahl 125 bewährt, die aber je nach Kundenforderung oder Richtlinie, nach der der Kunde arbeitet, abweichen kann. Wird die RPZ-Zahl 125 deutlich überschritten, müssen geeignete Optimierungsmaßnahmen ergriffen werden. Wohingegen deutliches Unterschreiten auf eine gegebenenfalls nicht ordnungsgemäße Bewertung hinweist, was Anlass für eine Wiederholung der Bewertung sein sollte.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> vgl.: Bureau Veritas Industry Services -FMEA-, 2015, Seiten 40-50

#### 4.3.2.5 Optimierung

Falls eine Optimierung erforderlich ist, müssen die bereits getroffenen Abstellmaßnahmen überdacht und neue Maßnahmen festgelegt werden, die anschließend neu zu bewerten sind (Neue RPZ-Zahl). Ergänzend dazu sind die Verantwortlichkeiten und der zeitliche Rahmen (Terminierung) festzulegen. Anschließend ist zu prüfen, ob die neuen Optimierungsmaßnahmen eine erwartete Verbesserung brachte. Andernfalls muss die komplette Herangehensweise wie auch der Systemansatz überdacht werden.<sup>16</sup>

### 4.4 MSA

#### 4.4.1 Definition

**MSA** ist die Measurement System Analysis und bezeichnet die Messsystemanalyse beziehungsweise Messmittel-Fähigkeitsanalyse oder Prüfmittel-Fähigkeitsanalyse. Hier untersucht man mittels einer Analyse die Fähigkeit von Messmitteln und kompletten Messsystemen im Qualitätsmanagement. Die Automotive-Regelwerke fordern, dass für Qualitätsprüfungen nur fähige Prüfmittel und Prüfsysteme eingesetzt werden. Dies gilt in besonderem Maße dann, wenn sicherheitsrelevante Merkmale im Fokus der Qualitätsprüfungen stehen, denn ohne Vertrauen in Prüfverfahren und Prüfergebnisse besteht die Gefahr, dass falsche Schlüsse gezogen werden.

Eine Messsystemanalyse ist überall notwendig, wo statistische Prozesslenkung zur Anwendung kommt. Dabei werden zur Messmittelfähigkeitsanalyse standardisierte Verfahren (Verfahren 1-3 nach ISO-Standard) angewandt.<sup>17</sup> Die Messsystemanalyse ist jährlich an den entsprechenden Mess- und Prüfmitteln, sowie Messsystemen durchzuführen.

Die angewandten Verfahren sind im nachfolgenden Unterpunkt 4.4.2 erläutert.

#### 4.4.2 Ablauf der MSA

**4.4.2.1 Bestimmung der Unsicherheit des Normals und der Auflösung**  
Um die Verfahren 1-3 anwenden zu können, wird als erstes ein Normal oder Einstellmeister benötigt. Diese müssen auf nationale oder internationale Normen rückführbar sein. Anschließend wird die Unsicherheit des Normals als der erste wirkende Einflussfaktor auf das Messergebnis bestimmt. Die weiterhin zu beachtende Unsicherheit des Messmittels ist auf dem zum Messmittel gehörenden Kalibrierschein angegeben und sollte nicht größer als 5% der zu messenden Merkmalstoleranz sein. Einen weiteren Einfluss auf das Messergebnis übt die Auflösung des verwendeten Messmittels aus.

---

<sup>16</sup> vgl.: Skript Dr. Fritzsche, 2015, Seite 92

<sup>17</sup> online: [tqm-services.de/leistungen/qualitaetsmanagement/methoden-und-tools-1/msa](http://tqm-services.de/leistungen/qualitaetsmanagement/methoden-und-tools-1/msa) (20.07.2016)

Bei digitalen Messmitteln ist die Auflösung der kleinste Ziffernsprung in der letzten Dezimalstelle und bei analoganzeigenden Messmitteln der Wert, dem der kleinste unterscheidbare Skalenschritt entspricht.

Auch hier hat sich der Grenzwert von 5 % der Merkmalstoleranz als sinnvoll erwiesen. Wird diese Forderung nicht erfüllt, ist das Messgerät für diesen Messprozess nicht geeignet. Die Merkmalstoleranz ist aus den Daten (Maßen inklusive Toleranz) der Bauteile, für die das Messmittel auf Fähigkeit analysiert wird, zu entnehmen. Das Messmittel, welches ausgewählt wurde, sollte um den „Faktor 10“ genauer sein, als die ausgegebene Toleranz.

#### 4.4.2.2 Verfahren 1

Das Verfahren 1 wird eingesetzt, um die Tauglichkeit der Messmittel nachzuweisen. Es dient der Ermittlung und Beurteilung der systematischen Messabweichung und der Streuung eines Messsystems (Wiederholpräzision) unter Idealbedingungen. Dazu wird ein Normal, dessen Referenzwert im mittleren Bereich der zu messenden Merkmalstoleranz liegt, unter Wiederholbedingungen mehrfach aber mindestens 25 mal gemessen und aus den ermittelten Werten werden statistische Kennwerte berechnet. Die Wiederholbedingungen sind gegeben, sofern dasselbe Normal mit derselben Ausrichtung und Temperatur, am gleichen Ort, vom selben Prüfer kurz hintereinander gemessen wird. Zu den Kennwerten zählen der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung. Der arithmetische Mittelwert, kurz **Mittelwert**  $\bar{x}$  genannt, ergibt sich aus der Summe aller Merkmalswerte, geteilt durch die Anzahl der Merkmalswerte (Stichprobenumfang) und die **Standardabweichung**  $s$  wird berechnet, aus der Summe der quadratischen Abstände der einzelnen Messwerte zum Mittelwert ins Verhältnis vom Freiheitsgrad der Messwertreihe.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

**Formel 1 arithmetischer Mittelwert**

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

**Formel 2 Standardabweichung**

$f \triangleq (n - 1)$  = Freiheitsgrad

$x_i$  = Einzelwert

$n$  = Stichprobenumfang

Anschließend ist noch die systematische Messabweichung, als Bias bezeichnet, zu bestimmen. Sie wird aus dem Betrag der Differenz aus Referenzwert des Normals  $x_m$  und dem Mittelwert  $\bar{x}$  der Messreihe ermittelt.

Durch den Bezug zum Referenzwert des Normals und den vorgegebenen Toleranzgruppen, kann man das Messmittelpotenzial und die Messmittelfähigkeit berechnen. Die Forderung für diese Kennwerte ist in verschiedenen Richtlinien unterschiedlich definiert und kann unterschiedlich berechnet werden (siehe Anhang 4 Berechnung der Messmittelfähigkeit nach Richtlinien). Das Messmittelpotenzial  $C_g$  beschreibt das Verhältnis zwischen einem bestimmten Prozentsatz der Toleranz und der verursachten Streuung durch das Messmittel. Bei der Berechnung der Messmittelfähigkeit  $C_{gk}$  wird noch die systematische Messabweichung berücksichtigt. In der Regel gilt für  $C_g$  und  $C_{gk}$  ein Wert von  $\geq 1,33$ .

$$C_g = \frac{0,2 \times T}{6 s}$$

**Formel 3 Messmittelpotenzial**

$$C_{gk} = \frac{0,1 \times T - |\bar{x} - x_m|}{3s}$$

**Formel 4 Messmittelfähigkeit**

$x_m$  = Referenzwert des Normals

$T$  = Merkmalstoleranz

#### 4.4.2.3 Verfahren 2

Beim Verfahren 2 wird der Prüfprozess unter Beteiligung des Bedienerinflusses analysiert. Voraussetzung für diese Untersuchung ist, dass sowohl die Auflösung als auch das Messmittel nach Verfahren 1 als fähig eingestuft wurde. Um nun festzustellen, ob auch der Messprozess geeignet ist, müssen weitere Einflussfaktoren betrachtet werden und dies wird als Verfahren 2 oder Gage R&R (Gage Repeatability and Reproducibility) bezeichnet. Hier werden die Einflüsse des Messsystems (Wiederholbarkeit), des Bedieners (Reproduzierbarkeit) und der Messobjekte (Teilstreuung) statistisch ermittelt. Zuerst ist die Anzahl der Prüfer, der Wiederholungen und der zu messenden Prüfobjekte festzulegen. Dabei sind mindestens zwei Wiederholmessungen gefordert. Bei diesem Verfahren werden als Messobjekte keine Normale verwendet, sondern Teile aus der laufenden Fertigung genutzt, deren Merkmalswerte den gesamten Toleranzbereich abdecken sollten. Mit dem Verfahren 2 wird geprüft, ob es bei verschiedenen Teilen (mindestens 5, besser jedoch 10) aus dem Prozess Einflüsse durch die Prüfer und Messwiederholungen auf die Messdaten gibt.<sup>18</sup> Beurteilt wird das Messsystem mittels der fünf folgenden Kennzahlen:

<sup>18</sup> vgl.: Skript Brotka, 2016, Seiten 20-28



- Wiederholbarkeit (EV)
- Reproduzierbarkeit (AV)
- Messsystemstreuung (GRR)
- Teile-Streuung (PV)
- Anzahl unterscheidbarer Bereiche (ndc)

**Wiederholbarkeit** bedeutet, dass ein Prüfer bei einer wiederholten Messung an einem Teil zu gleichen beziehungsweise zu ähnlichen Ergebnissen kommt. Die **Reproduzierbarkeit** bezieht sich dagegen auf die Situation, wenn verschiedene Prüfer ein Teil vermessen. Auch unterschiedliche Prüfer sollten bei ein- und demselben Teil zu gleichen bzw. ähnlichen Messergebnissen kommen, dabei sollten Wiederholbarkeit (EV) und Reproduzierbarkeit (AV) möglichst klein gehalten sein.

Aus den beiden Werten EV und AV ergibt sich dann durch quadratische Addition ein Maß für die **Messsystemstreuung (GRR)**. Die relative Messstreuung bezogen auf die gegebene Toleranz sollte bei Messsystemen einen Wert unter 10 % annehmen, denn dann wird es als „fähig“ eingestuft. Zwischen 10% und 30% gilt das Messsystem als „bedingt fähig“ und bei Werten über 30% als „nicht fähig“. Wenn dieser Fall eintritt, müssen geeignete technische Maßnahmen zur Verbesserung sowie Korrekturmaßnahmen getroffen und das Verfahren wiederholt werden. Die **Teile-Streuung** (Auswahl der Teile) sollte relativ groß sein, da mit dem untersuchten Messmittel später der Prozess und das Prozessergebnis bewertet werden, weshalb der gesamte Prozess-Streu-Bereich abgedeckt sein muss. Die Kennzahl **Anzahl unterscheidbarer Bereiche (ndc)** gibt an, wie viele Bereiche bei den Messwerten eindeutig auseinandergelassen und unterschieden werden können.<sup>19</sup> Die Mindestforderung nach AIAG und VDA ist, dass eine Messung einem von vier Bereichen zugeordnet werden kann:

1. Messwert liegt über der oberen bzw. unter der unteren Toleranzgrenze (OTG/ UTG)
2. Messwert liegt über der Toleranzmitte aber unterhalb der oberen Toleranzgrenze (OTG)
3. Messwert liegt in der Toleranzmitte
4. Messwert liegt unter der Toleranzmitte aber oberhalb der unteren Toleranzgrenze (UTG)

---

<sup>19</sup> online: [bb-sbl.de/tutorial/stichproben/messsystemanalyse.html](http://bb-sbl.de/tutorial/stichproben/messsystemanalyse.html) (20.07.2016)

#### 4.4.2.4 Verfahren 3

Beim Verfahren 3 wird der Prüfprozess ohne Bedienerinfluss untersucht. Das Verfahren wird eingesetzt, wenn der Prüfer das Messergebnis nicht beeinflussen kann oder es sich um einen Messautomaten bzw. Messroboter handelt. Es ist ein Sonderverfahren des Verfahrens 2 und findet ebenfalls Anwendung, wenn die Wiederholpräzision wesentlich größer ist, als die Vergleichspräzision. Dies führt zur Vernachlässigung des Prüferinflusses. Somit reduziert sich die Anzahl der Prüfer auf 1, jedoch erhöht sich die Anzahl der Prüfobjekte auf 25. Die Durchführung und Auswertung findet analog wie bei Verfahren 2 statt.<sup>20</sup>

### 4.5 PPAP/PPF

#### 4.5.1 Definition

**PPAP** (Production Part Approval Process) ist das Produktionsteil-Abnahmeverfahren nach dem Referenzhandbuch der AIAG (Automotive Industry Action Group) und **PPF** ist das Produktionsprozess- und Produktfreigabeverfahren nach VDA Band 2 (siehe Anhang 4 Einbindung PPAP und VDA Band 2 in ISO/TS 16949). Durch die genannten Regelwerke wird eine gewisse Vereinheitlichung bei der Abwicklung von Erstmustern in der Automobilindustrie geschaffen. So weist der VDA im Vorwort zum Band 2 darauf hin, dass die Forderungen von PPAP berücksichtigt wurden. Das Referenzhandbuch PPAP enthält Anforderungen, während der VDA Band 2 PPF-Richtlinien vorgibt, welche die Abwicklung bei Neuteilen beschreibt. Im nachfolgenden Textabschnitt wird nur das PPAP näher erläutert, da im Automotive-Bereich bevorzugt nach dem Referenzhandbuch AIAG gearbeitet wird. Das PPAP ist ein strukturiertes Bemusterungsverfahren im Automotive-Bereich und stellt umfassende Anforderungen an die Qualitätsvorausplanung für Serienteile dar. Das Bemusterungsverfahren PPAP ist eindeutig geregelt und standardisiert.<sup>21</sup> Mit dieser Standardisierung wurde ein klares Verständnis und Transparenz in der Automobilbranche geschaffen. Das Bemusterungsverfahren muss nicht nur von den Lieferanten, die direkt an die Automobilhersteller liefern, durchgeführt werden, sondern auch von jedem einzelnen Lieferanten innerhalb der Lieferkette. Das Bemusterungsverfahren PPAP ist nicht nur auf Serienteile anzuwenden, sondern auch auf Service- und Ersatzteile, Produktionsmaterialien sowie Betriebsstoffen. Bei Verlagerungen des Produktionsstandortes, Änderungen an Produkten und/ oder Änderungen von Produktionsprozessen wird eine Bemusterung gemäß PPAP verlangt und muss erbracht werden. Die Beurteilung der PPAP-Forderungen umfasst mehrere verschiedene Punkte, Dokumente und Prozesse, die strukturiert abgearbeitet und dokumentiert werden müssen.

---

<sup>20</sup> vgl.: Skript Brotka, 2016, Seite 28

<sup>21</sup> online: [qualitaetsmanagement.me/PPAP](http://qualitaetsmanagement.me/PPAP), 2015 (27.07.2016)

In der Regel stellen die Kunden eine Internetplattform zur Verfügung, auf der dann der Austausch und die Einstellung der Dokumentation erfolgen. Bei der Bemusterung werden dann verschiedene Stadien festgelegt, die eine Aussage darüber geben, ob die Teile den Forderungen entsprechen, nachgebessert oder sogar ganz neu angefertigt werden müssen. Diese Stadien werden projektbezogen festgelegt.<sup>22</sup>

#### 4.5.2 Anforderungen

Die Organisation muss alle festgelegten und nachfolgend aufgeführten PPAP-Anforderungen sowie alle kundenspezifischen PPAP-Anforderungen erbringen. Weiterhin müssen die Produktionsteile alle Anforderungen der technischen Entwicklungsunterlagen und der Spezifikationen des Kunden inklusive behördlicher und sicherheitstechnischer Anforderungen erfüllen. Falls Anforderungen nicht erfüllt werden oder erfüllt werden können, müssen die Tätigkeiten zur Problemlösung dokumentiert und anschließend die Projektverantwortlichen beim Kunden kontaktiert und informiert werden. In Abstimmung mit dem Kunden sind geeignete Korrekturmaßnahmen festzulegen. Um feststellen zu können, ob die produzierten Einzelteile die Erwartungen des Kunden erfüllen, fordert das PPAP Verfahren die Bereitstellung verschiedener Teile bzw. Unterlagen durch den Lieferanten (Linamar), die nach folgend dargestellt sind. Die genauen Teile beziehungsweise Unterlagen, die vorhanden sein müssen, sind in Abstimmung mit dem Kunden festzulegen.

Die folgende Liste umfasst alle Teile bzw. Unterlagen des PPAP Verfahrens:

##### 1. Entwicklungsunterlagen/ Design Records

- Entwicklungsunterlagen einschließlich der Unterlagen für die Komponenten müssen vorhanden sein

##### 2. Dokumente über technische Änderungen/ Engineering Change Documents

- Nachweise von techn. Änderungen, die schon in das Werkzeug, Produkt oder Bauteil eingegangen sind

##### 3. Technische Freigabe des Kunden/ Engineering Approval

- Technische Freigabe vom Kunden ist zu erbringen.

##### 4. Design-FMEA

- Erzeugung einer FMEA mit den kundenspezifischen Anforderungen

---

<sup>22</sup> online: [qualitaetsmanagement.me/PPAP](http://qualitaetsmanagement.me/PPAP), 2015 (27.07.2016)

5. Prozessflussdiagramme/ Process Flow Diagrams

- Produktionsprozesse müssen klar beschrieben und spezifische Kundenanforderungen erfüllt sein

6. Prozess-FMEA

- Entwicklung einer Prozess-FMEA mit den kundenspezifischen Forderungen

7. Produktionslenkungsplan/ Control Plan

- Methoden der Prozesslenkung festlegen

8. Analyse von Messsystemen/ Measurement System Analysis

- Durchführung MSA bei neuen oder geänderten Mess- oder Prüfmitteln

9. Messergebnisse/ Dimensional Results

- Maße, Merkmale und Festlegungen mit den Istwerten dokumentieren

10. Ergebnisse von Material- und Leistungstests/ Results Material/Performance Test

- Anforderung an physikalische sowie chemische Beständigkeit → Materialtest  
Anforderung an Leistung/ Funktion → Leistungstest

11. Untersuchung Fähigkeiten (Maschine, Prozess)/ Initial Studies (Engine, Process)

- Für alle Prozesse, die als stabil gelten sollen, müssen Fähigkeiten nachgewiesen werden

12. Dokumentation eines qualifizierten Laboratoriums/ Qualified Laboratory Documentation

- Prüfungen und Test müssen durch ein qualifiziertes Labor erfolgen

13. Bericht zur Freigabe des Aussehens/ Appearance Approval Report

- Bericht, zu Aussehens Anforderungen des Produktes, muss vorhanden sein

14. Produktmusterteile/ Sample Production Parts

- Produktmusterteile, wie vom Kunden festgelegt, müssen bereit stehen

15. Referenzmuster/ Master Sample

- Referenzmuster sind für die gleiche Zeit wie Produkt- und Freigabezeichnung aufzubewahren

16. Prüfmittel/ Checking Aids (MSA)

- Nachweis der Prüfmittleignung

17. Kundenspezifische Anforderungen/ Customer-specific Requirements

- Aufzeichnung über Erfüllung der kundenspezifischen Anforderungen

18. Teilevorlage Bestätigung/ Part Submission Warrant

- Nach Erfüllung der PPAP-Anforderungen wird die Teilevorlage bestätigt
- Jede Kunden-Teilenummer muss separate Teilevorlagebestätigung haben.<sup>23</sup>

## 4.6 SPC

### 4.6.1 Definition

Der Name **SPC** bedeutet Statistical Process Control und drückt die statistische Prozessregelung aus. Sie wird üblicherweise als eine Vorgehensweise zur Optimierung von Produktions- und Serviceprozessen aufgrund statistischer Verfahren verstanden. Dazu gehört unter anderem die Überwachung der Prozesse als Frühwarnsystem zur schnellen Erkennung von Abweichungen, bevor Ausschuss produziert wird. SPC dient zum Visualisieren und „Transparent machen“ sowie zum Erreichen und Sichern der Stabilität eines Prozesses, wie auch zur Bewertung von Prozessleistung und Prozessfähigkeit. Der Ausdruck SPC besteht aus zwei Begriffen. Zum einen weist er auf die Prozessregelung hin und zum anderen auf den Einsatz der Statistik. Im Grunde geht es um das Regeln und Überwachen von Prozessen unter Einsatz statistischer Methoden. Die Statistik soll helfen, basierend auf einer geringen Anzahl von Ergebnissen auf die Grundgesamtheit zu schließen. Grundsätzlich gilt für die Statistik: Je grösser die Stichprobe, desto grösser ist die Aussagefähigkeit oder umso kleiner ist der Vertrauensbereich. Mit Stichprobe wird die Anzahl der Ergebnisse bezeichnet, die zu einem gewissen Zeitpunkt der Grundgesamtheit entnommen wird.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> vgl.: Bureau Veritas Industry Services -PPAP-, 2015, Seiten 21-36

<sup>24</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seite 737

Der Vertrauensbereich ist der Bereich, der eine gewisse Aussagefähigkeit über die Zusammensetzung der Grundgesamtheit zulässt. Es gilt bei der Anwendung der Statistik den Stichprobenumfang so zu wählen, dass eine akzeptable Aussagefähigkeit unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erreicht wird. Dabei gilt es, die Ausgangsgröße eines Prozesses unverfälscht zu ermitteln. Um Abweichungen frühzeitig erkennen und korrigieren zu können, kann die kontinuierliche oder statistische Prozessregelung eingesetzt werden. Bevor die statistische Prozessregelung durchgeführt werden kann, muss sichergestellt sein, dass durch den Prüfprozess keine zu großen Unsicherheiten hinzukommen. Dazu muss vorher durch eine Prüfmittelfähigkeitsuntersuchung (MSA) gewährleistet werden, dass das Messmittel den Genauigkeitsansprüchen des Prozesses entspricht.<sup>25</sup>

Unter kontinuierlicher Prozessregelung versteht man, dass alle produzierten Teile geprüft werden und der Prozess unmittelbar angepasst wird. Diese Vorgehensweise kann beispielsweise bei der Herstellung von Sicherheitsteilen gesetzlich gefordert sein. Ebenfalls kann diese sinnvoll sein, wenn der Einsatz eines wirtschaftlichen, automatisierten Prüfverfahrens möglich ist und somit ein unmittelbarer Regelkreis entsteht. Bei der statistischen Prozessregelung werden Stichproben der produzierten Menge (Grundgesamtheit) entnommen, geprüft und ausgewertet. Um den Prozess zu regeln wird von den Ergebnissen der Stichproben auf die Grundgesamtheit der Teile geschlossen. Stichprobenprüfungen reduzieren den Prüfaufwand erheblich und werden vor allem dort eingesetzt, wo eine wirtschaftliche 100 %-Prüfung nicht möglich ist oder die Funktionalität nur durch eine zerstörende Prüfung nachgewiesen werden kann.

Da kontinuierliche Merkmale den höchsten Informationsgehalt für spätere Auswertungen liefern, werden diese am häufigsten bestimmt und eingesetzt. Die wichtigste kontinuierliche Verteilungsform ist die Normalverteilung.<sup>26</sup>

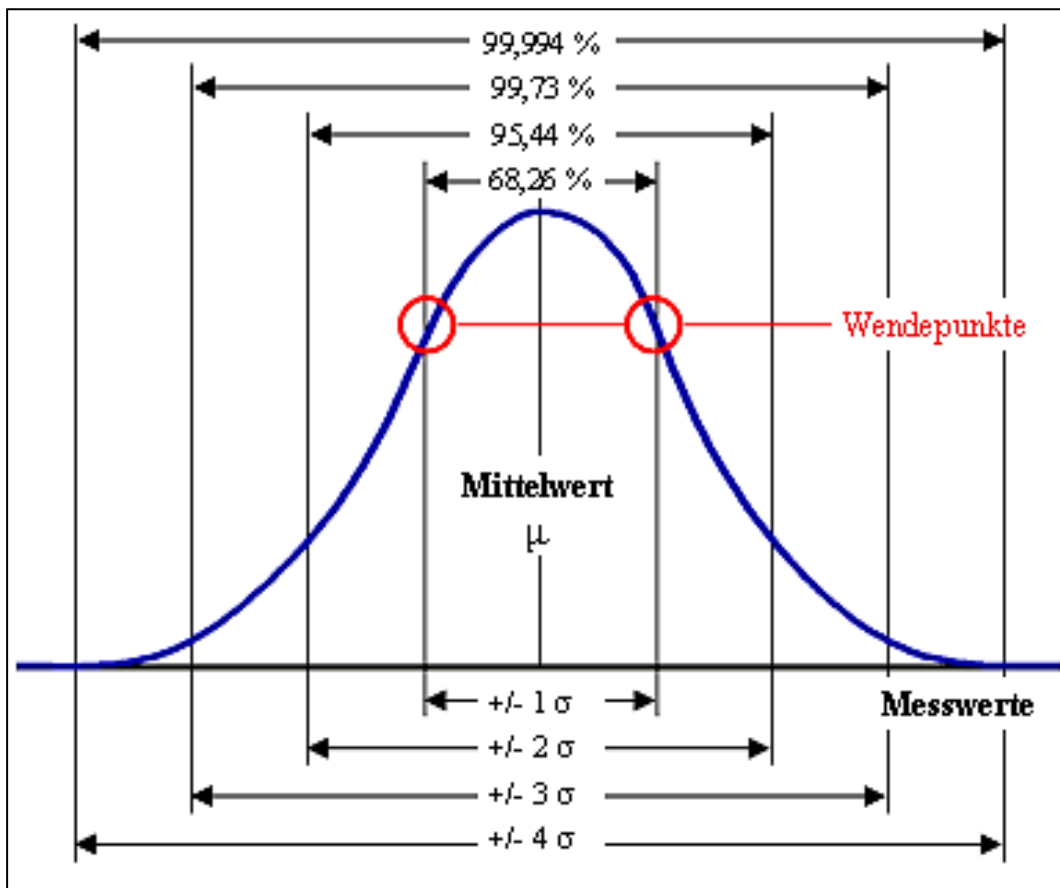
#### 4.6.2 Normalverteilung

Für kontinuierliche Merkmale wird oft die Normalverteilung angewendet, da diese bei Experimenten und Beobachtungen häufig auftritt. Zudem sind beliebig verteilte Zufallsvariablen umso besser annähernd normalverteilt, je größer deren Anzahl ist. Daraus ergibt sich somit ein anschauliches und mathematisches Modell. Doch selbst Merkmale, die nicht normalverteilt sind, können häufig durch eine Normalverteilung angenähert und dargestellt werden. Die Ermittlung führt in vielen Fällen zu sinnvollen und praktisch brauchbaren Ergebnissen und bringt oft rechentechnische Vorteile (Abbildung 5 Darstellung Normalverteilung).

---

<sup>25</sup> vgl.: Faes, 2009, Seiten 42-50

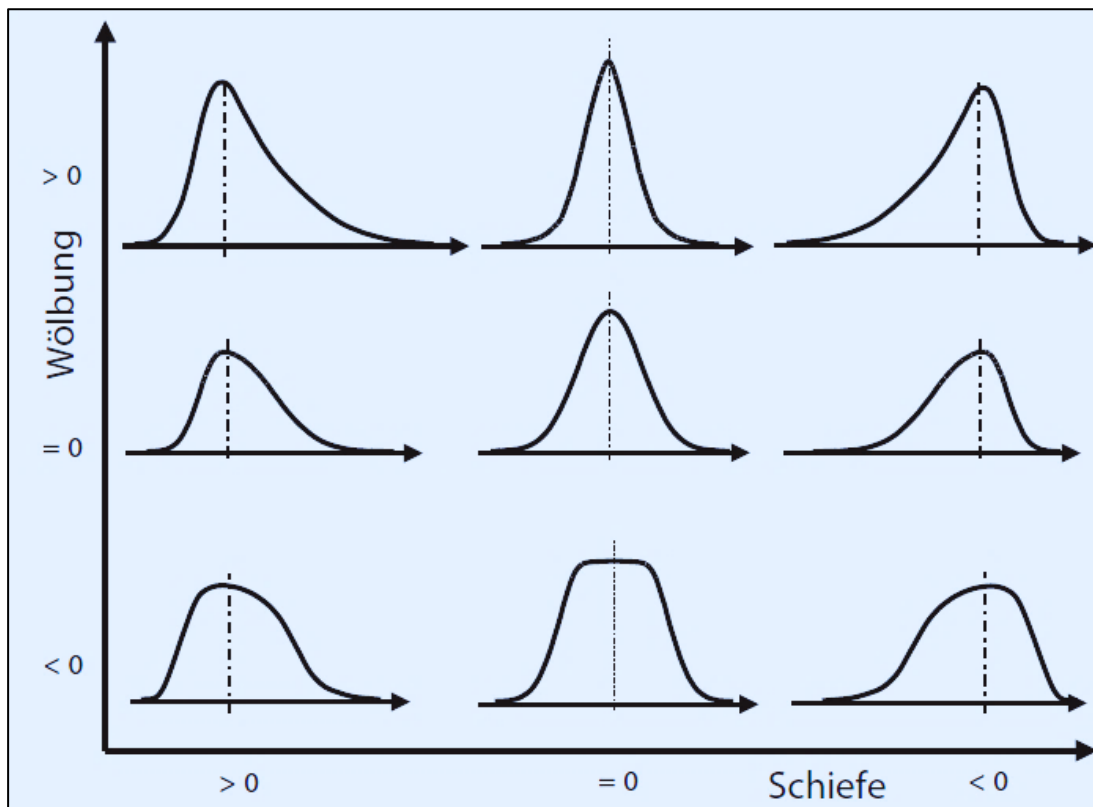
<sup>26</sup> online: [quality.kenline.de/seiten\\_d/spc\\_grundlagen.htm](http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_grundlagen.htm) (20.07.2016)



**Abbildung 5** Darstellung Normalverteilung (quality.kennlinie.de, -SPC Verteilung-, 2016)

Bei der Normalverteilung in Abbildung 5 handelt es sich um eine zum Mittelwert  $\mu$  (oder  $\bar{x}$ ) symmetrische Verteilung, die nach beiden Seiten glockenförmig abfällt und sich der Abszissenachse (x-Achse) asymptotisch annähert. Die Kurve hat zwei Wendepunkte, deren Abstand vom Mittelwert als Standardabweichung  $s$  bezeichnet wird. Diese Verteilungsform wird vor allem für die Beschreibung von Längenmaßen benutzt, die nicht nullbegrenzt sind. Dabei beträgt die Fläche unterhalb der Kurve immer eins bzw. 100 %. Geht man von einer Prozessfähigkeit von 2 Sigma aus ( $\pm 1 s$ ), liegen 68,26 % aller Messwerte innerhalb der Toleranzgrenzen. Bei 8 Sigma ( $\pm 4 s$ ) befinden sich bereits 99,994 % aller Werte innerhalb der Toleranz. Neben den Normalverteilungen treten auch „schiefe Verteilungen“ auf. Eine schiefe Verteilung erscheint häufig bei einer einseitigen, natürlichen Begrenzung der Ergebnisse. Die Berechnung der Eingriffsgrenzen erfolgt entsprechend den Vorschriften der Normalverteilung.

Bei den Fähigkeitsberechnungen wird die Schiefe der Verteilung durch Anpassung der Formeln berücksichtigt. Die einfachste Vorgehensweise, die Verteilung zu prüfen, ist die Berechnung von Schiefe „S“ und Wölbung K“ ( $K \triangleq$  Kurtosis) (Abbildung 6 Darstellung Schiefe und Wölbung -Normalverteilung-).



**Abbildung 6** Darstellung Schiefe und Wölbung -Normalverteilung-  
(Kamiske, -Handbuch QM-Methoden-, 2012, Seite 742)

Bei der bisherigen Darstellung der Normalverteilung wurde nur die „momentane“ Streuung betrachtet, mit der man das Streuungsverhalten eines Prozesses während eines kurzen Zeitintervalls charakterisiert. Dabei kann in den meisten Fällen für die Stichprobe eine annähernde Normalverteilung vorausgesetzt werden. Betrachtet man dagegen einen Prozess über einen längeren Zeitraum, kann dieser eine Streuung aufweisen, die sich zwischen den Stichprobenentnahmen auswirkt. Diesen Einfluss kann man am besten in einem **zeitabhängigen Verteilungsmodell** darstellen. Folgendes wird dabei deutlich gemacht:

- Die momentane Verteilung des betrachteten Merkmals
- Die Änderung der Lage, Streuung und der Formparameter während des gesamten Zeitraums, in dem der Prozess beobachtet wird.

Aus den Parametern für Lage/ Streuung wurden vier Kategorien von zeitabhängigen Verteilungsmodellen von A1 bis D entwickelt, die noch weiter unterteilt werden und nach DIN ISO 21747 standardisiert sind. Diese Unterteilung berücksichtigt sowohl zufällige als auch systematisch sich ändernde Parameter. Die Auswahl des richtigen Merkmals ergibt sich aus der Prozessbeurteilung (Abbildung 7 Übersicht Verteilungsmodelle).



Es wurden insgesamt acht „zeitabhängige Verteilungsmodelle“ entwickelt.<sup>27</sup> Diese sind aufgrund Ihrer Bedeutung im Anhang (siehe Anhang 5 Verteilungsmodelle A1 bis D) ausführlich beschreiben und übersichtlich dargestellt.

Merkmal	Zeitabhängige Verteilungsmodelle							
	A1	A2	B	C1	C2	C3	C4	D
Lage	c	c	c	r	r	s	sr	sr
Streuung	c	c	sr	c	c	c	c	sr
Momentanverteilung	nd	1m	nd	nd	nd	as	as	as
Resultierende Verteilung	nd	1m	1m	nd	1m	as	as	as
Lage und Streuung der Verteilung:								
c : Parameter bleibt konstant (constant); r : Parameter ändert sich ausschließlich zufällig (randomly); s : Parameter ändert sich ausschließlich systematisch (systematically); sr : Parameter ändert sich zufällig und systematisch.								
Momentan- und resultierende Verteilung								
nd : normalverteilt (normal distributed); 1m : nicht normalverteilt, ausschließlich unimodal (one mode); as : beliebige Form (any shapes).								
Die Auswahl des Verteilungsmodells ergibt sich aus der Prozessbeurteilung								

Abbildung 7 Übersicht Verteilungsmodelle (DIN ISO 21747: 2007-03, Statistische Verfahren, 2007)

#### 4.6.3 MFU und PFU

Jeder Prozess hat eine natürliche Streuung, die das Verhalten des Prozesses im ungestörten Zustand zeigt. Die Streuung kann systematisch oder zufällig sein und von natürlichen Schwankungen in der Umgebung beeinflusst werden. Bei einer **Maschinenfähigkeitsuntersuchung** (MFU) wird durch eine Untersuchung an der Maschine deren Verhalten hinsichtlich der Erfüllung vorgegebener Qualitätsanforderungen ermittelt. Diese Untersuchung wird in der Regel beim Kauf einer neuen Maschine oder vor Inbetriebnahme beim Kunden durchgeführt. Auch werden Maschinen in bestimmten Zeitabständen fortlaufend kontrolliert, um sicherzustellen, dass diese noch die entsprechende Fähigkeit besitzt, die geforderte Qualität zu produzieren. Bei einer MFU werden min. 50 Teile unter stabilen Rahmenbedingungen produziert und vermessen. Diese Messwerte werden mit  $C_m$ /  $C_{mk}$  für Maschinenfähigkeit bezeichnet und als allgemeiner Richtwert für die Maschinenfähigkeit gilt ein  $C_m$ - und  $C_{mk}$ -Wert  $\geq 1,67$  (siehe Anhang 6 MFU). Die **Prozessfähigkeitsuntersuchung** (PFU) besteht aus den zwei Bereichen, der vorläufigen PFU und der Langzeit-PFU. Die vorläufige PFU untersucht einen Prozess vor Serienanlauf und dient der prozessbezogenen Ermittlung der oberen und unteren

<sup>27</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seite 751

Eingriffsgrenze. Die Langzeit-PFU untersucht den Prozess nach dem Serienanlauf. Beide Untersuchungen analysieren den Herstellungsprozess hinsichtlich der Eignung, um die geplante Fertigungsaufgabe innerhalb der vorgegebenen Qualitätsanforderungen zu erfüllen. Der Untersuchungszeitraum einer Langzeit-PFU ist deutlich höher als bei einer MFU, die das Trendverhalten des Prozesses bewerten soll. Ziel der Untersuchung ist es, Aussagen über die Prozessfähigkeit, sowie die Prozessbeherrschbarkeit zu bekommen, um systematische Prozesseinflüsse zu eliminieren und letztendlich Prüf- und Fehlerkosten zu minimieren. Bei einer Langzeit-PFU sollen über 20 Produktionstage mindestens 25 Stichproben, bestehend aus jeweils fünf Messungen ( $n = 5$ ) erfasst werden. Ziel für die beiden Kennziffern der Prozessfähigkeit  $C_p$  bzw.  $C_{pk}$  sollte ein Wert von  $\geq 1,67$  sein (siehe Anhang 7 PFU). Zur Berechnung der  $C_m/ C_p$ -Werte werden die gleichen Formeln wie bei der MSA für die Messmittelfähigkeitsuntersuchung genutzt, nur dass die Indizes ersetzt werden. Die  $C_{mk}/ C_{pk}$ -Werte werden durch geltende Richtlinien, nach der der Kunde arbeitet, vorgegeben.<sup>28</sup>

#### 4.6.4 Qualitätsregelkarten

Die Bewertung eines Prozesses basiert auf den genannten Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen. Wird ein Prozess als fähig eingestuft, muss das Ziel sein, den einmal erreichten Zustand mindestens aufrecht zu erhalten. Qualitätsregelkarten visualisieren den laufenden Prozess und helfen damit, den Prozess zu überwachen und zu steuern, wodurch eine stets gleichbleibende Qualität erreicht und gewährleistet wird.

Qualitätsregelkarten dienen somit als Frühwarnsystem, um Fehler und Ausschuss zu vermeiden. Bereits bei den ersten Anzeichen eines möglichen Fehlers kann so in den Prozess eingegriffen werden. Aus dem laufenden Prozess werden hierzu in möglichst gleichen Abständen, Stichproben des Umfangs  $n$  entnommen. Bei stetigen Merkmalen hat sich ein Stichprobenumfang von  $n = 5$  in der Praxis bewährt. Eine Regelkarte besteht aus einer Lage- und einer Streuungsspur. In die Lagespur werden die gemessenen Urwerte ( $x$ -Werte) bzw. die daraus resultierenden Mittelwerte  $\bar{x}$  eingetragen. Die Streuungsspur zeigt die Standardabweichung  $s$  oder die Spannweite  $R$ . Die Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung wurde bereits im Punkt 4.4.2.2 beschrieben. Die **Spannweite R** (Range) wird aus der Differenz zwischen dem größten und kleinsten Ergebnis also durch die Differenz zwischen Maximal- und Minimalwert ermittelt.

---

<sup>28</sup> online: [quality.kenline.de/seiten\\_d/spc\\_faehigkeit.htm](http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_faehigkeit.htm) (20.07.2016)

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

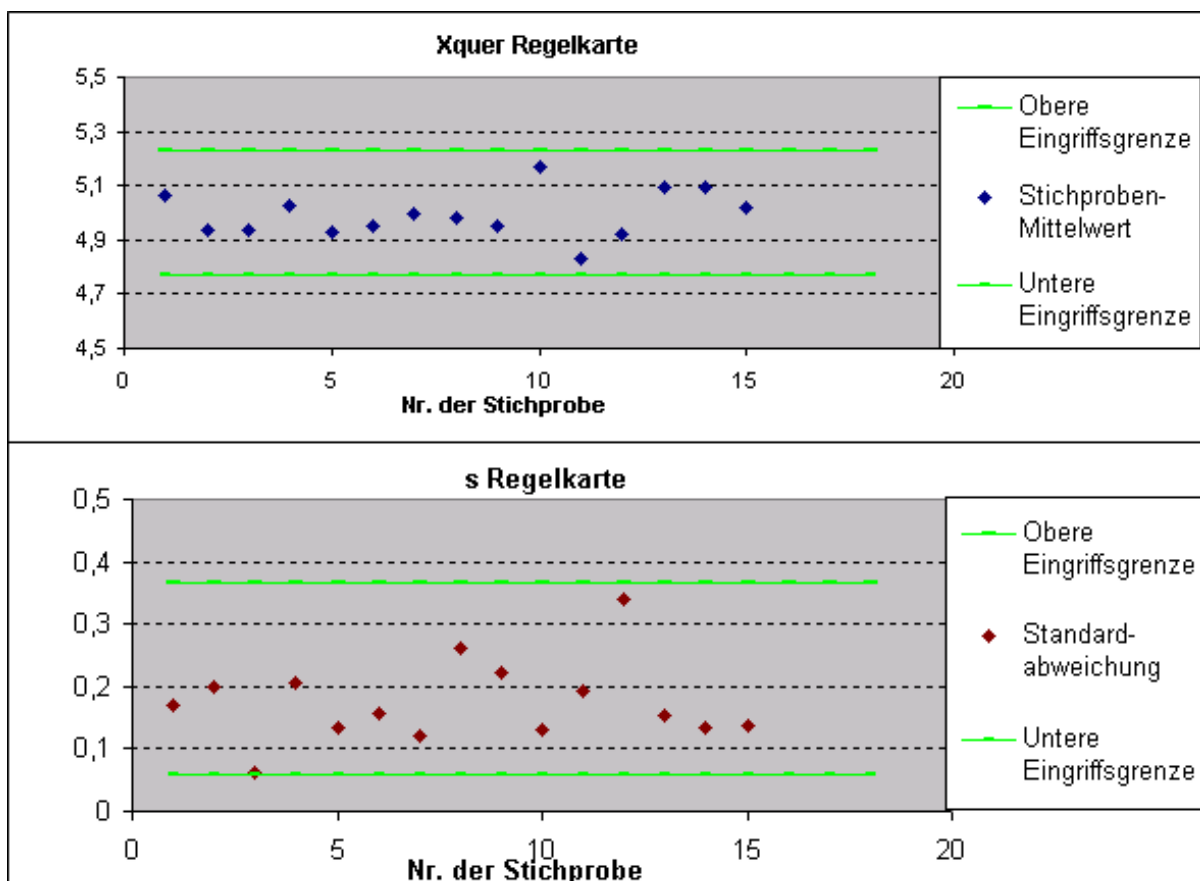
**Formel 5 Spannweite**

$x_{\max}$  = höchster Einzelwert

$x_{\min}$  = niedrigster Einzelwert

Zudem werden meist durch eine Kurzzeit-PFU, die Eingriffsgrenzen ermittelt, die dem Maschinenbediener signalisieren, wann in den Prozess eingegriffen werden muss.

Die wichtigsten Qualitätsregelkarten sind die Shewart Karten und die Annahme-Qualitätsregelkarten, die in den typischen Kombinationen  $x/s$  - Karte,  $\bar{x}/s$  - Karte oder  $\bar{x}/R$  - Karte angewandt werden (Abbildung 8 Darstellung  $\bar{x}/s$  - Regelkarte). Bei den Shewart Karten werden die Eingreifgrenzen (Obere/Untere Eingriffsgrenze) unabhängig von den vorgegebenen Toleranzen ausschließlich basierend auf den Daten eines Vorlaufes ermittelt. Im Gegensatz dazu erfolgt bei Annahme-Qualitätsregelkarten die Berechnung der Eingriffsgrenzen in Abhängigkeit der vorgegebenen Toleranzgrenzen.<sup>29</sup>



**Abbildung 8** Darstellung  $\bar{x}/s$  - Regelkarte (reiter1.com/Glossar/spc\_detailliert.htm, 2016)

<sup>29</sup> online: [quality.kenline.de/seiten\\_d/spc\\_QRK.htm](http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_QRK.htm) (21.07.2016)

Nach dem Prinzip der ständigen Qualitätsverbesserung hat sich die Anwendung einer Shewart Regelkarte als sinnvoll erwiesen. Ausgehend von der Shewart Qualitätsregelkarte, bei dem die Eingriffsgrenzen auf Basis der Streuung der Mittelwerte bestimmt werden, ist es sinnvoll, die Prozessstreuung in zufällige und systematische Streuung zu unterteilen. Liegt eine zufällige Streuung vor, so wurden alle Stabilitätsregeln für den Prozess eingehalten. Liegen systematische Einflussgrößen in einem Prozess vor, so wirken sich diese als systematische Streuung aus und werden als Stabilitätsverletzungen angesehen. Stabilitätsverletzungen sind:

- Überschreitung der oberen Eingriffsgrenze
- Unterschreitung der unteren Eingriffsgrenze
- 7 aufeinanderfolgende Werte oberhalb/unterhalb der Mittellinie  $\triangleq$  RUN
- 7 hintereinander folgende Intervalle aufsteigend/absteigend  $\triangleq$  Trend
- 40% der Punkte und weniger liegen innerhalb des mittleren Drittels.<sup>30</sup>

## 4.7 8D-Report

### 4.7.1 Definition

Der 8D-Report ist ein Dokument, der im Rahmen des Qualitätsmanagements bei einer Reklamation intern sowie zwischen Lieferant und Kunde ausgetauscht wird. 8D steht dabei für acht obligatorische Disziplinen bzw. Prozessschritte, die bei der Abarbeitung einer Reklamation erforderlich sind und auf einem Formblatt klar und übersichtlich dargestellt werden (siehe Anhang 8 8D-Report Formblatt). Man beginnt mit einer klaren und vollständigen Beschreibung bzw. Eingrenzung des Problems. Danach werden Sofortmaßnahmen eingeleitet, die dafür sorgen, dass der Kunde mit dem Problem nicht mehr konfrontiert ist. Nach einer Ursachenanalyse werden Maßnahmen zur Korrektur des Fehlers entwickelt. Diese müssen auf ihre Wirksamkeit geprüft und anschließend im Unternehmen verankert werden. Nach Abschluss der Problemlösung sind die gewonnenen Erkenntnisse sowohl für andere, bestehende und für zukünftige Produkte bzw. Prozesse verfügbar zu machen. Im 8D-Report werden die Art der Beanstandung, der Verantwortlichkeiten und die Maßnahmen zum Beheben des Mangels, festgeschrieben.<sup>31</sup> Der 8D-Report ist durch den Verband der Automobilindustrie (VDA) standardisiert.

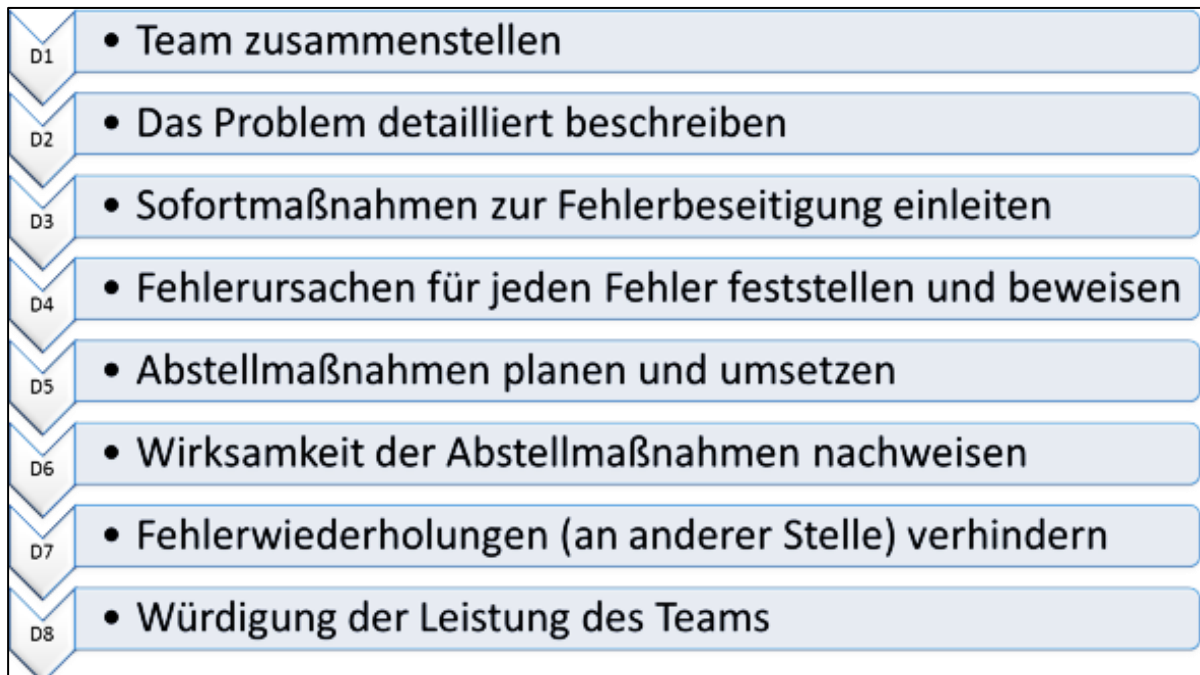
---

<sup>30</sup> vgl.: Bureau Veritas Industry Services -SPC-, 2015, Seite 28

<sup>31</sup> vgl.: Jung, 2011, Seiten 16-42; 66-70

### 4.7.2 Anwendungsgebiete

Der 8D-Report kommt bei Problemen zur Anwendung, die neben der nachhaltigen Problembeseitigung auch Sofortmaßnahmen erfordern. Der 8D-Report ist universell einsetzbar. Anwendungsgebiete sind aufgetretene Probleme im Rahmen von Produkterprobungen, Anlagenstörungen oder auch bei Arbeitsunfällen. Am häufigsten eingesetzt wird er aber zur Abarbeitung von Kundenreklamationen. Anhand dieser Anwendung wird das Vorgehen veranschaulicht (Abbildung 9 Schritte des 8D-Report) und anschließend werden die acht Schritte näher erläutert.<sup>32</sup>



**Abbildung 9** Schritte des 8D-Report (know-now.de/wp-content/uploads/2013/08/8D.png, 2016)

<sup>32</sup> online: [tqm.com/beratung/8d-report-methode/8d-report\(10.10.2015\)](http://tqm.com/beratung/8d-report-methode/8d-report(10.10.2015))

### 4.7.3 Schritte des 8D-Report

#### 4.7.3.1 Team zusammenstellen

Nach dem ein Problem erkannt wurde, erfolgt der Start des 8D-Report. Der erste Schritt umfasst die Bildung des 8D Problemlösungsteams unter Führung eines Teamleiters. Der Teamleiter ist für die korrekte Durchführung der acht Schritte verantwortlich. Die Mitglieder des Teams müssen über ausreichende Prozess- und Produktkenntnisse verfügen, sowie mit den notwendigen Kenntnissen und Kompetenzen ausgestattet sein, um das Problem auf seine Ursachen zu analysieren und Korrekturmaßnahmen einleiten zu können.

#### 4.7.3.2 Problem detailliert beschreiben

Im zweiten Schritt finden erstmals intensive Teambesprechungen statt. Die Aufgabe des Teams ist es, das Problem möglichst klar und vollständig zu definieren und abzugrenzen. Alle relevanten Informationen sind zweckmäßig aufzubereiten. Darüber hinaus geht es aber auch darum, alle Beteiligten auf den gleichen Wissensstand zu bringen. Vor allem mithilfe von vereinbarten Spezifikationen (z. B. Zeichnungen oder Stücklisten) wird man zunächst den Fehler, das heißt die Abweichung von der mit dem Kunden vereinbarten Vorgabe, definieren. Der Unterschied zwischen dem Soll-Zustand und dem Ist-Zustand muss klar beschrieben werden.

Zur Erfassung und Darstellung des Fehlers in Form von Zahlen und Fakten können die Instrumente Fehlersammelkarten oder Histogramme genutzt werden. Um die Bedeutung des Problems auszumachen, sind die Auswirkungen des Fehlers beim Kunden zu ermitteln. Außerdem ist der vom Fehler betroffene Teileumfang, auch Charge genannt, auf Basis von Aufzeichnungen aus der Produktion einzugrenzen. Dazu dienen z. B. Lebenslaufkarten, Prüfaufzeichnungen und Lieferpläne.<sup>33</sup>

#### 4.7.3.3 Sofortmaßnahmen einleiten

Noch vor der Suche nach den Ursachen für den Fehler muss der Kunde vor den Auswirkungen geschützt werden. Daher müssen zunächst sämtliche fehlerhafte Teile aus dem Umlauf genommen werden. Dazu erfolgt üblicherweise eine Sortierprüfung in der gesamten Lieferkette z.B. im Wareneingang, in der eigenen Fertigung, im Lager oder sogar beim Kunden vor Ort. Anschließend müssen Maßnahmen getroffen werden zur Sicherstellung der Versorgung des Kunden mit spezifikationskonformen Teilen. Ebenso werden oft zusätzliche Prüfungen gefordert, wie die 100 % Sortierprüfung. Zur Aufrechterhaltung der Teileversorgung beim Kunden müssen Sofortmaßnahmen rasch umgesetzt

---

<sup>33</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seiten 637-639

werden. Dazu werden häufig in mehreren Schritten Änderungen am Prozess vorgenommen oder auch zusätzliche Prüfungen, Schulungen von Mitarbeitern oder das Aushängen von Qualitätswarnungen eingeplant. Durch eine gute Dokumentation dieser Sofortmaßnahmen ist später nachvollziehbar, wann welche Änderung in den Prozess eingeflossen ist. Dieser dritte Schritt erfolgt in der Regel in enger Abstimmung mit dem Kunden. Dieser wird zum Teil in die Festlegung der Sofortmaßnahmen mit eingebunden.

#### 4.7.3.4 Fehlerursachen feststellen und analysieren

Das Vorgehen in Schritt vier erfolgt zweistufig. Zuerst muss sich das Team einen Überblick über die möglichen Ursachen des Problems verschaffen. Anschließend müssen die tatsächlichen Ursachen identifiziert und deren Einfluss auf das Problem geeignet dargestellt werden. Dies erfolgt in der Regel mithilfe des Ursachen-Wirkungs-Diagramms oder der 5-Why-Methode. An dieser Stelle kann es zweckmäßig sein, die identifizierten Fehlerursachen zu priorisieren. Neben der Identifikation der Ursachen, die für das Auftreten des Fehlers verantwortlich waren, sind auch die Ursachen dafür zu suchen, dass der Fehler nicht erkannt wurde und so zum Kunden durchdringen konnte. Als zweites müssen die tatsächlichen Ursachen identifiziert und die Zusammenhänge zwischen diesen Ursachen und dem aufgetretenen Fehler ermittelt werden. Dazu können einfache Werkzeuge, wie z. B. das Verlaufdiagramm, das Histogramm, das Korrelationsdiagramm oder die Fehlersammelkarte genutzt werden. Am Ende von Schritt vier sind die Kernursachen des Problems bekannt. Mit ihnen muss der in Schritt zwei beschriebene Fehler vollständig erklärbar sein.<sup>34</sup>

#### 4.7.3.5 Abstellmaßnahmen planen und umsetzen

Der fünfte Schritt umfasst die Entwicklung, Bewertung und Festlegung von Abstell- bzw. Korrekturmaßnahmen. Diese sind anschließend auf ihre Wirksamkeit zu prüfen. Die Korrekturmaßnahmen müssen die Kernursachen des Problems nachhaltig beseitigen. Typische Beispiele für Korrekturmaßnahmen sind Änderungen von Bauteilzeichnungen, an Werkzeugen, der Umbau von Vorrichtungen und Anlagen oder die Adaptierung von Steuerungsprogrammen. Bei der Planung der Korrekturmaßnahmen muss auch auf deren langfristige Wirkung geachtet werden. Es ist sicherzustellen, dass der vorhandene Fehler nicht nach einer gewissen Zeit erneut auftreten kann. Daher wird in diesem Schritt beispielsweise auch die Eignung des laufenden Schulungsprogramms oder die Vorgehensweise in Wartung und Instandhaltung beurteilt. Anschließend ist mithilfe einer Wirksamkeitsprüfung nachzuweisen, dass durch die Korrekturmaßnahmen der in Schritt zwei beschriebene Fehler beseitigt wurde.

---

<sup>34</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seiten 640-641

#### 4.7.3.6 Wirksamkeit der Abstellmaßnahmen prüfen

Nachdem in Schritt fünf nachgewiesen ist, dass die geplanten Abstellmaßnahmen den Fehler beseitigt haben, müssen diese nachhaltig in der Organisation verankert werden. Zur Verankerung der Korrekturmaßnahmen ist es unter anderem erforderlich, die Vorgabedokumente entsprechend zu aktualisieren. Dies betrifft z. B. Arbeits- und Prüfanweisungen, Kontroll-Pläne, Schulungspläne oder Instandhaltungspläne. Wurden Änderungen an Werkzeugen oder Vorrichtungen vorgenommen, so sind auch die zugehörigen Konstruktionszeichnungen auf den aktuellen Stand zu bringen. Andernfalls würde der Fehler nach der Anfertigung eines Ersatzwerkzeuges wieder auftreten. An dieser Stelle ist der Kunde in der Regel spätestens einzubinden, sofern die Auswahl und Festlegung der Korrekturmaßnahmen nicht ohnehin bereits gemeinsam mit dem Kunden getroffen wurde. Für den Nachweis auf Wirksamkeit der Abstellmaßnahmen werden üblicherweise Fertigungsversuche, Fähigkeitsuntersuchungen wie Maschinen- oder Prozessfähigkeiten sowie temporäre Kontrollen oder Audits wie System- oder Versandaudits eingesetzt. Mit der organisatorischen Verankerung der Problemlösung sind die noch laufenden Sofortmaßnahmen wie die 100 %-Prüfung aufzuheben. Es kann jedoch aufgrund von Kundenforderungen erforderlich sein, die 100 %-Sortierprüfung weiterhin parallel zu den etablierten Korrekturmaßnahmen aufrechtzuerhalten. Diese Prüfungen werden dann erst nach einer gewissen Zeit eingestellt, in der eine fehlerfreie Produktion nachgewiesen wurde. Der Zeitraum kann individuell mit dem Kunden vereinbart werden.<sup>35</sup>

#### 4.7.3.7 Fehlerwiederholung verhindern

Mithilfe der ersten sechs Schritte wurde das konkrete Problem nachhaltig beseitigt. Zielsetzung dieses siebten Schrittes ist es, die gewonnenen Erkenntnisse für andere bereits bestehende und auch für zukünftige Produkte bzw. Prozesse verfügbar zu machen. Dabei sind die aktuell zur Anwendung kommenden Praktiken und Verfahren weiterzuentwickeln. Um das Auftreten des gleichen Problems bei anderen bestehenden Produkten bzw. Prozessen auszuschließen, wird man ähnliche Produkte bzw. Prozesse analysieren und prüfen, ob die getroffenen Korrekturmaßnahmen dort ebenfalls zweckmäßig wären. Dies kann erfolgen durch entsprechender Information der relevanten Abteilungen über das Problem und der realisierten Lösung. Daraufhin können die Verantwortlichen in ihren Bereichen die entsprechenden Vorbeugungsmaßnahmen treffen. Ebenso wäre es auch möglich, Auditchecklisten zu ergänzen, sodass die relevanten Prozesse im Zuge von Audits auf dieses mögliche Problem hin überprüft werden. Um die gewonnenen Erkenntnisse für zukünftige Produkte/ Prozesse verfügbar zu machen, ist das zentrale Werkzeug die FMEA.

---

<sup>35</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seiten 642-644



Das ermittelte Problem wird in eine FMEA-Checkliste oder eine FMEA-Datenbank aufgenommen, um sicherzustellen, dass bei der Durchführung einer FMEA für neue Produkte bzw. Prozesse das aufgetretene Problem mit in Betracht gezogen wird.

#### 4.7.3.8 Würdigung der Teamleistung

Im achten und letzten Schritt erfolgt der Abschluss des Problemlösungsprozesses. Der Teamleiter muss sich davon überzeugen, dass alle im Rahmen des Problemlösungsprozesses vereinbarten Maßnahmen umgesetzt und erfolgreich eingesetzt werden. Der Problemlösungsprozess wird formal abgeschlossen. Der Teamleiter informiert sein Team über den erfolgreichen Abschluss und bedankt sich für die Unterstützung. Danach erfolgt noch eine kurze zusammenfassende Stellungnahme zum Stand der Bearbeitung. Hier wird noch mal erläutert, welche Maßnahmen eingeführt wurden um das aktuelle bestehende Problem zu beheben und dies auch nachhaltig zu verbessern.<sup>36</sup>

---

<sup>36</sup> vgl.: Jung, 2011, Seiten 30-33

## 5 Einbindung der Tools in den Produktentstehungsprozess

### 5.1 Definition Produktentstehungsprozess

Der Produktentstehungsprozess (PEP) beschreibt die Arbeitsabläufe von der Idee für ein neues Produkt über dessen Herstellung bis hin zum Verkauf. Der Begriff beruht auf dem Gedanken des Geschäftsprozessmanagements und wird vorwiegend im Automotive-Bereich verwendet. Dem PEP vorgelagert sind Grundlagen- sowie Anwendungsforschung und der Serienfertigung als Prozessziel nachgelagert der Produktentsorgungsprozess.

Auf Grund der Erkenntnis, dass die Qualität in der Produktentstehung die Qualität in der Produktfertigung bestimmt, wird der Produktentstehungsprozess zunehmend als erzeugender Prozess in den Produktlebenszyklus integriert.<sup>37</sup>

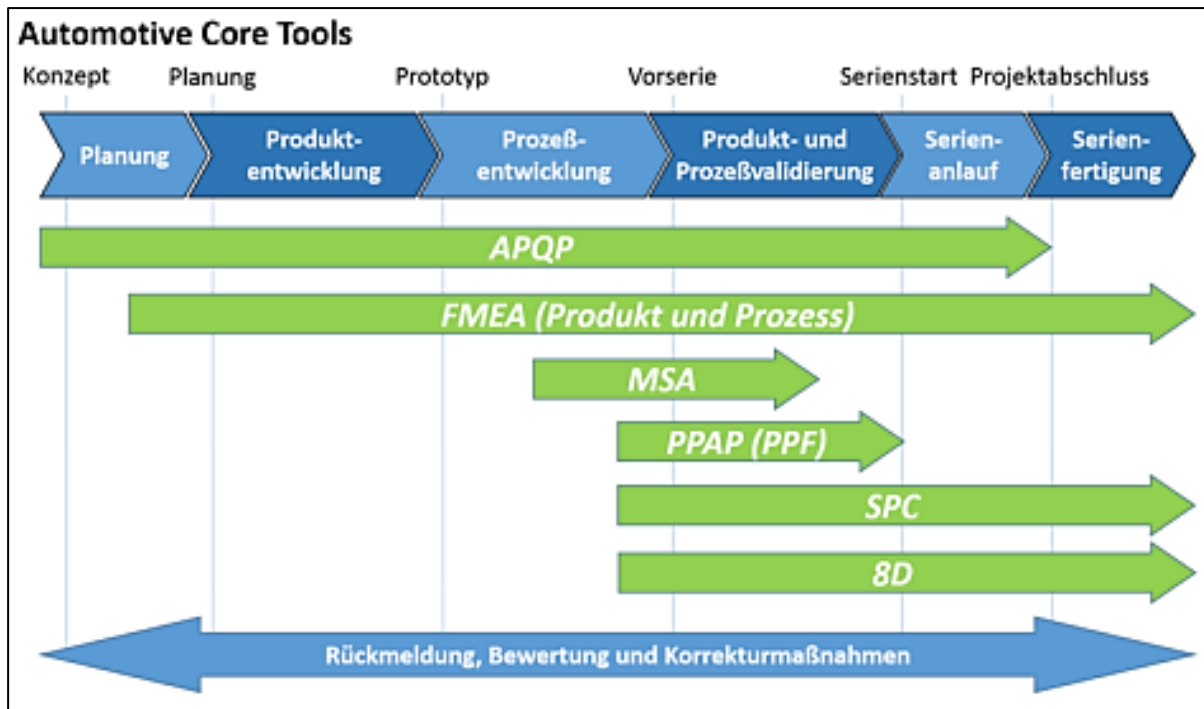
### 5.2 Allgemeines

Die konsequente Anwendung der Automotive-Core-Tools sind wesentlicher Qualitätsgarant innerhalb des Produktentstehungsprozesses und wurden daher in den vorstehenden Unterpunkten ausführlich beschrieben. Neben den in den Core Tools implementierten Dokumenten, Methoden und Werkzeugen kommen noch weitere in den einzelnen Phasen zum Tragen. Die im Rahmen der Qualitätsvorausplanung eingesetzten Dokumente und Methoden werden durch den Autor nachfolgend aufgeführt und näher betrachtet. Der Produktentstehungsprozess ist in sechs einzelne Teilbereiche, auch Phasen genannt, gegliedert und wird in seiner Gesamtheit als „Phasenmodell“ bezeichnet. Zu den Phasen gehören die Planungsphase, die Produktentwicklungsphase, die Prozessentwicklungsphase, die Produkt- und Prozessvalidierungsphase sowie die Serienanlaufphase und die Serienfertigung. Innerhalb der einzelnen Phasen erfolgt zu den genutzten Methoden und erstellten Dokumente immer eine Beurteilung und Rückmeldung, ob diese richtig sind und richtig bzw. an geeigneter Stelle eingesetzt werden. Die letzte Phase „Serienfertigung“ wurde nicht berücksichtigt, da im Rahmen der Aufgabenstellung die Qualitätsvorausplanung nur bis zum Projektabschluss zu betrachten ist. Die in den jeweiligen Produktentstehungsphasen erzielten Ergebnisse wirken phasenübergreifend und lassen sich somit nicht auf diese eingrenzen. Dem wird bei der Erarbeitung der für die Prozessbegleitung und Prozessüberwachung erforderlichen Checkliste unter Punkt 6.2 Rechnung getragen. Die erstellte erforderliche Checkliste zur Qualitätsvorausplanung im PEP befindet sich im Anhang (siehe Anhang 9 Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP). Gleichwohl sind die erarbeiteten Ergebnisse aus der jeweiligen Phase Input für die nächstfolgende Phase.

---

<sup>37</sup> online: [cip-delta.eu/downloads/bericht\\_pep\\_der-schlüssel-zum-erfolgreichen-p.pdf](http://cip-delta.eu/downloads/bericht_pep_der-schlüssel-zum-erfolgreichen-p.pdf) (26.07.2016)

Im Falle geänderter Kundenvorgaben oder in Folge neuer gesetzlicher oder technischer Vorschriften/ Vorgaben müssen die betroffenen Prozesse nach entsprechender Analyse neu überarbeitet und angepasst werden. Den phasenübergreifenden Wirkungen von Prozessänderungen Rechnung tragend, müssen auch alle auf dem ursprünglichen Prozess basierenden Prozessschritte und Dokumente überdacht, neu abgestimmt oder sogar neu entwickelt werden (Abbildung 10 Übersicht PEP unter Einbindung der Automotive Core Tools).



**Abbildung 10** Übersicht PEP unter Einbindung der Automotive-Core-Tools  
([tischner.com/was-wir-bieten/quality-engineering-automotive-core-tools/](http://tischner.com/was-wir-bieten/quality-engineering-automotive-core-tools/), 2016)

### 5.3 Planungsphase

Der Planungserstellung geht eine Anfrage durch den Kunden voraus, ob beim Lieferant (Linamar) freie Kapazitäten für den gewünschten Auftrag vorhanden sind. Die zu beachtenden und gewünschten Kundenvorgaben sind aus dem Lastenheft zu entnehmen. Gemäß DIN 69901-5 beschreibt das Lastenheft die „vom Auftraggeber festgelegte Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers innerhalb eines Auftrages“.<sup>38</sup>

Die Anforderungen in einem Lastenheft sollten so allgemein wie möglich und so einschränkend wie nötig formuliert sein. Weiterhin ist im Lastenheft festgehalten, welche Normen und Standards bei der Herstellung des angefragten Bauteils einzuhalten sind. Außerdem enthält das Lastenheft die kundeneigenen spezifischen Forderungen.

Um die Kundenanforderungen auftragsgemäß umzusetzen und realisieren zu können, findet beim Lieferanten zunächst eine Machbarkeitsanalyse statt. In dieser wird festgestellt, ob die spezifischen Kundenvorgaben, unter Einhaltung gesetzlicher, arbeitsrechtlicher und umweltrechtlicher Vorgaben, auf Basis bereits vorhandener technischer Anlagen, Ressourcen und Kapazitäten realisierbar sind. Aus dieser Analyse heraus, wird ein Pflichtenheft erstellt. Ein Pflichtenheft erfasst nach DIN 69901-5 „die vom Auftragnehmer erarbeiteten Realisierungsvorgaben aufgrund der Umsetzung des vom Auftraggeber vorgegebenen Lastenhefts“.<sup>39</sup> Die Anforderungen des zuvor ausgearbeiteten Lastenhefts sind nun mit technischen Festlegungen der Betriebs- und Wartungsumgebung verknüpft. Nachdem der Kunde das Pflichtenheft eingesehen, eventuelle Änderungswünsche vorgebracht hat und diese mit dem Lieferant (Linamar) abgestimmt wurden, erfolgt der Abschluss eines Vertrages, in dem u.a. der Zeitpunkt der ersten Teilelieferungen, die zu liefernden Mengen des Bauteils und die zu planenden Abrufe festgehalten sind. Zudem wird zwischen Kunden/ Lieferant eine gegenseitige Qualitätssicherungsvereinbarung (QSV) unterzeichnet. Diese beinhaltet Forderungen und Maßnahmen um die Qualität gleichbleibend über den ganzen Zeitraum des Projektes sicherzustellen. Wesentlicher Bestandteil der QSV ist die Anwendung der im Automotive-Bereich verbindlich geregelten **Core Tools**. Weiterer Inhalt ist u.a. die Erstellung eines Kontrollplanes bis hin zur Festlegung von Verpackungsvorschriften. Im Anschluss an die unterzeichneten Verträge erfolgt beim Lieferanten die Zusammenstellung **eines APQP Teams** unter konkreter Festlegung von Verantwortlichkeiten. Durch das Team ist nun ein zeitlicher Projektplan zu erstellen, damit eine Übersicht vorhanden ist, welche Schritte innerhalb des PEP bis zu welchem Termin erledigt sein müssen. Das APQP-Team legt alle Maßnahmen und Methoden fest, trifft Entscheidungen und erstellt Dokumente bis das Projekt

---

<sup>38</sup> online: [projektmagazin.de/glossarterm/lastenheft](http://projektmagazin.de/glossarterm/lastenheft) (23.07.2016)

<sup>39</sup> online: [projektmagazin.de/glossarterm/pflichtenheft](http://projektmagazin.de/glossarterm/pflichtenheft) (23.07.2016)

abgeschlossen ist bzw. die Serienfertigung anläuft. Diese Phase wird mit der Erstellung des Projektplanes als Basis für die weitere Vorgehensweise (Schritte) innerhalb des Produktentstehungsprozesses abgeschlossen. Bereits in der Planungsphase findet übergreifend auf die Produktentwicklungsphase eine Design-FMEA in Verbindung mit einer eventuellen Design-Überarbeitung statt. Diese muss durchgeführt werden, um bereits hier Risiken von Fehlern in der Entwicklung oder Mängel in der Entwurfsauslegung frühzeitig aufzuzeigen.<sup>40</sup>

## 5.4 Produktentwicklungsphase

In der Produktentwicklungsphase müssen alle Designaspekte berücksichtigt und sichergestellt sein, die Produktionsmengen und Zeitvorgaben eingehalten und die technischen Forderungen an das Produkt erfüllt werden. In diesem Abschnitt wird die angefangene **Design-FMEA** fortgesetzt und beendet. Nachdem innerhalb der FMEA alle Schwachstellen ermittelt wurden, ist die Designauslegung anzupassen, sodass die Fehlerrisiken minimiert sind. Das Design für die herzustellende Produkte oder Bauteile sind fertigungs- und montagerecht auszulegen. Das bedeutet im Einzelnen, dass Produkt sollte so konstruiert sein, dass der Aufwand in Montage und Fertigung auf ein Minimum reduziert wird, allerdings darf es dabei weder zu Einbußen hinsichtlich Qualität, Nutzen oder zu erhöhten Kosten kommen. Das Ergebnis ist mit dem Kunden abzustimmen. Auf Basis des neuen Designs (Entwurfs) wird die technische Zeichnung erstellt. Dies kann kundenseitig erfolgen oder der Lieferant (Linamar) wird beauftragt, diese anzufertigen.

Die technische Zeichnung wird mit einer Zeichnungssoftware in 3D erstellt und aus ihr werden die Teil-Zeichnungen generiert. In den Teil-Zeichnungen sind alle Maße, Form- und Lagetoleranzen sowie Rauheiten beschrieben, denen das herzustellende Produkt entsprechen muss. Weiterhin sind die geltenden Normen, Richtlinien sowie die Materialspezifikation in der Zeichnung vermerkt. Die Materialspezifikation muss so erfolgen, dass diese den Kundenanforderungen genügt. Die technische Zeichnung ist durch den Kunden abzuzeichnen. Auf Basis der bestätigten technischen Zeichnung erfolgt eine Herstellbarkeitsbewertung mit der Aussage, ob das Bauteil/ Produkt, so wie es zeichnerisch dargestellt ist, unter Einhaltung aller festgelegten Spezifikation, Maße, Normen und Richtlinien, gefertigt werden kann. Durch die Herstellbarkeitsbewertung wird auch eine Aussage getroffen, ob u.a. die vorhandenen Fertigungsmaschinen, Werkzeuge und Messeinrichtungen (Messmaschinen) zur Herstellung/ Bearbeitung der Prototypen geeignet sind. Nach dem die Herstellbarkeitsbewertung durch den Lieferant (Linamar) als positiv bewertet wurde, wird auf Basis derer aus der

---

<sup>40</sup> vgl.: Kamiske, 2012, Seiten 81-83

Zeichnung durch die zuständigen Ingenieure von Linamar die besonderen kritischen Produkt- und Prozessmerkmale festgelegt, auf die der Kunde einen hohen Wert legt, sicherheitsrelevant sind und zwingend eingehalten werden müssen. Zu diesen können u.a. Passungen (Einheitsbohrung/Einheitswelle), Rauheitsflächen oder sicherheitsspezifische Merkmale gehören. Weiterhin wird auf Basis der Zeichnung eine Stückliste erstellt, in der beschrieben wird, aus welchen und wie vielen Einzelteilen das erzeugende Produkt oder Bauteil bzw. der Prototyp besteht. Hieraus lässt sich ableiten, wieviel Einzelteile von jeder Sorte immer auf Lager zu halten sind und mit welchen kalkulatorischen Kosten für den Vertrieb zu rechnen ist. Aus der Festlegung wird ein vorläufiger QM-Plan für die Prototypenfertigung erstellt. Die genaue Beschreibung über den Inhalt eines QM-Plans, wird bei der Erstellung des Serien QM-Planes (Punkt 5.5 Produkt- und Prozessvalidierung) erfolgen, da hier schon u.a. die Prozess-FMEA, ein Prüfmittelplan und die Prüfmittelfähigkeiten (MSA) sowie die Maschinen- und Prozessfähigkeiten (SPC) vorliegen bzw. nachgewiesen sein sollten. Auf Basis der erstellten Dokumente und erhaltenen Ergebnisse aus der Produktentwicklungsphase kann ein Prototyp erstellt werden, welcher als Ertrag dieser Phase zu generieren ist.

Ein Prototyp stellt ein für die jeweiligen Zwecke funktionsfähiges, oft aber auch vereinfachtes Versuchsmodells eines geplanten Produktes oder Bauteils dar. Es kann dabei nur rein äußerlich oder auch technisch dem Endprodukt entsprechen. Ein Prototyp dient oft als Vorbereitung für die Serienproduktion. Mit dem Prototyp wird einerseits die Tauglichkeit, andererseits die Akzeptanz geprüft. Entsprechend ist der Prototyp auch ein wesentlicher Entwicklungsschritt im Rahmen des Designs und wird nicht nur in technischen Zusammenhängen genutzt. Dieser wird zusammen mit dem Kunden begutachtet sowie Leistungs- und Materialtests unterzogen, ob der Prototyp mit den festgelegten kundenspezifischen Kriterien und Anforderungen übereinstimmt und so als Vorserie bzw. dann später in Serie gefertigt werden kann. Gleichzeitig mit Erstellung des Prototypens wird mit der Prozessentwicklung begonnen.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> online: [wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/76253/prototyping-v11.html](http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/76253/prototyping-v11.html) (01.08.2016)

## 5.5 Prozessentwicklungsphase

Bei der Prozessentwicklung werden die wichtigsten Aspekte zur Entwicklung eines Produktionssystems benannt, um das Bauteil in hoher Qualität herstellen zu können. In der Prozessentwicklung sind die Messmittelfähigkeitsuntersuchungen **MSA** nachzuweisen sowie ein Mess- und Prüfmittelplan für das jeweilige Projekt zu erstellen.

Aus den vorhandenen Kapazitäten (Messeinrichtungen) im ganzen Unternehmen (Linamar) wird überprüft, ob schon geeignete Messgeräte zur Prüfung der herzustellenden Bauteile auf Basis des Prototypen QM-Planes vorhanden sind oder ob neue angeschafft werden müssen. Nach denen in der Produktentwicklungsphase festgelegten besonderen kritischen Prozess -und Produktmerkmalen werden die geeigneten Mess- und Prüfmittel sowie Messmaschinen gewählt, die sicherstellen, dass die zu messenden Merkmale den auf der technischen Zeichnung geforderten Abmaßen entsprechend gemessen werden können und so die Qualität garantiert wird. Aus dem Messmittelplan für das jeweilige Projekt wird spezifisch für jeden Fertigungsbereich, als Operating Process (OP) bezeichnet, ein individueller Mess- und Prüfmittelplan erstellt. In diesem stehen die Bezeichnung der Messgeräte sowie der Taster-Systeme für die einzusetzenden Messmaschinen, das zu messende Maße mit den einzuhaltenden Toleranzen und ob die Mess- und Prüfmittel kalibriert sowie als fähig eingestuft und wann diese wieder zu prüfen sind. Die Prüfung erfolgt nach MSA wie im Unterpunkt 4.4 bereits beschrieben. Gleichzeitig mit dem anfertigen des Messmittelplanes sind noch die entsprechenden für das Produkt/ Bauteil zugeschnittenen Messprogramme auf Basis der 3D-Zeichnung für die Messmaschinen zu schreiben bzw. zu erstellen. Die Messmaschinen mit den Messprogrammen dienen zur präzisen Vermessung von komplizierten, sicherheitsrelevanten und nicht mit konventionellen Handmess- und Prüfmitteln zu messenden/ prüfenden Merkmalen, um die geforderten Qualitäten zu erreichen und schließlich einzuhalten.

Weiterhin sind die Verpackungsnormen und -vorschriften sowie ein Logistikkonzept festzulegen und so zu gestalten, dass diese den Forderungen aus dem Lastenheft entsprechen. Dabei sollte das Bauteil so sicher wie möglich geschützt verpackt werden, sodass das Produkt ohne Beschädigungen oder Mängel beim Endkunden eintrifft und auch so, dass die Nachschubversorgung nicht unterbrochen wird. Zudem ist das Prozessflussdiagramm sowie die Layout-Planung (Werkstrukturplan) für die Serienfertigung zu erstellen und muss vorhanden sein. Ein Prozessflussdiagramm ist ein Ablaufdiagramm, welches zur Darstellung von Prozessen und Tätigkeiten in der jeweiligen OP zum Einsatz kommt. Es ist eine grafische Darstellung und beschreibt die Arbeitsfolge vom Start des Prozesses (Wareneingang) über die Fertigung bis Ende des Prozesses (Warenausgang).

In jedem einzelnen Ablaufschritt werden genau die Tätigkeiten beschreiben und benannt, die stattfinden und welche Schritte einzuleiten sind, wenn diese dem Standard nicht entsprechen.<sup>42</sup> Die Layout-Planung bezeichnet die räumliche Anordnung von Produktionskapazitäten wie u.a. Maschinen oder Arbeitsplätze. Angewandt wird die Layout-Planung zur Neugestaltung, also zur erstmaligen Bestimmung des Standortes von Produktionseinheiten und bei der Erweiterung um zusätzliche Produktionssegmente sowie bei Umstellung der Materialflussbeziehungen zwischen verschiedenen Produktionseinheiten.<sup>43</sup> In der Prozessentwicklungsphase müssen Teile des Gesamtprozesses, die als kritisch eingestuft wurden, einer **Prozess-FMEA** unterzogen werden, um mögliche Risiken und Fehler vor Beginn des Vorserienstarts frühzeitig zu erkennen. Eventuell ist sogar eine Prozess-FMEA für den kompletten Fertigungsprozess durchzuführen, falls sich eventuell die Fehler der einzelnen Teilprozesse nicht entsprechend identifizieren lassen oder keine geeigneten Optimierungsmaßnahmen entwickelt werden konnten. Was genau eine Prozess-FMEA umfasst und wie diese durchzuführen ist, wurde bereits im Punkt 4.3 FMEA beschrieben.

Während der Prozessentwicklungsphase müssen die geplanten einzusetzenden **Maschinen auf Ihre Fähigkeit (MFU) -SPC-** untersucht werden, ob diese überhaupt in der Lage sind, die geforderte Qualität zu produzieren, die im Lastenheft ausgegeben und in der QSV festgeschrieben wurden sind. Diese Untersuchung ist eine Kurzzeituntersuchung, bei der mindestens 50 Bauteile unter konstanten Rahmenbedingungen (u.a. gleicher Bediener, Material, Temperatur) zu produzieren und zu vermessen sind. Durch diese Prüfung kann festgestellt werden, ob eine Maschine mit ausreichender Sicherheit vor Fehlern produzieren und ob die Maschine die Produkte/ Bauteile immer in gleichbleibende Qualität fertigen kann.

Außerdem verlangen die im Automotive-Sektor tätigen Kunden durch vertragliche Zusicherung, dass nur solche Maschinen eingesetzt werden, die die vereinbarten Spezifikationen erfüllen. Alle ermittelten Ergebnisse der MFU sind zu dokumentieren. Am Ende dieser Phase müssen alle Dokumente und Unterlagen vorhanden sein und vorliegen, sodass mit der Vorserie gestartet werden kann.

---

<sup>42</sup> online: [onpulsion.de/lexikon/flussdiagramm/](http://onpulsion.de/lexikon/flussdiagramm/) (27.07.2016)

<sup>43</sup> online: [protema.de/materialfluss-und-layoutplanung.html](http://protema.de/materialfluss-und-layoutplanung.html) (22.07.2016)



## 5.6 Produkt- und Prozessvalidierungsphase

Die Produkt- und Prozessvalidierung soll Schwachpunkte und Unzulänglichkeiten vor Beginn der Serienproduktion aufzeigen. Die ISO 9000:2015 definiert eine Validierung als eine „Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass die Anforderungen für einen spezifischen beabsichtigten Gebrauch oder eine spezifische beabsichtigte Anwendung erfüllt worden sind.“<sup>44</sup>

Die Validierung ist die Methode der Bewertung eines Produktes oder Prozesses im Verlauf oder am Ende einer Phase oder eines Projekts, um zu gewährleisten, dass die Produkte oder Prozesse mit den vorgegebenen Anforderungen konform sind. Die objektive Bestätigung, die für eine Validierung notwendig ist, wird aus den Ergebnissen von Tests (Material- oder Leistungstest) oder Untersuchungen wie (Maschinenfähigkeit, Design-FMEA oder Prozess-FMEA) nachgewiesen.

Es wird Prozessübergreifend von der Prozessentwicklungsphase das Vorserienprodukt einer Bemusterung nach **PPAP** unterzogen. Durch die Bemusterung nach PPAP wird nachgewiesen, ob alle Anforderungen nach den technischen Entwicklungsunterlagen und die Spezifikationen des Kunden richtig verstanden wurden und innerhalb des Serienanlaufs sowie anschließend auch in der Serienfertigung in der Lage sind, Bauteile herzustellen. Damit die Anforderungen erfüllt werden, sind innerhalb der Bemusterung verschiedene Dokumente die vorhanden sein müssen, nachzuweisen. Die im PPAP nachzuweisenden Dokumente bestehen zum Teil auch aus Elementen der Automotive-Core-Tools. Die genauen Anforderungen und Dokumente sind bereits durch den Autor im Unterpunkt 4.5.2 ausführlich und übersichtlich dargestellt wurden. Ein wichtiges Dokument, welches den kompletten Fertigungsprozess mit den einzelnen auszuführenden Bearbeitungsschritten beschreibt und nach PPAP-Vorgaben vorhanden sein muss, ist der Serien-Qualitätsmanagementplan. Der Serien-QM-Plan ist in dieser Phase auszuarbeiten und zu erstellen, inklusive der entsprechenden Unterlagen und Dokumente. Der QM-Plan, auch als Kontrollplan bezeichnet, ist eine tabellarische, prozessabschnitts- und ablaufbezogene Aufstellung und gibt Auskunft über alle Prozessschritte, die möglichst detailliert und chronologisch sein sollten, sowie die Abläufe, Arbeitsweisen, Tätigkeiten, Anforderungen, Hilfsmittel und notwendige Ressourcen in dem jeweiligen Prozessschritt. Weiterhin sind die zu benutzenden und entstehenden (Qualitäts-) Dokumente (Vorgaben/ Aufzeichnungen), die Prüfschritte, Prüfverfahren und die konkreten Prüftätigkeiten mit den fähigen Mess- und Prüfmitteln in dem Kontrollplan näher zu beschreiben. Ebenfalls muss der zugehörige Prüfstatus sowie das Zeichen für die Freigabe der Ergebnisse des Prozessschrittes, sowie die Identifikationsarten und -zeichen zum Auffinden und Rückverfolgen der

---

<sup>44</sup> online: [johner-institut.de/blog/qualitaetsmanagement-iso-13485/definition](http://johner-institut.de/blog/qualitaetsmanagement-iso-13485/definition) (11.08.2016)

Prozessschrittigkeiten und -ergebnisse dokumentiert sein. Der Hinweis zu den untersetzenden, mitgeltenden Unterlagen in diesem Prozessschritt muss vorliegen und ist mit auszugeben.<sup>45</sup>

Zu den mitgeltenden Unterlagen, als Teil des Kontrollplanes, zählen die Firststoff-Protokolle, Qualitätsregelkarten, Kontrollkarten und Checklisten Wareneingang/ Warenausgang. Diese werden als Dokumentationspflicht geführt und befinden sich an jeder Maschine/ Station an den jeweiligen OP`s. Die Firststoff-Protokolle werden nach längerem Maschinenstillstand wie z.B. nach einer Wartung zur Eintragung der Maße nach dem ersten produzierten Teil benötigt. In die Kontrollkarten und Qualitätsregelkarten werden die Abmaße, die der Werker an der OP mit Hilfe von Handmess- und Prüfmitteln misst, eingetragen. Die Kontrollkarten sind tabellarisch aufgebaut und in ihnen werden die Bezeichnungen, die Prüfmaße inklusive der Toleranzen und welches Messmittel zu benutzen ist, angegeben. Weiterhin ist die Prüffrequenz, die Auskunft gibt, wie oft ein Teil gemessen werden muss, enthalten. Die Qualitätsregelkarten werden meist nur für ein zu messendes wichtiges Maß, wie Passungen, eingesetzt. Bei diesem setzt der Werker nur Datenpunkte auf die Qualitätsregelkarte und so kann er sehen, ob das Maß in Ordnung, nicht in Ordnung sowie ob ein möglicher Trend der Messung zu erkennen ist. Bei den Checklisten vom Wareneingang erfolgt z.B. die Kontrolle auf Risse, Lunker, Porosität, Restschmutz, Fehlstellen, Korrosion, Härte, Gratreste und Kernrückstände. Ebenfalls muss die dokumentierte Materialspezifikation vorliegen. Ist das alles soweit in Ordnung, erfolgt daraufhin die Freigabe in die Fertigung. Beim Warenausgang wird geprüft z.B. ob die Teile-Nr. vorhanden ist, ob die Teile Beschädigungen aufweisen und weitere Kriterien laut Checkliste der Endkontrolle (Warenausgang). In Verbindung mit dem QM-Plan sind zu jeweiligen OP`s die entsprechenden Arbeits- und Prüfanweisungen zu entwickeln und zu etablieren. Die Arbeits- und Prüfanweisungen sind Anweisungen, die Inhalt und Vorgehensweisen für die an einem bestimmten Arbeitsplatz durchzuführenden Arbeitsschritte und Prüfungen beschreiben unter Einhaltung eines bestimmten Prüfloses.<sup>46</sup>

In einer Arbeitsanweisung wird detailliert geregelt, wie bestimmte Arbeitsaufgaben abzarbeiten sind. Der Werker verwendet die Prüfanweisung als Vorgabe für die Prüfung der zu bearbeitenden Bauteile. Nach anschließender Überprüfung des QM-Planes auf Richtigkeit, sowie der zugehörigen Dokumente wie u.a. der Arbeits- oder Prüfanweisungen, erfolgt hier die Freigabe durch den zuständigen Qualitätsleiter. Weiterhin ist innerhalb der Produkt- und

---

<sup>45</sup> vgl.: Brüggemann, 2012, Seiten 152-153

<sup>46</sup> online: [tqm-services.de/dokumente/excel-tool-qm-plan-nach-vda/view](http://tqm-services.de/dokumente/excel-tool-qm-plan-nach-vda/view) (26.07.2016)

Prozessvalidierung ein geeignetes Reklamationswerkzeug zu wählen und einzuführen, um bei Abweichungen oder fehlerhaften Bauteilen/ Produkten eine schnelle und ergebnisorientierte Lösung zu finden. Hier hat sich der **8D-Report**, der Üblicherweise zum Standard in der Automotive-Branche gehört, erfolgreich etabliert. Die acht Schritte des Reklamationsmanagements sorgen dafür, dass durch deren Abarbeitung keine Maßnahmen oder Handlungen vergessen werden und so Lücken in der Dokumentation entstehen. Zudem dient er als Nachweisdokument gegenüber dem Kunden. Durch das Reklamationsmanagement werden die Probleme, die zu dem fehlerhaften Bauteil geführt haben recht schnell identifiziert, analysiert und auf deren Basis Sofortmaßnahmen eingeleitet, damit zum Kunde keine weiteren fehlerhaften Produkte geliefert werden. Durch eine sorgfältige Analyse der Fehler bzw. Probleme werden so treffende Abstellmaßnahmen erarbeitet, die anschließend im Unternehmen zu verankern sind. Die **System-FMEA** spielt in dieser Phase ebenfalls eine wichtige Rolle. Mit Hilfe der System-FMEA wird das funktionsgerechte Zusammenwirken einzelner Baugruppen und Ihrer Verbindung, zur Vermeidung von Fehlern bei der Systemauswahl in einem komplexen Gesamtsystem untersucht. Neben der Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, wird bei der Analyse besonders auf die Sicherheit und Zuverlässigkeit geachtet. Die System-FMEA wird sowohl für das einzelne Produkt/ Bauteil sowie einen einzelnen Fertigungsprozess durchgeführt. Neben der durchzuführenden System-FMEA ist der Prozess auch selbst nochmal zu untersuchen. Dazu dient eine **vorläufige Prozessfähigkeitsuntersuchung**. Mit dieser Methode sollen neben der vorläufigen Leistung und Prozessfähigkeit  $P_p$  und  $P_k$  auch die Kurzstabilität des Prozesses nachgewiesen werden. Zur Bestimmung werden 125 hintereinander gefertigte Bauteile generiert und in Stichproben zu je fünf Teilen ( $n = 5$ ) zerlegt. Als Berechnungsgrundlage mit den Formeln dient hierbei die Messmittelfähigkeitsuntersuchung mit den entsprechenden Indizes für die vorläufige Prozessuntersuchung.<sup>47</sup> Die Stabilität wird durch den Einsatz von prozessbegleitenden Qualitätsregelkarten dargestellt. Vor Serienstart müssen die Mitarbeiter, die das Projekt betreuen bzw. begleiten sollen, eine bauteilbezogene und projektspezifische Schulung erhalten, damit die Mitarbeiter wissen, welche Qualitätsmerkmale und Zeichnungsmaße/ Prüfmaße einzuhalten sowie zu messen sind. Gerade bei sicherheitsrelevanten Merkmalen sollten so die Mitarbeiter noch einmal auf Einhaltung der entsprechenden Qualitätsvorgaben sensibilisiert werden. Durch eine Schulung ist auch der richtige Umgang und die Anwendung mit den einzusetzenden Mess- und Prüfmitteln zu klären und zu zeigen sowie die richtige Durchführung von einer ordnungsgemäßen Dokumentation an den einzelnen Arbeitsplätzen.

---

<sup>47</sup> vgl.: Faes, 2009, Seiten 141-165

Nach Erfüllung und Vorliegen aller Dokumente sowie Einhaltung aller mit den Kunden vereinbarten Spezifikationen darf mit der Serienfertigung begonnen werden, welches gleichzeitig auch als Ziel dieser Phase ausgegeben wurde.

## 5.7 Serienanlaufphase

Bevor ein Produkt zum Endkunde versandt wird, erfolgen in der Serienanlaufphase zusätzliche temporäre Kontrollen, auch Safe Launch genannt, um auszuschließen, dass der Endkunde fehlerhafte Teile erhält. Diese Prüfung wird über einen festgelegten Zeitraum (i. d. R. 3 Monate) durchgeführt. In dieser Zeit dürfen keine fehlerhaften Bauteile gefunden werden. Erst danach beginnt der Serienstart ohne zusätzliche Kontrollen.

Safe Launch Kontrolle ist eine Methode, um sicherzustellen, dass Risiken beim Anlauf gemindert werden und Probleme so schnell wie möglich erkannt und korrigiert werden. Safe Launch unterstützt die Überprüfung der Robustheit der Produkte und Prozesse durch zusätzliche Prüfkontrollen (d.h. außerhalb des normalen Serienprozesses). Safe Launch erfordert die Erstellung eines Safe Launch Kontrollplans, welches einer Prüfanweisung entspricht.

Neben dem Safe Launch findet auch eine Überprüfung statt, ob die vertraglich vereinbarten Stückzahlen, die zwischen Kunde und Lieferant (Linamar) vereinbart wurden, überhaupt einzuhalten sind und dies wird als Run@Rate bezeichnet. Dabei ist der Überprüfungsgegenstand meist eine Tagesproduktion. Basis dafür sind die vertraglich vereinbarten Abrufe. Run@Rate ist eine Kapazitätsmessung, mit dessen Hilfe sichergestellt wird, dass die Produktionsprozesse von Linamar fähig sind, qualitativ hochwertige Produkte in den vereinbarten Mengen zu liefern. Die Kapazitätsmessung Run@Rate basiert formell auf dem **APQP**, wonach ein repräsentativer Probelauf vor Serienfertigung für den Kunden durchgeführt werden muss. Der Fokus liegt eindeutig auf der Quantität, basierend auf entsprechender Qualität der Teile. Die Qualität wird über das Verfahren **PPAP** vor dem Run@Rate sichergestellt.<sup>48</sup>

Ebenfalls aus Ergebnissen von den prozessbezogenen eingesetzten Qualitätsregelkarten (Produkt- und Prozessvalidierungsphase), lässt sich über die statistische Prozesskontrolle (**SPC**) die **Prozessfähigkeit PFU** ermitteln, ob die Prozess als fähig eingestuft werden können. Dazu sind bei einer Langzeit-PFU, wie diese in der Phase zum Einsatz kommt, über 20 Produktionstage mindestens 25 Stichproben, bestehend aus jeweils fünf Messungen ( $n = 5$ ) zu erfassen. Aus den ermittelten Ergebnissen der Datenpunkte von den Qualitätsregelkarten, kann über die Klassenbildung der Werte und dem daraus entstehenden Histogramm, eine Normalverteilung gezeichnet werden. Die Normalverteilung gibt dann Auskunft, wie hoch der prozentuale Anteil der Gutteile- oder Schlechteile auf die

---

<sup>48</sup> online: [qualitätswesen.de/include.php?path=forumsthread&threadid=72](http://qualitätswesen.de/include.php?path=forumsthread&threadid=72) (01.08.2016)

Grundgesamtheit (meist in parts per million angegeben) ist. Die Prozessfähigkeit drückt somit aus, ob die Prozesse als solches geeignet bzw. fähig sind, um die geforderten Qualitätskriterien zu erfüllen oder ob Verbesserungsmaßnahmen nötig sind wie z.B. der Einsatz neuer Werkzeuge und Werkzeugaufnahmen oder Schulungen der Werker.

Die statistische Prozesskontrolle wird weiterführend in der Serienfertigung eingesetzt, um die Prozesse langfristig zu überwachen. Innerhalb des Serienanlaufs erfolgt auch die Durchführung von diversen Audits wie u.a. dem Produktaudit. Dies dient zur Beurteilung der Übereinstimmung mit den festgelegten Qualitätsanforderungen an das Produkt nach der Endprüfung. Die Prüfung auf Übereinstimmung mit den produktspezifischen Vorgaben wird anhand einer kleinen Anzahl von Bauteilen aus der Sicht des Kunden durchgeführt. Es wird auf Übereinstimmung mit den Kundenforderungen, Spezifikationen, Zeichnungen, Normen, gesetzlichen Vorschriften usw. geprüft sowie die Methoden der Endprüfungen (Sichtprüfung, Funktionsprüfung usw.) und die Eignung der Prüforte begutachtet. Dabei werden alle Unterlagen herangezogen, in denen Bestandteile der produktspezifischen Qualitätsforderungen enthalten sind. Nur mit deren Hilfe kann letztlich beurteilt werden, ob die kundenseitigen festgelegten Qualitätsanforderungen erfüllt wurden sind.<sup>49</sup>

Unbedingt vor Beginn der Serienfertigung bzw. eventuell bereits schon in der Planungsphase ist über das jeweilige Projekt ein Gesamtdokumentationsordner anzulegen. In diesen müssen alle kundenspezifischen Forderungen und alle ermittelten Ergebnisse enthalten sowie die erarbeiteten Dokumente und Pläne aufgenommen sein und ist für jeden entsprechenden Mitarbeiter zugänglich zu machen. Die erstellten Dokumente, gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen vom Produktentstehungsprozess für das jeweilige Produkt oder Projekt, können unter Anwendung der Lessons Learned Methode eventuell auf neue einzuführende Prozesse/ Projekte oder Bauteile übertragen werden. „Lessons Learned“ bedeutet ins Deutsche übersetzt „Gewonnene Erkenntnisse“. Diese können sowohl aus positiven als auch aus negativen Erfahrungen abgeleitet werden und beschreiben dementsprechend Optimierungsmöglichkeiten oder Risiken. Bei richtiger Anwendung ist der Nutzen deswegen sehr hoch, andererseits ist die Übertragbarkeit auf andere Ereignisse nicht garantiert.

**Nach der Serienanlaufphase ist mit dem Projektabschluss die Qualitätsvorausplanung des Produktentstehungsprozesses beendet (im Anschluss Beginn der Serienfertigung).**

---

<sup>49</sup> online: [wirtschaftslexikon24.com/d/produktaudit/produktaudit.htm](http://wirtschaftslexikon24.com/d/produktaudit/produktaudit.htm) (02.08.2016)

---

## 6 Checkliste

### 6.1 Allgemeines

#### 6.1.1 Definition

Eine Checkliste ist ein Werkzeug, das den Arbeitsablauf unterstützen soll. Sie enthält Punkte mit erledigten bzw. unerledigten Tätigkeiten oder Überprüfungen und kann einfach oder komplex aufgebaut sein. Checklisten können Fragenkataloge sein, die helfen, ein Thema, Problem oder Aufgabe näher zu untersuchen, aber auch bereits näher definierte Arbeitspunkte in weitere Abschnitte einteilen, die dann abgehakt werden können. Sie dient u.a. als Hilfsmittel zur Überprüfung und Einhaltung von festgesetzten Qualitätskriterien oder vorher festgelegten Projektzielen.<sup>50</sup>

Checklisten können viel Raum innerhalb des Projektmanagements einnehmen und sollten im Projekthandbuch hinterlegt sein. Obwohl Projekte einmalig sind, können Checklisten, die sich bereits zweckdienlich bewährt haben, helfen, Meilensteine früher zu erreichen. Checklisten können Bestandteil einer sogenannten Standard Operation Procedure (SOP) sein. Standard Operation Procedure drückt ein standardisiertes Vorgehen aus und enthält verbindliche Beschreibungen von Abläufen und Vorgängen einschließlich der Prüfung der Ergebnisse und deren Dokumentation insbesondere in Bereichen kritischer Vorgänge mit potentiellen Auswirkungen auf Funktionalität, Gesundheit und Sicherheit.<sup>51</sup>

#### 6.1.2 Vorteile

Die Erstellung einer Checkliste ist zwar am Anfang sehr zeitintensiv und aufwändig, rentiert sich aber bei regelmäßiger Nutzung. Bei entsprechender Auslegung im Rahmen der Ersterstellung sind späterhin je nach Zweck und Einsatzgebiet nur geringfügige Anpassungsmaßnahmen vorzunehmen, was den Zeitaufwand für diese Updates dann relativ niedrig hält. Weiterhin muss bei der Erstellung der Checkliste über die richtige Struktur und die Anwendung nachgedacht werden. Aber ist das einmal geschehen, kann man nach einem klaren Schema die komplette Arbeit erledigen. Eine Checkliste hilft außerdem dabei, Kapazitäten für andere Arbeitsschritte zu schaffen.

Startet ein neues Projekt, wird eine Checkliste für den jeweiligen Projektabschnitt auf Basis eines vorher erstellten Projektplanes erarbeitet bzw. die vorhandene angepasst. Somit bekommt man einen besseren Überblick, was alles noch zu tun bzw. zu veranlassen ist. Damit braucht man keine zusätzliche und unnötige Zeit zu investieren und man kann sich so gezielt auf die Aufgabenerfüllung konzentrieren, um das Projektziel (Projektabschluss) zu erreichen.<sup>52</sup>

---

<sup>50</sup> online: [projektmanagement-definitionen.de/glossar/checklisten/](http://projektmanagement-definitionen.de/glossar/checklisten/) (28.07.2016)

<sup>51</sup> online: [carolite.com/de/sops](http://carolite.com/de/sops) (02.08.2016)

<sup>52</sup> online: [selbst-management.biz/warum-du-unbedingt-mit-checklisten-arbeiten-solltest/](http://selbst-management.biz/warum-du-unbedingt-mit-checklisten-arbeiten-solltest/) (28.07.2016)

---

## 6.2 Checkliste zur Qualitätsvorausplanung (APQP) bei Linamar im Produktentstehungsprozess (PEP)

### 6.2.1 Variantenauswahl

Die bereits genutzten Checklisten von Linamar Antriebstechnik sollen den Ingenieur und die Mitarbeiter bei der Abhandlung von aktuellen Ereignissen unterstützen und haben sich in der Praxis bewährt. Im Unternehmen Linamar gibt es verschiedene Varianten beziehungsweise Arten von Checklisten. Als **erste Variante** gibt es diese in Form von Fragenkatalogen. Sie sollen dabei helfen ein Thema, ein Problem oder eine Aufgabe näher zu untersuchen. Es können offene Fragen formuliert werden. Dabei werden den Mitarbeitern an der jeweiligen OP des Projektes Fragen gestellt, die ausführlich beantwortet werden müssen und nicht nur mit „Ja“ oder „Nein“. Die ausführlich beantworteten Fragen werden durch einen vorher festgelegten Auditor mit Punkten bewertet und anschließend mit den Verantwortlichen des Projektes ausgewertet und wenn notwendig, Verbesserungsmaßnahmen festgelegt. Weiterhin können im Fragenkatalog auch geschlossenen Fragen aufgenommen sein, die mit „ja“/ „nein“ oder „erledigt“/ „nicht erledigt“ und anschließend mit einem Häkchen in dem entsprechenden Feld/ Kästchen zu versehen sind. Diese Variante wird vorrangig bei Prozess-, -Produkt oder System-Audits eingesetzt. Als **zweite Variante** werden bei Linamar Checklisten eingesetzt, die bereits näher definierte Projektarbeitspakete in weitere Abschnitte einteilen, die dann abgehakt werden. Dies dient der Überprüfung, ob wirklich alles beachtet wurde, um das jeweilige Projektziel zu erreichen. Bei dieser Form werden Methoden und Elemente (Kriterien/ Merkmale) klar und einheitlich definiert und mit „ja“/ „nein“ oder „erledigt“/ „nicht erledigt“ evaluiert. Diese Art der Checkliste wird unter anderem bei PPAP Checklisten oder bei den innerhalb des Serien-QM-Planes entwickelten Checklisten Wareneingang/ Warenausgang eingesetzt.

**Die zweite Variante wurde durch den Autor gewählt, da die Checkliste Forderungen für die Qualitätsvorausplanung innerhalb des Produktentstehungsprozesses enthält, die zwingend einzuhalten sind und deren Erfüllung in dokumentierter Form zum Projektabschluss nachgewiesen werden muss (siehe Anhang 9 Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP).**

## 6.2.2 Anforderungen und Aufbau


Die Checklisten, die bei Linamar verwendet werden, müssen zwingend Angaben beinhalten, die von der Leitungsebene des Konzerns vorgeschrieben sind. Dazu zählt der Projektname, die Definierung des Projekttyps, die Benennung des Verantwortlichen inklusive Unterschrift (evtl. Pers.-Nr.) und Datum. Weiterhin sind die Dokumentennummer, das Revisionsdatum und die Revisionsnummer, der Ersteller und der Verantwortliche, der das Dokument freigibt, sowie das Versionsdatum (Stand) des Dokumentes aufzunehmen. Eine weitere Anforderung ist, dass Checklisten immer zu aktualisieren und auf den neuesten Stand zu halten sind.

Die entwickelte „Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP“ wird nachfolgend näher beschrieben und besteht aus einem „Kopfteil“, einem „Mittelteil“ und einem „Fußteil“ (siehe Anhang 9 Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP). Im **Kopfteil** der Checkliste wird den oben aufgeführten Anforderungen durch entsprechende Eintragungsmöglichkeiten zum Projekt und den Verantwortlichkeiten Rechnung getragen. Mit Abschluss der Qualitätsvorausplanung für ein Neu-Projekt ist durch die Unterschrift des Verantwortlichen zu bestätigen, dass alle Punkte als erledigt anzusehen sind.

Der **Mittelteil** der Checkliste besteht aus den einzelnen Methoden/ Elementen, die strukturiert aufgeführt und nach Erfordernis noch mit spezifischen Unterpunkten untersetzt werden. Die mit aufgeführt Phasen des PEP sollen als Orientierungshilfe dienen.

Aufgrund Ihrer Bedeutung wurden die Automotive-Core-Tools in der Checkliste soweit einschlägig farblich gekennzeichnet. Der Bearbeitungsstand der einzelnen Methoden/ Elemente ist mit einem Status zu versehen. Dieser Status ist gegliedert in „nicht erledigt“, „in Arbeit“ und „erledigt“ und wurde mit farblichen Untersetzungen gekennzeichnet, um die Bedeutung des festgelegten Status hervorzuheben. Weiterhin können in die Checkliste noch zielführende Bemerkungen bzw. Hinweise im letzten Feld eingetragen werden, wie einzuhaltende Fristen oder ob die jeweiligen Methoden oder Maßnahmen gar nicht explizit erforderlich für das Projekt sind bzw. schon an anderer Stelle mit erledigt wurden. Ebenfalls kann in dem Feld „Bemerkungen/ Hinweise“ in der jeweiligen Zeile ein direkter Link zum APQP-Tracker (Erklärung siehe 6.2.3 Verwendung) eingefügt werden, um so einen direkten und schnellen Zugang zu dem entsprechenden Bearbeitungsschritt zu bekommen. Der Bearbeitungsstand ist in der jeweiligen Zeile der Checkliste getrennt nach „nicht erledigt“ (rot), „in Arbeit“ (gelb) oder „erledigt“ (grün) durch setzen eines Hakens zu dokumentieren (Abbildung 11 Checkliste APQP „Kopfteil und Mittelteil“).





## Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP

---

**Projekt:** \_\_\_\_\_

**Verantwortlicher:** \_\_\_\_\_

**Frist:** \_\_\_\_\_

**Pers.-Nr.:** \_\_\_\_\_

**Projekttyp:** \_\_\_\_\_

**Vorgesetzter:** \_\_\_\_\_

**Datum:** \_\_\_\_\_

**Unterschrift:** \_\_\_\_\_

Kopfteil

	Nr.	Methoden/ Elemente	nicht erledigt	in Arbeit	erledigt	Bemerkungen/ Hinweise
Planungsphase	1	Auftrag vom Kunde vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2	Lastenheft (Kunde) liegt vor und durchgearbeitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2.1	Kundenforderungen, Normen und Richtlinien verstanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3	Machbarkeitsanalyse durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4	Pflichtenheft erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	5	Abschlussvertrag zwischen Kunde und Linamar liegt vor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	6	QSV zwischen Kunde und Linamar liegt vor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Zusammenstellung APQP-Team	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Mittelteil

Abbildung 11 Checkliste APQP „Kopfteil und Mittelteil“ (eigene Darstellung, Crimmitschau 2016)

Im **Fußteil** ist die Dokumentennummer angegeben, um die Checkliste im IT-System von Linamar zu finden und so für andere Projekte zugänglich zu machen. Weiterhin sind das Revisionsdatum, wann das Dokument überarbeitet wurde sowie der Revisionsstand des Dokumentes einzutragen. Aus der Revisionsnummer kann die Anzahl der Änderungen abgeleitet werden. Ebenfalls im Fußteil des Dokumentes „Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP“ ist das Erstelldatum beziehungsweise Gültigkeitsdatum (ab wann), der Ersteller und der Verantwortliche, der das Dokument freigibt, sowie die Anzahl der Blätter, die das Dokument umfasst, einzutragen (Abbildung 12 Checkliste APQP „Fußteil“).

13.5	Beurteilung Messsysteme nach Verfahren 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13.6	Beurteilung Messsysteme nach Verfahren 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Fußteil

Stand: 29.08.2016

Rev.: \_\_\_\_\_

Dok.-Nr.: \_\_\_\_\_

Seite 1 von 4

erstellt: Andre Könitzer

Freigabe: \_\_\_\_\_

Abbildung 12 Checkliste APQP „Fußteil“ (eigene Darstellung, Crimmitschau 2016)

### 6.2.3 Verwendung

Die neu entwickelte Checkliste kann als Dokument sowohl in Papierform als auch in digitaler Form geführt werden, wobei die digitale Form durch Verknüpfungsmöglichkeiten zu bestehenden und bewährten Systemen, der alle Nutzer unmittelbar erreichenden Aktualisierungen, sowie den universelleren Zugriffsmöglichkeiten, zu bevorzugen ist. Die Checkliste soll innerhalb des APQP-Tracker-Systems bei Linamar eingesetzt werden. Im APQP-Tracker von Linamar werden alle Elemente, Maßnahmen und Dokumente aus jedem einzelnen Geschäftsbereich gelistet, der innerhalb der Produktentstehung beteiligt ist. Die dadurch entstehende Komplexität des Trackers geht naturgemäß zu Lasten der Übersichtlichkeit. So kann auf den ersten Blick nicht erkannt werden, wie der aktuelle Stand, hier speziell der Qualitätsvorausplanung, ist. Aus dieser Erkenntnis heraus hat es der Autor als sinnvoll erachtet ein Übersichtsdokument „Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP“ zu erstellen. Durch die neue Checkliste sind auch alle berechtigten Mitarbeiter und Verantwortlichen für das Projekt sowie die Leitungsebene von LAT immer über den aktuellen Stand/ Fortschritt des Projektes innerhalb des PEP informiert. Mitarbeiter, die zu dem Projekt „neu“ hinzukommen, können sich mit diesem Übersichtsdokument besser und schneller ins Projekt einarbeiten, was zu entsprechenden Effizienzverbesserungen führt. Zur Erreichung der mit der Checkliste angestrebten Zielstellung ist diese stets auf aktuellsten Stand zu halten.

---

## 7 Zusammenfassung

Bei der Anfertigung dieser Bachelorthesis wurden Informationen mit Hilfe von Unternehmenspräsentationen, digitalen Medien, Fachbüchern und Erfahrungen von Mitarbeitern gesammelt sowie eigene praktische Erkenntnisse genutzt, um die Aufgabenstellung „Qualitätsvorausplanung und praktische Umsetzung der Planungselemente während der Projektphasen mit dem Ziel einen ordentlichen Serienstart hinsichtlich aller Kundenanforderungen unter Anwendung der Automotive-Core-Tools zu gewährleisten“ realisieren zu können. Am Anfang der Bachelorthesis erfolgte ein Einblick in die Linamar Gruppe und speziell der Linamar Antriebstechnik GmbH mit Sitz in Crimmitschau, einen der größten Zulieferer für die Automobilbranche in Deutschland. Ausgehend von der Definition von Kundenanforderungen sind im nächsten Schritt die Vorgehensweisen zur Ermittlung der allgemeinen Kundenanforderungen erarbeitet worden.

Im Anschluss daran wurden die Methoden und Elemente der Automotive-Core-Tools umfassend erläutert sowie deren Anwendung bzw. Umsetzung dargestellt. Daraus folgend wurde die Einbindung der Automotive-Core-Tools sowie weiterer Methoden und Dokumenten in den einzelnen Phasen des Produktentstehungsprozesses (PEP) aufgezeigt.

Durch konsequente Anwendung der Automotive Core Tools lassen sich frühzeitig im Prozess entstehende Fehler erkennen. Diese können somit schneller bearbeitet und anschließend gelöst beziehungsweise eliminiert werden. Damit wird ein nicht unerheblicher Beitrag zur Kostenminimierung im Unternehmen geleistet. Basierend auf dieser Erkenntnis wurde zur effizienteren Prozessbegleitung und Prozessüberwachung im PEP eine praxisorientierte Checkliste erarbeitet. Zu deren Erstellung wurden zunächst ausgehend von der allgemeinen Definition von Checklisten die verschiedenen Varianten, die bei Linamar bereits eingesetzt werden sowie deren Aufbau und Struktur, detailliert betrachtet und die dabei erlangten Ergebnisse in der zu erarbeitenden Checkliste berücksichtigt. Abschließend wurden noch die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten der Checkliste näher erläutert. Aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen heraus wird die Checkliste als neu erstelltes Übersichts-Dokument bei LAT zur Einführung vorgeschlagen.

---

## 8 Fazit und Ausblick

Die entworfene APQP-Checkliste dient zur einfacheren, schnelleren und besseren Übersicht, welche Maßnahmen oder Dokumente innerhalb des PEP schon erstellt wurden bzw. vorhanden sind oder noch entwickelt werden müssen. Dadurch kann auf die bereits erstellten Unterlagen sofort und explizit zugegriffen werden. Die Checkliste ist universell für verschiedene Projekte einsetzbar, jedoch müssen je nach Kundenspezifika geringfügige Anpassungen erfolgen. Auf Basis der Checkliste ist der aktuelle Bearbeitungsstand innerhalb des spezifischen Projektes somit schnell und einfach feststellbar und mit geringstem Aufwand kann dadurch Zugriff auf den entsprechenden Bearbeitungsschritt genommen werden.

Die Checkliste ist so auch als Nachweis- und Rückverfolgbarkeitsdokument einsetzbar, denn nur wenn alle Methoden/ Elemente den Status „erledigt“ haben, sind dazu folglich auch die entsprechenden Unterlagen sowie die ermittelten Ergebnisse vorhanden.

Die bessere Übersicht der Checkliste bewirkt daher automatisch eine Zeitersparnis für den zuständigen Mitarbeiter. Somit ist es auch möglich, dass sich Mitarbeiter, die zu dem Projekt „neu“ hinzukommen, besser ins Projekt einarbeiten und so schneller unterstützend mitwirken. Über die erarbeitete Checkliste kann sich auch die Leitungsebene jederzeit über den aktuellen Stand des Projektes informieren sowie sich über die Fortschritte des Projektes immer auf den laufenden halten. Daher ist die eingeführte Checkliste ein sinnvolles Dokument, welches sich bei richtiger Anwendung und Einsatz bezahlt machen wird. Die im Anhang (siehe Anhang 9 Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP) dargestellte Version ist ein erster Lösungsansatz und lässt bei Anwendung eine nicht unerhebliche Zeit- und damit Kostenersparnis erwarten.

Eine bezifferbare Ersparnis ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht benennbar, da zunächst eine praktische Erprobungsphase erforderlich ist. Im Rahmen der zeitlich zu begrenzenden Erprobungsphase sind zweckmäßige Anpassungen durchzuführen und nach deren Verifizierung ist durch eine Kosten-Nutzen-Analyse das Einsparpotential zu ermitteln.

**Unabhängig von der ausstehenden Kosten-Nutzen-Analyse hält es der Autor aus Effizienzgründen (vgl. Unterpunkt 6.2.3) für sinnvoll, die Checkliste zeitnah im Unternehmen Linamar einzuführen und nach einer Erprobungsphase dauerhaft zu etablieren.**

## Quellenverzeichnis

### Internet/Intranet:

#### 8D-Report

<http://www.tqm.com/beratung/8d-report-methode/8d-report> (10.07.2016)

<https://know-now.de/wp-content/uploads/2013/08/8D.png> (10.07.2016)

#### APQP

<http://www.i-q.de/qualitaetsmanagement/apqp.html> (18.07.2016)

[http://www.kendrion.com/automotive/passenger-cars/de/ueber-uns/passenger-cars/qualitaet\\_ausblenden.html](http://www.kendrion.com/automotive/passenger-cars/de/ueber-uns/passenger-cars/qualitaet_ausblenden.html) (18.07.2016)

#### Automotive-Core-Tools

<http://www.tqm-services.de/leistungen/produktentstehungsprozess/produktentstehungsprozess-1> (07.07.2016)

#### Checklisten

<http://projektmanagement-definitionen.de/glossar/checklisten/> (28.07.2016)

<http://selbst-management.biz/warum-du-unbedingt-mit-checklisten-arbeiten-solltest/> (28.07.2016)

#### FMEA

<http://www.business-wissen.de/hb/qualitaet-von-produkten-sicherstellen/> (28.07.2016)

<https://www.qz-online.de/qualitaets-management/qm-basics/methoden/fmea/artikel/aufbau-und-entwicklung-von-fmea-formblaettern-904086.html> (28.07.2016)

#### Kontrollpläne

<http://www.schlenzig-qm.de/Texte/QM-PLAN.pdf> (26.07.2016)

<http://www.tqm-services.de/dokumente/excel-tool-qm-plan-nach-vda/view> (26.07.2016)

#### Kundenanforderungen

<https://www.projektmagazin.de/glossarterm/kundenanforderung> (14.07.2016)

<https://www.qz-online.de/qualitaets-management/qm-basics/kunden/kundenmanagement/artikel/kundenanforderungen-kano-modell-168360.html> (15.07.2016)

<https://www.wirtschaftswissen.de/einkauf-produktion-logistik/produktionsplanung/qualitaetsmanagement-produktion/kundenanforderungen-wie-sie-in-4-schritten-die-qualitaet-in-der-zusammenarbeit-mit-dem-kunden-sicher/> (14.07.2016)

Lastenheft/ Pflichtenheft

<https://www.projektmagazin.de/glossarterm/lastenheft> (23.07.2016)

<https://www.projektmagazin.de/glossarterm/pflichtenheft> (23.07.2016)

LAT interne Dokumentation aus diversen Projektordnern, 2016

(Juli bis August 2016)

LAT Präsentation Mitarbeitermeeting Q1 2014, Crimmitschau, März 2014

[http://latintranet/intranet/media/Dokumente/Praesentation\\_Mitarbeitermeeting\\_Q1\\_2014.pdf](http://latintranet/intranet/media/Dokumente/Praesentation_Mitarbeitermeeting_Q1_2014.pdf) (01.08.2016)

LAT Standardpräsentation, Crimmitschau, Januar 2014

[http://lat-intranet/intranet/media/Dokumente/2014-23-01\\_LAT\\_Standardpraesentation\\_Deutsch.pdf](http://lat-intranet/intranet/media/Dokumente/2014-23-01_LAT_Standardpraesentation_Deutsch.pdf) (01.08.2016)

Layout

<http://www.protema.de/materialfluss-und-layoutplanung.html> (22.07.2016)

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/72563/layoutplanung-v7.html> (22.07.2016)

MSA

<http://www.bb-sbl.de/tutorial/stichproben/messsystemanalyse.html> (20.07.2016)

[http://www.tqm-services.de/leistungen/qualitaetsmanagement/methoden-und-tools-1/copy\\_of\\_msa](http://www.tqm-services.de/leistungen/qualitaetsmanagement/methoden-und-tools-1/copy_of_msa) (20.07.2016)

[http://www.reiter1.com/Glossar/spc\\_detailliert.htm](http://www.reiter1.com/Glossar/spc_detailliert.htm) (27.07.2016)

PPAP/ PPF

<http://www.qualitaetsmanagement.me/PPAP.htm> (27.07.2016)

Produktaudit

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/produktaudit/produktaudit.htm> (02.08.2016)

Produktentstehungsprozess (PEP)

[http://www.cip-delta.eu/downloads/bericht\\_pep\\_der-schluessel-zum-erfolgreichen-p.pdf](http://www.cip-delta.eu/downloads/bericht_pep_der-schluessel-zum-erfolgreichen-p.pdf) (26.07.2016)

<http://www.tischner.com/was-wir-bieten/quality-engineering-automotive-core-tools/> (02.08.2016)

Prototyp

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/76253/prototyping-v11.html> (01.08.2016)

Prozessflussdiagramm

<http://www.onpulson.de/lexikon/flussdiagramm/> (27.07.2016)

Qualitätsregelkarten

[http://quality.kenline.de/seiten\\_d/spc\\_QRK.htm](http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_QRK.htm) (21.07.2016)

Run@Rate

<http://www.qualitaetswesen.de/include.php?path=forumsthread&threadid=72>  
(01.08.2016)

Safe Launch (temporäre Kontrolle)

[http://www.bos.de/fileadmin/dokumente/qualitaet/IHB\\_5.1.2\\_Safe\\_Launch\\_Control\\_v4\\_de.pdf](http://www.bos.de/fileadmin/dokumente/qualitaet/IHB_5.1.2_Safe_Launch_Control_v4_de.pdf) (08.07.2016)

SPC

[http://quality.kenline.de/seiten\\_d/spc\\_faehigkeit.htm](http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_faehigkeit.htm) (20.07.2016)

[http://quality.kenline.de/seiten\\_d/spc\\_grundlagen.htm](http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_grundlagen.htm) (20.07.2016)

[http://quality.kenline.de/seiten\\_d/spc\\_verteilungen.htm](http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_verteilungen.htm) (20.07.2016)

Standard Operating Procedure

<http://www.carolite.com/de/sops> (02.08.2016)

TS 16949

[http://www.qualitaetsmanagement.me/qualitaetsmanagement/iso\\_ts\\_16949\\_einfuehrung/](http://www.qualitaetsmanagement.me/qualitaetsmanagement/iso_ts_16949_einfuehrung/) (08.07.2016)

Validierung

<https://www.johner-institut.de/blog/qualitaetsmanagement-iso-13485/prozessvalidierung/#definition> (11.08.2016)

**Bücher:**

Brüggemann, Holger; Bremer, Peik: Grundlagen Qualitätsmanagement, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012

Bureau Veritas Industry Services: Seminar FMEA; 8D; MSA, 2015

Bureau Veritas Industry Services: Seminar PPAP und VDA PPF, 2015

Bureau Veritas Industry Services: Seminar SPC -Methoden der Prozessbewertung-, 2015

DIN ISO 21747: 2007-03, Statistische Verfahren - Prozessleistungs- und Prozessfähigkeitskenngrößen für kontinuierliche Qualitätsmerkmale, 2007

Faes, Günther: SPC -Statistische Prozesskontrolle-, Books on Demand Verlag, Norderstedt, 2009

Jung, Berndt; Schweißer, Stefan; Wappis, Johann: 8D und 7STEP -Systematisch Probleme lösen, Carl Hanser Verlag, München, 2011

Kamiske, Gerd F.: Handbuch QM -Methoden -Die richtige Methoden auswählen und erfolgreich umsetzen, Carl Hanser Verlag, München, 2012

Lemm, Erhard: Crimmitschau, 1. Auflage, Gera, 2004

Quentin, Horst: Statistische Prozessregelung – SPC, Carl Hanser Verlag, München, 2008

Schmidt, Robert; Pfeifer, Tilo: Qualitätsmanagement, Carl Hanser Verlag, München, 2010

VDA - Das gemeinsame Qualitätsmanagement in der Lieferkette: Sicherung der Qualität im Produktlebenszyklus - Standardisierter Reklamationsprozess, 1. Auflage, Berlin, 2009



**Skripte (Lehrveranstaltung BA-Glauchau):**

Asmus, Knut: apomace data systems GmbH -Analyse von Messsystemen und Prüfprozessen-, Glauchau, 2016

Asmus, Knut: apomace data systems GmbH -Prozessanalyse Teil2-, Glauchau, 2016

Brotka, Alexander: Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement (FMT2) -Prüf-und Prozesseignung-, Glauchau, 2016

Dr.-Ing. Fritsch, Sven-Torsten: Fertigungsmesstechnik- und Qualitätsmanagement –Lehrveranstaltung „Prüfplanung“, Glauchau, 2015

## **Anhangverzeichnis**

- Anhang 1**     Zertifikate
- Anhang 2**     Produkte LAT
- Anhang 3**     FMEA Formblatt und Erklärung
- Anhang 4**     Einbindung PPAP und VDA Band 2 in ISO/TS16949
- Anhang 4**     Berechnung der Messmittelfähigkeit nach Richtlinien
- Anhang 5**     Verteilungsmodelle A1 bis D
- Anhang 6**     MFU
- Anhang 7**     PFU
- Anhang 8**     8D-Report Formblatt
- Anhang 9**     Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP
- Anhang 10**    Ehrenwörtliche Erklärung

Zertifikate<sup>53</sup>



<sup>53</sup> vgl.: LAT Standardpräsentation, 2014, Seite 19

## Produkte LAT<sup>54</sup>



Nockenwelle



Nockenring




Zylinderblock



Zylinderkopf

<sup>54</sup> vgl.: LAT Standardpräsentation, 2014, Seite 20-28

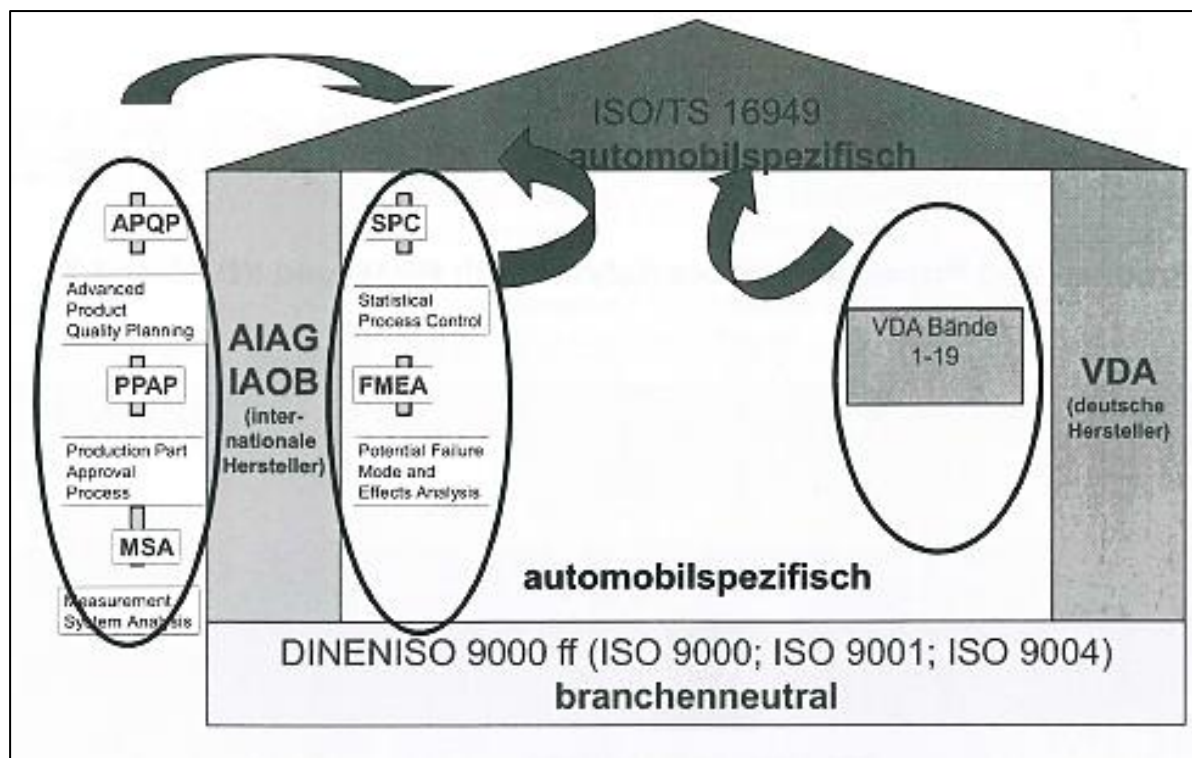
# FMEA Formblatt und Erklärung<sup>55</sup>

 <b>LINAMAR</b> <small>Power to Perform!</small>		<h2 style="text-align: center;">Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse</h2>										1				
System:	FMEA-Typ:	Kunde:	Teilenummer:	Team:	FMEA-Nr.:	Datum: Erstellt		Datum: Geändert		Neue Bewertung						
Funktion	Anforderung	Möglicher Fehler	Fehlerfolgen	Bedeutung	Fehlerursachen	Gegenwärtiger Zustand				RPZ	Geplante Maßnahmen Vermeidung Entdeckung	Bedeutung	RPZ			
						Vermeidungsmaßnahmen	Auftreten	Entdeckungsmaßnahmen	Entdecken					Auftreten	Entdecken	
2		4		6		8		10		12		14		16		17
	3		5		7		9		11		13		15			

<sup>55</sup> online: [qz-online.de/qualitaets-management/qm-basics/methoden/fmea/artikel/aufbau-und-entwicklung-von-fmea-formblaettern-904086.html](http://qz-online.de/qualitaets-management/qm-basics/methoden/fmea/artikel/aufbau-und-entwicklung-von-fmea-formblaettern-904086.html) (28.07.2016)

1. Kopfdaten: Hier werden Produkt, FMEA-Team, Datum und weitere relevante Informationen in identifizierender Weise beschrieben.
2. Funktion: Mit der Funktion werden die Erwartungen an das Produkt/ System in Form von Systemgruppen/ Komponenten dargestellt.
3. Anforderung: detaillierter Anforderungen bis hin zu den Merkmalen einzelner Komponenten.
4. Möglicher Fehler: Die möglichen Fehler werden aus der Nichterfüllung der Funktionen abgeleitet.
5. Fehlerfolgen: Die Fehlerfolgen stellen dar, welche Auswirkungen im Gesamtsystem entstehen können, wenn der Fehler eintritt.
6. Bedeutung: Der **Faktor B** für Bedeutung bewertet die Fehlerfolge.
7. Fehlerursachen: Welche Ursachen können dem betrachteten Fehler zugeordnet werden. Ein Fehler kann mehrere Ursachen haben.
8. Vermeidungsmaßnahmen (gegenwärtiger Zustand): Vermeidungsmaßnahmen sind Aktivitäten bzw. Lösungen, um das Auftreten der Fehlerursache zu vermeiden.
9. Auftreten (gegenwärtiger Zustand):  
Der **Faktor A** für Auftretenswahrscheinlichkeit bewertet die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Fehlerursache im Zusammenhang mit der gegenwärtigen Vermeidungsmaßnahme.
10. Entdeckungsmaßnahmen (gegenwärtiger Zustand):  
Entdeckungsmaßnahmen sind Aktivitäten bzw. Prüfmaßnahmen, die zur Entdeckung der Fehlerursache, bzw. in einigen Fällen in indirekter Art, zur Entdeckung des Fehlers oder dessen Folgen führen.
11. Entdecken (gegenwärtiger Zustand):  
Der **Faktor E** für Entdeckenswahrscheinlichkeit bewertet die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung der Fehlerursachen im Zusammenhang mit der gegenwärtigen Entdeckungsmaßnahme.
12. RPZ: Die RPZ (Risiko-Prioritäts-Zahl) ist das Produkt aus Bedeutung, Auftreten und Entdecken ( $B \times A \times E$ ).
13. Geplante Maßnahmen: Es werden Maßnahmen vermeidender oder entdeckender Art mit dem Ziel definiert, Risiken zu senken. Die Benennung erfolgt unter Angabe von Verantwortlichkeit und Zieltermin mit anschließender Neubewertung.
14. - 17. Neue Bewertung: Hier gilt der gleiche Ansatz wie bei der Bewertung in den Spalten 6, 9 und 11.

## Einbindung PPAP und VDA Band 2 in ISO/TS16949<sup>56</sup>



## Berechnung der Messmittelfähigkeit nach Richtlinien<sup>57</sup>

Richtlinie	Fähigkeit $C_g$	Krit. Fähigkeit $C_{gk}$	Forderung
Bosch; GM	$C_g = \frac{0,2T}{6s_g}$	$C_{gk} = \frac{0,1T -  Bi }{3s_g}$	$C_g, C_{gk} \geq 1,33$
Ford	$C_g = \frac{0,15T}{6s_g}$ alternativ: $C_g = \frac{0,15\sigma_{\text{Prozess}}}{6s_g}$	$C_{gk} = \frac{0,075T -  Bi }{3s_g}$ alternativ: $C_{gk} = \frac{0,45\sigma_{\text{Prozess}} -  Bi }{3s_g}$	$C_g, C_{gk} \geq 1,00$
Leitfaden	$C_g = \frac{0,2T}{4s_g}$	$C_{gk} = \frac{0,1T -  Bi }{2s_g}$	$C_g, C_{gk} \geq 1,33$

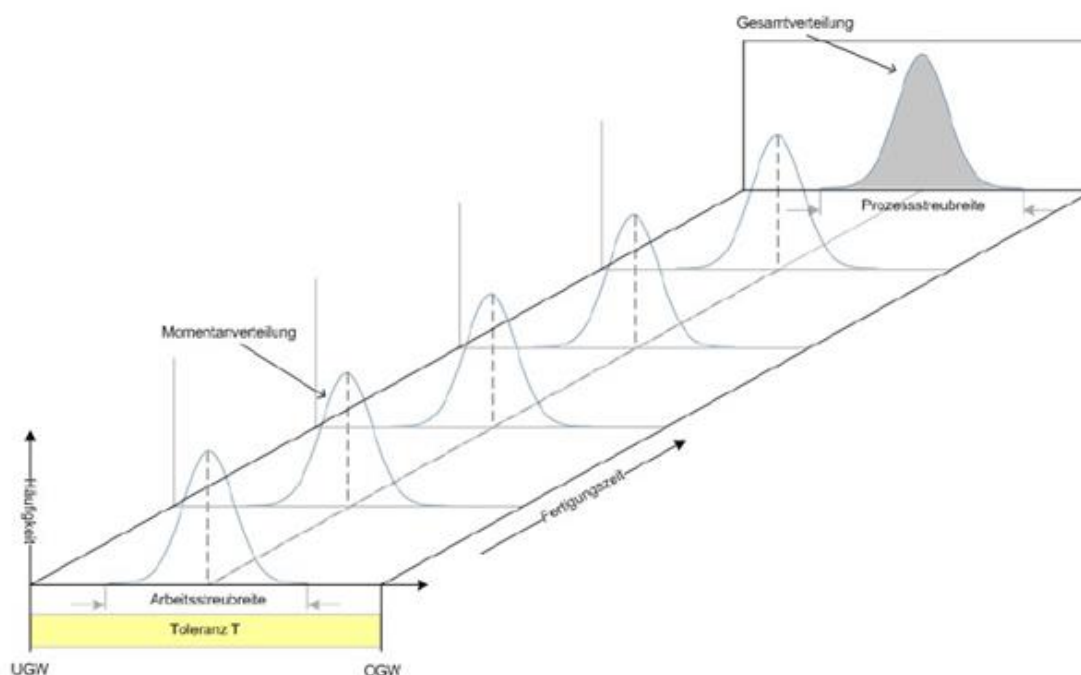
<sup>56</sup> vgl.: Bureau Veritas Industry Services -PPAP-, 2015, Seite 3

<sup>57</sup> vgl.: Skript Asmus, -Analyse von Messsystemen und Prüfprozessen-, 2016, Seite 9

## Verteilungsmodelle A1 bis D<sup>58</sup>

### Verteilungsmodell A1:

Ist gekennzeichnet durch einen Prozess mit nahezu konstanter Arbeitsstreuung und normalverteilten Momentanverteilungen ohne systematische Abweichungen der Lage der Verteilungen. Die Arbeitsstreuung bestimmt wesentlich die Größe der Prozessstreuung. Derartige Verteilungsmodelle ergeben sich beispielsweise bei Fertigungsprozessen, bei denen die Prozesslage mit einer Messsteuerung geregelt wird. Der dargestellte Prozess kann als beherrscht und qualitätsfähig eingeschätzt werden.

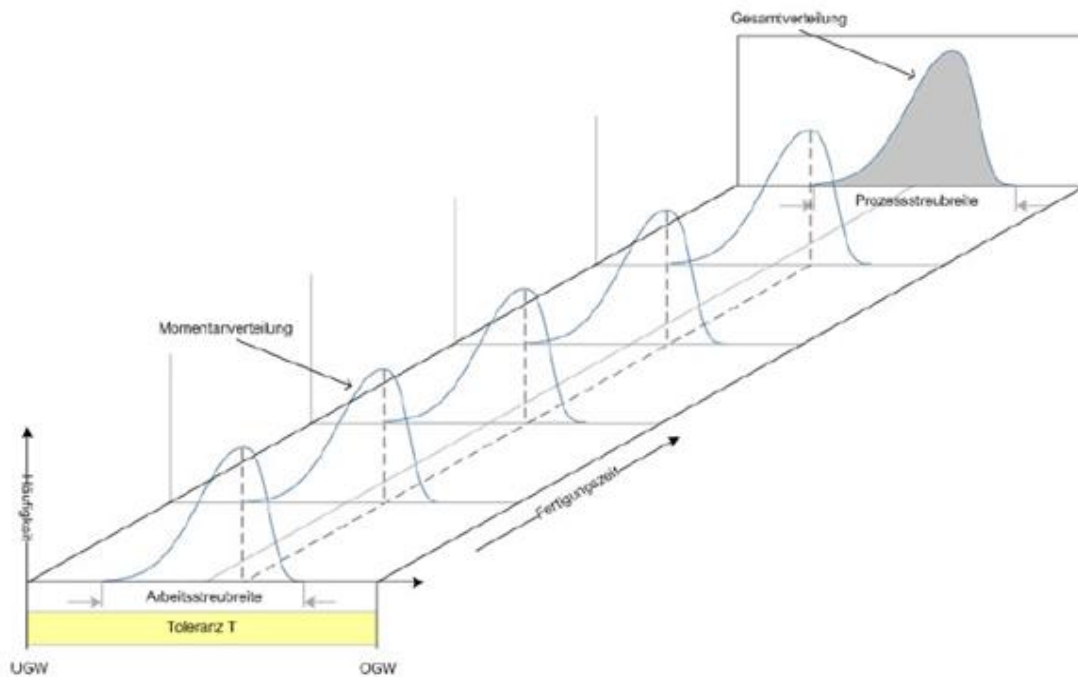


### Verteilungsmodell A2:

Setzt ebenfalls konstante Parameter als auch ein konstantes Verteilungsmodell der Momentanverteilungen voraus, jedoch kann das Verteilungsmodell von der Normalverteilung abweichen, z. B. durch eine logarithmische Normalverteilung. Dies kann beispielsweise auftreten bei null-begrenzten Merkmalen (Reinheitsgrad, Form- und Lageabweichungen), allgemein einseitig begrenzten Merkmalen (wie Rauheit) oder bei der Erfassung von Extremwerten. Die statistischen Auswertungen zur Prozessüberwachung und Ermittlung der Fähigkeitskennziffern sollten auf dem konkret vorliegenden Verteilungsmodell aufbauen.

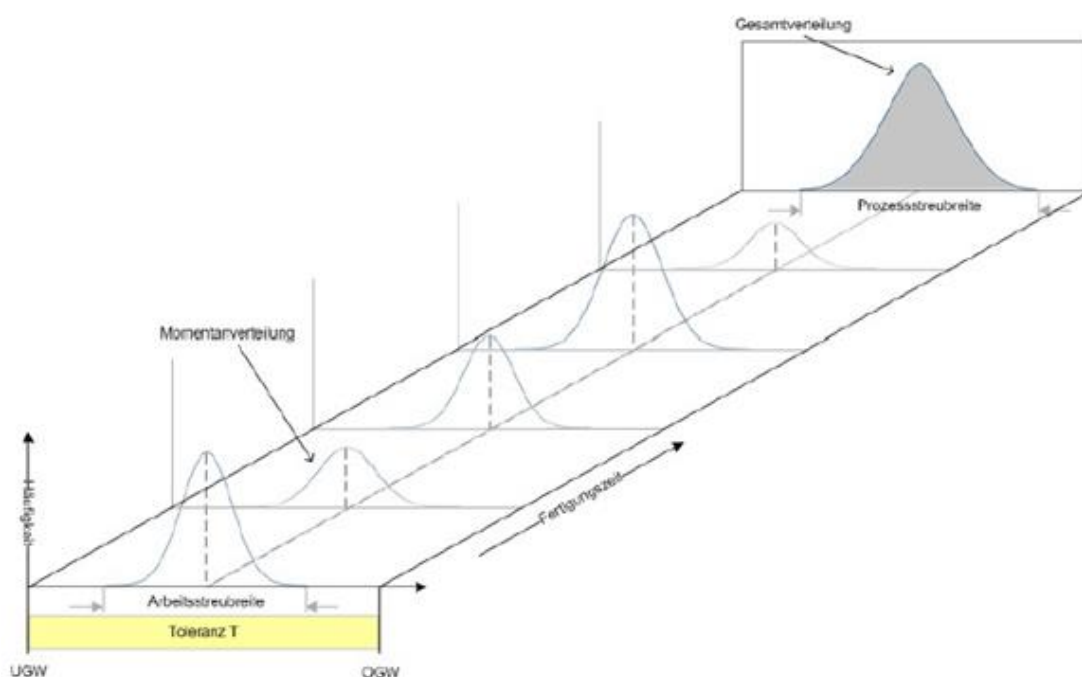
<sup>58</sup> vgl.: Quentin, 2008, Seiten 35-41





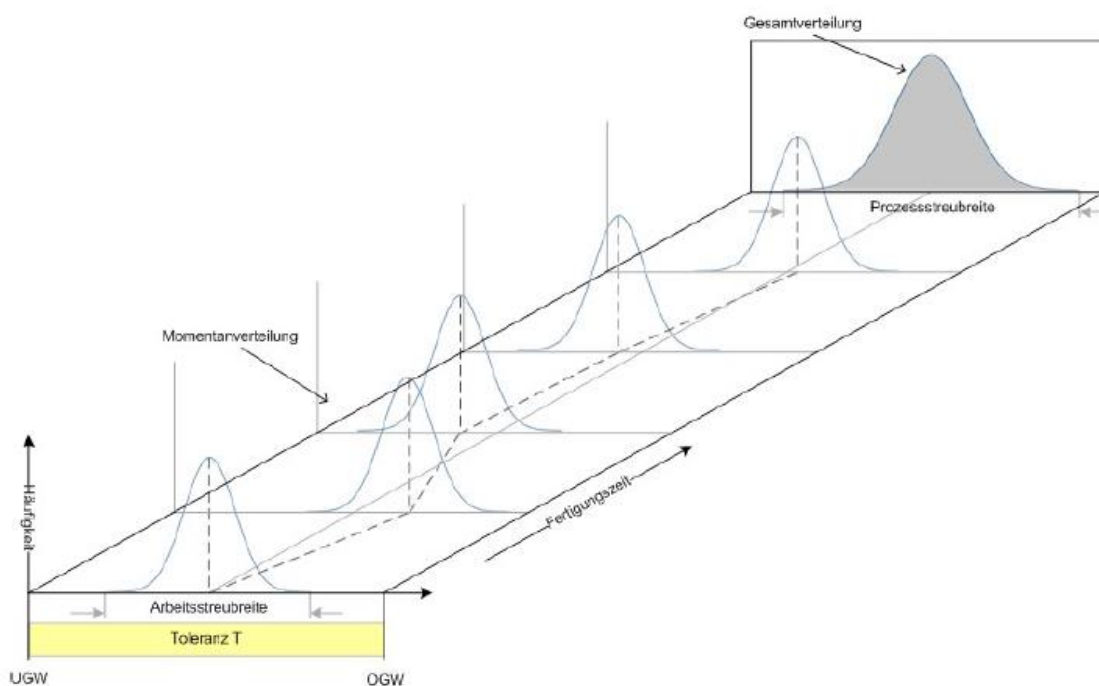
### Verteilungsmodell B:

Ein dem Verteilungsmodell B entsprechender Prozess ist charakterisiert durch zufällige Schwankungen der Arbeitsstreuweite. Der Lageparameter der Momentanverteilungen ist konstant und damit identisch mit dem Erwartungswert der Gesamtverteilung. Die Gesamtverteilung ist in der Regel nicht normalverteilt, jedoch in jedem Fall eingipflig. Ein Beispiel hierfür ist die Unterschiedliche Abnutzung der Spindeln eines Mehrspindelautomaten bei gleicher Zentrierung.



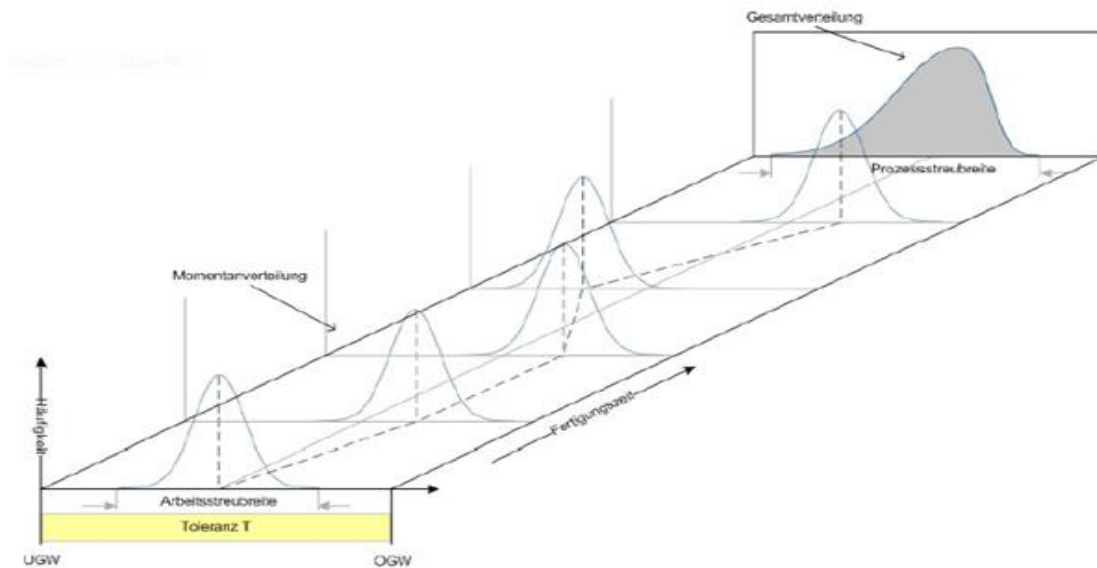
### Verteilungsmodell C1:

Charakterisiert einen Fertigungsprozess mit konstanter Arbeitsstreuung und nicht erfassten zusätzlichen zufälligen Abweichungen, die zu einer normalverteilten Streuung der Momentanverteilungsmittelwerte um einen langfristig konstanten Prozessmittelwert führen. Auch dieser Prozess ist beherrscht und qualitätsfähig, wenn die Prozessstreuung viel kleiner als die Merkmalstoleranz und der Prozessmittelwert nahezu identisch mit der Toleranzmitte ist. Ursachen für dieses Verteilungsmodell können beispielsweise Chargenwechsel, unterschiedliche Fertigungszeiträume, Schwankungen im Rohmaterial oder Werkzeugwechsel bei Fertigungsprozessen mit nicht einstellbaren Werkzeugen (Bohren, Schleifen).



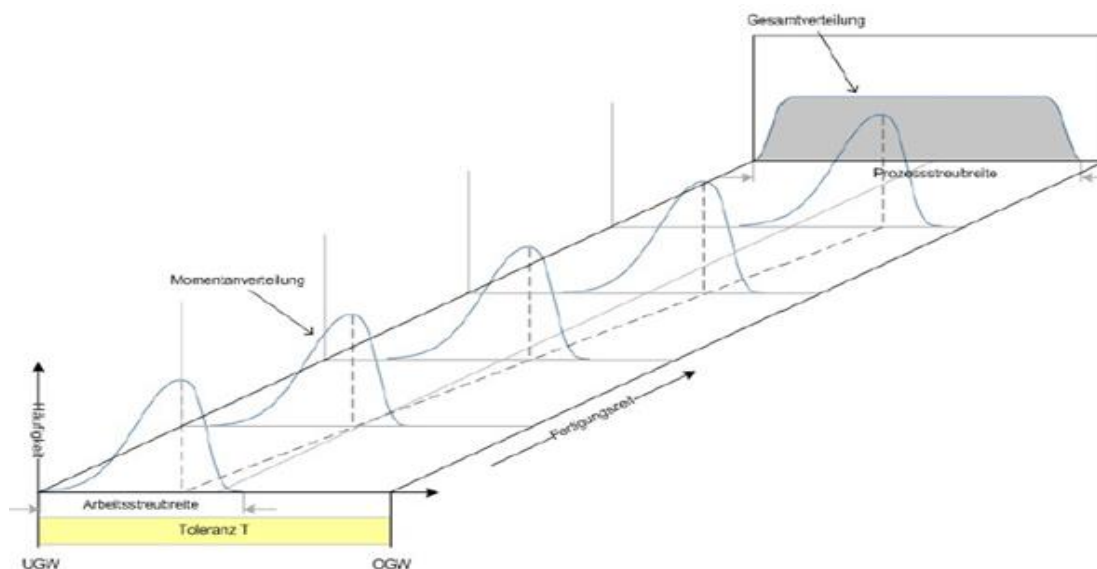
### Verteilungsmodell C2:

Im Unterschied zu Verteilungsmodell C1 sind beim Verteilungsmodell C2 die zusätzlichen Mittelwertschwankungen in der Regel nicht normalverteilt und damit ist auch die sich ergebende Gesamtverteilung nicht normalverteilt.



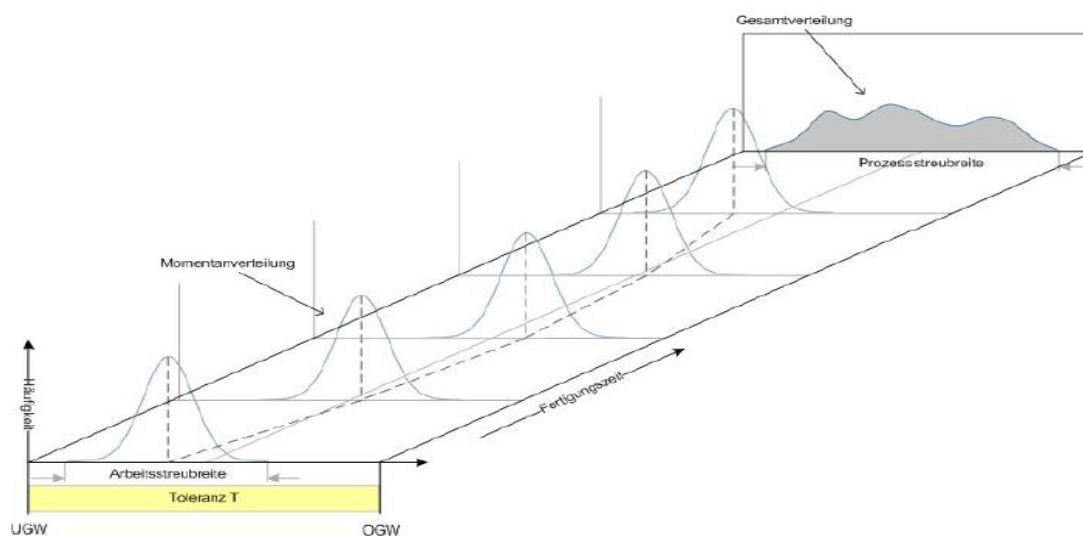
### Verteilungsmodell C3:

Ein Fertigungsprozess, der durch Verteilungsmodell C3 gekennzeichnet wird, ist ein Prozess mit konstant steigendem oder fallendem Erwartungswert und konstanter Arbeitsstreuung. Der Prozessmittelwert ändert sich nach bekannten Gesetzmäßigkeiten. Die Größenordnung der Prozesslageveränderung als auch die Arbeitsstreuung bestimmen gemeinsam die Prozessstreuung. Das Verteilungsmodell C3 existiert insbesondere bei Prozessen mit Werkzeugverschleiß (Umform- oder Schmiedewerkzeuge).



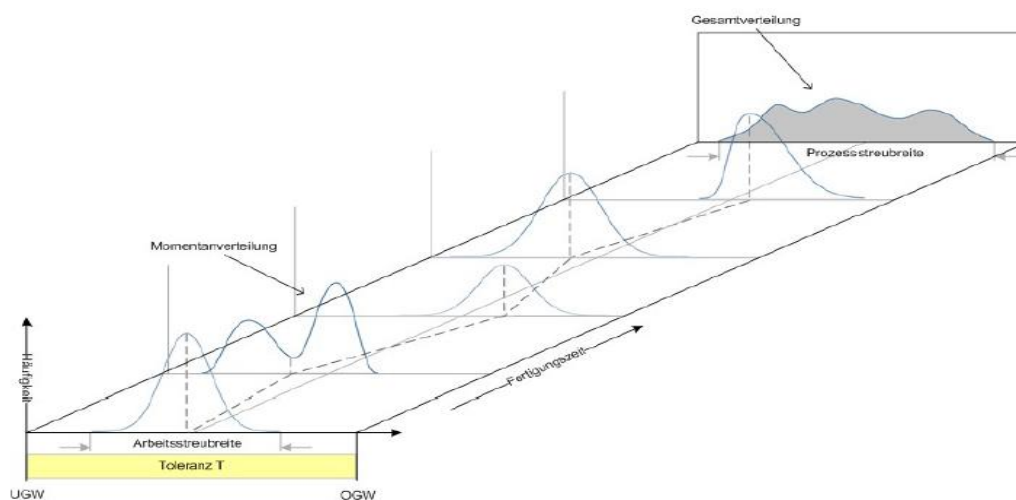
### Verteilungsmodell C4:

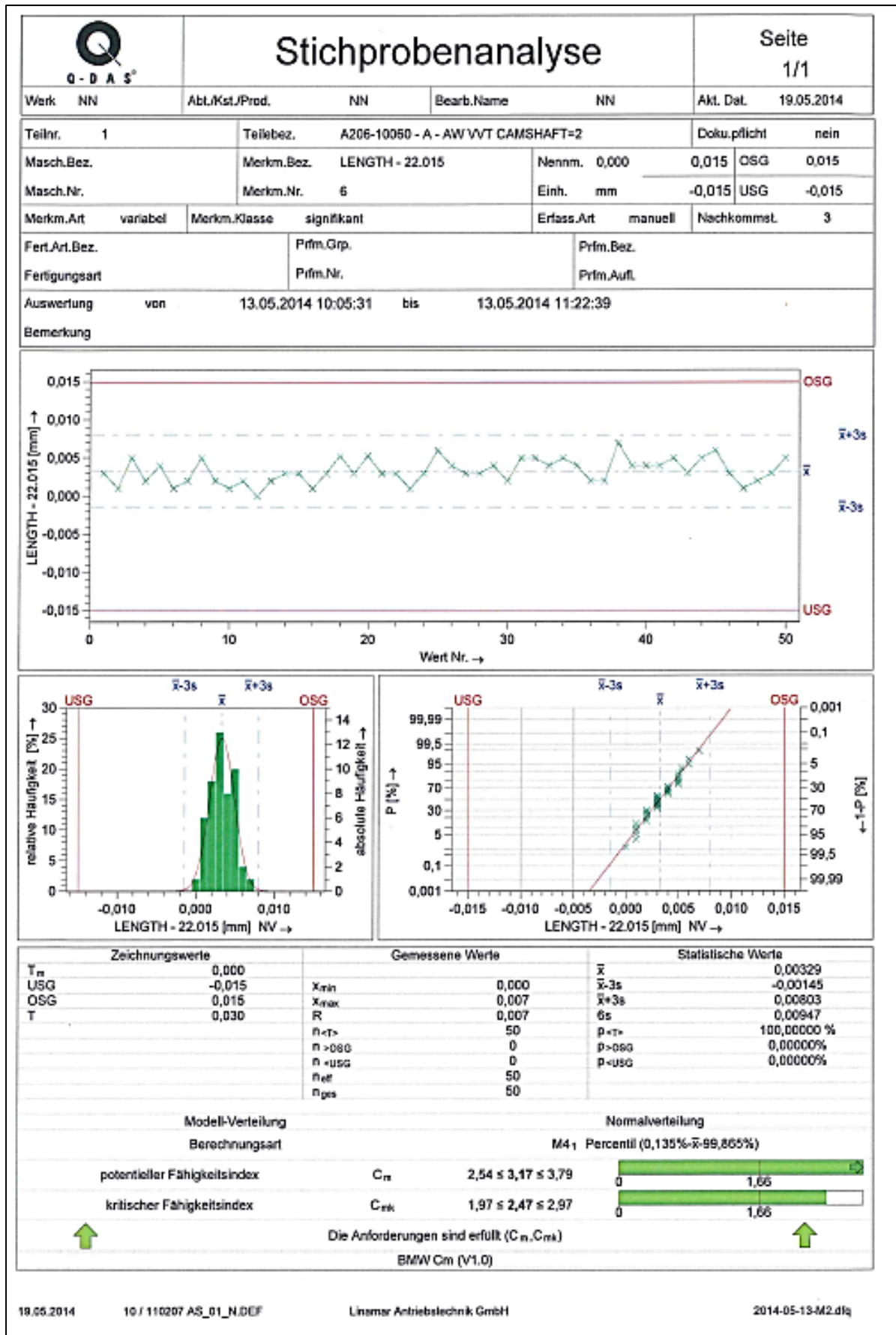
Treten hinsichtlich eines Qualitätsmerkmals sowohl zufällige Mittelwertschwankungen als auch Tenderscheinungen auf, dann trifft Verteilungsmodell C4 zu. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn in einem Prozess gleichzeitig Werkzeugverschleiß als auch Chargeneinflüsse existieren. Die Gesamtverteilung kann unter diesen Bedingungen jede beliebige Form annehmen. Dieses Verteilungsmodell kann ebenfalls bei Qualitätsmerkmalen an einem Produkt auftreten, dass gleichzeitig auf verschiedenen Fertigungseinrichtungen gefertigt wird.



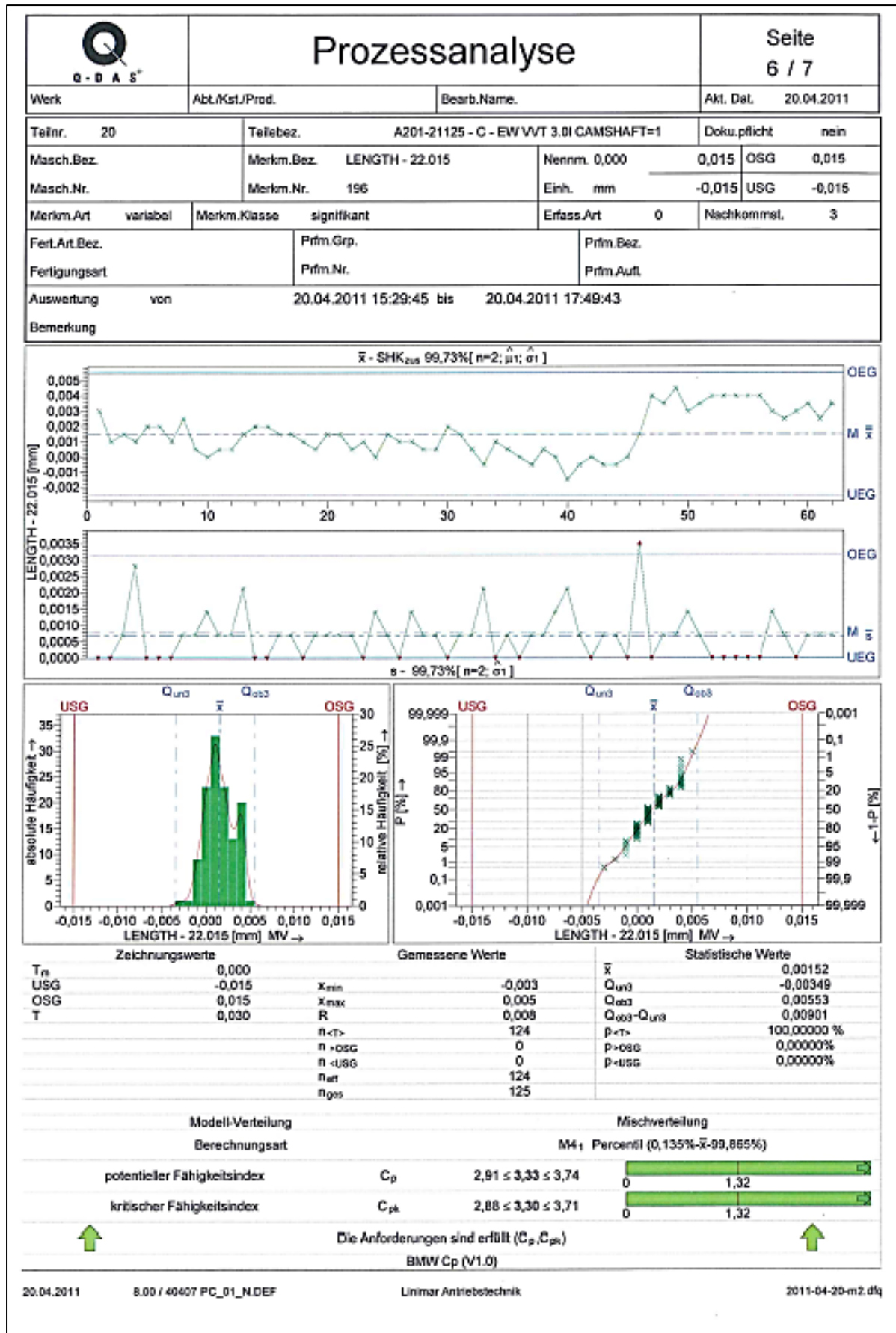
### Verteilungsmodell D:

Charakterisiert einen nicht beherrschten Fertigungsprozess. Sämtliche Parameter der Momentanverteilungen können sowohl zufälligen als auch systematischen Änderungen bzw. Einflüssen unterliegen.



MFU<sup>59</sup>

59 vgl.: LAT Interne Dokumentationen, 2015



<sup>60</sup> vgl.: LAT Interne Dokumentationen, 2015



# Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP

Projekt: \_\_\_\_\_

Projekttyp: \_\_\_\_\_

Verantwortlicher: \_\_\_\_\_

Vorgesetzter: \_\_\_\_\_

Frist: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Pers.-Nr.: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

	Nr.	Methoden/ Elemente	nicht erledigt	in Arbeit	erledigt	Bemerkungen/ Hinweise
Planungsphase	1	<b>Auftrag vom Kunde vorhanden</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2	Lastenheft (Kunde) liegt vor und durchgearbeitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2.1	Kundenforderungen, Normen und Richtlinien verstanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3	Machbarkeitsanalyse durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4	Pflichtenheft erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	5	Abschlussvertrag zwischen Kunde und Linamar liegt vor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	6	<b>QSV zwischen Kunde und Linamar liegt vor</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	7	<b>Zusammenstellung APQP-Team</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Produktentwicklungsphase (Prototyp)	8	Projektplan ausgearbeitet und eingeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	9	<b>Design-FMEA erstellt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	9.1	Schwachstellen im Design ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	9.2	Bewertung durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	9.3	RPZ-Zahl ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	9.4	Optimierungsmöglichkeiten des Design ermittelt und erfolgreich eingesetzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	10	Design überprüft, überarbeitet und mit Kunde abgestimmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	10.1	Fertigungsgerechte- und Montagegerechtes Designauslegung beachtet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	11	technische Zeichnung und Materialspezifikation vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	11.1	Besondere Produktmerkmale/ Prozessmerkmale bestimmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	12	Herstellbarkeitsbewertung durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	13	Stückliste auf Zeichnungsbasis erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	14	Prototyp QM-Plan aufgestellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	15	Prototyp gefertigt bzw. vorhanden und bewertet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		16	<b>MSA erstellt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.1		Messmittel alle vorhanden und die „richtigen“ ausgewählt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.2		Mess- und Prüfmittelplan aufgestellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



# Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP

Nr.	Methoden/ Elemente	nicht erledigt	in Arbeit	erledigt	Bemerkungen/ Hinweise
16.3	Auflösung des Normals bestimmt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.4	Unsicherheit ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.5	Beurteilung Messsystems nach Verfahren 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.6	Beurteilung Messsystems nach Verfahren 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.7	Beurteilung Messsystems nach Verfahren 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.8	Messmittel alle kalibriert und fähig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.9	Messprogramme für Messmaschinen erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Verpackungsnormen und Richtlinien des Kunden eingehalten und umgesetzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Layout und Prozessflussdiagramm erarbeitet + Freigabe durch Kunden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	<b>Prozess-FMEA erstellt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.1	Fehlerrisiken der Einzel-Prozesse ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.2	Fehlerrisiken des Gesamt-Prozesses ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.3	Bewertung durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.4	RPZ-Zahl ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.5	Optimierungsmöglichkeiten des Prozess ermittelt und angewandt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	<b>MFU -SPC- durchgeführt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20.1	50 Werkstücke hintereinander gefertigt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20.2	Rahmenbedingungen eingehalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20.3	Maschinenfähigkeit ermittelt und Maschine als fähig eingestuft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	<b>PPAP/PPF-Unterlagen vollständig</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.1	Entwicklungsunterlagen vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.2	technische Freigabe vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.3	FMEA erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.4	Layout + Prozessflussdiagramm liegt vor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.5	Fähigkeiten (MSA, MFU, PFU) durchgeführt + Nachweis liegt vor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.6	Ergebnisse aus Material- und Leistungstest vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.7	Produktmuster Teile sowie Referenzmuster Teile aufbewahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.8	Teilevorlage zur Bestätigung liegt vor/ vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Serien QM-Plan aufgestellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.1	Prozessschritte eingetragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.2	Prüfverfahren ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

# Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP

Nr.	Methoden/ Elemente	nicht erledigt	in Arbeit	erledigt	Bemerkungen/ Hinweise
22.3	First-Off Protokolle erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.4	Kontrollkarten / Laufkarten erarbeitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.5	Qualitätsregelkarten erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.6	Checkliste Wareneingang/ Warenausgang erarbeitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.7	Arbeitsanweisungen/ Prüfanweisungen erstellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>23</b>	<b>8D-Report eingeführt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>23.1</b>	Reklamation (Kunde/Intern) liegt vor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>23.2</b>	Fehler detailliert beschrieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>23.3</b>	Sofortmaßnahmen zur Fehlerbeseitigung eingeleitet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>23.4</b>	Ursache festgestellt (Ursachenanalyse)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>23.5</b>	Abstellmaßnahmen geplant + erfolgreich umgesetzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>23.6</b>	Wirksamkeit der Abstellmaßnahmen geprüft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>24</b>	<b>System-FMEA</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>24.1</b>	Fehlerrisiken der Einzel-Systeme ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>24.2</b>	Fehlerrisiken des Gesamt-Systems ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>24.3</b>	Bewertung durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>24.4</b>	RPZ-Zahl ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>24.5</b>	Optimierungsmöglichkeiten der Systeme ermittelt und eingesetzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>25</b>	<b>Vorläufige PFU -SPC-</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>25.1</b>	125 Stichproben aus Messumfang 5 entnommen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>25.2</b>	Qualitätsregelkarten zur Ermittlung dazu verwendet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>25.3</b>	Auswertung über Normalverteilung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>25.4</b>	Prozesse sind vorläufig fähig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	Schulung der Mitarbeiter -speziell zum Thema Qualität-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>27</b>	<b>Safe Launch eingeführt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>27.1</b>	Safe Launch ausgewertet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>28</b>	<b>Run@Rate eingeführt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>28.1</b>	Run@Rate ausgewertet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>29</b>	<b>Langzeit PFU -SPC-</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>29.1</b>	20 Produktionstage; 100 Stichproben aus Messumfang 5 entnommen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## Checkliste Qualitätsvorausplanung APQP

	Nr.	Methoden/ Elemente	nicht erledigt	in Arbeit	erledigt	Bemerkungen/ Hinweise	
Serienanlaufphase (Projektabschluss)	29.2	Qualitätsregelkarten zur Ermittlung verwendet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	29.3	Auswertung über Normalverteilung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	29.4	Prozesse als fähig bewertet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	30	Produktaudit durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	30.1	Kundenspezifikationen und Normen (am Bauteil) geprüft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	31	<b>Projektordner angelegt</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	31.1	alle Unterlagen, Ergebnisse und Dokumente abgelegt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	31.2	Unterlagen für Mitarbeiter zugänglich gemacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	32	Lessons Learned analysiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	32.1	Lessons Learned verfügbar gemacht (für andere Projekte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	32.2	Geprüft, ob Lessons Learned auf andere Projekte anwendbar ist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Mit Beginn der Serienfertigung, welches dem Projektabschluss seitens der Qualitätsvorausplanung gleichgesetzt ist, müssen alle Punkte mit dem Status **erledigt** versehen sein!!!

Fehlende oder Ergänzende Methoden bzw. Dokumente sind in die freien Zeilen sowie die entsprechende Verlinkung zu dem jeweiligen Bearbeitungsschritt ist in die freie Spalte „Bemerkungen/ Hinweise“ der Checkliste einzutragen!!!

Hinweise oder Anmerkungen zu den jeweiligen Punkten können hier zusätzlich eingetragen werden:

.....

.....

.....

---

## Ehrenwörtliche Erklärung

"Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich",

1. dass ich meine Bachelorthesis mit dem Thema „Qualitätsvorausplanung und praktische Umsetzung der Planungselemente während der Projektphasen mit dem Ziel einen ordentlichen Serienstart hinsichtlich aller Kundenanforderungen unter Anwendung der Automotive-Core-Tools zu gewährleisten“ ohne fremde Hilfe angefertigt habe,
2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur, sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe und
3. dass ich meine Bachelorthesis bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift