

Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie

Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten

Zuverlässigkeitsmanagement

ISSN 0943-9412

Gelbband Online-Download-Dokument: September 2018

Copyright 2018 by

Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)
Qualitäts Management Center (QMC)
Behrenstraße 35, 10117 Berlin

Gesamtherstellung:
Henrich Druck + Medien GmbH
Schwanheimer Straße 110, 60528 Frankfurt am Main

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten

Zuverlässigkeitsmanagement

4. überarbeitete Ausgabe, 2018

Online-Download-Dokument, September 2018

Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)

Unverbindliche Empfehlung des VDA

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) empfiehlt seinen Mitgliedern, die nachstehenden Richtlinien bei der Einführung und Aufrechterhaltung von QM-Systemen anzuwenden.

Haftungsausschluss

Dieser VDA Band ist eine Empfehlung, die jedermann frei zur Anwendung steht. Wer sie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen.

Dieser VDA Band berücksichtigt den zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrschenden Stand des Wissens und der Technik. Durch das Anwenden der VDA Empfehlungen entzieht sich niemand der Verantwortung für sein eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Eine Haftung des VDA ist ausgeschlossen.

Jeder wird gebeten, wenn er bei der Anwendung der VDA Empfehlung auf Unrichtigkeiten oder die Möglichkeit einer unrichtigen Auslegung stößt, dies dem VDA umgehend mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt werden können.

Urheberrechtsschutz

Diese Schrift ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des VDA unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Übersetzungen

Diese Schrift wird auch in anderen Sprachen erscheinen. Der jeweils aktuelle Stand ist bei VDA QMC zu erfragen.

Vorwort

Die Nachfrage nach der 2. Auflage dieser Schrift hat bestätigt, dass das Interesse an praxisnahen Darstellungen der Zuverlässigkeitsarbeit in der Automobilindustrie ungebrochen ist. So kam nach 15 Jahren der Wunsch auf, die Schrift erneut zu überarbeiten und die Tätigkeiten, um hohe Produktzuverlässigkeit zu erreichen, sinnvoll in den Produktentstehungsprozess zu integrieren. Das führte zu einer ganzheitlichen Betrachtung des Produktlebenszyklus von der Vorentwicklung bis hin zur Entsorgung.

Es entstanden mit der 3. Auflage zwei Bände. Band 1 beschreibt das Zuverlässigkeitsmanagement über den Produktlebenszyklus. Er wendet sich besonders an Manager und Projektverantwortliche, die für die Einbindung der Zuverlässigkeitsmethoden in die Phasen des Projektablaufes Sorge tragen müssen. Es war nur konsequent, dass der Band 2, der die Zuverlässigkeits-Methoden und –Hilfsmittel darlegt, eine zu Band 1 analoge Gliederung erhielt. Dabei wurden die Verfahren und Beispiele der 2. Auflage der Schrift gründlich überarbeitet und erweitert. Mit dem Band 2 wird den Fachleuten in den Betrieben ein Werk mit Beispielen aus der Praxis und mit anzuwendenden Methoden an die Hand gegeben, die sie bei der täglichen Arbeit benutzen können.

Der VDA-Ausschuss „Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie“ hat in seiner Sitzung am 25. November 1999 der Veröffentlichung der beiden Bände der 3. Auflage der Schrift „Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten“ grundsätzlich zugestimmt.

Vorwort zur 4. Ausgabe

Das Themenfeld der Zuverlässigkeit wird durch drei VDA Bände abgedeckt. Im Jahr 2016 wurde die 4. komplett überarbeitete Ausgabe des Band 3.2 „Zuverlässigkeits-Methoden und -Hilfsmittel“ veröffentlicht. Im Anschluss daran erschien der Band 3.3 als Erstauflage „Case Studies im Zuverlässigkeitsregelkreis“. Die letzte Auflage des Bandes 3.1 „Zuverlässigkeitsmanagement“ stammt aus dem Jahr 2000. Mit dem Erscheinen der neuen Bände wurde es notwendig, die Inhalte des Bandes 3.1 anzupassen. Softwarezuverlässigkeit wird in keinem der Bände betrachtet.

Der Band 3.1 „Zuverlässigkeitsmanagement“ adressiert als übergeordnetes Werk Unternehmensleitungen, Verantwortliche und deren Mitarbeiter in allen Produkt- und Projektphasen, von der Entstehung eines Produktes bis zu dessen Außerbetriebnahme.

Berlin, 2018

Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
2	Mögliche Organisationsstrukturen für die Integration des ZUV-Regelkreises	10
3	Phasenaufteilung des Produktlebenszyklus	15
3.1	Erläuterung der graphischen Darstellung der Phasen	15
3.2	Konzeptphase	17
3.2.1	Zielsetzung in der Konzeptphase	17
3.2.2	Typische Fragestellungen in der Konzeptphase	18
3.2.3	Kernaufgaben der Konzeptphase	19
3.2.4	Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen	20
3.3	Entwicklungsphase	23
3.3.1	Zielsetzung in der Entwicklungsphase	23
3.3.2	Typische Fragestellungen in der Entwicklungsphase	24
3.3.3	Kernaufgaben der Entwicklungsphase	25
3.3.4	Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen	26
3.4	Produktionsphase	29
3.4.1	Zielsetzung in der Produktionsphase	29
3.4.2	Typische Fragestellungen in der Produktionsphase	30
3.4.3	Kernaufgaben der Produktionsphase	31
3.4.4	Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen	32
3.5	Nutzungsphase	35
3.5.1	Zielsetzung in der Nutzungsphase	35
3.5.2	Typische Fragestellungen in der Nutzungsphase	36
3.5.3	Kernaufgaben der Nutzungsphase	38
3.5.4	Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen	39
4	Methodenanwendung in den Phasen des Produktlebenszyklus	42
5	Informationen zur Verwendung in weiteren Phasen	44

Abkürzungsverzeichnis

HR	Human Resources
ZUV	Zuverlässigkeit
SQE	Supplier Quality Engineer
FQE	Field Quality Engineer
NTF	No Trouble Found
P-FMEA	Prozess – Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
PLP	Prozesslenkungsplan
SOP	Start Of Production - Produktionsbeginn

1 Einleitung

Die Automobilindustrie in Deutschland ist geprägt durch einen intensiven, innovativen Wettbewerb. Diese Situation verschärft sich durch die steigenden Anforderungen seitens der Kunden und des Marktes und einer stetig steigenden Komplexität der Produkte. Die Erfüllung dieser Anforderungen, zuverlässige und qualitativ hochwertige Produkte anzubieten, stellen für deutsche Automobilhersteller zentrale Ziele dar. Jedoch kann es aufgrund von konzeptionellen Schwächen, Prozessabweichungen in den fahrzeugbauenden Werken oder in der Lieferkette, fehlerhaft verbauten Teilen, nicht berücksichtigtes Kundenverhalten sowie Umweltbedingungen oder sogar einer Kombination aus diesen Ursachen zur Verfehlung der festgelegten Qualitäts- und ZUV-Ziele kommen. Zielabweichungen haben nicht nur Auswirkungen auf den Hersteller in Form von Garantie- und Kulanzkosten, sondern resultieren auch in negativen Kundenerfahrungen wie Werkstattaufenthalten sowie Reparaturkosten. Darüber hinaus verlangt die zunehmende Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen nach kalkulierbaren Zuverlässigkeitswerten, da diese einen direkten Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg haben. Als Beispiel sind hier vor allem Betreibermodelle zu nennen.

Unter diesen Gesichtspunkten ist es notwendiger denn je eine lückenlose bauteilbezogene Kommunikation von ZUV-Informationen mit allen am Herstellungsprozess eines Fahrzeugs Beteiligten in der Lieferkette zu erreichen. Mit jedem Logistikschrift innerhalb der Lieferkette steigt die Anzahl von Produktinformationen, wie Produktions- und Konstruktionskennwerte und/oder Lieferinformationen. Mit dem letztendlichen Datum der Inbetriebnahme durch den Kunden und den daraus resultierenden Belastungs- und Betriebskennwerten nimmt die Informationsdichte weiter zu. Die Datenmengen erreichen sehr schnell Größenordnungen, die eine konventionelle ZUV-Analyse nur noch eingeschränkt ermöglichen. Der Begriff „Big Data“ beschreibt diese Informationsflut, die aufgrund ihrer Größe und ihrer Inhomogenität eine Herausforderung für konventionelle Hard- und Software darstellt [Big Data 2016]. Mit den zunehmenden Marktanteilen von Serien-Elektrofahrzeugen und der Vision des autonomen Fahrens nehmen die bereitgestellten Informationen exponentiell zu. Schon heute produzieren Fahrzeuge aus dem Mittelklasse-Segment bis zu 25 GB Daten pro Stunde aus Sensoren. Diese Nutzerdaten bergen für die ZUV-Analyse eine Viel-

zahl von Potentialen, die es für die deutsche Automobilindustrie nutzbar zu machen gilt. Diesem Ansatz folgend sind die Automobilhersteller und Zulieferer bestrebt, die aus der Nutzungsphase gewonnenen Informationen bereits in die Konzeption, Entwicklung und Produktion neuer Produkte einfließen zu lassen. Im Feld auftretende Schadensfälle sind eine wertvolle Quelle von Informationen zur Beseitigung von Designschwächen und zur Verbesserung zukünftiger Produkte hinsichtlich der angestrebten Qualitäts- und ZUV-Ziele. Zur Erreichung dieser Ziele ist es sinnvoll einen durchgängigen Zuverlässigkeitsprozess in der Form eines Zuverlässigkeitsregelkreises in der gesamten Wertschöpfungskette zu installieren. Dieser erstreckt sich über alle vier Phasen des Produktlebenszyklus. Charakteristisch ist die stetige Rückführung von Daten und Informationen aus den nachgelagerten Phasen in die vorangegangenen Phasen. Der Zuverlässigkeitsregelkreis ist zentrales Element der überarbeiteten VDA-Bandreihe 3.

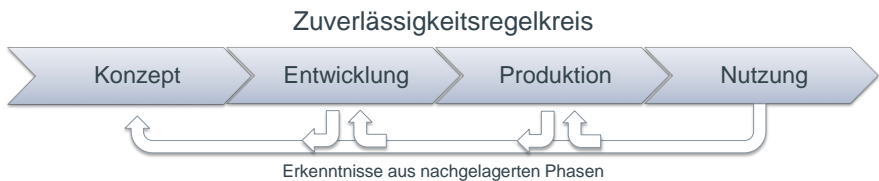


Abb. 1-1: Prinzip-Skizze des ZUV-Regelkreises

Die Wirksamkeit eines durchgängigen Zuverlässigkeitsprozesses über den gesamten Produktlebenszyklus setzt voraus, dass die beteiligten Unternehmen über eine angemessene Organisationsstruktur verfügen. Diese aufbauorganisatorischen Aspekte werden in Kapitel 2 beschrieben und mögliche Realisierungsformen vorgestellt. In Kapitel 3 wird auf die Phasen des Zuverlässigkeitsprozesses eingegangen. Es werden jeweils Zielsetzung, Aufgaben sowie Aktivitäten beschrieben und deren Verantwortlichkeiten zugeordnet. Die Kapitel 4 und 5 beschreiben kurz die phasenbezogene Anwendbarkeit von Methoden und die Verwendung von gewonnenen Informationen in weiteren Phasen des Prozessentstehungszyklus.

2 Mögliche Organisationsstrukturen für die Integration des ZUV-Regelkreises

Eine erfolgreiche Zuverlässigkeitssicherung im Produktentstehungsprozess kann nur gelingen, wenn die Unternehmensleitung der Produktzuverlässigkeit hohe Priorität einräumt. Das heißt, die Produktzuverlässigkeit gehört zum festen Bestandteil der Unternehmenspolitik und wird seitens der Unternehmensleitung gefordert, gefördert und ist durch kontinuierliche Zielüberwachung im besonderem Management-Fokus.

Zur Erreichung eines effektiven Zuverlässigkeitsmanagements ist es erforderlich eine geeignete Organisationsstruktur, einschließlich der Verantwortlichkeiten und Befugnisse für die Zuverlässigkeitsarbeiten festzulegen. Dies geschieht in den meisten Fällen durch die konsequente Implementierung eines durchgängigen und bereichsübergreifenden Zuverlässigkeitsprozesses, der durch den Prozesseigner koordiniert und mit dem Prozessmanagement harmonisiert wird und alle Phasen des Zuverlässigkeitsregelkreises abdeckt.

Für die Entstehung eines zuverlässigen Produkts müssen im Wesentlichen vier wichtige Prämissen erfüllt sein:

1. Der Hersteller benötigt einen Plan zur Erreichung seiner Zuverlässigkeitsziele. Das heißt, er muss wissen, welche Messgrößen (Kennzahlen wie z. B. MTTF, Fahrleistung in km, ...) bzgl. Zuverlässigkeit sein neues Produkt haben soll. Dies gilt für das gesamte Produkt und dessen Komponenten. Dazu müssen entsprechende Ziele definiert werden.
2. Eine auf die Kundennutzung ausgerichtete Auslegung der Komponenten und deren Erprobung sind zwingend erforderlich. Die reale Belastung über die Lebensdauer muss validiert und Änderungen der Beanspruchung/Beanspruchbarkeit hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Zuverlässigkeit überwacht werden.
3. Zuverlässigkeit ist das Ergebnis eines stringent geführten Entwicklungsprozesses, dem Zuverlässigkeitsprozess. Dieser leitet nachvollziehbar präzise ZUV-Ziele ab und definiert geeignete Erprobungen hinsichtlich der auftretenden Schädigungen und Belastungen

qualitativ wie quantitativ. Ferner sorgt er dafür, dass die gesteckten Ziele erreicht werden.

4. Ein besonderer Management-Fokus ist notwendig, der eine bewusste und systematische Führung der Beteiligten sicherstellt, angemessene Ressourcen zur Umsetzung bereitstellt und die Beteiligten zur konsequenten Zielerreichung verpflichtet.

Angelehnt an [Brunner 1992] können unterschiedliche Organisationsstrukturen diskutiert werden (siehe Abb. 2-1), wie eine mögliche Zuordnung der Zuverlässigkeitsfunktion im Unternehmen realisiert werden kann.

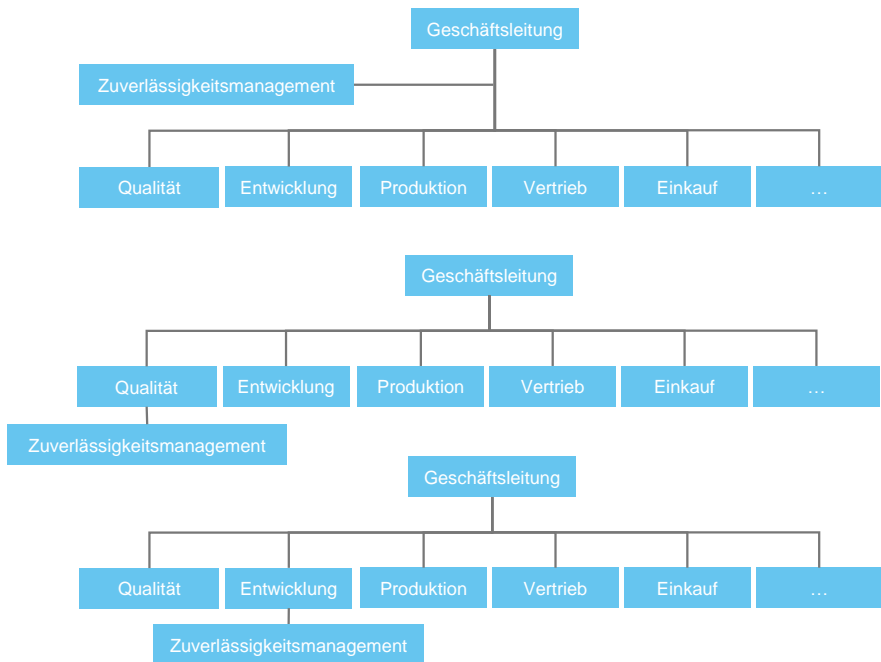


Abb. 2-1: Möglichkeiten der Zuordnung des Zuverlässigkeitsmanagements in die Unternehmensstruktur

Um die Leitlinien und strategischen Ziele der Organisation zu erreichen, ist es zwingend erforderlich das Zuverlässigkeitsmanagement mit folgenden Befugnissen auszustatten [VDI 4003, 2007]:

- Erhält volles Informationsrecht über alle, den jeweiligen Auftrag betreffenden technischen Vorgänge.
- Erhält maßgebenden Einfluss auf alle Freigaben im Projektablauf.
- Ist stimmberechtigtes Mitglied in entsprechenden Überprüfungs- und Freigabegremien.
- Erhält Befugnisse gegenüber allen anderen (ausführenden) Zuverlässigkeitsstellen (das bedeutet entweder direkte Unterstellung oder zumindest arbeitstechnische Weisungsbefugnisse).
- Bei ZUV-relevanten Themen besteht ihm gegenüber Informationspflicht.

Der Zuverlässigkeitsprozess in der Automobil- und Zulieferindustrie deckt alle Phasen des Produktlebenszyklus ab. Die Aufgabe des Zuverlässigkeitsmanagements ist es, den Zuverlässigkeitsprozess auf die einzelnen Meilensteine des Produktentstehungsprozesses herunterzubrechen und dessen Anwendung sicherzustellen. Innerhalb des ZUV-Regelkreises ist die Nutzungsphase fester Bestandteil des Zuverlässigkeitsprozesses, da Informationen aus dieser Phase einen wesentlichen Einfluss auf die Kernaufgaben der vorgelagerten Phasen haben.

Um den Prozess praxisgerechter darzustellen, ist es empfehlenswert, die Verantwortungen konkreten Prozessrollen (Funktionen) statt Unternehmensfachbereichen oder einzelnen Personen zuzuordnen. Diese Rollenprofile sollten mit den Human Resources Stellenbeschreibungen harmonisiert werden.

Beispielhaft können folgende Rollen beschrieben werden:

- Management: Projektentscheider, Geschäftsleitung
- Qualitätsingenieur
- FQE: Field Quality Engineer

- SQE: Supplier Quality Engineer
- Zuverlässigkeitsmanager
- Entwickler: Konstruktion & Entwicklung, je nach Projektgröße auch Vorentwickler
- Versuchsingenieur
- Produktmanager: Vertriebsicht
- Projektleiter
- Externer Realisierungspartner (z. B. Lieferant)

In der folgenden Abbildung wird der ZUV-Regelkreis anhand des Prozesses inklusive Rollenmatrix beschrieben. Daraus kann die vorgeschlagene Aufteilung der Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen bei der Durchführung des Prozesses entnommen werden. Diese Form des Zuverlässigkeitssicherungsprogrammes erfüllt umfassend auch den Rahmen des Total Quality Management [Biolini 1997]. Die Abbildung des vollständigen ZUV-Regelkreises ist im Anhang zu finden.

Beschreibung des Zuverlässigkeitsregelkreises														
Prozessname: Zuverlässigkeitsregelkreis							Version: V01							
Prozesseigner: Abt. Zuverlässigkeitsmanagement														
Name:			Fachabteilung:				Standort:		Revision:					
Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	FQE	Entwickler	Versuchsingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	ZuV Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschritt -stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnittstelle)
1		V	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
2	Konzept	M	I	M	M	M	I	I	I	M	V	<ul style="list-style-type: none"> - Erfahrungswissen von Vorgängermodellen - ZUV-Subsysteme - ZUV-IST-Wert gleich ZUV-Zielwert - ZUV-IST-Wert größer ZUV-Zielwert - ZUV-IST-Wert kleiner ZUV-Zielwert 		<ul style="list-style-type: none"> - ZUV-Ziel System - ZUV-Ziel Subsystem - ZUV-Ziel Komponente/ Baugruppe

Abb. 2-2: Zuverlässigkeitsprozess - Rollenmatrix (Auszug)

Die Prozessbeschreibung gliedert sich in vier Segmente: Rollenmatrix, Input, Tätigkeit und Output. Mit der Rollenmatrix sind alle beteiligten Fachbereiche abgebildet. Dabei ist die Rolle mit klarer Zuweisung der jeweiligen Verantwortung und Mitwirkung im Zuverlässigkeitsprozess versehen.

Beschreibung des Zuverlässigkeitsregelkreises					
Prozessname: Zuverlässigkeitsregelkreis			Version: V01		
Prozesseigner: Abt. Zuverlässigkeitsmanagement			Standort:		Revision:
Name:		Fachabteilung:			
Prozessschritt	Phase	Schnittstellenart	Input	Prozessablauf	Output
1		Grenzstelle:	Literaturverweise, Verweise auf VDA-Bände (beispielhaft)		Output (Dokument, Software, Prozessschnittstelle)
2	Konzept	Verarbeitung allgemein, Verarbeitungseinheit	VDA Band: Kundenspezifische QM-Systemanforderungen - Kap. 3: Erstellung und Lenkung kundenspezifischer Anforderungen VDA Band 3.2: - Kap 3.1.1: Zuverlässigkeitsaspekte in der Konzeptionsphase - Kap. 3.1.2: Ziele der Zuverlässigkeitsarbeit in der Konzeptionsphase - Kap. 4.2: Zuverlässigkeitsziele	Erfahrungswissen von Vorgängermodellen - ZUV-IST-Wert gleich ZUV-Zielwert - ZUV-IST-Wert größer ZUV-Zielwert - ZUV-IST-Wert kleiner ZUV-Zielwert	<pre> graph TD A([Neues System]) --> B[ZUV-Zielvorgabe System festlegen] </pre> - ZUV-Ziel System - ZUV-Ziel Subsystem - ZUV-Ziel Komponente Baugruppe

Abb. 2-3: Beschreibung ZUV-Regelkreis (Auszug)

Die Spalte „Input“ in Abb. 2-3 beinhaltet alle benötigten Informationen bzw. Dokumente, die zur erfolgreichen Abarbeitung der einzelnen Prozessschritte erforderlich sind. In der Spalte „Prozessablauf“ wird die Abfolge der einzelnen Prozessschritte in Form eines Flussdiagramms verdeutlicht. Die Spalte „Output“ beinhaltet das Ergebnis des jeweiligen Prozessschrittes und bildet den Input für die nächsten Tätigkeiten. Über die Spalte „Literaturverweise“ wird exemplarisch die inhaltliche Verknüpfung (Schnittstellen) zu weiteren VDA-Bänden hergestellt.

3 Phasenaufteilung des Produktlebenszyklus

In diesem Kapitel werden entsprechend der vier relevanten Phasen des Produktlebenszyklus, Konzept-, Entwicklungsphase-, Produktions- und Nutzungsphase, Kernaufgaben definiert und beschrieben.

3.1 Erläuterung der graphischen Darstellung der Phasen

Aus den jeweiligen Zielsetzungen der Phasen werden zentrale Kernaufgaben in einem iterativen Prozess abgearbeitet (Planung, Umsetzung, Validierung & Übergabe), bis das vorgegebene ZUV-Ziel erreicht wurde. Das Ergebnis wird dokumentiert und an die folgende Phase übergeben. Können die Ziele nicht erreicht werden, so muss eine ZUV-Zielanpassung in den vorgelagerten Phasen oder in der Phase selbst erfolgen.

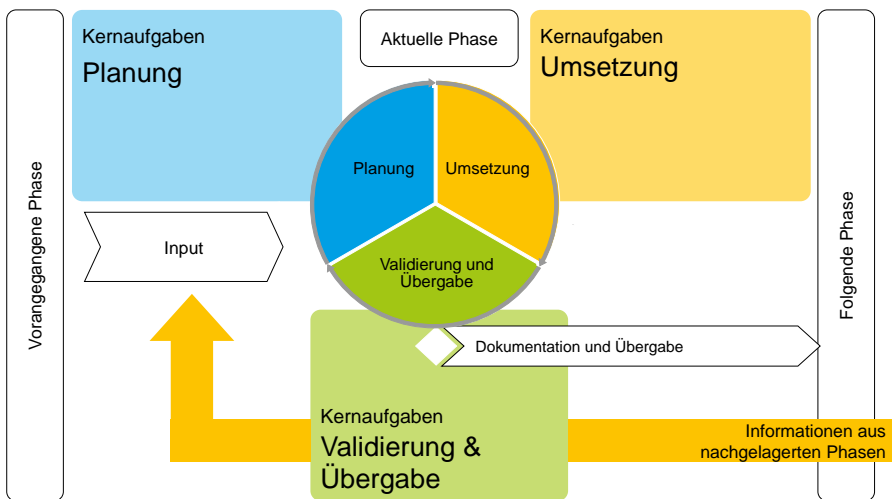


Abb. 3-1: Zyklische Darstellung der Kernaufgaben in den Phasen

Im Anschluss an die Darstellung jeder Phase werden in einer Tabelle die einzelnen Prozessschritte detailliert und den Verantwortlichkeiten zugeordnet. Weiterhin werden sowohl In- als auch Outputs und mögliche Datenquellen aufgeführt. Das dafür verwendete Layout ist in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 1: Layout für Prozessbeschreibung mit Prozessrollen in den Phasen

Phase		Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Prozessschritt									
Arbeitsinhalte									
Dokumentation:									
Zu erarbeitende Inhalte der Dokumentation mit Definition der Verantwortlichkeiten innerhalb der Rollen									
Unterteilung in V: Verantwortung M: Mitwirkung									
Input	Output								
<ul style="list-style-type: none"> Mögliche Inputs aus vorgelagerten Phasen oder Produktvorgängern 	<ul style="list-style-type: none"> Ergebnisse der Phase Einleitung des Fehlerabstellprozesses aktive Bauteilüberwachung im Betrieb Überwachung der ZUV-Vorgaben 								
weitere Informationsquellen									
<ul style="list-style-type: none"> Informationsquellen für Input 	<ul style="list-style-type: none"> Informationsquellen für Output 								

3.2 Konzeptphase

3.2.1 Zielsetzung in der Konzeptphase

In der Konzeptphase muss das ZUV-Ziel des Systems unter Annahme von identifizierten Lastkollektiven und geplanten Beanspruchbarkeiten des Systems festgelegt werden. Es wird das ZUV-Ziel des Systems über die Summe der ZUV-Ziele für die Subsysteme und Komponenten bis hin zu den ZUV-Zielen für die Baugruppen in einem iterativen Prozess definiert. Daraus ergibt sich die Struktur der ZUV-Ziele der Baugruppen im System. Innerhalb des Systems kann ein virtuelles Subsystem existieren, das die Baugruppen zusammenfasst, die aufgrund von z. B. sehr geringen Ausfallwahrscheinlichkeiten und fehlender gesetzlicher oder sicherheitsbedingten Anforderungen nicht einzeln betrachtet werden sollen.

Zum Aufbau der Struktur und der Abschätzung der ZUV-Ziele des Systems wird das Wissen aus der Nutzung, Produktion sowie Entwicklung von Vorgängermodellen herangezogen und Erkenntnisse aus der Konzept-FMEA genutzt.

Mögliche Zielsetzungen sind:

- ZUV-Zielanforderungen, funktionelle Anforderungen und Umgebungsbedingungen der Kunden (falls bekannt)
- Alternative ZUV-Ziele nach Stand der Technik definiert
- Abgeleitete Zielvorgaben von der Systemebene auf die Komponenten-/ Bauteilebene
- Freigabe für die Zielvorgaben liegt vor
- Termintreue

3.2.2 Typische Fragestellungen in der Konzeptphase

In der Konzeptphase ergeben sich folgende typische Fragestellungen innerhalb des ZUV-Regelkreises:

- Welches ZUV-Ziel ist für das System unter Berücksichtigung der Kundenerwartungen, der Wettbewerbs- sowie Marktanalysen, der Lebenszykluskosten sowie der gesetzlichen Vorgaben und z. B. Sicherheitsaspekte zu definieren?
- Welche Komponenten/Baugruppen müssen einzeln über den gesamten ZUV-Regelkreis betrachtet werden und wie können die restlichen Umfänge mit ihren Einflüssen auf das ZUV-Ziel des Gesamtsystems statistisch erfasst werden?
- Wie kann sichergestellt werden, dass das ZUV-Ziel des Gesamtsystems eingehalten wird?
- Ist eine Anpassung des ZUV-Ziels im Falle eines Folgeproduktes unter Betrachtung dessen Komponenten und Wechselwirkungen notwendig?
- Wie können bei Änderungen der Beanspruchbarkeit (Alterungsprozesse, Ersatzteile) als auch der Beanspruchungen (Änderung des Nutzungsverhaltens, gesetzliche Änderungen, geänderte Regionen/Märkte) die ZUV-Ziele erreicht werden?
- Welche Erkenntnisse lassen sich aus Felddaten von ähnlichen Produkten für das Festlegen von ZUV-Zielen gewinnen (z. B. Produktionsschwankungen, Toleranzfestlegungen, Erkennung von Abweichungen, Schadensbilder, Ausfallverhalten, Nutzerprofile)?
- Wie können die Informationen zu den getroffenen Annahmen zur Definition der ZUV-Ziele und den aus nachfolgenden Phasen stammenden Änderungen dokumentiert werden (Datenmodell)?
- Welche Informationen aus der Konzeptphase sind wie zu verdichten (z. B. Kennzahlen) und an die folgende Phase zu übergeben?

3.2.3 Kernaufgaben der Konzeptphase

In Abb. 3-2 sind die Kernaufgaben der Konzeptphase, aufgeteilt in die Prozessschritte Planung, Umsetzung und Validierung & Übergabe, dargestellt. Nachdem im Prozessschritt Planung die grundsätzlichen Anforderungen auf Systemebene bestimmt und basierend auf diesen strategische ZUV-Ziele abgeleitet wurden, werden diese iterativ in der Umsetzung auf Subsysteme, Komponenten und Baugruppen heruntergebrochen. Anschließend sind diese unter Berücksichtigung aller relevanten Aspekte, inklusive Informationen aus nachgelagerten Phasen, zu verifizieren und freizugeben. Es folgt die Dokumentation und Übergabe an die Entwicklungsphase.

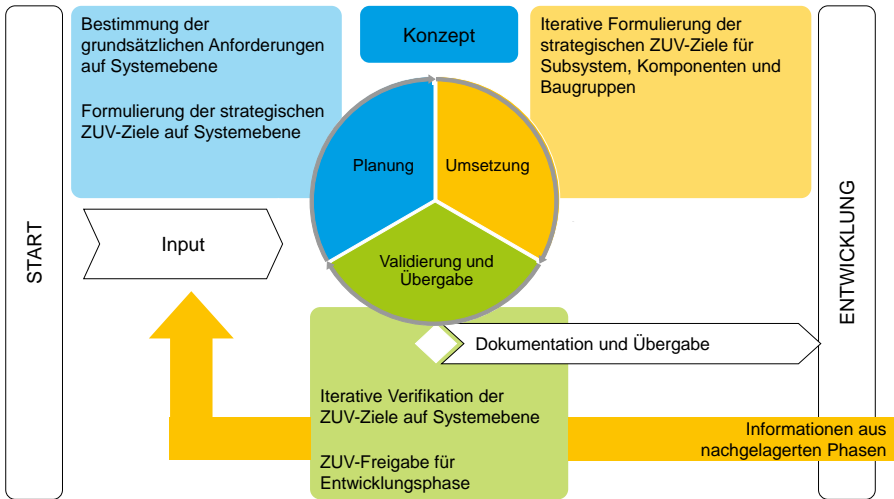


Abb. 3-2: Kernaufgaben in der Konzeptphase

3.2.4 Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen

Tabelle 2: Konzeptphase / Planung

Konzeptphase								
Planung								
Arbeitsinhalte								
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Bestimmung der grundsätzlichen Anforderungen auf Systemebene:								
Länder, Einsatzmärkte und -bedingungen identifizieren	V				M	M		
Kundenkreise festlegen	V				M	M		
Kundenanforderungen identifizieren		V			M	M		
Gesetzliche Vorgaben identifizieren		V			M	M		
sicherheitsrelevante Anforderungen identifizieren		V	M	M				
Formulierung der strategischen ZUV-Ziele auf Systemebene:								
Ziel für Marktpositionierung festlegen	V				M			
Identifizierung und Bewertung von Risiken und Chancen des Systems		V	M					
Abgleich mit ZUV-Daten (Test & Feld) vergleichbarer Produkte durchführen			V	M				
Realisierbare Marktposition festlegen	V		M		M			
Strategisches ZUV-Ziel festlegen	V		M		M			
Strategisches ZUV-Ziel prüfen und ggf. berichtigen	M	M	M	V				
Input					Output			
<ul style="list-style-type: none"> • Rahmenbedingungen • Kundenanforderungen • Interne Anforderungen • Gesetzliche Anforderungen • Abgleich mit vergleichbaren Produkten • Markenspezifische Anforderungen 					<ul style="list-style-type: none"> • strategische ZUV-Ziele • Annahmen zu Belastungen, Belastbarkeiten und Ausfallwahrscheinlichkeiten 			
weitere Informationsquellen								
<ul style="list-style-type: none"> • Länder, Einsatzmärkte und -bedingungen • Kundenkreise • Kundenanforderungen • Gesetzliche Vorgaben • sicherheitsrelevante Anforderungen • ZUV-Daten (Test & Feld) vergleichbarer Produkte 					<ul style="list-style-type: none"> • Beanstandungsdaten • Werkstattberichte • Konzept-FMEA • Kunden-/Marktstudien 			

Tabelle 3: Konzeptphase / Umsetzung

Konzeptphase								
Umsetzung								
Arbeitsinhalte								
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Iterative Formulierung der strategischen ZUV-Ziele für Subsystem, Komponenten und Baugruppen:								
Subsysteme, Komponenten & Baugruppen identifizieren		V	M	M				
Risiko-Klassifizierung der Baugruppen			V	M				
ZUV-System-Modell entwerfen			V	M				
Belastungen und Beanspruchungen identifizieren			V	M			M	
wechselseitige Beeinflussung und erforderliche Redundanzen identifizieren			V	M				
Beanspruchung und Beanspruchbarkeit ermitteln und abgleichen			V	M			M	
ZUV-Ziele für klassifizierte Baugruppen mit Realisierungspartnern festlegen			V	M			M	
ZUV-Ziele-Baugruppe prüfen und ggf. berichtigen			V	M				
Konzept der Rückverfolgbarkeit festlegen			V	M			M	M
Input				Output				
<ul style="list-style-type: none"> ● strategische ZUV-Ziele ● Annahmen zu Belastungen, Belastbarkeiten und Ausfallwahrscheinlichkeiten 				<ul style="list-style-type: none"> ● strategische ZUV-Ziele für Subsystem, Komponenten und Baugruppen 				
weitere Informationsquellen								
<ul style="list-style-type: none"> ● Länder, Einsatzmärkte und -bedingungen ● Kundenkreise ● Kundenanforderungen ● Gesetzliche Vorgaben ● sicherheitsrelevante Anforderungen ● ZUV-Daten (Test & Feld) vergleichbarer Produkte 				<ul style="list-style-type: none"> ● Systemstruktur (Baugruppen/Komponenten) ● Beanstandungsdaten ● Werkstattberichte ● Konzept-FMEA ● Kunden-/Marktstudien ● Schnittstellendiagramm 				

Tabelle 4: Konzeptphase / Validierung & Übergabe

Konzeptphase								
Validierung & Übergabe								
Arbeitsinhalte								
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Iterative Verifikation der ZUV-Ziele auf Systemebene:								
ZUV-Ziele Baugruppen aggregieren			V	M			M	
ZUV-Ziel-System prüfen und ggf. berichtigen			V	M			M	
Dokumentation und Übergabe:								
Dokumentation aller Annahmen und der Ergebnisse aus der Konzeptphase		V	M	M				
Erstellen des Kapitels Zuverlässigkeit im Lastenheft		V	M	M				
Input				Output				
<ul style="list-style-type: none"> • strategische ZUV-Ziele für Subsystem, Komponenten und Baugruppen 				<ul style="list-style-type: none"> • ZUV-Freigabe für Entwicklungsphase inklusive Dokumentation und Übergabe Lastenheft 				
weitere Informationsquellen								
<ul style="list-style-type: none"> • Länder, Einsatzmärkte und -bedingungen • Kundenkreise • Kundenanforderungen • Gesetzliche Vorgaben • sicherheitsrelevante Anforderungen • ZUV-Daten (Test & Feld) vergleichbarer Produkte • Systemstruktur (Baugruppen/Komponenten) 				<ul style="list-style-type: none"> • Beanstandungsdaten • Werkstattberichte • Konzept-FMEA • Kunden-/Marktstudien • Schnittstellendiagramm 				

3.3 Entwicklungsphase

3.3.1 Zielsetzung in der Entwicklungsphase

Prinzipiell werden in der Entwicklungsphase genormte Lastkollektive entwickelt. Diese werden gegenüber der Belastbarkeit des Systems, Subsystems, Komponenten oder Baugruppen mit Grenzmusterprototypen beispielsweise durch Raffungstests erprobt, um die definierten ZUV-Ziele zu bestätigen. Ein besonders hoher Nutzen lässt sich hierbei erzeugen, wenn die Einbindung aller relevanten Erkenntnisse bezüglich der tatsächlichen Beanspruchbarkeiten als auch der Beanspruchung aus der Produktions- bzw. Nutzungsphase verwendet wird. Dadurch ist mitunter ein direkter Vergleich der realen Feldbelastung mit dem abgeleiteten ZUV-Ziel möglich. Somit wird eine Steuerung und ggf. Kollektivaufteilung in Varianten für das System realisierbar. Insgesamt wird in dieser Phase der Nachweis des ZUV-Ziels aus der Konzeptphase erbracht sowie die Produktqualifizierung für den Serieneinsatz durchgeführt. Zudem werden die ZUV-relevanten Merkmalstoleranzen als Grundlage für die Einhaltung der definierten Belastbarkeiten für die Produktionsphase abgeleitet und übergeben.

Mögliche Punkte sind:

- Ableitung von Tests zur Bestätigung der ZUV-Ziele
- Bestätigung der ZUV-Ziele durch Tests
- Festlegung von ZUV-relevanten Merkmalen (ZUV-Indikatoren) für die Produktion und Verankerung im Produktionslenkungsplan (P-FMEA und PLP)
- Definition und Dokumentation von ZUV-Indikatoren für die Nutzungsphase
- Termintreue

3.3.2 Typische Fragestellungen in der Entwicklungsphase

In der Entwicklung werden ausgehend vom Lastenheft die ZUV-Struktur und -Ziele präzisiert und bestätigt.

Dabei ergeben sich folgende typische Fragestellungen innerhalb des ZUV-Regelkreises:

- Wie können die ZUV-Ziele aus der Konzeptphase umgesetzt und bestätigt werden?
- Wie können die in der späteren Nutzungsphase auftretenden Belastungen identifiziert, quantifiziert und zu Kollektiven zusammengefasst werden?
- Wie kann man realisieren, dass alle Bestandteile des Systems hinsichtlich des Einflusses auf das ZUV-Ziel erfasst und beurteilt werden?
- Mit welchen Ausfallmechanismen ist zu rechnen und wie sind diese mit den bereits festgestellten Beanspruchungen/Kollektiven kausal verbunden?
- Wie werden systematisch die Restrisiken, welche nicht einzeln betrachtet werden, erfasst und beurteilt?
- Welche Versuchsarten auf welcher Aggregationsebene sind durchzuführen, um alle Ausfallmechanismen abzudecken?
- Welcher Prüfaufwand ist zur quantitativen Bestätigung des zeitlichen Verlaufes der ZUV-Ziele nötig (Methode, Prüfzeit, Raffung, Anzahl der Probanden) auch unter Berücksichtigung sich verändernder Lastkollektive (Robustheit) und Beanspruchbarkeitsgrenzen (z. B. Verschleiß von Dichtungen)?
- Wie werden die Prüfergebnisse bis zum SOP zu einer Aussage über die Gesamtzuverlässigkeit zusammengefasst, dokumentiert und mit dem ZUV-Ziel verglichen?
- Wie kann aus Prüfstandsversuchen auf das Feld hochgerechnet werden (Raffungsfaktoren ableiten) bzw. wie können aus vereinzelt Felddausfällen Rückschlüsse auf Prüfstandsversuche gezogen werden?

- Wie ist bei einer Nicht-Erreichung des ZUV-Ziels zu verfahren?
- Welche Vorgaben sind für die spätere Produktionsphase bzw. das Feldmonitoring zu definieren?
- Wie und wo werden ZUV-relevante Merkmale festgelegt und dokumentiert?

3.3.3 Kernaufgaben der Entwicklungsphase

Die aus der Konzeptphase übergebenen ZUV-Ziele dienen als Grundlage der Feinplanung der Bestätigung und Berechnung in der Erprobung. Dabei werden auch Informationen aus nachgelagerten Phasen ggf. von Vorgängerprodukten mit berücksichtigt. In der Umsetzung erfolgt die iterative Bestätigung durch Erprobung bzw. Herstellbarkeitsanalyse. Sind die ZUV-Ziele durch Validierung bestätigt, so können diese an die nachgelagerten Phasen übergeben werden. Dabei werden an die Produktionsphase die zu überwachenden ZUV-relevanten Merkmale (z. B. im Produktionslenkungsplan) und an die Nutzungsphase die zu erreichenden ZUV-Ziele zur Überwachung übergeben. Werden die gesteckten ZUV-Ziele innerhalb der Entwicklungsphase nicht erreicht, so kann eine iterative Anpassung innerhalb der Phase oder der Konzeptphase erfolgen.



Abb. 3-3: Kernaufgaben in der Entwicklung

3.3.4 Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen

Tabelle 5: Entwicklungsphase/Planung

Entwicklung									
Planung									
Arbeitsinhalte									
		Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Iterative Feinplanung der Berechnung und Erprobung:									
Qualitative ZUV-Analyse der Fehlermöglichkeiten auf Baugruppenebene				V	M			M	
Identifikation der Einflussgrößen der Fehlermöglichkeiten auf Baugruppenebene				V	M			M	
Belastungskollektive aus Kundenkreisen ableiten und quantifizieren				V	M				
Systematische Identifizierung aller möglichen Ausfallkombinationen				V	M				
Baugruppen, Fehlermöglichkeiten, Belastungen mit Tests verknüpfen				V	M				
Erprobungspläne mit Zielen für die Baugruppen und System festlegen				V	M			M	
Erprobungspläne prüfen und ggf. berichtigen				V	M				
Input		Output							
<ul style="list-style-type: none"> qualitative ZUV-Ziele aus der Konzeptphase Einsatzbedingungen 		<ul style="list-style-type: none"> Erprobungsplan mit Zielen für Baugruppen und System 							
weitere Informationsquellen									
<ul style="list-style-type: none"> Messdaten bzgl. Belastungen Umweltdaten ZUV-Daten (Test & Feld) vergleichbarer Produkte 		<ul style="list-style-type: none"> relevante Einsatz-/Umweltdaten interner bzw. externer Bezugsquellen Simulationen 							

Tabelle 6: Entwicklungsphase/Umsetzung

Entwicklung									
Umsetzung									
Arbeitsinhalte									
		Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Iterative Umsetzung der Erprobung und Herstellbarkeitsanalyse:									
Systemzuverlässigkeit berechnen				V	M				
Grenzmuster festlegen, beschaffen und Musterstand dokumentieren				M	V	M			
ZUV-Indikatoren identifizieren und festlegen		M	M	M	V				
Rückverfolgbarkeitssystem festlegen					V	M	M	M	M
Erprobung auf Prüfständen und im Fahrbetrieb durchführen und nachweisen				V	M				
Serienbegleitende Tests festlegen					V		M	M	M
Prozess- und produktkritische Merkmale ermitteln				V	M		M		
Machbarkeit Produktion revidieren			M	M	M				V
Zuverlässigkeitswachstum Baugruppe und System verfolgen			M	M	V				
Erreichte ZUV-Ziele System und Baugruppen revidieren			M	M	V				M
Input		Output							
<ul style="list-style-type: none"> Erprobungsplan mit Zielen für Baugruppen und System 		<ul style="list-style-type: none"> ZUV-Ist-Kennwert, ZUV-Wachstum Zuverlässigkeitskritische Merkmale Serienbegleitenden Tests Rückverfolgbarkeitssysteme 							
weitere Informationsquellen									
<ul style="list-style-type: none"> Erprobungsdaten Daten aus der Nutzungsphase vergleichbarer Produkte 		<ul style="list-style-type: none"> Testdokumentation Simulation Garantie-/Kulanzdatensysteme 							

Tabelle 7: Entwicklungsphase / Validierung & Übergabe

Entwicklung		Validierung & Übergabe		Arbeitsinhalte				
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Iterative Validierung und Folgeplanung:								
Designvalidierung nach Industrialisierung			V	M				
ZUV-Indikatoren und serienbegleitende Tests prüfen und ggf. berichtigen und in Produktionslenkungsplan integrieren			V	M				
Strategie Produktionsqualitätsmonitoring und Fehlerabstellprozess festlegen				M	V			
Strategie für Feldmonitoring und Fehlerabstellprozess in der Lieferkette festlegen				M	V			
Dokumentation und Übergabe:								
Dokumentation aller Annahmen und der Ergebnisse aus der Entwicklungsphase		V	M	M				
Erstellung und Freigabe der Nachweisunterlagen für Behörden/Kunden		V	M	M				
ZUV-Kennzahlen für die Feldbeobachtung festlegen					V	M		
Input		Output						
<ul style="list-style-type: none"> • ZUV-Ist-Kennwert • Zuverlässigkeitskritische Merkmale • Serienbegleitenden Tests • Rückverfolgbarkeitssystem 		<ul style="list-style-type: none"> • Reifegradnachweis • Kennzahlen für Feldbeobachtung • integrierte ZUV-relevante Merkmale und Prüfungen im Produktionslenkungsplan 						
Weitere Informationsquellen								
<ul style="list-style-type: none"> • Erprobungsdaten • Daten aus der Nutzungsphase vergleichbarer Produkte • Ergebnisse von Benchmarks 		<ul style="list-style-type: none"> • Testdokumentation • Simulation • vertragliche Garantie- und Kulanzregelungen 						

3.4 Produktionsphase

3.4.1 Zielsetzung in der Produktionsphase

In dieser Phase muss die Einhaltung der definierten Belastbarkeit des Systems sowohl durch (statistische) Merkmalsüberwachung als auch durch produktionsbegleitende ZUV-Tests mit den aus der Entwicklung definierten Lastkollektiven sichergestellt werden. Es erfolgt die Überwachung und der Prozessfähigkeitsnachweis vorgegebener ZUV-relevanter Merkmale, um negative Auswirkungen auf die Produktzuverlässigkeit zu vermeiden und möglichst früh Prozessabweichungen erkennen zu können. Zudem ist die Rückführung und Bewertung des Risikos / Einflusses von durchgeführten Prozessänderungen auf die Zuverlässigkeit, insbesondere in der Anlaufphase, erforderlich.

Die festgelegten und bestätigten ZUV-Ziele müssen in der Produktionsphase regelmäßig und in möglichst kurzen Zeitabständen überwacht werden. Abweichungen sollten zeitnah identifiziert werden, um als Informationen in den ZUV-Regelkreis wieder eingesteuert zu werden, so dass das ZUV-Ziel nachgeregelt werden kann. Aus den Daten der Nutzungsphase muss durch Analyse abgeleitet werden, inwieweit Abweichungen dem eigenen Herstellprozess oder dem vorgelagerten Lieferantenprozess zuzuordnen sind. Nicht-fähige Prozesse müssen verbessert werden oder ggf. Anpassungen der Spezifikation im Entwicklungsprozess vorgenommen werden.

Mögliche Punkte sind:

- Übertragung ZUV-relevanter Merkmale in P-FMEA und PLP
- Nachweis der Prozessfähigkeit der ZUV-relevanten Merkmale
- Bestätigung der ZUV-Indikatoren in produktionsbegleitenden Tests
- Termintreue

3.4.2 Typische Fragestellungen in der Produktionsphase

In der Produktionsphase ergeben sich folgende typische Fragestellungen innerhalb des ZUV-Regelkreises:

- Wie ist der Zusammenhang zwischen produzierter Bauteilqualität, der ZUV-relevanten Merkmale und der Feldqualität? Wie wirken sich Abweichungen in den Merkmalen auf die Feldqualität aus? Wie kann ich das ZUV-Ziel in der Nutzung auf das ZUV-Ziel in der Produktion übertragen?
- Sind die in der P-FMEA festgelegten besonderen Merkmale vollständig erfasst und decken diese die ZUV-relevanten Merkmale vollständig ab?
- Sind die Prozesse, welche die ZUV-relevanten Merkmale beeinflussen, beherrscht (stabil) und fähig (ausreichend geringe Streuung und möglichst zentrierte Lage)?
- Wie kann ich übergeordnete Testszenarien aufstellen, mit denen die ZUV-Ziele von Baugruppen geprüft werden?

3.4.3 Kernaufgaben der Produktionsphase

Die aus der Entwicklungsphase übergebenen ZUV-relevanten Indikatoren und Ziele werden nun in der Produktionsphase überwacht. Dies wird beispielsweise durch produktionsbegleitende Tests oder Prozessfähigkeitsanalysen in der Lieferkette umgesetzt. Weiterhin ist es zielführend, z.B. mittels DoE die relevanten Prozessparameter zu identifizieren und einzugrenzen, um den Prozess dadurch kontrollierbarer und robuster zu gestalten. Werden die ZUV-Zielvorgaben bestätigt, so können diese dokumentiert und eine ZUV-Freigabe für die Nutzungsphase erteilt werden.

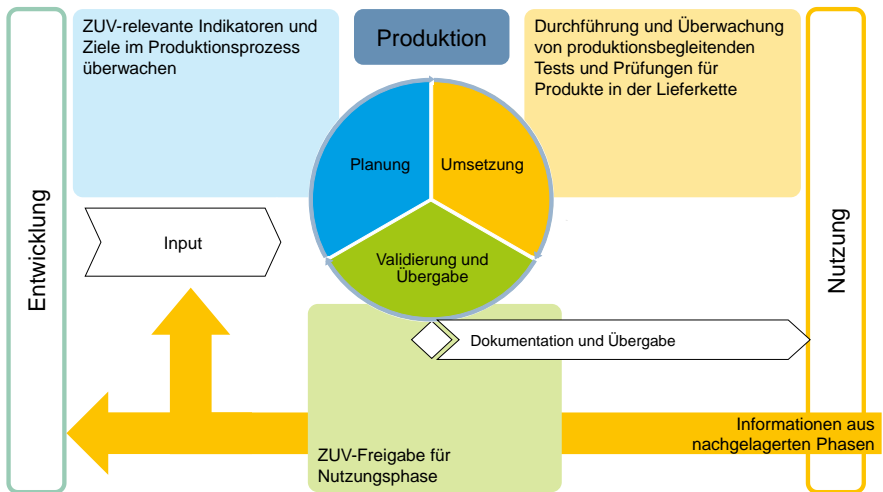


Abb. 3-4: Kernaufgaben in der Produktion

3.4.4 Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen

Tabelle 8: Produktionsphase / Planung

Produktion								
Planung								
Arbeitsinhalte								
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
ZUV-relevante Indikatoren und Ziele im Produktionsprozess überwachen:								
Strategie Produktionsqualitätsmonitoring umsetzen			M	V				M
Produktionslenkungsplan umsetzen			M	M				V
Produktionslenkungsplan prüfen und ggf. berichtigen			M	V				M
Input			Output					
<ul style="list-style-type: none"> Produktionslenkungsplan Prüfanweisungen 			<ul style="list-style-type: none"> organisatorische Integration des PLP in der Produktion Ressourcenplanung 					

Tabelle 9: Produktionsphase / Umsetzung

Produktion							
Umsetzung							
Arbeitsinhalte							
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner Produktion
Durchführung und Überwachung von produktionsbegleitenden Tests und Prüfungen für Produkte in der Lieferkette:							
Serienbegleitende Tests und Prüfungen ZUV-kritischer Indikatoren der Prozesse und Produkte in der Lieferkette durchführen			M	V			M
Stabilität und Fähigkeit der ZUV-Indikatoren überwachen, Abweichungen analysieren			M	V		M	M
Korrekturmaßnahmen bei Abweichungen durchführen			M	V		M	M
Wirksamkeit von Korrekturmaßnahmen Prozess und Produkt überwachen			M	V		M	M
ZUV-kritische Indikatoren und Ziele prüfen und ggf. berichtigen			V	M			M
Rückverfolgbarkeitssystem anwenden						M	M
							V
Input				Output			
<ul style="list-style-type: none"> organisatorische Integration des PLP in der Produktion Ressourcenplanung 				<ul style="list-style-type: none"> Ist Zustand der ZUV-relevanten Merkmale 			
Weitere Informationsquellen							
<ul style="list-style-type: none"> Testergebnisse 				<ul style="list-style-type: none"> Testdokumentation 			

Tabelle 10: Produktionsphase / Validierung & Umsetzung

Produktion								
Validierung & Überprüfung								
Arbeitsinhalte								
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Dokumentation und Übergabe:								
ZUV-Zielerreichung und Erbringung der Nachweise für Prozess & Produkt dokumentieren			M	V			M	M
ZUV-Ziele prüfen und ggf. berichtigen			M	V			M	M
Input				Output				
<ul style="list-style-type: none"> Ist Zustand der ZUV-relevanten Merkmale 				<ul style="list-style-type: none"> Bestätigung der ZUV-Ziele des Produktionsstandes 				
Weitere Informationsquellen								
<ul style="list-style-type: none"> Testergebnisse 				<ul style="list-style-type: none"> Testdokumentation 				

3.5 Nutzungsphase

3.5.1 Zielsetzung in der Nutzungsphase

In der Nutzungsphase findet das Monitoring zur Einhaltung der festgelegten ZUV-Ziele statt. Werden Abweichungen festgestellt, sind die Gründe dafür zu identifizieren. Insbesondere lassen sich Früh-, Zufalls- oder Verschleißausfälle unterscheiden. Bei Frühausfällen steigt die Ausfallrate (Anzahl Ausfälle durch Anzahl intakter Einheiten im Feld) kurz nach der Inbetriebnahme stark an und nimmt über die Zeit wieder ab. Dies sind beispielsweise Probleme, die durch den Übergang von der Entwicklung zur Produktion (Industrialisierung) bedingt sind.

Bei Zufallsausfällen ist die Ausfallrate über die Zeit konstant. Dieses ist oft bedingt durch das Zusammenfallen von mehreren Einflussfaktoren wie Fehlerfehldiagnosen, NTF-Fälle (No Trouble Found), unsachgemäßer Gebrauch oder Falschbau.

Verschleißausfälle zeigen eine steigende Ausfallrate über die Zeit. Gründe sind vor allem, dass Schädigungsparameter und Raffungsfaktoren in der Testphase nicht vollständig identifiziert wurden oder eine nicht fertigungsgerechte, robuste Konstruktion vorliegt, z. B. durch fehlende Grenzmusterprüfung. Verschleißausfälle treten dann auf, wenn die Kombination Beanspruchung-Beanspruchbarkeit in der Gesamtauslegung nicht hinreichend in Betracht gezogen wurde. Beanspruchbarkeitsprobleme lassen sich dabei produktionsbedingt oder konstruktiv begründen. Die Überlegungen zur Beanspruchbarkeit erfolgen grundsätzlich im Rahmen der Design-FMEA. Insbesondere müssen Änderungen der Beanspruchung frühzeitig durch systematische Feldbeobachtungen erkannt und berücksichtigt werden.

Neben der Identifikation von Abweichungen zum ZUV-Ziel durch die eben beschriebenen Ausfallmechanismen ist eine proaktive Feldbeobachtung durchzuführen. Dies kann auch bedeuten, noch nicht beanstandete Teile aus dem Feld gezielt zu beobachten oder zurückzuholen. Die Restlebensdauer von diesen Teilen ist zu ermitteln und mit den Schadteilen sowie den Prüfbedingungen abzugleichen. Eventuelle Abweichungen vom spezifizierten Verhalten können so identifiziert werden. Aus der tatsächlichen Nut-

zung lässt sich Wissen über das Ausfallverhalten des Systems mit höheren Stückzahlen und abgesicherten Prozessen aus der Fertigung in die betroffenen Phasen Konzept, Entwicklung und Produktion zurückspiegeln. So wird z. B. das Erkennen von instabilen Produktionsprozessen ermöglicht. Durch das Erkennen der Beanspruchung/Beanspruchbarkeit ergibt sich ein wichtiger Informationsgewinn für die in der Entwicklung genutzten Raufungstests. Dadurch kann die laufende Serie verbessert werden. Für Neuentwicklungen können die in der Nutzungsphase gewonnenen Erkenntnisse über das Design wieder in die Konzeptphase einfließen. Darüber hinaus können sie als Basis für weitere Geschäftsmodelle wie Wartungsverträge und z. B. Betreibermodelle genutzt werden.

Mögliche Messgrößen sind:

- Wirksame Umsetzung des Monitorings
- Übergabe der ZUV-Indikatoren in die vorgelagerten Phasen
- Wirksamkeit der Schnittstellen zu weiteren Prozessen, wie Problemlösungsprozess, Änderungsmanagement, Lessons Learned

3.5.2 Typische Fragestellungen in der Nutzungsphase

In der Nutzungsphase ergeben sich folgende typische Fragestellungen innerhalb des ZUV-Regelkreises:

- Wie kann das Feld aktiv beobachtet werden?
- Wie verhält sich das System mit dessen Komponenten und Baugruppen aus Kunden-, Hersteller- und Lieferantensicht im Feld?
- Wie kann das Ausfallverhalten im Feld statistisch beschrieben werden?
- Wie sind die Abhängigkeiten in der Lieferkette? Wie und wo sind die ZUV-Merkmale sowie die Änderungshistorie dokumentiert?
- Ist die Teilerückverfolgbarkeit gewährleistet, so dass ZUV-Merkmale eindeutig zuzuordnen sind?

- Wie können mögliche Ursachen für Abweichungen (nicht erkannte Beanspruchung oder zu geringe Beanspruchbarkeit durch fehlerhafte Auslegung oder Produktionsschwankungen) durch Schadteilanalyse identifiziert werden?
- Wie können Abweichungen von den definierten ZUV-Zielen durch z. B. Beobachtung einzelner Benutzerkreise möglichst schnell identifiziert werden?
- Wie können standardisierte Fehlercodes in allen Phasen (Datenmodell) generiert und nachgepflegt werden?
- Wie können Beanstandungen durch eine strukturierte und standardisierte Vorgehensweise analysiert und prognostiziert werden? Wie können verschiedene Fehlermechanismen auseinandergelassen werden?
- Welche Informationen in Bezug auf die ZUV-relevanten Merkmale werden aus der Nutzungsphase in den anderen Phasen des ZUV-Regelkreises benötigt? Wie und in welcher Form können die Informationen zurückgeführt werden? Welche Beanstandungen sind auf die Produktions-, Entwicklungs- oder Konzeptphase zurückzuführen?
- Welche Bedeutung hat die Abweichung der ZUV-Ziele aus Hersteller-, Lieferanten- und Kundensicht?
- Welche Maßnahmen sind zu definieren und wie kann die Wirksamkeit überprüft und nachgewiesen werden (z. B. 8D-Methodik)?

3.5.3 Kernaufgaben der Nutzungsphase

In der Nutzungsphase werden zunächst die Strukturen und Methoden zur Überwachung der ZUV-relevanten Ziele geplant und festgelegt. In der Umsetzung werden die übergebenen Zielvorgaben mit den tatsächlichen Felddaten abgeglichen. Kommt es zu Abweichungen so muss ein Korrekturprozess in den vorgelagerten Phasen eingeleitet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Nutzung dienen in den vorgelagerten Phasen zur Präzisierung der Annahmen.

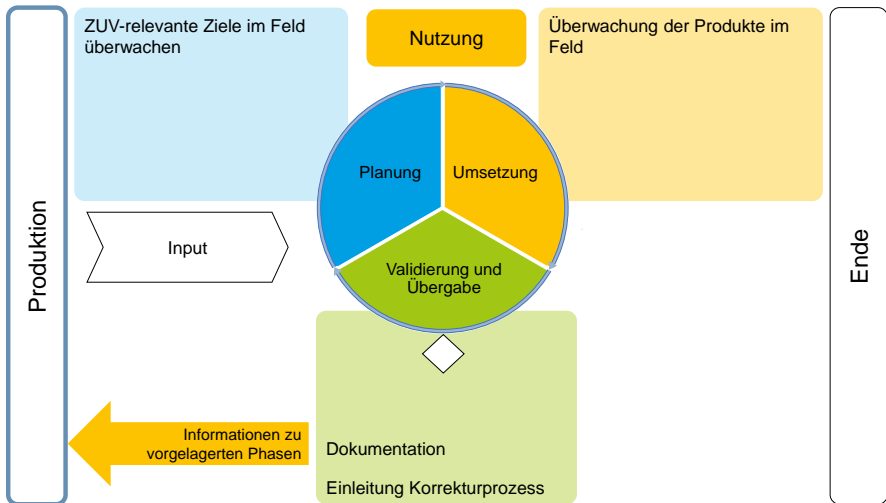


Abb. 3-5: Kernaufgaben in der Nutzung

3.5.4 Tabellarische Prozessbeschreibung mit Prozessrollen

Tabelle 11: Nutzungsphase / Planung

Nutzung								
Planung								
Arbeitsinhalte								
	Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
ZUV-relevante Ziele im Feld überwachen:								
Strategie Feldmonitoring umsetzen				V	M	M		
Fehlerabstellprozess umsetzen und prüfen und ggf. berichtigen				V		M	M	
Reporting umsetzen	M		M	V			M	
Input				Output				
<ul style="list-style-type: none"> • ZUV-Ziele aus der Entwicklungsphase • Informationen zu Gewährleistungs- bzw. Kulanzdaten 				<ul style="list-style-type: none"> • organisatorische Integration des Feldmonitorings in der Nutzungsphase 				
weitere Informationsquellen								
<ul style="list-style-type: none"> • Verkaufsdaten • Produktionsdaten • Zulassungsdaten • Reparaturdaten • Fehlercodes • Umgebungsvariablen • Fahrzeugklassifikationen • Beanstandungen 				<ul style="list-style-type: none"> • Gewährleistungsdatenbank • Kundeninformation • Logistikdatenbank • Vertriebsdaten 				

Tabelle 12: Nutzungsphase / Umsetzung

Nutzung		Umsetzung		Arbeitsinhalte					
		Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungspartner	Produktion
Überwachung der Produkte im Feld:									
Erforderliche Feld- und Produktionsdaten in die Lieferkette geben				M	V		M	M	
Felddaten Schadensfällen erkennen, analysieren bzgl. Prozess & Produkt, eingrenzen, prognostizieren, priorisieren, kategorisieren				M	V	M	M	M	M
Ist-Abgleich Beanspruchung und Beanspruchbarkeit im Schadensfall				M	V				
Abstellmaßnahmen über Fehlerabstellprozess einleiten			M	M	V		M	M	M
Maßnahmen überwachen				M	V		M	M	M
Aktive Bauteilüberwachung im Betrieb					V	M	M		
Bauteilanalyse von Produkten, die der Nutzung entzogen wurden				M	V			M	
Betriebs- und Fehlerspeicherdatenanalyse					V	M		M	
ZUV-Ziele prüfen und ggf. berichtigen		M	M	M	V			M	
Ist-Daten in Soll-Datenmodell überführen				M	V				M
Stabilität und Fähigkeit der ZUV-Indikatoren überwachen, Abweichungen analysieren und berichten				M	V				M
Input		Output							
<ul style="list-style-type: none"> • Integriertes Feldmonitoring 		<ul style="list-style-type: none"> • Felddatenanalyse, Ausfallprognose • Fehlerbeseitigungsprozess • aktive Bauteilüberwachung im Betrieb • Überwachung der ZUV-Daten 							
weitere Informationsquellen									
<ul style="list-style-type: none"> • Verkaufsdaten • Produktionsdaten • Zulassungsdaten • Reparaturdaten • Fehlercodes • Umgebungsvariablen • Fahrzeugklassifikationen • Beanstandungen 					<ul style="list-style-type: none"> • Gewährleistungsdatenbank • Kundeninformation • Logistikdatenbank • Vertriebsdaten 				

Tabelle 13: Nutzungsphase / Validierung & Übergabe

Nutzung		Validierung & Übergabe		Arbeitsinhalte					
		Management	Projektleiter	Entwicklung	Qualität	Vertrieb	Kunde	Realisierungs-partner	Produktion
Dokumentation:									
Dokumentation von erkannten Abweichungen				M	V			M	M
Informationsrückfluss bzgl. Ist-Zustand und Veränderungen der Annahmen in die vorangegangenen Phasen			M	M	V			M	M
Input		Output							
<ul style="list-style-type: none"> • Integriertes Feldmonitoring 		<ul style="list-style-type: none"> • Felddatenanalyse • Einleitung des Fehlerabstellprozesses • aktive Bauteilüberwachung im Betrieb • Überwachung der ZUV-Vorgaben 							
weitere Informationsquellen									
<ul style="list-style-type: none"> • Verkaufsdaten • Produktionsdaten • Zulassungsdaten • Reparaturdaten • Fehlercodes • Umgebungsvariablen • Fahrzeugklassifikationen • Beanstandungen 					<ul style="list-style-type: none"> • Gewährleistungsdatenbank • Kundeninformation • Logistikdatenbank • Vertriebsdaten 				

4 Methodenanwendung in den Phasen des Produktlebenszyklus

Auf die Anwendung von möglichen Methoden wird in diesem Band nicht eingegangen. Die Beschreibung und phasenspezifische Anwendbarkeit ist Inhalt des Bandes 3.2 „Zuverlässigkeits-Methoden und -Hilfsmittel“.

Tabelle 14: Anwendung der Methoden in den Phasen [VDA Bd. 3.2, 2016]

Thema	Abschnitt	Methode	Phase des ZUV-Regelkreises				VDA- Band 3.2 Seite
			Konzeption	Entwicklung	Produktion	Nutzung	
Zuverlässigkeitsziele und -anforderungen	4.1	Last und Nutzungsdauer (Lastkollektive)	•	•		•	54
	4.2	ZUV-Ziele	•	•			62
	4.3	Transformation von ZUV-Zielen	•	•			76
	4.4	Zuverlässigkeitsanforderungen im Lastenheft	•	•			78
Komponentenzuverlässigkeit	5.1	Übersicht	○	•			85
	5.2	Bestimmung der Beanspruchung	○	•			85
	5.3	Bestimmung der Beanspruchbarkeit	○	•			91
	5.4	Ausfallwahrscheinlichkeit bei einstufiger Belastung	○	•			97
	5.5	Lebensdauer bei variabler Beanspruchung	○	•			105
Systemzuverlässigkeit	6.1	Systemanalyse	•	○			109
	6.2	Boolesches Modell	•	•	○	○	117
	6.3	Systemzuverlässigkeitsberechnung	•	•			124
	6.4	Fehlerbaumanalyse	•	•	○	○	128
	6.5	Importanzkenngrößen		•			137
	6.6	Systemverfügbarkeit	○	•		○	142
	6.7	FMEA	○	•	•	○	151
	6.8	Ursache-Wirkungs-Diagramm	•	•	•	•	157
	6.9	Ereignisablaufanalyse		•		○	163
	6.10	Design Review		•	○		164
Testplanung und Verfolgung	7.1	Verifizierung und Validierung	•	•	○		167
	7.2	Beschleunigte Testverfahren – Accelerated Life Testing (ALT)		•	○	•	169
	7.3	HALT-Methode		•	○		172
	7.4	Step-Stress-Methode		•			174
	7.5	Zeittraffende Tests		•	○	•	177
	7.6	Success Run & Weibayes (Mindeststichprobenumfang)		•	•		184
	7.7	Reliability Growth Analysis and Management		•	○		196

Thema	Ab- schnitt	Methode	Phase des ZUV-Regelkreises				Seite
			Konzeption	Entwicklung	Produktion	Nutzung	
Lebensdauer- analyse	8.1	Nichtparametrische Verfahren	○	●	●	●	202
	8.2	Parametrische Lebensdaueranalysen - Verteilungsfunktionen	○	●	●	●	222
	8.3	Parametrische Lebensdaueranalysen - Lösungsverfahren	○	●	●	●	246
	8.4	Lebensdaueranalyse mit intakten Bauteilen ohne Kenntnis deren aktueller Lebensdauer - vereinfachtes Sudden Death Verfahren		●	●	●	253
	8.5	Monte Carlo Simulation	○	●	●	●	257
	8.6	Lebensdaueranalyse mit intakten Bauteilen und Kenntnis deren aktueller Lebensdauer		●	●	●	264
	8.7	Mischverteilungen		●	●	●	274
	8.8	Absicherung von Lebensdaueranalysen		●	●	●	284
	8.9	Wiederholbeanstandungen		○	●	●	308
Zuverlässigkeits- überwachung in der Produktion	9.1	Produktionsbegleitende Zuverlässigkeitsprüfungen		○	●		312
	9.2	Prozessüberwachung		○	●		316
	9.3	Requalifizierung			●		319
Zuverlässigkeits- überwachung in der Nutzung	10.1	Datenquellen	●	●	●	●	320
	10.2	Datenverdichtung				●	327
	10.3	Fehleranalyse und Fehlermanagement		○	●	●	339
	10.4	Auswertung von Felddaten		○		●	340
	10.5	Zusammenhang zwischen Versuchs- und Felddaten		○	●	●	350
	10.6	Leitfaden zur Felddatenanalyse und Feldbeobachtung				●	360

5 Informationen zur Verwendung in weiteren Phasen

In jeder Phase muss der Bezug zum ZUV-Ziel für die betrachteten ZUV-relevanten Merkmale hergestellt, dokumentiert und kommuniziert werden:

1. In der Konzeptphase: Abschätzung des ZUV-Ziels durch Betrachtung von Vorgängerprodukten, Einbeziehung von Vertriebsplanung zur Ausweitung/ Veränderung der Nutzung und Marktspezifika sowie Verwendung von Hochrechnungen
2. In der Entwicklungsphase: Sichtung der bisherigen Erprobung in Bezug auf die Abbildung der aktuellen Beanspruchungen (Nutzerkreise), Plausibilisierung durch Fahr- und Prüfstandsversuche (z. B. Wöhler) von geplanten technischen Verbesserungen oder Erweiterungen sowie Ausdehnung der Beanspruchung durch neue Nutzerkreise
3. In der Produktionsphase: Sichtung der Produktionsqualitätsschwankungen der Vorgänger und Abschätzung, ob die Produktionsqualität auf ein besseres Niveau gebracht werden kann
4. In der Nutzungsphase: Sichtung der IST-Situation im Feld des Vorgängers, ggf. Hochrechnung der IST-Situation auf längere Einsatzdauer und Abgleich zwischen definierten ZUV-Zielen und IST-Situation des Vorgängers

Durch das Verständnis dieser Zusammenhänge kann bereits in der Konzeptphase das Lastenheft präzisiert werden, was die weitere ZUV-Zielentwicklung, -bestätigung sowie -verfolgung verbessert. Der dazu notwendige Informationsaustausch benötigt eine systematische Integration des ZUV-Regelkreises in die Prozesse, Strukturen und Rollen der Organisation

Anhänge

Anhang A1: Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Prinzip-Skizze des ZUV-Regelkreises	9
Abb. 2-1: Möglichkeiten der Zuordnung des Zuverlässigkeitsmanagements in die Unternehmensstruktur	11
Abb. 2-2: Zuverlässigkeitsprozess - Rollenmatrix (Auszug)	13
Abb. 2-3: Beschreibung ZUV-Regelkreis (Auszug)	14
Abb. 3-1: Zyklische Darstellung der Kernaufgaben in den Phasen	15
Abb. 3-2: Kernaufgaben in der Konzeptphase	19
Abb. 3-3: Kernaufgaben in der Entwicklung	25
Abb. 3-4: Kernaufgaben in der Produktion	31
Abb. 3-5: Kernaufgaben in der Nutzung	38

Anhang A2: Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Layout für Prozessbeschreibung mit Prozessrollen in den Phasen	16
Tabelle 2: Konzeptphase / Planung.....	20
Tabelle 3: Konzeptphase / Umsetzung.....	21
Tabelle 4: Konzeptphase / Validierung & Übergabe.....	22
Tabelle 5: Entwicklungsphase / Planung	26
Tabelle 6: Entwicklungsphase / Umsetzung	27
Tabelle 7: Entwicklungsphase / Validierung & Übergabe.....	28
Tabelle 8: Produktionsphase / Planung	32
Tabelle 9: Produktionsphase / Umsetzung	33
Tabelle 10: Produktionsphase / Validierung & Umsetzung	34
Tabelle 11: Nutzungsphase / Planung.....	39
Tabelle 12: Nutzungsphase / Umsetzung.....	40
Tabelle 13: Nutzungsphase / Validierung & Übergabe	41
Tabelle 14: Anwendung der Methoden in den Phasen [VDA Bd 3.2, 2016].....	42

Anhang A3

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	FQE	Entwickler	Versuchsingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Zuv. Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)
1	V												Neues System	
2	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	V	- Erfahrungswissen von Vorgängermodellen - ZUV-Subsysteme - ZUV-IST-Wert gleich ZUV-Zielwert - ZUV-IST-Wert größer ZUV-Zielwert	ZUV-Zielvorgabe System festlegen	- ZUV-Ziel System - ZUV-Ziel Subsystem - ZUV-Ziel Komponente/ Baugruppe
3	V		M	M	M	M	M	M	M	M	M	- ZUV-Ziel System - ZUV-Ziel Subsystem - ZUV-Ziel Komponente/ Baugruppe	ZUV-Ziel System	
4					V						M	- ZUV-Ziel System - Systemstruktur	Subsysteme identifizieren	- Subsysteme
5			M	M							V	- Subsysteme	Anteilige ZUV-Zielvorgaben Subsystem festlegen	- Anteilige ZUV-Ziele für die Subsysteme
6					M						V	- Anteilige ZUV-Ziele für die Subsysteme	ZUV-System berechnen	- ZUV-System
7			I	I	I	I	I	I	I	I	V	- Subsysteme	ZUV-Ziel System	
8			I	I	I	I	I	I	I	I	V	- Subsysteme	ZUV-Ziel Subsysteme bestätigt?	
9		M			V						M	- Subsysteme	Komponenten/ Baugruppen identifizieren pro Subsystem	- Komponenten/ Baugruppen pro Subsystem
10		M			V						M	- Komponenten/ Baugruppen pro Subsystem	Zuverlässigkeitsstruktur pro Subsystem ermitteln	- Zuverlässigkeitsstruktur Subsysteme
11		V		M							I	- Zuverlässigkeitsstruktur Subsysteme	Konzept-FMEA Subsysteme starten	- Konzept-FMEA Subsysteme

V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	F&E	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Zivl. Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)
12	Konzept				V						M	- Konzept-FMEA Subsysteme	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Komponenten/ Baugruppen für ZUV-Ziele Subsysteme priorisieren</div>	- Priorisierte Komponenten/ Baugruppen für ZUV Ziel Subsysteme
13	Konzept				V						M M	- Priorisierte Komponenten/ Baugruppen für ZUV- Ziel Subsysteme - Ergebnisse D- FMEA (Besondere Merkmale)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">isoliert zu betrachtenden Komponenten/ Baugruppen auswählen</div>	- isoliert zu betrachtende Komponenten/ Baugruppen - nicht isoliert zu betrachtende Komponenten/ Baugruppen
14	Konzept	M	M	M	M	M	I	I	M	M	V	- isoliert zu betrachtende Komponenten/ Baugruppen - nicht isoliert zu betrachtende Komponenten/ Baugruppen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Festlegung ZUV- Ziel für jede Komponente/ Baugruppe Festlegung ZUV- Ziele anteilig am Gesamtziel</div>	- ZUV-Ziel Komponenten/ Baugruppen - ZUV-Ziele Komponenten/ Baugruppen anteilig Subsystem
15	Konzept				M						V	- ZUV-Ziel Komponenten/ Baugruppen - ZUV-Ziele Komponenten/ Baugruppen anteilig Subsystem	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">ZUV Subsysteme berechnen</div>	- ZUV-Subsysteme
16	Konzept		I	I	I	I	I	I	I	I	V	- ZUV-Subsysteme	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">ZUV-Ziel Sub- systeme erreicht?</div>	Nein
17	Konzept		I	I	I	I	I	I	I	I	V	- ZUV-Zielsystem	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">ZUV-Ziel Kompo- nenten/ Baugruppen bestätigt?</div>	Ja
18	Konzept	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	- Rahmen- bedingungen Umwelt, Volumen, Hersteller, Nutzung - ZUV-Ziel Komponenten/ Baugruppen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Rahmen- bedingungen Komponenten/ Baugruppen abgleichen und ableiten</div>	- Abgeleitete Rahmen- bedingungen
19	Konzept		M	V	M		M	M			I	- Abgeleitete Rahmen- bedingungen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Komponenten-/ Baugruppen- anforderungen qualitativ und quantitativ ermitteln</div>	- Komponenten-/ Baugruppen- anforderungen

V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	F&E	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Zuv Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	
20	Konzept		M	M	V	M					I	- Komponenten/ Baugruppenanfor- derungen		- Belastungen der Komponenten/ Baugruppen - Beanspruch- barkeit der Komponenten/ Baugruppen	
21	Konzept		M	M	V	M					I	- Belastungen der Komponenten/ Baugruppen		- Beanspruchungen	
22	Konzept			M	M						V	- Beanspruchungen - Beanspruchbarkeit der Komponenten/ Baugruppen		- Komponenten/ Baugruppenausfall- wahrscheinlichkeit	
23	Konzept		I	I	I	I	I	I	I	I	V	- Komponenten/ Baugruppenausfall- wahrscheinlichkeit			
24	Konzept				V							- Komponenten/ Baugruppenausfall- wahrscheinlichkeit - Erprobungsdaten von Vorgänger- modellen		- Konvergenz- aussage zum ZUV- Ziel	
25	Konzept		M	M	V						M	- Konvergenz- aussage zum ZUV- Ziel			
26	Konzept		I	I	I	V	I	M	I	I	M	- Komponenten/ Baugruppen- anforderungen		- Belastungen der Komponenten/ Baugruppen - Beanspruchbarkeit der Komponenten/ Baugruppen	
27	Konzept		I	M	M	M	M	M	M	M	V	- ZUV-Ziel System - ZUV-Ziel Subsystem - ZUV-Ziel Komponenten/ Baugruppen		- ZUV-Ziele System - ZUV-Ziele Subsysteme - ZUV-Gesamziel nicht isolierter Komponenten/ Baugruppen - ZUV-Einzelziele isolierter Komponenten/ Baugruppen	
28	Entwicklung		M		V	M					I	M	- Konzept FMEA		- Besondere Merkmale - Traceability- Konzept

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	FOE	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Zivl. Manager	Input (Dokument, Software, Prozesschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)
29	Entwicklung			M	V	M		M	M		M	- ZUV-Einzelziel isolierter Komponenten/ Baugruppen - Präventive Wartungsintervalle - Zusätzliche Komponenten/ Baugruppen - nicht ausgesonderte Kollektive		- Qualifizierte Toleranzen der Parameter zur Beeinflussung der Beanspruchbarkeit - Beanspruchbarkeit
30	Entwicklung			M	V	M		M			I	- FEM-Berechnungen, Simulationen, Wöhler - Werkstoffkennwerte aus Versuch		
31	Entwicklung			I	V	I		I			I	- Beanspruchbarkeit		- Geänderte Komponenten/ Baugruppen
32	Entwicklung	I	I		V			I			I			
33	Entwicklung			I	V	I		I			I	- ZUV-Einziele isolierter Komponenten/ Baugruppen - Präventive Wartungsintervalle - Zusätzliche Komponente/ Baugruppe		
34	Entwicklung			M	M	V	M	M	M		M	- Felddatenanalyse - Marktbeobachtung - Feldversuche, Black-Box - Messungen - Simulationsergebnisse		- Belastungen Technik - Belastungen Umwelt - Belastungen Nutzung/ Gesetzgeber
35	Entwicklung			M	M	V	M	M	M		I	- Belastungen Technik - Belastungen Umwelt - Belastungen Nutzung/ Gesetzgeber		- Einzel- und Mischkollektive

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	F&E	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Zivl. Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)
36	Entwicklung			M	V	M		I			I	- Einzel- und Mischkollektive	<pre> graph TD A[Lastkollektive zur Beanspruchung zusammenführen] --> B{Berechnung möglich?} B -- Ja --> C[Lebensdauer berechnen] B -- Nein --> A C --> D{ZUV-Ziel erreicht?} D -- Ja --> E[Veränderungen der Belastung oder Beanspruchbarkeit prüfen] D -- Nein --> E E --> B E --> F{Belastungen / Beanspruchbarkeit änderbar?} F -- Ja --> G{Belastungen änderbar} F -- Nein --> H[zu 13] G --> A G --> B G --> C G --> D G --> E G --> F G --> G G --> H </pre>	- n Lastkollektive
37	Entwicklung				V	M					I	- Beanspruchungen		
38	Entwicklung				V						I	- Beanspruchungen		- Rechnerische Zuverlässigkeit nach Weibull, Wöhler, Arrhenius, FIT, Coffin-Manson, etc.
39	Entwicklung	I	I	I	M	I	I	I	I	I	V	- Rechnerische Zuverlässigkeit nach Weibull, Wöhler, Arrhenius, FIT, Coffin-Manson, etc.		
40	Entwicklung		M	M	V	M		M	M		M	- Rechnerische Zuverlässigkeit		- Veränderungsmöglichkeiten
41	Entwicklung			M	V	M		M	M		I	- Veränderungsmöglichkeiten		
42	Entwicklung			M	V	M		M	M		I	- Veränderungsmöglichkeiten		

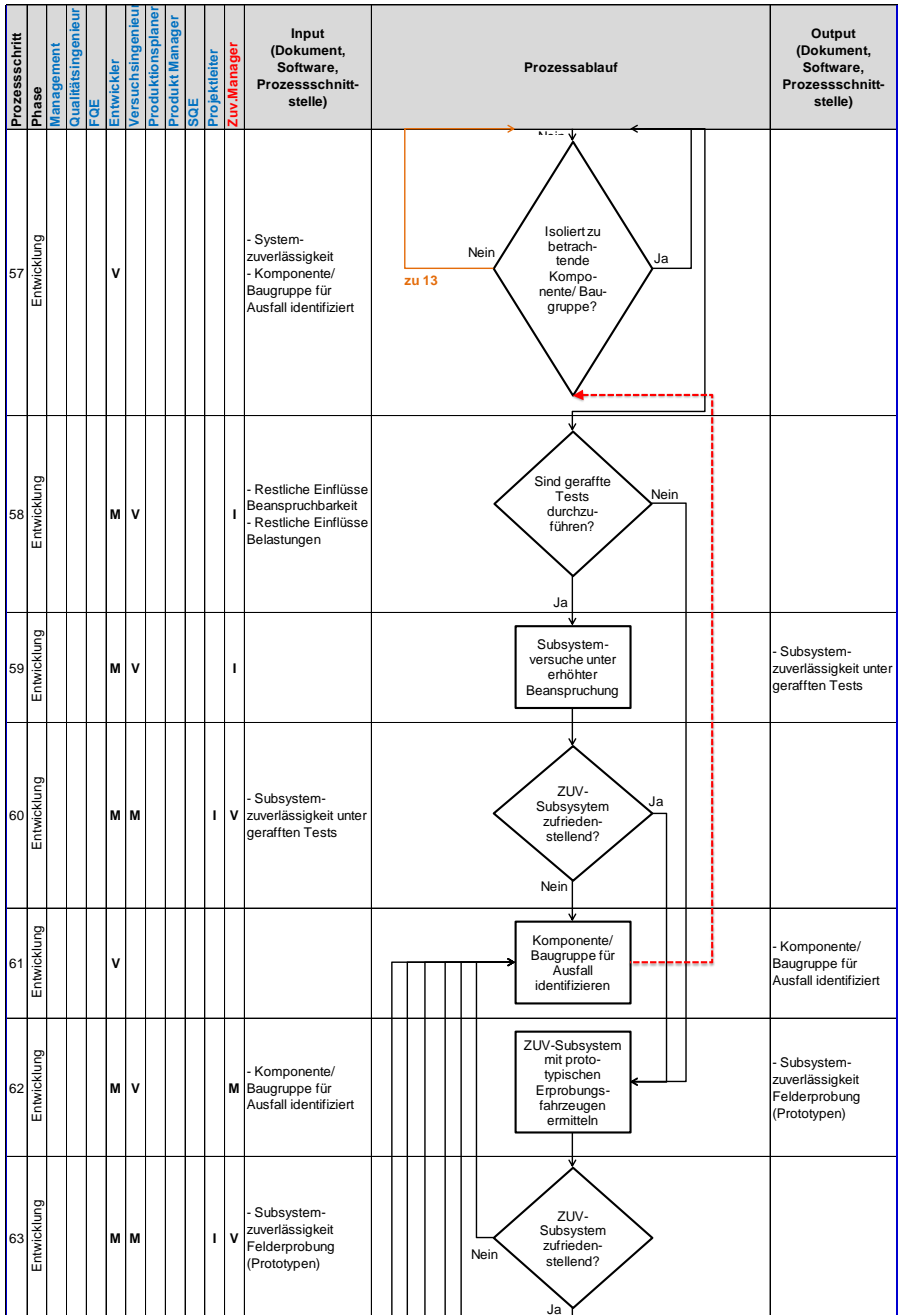
V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	FOE	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Zivl. Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnittstelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnittstelle)
43	Entwicklung				V							- Veränderungs-möglichkeiten		- Ausgesonderte Lastkollektive - nicht ausgesonderte Lastkollektive
44	Entwicklung	M	I	M	V	M	M	M	M	M	M	- Ausgesonderte Lastkollektive		
45	Entwicklung		I	M	M	M		M	I	I	V	- Ausgesonderte Lastkollektive		- Präventive Wartungsintervalle
46	Entwicklung				V							- Ausgesonderte Lastkollektive		- Zusätzliche Komponente/ Baugruppe
47	Entwicklung			M	V	M					M	- Rechnerische Zuverlässigkeit - Gewährleistungsdaten von den Vorgängermodellen - Prüfstandsergebnisse - FMEA		- Ausfallmechanismen
48	Entwicklung				V						M	- Ausfallmechanismen		- Restliche Einflüsse Beanspruchbarkeit - Restliche Einflüsse Belastungen - Haupteinflüsse Beanspruchbarkeit - Haupteinflüsse Belastungen
49	Entwicklung			M	V	M					M	- Haupteinflüsse Beanspruchbarkeit - Haupteinflüsse Belastungen		- Zusammenhang Belastungen, Komponente/ Baugruppe und Ausfall

V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	F&E	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Ziv. Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)
50	Entwicklung			M	M	M					V	- Zusammenhang Belastungen, Komponente/ Baugruppe und Ausfallart	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Test, Vertrauensbereiche und Anzahl Probanden zur repräsentativen Abbildung der Nutzung identifizieren und festlegen </div>	- Tests und deren Raffungsfaktoren
51	Entwicklung			M	M	M					V	- Tests und deren Raffungsfaktoren	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Belastungs-Test-Matrix ausfüllen </div>	- Zusammenhang Belastungen, Fehlerarten und Tests
52	Entwicklung					V					I	- Zusammenhang Belastungen, Fehlerarten und Tests	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Durchführung der Tests </div>	- Testergebnisse und aufgetretene Belastungen
53	Entwicklung			M	M						V	- Testergebnisse und aufgetretene Belastungen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Zuverlässigkeit aus Testergebnissen berechnen </div>	- Zuverlässigkeit aus Tests für Komponente/ Baugruppe
54	Entwicklung			M	M						I V	- Veränderungsmöglichkeiten	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> ZUV-Ziel auf Komponentenebene bestätigt? </div>	
55	Entwicklung				I						I V	- Zuverlässigkeit aus Tests für Komponente/ Baugruppe - ZUV-Gesamtziel nicht isolierter Komponenten/ Baugruppen	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Subsystem-zuverlässigkeit berechnen </div>	- System-zuverlässigkeit
56	Entwicklung			M							I V	- System-zuverlässigkeit - ZUV-Ziel Subsysteme	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> ZUV-Ziel Subsystem erreicht? </div>	

V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information



V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	F&E	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Ziv. Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)
64	Entwicklung				I						V		ZUV-System berechnen	- System-zuverlässigkeit
65	Entwicklung				M						I V	- System-zuverlässigkeit - ZUV-Ziele System	ZUV-System entspricht Ziel? Nein Ja	
66	Entwicklung				M V						M		Sind geraffte Tests durchzuführen? Nein Ja	
67	Entwicklung				M V						I		Systemversuche unter erhöhter Beanspruchung durchführen	- Subsystem-zuverlässigkeit unter gerafften Tests
68	Entwicklung	I			M M						I V	- Subsystem-zuverlässigkeit unter gerafften Tests	ZUV-System zufriedenstellend? Nein Ja	
69	Entwicklung				M M V						M		ZUV-System mit prototypischen Erprobungsfahrzeugen	- Subsystem-zuverlässigkeit Felderprobung (Prototypen)
70	Entwicklung	I	I	M	M M	I	I	I	I	I	V	- Subsystem-zuverlässigkeit Felderprobung (Prototypen)	ZUV-System zufriedenstellend? Nein Ja	
71	Produktion		M		M	V					I M	- Nullserien-erprobungsplanung	ZUV-System Bestätigungsfahrzeug Produktionsvor-Nullserie	- System-zuverlässigkeit Produktionsvor-Nullserie

V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	F&E	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Zivl. Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)
72	Produktion	I			M		M	I		I	V	- System- zuverlässigkeit Produktionsvor-/ Nullserie	<p>Nein</p> <p>ZUV-System zufrieden- stellend?</p> <p>Ja</p>	
73	Entwicklung		M					V			M	- Ergebnisse Design- FMEA - BM's	<p>Prozess-FMEA starten/ aktualisieren</p>	- Lastenheftfreigabe für Maschinen- beschaffung - Traceability Konzept - Prüfkonzept
74	Produktion		M				M				V	- Lastenheftfreigabe für Maschinen- beschaffung - Traceability Konzept - Prüfkonzept	<p>ZUV- produktionsbegle- itende Tests planen, festlegen und durchführen</p>	- System- zuverlässigkeit (Produktion)
75	Produktion		M				M				V	- System- zuverlässigkeit (Produktion) - Merkmalfähigkeit	<p>Kritische Merkmale beobachten (SPC)</p>	- System- zuverlässigkeit (Produktion)
76	Produktion						M				V	- System- zuverlässigkeit Produktionsvor-/ Nullserie	<p>Ab- weichungen/ Aufällig- keiten ZUV- System</p> <p>Nein</p> <p>Ja</p>	
77	Produktion						V				M	- technische Problem- beschreibung	<p>Nein</p> <p>Produktions- problem?</p> <p>Ja</p>	
78	Produktion						V				M	- Feldanalyse - Ergebnisse Prozess-FMEA - Prozessablaufplan - ZUV- Testergebnisse	<p>Strukturierter Problemlösung- prozess: ZUV- Produktions- problem beheben</p>	- ZUV- Produktionsproblem beheben - 8D-Prozess
79	Produktion	I	M				M				V	- System- zuverlässigkeit (Produktion)	<p>Serien- anlauf?</p> <p>Nein</p> <p>Ja</p>	

V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Prozessschritt	Phase	Management	Qualitätsingenieur	F&E	Entwickler	Versuchingenieur	Produktionsplaner	Produkt Manager	SQE	Projektleiter	Ziv.Manager	Input (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	Prozessablauf	Output (Dokument, Software, Prozessschnitt- stelle)	
80	Produktion						M			M	V		ZUV-Freigabe erteilen	- ZUV-Freigabe	
81	Produktion			M		V		M			I	- ZUV-Freigabe	Kundennahe Fahrereprobung	- System- zuverlässigkeit (KNFE)	
82	Produktion	I	M	I	I	I	I	I	I	I	V	- System- zuverlässigkeit (KNFE) - ZUV-IST-Wert größer als ZUV- Zielwert - ZUV-IST-Wert kleiner als ZUV- Zielwert	<p>ZUV-System zufriedenstellend?</p> <p>Ja</p> <p>Nein</p>		
83	Produktion		V		M							- ZUV-Freigabe - ZUV-IST-Wert größer als ZUV- Zielwert - ZUV-IST-Wert kleiner als ZUV- Zielwert	tech. Problemanalyse	- technische Problem- beschreibung	
84	Nutzung												Fahrzeug-nutzung durch Kunde	- Beanstandungen	
85	Nutzung				V							- Beanstandungen	Systematische Feldbeobachtung durchführen	- Systematische Feldausfälle - Strukturierter Problemlösungs- prozess	
86	Nutzung			V	I							- Systematische Feldausfälle	<p>Strukturierter Problemlösungs- prozess: Feldausfälle eingrenzen und beschreiben</p> <p>zu 23</p> <p>zu 61</p> <p>zu 75</p>	- Eingegrenzte Feldausfälle (datenorientiert) - 8D-Prozess - Preventive Actions	
87	Nutzung			M	M	M					V	- Eingegrenzte Feldausfälle (datenorientiert)	Ausmaß der Feldausfälle prognostizieren	- Prognostizierter Umfang der Feldausfälle	
88	Nutzung	I		M	M						I	V	- Prognostizierter Umfang der Feldausfälle	ZUV-Monitoring durchführen	- ZUV-IST-Wert gleich ZUV-Zielwert - ZUV-IST-Wert größer als ZUV- Zielwert - ZUV-IST-Wert kleiner als ZUV- Zielwert
89		I									V		Ende		

V: verantwortlich M: Mitarbeit I: Information

Literaturverzeichnis

- [Big Data 2016] Big Data. Grundlagen, Systeme und Nutzungspotenziale. Wiesbaden: Springer Vieweg (Edition HMD), 2016
- [Birolini 1997] Birolini, A.: Zuverlässigkeit von Geräten und Systemen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1997
- [Brunner 1992] Brunner, F.J.: Wirtschaftlichkeit industrieller Zuverlässigkeitssicherung. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1992
- [VDA Bd 3.2, 2016] Verband der Automobilindustrie e.V.: Zuverlässigkeitssicherung bei Automobilherstellern und Lieferanten, 4. komplett überarbeitete Ausgabe, Mai 2016
- [VDI 4003, 2007] VDI 4003: Zuverlässigkeitsmanagement. Berlin: Beuth Verlag, 2007

Stichwortverzeichnis

Anlaufphase	32	Konzept.....	20, 24, 38
Bauteilqualität	33	Konzeptphase	20, 27, 28, 46
Beanspruchbarkeit 13, 21, 24, 38, 39, 43, 45		Kundennutzung.....	13
Beanspruchung	13, 24, 26, 38, 39, 43, 45, 46	Lastkollektiven	20, 32
Belastungen	13, 23, 24, 27, 29	Monitoring	38
Entwicklung.....	11, 19, 20, 24, 26, 28, 32, 38, 45	Nutzung	20, 33, 38, 45
Entwicklungsphase	26, 46	Nutzungsphase.....	41
Erprobung	13, 28, 29, 30, 46	Organisationsstrukturen.....	13, 14
Fehlerabstellprozesses.....	19, 44	Produktion. 19, 20, 24, 26, 30, 33, 38, 45	
Feldausfälle.....	40	Produktionslenkungsplan .	26, 28, 31, 35
Feldbeobachtung	31, 38	Produktionsphase	32, 33
Felddaten	21, 41, 43	Prozessfähigkeit	32
Felddatenanalyse.....	43, 44	Prozessrollen ..	15, 19, 23, 29, 35, 42
Feldqualität	33	Rollenmatrix.....	16
FMEA ..	20, 23, 24, 25, 26, 32, 33, 38, 45	ZUV-Indikatoren....	26, 30, 31, 32, 36, 39, 43

Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie

Den aktuellen Stand der veröffentlichten VDA Bände zum Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie (QAI) finden Sie im Internet unter <http://www.vda-qmc.de>.

Auf dieser Homepage können Sie auch direkt bestellen.

Bezug:

**Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)
Qualitäts Management Center (QMC)**

Behrenstraße 35, 10117 Berlin

Telefon +49 (0) 30 8978 42-235, Telefax +49 (0) 30 8978 42-605

E-Mail: info@vda-qmc.de, Internet: www.vda-qmc.de

