



**Konzepterstellung eines ganzheitlichen Anforderungsmanagements
bei der Firma Hella KGaA Hueck & Co.**

Autor:
Jörg Robbert
(Matrikelnummer: 40689229)

Eingereichte Abschlussarbeit
zur
Erlangung des Grades
Master of Business Administration (MBA)
im Fernstudiengang
Umwelt- und Qualitätsmanagement
an der
Karl-Scharfenberg-Fakultät
der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel

Erster Prüfer: Dipl. Ing. Matthias Portugall

Eingereicht am: 12.01.2009

Zweiter Prüfer: Prof. Dr. Dirk Gunther Trost

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufbau der Arbeit	1
2	Unternehmensportrait	3
2.1	Unternehmensdaten.....	3
2.2	Qualitätsabteilung	4
2.3	Scheinwerfersysteme.....	6
3	Grundlagen	8
3.1	Forderungen an Qualitätsmanagementsysteme	8
3.2	Vorgehensmodelle	11
3.2.1	Wasserfallmodell.....	12
3.2.2	V-Modell.....	13
3.3	Lastenheft	14
3.4	Pflichtenheft	16
3.5	Anforderungsmanagement / Requirements-Management.....	17
4	Analyse der aktuellen Situation	20
4.1	Stakeholderanalyse.....	20
4.2	Wirkungszusammenhänge.....	21
4.3	IST-Prozess	23
4.4	Begriffsdefinition.....	25
5	Aufbau- und Ablauforganisatorische Anpassungen.....	28
5.1	Organisatorische Implementierung der Systemverantwortlichkeit	28
5.2	Runde Tische und Reviews	30
6	Teilprozesse des Anforderungsmanagements	33
6.1	Angebotsphase	34
6.1.1	Anfrage und Übermittlung der Projektanforderungen	37
6.1.2	Angebotskickoff.....	38
6.1.3	Erstellung Anforderungsliste.....	39
6.1.4	Vollständigkeitsprüfung auf Systemebene.....	40
6.1.5	Ergänzung Anforderungsliste um bereichsspezifische Anmerkungen.....	40
6.1.6	Vollständigkeitsprüfung auf Komponentenebene	41

6.1.7	Kontrolle und Erstellung der technischen Angebotsbeschreibung	42
6.1.8	Kundenantwort.....	42
6.2	Konzept und Detaillierungsphase	43
6.2.1	Kick-Off Veranstaltung.....	45
6.2.2	Systemanforderungsanalyse	48
6.2.3	Systemarchitektur definieren	49
6.2.4	Anforderungsarten definieren	50
6.2.5	Anforderungskonzeptfreigabe System.....	51
6.2.6	Risikomeeting mit den Fachbereichen.....	51
6.2.7	Muster- / Releaseplan Erstellung durch Fachbereiche.....	52
6.2.8	Testplanung auf Systemebene	54
6.2.9	Ergänzung Anforderungsliste auf Grenzpfadebene.....	54
6.2.10	Komponentenarchitektur und Testfälle festlegen	55
6.2.11	Review auf Komponenten- und System-Ebene.....	55
6.2.12	Simultane Entwicklung.....	56
6.2.13	Validierung der Anforderungen	56
6.2.14	Design Freeze.....	58
6.3	Phasenübergreifende Aufgaben	58
6.3.1	Projektfortschrittskontrolle / Reifegradabsicherung	58
6.3.2	Risikomanagement / System FMEA	60
7	Zusammenfassung	69
8	Schlussbetrachtung	70
9	Literatur.....	72
10	Eidesstattliche Erklärung	75
A 1	Projektauftrag Hella	1
A 2	Stakeholderanalyse / Standortbestimmung	3
A 3	Inhaltliche Struktur der Anforderungsliste.....	4

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: wesentliche Anforderungen der ISO/TS 16949:2002.....	8
Tabelle 2: Stakeholderanalyse.....	20
Tabelle 3: verwendetet Synonyme für Pflichtenhefte (IST-Zustand).....	24
Tabelle 4: Projektorganigramm (PJM, QPP).....	29
Tabelle 5: Anforderungen ableiten auf Komponentenebene.....	40
Tabelle 6:Anforderungskommentierung (Beispiel).....	41
Tabelle 7: Inhaltliche Qualitätskriterien für Anforderungen	46
Tabelle 8: Problemfelder beim ganzheitlichen Anforderungsmanagement.....	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Qualitätsmanagements	5
Abbildung 2: Blendfreies Fernlicht	7
Abbildung 3: Wasserfallmodell mit den ursprünglichen Phasen (Royce 1970).....	12
Abbildung 4: V-Modell (3-Ebenen-Vorgehensmodell).....	13
Abbildung 5:Herausforderungen des Produktentstehungsprozesses	15
Abbildung 6: Anforderungen an mechatronische Systeme	17
Abbildung 7: Misserfolgskfaktoren (Chaos-Report USA, 2001).....	18
Abbildung 8: Ursache-Wirkungszusammenhang LH/PH & Claims / NQE	22

Abbildung 9: Einflussfaktoren für ein erfolgreiches Anforderungsmanagement	23
Abbildung 10: Schnittmengen Anforderungsliste, technische Angebotsbeschreibung und Pflichtenheft.....	26
Abbildung 11: Hella Produktentstehungsprozess (PEP5).....	33
Abbildung 12: Zielkonflikte einer vollständigen Lastenheftbewertung.....	34
Abbildung 13: Workflow zur Erstellung der technischen Angebotsbeschreibung	36
Abbildung 14: Boundary Diagram	37
Abbildung 15: Anforderungsliste in der Angebotsphase	42
Abbildung 16: Workflow Konzept- und Detaillierungsphase	44
Abbildung 17: Abstraktionsebenen der Systementwicklung	47
Abbildung 18: Anforderungen auf verschiedenen Abstraktionsebenen	49
Abbildung 19: System DVP&R.....	57
Abbildung 20: Einsatzgebiet System FMEA.....	62
Abbildung 21: Beispiel Strukturbaum System-FMEA.....	63
Abbildung 22: Gefahrenanalyse & Risikobewertung inkl. Bewertung nach FMEA-Logik	65
Abbildung 23: System FMEA: Funktionen und Fehleranalyse auf Komponentenebene	66
Abbildung 24: Maßnahmendefinition innerhalb einer System FMEA.....	68

Abkürzungen

AIAG	Automotive Industry Action Group (Amerikanischer Verband der Automobilindustrie)
CSR	Customer Specific Requirements (dt.: spezielle Kundenanforderungen insbesondere das Qualitätsmanagementsystem betreffend)
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
GMT	Gate-Management-Tool; Intranetbasierte Checkliste zum Produktentstehungsprozess
ISO	International Organization for Standardization (dt. Internationale Organisation für Normung)
KLH	Komponenten-Lastenheft
LH	Lastenheft
LL	Lessons Learned (dt.: in etwa gesammelte Erfahrungen / Lehren aus Vorgängerprojekten)
NQE	Non-Quality-Expensives (dt.: Nicht-Qualitätskosten)
OEM	Original Equipment Manufacturer (dt.: Originalausrüstungshersteller)
OtD	Order to Delivery (dt.: Zeit zur Erfüllung einer Bestellung)
PEP	Produktentstehungsprozess
PH	Pflichtenheft

PJM	Projektmanager
QMS	Qualitätsmanagementsystem
QPP	Qualitätsplaner Projekt
RM	Requirements Management (dt.: Anforderungsmanagement)
SoR	Summary of Requirement (dt.: Sammlung aller Anforderungen)
TAB	Technische Angebotsbeschreibung
TS	Technische Spezifikation
TTM	Time to Market (dt.: Vorlaufzeit, Produkteinführungszeit)
VDA	Verband der Automobilindustrie
ZVEI	Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Fachbegriffe

NQE Non-Quality-Expensives (engl. für Nicht-Qualitätskosten). Unter NQE werden bei der Hella alle Kosten zusammengefasst, die entstanden sind weil Anforderungen nicht erfüllt wurden, anders kann auch von Verlusten infolge der Nichterfüllung von Qualitätsanforderungen gesprochen werden. Bei den NQE handelt es sich somit um Kosten die bei Vermeidung zu 100% in den Gewinn einfließen würden.

Order to Delivery Der Order to Delivery (OtD) Prozess bezieht sich auf Produkte die bereits am Markt platziert sind. Er umfasst alle Prozesse die nach Eingang einer Bestellung bis zur deren Erfüllung nötig sind.

SPICE	„Der Technical Report ISO TR 15504 (auch Software Process Improvement and Capability dEtermination, SPiCE) ist eine Richtlinie zur Bewertung und Verbesserung von Software-Prozessen. Sie enthält ein Assessment-Modell, Richtlinien zur Durchführung von Assessments und ein Prozess-Referenzmodell.“ ¹
Stakeholder	Stakeholder werden zu deutsch auch Anspruchsgruppen oder Anspruchsträger genannt. Als Stakeholder gelten alle, die direkt oder indirekt Einfluss oder Ansprüche an den Betrachtungsgegenstand haben. Beispiele hierfür sind häufig die Eigentümer, die Mitarbeiter, die Kunden, die Lieferanten, die Kapitalmärkte sowie der Staat und die Öffentlichkeit.
Systemarchitektur	Unter einer Systemarchitektur werden die am System beteiligten Komponenten inkl. ihrer Anordnung und dem Datenaustausch (BUS-System) verstanden.
Tailoring	(von: engl. to tailor – massschneidern) bezeichnet das Anpassen des Produktentstehungsprozesses auf projektspezifische Bedürfnisse, in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren z.B. Neuheitsgrad, Risiko, Komplexität, Investitionskosten, u.a.
Tier	(engl. für Rang) in der Automobilindustrie werden die direkten Zulieferer der Automobilhersteller als Tier-1 bezeichnet. Tier-2 Lieferanten beliefern wiederum Tier-1.
Time to Market	Unter Time-to-Market (TtM) wird die Projektzeit von Produktentwicklung bis zur Platzierung des Produktes am Markt bezeichnet. Vorgelagert findet meist der Vorentwicklungsprozess statt und nachgelagert der sogenannte OtD Prozess.

¹ Zeitschriftenbeitrag (QZ 04/2006), Gaetje, u.a., Seite 33

1 Einleitung und Aufbau der Arbeit

„Jede Anwendungsentwicklung erfordert die Ermittlung und Verwaltung von Anforderungen. Nur wenn wir eine genaue Vorstellung davon haben, was unsere Kunden benötigen und wollen, können wir ihnen die gewünschte Anwendung zur Verfügung stellen. Dabei gilt grundsätzlich: Je früher es gelingt, die Anforderungen der Kunden korrekt festzuhalten, desto kostengünstiger und schneller kann eine passende Lösung entwickelt werden. Wird das Anforderungsmanagement umfassend eingeführt, können zudem Änderungen in den Anforderungen schneller erkannt und effektiver integriert werden.“²

Problemstellung

Automobilscheinwerfer setzen immer mehr aktive und passive Lichtfunktionen um, beispielsweise dynamisches Kurvenlicht, adaptive Hell-Dunkelgrenzen, Licht gekoppelt an ein GPS System usw. Für die Vielzahl verschiedener Ausleuchtungsformen sind diverse Teilsysteme in dem Scheinwerfer verantwortlich.

Die in einem Scheinwerfer vorhandenen Komponenten müssen aufeinander abgestimmt werden. Die Koordinierung ist eine große Herausforderung und bedarf einer Methodik, da die beteiligten Baugruppen ihrerseits vielschichtige Systeme darstellen. Je komplexer die Komponenten im Scheinwerfer desto vielfältiger sind die Anforderungen an diese.

Die genutzte Literatur zum Thema Anforderungsmanagement bezieht sich in den meisten Fällen schwerpunktmäßig auf die Softwareentwicklung, Ziel der Masterarbeit soll es sein eine einheitliche Vorgehensweise zu definieren. Das heißt es sollen die in der Literatur genannten Vorschläge und Techniken ebenso für konstruktive Produkte und Prozesse anwendbar sein.

² Schienmann [2001], Seite 9

Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2 wird auf das Unternehmen Hella KGaA Hueck & Co., die Qualitätsmanagementabteilung und kurz auf Scheinwerfersysteme eingegangen.

Die benötigten theoretischen Grundlagen zu den Begriffen Lastenheft, Pflichtenheft und Anforderungsmanagement werden anschließend dargestellt.

Mit verschiedenen Fachbereichen wurde die aktuelle Situation analysiert, die Ergebnisse werden in Kapitel 4 wiedergegeben. Eine zielführende Begriffsdefinition für das Unternehmen wird vorgenommen.

Um ein ganzheitliches Anforderungsmanagement zu implementieren sind einige Aufbau- und Ablauforganisatorische Anpassungen notwendig (Kapitel 5).

Die Prozesse des Anforderungsmanagements teilen sich in die Phasen „Angebot“ (Kap. 6.1) und „Konzept und Detaillierung“ (Kapitel 6.2). zu Beginn der Kapitel wird jeweils ein Ablaufdiagramm vorgestellt. Anschließend werden die Aktivitäten innerhalb der Prozessschritte als Unterkapitel beschrieben.

Die Arbeit wurde im Bereich Qualitätsmanagement erstellt, daher wird ein Fokus der Arbeit auf das phasenübergreifende Risikomanagement gerichtet. Es wird ein Konzept vorgestellt mit dem auf der Systemebene mittels einer FMEA ein Risikomanagement betrieben werden kann.

In der Schlussbetrachtung werden die Problemfelder zur Einführung benannt und es wird ein Ausblick für das Unternehmen gegeben.

2 Unternehmensportrait

Im Folgenden wird das Unternehmen, die Abteilung und das Hauptprodukt beschrieben, auf welches sich die Masterarbeit bezieht.

2.1 Unternehmensdaten

Die Firma Hella KGaA Hueck & Co (nachfolgend kurz: Hella) hat ihren Konzernstammsitz in Lippstadt und zählt zu den Top 50 der weltweiten Automobilzulieferer, sowie zu den 100 größten deutschen Industrieunternehmen. Hella wurde 1899 als „Westfälische Metall-Industrie Aktiengesellschaft“ (WMI) gegründet. WMI war eine Spezialfabrik für Laternen, Scheinwerfer und Beschläge für Fahrräder, Wagen und Automobile in Lippstadt. Als Zulieferer der Automobilindustrie sind die heutigen Kerngeschäftsfelder der Hella; • Licht, • Elektronik für Erstausrüster (im Folgenden: OEM), • automobile Produkte und Zubehör für Handel und Werkstätten.

Hella agiert weltweit mit über 25.000 Beschäftigten in 70 Fertigungsstätten, Tochtergesellschaften und Joint Ventures in 18 Ländern. Mehr als 3.500 Ingenieure und Techniker arbeiten konzernweit in Forschung und Entwicklung. Der Umsatz des Hella-Konzerns liegt bei 3,9 Milliarden Euro. Zu den Kunden zählen alle führenden Automobil- und Systemhersteller sowie der Kfz-Teilehandel³.

Der Hella Konzern ist intern in drei kooperierende Geschäftsbereiche aufgeteilt: Licht (GL), Elektronik (GE) und Handel (GH), sowie diversen Joint Ventures.

³ Vgl. o.V. <http://www.hella.com/hella-de-de/385.html>, (15-Dez-2008)

Joint-Venture-Unternehmen entwickeln und fertigen komplette Fahrzeugmodule, Klimasysteme und Bordnetze.

Der Geschäftsbereich Elektronik (GE) entwickelt und produziert Karosserie-Elektronik und Sensorik, sowie Software-Produkte und Fahrassistenzsysteme.

Der Geschäftsbereich Handel (GH) ist zuständig für Ersatzteilhandel und Vertrieb von Zubehör.

Der Geschäftsbereich Licht (GL) beschäftigt sich hauptsächlich mit der Entwicklung von Scheinwerfern, Signalleuchten, Innenleuchten - Systemen und kompletten Fahrzeugmodulen sowie deren Integration in Design und Elektronik der Fahrzeuge.

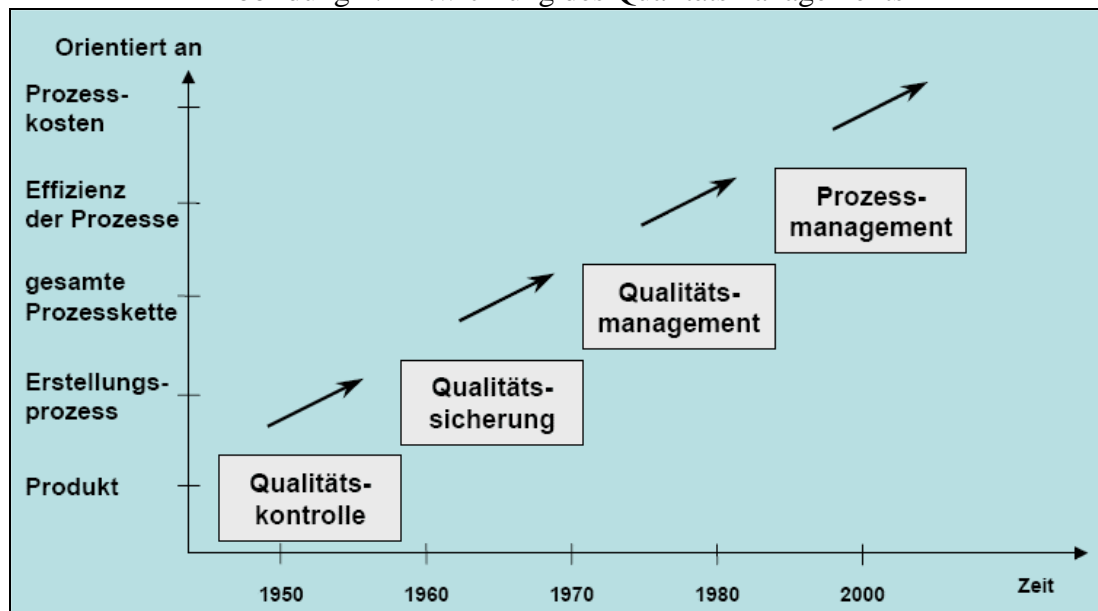
2.2 Qualitätsabteilung

Die Aufbauorganisation der Hella war bis 2007 produktspezifisch, d.h. der jeweilige Produktlinienleiter hatte disziplinarische Weisungsbefugnis über die Fraktionen Entwicklung, Projektmanagement, Qualitätsmanagement und teilweise eigene Entwicklungslabore. Nach einer Umstrukturierungsmaßnahme wurde die Aufbauorganisation funktional aufgestellt, d.h. das Qualitätsmanagement des Geschäftsbereichs Licht ist als eigenständige Linie in das Organigramm eingebunden, ebenso wie das Projektmanagement, die Konstruktion, die Labore etc. Um in der neuen Struktur Schnittstellenprobleme zu vermeiden, ist eine klare Aufgabenteilung erforderlich, dies gilt notwendigerweise auch für das ganzheitliche Anforderungsmanagement.

Zur Diskussion steht innerhalb des Konzerns wo und wie das Thema Anforderungsmanagement berücksichtigt werden soll, die Verantwortlichkeiten und Aufgaben müssen klar definiert sein. Ein Ziel der Masterarbeit soll sein, einen Vorschlag zu unterbreiten wie die zukünftige Rolle der Qualitätsabteilung im Bereich Anforderungsmanagement sein könnte, dabei steht im Fokus der Qualitätsplaner in der Entwicklung (kurz: Q-Planer). Die Motivation dem Q-Planer eine tragende Rolle innerhalb des Anforderungsmanagements zukommen zu lassen ist aus Abbildung 1 ersichtlich, sie zeigt die Wandlung des Qualitätsmanagements.

Früher war die zentrale Aufgabe der Qualitätsabteilungen im Bereich der Kontrolle des erstellten Produktes, heutzutage ist ein Trend zum Prozessmanagement erkennbar, d.h. die Funktion des Q-Planers ist eng mit der Strategieentwicklung und der aufgabengerechten Gestaltung der Entwicklungsprozesse verbunden⁴.

Abbildung 1: Entwicklung des Qualitätsmanagements



Quelle: DGQ-„Prozessorientiertes Qualitätsmanagement I“ Folie:03-8/06

Ebenso zeigt eine repräsentative Studie der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ), dass sowohl Topentscheider, als auch Qualitätsmanager zukünftig das Thema Produktentstehung und somit auch das ganzheitliche Anforderungsmanagement als Schwerpunkt der Tätigkeit im Bereich Qualitätsmanagement sehen. Dieser Bereich wird durch die Qualitätsplanung abgedeckt und die Stelleninhaber werden mehr und mehr zum „internen Managementberater“. Eine zentrale Aufgabe der Qualitätsplanung ist das Frontloading innerhalb des Produktentstehungsprozesses⁵, dies bedeutet mittels Prozessen, Simulationen und Analysen bereits in der frühen Konzeptphase eines neuen Produktes, möglichst viele wichtige Produktentscheidungen durch eine geeignete Wahl von Werkzeugen abzusichern.

⁴ Masing [2007] Seite 54

⁵ Zeitschriftenbeitrag (QZ-10/2008), Sommerhoff, Seiten 20-25

2.3 Scheinwerfersysteme

Ermüdung und schlechte Sichtverhältnisse im nächtlichen Verkehr sind die Hauptursachen für ein deutlich erhöhtes Unfallrisiko. Die Hälfte der tödlichen Verkehrsunfälle ereignen sich in der Dämmerung oder bei Nacht, obwohl in dieser Zeit weniger Autos unterwegs sind⁶.

Die Hauptlichtanforderung an einen Automobilscheinwerfer liegt in der optimalen Ausleuchtung des Verkehrsraums bei minimaler Blendung anderer Verkehrsteilnehmer.

Der Trend für Hauptscheinwerfer entwickelt sich von passiven zu aktiven Lichtquellen. Bei passiven Scheinwerfern entscheidet der Fahrer über die Lichtfunktionen, typischerweise sind dies das Ein- und Ausschalten sowie die Verstellung der Leuchtweite über ein im Cockpit installiertes Handrad.

Aktive Scheinwerfer erkennen mittels Sensorik, welche Straßen- und Verkehrssituation vorliegt und schalten darauf „aktiv“ die korrekte Ausleuchtungsform unter der genannten Prämisse: maximale Straßenausleuchtung bei minimaler Blendung anderer Verkehrsteilnehmer.

An dieser Stelle wird beispielhaft das blendfreie Fernlicht erläutert, da im Zusammenhang mit dem Anforderungsmanagement die Komplexität neuer Lichtfunktionen verdeutlicht werden soll.

⁶ Vgl. o.V. (Spiegel-Online: 13.07.2005) <http://www.spiegel.de/auto/werkstatt/0,1518,365014,00.html>
(11.12.2008)

Blendfreies Fernlicht⁷

Das blendfreie Fernlicht verfolgt das Ziel, dass der Autofahrer nahezu ständig mit Fernlicht fährt. Tauchen im Verkehrsraum Verkehrsteilnehmer auf, werden aus der Fernlichtverteilung automatisch diejenigen Bereiche entnommen, die zur Blendung führen würden (siehe Abbildung 2). Technisch realisiert wird dies über eine drehbare Walze mit entsprechenden Konturen zwischen Lichtquelle und Projektionslinse sowie verschiedener Aktuatoren. Auf Basis von Bilddaten und durch intelligentes Verstellen verschiedener Module im Scheinwerfer wird im Millisekundenbereich der entgegenkommende oder vorausfahrende Verkehr ausgeblendet. Für den Fahrer aber bleibt die Fernlichtverteilung erhalten, womit sich die Sichtweite gegenüber heutigen Systemen erheblich vergrößert.

Abbildung 2: Blendfreies Fernlicht



Quelle: Hella Intranet

Für die Lichtfunktionen ist das Zusammenspiel verschiedener Teilsysteme von entscheidender Bedeutung. Es müssen die Daten der Frontkamera durch ein entsprechendes Bildverarbeitungssystem ausgewertet und mit den Daten des GPS-Systems kontrolliert, sowie die Geschwindigkeit und die aktuelle Fahrzeugneigung berechnet werden, um innerhalb kürzester Zeit über mechatronische Systeme die Lichtverteilung einzustellen.

⁷ Vgl. Hella; Technische Informationen „Fahrerassistenz Systeme“, Seite 9-10 Stand: 15-Dez-2008
(download: http://www.hella.com/hella-de-de/assets/media_global/Autoindustry_ti_fas_d.pdf)

3 Grundlagen

Im Folgenden werden einige der relevanten Grundlagen anhand unterschiedlicher Literaturquellen erläutert. Es soll Basiswissen zu den Aussagen der wichtigsten Normen und Richtlinien (3.1), zu Vorgehensmodellen (3.2), sowie zu den Begriffen Lastenheft (3.3), Pflichtenheft (3.4) und Anforderungsmanagement (3.5) vermittelt werden, da diese die Hauptaspekte des ganzheitlichen Anforderungsmanagements bilden.

3.1 Forderungen an Qualitätsmanagementsysteme

Mittels Standards und Normen sollen einheitliche Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme (kurz QMS) gestellt werden. Für die Automobilindustrie sind die Anforderungen im Wesentlichen in der ISO/TS 16949:2002 (nachfolgend kurz ISO/TS 16949) geregelt.

ISO-TS 16949:2002

Die ISO/TS 16949 stellt die Verbindung zwischen der DIN EN ISO 9001:2000 und branchenspezifischen Anforderungen der Automobilindustrie her. Sie wurde erarbeitet um eine Vereinheitlichung der Forderungen verschiedener Interessenverbände zu erreichen (z.B. VDA (Deutschland), AIAG (Nordamerika), etc.)

Die wesentlichen Forderungen der ISO/TS 16949 die bei der Erarbeitung des Konzeptes für ein ganzheitliches Anforderungsmanagement Berücksichtigung finden sollen, werden in Tabelle 1 genannt. Es werden die relevanten Normkapitel und die darin aufgestellten Forderungen bzw. Empfehlungen in Kurzform wiedergegeben.

Tabelle 1: wesentliche Anforderungen der ISO/TS 16949:2002

	Beschreibung
4.2.3	Lenkung von Dokumenten
	<ul style="list-style-type: none"> • Es muss ein Genehmigungsverfahren und ein nachvollziehbares Änderungsmanagement bzgl. Dokumente implementiert werden, • Ungültige Versionen sind entsprechend zu kennzeichnen • Die Bewertung von technischen Vorgaben (Änderungen, Normen) müssen innerhalb von zwei Arbeitswochen erfolgen und im Terminplan berücksichtigt sein

Beschreibung	
4.2.4 Lenkung von Aufzeichnungen	
	<ul style="list-style-type: none"> • Aufzeichnungen dienen dem Nachweis, dass Anforderungen erfüllt werden (z.B. Testberichte) • Sie müssen geschützt werden und innerhalb der Aufbewahrungsfrist lesbar und verfügbar sein • Es gilt die gesetzlichen, behördlichen und kundenseitigen Anforderungen zu erfüllen
6.2.2.1 Fähigkeiten der Produktentwicklung	
	<ul style="list-style-type: none"> • anwendbare Werkzeuge und Methoden müssen von der Organisation ermittelt werden, z.B. wie Entwicklungsanforderungen berücksichtigt werden
7.1 Planung der Produktrealisierung [inkl. 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4]	
	<ul style="list-style-type: none"> • Kundenanforderungen und Verweise auf dessen technische Spezifikationen sind in die Planung der Produktrealisierung als ein Teils des Qualitätsmanagementplans einzubeziehen, • die Organisation muss Annahmekriterien festlegen; • die Auswirkungen aller Änderungen müssen bewertet werden... Änderungen müssen vor ihrer Einführung validiert werden.
7.2.1 Ermittlung der Anforderungen in Bezug auf das Produkt	
	<p>Die Organisation muss die Anforderungen ermitteln, dies können sein</p> <ul style="list-style-type: none"> • vom Kunden geäußerte • vom Kunden implizit erwartete Anforderungen • gesetzliche und behördliche Anforderungen • von der Organisation festgelegte Anforderungen
7.2.2 Bewertung der Anforderungen in Bezug auf das Produkt	
	<ul style="list-style-type: none"> • Die Organisation muss die Herstellbarkeit der vorgesehenen Produkte im Rahmen der Vertragsprüfung untersuchen, bestätigen und dokumentieren, einschließlich einer Risikoanalyse
7.3.1 Entwicklungsplanung	
	<ul style="list-style-type: none"> • Bei der Entwicklung eines Produktes sind Entwicklungsphasen zu planen • Die Kommunikation zwischen den beteiligten Gruppen ist zu leiten und zu lenken • Es sind bereichsübergreifende Ansätze zu wählen
7.3.2 Entwicklungseingaben	
	<p>Die Organisation muss die Anforderungen bezüglich der Eingaben für Produktentwicklung ermitteln, dokumentieren und bewerten, einschließlich</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kundenanforderungen (Vertragsprüfung) z.B. besondere Merkmale, Kennzeichnung, Rückverfolgbarkeit und Verpackung • Gebrauch von Informationen: Nutzen von Erkenntnissen früherer Projekte • Ziele für Produktqualität, Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Haltbarkeit, Instandhaltbarkeit, Zeitplanung und Kosten

Beschreibung	
7.3.3 Entwicklungsergebnisse	
	Die Ergebnisse müssen in einer Form vorliegen, die gegenüber den Anforderungen bezüglich der Eingaben für die Produktentwicklung verifiziert und validiert werden kann. Ergebnisse müssen Folgendes enthalten: <ul style="list-style-type: none"> • Design-FMEA, Zuverlässigkeitsprüfungen • Besondere Merkmale für das Produkt, Spezifikationen • Produktfestlegungen einschließlich Zeichnungen oder mathematischer Daten • Ergebnisse von Produktentwicklungsbewertung, und • Diagnoseleitfäden (wenn zutreffend)
7.3.6 Entwicklungsvalidierung	
	<ul style="list-style-type: none"> • Die Entwicklungsvalidierung muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Kunden, einschließlich dessen Terminplanung, durchgeführt werden

Quelle: vgl. ISO-TS 16949:2002

Über die ISO/TS 16949 hinaus haben OEMs häufig noch eine Vielzahl von Anforderungen an das QMS, die allgemein als Customer Specific Requirements (kurz CSRs) bezeichnet werden. Die Zulieferindustrie hat hiermit zunehmend zu kämpfen, da die Belastung durch Berücksichtigung der einzelnen OEM Forderungen und die Analyse dieser Forderungen an das QMS stetig zunimmt. Die Tätigkeiten zur Handhabung der CSRs stellt eine erhebliche nicht wertschöpfende Tätigkeit dar, Kosten und Bindung von Ressourcen führen oftmals zu keiner weiteren Qualitätsverbesserung gegenüber den Forderungen der ISO/TS 16949. Dies hat den Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (kurz ZVEI) veranlasst im Juli 2008 ein „Positionspapier von Teilnehmern der Automotive Lieferkette zur Handhabung der ISO/TS 16949 und der darin definierten CSR“⁸ zu verfassen. Hier fordern 30 namhafte Zulieferer (u.a. die Firma Hella) eine Rückbesinnung auf die ISO/TS 16949-2002 und eine Reduktion der CSRs.

⁸ Vgl. o.V. <https://www.zvei.org/index.php?id=4443> Stand: 14. November 2008

VDA

Der „VDA Leitfaden zur Dokumentation und Archivierung von Qualitätsforderungen und Qualitätsaufzeichnungen“ weist auf die Bedeutung des Anforderungsmanagements hinsichtlich der Produkthaftung hin.

„In einem Großteil von Gesetzen, Verträgen und Normen sind Forderungen zur Beschaffenheit von Produkten und zu Vorgehensweisen bei der Herstellung festgelegt, deren Einhaltung gegebenenfalls auch nachgewiesen werden muss. In Gesetzen sind Forderungen beschrieben, die sich auf Produkte (Fahrzeuge), die am Straßenverkehr teilnehmen, beziehen.“⁹

„Allgemein gilt nachzuweisen, dass alle gesetzlichen Auflagen und Sorgfaltspflichten erfüllt worden sind, z. B. der Stand von Wissenschaft und Technik“¹⁰

Für die Einhaltung aller Pflichten wird der Sorgfaltsmaßstab zugrunde gelegt, dieser kann beispielsweise durch ein funktionierendes Anforderungsmanagement nachgewiesen werden, da alle oben zitierten Forderungsquellen nachweislich betrachtet werden.

3.2 Vorgehensmodelle

Für ein systematisches Ermitteln, Umsetzen und Überprüfen von Anforderungen bieten Vorgehensmodelle eine sinnvolle Hilfestellung. Um die speziellen Belange des Anforderungsmanagements von mechatronischen System in der Produktentwicklung zu berücksichtigen, sollen die zwei wesentlichen Vorgehensmodelle vorgestellt werden.

„Losgelöst vom konkreten Problem bilden Modelle des Entwicklungsprozesses ein methodisches Vorgehen ab, das eine Entwicklung in aufeinander aufbauende Phasen gliedert und die systematische Suche nach tragfähigen Lösungen unterstützt.“¹¹ Im Wesentlichen werden bei

⁹ VDA Band 1 [2008], Seite 13

¹⁰ VDA Band 1 [2008], Seite 15

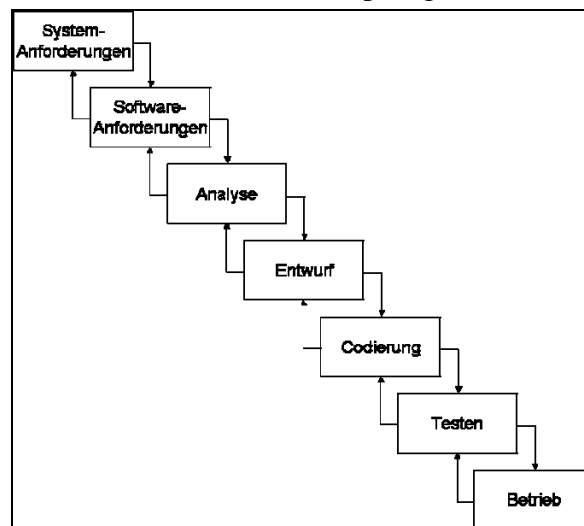
¹¹ Wickord [2003], Seite 5

der Hella zwei Vorgehensmodelle verwendet. Produkte werden nach dem Produktentstehungsprozess (kurz PEP) entwickelt, es handelt sich hierbei um ein sogenanntes Wasserfallmodell (auch Phasenmodell bezeichnet), Software und Elektroniken werden nach dem V-Modell auf Basis des Reifegradmodells SPICE entwickelt.

3.2.1 Wasserfallmodell

Die Abbildung 3 zeigt das 1970 von Winston Royce vorgeschlagene Wasserfallmodell. Die Phasen werden als Einheiten aus Aktivitäten und Ergebnissen definiert. Das Ende einer Phase bildet jeweils einen Meilenstein, an dem die Arbeitsergebnisse einer Prüfung unterzogen werden.

Abbildung 3: Wasserfallmodell mit den ursprünglichen Phasen (Royce 1970)



Quelle: entnommen aus Masing [2007], S. 854

Vorteile:

- Klarheit durch definierte Phasen
- Gute Planungsbasis und Kontrollmöglichkeit

Nachteile:

- Trennung der einzelnen Phasen ist stark idealisiert, da sich die Tätigkeiten überlappen und die Wechselwirkungen zwischen den Phasen werden nicht berücksichtigt
- Ungenügende Flexibilität, Änderungen können erst sehr spät berücksichtigt werden
- Mögliche Fehler werden erst sehr spät erkannt

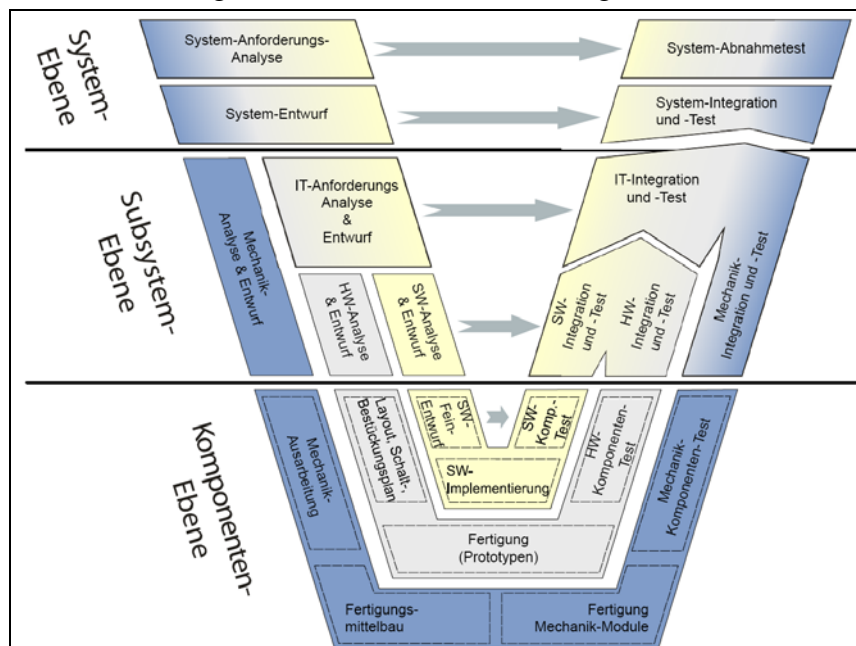
Relevante Aktivitäten im Hella Wasserfallmodell des PEPs werden im Kapitel 6 „Teilprozesse des Anforderungsmanagements“ ab Seite 28 näher erläutert.

3.2.2 V-Modell

Das V-Modell ordnet die Phasen V-förmig an, es wurde in den 80er Jahren entwickelt und wird hauptsächlich bei Produkten mit Softwareanteilen eingesetzt. Bei dem V wird die Spezifikationsebene (Linker V-Schenkel) den Prüfaktivitäten (rechter V-Schenkel) gegenüber gestellt.

Die Planung erfolgt Top-Down, d.h. es wird vom Groben zum Feinen geplant. Das Modell verdeutlicht, dass Fehler auf derjenigen Abstraktionsebene gefunden werden auf der sie begangen werden¹², d.h. ein Entwurfsfehler zeigt sich beispielsweise nicht in der Komponententwicklung, sondern beim Integrieren in das System.

Abbildung 4: V-Modell (3-Ebenen-Vorgehensmodell)



Quelle: Bender [2005], Seite 45

¹² Vgl. Masing [2007], Seite 825

Ziel ist es zur Absicherung der Spezifikationsebene, möglichst frühzeitig Testfälle zu den Anforderungen zu definieren.¹³

Vorteile:

Durch die direkte Gegenüberstellung der Spezifikationsebene zu der Realisierungs- und Testebene können:

- frühzeitiges Risikomanagement für die speziellen Detaillierungsstufen durchgeführt werden (z.B. Schnittstellen zum Kunden, interne Schnittstellen, etc.)
- unklare Anforderungen erkannt werden, da direkt nach Erstellung der Anforderungen Testfälle spezifiziert werden
- Schnittstellenprobleme vermieden werden

Nachteil:

- Projektspezifische Anpassungen des Modells, d.h. eine Reduzierung der Vielzahl von definierten Prozessen ist langwierig

3.3 Lastenheft

Definition:

„Das Lastenheft ist die Summe der Forderungen, Bedürfnisse und Erwartungen an das zu entwickelnde Erzeugnis hinsichtlich Liefer- und Leistungsumfang“¹⁴

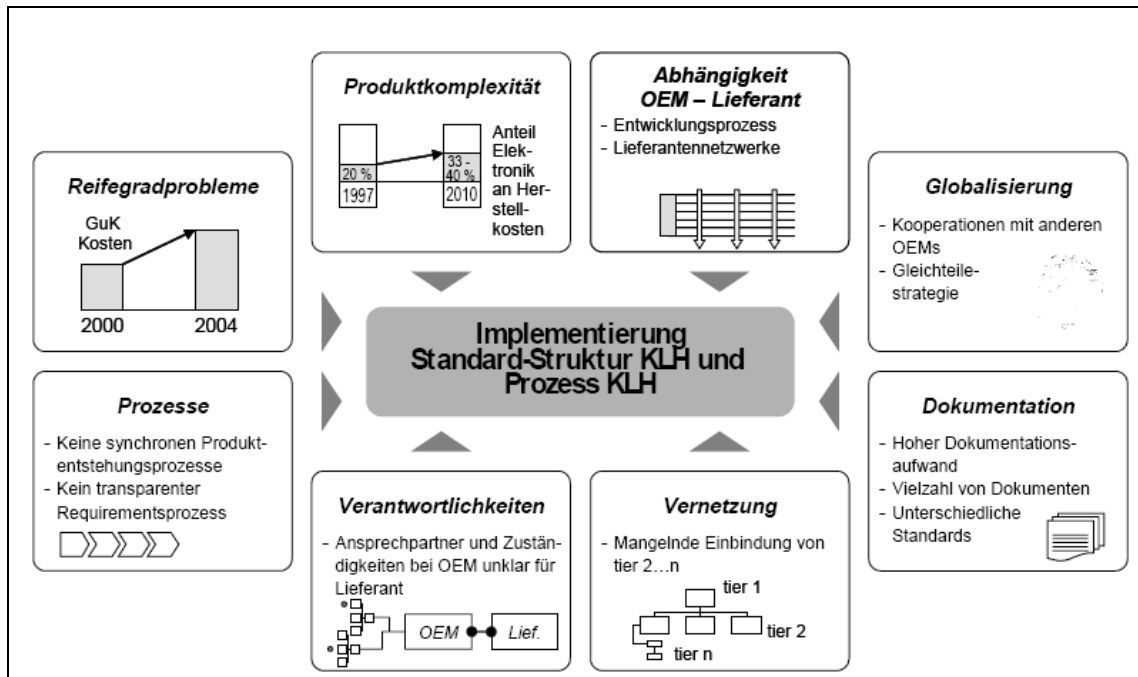
Das Lastenheft umfasst alle Anforderungen an das zu entwickelnde Produkt aus Sicht des Auftraggebers. Typische formulierte Lasten sind; • funktionale Anforderungen, • Normen, • gesetzliche Vorschriften, • Qualitätsanforderungen, • Terminvorgaben, • Meilensteine und • Logistikanforderungen. Die Gesamtheit der Vorgaben bildet die Grundlage für die Entwicklung.

¹³ Vgl. Bender [2005], Seite 32

¹⁴ Linß [2005], Seite 147

Mit dem 2007 erschienenen VDA-Band „Komponentenlastenheft-Automotive Standardstruktur“ wird die Bedeutung des Lastenheftes hervorgehoben. Abbildung 5 zeigt welchen Risiken durch ein detailliertes Lastenheft entgegengewirkt werden kann.

Abbildung 5: Herausforderungen des Produktentstehungsprozesses



Quelle: VDA Band „Komponentenlastenheft-Automotive Standardstruktur“, [2007] Seite 14

Das Lastenheft kann umschrieben werden mit der Aussage WAS der Kunde vom Produkt bzw. Lieferant verlangt, d.h. es wird nicht zwingend auf die technische Umsetzung eingegangen. So kann eine Anforderung lauten, ein Bauteil darf nicht mehr als 100 Gramm wiegen, es ist nicht definiert wie schwer es tatsächlich ist, sondern nur wie hoch das Maximalgewicht ist.

3.4 Pflichtenheft

Definition:

„Das Pflichtenheft ist die Umsetzung der Kundenforderungen in Entwicklungs- und Produktionsparameter unter Beachtung aller Randbedingungen und äußeren Einflüsse für die Entwicklung des Produktes.“¹⁵

Die im Lastenheft genannten Bedürfnisse müssen in Forderungen an das Produkt und die Dienstleistungen gewandelt werden. Es werden die Kundenwünsche im Pflichtenheft in die Fachsprache des Anbieters verfasst. Es wird spezifiziert WIE die Bedürfnisse und Erwartungen des Kunden umgesetzt werden sollen.

Da das Lastenheft wesentlich zu der Erstellung des Pflichtenheftes dient, ist es häufig selbst ein Bestandteil des selbigen. Es werden die Anforderungen durch den Auftraggeber detailliert und unvollständige Vorgaben werden ergänzt. Der Detaillierungsgrad eines Pflichtenheftes muss so gewählt werden, dass anhand dieser Dokumentation eine spätere Freigabeprüfung (Validation) des Produktes durchgeführt werden kann.¹⁶

Das Pflichtenheft ist somit elementarer Bestandteil der Produktkonzeption, d.h. vor Start der Produktentwicklung und –konstruktion muss das Pflichtenheft einen hohen Detaillierungsgrad besitzen. Pflichtenhefte müssen während der Entwicklung immer wieder revidiert werden, da das Wissen über Schnittstellen, Kundenbedürfnisse und Stand der Technik stetig zunimmt bzw. Änderungen obliegt.¹⁷

Ziel muss es sein während der Pflichtenhefterstellung möglichst alle Problemfelder (beispielsweise an den Systemschnittstellen) robust zu lösen. Nicht berücksichtigte Konflikte in der Konzeption führen mit fortschreitender Entwicklung zu exponentiell ansteigenden Kosten für die Problemlösung. Ebenfalls können bei spät entdeckten Fehlern vereinbarte Planwerte im Bereich Qualität, Kosten und Termine häufig nicht mehr eingehalten werden.

¹⁵ Linß [2005], Seite 147

¹⁶ Vgl. Pohl [2007], Seite 234

¹⁷ Vgl. Masing [2007], Seite 502

3.5 Anforderungsmanagement / Requirements-Management

Definition:

„Requirements-Management umfasst Maßnahmen, welche die Anforderungsanalyse und die weitere Verwendung der Anforderungen unterstützen.“¹⁸

Ziel des Anforderungsmanagement ist das Handhaben (Engl.: to manage) der oftmals unüberschaubaren Anzahl von internen und externen Anforderungen an komplexe Systeme, einige sind in Abbildung 6 dargestellt.

Abbildung 6: Anforderungen an mechatronische Systeme



Quelle: angelehnt an Schäuffele und Zurawka [2006], Seite 139

Das Anforderungsmanagement ist eine unterstützende Tätigkeit für die Arbeitsergebnisse Lastenheft (Kap.:3.3) und für das zu erstellende Pflichtenheft (Kap.: 3.4). Es stellt Prozesse und Werkzeuge für die Handhabung der Anforderungen zur Verfügung.

¹⁸ Rupp [2007], Seite 543

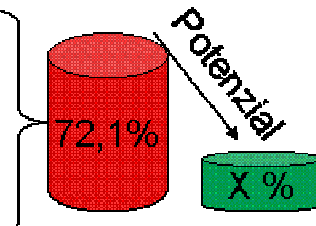
Dabei sind die zentralen Aufgaben:¹⁹

- Änderungen abgestimmter Anforderungen verfolgen und Auswirkungen aufzeigen
- Wechselwirkungen zwischen Anforderungen aufzeigen
- Abhängigkeiten zwischen Anforderungsdokumentation und anderen Entwicklungsergebnissen sicherstellen

Studien, wie beispielsweise der Chaos Report der Standish Group, belegen, dass einer der Hauptgründe für das Verfehlen von Projektzielen bzw. für das Scheitern von Projekten zurückzuführen ist auf ein mangelndes Anforderungsmanagement. (siehe Abbildung 7)

Abbildung 7: Misserfolgskfaktoren (Chaos-Report USA, 2001)

The Standish Group (Chaos-Report USA, 2001)		
■	23% der Projekte werden abgebrochen	
■	49% der Projekte sind über dem Kosten- und/oder Zeitplan	
■	28% der Projekte im Zeit- und Kostenplan	
Zum Vergleich: Stand 1995		
■	31% der Projekte werden abgebrochen	
■	53% der Projekte kosten 189% der ursprünglichen Planung	
■	nur 16% der Projekte im Zeit- und Kostenplan	
Misserfolgskfaktoren (Chaos-Report USA, 1995)		
■	Unvollständige/ungenauere Anforderungen	13,1%
■	Mangelnde Einbeziehung der Beteiligten	12,4%
■	Ressourcenmangel	10,6%
■	Unrealistische Erwartungen	9,9%
■	Mangelnde Unterstützung vom Management	9,3%
■	Sich häufig ändernde Anforderungen/Spezifikationen	8,7%
■	Mangelhafte Planung	8,1%
■	Wird nicht mehr benötigt	7,5%
■	Mangelndes IT-Management	6,2%
■	Mangelndes Technologiewissen	4,3%
■	etc.	



Quelle: Tabelle entnommen aus Hindel, u.a. [2004], Seite 3

¹⁹ Vgl. Schienemann [2001], Seite 21

Aus der Studie lässt sich erkennen, welchen Einfluss mangelndes Anforderungsmanagement auf den Projekterfolg hat. Unter den Gesichtspunkt eines ganzheitlichen Konzeptes, fallen dabei nicht nur die Faktoren unvollständige/ungenauere Anforderungen, sondern engverknüpft sind ebenso die Faktoren mangelnde Einbeziehung der Beteiligten, Ressourcenmangel, unrealistische Erwartungen, mangelnde Unterstützung vom Management, sich häufig ändernde Anforderungen/Spezifikationen und mangelhafte Planung. Legt man die Studie zugrunde sind demnach in Summe 72,1% der Misserfolgskriterien durch ein funktionierendes Anforderungsmanagement stark zu minimieren. Mangelndes Anforderungsmanagement ist damit der Misserfolgskriterienfaktor schlechthin für Projekte.²⁰

²⁰ Vgl. Hindel, u.a. [2004], Seite 4

4 Analyse der aktuellen Situation

Im Geschäftsbereich Licht der Hella wurde im Rahmen einer durchgeführten Analyse des Time to Market Prozesses (TtM) das unzureichende Anforderungsmanagement als eindeutiger Stellhebel zur Effizienzsteigerung identifiziert. Es wurde die mangelnde Transparenz & Rückverfolgbarkeit der Anforderungen kritisiert. Um dieses Potenzial zu heben, ist ein Projekt aufgelassen worden in dessen Rahmen diese Masterarbeit entstand. Der Hella interne Projektauftrag ist im Anhang wiedergegeben.

Innerhalb des Projektes wurde der aktuelle IST-Stand bezüglich der Umsetzung des Anforderungsmanagements und dessen Bedeutung bei der Entwicklung analysiert. Es wurde eine Stakeholderanalyse (Kap 4.1) durchgeführt, Ursachen-Wirkungszusammenhänge (Kap 4.2) sowie die Haupteinflussfaktoren zum Gelingen eines Anforderungsmanagements erarbeitet und mittels Interviews der aktuelle Prozess aus Sicht verschiedener Fachabteilungen beleuchtet.

4.1 Stakeholderanalyse

Mittels Zuruf und Diskussion wurden die Hauptinteressensparteien erarbeitet, welche ein Interesse am Anforderungsmanagement haben (positiv oder negativ). Stakeholder können dabei, sowohl Hella interne Gruppen bzw. Bereiche sein, als auch externe Interessengruppen wie Kunden, Lieferanten, Behörden usw. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Interessenschwerpunkte der beteiligten Gruppen an ein Anforderungsmanagement bzw. implizit in Verbindung stehende Wünsche. Dem ganzheitlichen Anforderungsmanagement fördernde Faktoren sind mit einem Plus (+) gekennzeichnet und hemmende Faktoren mit einem Minus (-).

Tabelle 2: Stakeholderanalyse

Stakeholdergruppe	Interessenschwerpunkte
Endkunde	Robuste Funktionen (+)
	Qualitätserwartungen (+)
	Teilhabe an Innovation (+)
OEM	Geforderte Produktmerkmale: Funktional, Qualität, Compliance (+)
	Kurze Pflichtenhefte, aber umfassend (-)
	Keine Festlegung, um Änderungen nicht zu zahlen (-)

Stakeholdergruppe	Interessenschwerpunkte
Geschäftsführung	Anforderungstransfer von Vorentwicklungsergebnissen zum Pflichtenheft (+)
	Basis für Ressourcenplanung (+)
	Non-Quality-Expensive (NQE) senken (+)
Vertrieb	Verhandlungsbasis (+)
	Einschränkungen bei Angebot (-)
Entwickler	Eindeutige Zielvorgabe / Qualitäts-Vorgabe / messbare Kriterien (+)
	Basis für Änderungsmanagement (+)
	Ein Entwicklungsdokument (+)
	Saubere Systemschnittstellen (+)
	Alle Informationen zu Qualität, Robust Design, Normen, Gesetzen (Summary of Requirements) (+)
Programmmanagement	Anforderungen als Planungsbasis bezüglich Qualität, Kosten, Termine (+)
Labore	Messbare Anforderungen (+)
	Verständlichkeit der Anforderungen (+)
	Prüfplanung (+)

Quelle: Arbeitsergebnis Projektteam (getailort)

Das komplette Arbeitsergebnis ist im Anhang (A 2) dargestellt.

4.2 Wirkungszusammenhänge

Mittels eines Relationendiagramm (auch Affinitätsdiagramm bezeichnet) sollen die Wirkungszusammenhänge dargestellt werden. Ziel dieser ersten Analyse war es die große Anzahl unstrukturierter Ideen, Fakten und Meinungen zu organisieren und zusammenzufassen, um eine geordnete Informationsmenge zur weiteren Bearbeitung zu erzeugen.²¹

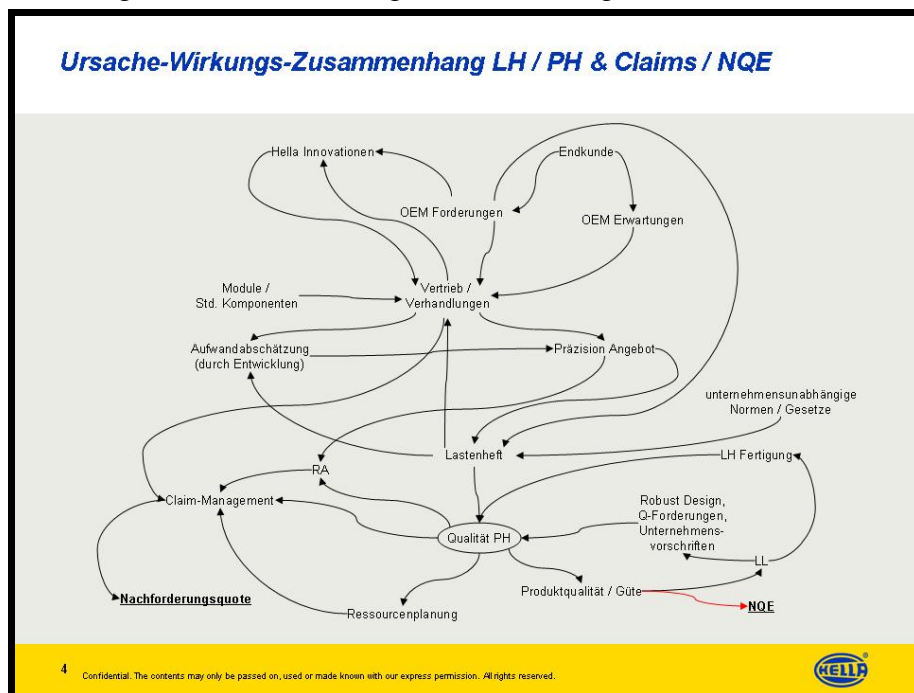
Um ein einheitliches Verständnis zu erlangen wurden im Team als erstes die Wirkzusammenhänge zwischen dem Lasten-, Pflichtenheft, der Nachforderungsquote und den Nicht-Qualitätskosten (NQE) analysiert. (siehe Abbildung 8).

²¹ Vgl. Linß [2005] Seite 107

Als Nicht-Qualitätskosten (intern auch NQE für Non-Quality-Expensive) werden bei der Hella alle Kosten bezeichnet die nicht geplant waren und durch eine Nicht-Konformität entstehen (auch „qualitätsbezogene Verluste“²²).

Mit Nachforderungsquote ist zum Einen gemeint, dem Kunden nachträgliche Änderungswünsche in Rechnung zu stellen und zum Anderen bei evtl. auftretenden Fehlern solche zu identifizieren die anhand mangelnder Spezifikationen des Kunden verursacht wurden.

Abbildung 8: Ursache-Wirkungszusammenhang LH/PH & Claims / NQE



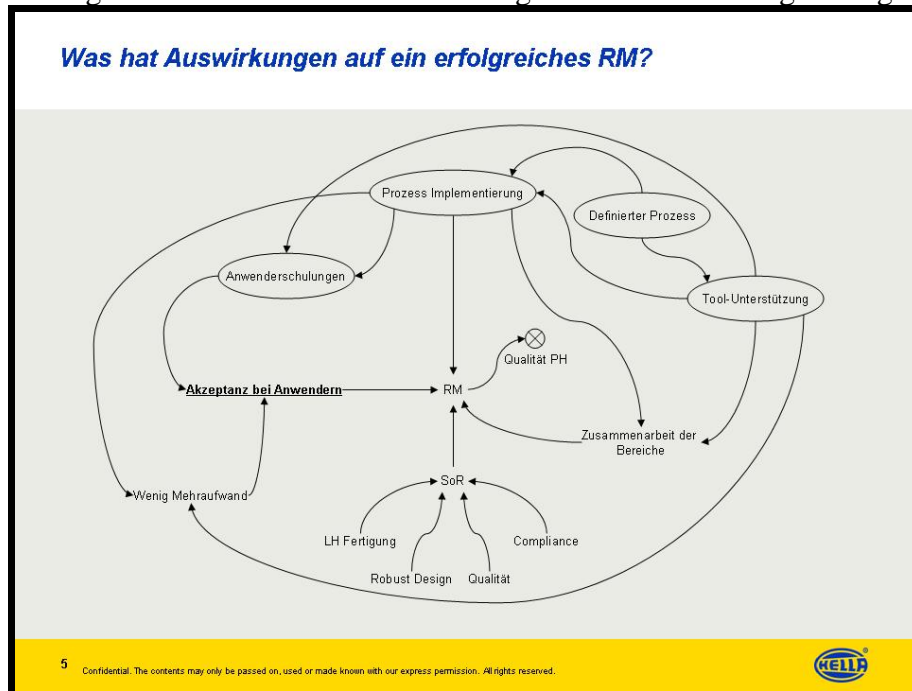
Quelle: Arbeitsergebnis Projektteam

Beim Zählen der Pfeile in Abbildung 8 wird deutlich, dass die entscheidenden Wirkungen im Gesamtprozess vom Vertrieb, dem Lasten- und dem Pflichtenheft ausgehen.

²² ISO TS 16949-2002, Seite 18

Im nächsten Schritt wurden die Erfolgsfaktoren für die Implementierung eines gesteuerten Anforderungsmanagementprozesses in gleicher Weise erfragt (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9: Einflussfaktoren für ein erfolgreiches Anforderungsmanagement



Quelle: Arbeitsergebnis Projektteam

Die erarbeiteten Wirkungszusammenhänge dienen als Leitfaden während der späteren Definition des Soll-Zustandes.

4.3 IST-Prozess

Interview

Bei der Aufnahme der IST-Prozesse wurden die Fachbereiche Labore, Entwicklung LED-Komponenten, Scheinwerferkonstruktion, Modulentwicklung befragt.

Ähnlich wie bei einem Audit wurden die Prozesse anhand offener Fragen betrachtet, d.h. es wurden innerhalb der Gespräche Fragen mit folgenden Wörtern gebildet: Auf welche Weise...?, Weshalb...?, Was...?, Warum...?, Wie...?, Wer ist verantwortlich...?

Ergebnisse

Während der Analyse wurde deutlich, dass es große Unterschiede zwischen den einzelnen Fachbereichen des Geschäftsbereiches Licht gibt. Die Einordnung des Pflichtenheftes als zentrales Entwicklungsdokument über den gesamten Produktentstehungsprozess wird in den einzelnen Fachbereichen unterschiedlich bewertet und ausgeführt.

Das Pflichtenheft wird häufig als reines Kundendokument verstanden in dem „nur“ die für den Kunden relevanten Informationen aufgenommen werden, daher benötigt es lediglich ein geringes Detaillierungsniveau. Das Pflichtenheft als „lebendes Dokument“, welches während der Entwicklung immer wieder angepasst werden muss, wurde innerhalb der befragten Fachbereichen kaum praktiziert. Interne Anforderungen (z.B. Produktionsanforderungen an die Entwicklung) werden momentan nicht mittels Pflichtenheft kommuniziert und sind über keinen klar definierten Prozess gesteuert.

Diskussionen traten zudem bei der Begriffsdefinition Pflichtenheft auf, es werden unterschiedliche Arbeitsprodukte in den Fachbereichen als Synonym für ein Pflichtenheft genutzt. In Tabelle 3 werden die unterschiedlichen Begriffe und Motivationen genannt, weshalb die Ansicht bestand, dass es sich bei den Dokumenten um das Pflichtenheft handelt.

Tabelle 3: verwendetet Synonyme für Pflichtenhefte (IST-Zustand)

Begriffe	Begründung
Technische Angebotsbeschreibung	Zum Angebot muss alles beschrieben sein, von dem in der Regel nicht mehr abgewichen wird
Kunden-Lastenheft	Das Detaillierungsniveau ist ausreichend, um als Pflichtenheft zu gelten
Kommentiertes Lastenheft	Sind alle vom Kunden genannten Forderungen kommentiert und abgestimmt, ist die Lastenheftbewertung das Pflichtenheft
Pflichtenheft und SoR	Interne und weitergehende Anforderungen werden separat in einer Summary of Requirements (SoR) gesammelt
Konstruktionszeichnung	Die Konstruktionszeichnung beinhaltet alles was für den Kunden von Interesse ist, daher löst sie die technische Angebotsbeschreibung ab und dient als Pflichtenheft
Zeichnung mit Verweis auf LH oder PH	Führendes Dokument ist die Zeichnung mit einem Verweis auf das Lastenheft oder Pflichtenheft

Quelle: Ergebnis der Analyse

Es wurde während der Analyse deutlich, dass die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Anforderungsmanagements aufgezeigt werden muss, hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Abteilungen bisher sehr heterogen mit dem Thema umgehen. Pflichtenhefte werden mit unterschiedlichen EDV-Programmen erstellt. Für passive Teile werden Vorlagen in Excel oder Word genutzt. In Bereichen mit Softwareanteilen wird weitestgehend das Programm DOORS eingesetzt. DOORS ist ein speziell zur Handhabung von Anforderungen entwickeltes Werkzeug.

Insgesamt wurde bemängelt, dass nicht klar ist, wer innerhalb eines Projektes für das Requirement Management zuständig ist. Vertrieb, Projektmanager, Qualitätsplaner oder Konstrukteur wurden als verantwortliche Personen für RM genannt.

4.4 Begriffsdefinition

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich muss frühzeitig eine (inhaltliche) Definition verschiedener Begriffe erfolgen. In einem Workshop mit den Projektbeteiligten wurde entschieden drei unterschiedliche Begriffe zu verwenden, aufgrund zeitlicher Aspekte im Projektverlauf und aus Know-How-Schutz Gründen. Folgende Arbeitsprodukte im Bereich des Anforderungsmanagements wurden definiert:

1. Technische Angebotsbeschreibung

Die technische Angebotsbeschreibung (kurz TAB), ist der Output einer Kundenanfrage

2. Pflichtenheft

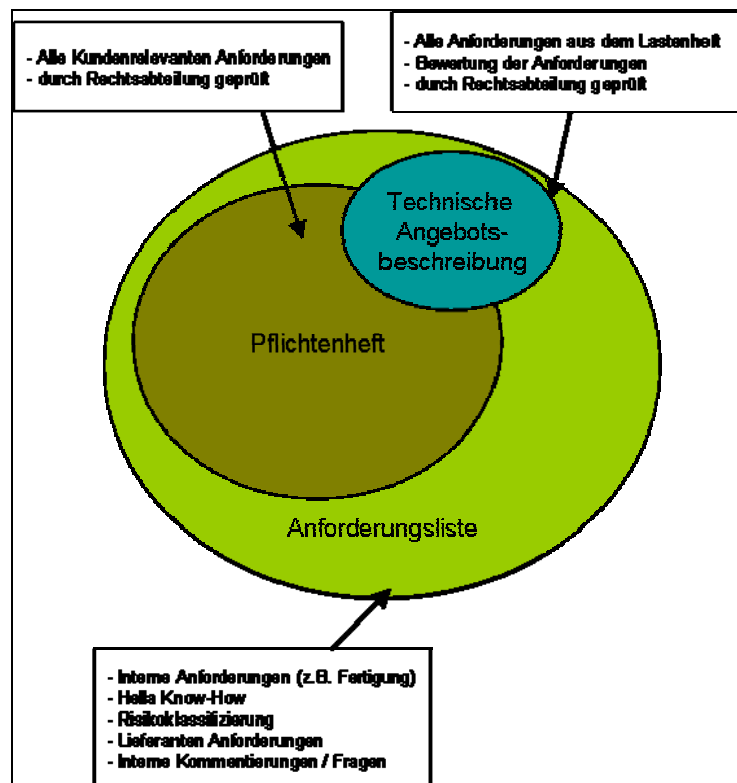
Das Pflichtenheft dient zur Kommunikation mit dem Kunden nach Auftragseingang

3. Anforderungsliste

Die Anforderungsliste ist das maßgebliche Entwicklungsdokument in dem alle Anforderungen enthalten sind

Aus Abbildung 10 wird deutlich, die Anforderungsliste soll das umfassende Dokument werden. Technische Angebotsbeschreibung und das Pflichtenheft sind Teilmengen der Anforderungsliste und enthalten kundenrelevante Informationen. In die Anforderungsliste können somit auch Daten einfließen die aus Know-How-Schutzgründen nicht mit dem Kunden kommuniziert werden sollen.

Abbildung 10: Schnittmengen Anforderungsliste, technische Angebotsbeschreibung und Pflichtenheft



Quelle: eigene Darstellung

In der späteren technischen Umsetzung müssen aus der Anforderungsliste mittels einer Art Filterfunktion die beiden Arbeitsprodukte Pflichtenheft und technische Angebotsbeschreibung generiert werden können. Die Auswahl eines Softwareprogramms mit dessen Hilfe die Anforderungen handhabbar verwaltet werden, soll ausdrücklich nicht betrachtet werden. Ansonsten besteht die Gefahr, der Logik eines vorhandenen Anforderungsmanagementprogramms zu folgen und nicht im Sinne des Prozesses Inhalte zu definieren.

Während der Analyse fiel auf, dass die Bezeichnung System inflationär genutzt wird und es zu Missverständnissen zwischen den Beteiligten Fraktionen kam.

Definition: System und Komponente:

In der Literatur wird unter System zumeist eine in sich abgeschlossene Einheit bezeichnet, bestehend aus den Sparten Konstruktion, Elektronik und Software. Für die Hella führen diese Bezeichnungen zu Irritationen, daher soll das System wie folgt definiert werden:

Definition:

Das **System** beschreibt die Gesamtheit der Komponenten, die für das Erzeugen verschiedener Lichtfunktionen benötigt werden.

Als **Komponente** bezeichnet werden Teilsysteme die im Scheinwerfer integriert oder außerhalb angebracht sind, welche zur korrekten Erzeugung der Lichtfunktion benötigt werden

Die Aktivitäten auf der Komponenten Ebene werden typischerweise durch ein „K-“ gekennzeichnet. Derzeitig ist die Nomenklatur abweichend von dieser Definition, so werden in der Lichtelektronik die Steuergeräte als System bezeichnet, die ihrerseits eine Systemarchitektur aus Konstruktion, Elektronik und Software haben, zukünftig sollte das Wort Systemarchitektur auf dieser Ebene in K-Architektur (bzw. Komponentenarchitektur) gewandelt werden.

5 Aufbau- und Ablauforganisatorische Anpassungen

Bevor in Kapitel 6 auf die Prozesse innerhalb des Anforderungsmanagements eingegangen wird, sollen einige notwendige Aufbau- und Ablauforganisatorische Anpassungen definiert werden.

5.1 Organisatorische Implementierung der Systemverantwortlichkeit

Die Schnittstellen zwischen Fahrzeug und Scheinwerfersystem bildet einen Schwerpunkt der anfänglichen Kommunikation. Es müssen möglichst frühzeitig die Systemgrenzen gezogen und die Haupteinflussfaktoren aus anderen Systemen definiert werden.

Die durchgeführten Analysen zeigen, dass die Funktion des Systemverantwortlichen innerhalb des Konzerns nicht eindeutig geregelt ist. Kunden definieren direkte Anforderungen an Komponenten und akzeptieren nicht, dass ein Scheinwerfer als sogenannte Blackbox verkauft wird. Bei aktiven Scheinwerfern vertreten die jeweils technischen Projektleiter der Komponenten ihren Fachbereich direkt gegenüber dem Kunden. Es zeigt sich, dass diese Kommunikationsstruktur für die Hella nicht zielführend ist, da in Einzelfällen der Kunde unterschiedliche Informationen zum gleichen Sachverhalt erhält.

Momentan ist die Funktion der Systemverantwortung im Bereich der Scheinwerfer Entwicklung untergebracht, Projektmanager und Qualitätsplaner übernehmen somit eine Doppelfunktion. Sie müssen zum Einen die Scheinwerferentwicklung mit allen Anforderungen an Materialien, Dichtigkeiten, fertigungsgerechte Gestaltung, usw. planen und kontrollieren und zum Anderen die Gesamtfunktionalität inkl. der integrierten und der ausgegliederten Sub-Systeme überwachen. Dies ist für passive Scheinwerfer mit relativ geringer Komplexität gegenüber aktiven Scheinwerfern umsetzbar. Bei komplexen Scheinwerfersystemen kann dies allerdings in Doppelfunktion nicht mehr adäquat ausgeführt werden.

- **„Planen:**
Festlegen der Ziele und Prozesse, die zum Erzielen von Ergebnissen in Übereinstimmung mit den Kundenanforderungen und den Politiken der Organisation notwendig sind;
- **Durchführen:**
Verwirklichen der Prozesse;
- **Prüfen:**
Überwachen und Messen von Prozessen und Produkten anhand der[...] Ziele und Anforderungen an das Produkt sowie Berichten der Ergebnisse;
- **Handeln:**
Ergreifen von Maßnahmen zur ständigen Verbesserung der Prozessleistung.“²⁴

Zur Unterstützung des oben vorgestellten PDCA - Prozesses sollen nachfolgend Runde Tische und Reviews als Hilfswerkzeuge vorgestellt werden. Empfehlungen wann diese zum Einsatz kommen werden ebenfalls in Kapitel 6 gegeben.

5.2 Runde Tische und Reviews

Runde Tische

In dem 2006 erschienen VDA-Band „Reifegradabsicherung“ werden Runde Tische innerhalb der Lieferkette empfohlen, diese bieten sich auch Hella intern an. Ein solches Zusammenarbeitsmodell erzeugt Transparenz und ein gemeinsames Verständnis in der Projektarbeit zwischen allen Beteiligten im Produktrealisierungsprozess.

²⁴ ISO-TS 16949-2002, Seite XV

In Runden Tischen sollten regelmäßig der Projektfortschritt und der Reifegrad der Komponenten erfragt und für alle transparent gemacht werden. Es handelt sich dabei um bereichsübergreifende Expertenteams. Dabei ist von Bedeutung, dass die Besetzung „spiegelbildlich“ vorzunehmen ist, d.h. gleiche Kompetenzen aus der Entwicklung, Qualitätsplanung und Projektmanagement vorliegen.²⁵

Diese Art von regelmäßiger Kommunikation wirkt auch gegen Fehlinformationen des Kunden, da intern ein gemeinsames Verständnis geschaffen wird und alle über den aktuellen Fortschritt informiert sind. Der Abstand der einzelnen Termine sollte zu Projektstart definiert werden, über die Projektlaufzeit sind Anpassungen notwendig, jedoch sollte bereits zur frühen Phase eine Verbindlichkeit zu den Runden Tischen vereinbart werden.

Reviews:

Reviews lassen sich zusammenfassend als „Durchsicht von Dokumenten“ beschreiben. Der Ersteller eines Dokuments stellt dieses Sachkundigen zur detaillierten Kritik vor. Dabei wird sein Arbeitsergebnis durch gezielte Fragen untersucht, es sollen möglichst viele Mängel, Fehler und Risikofaktoren entdeckt und eine Mängelliste erstellt werden.²⁶ Reviews müssen geplant und dokumentiert werden. Zur Dokumentation eignen sich Checklisten, in denen u.a. kritische Punkte aus Vorgängerprojekten integriert werden.

Review ist als Oberbegriff zu verstehen und kann auch im Sinne der Erreichung eines Meilensteines oder Abschluss einer Projektphase verstanden werden²⁷.

Der Begriff Review ist in der Entwicklung von Produkten mit Softwareanteilen ein gängiger und in Richtlinien verwendeter Begriff, beispielsweise wird der Begriff in dem VDA-Band zum „Automotive Spice Prozessassessmentmodell“ über 90-mal verwandt. Das in der traditionellen Qualitätslehre häufig verwendete 4-Augen-Prinzip, kann ebenfalls als Review angesehen werden.

²⁵ Vgl. VDA—Band „Reifegradabsicherung“ [2006], Seite 60

²⁶ Vgl. Masing [2007], Seite 839

²⁷ Vgl. Hindel, u.a. [2004], Seite 138

Mögliche Reviews können sein:

- Anforderungslisten Review
- Pflichtenheftreview
- Zeichnungsreview
- Codereview
- Schaltplanreview
- etc.

Zukünftige Aufgabe wird es sein anhand des Anforderungsmanagementprozesses zu definieren wann und in welcher Art und Weise Reviews durchgeführt werden sollen. Dem System-Qualitätsplaner wird eine tragende Rolle zukommen müssen.

Die notwendigen Review-Checklisten müssen zentral verwaltet und ständig angepasst werden. Zur Unterstützung der kontinuierlichen Verbesserung müssen Fragen bzw. Hinweise in die Checklisten integriert werden, welche Wiederholungsfehler aus anderen Entwicklungsprojekten vermeiden. Bei Hella kann dies in die sogenannte Lessons Learned Zielsetzung integriert werden, hierunter sind im Wesentlichen die Prinzipien der kontinuierlichen Verbesserung zu verstehen:

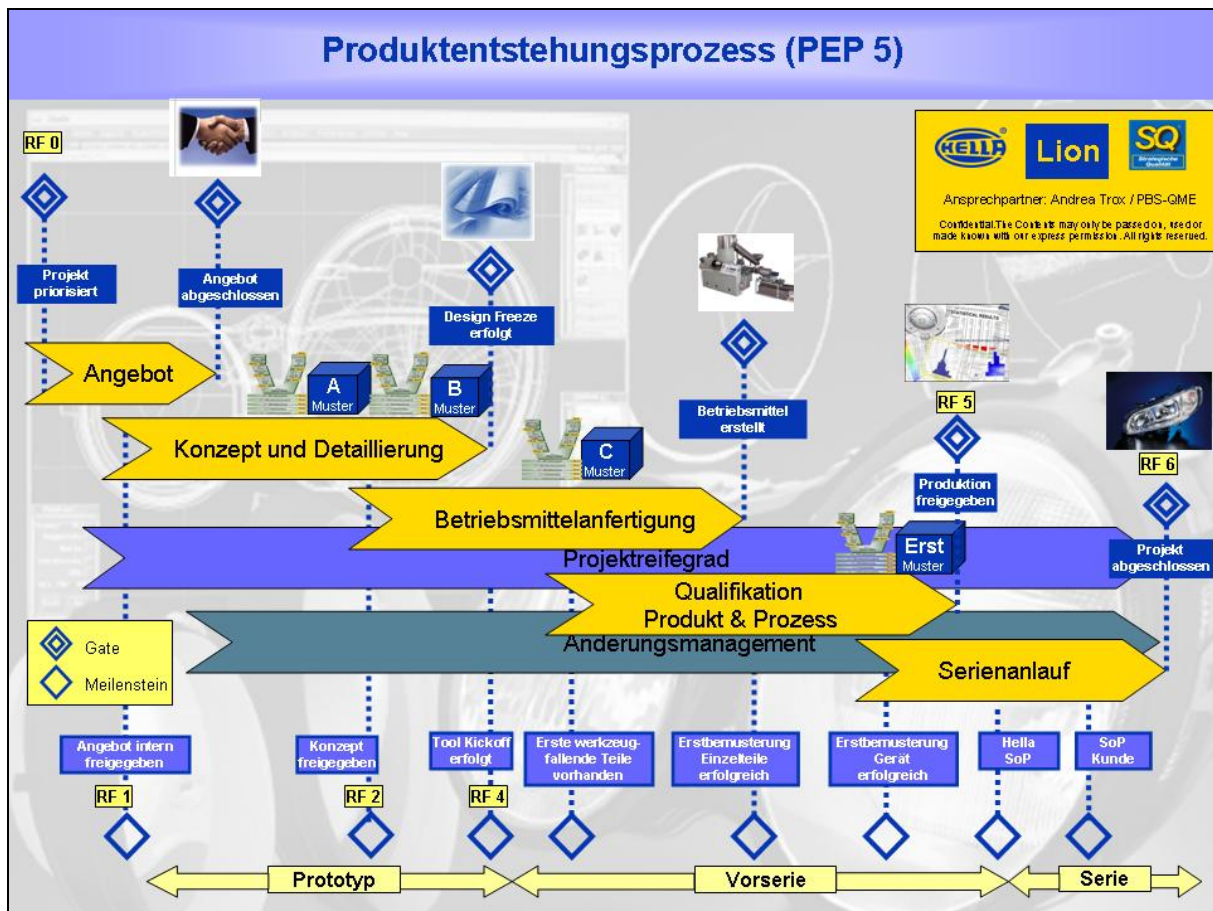
- Es gibt keine Schwachstellen, die nicht beseitigt werden können
- Durchgängige Transparenz und Informationsmanagement im Unternehmen
- Stärkung der Kommunikation und des Know-hows der Mitarbeiter
- Verbesserung in kleinen Schritten anstreben
- Keine Schuldzuweisungen vornehmen, sondern Fehler als neue Erfahrung nutzen²⁸

²⁸ Linß [2005] Seite 447

6 Teilprozesse des Anforderungsmanagements

Im Folgenden wird das Anforderungsmanagement in Teilprozesse gegliedert, dabei folgen die Unterkapitel dem Hella Produktentstehungsprozess (kurz PEP). Im Sinne des Anforderungsmanagements werden folgende Phasen betrachtet, Phase 1 „Angebot“ mit dem Meilenstein „Angebot intern freigeben“ und die Phase 2 „Konzept und Detaillierung“ mit dem Meilenstein „Konzept freigeben“ und dem Gate „Design Freeze“. Diese müssen jeweils mit einem Review abgesichert werden.

Abbildung 11: Hella Produktentstehungsprozess (PEP5)



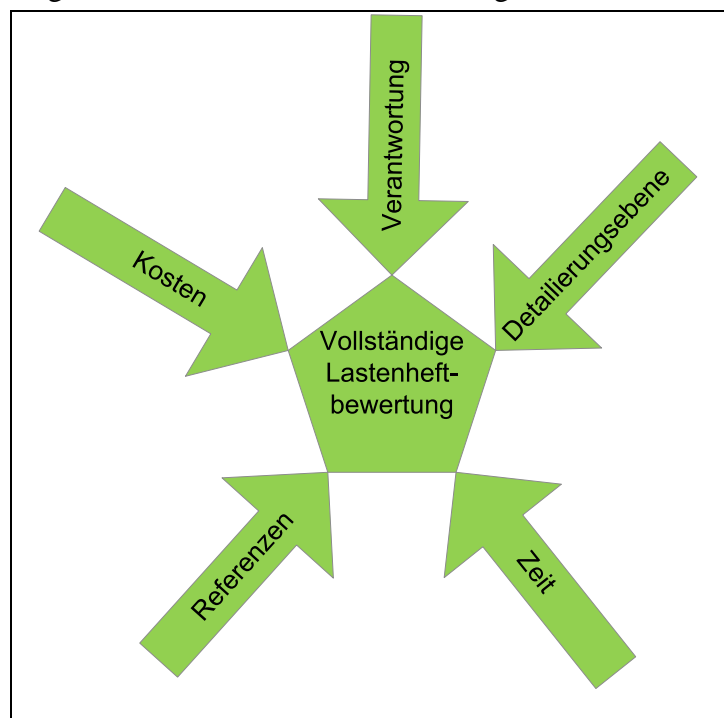
Quelle: Hella-Intranet

6.1 Angebotsphase

Ein Kernprozess des Anforderungsmanagements ist die Kundenanforderungsanalyse, hieraus werden Kosten, Termine und benötigte Ressourcen abgeleitet. Im Ideal-Prozess müssen alle Anforderungen in der Angebotsphase bereits soweit konkretisiert werden, dass nach Auftragsvergabe direkt mit der Entwicklung gestartet werden kann und die Schnittstellen zum Kunden klar definiert sind. Die Kundenanforderungsanalyse bezieht sich dabei auf die direkt und indirekt geäußerten Kundenwünsche. Es ist die Aufgabe des Lieferanten als Empfänger des Lastenhefts die Forderungen hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit zu bewerten und mit dem Auftraggeber zu verhandeln.

Dem Ideal-Prozess stehen Zielkonflikte entgegen die berücksichtigt werden müssen:

Abbildung 12: Zielkonflikte einer vollständigen Lastenheftbewertung



Quelle: Eigene Darstellung

- **Zeit**

In der vorgegebenen Zeit bis zur Angebotsabgabe ist eine vollständige Lastenheftbewertung nicht möglich. Von den OEMs wird in der Regel eine Zeitspanne von 4 Wochen zur Angebotsabgabe eingeräumt, in dieser Zeit ein vollumfängliches Pflichtenheft zu erarbeiten für ein noch nicht entwickeltes System ist unrealistisch.

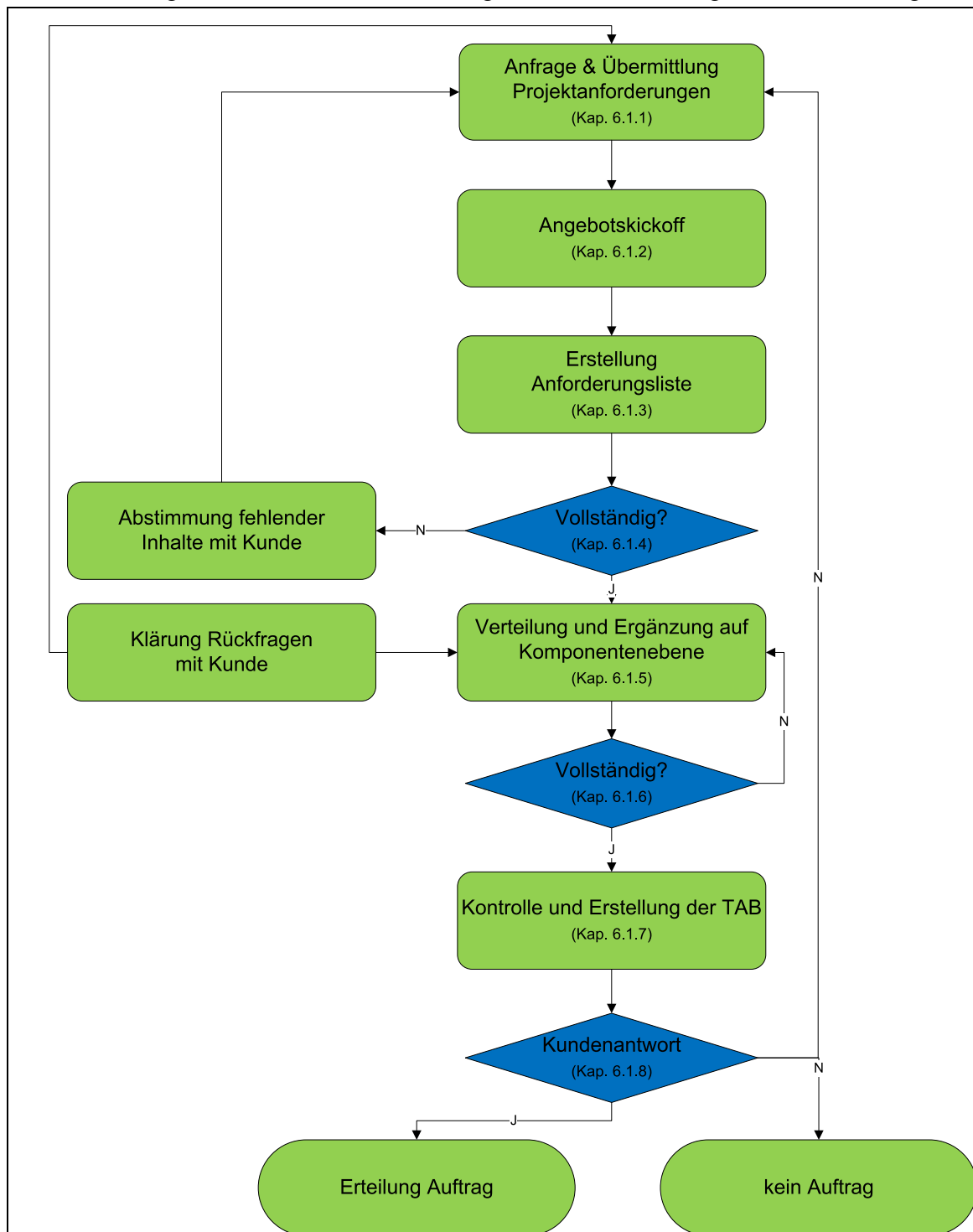
- **Referenzen**
angezogenen Referenzen (Werknormen des Kunden, internationale Normen, Richtlinien, etc.) beinhalten ihrerseits wiederum mitgeltende Unterlagen. Die Dokumente sind im Unternehmen zumeist nicht vollumfänglich vorhanden. Der Beschaffungsworkflow der einzelnen Dokumente kann bis zu 2 Wochen in Anspruch nehmen, wobei die Zeit maßgeblich von externen Stellen abhängt.
- **Detaillierungsebene**
bestimmte Anforderungen können zur Angebotsphase noch nicht bewertet werden, da die technische Umsetzung noch nicht bekannt ist.
- **Kosten**
eine umfassende Lastenheftbewertung bindet Ressourcen, sollte kein Auftrag folgen können diese Kosten nicht weitergeleitet werden
- **Verantwortung**
die Systemarchitektur ist häufig noch nicht definiert und somit ist zur technischen Erfüllung der Anforderung nicht bekannt, wer die Anforderung bewerten muss z.B. wird eine Funktion durch die Schaltung, die Software oder mechanisch realisiert

Es muss unter Berücksichtigung der Zielkonflikte eine Lösung erarbeitet werden, mit der innerhalb von 2 – 4 Arbeitswochen eine technische Angebotsbeschreibung in einer geeigneten Detaillierung und mit möglichst hoher Rechtssicherheit erstellt werden kann.

Prozess zur Erstellung der technischen Angebotsbeschreibung

In einem Workshop wurde der in Abbildung 13 dargestellte Workflow, als Soll-Prozess definiert, nachfolgend wird der Inhalt der einzelnen Aktivitäten beschrieben.

Abbildung 13: Workflow zur Erstellung der technischen Angebotsbeschreibung



Quelle: internes Projektergebnis

6.1.1 Anfrage und Übermittlung der Projektanforderungen

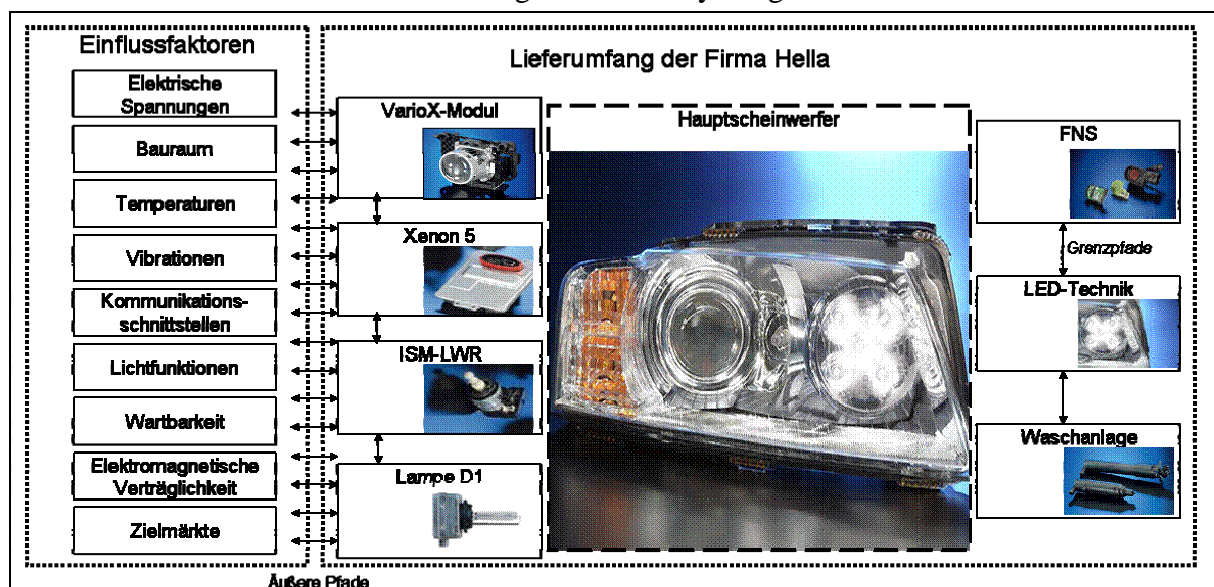
Der Startpunkt für die Angebotsphase ist die Kundenanfrage. Diese wird typischerweise über den Vertrieb eingeholt.

Die Anfrage wird anschließend an die Entwicklung weitergeleitet und es muss ein für die technische Angebotsbeschreibung verantwortlicher Projektmanager (PJM) benannt werden. Dies hat über die Entwicklungsleitung zu geschehen. Der PJM sollte ausschließlich für die Systemverantwortung benannt werden und keine weiteren Funktionen übernehmen (siehe Kap.: 5.1 Seite 28). Der PJM stimmt sich mit dem Vertrieb über die Anfrage ab, eine typische Frage die geklärt werden muss ist, welche Alternativen zusätzlich angeboten werden sollen (z.B. Systemarchitekturen).

Boundary Diagram zur Systemabgrenzung

Für eine erste Analyse und um sicherzustellen, dass alle beteiligten Fraktionen informiert und zum nachfolgenden Angebotskickoff eingeladen werden, lässt sich zurückgreifen auf ein Boundary Diagram (dt.: Abgrenzungsdiagramm), dies dient bei FMEAs dazu den Betrachtungsumfang festzulegen. Abbildung 14 zeigt ein Beispiel für ein solches Diagramm.

Abbildung 14: Boundary Diagram



Quelle: Eigene Darstellung

Zur Angebotsphase ist eine Blackbox Betrachtung aus Kundensicht sinnvoll, das Diagramm kann über die Projektlaufzeit weiter ergänzt werden z.B. um die Schnittstellen zwischen den Komponenten.

„Der Begriff Blackbox beschreibt, dass das System als schwarzer Kasten aufgefasst wird, in den man nicht hineinschauen kann. Das heißt, die Internas des Systems werden nicht berücksichtigt, man sieht nur, was hineingeht und wieder herauskommt. Im Gegensatz dazu steht der Begriff Whitebox.“²⁹

Wird das Boundary Diagram im Laufe der Entwicklung weiter vertieft, lassen sich drei Pfade unterscheiden:

Äußere Pfade

entsprechen den Querschnittsfunktionen und betrachten das Gesamtsystem als Blackbox

Grenzpfade

entsprechen Schnittstellen zwischen Komponenten

Innere Pfade

entsprechen den Funktionen der Einzelnen – Komponenten

Für Vertiefungen werden Einflussfaktoren durch die in der Abbildung angedeuteten Pfeile direkt auf die betroffenen Komponenten gezogen. Für Grenzpfade werden die relevanten Einflussfaktoren erneut gelistet und verlinkt, dies geschieht aus Übersichtlichkeitsgründen in einem separaten Diagramm.

6.1.2 Angebotskickoff

Aufgabe des Projektmanagers ist die Identifizierung aller beteiligten Systemkomponenten anhand der Anfrageunterlagen und des Abstimmungsgesprächs mit dem Vertrieb. Er strukturiert die Unterlagen vor und lädt zum Angebotskickoff ein. In dieser Startveranstaltung sollte der Teilnehmerkreis möglichst groß gewählt werden, um alle Stakeholder frühzeitig einzubinden, d.h. es sollten aus allen Fraktionen, auch der Sub-Komponenten, Verantwortliche teilnehmen.

²⁹ Weilkiens, [2006], Seite 29

Aus dem Kickoff heraus wird das Angebotsteam auf Systemebene benannt, dieses unterstützt den Projektmanager bei der Erstellung der technischen Angebotsbeschreibung (kurz TAB).

In der durchgeführten Analyse ist häufig bemängelt worden, dass die Detaillierungstiefe, also was genau in einem Angebot zu beschreiben ist und wie weit die Analyse der Kundenanforderungen getrieben werden soll, unklar ist. Es wurde ebenfalls auf die Gefahr hingewiesen, dass zu Gunsten bestimmter Schwerpunktthemen z.B. neue Technologie das Detaillierungsniveau anderer Bereiche leidet. Dem soll durch die frühzeitige Einbindung aller internen Stakeholder und dem vorgestellten Boundary Diagram entgegenwirkt werden. Die Einflussfaktoren auf das System (siehe Abbildung 14) sollten in der Startveranstaltung diskutiert, ergänzt und zusätzlich mit einer Risikokennzahl (beispielsweise von 1-10) belegt werden, dies ermöglicht eine frühzeitige Fokussierung auf die hemmenden Faktoren für den späteren Projekterfolg.

6.1.3 Erstellung Anforderungsliste

Alle in den Unterlagen genannten Kundenanforderungen werden in die Anforderungsliste aufgenommen. In die Liste wird eine Identifikationsnummer (Anfo ID) vergeben, die Quelle genannt und die Kundenanforderungen werden als TAB relevant gekennzeichnet. Bei den so aufgeschlüsselten Daten werden den Komponenten direkt die relevanten Anforderungen zugewiesen, so wird bereits zum frühen Zeitpunkt eine Systemarchitektur definiert.

Unter Systemarchitektur ist in diesem Fall zu verstehen, für welche Komponente sind welche Anforderungen relevant. Diese Bewertung muss eine mehrfache Auswahl zulassen, da bestimmte Anforderungen diverse Komponenten betreffen.

Im Fokus stehen zu dieser frühen Phase die wichtigsten Parameter abgeleitet aus dem Boundary Diagram. Tabelle 5 zeigt einen Ausschnitt wie die Anforderungen auf die Komponenten verteilt werden können. Zu unterscheiden gilt bei den Einflussfaktoren, dass die Kundenforderung direkte oder indirekte Relevanz hat, dies bedeutet die physikalische Größe ist gleich der Anforderung an die Komponente oder es muss ein sogenannter Offset berechnet werden. Unter Offset versteht man, dass den geforderten Systemgrößen, aufgrund der Einbaulage sowie Eigen- oder Fremdeinflüsse etwas hinzu addiert oder subtrahiert werden muss (z.B. Differenz zwischen Temperaturen direkt im Motorraum und Außenseite Scheinwerfer).

Tabelle 5: Anforderungen ableiten auf Komponentenebene

Einflussfaktor	Kundenanforderungen	Direkte [D] / indirekte [I] / keine [K] Relevanz				
		HSW	Var	Schw	Leimo	FNS
Temperaturen	Obere Betriebstemp + 80°C	D	I	I	I	K
	Untere Betriebstemp - 40°C	D	I	I	I	K
	Obere Lagerungstemp + 120°C	D	D	D	D	K
	Untere Lagerungstemp - 60°C	D	D	D	D	K

Quelle: eigene Darstellung

6.1.4 Vollständigkeitsprüfung auf Systemebene

Da das Angebotsteam aus verschiedenen Experten besteht, kann bereits eine erste Grobanalyse auf Vollständigkeit und Plausibilität stattfinden. Sind die Kundenanforderungen den Fachbereichen zugewiesen und das Boundary Diagram im Angebotsteam weiter detailliert worden, können offene und unklare Anforderungen frühzeitig entdeckt werden. Sollten Kundenangaben fehlen, werden diese direkt über den Vertrieb eingefordert. In Einzelfällen kann dies ein erneutes Angebotskickoff zur Folge haben, da der Kunde anhand der Analyseergebnisse, evtl. auf eine andere Systemarchitektur zurückgreifen muss.

6.1.5 Ergänzung Anforderungsliste um bereichsspezifische Anmerkungen

Sind die Unterlagen aus Sicht des Angebotsteams vollständig, werden die jeweils relevanten Anforderungen an die Fachbereiche zur detaillierten Bewertung weitergereicht, hierzu wird die oben beschriebene Tabelle genutzt.

Die Komponenten ihrerseits klären Detailfragen mit den speziellen Fachbereichen beim Kunden und ergänzen die Anforderungsliste jeweils um weitere spezifische Anmerkungen oder Anforderungen. Alle Fachbereiche müssen die für sie relevanten Anforderungen kommentieren, bestenfalls wird die Realisierbarkeit mit „akzeptiert vom Fachbereich xy“ bestätigt. Häufig entstehen allerdings zwischen einzelnen Kundenanforderungen Zielkonflikte die entsprechend kommentiert werden müssen. In Tabelle 6 wird beispielhaft ein Zielkonflikt inkl. einer möglichen Antwort der Hella dargestellt.

Tabelle 6:Anforderungskomentierung (Beispiel)

Kundenanforderung:	Antwort Hella:
Konstant hohe Verstellgeschwindigkeiten der Aktuatoren über den Temperaturbereich	Die geforderte Verstellgeschwindigkeit kann für den Temperaturbereich -10°C bis $+120^{\circ}\text{C}$ zugesagt werden, bei Temperaturen zwischen -40°C bis (-10°C) wird aus physikalischen Gründen die Geschwindigkeit um bis zu 10% abnehmen

Quelle: eigene Darstellung

Werden Kundenanforderungen kommentiert, abgelehnt oder neue Anforderungen definiert, so muss der Fachbereich prüfen, ob diese für andere Komponenten ebenfalls relevant sind und entsprechend kennzeichnen in der Anforderungsliste.

Komponenten-DVP & R

Die Qualitätsplaner sollten bereits in den Angebotsphasen einen DVP&R erstellen. Der Begriff DVP & R steht für Design Verification Plan and Report und kann übersetzt werden mit Entwurfsbestätigungsplan und –bericht. Er ist ein produktbezogenes Dokument zur Planung und Dokumentation aller Verifizierungs- und Validierungsprüfungen. Grundlage sind vor allem Geräte-Lastenhefte / Pflichtenhefte und die jeweiligen Prüfspezifikationen. Zu Projektbeginn wird in der Regel von dem DVP gesprochen, da es sich zu diesem Stadium um einen Plan und noch nicht um einen Bericht handelt. DVP&Rs werden für alle zu entwickelnden Komponenten erstellt.

Zurzeit ist der DVP keine Unterlage die der technischen Angebotsbeschreibung zugehörig ist. Bedenkt man jedoch die Zielsetzung der Hella die Nachforderungsquote zu erhöhen (siehe Seite 22), so kann diese durch die frühzeitige Definition der Prüfungen, die durchgeführt werden und welche Testergebnisse aus früheren Projekten übernommen werden, unterstützt werden.

6.1.6 Vollständigkeitsprüfung auf Komponentenebene

Durch die Kommentierungen der einzelnen Fachbereiche kommt es zu Quereffekten auf andere Komponenten. Um sicherzustellen, dass keine neu hinzugekommene Beeinflussung übersehen wird, werden alle Kommentierungen und Ergänzungen überprüft und fehlende Bewertungen angefordert.

Die Komponenten erstellen jeweils einen Meilensteinplan, welcher sich an dem Hella Produktentstehungsprozess orientiert (siehe Abbildung 11).

6.1.7 Kontrolle und Erstellung der technischen Angebotsbeschreibung

Sind alle Anforderungen vollständig kommentiert, erfolgt eine Überprüfung auf Gesamtsystemebene und evtl. notwendige Anpassungen am Layout oder Art und Weise der Kommentierung werden vom PJM vorgenommen. Die genannten Meilensteine werden auf Plausibilität überprüft und für das Gesamtsystem wird ebenfalls ein Meilensteinplan aufgestellt.


Im Sinne der Rechtssicherheit kann zur Kontrolle des Systems die entsprechende Fachabteilung hinzugezogen werden.

Ableitung TAB

Sind die Bewertungen abgeschlossen, wird aus der Anforderungsliste mittels Filterfunktion die technische Angebotsbeschreibung abgeleitet und über den Vertrieb an den Kunden weitergeleitet.

In Abbildung 15 sind die in der Angebotsphase gepflegten Felder innerhalb der Anforderungsliste dargestellt.

Abbildung 15: Anforderungsliste in der Angebotsphase

Anforderungsliste List of Requirement													
Dokumentierte Kundenanforderungen						Direkte [D] / indirekte [I] / keine [K] Relevanz auf Komponente				Interne Kommunikation (für Kunden nicht sichtbar)			
Anfo ID	Quelle	Einflussfaktor	Kundenanforderung	Antwort Hella	Relevant für TAB?	K1	K2	K3	...	Risiko	Beschreibung des Risikos >5	Realisierbarkeit bestätigen	Umsetzbar zu Meilenstein

Quelle: eigene Darstellung

6.1.8 Kundenantwort

Scheinwerfersysteme werden in der Regel mehrmals angefragt, da der Kunde sich zum Anfragezeitpunkt häufig selbst noch in der Konzeptfindung für das Gesamtfahrzeug befindet und bei Konkretisierung des Fahrzeuges andere Anforderungen an das Scheinwerfersystem entstehen. Sollte der Kunde neue Anfrageunterlagen senden, muss der Workflow erneut durchlaufen werden, wobei je nach Änderung die beteiligten Stakeholder reduziert werden können.

Ende Angebotsphase

Die Angebotsphase endet mit dem erteilten Auftrag bzw. mit der Information des Kunden, dass ein Mitbewerber für das Projekt beauftragt wurde.

6.2 Konzept und Detaillierungsphase

Die Konzept- und Detaillierungsphase ist die Produktentwicklungsphase und endet mit dem Design Freeze (Konstruktionsfreigabe). Mit dem Meilenstein wird von allen am System beteiligten Fraktionen bestätigt, dass die Entwicklung abgeschlossen ist bzw. es wird dem Fertigungswerk bestätigt das an dem vorliegenden Produktenwurf keine prozessrelevanten Veränderungen mehr vorgenommen werden. Für das Requirementmanagement bedeutet dies, dass mit dem Design-Freeze alle produktspezifischen Anforderungen mit Einfluss auf die Produktion geklärt, umgesetzt und geprüft sind.

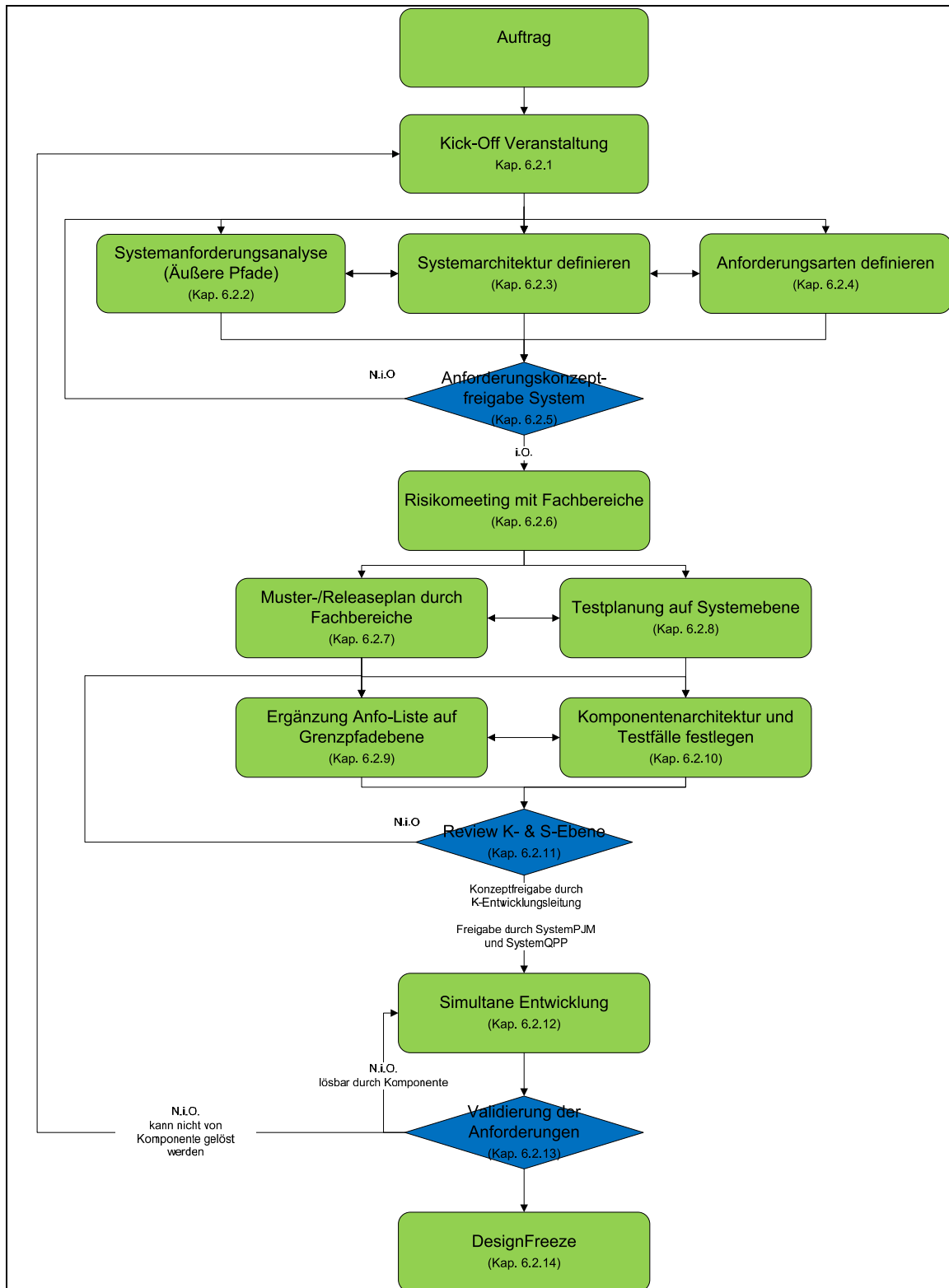
Die zu lösenden Entwicklungstätigkeiten lassen sich grundsätzlich in 4 Themenfelder gliedern, in Klammern wird Bezug zum Boundary Diagram hergestellt.³⁰

- **Organisatorisches**
Projektorganisation und Reifegradkontrollen
- **Querschnitt (Äußerer Pfad)**
Themen lassen sich nicht sinnvoll Modulen zuordnen sondern sind auf Systemebene angesiedelt (z.B. Dauerfestigkeit, Gewicht, Kosten)
- **Schnittstellen (Grenzpfade)**
Themen zwischen den am Hella-System mitwirkenden Komponenten
- **Komponenten (Innere Pfade)**
beschreiben die Funktionsweise der einzelnen Komponenten

³⁰ Vgl. Masing [2007] Seite 420

Die folgenden Unterkapitel orientieren sich an dem in Abbildung 16 vorgestellten Workflow.

Abbildung 16: Workflow Konzept- und Detaillierungsphase



Quelle: eigene Darstellung

Der dargestellte Workflow berücksichtigt ebenfalls den vorgestellten PDCA-Zyklus, wobei die Entscheidungen (Rauten), jeweils gleichbedeutend mit dem Kontrollieren (Check) des Zyklus sind.

6.2.1 Kick-Off Veranstaltung

Nachdem die Entwicklung eines Produktes durch den Kunden oder durch die Entwicklungsleitung beauftragt wurde, muss der verantwortliche Systemprojektmanager benannt werden. In der Regel ist der PJM aus der Angebotsphase ebenfalls für die Entwicklungsphase verantwortlich. Die Beauftragung sollte mittels eines Projektauftrags erfolgen, in dem die Erwartungshaltung des Managements zum Ausdruck gebracht wird, d.h. in dem Budget, Zeit und weitere Anforderungen definiert werden. Als zentrale Schnittstelle zum Kunden muss der System-Projektmanager fungieren, er klärt die offenen und kritischen Punkte mit dem Kunden und kann zur Unterstützung entsprechende Stakeholder hinzuziehen.

Der PJM lädt zu einer entsprechenden Startveranstaltung, dem so genannten Kick-Off Meeting ein. In diesem wird der Inhalt des Projektes kurz dargestellt und auf eventuell vorhandene Abweichungen zum Angebot eingegangen. Die weitere Vorgehensweise sollte ebenfalls erläutert werden, d.h. zukünftig sollte der PJM in der Kick-Off Veranstaltung auf die Schritte im Sinne des Anforderungsmanagements eingehen.

Wichtige Punkte die den Teammitgliedern verdeutlicht werden sollten sind die Qualitätskriterien für Anforderungen und die Standardstruktur der Anforderungsliste.

Qualitätskriterien für Anforderungen

Für die zu erstellenden Anforderungen müssen folgende Qualitätskriterien gelten:

Tabelle 7: Inhaltliche Qualitätskriterien für Anforderungen

	Beschreibung
Atomizität:	
	In einer Aussage ist jeweils genau eine Anforderung beschrieben, die nicht weiter aufgespalten werden kann.
Eindeutigkeit:	
	Eindeutigkeit ist gegeben, wenn es für jeden Leser der Anforderung genau eine Interpretationsmöglichkeit existiert.
Identifizierbarkeit	
	Eine Anforderung muss durch eine eindeutige Nummer oder Kennung (ID), innerhalb eines Projektes identifizierbar sein.
Nachweisbarkeit	
	Eine Anforderung ist nachweislich überprüfbar, wenn sie quantifiziert beschrieben und durch einen Test prüfbar ist.
Notwendigkeit	
	Die Notwendigkeit wird durch die Anforderungsquelle (Kunden, Nutzer, Service) sichergestellt. Hierbei beurteilt die Anforderungsquelle, ob diese Anforderung überhaupt gestellt werden muss.
Redundanzfreiheit	
	Redundanzfreiheit für eine Anforderung ist gegeben, wenn sich Aussagen innerhalb der Anforderung und in anderen Anforderungen nicht wiederholen.
Verständlichkeit:	
	Eine Anforderung ist verständlich formuliert, wenn der Auftragnehmer die Anforderung mit den vorliegenden Informationen eindeutig verstehen kann.
Vollständigkeit:	
	Anforderungen sind vollständig, wenn sie die zu beschreibende Komponente komplett beschreiben (innere Vollständigkeit) und die relevanten Anforderungen der nächst höheren Abstraktionsebenen (System, Modul, Fahrzeug) berücksichtigt (äußere Vollständigkeit). [...]
Widerspruchsfreiheit:	
	Eine Anforderung ist widerspruchsfrei, wenn sie in sich selbst und zu keiner anderen Anforderung des Produktprojektes im Widerspruch steht.

Quelle: VDA Band „Komponentenlastenheft-Automotive Standardstruktur“, [2007], Seite 29ff [Inhalt übernommen; eigene Darstellung]

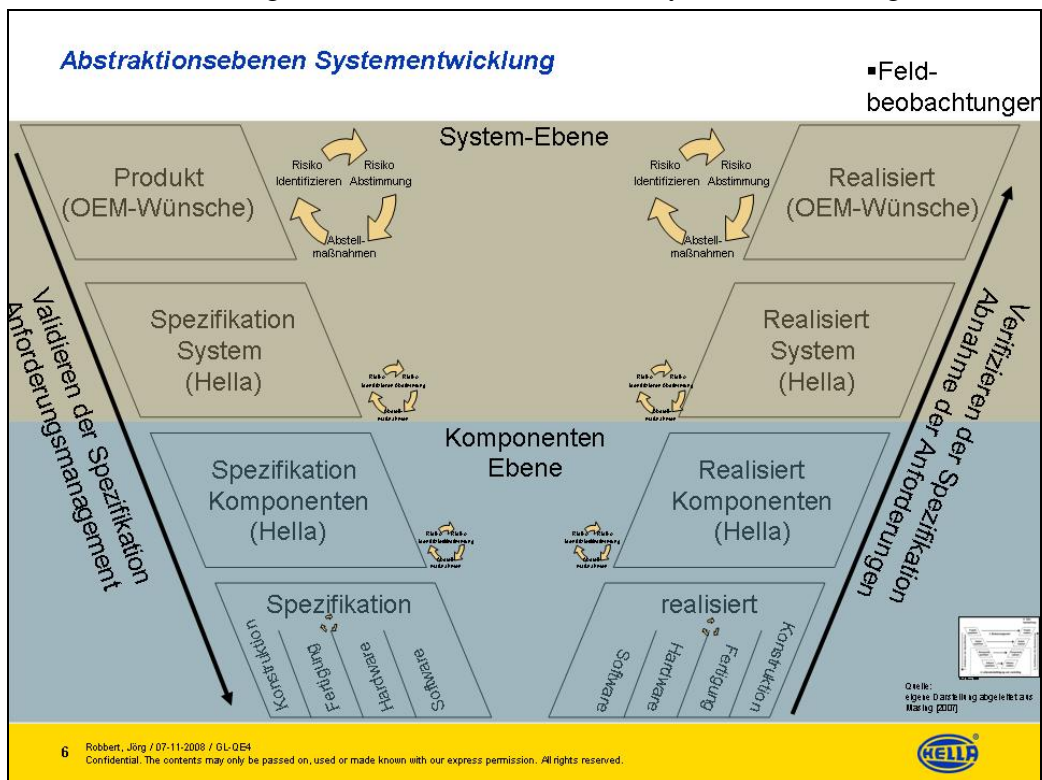
Können bestimmte Qualitätskriterien bei der Erstellung noch nicht eingehalten werden, sind diese zu kennzeichnen, die Ursache zu beschreiben, warum die Anforderungen momentan noch Lücken aufweist und das Risiko in der entsprechenden Spalte zu bewerten.³¹

Inhaltliche Struktur Anforderungsliste

Innerhalb des Konzerns sind diverse Vorlagen zur Erstellung von Pflichtenheften vorhanden. Unter Berücksichtigung der „Automotive VDA-Standardvorlage Komponentenlastenheft“ eignet sich in besonderem Maße die Standardvorlage aus dem Geschäftsbereich Elektronik als Vorlage für eine Systemanforderungsliste (siehe Anhang A 3).

Bei der Arbeit mit der Standardvorlage ist innerhalb der Kapitel insbesondere der Grundsatz vom Groben zum Feinen zu beachten. Der Aufbau der Kapitel muss sich orientieren an den in Abbildung 17 dargestellten Abstraktionsebenen.

Abbildung 17: Abstraktionsebenen der Systementwicklung



Quelle: Eigene Darstellung, abgeleitet aus Masing [2007], Seite 409

³¹ Vgl. Pohl [2007], Seite 237

Nach der Kick-Off Veranstaltung werden die Prozesse Systemanforderungsanalyse, Systemarchitektur und Anforderungsarten gestartet. Diese können aus Effizienzgründen teilweise zeitgleich beim Arbeiten in der Anforderungsliste durchgeführt werden.

6.2.2 Systemanforderungsanalyse

„Der Zweck des Systemanforderungsanalyse-Prozesses besteht darin, definierte Kundenanforderungen in systemtechnische Sollanforderungen zu überführen, die die Grundlagen des Systemdesigns bilden.“³²

Fehler werden typischerweise auf derselben Abstraktionsebene entdeckt, auf der sie begangen werden, dies verdeutlicht Abbildung 17. Die frühen Fehler sind aus Sicht des Systemherstellers die gravierendsten, ihre Vermeidung hat daher höchste Priorität. Aufgrund des exponentiellen Anstiegs der Fehlerkosten rentiert sich in der frühen Phase ein hoher Ressourcenaufwand. Bereits in der Anforderungsanalyse entdeckte Zielkonflikte zwischen Schnittstellen ermöglichen neben den Kostenvorteilen ebenfalls realistische Termin- und Qualitätsaussagen³³.

Ein großer Teil der Anforderungsanalyse hat bereits in der Angebotsphase stattgefunden. Ziel dieses Prozesses ist die Festlegung der Funktionen, die das System ausführen soll und der Abhängigkeiten und Verbindungen zwischen den Funktionen sowie die Definition der Daten, mit denen das System arbeiten soll. Ergebnis der Systemanforderungsanalyse ist die funktionale Beschreibung des Systems. Die Spezifikation enthält alle inhaltlichen Systemvorgaben, die der Komponenten-Entwickler für die nachfolgende Entwurfsphase benötigt und stellt die Vergleichsbasis für alle späteren Tests und Qualitätskontrollen bis hin zur Abnahmeprüfung durch den Auftraggeber dar. Eine systematische Vorgehensweise wird unterstützt durch Techniken der Schwachstellenanalyse wie Checklisten-Reviews und FMEAs.³⁴

³² VDA Gelbband „Automotive SPICE Prozessassessment“ [2007], Seite 58

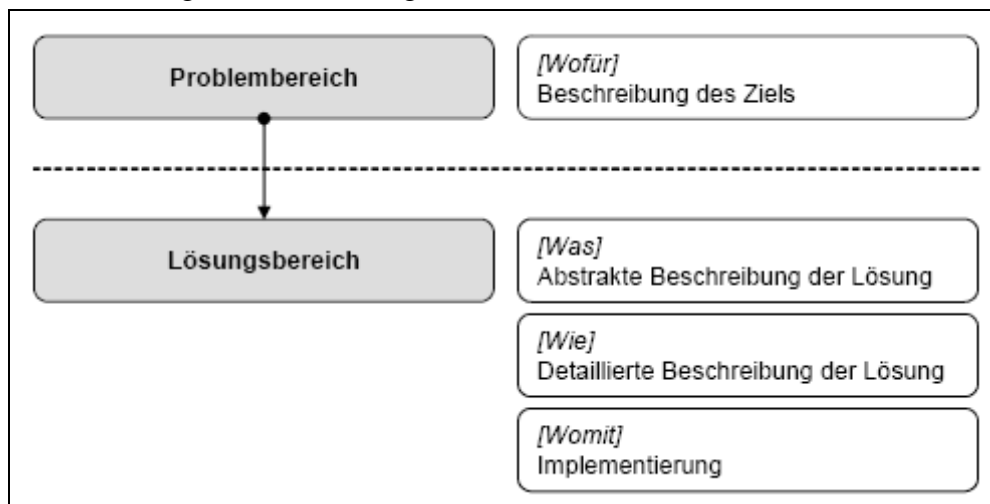
³³ Vgl. Ludewig und Lichter [2007], Seite 62

³⁴ Vgl. Masing [2007], Seite 837

Das Thema System FMEA wird in Kapitel 6.3.2 ausführlich behandelt, es soll an dieser Stelle allerdings darauf verwiesen werden, dass bereits in der Systemanforderungsanalyse mit der FMEA gestartet werden muss.

Zur Beschreibung kann die folgende Fragetechnik angewandt werden:

Abbildung 18: Anforderungen auf verschiedenen Abstraktionsebenen



Quelle: VDA Band „Komponentenlastenheft-Automotive Standardstruktur“, [2007] Seite 28

Der dargestellte Verlauf mit den verschiedenen Fragen muss mehrfach durchlaufen werden, d.h. sind für das Erreichen eines Ziels mehrere Komponenten verantwortlich, ist erneut auf Komponentenebene zu definieren wie die Lösung der speziell von der Komponente zu erfüllenden Funktion realisiert wird. Ein Arbeitsprodukt aus dieser Vorgehensweise ist die Systemarchitektur.

6.2.3 Systemarchitektur definieren

Da Scheinwerfersysteme nicht monolithisch gebaut werden, sondern aus Komponenten bestehen, die miteinander die Gesamtfunktionalität des Systems bilden, muss die Gesamtstruktur durch die Systemarchitektur beschrieben werden „Der Zweck des Prozesses Entwurf der Systemarchitektur besteht darin, festzustellen, welche Systemanforderungen welchen Elementen des Systems zugewiesen werden.“³⁵ Mittels Blackbox Betrachtung wird geklärt welche Aufgabe welcher Komponente zukommt und inwieweit Software eingesetzt werden kann um

³⁵ Vgl. VDA—Band „Reifegradabsicherung“ [2006] Seite 61

Probleme zu lösen. Es müssen die Schnittstellen der Komponenten so präzise wie möglich festgelegt werden, damit diese parallel entwickelt und am Ende problemlos integriert werden können. Hilfsmittel für die Systemarchitektur bietet wiederum das Boundary Diagram und die in obiger Abbildung 18 vorgestellte Vorgehensweise über Fragen.

6.2.4 Anforderungsarten definieren

Grundsätzlich lassen sich folgende Anforderungsarten unterscheiden:

Prosa zur Anforderung

Mit „Prosa zur Anforderungen“ werden die zusätzlichen Erklärungen zu Anforderungen bezeichnet, d.h. gegen diese Werte kann nicht ohne weitere Detaillierung geprüft werden

Funktionale Anforderungen

Die funktionalen Anforderungen geben an mit welchen Funktionalitäten das System auf Eingaben reagiert. Dabei folgen sie dem EVA-Prinzip (Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe), das Detaillierungsniveau muss so gewählt werden, dass die Anforderungen direkt verifizierbar sind d.h. anhand der Eingaben das Verhalten überprüft werden kann.

Nicht funktionale Anforderungen

Nichtfunktionale Anforderungen beschreiben die Qualität, in welcher die funktionalen Anforderungen erbracht werden müssen. Sie beziehen sich auf wichtige Eigenschaften, wie Zuverlässigkeits-, Sicherheits-, Verfügbarkeitsanforderungen, etc.³⁶

Weiterhin sollten die Anforderungen unterschieden werden nach der Art der Entwicklungstätigkeit (siehe Seite 43), dabei kann anhand des Boundary Diagrams unterschieden werden zwischen Äußere, Innere und Grenzpfade.

³⁶ Schienmann[2001] Seiten 127ff

6.2.5 Anforderungskonzeptfreigabe System

Ein Review auf der Systemebene dient der Absicherung der durchgeführten Tätigkeiten. Das Review muss von allen beteiligten Fraktionen vorbereitet werden. Es wird jeweils geprüft ob die Anforderungen, die auf Komponenten übertragen wurden korrekt sind. Ein Schwerpunkt bildet also die Systemarchitektur. Des Weiteren sollte die Einhaltung der Qualitätskriterien für Anforderungen (siehe Tabelle 7) kontrolliert werden. Da sich viele andere Arbeiten auf die Spezifikation stützen, ist dieser Schritt besonders wichtig und sollte in einer Konzeptfreigabe System enden.³⁷

Mit dieser neu definierten Anforderungskonzeptfreigabe auf Systemebene soll den Komponentenentwicklungen bestätigt werden, dass die ihnen übertragenen Aufgaben fixiert sind und nicht mehr in Frage gestellt werden.

6.2.6 Risikomeeting mit den Fachbereichen

Im Rahmen der Runden Tische sollte ein Workshop stattfinden in dem gemeinsam mit den Fachbereichen die Anforderungen hinsichtlich ihres Risikos bewertet werden. Risiko bezieht sich in diesem Fall insbesondere auf die Lichtfunktionen. Die bei der Hella bereits in Vorbereitung auf das Thema funktionelle Sicherheit gem. ISO 26262 durchgeführte Gefahrenanalyse und Risikobewertung („Hazard Analysis and Risk Assessment“) mit den Einstufungen ASIL B für hohes, ASIL A für mittleres und QM für geringes Risiko kann zur Risikobewertung genutzt werden.

ISO 26262 „Road vehicles - Functional safety“ – Committee Draft

Die in Entstehung befindliche ISO 26262 „Road vehicles - Functional safety“ wird zukünftig für sicherheitsrelevante Systeme in Kraftfahrzeugen gelten (voraussichtlich ab 2011). Die vom Scheinwerfer wahrgenommenen Funktionen können im Fehlerfall eine Bedrohung für Leib und Leben des Fahrers bzw. für andere Verkehrsteilnehmer darstellen, daher werden die Anforderungen nach der Norm auch für Scheinwerfersysteme zutreffen. Ziel ist es die funktionale Sicherheit eines elektronischen Systems im Kraftfahrzeug zu gewährleisten und die Be-

³⁷ Ludewig und Lichter [2007] Seite .39

drohung durch Fehlerfälle mittels geeigneter Maßnahmen (z.B. Redundanzen) zu minimieren. Bereits heute wird die Einhaltung der Norm von Kunden im Lastenheft gefordert. Es werden von der Norm bestimmte Aktivitäten und Arbeitsprodukte gefordert u.a. im Teil 3 die Durchführung einer Gefahrenanalyse und Risikoabschätzung (hazard analysis and risk assessment), zum Beispiel mittels der FMEA-Methode (siehe Kap. 6.3.2).

Bei der durchgeführten Gefahrenanalyse und Risikobewertung wurden alle von der Hella angebotenen bzw. in der Entwicklung befindlichen Lichtfunktionen hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials analysiert. Den einzelnen Funktionen wurde ein sogenannter „*automotive safety integrity level*“ (ASIL) zugewiesen, wobei die Stufen (Levels) je nach Gefährdung aufsteigend zwischen A – D (höchstes Risiko) variieren. Für Gefahren die nicht zu den sicherheitsrelevanten Fehlern zählen wird der Level QM vergeben, d.h. an die Gefahren sind keine besonderen Maßnahmen geknüpft, sondern diese können vielmehr mit dem „üblichen“ Qualitätsmanagementvorgehen eines ISO-TS 16949 zertifizierten Lieferanten bearbeitet werden.

Als Indikator für das Risiko kann die System-FMEA genutzt werden. Sollten Risiken anhand der Anforderungen identifiziert werden, welche noch nicht in der System-FMEA integriert sind, so müssen diese ebenfalls in diese aufgenommen werden.

6.2.7 Muster- / Releaseplan Erstellung durch Fachbereiche

Auf Basis der funktionalen Anforderungen muss ein Musterplan erstellt werden. Es sind Musterstände (Releases) zu definieren, denen die einzelnen Anforderungen zuzuweisen sind. Die Risikoeinstufung kann genutzt werden, um die Prioritäten bezüglich des Umsetzungszeitpunkts auf solche Anforderungen mit hohem Risiko zu lenken. Ziel ist es frühzeitig eine Aussage über die Umsetzbarkeit der riskanten Anforderungen zu erhalten. Geplante Releases müssen innerhalb des Entwicklungsverlaufs häufiger aufgrund einwirkender Einflüsse angepasst werden (z.B. Ressourcenmangel, Lieferverzögerungen, technische Probleme). Allerdings werden mit dem Musterplan gleichzeitig die Prioritäten für die Entwicklungsteams festgelegt und sollten daher dennoch möglichst frühzeitig geplant werden.

Grundsätzlich sind drei Musterphasen (A, B und C) innerhalb des Hella-PEP definiert denen mehrere Musterreleases (A₁, A₂, A₃, usw.) zugeordnet werden können.

A-Muster

Mit den A-Mustern sollen vor allem Schnittstellen und Konzept überprüft werden, die Gesamtfunktionalität des Prüflings kann dabei nur rudimentär sein. Die A-Musterphase endet mit der Konzeptfreigabe.

B-Muster

Mit B-Mustern werden Funktionstests durchgeführt, das letzte geplante B-Muster muss alle Funktionen zu 100% erfüllen, wird allerdings noch nicht mit Serienbetriebsmitteln erstellt. Die B-Musterphase endet mit dem Design Freeze.

C-Muster

C-Muster werden auf den Serienbetriebsmitteln aufgebaut und es werden speziell die Betriebsmittelparameter überprüft, beispielsweise Lötungen.

Elementar bei der Planung von Musterständen sind die Wirkungsketten, d.h. soll eine bestimmte Systemfunktion zu einem Release umgesetzt werden, müssen durch alle beteiligten Systemkomponenten die erforderlichen Sub-Funktionen implementiert werden.

Auf Basis dieser Planung kann eine releasebezogene Testspezifikation erstellt werden.

6.2.8 Testplanung auf Systemebene

„Tests überprüfen die korrekte und vollständige Umsetzung der Anforderungen.“³⁸

Jede Anforderung muss entsprechend mit einem Testfall überprüft werden. Dies geschieht zum einen mit von Kunden vorgegebenen und zum anderen durch Hella interne Tests. Für die systembezogenen Anforderungen sollte der Systemqualitätsplaner in einer separaten Spalte der Anforderungsliste festlegen mit welchem Test die jeweilige Anforderung überprüft werden soll.

Bei der Definition der Tests führt der Systemqualitätsplaner indirekt ein erneutes Review der einzelnen Anforderungen durch, er überprüft ob gegen die Anforderungen getestet werden kann oder ob diese modifiziert bzw. detailliert werden müssen.

Diverse Anforderungen können allerdings nicht auf der Systemebene getestet werden und müssen von den Prüflaboren der Komponenten überprüft werden. Diese müssen vom System-QPP entsprechend gekennzeichnet und von den Qualitätsplanern der Komponente mit Testfällen belegt werden (Kap.: 0).

6.2.9 Ergänzung Anforderungsliste auf Grenzpfadenebene

In diesem Schritt sind von den Komponentenverantwortlichen Teams speziell alle Anforderungen zu definieren, welche Schnittstellenrelevanz besitzen. Dies bedeutet die einzelnen Komponenten sind als Blackbox zu betrachten und es werden speziell die auf andere Komponenten einwirkenden Einflussfaktoren definiert.

In dieser Phase ist eine erhöhte Kommunikation der Komponenten untereinander von Nöten. Es müssen die Runden Tische auf Schnittstellenebenen gebildet werden, in denen die Anforderungen untereinander definiert und abgestimmt werden. Beispielsweise müssen Toleranzspannen zwischen den Schnittstellen festgelegt werden, d.h. bis zu welcher maximalen und minimalen Größe kann die zur Verfügung gestellte Komponente noch verarbeitet werden, z.B. Spannungsbereiche, Geometriedaten, Temperaturbereiche, etc.

³⁸ Weilkiens [2006], Seite 148

Die Schnittstellen können eingeteilt werden nach den Disziplinen Mechanik, Software, Elektronik und Fertigung. Es bietet sich an verschiedene Runde Tische zur Verfeinerung zu bilden. So kann die Mechanik der Schnittstellen evtl. autonom oder unter Einbeziehung der Fertigung arbeiten.³⁹

In einer zusätzlichen Spalte sollten die Komponenten genannt werden, mit denen die Anforderung in Beziehung steht.⁴⁰

6.2.10 Komponentenarchitektur und Testfälle festlegen

Bei der Systemarchitektur wurden Anforderungen den Komponenten zugewiesen. In dem Prozessschritt Komponentenarchitektur festlegen, werden die Anforderungen den Instanzen zugewiesen die für die Erfüllung verantwortlich sind. Dies können sein Software, Konstruktion, Elektronik oder Fertigung. Die zentrale Frage die beantwortet werden soll ist „Welche technische Disziplin realisiert die Anforderungen innerhalb der Komponente?“.

Testfälle auf Komponentenebene erstellen

Für die Anforderungen, die nicht auf Systemebene überprüft werden können, definieren die Qualitätsplaner auf Komponentenebene Testfälle. Dies geschieht gemeinsam mit den verantwortlichen Instanzen, daher ist es sinnvoll die Schritte Komponentenarchitektur und Testfallerstellung gemeinsam durchzuführen.

6.2.11 Review auf Komponenten- und System-Ebene

Die jeweiligen Projektmanager auf der Komponentenebene sind verantwortlich für die Durchführung der Reviews um die Konzeptfreigabe Komponente zu erhalten. Er delegiert die fachspezifischen Design Reviews an die jeweils verantwortlichen Kernteammitglieder. Das Review wird durch die Gruppenleiter der Fachdisziplinen bestätigt.

³⁹ Vgl. Bender [2005] Seite 46

⁴⁰ Vgl. Schienmann [2001] Seite 152

Sind alle Schnittstellen beschrieben und Maßnahmen aus den Reviews abgearbeitet, wird von dem Leiter der Komponentenentwicklung die Konzeptfreigabe ausgesprochen.

Freigabe durch System

Ist der Reifegrad der Komponentenbeschreibung innerhalb der Anforderungsliste durch die entsprechenden Konzeptfreigaben bestätigt, bietet sich ein weiteres Review auf Systemebene an. Das Systemteam analysiert die Anforderungsliste hinsichtlich Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit, insbesondere hinsichtlich der identifizierten Risikopunkte. Steht aus System-sicht einer Freigabe nichts entgegen, kann der Fokus nun auf die Simultane Entwicklung der einzelnen Komponenten gelenkt werden.

6.2.12 Simultane Entwicklung

In Bezug auf Anforderungen werden Komponenten nun nicht länger als Blackbox betrachtet, sondern ihre innere Struktur wird beschrieben.

Insbesondere in dieser Phase sind die Qualitätsplaner und Projektmanager der Komponenten verantwortlich dafür, dass auch für die detaillierten Beschreibungen weiterhin die Felder System- und Komponentenarchitektur, Testfälle, Musterplan und Risiko gepflegt werden.

Innerhalb dieser Phase werden insbesondere die inneren Pfade des Boundary Diagram beschrieben, die Quantität der Spezifikation ist dabei stark abhängig von der Art der Komponente. Für Steuergeräte mit dem hohen Anteil an Software (imaginär) werden besonders viele Anforderungen textuell erfasst, dem gegenüber können rein mechanische Komponenten bereits sehr detailliert durch Zeichnungen beschrieben werden.

Die Phase der Simultanen Entwicklung kann bis zu 2 Jahre dauern, allerdings werden immer wieder Integrationstests durchgeführt.

6.2.13 Validierung der Anforderungen

Die Anforderungen werden zu den Musterständen jeweils überprüft, sind die Ergebnisse nicht in Ordnung (n.i.O) wird überprüft, ob das Problem von der Komponente gelöst werden kann. Dies stellt den Normalfall da.


Bei schwerwiegenden Problemen kann es allerdings vorkommen, dass eine Lösung durch die Komponente nicht möglich ist. In diesen Fällen muss die Anforderung in einer Veranstaltung mit allen Systembeteiligten besprochen und entschieden werden, ob die Anforderung durch eine andere Komponente realisiert werden kann.

Um systemseitig zu überwachen inwieweit Anforderungen geprüft worden sind, muss eine Spalte mit Prüfergebnissen in die Anforderungsliste integriert werden, zusätzlich sollte der System Qualitätsplaner zukünftig einen System DVP&R pflegen.

System DVP & R

In dem System DVP&R sollten nicht die einzelnen Prüfungen der Komponenten aufgeführt werden, sondern vielmehr der Reifegrad der Komponenten geplant und gesteuert werden. Reifegrad bedeutet in diesem Fall, welche Musterstände sind geplant bzw. bereits geprüft und wie hoch ist ihr Umsetzungsgrad bezogen auf die relevanten Anforderungen, Abbildung 19 zeigt ein mögliches Beispiel.

Abbildung 19: System DVP&R

 DVP&R / Entwicklungsverifizierung System / Scheinwerfer komplex										
Gerät:	Scheinwerfer komplex	Ersteller / Tel.:	Joerg Robbert / +49 (0)2941-38 2949				Datum Ersterstellung:	01.02.2008		
Kunde:	OEM 1	beteiligte Komponenten	Schwenk 3:	000.000-00			Datum Überarbeitung:	05.12.2008		
Fahrzeug. Baujahr:	XXXX - 2015		VarioX NF:	111.111-00			Datum / Freigabe Hella:			
Kunde-Gerätenr. / Revisionsstand:	XXXX-XXXXXX-AA		Leimo:	222.222-00						
Hella-Gerätenr. / Revisionsstand:	BBB 000.000 - 01 / AX		AFS-ECU:	333.333-00						
			Kamera-Sys:	444.444-00						
			LED-PO:	555.555-00						
			Lüfter:	666.666-00						
			Scheinwerfer:	777.777-00						
			LWR-Motor:	555.555-00 (Zukaufteil)						
Spezifikation	Prüfmerkmale / Prüfbedingungen	Akzeptanzkriterien	Muster	Anfo.-Erfüllung	Datum der Fertigstellung		N.i.O.	i.O.	Prüfbericht	Aktionen / Hinweise
					Geplant	Aktuell				
Status der Komponenten										
Schwenk 3: 000.000-00 K-DVP & R (1000054211)										
K-DVP & R (1000054211)	Thermographie: Empfindlichkeit des Sensors Belastbarkeit des Aktuators	Grundfunktionalitäten der Aktorik und Sensorik	A ₁ -Muster	25%	25. Jun 08	05. Jul 08	X		10054621/001/01	zu starke Erwärmung Motor / Anpassungen durch Zulieferer am Motor (siehe Schwenk Liste offener Punkte Nr. 05)
K-DVP & R (1000054211)	Wiederholprüfung		A ₂ -Muster	30%	16. Aug 08	15. Sep 08		X	10054621/001/02	

Quelle: eigene Darstellung

Dieses Vorgehen ermöglicht bei der Kommunikation mit dem Kunden einen relativ schnellen Überblick über das Gesamtprojekt.

6.2.14 Design Freeze

Sind alle Anforderungen überprüft und die Prüfungen erfolgreich bestanden, kann das Design Freeze ausgesprochen werden.

Bei der Freigabe des jeweils übergeordneten Systems muss für die untergeordneten Systeme eine Freigabe vorliegen.

Das Design Freeze beendet die Phase 2 „Konzept und Detaillierung“ und dem Fertigungswerk wird verbindlich zugesagt, dass an dem Aufbau des freigegebenen Teils keine weiteren Änderungen mehr nötig sind bzw. alle noch offenen Änderungen keinen Einfluss auf die Fertigung haben. Dieser Meilenstein ist daher von großer Bedeutung da mit ihm die kostenintensiven Betriebsmittel bestellt werden.

Zusammenhang Betriebsmittellastenhäfte und Anforderungsliste

Innerhalb der Anforderungsliste werden alle betriebsmittelrelevanten Daten gekennzeichnet, anhand einer Filterfunktion nach der Komponente über die Systemarchitektur und dem Objekt Betriebsmittelrelevant können die Inputs für das Betriebsmittellastenhäfte angezeigt werden.

6.3 Phasenübergreifende Aufgaben

6.3.1 Projektfortschrittskontrolle / Reifegradabsicherung

Die Projektfortschrittskontrolle dient zur frühzeitigen Erkennung terminlicher Spannungen innerhalb der Entwicklung. Da die Komponenten meist unabhängig voneinander und in unterschiedlichem Tempo entwickelt werden, muss der Fortschritt auf Systemebene überprüft werden. Zur Fortschrittskontrolle eignen sich der bereits vorgestellte System DVP, die Reifegradabsicherung mittels runder Tische und der Systemterminplan.

Eine übergreifende Steuerung des gesamten Systems wird derzeit nicht in einer dokumentierten und strukturierten Art und Weise durchgeführt. Komponenten die in der Entwicklung hinter dem geplanten Reifegrad liegen, werden somit häufig erst spät erkannt. Zur Vermeidung dieser Risiken können entsprechende „Runde Tische“ dienen, in denen im regelmäßigen Abstand alle beteiligten Projektmanager zusammenkommen. Bereits umgesetzt wurde für strategisch wichtige Projekte ein solches Zusammentreffen, allerdings fehlte eine strukturierte Vorgehensweise. Es ist bei diesen Treffen darauf zu achten, dass in geeigneter Weise dokumentiert und der tatsächliche Stand des Gesamtprojektes erfasst wird. Hilfsmittel zur Erfassung des Projektstandes sollten der System DVP&R und der Systemterminplan werden.

Systemterminplan

Zur Erstellung des Terminplans müssen zunächst für alle Komponenten die wichtigsten Meilensteine aus dem Hella PEP definiert werden. Diese Meilensteine sind:

- A-Musterprüfungen abgeschlossen
- Konzeptfreigabe
- B-Musterprüfungen abgeschlossen
- Konstruktionsfreigabe (Design Freeze)
- Betriebsmittelabnahmen
- C-Musterfertigung
- C-Musterprüfungen abgeschlossen
- Leistungstests der Betriebsmittel
- Bemusterungstermin

Die genannten Komponenten Meilensteine müssen anschließend ebenfalls für das Gesamtsystem definiert werden.

Die Meilensteine bilden den Mindestumfang des Systemterminplans, es sollte jedoch eine projektspezifische weitere Detaillierung vorgenommen werden. Es ist zu definieren welche Tätigkeiten vorgelagert und nachgelagert sind (Vorgänger und Nachfolger).

Das Detaillierungsniveau des Systemterminplans sollte dabei so gewählt werden, dass definierte Aufgaben mindestens eine Woche und maximal 8 Wochen dauern. Eine feinere Aufteilung sorgt für eine überproportional große Zeit für die Erstellung und Anpassungen innerhalb des Projektverlaufs.⁴¹

6.3.2 Risikomanagement / System FMEA

Für eine Entwicklung komplexer Produkte in denen mehrere Komponenten im Zusammenspiel die gewünschten Funktionen realisieren, muss ein kontinuierliches Risikomanagement durchgeführt werden. Für eine möglichst störungsfreie Systemintegration müssen Risiken frühzeitig erkannt und im Entwicklungsprozess besonders beobachtet werden. Mittels des Risikomanagements können spezifizierte Systemanforderungen an beteiligte Komponenten und die damit verbundenen Risiken identifiziert und priorisiert werden.

Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit wurde u.a. ein Konzept entwickelt, das bezüglich des Risikomanagements die Vielzahl der Anforderungen und kommende Normanforderungen (ISO 26262 „Road vehicles - Functional safety“ – Committee Draft) integriert (ISO 26262 siehe Risikomeeting mit den Fachbereichen).

6.3.2.1 Ziele der System FMEA

„Die FMEA hat das Ziel, mögliche Fehlzustände des Systems und seiner Komponenten zu erkennen, die Auswirkungen auf den Betrieb des Systems oder die Sicherheit haben, um daraus angemessene Maßnahmen abzuleiten. Fehlzustände sind meist die Folge eines Ausfalls und sorgen dafür, dass das System unfähig ist, eine geforderte Funktion zu erfüllen.“⁴²

⁴¹ Sommerville [2001] Seite 90

⁴² Schulungsunterlagen DGQ, Prozessorientiertes Qualitätsmanagement II [2007], Seite: QMA 6 - 45

Die System FMEA untersucht das Konzept eines Produktes hinsichtlich der Funktion und der Kundenforderungen. Demgegenüber untersucht die Design-FMEA die Einzelteile hinsichtlich der richtigen konstruktiven Auslegung. Bei bestimmten OEMs (z.B. Audi) wird die im Folgenden erläuterte System FMEA auch als Produkt-FMEA „Feld“ bezeichnet. Die oberste Abstraktionsebene der Betrachtung sind die für den Endkunden im Feld erlebbaren (Fehl-) Funktionen.

Einige spezielle Ziele der System-FMEA sind:

- Anforderungen an Hella-Komponenten stellen
- Anforderungen an Fremdkomponenten stellen
- Ermittlung von Forderungen bzgl. Fehlererkennungen im Kundenbetrieb (z.B. Diagnose, Fahrerwarnung, fehlerbeherrschende Maßnahmen)
- Ermittlung von Forderungen bzgl. Fehlererkennungen in der Entwicklung (z.B. Entwicklungstests)
- Systemverständnis zwischen Kunde und Hella aufbauen
- Durchgängigkeit bei sicherheitsrelevanten Gefährdungen sicherstellen (gem. ISO 26262 - working draft)
- Systemverständnis aller Teammitglieder fördern
- Kommunikationsförderung (Lichttechnik, Prüflabor, Kunde, Komponenten, etc.)
- Erfassen der Forderungen an das Produkt auf Vollständigkeit, Verifizierbarkeit und Validierbarkeit (gem. ISO-TS 16949 Kap. 7.3.3.1)

Abbildung 20 zeigt die Bedeutung einer System FMEA innerhalb der Produktentstehung auf. Durch die Systematik einer FMEA können vor allem innerhalb der frühen Phase des Anforderungsmanagements Risiken offengelegt und kostengünstig vermieden werden.

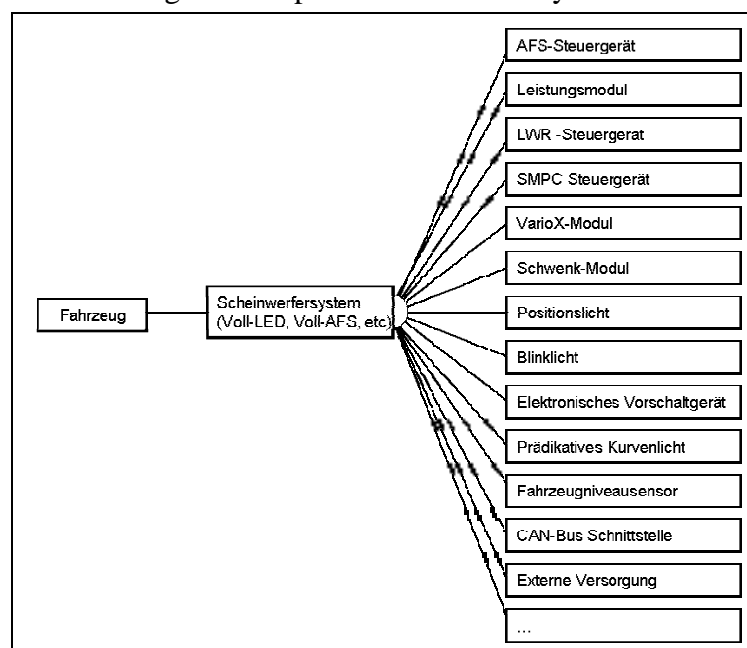
Schritt 1: Strukturanalyse

Ziel:

Erfassen und Strukturieren der beteiligten Elemente

Das Produktsystem besteht aus einzelnen Systemelementen, die zur Beschreibung der strukturellen Zusammenhänge in einer Systemstruktur hierarchisch angeordnet werden. Für die Struktur einer FMEA werden mindestens drei Ebenen benötigt. Für Scheinwerfersystem bieten sich die Ebenen Fahrzeug, Scheinwerfersystem und als 3. Ebene die beteiligten Komponenten an. Zur Strukturanalyse kann auf das vorgestellte Boundary Diagramm (Siehe Seite 37 Abbildung 14: Boundary Diagram) zurückgegriffen werden. Abbildung 21 zeigt einen Vorschlag einer Struktur für ein spezielles Kundenprojekt.

Abbildung 21: Beispiel Strukturbaum System-FMEA



Quelle: eigene Darstellung (Entwurf für Kundenprojekt)

Schritt 2: Funktionsanalyse

Ziel:

Den Strukturelementen Funktionen zuordnen

Die beschriebene Systemstruktur (Strukturbaum) ist Basis dafür, dass jedes Systemelement so differenziert wie nötig in seiner Funktion und Fehlfunktion analysiert werden kann.

Die Detaillierung einer Funktionsstruktur nimmt von links nach rechts zu, wobei die rechte Funktion beschreibt wie die vorhergehende Funktion erfüllt werden soll. In Frageform lässt sich der Funktionsbaum von Fahrzeug zu Komponenten (von links nach rechts) lesen mit der Frage: „Wie soll diese Funktion erfüllt werden“ und entgegengesetzt (von rechts nach links) „Warum bzw. zu welchem Zweck gibt es diese Funktion?“

Zur Funktionsdefinition werden aus den Lastenheften und der Anforderungsliste die Lichtfunktionen auf der 2. Ebene untergebracht. Für die Fahrzeugebene (1.Ebene) wird anschließend definiert, welche Funktion die einzelnen Lichtverteilungen für den Fahrer haben, z.B. verbesserte Sicht bei Kurvendurchfahrten. Die Komponentenfunktionen ergeben sich aus der Beteiligung am Systemverhalten, d.h. zu jeder Lichtfunktion ist zu hinterfragen welcher Input bzw. welche Reaktion wird von der Komponente für die entsprechende Funktion erwartet. Die einzelnen Funktionen werden anschließend zu einem Funktionsnetz verknüpft, bei dem sich die Funktion auf Fahrzeugebene aus den verschiedenen Funktionen im Scheinwerfer und der beteiligten Komponenten ergibt.

Schritt 3: Fehleranalyse

Ziel:

Den Funktionen Fehlfunktionen zuordnen

Für jedes in der Systembeschreibung betrachtete Systemelement ist eine Fehleranalyse durchzuführen.

Es werden Fehlfunktionen zu den Funktionen definiert. Im einfachsten Fall ist dies die Negativierung der Funktion, beispielsweise kann aus „Übertragung des Fahrzeugneigungswinkel“ die Fehlfunktion „keine Übertragung des Fahrzeugneigungswinkel“ generiert werden. Die Fehler werden ihrerseits wiederum zu Fehlernetzen verknüpft.

Bei der Gliederung auf drei Ebenen wird zwischen folgenden Fehlerstufen unterschieden:

1. Ebene: Fehlerfolge (Strukturelement: Fahrzeug)

Die Fehlerfolgen sind für den Endkunden bzw. für andere Verkehrsteilnehmer erlebbar. Beispiele für Fehlerfolgen können z.B. Blendung anderer Verkehrsteilnehmer, Unzureichende Sichtweite, etc. sein

2. Ebene: Fehler (Strukturelement: Scheinwerfersystem)

Die Fehlerebene beschreibt Fehler auf Systemebene, d.h. eine Fehlstellung der Komponente A oder eine versagte Schnittstelle, etc.

3. Ebene: Fehlerursachen (Strukturelemente: beteiligte Komponenten)

Auf der Fehlerursachenebene wird die Komponente identifiziert und die Ursache genannt. Beispiele für Fehlerursachen können unzureichende Auslegung für den spezifizierten Temperaturbereich, mangelnde Vibrationsfestigkeit, etc. sein.

Da sich die System-FMEA an Lichtfunktionen orientiert, können die im Risikomeeting mit den Fachbereichen vergebenen Einstufungen genutzt werden.

Die vorhandene Gefahrenanalyse und Risikobewertung für alle von der Hella angebotenen Lichtfunktionen wurde mit einem entsprechenden Expertenteam um die Spalte FMEA-Bewertung ergänzt. Die Bewertung der Fehlerbedeutung erfolgt auf einer Skala von 1 (niedrige Bedeutung) bis 10 (hohe Bedeutung) und orientiert sich an den Vorgaben des Kataloges des VDA – Band 4. Abbildung 22 zeigt einen Auszug aus der erweiterten Analyse.

Abbildung 22: Gefahrenanalyse & Risikobewertung inkl. Bewertung nach FMEA-Logik

Hazard Analysis and Risk Assessment Gefahrenanalyse- und Risikobewertung												
Function Funktion		Hazard Identification Identifikation möglicher Gefahren			Hazard Classification Klassifizierung							
Id-No Id-Nr	Function Funktion	Failure Fehlfunktion	Situation Situation	Hazard Gefährdung	Severity Schadensmaß	justification - S Begründung - S	Probability of Exposure Wahrscheinlichkeit	justification - E Begründung - E	Controllability Kontrollierbarkeit	justification - C Begründung - C	resulting ASIL resultierender ASIL	FMEA appraisal FMEA Bewertung
HID-Light_13	Automatische fahrsituationsabhängiges Ein- und Ausschalten des Fernlichts	Fernlicht ungewollt aktiviert	Während der Nachtfahrt auf unbeleuchteten Straßen einschl. Kurvenfahrten	Blendung des Gegenverkehrs	3	Eine Blendung mit der Fernlicht-Lichtstärke kann zu Unfällen führen.	3	Der Anteil der Kurvenfahrten auf unbeleuchteten Straßen bei Dunkelheit wird unter 10% geschätzt.	1	Einfach beherrschbar. Entgegenkommene Fahrzeuge mit Fernlicht oder Lichthupe, gehören zu alltäglichen Fahrsituationen, die jeder Fahrer beherrschen muss.	ASIL A	9
HID-Light_14	Automatische fahrsituationsabhängiges Ein- und Ausschalten des Fernlichts	Fernlicht bei Nebel ungewollt aktiviert	Nachtfahrten bei dichten Nebel	Blendung des Fahrers	3	Straßenverlauf kann nicht vorausgesehen werden. Kann zu Unfällen führen.	2	Anteil der Fahrten bei dichten Nebel wird unter 1%	2	Normal beherrschbar	ASIL A	9
HID-Light_15	Automatische fahrsituationsabhängiges Ein- und Ausschalten des Fernlichts	Fernlicht schaltet nach Aktivierung ungewollt aus	Fahren bei hohen Geschwindigkeiten	Plötzlich unzureichende Ausleuchtung der Fahrbahn für gefährere Geschwindigkeit	3	Unfälle aufgrund unzureichender Ausleuchtung möglich	2	Der Anteil der Fahrten auf unbeleuchteten Straßen bei Dunkelheit mit Fernlicht wird unter 10% geschätzt E=3. Fahren mit hoher Geschwindigkeit auf Autobahn E=2	1	Einfach beherrschbar	QM	5

Quelle: Hella intern

Im Rahmen der Masterarbeit wurde zur Unterstützung der FMEA - Moderatoren die unten dargestellte Vorgehenscheckliste entwickelt. Es soll ein Rahmen vorgegeben werden, in dem sich die System-FMEA bewegt. Es besteht die Gefahr während der FMEA - Sitzungen zu detailliert in die Abstraktionsebene Komponente einzutauchen, da die Systembetrachtung mittels FMEA für die Hella und für die Moderatoren ein neues Instrument ist. Des Weiteren lässt sich durch die vorgegebene Struktur der Wiederverwendungsanteil für andere Projekte hochhalten.

Abbildung 23: System FMEA: Funktionen und Fehleranalyse auf Komponentenebene



Quelle: eigene Darstellung (Infoveranstaltung Hella intern)

Schritt 4: Maßnahmendefinition

Ziel:

Fehlerursachen mit Maßnahmen zur Risikoreduzierung belegen

Am Anfang der Maßnahmendefinition werden zunächst für alle Fehlerursachen Auftretens- und Entdeckungswahrscheinlichkeiten bewertet. Die Bewertung erfolgt wie die Fehlerbedeutung auf einer Skala von 1-10 und orientiert sich an die Vorgabe des VDA-Bandes. Das Produkt aus Fehlerbedeutung, Auftretens- und Entdeckungswahrscheinlichkeit bildet die Risikoprioritätszahl (kurz: RPZ). Auf Grundlage der RPZ wird eine Priorisierung durchgeführt, d.h. die Maßnahmendefinition wird vorrangig für Fehler mit hoher RPZ durchgeführt.

Bei der Maßnahmendefinition wird zwischen Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen unterschieden

Vermeidungsmaßnahmen, dienen der optimalen Systemauslegung/Merkmalauslegung damit die Auftretenswahrscheinlichkeit der Fehlermöglichkeit sehr gering ist.

Vermeidungsmaßnahmen können sein:

- EMV-Richtlinie eingehalten
- Systemauslegung nach Simulation, Toleranzrechnung und Vorversuchen
- bewährte Toleranzen übernommen

Entdeckungsmaßnahmen, Tätigkeiten um mögliche Fehler in der Entwicklung zu finden z.B. Klimawechseltest, Zeichnungsprüfung, Funktionskontrollen, Fahrversuche.

Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen beeinflussen entsprechend ihrer Wirksamkeit die Auftretenswahrscheinlichkeit (A) und die Entdeckungswahrscheinlichkeit (E).

Eine Besonderheit der System-FMEA ist die zeitliche Unterscheidung verschiedener Maßnahmenstände, d.h. es werden Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen benannt für die Entwicklung und zusätzlich für den Kundenbetrieb.

Maßnahmendefinition Kundenbetrieb

Es wird das Absicherungskonzept hinterfragt, d.h. wie reagieren andere Komponenten damit die gesetzlichen Anforderungen an das System eingehalten werden und wie wird der Fahrer informiert. Für die Maßnahmendefinition im Kundenbetrieb wird davon ausgegangen, dass die Fehlerursache tatsächlich aufgetreten ist, d.h. es werden keine Maßnahmen gesucht zur Vermeidung der Fehlerursache. Es wird bewertet wie wirksam die Vermeidungsmaßnahmen und die Entdeckbarkeit im Betrieb sind. Die Vermeidungsmaßnahmen sind immer Reaktionen anderer Systemkomponenten auf einen Fehlerfall, z.B. bei einseitigem Ausfall der Lichtquelle schaltet sich automatisch der Nebelscheinwerfer ein, um eine weitere Ausleuchtung des Fahrbahnrandes zu gewährleisten. Abbildung 24 fasst die verschiedenen Maßnahmenstände zusammen.

Abbildung 24: Maßnahmendefinition innerhalb einer System FMEA

System FMEA		Maßnahmendefinition	
1. Maßnahmenstand Entwicklung: <small>(siehe VDA Band 4 SystemFMEA S.124 Punkt 1 & 6)</small>			
1. <u>Vermeidungsmaßnahmen:</u> Technologien, Betrachtung in K-FMEA, etc. 2. <u>Entdeckungsmaßnahmen:</u> Komponentenprüfungen; Systemprüfungen			
2. Maßnahmenstand Kundenbetrieb: <small>(siehe VDA Band 4 SystemFMEA S.125 Punkt 2 & 3)</small>			
1. <u>Vermeidungsmaßnahmen:</u> Reaktion der nicht betroffenen Komponenten (FailSafe) 2. <u>Entdeckungsmaßnahmen</u>			
1. Steuergeräte-System: Fehlererkennung 2. Fahrzeug-System: Meldungen (DTCs) 3. Fahrer: Warnungen (Verantwortung: OEM)			
3. Maßnahmenstand Service: <small>(siehe VDA Band 4 SystemFMEA S.125 Punkt 4 & 5)</small>			
berücksichtigt in Entdeckungsmaßnahmen Fahrzeugsystem (2.2.2)			
Maßnahmenstand Entwicklung	Maßnahmenstand - Anfang: 11.09.2007		Lebensdauer Scheinwerfer
	Maßnahmenstand Entwicklung		
	Kontaktierung mit Serienerfahrung		
	Aufnahme in die K-FMEA Leimo		
Maßnahmenstand Kundenbetrieb	Maßnahmenstand: 11.09.2008		6 durch AFS-Steuer: Erkennung Out Sub-CAN durch Fahrzeugsystem: Signal x BCM durch Fahrer: Warnlampe
	Maßnahmenstand Kundenbetrieb		
	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktion betroffener Scheinwerfer: worst case = Verbleib in Blendung Reaktion Schwenk3 nicht betroffener Scheinwerfer: Failsafe-Position 1 (=0°) Reaktion VarioXNF nicht betroffener Scheinwerfer: Failsafe-Position 2 (Landstraßenlicht)		

Quelle: eigene Darstellung (Infoveranstaltung Hella intern)

Schritt 5: Optimierung

Ziel:

Weitere Optimierungen zur Reduktion der RPZ anstoßen

Regelmäßig wird die Umsetzung der Maßnahmen bzgl. ihrer Wirksamkeit hinterfragt, ist das Ergebnis der Maßnahme nicht zufrieden stellend werden weitere zur Optimierung definiert. Für die Optimierung können ebenfalls die Runden Tische genutzt werden.

Pilotprojekt

In einem Pilotprojekt wird die vorgeschlagene Vorgehensweise erstmalig durchgeführt, bereits bei den ersten Analysen konnten diverse Stärken identifiziert werden.

Es ist eine enge Verzahnung zum Anforderungsmanagement nötig, damit die definierten Vermeidungsmaßnahmen im Kundenbetrieb auch in der Anforderungsliste bis auf Komponentenebene wiederzufinden sind. Der FMEA – Moderator sollte durch geeignete Maßnahmen die Rückverfolgbarkeit sicherstellen, z.B. durch Verwendung der Anforderungs-ID bei der Maßnahmendefinition.

7 Zusammenfassung

Kernelement des vorgestellten Konzepts zum ganzheitlichen Anforderungsmanagement ist eine strukturierte Vorgehensweise, welche dem Prinzip vom Groben zum Feinen folgt.

Es werden unterschiedliche Zielsysteme anhand der Abstraktionsebenen definiert. Erstes Zielsystem die Analyse der kundenrelevanten Daten, anhand einer Blackbox-Betrachtung. Anschließend werden die Schnittstellen zwischen den Komponenten spezifiziert, bevor die Wirkungszusammenhänge innerhalb der einzelnen Fraktionen bestimmt werden.

Zur Unterstützung eines gesteuerten Vorgehens wurden Workflows definiert, welche durch Aufbau und Ablauforganisatorische Maßnahmen unterstützt werden müssen. Es sollte für das Zielsystem Endprodukt, ein verantwortliches Team benannt werden, bestehend aus mindestens einem Projektmanager und Qualitätsplaner. Diesen Rollen müssen ausreichend Ressourcen zur Verfügung gestellt werden, um sich adäquat um die komplexen Problemstellungen kümmern zu können.

Innerhalb der Abläufe muss das Überprüfen von Arbeitsergebnissen mittels Reviews eine tragende Rolle übernehmen, um frühzeitig auf Spezifikationsebene Fehler- und Risikopotenziale zu entdecken.

Durch Runde Tische soll eine regelmäßige Kommunikation aller Beteiligten sichergestellt werden, um gemeinsam nach Lösungen für Probleme gesucht werden.

Das Risikomanagement sollte ebenfalls über die Abstraktionsebenen gesteuert werden, so ist eine System FMEA, in welcher die für den Kunden im „Feld“ erlebbaren Funktionen betrachtet werden, eine geeignete Methode um Prioritäten während des Entwicklungsprozesses zu definieren. Durch zusätzliche Funktionalitäten des Scheinwerfersystems, werden zukünftig weitergehende Normanforderungen für die Entwicklung und den Betrieb von Scheinwerfern gelten. Eine Möglichkeit den kommenden Herausforderungen zu begegnen, bietet die vorgestellte Vorgehensweise mittels der System FMEA.

Zusammenfassend lässt sich festhalten der Erfolg des ganzheitlichen Anforderungsmanagement liegt, neben der Auswahl geeigneter Werkzeuge, in der Kommunikation aller Beteiligten.

8 Schlussbetrachtung

Ein strukturiertes ganzheitliches Anforderungsmanagement kann dem Unternehmen Kosten sparen, allerdings soll abschließend darauf hingewiesen werden das mit einigen Herausforderungen gerechnet werden muss. Der in der Masterarbeit beschriebene Prozess inkl. der genannten Werkzeuge soll den Problemfeldern entgegenwirken:

Tabelle 8: Problemfelder beim ganzheitlichen Anforderungsmanagement

Problemfelder	
Unklare Zielvorstellung	
	Beim Kunden definieren unterschiedliche Fachabteilungen Anforderungen
Komplexität	
	Die Abhängigkeiten der Anforderungen untereinander und die Auswirkungen einer Änderung sind häufig nicht überschaubar
Kommunikationsprobleme	
	Die unterschiedlichen Abteilungen verwenden ihr Fachvokabular
Änderungsmanagement	
	Im Verlaufe des Projektes werden durch den Kunden und intern neue oder geänderte Anforderungen definiert, Ein Hauptproblem sind redundante Informationen, d.h. erreichen Änderungen nicht alle Projektbeteiligte ist die Gefahr groß, dass in bestimmten Bereichen mit veralteten / nicht aktualisierten Informationen gearbeitet wird
Projektreife / Fortschrittskontrolle	
	Der Komplexität nicht gerecht werdende Beschreibungen von Anforderungen führen zu optimistischen Termin und Budget Schätzungen

Quelle: vgl. Rupp [2007], Seite 33

Einführung

Die Einführung des erstellten Konzepts sollte in einem Pilotprojekt erfolgen. Anwender müssen geschult werden und ein Prozessexperte sollte das Projekt begleiten und im Sinne der ständigen Verbesserungen neue Erkenntnisse in den Prozess einarbeiten.

Als Anforderungsliste kann innerhalb eines Pilotprojektes mit dem standardmäßig installierten Programm Excel gearbeitet werden, mittelfristig sollte allerdings auf eine Requirementmanagement Software zurückgegriffen werden.

Ausblick

In der Automobilbranche besteht der Trend zur Modularisierung d.h. Komponenten eines Scheinwerfersystems werden durch unterschiedliche Lieferanten entwickelt und anschl. zu einem System zusammengefügt. Die Aufgabe eines kompetenten Entwicklungspartners der OEMs besteht somit zunehmend im Bereich der Systemintegration. Der Begriff Systemintegrator wird allgemein im Bereich der IT und der Automatisierungstechnik verwendet. Eine Markt-Positionierung der Hella, als Systemintegrator würde ein neues Geschäftsfeld eröffnen. Es ist zu beobachten, dass der Begriff neuerdings vermehrt Einzug im Automobilbau hat, wie beispielsweise VDA – Band „Komponentenlastenheft-Automotive Standardstruktur“ zeigt⁴³.

Der Systemintegrator:

- sammelt und analysiert Anforderungen,
- führt eine Strukturierung sowie eine Abstimmung mit den beteiligten Parteien durch,
- begleitet die Entwicklung der Komponenten,
- überwacht diese regelmäßig durch Prüfungen und bewertet den Fortschritt und
- führt ein kontinuierliches Risiko- und Änderungsmanagement durch.

Durch die Beherrschung eines ganzheitlichen Anforderungsmanagements kann sich die Hella auf zukünftige Herausforderungen an die Rolle eines Systemintegrators vorbereiten.

⁴³ VDA „Komponentenlastenheft-Automotive Standardstruktur“ 1. Auflage 2007, Seite 14

9 Literatur

BÜCHER

Bender, Klaus [2005]

Embedded systems - qualitätsorientierte Entwicklung, Klaus Bender (Hrsg.), Berlin u.a., Verlag Springer, 2005.

Hindel, Bernd u.a. [2004]

Basiswissen Software-Projektmanagement: Aus- und Weiterbildung zum Certified Project Manager nach dem iSQI-Standard. 1. Aufl., Heidelberg, dpunkt-Verlag, 2004

Linß, Gerhard [2005]

Qualitätsmanagement für Ingenieure, 2., aktualisierte und erw. Aufl., München u.a., Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag, 2005

Ludewig, Jochen und Lichter, Horst [2007]

Software Engineering – Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken, 1. Aufl., Heidelberg, dpunkt-Verlag., 2007

Masing, Walter [2007]

Handbuch Qualitätsmanagement, Hrsg. von Tilo Pfeifer und Robert Schmitt, 5. vollst. neu bearb. Aufl., München, Carl-Hanser-Verlag, 2007

Pohl, Klaus [2007]

Requirements Engineering - Grundlagen, Prinzipien, Techniken, 1. Aufl., Heidelberg, dpunkt-Verlag, 2007

Rupp, Chris [2007]

Requirements-Engineering und –Management: professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis, 4., aktualisierte und erw. Aufl. München, u.a. Carl-Hanser-Verlag, 2007

Schäuffele, Jörg / Zurawka, Thomas [2006]

Automotive Software-Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen - 3., verb. und erw. Aufl., Wiesbaden, Verlag Vieweg, 2006

Schienmann, Bruno [2001]

Kontinuierliches Anforderungsmanagement: Prozesse – Techniken – Werkzeuge, München u.a., Verlag Addison-Wesley, 2001

Sommerville, Ian [2001]

Software-Engineering, 6. Aufl., München: Verlag Pearson Studium, 2001

Weilkiens, Tim [2006]

Systems engineering mit SysML/UML – Modellierung, Analyse, Design, 1. Aufl., Heidelberg, dpunkt-Verlag, 2006

Wickord, Wiro [2003]

Zur Anwendung probabilistischer Methoden in den frühen Phasen des Systementwurfs, Paderborn, HNI, 2003

Richtlinien und Normen**ISO TS 16949-2002**

Qualitätsmanagementsysteme – Besondere Anforderungen bei Anwendung von ISO 9001:2000 für die Serien- und Ersatzteil- Produktion in der Automobilindustrie, 2. Ausgabe, Berlin, Verlag Beuth, Stand: 01.03.2002

VDA Band 1 [2008]

„VDA Leitfaden zur Dokumentation und Archivierung von Qualitätsforderungen und Qualitätsaufzeichnungen“, 3. vollständig überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main, Henrich Druck + Medien GmbH & Co. KG, Stand: 11.01.2008

VDA Band 4 „System FMEA“ [2006]

„Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie; Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz – System FMEA –“, Frankfurt am Main, Henrich Druck + Medien GmbH & Co. KG, Stand: 01.08.2006

VDA Band „Automotive VDA-Standardvorlage Komponentenlastenheft“ [2007]

Automotive VDA-Standardvorlage Komponentenlastenheft – Projektdokumentation, 1. Aufl. Frankfurt am Main, Henrich Druck + Medien GmbH & Co. KG, 2007

VDA Band „Reifegradabsicherung“ [2006]

Das gemeinsame Qualitätsmanagement in der Lieferkette: Produktentstehung; Reifegradabsicherung für Neuteile ; Methoden, Messgrößen, Dokumentationen, Checklisten; 1. Aufl., Stand: 03.11.2006

VDA Gelbband „Automotive SPICE Prozessassessment“ [2007]

Automotive SPICE Prozessassessment – Prozessbewertung gem. Automotive SPICE in der Entwicklung von Software-bestimmten Systemen, 1. Auflage, (download: http://www.vda-qmc.de/fileadmin/redakteur/gelbdrucke/Gelbdruck_Automotive_Spice_Prozessassessment.pdf), Stand: 01.06.2007

Zeitschriften

Sommerhoff, Benedikt [2008]

„Die Zukunftsthemen des Qualitätsmanagers? Echter Tausendsassa“, in: QZ: Qualität und Zuverlässigkeit: Qualitätsmanagement in Industrie und Dienstleistung, Heft 10, 53. Jahrgang (2008), S. 20 – 25

Gaetje, Thomas u.a. [2006]

„Integration der Softwareentwicklung in bestehende Prozessstrukturen – Brücken zwischen den Welten“, in: QZ: Qualität und Zuverlässigkeit: Qualitätsmanagement in Industrie und Dienstleistung, Heft 04, 51. Jahrgang (2006), S. 30 – 35

Schulungsunterlagen

DGQ, Prozessorientiertes Qualitätsmanagement I [2007]

Lehrgangsunterlagen: Prozessorientiertes Qualitätsmanagement I – Grundlagen und Dokumentation, Beamerpräsentation, 4. Ausgabe, 2006

DGQ, Prozessorientiertes Qualitätsmanagement II [2007]

Lehrgangsunterlagen: Prozessorientiertes Qualitätsmanagement II – Umsetzung und Bewertung, 5. Ausgabe, 2007

10 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Lippstadt, 12.01.2009

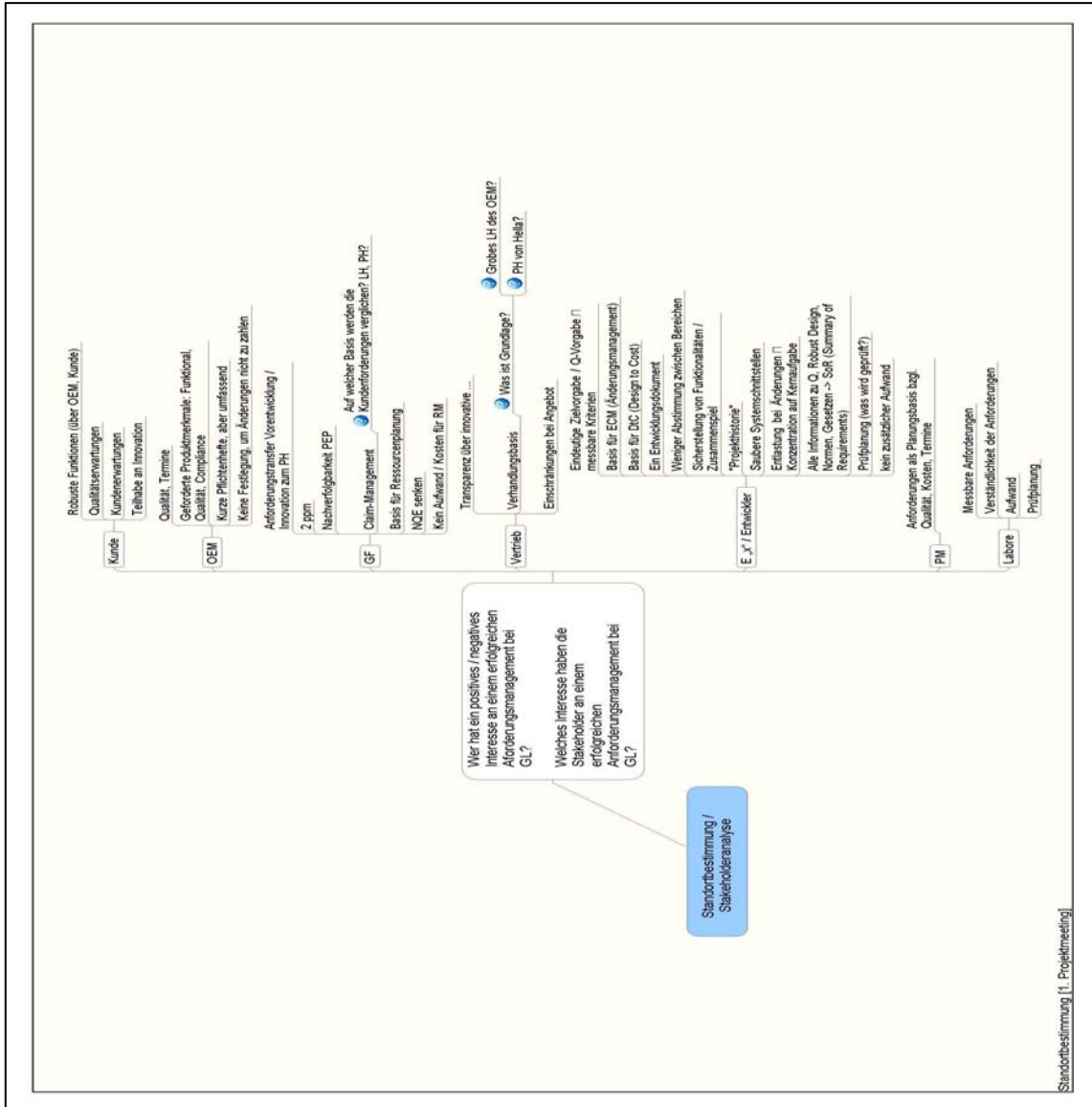
A 1 Projektauftrag Hella

Projektskizze/-auftrag CDI			
Projektname:	Anforderungsmanagement GL	Projektnummer:	tbd
		Erstell Datum:	09.09.2008
Problemstellung: <i>Was ist der Grund für das Projekt?</i>			
<ul style="list-style-type: none"> - GL hat im Rahmen einer Analyse des TtM Prozesses (Droege und Comp.) das unzureichende Anforderungsmanagement als eindeutigen Stellhebel zur Effizienzsteigerung identifiziert. <ul style="list-style-type: none"> • mangelnde Transparenz & Rückverfolgbarkeit der Anforderungen • derzeitiges Anforderungsmanagement & eingesetzte IT-Systeme innerhalb GE und GL heterogen ausgeprägt 			
Projektziele: <i>Welche Ergebnisse soll das Projekt erreichen?</i>			
Prozess			
<ul style="list-style-type: none"> - klar definierter & mit den GL-Bereichen abgestimmter Prozess für das Anforderungsmanagement GL - Im Fokus stehen: <ul style="list-style-type: none"> • Identifikation, Analyse, sowie Beurteilung der Anforderungen in der Angebotsphase • Erstellung, Änderungsmanagement und Freigabe des Pflichtenheftes im Entwicklungsprozess - Definition von Zuständigkeiten / Rollen im Rahmen des RM-Prozesses - Festlegung relevanter KPI als Kriterien für die Bewertung des RM-Prozesses - Abgleich mit RM-Prozessen im GE 			
Methode			
<ul style="list-style-type: none"> - Klärung, ob nur Kundenanforderungen oder ein SoR (=Summary of Requirements) mit Informationen zu Qualität, Robust Design, Normen & Gesetzen - Entwurf eines mehrstufigen Konzeptes zur Abbildung von Anforderungen mit unterschiedlichem Komplexitätsgrad - Klärung, ob RM als eindeutige Zielvorgabe / Q-Vorgabe für PEP-Meilensteine / Gates mit messbaren Kriterien - Klärung, ob RM als Basis für DTC (= Design to Cost) & ECM (= Änderungsmanagement) im Fokus des Projektes liegt - Erarbeitung eines Implementierungskonzeptes, um einen praxistauglichen Rollout mit nachhaltiger Nutzung des Prozesses in den Entwicklungsbereichen 			
Evaluierung & Pilotierung Toolunterstützung			
<ul style="list-style-type: none"> - Prototyp eines Tools / Templates für eine Toolunterstützung des RM-Prozesses - Identifizierung eines oder mehrerer möglicher Pilotprojekte (PEP-Phase 1 & 2) - Tool- & Prozess-Erprobung innerhalb Pilotprojekte (Durchführung GL) <ul style="list-style-type: none"> • Pilotprojekte: Anwenderschulung Prozess & Tool • Pilotprojekte: Anwenderunterstützung Prozess & Tool 			
Konzept			
<ul style="list-style-type: none"> - Review Prozess & Tool auf Basis der Ergebnisse aus den Pilotprojekten - Erarbeitung & Präsentation eines Konzeptes für das RM im gesamten GL - Beschreibung der Ziele des Implementierungsprojekts: Potentiale, KPIs, quantifizierbare Zielgrößen (NQE, Nachforderungen, Aufwände für den RM-Prozess) - Statusbericht inkl. Review zu den u.g. Meilensteinen an Auftraggeber 			
Terminziele:			
<ul style="list-style-type: none"> - 6 Monate inkl. Start der Pilotphase - nach Ablauf des Pilotprojektes (Laufzeit ca. 6 Monate) wird eine Analyse und ein Optimierungsprozess erzeugt (ca. 14 Tage Nacharbeit) - Definition der Meilensteine (s. u.) 			
Qualitätsziele:			
<ul style="list-style-type: none"> - Vorprojekt ist Grundlage, die Kostenziele für das Implementierungsprojekt zu definieren 			
Abnahmekriterien:			
<ul style="list-style-type: none"> - Gate 2 (Prozessmodellierung): Der Soll-Prozess des Anforderungsmanagements GL liegt dokumentiert, seitens Projektteam und Steering Committee geprüft & für die Erprobung im Pilotprojekt freigegeben vor - Gate 3 (Tool-Evaluierung): Die Toolauswahl wurde auf Basis dokumentierter Kriterien (Anforderungen und deren Erfüllungsgrad) getroffen. Kriterien und Toolauswahl sind seitens Projektteam und Steering Committee geprüft & zur Anwendung in den Pilotprojekten freigegeben - Gate 4 (Pilotierung): Planung und Durchführung der Pilotphase (durch Prozessexperten GL) 			



<ul style="list-style-type: none"> - Gate 5 (Konzepterstellung): Die Erfahrungen aus den Piloten wurde in das Konzept eingebracht. Das Konzept zum RM im GL liegt seitens Projektteam und Steering Committee geprüft und freigegeben vor. 	
Aufgabenbeschreibung: Was muss gemacht werden?	
Vorgehen: <ul style="list-style-type: none"> - Ist-Prozess Analyse - Soll-Prozess Modellierung - Evaluierung prototypische Toolunterstützung - Validierung Pilotprojekt (durch Prozessexperte GL) <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl Pilotprojekte • Anwenderschulung • Anwenderunterstützung • Review - Konzepterstellung inkl. Implementierungskonzept (pragmatischer Ansatz, den Prozess zu etablieren) 	
Projektorganisation: Wer ist verantwortlich?	
Auftraggeber:	D. Niggemann / M. Schmidt
Projektleiter:	Dr. Emanuel Slaby
Projektteam:	Steering Committee:
<ul style="list-style-type: none"> • Carsten Bories, E-LAB1 • Ralf Edelmeier, ELED-12 • Rudolf Ehring, ES-1 • Michael Kohrs, ES-2 • Andreas Krauß, ELE-S • Dr. Steffen Rietz, GE-EPD • Christian Schmidt, E-LTM • Anna Vogt, CDI-P • Sven Zehnder, EM-PJM • (Jörg Robbert, GL-QE 4 - Masterarbeit) 	<ul style="list-style-type: none"> - Schmidt, Markus HCC-CDI - Niggemann, Detlef GL-ELE - Shnayien, Rafid GL-Q - Katzer, Andreas GL-P1 - Thiemann, Matthias GL-PM - Dr. Dorißen, Hans-Theo GL-E
Schnittstellen: Welche Auflagen / Rahmenbedingungen / Schnittstellen sind zu beachten?	
<ul style="list-style-type: none"> - bestehende Prozesse, insbesondere im GE-Bereich (HP-GE-012), Anerkennung von Kundenforderungsdokumenten (HPC-314) - bestehendes Tool DOORS und diverse Office-Lösungen, Customer DB, PDM, NIS - bestehende Organisation (GL-ELE-S) - Schnittstelle zum ECM - Schnittstelle zum PEP - Schnittstelle zum Claim-Management 	
Termine / Aufwand:	
Projektstart:	Tbd
Projektende:	Tbd
Geschätzter Aufwand: tbd	
Anlagen:	
(Empty space for attachments)	
Auftraggeber:	
Projektleiter:	
Datum:	Datum:
Unterschrift:	Unterschrift:

A 2 Stakeholderanalyse / Standortbestimmung



A 3 Inhaltliche Struktur der Anforderungsliste

 Hella KGaA Hueck & Co. 59552 Lippstadt	System-Pflichtenheft - Gerätebezeichnung -			Datum: Version: Seite 1 von 16 Bereich: Abt./Grp.:
	Benennung: <i>weitere Gerätebezeichnung</i>			
	Sachnummer, Kunde:	Teilenummer, Hella:	Dokument: Systempflichtenheft	

Projekt:

Gerätebezeichnung

Version	Datum	Ersteller [Name/Unterschrift/Datum]	Review [Name/Unterschrift/Datum]	Freigabe Hella [Name/Unterschrift/Datum]	Freigabe Kunde [Name/Unterschrift/Datum]

Am Projekt beteiligte Firmen:

Kunde

Hella KGaA Hueck & Co.

Ggf. weiterer Beteiligter

Hella 4300DE_5GE (2007-07)

Vertraulich. Weitergabe sowie Verwertung und Mitteilung des Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten.
 This document is confidential. Its contents are not to be exploited, passed on or disclosed to third parties without our express permission. All rights are reserved.

 Hella KGaA Hueck & Co. 59552 Lippstadt	System-Pflichtenheft - Gerätebezeichnung -			Datum: Version: Seite 3 von 16 Bereich: Abt./Grp.:
	Benennung: <i>weitere Gerätebezeichnung</i>			
	Sachnummer, Kunde:	Teilenummer, Hella:	Dokument: Systempflichtenheft	

Inhaltsverzeichnis

1. DEFINITIONEN UND ÜBERGREIFENDE FESTLEGUNGEN	8
1.1. Annahmen und Abweichungen.....	8
1.2. Verzeichnis der mitgeltenden Unterlagen.....	8
1.3. Projektansprechpartner	8
1.4. Abkürzungen, Definitionen.....	8
2. ALLGEMEINE PROJEKTDATEN.....	8
2.1. Kurzbeschreibung	8
2.2. Projekt- und Komponententerminplan.....	8
2.3. Muster.....	8
2.4. Komponenten- und Prozessfreigabe.....	8
2.5. Logistikanforderungen.....	8
2.6. Qualität und Zuverlässigkeit	8
2.7. Dokumentation.....	8
2.8. Entwicklungsprozesse, -methoden, -dokumentationen und -tools.....	8
2.9. Änderungsmanagement	8
2.10. Fertigungsprozesse, -methoden, -dokumentationen und -tools	8
2.11. Zusätzliche allgemeine Projektdaten.....	8
3. ALLGEMEINE PRODUKTDATEN (SYSTEM / GERÄT / MODUL / KOMPONENTE).....	8
3.1. Allgemeine Produkthanforderungen.....	8
3.1.1. Produkt-Kurzbeschreibung	8
3.1.2. Varianten/ Abarten	8
3.1.3. Klassifizierung.....	8
3.1.4. Nutzungsdauer / Lebensdauer	8
3.1.5. Wartbarkeit.....	8
3.1.6. zusätzliche allgemeine Produkthanforderungen	8
3.2. Produktumgebung	8
3.2.1. Block-/Prinzipschaltbild.....	8
3.2.2. Schnittstellenspezifikation.....	9
3.2.2.1. Kommunikationsschnittstelle.....	9
3.2.2.2. Diagnoseschnittstelle	9
3.2.2.3. Benutzerschnittstelle	9
3.2.3. zusätzliche Spezifikationen zur Produktumgebung.....	9
3.3. Klimatische Eigenschaften.....	9
3.3.1. Temperaturen.....	9
3.3.2. IP-Schutzart/Schutz gegen Fremdkörper, Berührung und Wasser	9
3.3.3. Zusätzliche Spezifikationen zu klimatischen Eigenschaften	9
3.4. Chemische Eigenschaften.....	9

Hella 43000E_5E (2007-07)

Vertraulich. Weitergabe sowie Verwertung und Mitteilung des Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten.
 This document is confidential. Its contents are not to be exploited, passed on or disclosed to third parties without our express permission. All rights are reserved.

 Hella KGaA Hueck & Co. 59552 Lippstadt	System-Pflichtenheft - Gerätebezeichnung -			Datum: Version: Seite 4 von 16 Bereich: Abt./Grp.:
	Benennung: <i>weitere Gerätebezeichnung</i>			
	Sachnummer, Kunde:	Teilenummer, Hella:	Dokument: Systempflichtenheft	

3.4.1.	Beständigkeit gegen Reagenzien	9
3.4.2.	Beständigkeit gegen Schadgase	9
3.4.3.	Weitere Angaben zur chemischen Beständigkeit	9
3.5.	Haptische Eigenschaften	9
3.6.	Optische Eigenschaften	9
3.7.	Akustische Eigenschaften	9
3.8.	Magnetische Eigenschaften	9
3.9.	Maßnahmen / Methoden zur Erhöhung der Produkt-Sicherheit	9
3.10.	zusätzliche Produkthanforderungen	9
4.	FUNKTIONSBESCHREIBUNG.....	9
4.1.	Funktionale Eigenschaften	9
4.1.1.	Normalbetrieb	9
4.1.2.	Funktion 1	9
4.1.3.	Funktion 2	9
4.1.4.	Funktion n	9
4.2.	Robustheit	9
4.2.1.	Ausfallstrategie Mechanik	9
4.2.1.1.	Verhalten bei missbräuchlicher Benutzung	10
4.2.1.2.	Fehlererkennung und -behandlung	10
4.2.2.	Ausfallstrategie Elektronik	10
4.2.2.1.	Verhalten bei missbräuchlicher Benutzung	10
4.2.2.2.	Fehlererkennung und -behandlung	10
4.2.3.	Einfluss auf andere Komponenten	10
4.2.4.	zusätzliche Spezifikationen zur Robustheit	10
5.	KONSTRUKTION	10
5.1.	Mechanische Eigenschaften	10
5.1.1.	Statische Festigkeit	10
5.1.1.1.	Torsionsfestigkeit	10
5.1.1.2.	Druck- und Zugfestigkeit	10
5.1.1.3.	Zusätzliche Spezifikationen zur statischen Festigkeit	10
5.1.2.	Dynamische Festigkeit	10
5.1.2.1.	Schwingung sinusförmig	10
5.1.2.2.	Schwingung Breitbandrauschen	10
5.1.2.3.	Schocken halbsinusförmig	10
5.1.2.4.	Dauerschocken	10
5.1.2.5.	Torsionswechselfestigkeit	10
5.1.2.6.	Zusätzliche Spezifikationen zur dynamischen Festigkeit	10
5.1.3.	Freier Fall	10
5.1.4.	Oberflächenfestigkeit	10
5.1.4.1.	Kratzfestigkeit	10
5.1.4.2.	Abriebsfestigkeit	10
5.1.4.2.1.	Aufkleber, allgemeine Oberflächen	10
5.1.4.2.2.	Tasten, Beständigkeit gegen synthetische Schweißlösung mit Abrieb	10
5.1.4.3.	Zusätzliche Spezifikationen zur Oberflächenfestigkeit	10
5.1.5.	Festigkeit der Anschlüsse	11
5.1.6.	Zusätzliche Spezifikationen zu mech. Eigenschaften	11
5.2.	Konstruktive Gestaltung	11

Hella 43000E_SE (2007-07)

Vertraulich. Weitergabe sowie Verwertung und Mitteilung des Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten.
 This document is confidential. Its contents are not to be exploited, passed on or disclosed to third parties without our express permission. All rights are reserved.

 Hella KGaA Hueck & Co. 59552 Lippstadt	System-Pflichtenheft - Gerätebezeichnung -		Datum: Version: Seite 5 von 16 Bereich: Abt./Grp.:
	Benennung: <i>weitere Gerätebezeichnung</i>		
	Sachnummer, Kunde:	Teilenummer, Hella:	Dokument: Systempflichtenheft

5.2.1.	Gehäuse	11
5.2.1.1.	Material	11
5.2.1.2.	Druckausgleich	11
5.2.1.3.	Beschriftung	11
5.2.1.4.	Maße und Gewichte	11
5.2.1.5.	Zusätzliche Spezifikationen zum Gehäuse	11
5.2.2.	Optische Gestaltung	11
5.2.2.1.	Formen	11
5.2.2.2.	Farben	11
5.2.2.3.	Zusätzliche Spezifikationen zur optischen Gestaltung	11
5.2.3.	Ergonomie	11
5.2.4.	Montagebedingungen	11
5.2.5.	Emissionen	11
5.2.6.	Zusätzliche Spezifikationen zur konstruktiven Gestaltung	11
6.	ELEKTRONIK	11
6.1.	Hardware	11
6.1.1.	Schaltungsanforderungen	11
6.1.2.	Bauteilanforderungen	11
6.1.3.	Zusätzliche Hardware – Spezifikationen	11
6.2.	Software	11
6.2.1.	Entwicklungstools	11
6.2.2.	Softwarestruktur	11
6.2.3.	EMV-Softwaremaßnahmen	11
6.2.4.	Betriebssystem	11
6.2.5.	Gerätekapazität	12
6.2.6.	zeitliche Anforderungen	12
6.2.7.	Zusätzliche Software – Spezifikationen	12
6.3.	Diagnose	12
6.3.1.	Selbstdiagnose	12
6.3.1.1.	Zusätzliche Spezifikationen zur Fehlererkennung und –behandlung	12
6.4.	Applikationshinweise/Einstellbarkeit	12
6.5.	EMV-Design	12
6.5.1.	Leitungsarten und Leitungsführung	12
6.5.2.	Signalverläufe auf dem Fahrzeugbordnetz	12
6.5.3.	Massekonzept	12
6.5.4.	Fahrzeugantennen	12
6.5.5.	Zusätzliche Spezifikationen zum EMV-Design	12
6.6.	Zusätzliche Spezifikationen zur Komponente	12
6.7.	Elektrische Eigenschaften	12
6.7.1.	Elektrische Versorgung	12
6.7.1.1.	Spannungen	12
6.7.1.2.	Ströme	12
6.7.1.3.	Leistungen	12
6.7.1.4.	Zusätzliche Spezifikationen der el. Versorgung	12
6.7.2.	Elektrische Festigkeit	12
6.7.2.1.	Verpolschutz	12
6.7.2.2.	Überspannungsfestigkeit	12
6.7.2.3.	Kurzschlussfestigkeit	12
6.7.2.4.	Überlastfestigkeit	12
6.7.2.5.	Isolationswiderstand	12

Vertraulich. Weitergabe sowie Verwertung und Mitteilung des Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten.
 This document is confidential. Its contents are not to be exploited, passed on or disclosed to third parties without our express permission. All rights are reserved.

 Hella KGaA Hueck & Co. 59552 Lippstadt	System-Pflichtenheft - Gerätebezeichnung -			Datum: Version: Seite 6 von 16 Bereich: Abt./Grp.:
	Benennung: <i>weitere Gerätebezeichnung</i>			
	Sachnummer, Kunde:	Teilenummer, Hella:	Dokument: Systempflichtenheft	

6.7.2.6.	Durchschlagfestigkeit.....	12
6.7.2.7.	Spannungsversatz.....	13
6.7.2.8.	Zusätzliche Spezifikationen zur el. Festigkeit.....	13
6.7.3.	Elektromagnetische Verträglichkeit	13
6.7.3.1.	Störfestigkeit.....	13
6.7.3.1.1.	Leitungsgeführte Störgrößen.....	13
6.7.3.1.2.	Leitungsgeführte Störgrößen auf Versorgungsleitungen.....	13
6.7.3.1.3.	Eingekoppelte Störgrößen auf Geber- und Sensorleitungen.....	13
6.7.3.1.4.	Bordnetzwelligkeit	13
6.7.3.1.5.	Eingestrahelte Störgrößen.....	13
6.7.3.1.6.	Zusätzliche Spezifikationen zur Störfestigkeit.....	13
6.7.3.2.	Störaussendung.....	13
6.7.3.2.1.	Leitungsgebundene Störabgabe.....	13
6.7.3.2.2.	Störabstrahlung (Funkentstörung).....	13
6.7.3.2.3.	Zusätzliche Spezifikationen zur Störaussendung.....	14
6.7.3.3.	Zusätzliche Spezifikationen zur elektromag. Verträglichkeit	14
6.7.4.	Zusätzliche Spezifikationen zu el. Eigenschaften.....	14

7. PRÜFUNGEN..... 14

7.1.	Allgemeine Prüfbedingungen.....	14
7.1.1.	Allgemeine Prüfparameter.....	14
7.1.2.	Klassifizierung in Schärfegrade.....	14
7.1.2.1.	Einbauspezifische Umgebung.....	14
7.1.2.2.	Funktionsfähigkeit	14
7.1.2.3.	Klassifizierung nach Funktionalität	14
7.1.3.	Zusätzliche allgemeine Prüfbedingungen.....	14
7.2.	Übersicht Erprobungs- und Qualifizierungsprüfungen.....	14
7.2.1.	Prüfungen funktionaler Eigenschaften	14
7.2.2.	Prüfungen elektrischer Eigenschaften	14
7.2.3.	EMV/ ESD- Anforderungen.....	14
7.2.4.	Prüfungen mechanischer Eigenschaften.....	14
7.2.5.	Prüfungen umweltbedingter Eigenschaften.....	14
7.2.6.	Prüfungen chemischer Eigenschaften.....	14
7.3.	Spezifikation der Prüfreihenfolge	14
7.3.1.	Eingangs- / Abschlussprüfung.....	14
7.3.1.1.	Sichtprüfung.....	14
7.3.1.2.	Temperaturlagerung / Konditionierung.....	14
7.3.1.3.	Funktionsprüfung.....	14
7.3.2.	Prüfablaufschemata	14
7.4.	Prüfequipment.....	14
7.4.1.	Anforderungen an das Prüfequipment.....	14
7.4.2.	Beschreibung des Prüfequipments.....	14
7.5.	Prüfungen elektrischer Eigenschaften.....	15
7.5.1.	Prüfungen zu Reaktionen und Verhalten im Bordnetz.....	15
7.5.1.1.	Verhalten bei kurzzeitigem Spannungseinbruch.....	15
7.5.1.2.	Langsames Anheben und Absenken der Versorgungsspannung.....	15
7.5.1.3.	Verhalten bei sprunghaftem Spannungsanstieg	15
7.6.	EMV-/ ESD- Anforderungen (Komponentenprüfung).....	15
7.7.	Prüfungen mechanischer Eigenschaften.....	15
7.8.	Prüfungen umweltbedingter Eigenschaften.....	15

Hella 43000E_5E (2007-07)

Vertraulich. Weitergabe sowie Verwertung und Mitteilung des Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten.
 This document is confidential. Its contents are not to be exploited, passed on or disclosed to third parties without our express permission. All rights are reserved.

 Hella KGaA Hueck & Co. 59552 Lippstadt	System-Pflichtenheft - Gerätebezeichnung -			Datum: Version: Seite 7 von 16 Bereich: Abt./Grp.:
	Benennung: <i>weitere Gerätebezeichnung</i>			
	Sachnummer, Kunde:	Teilenummer, Hella:	Dokument: Systempflichtenheft	

7.8.1.	Prüfungen klimatischer Eigenschaften	15
7.8.1.1.	Temperaturlagerung	15
7.8.1.1.1.	Tieftemperaturlagerung	15
7.8.1.1.2.	Hochtemperaturlagerung	15
7.8.1.1.3.	Temperaturwechsellagerung	15
7.8.1.2.	Temperaturdauerlauf	15
7.8.1.2.1.	Tieftemperaturdauerlauf	15
7.8.1.2.2.	Hochtemperaturdauerlauf	15
7.8.1.2.3.	Temperaturwechsellagerung	15
7.8.1.3.	Temperaturschocktest	15
7.8.1.4.	Temperaturwechsel	15
7.8.1.5.	Temperaturfunktionstest	15
7.8.1.6.	Kondenswasser Wechselklima	15
7.8.1.6.1.	Kondenswasser und Feuchte konstant (KK)	15
7.8.1.6.2.	Kondenswasser mit Temperaturwechsel; Feuchte konstant (KTW)	15
7.8.1.6.3.	Kondenswasser mit Feuchte und Temperaturwechsel (KFW)	15
7.8.1.7.	Feuchte Wärme konstant	15
7.8.1.8.	Feuchte Wärme zyklisch	15
7.8.1.9.	Salznebel (Salzsprühnebel)	15
7.8.1.10.	Schadgasprüfung (Mehrkomponentenklima)	16
7.8.1.11.	Zusätzliche Prüfungen zu klimatischen Eigenschaften	16
7.8.2.	Zusätzliche Prüfungen umweltbedingter Eigenschaften	16
7.9.	Funktionsprüfung	16
7.10.	Zusätzliche Prüfungen	16
8.	UMWELT- UND RECYCLINGBEDINGUNGEN	16
8.1.	Wiederverwendungs-, Recycling- und Entsorgungskonzepte	16
8.1.1.	Liste der nicht zugelassenen Werkstoffe der Komponente	16
8.1.2.	Komponentenverpackung	16
8.1.3.	Zusätzliche Spezifikationen	16
8.2.	Umwelt- und recyclinggerechte Produktgestaltung	16
9.	SONSTIGE / WEITERE ANFORDERUNGEN	16
9.1.	Nachserienstrategie	16

HELLA 4300DE_GE (2007-07)

Vertraulich. Weitergabe sowie Verwertung und Mitteilung des Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten.
 This document is confidential. Its contents are not to be exploited, passed on or disclosed to third parties without our express permission. All rights are reserved.