



Netzwerk TRANSFORMATIVE

Region Heilbronn-Franken

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Heilbronn-
Franken
Baden-Württemberg

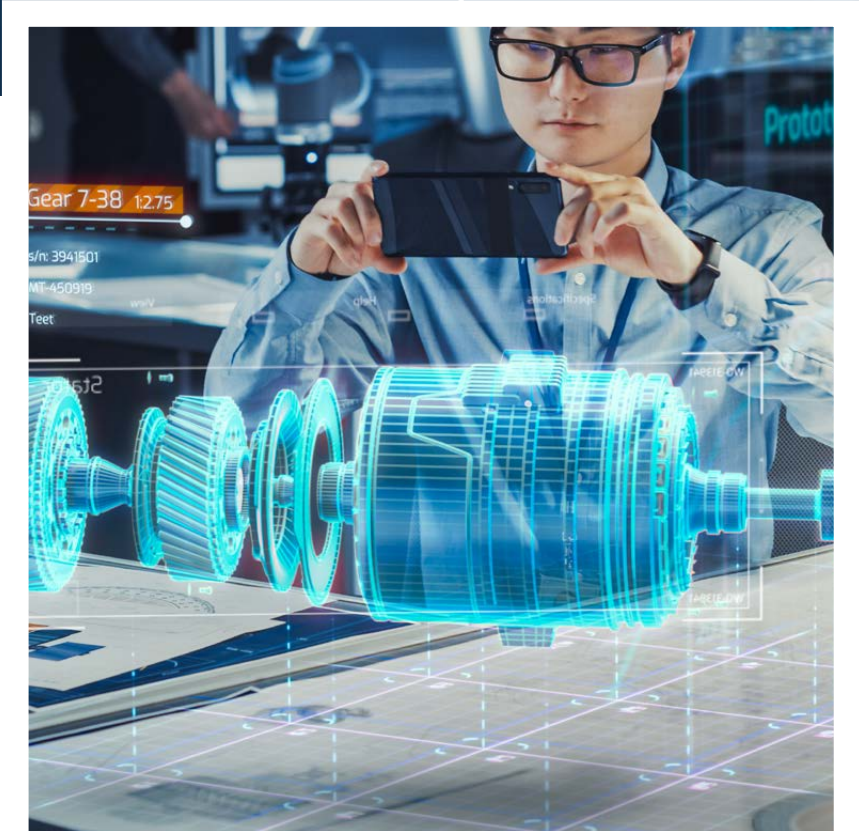


Handbuch

Grundlagen der Produktentwicklung

Inkl. Methodenbaukasten und Beispiele

4





Informationen zum Bündnis für Transformation erhalten Sie unter www.buendnis-fuer-transformation.de.



Die regionale Industrieinitiative Bündnis für Transformation Region Heilbronn-Franken ist mit dem Projekt TRANSFORMATIVE „Ausgezeichnete regionale Industrieinitiative 2022“ in der Kategorie „Kooperation“.



Das Transformationsnetzwerk TRANSFORMATIVE ist aus der Arbeit des Bündnisses für Transformation Heilbronn-Franken heraus entstanden und wird gemeinsam von der Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn GmbH und der Wirtschaftsregion Heilbronn Franken GmbH durchgeführt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz fördert TRANSFORMATIVE mit rund 11 Mio. Euro. über einen Zeitraum von drei Jahren bis Mitte des Jahres 2025.

Im Rahmen von TRANSFORMATIVE werden vielfältige Unterstützungsangebote für Unternehmen eingerichtet, ausgehend von der Strategieentwicklung über Produktentwicklung, Marktbearbeitung bis hin zur Qualifizierung der jeweiligen Belegschaften erarbeitet, durchgeführt und so gesamtregional Grundlagen für die Etablierung hin zu einer ganzheitlichen und nachhaltigen Mobilitätswirtschaft gelegt.

TRANSFORMATIVE setzt sich aus den folgenden sechs Arbeitspaketen zusammen: Projektmanagement, Kommunikation, Controlling, Netzwerkbildung und Netzwerkmanagement, branchenspezifische sowie regionale Analysen und Strategie-Umsetzungen.

Dieses Handbuch erscheint als Teil einer 13 Publikationen umfassenden Reihe im Rahmen der Angebote von TRANSFORMATIVE. Es richtet sich in der Hauptsache an die Unternehmer und Unternehmerinnen sowie an ihre Mitarbeitenden und will Anregungen geben bei den vielfältigen Herausforderungen einer Transformation von Industrie und Dienstleistung.



Bei Interesse am Projekt oder an einem der weiteren Handbücher wenden Sie sich an das Unternehmerforum:

transformotive.de

Gender-Hinweis:

In unseren Handbüchern werden wir nicht gendern, da die hier beschriebenen Methoden, Prozesse und Funktionen in keinerlei Beziehung stehen zu biologischen und sozialen Geschlechtern. Aus diesem Grunde nutzen wir das generische – also grammatikalische – Maskulinum.

■ Inhalt

Einleitung	5
■ 1. Grundlagen	6
1.1 Einordnung des Handbuchs: Präventiver vs. Reaktiver Methodeneinsatz	6
1.2 Die 10er – Regel der Fehlerkosten	7
■ 2. Schritt für Schritt zum neuen Produkt	8
2.1 Strategiephase: Die Kundenanforderungen verstehen	9
2.1.1 Der Projektvertrag	10
2.1.2 Die Kundenanforderungen erkennen	11
2.1.3 Die Kundenanforderungen einordnen	13
2.1.4 Vom „Was“ zum „Wie“ – Die Qualitätsmerkmale	17
2.1.5 Risiken erkennen und Lösungen finden	20
2.2 Konzeptphase: Das Konzept mit der größten Erfolgchance auswählen	27
2.2.1 Die Konzeptalternativen erarbeiten	27
2.2.2 Auswahl des Konzeptes mit den größten Erfolgchancen	32
2.2.3 Vom „Was“ zum „Wie“ – die Designmerkmale	35
2.2.4 Risiken erkennen und Lösungen finden	36
2.3 Entwicklungsphase: Das ausgewählte Konzept ausarbeiten	37
2.3.1 Die Konstruktionsalternativen erarbeiten	37
2.3.2 Auswahl der besten Konstruktionsalternative	38
2.3.3 Vom „Was“ zum „Wie“ – die Prozessmerkmale	40
2.3.4 Risiken erkennen und Lösungen finden	42
2.4 Produktionsphase: Erprobung und Serienreife	46
2.4.1 Die Erprobung	46
2.4.2 Kritische Parameter und Kontrollplan	48
2.4.3 Vom „Was“ zum „Wie“ – Die Prozessparameter	49
2.4.4 Risiken erkennen und Lösungen finden	51
2.4.5 Standardisierung	52
2.5 Projektabschluss – Übergabe an die Produktion	57
■ 3. Das Praxisbeispiel – Die Produktentwicklung mit der Bürostuhl GmbH	59
Über die Autorin	60
Weiterführende Literatur	60
Weitere TRANSFORMOTIVE Handbücher	61
Herausgeber	62



Einleitung

In einer von Digitalisierung und der sich im Wandel befindlichen Mobilität geprägten Zeit, ist die Anpassung an sich verändernde Marktverhältnisse für eine Vielzahl von Unternehmen der Region Heilbronn-Franken von zentraler Bedeutung.

Dieses Handbuch soll im Rahmen des Projekts TRANSFORMATIVE einen Überblick über ausgewählte Methoden und Werkzeuge liefern, welche die Unternehmen mit effizienten und effektiven Vorgehensweisen auf dem Weg zum produzierten Produkt unterstützen. Dabei stehen neben der Beschreibung der Methodik, die Einbettung in ein wirkungsvolles Gesamtvorgehen sowie die Vermittlung der Sinnhaftigkeit der Werkzeuge im Fokus.

Das TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Produktentwicklung“ umfasst zwei übergeordnete Kapitel. Im ersten Kapitel „Grundlagen“ findet mit dem strategischen Quadranten-Modell eine Einordnung der im Handbuch vorgestellten Methoden statt. Weiterhin wird mit Hilfe der 10er-Regel auf die Vorteile eines möglichst frühzeitigen Einsatzes von Methoden zur Fehlervermeidung im Produktentstehungsprozess eingegangen. Das zweite Kapitel betrachtet Schritt für Schritt den Weg zum neuen Produkt und ist dabei in die fünf untergeordnete Kapitel Strategie-, Konzept-, Entwicklungs-, Produktionsphase sowie Projektabschluss aufgeteilt.

Ergänzt werden die Ausführungen dieses Handbuchs durch ein Praxis-Booklet mit der direkten Anwendung der vorgestellten Methoden anhand des Produktentwicklungsprozesses der Bürostuhl GmbH.

Das Handbuch bietet einen Einblick in die Produkt- und Prozessoptimierung im Rahmen der Produktentwicklung, kann aber auf den vorhandenen Seiten die Thematik nicht vollumfänglich behandeln. Vielmehr soll es auf dem oft steinigen Weg der Transformation als Ideengeber, Werkzeugkasten und Inspiration dienen.

Um es mit den Worten des deutschen Journalisten und Fernsehmoderators Robert Lembke zu sagen:

■ ■ ■ *„Mit etwas Geschick kann man aus den Steinen, die einem in den Weg gelegt werden, eine Treppe bauen.“*

Robert Lembke, (1913 – 1989), deutscher Journalist und Fernsehmoderator



1. Grundlagen

Dieses Kapitel geht in den zwei Abschnitten auf die Einordnung der präventiven Methoden und die Kostenproblematik durch Fehler im Entwicklungsprozess in Abhängigkeit des Zeitpunktes ein. Dabei wird die Frage nach den angesprochenen Bereichen der Produkt-/Prozessoptimierung geklärt und erläutert, warum die Fehlervermeidung zu dem frühestmöglichen Zeitpunkt des Entwicklungsprozesses bereits besonders wichtig ist.

1.1 Einordnung des Handbuchs: Präventiver vs. Reaktiver Methodeneinsatz

Die Idee hinter der Zusammenstellung der Methoden und Werkzeuge in diesem Handbuch ist es, möglichst viele Fehler im Entwicklungsprozess zu vermeiden, d.h. bereits von Beginn an mittels präventiven Handelns zukünftige Qualitätsprobleme zu reduzieren. Die Reduktion der Kosten und die Optimierung bestehender Prozesse im Sinne einer reaktiven Anwendung wird in dem TRANSFORMATIVE Handbuch 02 „Grundlagen der Effizienzsteigerung“ thematisiert.

		MARKT	
		bestehend	neu
PRODUKT	bestehend	TRANSFORMATIVE Handbuch 02 „Effizienz“ Effizienzsteigerung bei bestehenden Produkten/Prozessen	TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Produktentwicklung“ Neue Märkte – größere Marktanteile
	neu	TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Produktentwicklung“ Neue Produkte – Gewinn-/Margen-Vergrößerung	TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Produktentwicklung“ Neue Produkte und neue Märkte

Tabelle 1: Einsatzfelder des Handbuchs in einer Markt-Produkt-Systematik

1.2 Die 10er – Regel der Fehlerkosten

Wie bereits Johann Wolfgang von Goethe sinngemäß feststellte, kann ein Fehler zu Beginn eines Vorhabens ausreichen, um im späteren Verlauf schwerwiegende Probleme zu verursachen.

„Wer das erste Knopfloch verfehlt, kommt mit dem Zuknöpfen nicht zu Rande.“

Johann Wolfgang von Goethe, (1749 - 1832), deutscher Dichter und Naturforscher

Dieser Zusammenhang kann mit Blick auf die Kosten auch im Entwicklungsprozess hergestellt werden.



Je später eine Änderung erfolgt, desto höher fallen die Änderungskosten aus.

Eine Studie der 70er Jahren aus Japan, USA und Großbritannien kommt zu dem Ergebnis, dass 70% der Produktmängel ihre Ursache nicht im Herstellungsprozess, sondern in der Entwicklung, der Konstruktion und der Arbeitsvorbereitung haben. Die „Zehner – Regel der Fehlerkosten“, auch „rule of ten“ genannt, stellt diese Abhängigkeit dar:

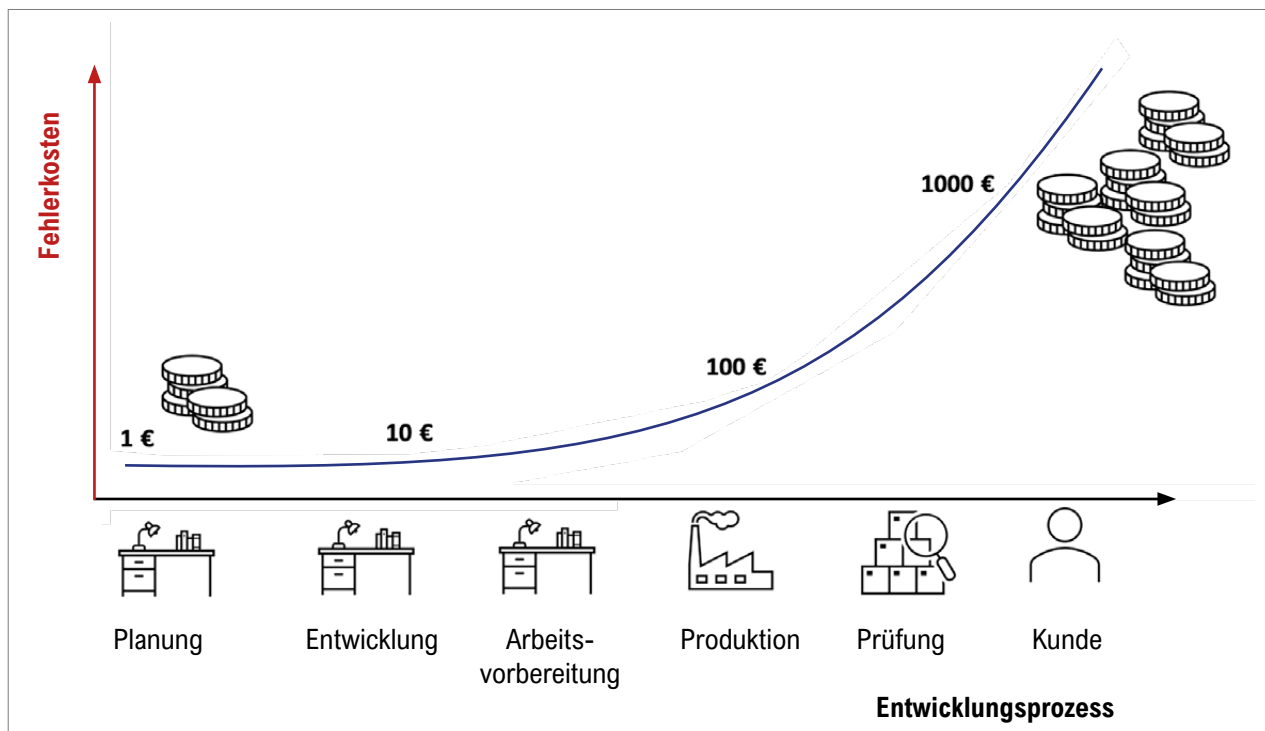


Abbildung 1: Die Zehner-Regel der Fehlerkosten

Mit jeder Stufe im Entwicklungsprozess erhöhen sich die Kosten für die Korrektur eines entdeckten Fehlers um den Faktor 10. In Anbetracht der Tatsache, dass ein Großteil der Fehler in den frühen Phasen der Konzeption und Entwicklung auftreten, setzt die Fehlerprävention an diesem Punkt an, mit dem Ziel einer möglichst frühzeitigen Fehlererkennung oder sogar Fehlervermeidung.



■ 2. Schritt für Schritt zum neuen Produkt

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit dem Produktentwicklungsprozess, aufgeteilt in die vier Phasen Strategie, Konzeption, Entwicklung und Produktion. Dabei bauen die einzelnen Phasen direkt aufeinander auf und beinhalten am Ende jedes Teilprozesses eine gesonderte Risikobetrachtung sowie anschließende Problemlösung. Diese sich nach jedem Entwicklungsabschnitt wiederholende Fehlerprävention zielt darauf ab, die Übernahme von Fehler in den weiteren Entwicklungsprozess und entsprechende höhere Fehlerkosten zu vermeiden.

Strategiephase – Kapitel 2.1

- Kundenanforderungen sind verstanden
- Kundenanforderungen werden in Zielwerte und messbare Größen überführt

Risikobetrachtung & Problemlösung

Konzeptphase – Kapitel 2.2

- Identifikation des Konzepts mit den größten Erfolgchancen

Risikobetrachtung & Problemlösung

Entwicklungsphase (Konstruktion) – Kapitel 2.3

- Konzept ist technisch detailliert und spezifiziert

Risikobetrachtung & Problemlösung

Produktionsphase (Erprobung und Serienreife) – Kapitel 2.4

- Funktionsnachweise sind erbracht
- Der Produktionsprozess erfüllt die gestellten Anforderungen

Risikobetrachtung & Problemlösung

PROJEKTABSCHLUSS

Produktentwicklung

Abbildung 2: Die Phasen des Produktentwicklungsprozesses

Das Ziel der folgenden Kapitel bei den Erläuterungen zum Vorgehen und bei der Auswahl der vorgestellten Methoden ist es stets, einen Überblick über die Thematik und Anregungen für die Umsetzung zu geben. Vielfach ist es bedingt durch das Handbuchformat nicht möglich, die Methodik vollumfänglich zu erläutern oder alle möglichen alternativen Vorgehen anzusprechen. Zur weiteren Vertiefung der Methodiken sind im Anhang einige Literaturempfehlungen aufgeführt.

2.1 Strategiephase: Die Kundenanforderungen verstehen

Der erste Schritt hin zu einem neuen und erfolgreichen Produkt besteht in der Strategieentwicklung. Hierfür ist es elementar, ein Verständnis für die Anforderungen und Wünsche der Kunden zu erhalten, diese in messbare Größen zu überführen und daraus Ziele für das zukünftige Produkt abzuleiten. Dieser Abschnitt bildet damit die Grundlage für alle weiteren Entwicklungsschritte und den Erfolg des gesamten Projektes.








2.1.1 Der Projektvertrag

Am Anfang eines Projektes steht ein Projektvertrag, um mit diesem ein stabiles Fundament für das weitere Projekt zu legen. Ohne eine klare Festlegung der Rahmenbedingungen ist der Projekterfolg gefährdet. Auch bei einem Produktentwicklungsprozess ist dieser Schritt für den Erfolg sehr wichtig und sollte nicht ausgelassen werden. Mit den Worten eines deutschen Schriftstellers:

■ ■ „Wenn wir nicht von vorne anfangen, dürfen wir nicht hoffen, weit zu kommen.“

Johann Gottfried Seume, (1763 – 1810) deutscher Schriftsteller

Der **Projektvertrag** fasst für alle Parteien nachvollziehbar die Eckpunkte sowie Grundlagen des Projekts zusammen und umfasst dabei in der Regel folgende Punkte:

-  Projektbeschreibung, inkl. Projekttitle und bei Bedarf einer Projektnummer zur eindeutigen Zuordnung im Falle mehrerer Projekte
-  Ziele des Projekts
-  Teamzusammenstellung, inkl. Rollen und Aufgaben im Projekt
-  Beschreibung der Rahmenbedingungen
-  Projektfreigabe inkl. Unterschriften von dem Auftraggeber sowie dem Projektleiter
-  Begleitdokumente, wie beispielsweise der Projektplan
-  Weitere Themenbereiche können abhängig vom Projekt und Unternehmen ergänzt werden.

Für die Erfolgsmessung eines Projekts ist eine messbare Zieldefinition notwendig. Daher sollten die definierten Ziele der „SMART“ – Regel entsprechen:

S	Specific	 spezifisch, präzise
M	Measurable	 messbar
A	Attractive	 abgestimmt, attraktiv für Team & Unternehmen
R	Reachable	 erreichbar, realistisch
T	Time-Related	 zeitbezogen, terminiert

Für den Projekterfolg ist neben der Akzeptanz und dem Verständnis für die gemeinsamen Ziele durch das Team, auch dessen Zusammenstellung von besonderer Bedeutung. Daher sollten folgende Punkte bei der Auswahl der Teammitglieder berücksichtigt werden:

- Mitglieder aus allen Bereichen der involvierten Wertschöpfungskette integrieren
- „Macher“ und „Entscheider“ einbeziehen - beide Mitarbeiterarten werden benötigt
- Zwischenmenschliche Komponente beachten und Kommunikations- sowie Eskalationswege und Aufgaben definieren

2.1.2 Die Kundenanforderungen erkennen

Um die Anforderungen des Marktes zu verstehen und die Grundlage für die Produktentwicklung zu schaffen, ist es notwendig die **Stimme des Kunden (Voice of Customer, VOC)** zu verstehen.

Die **Kundenwünsche** zu erfassen bedeutet, die Bedürfnisse der Kunden zu verstehen.



Ein Beispiel

Situation	Bedürfnis	Kundenanforderung / Erfüllung des Bedürfnisses
Es ist heiß und die Sommersonne scheint am wolkenlosen Himmel	Ich möchte im Auto nicht schwitzen	Ich brauche eine Klimaanlage im Auto.

Tabelle 2: Beispiel Voice of Customer

Um einen **Kaufanreiz** zu erreichen, muss das Produkt oder die Dienstleistung auf diese Kundenwünsche abgestimmt sein. Aufgrund der Vielzahl an Kunden und Bedürfnissen ist dies jedoch nicht immer einfach. Häufig werden daher eine Vielzahl an Funktionen bzw. Funktionsvarianten in ein Produkt integriert. Dabei ist jedoch die Verhältnismäßigkeit im Blick zu behalten, da die Gefahr ein Produkt mit Funktionen zu überfrachten nicht unterschätzt werden darf.

Werden die Kundenwünsche mit dem Kauf eines Produktes befriedigt und die Erwartungshaltung bestätigt, entsteht **Kundenzufriedenheit**. Diese ist wiederum ein wichtiger Aspekt für weitere Kaufentscheidungen des Kunden und somit für den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens.

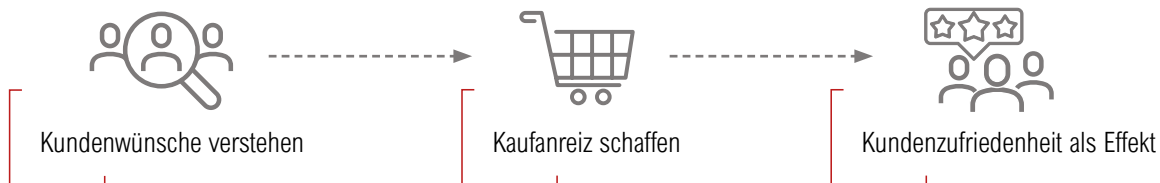


Abbildung 3: Vom Kundenwunsch zur Kundenzufriedenheit

Um die **Kundenanforderungen** zu betrachten, können verschiedene Blickwinkel eingenommen werden:

- Aus **technischer Sicht**
 - > Meistens physikalische Leistungsmerkmale
 - > Bspw. Leistung des Fahrzeugs (kW/ PS), Helligkeit einer LED (Lumen), Leistung einer Stereoanlage (Watt), etc.
- Aus **funktionaler Sicht**
 - > „Problemlöser“
 - > Meistens Funktionen ohne spezifizierte Leistungsmerkmale, häufig eine Zusammenfassung technischer Anforderungen
 - > Bspw. der Trockner besitzt eine Knitterschutzfunktion, das Auto besitzt eine Einparkhilfe, etc.
- Aus **situativer oder erlebnisbezogener Sicht**
 - > Verbindung zwischen Produkt und Erlebnis = Nutzen eines Produktes
 - > Allgemein und häufig emotional
 - > Bspw. das Fahren mit dem Auto soll das Gefühl von Sportlichkeit vermitteln, das Smartphone soll mich auf meiner Reise unterstützen, das Medikament soll gegen die Beschwerden helfen, ...

Die oben genannten Sichtweisen bilden verschiedene Abstraktionsebenen ab und bauen aufeinander auf:

Zur Ermittlung der Kundenanforderungen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, die abhängig von der unternehmensindividuellen Situation und Zielsetzung eingesetzt werden können.

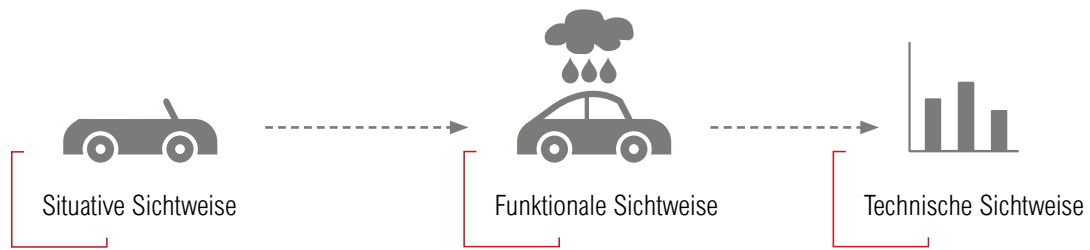


Abbildung 4: Betrachtungsmöglichkeiten der Kundenanforderungen

■ Interview

Eine Person (Interviewer) befragt eine Person (interviewte Person).

Pro: Individuelle Informationen

Kontra: Höhere Kosten und geringere Repräsentanz der Stichprobe

Geeignet für folgende Sichtweisen: technisch, funktional und situativ
Geringe Anzahl an Personen

■ Umfrage

Basiert auf einem Fragebogen.

Pro: Große Stichprobe, d.h. Informationen von vielen Kunden und Möglichkeit der Anonymität

Kontra: Risiko der geringen Rücklaufquote.

Geeignet für folgende Sichtweisen: technisch, bedingt für funktional
Große Anzahl an Personen

■ Fokusgruppe

Diskussion mit homogenen Teilnehmerkreis. Gezielte Fragestellungen. Nutzung von Kreativtechniken.

Pro: Schwerpunktbildung

Kontra: Auswertung gilt nur für Fokusgruppen

Geeignet für folgende Sichtweisen: funktional, bedingt für situativ
Teilnehmerkreis 6-10 Personen

■ Lead-User Befragung

Einbindung ausgewählter Kunden/Nutzer. Bedürfnisse des Lead – Users werden als stellvertretend für den Markt angesehen. Dabei handelt es sich bei Lead-User um Personen die dem Markt voraus sind (Bedürfnisse der Zukunft).

Pro: Zukünftige Anforderungen/ Produkte

Kontra: Keine aktuellen Anforderungen/ Produkte

Geeignet für folgende Sichtweisen: funktional, situativ, bedingt technisch
Einzelne Kunden/ Nutzer

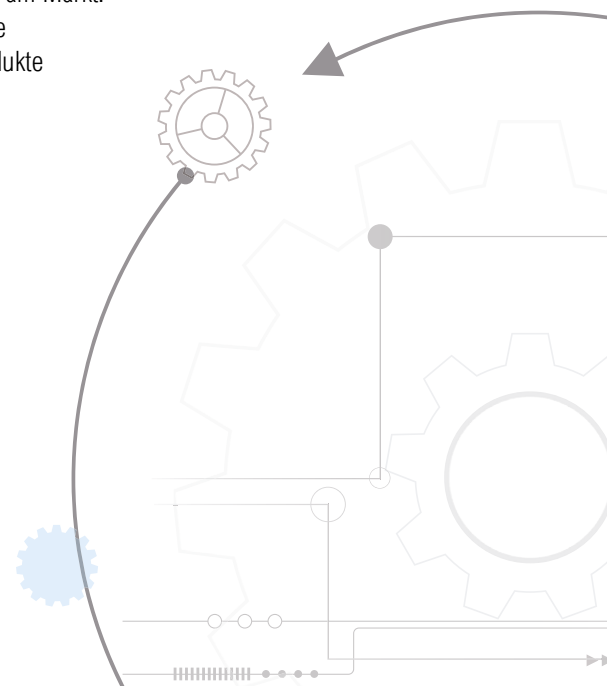
■ Produkt-/ Marktanalyse

Analyse der Wettbewerbsprodukte, Marktposition und Akzeptanz eines Produktes am Markt.

Pro: Beobachtung bestehender Anforderungen/ Produkte

Kontra: Keine Informationen zu neuen Anforderungen/ Produkte

Geeignet für folgende Sichtweisen: technisch, funktional



2.1.3 Die Kundenanforderungen einordnen

Nachdem die Kundenanforderungen erkannt wurden, ist es wichtig, diese zu priorisieren. Dazu wird in diesem Kapitel das Kano – Modell vorgestellt, das zur Beurteilung der Kundenanforderungen hinsichtlich des Einflusses auf den Produkterfolg herangezogen werden kann.

Das Kano – Modell

Der Grundgedanke des Kano – Modells, benannt nach seinem japanischen Erfinder Professor Noriaki Kano, ist die Priorisierung der Produkthanforderungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit.

Die Beurteilung mittels Befragung der Kunden/Kundengruppen führt zu der Zuordnung der Produkthanforderungen in folgende Kategorien:

Gruppe I Faktoren	Basisfaktoren	Sind nur bei Nichterfüllung relevant und führen in diesem Fall zu Unzufriedenheit beim Kunden. Die Erfüllung führt hingegen nicht zu mehr Zufriedenheit.
	Leistungsfaktoren	Eindimensionale Faktoren. Steigern/Senken die Kundenzufriedenheit direkt durch ihre Ausprägung. Sie werden vom Kunden bewusst wahrgenommen und stehen im direkten Wettbewerb mit Konkurrenzprodukten.
	Begeisterungsfaktoren	Werden vom Kunden nicht erwartet und steigern die Kundenzufriedenheit , wenn sie vorhanden sind. Häufig Alleinstellungsmerkmale oder Mehrwert gegenüber Konkurrenzprodukten.
Gruppe II Faktoren	Indifferente Faktoren	Keine signifikante Ausprägung bzgl. der Kundenzufriedenheit. Eine Zuordnung ist nicht möglich.
	Rückweisungsfaktoren	Senken die Kundenzufriedenheit oder rufen Enttäuschung hervor.
	Fragwürdige Faktoren	Keine eindeutige Beurteilung in der Befragung.

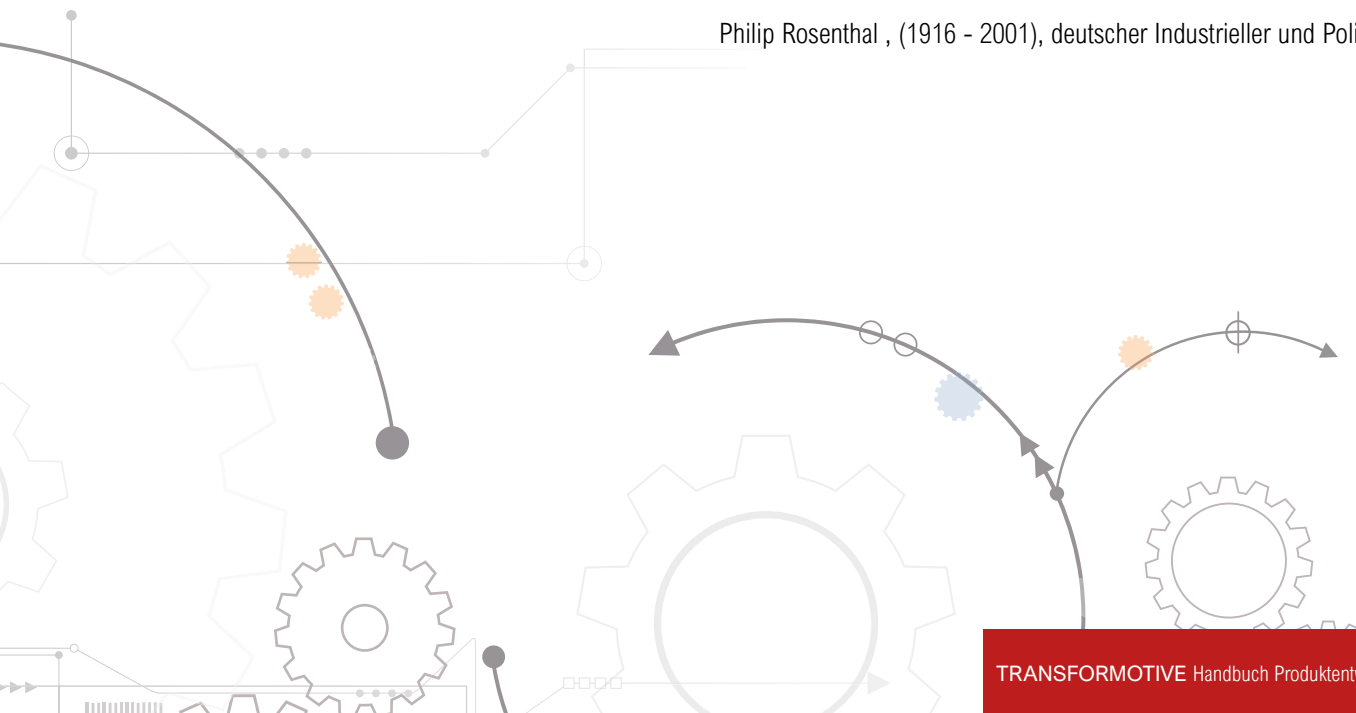
Tabelle 3: Kategorien der Produkthanforderungen im Kano-Modell

Mit der Zeit verändert sich, bedingt durch den Gewöhnungseffekt bei den Kunden und durch die fortschreitende technologische Entwicklung, die Einordnung der Faktoren. Begeisterungsfaktoren werden nach einiger Zeit zu Leistungsfaktoren und Leistungsfaktoren werden wiederum zu Basisfaktoren.

Ganz im Sinne eines Zitates von Philip Rosenthal:

■ ■ Wer aufhört, besser zu werden, hat aufgehört, gut zu sein.

Philip Rosenthal , (1916 - 2001), deutscher Industrieller und Politiker



Dieser Zusammenhang des Kano – Modells und seiner Faktoren kann übersichtlich in einer Quadranten-Grafik dargestellt werden. Dabei werden zwei Aspekte mit jeweils zwei Ausprägungsrichtungen betrachtet:

- die Zufriedenheit des Kunden (Begeisterung / Enttäuschung)
- der Erfüllungsgrad der Erwartungen (übertroffen / nicht erfüllt)

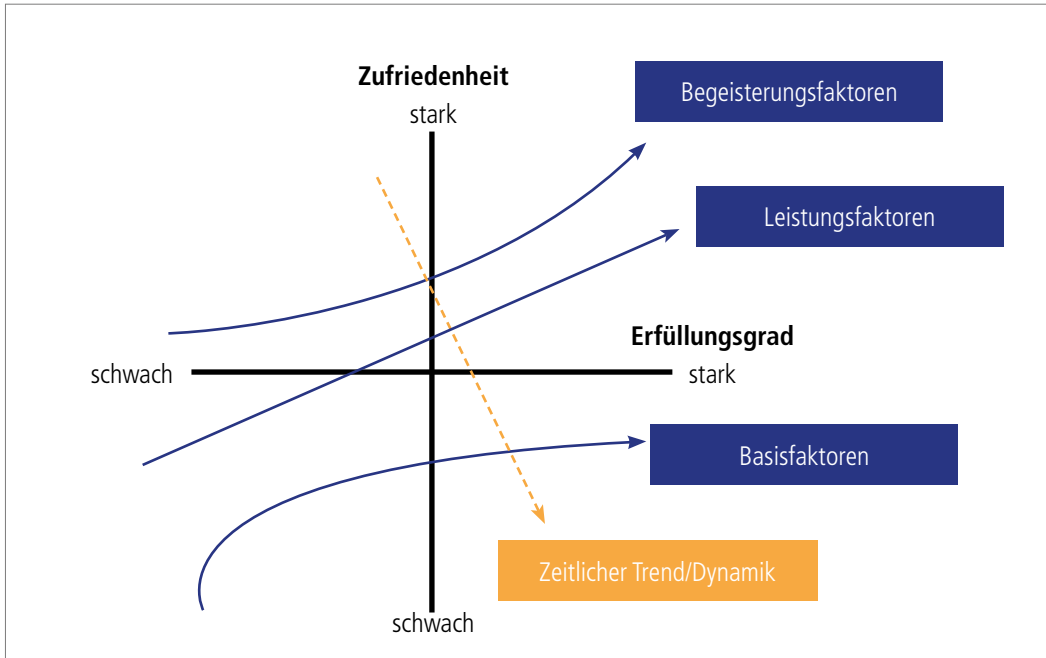


Abbildung 5: Die Kategorien des Kano-Modells in der Quadranten-Grafik

Die Fragebögen im Kano – Modell setzen sich aus funktionalen und dysfunktionalen (d.h. gegenläufig formulierte) Fragen zusammen, die jeweils in der Kombination eine zweifache Bewertung der Kundenanforderung ermöglichen.

Die Auswahlmöglichkeiten werden dabei von dem Modell vorgegeben und im Anschluss an die Befragung mehrerer Kunden in einer Beurteilungsmatrix zusammengeführt.



Ein Beispiel

Funktionale Frage	Dysfunktionale Frage
Wenn Ihr PKW über eine ECO – Taste verfügt, wie würden Sie dies beurteilen?	Wenn Ihr PKW über <i>keine</i> ECO – Taste verfügt, wie würden Sie dies beurteilen?
<input type="radio"/> Das begeistert mich. <input checked="" type="radio"/> Das setze ich voraus. <input type="radio"/> Das ist mir egal. <input type="radio"/> Das nehme ich hin. <input type="radio"/> Das würde mich sehr stören.	<input type="radio"/> Das begeistert mich. <input type="radio"/> Das setze ich voraus. <input type="radio"/> Das ist mir egal. <input type="radio"/> Das nehme ich hin. <input checked="" type="radio"/> Das würde mich sehr stören.

Tabelle 4: Die Fragetechnik im KANO-Modell

Das Ergebnis wird für jedes Fragenpaar in die Beurteilungsmatrix übertragen.

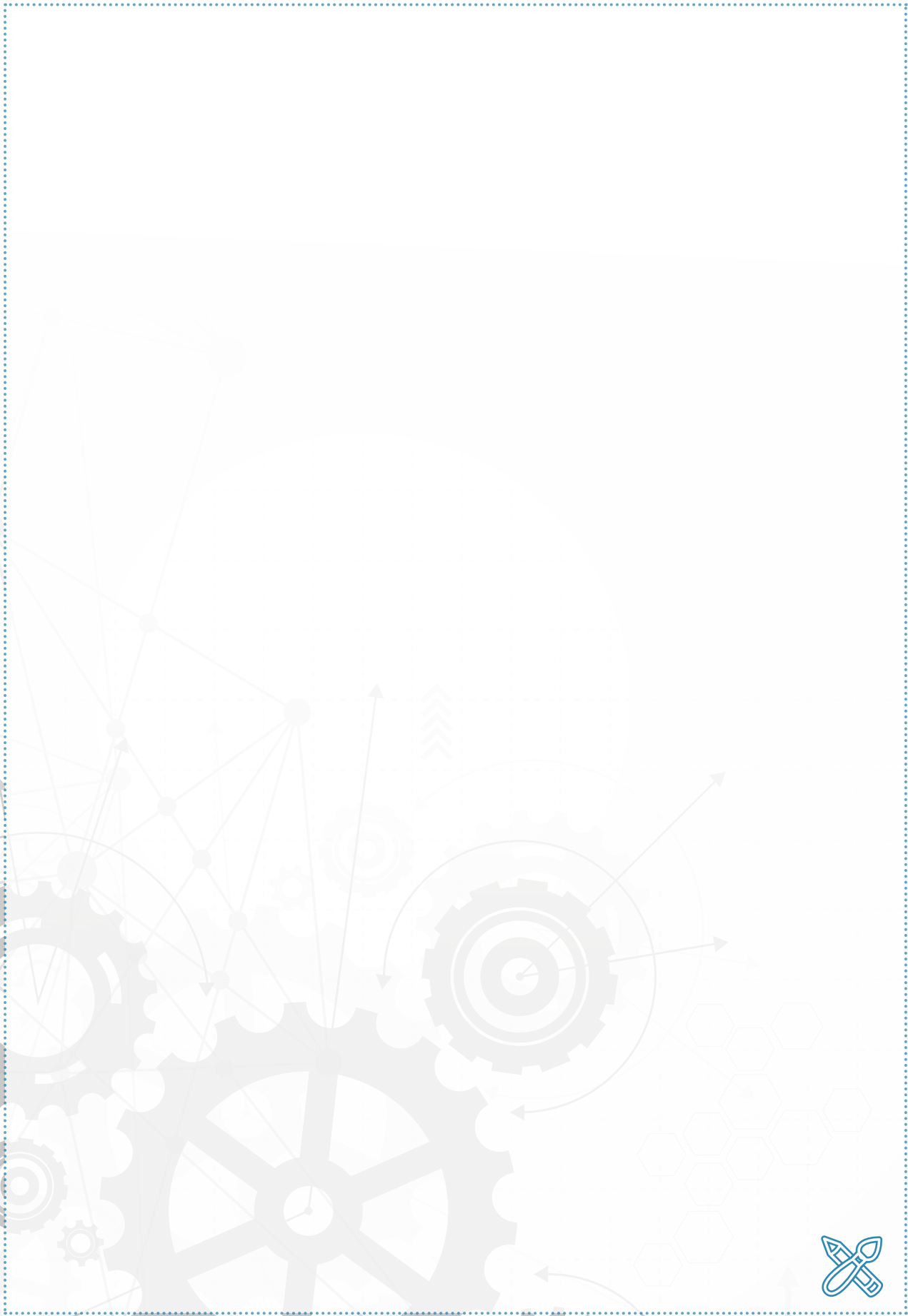
		Dysfunktionale Frage				
		Das begeistert mich.	Das setze ich voraus.	Das ist mir egal.	Das nehme ich hin.	Das würde mich sehr stören.
Kunden-/ Produktanforderung						
Funktionale Frage	Das begeistert mich.					▼
	Das setze ich voraus.					▶ ECO-Taste
	Das ist mir egal.					
	Das nehme ich hin.					
	Das würde mich sehr stören.					
Einordnung						
Begeisterungsfaktor		Leistungsfaktor	Basisfaktor	Indifferenten Faktor	Rückweisungsfaktor	fragwürdiger Faktor
← Priorisierung →				!	?	
Zusätzliche Kaufanreize / USP		Mehrwert gegenüber dem Wettbewerb	obligatorisch	Weitere Prüfung notwendig zur Einordnung	Werden vermieden/Kundengruppenspezifisch (Varianten)	Vermutlich Missverständnis bei der Beurteilung

Tabelle 5: Die Beurteilungsmatrix nach dem KANO-Modell

Aufgrund der standardisierten Fragen und Antworten bietet es sich beim KANO-Modell an, die Daten **mittels Fragebogen** oder alternativ (bei kleinen Stichproben) als **strukturiertes Interview** zu erheben. Bei der Zusammenfassung der Ergebnisse wird es sehr wahrscheinlich zu heterogenen Ergebnissen kommen. Diese müssen anschließend objektiv eingestuft und somit nutzbar gemacht werden.

Bei homogenen Ergebnissen kann der **Modalwert**, d.h. der am häufigsten vorkommende Wert, bestimmt werden. Sobald sich mehrere Modalwerte ergeben oder die Verteilung der Ergebnisse zu heterogen ist, reicht dieses Verfahren nicht mehr aus. In diesem Fall muss auf komplexere statistische Verfahren zur Analyse, wie beispielsweise dem **Fong-Test** oder der Ermittlung der **Kategorie- und Gesamtstärke**, zurückgegriffen werden. Eine Auswahl von Literaturhinweisen zum Nachlesen befindet sich am Ende des Handbuchs.

Für die abschließende Einstufung gilt es zudem die **Produktplatzierung** und **strategische Ausrichtung** zu berücksichtigen.



2.1.4 Vom „Was“ zum „Wie“ – Die Qualitätsmerkmale

Die Übersetzung der Kundenanforderungen in die Qualitätsmerkmale bildet den **Schritt in die nächste Detaillierungsstufe** ab. Vom „Was“ – den Anforderungen – zum „Wie“ – den Qualitätsmerkmalen.

Diese Transformation von „Was“ zum „Wie“ wird in den folgenden Kapiteln sowie in den einzelnen Phasen des Entwicklungsprozesses noch mehrfach wiederholt werden und der Detaillierungsgrad somit auf dem Weg zum neuen Produkt stetig zunehmen:

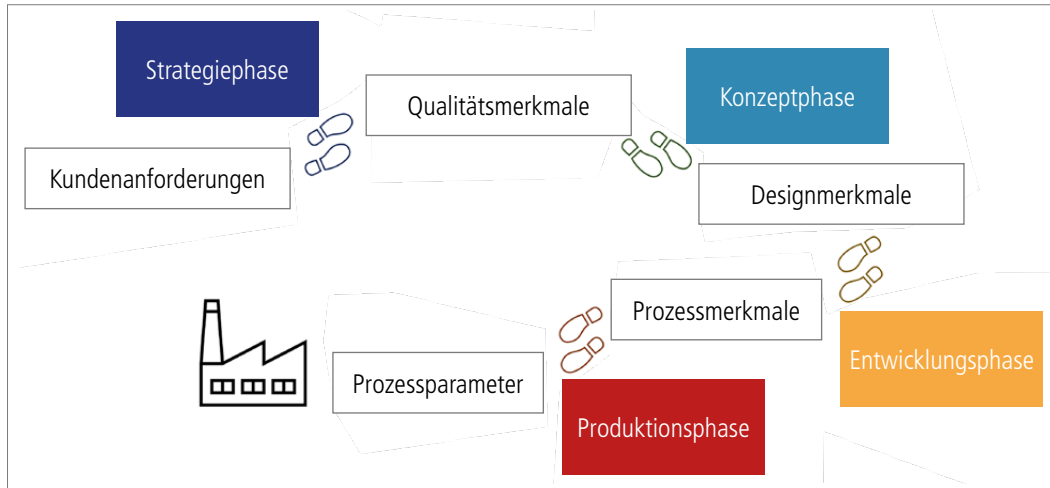


Abbildung 6: Die Detaillierungsstufen in der Produktentwicklung

Als Struktur für den Schritt vom „Was“ zum „Wie“ dient ein Quality-Function-Deployment-Haus, kurz QFD – Haus:

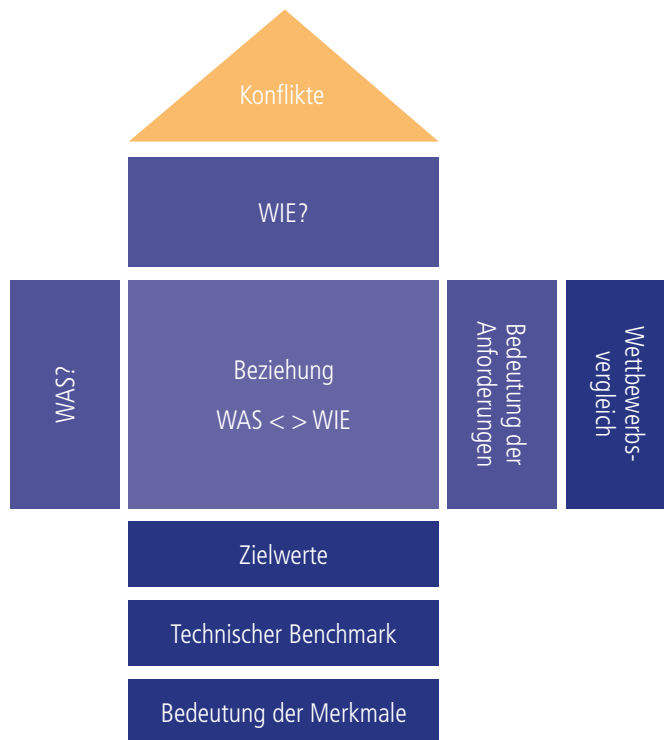


Abbildung 7: Das QFD – Haus

WAS?

Der **Raum „Was?“** des QFD – Hauses beinhaltet die Anforderungen, die in den vorgelagerten Arbeitsschritten erkannt wurden.

Bedeutung der Anforderungen

Im Raum „Bedeutung der Anforderungen“ finden die Ergebnisse der KANO – bzw. ergänzender Analysen Platz. Dabei werden die Faktoren entsprechend der Ergebnisse und der geplanten Produktplatzierung in eine Skala von 1 (geringe Bedeutung) – 10 (hohe Bedeutung) eingeordnet. Für die Basisfaktoren sollte dabei eine geringe bis mittlere Bedeutung diskutiert werden.

WIE?

Im dritten und zentralen Schritt des QFD - Hauses wird der **Raum „Wie?“** bearbeitet. Hierbei wird festgelegt, wie die Kundenanforderungen erfüllt werden sollen. Dabei muss u.a. neben der strategischen Ausrichtung des Unternehmens auch die Produktplatzierung berücksichtigt werden. Im Gegensatz hierzu bleiben die technische Realisierbarkeit und weitere wirtschaftliche / zeitliche Rahmenbedingungen zunächst unberücksichtigt. Dieser Schritt ist besonders wichtig, da im Folgenden alle weiteren Detaillierungen von diesen Merkmalen abgeleitet werden – sie sind somit ein Stellhebel für den Produkterfolg und müssen in physikalischen Einheiten beschreibbar sein. In diesem Zusammenhang wird die Redundanzfreiheit der Qualitätsmerkmale empfohlen, d.h. dass Mehrfachnennungen so weit wie möglich vermieden werden sollten.

Konflikte

Der **Raum „Konflikte“** bildet das Dach des QFD – Hauses. Dabei wird zunächst die Optimierungsrichtung der einzelnen Merkmale festgelegt.

- Positiv = größer ist besser (z.B. Akkulaufzeit)
- Negativ = kleiner ist besser (z.B. Kraftstoffverbrauch)
- Neutral = Festgelegter Wert (z.B. Kohlensäuregehalt von Mineralwasser)

Im Anschluss werden mögliche Konflikte bzw. Verstärkungen zwischen den Merkmalen betrachtet und in einer Dreiecksmatrix dargestellt.

- Starker Konflikt = -- (z.B. Kraftstoffverbrauch / Leistung)
- Leichter Konflikt = - (z.B. Kraftstoffverbrauch / Klimatisierung)
- Kein Konflikt = 0 (z.B. Lichtwert der Scheinwerfer / Leistung)
- Leicht verstärkend = + (z.B. Drehmoment / Hubraum)
- Stark verstärkend = ++ (z.B. Leistung / Beschleunigungswert)

			Merkmal 1
			Merkmal 2
	++	0	Merkmal ...
Merkmal 1	Merkmal 2	Merkmal ...	

Tabelle 6: Darstellung der Konflikte im QFD-Haus

Beziehung
WAS < > WIE

Im **Raum „Beziehung“** wird mittels Konsensentscheid anhand einer nichtlinearen Skalierung die Beziehung von Kundenanforderung und Qualitätsmerkmal festgelegt.

- Starke Beziehung = 9 Punkte
- Mittlere Beziehung = 3 Punkte
- Schwache Beziehung = 1 Punkt
- Keine Beziehung = 0 Punkte / freibleibend

Bedeutung der Merkmale

Der **Raum „Bedeutung der Merkmale“** ergibt sich rechnerisch aus dem Raum Beziehungen und dem Raum Bedeutung der Anforderungen.

Je höher die Bedeutung der Merkmale, desto wichtiger für den Kunden.



Ein Beispiel

	Merkmal 1	Merkmal 2	Merkmal ...
Anforderung 1	3	1	3
Anforderung 2		9	7
Bedeutung / Merkmal	9	66	75
Bedeutung / Merkmal	12 %	88 %	100 %

Tabelle 7: Darstellung der Bedeutung der Merkmale im QFD-Haus

Bedeutung Merkmal 1: $3 \cdot 3 = 9$

Bedeutung Merkmal 2: $1 \cdot 3 + 9 \cdot 7 = 66$

Normierte Bedeutung: $9/75 = 0,12 \rightarrow 12\%$

Normierte Bedeutung: $66/75 = 0,88 \rightarrow 88\%$

Zielwerte

Der **Raum „Zielwerte“** wird anschließend mit den (messbaren!) Werten für die Merkmale befüllt, die nötig sind, um mit Blick auf die strategische Produktausrichtung die Kundenwünsche zu erfüllen. Die technische Machbarkeit wird noch nicht betrachtet. Mögliche Probleme diesbezüglich werden später im Prozess im Anschluss an die Risikobetrachtung aufgelöst.

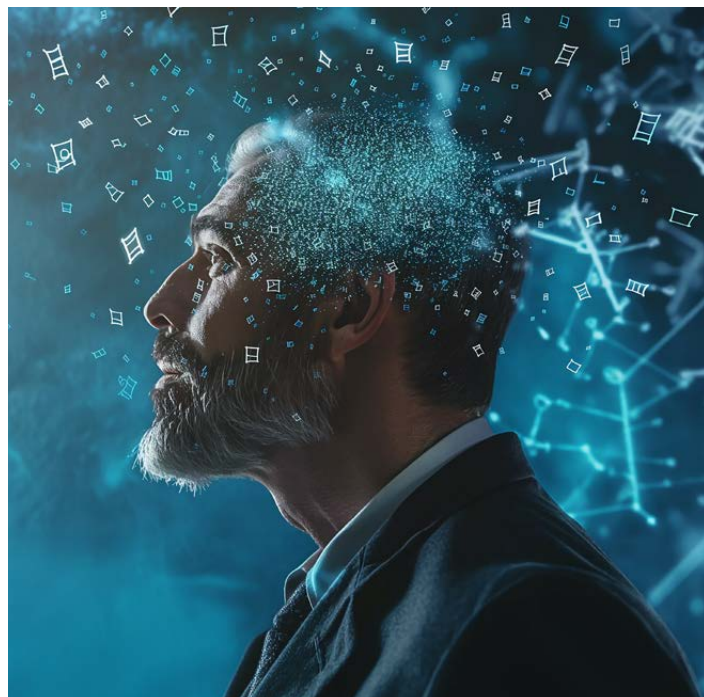
Die abschließenden Räume „Wettbewerbsvergleich“ und „technischer Benchmark“ bilden zusammen die Benchmark – Analyse.

Wettbewerbsvergleich

Der **Wettbewerbsvergleich** wird i.d.R. in einem Verlaufdiagramm oder einer Tabellenform dargestellt und veranschaulicht die Produktpositionierung im Verhältnis zum Wettbewerb. Die Beurteilung erfolgt aus Sicht des Kunden und wird auf einer Skala von 1 (nicht erfüllt) bis 5 (Klassenbester) eingeordnet. Eine weitere Möglichkeit den Vergleich durchzuführen und gleichzeitig die notwendige Weiterentwicklung abzuleiten ist das Heranziehen eines bestehenden Vorgängerproduktes für die Analyse.

Technischer Benchmark

Die im Raum „Zielwerte“ festgelegten Werte können direkt in Tabellenform mit dem Wettbewerb verglichen werden. Daraus kann unmittelbar eine Produktpositionierung auf technischem Niveau erfolgen.



2.1.5 Risiken erkennen und Lösungen finden

Nach der erfolgten Transformation der Kundenanforderungen in die Qualitätsanforderungen ist eine Risikobetrachtung der bisherigen Ergebnisse wichtig. Diese hilft dabei, Probleme zu erkennen und über strukturierte Ansätze zu lösen. Das Ziel ist es, eine Verschleppung des Risikos in nachfolgende Phasen des Entwicklungsprozesses zu vermeiden.

Dazu werden neben der Systemanalyse, die Fehlerbaumanalyse sowie die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) vorgestellt. Diese Methodiken zielen darauf, potenzielle Risiken zu erkennen.

Die Systemanalyse

Die Systemanalyse teilt sich in zwei Ebenen mit dem Ziel, die im System enthaltenen Schnittstellen und den Entwicklungsumfang zu ermitteln. Mit diesen Informationen bildet die Systemanalyse die Grundlage für weitere Risikoanalysen.

Ebene 1	Strukturanalyse	Methodik:	Strukturbaum
Ebene 2	Funktionsanalyse	Methodik:	Matrix zum Zusammenhang von Baugruppen und Funktionen

Für die **Strukturanalyse** wird das System in seine Systemelemente zerlegt und als Baumstruktur dargestellt. Für den **Strukturbaum** gelten folgende Regeln:

- Die Baumstruktur umfasst alle Bestandteile, die zur Aufgabenerfüllung notwendig sind
 - Systemelemente dürfen in der Struktur nur einmal vorkommen
 - Alle Systemelemente müssen einen Bezug zu den Anforderungen/Qualitätsfunktionen besitzen
 - Schnittstellen zwischen Systemelementen und -grenzen werden dargestellt
- Zusätzlich:
- Je nach Anwendungsfall ist eine Baugruppen- (z.B. mechanische Elemente), Funktionsgruppen- (z.B. elektrische Elemente) oder Prozessorientierung (z.B. Produktionsabläufe) vorzusehen
 - Alle Qualitätsfunktionen aus dem QFD – Haus müssen einem Systemelement zuordenbar sein. Ist dies nicht möglich, ist die Systemgrenze zu eng gefasst. Systemelemente ohne Zuordnung zu einer Qualitätsfunktion können ggfs. aus dem System entfernt werden.



Ein Beispiel

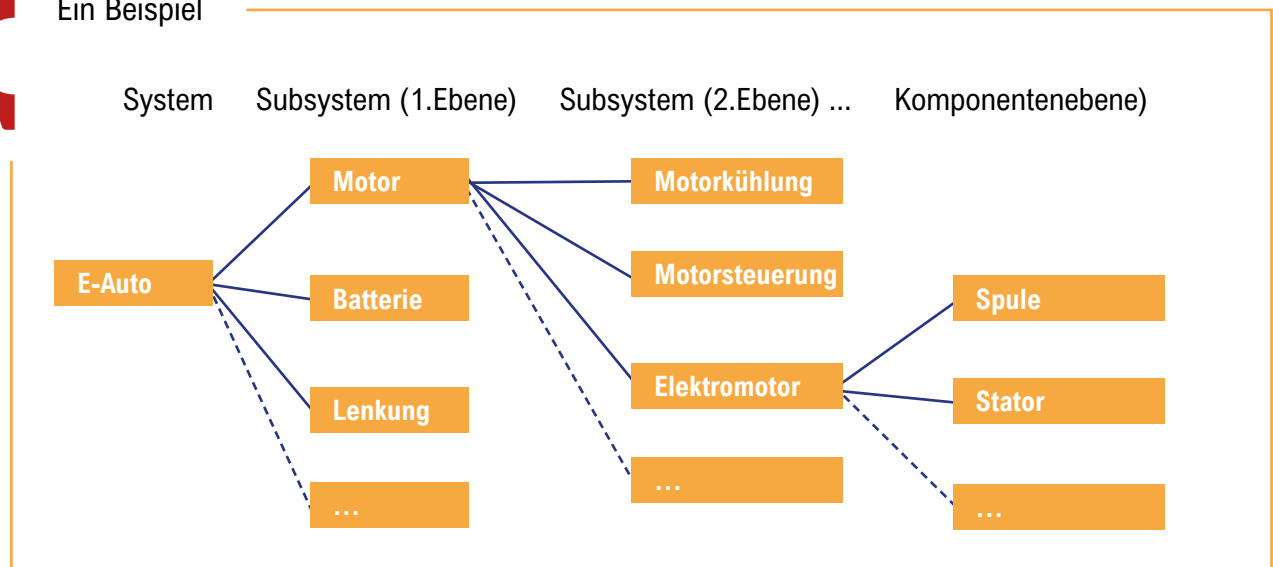


Abbildung 8: Die Systemanalyse anhand des Beispiels eines E-Autos

Im Anschluss an die **Strukturanalyse (Ebene 1)** folgt die **Funktionsanalyse (Ebene 2)**. Hierfür werden die Funktionen und die Baugruppen in einer Matrix zusammengeführt und die jeweiligen Zusammenhänge bewertet. Dabei sollte jede (Teil-)Baugruppe so viele Funktionen wie möglich erfüllen und nicht ohne Funktionszusammenhang sein.

		Baugruppe 1			Baugruppe ...
		Baugruppe 1.1	Baugruppe 1.2	Baugruppe ...	
Hauptfunktion 1	Teilfunktion 1.1	1	0	2	...
	Teilfunktion 1.2	0	0	1	...
	Teilfunktion ...	1	2	1	...
Hauptfunktion ...	Teilfunktion

Tabelle 8: Darstellung der Funktionsanalyse

Kein Zusammenhang = (0)
 Geringe Funktionserfüllung durch die Baugruppe (z.B. Wechselwirkung) = (1)
 Starke Funktionserfüllung durch die Baugruppe (Hauptwirkung) = (2)

Die FMEA

Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA: Failure Mode and Effects Analysis) hat bereits im Jahr 1976 ihren Weg aus der Luft- und Raumfahrt bzw. dem Militär in die Automobilindustrie gefunden. Die FMEA hat dabei zum Ziel das Fehlerrisiko so früh wie möglich zu erkennen und entsprechend zu reduzieren. Zu beachten ist, dass die FMEA keine Wechselwirkungen und Kombinationen aufzeigen kann. Sollte eine Betrachtung der Wechselwirkungen notwendig sein, bietet sich eine Fehlerbaumanalyse an – siehe hierzu die Literaturempfehlung im Anhang.

Teilnehmer an einer FMEA sollte grundsätzlich jeder sein, der etwas zur Fehleranalyse beitragen kann. Hierzu zählen unter anderem Mitarbeiter aus der Konstruktion, der Prozessplanung, der Qualität, der Entwicklung, dem Versuchsteam und dem Marketing. Um eine effektive Arbeit sicherzustellen, sollte das Team dabei **nicht mehr als 8 Mitarbeiter** umfassen. Die Moderation wird von einem unabhängigen Moderator übernommen.

Benötigte Informationen müssen in der Vorbereitung gesammelt und zur FMEA bereitgestellt werden. Dazu gehören neben der Systemanalyse auch Erkenntnisse zu vergleichbaren Produkten und jede weitere Information zu dem neuen Produkt.

Der **Zeitbedarf** für eine FMEA darf nicht unterschätzt werden und umfasst in der Regel mehrere Meetings. Viel hängt dabei von dem Moderator ab, der nicht nur die Einhaltung der Methodik überwachen, sondern auch bei längeren Sitzungen die Konzentration der Teammitglieder fördern muss.

Für die Durchführung der FMEA wird in der Regel eine Software herangezogen, falls diese nicht vorhanden ist, sollte eine entsprechende Tabelle erstellt werden.

Es werden zwei Gruppen von FMEA unterschieden – der Unterschied liegt hierbei in dem jeweiligen Fokus der Risikountersuchung:

1. Mit Prozessbezug

- Prozess-FMEA (P-FMEA)
Risikountersuchung auf Prozessebene

2. Mit Produktbezug

- System-FMEA (S-FMEA)
Risikountersuchung des Gesamtkonzepts / Systems
- Design-FMEA (D-FMEA)
Risikountersuchung der Elemente, Baugruppen und Teile

In dieser Phase der Produktentwicklung kommt die **System-FMEA** zum Einsatz und umfasst folgenden Schritte in der Vorgehensweise:



Abbildung 9: Die Phasen einer System-FMEA

Die Systemanalyse ist die Grundlage für eine FMEA und wurde bereits beschrieben. Die dort beschriebenen Funktionen werden in der System-FMEA zum Befüllen eines Formblattes und zur Fehleranalyse verwendet. Dieses Formblatt erleichtert im Anschluss die Analyse der (Teil-)Funktionen auf den Effekt folgender Zustände:

- Keine Funktion
- Übermäßige/teilweise/verschlechterte Funktion
- Zeitweise aussetzende Funktion
- Unvorhersehbare Funktion

Jedes potenzielle Fehlerbild bzw. jede Fehlerart entspricht im Formblatt einer Zeile und wird somit gesondert auf Fehlerfolge sowie -ursache untersucht.



Ein Beispiel

Fehleranalyse					
Systemelement	Komponente	Funktion	Fehlerart	Fehlerfolge	Fehlerursache
Elektromotor	Spule	Teilfunktion 1.1	Keine Funktion
Elektromotor	Spule	Teilfunktion 1.2	Übermäßige Funktion
Elektromotor	Spule	...			

Tabelle 9: Beispiel eines Formblattes für die Fehleranalyse einer FMEA – Teil 1

Je höher die RPZ, desto größer das Risiko des Versagens

Für jedes Fehlerbild wird anschließend auf Grundlage des IST-Zustandes die Risikountersuchung durchgeführt. Die dabei für jeden Fehler berechnete **Risikoprioritätszahl (RPZ)** setzt sich aus drei Kategorien zusammen:

$$\text{RPZ} = \text{Bedeutung} \times \text{Auftrittswahrscheinlichkeit} \times \text{Entdeckungswahrscheinlichkeit}$$

A large rectangular area with a dotted blue border, intended for taking notes. The background of the page features a faint, light gray illustration of interlocking gears, a network of nodes and lines, and a grid pattern.



Damit die Bewertung gleichbleibend, einheitlich und nachvollziehbar ist, muss eine Bewertungsbasis mit einer Skala von 1 (geringes Risiko) bis 10 (höchstes Risiko) für jede der drei Kategorien festgelegt werden.

Die Tabelle aus der Fehleranalyse wird entsprechend fortgesetzt:

Bedeutung	IST Zustand				RPZ
	Aktuelle Vermeidungsmaßnahmen	Auftretenswahrscheinlichkeit	Aktuelle Entdeckungsmaßnahmen	Entdeckungswahrscheinlichkeit	
...

Tabelle 10: Beispiel eines Formblattes für die Fehleranalyse einer FEMA - Teil 2



Beispiel zu ...

... den Risikoklassen des FMEA-Kriteriums „Bedeutung“

Skala	Definition	Einstufung
10	Prozess: Kann Mitarbeiter oder Anlagen gefährden Produkt: Beeinflusst sicheren Umgang mit dem Produkt / Führt zu Nichteinhalten von gesetzlichen Vorschriften	Gefährlich, ohne Vorwarnung
9	Prozess: Kann Mitarbeiter oder Anlagen gefährden Produkt: Beeinflusst sicheren Umgang mit dem Produkt / Führt zu Nichteinhalten von gesetzlichen Vorschriften	Gefährlich, mit Vorwarnung
...
6	Prozess: Unterbrechung des Produktionsbetriebs, Nicht alle Teile werden nachgearbeitet Produkt: Führt zu Unannehmlichkeiten für den Kunden, das Produkt ist aber im Wesentlichen funktionstüchtig	Mittlerer Schweregrad
...
1	Prozess: Keine Auswirkungen Produkt: Keine Auswirkungen	Unbedeutender Schweregrad

Tabelle 11: Auszug aus den Risikoklassen des FMEA-Kriteriums „Bedeutung“

... den Risikoklassen des FMEA-Kriteriums „Auftrittswahrscheinlichkeit“

Skala	Definition	Einstufung
10	Das Auftreten des Fehlers im größeren Umfang ist fast sicher. → Mehr als 5% (50.000ppm)	Hohe Wahrscheinlichkeit
...
6	Das Auftreten des Fehlers im nicht wesentlichen Umfang ist mit früheren Fertigungsprozessen vergleichbar. → Weniger als 0,5 % (5.000ppm)	Geringe Wahrscheinlichkeit
...
1	Das Auftreten des Fehlers ist unwahrscheinlich → Weniger als 0,0001% (1ppm)	Unwahrscheinlich

Tabelle 12: Auszug aus den Risikoklassen des FMEA-Kriteriums „Auftrittswahrscheinlichkeit“



Beispiel zu ...

... den Risikoklassen des FMEA-Kriteriums „Entdeckungswahrscheinlichkeit“

Skala	Definition	Einstufung
10	Fehler tritt während der Lebensdauer des Produktes auf und kann in der Produktion nicht erkannt bzw. nicht geprüft werden.	Unmöglich
...
6	Aktuelle Prüfungen entdecken den Fehler nur mit geringer Wahrscheinlichkeit. Eine 100% Prüfung eines messbaren Merkmals ist zum Entdecken notwendig.	Gering
...
1	Funktioneller Fehler > der nachfolgende Arbeitsgang kann nicht durchgeführt werden	Sehr hoch

Tabelle 13: Auszug aus den Risikoklassen des FEMA-Kriteriums „Entdeckenswahrscheinlichkeit“

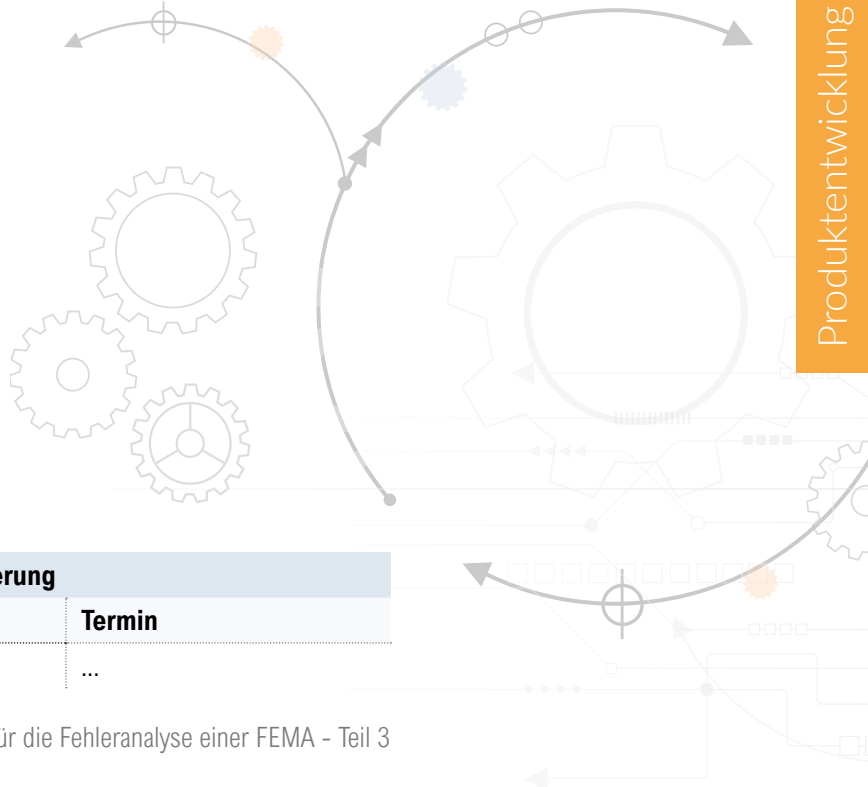
Nachdem die RPZ berechnet wurde und die relevanten Fehlermöglichkeiten – hierbei hilft es einen Schwellenwert für die RPZ festzulegen - identifiziert wurden, können entsprechende **Maßnahmen** abgeleitet werden.

Machen Sie mit!



transformotive.de

Hierbei helfen die Kreativmethoden zur Lösungs- und Ideenfindung, die im TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Kreativmethoden“ beschrieben sind.



Dazu wird die Tabelle erneut erweitert:

Maßnahmen / Optimierung		
Abstellmaßnahmen	Verantwortlicher	Termin
...

Tabelle 14: Beispiel eines Formblattes für die Fehleranalyse einer FEMA - Teil 3

Inwiefern die abgeleiteten Maßnahmen zu einer Verbesserung geführt haben, wird mittels einer erneuten Berechnung der RPZ für den optimierten Zustand überprüft.

Dazu wird die Tabelle erneut erweitert:

Umgesetzte Maßnahme	Bedeutung	Optimierter Zustand		
		Auftretenswahrscheinlichkeit	Entdeckungswahrscheinlichkeit	RPZ
...

Tabelle 15: Beispiel eines Formblattes für die Fehleranalyse einer FEMA - Teil 4

Die somit erarbeitete FMEA wird in den folgenden Phasen der Produkt- und Prozessentwicklung stets weitergeführt. Auf dem Weg zum ausgearbeiteten Konzept rückt die Design-FMEA und bei der späteren Betrachtung des Produktionsprozesses die Prozess-FMEA in den Mittelpunkt.

Ergänzend zu den im Handbuch aufgeführten Themenfeldern gibt es noch weitere mögliche Varianten, wie z.B. die:

- Überprüfung auf bekannte Risiken Für die Analyse können bereits vorhandene Produkte sowie Produktdaten herangezogen werden. Die hierbei erkannten Schwachstellen/Stärken von Produkten, die mit der neuen Produktentwicklung vergleichbar sind, können helfen diese im neuen Produkt auszubauen und zu vermeiden. Geeignete Methoden hierfür sind bspw. die Pareto – Analyse, Regelkarten und die Prozessfähigkeitsanalyse.
- Klärung ungelöster Beziehungen Hierfür kann die statistische Versuchsplanung (DOE, Design of Experiments) herangezogen werden. Voraussetzung ist jedoch die Durchführbarkeit von Versuchen sowie die Kenntnis über die Funktionen und Zielwerte der Produktentwicklung. Die DOE überprüft einen Ergebnisfaktor durch systematische Kombinationen von Versuchen auf Änderungen und kann somit feststellen, welche Einflussfaktoren mit welchen Einstellungen zu welchem Ergebnis führen. (Wechselwirkungen / Hebelwirkung)



Im **Anschluss an die Risikobetrachtung** bietet es sich an, die Arbeitsergebnisse seit Projektbeginn noch einmal mit den ermittelten Kundenwünschen abzugleichen, bevor der weitere Prozess auf den Ergebnissen aufbauen wird.

Die **Zusammenfassung der Arbeitsergebnisse** in einer DESIGN - Score Card umfasst neben den einzelnen Funktionen auch die Zielgrößen und Kennzahlen. Zudem bietet sie neben der Möglichkeit Bemerkungen einzufügen auch ein Feld an, um negative Effekte bei Nichterfüllen der Anforderung festzuhalten.

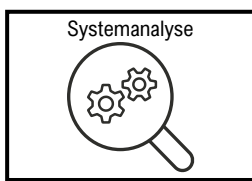
Die Zusammenfassung inklusive aller Zielgrößen ist somit eine **messbare Zielvorgabe** für die folgenden Schritte im Entwicklungsprozess.

2.2 Konzeptphase: Das Konzept mit der größten Erfolgchance auswählen

Basierend auf der erarbeiteten Strategie wird in diesem Schritt das Konzept mit den größten Erfolgchancen im Hinblick auf die Kundenanforderungen, Marktpositionierung und Zielerfüllung ausgewählt.

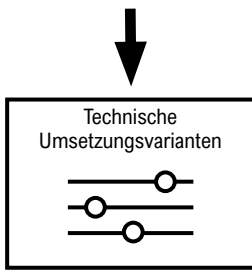
Um das Konzept mit den größten Erfolgchancen identifizieren zu können, muss im ersten Schritt eine Auswahl an Konzepten ermittelt werden, die für eine Umsetzung in Frage kommen. Diese Konzepte setzen sich wiederum aus einer Vielzahl an möglichen Lösungsalternativen zusammen, welche die in den vorherigen Abschnitten definierten Funktionen des zukünftigen Produktes sicherstellen sollen. Der Beginn des Kapitels ist der Generierung der Lösungsalternativen gewidmet.

2.2.1 Die Konzeptalternativen erarbeiten



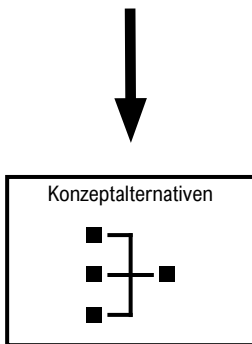
Für die Entwicklung von Konzeptalternativen ist ein umfassendes Verständnis und eine detaillierte Beschreibung des abzudeckenden Systems oder Funktionsbereichs unverzichtbar.

Sollte die **Systemanalyse** aus dem vorherigen Prozessschritt nicht umfassend genug sein, muss sie entsprechend erweitert werden. Wenn die Darstellung des Funktionsprinzips inkl. aller Haupt- und Subfunktionen sowie der Systemgrenzen und –größen vorliegt, kann mit der Erarbeitung **der technischen Umsetzungsvarianten** begonnen werden.



Technische Umsetzung und Lösungsalternativen

Für jede Subfunktion im betrachteten System sind mehrere mögliche technische Umsetzungen zu erarbeiten. Dabei kann zum einen auf bekannte Lösungsalternativen zurückgegriffen werden und zum anderen können mittels Kreativtechniken – siehe TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Kreativmethoden“ – neue Lösungsalternativen generiert werden. Eine Bewertung der Lösungsalternativen nach wirtschaftlichen Aspekten findet zu diesem Zeitpunkt noch nicht statt. Nachdem die Komplexität des Systems durch eine Zerlegung in Subfunktionen verringert wurde sowie die Generierung mehrerer Lösungsalternativen für jede Subfunktion abgeschlossen ist, werden diese Lösungsmöglichkeiten zu **Konzeptalternativen** zusammengesetzt. Hierfür bietet sich die Nutzung eines Morphologischen Kastens an.



Der Morphologische Kasten

Der morphologische Kasten erlangte durch den Astronomen und Physiker Fritz Zwicky Bekanntheit und eignet sich zur Identifizierung, Zuordnung und Kombination von Lösungsalternativen. Insbesondere die Gewährleistung einer vorurteilsfreien Darstellung der Lösungs- bzw. Konzeptalternativen und die Visualisierung der verschiedenen Lösungskombinationen sind für die vorliegende Aufgabenstellung von Vorteil.

Beim morphologischen Kasten handelt es sich um eine Matrix, die auf der einen Seite die **Anforderungen / Funktionen / Subfunktionen** abbildet und auf der anderen Seite die **Lösungsalternativen**:

	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	...
Funktion A	Lösung A.1	Lösung A.2	Lösung A.3		
Funktion B	Lösung B.1	Lösung B.2	Lösung B.3	Lösung B.4	...
Funktion C	Lösung C.1	Lösung C.2			
Funktion D	Lösung D.1	Lösung D.2	Lösung D.3	Lösung D.4	
...

Tabelle 16: Der Morphologische Kasten

Prüfen auf Lösungskonflikte

In den vorherigen Abschnitten des kreativen Prozesses stand die Generierung von möglichst vielen Lösungsalternativen im Vordergrund – nicht die Prüfung dieser. Daher ist es nach Erstellung der Matrix an der Zeit, die gefundenen Lösungen auf folgende Konflikte zu überprüfen:

1. Konflikte mit Anforderungen

Gibt es (Kunden-)Anforderungen, die der Umsetzung der Lösungsalternative stark erschweren oder dieser entgegenstehen?

2. Konflikte mit Rahmenbedingungen

Gibt es Rahmenbedingungen, zum Beispiel in der Produktdefinition oder dem Entwicklungsauftrag, die bei Umsetzung der Lösungsalternative nicht eingehalten werden?

Alternativen, die mit Anforderungen oder Rahmenbedingungen im Konflikt stehen, werden durch das Team, beispielsweise in einem gemeinsamen Workshop, identifiziert und gestrichen.

	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	...
Funktion A	Lösung A.1	Lösung A.2	Lösung A.3		
Funktion B	Lösung B.1	Lösung B.2	Lösung B.3	Lösung B.4	...
Funktion C	Lösung C.1	Lösung C.2			
Funktion D	Lösung D.1	Lösung D.2	Lösung D.3	Lösung D.4	
...

Tabelle 17: Der Morphologische Kasten - Die Prüfung auf Lösungskonflikte

Generierung von Konzeptalternativen

Der nächste Schritt ist die Generierung unterschiedlicher Konzeptalternativen, wofür verschiedene Wege zur Verfügung stehen.

Weg A basiert rein auf einem **Teamentscheid** und ist in der Regel schneller, dafür jedoch mit diversen Schwächen behaftet. Die gefundenen Konzeptalternativen sind geprägt von bereits im Vorfeld präferierten Lösungsalternativen und somit nicht vorurteilsfrei. Zudem wird meist die Machbarkeitsprüfung nicht systematisch durchgeführt.

Weg B verfolgt die Idee der **Vollständigkeit** und ist daher etwas aufwendiger. Im Gegensatz zur Variante per Teamentscheid werden in diesem Fall nicht nur alle möglichen Konzeptalternativen berücksichtigt, sondern diese auch auf ihre Umsetzungsfähigkeit geprüft.

Diese Unterschiede sollten bei einer Entscheidung für eine der beiden Varianten berücksichtigt werden.

A. Teamentscheid

Die Lösungsvorschläge werden durch Linien (oder anderen optischen Markern wie beispielsweise bunte Punkte) miteinander verbunden und so zu Konzeptalternativen kombiniert

	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	...
Funktion A	Lösung A.1	Lösung A.2 ●●	Lösung A.3 ●		
Funktion B	Lösung B.1 ●●	Lösung B.2	Lösung B.3	Lösung B.4 ●	...
Funktion C	Lösung C.1 ●	Lösung C.2 ●●			
Funktion D	Lösung D.1 ●	Lösung D.2 ●	Lösung D.3	Lösung D.4 ●	
...

Tabelle 18: Der Morphologische Kasten - Kombination der Konzeptalternativen per Teamentscheid

- Konzeptalternative „Gelb“: A.2 + B.1 + C.2 + D.4 ...
- Konzeptalternative „Grün“: A.3 + B.1 + C.2 + D.1 ...
- Konzeptalternative „Rot“: A.2 + B.4 + C.1 + D.2 ...

Diese Variante des morphologischen Kastens findet in der Praxis häufig Verwendung, ist aber mit Vorsicht zu nutzen, da die bereits oben genannten Schwächen

- Fehlende Vorurteilsfreiheit
- Auswahl von im Vorfeld präferierten Lösungsansätzen und Konzeptalternativen
- Fehlende Prüfung und Berücksichtigung potenziell besserer Konzeptalternativen

das Ergebnis verfälschen können.

B. Vollständigkeit

Der aufwendigere Weg führt über die Vollständigkeit der untersuchten Konzeptalternativen. Diese Variante führt somit zu einer großen Anzahl an zu prüfenden Möglichkeiten und ist mit entsprechendem Zeitaufwand verbunden.

In einem ersten Schritt wird eine Tabelle mit allen möglichen Lösungskombinationen aufgestellt. Die im Vorfeld bereits gestrichenen Lösungsalternativen (Konflikte) werden dabei nicht berücksichtigt.

Um einen ersten Überblick zu erhalten, berechnet sich die Anzahl an Konzeptalternativen wie folgt:

$$n_{\text{Konzeptalternativen}} = \prod_{i=1}^x x_{\text{Lösungen Funktionen } x}$$

Das heisst für unser Beispiel:

$$\begin{aligned} n_{\text{Konzeptalternativen}} &= \text{Anzahl Lösungen Funktion A} \times \text{Anzahl Lösungen Funktion B} \times \\ &\quad \text{Anzahl Lösungen Funktion C} \times \text{Anzahl Lösungen Funktion D} \times \\ &= 2 \times 2 \times 2 \times 3 = \mathbf{24} \end{aligned}$$

Konzeptalternative	Funktion A	Funktion B	Funktion C	Funktion D
1	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.1
2	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.2
3	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.4
4	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.1
5	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.2
6	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.4
7	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.1
8	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.2
9	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.4
10	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.1
11	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.2
12	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.4
13	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.1
14	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.2
15	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.4
16	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.1
17	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.2
18	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.4
19	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.1
20	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.2
21	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.4
22	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.1
23	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.2
24	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.4

Tabelle 19: Die Tabelle aller Lösungskombinationen

In einem zweiten Schritt wird geprüft, ob alle Konzeptalternativen realisierbar sind. Die **nicht realisierbaren Konzeptalternativen werden gestrichen**. Kriterien zur Prüfung können dabei sein:

- Kostenaspekte
- Prozessspezifische Aspekte
- Umweltaspekte
- Sicherheitsaspekte
- Einschränkungen des Umfelds
- Räumliche Einschränkungen
- Funktionssicherheit (spätestens zu diesem Zeitpunkt muss das Sicherheitsmanagement des Unternehmens konzeptionell eingreifen)

Sollte eines der Kriterien der Konzeptalternative entgegenstehen, handelt es sich um ein KO-Kriterium und das Konzept ist nicht geeignet. Ist sich das Team hingegen nicht einig, wird das Konzept nicht gestrichen und zu einem späteren Zeitpunkt erneut im Detail betrachtet.

Konzeptalternative	Funktion A	Funktion B	Funktion C	Funktion D
1	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.1
2	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.2
3	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.4
4	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.1
5	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.2
6	Lösung A.2	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.4
7	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.1
8	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.2
9	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.4
10	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.1
11	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.2
12	Lösung A.2	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.4
13	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.1
14	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.2
15	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.1	Lösung D.4
16	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.1
17	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.2
18	Lösung A.3	Lösung B.1	Lösung C.2	Lösung D.4
19	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.1
20	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.2
21	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.1	Lösung D.4
22	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.1
23	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.2
24	Lösung A.3	Lösung B.4	Lösung C.2	Lösung D.4

Tabelle 20: Tabelle der verbleibenden Konzeptalternativen

Die Liste mit den verbleibenden Konzeptalternativen bildet die Grundlage für die Auswahl des Konzeptes mit den größten Erfolgchancen. Hierfür wird ein Auswahlprozess mit den Schwerpunkten Kosten, Kunde und Technik durchgeführt.

2.2.2 Auswahl des Konzeptes mit den größten Erfolgchancen

Nachdem mittels des morphologischen Kastens die umsetzbaren Konzeptalternativen bereits herausgefiltert wurden, bedarf es einer tiefgreifenderen Prüfung der einzelnen Varianten, um schlussendlich die Konzeptalternative mit den größten Erfolgchancen auszuwählen. Hierfür werden die Konzeptalternativen aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet und eine gezielte Beurteilung der Vor- sowie Nachteile vorgenommen. Auch wenn es sich bei dem ausgewählten Konzept bereits um die beste Konzeptalternative handelt, ist auch diese Alternative in der Regel nicht frei von Schwächen. Daher schließt an die Auswahl des Konzeptes ein Verbesserungskreislauf für vorhandene Konzeptschwächen an.

Beurteilungskriterien

Wichtig bei der Beurteilung der verbliebenen Konzeptalternativen ist die Wahl verschiedener Blickwinkel. Ausschließlich die Kombination aus technischer sowie wirtschaftlicher Sicht führt zu einem umfassenden Arbeitsergebnis.

Die Beurteilungskriterien können zum Beispiel **„Kunde“**, **„Technik“** und **„Kosten“** lauten, sollten jedoch immer auch um **unternehmensspezifische Kriterien** ergänzt werden.

Die Zielsetzung der Beurteilungskriterien sollte dabei stets positiv formuliert werden, das heißt:

Beispiel



Das E-Auto besitzt eine Reichweite von 700 km je Batterieladung
statt

Weniger als 700 km Reichweite sind inakzeptabel

Für die Bewertung der einzelnen Kriterien sollte stets auf die Experten der jeweiligen Themengebiete zurückgegriffen werden, da ein Abschätzen ohne entsprechende Fachkompetenz zu Verzerrungen in der Beurteilung führen kann.

Beurteilungskriterium Kunde

Die Kundensicht auf das Konzept sollte in jedem Falle berücksichtigt werden, dabei sind mindestens die Aspekte

- Qualitätsmerkmale
 - = stehen aus den vorherigen Schritten in der DESIGN-Scorecard zur Verfügung oder müssen alternativ von den Kundenanforderungen abgeleitet werden.
- Akzeptanz der Lösung
 - Verständlichkeit
 - = einfach erkennbar und bedienbar
 - Positionierung
 - = die aus Kundensicht akzeptierte Lösung, bestehend aus Wertigkeit und Stand der Technik zu betrachten.

Beurteilungskriterium Technik

Die technischen Beurteilungskriterien betrachten neben der technischen Umsetzbarkeit auch die Sicherheits- und die Umweltaspekte. Subkriterien für die technische Umsetzbarkeit können zum Beispiel sein:

- **Komplexität**
= Betrachtung der Gesamtheit der Verhaltensmöglichkeiten und der Wechselwirkungen im System, Berücksichtigung der Funktionssicherheit
- **Robustheit**
= Widerstandsfähigkeit gegenüber Veränderungen und ungewollten Einflüssen, ohne dass Anpassungen notwendig werden
- **Beherrschbarkeit**
= Risiken in der Herstellung, zum Beispiel basierend auf Erfahrungen und Probleme in der Vergangenheit mit vergleichbarer Technologie, Bekanntheit dieser Technologie und Kenntnisse über die Fertigungstechnik im Unternehmen sowie Betrachtung der Sicherheitsrisiken

Beurteilungskriterium Kosten



Dieses Beurteilungskriterium ist stark von der individuellen Kostenstruktur im Unternehmen abhängig. Folglich muss jedes Unternehmen individuell für sich ableiten, welche Kostenaspekte und Betrachtungen in die Bewertung einfließen.

Da die Kostenbeurteilung von großer Bedeutung ist und auch bei fehlenden Daten bzw. Vorgaben nicht darauf verzichtet werden sollte, sind die Konzepte in diesem Fall in Relation zueinander zu beurteilen (A teurer als B).

Beurteilung der Konzeptalternativen – Die Pugh-Matrix

Die Pugh-Matrix ist nach Stuart Pugh – ihrem Erfinder – benannt und dient der Beurteilung von Konzeptalternativen in Relation zueinander. Hierzu wird ein Referenzkonzept benötigt, welches beispielweise ein bereits bestehendes Konzept oder ein Wettbewerbsprodukt sein kann. Die Entscheidung findet dabei im Konsens (keine Ausnahmen) mit Hilfe von Experten zu den einzelnen Themengebieten statt. Der Erfüllungsgrad der ausgewählten Beurteilungskriterien wird im Vergleich mit dem Referenzkonzept wie folgt bewertet:

- ++ Viel besser als das Referenzkonzept
- + Wenig besser als das Referenzkonzept
- 0 Vergleichsweise gut/schlecht wie das Referenzkonzept
- Wenig schlechter als das Referenzkonzept
- Viel schlechter als das Referenzkonzept



 Eine **weitere Unterteilung der Bewertung ist nicht zielführend**, da die Konzepte zu diesem Zeitpunkt noch nicht den hierfür notwendigen Detaillierungsgrad haben. Ein feineres Bewertungsschema führt nur zu vermehrten Diskussionen über Details, die Zeit kosten aber keinen entsprechenden Mehrwert liefern.

Eine **Gewichtung der Kriterien** ist – gerade mit Blick auf die Beurteilungskriterien basierend auf den Kundenanforderungen – **nicht zielführend**, da die in den vorherigen Schritten getroffenen Bewertungen damit verzerrt werden würden.

Das Ergebnis ist eine Matrix, die nicht nur einen Gesamtpunktwert ausgibt, sondern auch die Stärken und Schwächen der Konzeptalternativen verdeutlicht und darstellt.

	Konzept 1	Konzept 2	Konzept 3	Konzept 4	Konzept 5	...
Kriterium 1	+	+	++	++	++	
Kriterium 2	+	-	+	+	+	
Kriterium 3	++	+	+	0	+	
Kriterium 4	0	0	-	+	+	
Kriterium 5	-	+	-	0	-	
...						
Anzahl positiv	4	3	4	4	5	
Anzahl negativ	1	1	2	0	1	
Anzahl neutral	1	1	0	2	0	
Anzahl nicht beurteilt	-	-	-	-	-	

Tabelle 21: Die Pugh-Matrix

In der Ergebnisinterpretation wird die Verbesserung im Vergleich mit dem Referenzkonzept betrachtet, wobei die Zeile „Anzahl positiv“ die Vorteile des jeweiligen Konzeptes widerspiegelt. Zudem wird das Potential der Konzeptalternativen erfasst, welche in der Zeile „Anzahl negativ“ und „Anzahl neutral“ seinen Ursprung findet.

Konzeptschwächen – Verbesserungskreislauf

Im Anschluss an die Auswahl des favorisierten Konzeptes mittels der Pugh-Matrix, werden im nächsten Schritt die Konzeptschwächen näher betrachtet. Da die jeweiligen Schwachstellen des Konzeptes in der Matrix direkt einem Kriterium und somit auch einer Funktion bzw. Subfunktion zugeordnet werden können, kann der Verbesserungskreislauf unmittelbar auf diese zugreifen

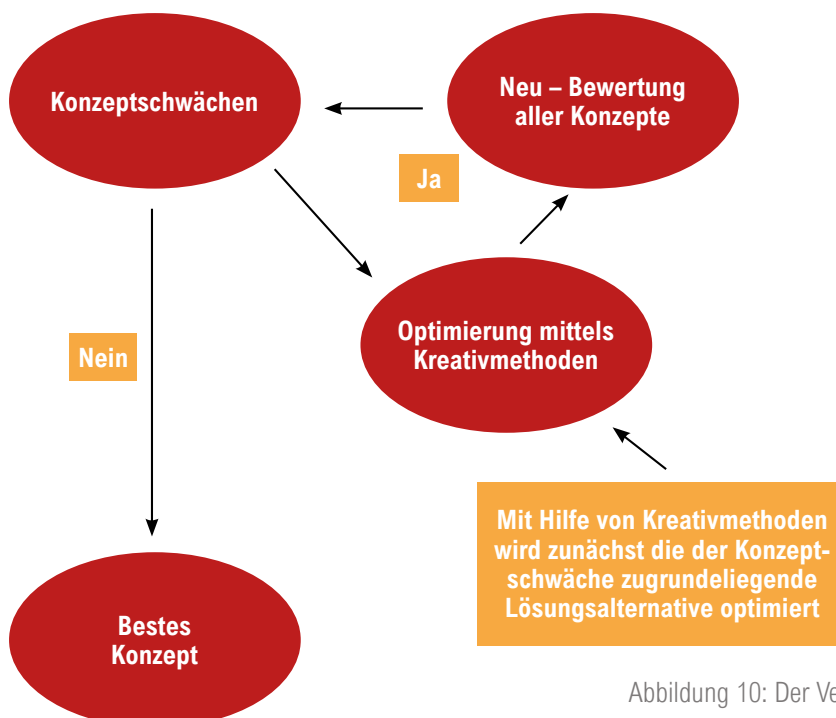


Abbildung 10: Der Verbesserungskreislauf für Konzeptschwächen

Machen Sie mit!



transformotive.de

Hierbei helfen die Kreativmethoden zur Lösungs- und Ideenfindung, die im TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Kreativmethoden“ beschrieben sind.

Zum Abschluss des Verbesserungskreislaufes muss die gesamte Zeile der Pugh-Matrix – d.h. alle Konzepte – neu bewertet werden. Dieser Aufwand ist notwendig, da die identifizierte Verbesserung auch Auswirkung auf die anderen Konzepte hat und dort ebenfalls zu einer verbesserten Bewertung führen kann.

Der Kreislauf beginnt anschließend von neuem, bis die Frage nach Konzeptschwächen mit „Nein“ beantwortet werden kann und das beste Konzept mit den größtmöglichen Erfolgchancen gefunden ist.

2.2.3 Vom „Was“ zum „Wie“ – die Designmerkmale

Für die Transformation der Qualitätsmerkmale in die Designmerkmale wird erneut das in Kapitel 2.1.4 erläuterte QFD – Haus herangezogen.

Diesmal werden die folgenden Räume benötigt:

1. „Was?“ – Anforderungen

Hier werden die Qualitätsmerkmale eingetragen, die systematisch von den Kundenanforderungen abgeleitet wurden und somit den Kunden widerspiegeln.

2. „Bedeutung der Anforderungen“

Die Anforderungen können priorisiert werden, um die unterschiedliche Bedeutung einfließen zu lassen. Die Priorisierung aus dem ersten QFD-Haus kann hier in der Regel übernommen, beziehungsweise als Orientierung genutzt werden.

3. „Wie?“ – Merkmale

Die Designmerkmale können aus den vorherigen Arbeitsschritten (Morphologischer Kasten, Kapitel 2.2.1 / Systemanalyse, Kapitel 2.2.1) abgeleitet werden.

4. „Beziehung Was <-> Wie“

Wie stark wirkt ein Qualitätsmerkmal auf ein Designmerkmal? Wie bereits beschrieben kann dieser Zusammenhang per Teamentscheid mit einer nichtlinearen Skalierung von (0 – 1 – 3 – 9) vorgenommen werden.

5. „Bedeutung der Merkmale“

Die Designmerkmale, deren Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung der Qualitätsanforderungen besonders hoch sind, ergeben sich rechnerisch aus den Räumen „Bedeutung der Anforderungen“ und „Beziehung Was <-> Wie“.

6. „Konflikte“

Dieser Raum beinhaltet die Optimierungsrichtung der Designmerkmale und mögliche Konflikte zwischen den Merkmalen.

7. „Zielwerte“

Welche (messbaren) Zielwerte müssen die Designmerkmale erfüllen?

8. „technischer Wettbewerbsvergleich“

Welche technischen (messbaren) Zielwerte weisen die Vergleichsprodukte der Wettbewerber auf und wie steht die eigene Produktentwicklung im Vergleich dazu dar?

2.2.4 Risiken erkennen und Lösungen finden

Im Sinne der präventiven Methodik erfolgt auch nach der Erarbeitung der Designmerkmale eine Risikoanalyse, bestehend aus den bereits in Kapitel 2.1.5 erläuterten Methoden der FMEA. In diesem Fall handelt es sich um die Design-FEMA, deren grundsätzlicher Aufbau jedoch mit der beschriebenen System-FEMA vergleichbar ist.

Die **Zusammenfassung der Arbeitsergebnisse** in einer KONZEPT - Score Card baut auf der DESIGN-Score Card aus der Strategiephase auf. Dabei sollten die zugrunde liegenden Qualitätsmerkmalen und resultierenden Designmerkmale enthalten sein. Zusätzlich können bei Bedarf Felder für die Funktionen, die Systemelemente und die Konzeptelemente vorgesehen werden. Zudem werden für die Designmerkmale Zielgrößen und Kennzahlen hinterlegt. Es bietet sich außerdem an, ein Feld für Bemerkungen sowie ein Feld für die negative Effekte beim Nichterfüllen der Anforderung, einzufügen.

Die Zusammenfassung inklusive aller Zielgrößen ist somit eine **messbare Zielvorgabe** für die folgenden Schritte im Entwicklungsprozess.

Ihre Notizen

2.3 Entwicklungsphase: Das ausgewählte Konzept ausarbeiten

Nachdem im vorherigen Kapitel das erfolgversprechendste Konzept aus einer Vielzahl an Konzeptideen ausgewählt und die Designmerkmale herausgearbeitet wurden, ist das Ziel dieses Kapitels die Konzeptvorgaben mit Leben zu füllen.

In der sogenannten Entwicklungsphase werden von den Designmerkmalen die Prozessmerkmale abgeleitet und wiederum einer Risikobetrachtung inklusive Problemlösungsprozess unterzogen.

2.3.1 Die Konstruktionsalternativen erarbeiten

Am Anfang der Konzeptausarbeitung steht die Suche nach Konstruktionsalternativen, welche in der Regel durch Kreativtechniken, wie beispielsweise durch TRIZ - der Theorie des erfinderischen Problemlösens - unterstützt wird.

Machen Sie mit!



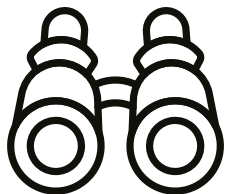
transformotive.de

Hierbei helfen die Kreativmethoden zur Lösungs- und Ideenfindung, die im TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Kreativmethoden“ beschrieben sind.



Eine weitere Möglichkeit Konstruktionsalternativen zu finden, ist der Blick über das eigene Unternehmen hinaus auf die Mitbewerber oder sogar zu Unternehmen aus anderen Wirtschaftsbereichen. Dieses Vorgehen ist an die Benchmark - Methodik angelehnt.

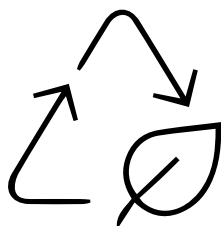
Vorgehen:



1. Welches Konstruktionselement soll genauer betrachtet werden? Welche zu realisierende Funktion ist betroffen?
2. Welche Produkte haben vergleichbare Aufgaben / Funktionen / Eigenschaften?
Anmerkung: Dabei wird nicht nach dem Konstruktionselement gesucht, sondern nach Produkten. Es muss über den „Tellerrand“ gesehen werden – nicht nur in der verwandten Produktpalette.
3. Nicht geeignete Ideen werden aussortiert - zu diesem Zeitpunkt erfolgt noch keine Auswahl der besten Alternativen.
Das für die gesuchte Funktion verantwortliche konstruktive Element in den gefundenen Produkten wird untersucht. Ist die Lösungsidee offensichtlich übertragbar, wird sie zu den Alternativen genommen. Sind größere Anpassungen notwendig, muss die Machbarkeit geprüft werden.
4. Auflisten der verbliebenen Konstruktionsalternativen und ergänzen dieser um bereits bekannte oder per Kreativtechnik gefundene Ideen.

Sollen Ideen, Produkte oder Techniken anderer Unternehmen übernommen werden, sind zwingend die rechtlichen Grundlagen, wie bspw. Marken, Gebrauchs-/Geschmacksmuster und Patente zu berücksichtigen.

Die **Beachtung der Nachhaltigkeit** stellt einen weiteren Punkt dar, welcher zunehmend an Relevanz gewinnt. Die Zahl der aus diesem Bereich relevanten Aspekte wächst stetig weiter. Sollte das Ziel bestehen das Thema der Nachhaltigkeit in die Konstruktion einfließen zu lassen, ist im Vorfeld eine Klärung im Unternehmen darüber notwendig, welche Aspekte Berücksichtigung finden sollen. Die folgenden Fragen geben einen ersten Einblick, welche Bandbreite an Aspekten im Bereich der Nachhaltigkeit mitgedacht werden können:



Soll der benötigte **Energieeinsatz** bei der Herstellung oder die ganze **Energiebilanz** einen Einfluss auf die Auswahl der Konstruktionsalternativen haben?

Soll der Aspekt der **Recyclingfähigkeit** eines Lösungsansatzes Einfluss haben? Die Trennung verwendeter Materialien stellt für das Recycling bei vielen Produkten heutzutage noch ein Problem dar.

Kann eine Konstruktionsalternative die **zyklische Nutzung** des Produkts ermöglichen?

Finden **gefährliche (chemische) Stoffe** und Materialien Verwendung bzw. werden **Emissionen** verursacht?

Gibt es **gesetzliche Normen** oder Rahmenbedingungen, die die Konstruktion beeinflussen?

Welche **Arbeitsbedingungen** herrschen in den Ländern, die bei der Herstellung benötigter Vorprodukte involviert sind?

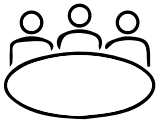
Die für die Umsetzung der Designmerkmale gesammelten Konstruktionsalternativen müssen in einem nächsten Schritt gegenübergestellt und schlussendlich die am besten geeignete Alternative für das geplante Produkt ausgewählt werden.

2.3.2 Auswahl der besten Konstruktionsalternative

Um die beste Konstruktionsalternative auswählen zu können, müssen die Beurteilungskriterien festgelegt werden. Dabei ist das Ziel, die einzelnen Alternativen aus verschiedenen Blickwinkeln zu beurteilen und dabei die verschiedenen Interessen innerhalb des Unternehmens zu vereinbaren. Es wird zwischen der prozess- und kennzahlenorientierten Sicht auf die Beurteilungskriterien unterschieden:

Prozessorientierte Sicht	Kennzahlorientierte Sicht
<p>Verantwortliche Personen entlang der Wertschöpfungskette tragen die aus ihrer Sicht relevanten Beurteilungskriterien bei.</p> <p>Beispielsweise sind die Bereiche Marketing, Entwicklung, Produktion und Vertrieb als zentrale Prozesse zu berücksichtigen.</p>	<p>Alle relevanten Kennzahlen werden in einem Kreativprozess (bspw. Brainstorming) gesammelt, die relevanten und plausiblen Lösungen gefiltert und anschließend priorisiert.</p> <p>Die Auswahl der am Workshop beteiligten Personen ist auch hier für die Qualität der Beurteilungskriterien von entscheidender Bedeutung.</p>

Tabelle 22: Gegenüberstellung der prozessorientierten und der kennzahlenorientierten Sichtweise auf Beurteilungskriterien



Unabhängig von der ausgewählten Variante gilt es zu beachten, dass die Akzeptanz der ausgewählten Lösung in der Regel größer ist, wenn die unterschiedlichen Interessenvertreter im Unternehmen an der Auswahl der Beurteilungskriterien beteiligt sind.

Zudem bietet eine möglichst umfassende Betrachtung der Konstruktion den Vorteil, dass das Risiko von unerwarteten Fehlern verringert wird. Auch die Beurteilungskriterien, die über den rein technischen Blickwinkel hinausgehen, liefern wertvolle Perspektiven auf die Konstruktionsalternativen und sind unverzichtbar bei der Beurteilung dieser.

Die Bewertung

Die Bewertung der Konstruktionsalternativen kann mittels der bereits in Kapitel 2.2.2 vorgestellten **Pugh-Matrix** erfolgen.

Nach Abschluss der **Beurteilung der Konstruktionsalternativen** wird anhand der Punktzahl die am besten geeignete Lösung ausgewählt. Bei Bedarf kann, wie bereits im vorherigen Kapitel im Anschluss an die Erläuterung der Pugh-Matrix gezeigt, ein **Verbesserungskreislauf** durchgeführt werden.

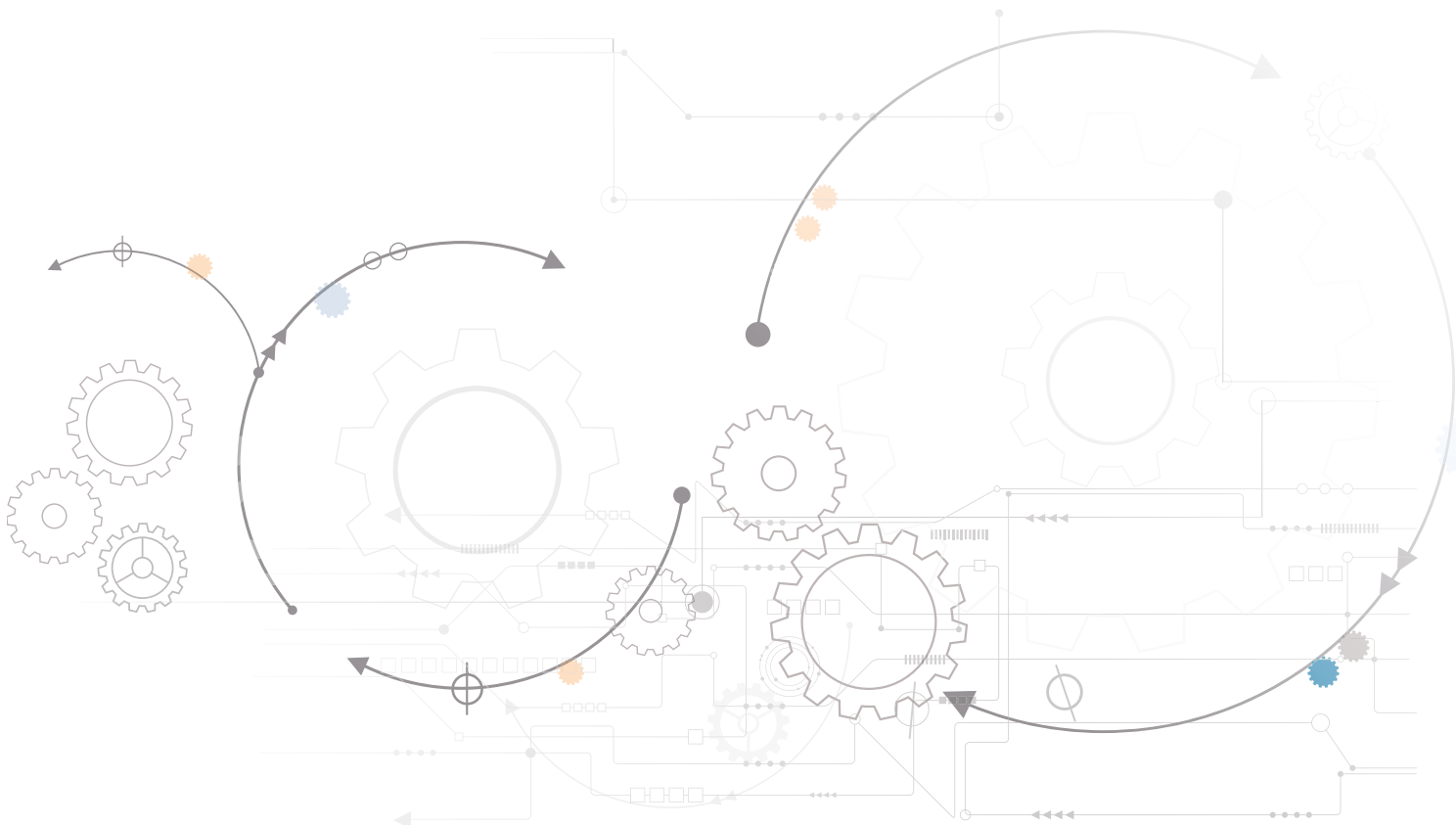
Gleichzeitig ist zu empfehlen, dass die in diesem Fall unterlegene Konstruktionsalternativen mit sehr gutem, aber aktuell nicht umsetzbarem Lösungsansatz, für zukünftige Produkte vorgemerkt werden.

Die „Make – or – buy“ Entscheidung

Der Vorteil einer nachgelagerten Betrachtung der „make-or-buy“ Entscheidung ist, dass bei Auswahl der besten Konstruktionsalternative die Technik, die Funktion sowie die Leistung im Zentrum steht und nicht der Herstellungs- bzw. Beschaffungsprozess.

Bei der Wahl des am besten geeigneten Herstellungs- und Beschaffungsprozesses gilt es zu beachten, dass dies eine strategische und für jedes Unternehmen individuelle Entscheidung bedeutet. Dabei ist es weder immer die beste Entscheidung alle Ressourcen im eigenen Unternehmen herzustellen, noch ist es grundsätzlich richtig, möglichst viele Herstellungsschritte an externe Unternehmen zu vergeben. Diese Entscheidung ist von vielen Faktoren und Zielen im Unternehmen abhängig und benötigt eine vollständige Analyse der Risiken und Chancen.

Dabei müssen nicht nur die Kriterien und die Ziele im Unternehmen (Strategie, Einkauf, Technik) identifiziert werden, sondern ebenfalls umfangreiche Informationen zu Lieferanten und unternehmensinternem Know-how gesammelt werden. Das anschließende Ableiten von Erfolgsfaktoren und Messgrößen ist für die objektive Entscheidungsfindung unbedingt erforderlich. Das Ergebnis ist dann nicht nur vom Unternehmen und den möglichen Lieferanten abhängig, sondern von Produkt zu Produkt unterschiedlich.



2.3.3 Vom „Was“ zum „Wie“ – die Prozessmerkmale

Im Anschluss an die Auswahl der besten Konstruktionsalternative, wird für die Transformation der Designmerkmale in die Prozessmerkmale erneut das in Kapitel 2.1.4 erläuterte QFD – Haus herangezogen.

Diesmal werden die folgenden Räume benötigt:

- 1. „Was?“ – Anforderungen** Hier werden die Designmerkmale eingetragen, die systematisch von den Kundenanforderungen abgeleitet wurden und somit den Kunden widerspiegeln.
- 2. „Bedeutung der Anforderungen“** Die Anforderungen können priorisiert werden, um die unterschiedliche Bedeutung einfließen zu lassen. Die Priorisierung aus dem ersten QFD-Haus kann hier in der Regel übernommen werden beziehungsweise als Orientierung genutzt werden.
- 3. „Wie?“ – Merkmale** Die Prozessmerkmale können von der ausgewählten Konstruktionsalternative abgeleitet werden und sollen in Kombination mit dem Raum „Zielwerte“ die Designmerkmale erfüllen. Dabei ist der Blickwinkel entscheidend, welche Parameter notwendig sind, um die jeweiligen Designkomponenten herstellen zu können.
- 4. „Beziehung Was <-> Wie“** Wie stark wirkt ein Designmerkmal auf ein Prozessmerkmal? Wie bereits beschrieben kann dieser Zusammenhang per Teamentscheid mit einer nichtlinearen Skalierung von (0 – 1 – 3 – 9) vorgenommen werden.
- 5. „Bedeutung der Merkmale“** Die Prozessmerkmale deren Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung der Designmerkmale besonders hoch sind, ergeben sich rechnerisch aus den Räumen „Bedeutung der Anforderungen“ und „Beziehung Was<->Wie“.
- 6. „Zielwerte“** Welche (messbaren) Zielwerte müssen die Prozessmerkmale erfüllen?



Toleranzen für die ermittelten Zielwerte

Die in Raum „Zielwerte“ ermittelten, idealen Werte werden in der realen Umsetzung der Prozesse stets mit Abweichungen versehen sein. Jeder Prozess hat eine natürliche Streuung und wird zusätzlich durch systematische sowie spezielle Einflüsse von den definierten Zielwerten abweichen. Die durch Abweichungen entstehende Problematik liegt darin begründet, dass eine Abweichung vom Zielwert mit einer Abweichung vom Kundenwunsch verbunden ist.

Das Ziel sollte daher eine möglichst geringe Streuung der Prozessmerkmale sein.

Die Maßnahmen, die getroffen werden müssen, um die Streuung möglichst gering zu halten, verursachen in der Regel jedoch Kosten. Das Ziel, die Streuung und gleichzeitig die Kosten im Prozess möglichst gering zu halten, beinhaltet somit einen starken Konflikt. Toleranzen sind der Kompromiss aus diesen widersprüchlichen Zielen.

Die Toleranzen müssen so gesetzt werden, dass die Kundenanforderungen erfüllt und gleichzeitig die Kosten minimiert werden.

Werden die Zielwerte mit den jeweiligen Toleranzen kombiniert, so erschließen sich daraus die Spezifikationsgrenzen des Prozessmerkmals innerhalb derer die Kundenanforderung sichergestellt ist. Bei der Berechnung der Spezifikationsgrenzen gilt es allerdings zu beachten, dass es bei der Steuerung mittels mehrerer Prozesskennzahlen zu Wechselwirkungen mit Einfluss auf die Toleranzen kommen kann.

Die Berechnung der Toleranzen erfolgt mittels verschiedener statistischer Verfahren,

die unter anderem Fehlerfälle durch Wechselwirkungen ausschließen sollen. Dazu zählen zum Beispiel die Regressionsanalyse und die statistische Versuchsplanung, auch Design of Experiments (DOE) genannt. Literaturempfehlungen zu diesen umfangreichen statistischen Berechnungsmodellen und der DOE finden Sie im Anhang.

Die mittels statistischer Verfahren ermittelten Toleranzen bilden die optimalen Spezifikationsgrenzen ab und können mitunter zu hohen Kosten führen.

Es bedarf einer Gegenüberstellung der Kosten durch Toleranzen und der Kosten schlechter Qualität (Cost of Poor Quality: COPQ).

Die Kosten schlechter Qualität können bspw. folgende Punkte umfassen:



Abbildung 11: Die Kosten schlechter Qualität

Diese Zusammensetzung der COPQ ist eine verallgemeinerte Darstellung und kann in jedem Unternehmen an die individuellen Gegebenheiten angepasst werden.

2.3.4 Risiken erkennen und Lösungen finden

Im Sinne der präventiven Methodik erfolgt nach der Erarbeitung der Prozessmerkmale erneut eine Risikoanalyse mittels der bereits in Kapitel 2.1.4 erläuterten Methode der FMEA. In diesem Fall handelt es sich erneut um eine **Design-FEMA**.

Die **Wirkkettenbetrachtung** ist eine weitere Methode, welche bereits identifizierte Risiken im Gesamtzusammenhang betrachtet und auf der in Kapitel 2.1.4 beschriebenen Systemanalyse aufbaut. Die Methode greift die Informationen aus der (an den aktuellen Stand der Entwicklung angepassten) Systemanalyse auf und ergänzt diese um Stellhebel, Komponenten und weitere Einflussfaktoren. Das Verständnis für die Wechselwirkungen und mögliche auftretenden Fehler durch das Versagen einzelner Komponenten, wird mit Hilfe der Wirkkettenbetrachtung vertieft.



Ein Beispiel aufbauend auf der Darstellung der Systemanalyse in Kapitel 2.1.4:

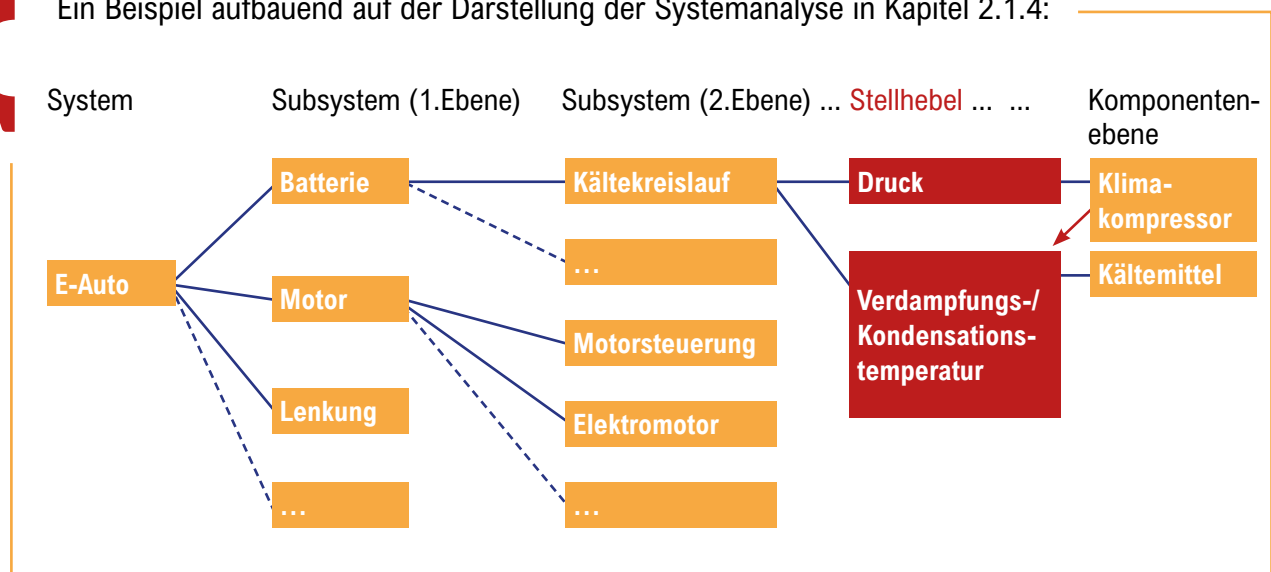


Abbildung 12: Die Wirkkettenbetrachtung am Beispiel eines E-Autos

Sind die für die Probleme verantwortlichen technischen Parameter identifiziert und mit Hilfe der FMEA sowie der Wirkkettenbetrachtung untersucht worden, gilt es Lösungsansätze zu finden. Insbesondere die Problemlösung mittels der Theorie des erfindrischen Problemlösens (TRIZ) kann in diesem Zusammenhang Anwendung finden.

Machen Sie mit!



transformotive.de

Hierbei helfen die Kreativmethoden zur Lösungs- und Ideenfindung, die im TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Kreativmethoden“ beschrieben sind.



Das Lieferantenrisiko

Nachdem in Kapitel 2.3.2 eine Entscheidung zu Make- oder Buy – Fragestellung getroffen wurde, bedarf es an dieser Stelle nicht nur einer internen, sondern auch einer nach draußen (auf externe Hersteller und Lieferanten) gerichteten Sicht auf die Risiken. Bei der Bewertung des Lieferantenrisikos müssen in der Regel folgende Fragen untersucht werden:

- **Welche potenziellen Risiken bestehen?**
z.B. Lieferbereitschaft, Kostensteuerung, Qualitätsmängel, mangelnde technische Sauberkeit
- **Welche Auswirkungen hat dies für das Produkt/den Prozess?**
z.B. Produktionsausfall, Nacharbeit, Ausschuss, Produktausfall, fehlender Deckungsbeitrag
- **Wie hoch ist die Eintretenswahrscheinlichkeit?**
z.B. gering, mittel, hoch, sehr hoch
- **Welche Sofortmaßnahmen können ergriffen werden und wer ist hierfür der Ansprechpartner?**
z.B. Notfallpläne, Zusatz-/Sonderschichten, Reinigungs-/Sortieraktionen
- **Welche langfristigen Maßnahmen können das Risiko minimieren?**
z.B. Zweitlieferanten, Kosteneinsparprojekte, Qualitätsverbesserungsprojekte, Effizienz-/Prozessoptimierungsprojekte

Die erkannten Risiken, sowie deren zugehörige Auswirkungen, Maßnahmen und Eintretenswahrscheinlichkeiten werden in einer Tabelle dargestellt. Verschiedene Kreativmethoden können bei der Lösungsfindung unterstützen.

Die Erarbeitung findet im Team statt und sollte unter Einbeziehung der Lieferanten, Einkäufer, Konstrukteure und Produktionsmitarbeiter erfolgen. In größeren Unternehmen ist häufig bereits ein Lieferantenmanagement vorhanden, welches in die Risikobewertung einbezogen werden muss.

Die Ergebnisse fließen in die Vereinbarungen mit den Lieferanten ein und können bspw. in einer Qualitätssicherungsvereinbarung festgehalten werden.

- Die **Zusammenfassung der Arbeitsergebnisse** in einer PROZESS - Score Card baut auf der KONZEPT-Score Card aus der Konzeptphase auf – mit dem Unterschied, dass die Prozessmerkmale den zentralen Aspekt darstellen. Bis zu diesem Zeitpunkt sollten die Prozessmerkmale, die Zielwerte und die Toleranzen inkl. der Spezifikationsgrenzen eingetragen sein.

Vorbereitung der Erprobung – Festlegen der abzusichernden Merkmale

Nach Abschluss der Risikobewertung und Problemlösung ist die Konstruktion theoretisch in der Lage, die an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen. Als letzten Schritt der Entwicklungsphase muss daher die Datengrundlage für den darauffolgenden Übergang in die Produktion, allem voran die Erprobung, geschaffen werden. Hierfür muss das zu testende Set an Prozessmerkmalen, mit denen das tatsächliche Verhalten der Konstruktion überprüft werden soll, festgelegt und in einer **Testing-Scorecard** festgehalten werden.

Die Auswahl an Prozessmerkmalen basiert auf den Ergebnissen des vorangegangenen QFD-Hauses, die in der Prozess-Scorecard mit den zugeordneten Toleranzen und Zielwerten eingetragen wurden.

Insbesondere bei komplexeren Produkten kann die Anzahl an Prozessmerkmalen in der Prozess-Scorecard deutlich zu umfangreich sein und eine Reduzierung erforderlich machen. Um alle Funktionen zu validieren, kann jedes zu testende Merkmal zu zahlreichen unterschiedlichen Tests führen.

In Vorbereitung der Erprobung muss daher bei der Auswahl der zu überprüfenden Testmerkmale zwischen der notwendigen Qualität und der Wirtschaftlichkeit abgewogen werden. Der angestrebte Kompromiss lautet daher:

So viel testen wie nötig, so wenig testen wie möglich.

Die Testmerkmale beeinflussen die Produktqualität entscheidend und müssen systematisch ausgewählt werden. Bei der Auswahl helfen die NUC-Kriterien, mit deren Hilfe die neuen, wichtigen und kritischen Merkmale identifiziert werden.

N		NEW	NEU	Neue Merkmale / Technologien
U		URGENT	WICHTIG	Wichtige Merkmale für den Markterfolg
C		CRITICAL	KRITISCH	Kritische / Sicherheitsrelevante Merkmale

Tabelle 23: Übersicht der NUC - Kriterien

Neu

Neue Funktionen und die entsprechenden Merkmale sollten besonders gründlich getestet werden. Nicht zu vergessen sind in diesem Zusammenhang bestehende Funktionen, die durch die neuen Funktionen beeinflusst werden.

Wichtig

Die Relevanz der Merkmale lässt sich auf Basis des QFD-Hauses und dem Raum „Bedeutung der Merkmale“ herausfiltern. Mit Hilfe der Pareto-Analyse können die wichtigsten Merkmale ermittelt werden:

80/20-Regel von Pareto: Mit 20% der Ursachen, werden 80% der Auswirkungen erzielt.

Der Pareto-Regel folgend sollten daher die Funktionen – etwa 20% aller Funktionen – getestet werden, die den größten Anteil – zusammen bis zu 80 % – am Markterfolg haben. Die übrigen 80% der Funktionen haben hingegen nur einen geringen Anteil am Markterfolg und erfüllt somit nicht das NUC-Kriterium „Wichtig“.

Kritisch

Insbesondere die sicherheitsrelevanten Merkmale sollten vollständig getestet werden.

Erfahrungen und Expertenwissen

Die systematische Auswahl kann durch Erfahrungen und Expertenwissen ergänzt werden. Kenntnisse aus dem Vertrieb- und After-Sales-Bereich, wie bspw. Kulanz- und Garantiefälle sowie Kundenbewertungen, mit vergleichbaren Produkten aus dem eigenen Produktportfolio sowie dem der Konkurrenz sind von Vorteil. Zusätzlich können unternehmensinterne Analysen bei der Auswahl der Testmerkmale helfen.

Die **Zusammenfassung der zu testenden Merkmale** erfolgt in der **TESTING-Scorecard**.

Diese Scorecard enthält alle relevanten Funktionen und die zu testenden Merkmale sowie die entsprechenden Ziel- und Spezifikationsgrößen. Zudem kann eine Priorisierung der Merkmale eingetragen werden. Dabei werden die sicherheitsrelevanten Merkmale mit Priorität 1 versehen und sind zwingend sowie vollumfänglich zu testen.

Für Rückfragen sollte bei den Testmerkmalen jeweils ein Ansprechpartner genannt werden.

A large rectangular area with a dotted blue border, intended for taking notes. The background of the page features a faint, light gray illustration of interlocking gears, a network of nodes and lines, and a grid pattern.



2.4 Produktionsphase: Erprobung und Serienreife

Bevor die ausgewählte Konstruktionsalternative in die Produktion überführt werden kann, bedarf es einer Erprobung der Konstruktionsmerkmale und anschließenden Definition der benötigten Prozessparameter. Ziel dieses Entwicklungsschrittes ist es, die Voraussetzungen für eine möglichst fehlerfreie Produktion des entwickelten Produktes zu schaffen.

2.4.1 Die Erprobung

Um für die am Ende der Entwicklungsphase gesammelten Testmerkmale den Funktions- und Lebensdauernachweis zu erbringen, ist es notwendig, die passenden Testverfahren zu identifizieren, Testfälle auszuarbeiten und entsprechend durchzuführen.

Bevor jedoch mit dem Sammeln möglicher Tests und der Auswahl dieser begonnen werden kann, muss der Testanspruch geklärt werden:

WAS soll jeweils getestet werden?

? Für welche Merkmale soll ein Funktionsnachweis und für welche ein Lebensdauernachweis, beispielsweise bezüglich der Anzahl der Nutzungsvorgänge bis zum Verlust der Funktion, erfolgen?

WIE soll getestet werden?

? Auf welcher Testebene wird getestet (Kundenwunsch, Funktion, Konstruktives Merkmal)?

? Müssen Zustandswechsel berücksichtigt werden oder soll möglichst realitätsnah mittels Use Cases erprobt werden?

? Welche Umgebungskondition und Testbedingungen müssen Einfluss finden, d.h. welche Temperaturen beeinflussen das verwendete Material?

? Welche Aspekte wie beispielsweise Vibrationen, Stöße, elektrische oder magnetische Energie oder sonstige Medien (Wasser, Salz, etc.) müssen für ein realistisches Abbild der Umgebung berücksichtigt werden?

Dabei sollte nicht die geringste, sondern die höchste zu erwartende Belastung der Maßstab sein.

An dieser Stelle im Prozess können die Testmerkmale zudem noch einmal durch das Erprobungsteam auf Vollständigkeit überprüft und bei Bedarf ergänzt werden. Ziel ist dabei nicht die Reduktion der Testmerkmale, sondern die Ergänzung auf Basis der Erfahrungen und Kenntnisse der Erprobungsexperten.

Die Sammlung möglicher Testverfahren basiert auf zwei Quellen. Erstens die Nutzung bereits bestehender sowie im Unternehmen etablierter Tests und zweitens die Entwicklung neuer Testverfahren mittels Kreativtechniken.

Das Ziel ist eine Liste von möglichen Tests, die den einzelnen zu testenden Funktionen zugeordnet sind. Anschließend werden die Tests ausgewählt, die für die Überprüfung des Merkmals am besten geeignet sind. Hierfür müssen Entscheidungskriterien festgelegt werden, die wie folgt aussehen könnten:



Abbildung 13: Liste möglicher Tests

Machen Sie mit!

Hierbei helfen die Kreativmethoden zur Lösungs- und Ideenfindung, die im TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Kreativmethoden“ beschrieben sind.

transformotive.de

Für die **Auswahl der Testverfahren** werden die einzelnen Kriterien und zur Auswahl stehenden Tests in einer Matrix zusammengefasst und bei Bedarf mit einer Gewichtung versehen. Dabei sollte die Gewichtung erst am Ende festgelegt werden, um das Vorausrechnen zu unterbinden. In diesem Zusammenhang ist ebenso anzumerken, dass die Nutzung von Tabellenkalkulationsprogrammen sich ebenfalls negativ auf die Auswahl der Testverfahren auswirken kann, da diese zum „Ausprobieren“ einladen und damit den Entscheidungsprozess verzerren.

Die ausgewählten Testverfahren werden anschließend in der **Testing-Scorecard** zu den jeweiligen Testmerkmalen ergänzt. Dabei sollte neben der Bezeichnung des Testverfahrens, ein Verantwortlicher sowie ein Durchführungsdatum inkl. farblichem Status-Tracking eingetragen werden.

Bevor die Tests durchgeführt werden können, muss die **Spezifikation und Planung** der einzelnen Testverfahren erfolgen:



■ **Testspezifikation**

= genaue Beschreibung wie der Test durchzuführen ist, inkl. Ablaufbeschreibung der Vor- sowie Nachbereitungen, der Rahmenbedingungen und der notwendigen Ressourcen



■ **Erprobungsplanung**

= die Planung ist für jedes Testset individuell auszuarbeiten – eine Verallgemeinerung ist in der Regel nicht möglich. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf den typischen kritischen Pfaden (Zeit, Testlinge/ Prototypen, Mitarbeiter, Ressourcen). Hilfsmittel können zum Beispiel ein Gantt-Diagramm zur Termin- und Ablaufplanung, Personalpläne, Verfügbarkeits-/Umbau- und Wartungspläne der Testlinge sowie eine Tabelle zur Erprobungsplanung, d.h. zum Zusammenführen der Informationen sein.

Wenn die Testspezifikation und die Erprobungsplanung abgeschlossen sind, kann die eigentliche Erprobung und anschließende Auswertung erfolgen, dabei wird wiederum zwischen Funktions- und Lebensdauertest unterschieden. Als einer der ersten Schritte dabei gilt es, für die Testanordnungen gemäß der Testspezifikationen die Mess- und Prüfsysteme auf ihre Tauglichkeit zu untersuchen – falls es sich nicht bereits um im Unternehmen etablierte Testanordnungen handelt. Die hierfür notwendigen statistischen Verfahren, wie beispielsweise die Gage R&R Studie, sind aufgrund des Umfangs nicht Teil dieses Handbuchs. Dies gilt ebenso für die statistischen Verfahren zur Auswertung der Erprobungsergebnisse. Entsprechende Literaturhinweise finden Sie im Anhang.

Für die **Datenauswertung der Funktionstests** bieten sich beispielsweise an:



- Konfidenzintervalle
- Boxplots
- Hypothesentest
- Streudiagramme
- Korrelationsuntersuchungen
- Multi-Vari-Diagramme
- Regressionsanalyse
- Statistische Versuchsplanung (DOE)

Letztere kann zudem für die Planung der Erprobung verwendet werden.

Für die **Datenauswertung der Lebensdauer-(Zuverlässigkeits-)tests** stehen neben den analytischen auch empirische Methoden zur Verfügung:



- Analytisch
- Systemanalyse
- Fehlerbaumanalyse
- FMEA
- DRBFM
- Empirisch



- Weibull-Verteilung
- Berechnung der Ausfall- und der Überlebenswahrscheinlichkeit
- Badewannenkurve
- Berechnung der mittleren Lebensdauer
- Raff-Tests

Nach Abschluss der Erprobung inklusive der Auswertung der Ergebnisse wird das Ergebnis falls nicht bereits fortlaufend geschehen, in die **Testing-Scorecard** eingetragen. Dabei bietet es sich an, die Spalte „Ergebnis“ mit unterschiedlichen farblichen Markierungen für bestandene und nicht bestandene Tests zu versehen. Eine Spalte für Bemerkungen, beispielsweise zu den Testabläufen oder zur Ergebnisauswertung, sollte ebenfalls in der Testing-Scorecard vorgesehen sein.

2.4.2 Kritische Parameter und Kontrollplan

Im Anschluss an die Erprobung dient das Critical Parameter Management (CPM) dazu, die Übergabe in den Produktionsprozess vorzubereiten. Dabei betrachtet das CPM mit den kritischen Parametern all jene Faktoren, die für die Qualität des Produktes sowie die Wirtschaftlichkeit des Prozesses relevant sind. Hierbei wird zwischen zwei Gruppen an Parametern unterschieden: den Bauteilspezifikationen und den Prozessleistungsparametern.

Das Vorgehen im CPM besteht aus 4 Schritten:

■ Identifikation der kritischen Parameter

1. Sammlung der Parameter
2. Einordnung (Relevant) der Parameter

■ Ableitung eines Kontrollplans

3. Parametrierung
4. Dokumentation

Als **Quelle für die Sammlung der kritischen Parameter** können neben der Testing-Scorecard auch die Ergebnisse des QFD-Hauses der Entwicklungsphase dienen.

Bei der **Prüfung der Relevanz** ist der bereits aus vorherigen Kapiteln bekannte Konflikt aus „So viele wie möglich“ und „So wenige wie nötig“ zu beachten. Eine Kontrolle aller bezüglich der Qualität und Wirtschaftlichkeit relevanten Faktoren ist angeraten, jedoch steht dem Nutzen der Aufwand für die entsprechenden Kontrollen entgegen. Eine Möglichkeit den Aufwand zu reduzieren ist es, die Häufigkeit der angesetzten Kontrollen zu variieren. Für Faktoren mit nur einer schwachen oder mittleren Relevanz ist ein unter Umständen längeres Überprüfungsintervall ausreichend.

Die **Ableitung des Kontrollplans** umfasst neben der Parametrierung die Dokumentation der Faktoren im Kontroll- bzw. Produktionslenkungsplan.

Die **Parametrierung** beinhaltet die Identifikation der Zielwerte für die Faktoren sowie die zugehörigen Toleranzgrenzen. In der Regel erfolgt die Ermittlung dieser bereits in den vorherigen Schritten und die Daten sind somit bekannt. Sollten für Faktoren keine Zielwerte und Toleranzgrenzen vorhanden sein, müssen sie an dieser Stelle ermittelt und in der Testing-Scorecard nachgetragen werden.

Der **Kontrollplan** ist in diversen Normen vorgeschrieben und beschreibt kurz die Maßnahmen zur Kontrolle eines Prozesses – vom Wareneingang bis zum Versand. Als zentrales Dokument muss der Kontrollplan stetig entsprechend der Weiterentwicklungen der Produkte sowie der Prozesse aktualisiert werden und unterliegt dabei meist strengen Vorgaben. Grundsätzlich enthält der Kontrollplan alle Maßnahmen, die notwendig sind, um das Niveau des Prozesses und die Qualität des Produktes zu erhalten.

Für den **Fall der Abweichung** von den festgelegten Werten im Kontrollplan bedarf es eines **Reaktionsplans**. In diesem müssen nicht nur die zu ergreifenden Maßnahmen hinterlegt sein, sondern auch wann und durch wen diese zu ergreifen sind.

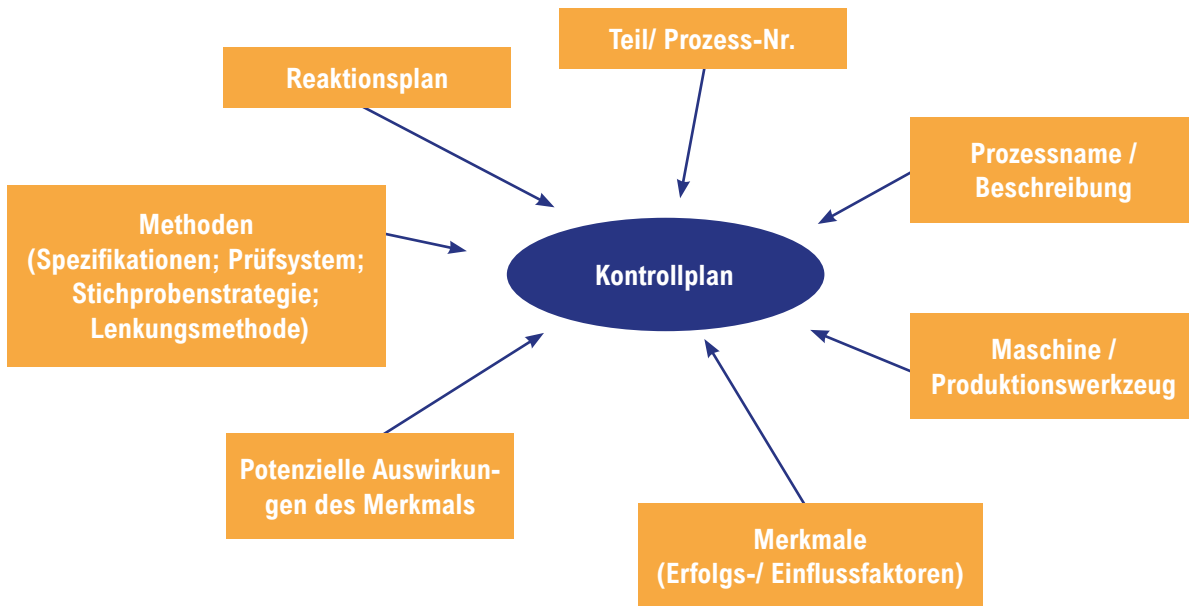


Abbildung 14: Inhalte eines Kontrollplans

Bevor das Produkt an die Produktion übergeben werden kann, muss sichergestellt werden, dass mögliche Fehler aus der Entwicklung nicht in die Produktion getragen werden.

Einen geeigneten Ansatz bietet dabei das „**Advanced Product Quality Planning**“ (APQP), welches durch die Automobilhersteller Chrysler, Ford und General Motors definiert wurde. Das APQP kann als zentrales Quality Gate (Qualitätsprüfpunkt) im Entwicklungsprozess angesehen werden. Mittels eines signifikanten Produktionsdurchlaufs unter den zu erwartenden Produktionsbedingungen, dem Nachweis der Messsystemtauglichkeit und der Durchführung einer vorläufigen Prozessfähigkeitsstudie werden Fehler vor dem Übergang in die Produktion erkannt und können durch die Entwicklung abgestellt werden. Einen entsprechenden Literaturhinweis zum Nachlesen der Methode finden Sie im Anhang dieses Handbuchs.

2.4.3 Vom „Was“ zum „Wie“ – Die Prozessparameter

Basierend auf den bisher festgeschriebenen und erprobten Prozessmerkmalen geht es im nächsten Schritt um die Gestaltung des für die Produktion notwendigen Prozesses sowie der zugehörigen Prozessparameter.

Dabei ist es von Vorteil die IPO-Prozessdefinition zu berücksichtigen:

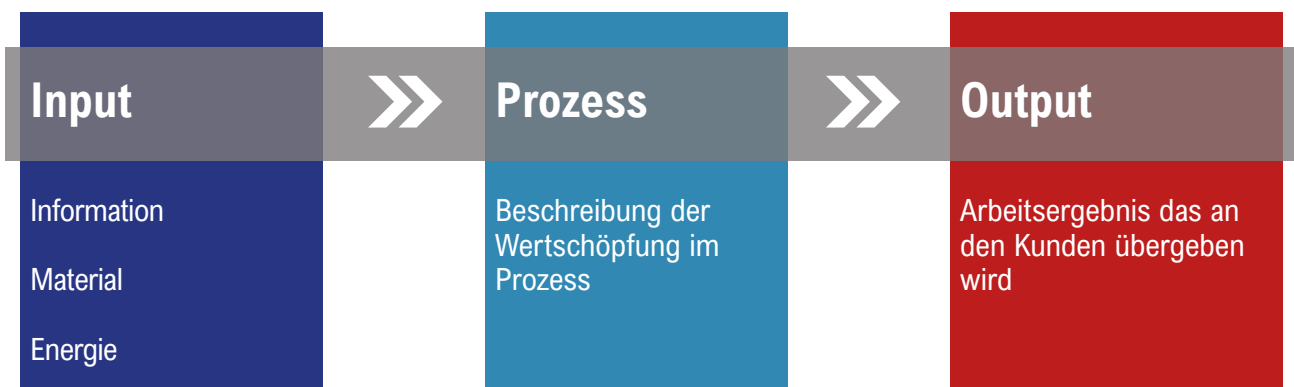


Abbildung 15: IPO-Prozessschema

Alle Formen des Inputs (Informationen, Energie, Material) müssen Berücksichtigung finden, da ansonsten eine genaue Beschreibung der nachfolgenden Schritte (Wertschöpfung und Arbeitsergebnis) nicht realisierbar ist.

Mit einem **Flussdiagramm** kann der neue Prozess übersichtlich dargestellt werden:

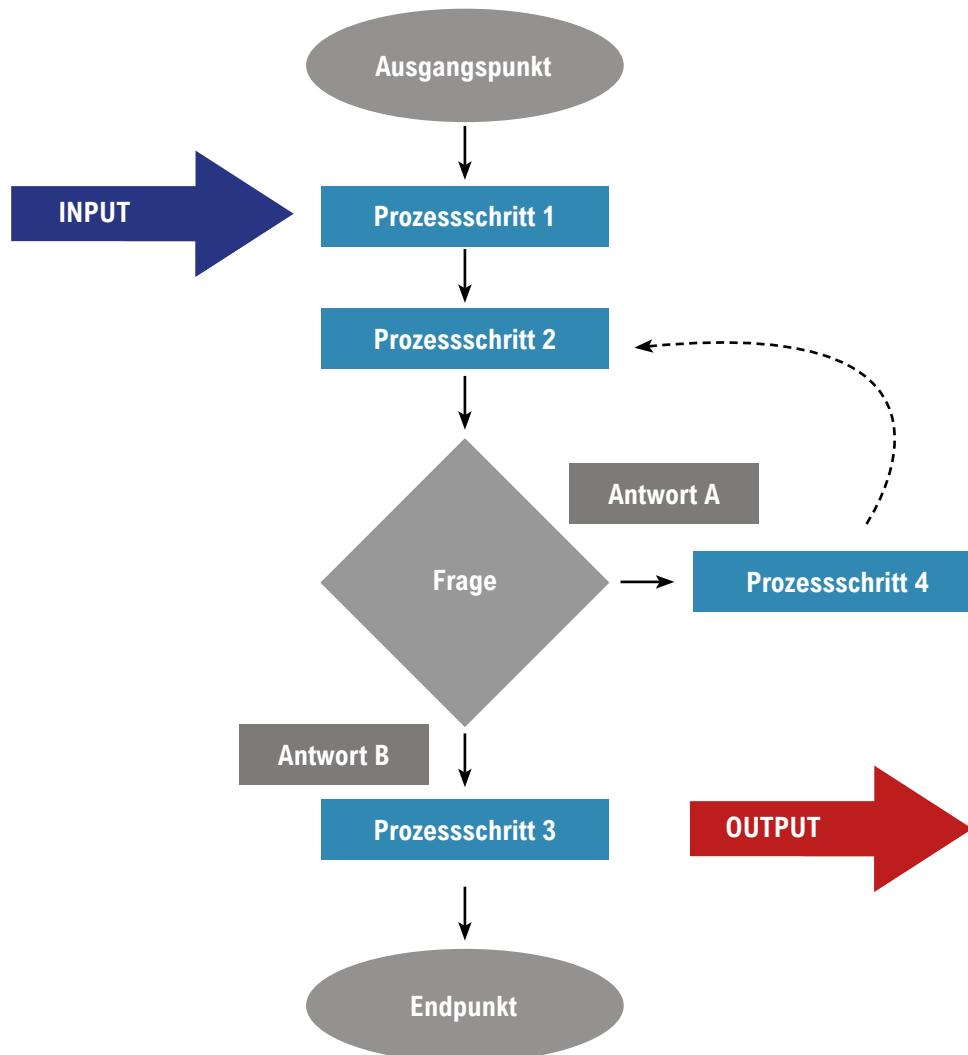


Abbildung 16: Schemata eines Flussdiagramms

Das Flussdiagramm kann zudem übersichtlich in einer Flusstabelle dargestellt und um die dazugehörigen Eingangs- und Ausgangsgrößen der Prozessschritte sowie die zugeordneten Kennzahlen ergänzt werden. Für die exakte Anpassung der einzelnen Prozessschritte müssen konkrete Prozessparameter – auch Einstellparameter genannt – festgelegt werden, mit dem Ziel ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen.

Als Hilfsmittel für die Parametrierung der Prozessmerkmale steht erneut das QFD-Haus mit folgenden Räumen zur Verfügung.

1. „Was?“ – Anforderungen

Hier werden die Prozessmerkmale eingetragen, die systematisch von den Kundenanforderungen abgeleitet wurden und somit den Kunden widerspiegeln. Als Quelle kann hierbei das vorherige QFD-Haus dienen. Sollte es weitere interne Vorgaben geben, sind diese zu ergänzen. Somit sind in diesem Schritt alle Anforderungen an den Prozess erfasst.

2. „Wie?“ – Merkmale

Welche Einstellparameter und Standards sind notwendig, um das gewünschte Prozessergebnis zu erreichen und beizubehalten? In dem IPO-Schema entspricht dies dem jeweiligen Input zu den einzelnen Prozessschritten. Dabei sind neben den quantitativen Vorgaben auch die qualitativen zu berücksichtigen.

3. „Beziehung Was <-> Wie“

Wie stark ist die Beziehung zwischen einem gewünschten Prozessmerkmal und dem entsprechenden Prozessparameter? Dabei muss jedem Prozessmerkmal mindestens ein Prozessparameter zugeordnet sein und alle Schnittpunkte bewertet werden. Sollte dies nicht möglich sein, ist der Raum „Wie“ um die entsprechenden Parameter zu ergänzen.

Wie bereits beschrieben kann dieser Zusammenhang per Teamentscheid mit einer nichtlinearen Skalierung von (0 – 1 – 3 – 9) vorgenommen werden.

4. „Zielwerte“

Alle Prozessparameter sind mit einem Vorgabewert und zugehörigen, obere/untere Spezifikationsgrenzen zu versehen. Die qualitativen Vorgaben sind zu beschreiben. Dabei ist festzuhalten, ob die Vorgabe Einfluss auf mehrere Prozessergebnisse hat und somit ein globaler Standard ist oder ob es sich um eine lokale Arbeitsanweisung handelt.

Abschließend ist der Kontrollplan um die Ergebnisse zu ergänzen beziehungsweise zu aktualisieren. Weiterhin kann es notwendig sein, weitere Dokumente wie beispielsweise Standards, Prüf- und Arbeitsanweisungen, Sicherheitsanweisungen oder Schulungspläne zu überprüfen.

2.4.4 Risiken erkennen und Lösungen finden

Die bereits in Kapitel 2.1.5 erläuterte Prozess-FMEA stellt auch in diesem Abschnitt ein geeignetes Mittel dar, um die festgelegten Faktoren auf potenzielle Risiken hin zu überprüfen. Für die identifizierten Risiken müssen im Anschluss Lösungen gesucht und erkannte Probleme behoben werden.



Machen Sie mit!



transformotive.de

Hierbei helfen die Kreativmethoden zur Lösungs- und Ideenfindung, die im TRANSFORMATIVE Handbuch „Grundlagen der Kreativmethoden“ beschrieben sind.

Für die Steigerung der Effizienz von Prozessen und zur Vermeidung von Verschwendung steht das TRANSFORMATIVE Handbuch „Effizienz“ zur Verfügung.

2.4.5 Standardisierung

In jedem der bisherigen Schritte wurde das entstehende Produkt und der zugehörige Prozess auf Risiken beziehungsweise Fehler untersucht. Mittels verschiedener Kreativtechniken und Lösungsmethoden wurden die erkannten Probleme behoben oder zumindest das Risiko reduziert. Damit der betriebene Aufwand auf längere Sicht nicht vergeblich war, ist es wichtig die erreichte Prozessgüte abzusichern und die nachhaltige Aufrechterhaltung sicherzustellen. Hierbei helfen die Standardisierung und die Anwendung bewährter Methoden, von denen einige im folgenden Kapitel vorgestellt werden.

Zusätzliche Erläuterungen und Methoden zur Standardisierung wie beispielsweise „5S“ und „Kanban“ sind im TRANSFORMATIVE Handbuch „Effizienz“ zu finden.

Visuelles Management

Das visuelle Management basiert auf Einfachheit und dem Sichtbarmachen von Informationen. Dabei kann man zwischen folgenden Informationen unterscheiden:

• ... zur ständigen Verbesserung

Maßnahmen zur ständigen Verbesserung können durch zielgerichtete Visualisierung von Informationen erheblich unterstützt werden. Mittels Informationswänden können nicht nur die aktuellen Aktivitäten inkl. der Ausgangsproblematik und der ergriffenen Maßnahmen publiziert, sondern auch die Leistung der an der Verbesserung beteiligten Mitarbeiter gewürdigt und die Ergebnisse bekannt gemacht werden. Sei es als einfache Tabelle, als Balkendiagramm zum Aufzeigen der reduzierten Verschwendung oder der Mitarbeiterbeteiligung, als kurze Newsartikel oder Bilderwände – die Möglichkeiten zur Visualisierung sind vielfältig.



Abbildung 17: Beispiel Infoboard Verbesserungsmaßnahmen

• ... zur Flächennutzung

■ Die Informationen zur Flächennutzung helfen bei der Umsetzung des Prinzips, dass jeder Gegenstand seinen Platz hat und jeder Mitarbeiter über diesen Standort informiert ist. Im visuellen Management werden daher die Flächen markiert, um das Zuordnen der Gegenstände zu den jeweiligen Lagerorten zu vereinfachen.

Eine weitere Nutzung von Informationen zur Flächennutzung findet sich in den Bodenmarkierungen und Visualisierung von Sicherheitshinweisen.

Mittels Linien können so z.B. Wege, Lagerstellen, Maschinen und Bereichsgrenzen markiert werden.



Abbildung 18: Beispiel Infoboard Verbesserungsmaßnahmen

- Eine auffällige Bodenmarkierung mittels Schraffuren kann auf Bereiche hinweisen, die nicht zugestellt oder betreten werden dürfen.



Abbildung 19: Beispiel Schraffur zur Bereichskennzeichnung

- Insbesondere in Bereichen, in denen Maschinen und Menschen zeitgleich unterwegs sind, können Markierungen am Boden in Form von Fußgängerüberwegen Unfälle verhindern.

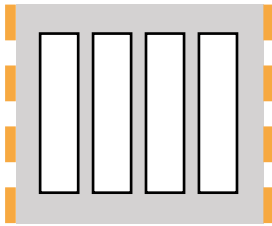


Abbildung 20: Beispiel Bodenmarkierung - Fußgängerüberweg

- Die Markierung von Flächen für eine bestimmte Nutzung kann über Farben organisiert und übersichtlich für alle Mitarbeiter gestaltet werden. Dabei kann nicht nur die Art des Materials, sondern auch die Materialmenge, z.B. durch die Größe der Stellfläche und der Anzahl der Container, die auf diese passen, visualisiert werden.

Container Stellplatz	Container Stellplatz	Container Stellplatz
Artikel B8541T	Artikel C34788F	Ausschuss

Abbildung 21: Beispiel Bodenmarkierung nach Nutzung

- Sicherheitsaspekte, wie z.B. Hinweisschilder für Fluchtwege, für notwendige Schutzausrüstung, Feuerlöscher, Sammelplätze, Gefahren sowie Ge- und Verbote, können ebenfalls visuell dargestellt werden.



Abbildung 22: Beispiel Hinweisschilder für Sicherheitsaspekte

- **... zur Materialkennzeichnung**

Die Bereitstellung von Informationen zur Materialkennzeichnung ist insbesondere für die Regulierung und Organisation des Materialflusses von Vorteil. Dies beinhaltet neben der Kennzeichnung der Lagerorte mittels Schilder, Wand- oder Bodenmarkierungen (hier gibt es eine Überschneidung zu den Kennzeichnungen der Flächennutzung), die Visualisierung der Materialmengen und – arten. Mittels unterschiedlicher Markierungen ist es beispielsweise möglich, Bestellvorgänge einzuleiten, Lagermengen zu regulieren und Sicherheitsbestände einzuhalten.

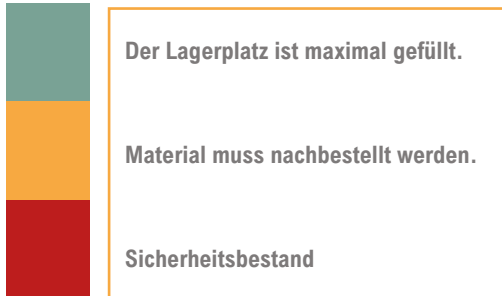


Abbildung 23: Beispiel zur Visualisierung der Materialmenge

Diese beispielhafte Skala kann an den Wänden von Lagerplätzen oder auf Behältern (mit Sichtglas) für Kleinteile zur Organisation des Bestellzeitpunkt und somit als Hilfsmittel bei der Regulierung der Materialmengen eingesetzt werden. Dabei muss die Skala auf die jeweiligen Prozesse abgestimmt werden und die Lagerung der Materialien sowie die Nachbestellung entsprechend geregelt sein. Das neu gelieferte Material muss so einsortiert werden, dass der Sicherheitsbestand nicht dem Kreislauf entzogen, sondern vor der neu gelieferten Ware verbraucht wird.

Beachte hierzu den Abschnitt „Kanban“ im *TRANSFORMATIVE – Handbuch „Grundlagen der Effizienzsteigerung“*.

- **... zum aktuellen Produktionsstatus**

Zahlen, Daten, Fakten zur Beschreibung des SOLL- und IST-Zustandes der Produktion. Dabei wird in der Regel zwischen tagesaktuellen Informationen und Wochen- bzw. Monatsinformationen unterschieden.

Die Darstellung kann beispielsweise als handschriftliche Dokumentation auf einer einfachen Tafel erfolgen, mit dem Vorteil, dass sich der Bearbeiter beim Eintragen (z.B. im 30-Minuten-Takt) bewusst mit den Zahlen befassen muss.

Uhrzeit	SOLL	IST	DELTA	Anmerkung
0730	500	510	+10	
0800	600	601	+1	
0830	600	530	-70	Werkzeugwechsel
...				

Abbildung 24: Beispiel handschriftliche Dokumentation der Produktion

Alternativ kann ein Andon-Board verwendet werden. Dieses ist meist elektronisch und zeigt als Informationsboard den aktuellen Status der Produktion. Eine einfache Übersicht über das Delta zwischen der SOLL- und IST-Produktion ist dabei ebenfalls mittels eines Beurteilungsrasters, wie beispielweise einem Ampelstatus, möglich.

Produkt	Tages-SOLL	Tages-IST
TZ52485	25.560	15.741
TG86572	24.502	14.850




Abbildung 25: Beispiel Visualisierung eines Andon-Boards

Das Ziel der Information ist es, allen Mitarbeitern einen schnellen Überblick über den Produktionsstatus und eine Prognose für die Zielerreichung zu geben. Die Informationen müssen daher für alle gut sichtbar platziert werden.

Eine ergänzende oder zusätzliche Darstellung der Informationen auf den Bildschirmen der Produktionsstationen kann die zentrale Dokumentation zielgerichtet ergänzen.

• **... weitere, allgemeine Informationen**

Abgesehen von den bisher genannten Nutzungsmöglichkeiten des visuellen Managements gibt es noch unzählige weitere Anwendungsbereiche für sonstige, allgemeine Informationen. Dazu zählen zum Beispiel standardisierte, allgemeine Infoboards in den verschiedenen Abteilungen, die an einer zentralen Stelle aufgehängt werden. Diese dienen dazu, nicht nur die Informationen für den jeweiligen Bereich bereit, sondern auch bereichsübergreifend die wichtigsten Dinge übersichtlich darzustellen.

Aber auch Schattenboards zum ordentlichen Verstauen von Werkzeugen sowie farbliche Kodierung von beispielsweise Abteilungen und Beschriftungen gehören in das Methodenportfolio des Visuellen Managements.

Poka Yoke

Die Methode des „Poka Yoke“, (Poka Yokeru – Fehler vermeiden), stammt ebenfalls aus Japan und wurde von Dr. Shigeo Shingo entwickelt.

Das Motto von Poka Yoke lautet:

Keine Fehler **annehmen**
Keine Fehler **machen**
Keine Fehler **weitergeben**

Dabei basiert die Methode auf drei Konzepten:

Fehlervermeidung
Fehler und deren Kosten sollen gar nicht erst passieren.

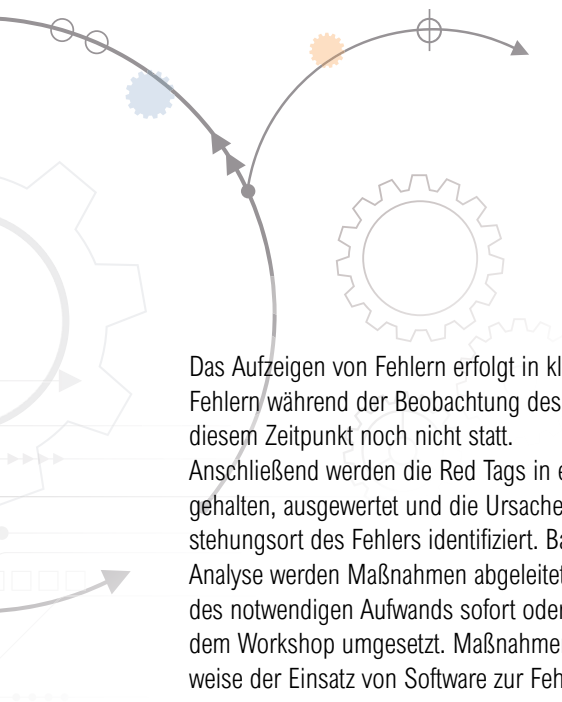
Fehlererkennung
Fehler erkennen, bevor sie zu einem Defekt führen.

Defekterkennung
Defekte erkennen, bevor sie den eigenen Arbeitsplatz verlassen.

Abbildung 26: Die „Poka Yoke“-Methode

Wichtig ist dabei die Idee, den Weg vom Defekt zurück zur Fehlerursache zu suchen und ein Wiederauftreten des Fehlers zu verhindern, anstatt lediglich die Symptome zu bekämpfen. Darin liegt auch ein bedeutender wirtschaftlicher Aspekt, da jeder Fehler „Kosten schlechter Qualität“ nach sich zieht, selbst wenn dieser erkannt wird, bevor ein Defekt entsteht.

Ebenfalls zentral im Rahmen der Poka Yoke Methode ist die Einbindung der Mitarbeiter und deren Sensibilisierung für Fehler. Die Reduktion der Fehler bis hin zu fehlerfreien Prozessen stellt daher eine Gemeinschaftsleistung der Belegschaft dar und sollte als solche kommuniziert werden. Der Führungskraft kommt im Rahmen eines Poka Yoke - Workshops dabei die entscheidende Aufgabe zu, nicht nur die theoretischen Grundlagen der Methode zu erläutern, sondern ebenfalls aufzuzeigen, dass nur durch das vorurteilsfreie Benennen von Fehlern und Fehlermöglichkeiten erreicht werden kann.



Die häufig anzutreffenden Abwehrargumente („Das haben wir schon immer so gemacht“, „Wir haben bereits alle anderen Möglichkeiten probiert – es gibt keine Lösung“, etc.) sind nicht erwünscht.

Das Aufzeigen von Fehlern erfolgt in kleinen Arbeiterteams durch das Anbringen von „Red Tags“ an erkannten Defekten oder Fehlern während der Beobachtung des Prozesses im Rahmen einer Red-Tag-Aktion. Eine Bewertung der Markierung findet zu diesem Zeitpunkt noch nicht statt.

Anschließend werden die Red Tags in einer Tabelle festgehalten, ausgewertet und die Ursache sowie der Entstehungsort des Fehlers identifiziert. Basierend auf der Analyse werden Maßnahmen abgeleitet und entsprechend des notwendigen Aufwands sofort oder in der Zeit nach dem Workshop umgesetzt. Maßnahmen können beispielsweise der Einsatz von Software zur Fehlererkennung, eine Erleichterung der Arbeitsschritte durch farbliche Markierungen oder die Umgestaltung des Prozesses zur Beseitigung der Fehlermöglichkeit sein.

RED TAG	
POKA YOKE Workshop	
Angebracht von	
Datum:	
Name, Abteilung:	
Beschreibung	
Ort / Maschine/Prozessschritt:	
Fehler-/Defektbeschreibung:	

Abbildung 27: Beispiel eines RED TAG



Beispiele für Poka Yoke sind:

- Pommeskelle in Fastfood – Betrieben: Eine falsche Portionierung ist nicht möglich
- Farbige Kabel in der Elektrik: Beim Anbringen von Deckenlampen ist die richtige Zuordnung der Kabel leicht zu erkennen
- Mini-USB-Stecker: Durch die Formgebung ist die richtige Rotation der Steckverbindung vorgegeben
- Werkstücke und angepasste Halterungen: Das Werkstück passt nur in der korrekten Ausrichtung auf den Arbeitsplatz

Poka Yoke bedarf einer regelmäßigen Aktivität und darf nicht als einzelner Workshop gesehen werden. Vielmehr muss die Idee der Methode von der Belegschaft verinnerlicht sein, um langfristig Erfolge zu erzielen.

Im Anschluss an die Standardisierung sollte eine Überprüfung und bei Bedarf eine Aktualisierung der zugehörigen Dokumente (bspw. des Kontrollplans) erfolgen.

Die Fehlerkultur im Unternehmen ist, neben der regelmäßigen Anwendung und dem Einbinden der Methodik bereits in der Planungsphase von Produkten und Prozessen, ein zentrales Element. Nur ein offener Umgang mit Fehlern ermöglicht ein Erkennen und Beseitigen dieser.



2.5 Projektabschluss – Übergabe an die Produktion

Am Ende der Produktionsphase erfüllt das Produkt und der Prozess die gestellten Leistungs-, Kosten- sowie Qualitätsanforderungen und kann mit Abschluss des Projekts in die Produktion übergeben werden. Bevor das Projekt jedoch abgeschlossen werden kann, bedarf es der Vervollständigung der Projektdokumentation und im Idealfall der Durchführung eines Lessons-Learned-Prozesses.

Projektdokumentation

Zusätzlich zu der inhaltlichen Dokumentation der Produkt- und Prozessentwicklung im Kontrollplan empfiehlt sich die Erstellung eines Projektberichts inklusive aller Schritte, angewendeten Methoden, Entscheidungen und Ergebnisse. Dies ermöglicht nicht nur die Wissensweitergabe im Unternehmen, sondern darüber hinaus die Rekapitulation der Entscheidungsprozesse und Arbeitsschritte.

Idealerweise werden nach jedem Projektabschnitt Phase Exit Reviews durchgeführt und der Bericht so projektbegleitend Schritt für Schritt befüllt. Die stückweise Dokumentation der Ereignisse bietet nicht nur den Vorteil eines unkomplizierteren Schreibens des abschließenden Berichts, sondern beugt auch dem Vergessen von Einzelheiten und wichtigen Details vor. Die Leitfragen für die regelmäßigen Reviews sind dabei auf die Inhalte der jeweiligen Projektabschnitte anzupassen, mit dem Ziel, die Erfüllung und Vollständigkeit der Projektinhalte sicherzustellen.

Lessons Learned

Mit Abschluss eines Projektes bietet der Lessons Learned Prozess die Möglichkeit aus Erfolgen und Misserfolgen systematisch zu lernen sowie von den gewonnenen Erkenntnissen im gesamten Unternehmen beziehungsweise in aktuellen und zukünftigen Projekten zu profitieren.

Je nach Unternehmen gibt es bereits etablierte Lessons Learned Prozesse, die angewendet werden können. Sollte dies nicht der Fall sein, bietet sich eine Orientierung an folgender Struktur an:



- Identifikation der positiven sowie negativen Erfahrungen im Projekt
- Ableiten von allgemeinen sowie speziellen Maßnahmen und Informationen
- Zur Verfügung stellen der Informationen über Datenbanken, Regeln und Vorgaben

Hilfreich beim Sammeln und Aufbereiten der individuellen Erfahrungen der Teammitglieder können Leitfragen für das Lessons-Learned-Meeting sein:



- Was war das Ziel des Projekts? Was wurde erreicht? Wo gibt es Abweichungen?
- Warum wurde etwas erreicht? Was lief gut? Was war die Ursache?
- Warum wurde etwas nicht erreicht? Was lief schlecht? Was war die Ursache?
- Für die Maßnahmenableitung: Was hilft die erfolgreichen Dinge zu wiederholen?
- Für die Maßnahmenableitung: Was hilft die negativen Dinge zu vermeiden?

Aus den Erkenntnissen der Lessons-Learned-Meetings können konkrete Maßnahmen abgeleitet werden, die als Regel, Hinweise, Vorgehensbeschreibungen oder in Datenbanken den Mitarbeitern im Unternehmen zur Verfügung gestellt werden.

Notizen zu Ihrer Kreativität





3. Das Praxisbeispiel – Die Produktentwicklung mit der Bürostuhl GmbH

Zur besseren Veranschaulichung der im Handbuch vorgestellten Methoden und Lösungswege wird in dem zugehörigen Praxis - Booklet ein Projekt zur Entwicklung eines neuen Bürostuhls für die Bürostuhl GmbH beispielhaft durchgeführt.

Die Bürostuhl GmbH ist ein mittelständiges Unternehmen, welches mit verschiedenen Bürostühlen und Zubehörteilen vor allem im regionalen Markt aktiv ist. Aus verschiedenen Gründen kam die Neu- und Weiterentwicklung der Bürostühle in den letzten Jahren ins Stocken und das einstige Premiummodell gehört schon seit einiger Zeit nicht mehr zu den Verkaufsschlägern. Daher hat der Geschäftsführer Karl-Heinz Dreher entschieden, dass mittels eines neuen Premium-Bürostuhls die stetig schlechter laufenden Geschäfte wieder mit Leben gefüllt werden soll. Das Projekt „der perfekte Bürostuhl“ wurde gestartet.

Anmerkung: Die Bürostuhl GmbH, die Namen der Beteiligten, die Prozesse und technischen Konzepte sind frei erfunden. Parallelen zu realen Unternehmen sowie Personen sind zufällig und nicht beabsichtigt. Die technischen Werte bzw. Einstellparameter sind ebenfalls frei erfunden und stellen keinen Anspruch an die Umsetzbarkeit und technische Korrektheit dar.

Machen Sie mit!



transformotive.de

Das Praxis - Booklet erhalten Sie als Druckversion bei uns - sprechen Sie uns an.

Alternativ finden Sie es auf der Projektwebseite [Transformotive.de](https://transformotive.de) als PDF.

Über die Autorin



Alexandra Bergmann

Die Autorin ist SIX SIGMA und DESIGN FOR SIX SIGMA Black Belt, LEAN MASTER und verfügt über Fortbildungen im Bereich Digitale Transformation, Informatik und Projektmanagement. Als Projektmanager bei der Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn-Franken beschäftigt sie sich im Rahmen des Projekts TRANSFORMATIVE mit der Erarbeitung vielfältiger Unterstützungsmöglichkeiten für die Unternehmen der Region Heilbronn-Franken.

Weiterführende Literatur

- **Statistik für Ingenieure: Eine Einführung mit Beispielen aus der Praxis**, Hartmut Schiefer (Autor) Felix Schiefer (Mitwirkende), Springer Verlag, 1. Auflage 2018
- **Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan, Reference Manual**, 2. Auflage, ISBN 978-1-60534-137-8
- **Design for Six Sigma: Kundenorientierte Produkte und Prozesse fehlerfrei entwickeln**, Jürgen Gamweger, Oliver Jöbstl, Manfred Strohmarm, Wadym Suchowerskyj, Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, 1. Auflage 2009
- **Wie erstelle ich einen Fragebogen? Ein Leitfaden für die Praxis**, Mag. Dr. Birgit Aschemann-Pilshofer, Wissenschaftsladen Graz - Institut für Wissens- und Forschungsvermittlung, 2. Auflage 2001
- **Integration von Lead Usern in die Innovationspraxis: Eine empirische Analyse der praktischen Anwendung des Lead User-Ansatzes (Forschungs-/Entwicklungs-/Innovations-Management)**, Jens Lehnen, Springer Verlag, 1. Auflage 2017
- **Practical Decision Making using Super Decisions v3: An Introduction to the Analytic Hierarchy Progress**, Enrique Mu, Milagros Pereyra-Rojas, Springer Verlag, 1. Auflage 2018
- **FMEA-Leitfaden nach VDA Band IV**, Winfried Dietz, UB Dietz, 1. Auflage 2015
- **Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA)**, Society for Automotive Engineers SAE International, Normschrift SAE J 1739:2009-01-15, Superseded 2021-01-25
- **Erfinden – Wege zur Lösung technischer Probleme**, Genrich Saulowitsch Altschuller, PI – Planung und Innovation, 1. Auflage 1986
- **Entwicklung technischer Produkte und Systeme – Modell der Produktentwicklung**, VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1, 2019
- **Band 4 – Sicherung der Qualität in der Prozesslandschaft**, Bundle der Abschnitte 1-4: Allgemeines, Risikoanalyse, Methoden und Vorgehensmodelle, VDA, 3. Auflage 2020
- **Six Sigma + Lean Toolset: Mindset zur erfolgreichen Umsetzung von Verbesserungsprojekten**, Stephan Lunau, Renata Meran, Alexander John, Christian Staudter, Olin Roenpage, Springer Verlag, 5. Auflage 2014

Weitere TRANSFORMATIVE Handbücher

Im Rahmen des Projektes TRANSFORMOTIE erscheinen stetig neue praxisnahe Handbücher mit zu spannenden Themen rund um die Transformation der Automotive sowie vor- und nachgelagerter Branchen.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung sind bereits folgende Handbücher und Broschüren erschienen:

Machen Sie mit!



transformotive.de



Herausgeber



transformotive.de

Gefördert durch

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Durchgeführt von



Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn GmbH

Koepffstraße 17 · 74076 Heilbronn
Fon +49 7131 20996-0
Fax +49 7131 20996-99
info@wfgheilbronn.de
www.wfgheilbronn.de



Wirtschaftsregion Heilbronn-Franken GmbH

Koepffstraße 17 · 74076 Heilbronn
Fon +49 7131 3825 0
Fax +49 7131 3825 38
info@heilbronn-franken.com
Signal Messenger: +49 1579 2468368

Impressum

Auflage: 250 Stk.
Erstausgabe: Mai 2024
Druck und Layout: Wirtschaftsförderung Raum Heilbronn GmbH
Bildnachweis: Adobe Stock

Die besten Gedanken sind Ihre!





transformotive.de

