

Design Review based on Failure Mode (DRBFM)

Winterthur im November 2014

TQU GROUP
Markus Schwär

Neumühlestraße 42
8406 Winterthur, Schweiz
Tel.: +41 (0) 52/20275-52

markus.schwaer@tqu-group.com
www.tqu-group.com



Akzente setzen

AGENDA

- Vorbemerkungen
- Die Entstehung von DRBFM
- Vorgehensweise
- DRBFM und FMEA
- Implementierung
- Bewertung und Diskussion

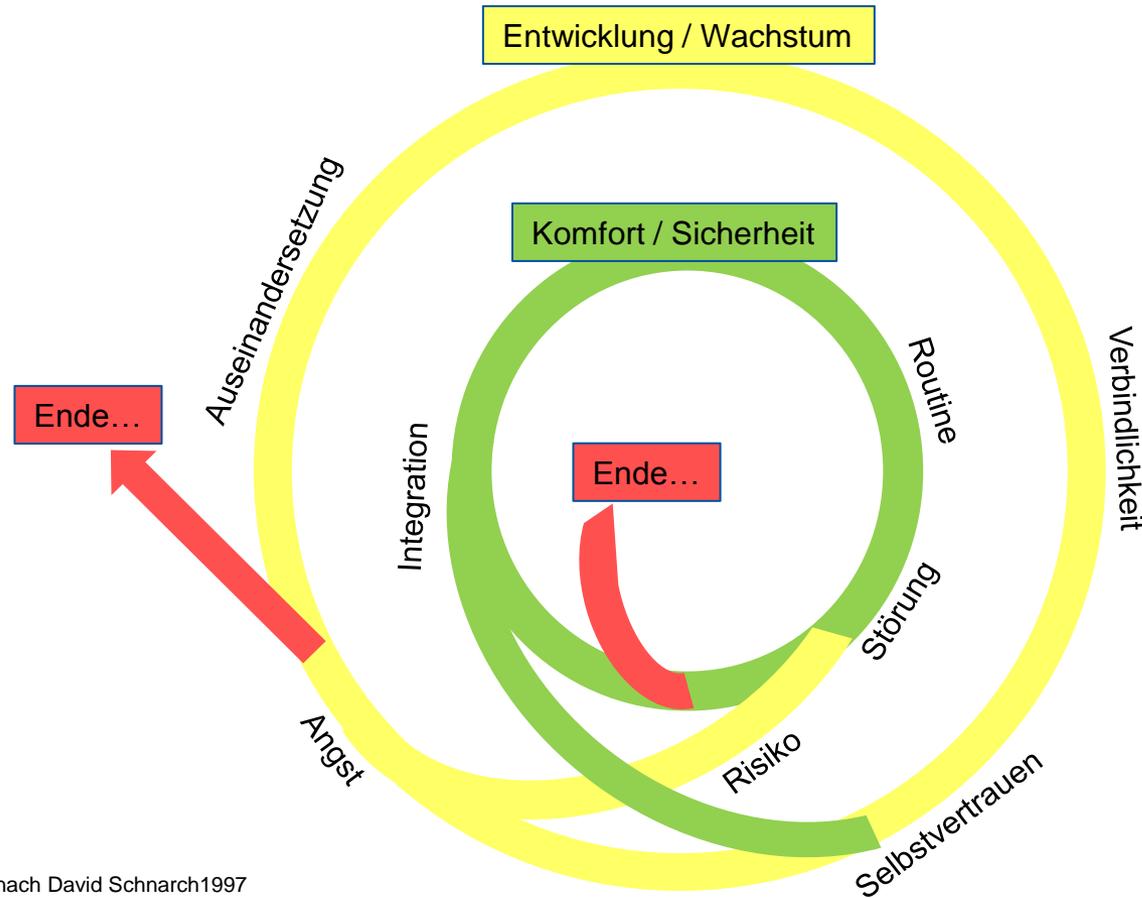
- Anhang: Formulare

Was macht es schwer, Entwicklungsprozesse zu managen?

- Organisation ‚von oben‘
- Rhythmus der Prozesse
- Zeitdruck
- Interessen der Vorgesetzten
- Interessen der Mitarbeiter
- Druck von der Fertigung
- Innovationsdruck
- Wechselnde Ziele
- ...

Die Entwickler in allen Unternehmen arbeiten unter diesen Rahmenbedingungen. Dennoch sind einige erfolgreicher als die Anderen.

Unser Verständnis von Veränderung



nach David Schnarch 1997

DIE ENTSTEHUNG VON DRBFM

Die Grenzen der FMEA

Toyota setzt hohe Qualitätsansprüche an Neuentwicklungen und wendet daher entsprechende Methoden an (FMEA). Bei Änderungen an Produkten, Produkt-Anforderungen oder Produktionsprozessen war diese Aufmerksamkeit für die Qualität nicht in gleichem Maß gegeben.

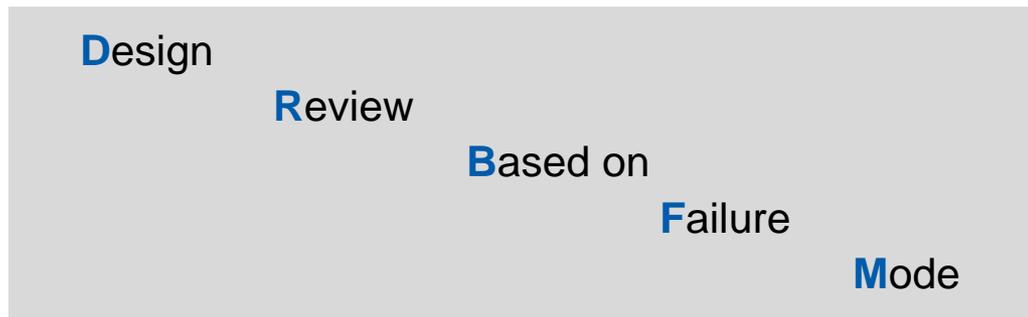
Toyota stellte fest, dass solche Veränderungen das höchste Potenzial für Risiken und Fehler waren. Prof. Dr. Tatsuhiko Yoshimura wollte aus dieser Erkenntnis heraus die FMEA in Design Reviews integrieren.

ABER:

- Keine spezielle Fokussierung auf die Änderung und deren Folgen
- Der Formalismus der FMEA hemmt die Kreativität der Entwickler
- Die FMEA lenkte die Gedanken der Entwickler zu schnell in eine Richtung

Entstehung der DRBFM

1997 entwickelt Tatsuhiko Yoshimura die Methode



Ziel ist, Fehler zu finden, die infolge beabsichtigter Änderungen und daraus resultierender unbeabsichtigter Veränderungen am Produkt und am Prozess entstehen.

Merkmale:

- Wenig Formalismus, dadurch Konzentration auf Problemfindung
- Die Arbeitsmittel und die Vorgehensweise sollen die Kreativität der Ingenieure anregen
- DRBFM wurde in die Philosophie **GD³** integriert

Was bedeutet GD³?

Good Design

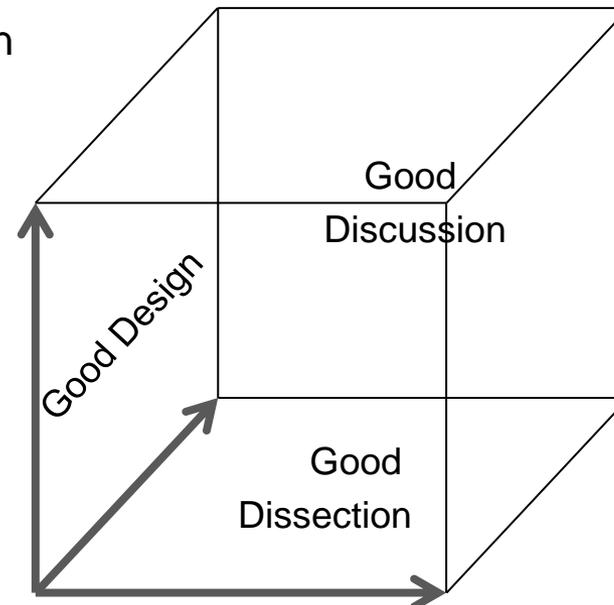
- Robustes und „konservatives“ Design, d.h. Einsatz möglichst vieler bekannter und bewährter Komponenten und Prozesse
- Nur das Nötigste verändern und die Komplexität gering halten
- Vom individuellen zum allgemeinem Optimum

Good Discussion

- Offene Diskussion zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Entwicklung
- Sorgfältige Analyse aller Änderungen und ihrer Auswirkung
- Ableitung geeigneter Massnahmen

Good Dissection

- Bewertung der Zeichnungen und der Komponenten während Design Review
- Erkenntnisse basieren auf Tests und Evaluierung



DAS VORGEHEN BEI DRBFM

Der Ablauf der DRBFM

Analyse der Veränderung (1-4)

- Betrachten der gewollten Änderungen und Suche nach ungewollten Wirkungen auf Komponenten und Prozesse

Betrachten der Risiken (5-6)

- Diskussion um die Auswirkungen auf den internen und/oder externen Kunden

Lösungen entwickeln und bewerten (6/7)

- Ziel ist die erfolgreiche gewollte Veränderung und zugleich die wirksame Minimierung der Risiken

Massnahmen definieren (7)

- Basieren auf Tests und Evaluierung
- Maßnahmen delegieren und verfolgen

Erfolgskontrolle (8)



Die Arbeitsmittel von DRBFM

DRBFM-Formblatt

- Enthält alle Veränderungen, die daraus entstehenden Risiken und Bedenken und alle Massnahmen

Änderungscheckliste (Awareness-Sheet)

- Anleitung, um gewollte und daraus resultierende ungewollte Änderungen zu identifizieren

Änderungstabelle (Change Comparison Table)

- Gegenüberstellung des bisherigen und des veränderten Designs, macht die wirkliche Veränderung deutlich

Funktionstabelle (Function Focal Point Table)

- Beschreibt systematisch die Auswirkung der Veränderung auf die Funktionen des Produktes

Änderungs-/Funktionsmatrix (Change and Functions Concern Points Table)

- Gegenüberstellung der für den Kunden relevanten Funktionen und der gewollten und daraus resultierenden Änderungen, zeigt so die Risiken auf

Das DRBFM-Formblatt

FMEA								
1 Bauteile / -gruppen Gewollte / ungewollte Änderung	2 Funktion	3 Fehlermöglichkeiten resultierend aus der Änderung		4 Wann und in welcher Form treten die Einflüsse auf?		5 Effekte für den Kunden (intern / extern)	A / B / C	6 Derzeitige Maßnahmen zur Vermeidung des Fehlers
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Befürchtungen (DRBFM)	Hauptursache	Weitere Ursachen (DRBFM)			

Analyse der Fehlerkette

- Gewollte Änderungen und daraus resultierend ungewollte Veränderungen
- Einflüsse auf die Funktion, Risiken
- Festlegen von Massnahmen zur Eindämmung der Risiken

Design Review						
Konstruktive Maßnahmen	V / T	7 Erforderliche Maßnahmen				8 Wirksamkeit der Maßnahmen
		Tests und Versuche	V / T	Prozessänderung	V / T	

Design Review

- Spezifizierung erforderlicher Massnahmen und Festlegen der Verantwortung
- Kontrolle der Wirksamkeit der festgelegten Massnahmen

Das DRBFM-Formblatt – Analyse der Fehlerkette

FMEA								
1 Bauteile / -gruppen Gewollte / ungewollte Änderung	2 Funktion	3 Fehlermöglichkeiten resultierend aus der Änderung		4 Wann und in welcher Form treten die Einflüsse auf?		5 Effekte für den Kunden (intern / extern)	A / B / C	6 Derzeitige Maßnahmen zur Vermeidung des Fehlers
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Befürchtungen (DRBFM)	Hauptursache	Weitere Ursachen (DRBFM)			

1 Beschreiben der gewollten und der ungewollten Änderungen

- Bauteil- / Komponentename
- Gewollte Änderungen und Änderungsgrund
- Ungewollte Veränderungen, die sich aus der gewollten ergeben, mit Begründung

=> Alle Angaben quantifizieren oder detailliert beschreiben

Das DRBFM-Formblatt – Analyse der Fehlerkette

FMEA								
1 Bauteile / -gruppen Gewollte / ungewollte Änderung	2 Funktion	3 Fehlermöglichkeiten resultierend aus der Änderung		4 Wann und in welcher Form treten die Einflüsse auf?		5 Effekte für den Kunden (intern / extern)	A / B / C	6 Derzeitige Maßnahmen zur Vermeidung des Fehlers
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Befürchtungen (DRBFM)	Hauptursache	Weitere Ursachen (DRBFM)			

2 Beschreiben der Funktion

- Die Funktion des Bauteils möglichst genau beschreiben
- Unter welchen Umgebungseinflüssen findet die Funktion statt?
- Dabei die einzelnen Funktionen unterscheiden und einzeln bearbeiten
 - Basis- / Hauptfunktion
 - Leistungsfunktion
 - Begeisterungsfunktion
 - Komfortfunktion (Vermeiden von Beeinträchtigungen des Nutzers)
 - Schutzfunktion (Schutz des Nutzers oder/und des Systems)

Das DRBFM-Formblatt– Analyse der Fehlerkette

FMEA								
1 Bauteile / -gruppen Gewollte / ungewollte Änderung	2 Funktion	3 Fehlermöglichkeiten resultierend aus der Änderung		4 Wann und in welcher Form treten die Einflüsse auf?		5 Effekte für den Kunden (intern / extern)	A / B / C	6 Derzeitige Maßnahmen zur Vermeidung des Fehlers
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Befürchtungen (DRBFM)	Hauptursache	Weitere Ursachen (DRBFM)			

3 Beschreiben der Fehlermöglichkeiten aus der Änderung

- Die Funktionsrisiken aus der Sicht des Kunden (intern/extern)
- Möglichst genau beschreiben, qualitativ und quantitativ

“Weitere Befürchtungen” werden offen gesammelt, indem das DRBFM-Formblatt für eine definierte Zeit zugänglich aufgehängt wird. Idealerweise werden neben anderen Entwicklungsingenieuren auch (interne) Kunden und Anwender einbezogen und ergänzen in dieser Spalte ihre Befürchtungen (“concerns”).

Diese Hinweise werden aufgegriffen, ggf. präzisiert und weiter bearbeitet.

Das DRBFM-Formblatt – Analyse der Fehlerkette

FMEA								
1 Bauteile / -gruppen Gewollte / ungewollte Änderung	2 Funktion	3 Fehlermöglichkeiten resultierend aus der Änderung		4 Wann und in welcher Form treten die Einflüsse auf?		5 Effekte für den Kunden (intern / extern)	A / B / C	6 Derzeitige Maßnahmen zur Vermeidung des Fehlers
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Befürchtungen (DRBFM)	Hauptursache	Weitere Ursachen (DRBFM)			

4 Beschreiben des Auftretens und der Fehlerursachen

- W-Fragen: *Wann? / Wie oft? / Wo? / ...*
- Negation anwenden: *Wann / wie oft / wo hätte..., ist aber nicht?*
- 5 x Warum fragen (W-Methode), um die wahre Ursache zu finden
- Vage Aussagen vermeiden

Gegenmassnahmen wirken erst, wenn die wirkliche Ursache gefunden ist.

Das DRBFM-Formblatt – Analyse der Fehlerkette

FMEA								
1 Bauteile / -gruppen Gewollte / ungewollte Änderung	2 Funktion	3 Fehlermöglichkeiten resultierend aus der Änderung		4 Wann und in welcher Form treten die Einflüsse auf?		5 Effekte für den Kunden (intern / extern)	A / B / C	6 Derzeitige Maßnahmen zur Vermeidung des Fehlers
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Befürchtungen (DRBFM)	Hauptursache	Weitere Ursachen (DRBFM)			

5 Folgen für den Kunden

- Wer sind die Kunden (intern und extern)? Konkret benennen!
- Welche Folgen entstehen für den Kunden?
- Welche Folgen entstehen mittelbar, z.B. durch Effekte auf andere System-Komponenten?
- Priorisierung der Beeinträchtigung aus Kundensicht
 - A Hauptmerkmal
 - B Nebenmerkmal
 - C Komfortmerkmal

Diese Spalte wird ebenso im offenen 'Aushang' bearbeitet und ergänzt.

Das DRBFM-Formblatt – Analyse der Fehlerkette

FMEA								
1 Bauteile / -gruppen Gewollte / ungewollte Änderung	2 Funktion	3 Fehlermöglichkeiten resultierend aus der Änderung		4 Wann und in welcher Form treten die Einflüsse auf?		5 Effekte für den Kunden (intern / extern)	A / B / C	6 Derzeitige Maßnahmen zur Vermeidung des Fehlers
		Befürchteter Funktionsverlust	Weitere Befürchtungen (DRBFM)	Hauptursache	Weitere Ursachen (DRBFM)			

6 Derzeitige Massnahmen zur Fehlervermeidung

- Massnahmen und Funktionsweise beschreiben, ggf. skizzieren
- Erfahrungen bzgl. Verlässlichkeit vermerken, wenn vorhanden, dabei alle Funktionen und Umgebungsmerkmale beachten
- Bei Bedarf weitere Massnahmen definieren (=>7)

Das DRBFM-Formblatt

Design Review						
7 Erforderliche Maßnahmen						8 Wirksamkeit der Maßnahmen
Konstruktive Maßnahmen	V / T	Tests und Versuche	V / T	Prozessänderung	V / T	

Festgelegte Massnahmen (Results of DRBFM)

- Wenn die ‚6 Derzeitige Massnahmen‘ nicht ausreichend sind, werden hier ergänzende Massnahmen hinzugefügt
- Detaillierte Beschreibung der folgenden Aktivitäten bezüglich:
 - Design
 - Evaluierung
 - Produktion
- Verantwortlichen und Termin benennen

Das DRBFM-Formblatt

Design Review						
7 Erforderliche Maßnahmen						8 Wirksamkeit der Maßnahmen
Konstruktive Maßnahmen	V / T	Tests und Versuche	V / T	Prozessänderung	V / T	

Umsetzung und Wirksamkeit der Massnahmen feststellen

- Für jede Massnahme aus der DRBFM wird festgehalten
 - was getan wurde
 - wann und wie
 - Ergebnis und Nachhaltigkeit
- Als zusätzliche Option kann die Möglichkeit des Transfers auf andere ‚Objekte‘ überprüft werden

AUS DRBFM EINE FMEA ERSTELLEN

Transfer von DRBFM zur FMEA

Component name/ Intentionally & Incidentally Changed Portions	Function	Points of Concern regarding change (Failure mode)		When and how do points of concern appear		Effect to customer	Importance
		Potential failure mode due to change	Any other concern? (DRBFM)	Root cause/ dominant cause	Any other consideration for cause? (DRBFM)		

Current design to avoid points of concern (Incl. Design rule items, Design standard, Check items)	Recommended actions (Results of DRBFM)				Action results
	Items to be reflected to "Design"	Resp. & Dead-line	Items to be reflected to "Evaluation"	Resp. & Dead-line	

Element	Ursache-Wirkungs-Analyse			derzeitiger Zustand				Veränderung		geänderter Zustand					
Funktionen / Q-Merkmale	potentielle Fehler	potentielle Folgen	potentielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko neu

Transfer von DRBFM zur FMEA

Current design to avoid points of concern (Incl. Design rule items, Design standard, Check items)	Recommended actions (Results of DRBFM)						Action results
	Items to be reflected to "Design"	Resp. & Dead-line	Items to be reflected to "Evaluation"	Resp. & Dead-line	Items to be reflected to "Production process"	Resp. & Dead-line	

Element Funktionen / Q-Merkmale	Ursache-Wirkungs-Analyse			aktueller Zustand				Veränderung		geplanter Zustand					
	potentielle Fehler	potentielle Folgen	potentielle Ursachen	Verhütung Prüfung	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko	Empfohlene Maßnahme	Verantwortung Termine, Ziele	getroffene Maßnahmen	Auftreten	Bedeutung	Entdeckung	Risiko

Daten aus der DRBFM lassen sich für eine FMEA nutzen, ebenso umgekehrt.

ABER die Orientierung der Methoden ist grundsätzlich verschieden:

- FMEA sucht nach allen denkbaren **Ursachen** für ein Ereignis (= Nicht-Erfüllung einer Funktion)
- DRBFM sucht nach allen denkbaren **Folgen** eines Ereignisses (= gewollte Veränderung)

IMPLEMENTIERUNG VON DRBFM

Nutzen von DRBFM

- Fehlerquellen / Probleme früh erkennen und systematisch beheben
- Frühzeitiges Erreichen eines robusten Designs
- Termintreue bei Änderungen durch weniger Entwicklungsschleifen (‚Bananen-Entwicklung‘)
- Fortlaufende detaillierte Dokumentation der Entwicklung
- Wissensmanagement ohne zeitlichen und personellen Mehraufwand
- Verringerung der Fehlerrate und der internen und externen Fehlerkosten
- Erhöhte Akzeptanz der Änderung in der Organisation
- Weniger Kundenbeschwerden und Rückrufaktionen

Typische Hindernisse bei der Implementierung

- Die Menschen verwenden gerne den Formularansatz
- Wir sind lösungsbasiert und vernachlässigen die ausführliche Beobachtung
- Der offene Weg in Richtung Ergebnis ist unbehaglich
- Das Lernen durch Iterationen (Wiederholungen von Schritten) wird missverstanden. Etwas nochmal machen müssen löst bei vielen ein Gefühl des Fehlverhaltens aus
- DRBFM wird nur als Tool gesehen und die Notwendigkeit einer anderen Vorgehensweise wird übersehen

Hinweise zur Implementierung

- DRBFM muss zuerst in der Führungsebene als fester Bestandteil der Entwickler-Arbeit verstanden werden
- Erlernen anhand realer Arbeitsthemen / -Projekte, begleitet durch einen Experten
- Das Verhalten der Methodik anpassen → Wenn DRBFM nicht wie gewünscht funktioniert, sollte das Coaching justiert werden
- Einrichten einer ‚Pilot-Gruppe‘, welche den Ablauf übt
- Coaching-Zyklen und die Methodik üben (Üben heißt Fehler machen...)

Konkret:

- Aufhängen von Strukturblatt an Wand als DIN-A 0 Ausdruck
- Benutzung von Post-It-Zetteln zur Beschriftung
- Formblätter nutzen zur Anregung der Kreativität bei den Entwicklern

ANHANG: FORMULARE

Formulare

Für jede gewollte Änderung wird eine Änderungscheckliste erstellt.

Die ungewollten Änderungen werden ergänzt und in die => Änderungstabelle übertragen.

Änderungscheckliste			
Änderung:		Nummer:	
	Merkmale	gewollte Änderungen	ungewollte Änderungen
1	technische Anforderungen		
2	technische Funktionen		
3	Leistungsparameter		
4	Nutzungsumgebung	Temperatur	
5		Luftfeuchtigkeit	
6		Vibrationen	
7		Energieversorgung	
8		Geräuschkulisse	
9		Strahlung	
10		Licht	
11		Geräusch	
12		Wasser	
13	System (angrenzende Komponenten)		
14	Konstruktion		
15	Form / Gestalt		
16	Schaltkreis		
17	Software		
18	Komponenten		
19	Material		
20	Verarbeitung		
21	Montage		
22	Ausrüstung/ Werkzeug		
23	Zulieferer		
24	Materialquelle		
25	Produktionsstätte		

Formulare

Änderungstabelle					
Komponente	Vergleichsmerkmal		gewollte und ungewollte Änderungen		Bemerkung
			bisherige Konstruktion	neue Konstruktion	
XXX	techn. Anforderungen				
	Nutzungs- umgebung	Temperatur			
		Vibrationen			
	Konstruktion				
	Verarbeitung				
Montage					

Hier werden alle markierten Merkmale aus der Änderungscheckliste übernommen und den entsprechenden Design- und Konstruktionsmerkmalen zugeordnet.

Dadurch werden die notwendigen Änderungen am Design und den Konstruktionsmerkmalen verdeutlicht.

Formulare

Diese Tabelle hilft, alle Funktionen des Bauteils / Produkts zu betrachten und auf gewollte und ungewollte Veränderungen zu überprüfen.

Die Ergebnisse werden in das =>DRBFM-Formblatt übertragen.

Funktionstabelle			
Funktionsfokus	Beschreibung	Beispiel Auto	für das Produkt
Basisfunktion	Funktion repräsentiert die Notwendigkeit um den Zweck des Produktes zu erfüllen.	fahren, bremsen, lenken	
Leistungsfunktion	Funktion die dem Produkt zur Wertsteigerung oder die notwendig Funktionen zum Erfüllen von Regeln und Gesetze.	Klimaanlage, Radio, Navigation	
Begeisterungsfunktion	Funktionen die der Kunde nicht erwartet jedoch davon begeistert ist	automatischer Scheibenwischer, Spurassistent, Start-Stop-Automatik	
Funktion zum vermeiden von Problemen	Funktion zum vermeiden von Problemen gegenüber dem Nutzer, wie Vibrationen, Geräusche, Geruch, usw.	Dämmung, Luftfilter,	
Schutzfunktion	Funktion zum Schutz der Nutzer während Nutzung, Herstellung oder Montage.	Schutz vor Überhitzung des Motors	

Formulare

Diese Tabelle hilft, alle vom Kunden verlangten Funktionen zu betrachten und auf ihre Abhängigkeit von der gewollten und ungewollte Veränderungen zu überprüfen.

Die Ergebnisse werden in das =>DRBFM-Formblatt übertragen.

Änderungs-/ Funktionsmatrix				
		Funktionen		
gewollte Änderungen				
ungewollte Änderungen				



Akzente setzen