
METHODENÜBERSICHT ENTLANG DES PRODUKTENTSTEHUNGSPROZESSES

Mit neuen Produkten schneller am Markt
FpF-Veranstaltung am 25. November 2010



Dr.-Ing. Alexander Schloske

Abteilungsleiter Produkt- und Qualitätsmanagement

Telefon: +49(0)711/9 70-1890

Fax: +49(0)711/9 70-1002

E-Mail: alexander.schloske@ipa.fraunhofer.de

Internet: www.ipa.fraunhofer.de

© Fraunhofer



Risikomanagement

Risiko = Bedeutung * Auftreten

Die Ablehnung
eines Risikos ist für
ein Unternehmen
das größte Risiko.

Reinhard Mohn (1921-2009),
deutscher Unternehmer u. Stifter
(Bertelsmann)

Nur wer über die Risiken
Bescheid weiß, kann
Ihnen aktiv begegnen
(... und sie managen) !

Quelle: <http://www.zitate.de>



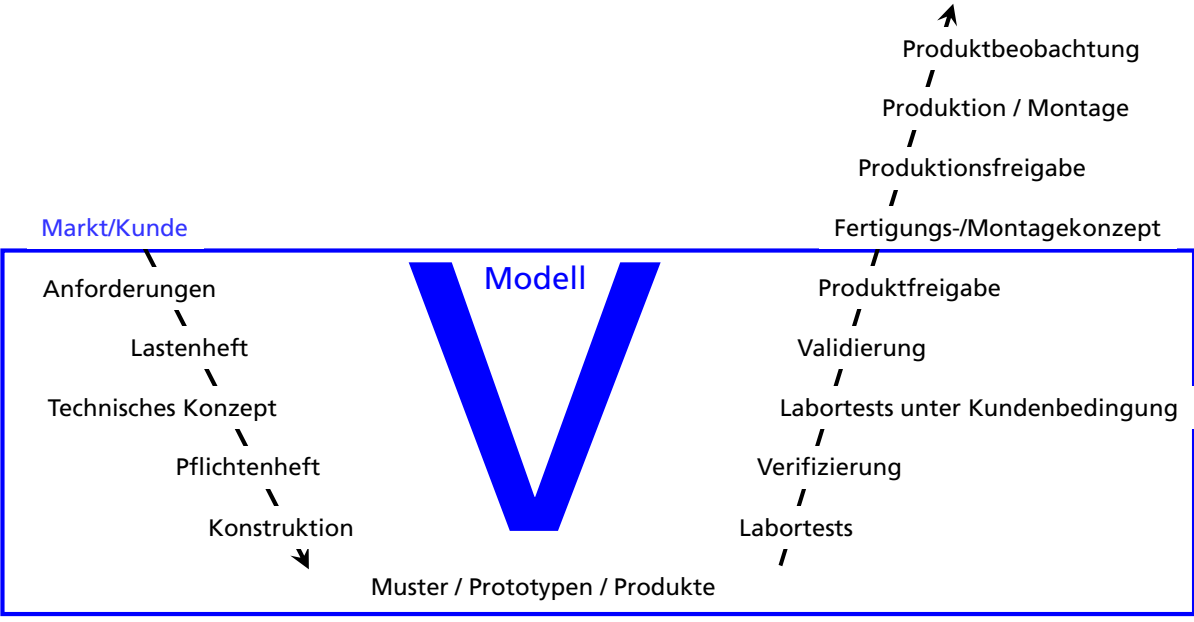
Zur Ermittlung
und Bewertung
der technischen
Risiken über den
Product-Life-Cycle
existieren verschiedene
Analysemethoden

Bildquelle: <http://www.der-webdesigner.net/forum/ftopic586.html>

© Fraunhofer



Product-Life-Cycle und V-Modell



© Fraunhofer



Klassifizierung der Methoden

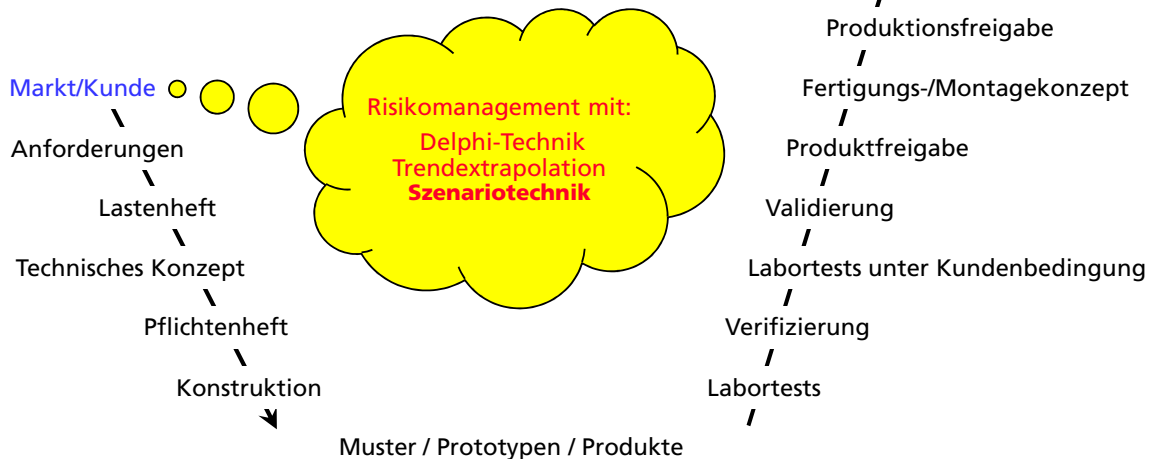
	Klein	Mittel	Groß
Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

© Fraunhofer



Risikomanagement in der Produktvorausplanung

Risiko = Unwissenheit über die zukünftige Entwicklung der Welt und die Position des Unternehmens darin

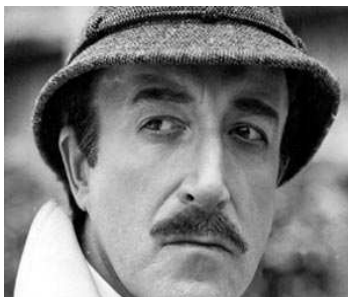


© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Zukunftsforschung

„Zukunftsforschung ist, sich zu kratzen bevor es einen juckt!“



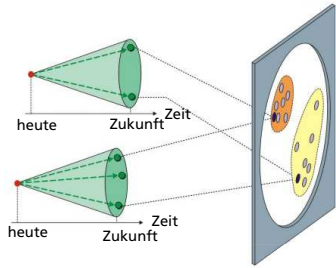
Peter Sellers
Schauspieler

- „Der Fernseher wird sich auf dem Markt nicht durchsetzen. Die Menschen werden es bald müde sein, jeden Abend auf eine Sperrholzkiste zu starren.“ (D.F. Zanuck, 20th Century Fox, 1946)
- „Ich sehe keinen Grund, warum einzelne Individuen ihren eigenen Computer haben sollten.“ (Ken Olsen, Digital Equipment, 1977)
- „Ich glaube an das Pferd. Das Automobil ist eine vorübergehende Erscheinung.“ (Wilhelm II)
- „Die weltweite Nachfrage nach Kraftfahrzeugen wird 1 Mio. nicht überschreiten - allein schon aus Mangel an verfügbaren Chauffeuren.“ (Gottlieb Daimler, 1901)

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Szenariotechnik (SzT)



Quelle: Gausemeier, HNI, Paderborn

Ziel:

- Unterstützung der Strategieplanung und Entscheidungsfindung für zukünftige Produkte

Methode:

- Entwicklung und Interpretation konsistenter Zukunftsszenarien für die Einflussfaktoren
- Szenariotransfer und Szenariomonitoring

Bewertung / Nutzen:

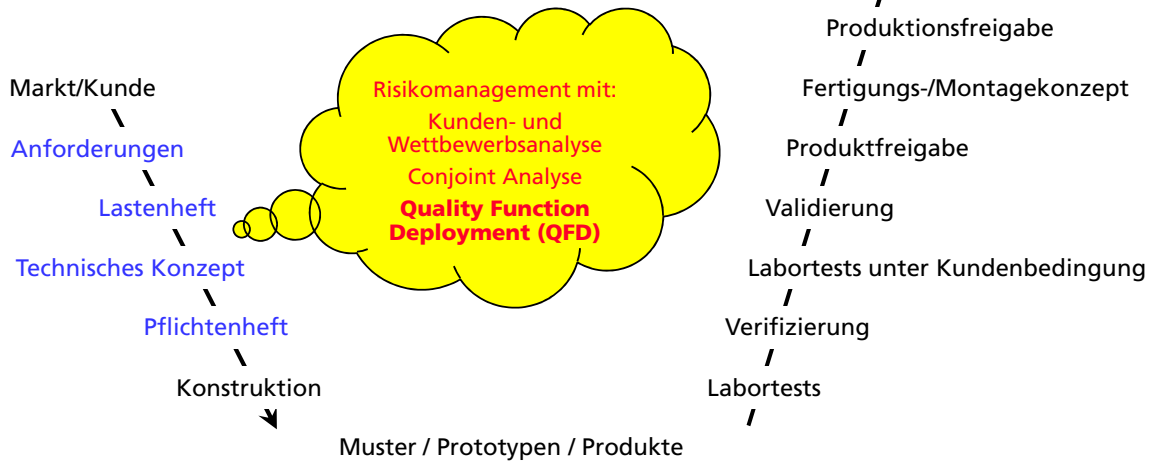
- Bessere Einschätzung der Chancen und Risiken des Unternehmens in der Zukunft
- Vorbereitung auf zukünftige Entwicklungen (aktive „Mitgestaltung“ der Zukunft)

Klassifizierung Szenariotechnik (SzT)

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungs-komplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

Risikomanagement im Anforderungsmanagement

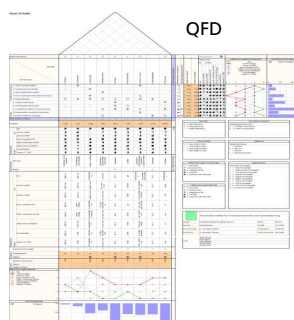
Risiko = Unwissenheit über Kundenanforderungen, Kundenpräferenzen und Wettbewerbssituation



© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Quality Function Deployment (QFD)



BBS KX 12

Ziel:

- Kunden- und wettbewerbsorientierte Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen

Methode:

- Spiegelung der Kundenwünsche am Wettbewerb und der Unternehmensstrategie
- Ableitung und Entwicklung von erfolgskritischen Produktmerkmalen

Bewertung / Nutzen:

- Konsequente Ausrichtung der Produkthanforderungen auf die Kundenwünsche (-> Innovation)
- Schnellere Produktentwicklung (um bis zu 40%)

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Klassifizierung Quality Function Deployment (QFD)

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Risikomanagement in der technischen Konzeption

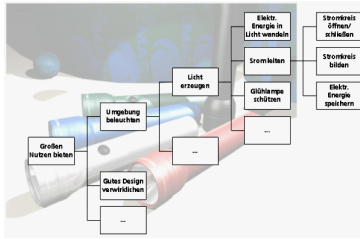
Risiko = Unwissenheit über techn. Realisierungsprinzipien, Lösungen bei konstruktiven Problemen und technischen Vorgaben zur Umsetzung



© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Funktionsanalyse



Am Anfang
steht die
Funktion !

Ziel:

- Übersicht über Wirkstrukturen eines Produktes

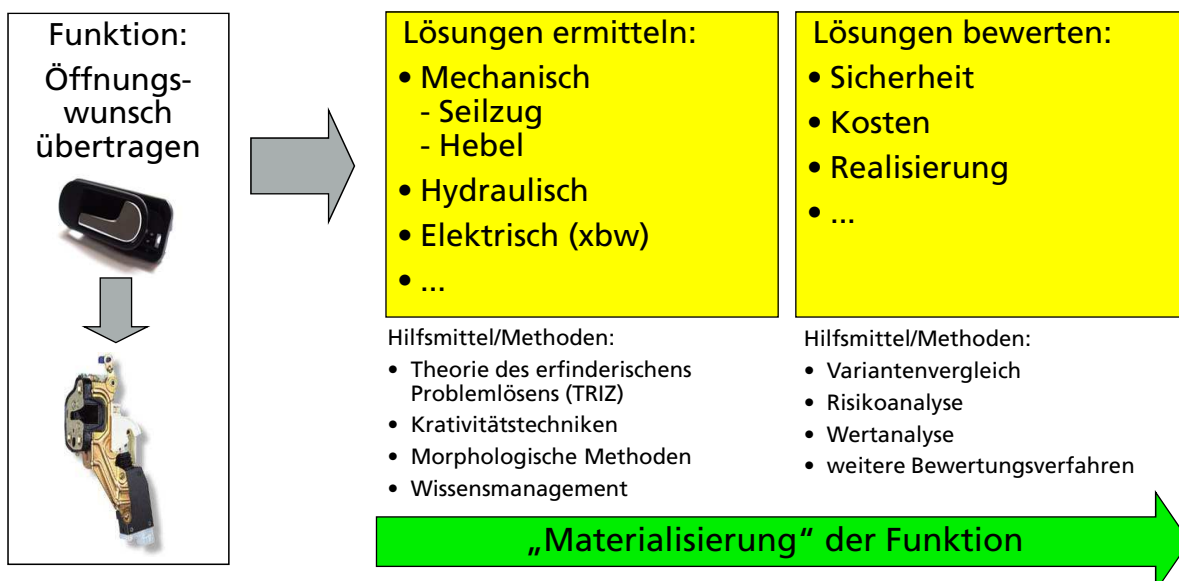
Methode:

- Untergliederung der Aufgabe in
 - Hauptfunktionen
 - Nebenfunktionen
 - Gebrauchs- und Geltungsfunktionen

Bewertung / Nutzen:

- vom Lösungsprinzip „unabhängige“ Beschreibung des Produkts
- Analogie zu morphologischem Kasten

Funktionsanalyse (am Anfang steht die Funktion !)



Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ)

2,5 Mio Patente ausgewertet

39 technische Parameter identifiziert

Widerspruchsmatrix mit 40 Lösungsprinzipien aufgestellt

„Für 95% der Probleme existieren bereits Lösungen“
(Quelle: Herb, 2000)

Ziel:

- Auffinden von Lösungsalternativen und Lösung von Widersprüchen in der Entwicklung

Methode:

- Systemanalyse zur Extraktion des Problems und dessen physikalischer Parameter
- Ermittlung von Lösungsalternativen auf Basis von vorhandenen Patenten

Bewertung / Nutzen:

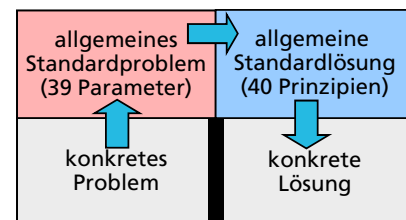
- Methodenbaukasten mit vielen Tools
- Erfahrener Moderator notwendig

Die Altschuller Matrix

		1	2	...	8	...	38	39
	Parameter							
	↓ Verbesserung							
	↘ Verschlechterung							
		Gewicht des bewegten Objektes	Gewicht des statischen Objektes	...	Volumen des statischen Objektes	...	Automatisierungsgrad	Produktivität
1	Gewicht eines bewegten Objektes						28,26, 18,32	32,26, 24,37
2	Gewicht des statischen Objektes						28,26, 32,18	28,37, 12,3
...	...							
14	Festigkeit, Stärke	1,8, 40,15	40,26, 27,1		9,14, 17,15		26,2, 19	10,28, 21,32
...	...							
38	Automatisierungsgrad	26,32, 18,19	2,26, 32					5,12, 32,26
39	Produktivität	32,3, 24,37	1,28, 12,32		35,37, 10,2		5,12, 32,26	



Vorgeschlagene Prinzipien
 9 - Vorgezogene Gegenaktion
 14 - Krümmung
 17 - Höhere Dimension
 15 - Dynamisierung

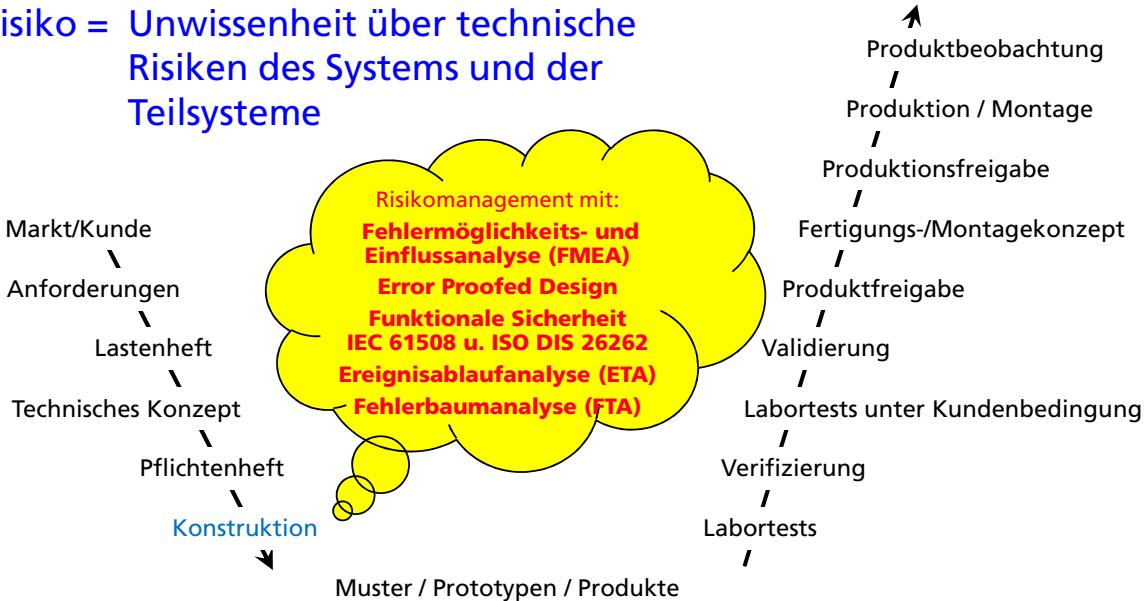


Klassifizierung Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ)

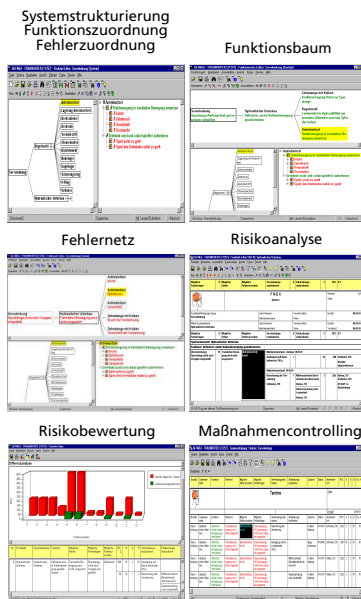
Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

Risikomanagement in der Konstruktion

Risiko = Unwissenheit über technische Risiken des Systems und der Teilsysteme



Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)



Ziel:

- Systematische Risikoanalyse von Systemen und Produkten im Produktentstehungsprozess

Methode:

- Vorgehensweise nach VDA 4 Kapitel 3 (2006) Systemanalyse, Funktionsanalyse, Risikoanalyse, Maßnahmenanalyse und Risikobewertung, Optimierung)

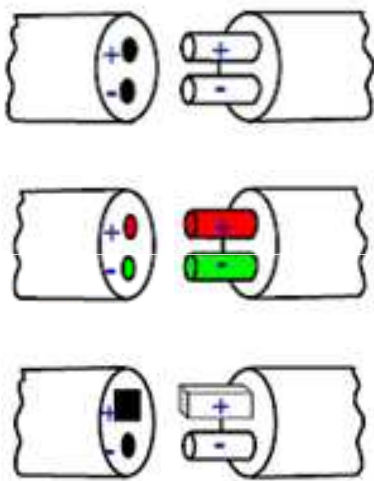
Bewertung / Nutzen:

- Detaillierte Risikoübersicht (System, Produkt)
- Maßnahmenplan für sichere Produkte
- Sonderformen (KV-FMEA, HACCP, Mechatronik)

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Error proofed design / Poka-Yoke



Ziel:

- Verminderung zufälliger und unbeabsichtigter Fehler in der Fertigung und Montage:
 - Poka = zufälliger und unbeabsichtigter Fehler
 - Yoke = Verminderung

Methode (Philosophie):

- Ermittlung potentieller Fehler / Fehlerursachen
- Konstruktive Vorkehrungen zur Fehlervermeidung

Bewertung / Nutzen:

- Fehlhandlungssichere Fertigung und Montage

Bildquelle: Stefan Dapper

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

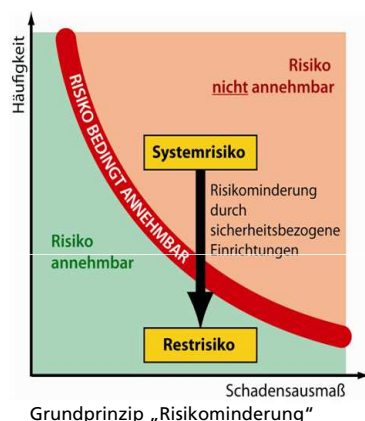
Klassifizierung Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Funktionale Sicherheit nach IEC 61508 und ISO DIS 26262



Ziel:

- Sicherstellung eines gesellschaftlich tolerierbaren Restrisikos mechatronischer Systeme

Methode:

- Durchführung von Gefahren- und Risikoanalysen (Definition/Ermittlung von SIL-Vorgabewerten)
- Analyse / Ermittlung der Sicherheitsfunktionen sowie derer erreichbarer Ausfallraten
- Systematische Analyseverfahren (z.B. FMEDA)

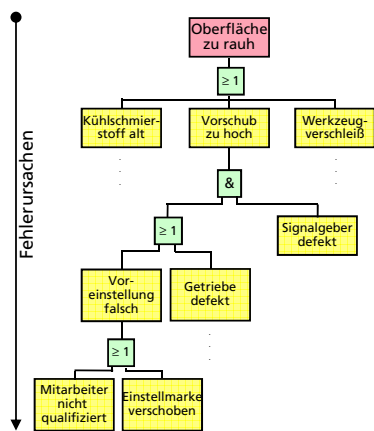
Bewertung / Nutzen:

- Detaillierte Analyse und Absicherung mechatronischer Systeme

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Fehlerbaumanalyse (FTA)



$$\dot{H}_i(\infty) = \lambda_i(1 - U_i(\infty))$$

Ziel:

- Ermittlung und Visualisierung aller Fehlerursachen, die zu einem unerwünschten Ereignis führen

Methode:

- Systemanalyse und Erstellung des Fehlerbaums
- Qualitative bzw. quantitative Auswertung des Fehlerbaums

Bewertung / Nutzen:

- Visualisierung von Ausfällen und deren Zusammenhänge und Wahrscheinlichkeiten
- Beurteilung von Systemen und Produkten bzgl. Sicherheit und Zuverlässigkeit

Klassifizierung Fehlerbaum- und Ereignisablaufanalyse (FTA/ETA)

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

Risikomanagement in der Konstruktion

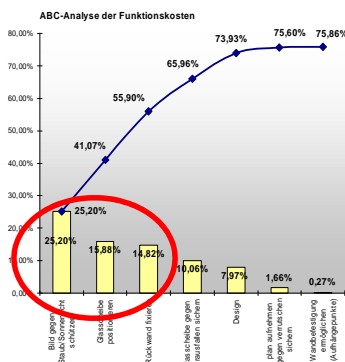
Risiko = Unwissenheit über Funktionskosten und Kostensenkungspotentiale



© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Wertanalyse



Ziel:

- Reduzierung der Kosten eines Produktes unter Beibehaltung seiner Funktionalität

Methode:

- Ermittlung und Bewertung des IST-Zustandes
- Ermittlung von Lösungsalternativen

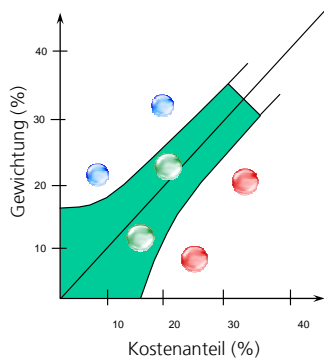
Bewertung / Nutzen:

- Kostensenkungen und Leistungsverbesserungen von Produkten und/oder Prozessen
- Erkennen und Beseitigung von überflüssigen Funktionen
- Qualitätssteigerungen und Kosteneinsparungen

© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Target-Costing (TC)



- Zielkostenzone erreicht
- Zielkostensteigerung möglich
- Zielkostenreduzierung erforderlich

Ziel:

- Optimale Verteilung der Produktkosten auf die Produktfunktionen entsprechend des am Markt erzielbaren Preises

Methode:

- Zielkostenplanung
- Zielkostenspaltung
- Zielkostengestaltung

Bewertung / Nutzen:

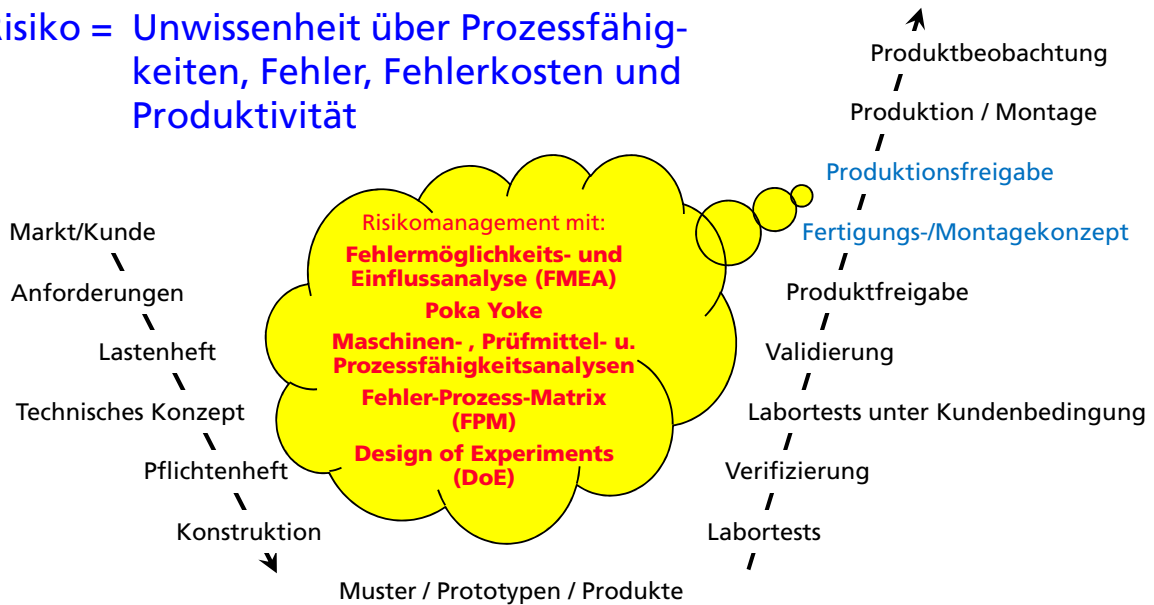
- Effektive Kostenbeeinflussung und -reduktion durch funktionelle Änderungen
- Methodisch verwandt mit QFD und Wertanalyse

Klassifizierung Wertanalyse und Target-Costing (TC)

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

Risikomanagement in der Produktions-/Montageplanung

Risiko = Unwissenheit über Prozessfähigkeiten, Fehler, Fehlerkosten und Produktivität

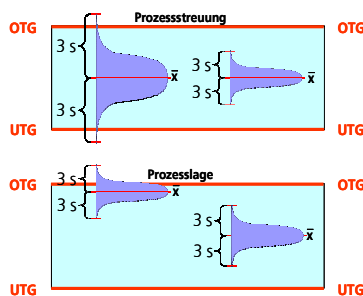


© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Maschinen- und Prozess-Fähigkeitsuntersuchungen

Prozessfähigkeit und Prozessbeherrschung	Ein Prozess gilt als beherrscht, wenn sich die (Parameter der) Verteilung der Merkmale des Prozesses praktisch nicht bzw. nur in bekannten Grenzen ändern.	
	Beherrscht	nicht beherrscht
Ein Prozess gilt als fähig, wenn er Einheiten liefern kann, die die Qualitätsforderungen erfüllen, d.h. der Prozess praktisch nahezu keinen Ausschuss liefert.	hoch	OTG
	niedrig	UTG



Ziel:

- Überprüfung, ob Produkte mit den geplanten Fertigungseinrichtungen und -prozessen fehlerfrei hergestellt werden können

Methode:

- Fertigung unter Realbedingungen
- Aufnahme der Produkt- und Prozessmerkmale
- Beurteilung der Prozessfähigkeit und Prozessbeherrschtheit (Berechnung Fähigkeitsindizes)

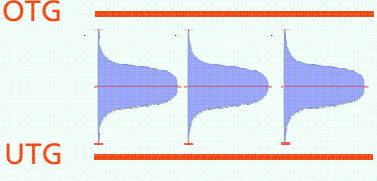
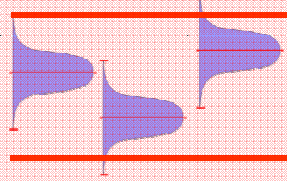
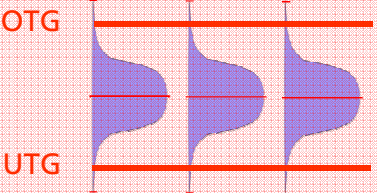
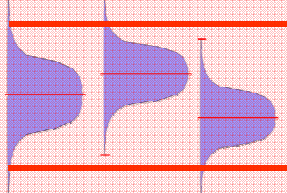
Bewertung / Nutzen:

- Voraussetzung für Statistische Prozessregelung (SPC)

© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

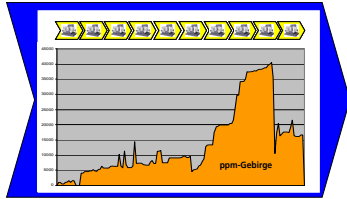
Prozessfähigkeit und Prozessbeherrschung

Prozessfähigkeit und Prozessbeherrschung		Ein Prozess gilt als beherrscht, wenn sich die (Parameter der) Verteilung der Merkmale des Prozesses praktisch nicht bzw. nur in bekannten Grenzen ändern.	
		beherrscht	nicht beherrscht
Ein Prozess gilt als fähig, wenn er Einheiten liefern kann, die die Qualitätsforderungen erfüllen, d.h. der Prozess praktisch nahezu keinen Ausschuss liefert.	fähig		
	nicht fähig		

Klassifizierung Fähigkeitsuntersuchungen

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)



Durchführung?	J/N	Teil	Fehler	Prozessschritt 1		Prozessschritt 2		Prozessschritt 3		Prozessschritt 4		Prozessschritt 5		Prozessschritt 6	
				S1	S2	S1	S2	S1	S2	T1	T2	S1	S2	S1	S2
N		Teil 1	vergessen	4								1	1		
N		Teil 1	vertauscht	Py											
J		Teil 2	verdreht	5			10								
J		Teil 3	beschädigt			10								10	
J		Teil 3	vertauscht			3									
N		Teil 4	Zwei Dichtungen				Py								
N		Teil 5	falsche Montage									5	1		

Ziel:

- Optimierung komplexer Montageprozesse nach Produktivität, Kosten und Qualität

Methode:

- Ermittlung von Prozessschritten / Prozessfehlern
- Zuordnung von Fehlerauftreten / -entdeckung
- Kostenzuordnung (Ausschuss, Nacharbeit, G&K)

Bewertung / Nutzen:

- Effiziente Analyse und Optimierung von Prozessen nach Kosten, Qualität und Produktivität
- Gute Anwendbarkeit für komplexe Montageprozesse entlang der Supply Chain

Poka-Yoke



Ziel:

- Verminderung zufälliger und unbeabsichtigter Fehler in der Fertigung und Montage:
 - Poka = zufälliger und unbeabsichtigter Fehler
 - Yoke = Verminderung

Methode (Philosophie):

- Ermittlung potentieller Fehler / Fehlerursachen
- Vorkehrungen zur Fehlervermeidung bzw. zur Fehlerentdeckung

Bewertung / Nutzen:

- Fehlhandlungssichere Fertigung und Montage zur Unterstützung der Null-Fehler-Strategie

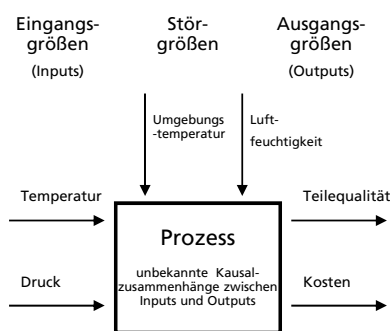
Klassifizierung Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Design of Experiments (DoE)



Ziel:

- Auslegung und Optimierung von Produkten und Prozessen durch geplante Versuche

Methode:

- Definition und Durchführung der Versuche
- Auswertung und Interpretation der Versuchsergebnisse

Bewertung / Nutzen:

- Transparente Darstellung der Zusammenhänge zwischen Ein- und Ausgangsgrößen
- Robuste Auslegung von Produkten und/oder Prozessen (statistische Absicherung)

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IPA

Klassifizierung Design of Experiments (DoE)

Unternehmensgröße	Klein	Mittel	Groß
Produktklassifizierung	Automotive	Consumer	Maschinenbau
Elektronikanteil	Gering	Mittel	Hoch
Produktkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Entwicklungstyp	Auftragsentwicklung	Eigenentwicklung	
Fertigungstyp	Auftragsfertigung	Eigenfertigung	
Losgröße	Gering	Mittel	Hoch
Fertigungskomplexität	Einfach	Mittel	Hoch
Montagekomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenkomplexität	Gering	Mittel	Hoch
Methodenaufwand	Gering	Mittel	Hoch

© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Risikomanagement in der Nutzung (Produktbeobachtung)

Risiko = Unwissenheit über Häufung von Fehlern in der Produktnutzung sowie über Fehler der Vorgängerprodukte



© Fraunhofer

Fraunhofer
IPA

Fazit

Zum technischen Risikomanagement über den PLC stehen aufgabenbezogen wirkungsvolle Methoden zur Verfügung !

