

# **METHODENÜBERSICHT UND -KLASSIFIZIERUNG ENTLANG DES PRODUKTENTSTEHUNGS- PROZESSES (PEP)**

Dr. Alexander Schloske und Oliver Mannuß

# METHODENUNTERSTÜTZUNG ENTLANG DES PRODUKTENTSTEHUNGSPROZESSES

## Mit neuen Produkten schneller am Markt

FpF-Veranstaltung, 15. November 2012, Stuttgart



**Dipl.-Ing. Oliver Mannuß**

Gruppenleiter Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmanagement

Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität

Telefon: +49(0)711/9 70-1834

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

E-Mail: [oliver.mannuss@ipa.fraunhofer.de](mailto:oliver.mannuss@ipa.fraunhofer.de)

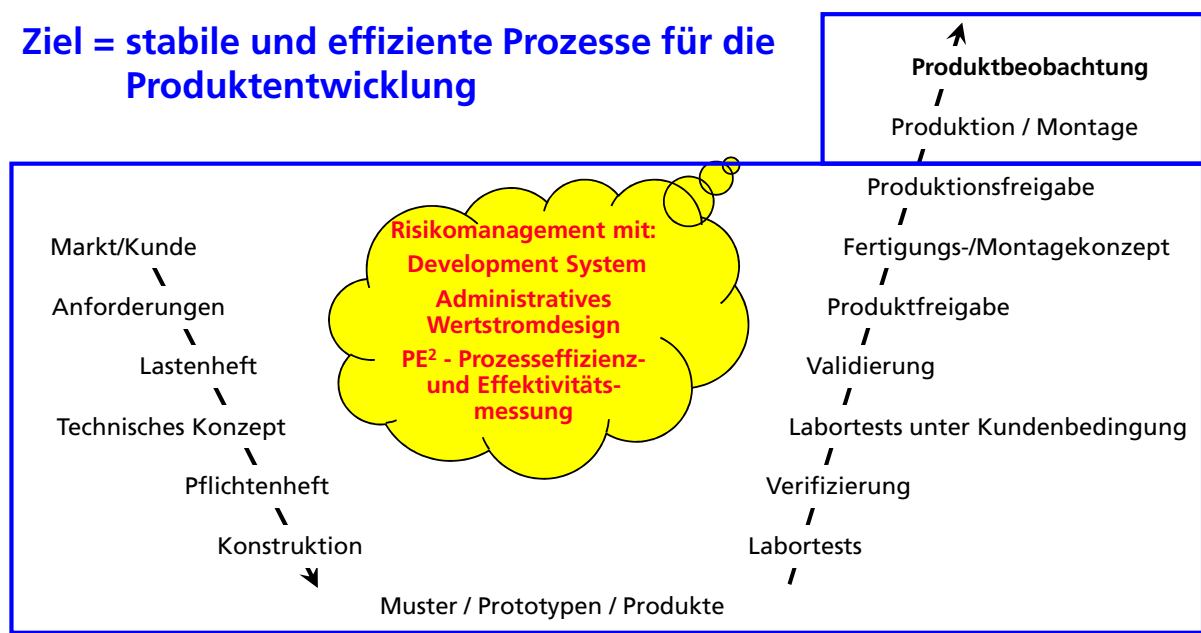
Internet: [www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)

© Fraunhofer



## Methoden der Produktentwicklung Produktentstehungsprozess

**Ziel = stabile und effiziente Prozesse für die Produktentwicklung**

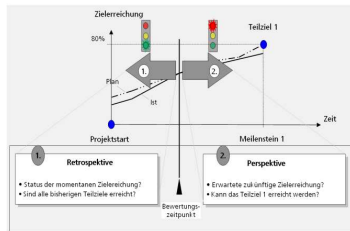
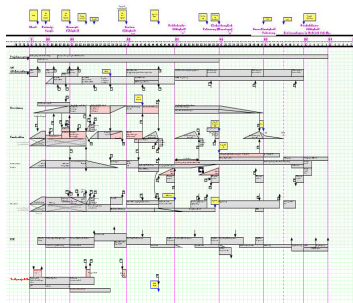


© Fraunhofer



# Methoden der Produktentwicklung

## Produktentstehungssystem (Development System)



### Ziel:

- schnelle, strukturierte und standardisierte Projektplanung und -steuerung

### Methode:

- Aufnahme der Standardentwicklungsabläufe nach funktionalen Rollen
- Definition von „Haltepunkten“ für das Entwicklungsprojekt

### Bewertung / Nutzen:

- Einfache, schnelle Erstellung von Projektplänen
- Über Entwicklungsprojekte hinweg gleichartige Planung und –steuerung sowie Reporting

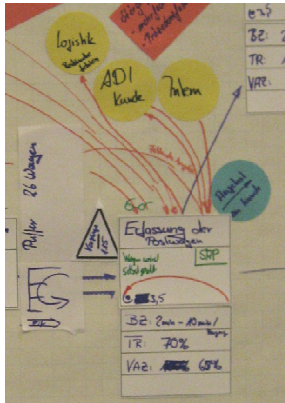
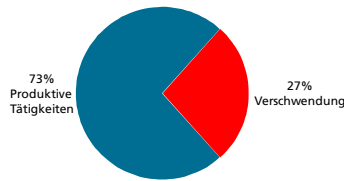
# Methoden der Produktentwicklung

## Produktentstehungssystem (Development System)

| Unternehmensgröße            | Klein               | Mittel           | Groß         |
|------------------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Produktklassifizierung       | Automotive          | Consumer         | Maschinenbau |
| Elektronikanteil             | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Produktkomplexität           | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Entwicklungstyp              | Auftragsentwicklung | Eigenentwicklung |              |
| Fertigungstyp                | Auftragsfertigung   | Eigenfertigung   |              |
| Losgröße (bzgl. Entwicklung) | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Fertigungskomplexität        | Einfach             | Mittel           | Hoch         |
| Montagekomplexität           | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenkomplexität          | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenaufwand              | Gering              | Mittel           | Hoch         |

# Methoden der Produktentwicklung

## Administratives Wertstromdesign



### Ziel:

- Verkürzung der Projektdurchlaufzeiten

### Methode:

- Aufnahme des Ist-Wertstroms „um“ den Entwicklungsprozess
- Optimierung der Durchlaufzeit der an den Entwicklungsprozess angrenzenden Prozessen

### Bewertung / Nutzen:

- Einfache, schnelle und standardisierte Art der Prozessaufnahme und der Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen

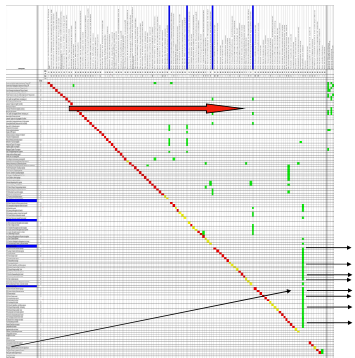
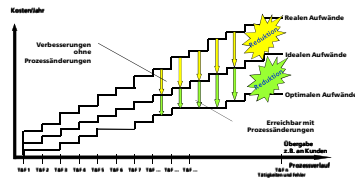
# Methoden der Produktentwicklung

## Administratives Wertstromdesign

| Unternehmensgröße            | Klein               | Mittel           | Groß         |
|------------------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Produktklassifizierung       | Automotive          | Consumer         | Maschinenbau |
| Elektronikanteil             | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Produktkomplexität           | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Entwicklungstyp              | Auftragsentwicklung | Eigenentwicklung |              |
| Fertigungstyp                | Auftragsfertigung   | Eigenfertigung   |              |
| Losgröße (bzgl. Entwicklung) | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Fertigungskomplexität        | Einfach             | Mittel           | Hoch         |
| Montagekomplexität           | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenkomplexität          | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenaufwand              | Gering              | Mittel           | Hoch         |

# Methoden der Produktentwicklung

## Prozesseffizienz- und Effektivitätsmessung (PE<sup>2</sup>)



### Ziel:

- Ermittlung von Fehlerkosten in Prozessen

### Methode:

- Analog zu FPM – Fehlerentstehung und Entdeckungsdistanz
- Zuordnung der notwendigen Behebungsmaßnahme (komplette Prozessschleife, teilweise Prozessschleife, Behebung im Prozessschritt der Fehlerentdeckung)

### Bewertung / Nutzen:

- Insbesondere bei übergreifenden Prozessen (z.B. Adaptionentwicklung – Produktion), die entsprechend häufig ablaufen

# Methoden der Produktentwicklung

## Prozesseffizienz- und Effektivitätsmessung (PE<sup>2</sup>)

| Unternehmensgröße            | Klein               | Mittel           | Groß         |
|------------------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Produktklassifizierung       | Automotive          | Consumer         | Maschinenbau |
| Elektronikanteil             | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Produktkomplexität           | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Entwicklungstyp              | Auftragsentwicklung | Eigenentwicklung |              |
| Fertigungstyp                | Auftragsfertigung   | Eigenfertigung   |              |
| Losgröße (bzgl. Entwicklung) | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Fertigungskomplexität        | Einfach             | Mittel           | Hoch         |
| Montagekomplexität           | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenkomplexität          | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenaufwand              | Gering              | Mittel           | Hoch         |

# METHODENUNTERSTÜTZUNG ENTLANG DES PRODUKTENTSTEHUNGSPROZESSES

## Mit neuen Produkten schneller am Markt

FpF-Veranstaltung, 15. November 2012, Stuttgart



**Dr.-Ing. Alexander Schloske**

Senior Expert Quality Management

Leiter Stuttgarter Produktionsakademie

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

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

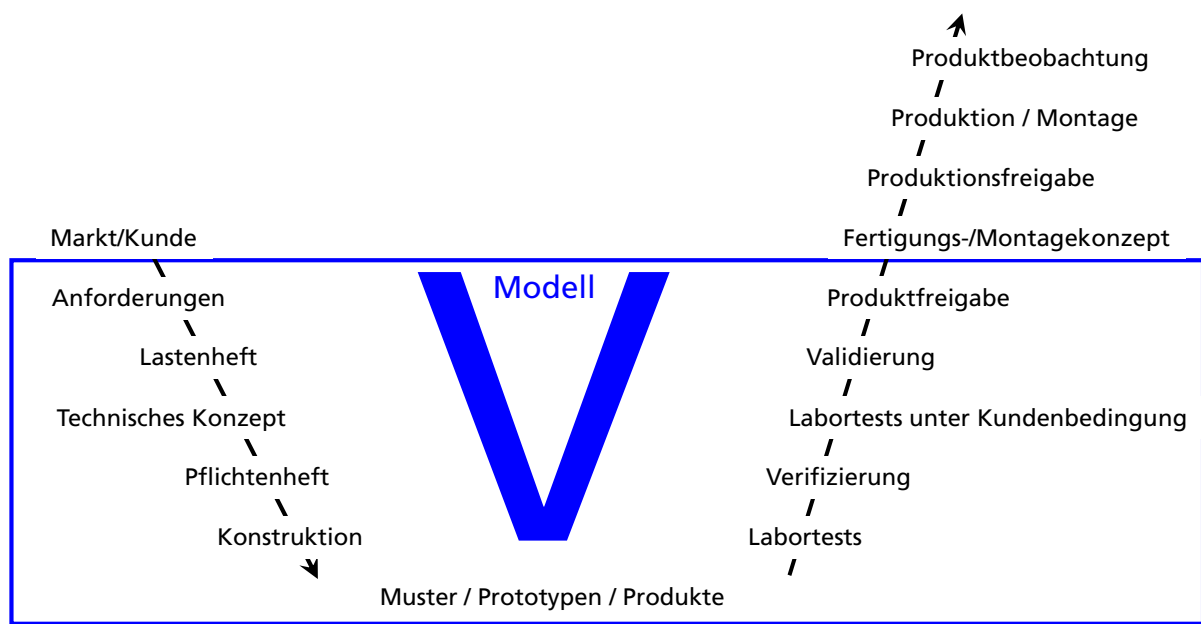
E-Mail: [alexander.schloske@ipa.fraunhofer.de](mailto:alexander.schloske@ipa.fraunhofer.de)

Internet: [www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)

© Fraunhofer



## Product-Life-Cycle V-Modell



© Fraunhofer



# Methoden der Produktentwicklung

## Klassifizierung der Methoden

| 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         |

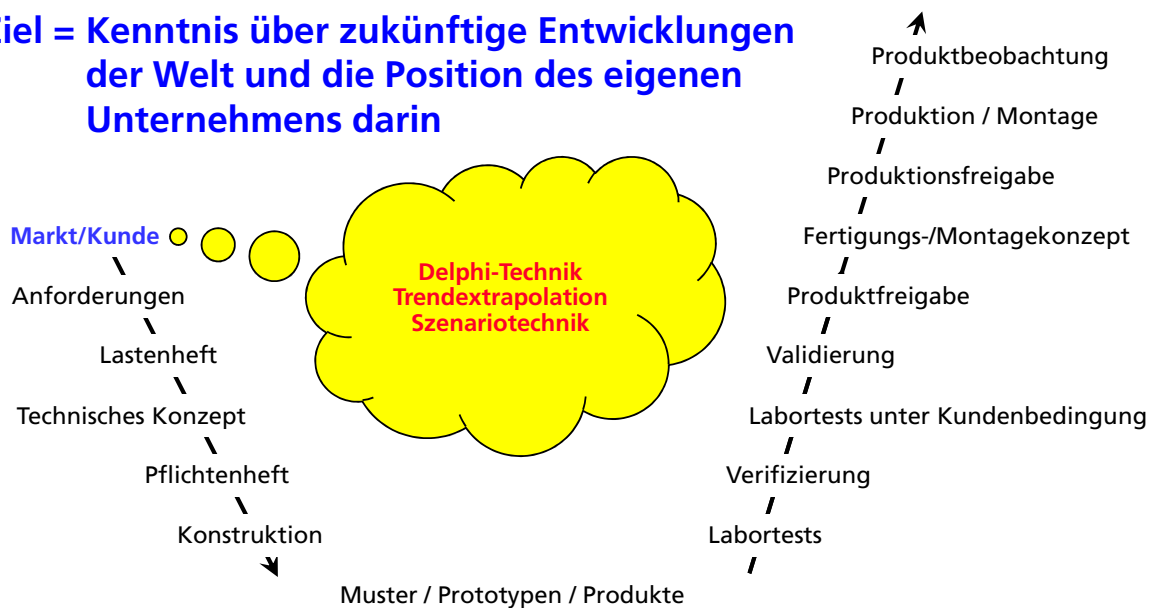
© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Produktvorausplanung

**Ziel = Kenntnis über zukünftige Entwicklungen der Welt und die Position des eigenen Unternehmens darin**

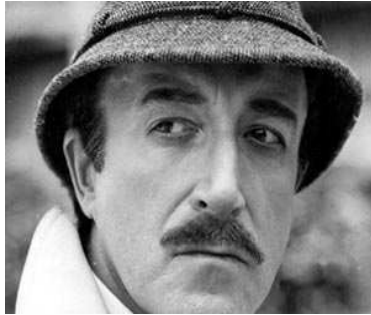


© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Zukunftsforschung

## Zitate



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

(Peter Sellers, Schauspieler)

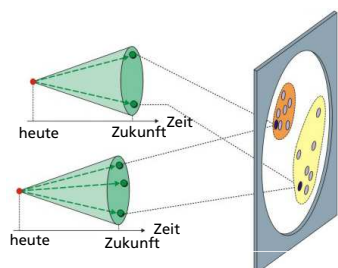
- „Der Fernseher wird sich auf dem Markt nicht durchsetzen. Die Menschen werden es bald müde sein, jeden Abend auf eine Sperrholzkiste zu starren.“ (D.F. Zanuck, 20<sup>th</sup> Century Fox, 1946)
- „Ich sehe keinen Grund, warum einzelne Individuen ihren eigenen Computer haben sollten.“ (Ken Olsen, Digital 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

## Methoden der Produktentwicklung

### 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)

© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

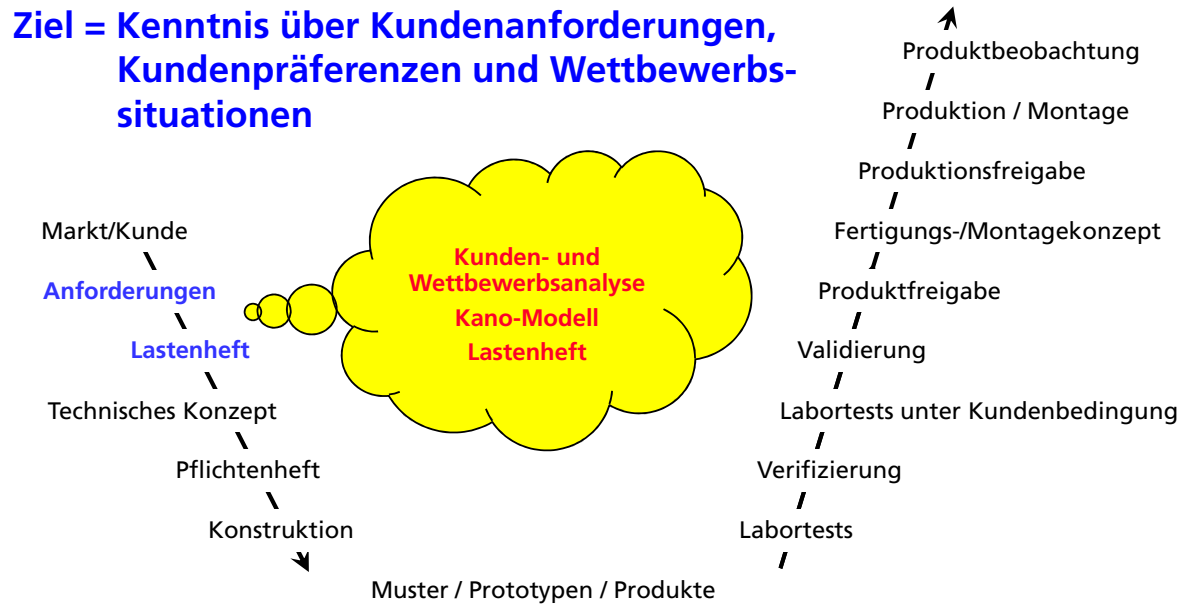
## Klassifizierung Szenariotechnik (SzT)

| 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         |
| Fertigungskomplexität  | Einfach             | Mittel           | Hoch         |
| Montagekomplexität     | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenkomplexität    | Gering              | Mittel           | Hoch         |
| Methodenaufwand        | Gering              | Mittel           | Hoch         |

# Methoden der Produktentwicklung

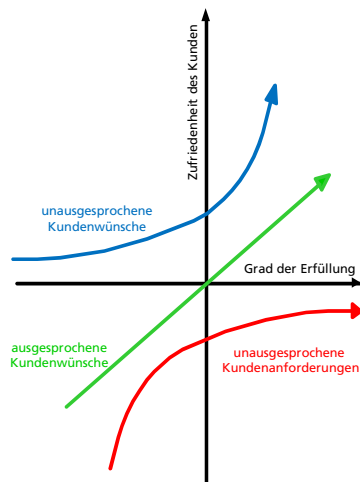
## Anforderungsmanagement

Ziel = Kenntnis über Kundenanforderungen, Kundenpräferenzen und Wettbewerbssituationen



# Methoden der Produktentwicklung

## Einteilung nach Kano



Quelle: Kano, N./Seraku, N./Takahashi, F./Tsuji, S.: Attractive Quality and Must-be-Quality, in: Quality, 14. Jg (1984), Nr. 2, S. 39-48

### Unangesprochene Kundenwünsche:

Der Kunde erwartet die Eigenschaften nicht. Da es sich aber um Verbesserungen handelt, ist er erfreut.

### Begeisterungsanforderungen

### Ausgesprochene Kundenwünsche:

Dies sind durch den Kunden klar formulierte und erwartete Zielvorstellungen zu einem Angebot.

### Funktionsanforderungen

### Unangesprochene Kundenanforderungen:

Erwartungen, die ein Kunde nicht in Worten ausdrückt, weil er sie für selbstverständlich hält.

### Basisanforderungen

© Fraunhofer

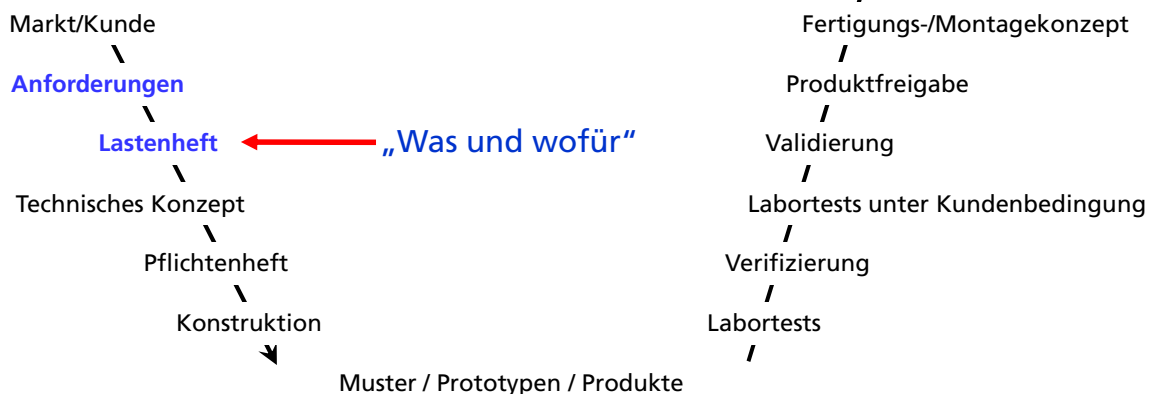
**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Lastenheft

### Lastenheft:

Beschreibung der Anforderungen an ein Produkt. Die Erstellung erfolgt durch den Kunden bzw. den Markt gegenüber dem potentiellen Auftragnehmer.



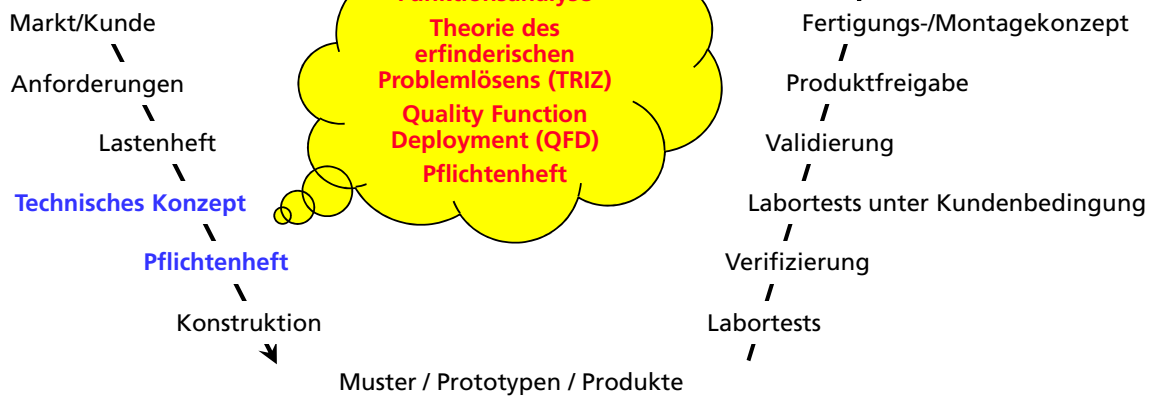
© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Technische Konzeption

**Ziel = Kenntnis über technische Realisierungsprinzipien, Lösungen bei konstruktiven Problemen und technischen Vorgaben zur Umsetzung**

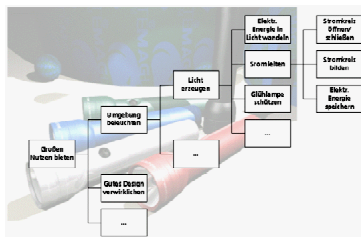


© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Funktionsanalyse



**Am Anfang steht die Funktion !**

**Ziel:**

- Übersicht über Wirkstrukturen eines Produktes

**Methode:**

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

**Bewertung / Nutzen:**

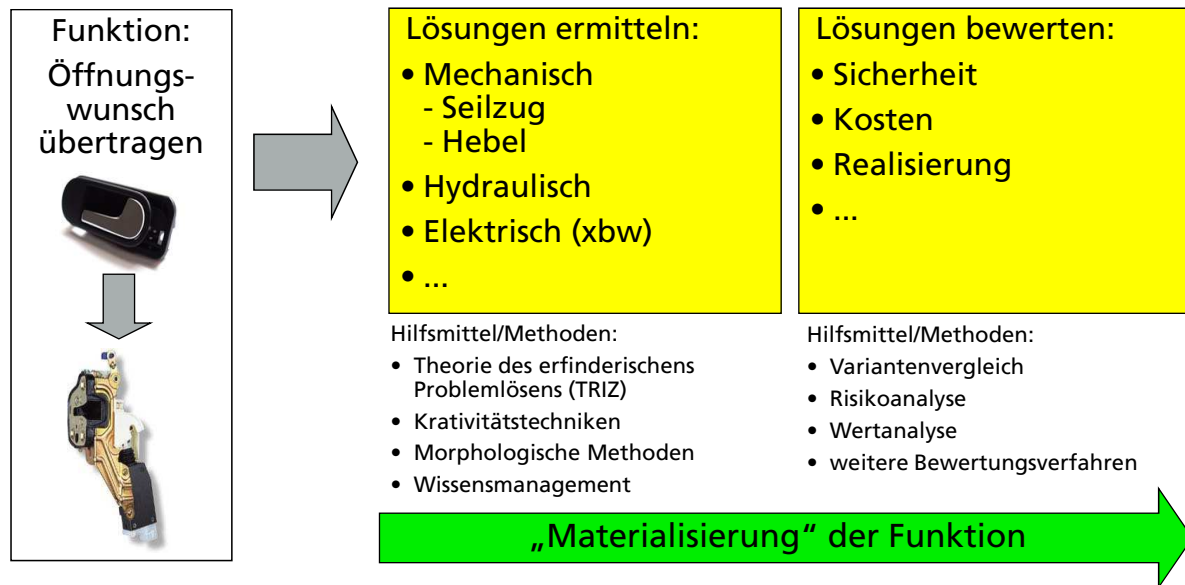
- vom Lösungsprinzip „unabhängige“ Beschreibung des Produkts
- Analogie zu morphologischem Kasten

© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Funktionsanalyse (am Anfang steht die Funktion !)



Bildquelle: <http://www.procad.info/engineering-entwicklung-konstruktion.html>

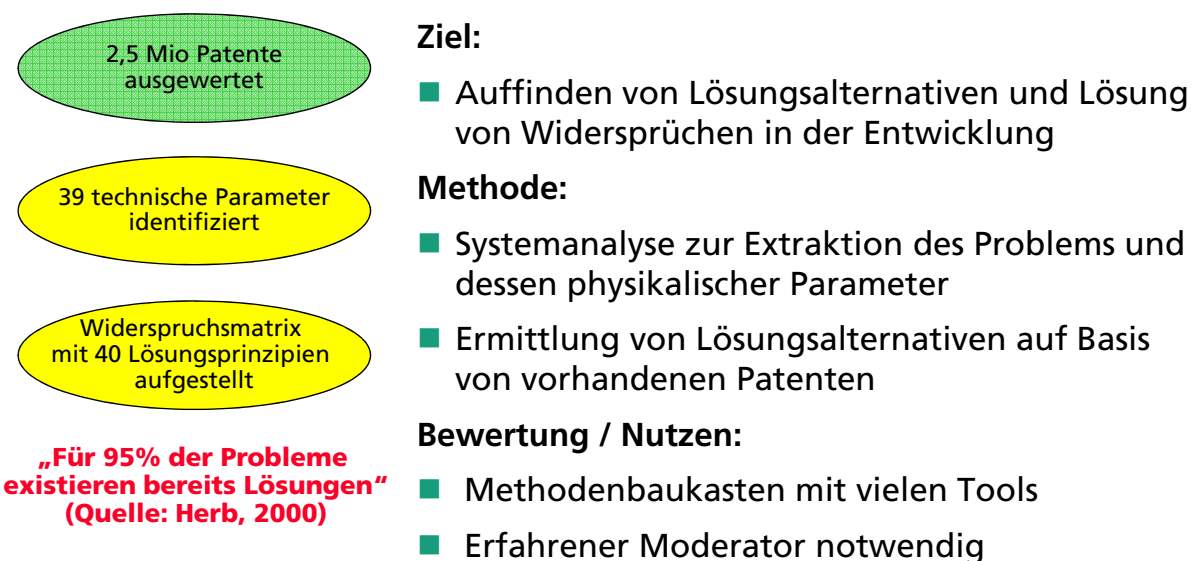
Quelle: Fraunhofer IPA (2001)

© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ)

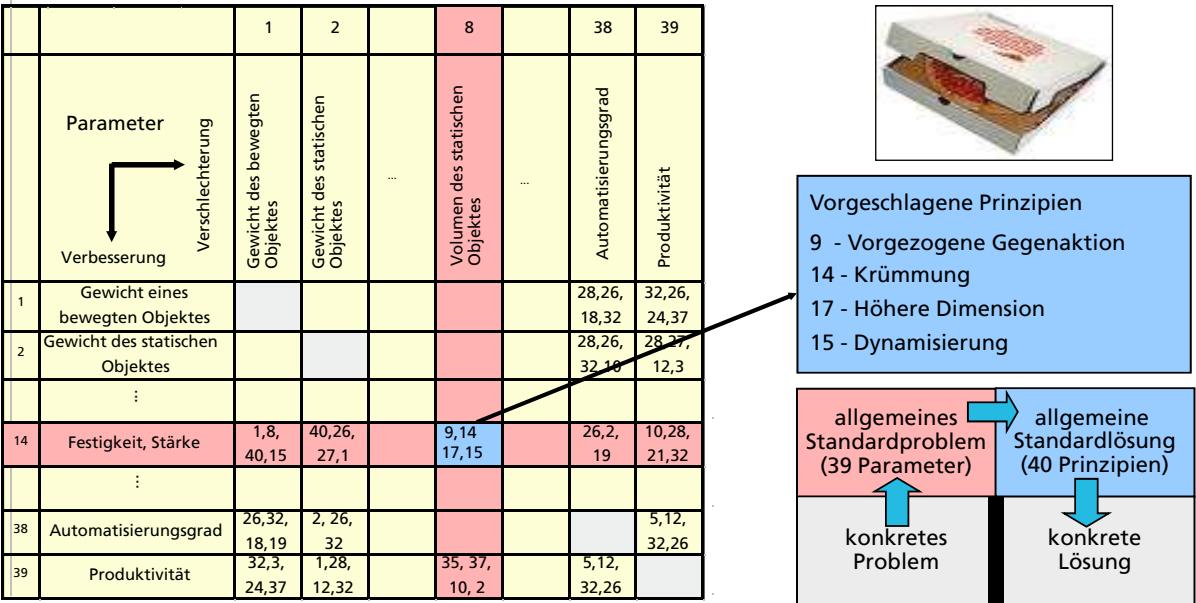


© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

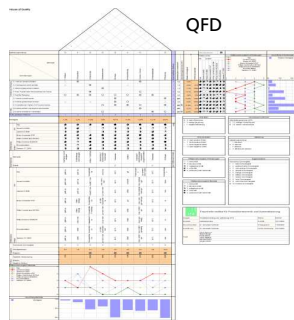
# Methoden der Produktentwicklung)

## Die Altschuller Matrix



# Methoden der Produktentwicklung

## Quality Function Deployment (QFD)



### 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%)

# Methoden der Produktentwicklung

## Klassifizierung Quality Function Deployment (QFD)

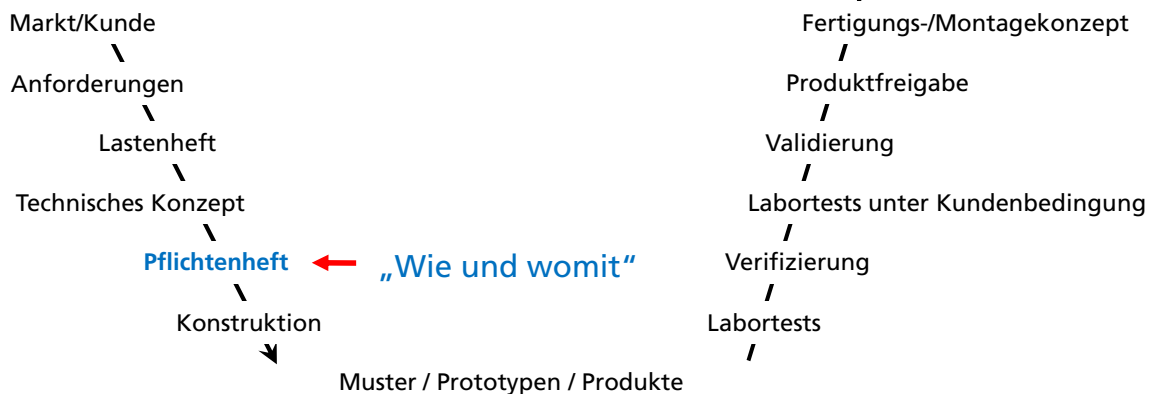
| Unternehmensgröße      | Klein               | Mittel           | Groß         |
|------------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Produktklassifizierung | Automotive          | Consumer         | Maschinenbau |
| Elektronikanteil       | Gering              | Mittel           | 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         |

# Methoden der Produktentwicklung

## Pflichtenheft

### Pflichtenheft:

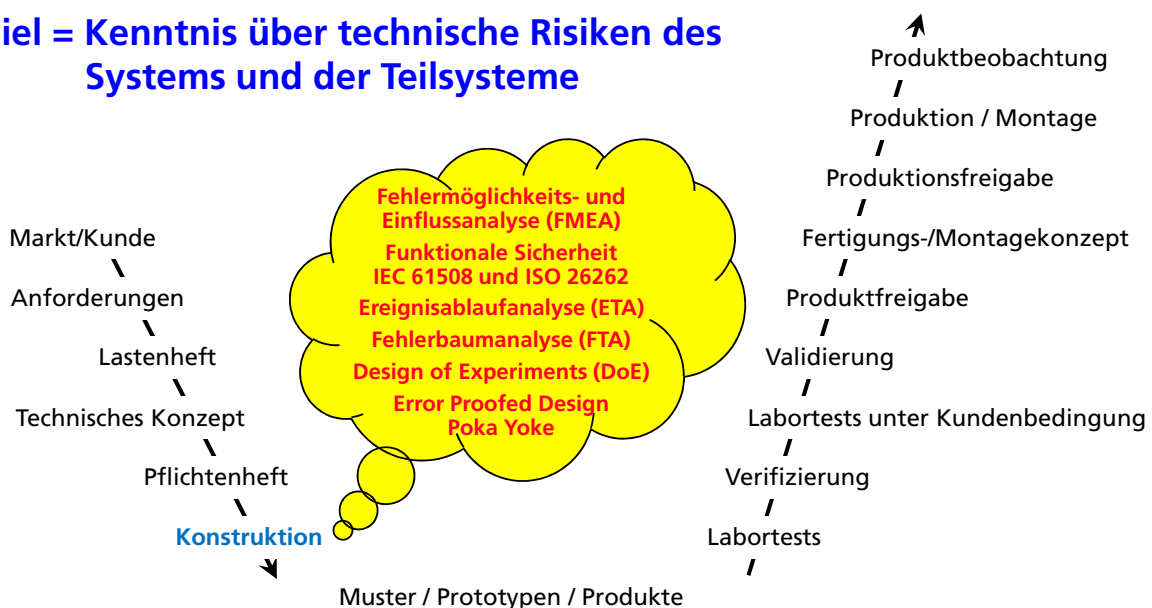
Vertraglich bindende technische Beschreibung (Spezifikation) der Realisierung eines Produktes. Die Erstellung erfolgt durch den Auftragnehmer und wird vom Auftraggeber bestätigt.



# Methoden der Produktentwicklung

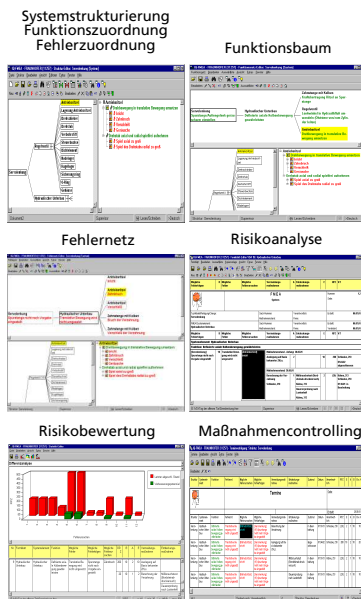
## Konstruktion (technisch)

**Ziel = Kenntnis über technische Risiken des Systems und der Teilsysteme**



# Methoden der Produktentwicklung

## 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:

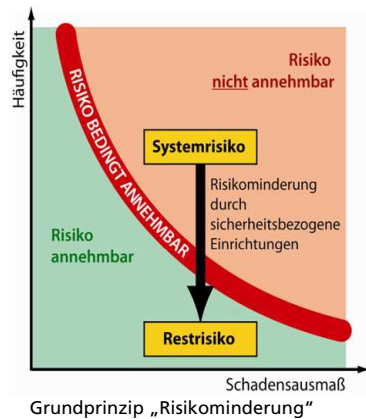
- Detaillierte Risikoübersicht (System, Produkt)
- Maßnahmenplan für sichere Produkte
- Sonderformen (KV-FMEA, HACCP, Mechatronik)

# Methoden der Produktentwicklung

## 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         |

# Methoden der Produktentwicklung Funktionale Sicherheit nach IEC 61508 und ISO 26262



## Ziel:

- Sicherstellung eines unvermeidbaren technischen Restrisikos mechatronischer Systeme

## Methode:

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

## Bewertung / Nutzen:

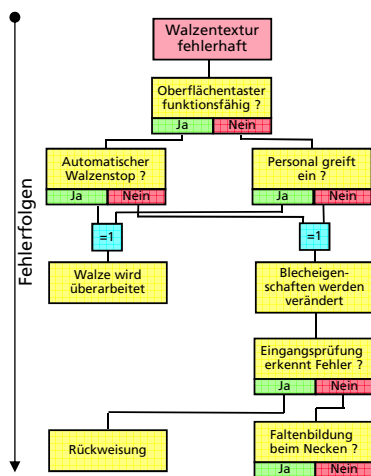
- Detaillierte Analyse und Absicherung mechatronischer Systeme

# Methoden der Produktentwicklung Klassifizierung Funktionale Sicherheit (FuSi)

| 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         |

# Methoden der Produktentwicklung

## Ereignisablaufanalyse (ETA)



### Ziel:

- Ermittlung und Visualisierung von Ereignisabläufen ausgehend von einem Ereignis

### Methode:

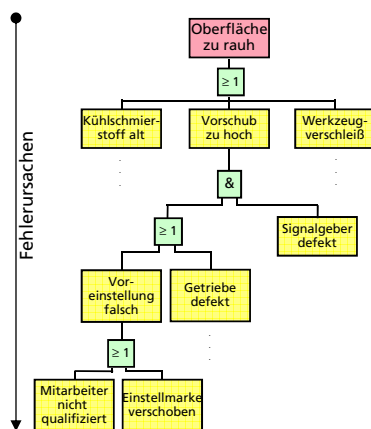
- Systemanalyse
- Ermittlung der Ausfallarten der Komponenten und derer Wahrscheinlichkeiten

### Bewertung / Nutzen:

- detaillierte Übersicht und Wahrscheinlichkeiten für Fehlerfolgen (Ereignisabläufe)
- Basis für Entwicklung von Sicherheitskonzepten
- Sicherheitskritische Systeme (z.B. xbw)

# Methoden der Produktentwicklung

## 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

# Methoden der Produktentwicklung

## Klassifizierung Fehlerbaum- und Ereignisablaufanalyse (FTA/ETA)

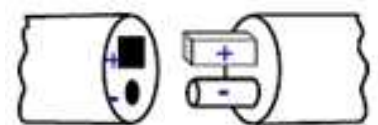
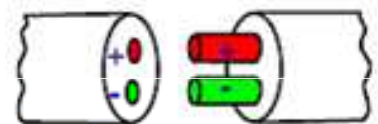
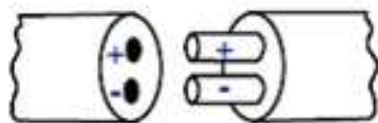
| Unternehmensgröße      | Klein               | Mittel           | Groß         |
|------------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Produktklassifizierung | Automotive          | Consumer         | Maschinenbau |
| Elektronikanteil       | Gering              | Mittel           | 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         |

© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Error proofed design / konstruktives 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

# Methoden der Produktentwicklung

## Konstruktion (monetär)

**Ziel = Kenntnis über Funktionskosten und Kostensenkungspotentiale**

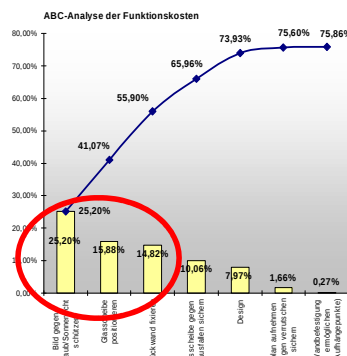


© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## 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

# Methoden der Produktentwicklung

## Klassifizierung Wertanalyse

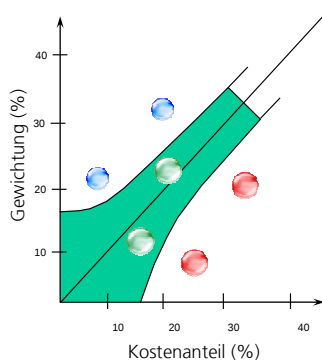
| Unternehmensgröße      | Klein               | Mittel           | Groß         |
|------------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Produktklassifizierung | Automotive          | Consumer         | Maschinenbau |
| Elektronikanteil       | Gering              | Mittel           | 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

# Methoden der Produktentwicklung

## 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

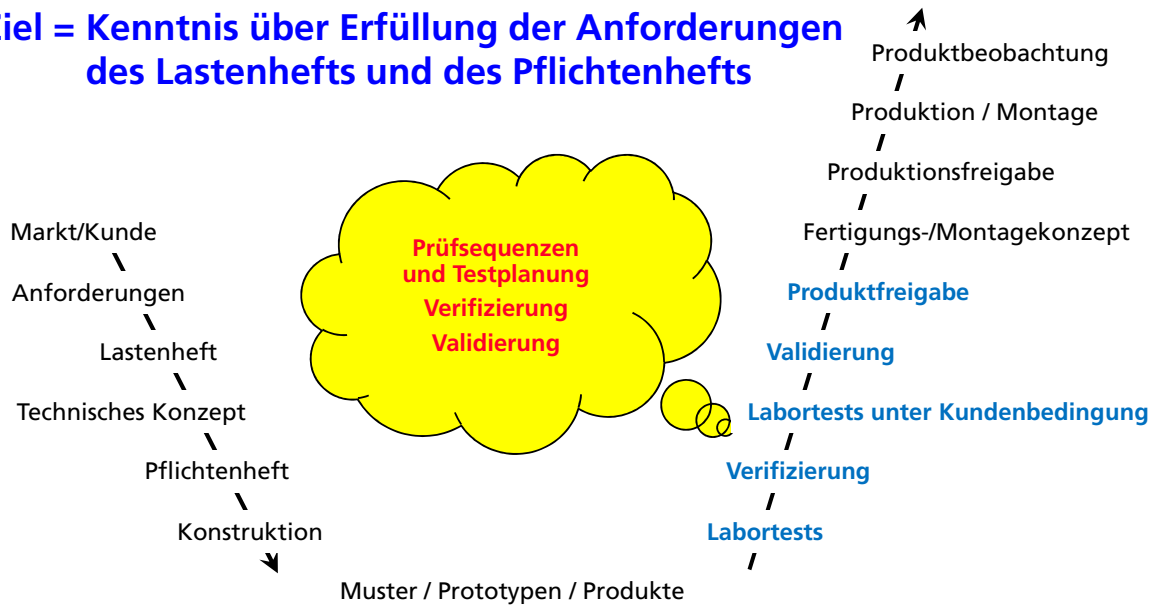
© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Produkttests und Produktfreigabe

**Ziel = Kenntnis über Erfüllung der Anforderungen des Lastenhefts und des Pflichtenhefts**



© Fraunhofer

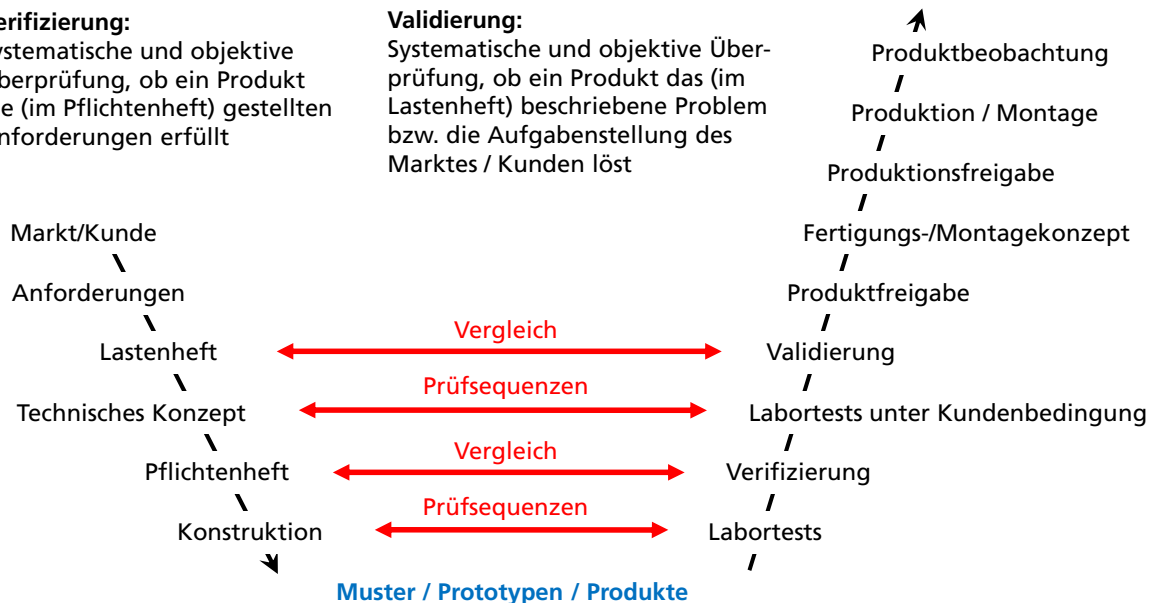
**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Verifizierung und Validierung

**Verifizierung:**  
Systematische und objektive Überprüfung, ob ein Produkt die (im Pflichtenheft) gestellten Anforderungen erfüllt

**Validierung:**  
Systematische und objektive Überprüfung, ob ein Produkt das (im Lastenheft) beschriebene Problem bzw. die Aufgabenstellung des Marktes / Kunden löst



© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Prüfsequenzen und Testplanung



### Studentenente:

- Zündung an
- Scheibenwischer an
- Blinker rechts an
- -> Motorstart !?



### High-tech Fahrzeug heute:

- Funktion 1
- Funktion 23
- Funktion 14
- -> Fehlfunktion ?

Bildquelle: <http://www.sportservice.lorinser.com/>

### Ziel:

- Verifizierung und Validierung der Entwicklungsergebnisse

### Methode:

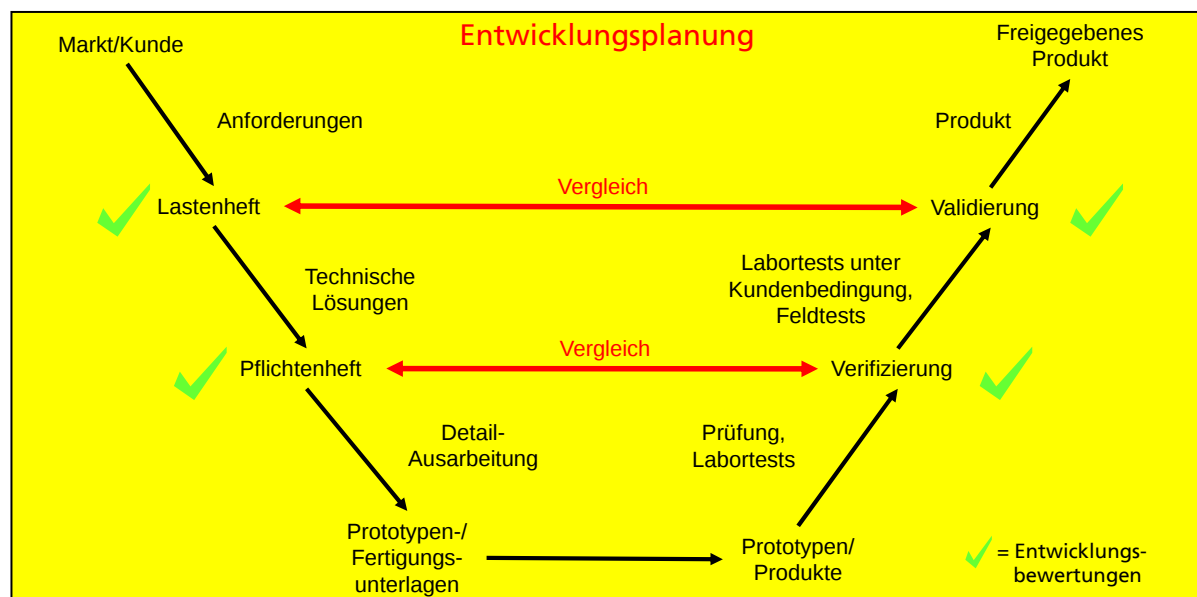
- Prüfsequenzen gemäß Lasten-/Pflichtenheft
- Prüfsequenzen unter Kundenbedingungen
- Prüfsequenzen mit gezielt fehlerhaft modifizierten Komponenten

### Bewertung / Nutzen:

- Aufdeckung von fehlerhaften
  - (Sicherheits-)Konzepten
  - Entwicklungsergebnissen

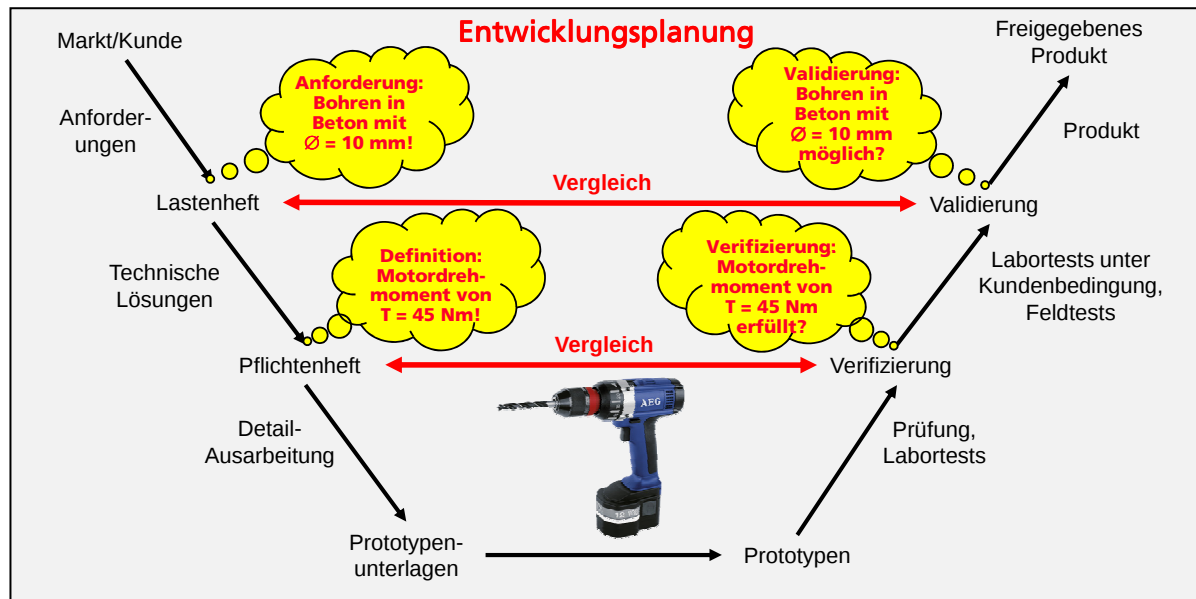
## Entwicklungsplanung

### V-Modell, Verifizierung und Validierung im Prozess



# Entwicklungsplanung (Beispiel)

## Lastenheft, Pflichtenheft, Verifizierung und Validierung



© Fraunhofer

Fraunhofer  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Fertigungs- und Montageplanung

**Ziel = Kenntnis über Prozessfähigkeiten, Fehler, Fehlerkosten und Produktivität**



© Fraunhofer

Fraunhofer  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## 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. | fähig<br>OTG<br>UTG                                                                                                                                        | OTG<br>UTG       |
|                                                                                                                                                                | nicht fähig<br>OTG<br>UTG                                                                                                                                  | OTG<br>UTG       |

### Ziel:

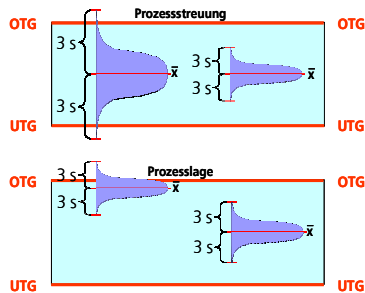
- Überprüfung, ob Produkte mit den geplanten Fertigungseinrichtungen und –prozessen fehlerfrei hergestellt werden können

### Methode:

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

### Bewertung / Nutzen:

- Voraussetzung für Statistische Prozessregelung (SPC)



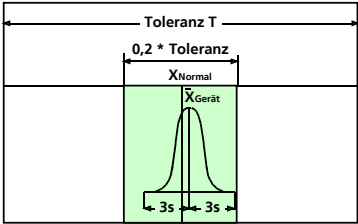
# Methoden der Produktentwicklung

## 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       | OTG<br>UTG                                                                                                                                                 | OTG<br>UTG       |
|                                                                                                                                                                | nicht fähig | OTG<br>UTG                                                                                                                                                 | OTG<br>UTG       |

# Methoden der Produktentwicklung

## Prüfmittelfähigkeitsuntersuchungen



- Ziel:**
- Beurteilung der Eignung von Prüfmitteln zur Überprüfung definierter Teileeigenschaften

- Methode:**
- Fähigkeitsindex für Genauigkeit
  - Fähigkeitsindex für Wiederholgenauigkeit
  - Fähigkeitsindex für Vergleichsgenauigkeit

- Bewertung / Nutzen:**
- Aussage über Richtigkeit der Messergebnisse unter Berücksichtigung der Einflussgrößen Bediener, Ort und Zeit

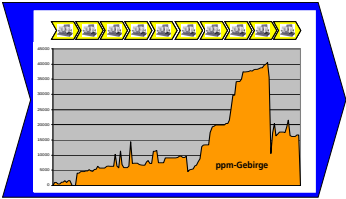
# Methoden der Produktentwicklung

## 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         |

# Methoden der Produktentwicklung

## Fehler-Prozess-Matrix (FPM)



| Durchgehand? |        |                                 | Prozessschritt 1 | Prozessschritt 2 | Prozessschritt 3 | Prozessschritt 4 | Prozessschritt 5 | Prozessschritt 6 |
|--------------|--------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| J/N          | Teil   | Fehler                          | S1               | S1               | S2               | T1               | S3               | T2               |
| N            | Teil 1 | vergessen                       | 4                |                  |                  |                  | 1                |                  |
| N            | Teil 1 | vertauscht                      | Py               |                  |                  |                  |                  |                  |
| J            | Teil 2 | verdreh                         |                  | 5                | 10               |                  |                  |                  |
| J            | Teil 3 | beschädigt                      |                  | 10               |                  |                  |                  | 10               |
| J            | Teil 3 | vertauscht                      |                  | 3                |                  |                  |                  |                  |
| N            | Teil 4 | Zwei Dichtungen falsche Montage |                  |                  | Py               |                  |                  |                  |
| N            | Teil 5 |                                 |                  |                  |                  | 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

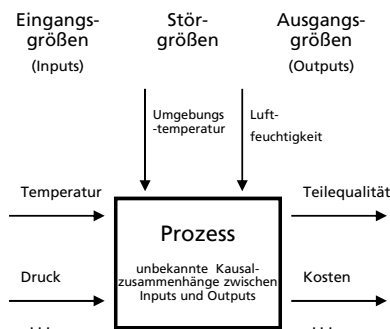
# Methoden der Produktentwicklung

## 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         |

# Methoden der Produktentwicklung

## 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)

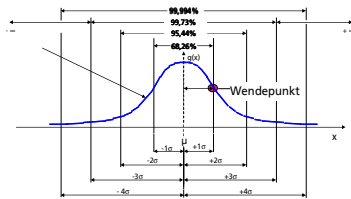
# Methoden der Produktentwicklung

## 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         |

# Methoden der Produktentwicklung

## Six Sigma



### Ziel:

- Null-Fehler-Prozesse ( $6\sigma=3,4$  ppm)

### Methode:

- DMAIC-Zyklus (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)
- Methodenwerkzeugkasten und statistische Auswertetools (Minitab)

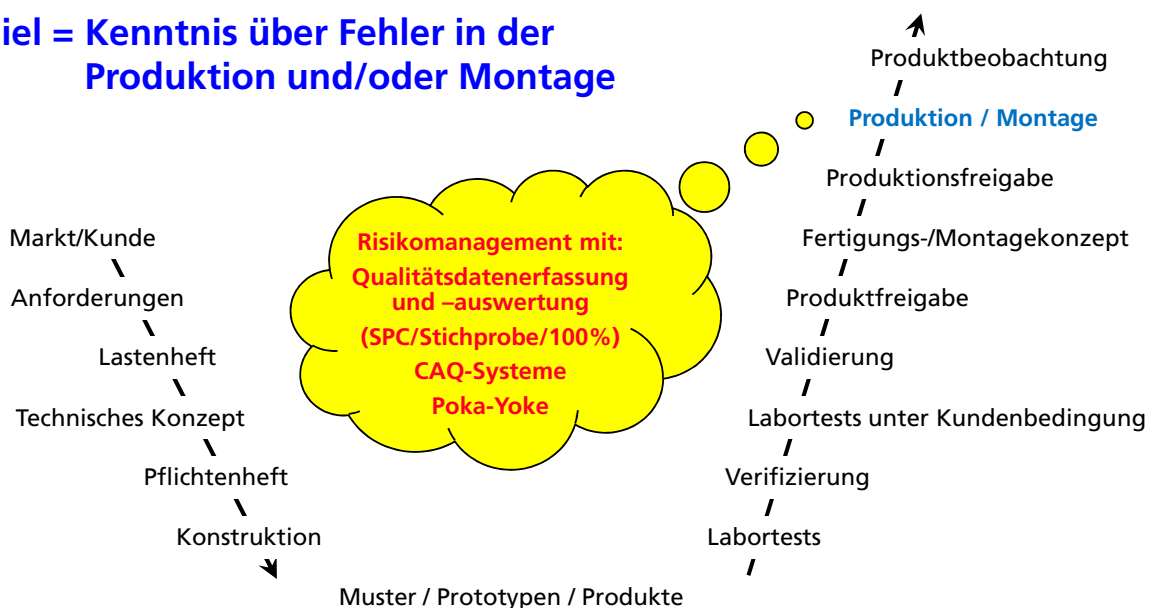
### Bewertung / Nutzen:

- Systematische und methodisch unterstützte Prozessverbesserung
- Monetäre Bewertung der Verbesserungen
- Unterstützung durch Management erforderlich

# Methoden der Produktentwicklung

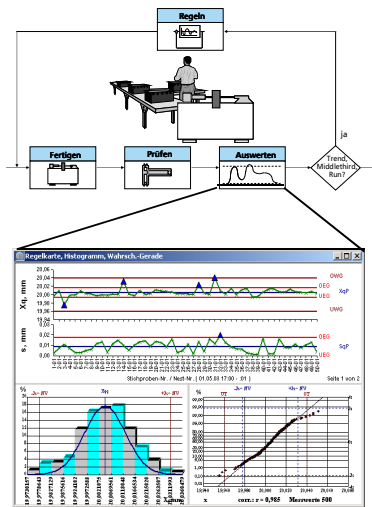
## Produktion / Montage

**Ziel = Kenntnis über Fehler in der Produktion und/oder Montage**



# Methoden der Produktentwicklung

## Statistische Prozessregelung (SPC)



### Ziel:

- Fehlerprävention in der Fertigung durch Regelung von Prozessen auf Sollwert und Toleranz

### Methode:

- Fähigkeitsuntersuchung -> Eingriffsgrenzen
- Stichprobenprüfung - Dokumentation auf Qualitätsregelkarten (z.B. x-quer und s)
- Vergleich der Stichproben mit Ursprungsprozess

### Bewertung / Nutzen:

- Vermeidung fehlerhafter Produkte
- Prüfung und Regelung durch Werker
- Wirtschaftliche Prüfstrategie

# Methoden der Produktentwicklung

## 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

# Methoden der Produktentwicklung

## Nutzung (Produktbeobachtung)

**Ziel = Kenntnis über Häufung von Fehlern in der Produktnutzung**



© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Reklamationsmanagement

VDA 8.4  
Ausgabe 2003  
8D-Report\_FORMULAR.rtf

| Lieferant (Supplier)<br>Anschrift (Address/Location)                   |                                                   |                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|--|
| 8D - REPORT                                                            |                                                   |                                          |  |
| Bestandort<br>(Customer Title)                                         | Bestands-Nr.<br>(Part No.)                        | Erstellt am:<br>(Date)                   |  |
| Berichtsdatum<br>(Date)                                                | Teilabzeichnung:<br>(Part Name)                   |                                          |  |
| Zeichnungsnummerindex:<br>(Part Number)                                |                                                   |                                          |  |
| 1. Team<br>Name, Abt. (Dept.)                                          | 2. Problembeschreibung:<br>(Problem Description)  |                                          |  |
| Teamleiter (Chief)                                                     | Fehlercharakter:<br>(Problem Profile Data)        |                                          |  |
| 3. Sofortmaßnahmen:<br>(Containment actions)                           | 4. Wirkung:<br>(Effect)                           | Einführung:<br>(Implement date)          |  |
| 4. Maßnahmenplan:<br>(Root Cause)                                      | 5. Mithilfe (Contribution)                        |                                          |  |
| 5. Geplante Maßnahmen:<br>(Planned Permanent Corrective Action)        | Wirksamkeitsprüfung:<br>(Verification)            |                                          |  |
| 6. Eingeführte Maßnahmen:<br>(Implemented Permanent Corrective Action) | Ergebnis-Kontrolle (Control):<br>(Implement date) |                                          |  |
| 7. Fehlerwiederholung verhindern:<br>(Action to prevent Recurrence)    | Verantwortlich:<br>(Responsible)                  | Einführungstermin:<br>(Implement date)   |  |
| 8. Teamerfolg bewertet:<br>(Comparability your Team)                   | Abschluß:<br>(Close Date)                         | Ersteller (Signature):<br>Tel., Fax Nr.: |  |

**Ziel:**

- Systematische Abarbeitung von Reklamationen

**Methode:**

- Klar definierter Prozess (Ablauf, Verantwortliche, Informationen, Dokumentation)
- Vorwiegend Anwendung des 8D-Prozesses (8D = eight disciplines) der Automobilindustrie

**Bewertung/Nutzen:**

- Reklamationsmanagement wichtige Rolle im kontinuierlichen Verbesserungsprozess
- EDV-technische Unterstützung des Reklamationsmanagements sinnvoll (z.B. Reports)

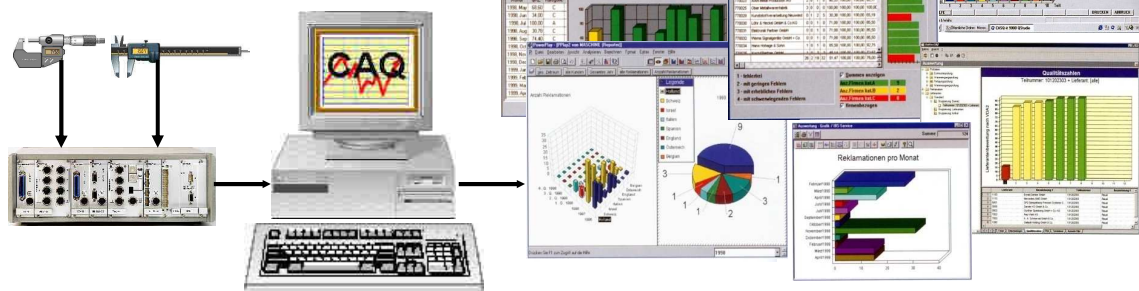
© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## CAQ-Systeme unterstützen das Reklamationsmanagement und den kontinuierlichen Verbesserungsprozess

- Erfassung umfangreicher Daten (u.a. Feld und Reklamationsdaten)
- flexible Datenauswertung
- Erfahrungswissen (Lessons learnt)
- Basis für Verbesserungsmaßnahmen



Quelle: IBS, Böhne & Weihs, Babtec

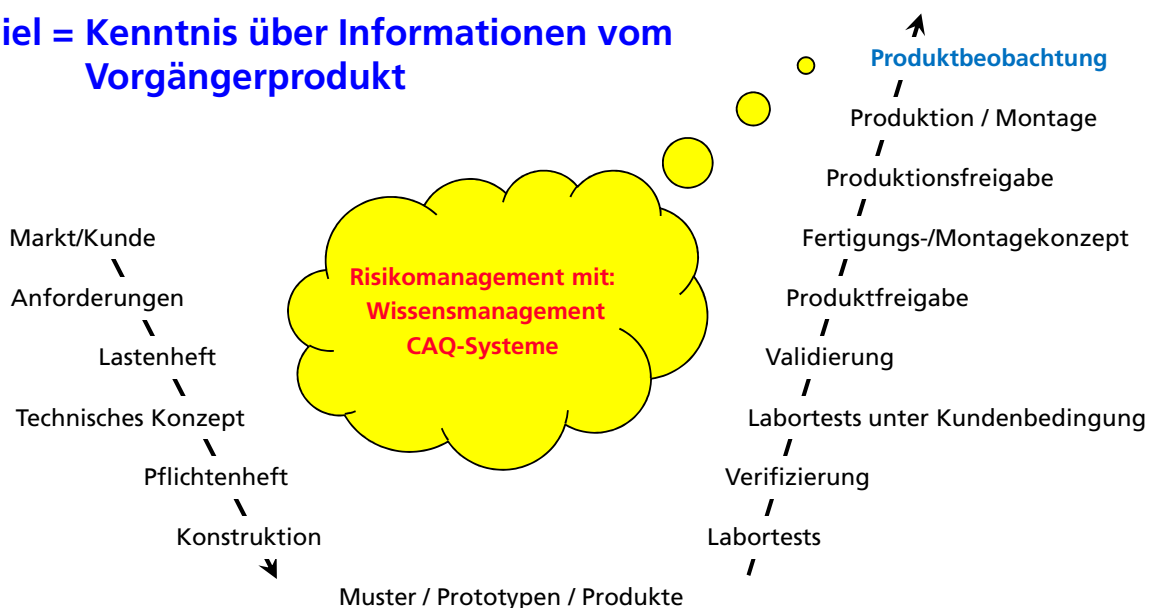
© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Nutzung (Produktbeobachtung)

**Ziel = Kenntnis über Informationen vom Vorgängerprodukt**



© Fraunhofer

**Fraunhofer**  
IPA

# Methoden der Produktentwicklung

## Fazit

Zum technischen Risikomanagement  
über den PLC stehen aufgabenbezogen  
wirkungsvolle bekannte und innovative  
Methoden und Systeme zur Verfügung !





**Fraunhofer**

IPA

# METHODEN DER PRODUKTENTWICKLUNG

MIT NEUEN PRODUKTEN SCHNELLER AM MARKT



Fraunhofer IPA Workshop  
15. November 2012  
Stuttgart