BESONDERE MERKMALE – SYSTEMATISCH ERMITTELN UND DURCHGÄNGIG BEHANDELN

LGS Nord der Deutschen Gesellschaft für Qualität e.V.
Netzwerkveranstaltung, 08. Februar 2016, Hamburg

Dr.-Ing. Alexander Schloske

Senior Expert Quality Management

Leiter Stuttgarter Produktionsakademie

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Telefon:	+49(0)711/9 70-1890
Fax:	+49(0)711/9 70-1854
E-Mail:	alexander.schloske@ipa.fraunhofer.de
Internet:	www.ipa.fraunhofer.de
	www.stuttgarter-produktionsakademie.de

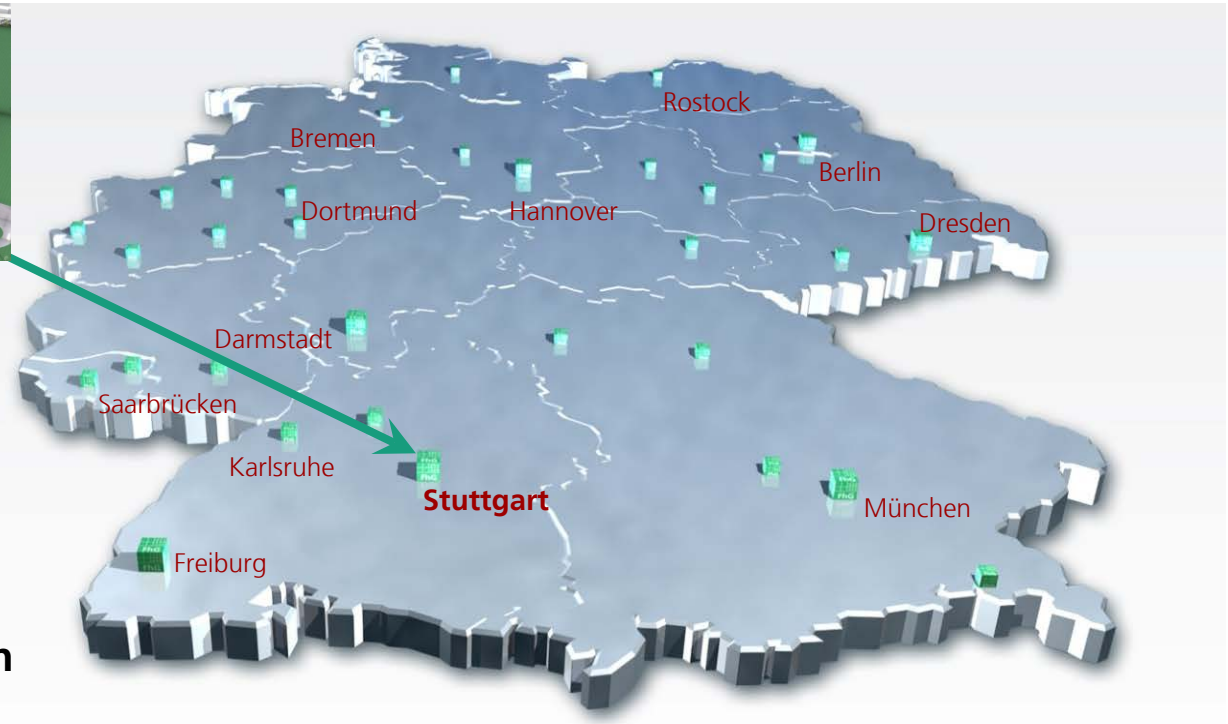
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Vorstellung
Die Fraunhofer-Gesellschaft

Fraunhofer IPA (2015):

- **Betriebshaushalt 68 Mio. €**
- **Wirtschaftserträge 20 Mio €**
- **745 Mitarbeiter**
- **420 Studentische Hilfskräfte**



66 Institute an rund 40 Standorten

24.000 Mitarbeiter

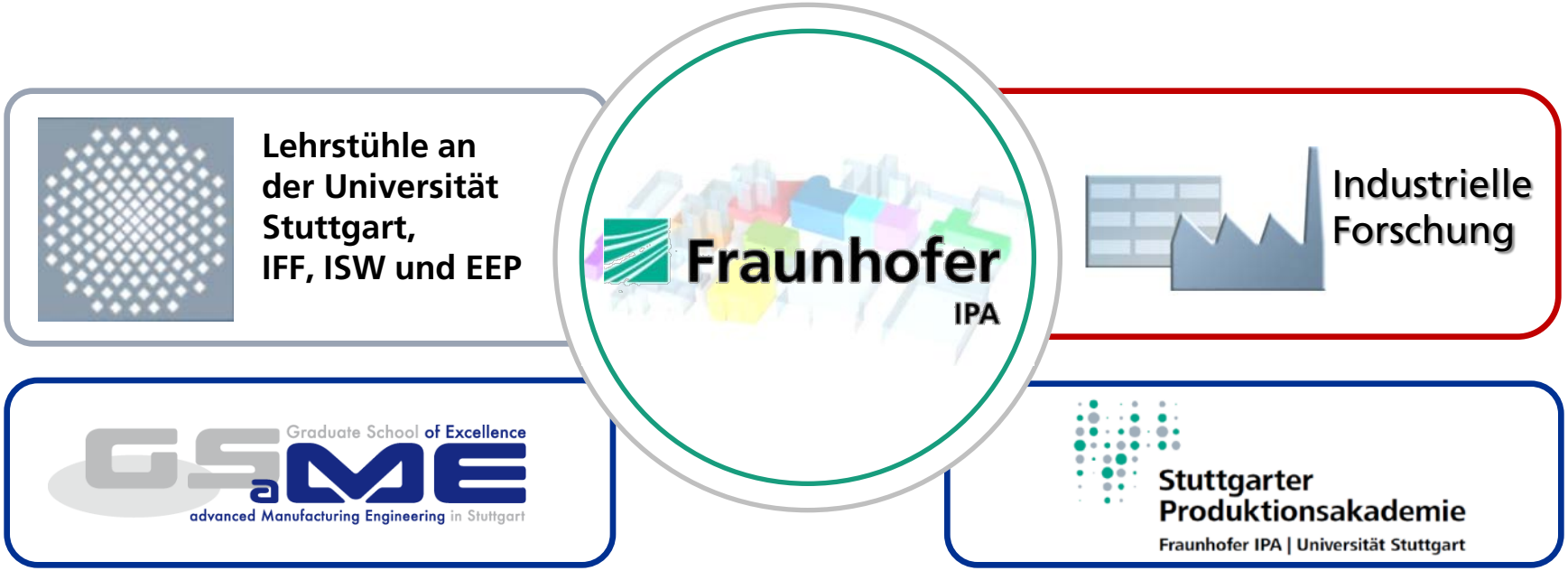
2,0 Mrd. € Budget

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Vernetzung von Wissenschaft und Praxis

Fraunhofer IPA als Basis für den Wissenstransfer



Lehre → Forschung → Entwicklung → Realisierung → Anwendung

Erfahrungen aus der Industrie

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Stuttgarter Produktionsakademie

Komplettanbieter für Weiterbildung zum Thema „Industrielle Produktion“

Stuttgarter Produktionsakademie
Fraunhofer IPA | Universität Stuttgart

- Die Stuttgarter Produktionsakademie gGmbH ist eine offene und nicht gewinn-orientierte Weiterbildungseinrichtung zum Thema der „Industriellen Produktion“.
- Ziel der Stuttgarter Produktionsakademie gGmbH ist es, zielgruppenorientierte und maßgeschneiderte Weiterbildungen für Unternehmen anzubieten.
- Dazu greifen wir auf praxiserfahrene Referenten des Fraunhofer-Netzwerks, der Universität Stuttgart sowie ausgewählter Kooperationspartner zurück.
- Beim Aufbau der technologischen Fähigkeiten orientieren wir uns am Prinzip »learning by doing« und üben das Erlernte in Laboren oder anhand Planspielen.

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fachliches Leistungsspektrum
Rollen- und technologieorientierte Weiterbildungskonzepte

- **Rollenspezifische Seminare**
  - Führungskräfte (kompakt)
  - Spezialisten (vertieft)
- **Technologiespezifische Seminare**
  - Technologien der industriellen Produktion
- **Seminare zu Querschnittsthemen**
  - Methoden-Know-How
  - Soft-Skills
  - Juristische Themen
- ca. 200 Seminare in 2016 geplant
- www.stuttgarter-produktionsakademie.de

© Fraunhofer
Fraunhofer IPA

Besondere Merkmale
Definition nach TS 16949, VDA 4.3 und VDA 6.1

Besondere Merkmale sind **Produktmerkmale** und/oder **Prozessmerkmale**, die Auswirkungen auf die **Funktionssicherheit** (Betriebs- und Gebrauchssicherheit), die **Einhaltung behördlicher Vorschriften**, die **Funktion**, die **Leistung**, die **Passform**, das **Erscheinungsbild** oder die weitere **Verarbeitung des Produktes** haben können. [vgl. TS 16949, VDA 4.3, VDA 6.1]

Alles klar

Bildquelle: http://stevenblack.files.wordpress.com

© Fraunhofer

Besondere Merkmale
Verwirrende Aussagen zu Besonderen Merkmalen

- Jedes Produkt muss mindestens ein *Besonderes Merkmal* aufweisen
- Alle SPC-Merkmale sind *Besondere Merkmale*
- Alle Merkmale, die 100% geprüft werden sind *Besondere Merkmale*
- Alle Merkmale eines sicherheitsrelevanten Produktes oder Bauteils sind *Besondere Merkmale*
- Jedes Merkmal, das bereits einmal reklamiert wurde, muss als Besonderes Merkmal deklariert werden
- Alle Merkmale, die in der Konstruktions-FMEA mit A=1 bewertet wurden, brauchen nicht mehr als *Besondere Merkmale* im Prozess betrachtet werden
- Das größte Maß beim Kunststoffspritzen ist immer ein *Besonderes Merkmal*
- …

© Fraunhofer

AGENDA – BESONDERE MERKMALE

LGS Nord der Deutschen Gesellschaft für Qualität e.V.
Netzwerkveranstaltung, 08. Februar 2016, Hamburg

- Systematische Ermittlung und durchgängige Abbildung besonderer Merkmale von der Konstruktions-FMEA über die Prozess-FMEA bis hin zum Control-Plan
- Moderne Vorgehensweise zur Definition von Besonderen Merkmalen
- Leicht nachvollziehbare Regeln zur Planung von Prüfmaßnahmen bei Besonderen Merkmalen
- Mögliche Szenarien anhand von Praxisbeispielen
- EDV-Tools zur Ermittlung und Visualisierung Besonderer Merkmale

© Fraunhofer

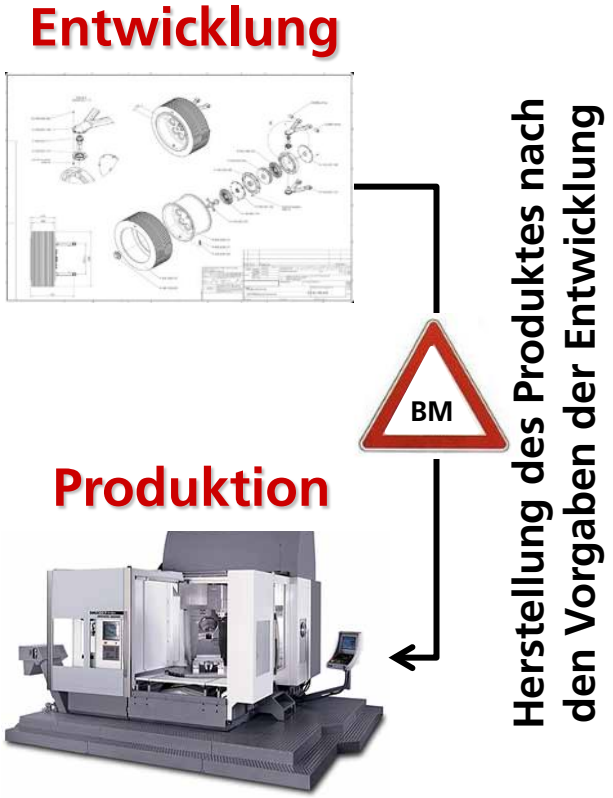
GRUNDLAGEN ZU BESONDEREN MERKMALEN

© Fraunhofer

Besondere Merkmale

Sorgfaltspflicht im Produktentstehungsprozess (PEP) zur Sicherstellung technisch relevanter Funktionalitäten

- Sorgfaltspflicht im Entwicklungsprozess
  - Auslegung und Berechnung
  - Erprobung und Verifizierung **DVP**
  - Umgang mit Fehlern im Betrieb
  - Dokumentation und Archivierung
- Sorgfaltspflicht im Produktionsprozess
  - Produktionsplanung und Herstellung
  - Effektive Prüfplanung und Prüfung **PLP**
  - Umgang mit Fehlern in der Produktion
  - Dokumentation und Archivierung



© Fraunhofer

Besondere Merkmale

Sorgfaltspflicht im Produktentstehungsprozess (PEP) zur Sicherstellung technisch relevanter Funktionalitäten

- **Vermeidung** oder Abschwächung von Fehlerfolgen im Betrieb durch Robustes Konzept (z.B. fail-safe System)
- **Vermeidung** von Fehlern im Betrieb durch Robustes Design (z.B. Dimensionierung)
- **Vermeidung** von Fehlern in der Fertigung und der Montage (z.B. Poka-Yoke-Prozess)

Quelle www.blog.directline.de

<u>Nur, falls Fehlervermeidungsstrategien als nicht ausreichend angesehen werden:</u>

- **Entdeckung** von Fehlern in Fertigung und Montage (z.B. 100%-Prüfung, SPC-Prüfung, Erst- und Letztstückprüfung) (**operative Ebene der Besonderen Merkmale**)

Quelle www.unibw.de

© Fraunhofer

Besondere Merkmale

Sorgfaltspflicht im Produktentstehungsprozess (PEP) zur Sicherstellung technisch relevanter Funktionalitäten

- **Vermeidung** oder Abschwächung von Fehlerfolgen im Betrieb durch Robustes Konzept (z.B. fail-safe System)
- **Vermeidung** von Fehlern im Betrieb durch Robustes Design (z.B. Dimensionierung)
- **Vermeidung** von Fehlern in der Fertigung und der Montage (z.B. Poka-Yoke-Prozess)

Quelle www.blog.directline.de

Bei der Diskussion über die Ablehnung von Besonderen Merkmalen sollte berücksichtigt werden, dass Besondere Merkmale als Entlastungsbeweis im Produkthaftungsfall dienen können!

Quelle www.unibw.de

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Besondere Merkmale

Besondere Merkmale und juristische Relevanz

Besondere Merkmale	Juristische Relevanz
■ Sicherheitsrelevanz: Produktsicherheit oder sicherheitsrelevante Folgen (Bedeutung B = 10 in der FMEA)	■ Strafrecht: Strafrechtliche Verantwortung von Mitarbeitern bei Verschulden
■ Zertifizierungsrelevanz: Gesetzliche Vorgaben zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens (Bedeutung B = 9 in der FMEA)	■ Öffentliches Recht: Befugnisse von Überwachungsbehörden (Auflagen, Vermarktungsstopp, Warnung, Produktrückruf)
■ Funktionsrelevanz: Funktionen und Forderungen (Bedeutung B = 5 .. 8 in der FMEA)	■ Zivilrecht: Gewährleistung (Nachbesserung, Rücktritt, Minderung, Schadensersatz)

© Fraunhofer

DENKMODELL FÜR BESONDERE MERKMALE

© Fraunhofer

Denkmodell
Zusammenhang zwischen Funktionen und Merkmalen

Funktion ZB Stift: Festsitz der Kappe auf dem Grundkörper sicherstellen

Merkmal Kappe: Innendurchmesser

Merkmal Grundkörper: Außendurchmesser

Bildquelle: www.industrialpartners.eu/uploads/tx_ipprojects/Neuland_02_RE.jpg

© Fraunhofer

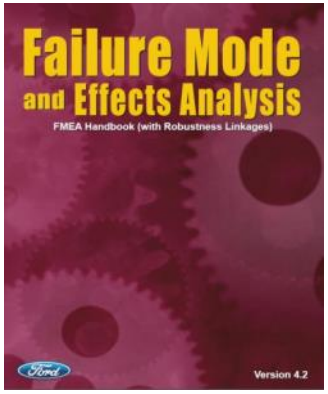
Fraunhofer IPA

BEZEICHNUNG BESONDERER MERKMALE

© Fraunhofer

Besondere Merkmale
Unterschiedliche Bezeichnungen

- Ford
  - YC = Yes - could be - Critical (Produkt-FMEA)
  - YS = Yes - could be - Special (Produkt-FMEA)
  - CC = Critical Characteristic (Prozess-FMEA)
  - SC = Special Characteristic (Prozess-FMEA)
- VDA (Produkt- und Prozess-FMEA)
  - BM S = Sicherheitsrelevanz
  - BM Z = Gesetzliche und behördliche Vorgaben
  - BM F = Funktionen und Forderungen
- … weitere firmenspezifische Kennzeichnungen
  - DS, DZ, Schild, Diamant, S/C, F/F, …



Quelle: Ford, VDA

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

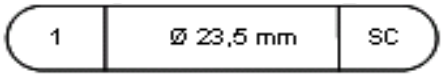
DOKUMENTATION VON BESONDEREN MERKMALEN

© Fraunhofer

Besondere Merkmale

Dokumentation und Archivierung von Besonderen Merkmalen zur Nachweispflicht im Schadensfalle

Entwicklung:

- Dokumentation in Risikoanalysen und Zeichnungen 

Produktions- und Prüfplanung:

- Dokumentation der Lenkungs-, Prüf- und Reaktionsmethoden in Produktionslenkungsplan (PLP) oder in Prüfplänen u. Arbeitsanweisungen

Produktion:

- Erfassung der Besonderen Merkmale (Beachtung bei Sonderfreigaben!)

Archivierung:

- Dokumentation, Aufbewahrung und Rückverfolgbarkeit der Ergebnisse
  - Vorgabedokumente für BM S/Z = 15 Jahre nach End of Production (EoP)
  - Qualitätsaufzeichnungen für BM S/Z = 15 Jahre nach Produktion

© Fraunhofer

SYSTEMATISCHE ANALYSE UND DURCHGÄNGIGE BETRACHTUNG

© Fraunhofer

Besondere Merkmale

Systematische Analyse und durchgängige Betrachtung der Besonderen Merkmale mit Hilfe der FMEA nach VDA

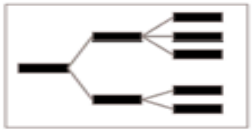
Die FMEA nach VDA eignet sich zur **systematischen Analyse**:

- Konstruktions-FMEA
  - Identifikation der Besonderen Merkmale
  - Funktionsgerechte Auslegung der Besonderen Merkmale (Ziel A=1)
- Prozess-FMEA
  - Planung von Maßnahmen zur sicheren Vermeidung und/oder Entdeckung in Fertigung / Montage (Ziel A=1 und/oder E=1)
- Die FMEA nach VDA eignet sich zur **durchgängigen Betrachtung**:
  - Funktions-Merkmals-Zusammenhänge (z.B. Funktionsnetze)
  - Fehlerfolge-Fehlerart-Fehlerursachen-Zusammenhänge (z.B. Fehlernetze)

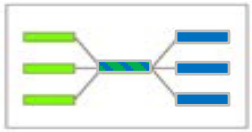
© Fraunhofer

Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)

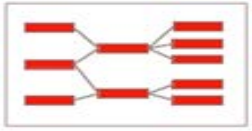
5 Schritte zur FMEA-Erstellung – in Anlehnung an VDA 4 Kapitel 3 (2006)



- System strukturieren
- Prozess strukturieren



- Funktionen und Merkmale zuordnen
- Funktions-/Merkmalsnetz bilden



- Fehlfunktionen und Fehlermerkmale ableiten
- Fehlernetz (Hypothesen) bilden

- Vermeidungsmaßnahmen definieren
- Fehlererkennung und Fehlerreaktion definieren

- Optimierung planen
- Wirksamkeit überprüfen

© Fraunhofer

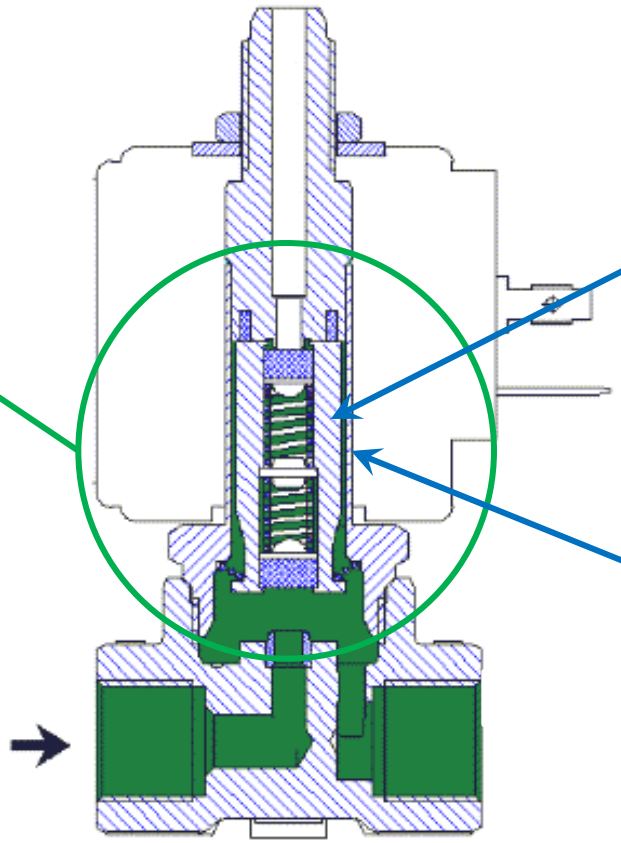
DARSTELLUNG AN EINEM BEISPIELSYSTEM

© Fraunhofer

Beispielsystem Magnetventil
Funktionsprinzip

[Magnetgestell]
Schaltfunktion ausführen

[Anker]
Außendurchmesser



[Ankerführung]
Innendurchmesser

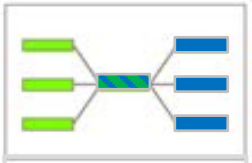
Bildquelle: http://www.magnetventile-shop.de

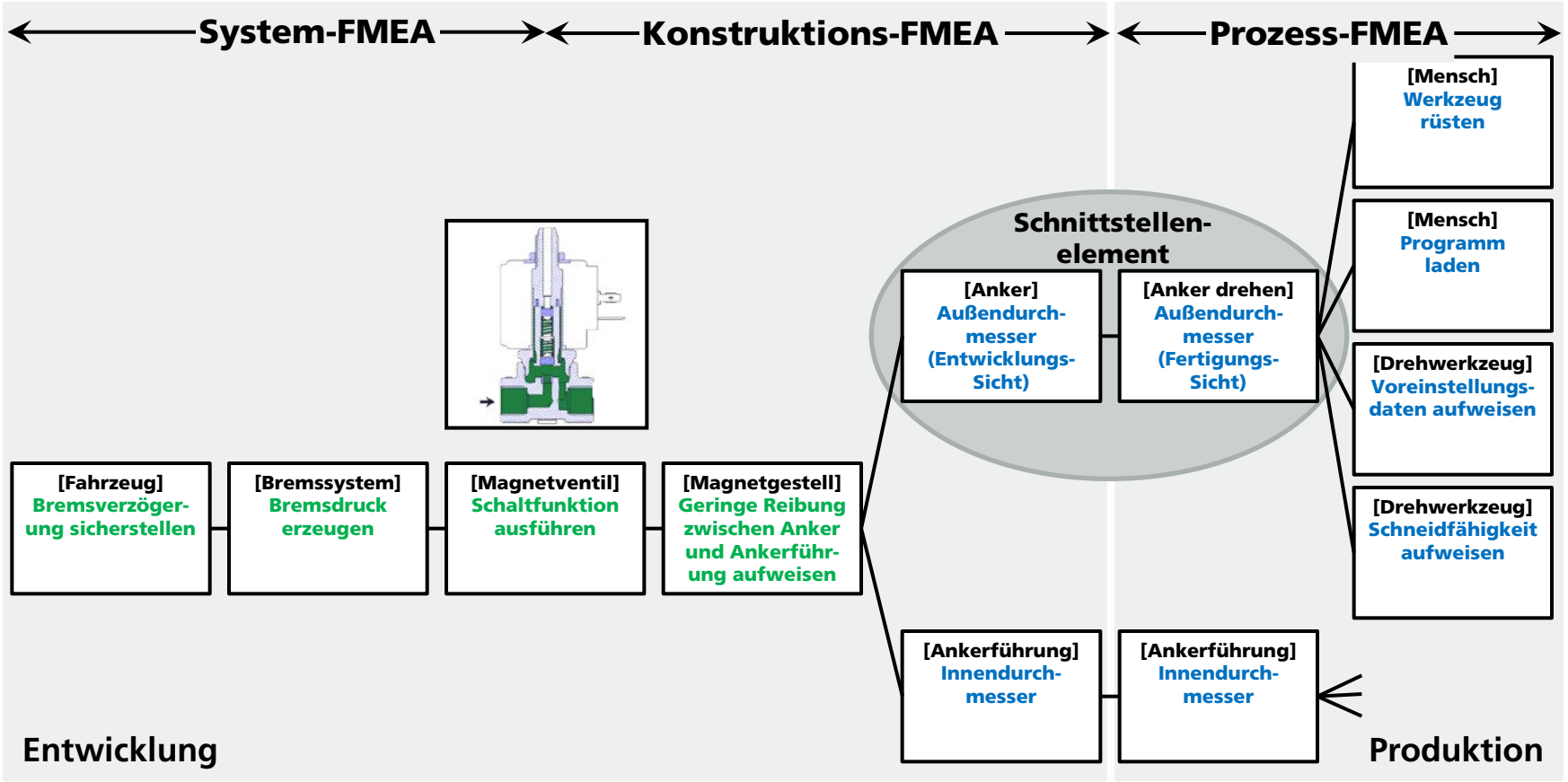
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Durchgängige Funktions-/Merkmalsanalyse

Koppelung von Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA über (Besondere) Merkmale


Funktionen / Merkmale

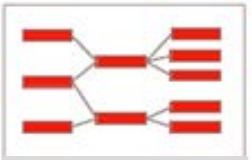


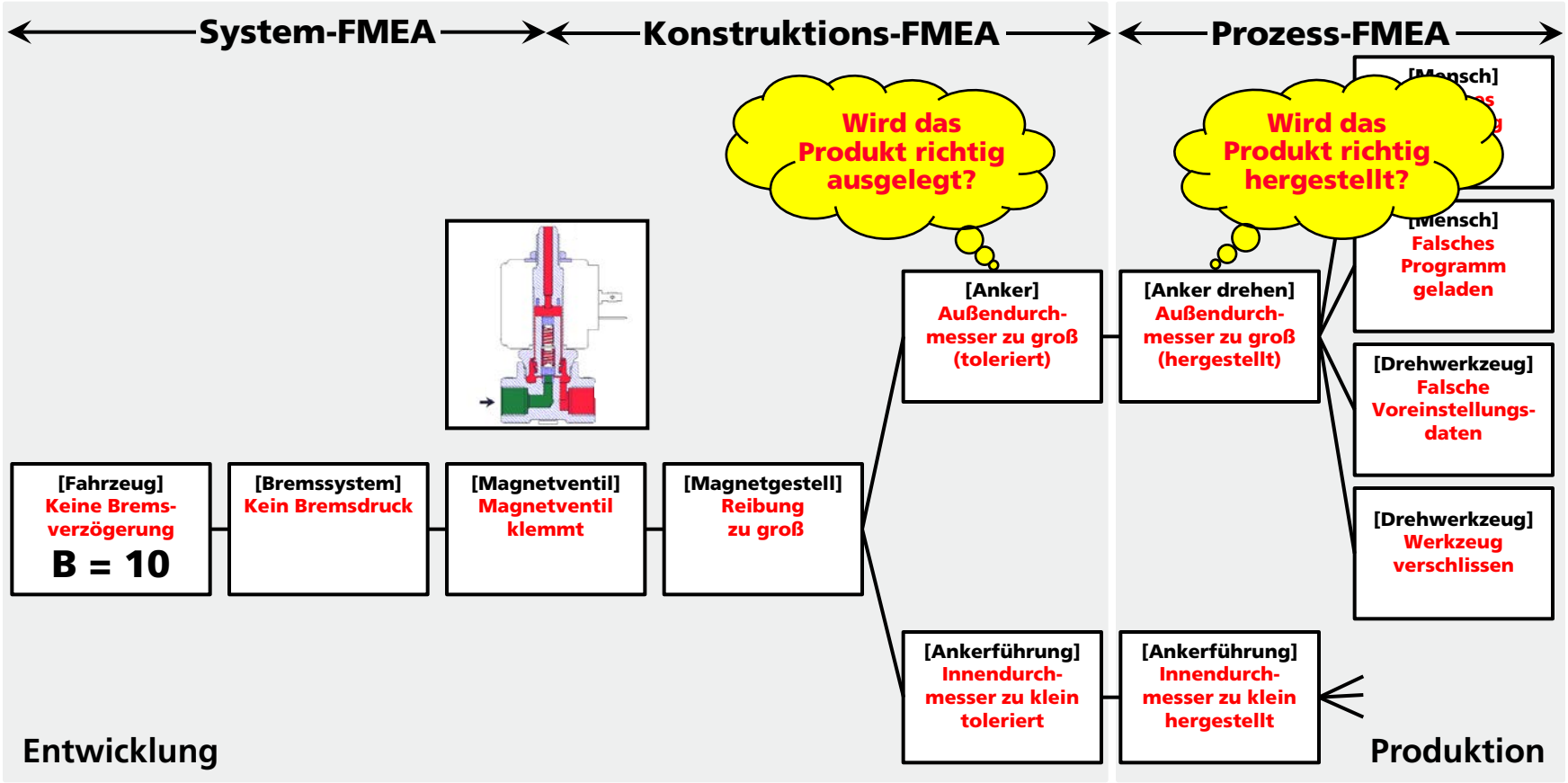
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Durchgängige Risikoanalyse

Koppelung von Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA über (Besondere) Merkmale



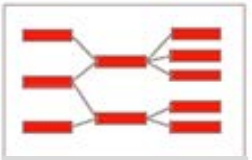


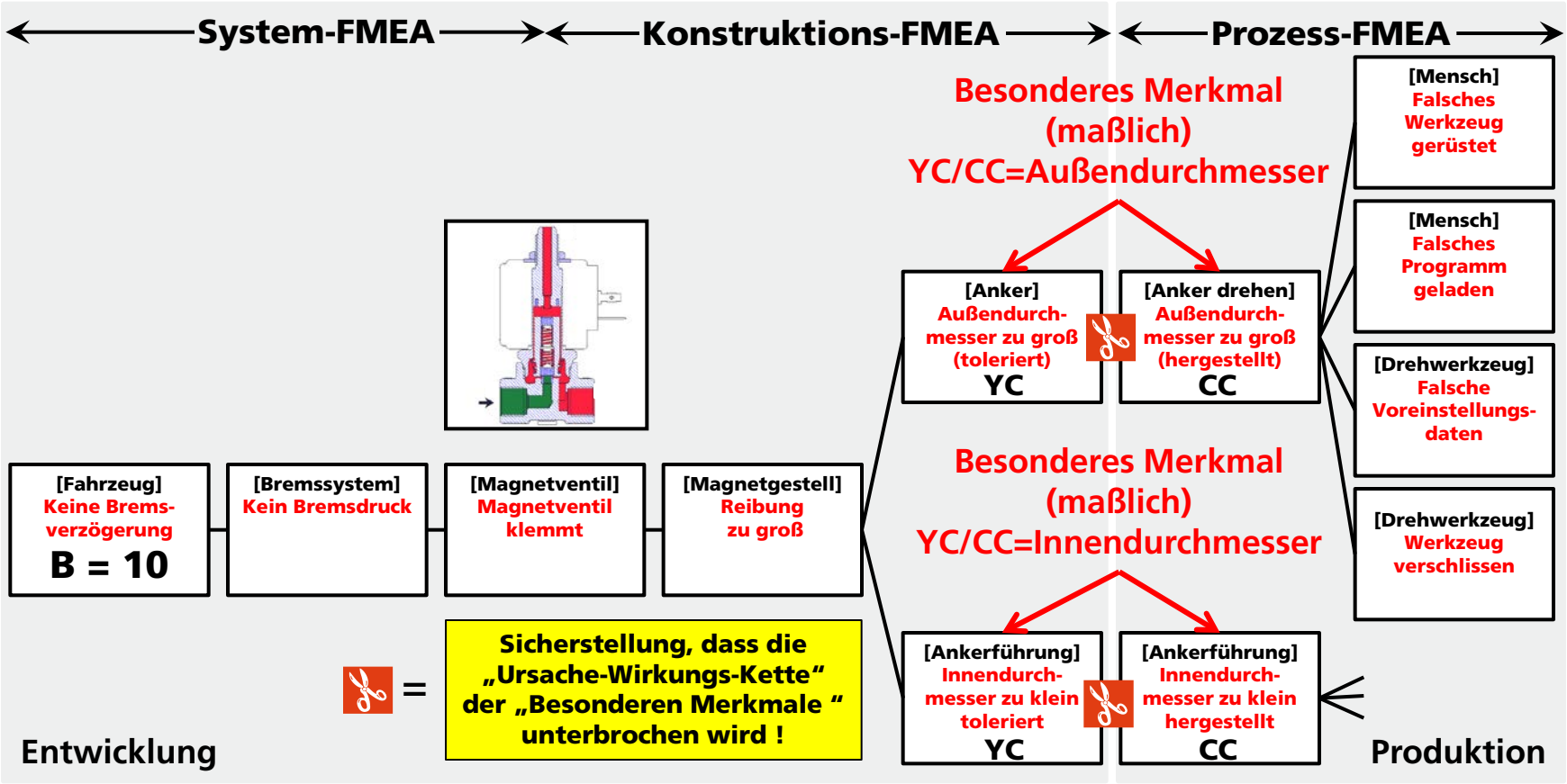
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Durchgängige Risikoanalyse

Koppelung von K-FMEA und P-FMEA (Möglichkeit 1 zur Definition von BM)



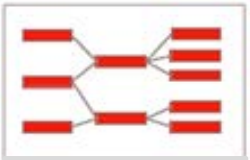


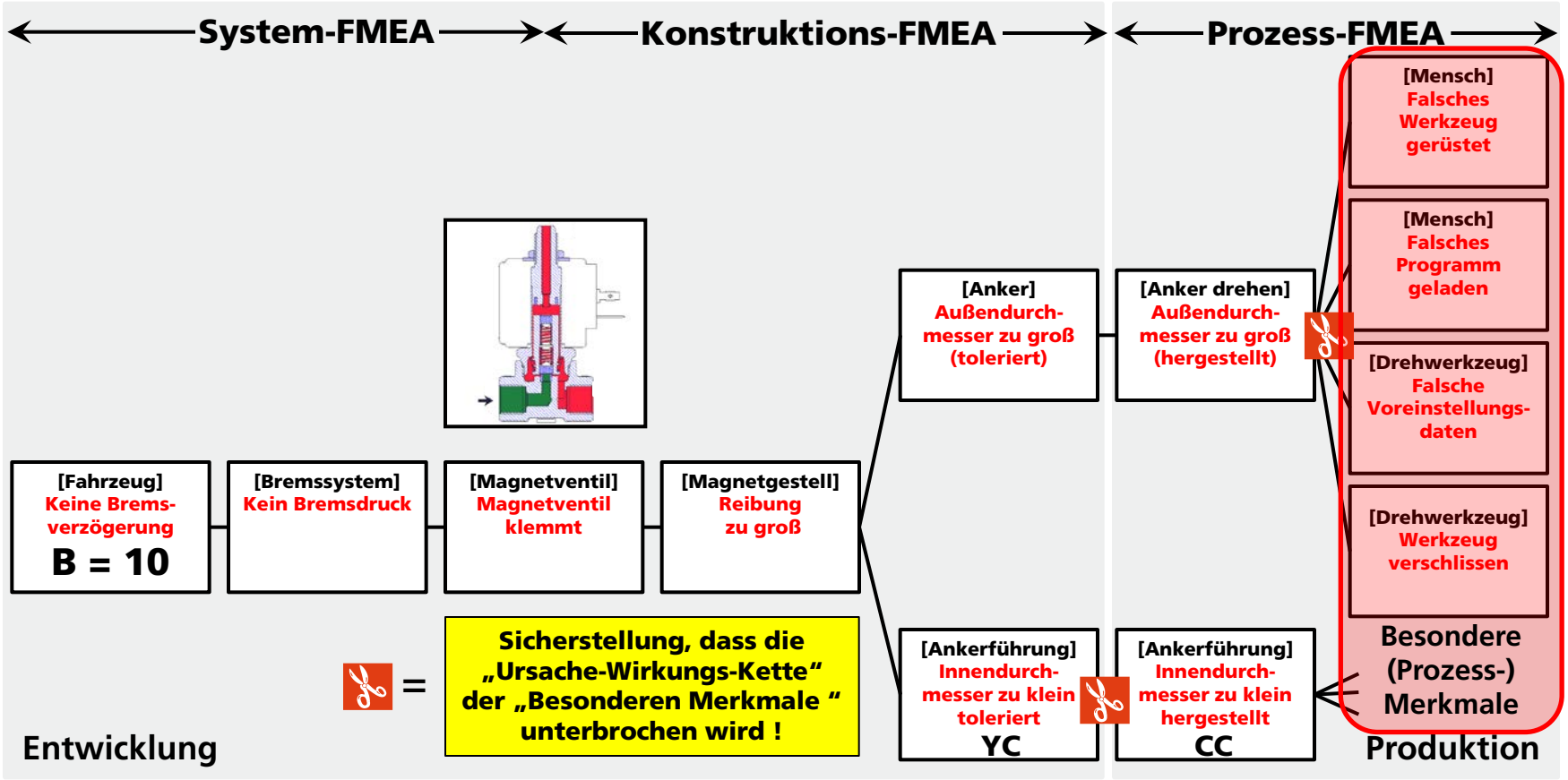
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Durchgängige Risikoanalyse

Koppelung von K-FMEA und P-FMEA (Möglichkeit 2 zur Definition von BM – nur sinnvoll, wenn Produktmerkmal nicht direkt messbar!)



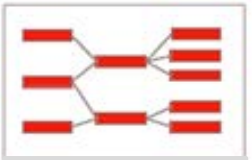


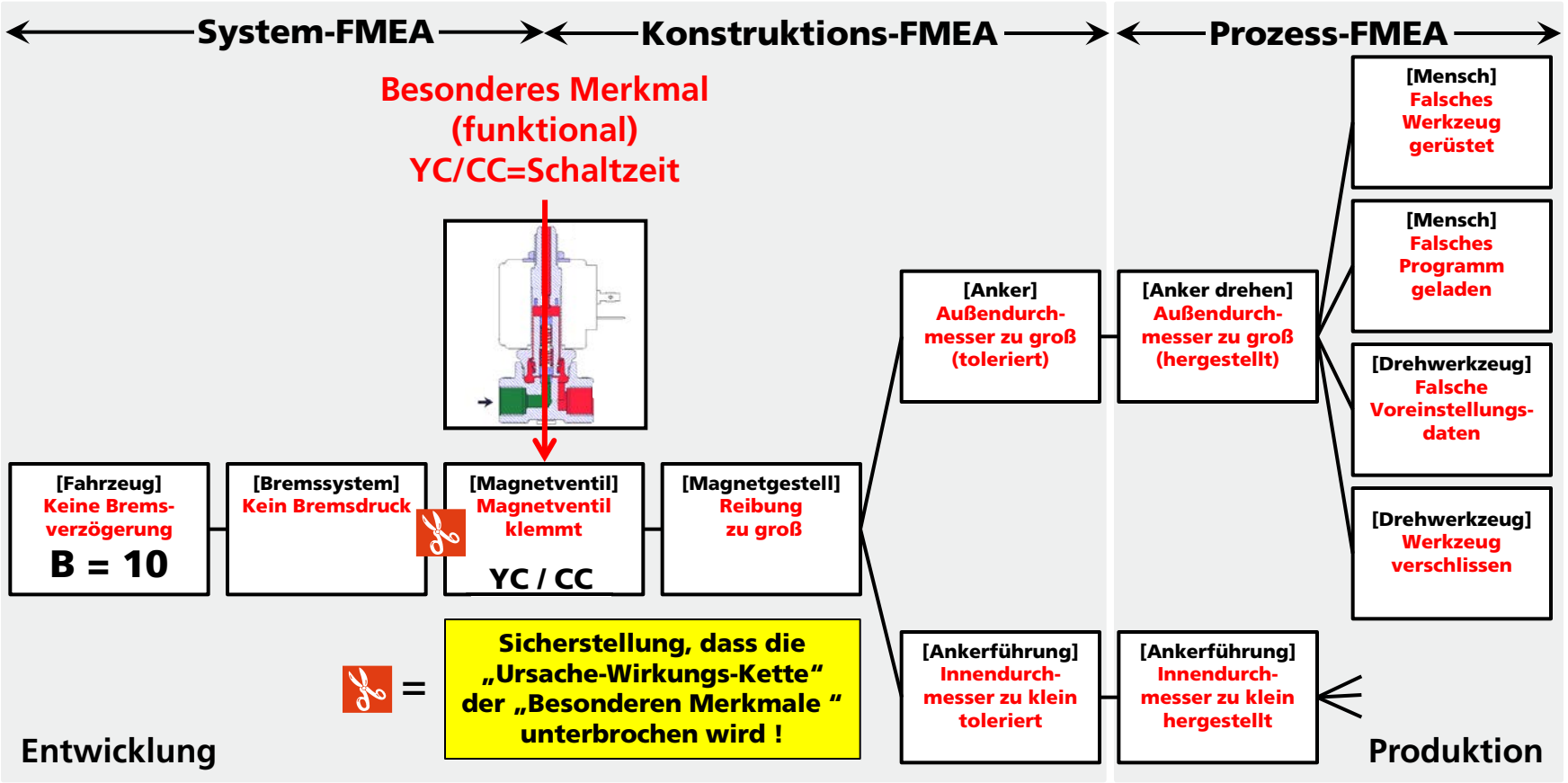
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Durchgängige Risikoanalyse

Koppelung von K-FMEA und P-FMEA (Möglichkeit 3 zur Definition von BM)



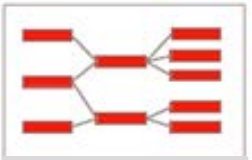


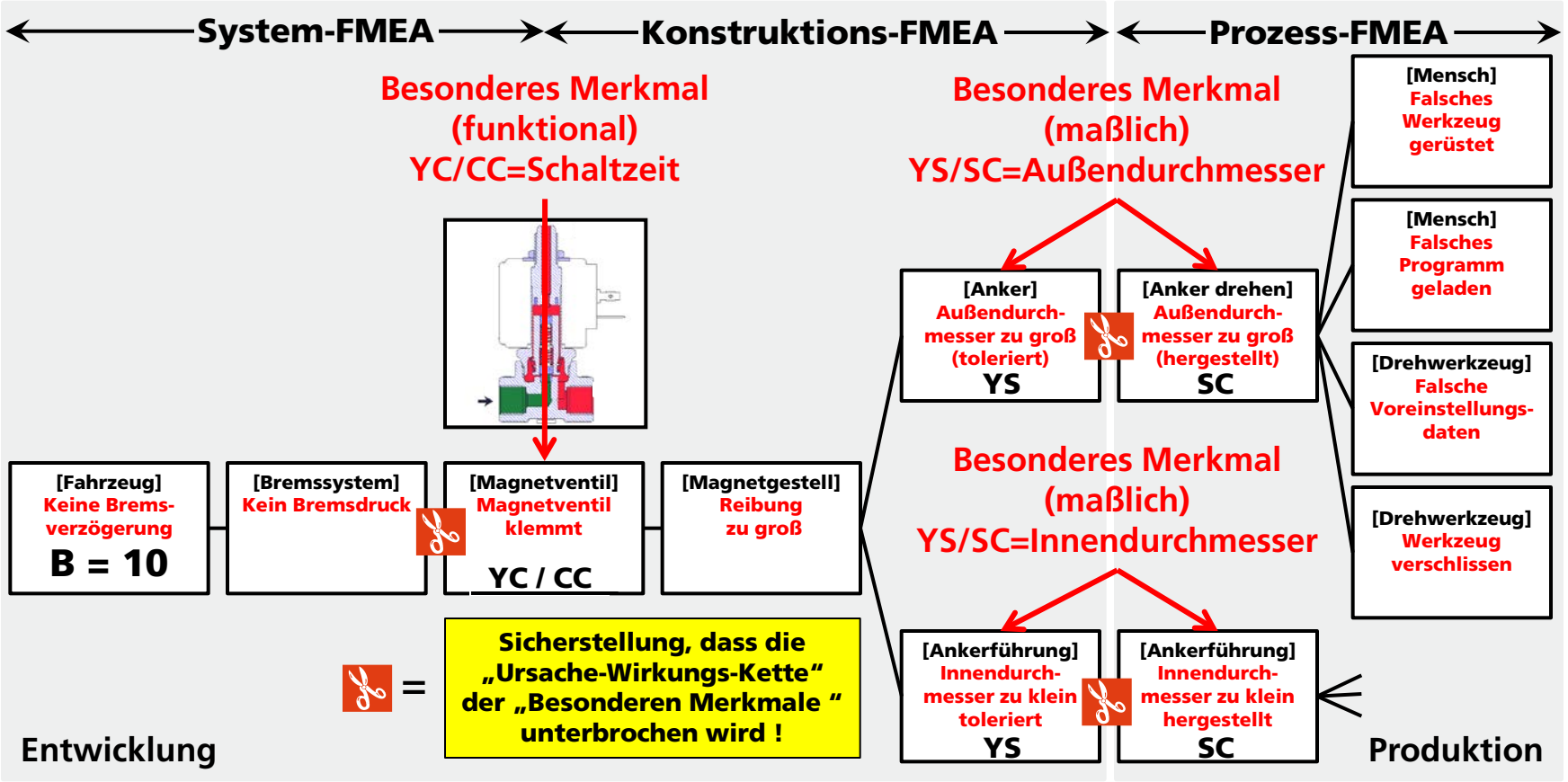
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Durchgängige Risikoanalyse

Koppelung von K-FMEA und P-FMEA (Möglichkeit 4 zur Definition von BM)



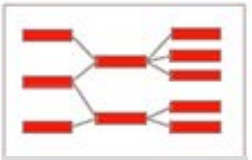


© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Durchgängige Risikoanalyse

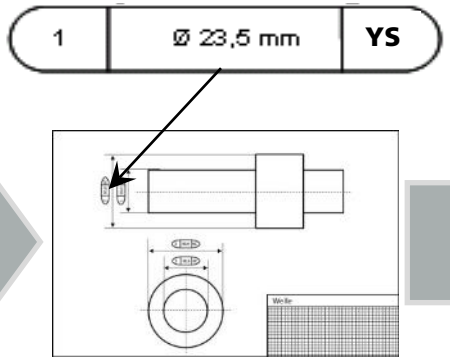
Besondere Merkmale zur Kommunikation des Risikos zwischen Kunden und Lieferanten



Produkt-FMEA

Kunde

Besonderes Merkmal BM
„YS = Außendurchmesser“



Bedeutung B für BM:
YC / CC -> B = 10 .. 9
YS / SC -> B = 8 .. 5

Prozess-FMEA

[Anker drehen]
Außendurch-messer zu groß (hergestellt)
SC

- **[Mensch]** Falsches Werkzeug gerüstet
- **[Mensch]** Falsches Programm geladen
- **[Drehwerkzeug]** Falsche Voreinstellungs-daten
- **[Drehwerkzeug]** Werkzeug verschlissen

Lieferant

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

MODERNER ANSATZ ZUR IDENTIFIKATION VON BM S / YC

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Moderner Ansatz zur Identifikation Besonderer Merkmale

Risikograph zur ASIL-Klassifizierung nach ISO 26262 (Vorschlag für Besondere Merkmale BM S / YC ab ASIL=B)

Exposure E Controllability C

Severity S

		C0	C1	C2	C3
S0	E0 – E4	QM	QM	QM	QM
S1	E0	QM	QM	QM	QM
	E1	QM	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	QM	A
	E4	QM	QM	A	B
S2	E0	QM	QM	QM	QM
	E1	QM	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM	A
	E3	QM	QM	A	B
	E4	QM	A	B	C
S3	E0	QM	QM	QM	QM
	E1	QM	QM	QM	A
	E2	QM	QM	A	B
	E3	QM	A	B	C
	E4	QM	B	C	D

[nach ISO 26262]

Schwere (Severity)

S0: **keine** Verletzungsgefahr
S1: **geringe** und **mäßige** Verletzungen
S2: **ernste** und **möglicherweise tödliche** Verletzungen
S3: **schwere** und **wahrscheinlich tödliche** Verletzungen

Häufigkeit des Ausgesetztseins (Exposure)

E1: **selten:** Situation tritt für die meisten Fahrer seltener als einmal pro Jahr auf
E2: **gelegentlich:** Situation tritt für die meisten Fahrer wenige Male pro Jahr auf
E3: **ziemlich oft:** Situation tritt für Durchschnittsfahrer einmal im Monat oder öfter auf
E4: **oft:** Situation die bei nahezu jeder Fahrt auftritt

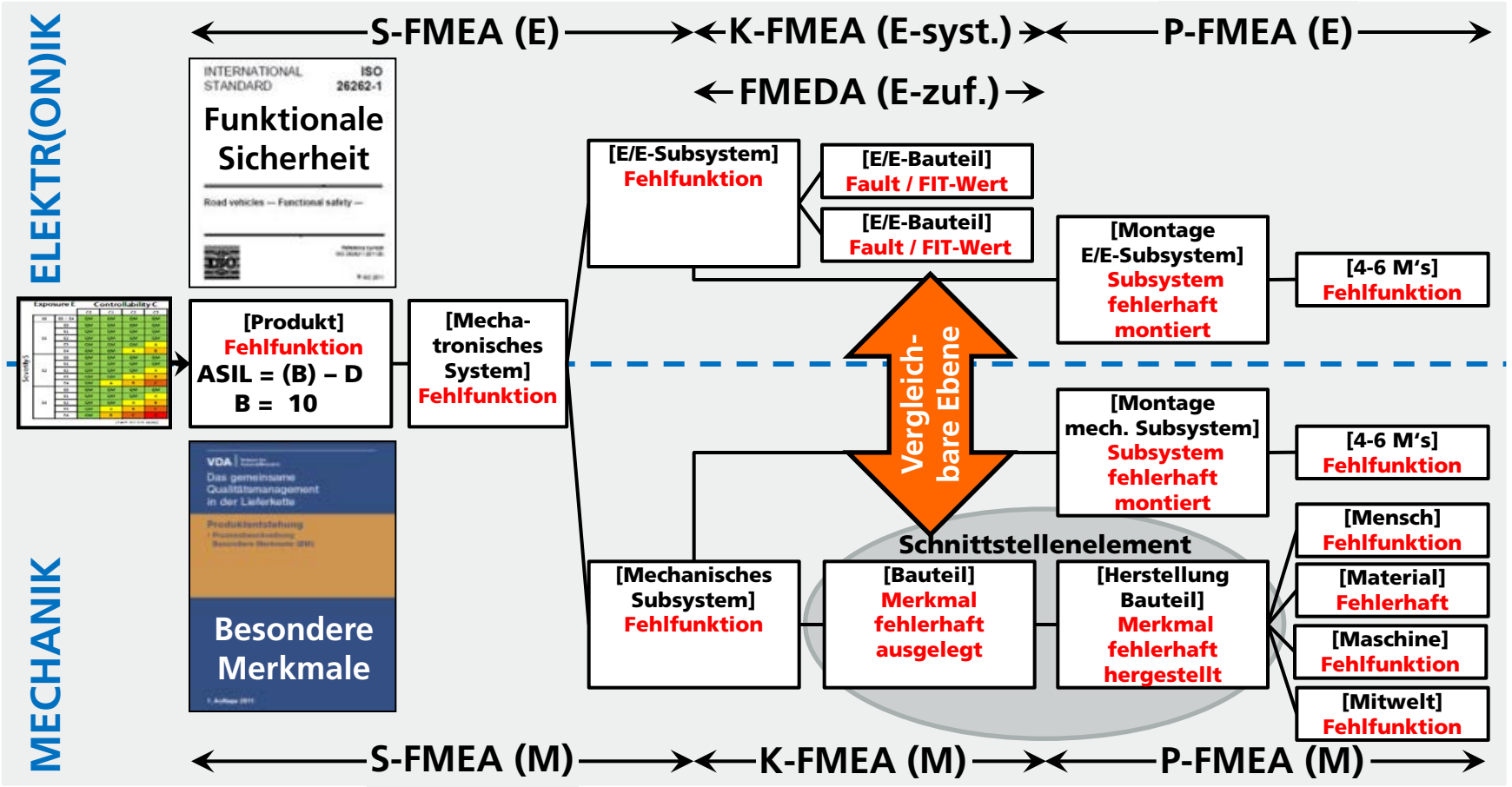
Beherrschbarkeit (Controllability)

C1: **einfach beherrschbar:** mehr als 99% der Fahrer oder der anderen Verkehrsteilnehmer können den Schaden üblicherweise abwenden
C2: **durchschnittlich beherrschbar**: mehr als 90% der Fahrer oder der anderen Verkehrsteilnehmer können den Schaden üblicherweise abwenden
C3: **schwierig oder gar nicht beherrschbar**: weniger als 90% der Fahrer oder der anderen Verkehrsteilnehmer können den Schaden üblicherweise abwenden

© Fraunhofer

Moderner Ansatz zur Identifikation Besonderer Merkmale

Analogie zwischen ISO 26262 und Besonderen Merkmalen sowie Zusammenhang über Risikograph und Fehlernetz



© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

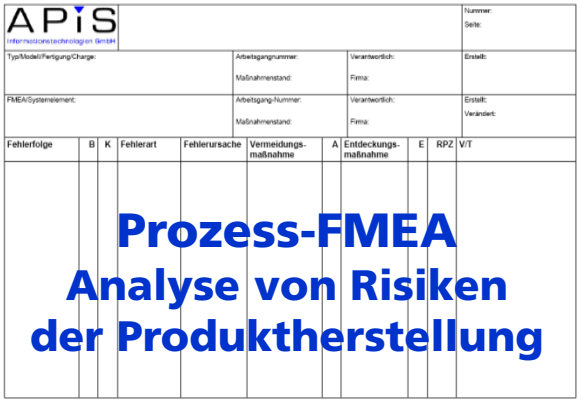
BESONDERE MERKMALE IN DER PRODUKTION

© Fraunhofer

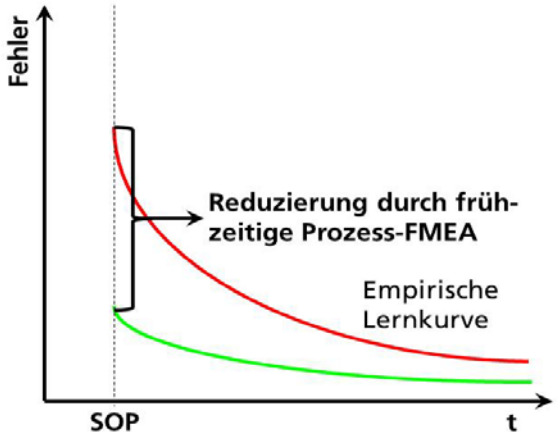
Fraunhofer IPA

Prozess-FMEA und Produktions-Lenkungs-Plan (PLP)

Ableitung des Prozess-Produktions-Lenkungs-Plans (PLP) anhand der Prozess-FMEA



Wissensweitergabe

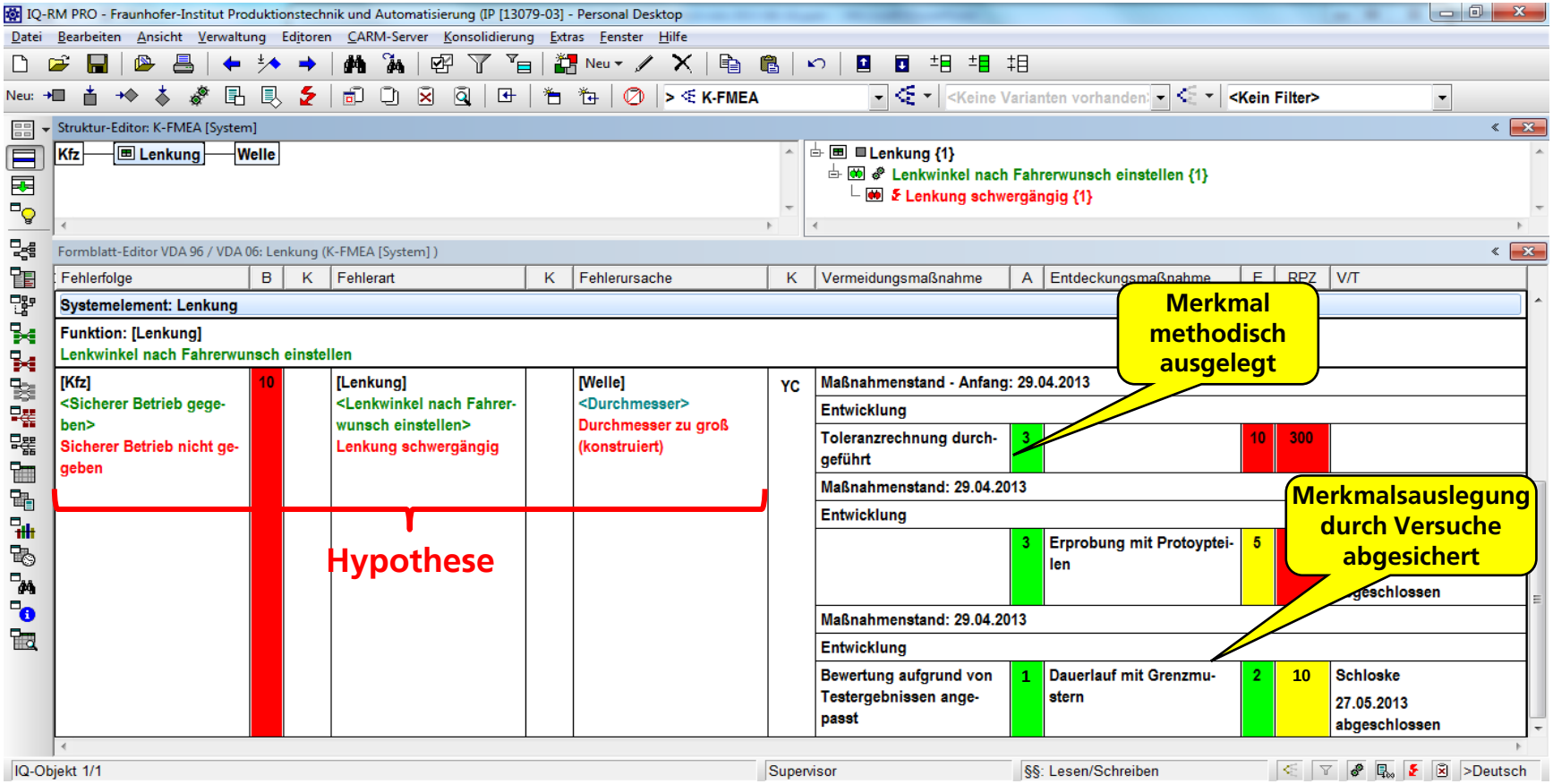


© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Koppelung von Produkt-FMEA und Prozess-FMEA

Darstellung der Besonderen Merkmale in der Produkt-FMEA

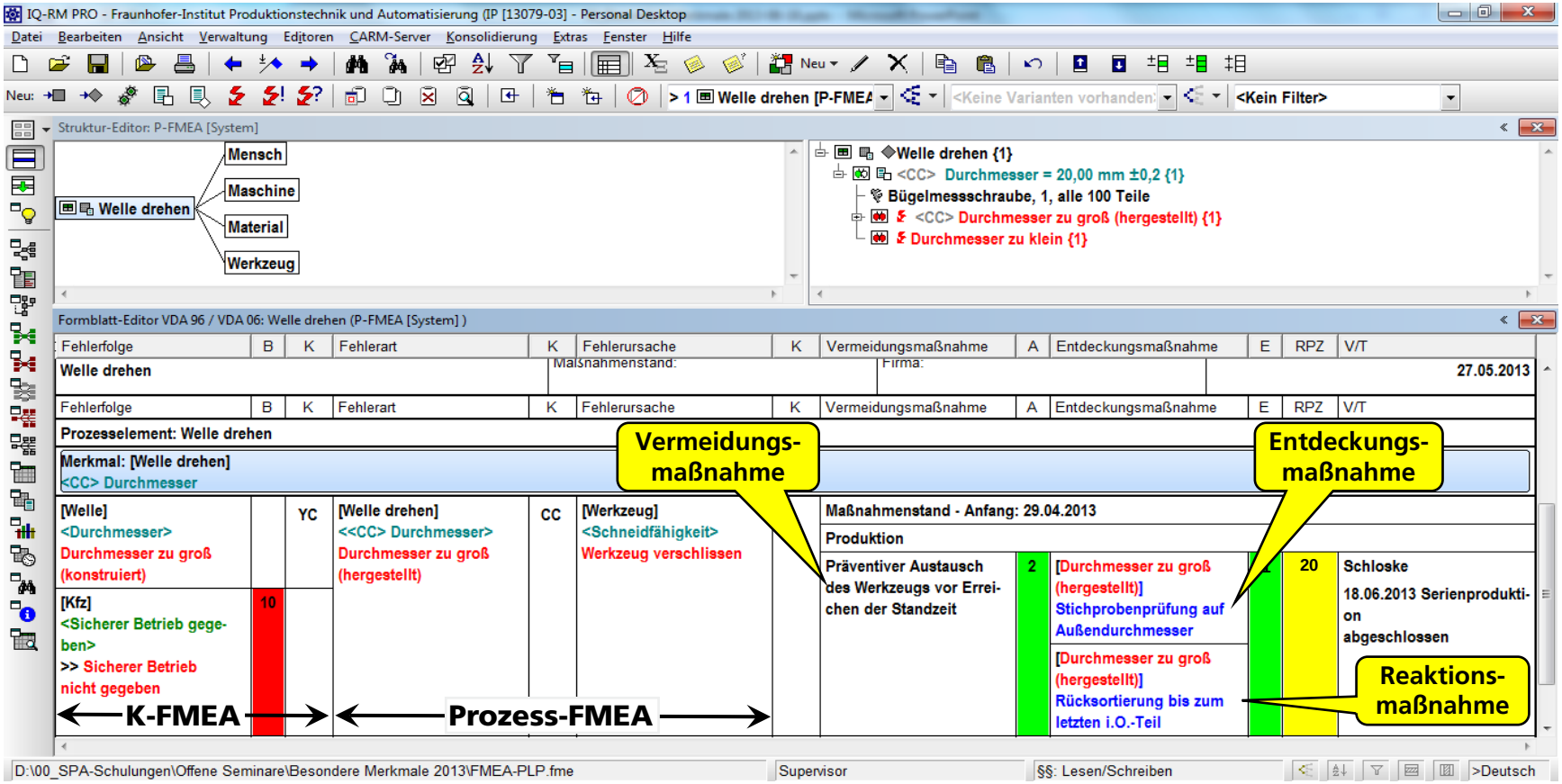


© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Koppelung von Produkt-FMEA und Prozess-FMEA

Darstellung der Besonderen Merkmale in der Prozess-FMEA

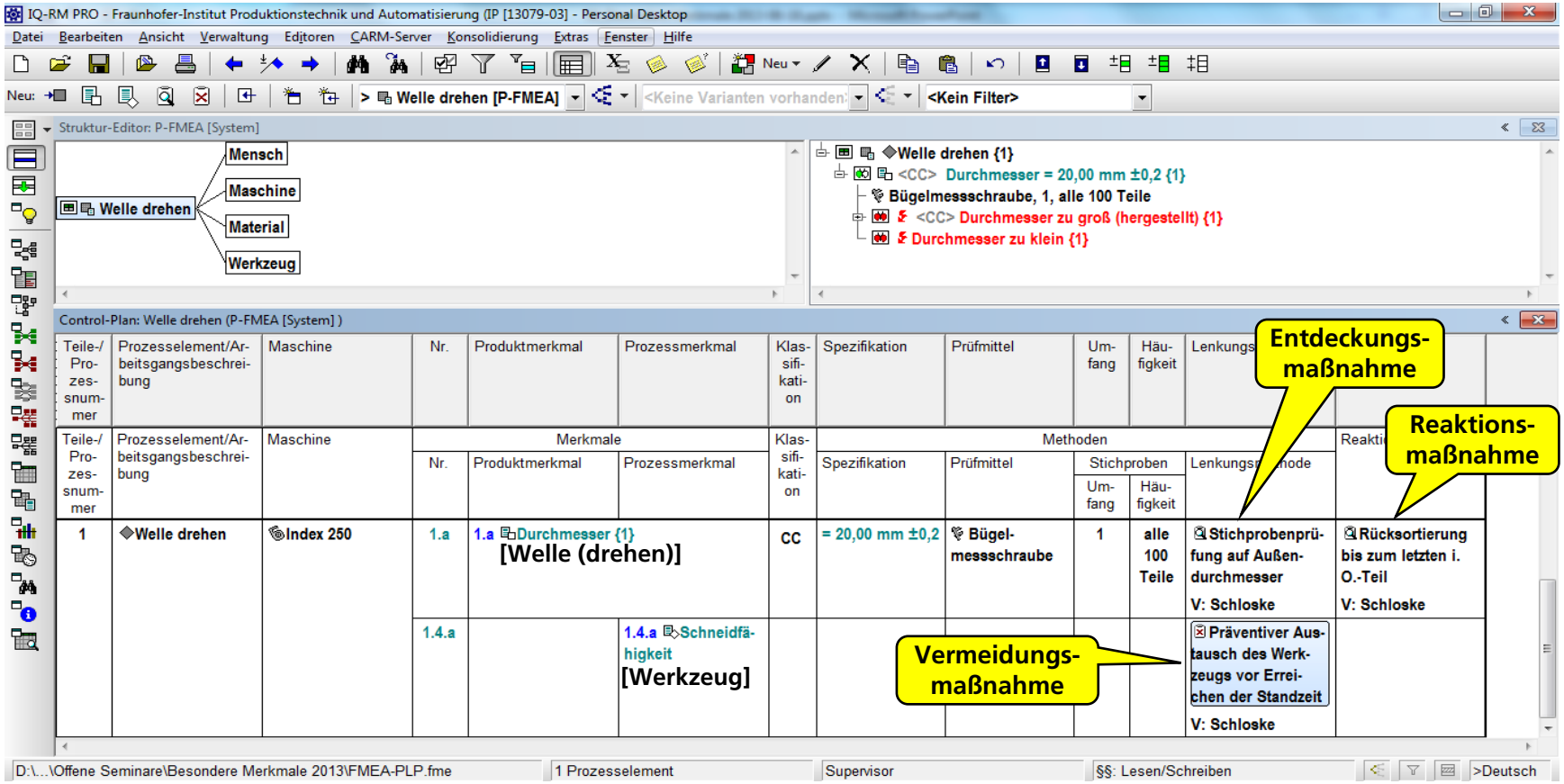


© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Koppelung von Prozess-FMEA und PLP

Durchgängige Betrachtung der Produktmerkmale durch Anschluss der Prozess-FMEA an den PLP



© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

PRÜFSTRATEGIEN IN DER PRODUKTION

© Fraunhofer

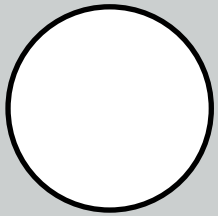
Fraunhofer IPA

Prüfstrategien in der Produktion

Kriterien zur Auswahl der geeigneten Prüfstrategie für (besondere) Merkmale

- Mit welchem Fertigungsverfahren wird das (besondere) Merkmal gefertigt?
- Muss das (besondere) Merkmal auf Toleranzmitte gefertigt werden?
- Welche Faktoren können die Fertigung des (besonderen) Merkmals beeinflussen?
- Handelt es sich bei dem Fertigungsverfahren für das (besondere) Merkmal um einen werkzeuggebundenen Prozess?
- Welche Fehlerarten (systematisch / zufällig) können bei dem Fertigungsverfahren für das (besondere) Merkmal auftreten?

Beispiel
Merkmal Innendurchmesser
Fertigungsverfahren Stanzen



Durchmesser zu groß (CC)
-> Erststückprüfung nach Werkzeugwechsel

Durchmesser zu klein (SC)
-> Stichprobenprüfung alle x Teile

Besondere Merkmale sind eine Aufforderung zum Dialog!

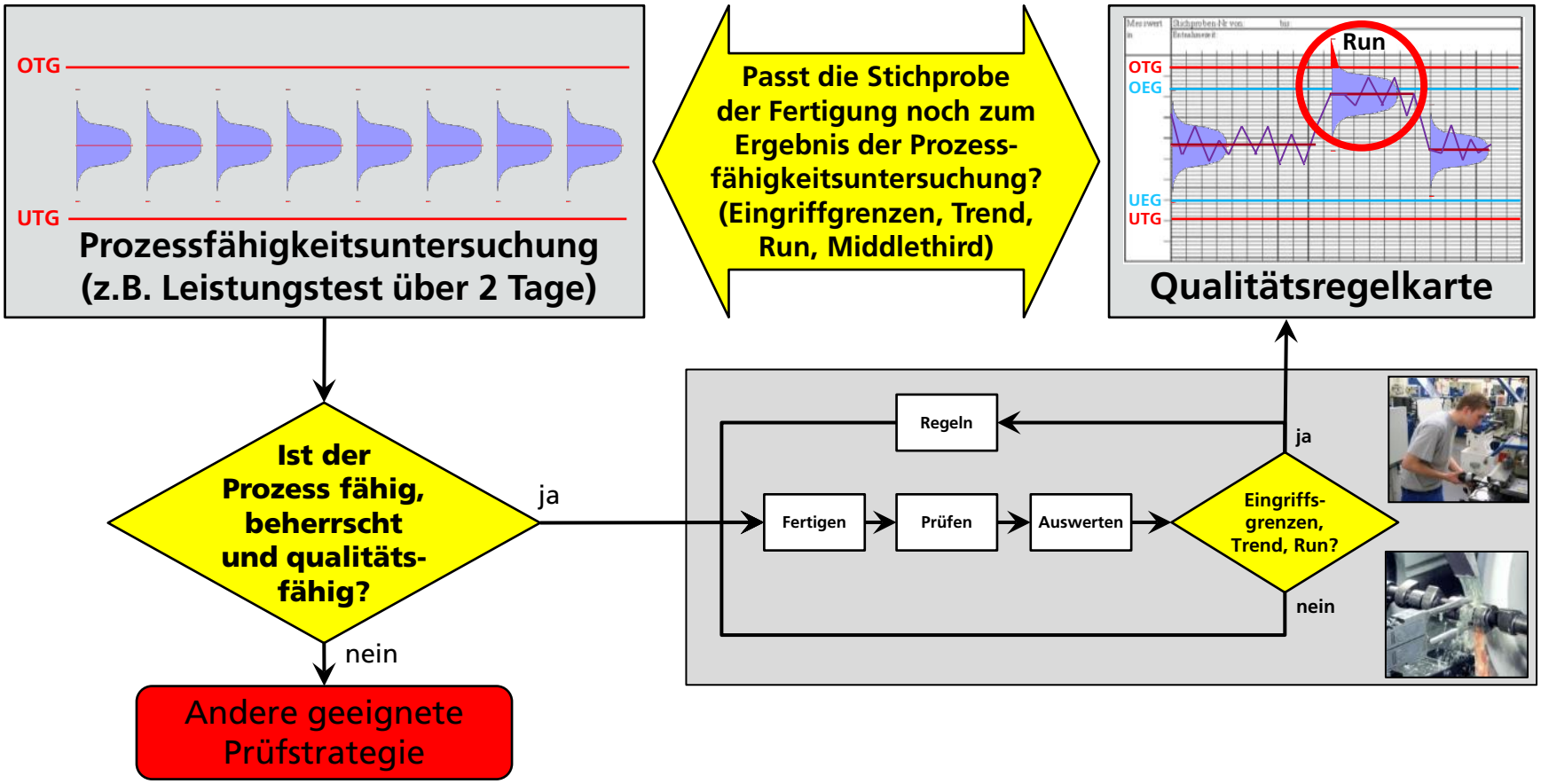
© Fraunhofer

STATISTISCHE PROZESS-REGELUNG (SPC)

© Fraunhofer

Prüfstrategien in der Produktion
Statistische Prozessregelung (SPC)

Strategie für Besondere Merkmale geeignet



© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

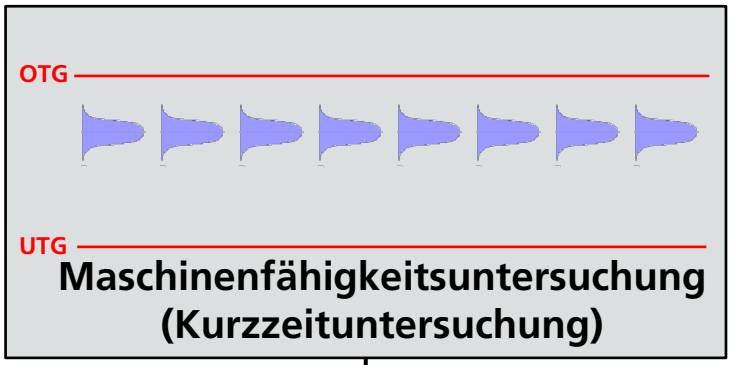
PROZESSÜBERWACHUNG

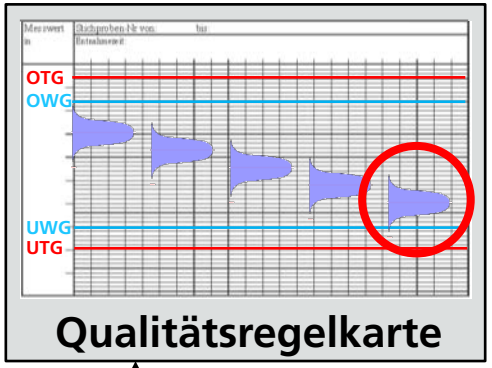
© Fraunhofer

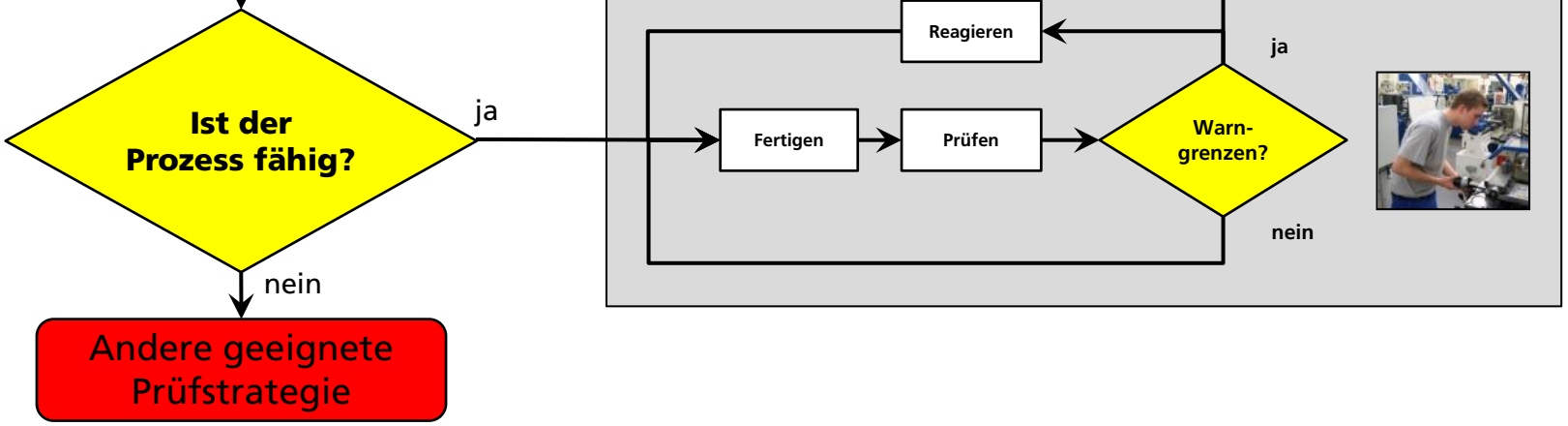
Prüfstrategien in der Produktion

Prozessüberwachung (z.B. werkzeug-gebundene Prozesse)

Strategie für Besondere Merkmale geeignet







© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

FERTIGUNGSBEGLEITENDE PRÜFUNGEN

© Fraunhofer

Prüfstrategien in der Produktion
Klassifikation von Fehlern

- **Systematische Fehler:**
  - Treten an allen Produkten ab einem bestimmten unerwünschten Ereignis gleichermaßen auf
  - Haben meist technische Ursachen (z.B. Bruch, Verschleiß) oder sind durch fehlerhaftes Rüsten (z.B. falsches Werkzeug) bedingt
  - **Beispiel: Fehlende Bohrung aufgrund von Bohrerbruch**

- **Zufällige Fehler:**
  - Treten nur an einigen Produkten ohne Systematik auf
  - Haben meist menschliche Ursachen (Arbeitsgang falsch ausgeführt)
  - Treten meist bei manuellen Arbeitsgängen auf
  - **Beispiel: O-Ring nicht gefügt**

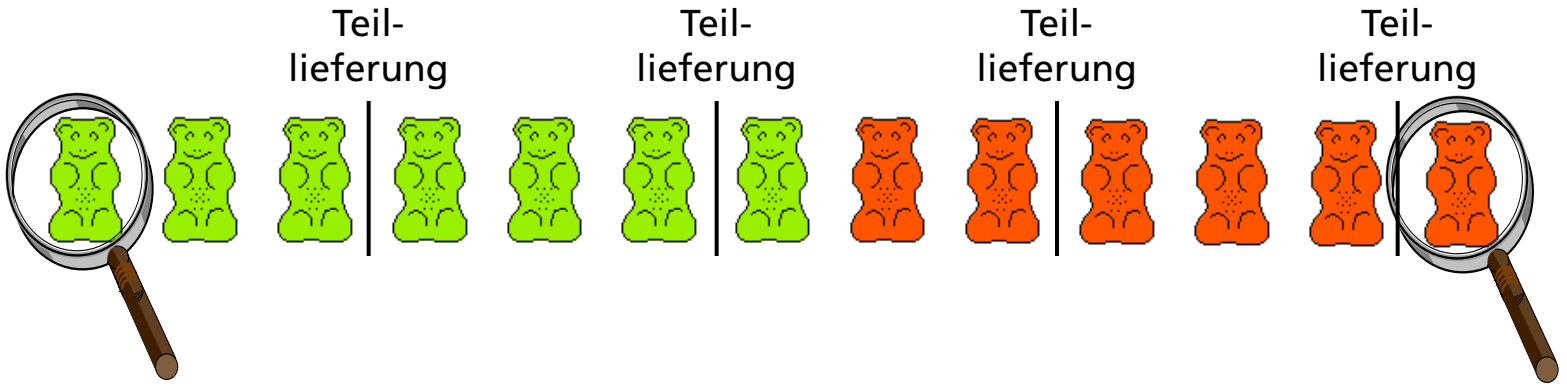
© Fraunhofer

Beispiele

Systematischer Fehler (z.B. fehlende Bohrung aufgrund von Bohrerbruch)

Strategie nicht für Besondere Merkmale geeignet

- Prüfart:
  - Erst- und Letztstückprüfung
  - Keine Rücksortierung
  - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Keine Entdeckung (E=10)



Bildquelle (Gummibär): http://www.hausmaus.de/gummibaer.html

© Fraunhofer

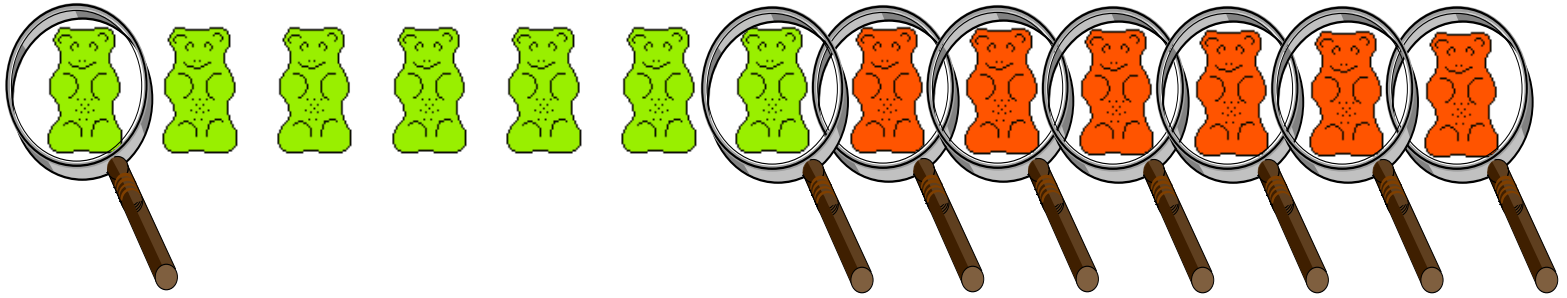
Fraunhofer IPA

Beispiele

Systematischer Fehler (z.B. fehlende Bohrung aufgrund von Bohrerbruch)

Strategie für Besondere Merkmale geeignet

- Prüfart:
  - Erst- und Letztstückprüfung
  - Rücksortierung und Aussonderung bis zum letzten Gutteil
  - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Sehr gute Entdeckung (E=1 – bei sicherer Rücksortierung)



Bildquelle (Gummibär): http://www.hausmaus.de/gummibaer.html

© Fraunhofer

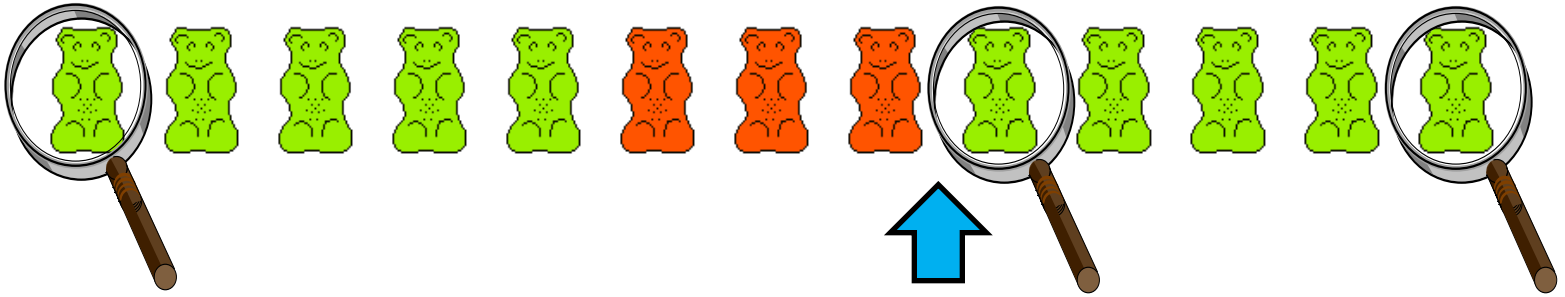
Fraunhofer IPA

Beispiele

Systematischer Fehler (z.B. Durchmesser aufgrund von Werkzeugverschleiß)

Strategie nicht für Besondere Merkmale geeignet

- Prüfart:
  - Erst- und Letztstückprüfung
  - Erststückprüfung nach Elektrodenwechsel
  - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Keine Entdeckung (E = 10)



Bildquelle (Gummibär): http://www.hausmaus.de/gummibaer.html

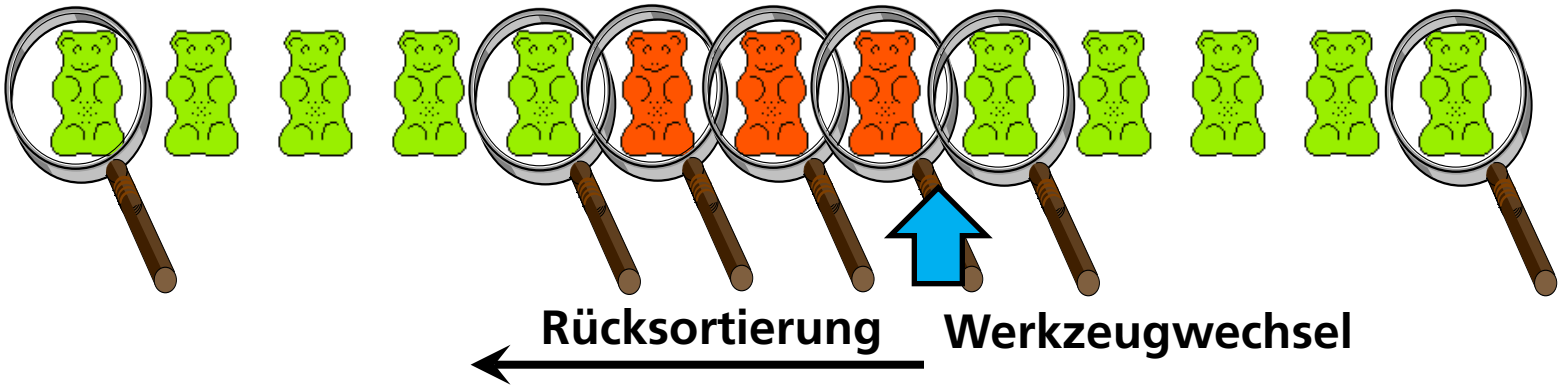
© Fraunhofer

Beispiele

Systematischer Fehler (z.B. Durchmesser aufgrund von Werkzeugverschleiß)

Strategie für Besondere Merkmale geeignet

- Prüfart:
  - Erst- und Letztstückprüfung
  - Letztstückprüfung vor Werkzeugwechsel mit Rücksortierung
  - Erststückprüfung nach Werkzeugwechsel
  - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Sehr gute Entdeckung (E = 1)



Bildquelle (Gummibär): http://www.hausmaus.de/gummibaer.html

© Fraunhofer

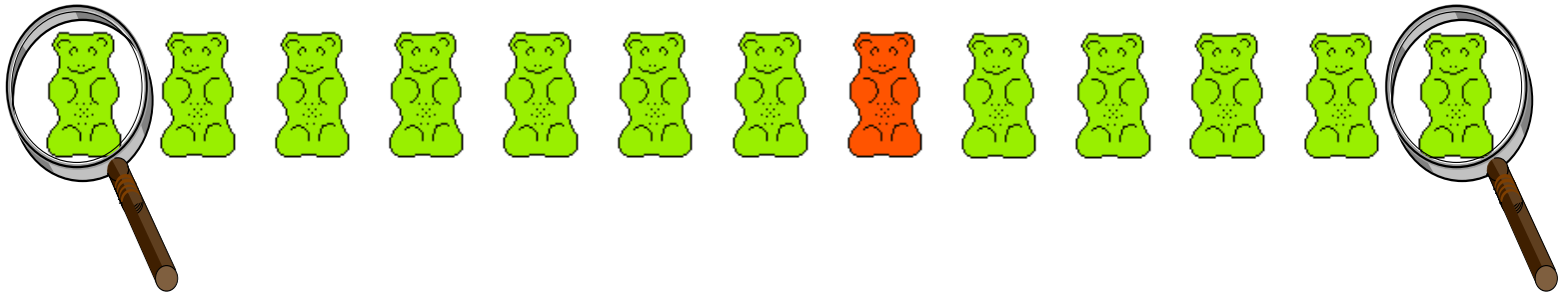
Fraunhofer IPA

Beispiele

Zufälliger Fehler (z.B. manueller Arbeitsgang nicht ausgeführt - O-Ring nicht gefügt)

Strategie nicht für Besondere Merkmale geeignet

- Prüfart:
  - Erst- und Letztstückprüfung
  - Keine Rücksortierung
  - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Keine Entdeckung (E = 10)



Bildquelle (Gummibär): http://www.hausmaus.de/gummibaer.html

© Fraunhofer

Beispiele

Zufälliger Fehler (z.B. manueller Arbeitsgang nicht ausgeführt - O-Ring nicht gefügt)

Strategie nicht für Besondere Merkmale geeignet

- Prüfart:
  - Stichprobenprüfung
  - Keine Rücksortierung
  - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Sehr schlechte Entdeckung (E = 8 .. 10 - abhängig von Prüfintervall)

Bildquelle (Gummibär): http://www.hausmaus.de/gummibaer.html

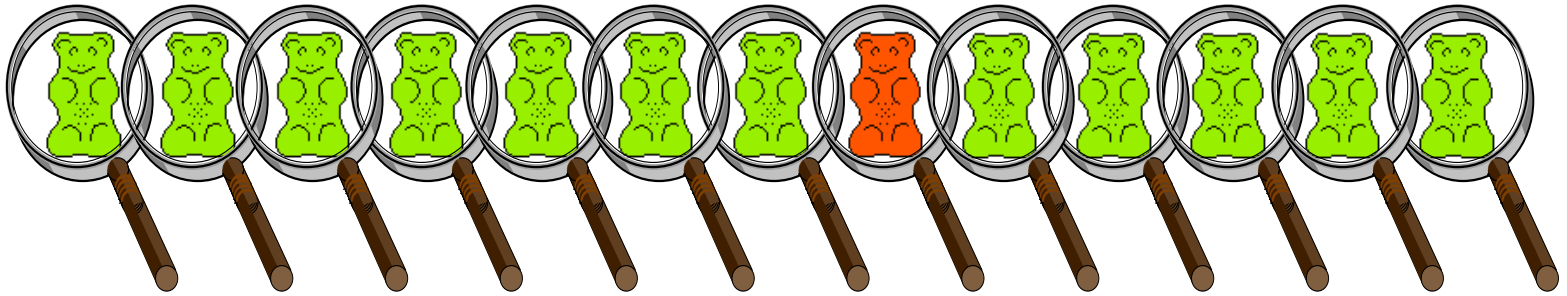
© Fraunhofer

Beispiele

Zufälliger Fehler (z.B. manueller Arbeitsgang nicht ausgeführt - O-Ring nicht gefügt)

Strategie für Besondere Merkmale geeignet

- Prüfart:
  - 100%-Prüfung
  - Aussonderung
  - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Sehr gute Entdeckung (E = 1)



Bildquelle (Gummibär): http://www.hausmaus.de/gummibaer.html

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

DENKMODELL

© Fraunhofer

Denkmodell

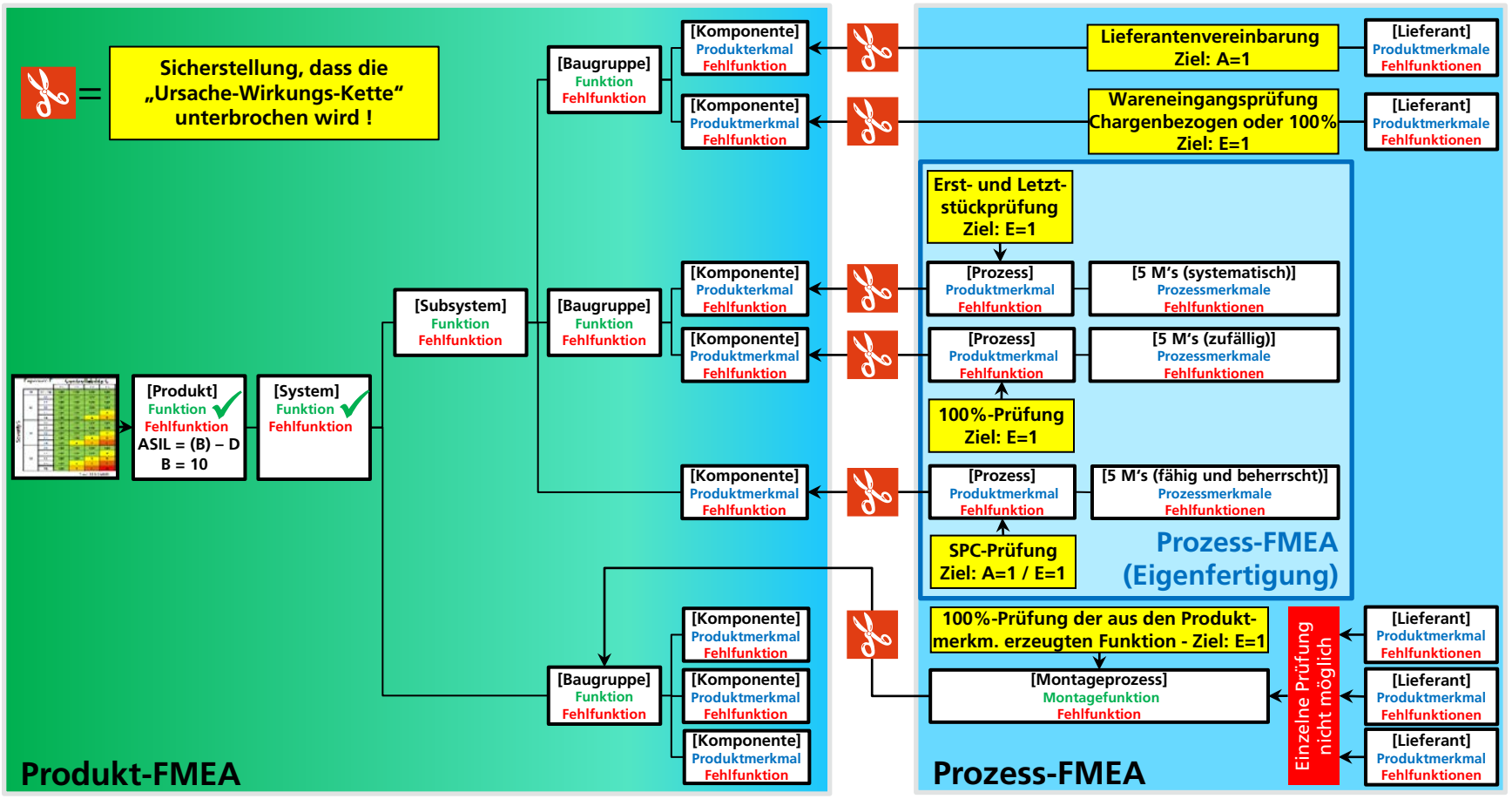
Besondere Merkmale unter der Zielsetzung „Null-Fehler-Produktion“ und wirtschaftlicher Gesichtspunkte

- Verbindung der Produkt-FMEA und Prozess-FMEA über die (Besonderen) Produktmerkmale zur Sicherstellung einer durchgängigen Analyse
- Definition Besonderer Merkmale anhand der Bedeutung (B = 10 oder ASIL B - D nach ISO 26262 -> BM S, B = 9 -> BM Z, B = 5 .. 8 -> BM F)
- Definition von Prüfstrategien in Abhängigkeit von
  - der Prozessfähigkeit (fähiger und beherrschter Prozess) oder
  - dem Fehlerbild (zufälliger oder systematischer Fehler) oder
  - der Kunden-Lieferanten-Beziehung
- Durchtrennung ( ) der Ursachen-Wirkungskette mittels effektiver Prüfmaßnahmen (Prüfkosten versus Ausschuss-/Nacharbeitskosten)
- Dokumentation der Lenkungsmethoden (Vermeidung und Entdeckung) und Reaktionsmethoden im Prozess-Lenkungs-Plan (PLP)

© Fraunhofer

Denkmodell

Definition von Entdeckungsmaßnahmen zur Null-Fehler-Produktion unter Berücksichtigung des Fehlergeschehens



© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

No risk – no fun

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA