
TOOLBOX IM ÜBERBLICK

THEORIE UND PRAXIS

10. Management Circle Jahrestagung, Qualität 2015, 10.-11. März 2015
Neue Impulse für ein zukunftsfähiges Qualitätsmanagement, Düsseldorf



Dr.-Ing. Alexander Schloske

Senior Expert Quality Management

Functional Safety Engineer 26262 und IEC 61508 (TÜV-Rheinland)

Leiter Stuttgarter Produktionsakademie

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Telefon: +49 (0)711 / 970-1890

Fax: +49 (0)711 / 970-1854

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

Internet: www.ipa.fraunhofer.de

www.stuttgarter-produktionsakademie.de

Vorstellung

Die Fraunhofer-Gesellschaft



Fraunhofer IPA (2013):

- **Betriebshaushalt 58,4 Mio. €**
- **435 Mitarbeiter**
- **330 Studentische Hilfskräfte**



**67 Institute an
rund 40 Standorten**



23.000 Mitarbeiter

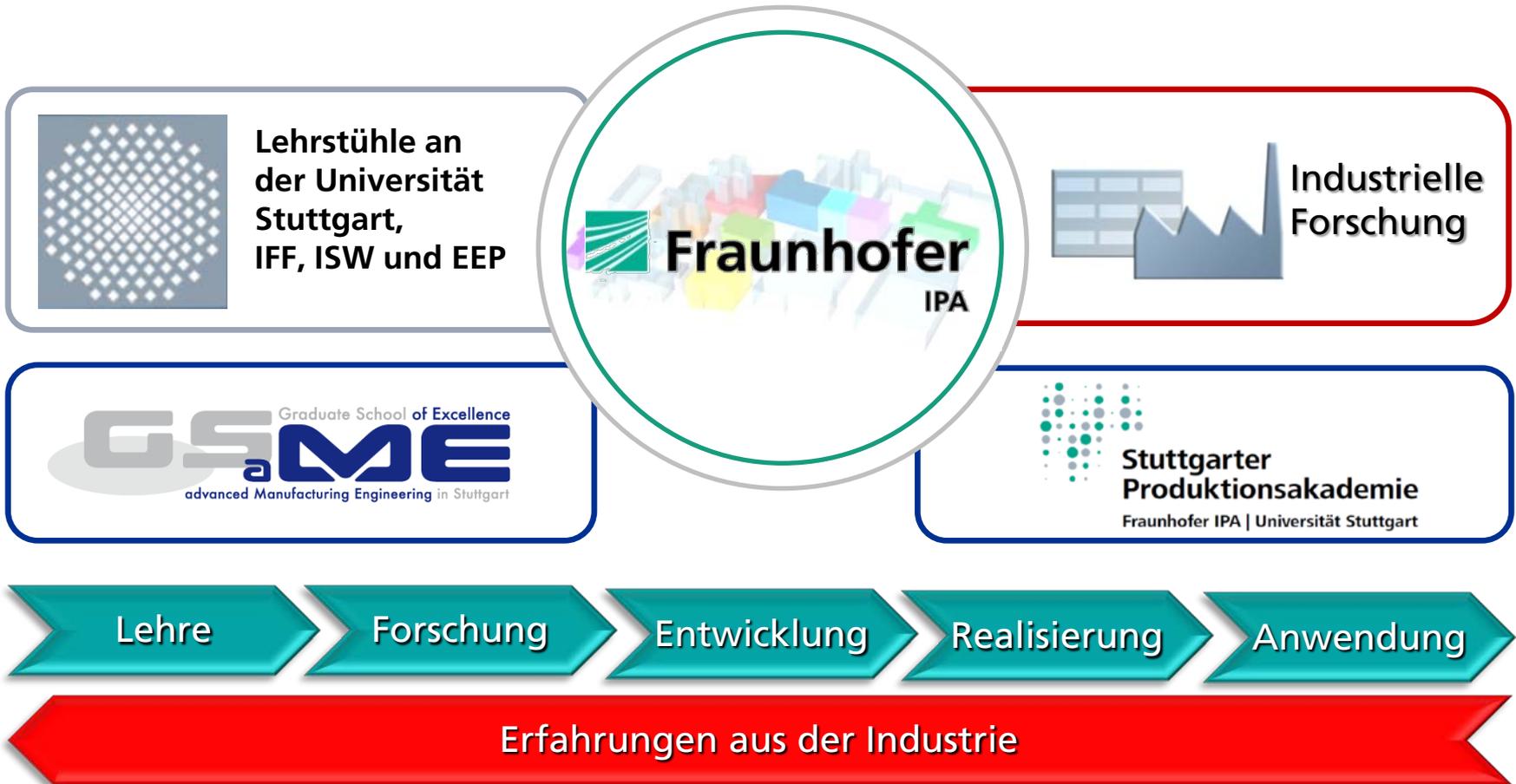


2,0 Mrd. € Budget



Vernetzung von Wissenschaft und Praxis

Fraunhofer IPA als Basis für den Wissenstransfer



10. Management Circle Jahrestagung, Qualität 2015, 10.-11. März 2015 Neue Impulse für ein zukunftsfähiges Qualitätsmanagement, Düsseldorf



Dipl.-Ing. Frank Scheihing

Leiter Qualitätsmanagement, Forschung & Entwicklung und
Projektmanagement der Kienle + Spiess Gruppe

Kienle + Spiess GmbH, Sachsenheim

Telefon: +49 7147 29-1270
Fax: +49 7147 29-1428
E-Mail: frank.scheihing@kienle-spiess.com
Internet: www.kienle-spiess.com

Kienle + Spiess Gruppe in Zahlen

- ▶ Firmengründung im Jahr 1935
- ▶ Gesamte Produktionsfläche 45.000 qm
- ▶ Produktionsstandorte 4

Sachsenheim

Vaihingen/Enz

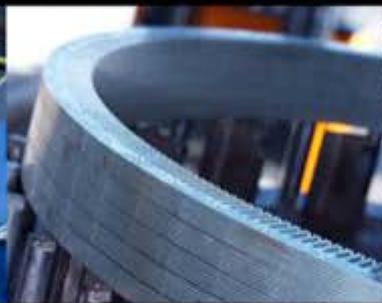
Tokod (Ungarn)

Bilston (Großbritannien)



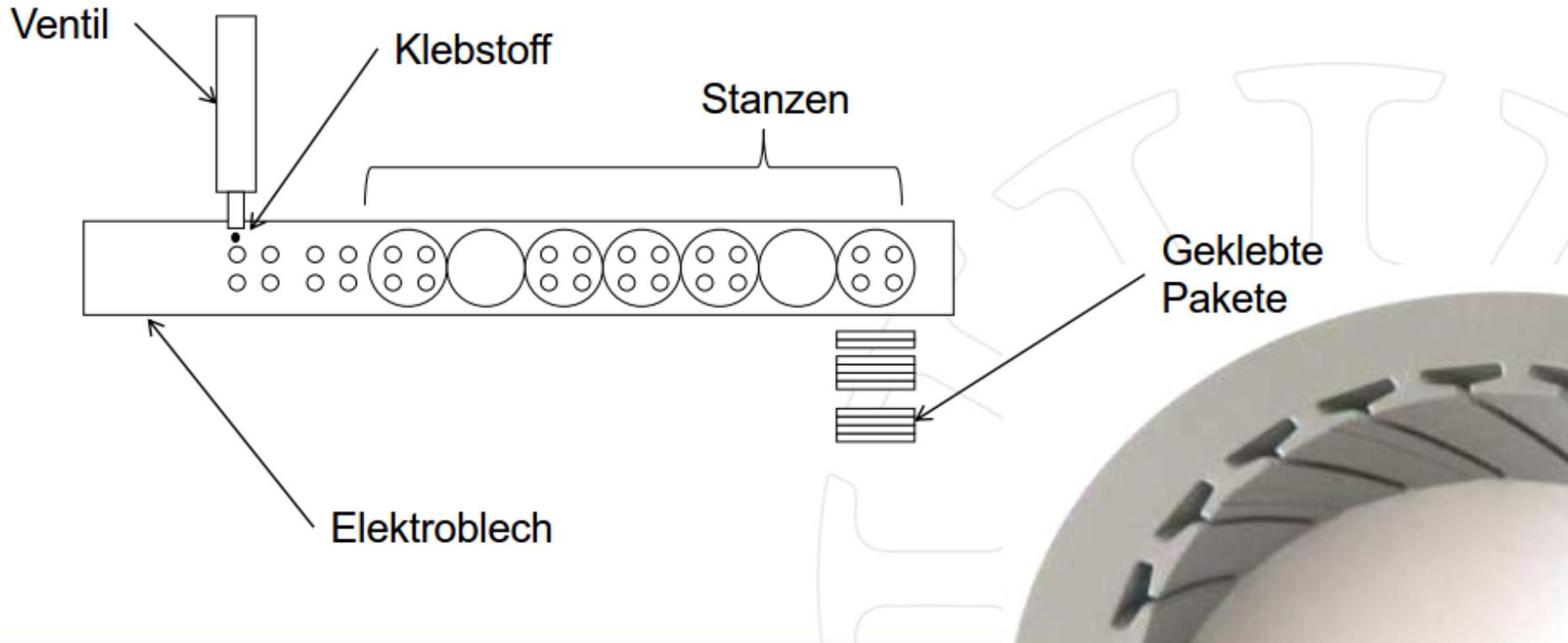
	2009	2010	2011	2012	2013
Umsatz	143 Mio. EUR	182 Mio. EUR	231 Mio. EUR	199 Mio. EUR	198 Mio. EUR
Mitarbeiter	1.150	1.200	1.270	1.122	1.141
Stahlverbrauch	100'000 t	130'000 t	137'000 t	119'000 t	101'000 t

FERTIGUNGSSCHWERPUNKTE VON KIENLE + SPIESS



»BLECHPAKETE«

- ▶ glulock® ist
 - Paketierung mit Hilfe von Kleber
 - direkt im Stanzprozess integriert



Toolbox im Überblick – Theorie und Praxis

Agenda

- Die wichtigsten Methoden entlang des Produktlebenszyklus
 - Erfahrungen, Effektivität und Effizienz
 - Theorie, Tipps und Trends
- CAQ-Systeme zur Unterstützung des Produktlebenszyklus
 - Medienbrüche vermeiden – Methodenintegration im CAQ-System
 - Maßnahmenverfolgung und Eskalation über alle Methoden
 - Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein?
- Neue Methoden und Trends – von dimensionslosen Kennzahlen zum wertschöpfungsorientierten Qualitätsmanagement

Toolbox im Überblick – Theorie und Praxis

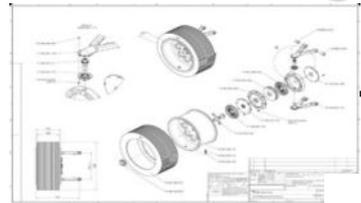
Zusammenhang zwischen den Methoden und Systemen

■ Sorgfaltspflicht im Entwicklungsprozess

- Auslegung, Berechnung und Erprobung
- Verifizierung und Validierung
- Umgang mit Fehlern im Betrieb

K-FMEA

Entwicklung



■ Sorgfaltspflicht im Produktionsprozess

- Produktionsplanung und Herstellung
- Effektive Prüfplanung und Prüfung
- Umgang mit Fehlern in der Produktion

**P-FMEA
PPL / CP**

Produktion

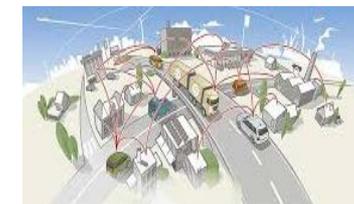


■ Sorgfaltspflicht im Produktbeobachtungsprozess

- Produktbeobachtung, Reklamationsbearbeitung, Traceability
- Umgang mit Fehlern im Feld

8D

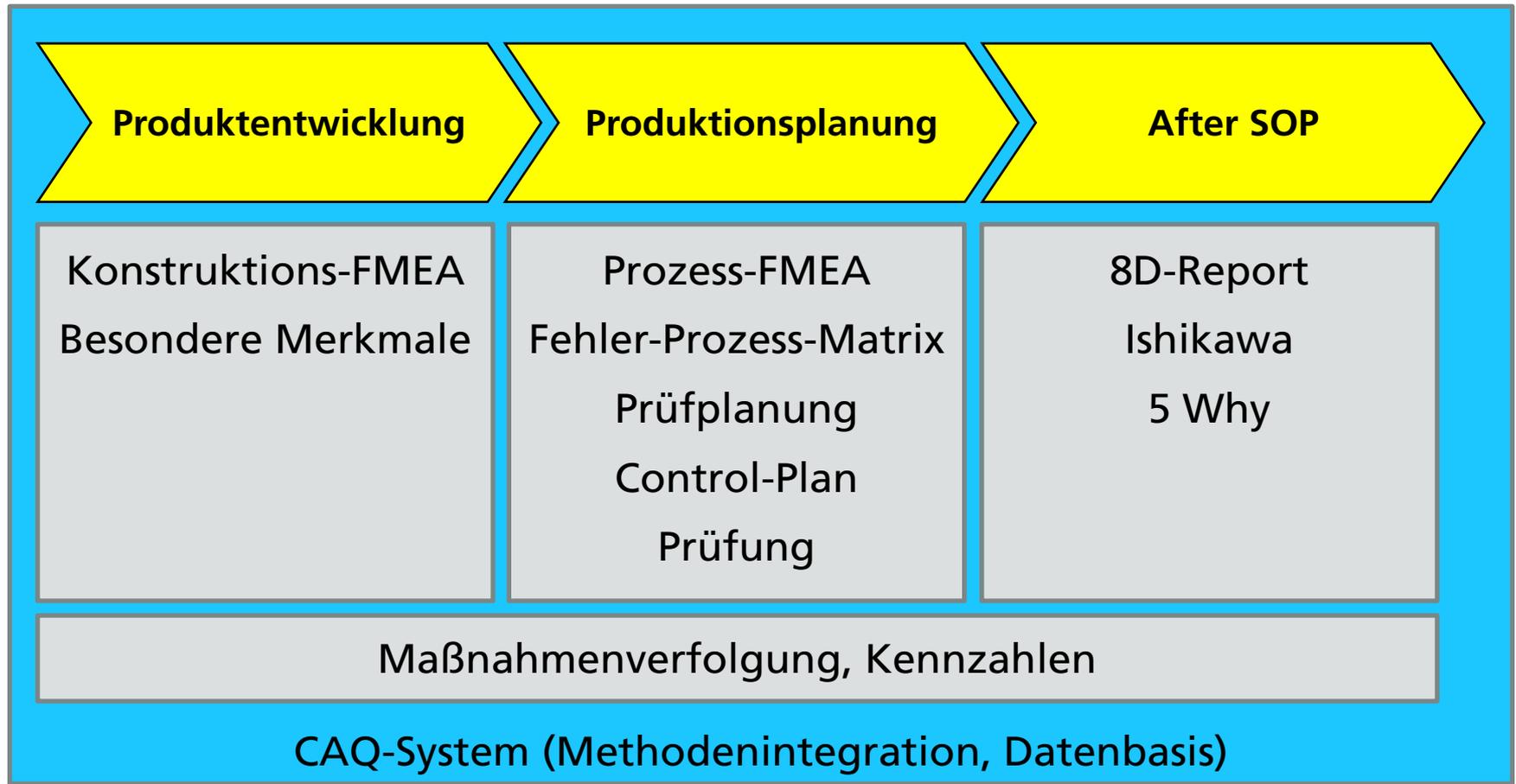
Nutzung



CAQ

Toolbox im Überblick – Theorie und Praxis

Wichtige Methoden über den Produktlebenszyklus (vereinfacht)



BESONDERE MERKMALE

Besondere Merkmale

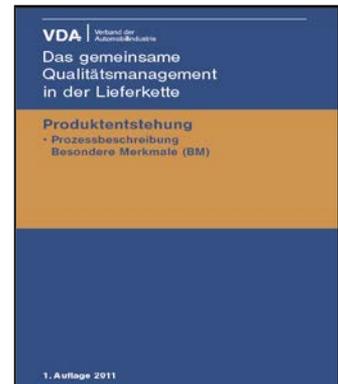
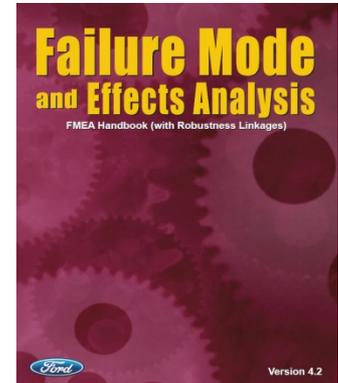
Unterschiedliche Bezeichnungen

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

Besondere Merkmale

Bezeichnung nach VDA und juristische Relevanz

Besondere Merkmale

- **BM S = Sicherheitsrelevanz:**
Produktsicherheit oder sicherheitsrelevante Folgen
(Bedeutung B = 10 in der FMEA)
- **BM Z = Zertifizierungsrelevanz:**
Gesetzliche Vorgaben zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens
(Bedeutung B = 9 in der FMEA)
- **BM F = Funktionsrelevanz:**
Funktionen und Forderungen
(Bedeutung B = 5 .. 8 in der FMEA)

Juristische Relevanz

- **Strafrecht:** Strafrechtliche Verantwortung von Mitarbeitern bei Verschulden
- **Öffentliches Recht:** Befugnisse von Überwachungsbehörden
(Auflagen, Vermarktungsstopp, Warnung, Produktrückruf)
- **Zivilrecht:** Gewährleistung
(Nachbesserung, Rücktritt, Minderung, Schadensersatz)

Anwendung der Risikofilter

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)

Nur, falls Fehlervermeidungsstrategien als nicht ausreichend angesehen werden:

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



Quelle www.blog.directline.de

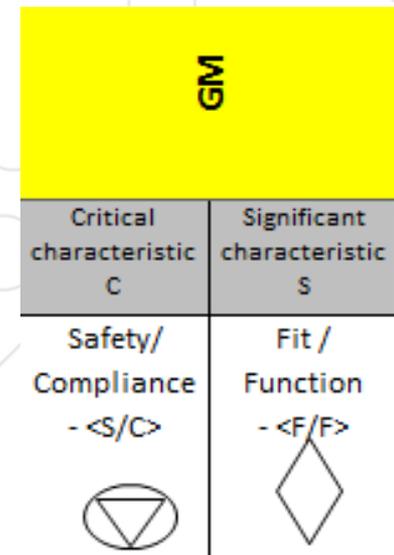


Quelle www.unibw.de

Besondere Merkmale

Verfahrensanweisung (Beispiel)

- ▶ **Mitgeltende Forderungen**
- ▶ **Beschreibung**
 - C-Merkmal: Kritisches Merkmal, Leib und Leben, gesetzliche Vorgaben
 - S-Merkmal: Funktion, Einbau
- ▶ **Kennzeichnung**
 - FMEA, Control Plan, Prüfplan, Arbeitsanweisung, Wartungsplan,...
- ▶ **Übersetzungstabelle (Kunde -> Lieferant)**
- ▶ **Bedeutung in der FMEA**
 - C-Merkmal: Bedeutung 9 oder 10
 - S-Merkmal: Bedeutung 7 oder 8
- ▶ **Prozessfähigkeit**
 - C-Merkmal: $Cpk > 1,67$
 - S-Merkmal: $Cpk > 1,33$
- ▶ **Prüfmittelfähigkeit**
- ▶ **Eskalationsszenarien**



The table is a 2x2 matrix with a yellow header cell containing 'GM'. The columns are labeled 'Critical characteristic C' and 'Significant characteristic S'. The rows are labeled 'Safety/ Compliance - <S/C>' and 'Fit / Function - <F/F>'. The bottom row contains two symbols: a circle with an inverted triangle and a diamond.

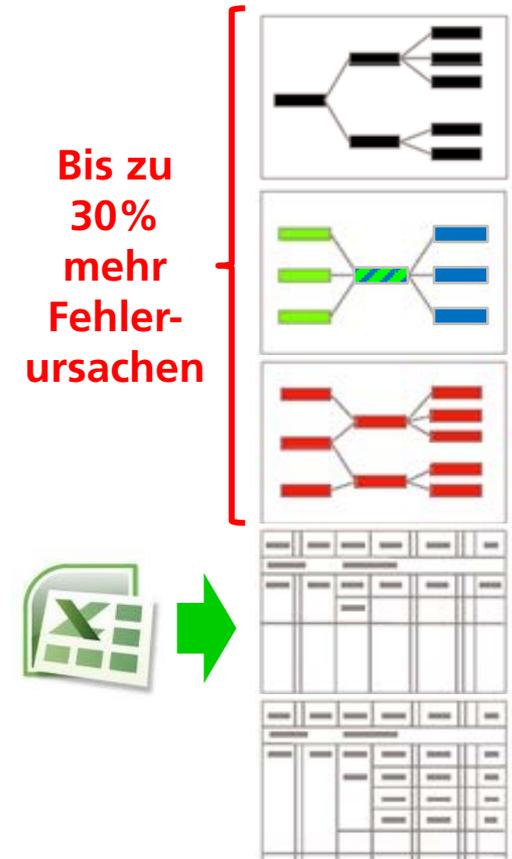
GM	
Critical characteristic C	Significant characteristic S
Safety/ Compliance - <S/C>	Fit / Function - <F/F>
	

KONSTRUKTIONS-FMEA

Vorgehensweise zur Analyse

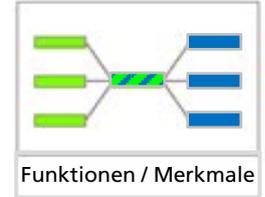
Schritte zur FMEA-Erstellung (in Anlehnung an VDA)

- 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



Die Konstruktions-FMEA in der Praxis

Trennung zwischen Funktionen und Merkmalen



Funktion Stift: Festsitz der Kappe auf dem Grundkörper sicherstellen



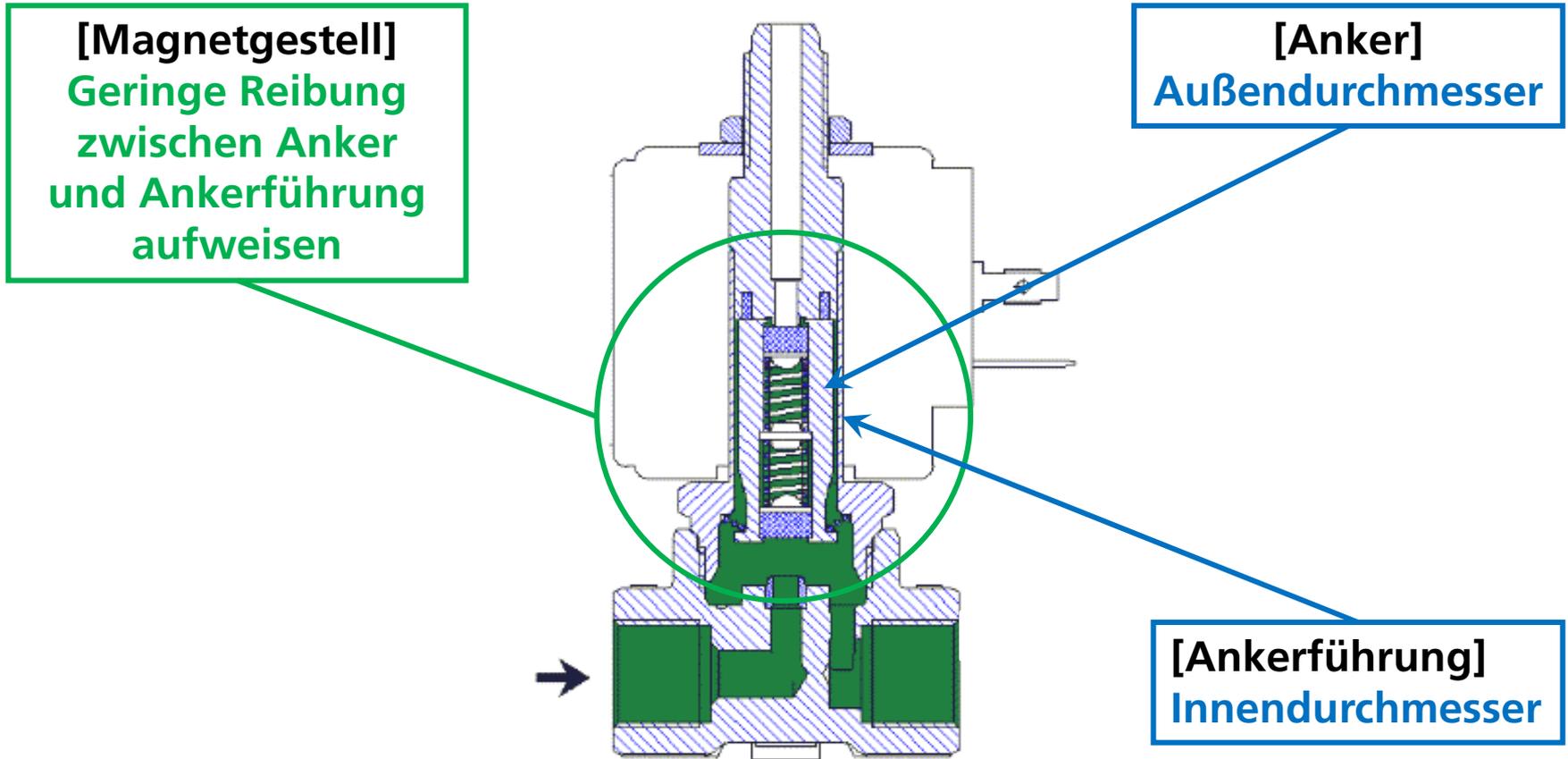
Merkmal Kappe:
Innendurchmesser

Merkmal Grundkörper:
Außendurchmesser

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

Beispielsystem Magnetventil

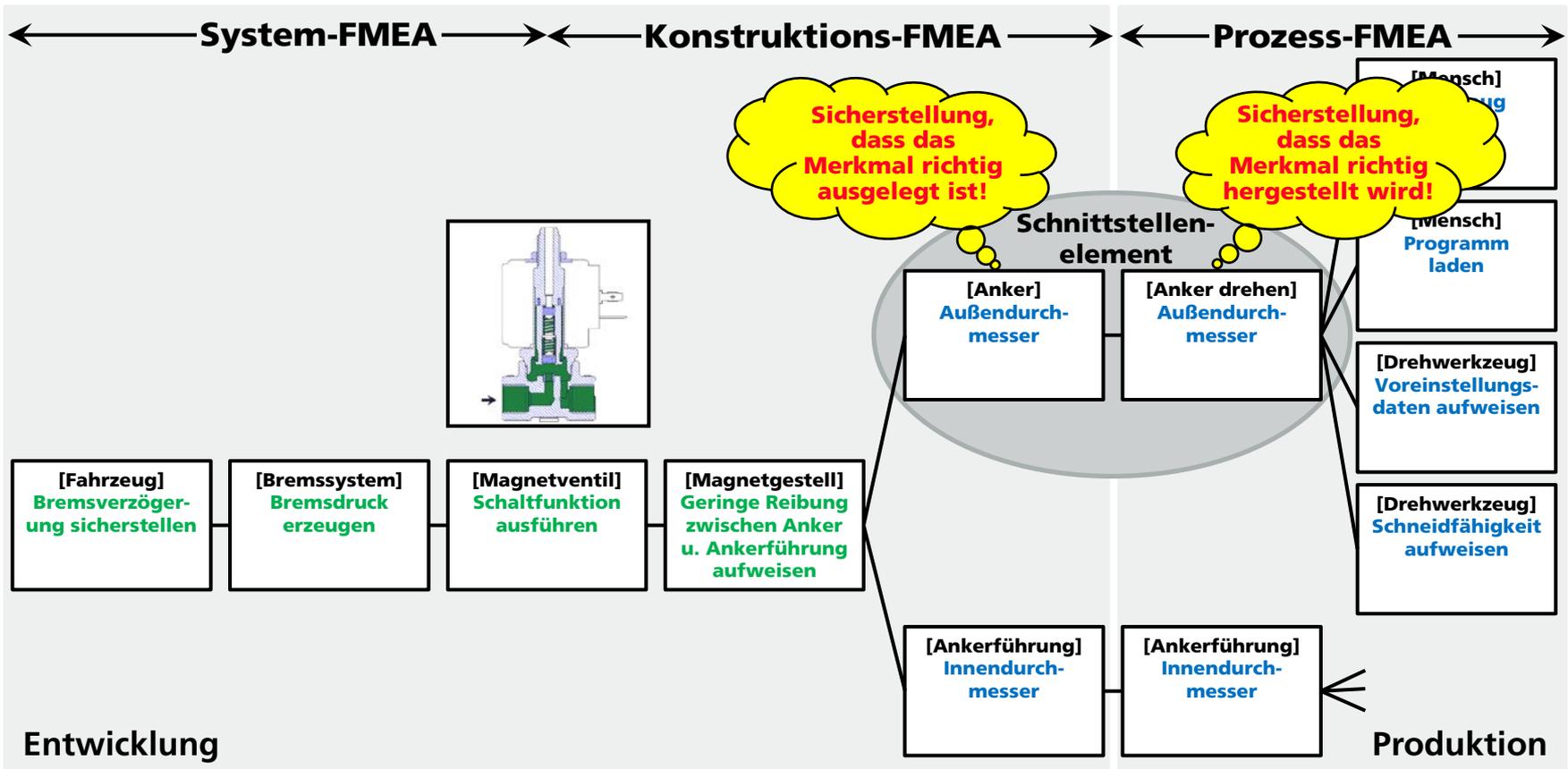
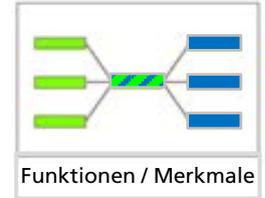
Funktionsprinzip



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

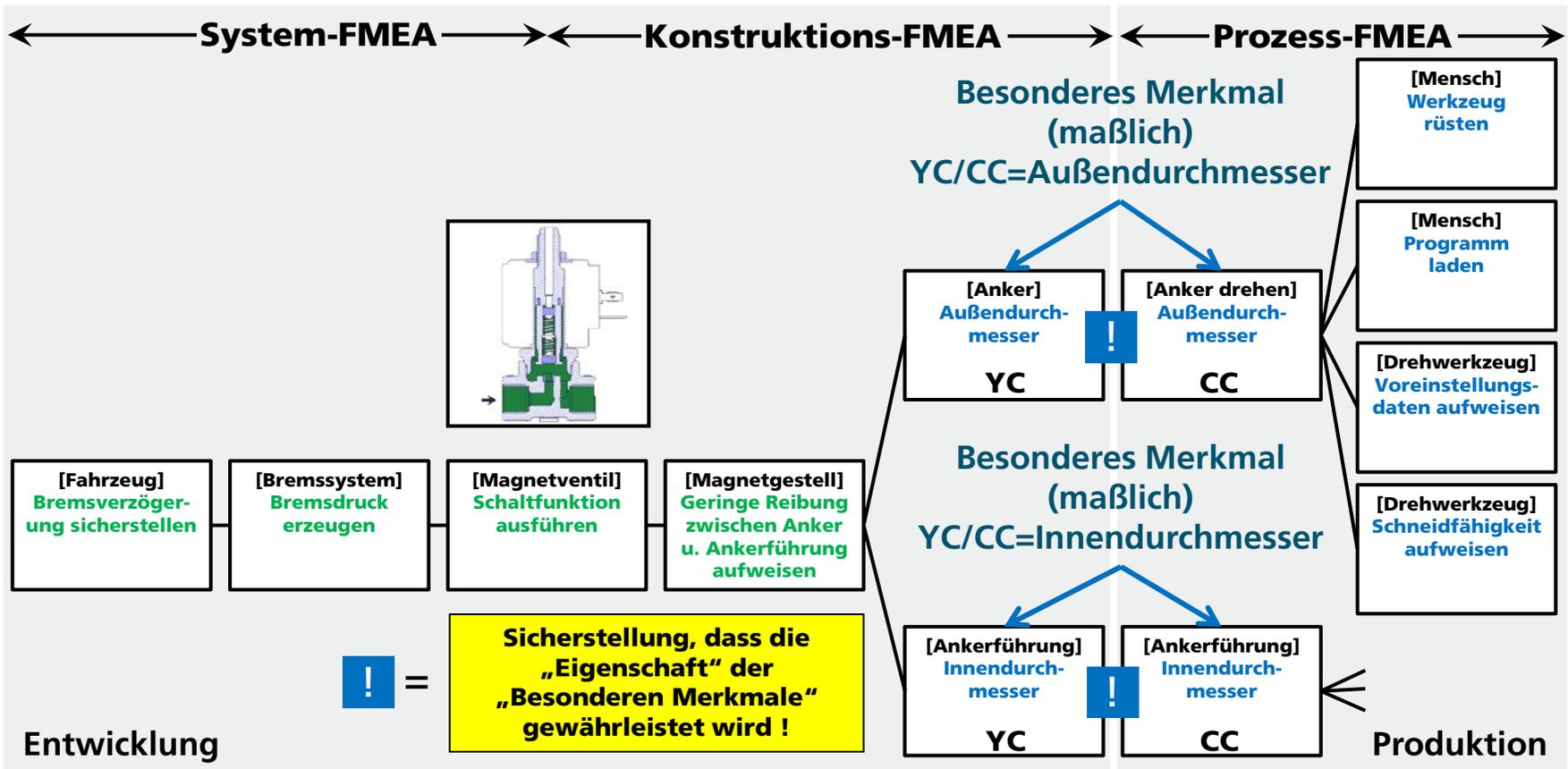
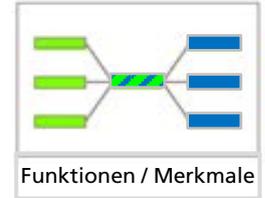
Die Konstruktions-FMEA in der Praxis

Koppelung von Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA



Die Konstruktions-FMEA in der Praxis

Koppelung von Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA



Moderner Ansatz zur Identifikation Besonderer Merkmale

Risikograph zur ASIL-Klassifizierung nach ISO 26262

(Empfehlung für YC-Merkmale ab ASIL = B)

Exposure E Controllability C

		C0	C1	C2	C3	
Severity S	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
	S2	E4	QM	QM	A	B
		E0	QM	QM	QM	QM
		E1	QM	QM	QM	QM
		E2	QM	QM	QM	A
		E3	QM	QM	A	B
	S3	E4	QM	A	B	C
		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:

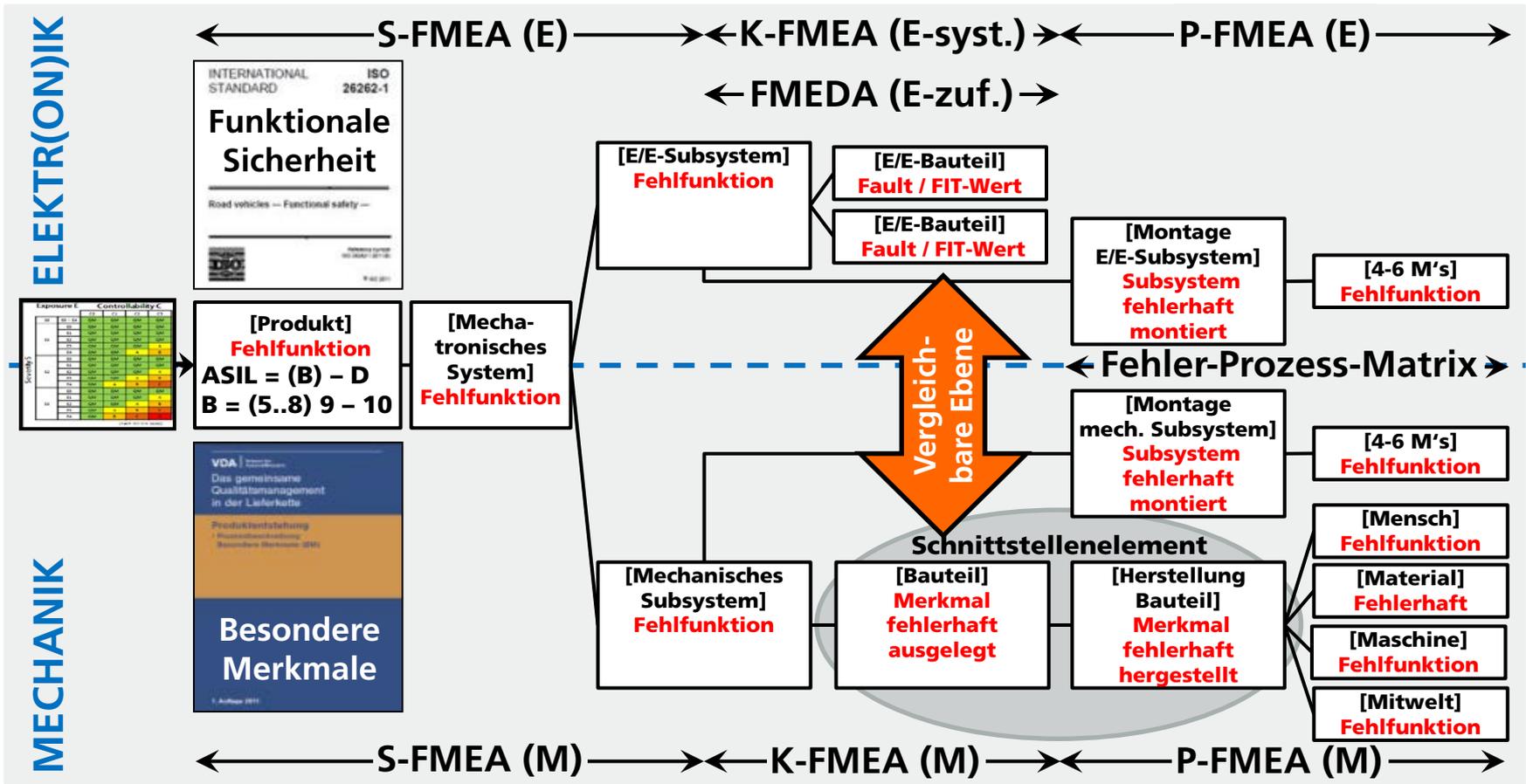
mehr als 90% der Fahrer oder der anderen Verkehrsteilnehmer können den Schaden üblicherweise abwenden

C3: schwierig oder gar nicht beherrschbar:

weniger als 90% der Fahrer oder der anderen Verkehrsteilnehmer können den Schaden üblicherweise abwenden

Moderner Ansatz zur Identifikation Besonderer Merkmale

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



PROZESS-FMEA

Standard-FMEA	FMEA-Verantwortlicher		
	Standort DE	Standort CN	Standort UK
Stanzen	Frau ...		
Gießen			
Schweißen WIG			
Schweißen MAG Hand			
Schweißen MAG Roboter			
Montage			
usw.			

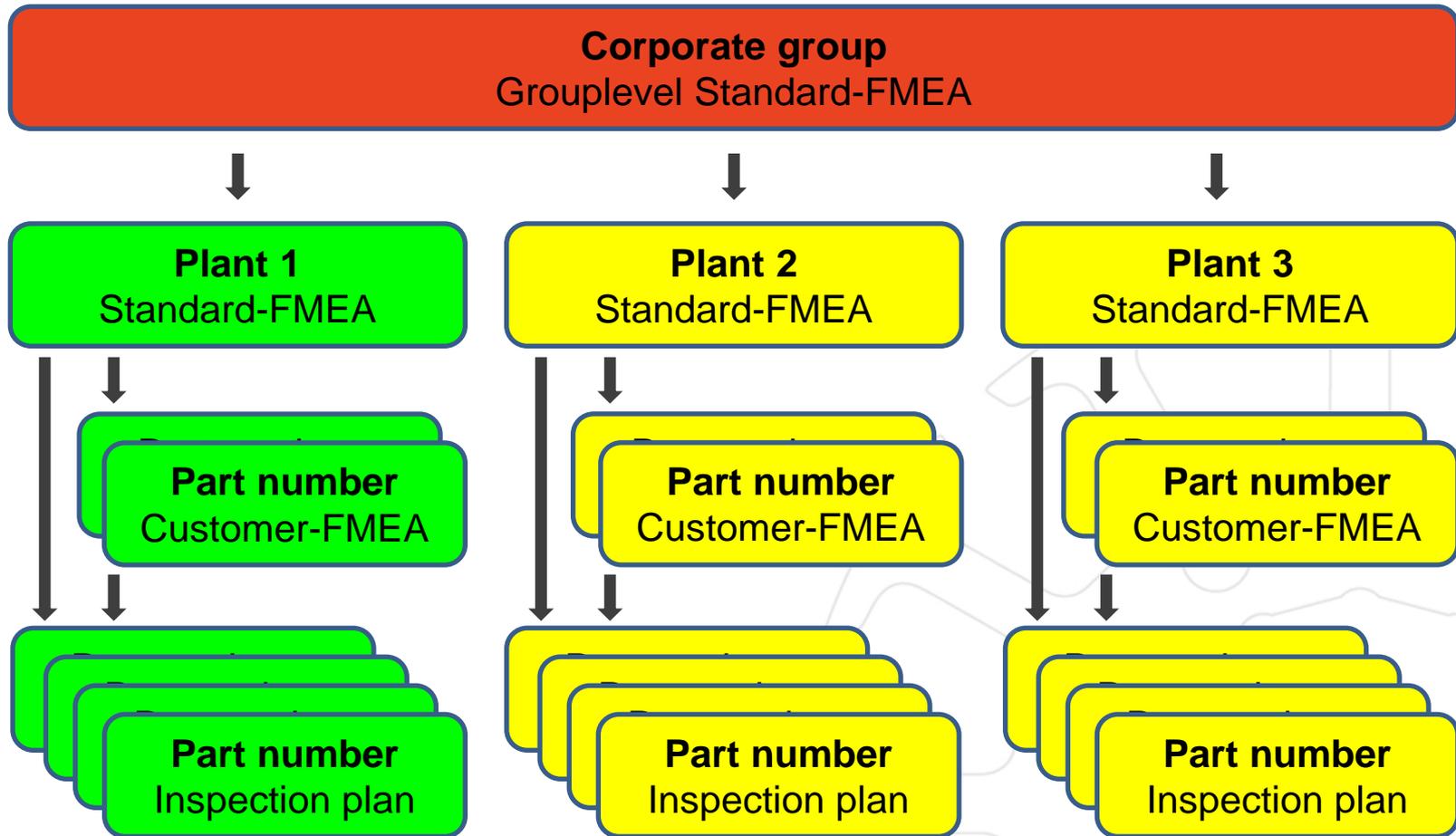
Example: Process FMEA Stamping

↓ Inheritance

Stage 1

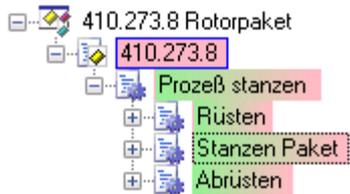
Stage 2

Stage 3



Standard-FMEA

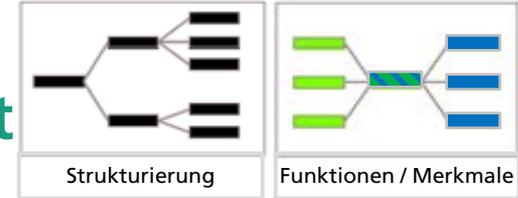
Vererbung



Folge	B	K	Fehler	Ursache	Vermeidung	A	Entdeckung	E	RPZ
Pakethöhe									
nicht maßhaltig	8		Paket zu lang / zu kurz	Mechanischer Defekt Trennschieber --> Pakethöhe		2	Prüfen nach Prüfplan Pakethöhe	5	80
				Ausfall der Paketiersteuerung --> Pakethöhe		2	Prüfen nach Prüfplan Pakethöhe	1	16
				Banddickenschwankungen --> Pakethöhe		2	Prüfen nach Prüfplan Pakethöhe	5	80
			Paket zu lang	Bremsdruck n.i.O. --> Pakethöhe		2	Prüfen nach Prüfplan Pakethöhe	5	100
			Paket zu lang	Banddickenschwankung zu groß	16.09.2014	2	100%-Prüfung	3	(60)

Die Prozess-FMEA in der Praxis

Kritiklose Analyse des Arbeitsplans führt zu Trivialitäten in der Prozess-FMEA



IQ-RM PRO - Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IP [13079-03] - Personal Desktop)

Struktur-Editor: Struktur [Prozess]

Formblatt-Editor VDA 96 / VDA 06: Maschine rüsten (Struktur [Prozess])

FMEA Prozess

Nummer: 1.1
Seite:

Typ/Modell/Fertigung/Charge: Struktur
Erstellt: 10.10.2014

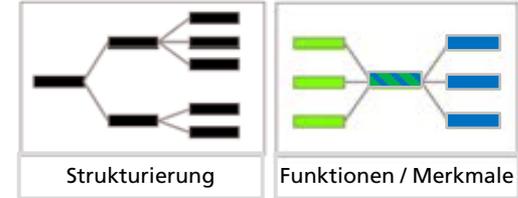
FMEA/Systemelement: Maschine rüsten
Erstellt: 10.10.2014
Verändert: 10.10.2014

Fehlerfolge	B	K	Fehlerart	Fehlerursache	Vermeidungsmaßnahme	A	Entdeckungsmaßnahme	E	RPZ	V/T
Prozesselement: Maschine rüsten										
Funktion: [Maschine rüsten] Maschine rüsten										
[Produkt] Nacharbeit	6		[Maschine rüsten] Maschine falsch gerüstet	[Mensch] Werkerfehler	Maßnahmenstand - Anfang: 10.10.2014					
					Schulung	3	Werkerselbstprüfung	3	54	

Trivialer Inhalt ohne Verbesserungspotenzial

Die Prozess-FMEA in der Praxis

Analyse wertschöpfender Prozesse reduziert Aufwand und erhöht Aussage



IQ-RM PRO - Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IP [13079-03] - Personal Desktop)

Struktur-Editor: Struktur [Prozess]

Formblatt-Editor VDA 96 / VDA 06: Welle drehen (Struktur [Prozess])

Aussagekräftige FMEA bei 40-60% Aufwand / Umfang

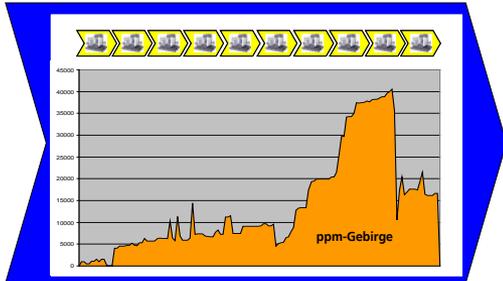
Erstellt: 10.10.2014
Verändert: 10.10.2014

Fehlerfolge	B	K	Fehlerart	Fehlerursache	Vermeidungsmaßnahme	A	Entdeckungsmaßnahme	E	RPZ	V/T
Prozesselement: Welle drehen										
Merkmal: [Welle drehen] Außendurchmesser										
[Lenkung] Lenkung klemmt	10		[Welle drehen] Außendurchmesser zu groß gedreht	[Einrichter] Maschine falsch gerüstet	Maßnahmenstand - Anfang: 10.10.2014		Rüsten der Drehmaschine gemäß Rüstanweisung	2	Erststückprüfung nach dem Rüsten durch den Einrichter	1 20
					Prozessfreigabe nach der Erststückprüfung		Erststückprüfung nach dem Rüsten durch das Messlabor			

FEHLER-PROZESS-MATRIX (FPM) FÜR MONTAGEPROZESSE

Toolbox im Überblick – Theorie und Praxis

Die Fehler-Prozess-Matrix (FPM) in der Theorie



Durchgehend?			Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prüfschritt 1 (LT)	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	Prüfschritt 2 (KT)
J/N	Teil	Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
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

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Die Fehler-Prozess-Matrix (FPM) in der Praxis

Ausschuss/Nacharbeit (Kosten / Jahr)	GuK-Kosten (Kosten / Jahr)	Übergangs- wahrscheinlichkeit	G&K-Kosten (Kosten / Teil)	Nacharbeit / Ausschuss (Kosten / Teil)	fehlerhaft beim Kunden (Teile / Jahr)	fehlerhaft im Werk (Teile / Jahr)	Durchschlüpfender Fehler?	Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung (exemplarische Werte)		Prozeßschritt 1	Prozeßschritt 2	Prozeßschritt 3	Prozeßschritt 4	Prüfschritt 1 (Lecktest)	Prozeßschritt 5	Prozeßschritt 6	Prüfschritt 2 (Kalttest)
								Teil	Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
€	€		€	€			J/N	Teil	Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
140				200		0,7	N	Teil 1	vergessen	4				1	1		
							N	Teil 1	vertauscht	PY							
	668	2%	2.000		16,7		J	Teil 2	verdreht		7		10				
3.000	3.400	50%	4.000	200	1,7	15,0	J	Teil 3	beschädigt			7					6
	17	1%	100		16,7		J	Teil 3	vertauscht			7					
							N	Teil 4	doppelt montiert				PY				
40				10		1,4	N	Teil 5	falsche Montage						6	1	

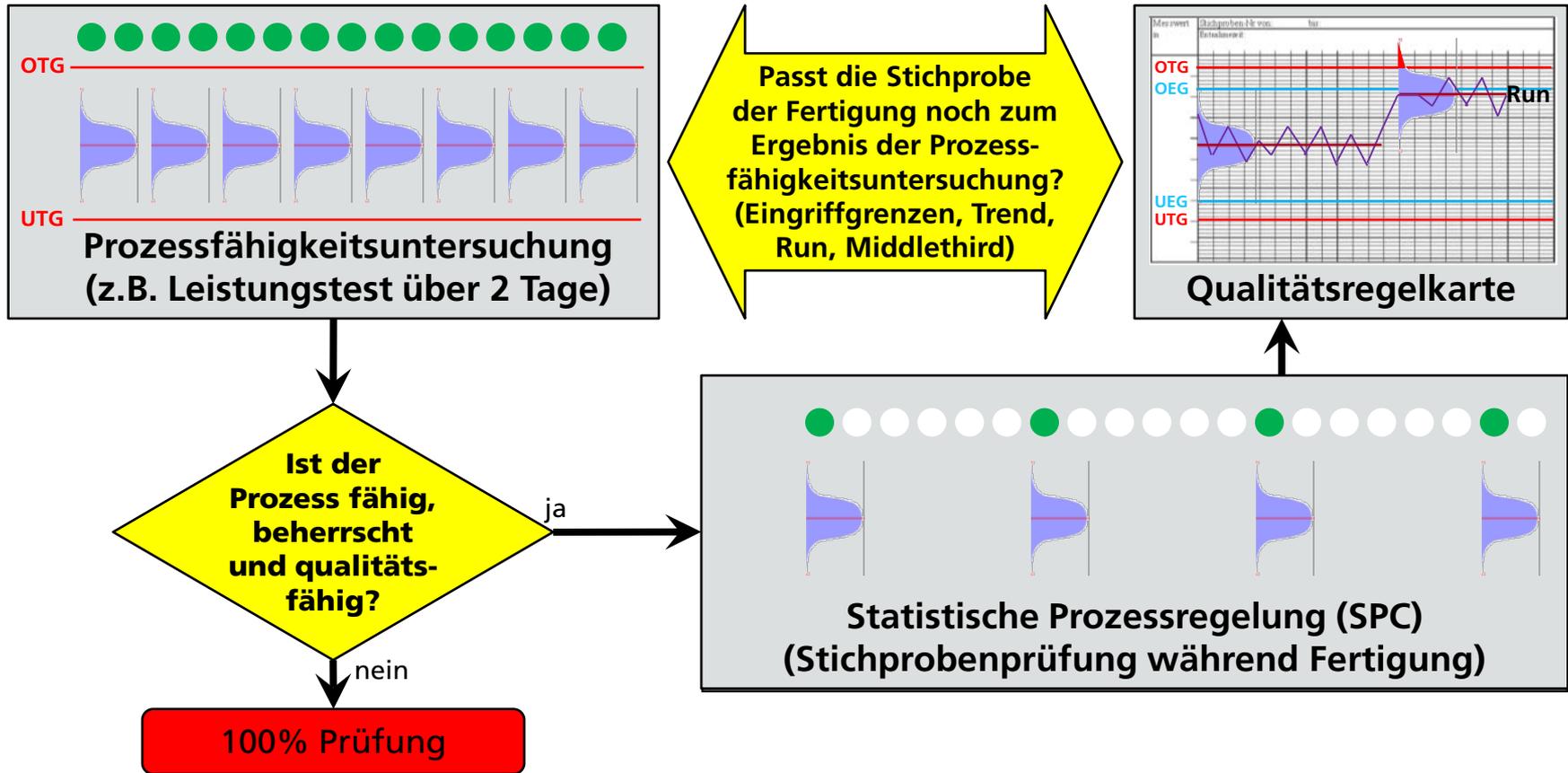


PRÜFPLANUNG UND PRÜFUNGEN

Prüfstrategien in der Produktion

Statistische Prozessregelung (SPC)

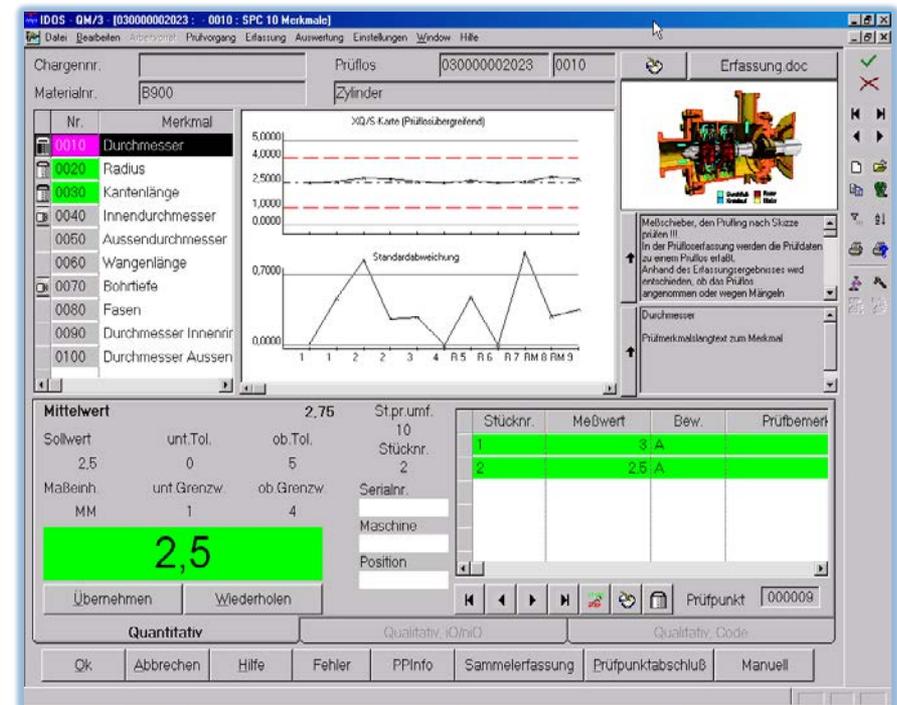
Strategie für Besondere Merkmale geeignet



Prüfstrategien in der Produktion

Voraussetzungen für die Anwendung der Statistischen Prozessregelung (SPC)

- Prozess ist fähig
- Prozess ist beherrscht
- Prozess ist qualitätsfähig
- Prozess ist regelbar
- Messmittel sind fähig
- Mitarbeiter sind geschult
- Erforderliche Losgrößen sind gegeben
- Systeme zur Prüfdatenerfassung und Prüfdatenauswertung sind vorhanden



Quelle: IDOS AG

Prüfstrategien in der Produktion

Systematische und zufällige Fehler

■ 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:

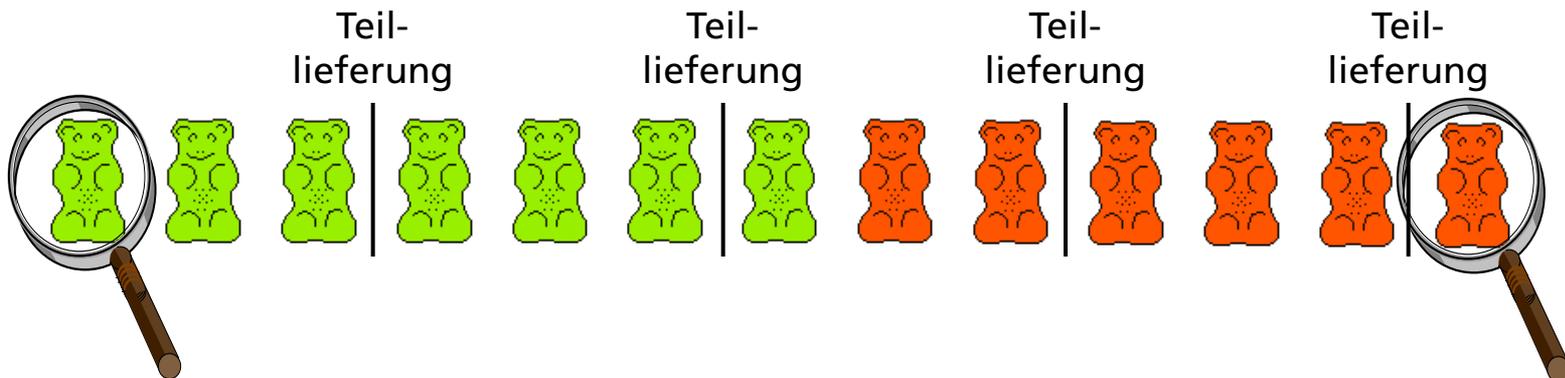
- Treten nur an einigen Produkten ohne Systematik auf
- Haben meist menschliche Ursachen (Arbeitsgang falsch ausgeführt)
- Treten meist bei manuellen Arbeitsgängen auf
- **Beispiel: O-Ring nicht gefügt**

Beispiele

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

Strategie nicht für Besondere Merkmale geeignet

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



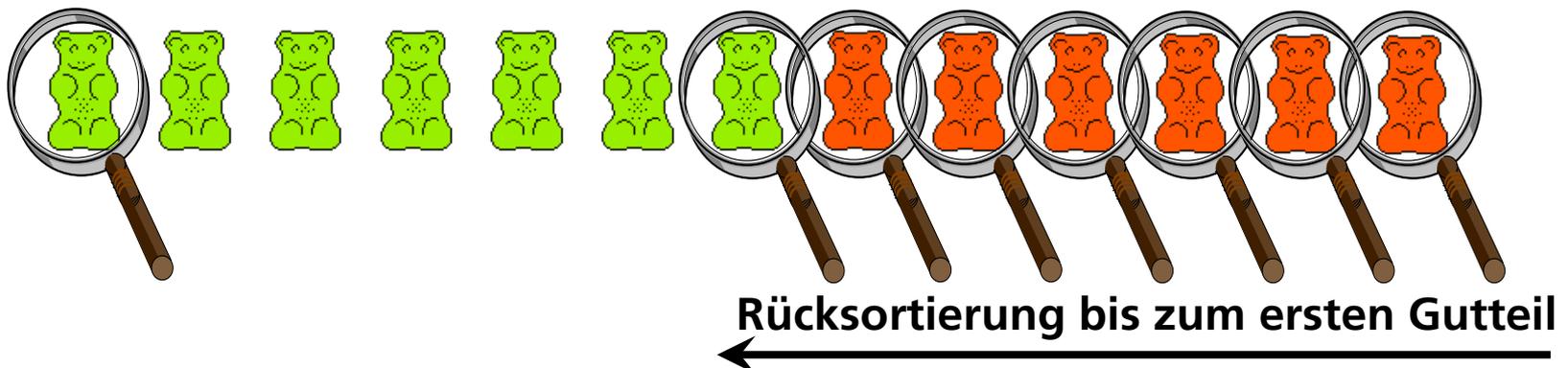
Bildquelle (Gummibär): <http://www.hausmaus.de/gummibaer.html>

Beispiele

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

Strategie für
Besondere
Merkmale
geeignet

- Prüffart:
 - 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>

Beispiele

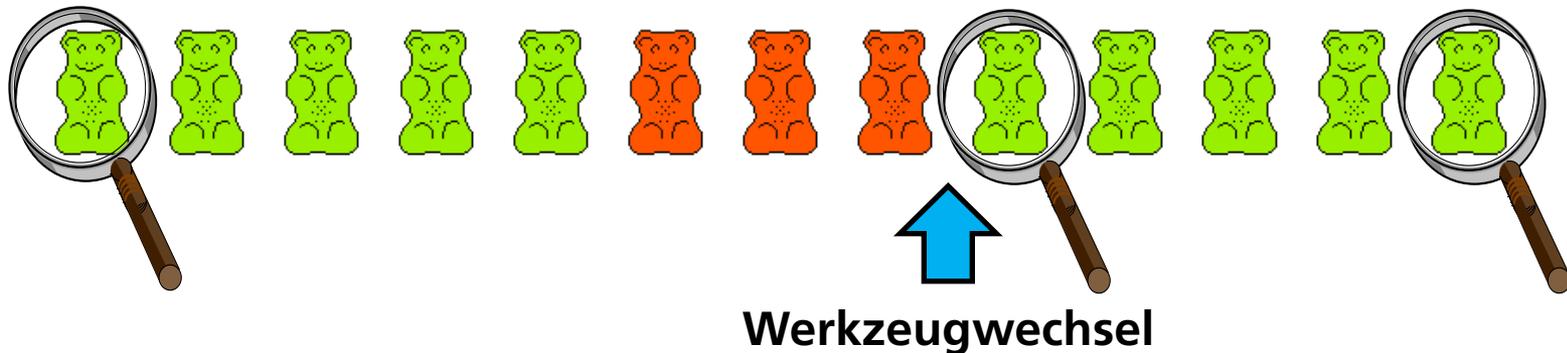
Systematischer Fehler (z.B. Durchmesser aufgrund von Werkzeugverschleiß)

Strategie nicht für Besondere Merkmale geeignet

■ Prüffart:

- Erst- und Letztstückprüfung
- Erststückprüfung nach Elektrodenwechsel
- Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel

■ Keine Entdeckung ($E = 10$)



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

Beispiele

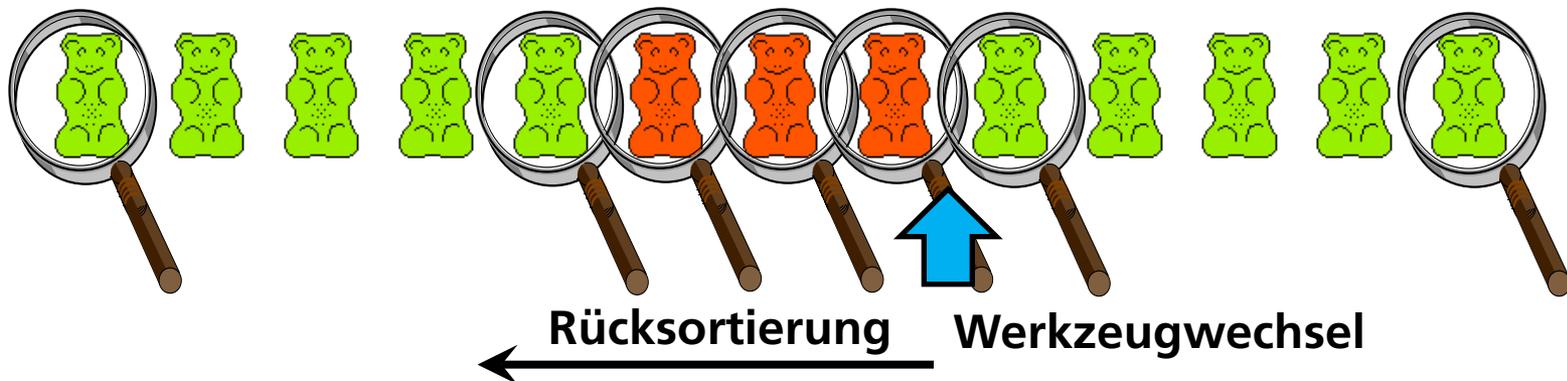
Systematischer Fehler (z.B. Durchmesser aufgrund von Werkzeugverschleiß)

Strategie für
Besondere
Merkmale
geeignet

■ Prüffart:

- Erst- und Letztstückprüfung
- Letztstückprüfung vor Elektrodenwechsel mit Rücksortierung
- Erststückprüfung nach Elektrodenwechsel
- Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel

■ Sehr gute Entdeckung ($E = 1$)



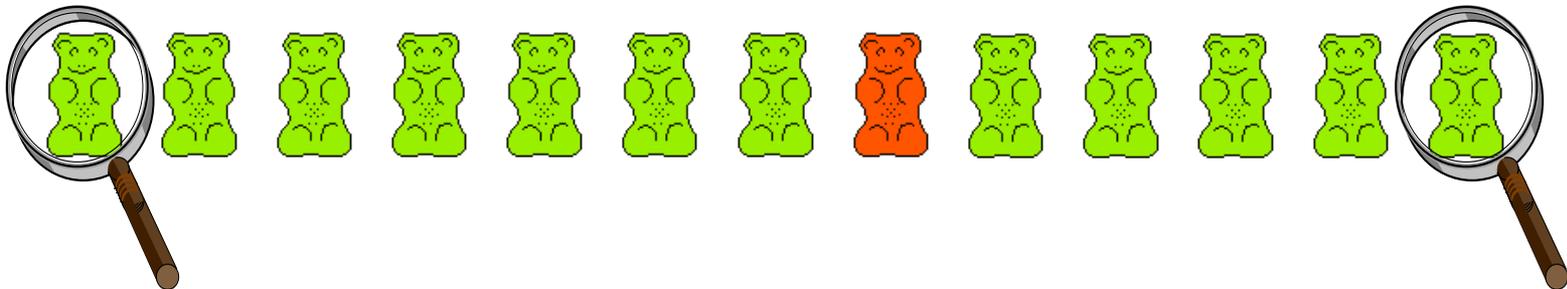
Bildquelle (Gummibär): <http://www.hausmaus.de/gummibaer.html>

Beispiele

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

Strategie nicht
für Besondere
Merkmale
geeignet

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



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

Beispiele

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

Strategie nicht
für Besondere
Merkmale
geeignet

- Prüffart:
 - Stichprobenprüfung
 - Keine Rücksortierung
 - Für Prüfaufgabe geeignetes Prüfmittel
- Sehr schlechte Entdeckung ($E = 8 \dots 10$ - abhängig von Prüfintervall)



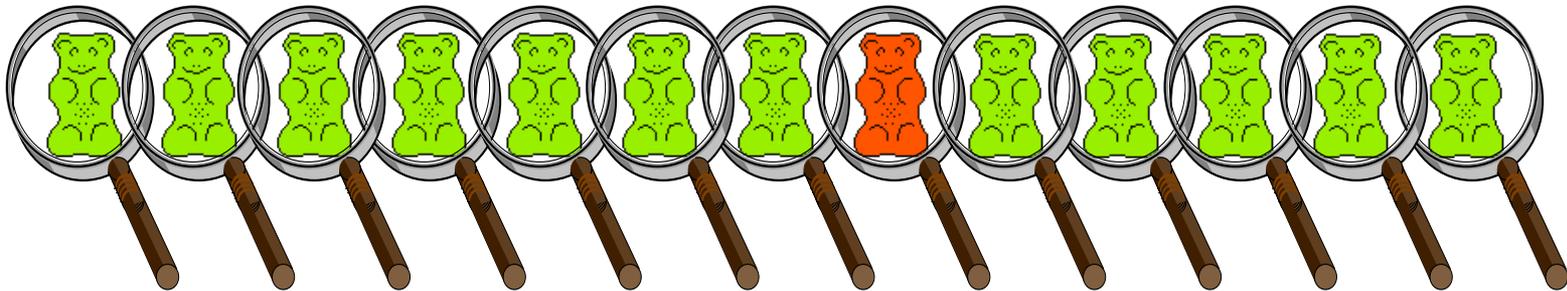
Bildquelle (Gummibär): <http://www.hausmaus.de/gummibaer.html>

Beispiele

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

Strategie für
Besondere
Merkmale
geeignet

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



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

Prüfstrategien in der Produktion

Prüfstrategien für Besondere Merkmale unter der Zielsetzung „Null-Fehler-Produktion“

- Erststückprüfung zur Prozessfreigabe und nach Prozessveränderungen (z.B. Rüsten, Schichtbeginn, Chargenwechsel, Bandstillstand, ...)
- Nachweis (Dokumentation) der Prozessfähigkeit und Prozessbeherrschung
 - Analyse der Prozessfähigkeit (z.B. $c_p \geq 1,66 \dots 2,0$ und $c_{pk} \geq 1,33 \dots 1,66$)
 - Beurteilung der Prozessbeherrschung (z.B. 2 Tages-Produktion)
 - Statistische Prozessregelung (SPC) mit Qualitätsregelkartenoder
- 100% (dokumentierte) Prüfung
 - systematischer Fehler -> Stichprobe (z.B. Erst- und Letztstückprüfung mit 100%-Rücksortierung bei Fehlern)
 - zufälliger Fehler -> 100%-Prüfung (Komponenten oder Baugruppen)

Denkmodell

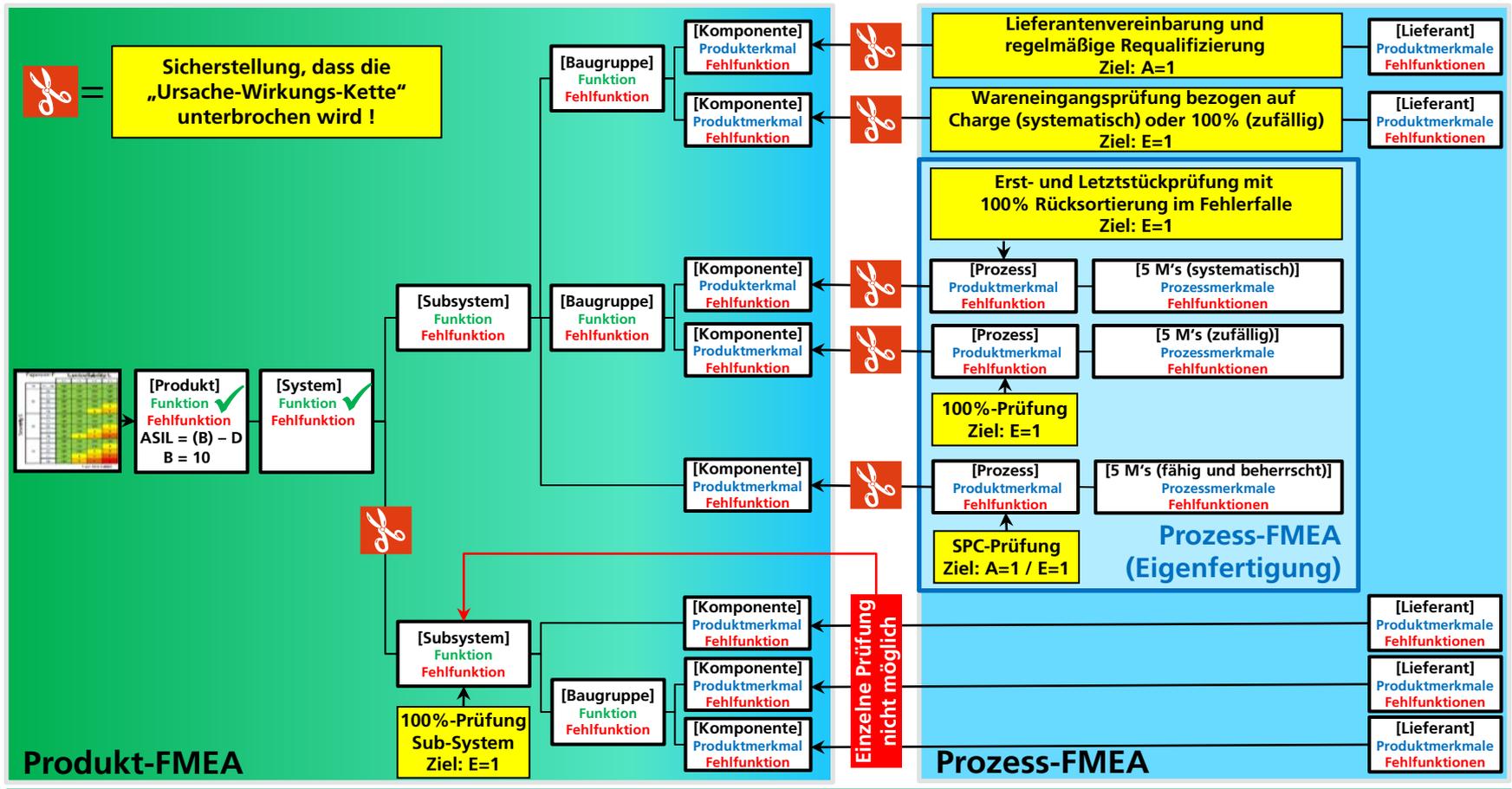
Methodenstrategie zur „Null-Fehler-Produktion“

- Definition Besonderer Merkmale anhand der Bedeutung (B = 10 -> BM S oder mittels Risikograph nach ISO 26262, B = 9 -> BM Z, B = 5 .. 8 -> BM F)
- Verbindung Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA über (Besondere) Merkmale zur Sicherstellung einer durchgängigen Analyse
- 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 (vermeidend und entdeckend) und Reaktionsmethoden im Control-Plan (CP)

Denkmodell

Definition von Entdeckungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Fehlerrisikos

Strategien für Besondere Merkmale geeignet



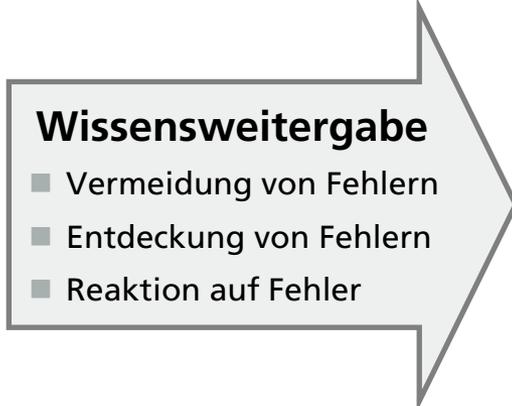
CONTROL-PLAN

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

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

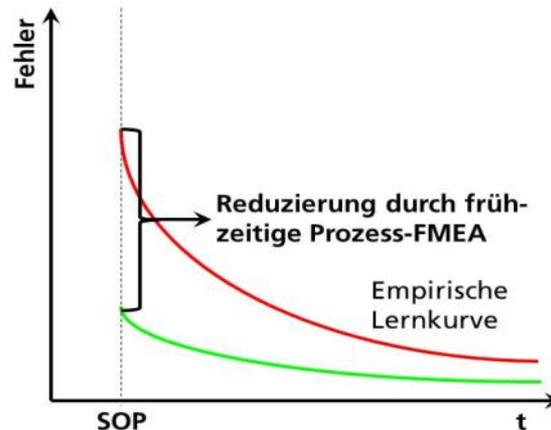
APiS										
Informations- und Datenmanagement										
Typ/Modell/Fertigungscharge		Abteilungsnummer		Verantwortlich		Erstellt		Datum		
		Maßnahmenstand		Firma						
FMEA-Systemelement										
FMEA-Systemelement		Abteilung/Nummer		Verantwortlich		Erstellt		Verändert		
		Maßnahmenstand		Firma						
Fehlerfolge	D	K	Fehlerart	Fehlerursache	Vermeidungsmaßnahme	A	Entdeckungsmaßnahme	E	RPZ	VT

Prozess-FMEA
Analyse von Risiken
der Produktherstellung



APiS									
Informations- und Datenmanagement									
Typ/Modell/Fertigungscharge		Abteilungsnummer		Verantwortlich		Erstellt		Datum	
		Maßnahmenstand		Firma					
Control-Plan									
Nummer	Prozessschritt	Machine	Methoden	Prüfmittel	Prüfverfahren	Prüfzeitpunkt	Prüfart	Prüfparameter	Prüfresultat

Control-Plan
Absicherung von Risiken
der Produktherstellung



Koppelung von Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA

Darstellung der Besonderen Merkmale in der Konstruktions-FMEA

IQ-RM PRO - Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IP [13079-03] - Personal Desktop)

Struktur-Editor: K-FMEA [System]

Formblatt-Editor VDA 96 / VDA 06: Lenkung (K-FMEA [System])

Fehlerfolge	B	K	Fehlerart	K	Fehlerursache	K	Vermeidungsmaßnahme	A	Entdeckungsmaßnahme	F	RPZ	V/T
Systemelement: Lenkung												
Funktion: [Lenkung] Lenkwinkel nach Fahrerwunsch einstellen												
[Kfz] <Sicherer Betrieb gegeben> Sicherer Betrieb nicht gegeben	10		[Lenkung] <Lenkwinkel nach Fahrerwunsch einstellen> Lenkung schwergängig		[Welle] <Durchmesser> Durchmesser zu groß (konstruiert)							
Hypothese												
Maßnahmenstand - Anfang: 29.04.2013												
Entwicklung												
Toleranzrechnung durchgeführt												
							3			10	300	
Maßnahmenstand: 29.04.2013												
Entwicklung												
							3	Erprobung mit Prototypteilen		5		
Maßnahmenstand: 29.04.2013												
Entwicklung												
							1	Dauerlauf mit Grenzmustern		2	10	Schlosse 27.05.2013 abgeschlossen

Merkmale methodisch ausgelegt

Merkmalsauslegung durch Versuche abgesichert

Koppelung von Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA

Darstellung der Besonderen Merkmale in der Prozess-FMEA

IQ-RM PRO - Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IP [13079-03] - Personal Desktop)

Struktur-Editor: P-FMEA [System]

Formblatt-Editor VDA 96 / VDA 06: Welle drehen (P-FMEA [System])

Fehlerfolge	B	K	Fehlerart	K	Fehlerursache	K	Vermeidungsmaßnahme	A	Entdeckungsmaßnahme	E	RPZ	V/T
Welle drehen												
Prozesselement: Welle drehen												
Merkmal: [Welle drehen]												
<CC> Durchmesser												
[Welle]		YC	[Welle drehen]	CC	[Werkzeug]	Maßnahmenstand - Anfang: 29.04.2013						
<Durchmesser>			<<CC> Durchmesser		<Schneidfähigkeit>	Produktion						
Durchmesser zu groß (konstruiert)			Durchmesser zu groß (hergestellt)		Werkzeug verschlissen	Präventiver Austausch des Werkzeugs vor Erreichen der Standzeit	2	[Durchmesser zu groß (hergestellt)] Stichprobenprüfung auf Außendurchmesser	20	Schloske	18.06.2013 Serienproduktion abgeschlossen	
[Kfz]	10							[Durchmesser zu groß (hergestellt)] Rücksortierung bis zum letzten i.O.-Teil				
<Sicherer Betrieb gegeben>												
>> Sicherer Betrieb nicht gegeben												

← K-FMEA → ← Prozess-FMEA →

Vermeidungsmaßnahme

Entdeckungsmaßnahme

Reaktionsmaßnahme

D:\00_SPA-Schulungen\Offene Seminare\Besondere Merkmale 2013\FMEA-PLP.fme Supervisor §§: Lesen/Schreiben >Deutsch

Koppelung von Prozess-FMEA und Control-Plan

Durchgängige Betrachtung der Besonderen Merkmale durch Anschluss der Prozess-FMEA an den Control-Plan

IQ-RM PRO - Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IP [13079-03] - Personal Desktop)

Struktur-Editor: P-FMEA [System]

Welle drehen [P-FMEA] <Keine Varianten vorhanden> <Kein Filter>

Welle drehen {1}

- <CC> Durchmesser = 20,00 mm ±0,2 {1}
- Bügelmessschraube, 1, alle 100 Teile
- <CC> Durchmesser zu groß (hergestellt) {1}
- <CC> Durchmesser zu klein {1}

Control-Plan: Welle drehen (P-FMEA [System])

Teile-/Prozessnummer	Prozesselement/Arbeitsgangbeschreibung	Maschine	Merkmale		Klassifikation	Methoden				Lenkungsmaßnahme	Reaktionsmaßnahme
			Nr.	Produktmerkmal		Prozessmerkmal	Spezifikation	Prüfmittel	Stichprobenumfang		
1	Welle drehen	Index 250	1.a	Durchmesser {1} [Welle (drehen)]	CC	= 20,00 mm ±0,2	Bügelmessschraube	1	alle 100 Teile	Stichprobenprüfung auf Außendurchmesser V: Schloske	Rücksortierung bis zum letzten i. O.-Teil V: Schloske
			1.4.a	Schneidfähigkeit [Werkzeug]						Präventiver Austausch des Werkzeugs vor Erreichen der Standzeit V: Schloske	

Entdeckungsmaßnahme

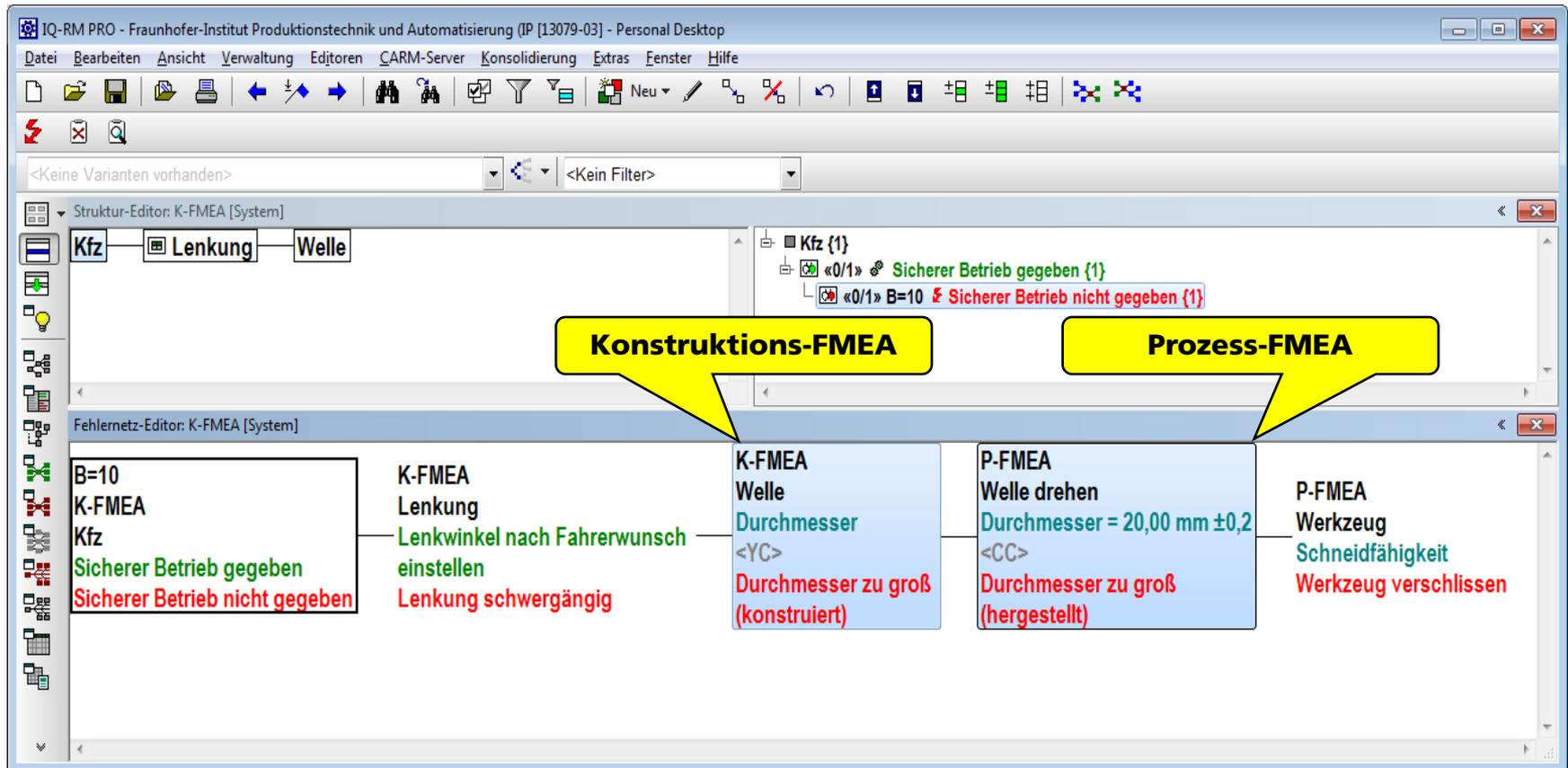
Reaktionsmaßnahme

Vermeidungsmaßnahme

D:\...Offene Seminare\Besondere Merkmale 2013\FMEA-PLP.fme | 1 Prozesselement | Supervisor | §§: Lesen/Schreiben | >Deutsch

Koppelung von Konstruktions-FMEA und Prozess-FMEA

Durchgängige Betrachtung der Besonderen Merkmale von der Konstruktions-FMEA in die Prozess-FMEA



8D, ISHIKAWA, 5 WHY

FAILED

FAILED

FAILED

FAILED

- **Kein Ownership**

- *“Der ist schuld – ich war’s nicht”*
 - *“der Lieferant war’s”*
 - *“es liegt am Rohmaterial”*
 - *“Entwicklung läßt uns hängen”*
- *Keiner koordiniert Termine/ nicht alle Betroffenen hinzugezogen*

- **Kein strukturierter Ansatz**

- *Einfachste Hilfsmittel werden ignoriert*
- *Nicht getrieben von Daten*
- *“Ich gehe mal davon aus” statt “der Test zeigt uns”*
- *Auslegung von Daten so daß sie zur Theorie passen*

- **Ursachenanalyse**

- *Ursache nicht verifiziert*
- *Verwechseln von Symptom, Fehler, Ursache*
- *Auslassen der systemischen Ursachenbetrachtung*

- **Abstellmaßnahmen**

- *Abstellmassnahmen ohne Zusammenhang mit Ursache*
- *Abstellmaßnahmen nicht verfolgt*
- *Abstellmaßnahmen nicht robust*

- ▶ Strukturierter Prozess, wenn fehlendes Wissen oder Verständnis der Beziehungen von Einflüssen und Auswirkungen vorherrscht
- ▶ Wirklich verstehen was die Ursache ist
- ▶ Dauerhafte Lösung von Problemen
- ▶ Standardisierte Vorgehensweisen fördern
- ▶ Wirtschaftlichkeit herstellen
- ▶ Kommunikationsmittel zwischen Kunden/Lieferanten
- ▶ **Kundenzufriedenheit**

**Und es ist nicht: Einfach nur Lösungen finden...
...jeder Mechaniker kann dies besser!**



Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie

Sicherung der Qualität in der Prozesslandschaft

- Allgemeines, Risiko

8D – Methode

Die 8D Methode ist gleichzeitig eine Standardmethode, die insbesondere auf folgenden Ansätzen basiert:

- Faktenorientiertes System: System, bei dem Problemlösung, Entscheidungsfindung und Planung auf realen Daten basiert und durch die Sammlung von Daten überwacht wird.
- Abstellung der Grundursache (root cause): Die Problemlösung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Grundursache des Problems gelöst wird und nicht nur die aufgetretenen Auswirkungen überdeckt werden.

Die 8D Methode ist eine Berichtsform zur Fortschrittsverfolgung. Einzelne Schritte des Prozesses können nur dann abgeschlossen werden, wenn die entsprechenden Informationen vorliegen.

Solange nur einige der 8 Schritte ausgeführt sind, dient der 8D-Report gleichzeitig auch als Aktionsplan, der die noch ausstehenden Aktionen aufzeigt.

Team definieren

- ▶ Eine(r) muss den Hut aufhaben!
- ▶ Alle Betroffenen; und nicht: „Die Entwicklung wusste von nichts!“

Sofortmaßnahmen

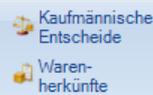
- ▶ Teile im Transit, WA, Lager, WIP sperren
- ▶ Teile im Transit, WA, Lager, WIP überprüfen/ Prüfmethode definieren
- ▶ Nacharbeit durchführen
- ▶ Ersatzproduktion und -lieferung

Aber auch:

- ▶ Lager des Kunden berücksichtigen
- ▶ Selbstanzeige
- ▶ Sonderfreigaben beantragen
- ▶ i.O.-Ware kennzeichnen



Perspektiven Ansicht Allgemein Suche Bearbeitung Erweiterte Bearbeitung Informationen Feldeigenschaften

Position #1
125.472.3 AB A 2805 / 8
Bohrungsdurchmesser zu klein
akzeptiert

RKM-Home

Kunden
Hier können

D2 Probleme

Wer

Status

Termin

Erledigt

Schritt als Maß

Status

Titel

Grunddate

D1 Team b

D2 Proble

D3 Sofortr

D4 Fehler

D5 Abstell

D6 Wirksa

D7 Standa

D8 Teamle

Reklamati

Fehlerermittlung

Fehlerermittlung - Fehler/Funktion

Auswahl Fehler/Funktion

- Fertigung
- Prozess
- Fehler/Funktion
- Wiederholfehler
- Neuer Fehler
- Abschluss



Hiermit wählen Sie den Fehler aus, den das reklamierte Teil besitzt, oder dessen Funktion, die nicht geg

- ABST8.M.PKT15.PKT16
- Innenkontur (\emptyset)
- LÄGE2.D.AD
- Rundlauf / Konzentrität (Außen- \emptyset zu Innen- \emptyset)
- RUNDLAUF D 13,9 D 13,9
- Nutöffnung
- Parallelität
- Ebenheit
- Ebenheit zu groß
- Abstandsmaß (Länge/Breite)
- Innenradius
- Außenradius
- Grathöhe
- Nutradius
- Aussehen Beschädigungsfrei
- Teil ohne optische Beschädigungen
- Ebenheit
- LÄGE1.D.ID PFERCH
- Schichtung deckungsgleich
- $\emptyset 0,000 (0,080 /)$

Abbrechen

Zurück

Weiter

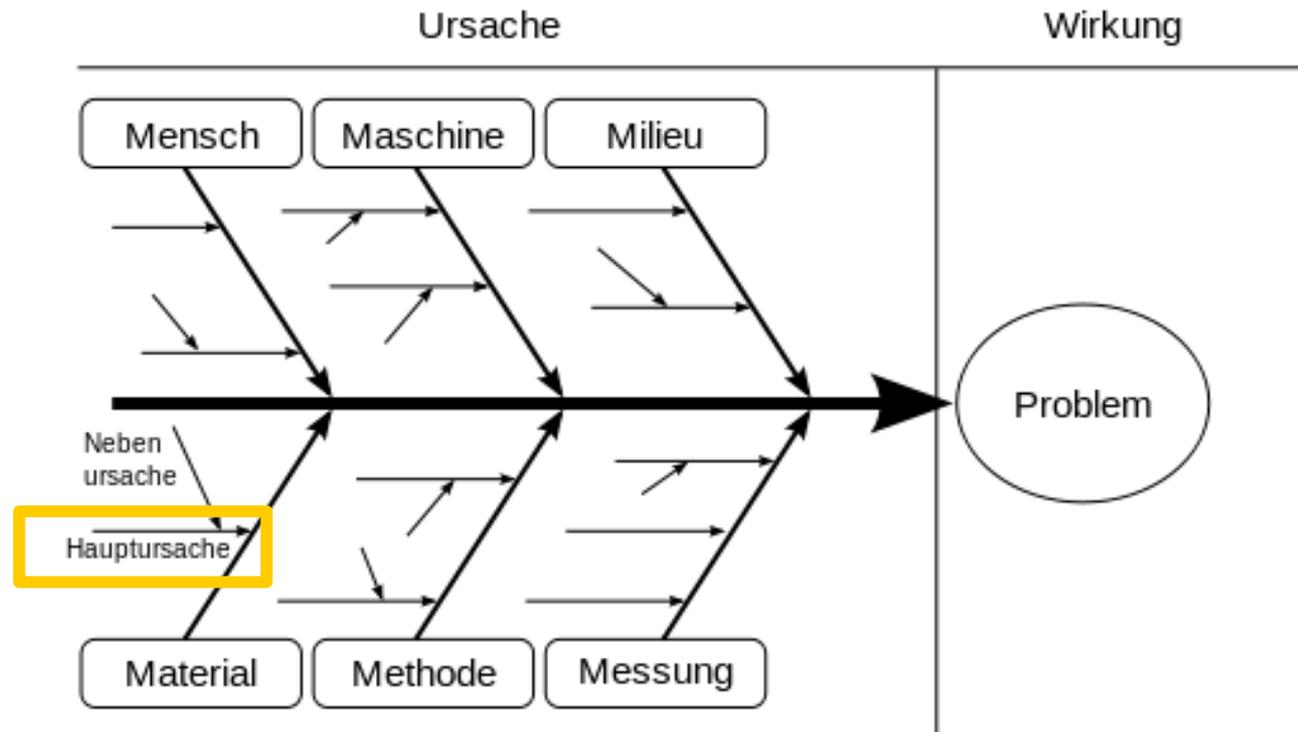
Fertig stellen

- Was sind die **Unterschiede** zw. **Gut-** und **Schlechtteil**?
- Wie viele Teile sind betroffen? (**Einzelfehler, Zufallsfehler, systematischer Fehler**)
- Wann** ist das Problem aufgetreten? (**Liefercharge, Auftrag, Uhrzeit**)
- Welchen Nachweis gibt es, dass **Anweisungen** befolgt wurden?
- Welchen Nachweis gibt es, dass **die richtigen Werkzeuge, Vorrichtungen und Lehren verwendet wurden**?
- Welchen Nachweis gibt es, dass **Werkzeuge nicht verschlissen** waren?
- Wie wird nachgewiesen, dass **Überwachungen funktionsfähig** waren?
- Ist der Prozess bisher als **fähig** eingestuft?
- Welche **Prüfmethoden** wurden verwendet um diesen Fehler zu entdecken?
- Welche Doku gibt es bzgl. der **Fähigkeit des Messsystems**?
- Welchen Nachweis gibt es, dass **Einstellparameter** eingehalten wurden?
- Wurde ein **Prozessschritt ausgelassen**?
- Wie wird bisher in der **FMEA** mit diesem Fehler umgegangen?
- Welche **Änderungen am Material** könnten den Fehler verursacht haben?
- Welche **anderen Prozesse im Unternehmen** könnten diesen Fehler produzieren?

Tipp: Zeitstrahl mit allen Änderungen im Zeitraum des Fehlerauftretens erstellen

Nachweisführung

- Experten/ Erfahrungen
- Versuchsplan
- Statistische Tests



Fehler: Innendurchmesser ist zu klein.

- 1. Warum/ Antwort:** Zu klein hergestellt.
- 2. Warum/ Antwort:** Werkzeug war abgenutzt.
- 3. Warum/ Antwort:** Werkzeug war nicht rechtzeitig gewartet.
- 4. Warum/ Antwort:** Wartungsintervall war zu groß geplant.
- 5. Warum/ Antwort:** Ausgangsbasis für Planung war ein anderer Werkstoff
.... dann planen wir jetzt immer mit dem richtigen Werkstoff !?
- 6. Warum/ Antwort:** Werkstoffänderungen werden nicht bei der
Wartungsplanung berücksichtigt.

Und so weiter

Fehler ... X

5x Warum		Nachweisprüfung	DocumentCenter
Frage	Nr	Warum ist der Fehler aufgetreten?	Warum wurde der Fehler nicht entdeckt?
Warum?	1	 nicht alle Teile werden 100% geprüft	weil nur alle 3 Stunden geprüft wird
Warum?	2	 alle 3 Stunden werden Teile von jeder Spur geprüft	weil die Messwerte noch in der Toleranz waren 
Warum?	3	 bei Stanzung im Grenzbereich kommt es zu Toleranzüberschreitung	weil es keine Regelmäßige Abweichung ist 
Warum?	4	 Eingriffsgrenzen sind hier zu groß gewählt	weil das Risiko falsch eingeschätzt wurde 
Warum?	5	 zu späte Werkzeugkorrektur	zu späte Entscheidung über die Messergebnisse 

So nicht !

	Auftreten	Entdeckung	Vorbeugung
Ursache (D4)			
Abstellmaßnahme (D5, D6)			
Wirksamkeit (D5, D6)			
Standardisierung (D7)			

8D-Methode

Befundungszeiten

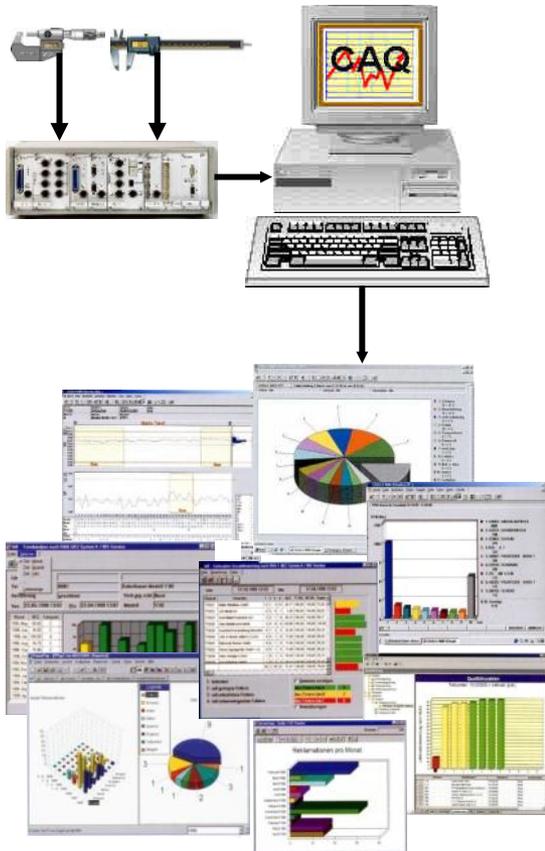
Beispielhaft

CUSTOMER	8D STEPS							
	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D
AUDI	As quickly as possible (< 24 h)			4 weeks				
DAIMLER	24 h			5 days				
FORD	24 h			14 days - according to 8D				
GM	24 h - initial response			15 days - final response				
NISSAN	24 h			max 30 days following notification				
PORSCHE	24 h			3 working day			10 working day	
PSA	2 working days			15 days - for definition of root cause and actions				
RENAULT	max 2 days following notification			max 10 days following notification			max 30 days following notification	

CAQ-SYSTEM

Toolbox im Überblick – Theorie und Praxis

Das CAQ-System in der Theorie



Ziel:

- EDV-Unterstützung des Qualitätsmanagements und der Qualitätssicherung

Methode:

- Organisatorische und datentechnische Integration von QM-Methoden
- System zur Erfassung umfangreicher Daten
- Tool zur flexiblen Datenauswertung

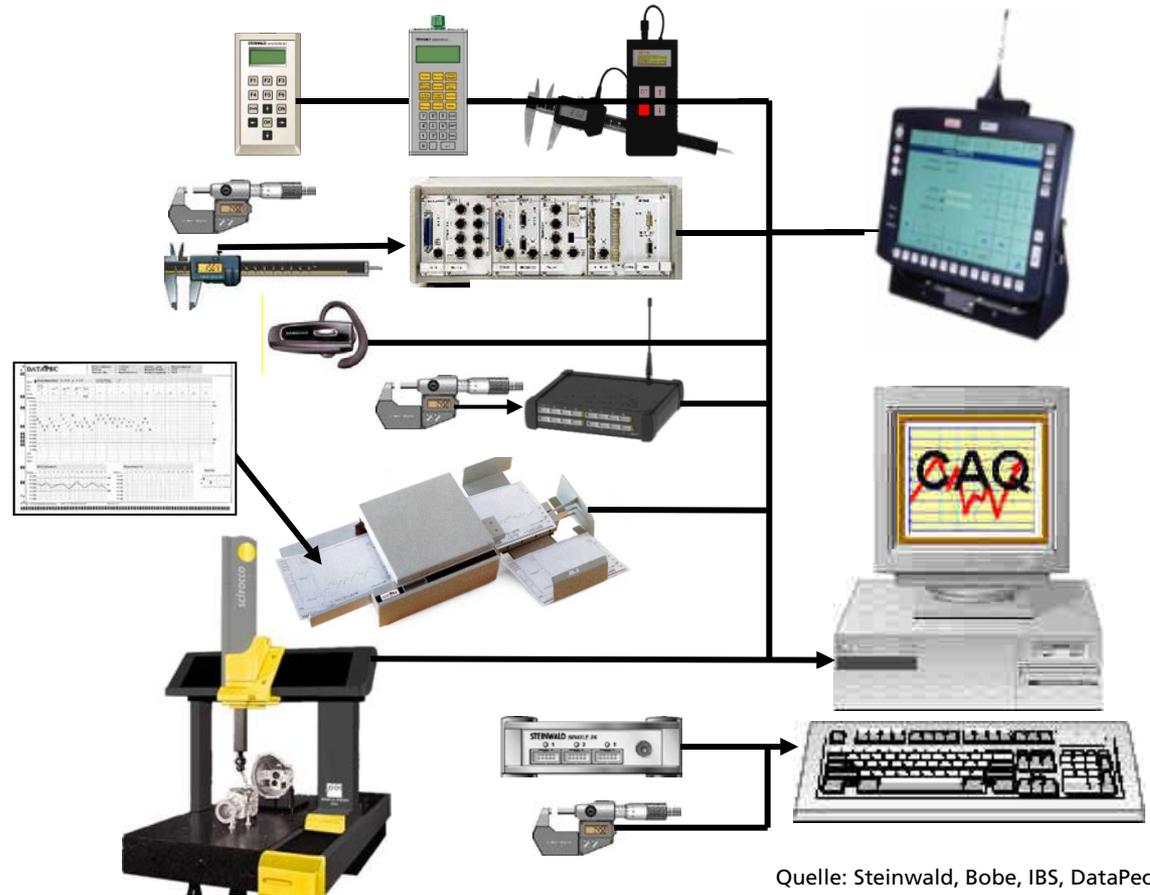
Bewertung / Nutzen:

- Basis für Verbesserungsmaßnahmen

Möglichkeiten der Prüfergebniserfassung

Die Datenerfassung in CAQ-Systemen kann über verschiedene Arten erfolgen

- Manuell über
 - Tastatur des Rechners
 - Ziffernblock
- Online über
 - Tastaturschnittstelle
 - Interfacebox
- Quasi-online über
 - Datei
 - Belegleser
- Mobil über
 - Data-Logger
 - Funk
 - Sprache

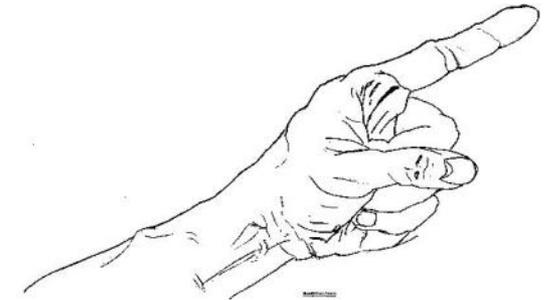


Quelle: Steinwald, Bobe, IBS, DataPec

Aktuelle Forschungsaktivitäten am Fraunhofer IPA

Berührungslose Fehlererfassung und Klassifizierung

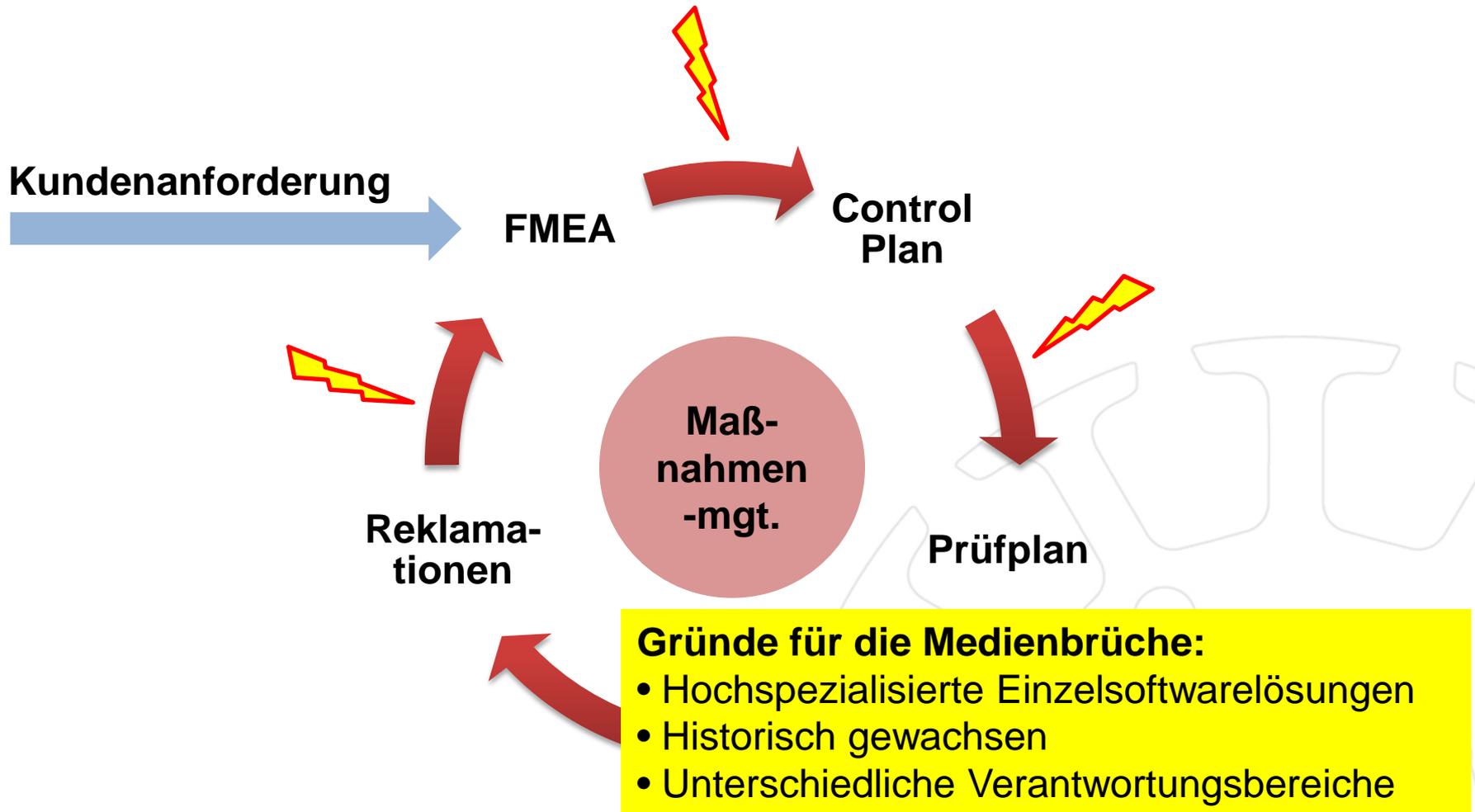
- Natürliche Interaktion mit Menschen bei der Fehlererfassung
- Integration der Microsoft Kinect mit Tiefensensor, Multiarray-Mikrofon, RGB-Kamera in industrielle Abläufe (Standardteil – ca. 120 €)
- Schnelle und natürliche Aufnahme von Fehlern durch Gestik und Sprache
- Automatisierter Anstoß von Fehlerkorrekturmaßnahmen



Fehler
lokalisieren



Fehler klassifizieren



Im Schaubild nicht berücksichtigte Module:

Zeichnungslenkung, Erstmusterprüfung, Prüfmittel-Kalibrierung, Audit, APQP

File Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

Offene Maßnahmen x +

http://rdpsrv/webmm

Meistbesucht Google Intranet OH Erste Schritte Athlonline Email K+S Flughafen Stuttgart Flybe Timetable Google Maps ING IQS V

Maßnahmenmanagement

Meine Maßnahmen

- Offene Maßnahmen
- als Verantwortlicher
- als Auftraggeber
- Alle Maßnahmen
- als Verantwortlicher
- als Auftraggeber

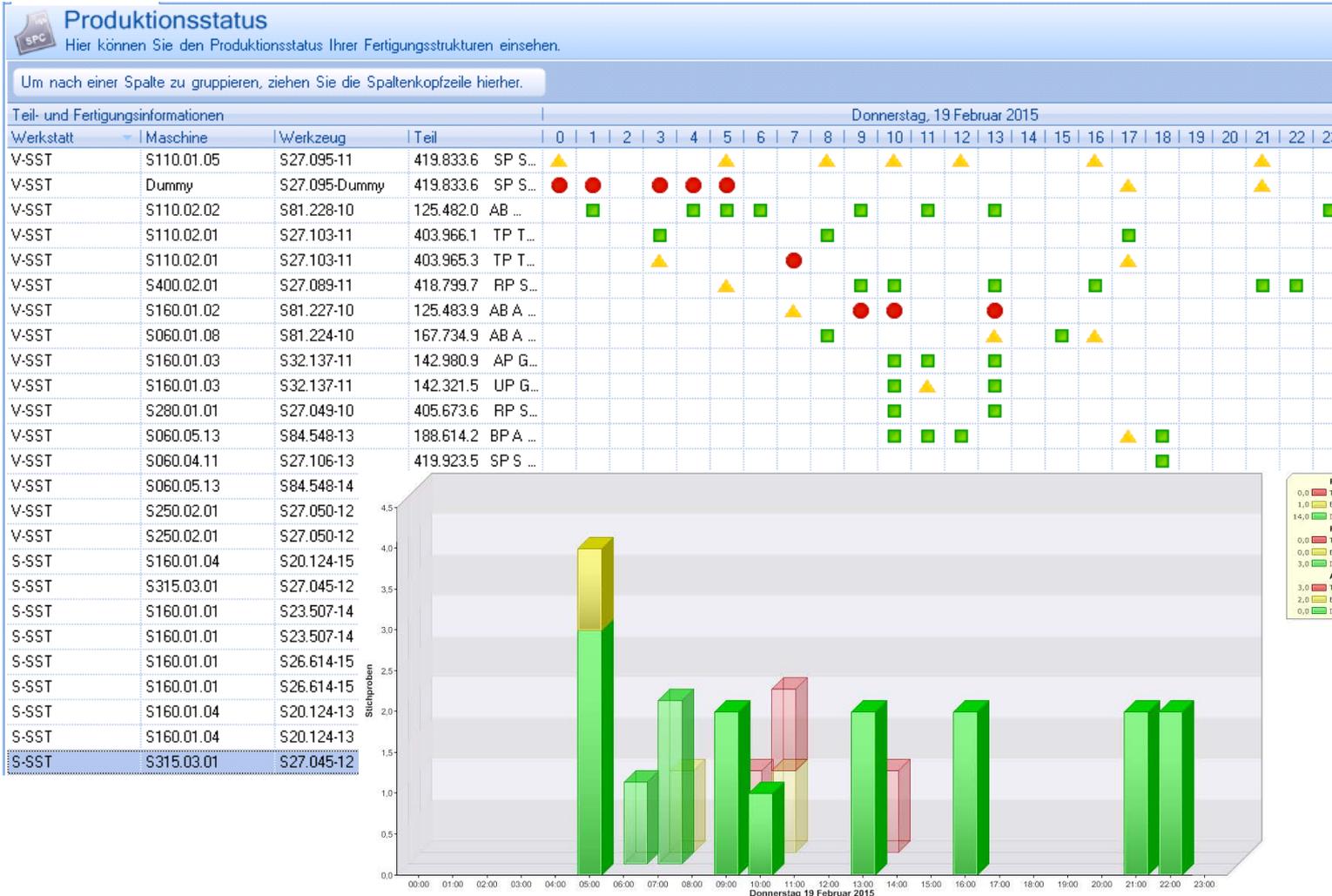
Offene Maßnahmen

Hier können Sie Ihre offenen Maßnahmen einsehen und verwalten.

S	Id	Bezeichnung	Planbeginn	Planende	Realbeginn	Realende
✓	1428	Schulung durchführen	25.09.14	26.09.14		29.09.14
✓	2097	Bitte Muster beim Kunden anfordern	29.10.14	30.10.14	29.10.14	29.10.14
✓	2097	Bitte Muster beim Kunden anfordern	29.10.14	30.10.14	29.10.14	29.10.14
?	2575	Bitte € 200 genehmigen	18.11.14	19.11.14		
✓	2730	1. Bitte Kosten genehmigen	27.11.14	28.11.14		27.11.14
✓	2731	U1. Bitte Kosten genehmigen	27.11.14	28.11.14		04.12.14
✓	2732	U2. Bitte Kosten genehmigen	27.11.14	28.11.14		27.11.14
?	2745	U3.1	27.11.14	28.11.14		
?	2746	U3.2	27.11.14	28.11.14		

CAQ-System

Auswertung/ Visualisierung



Z-Achse entspricht Legend

- Alle Verzeichnisse
 - Q-Cockpit
 - Fehlerarten
 - Befundungszeiten
 - Anzahl Reklamationen
 - Verursacher
 - Reklamationskosten
 - Automotive Kunden
 - Toleranzverletzungen

Bericht

Hier können Sie die Daten eines Berichtes bearbeiten

Zeitplan für Analyseversand verwenden

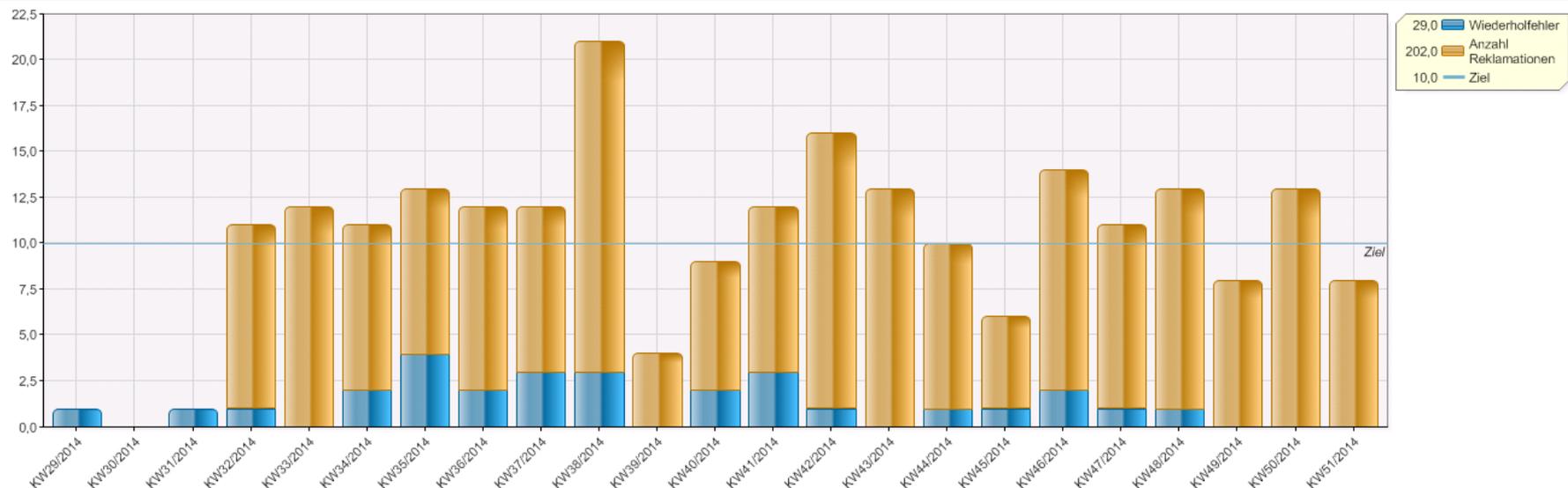
Wie soll der Zeitplan gegliedert werden ?

- Täglich
 Wöchentlich
 Monatlich
 Jährlich
- Tage Tage
- An jedem Arbeitstag

Anzahl Reklamationen

Hier können Sie die Analyse einsehen und bearbeiten

Standard    Aktuelle Ansicht



Warum ist ein integriertes CAQ-System wichtig?

→ Qualität + Effizienz

- 1. Zentrales Maßnahmenmanagement**
- 2. Verknüpfung der Methoden – Durchgängigkeit der Merkmale und Fehler**
- 4. Messdatenübernahme von Prüfmitteln/ Messmaschinen**
- 5. Papierlose Fertigung**
- 6. Eine Datenbasis für Kennzahlen, Analysen und Reporting**

Toolbox im Überblick – Theorie und Praxis

Was wollten wir Ihnen rüberbringen?

- Methodenstrategie zur Null-Fehler-Produktion
- Denken in Funktionen und Merkmalen
- Durchgängige Behandlung (Besonderer) Funktionen und Merkmale von der K-FMEA über die P-FMEA in den Control-Plan
- Wahl der geeigneten Prüfstrategie in Abhängigkeit vom Fehlerbild
- FMEA: Nutzen vs. Aufwand optimieren
- 8D ohne Ursache lohnt sich nicht
- Erst mit einem integrierten CAQ-System wird der Kreis rund