
Mit der Fehler-Prozess-Matrix (FPM) komplexe Montageprozesse nach Kosten, Qualität u. Produktivität optimieren

Vortrag bei der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ),
Regionalkreis Karlsruhe - Pforzheim - Gaggenau, 01.02.2016, Karlsruhe



Dr.-Ing. Alexander Schloske

Senior Expert Quality Management

Functional Safety Engineer ISO 26262

Leiter Stuttgarter Produktionsakademie

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA



**Stuttgarter
Produktionsakademie**
Fraunhofer IPA | Universität Stuttgart

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 (2015):

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



66 Institute an
rund 40 Standorten



24.000 Mitarbeiter

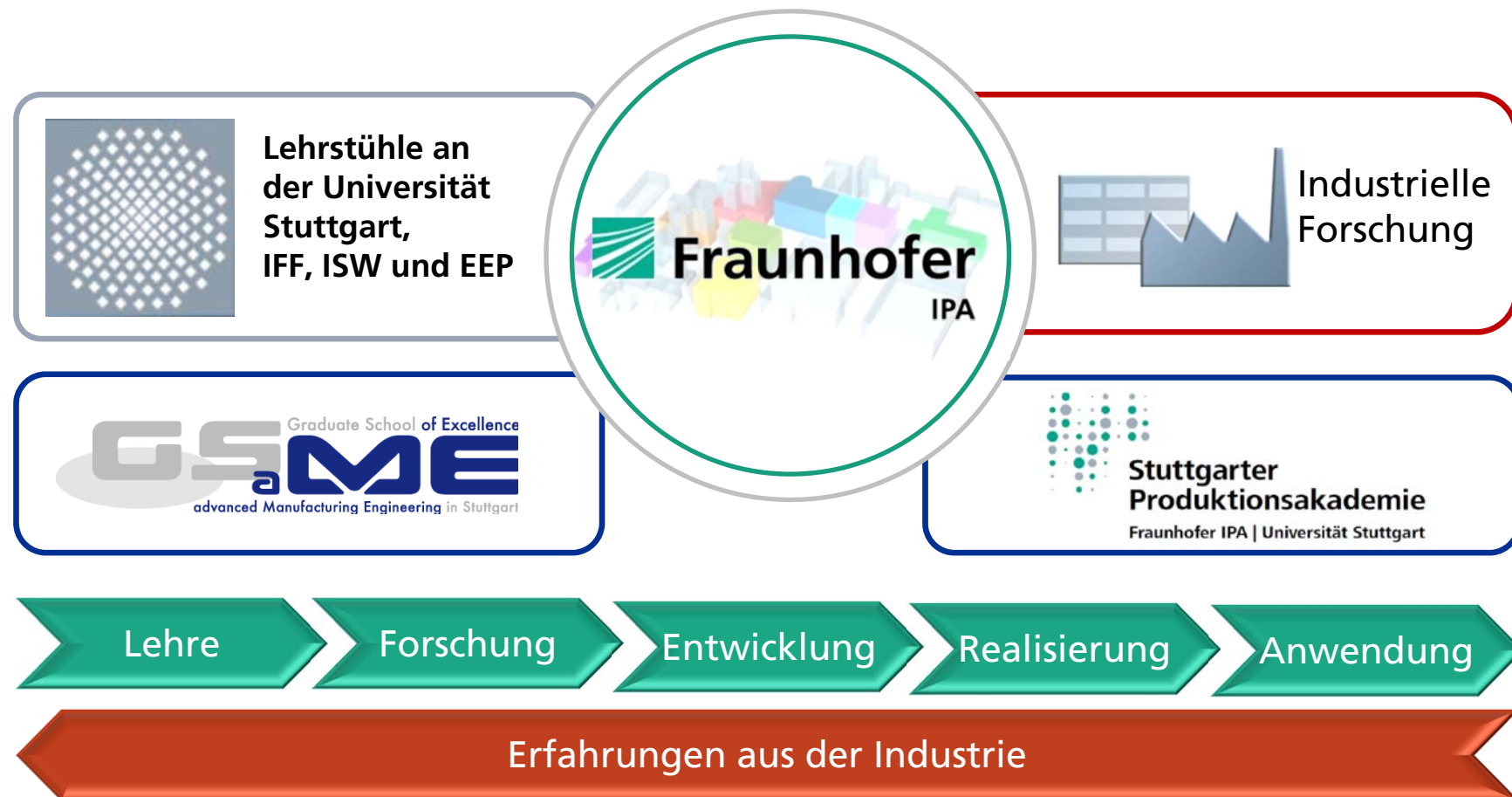


2,0 Mrd. € Budget



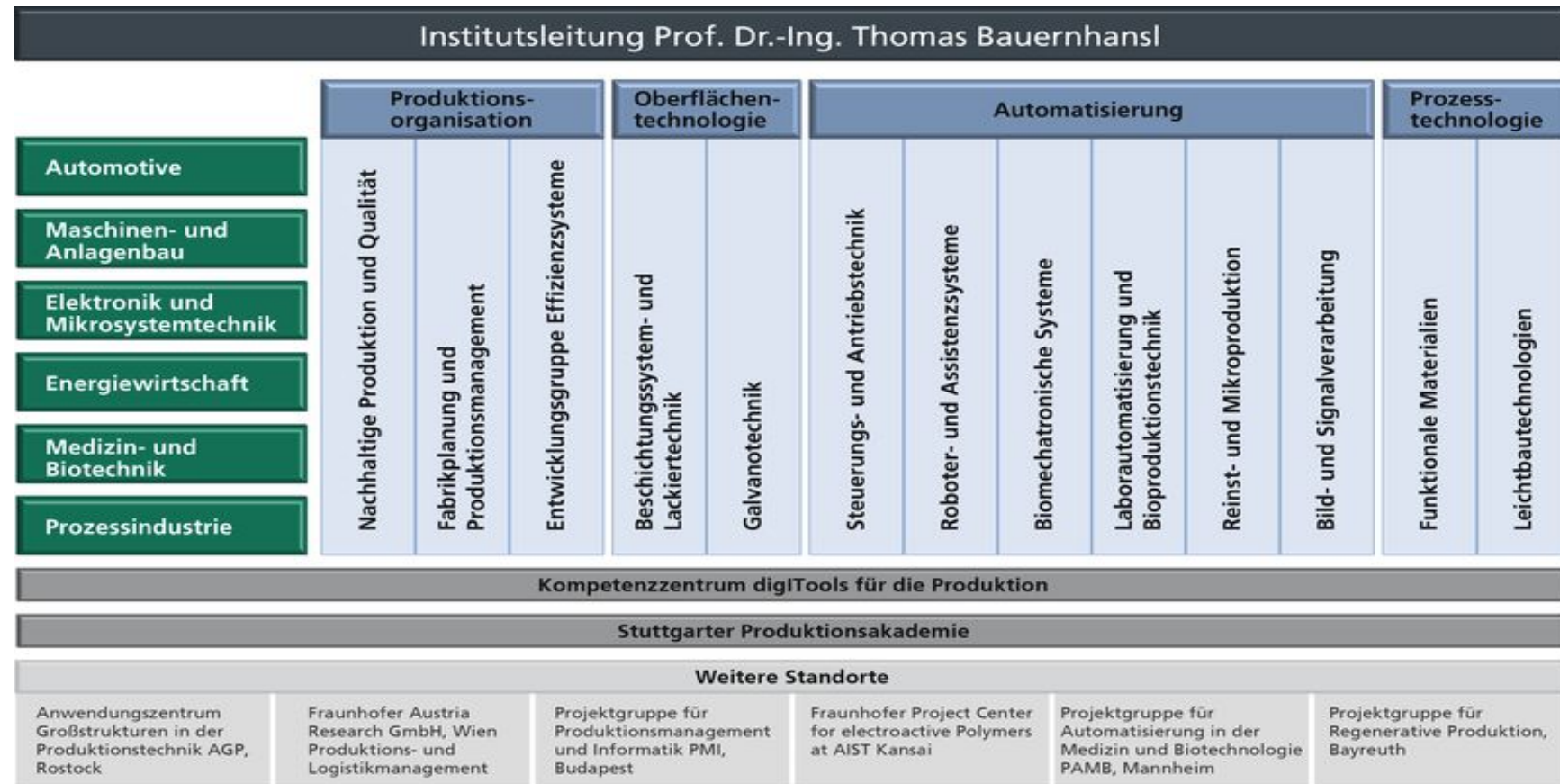
Vernetzung von Wissenschaft und Praxis

Fraunhofer IPA als Basis für den Wissenstransfer



Vorstellung

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart



Stand: 04.2015

Vorstellung Fraunhofer IPA

Bionischer Handlingsassistent

Zukunftspreis 2010 (zusammen mit Festo)



Vorstellung Fraunhofer IPA

Entwicklung innovativer Windenergieanlagen



Automatisch
gesteuerte Kites



Mono-Schienen-System
wie bei Achterbahnen



Vorstellung Fraunhofer IPA

Tissue-Factory zur automatisierten Produktion von Hautzellen



Stuttgarter Produktionsakademie

Komplettanbieter für Weiterbildung zum Thema „Industrielle Produktion“



- Die Stuttgarter Produktionsakademie gGmbH ist eine offene und nicht gewinnorientierte 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.

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



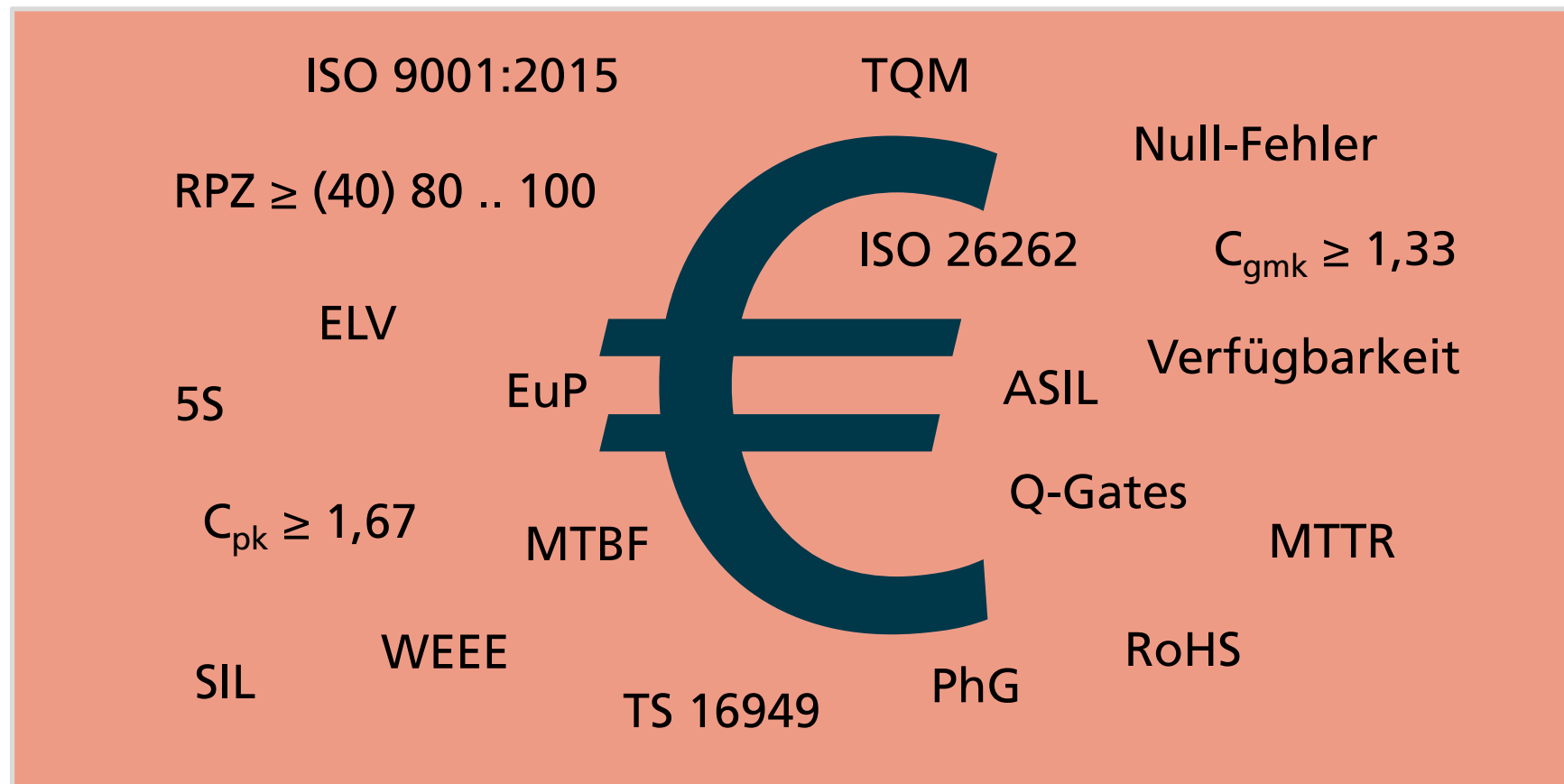
Agenda – Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Optimierung von komplexen Montageprozessen nach Kosten, Qualität und Produktivität

- Ziele der Null-Fehler-Produktion gestern und heute
- Vision einer wirtschaftlichen Null-Fehler-Produktion entlang der Supply-Chain
- Die FPM zur gesamtheitlichen Optimierung von Montageprozessen nach Kosten, Qualität und Produktivität - Step by Step
- Zusammenspiel zwischen FPM und bewährten Methoden des Qualitätsmanagements
- Anwendungsbeispiele und Einsatzbereiche der FPM
- Kopplung der FPM mit Simulations-Tools
- Ergebnisse, Nutzen und Aufwand der FPM

Problemstellung

Gesetzes-, Normen- und Kennzahlendschungel



Zielsetzung von Unternehmen

Wertschöpfung

Wertschöpfung ist das primäre Ziel eines jeden Unternehmens:

- Erhöhung der Produktwertigkeit und/oder des Gewinns
 - Quality Function Deployment (QFD)
 - Wertanalyse (WA)
- Ressourceneffizienz / Kosteneffizienz
 - Materialeffizienz
 - Energieeffizienz
 - Personaleffizienz
 - Maschinen-/Anlageneffizienz
 - -> z.B. Null-Fehler-Produktion, Prozessoptimierung
- Wertschöpfung / Amortisation muss einfach und schnell darstellbar sein!

These

Wertschöpfende Analyse-Methoden

Analyse-Methoden müssen am Unternehmenserfolg ausgerichtet werden.

Zukünftige Analyse-Methoden müssen

- schnell (snapshot-Methode)
- lean (ressourcenarm)
- phasenbezogen anwendbar
- systemübergreifend denkend
- entscheidungsunterstützend
- nachvollziehbar
- und für Manager verständlich werden.

Analyse-Methoden müssen als „Enabler“ die „Results“ positiv beeinflussen.

Lösungsansatz

Wertschöpfende Konzepte und Methoden

Prozesseffizienz- und Prozess-
effektivitätsbewertung (PE²)

Total Energy Efficiency
Management (TEEM)

Wertstromdesign (WSD)

Administrativer
Wertstrom (AWSD)

**Fehler-Prozess-
Matrix (FPM)**

Wertanalyse (WA)

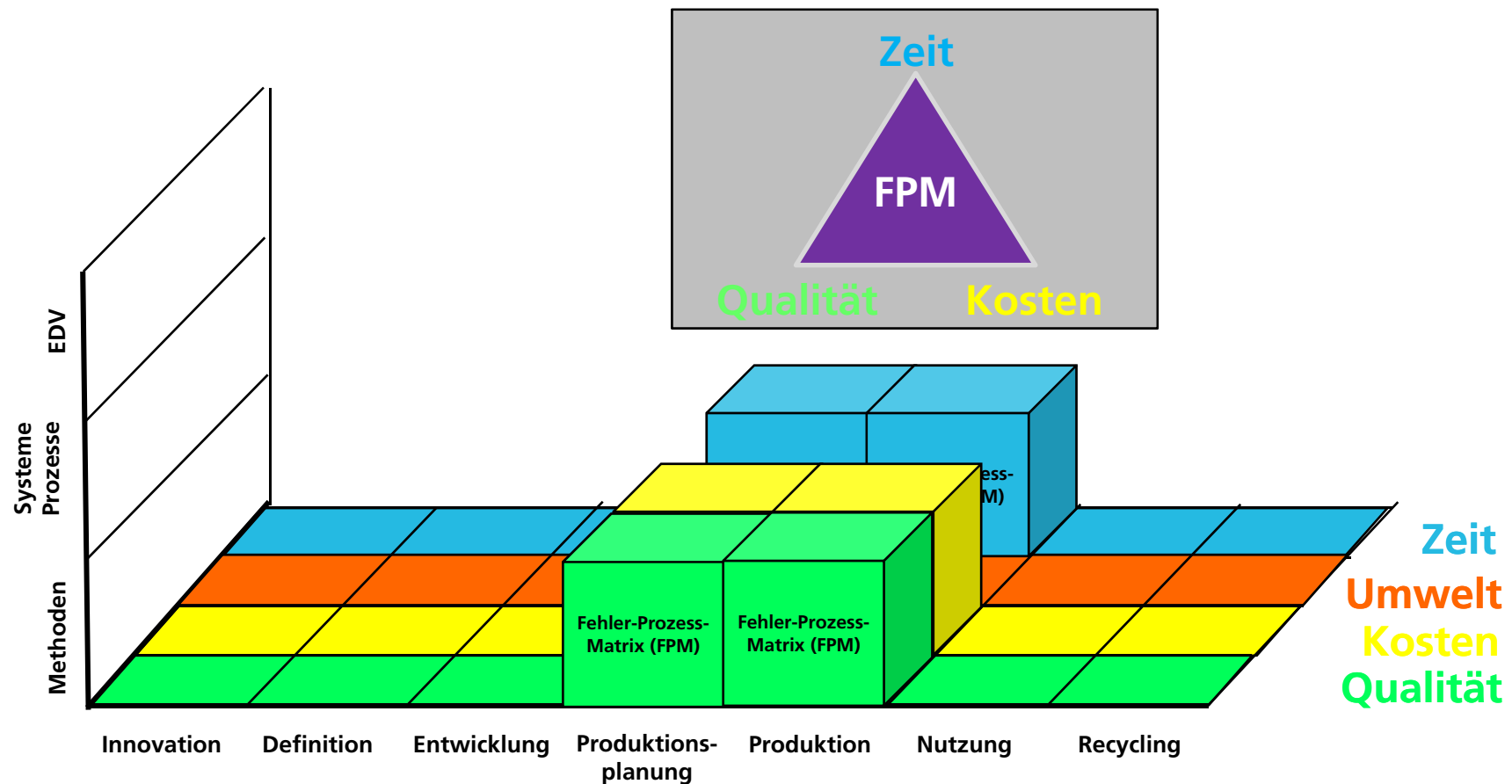
Total Cost of Ownership (TCO)

Life Cycle Cost (LCC)

Overall Equipment
Effectiveness (OEE)

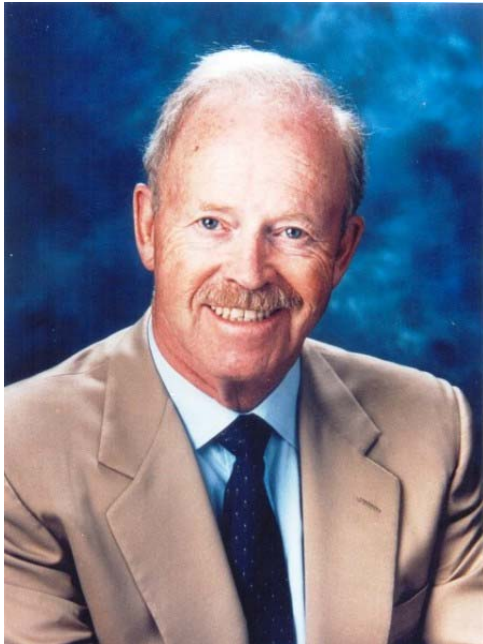
Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Fokusübergreifende Methode zur Optimierung komplexer Montageprozesse nach Zeit, Kosten und Qualität



Null-Fehler-Produktion

Der „Vater“ der Null-Fehler-Produktion



**Philip B. Crosby
(1926*-2001†)
Amerikanischer
Unternehmensberater**

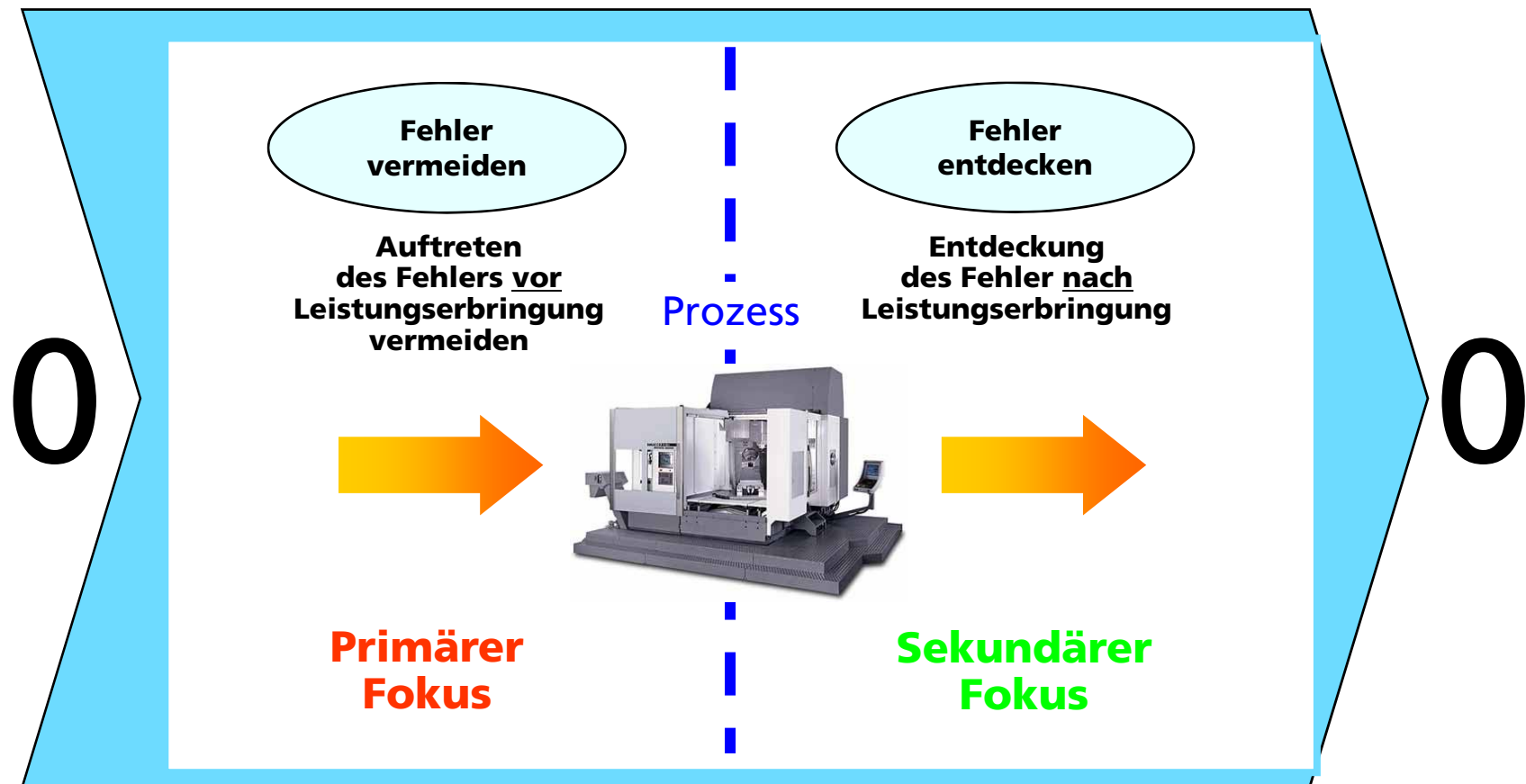
- **„Quality is free“**
- **„Qualität kostet nichts. Aber sie wird einem auch nicht geschenkt.“**
- **„Warum sollten Unternehmen viel Zeit und Geld mit dem Aufspüren, Definieren und Bekämpfen von Fehlern vergeuden, wenn es möglich ist, deren Auftreten von vornherein zu verhindern?“**

Quelle: www.zitate.de

16

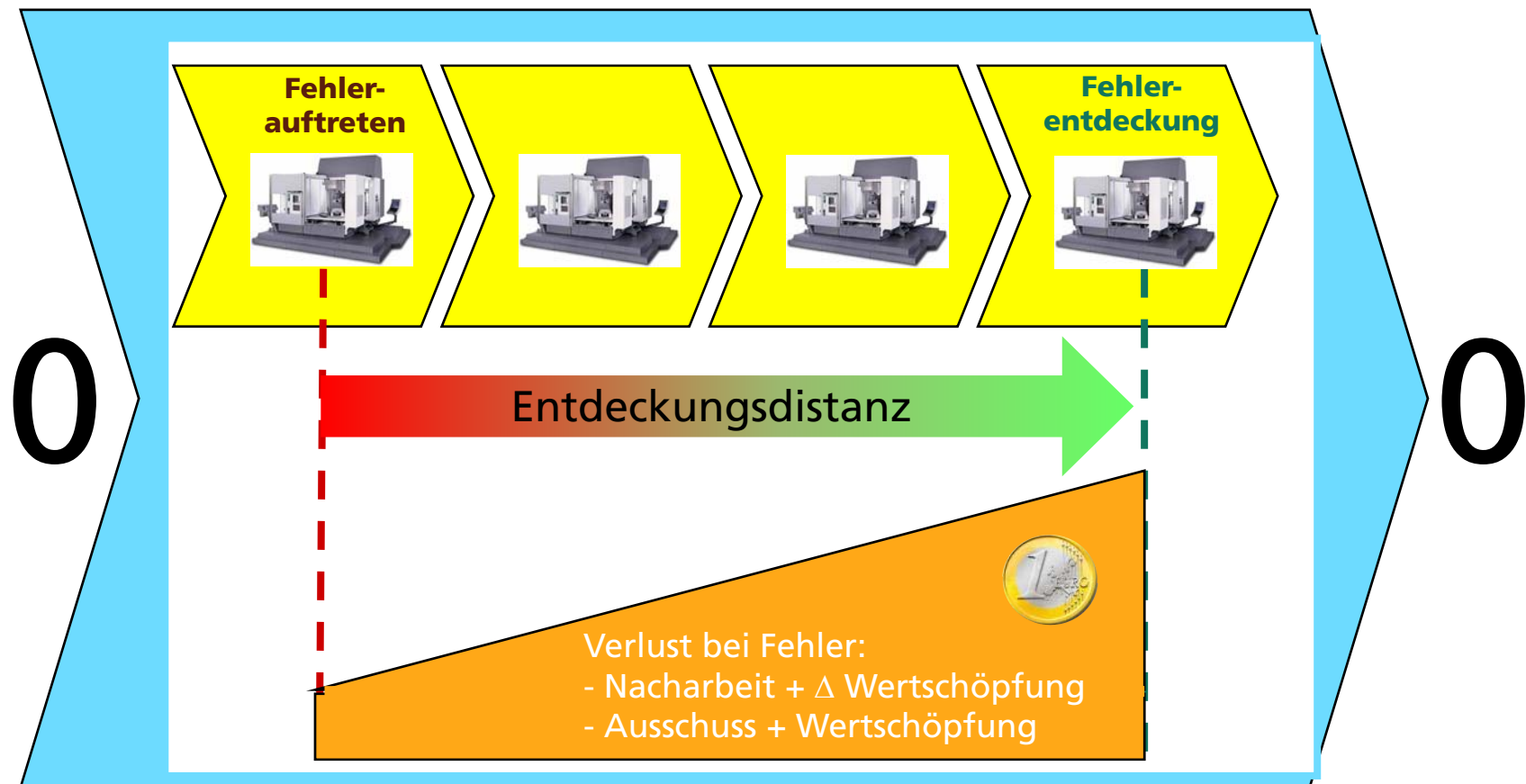
Null-Fehler-Produktion

Ziele



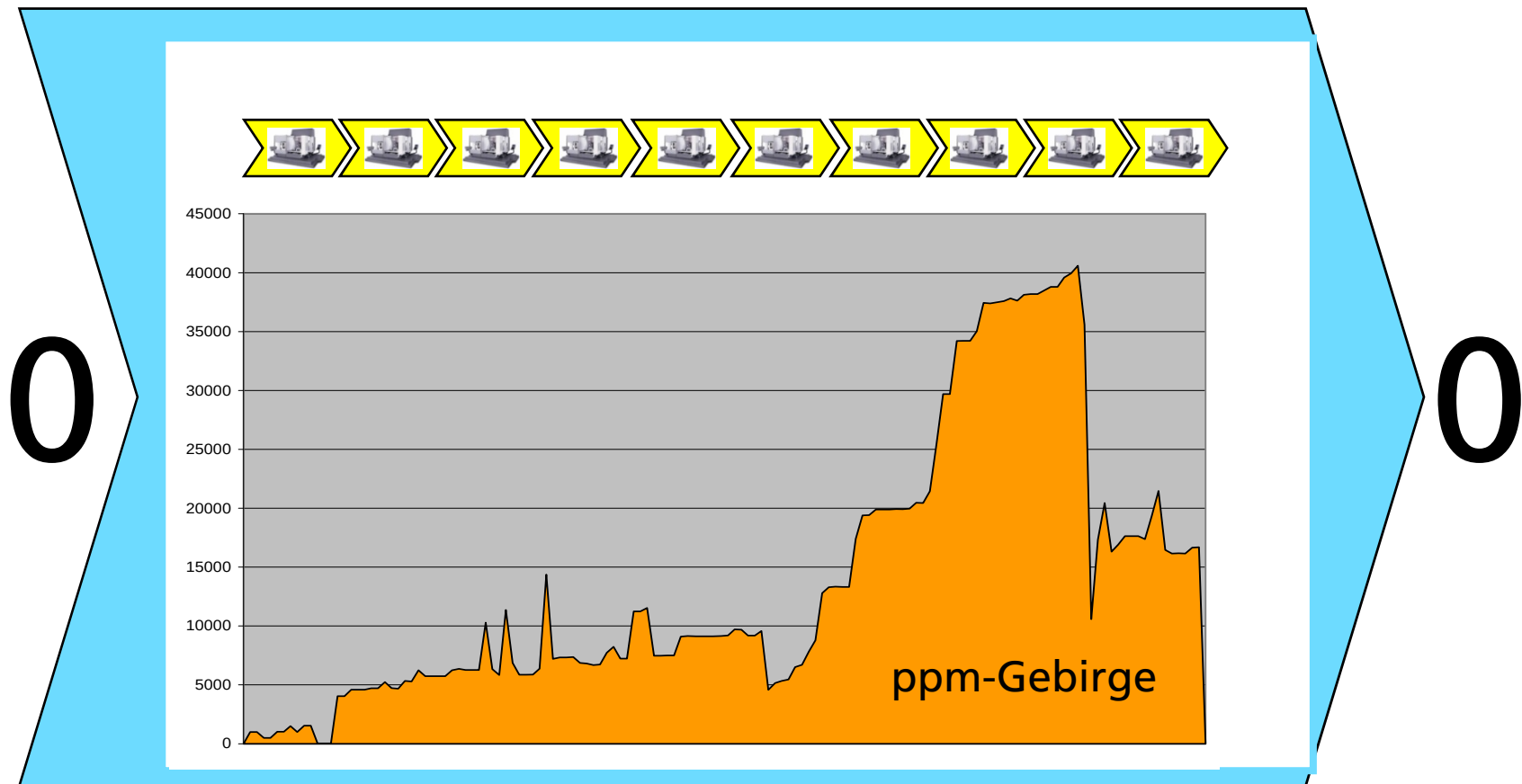
Null-Fehler-Produktion

Alles eine Frage der Systemgrenze?



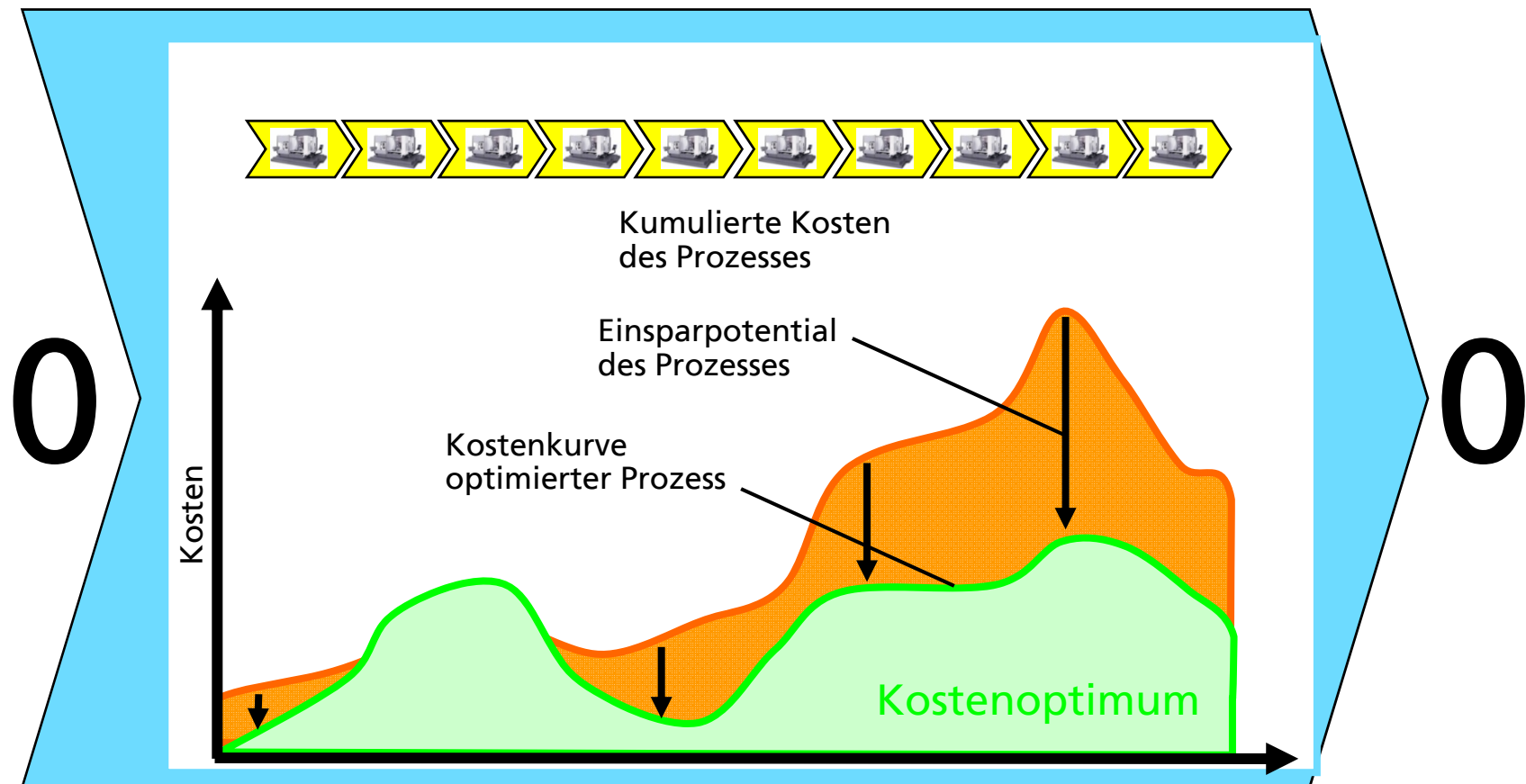
Null-Fehler-Produktion

Alles eine Frage der Systemgrenze?



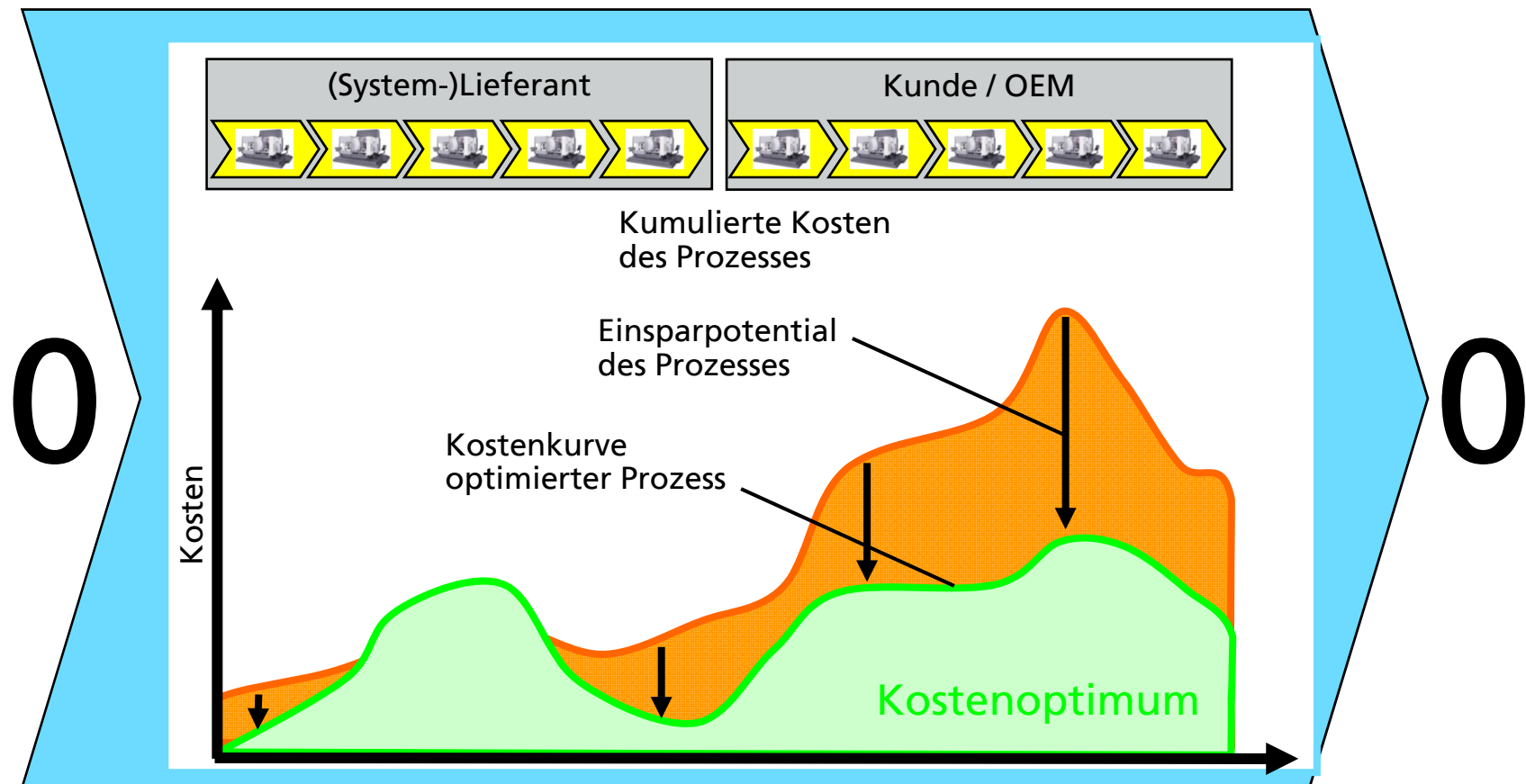
Null-Fehler-Produktion

Kostenoptimum als erweitertes Ziel einer wirtschaftlichen Null-Fehler-Produktion



Null-Fehler-Produktion

Kostenoptimum über Systemgrenzen hinweg



Wirtschaftliche Null-Fehler-Produktion

Die „Väter“ der Fehler-Prozess-Matrix (FPM) im Jahr 2004



Dr.-Ing. Alexander Schloske
Abteilungsleiter
Produkt- und
Qualitätsmanagement
Fraunhofer-IPA, Stuttgart



Dipl.-Ing. Jürgen Henke
Gruppenleiter
Produkt- und
Qualitätsmanagement
Fraunhofer-IPA, Stuttgart

Verantwortlich am FhG-IPA für
die FPM-Weiterentwicklung



Dipl.-Ing. (FH) Wolfram Albrecht
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Produkt- und Qualitätsmanagement
Fraunhofer-IPA, Stuttgart



Dipl.-Ing. Dieter Asböck
Qualitätslenkung
Sondermotoren
BMW Group, München



Neue wertschöpfende (QM-)Methoden

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Die Fehler-Prozess-Matrix (FPM) ist eine neue Methode zur schnellen Analyse und gesamtwirtschaftlichen Optimierung komplexer Montageprozesse.

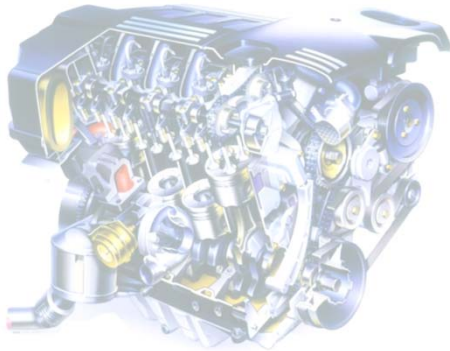
Fraunhofer IPA
Institut Produktionstechnik und Automatisierung
(exemplarische Werte)

Teil	Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
Teil 1	vergessen	4				1	1		
Teil 1	vertauscht	PY							
Teil 2	verdreht		7		10				
Teil 3	beschädigt			7					6
Teil 3	vertauscht			7					
Teil 4	doppelt montiert				PY				
Teil 5	falsche Montage						6	1	

- 2004 vom FhG IPA für die BMW AG entwickelt
- seit 2005 ähnliche Methodik bei der BOSCH GmbH unter dem Begriff Qualitäts-Absicherungs-Matrix (QAM) bzw. „Firewall“ in Anwendung
- bereits heute in vielen Branchen und Unternehmen (BSH, Hettich, Siegenia-Aubi, ...) etabliert bzw. in der Einführung
- 2008 vom FhG IPA auch für nicht produzierende Bereiche zur Prozesseffizienz- und -effektivitätsmessung (PE²) weiter entwickelt

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Lösungsansatz und Entwicklung



 **Fraunhofer**
Institut
Produktionstechnik und
Automatisierung

- Prozessschrittorientierte Zuordnung und Bewertung von Fehlern (analog zur FMEA)
 - Auftretenswahrscheinlichkeit
 - Entdeckungswahrscheinlichkeit
- Zuordnung von Produktionszahlen
- Ermittlung entdeckter fehlerhafter bzw. durchschlüpfender fehlerhafter Einheiten
- Zuordnung von Kostenaspekten
 - intern: Ausschuss und Nacharbeit
 - extern: Gewährleistung und Kulanzkosten
- Gesamtheitliche Planung von Maßnahmen unter Qualitäts-, Kosten- und Produktivitätsaspekten

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

 Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung		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

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

Auftreten	
10	jede Einheit
9	einmal / Stunde
8	einmal / Tag
7	einmal / Woche
6	einmal / Monat
5	einmal / Quartal
4	einmal / halbem Jahr
3	einmal / Jahr
2	über 1 Jahr her
1	keine Erinnerung

Entdeckung		
10	gar nicht	0,0%
9	sehr niedrig	25,0%
8	niedrig	50,0%
7	niedrig	75,0%
6	mäßig	90,0%
5	mäßig	95,0%
4	mäßig	97,5%
3	hoch	99,0%
2	sehr hoch	99,5%
1	sicher	100,0%

		Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	Prozessschritt 7	Prozessschritt 8	Prozessschritt 9	Prozessschritt 10
Teil	Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2		
Teil 1	vergessen	4				1	1				
Teil 1	vertaucht	PY									
Teil 1	montiert		7								
Teil 4	montiert										
Teil 5	falsche Montage						6	1			

Welche Fehler können in meinem Prozessschritt auftreten ?

Wo im weiteren Prozessablauf kann der Fehler entdeckt werden ?

Mit welcher Häufigkeit wird der Fehler bei mir auftreten ?

Gibt es Poka-Yoke-Absicherungen ?

Mit welcher Wahrscheinlichkeit lässt sich der Fehler entdecken ?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

Einheiten / Schicht	460											
Stunden / Schicht	8											
Schichten / Tag	3											
Produktionstage / Woche	5											
Produktionstage / Jahr	250											
Durchschlupf			100,0%	99,5%	99,0%	97,5%	95,0%	90,0%	75,0%	50,0%	25,0%	0,0%
Potentiell defekte Einheiten pro Tag	Potentiell defekte Einheiten pro Jahr	A / E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,000	0,1	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
0,001	0,2	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
0,001	0,3	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3
0,003	0,7	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
0,006	1,4	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,7	1,0	1,4
0,017	4,2	6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	1,0	2,1	3,1	4,2
0,067	16,7	7	0,0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,7	4,2	8,3	12,5	16,7
0,333	83,3	8	0,0	0,4	0,8	2,1	4,2	8,3	20,8	41,7	62,5	83,3
8,000	2000,0	9	0,0	10,0	20,0	50,0	100,0	200,0	500,0	1000,0	1500,0	2000,0
1380,000	345000,0	10	0,0	1725,0	3450,0	8625,0	17250,0	34500,0	86250,0	172500,0	258750,0	345000,0

Anzahl der durchschlüpfenden fehlerhaften Einheiten/Jahr
beim Auftreten A = 7 und der Entdeckung E= 6

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

Einheiten / Schicht	460											
Stunden / Schicht	8											
Schichten / Tag	3											
Produktionstage / Woche	5											
Produktionstage / Jahr	250											
Entdeckung			100,0%	99,5%	99,0%	97,5%	95,0%	90,0%	75,0%	50,0%	25,0%	0,0%
Potentiell defekte Einheiten pro Tag	Potentiell defekte Einheiten pro Jahr	A / E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,000	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
0,001	0,2	2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
0,001	0,3	3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0
0,003	0,7	4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,0
0,006	1,4	5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,0	0,7	0,3	0,0
0,017	4,2	6	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	3,8	3,1	2,1	1,0	0,0
0,067	16,7	7	16,7	16,6	16,5	16,3	15,8	15,0	12,5	8,3	4,2	0,0
0,333	83,3	8	83,3	82,9	82,5	81,3	79,2	7,0	62,5	41,7	20,8	0,0
8,000	2000,0	9	2000,0	1990,0	1980,0	1950,0	1900,0	1800,0	1500,0	1000,0	500,0	0,0
1380,000	345000,0	10	345000,0	343275,0	341550,0	336375,0	327750,0	310500,0	258750,0	172500,0	86250,0	0,0

Anzahl der im Werk entdeckten fehlerhaften Einheiten/Jahr
beim Auftreten A = 7 und der Entdeckung E= 6

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

 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
Teil 1	vergessen	4				1	1		
Teil 1	vertauscht	PY							
Teil 2	verdreht		7		10				
Teil 3	beschädigt			7					6
Teil 3	vertauscht			7					
Teil 4	doppelt montiert				PY				
Teil 5	falsche Montage						6	1	

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

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)
				S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
				4				1	1		
				PY							
J	Teil 2	verdreht			7		10				
J	Teil 3	beschädigt				7					6
J	Teil 3	vertauscht				7					
N	Teil 4	doppelt montiert					PY				
N	Teil 5	falsche Montage							6	1	

Kann der Fehler zum Kunden durchschlüpfen?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

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)
				Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3
			gerissen	4				1	1		
			vertauscht	PY							
	J	Teil 2	verdreht		7		10				
15,0	J	Teil 3	beschädigt			7					6
	J	Teil 3	vertauscht			7					
	N	Teil 4	doppelt montiert				PY				
1,4	N	Teil 5	falsche Montage						6	1	

Wie viel fehlerhafte Teile werden noch im Werk entdeckt?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

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)
				Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
				vergessen	4				1	1		
				vertauscht	PY							
16,7		J	Teil 2	verdreht		7		10				
1,7	15,0	J	Teil 3	beschädigt			7					6
16,7		J	Teil 3	vertauscht			7					
		N	Teil 4	doppelt montiert				PY				
	1,4	N	Teil 5	falsche Montage						6	1	

Wieviel fehlerhafte Teile werden zum Kunden gelangen?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

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)
					Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
					vergessen	4				1	1		
					vertauscht	PY							
	0,7		J	Teil 2	verdreht		7		10				
200	1,7	15,0	J	Teil 3	beschädigt			7					6
	16,7		J	Teil 3	vertauscht			7					
			N	Teil 4	doppelt montiert				PY				
10		1,4	N	Teil 5	falsche Montage						6	1	

Welche Ausschuss- u. Nacharbeitskosten treten bei dem Fehler je Teil auf?

Welche Ausschuss- u. Nacharbeitskosten treten bei dem Fehler je Teil auf?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

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
					Teil 1	vergessen	4				1	1		
					Teil 1	vertauscht	PY							
2.000		16,7		J	Teil 2	verdreht		7		10				
4.000	200	1,7	15,0	J	Teil 3	beschädigt			7					6
100		16,7		J	Teil 3	vertauscht			7					
				N	Teil 4	doppelt montiert				PY				
	10		1,4	N	Teil 5	falsche Montage						6	1	

Welche G&K-Kosten treten bei dem Fehler je Teil auf?

Welche G&K-Kosten treten bei dem Fehler je Teil auf?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

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)
								S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
					J/N	Teil	Fehler								
					N	Teil 1	vergessen	4				1	1		
					N	Teil 1	vertauscht	PY							
2%	2.000		16,7		J	Teil 2	verdreht		7		10				
50%	4.000	200	1,7	15,0	J	Teil 3	beschädigt			7					6
1%	100		16,7		J	Teil 3	vertauscht			7					
					N	Teil 4	doppelt montiert				PY				
		10		1,4	N	Teil 5	falsche Montage						6	1	

Mit welcher Wahr-
scheinlichkeit werden
die Folgen des
Fehlers eintreten?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

G&K-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
						N	Teil 1	vergessen	4				1	1		
						N	Teil 1	vertauscht	PY							
668	2%	2.000		16,7		J	Teil 2	verdreht		7		10				
3.400	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				
			10		1,4	N	Teil 5	falsche Montage						6	1	

Welche G&K-Kosten werden pro Jahr anfallen?

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

Ausschuss/Nacharbeit (Kosten / Jahr)	G&K-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?	 Institut Produktionstechnik und Automatisierung (exemplarische Werte)		Prozeßschritt 1	Prozeßschritt 2	Prozeßschritt 3	Prozeßschritt 4	Prüfschritt 1 (Lecktest)	Prozeßschritt 5	Prozeßschritt 6	Prüfschritt 2 (Kalttest)
										S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
						0,7	N	Teil	Fehler	4				1	1		
							N	Teil 1	vergessen	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	

Welche Ausschuss-
u. Nacharbeitskosten
werden pro Jahr
anfallen?

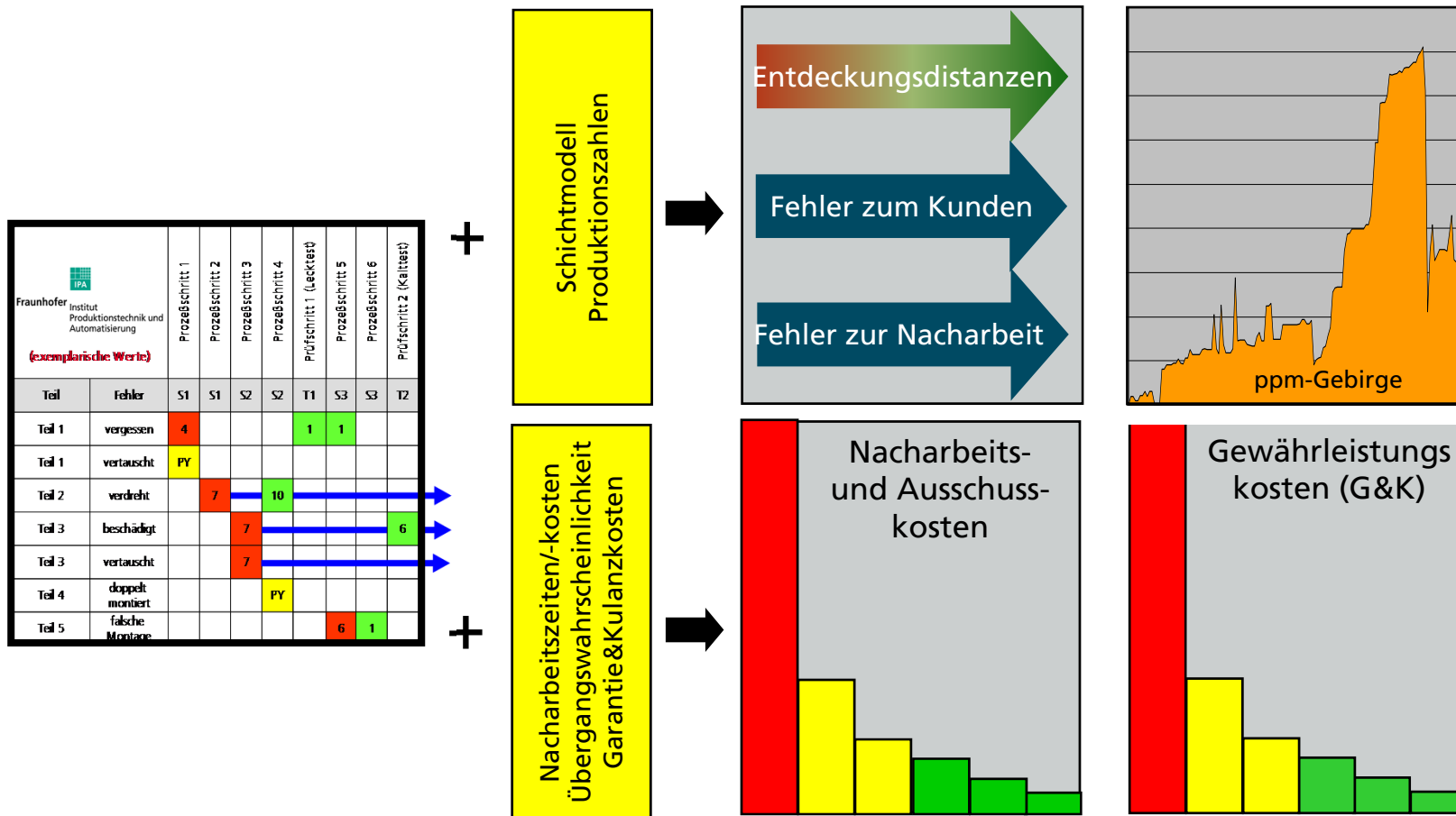
Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vorgehensweise

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)
										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	

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Integrierte ppm- und Kostenanalyse



Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Kombination mit Simulationstool (EM-Plant) zur Produktivitätsanalyse

Fraunhofer IPA
Institut Produktionstechnik und Automatisierung
(exemplarische Werte)

		Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prüfschritt 1 (Lecktest)	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	
Teil	Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
Teil 1	vergessen	4				1	1		
Teil 1	vertauscht	PY							
Teil 2	verdreht		7		10				
Teil 3	beschädigt			7					6
Teil 3	vertauscht			7					
Teil 4	doppelt montiert				PY				
Teil 5	falsche Montage						6	1	

+

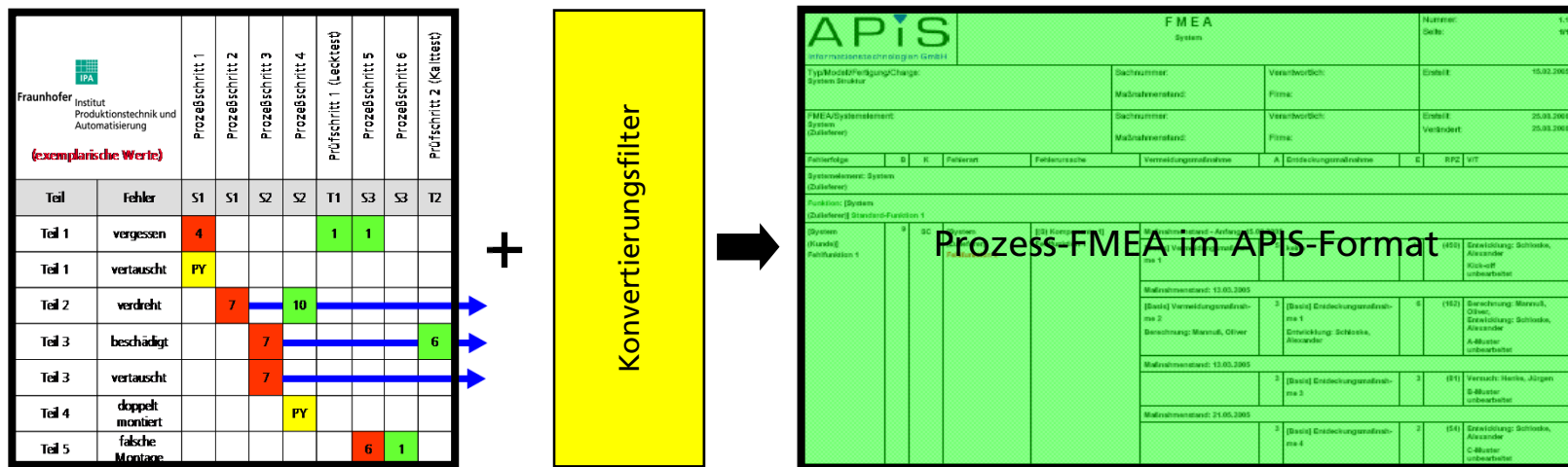
Prozessmodel (z.B. EM-Plant)
Prozessänderungen
Prüfkettenänderungen



Quelle: BMW AG

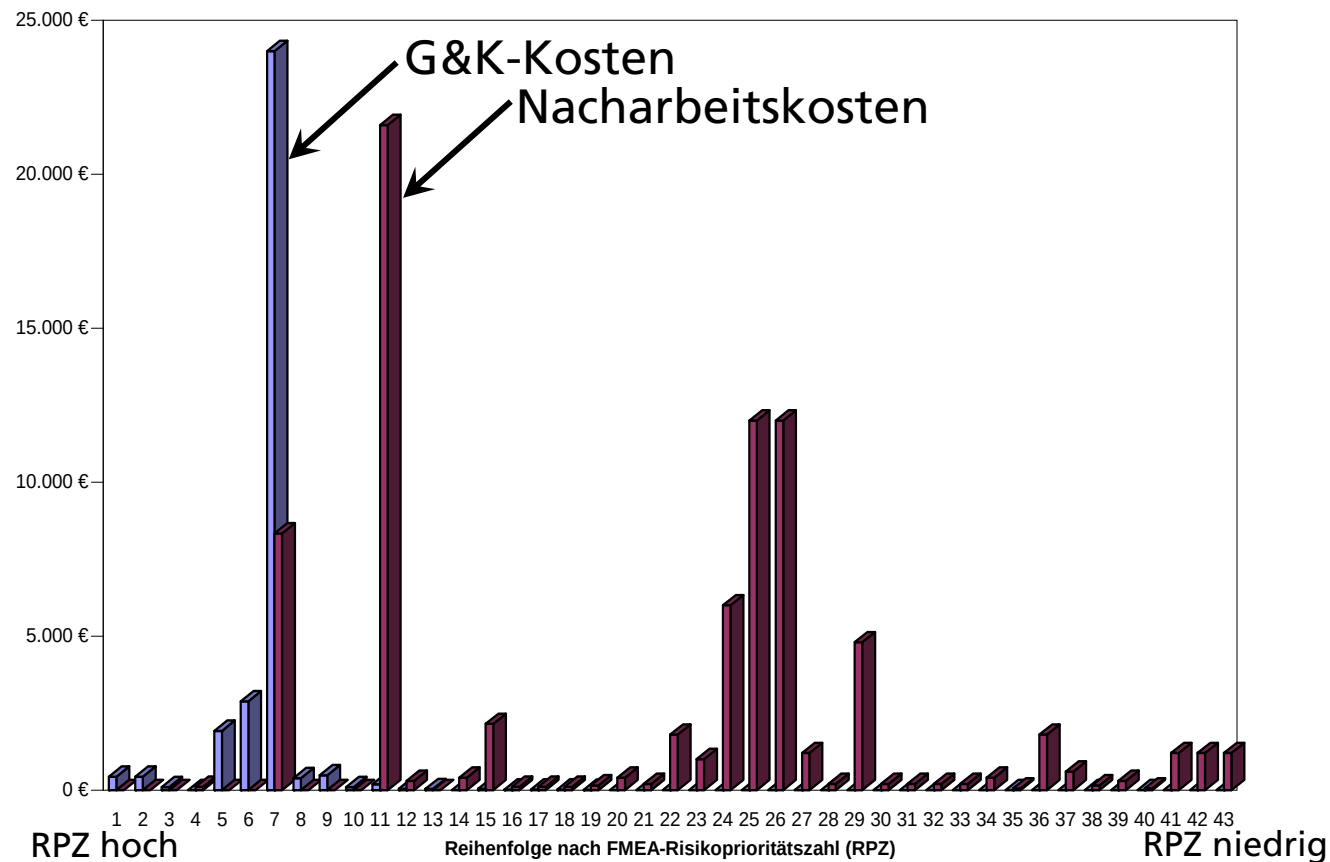
40

Konvertierung von FPM-Daten in FMEAs



Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Vergleich zwischen FPM- und FMEA-Analyse

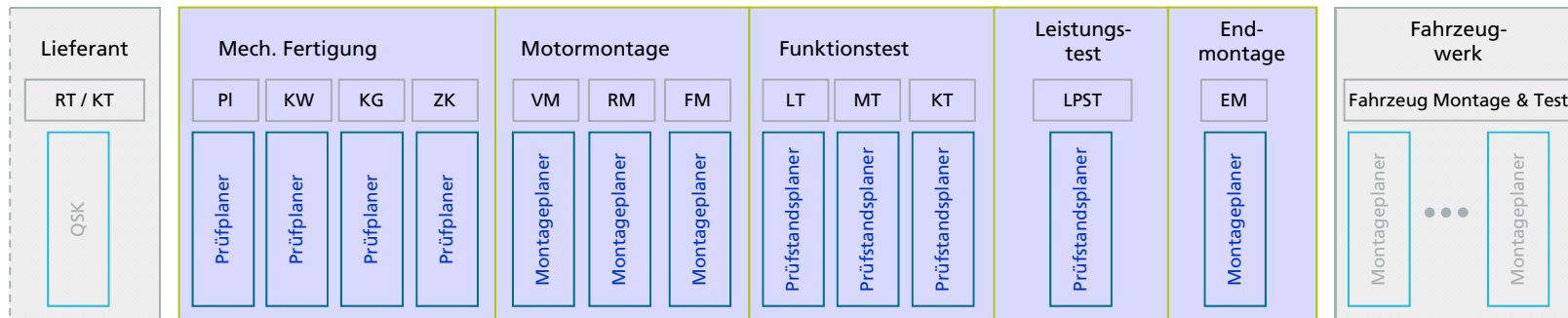


Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Durchgängige Anwendung bei der BMW AG

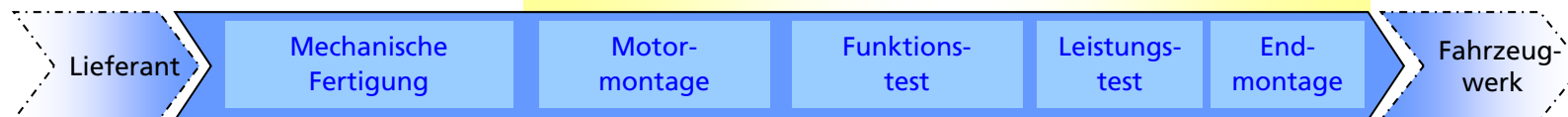
Bisheriger Ansatz

- In sich abgeschlossene Prüfplanung je Gewerk



Neuer Ansatz „Durchgängige Prüfkette“

- Durchgängiges Prüfkonzept Motor vom Kaufteil bis zum Fahrzeugwerk
- Optimierung des Prüfkonzepts unter Kosten- und Qualitätsaspekten



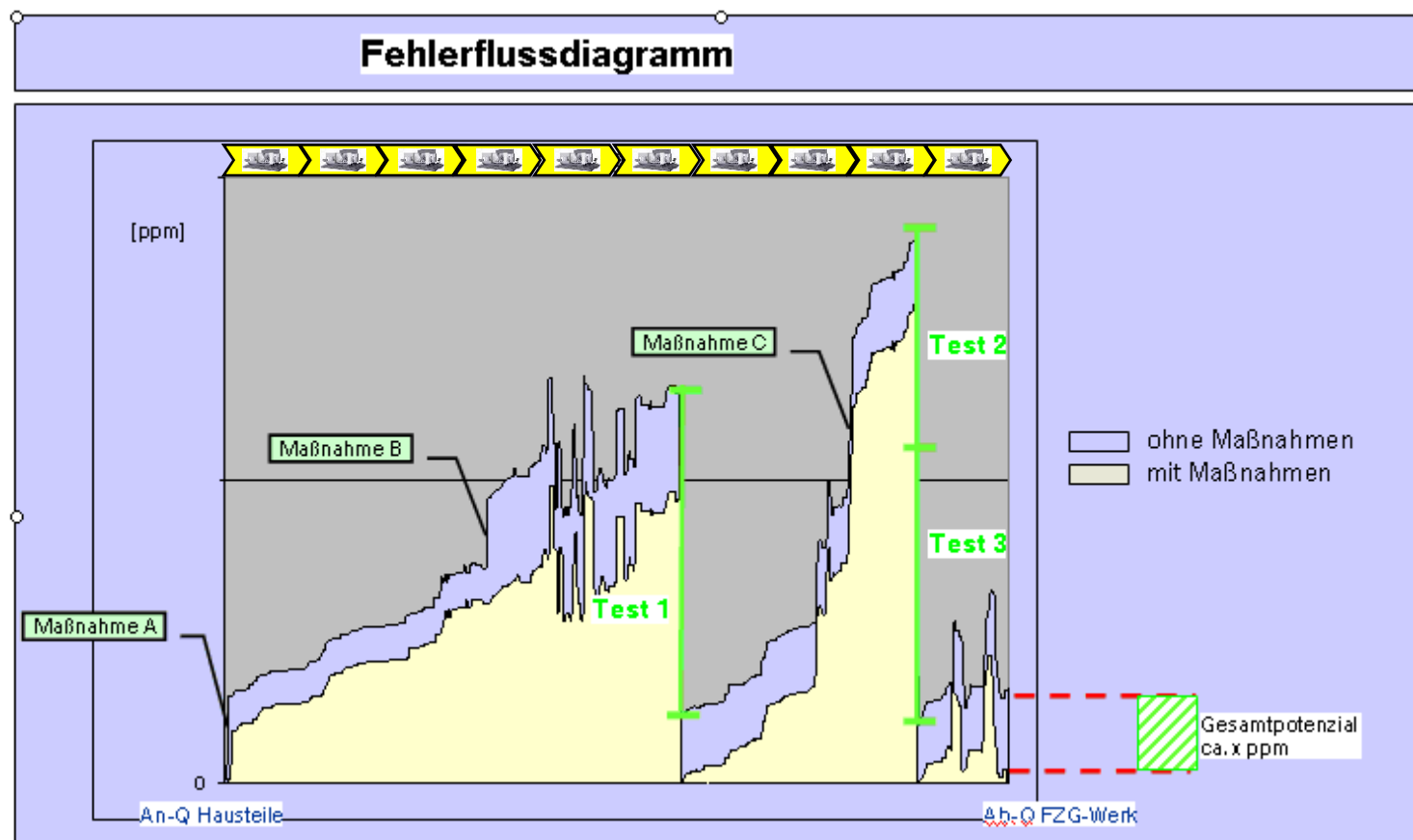
2005: 4-Zylinder Dieselmotor
 2006: 8-Zylinder Ottomotor (Turbo)
 2007: 6-Zylinder Ottomotor (TÜ)
 2008: 12-Zylinder Ottomotor (Turbo)
 2009: 6-Zylinder-Ottomotor (Turbo)
 2010: 4-Zylinder-Ottomotor (Turbo)

Die Fehler-Prozess-Matrix (FPM) hat sich bei der BMW AG in mehreren Projekten bewährt und ist Planungsstandard für zukünftige Motorenprojekte

Quelle: BMW AG

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Beispielhafte Darstellung des ppm-Gebirges einer FPM

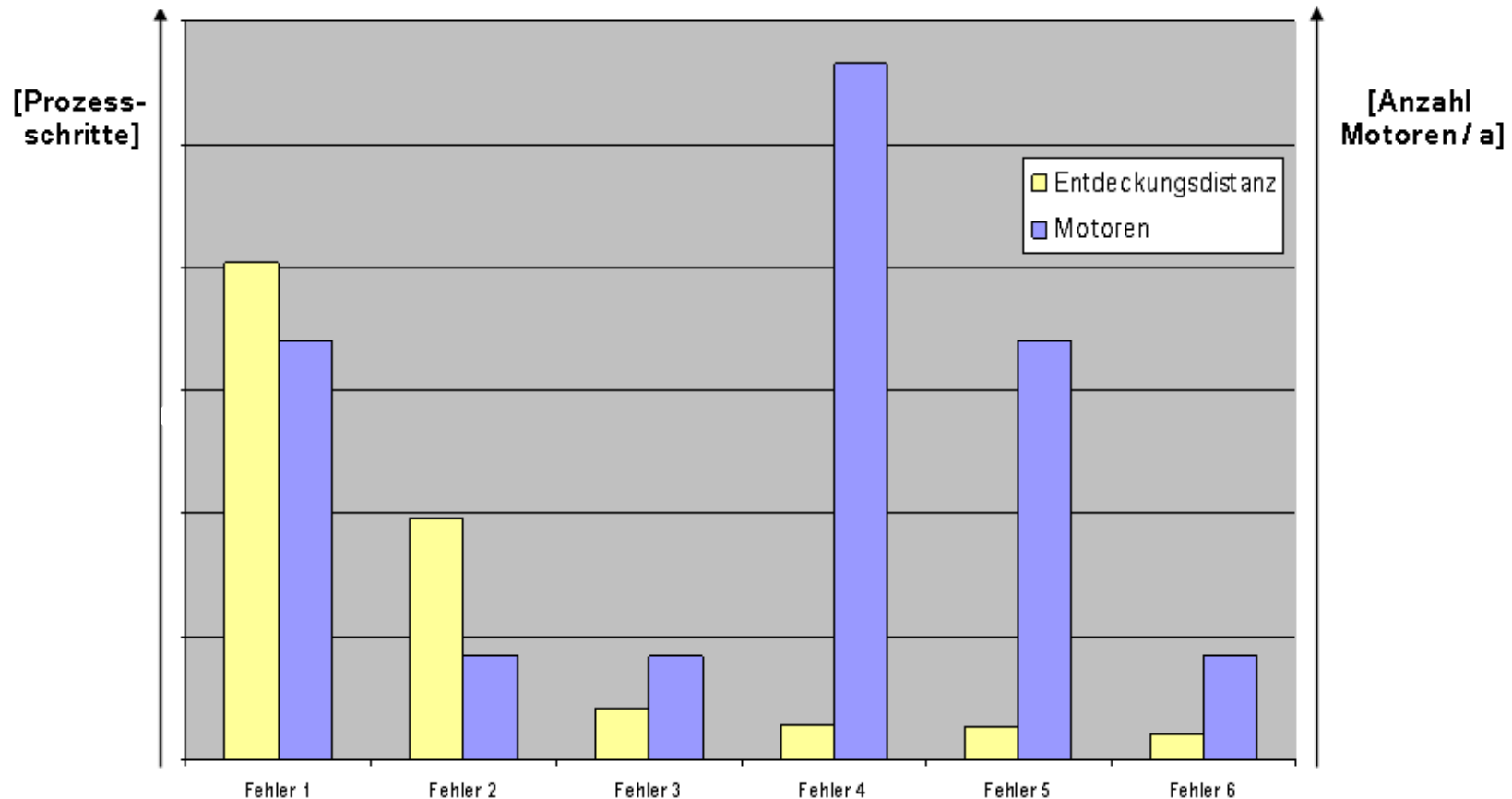


Quelle: BMW AG

44

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Beispielhafte Darstellung der Entdeckungsdistanz in einer FPM



Quelle: BMW AG

45

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Potentialabschätzung der FPM-Methodik

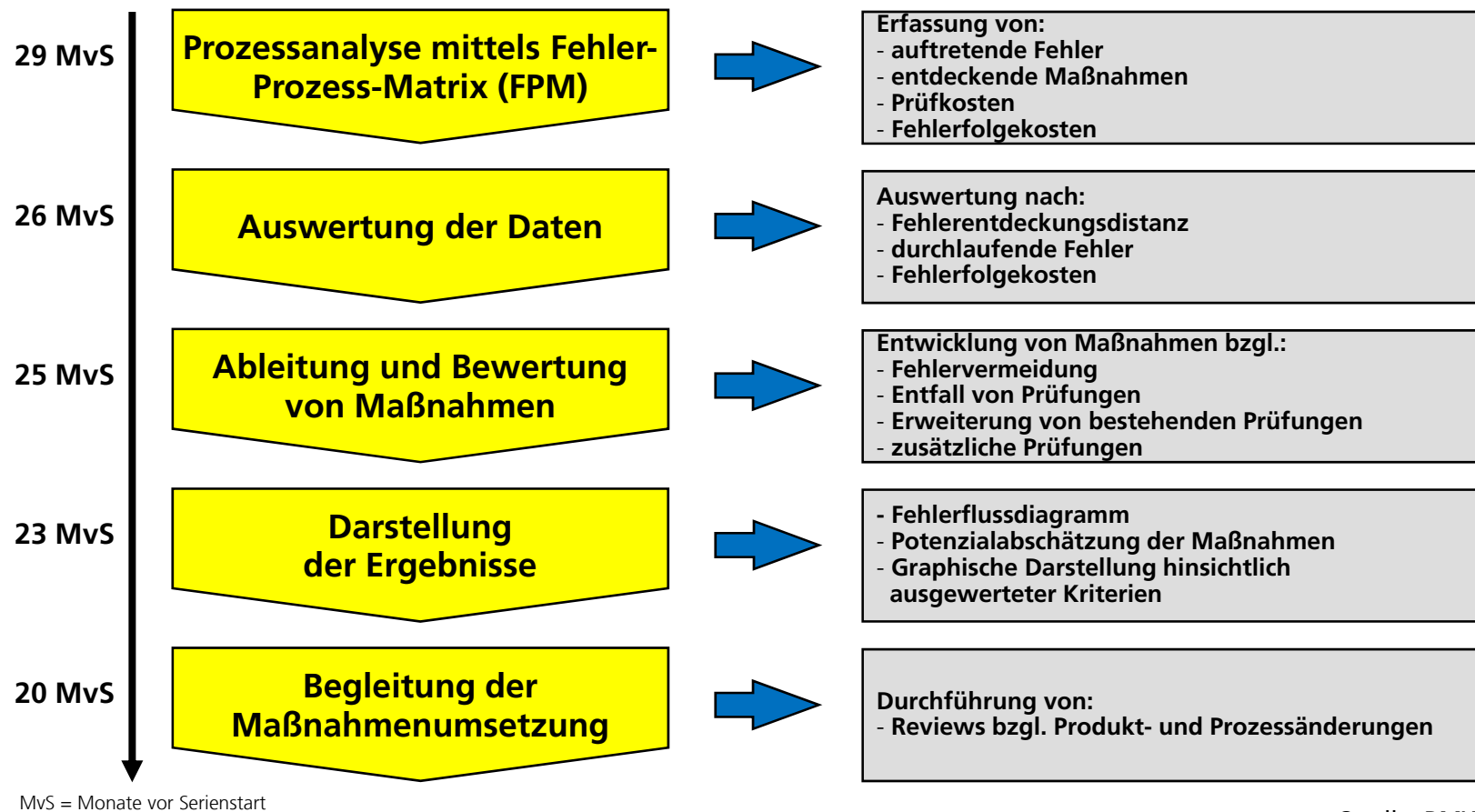
			ppm	GWK [T€/a]	Invest [T€]	lfd. Kosten [€/M]	Aus- schuss [T€/a]	Nach- arbeit [T€/a]	
Erweiterung von Prüfoperationen mit bestehender Prüftechnik			↓	↓	↗	↗	↓	↓	
Zusätzliche Prüfungen			↓	↓	↑	↑	↓	↓	
Entfall von Prüfungen			⇒	⇒	↓	↓	⇒	⇒	
Fehlervermeidung			↓	↓	↗	↗	⇒	⇒	
Anzahl Maßnahmen			↓	↓	↗	↗	↓	↓	

Quelle: BMW AG

46

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

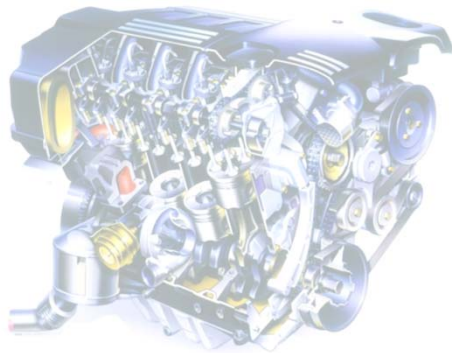
Anwendung der FPM bei der BMW AG



Quelle: BMW AG

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Kosten und Nutzen bei der BMW AG



FPM-Analyse bei der BMW AG

- Reduktion der prognostizierten Gewährleistungskosten um ca. 75%
- Reduktion der prognostizierten Nacharbeitskosten um ca. 40%
- Reduktion der absoluten prognostizierten Fehler um ca. 65%
- 2010 EDV-gestütztes Roll-out der Methodik bei der BMW AG

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Bewertung der Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Fraunhofer IPA
Institut
Produktionstechnik und
Automatisierung

(exemplarische Werte)

Teil	Fehler	S1	S1	S2	S2	T1	S3	S3	T2
Teil 1	vergessen	4				1	1		
Teil 1	vertauscht	PY							
Teil 2	verdreht		7		10				
Teil 3	beschädigt			7					6
Teil 3	vertauscht			7					
Teil 4	doppelt montiert				PY				
Teil 5	falsche Montage						6	1	

**Zitat Dieter Asböck
BMW (Teilprojekt
Qualität 4-Zylinder
Ottomotoren):**

**„Die FPM ist ein tolles
Tool, das ich immer
nutzen werde!“**

- Schnelligkeit (Faktor 4-10 schneller als „klassische“ Prozess-FMEAs in der Montage)
- Transparenz über zeitliche Beziehung zwischen Fehlerauftreten und -entdeckung
- Ermittlung von Fehlerfolgekosten (intern und extern)
- Entscheidungsgrundlage zur ganzheitlichen Prozess- und Prüfkettentoptimierung nach Qualität, Kosten und Produktivität
- Durchgängige Absicherung einer Null-Fehler-Produktion vom Lieferanten bis zum hin Kunden („Firewall-Denken“)
- Leicht verständlich

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Erfüllung der Anforderungen an eine wertschöpfende Methode

Bewertung

- schnell (snapshot-Methode) ✓
- lean (ressourcenarm) ✓
- phasenbezogen anwendbar ✓
- systemübergreifend denkend ✓
- entscheidungsunterstützend ✓
- leicht nachvollziehbar ✓
- für Manager verständlich ✓

EDV-Unterstützung der FPM durch die IBS AG

[illegible]

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

EDV-Unterstützung der FPM durch die IBS AG



Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

FPM-Tool als Download auf der website des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

The screenshot displays the Fraunhofer IPA website. On the left is a navigation menu with categories like 'Institutsprofil', 'Geschäftsfelder', 'Kompetenzen', 'Nachhaltige Produktion und Qualität', and 'Fehler-Prozess-Matrix'. The 'Fehler-Prozess-Matrix' link is highlighted. The main content area features a header 'Fehler-Prozess-Matrix' and a sub-header 'Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA'. Below this is a graphic showing a man pointing at a graph with 'Fehlerkosten' (Error Costs) and 'Gewinn' (Profit) curves. The text explains that the FPM tool helps in reducing error costs and increasing profit by identifying and preventing errors in production processes. It also lists the services provided by the FPM tool, such as optimization of the production process, training, and support in the use of the FPM tool. At the bottom of the main content area, there is a section for 'Weiterführende Informationen' (Further Information) with a link to the 'FPM-Werkzeug' (FPM Tool).

<http://www.ipa.fraunhofer.de/fpm.html>

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**



Bildquelle: <http://www.extr3m3.de/>