FEHLER-PROZESS-MATRIX (FPM)

Qualitäts- und kostenmäßige Risikobeurteilung über Kunden-Lieferantenketten

Dipl.-Ing. Jürgen Henke

Gruppenleiter Produkt- und Qualitätsmanagement

Telefon: +49(0)711/9 70-1881
Fax: +49(0)711/9 70-1002
E-Mail: juergen.henke@ipa.fraunhofer.de
Internet: www.ipa.fraunhofer.de

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

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

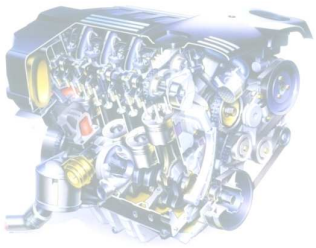
Dipl.-Ing. (FH) Wolfram Albrecht
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Produkt- und Qualitätsmanagement
Fraunhofer-IPA, Stuttgart

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

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Lösungsansatz und Entwicklung

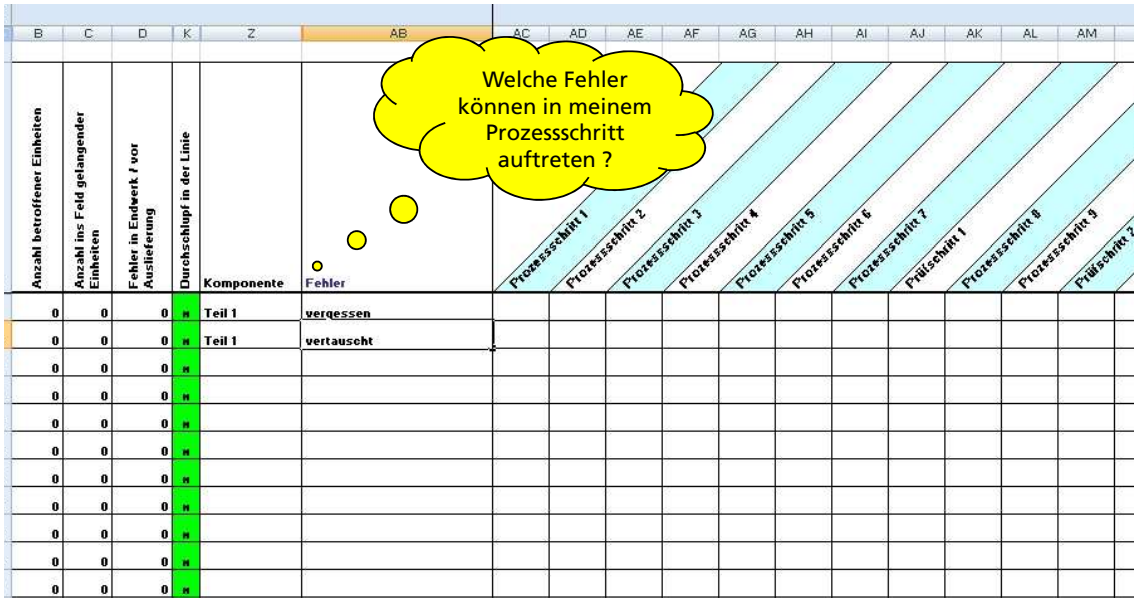


Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung

- 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 Produktivitäts-aspekten

© Fraunhofer

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise



B	C	D	K	Z	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwerk. / vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	Prozessschritt 7	Prüfschritt 1	Prozessschritt 8	Prozessschritt 9	Prüfschritt 2
0	0	0	n	Teil 1	vergessen											
0	0	0	n	Teil 1	vertauscht											
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													

© Fraunhofer

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwert. f vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	Prozessschritt 7	Prüfschritt 1	Prozessschritt 8	Prozessschritt 9	Prüfschritt 2
12	0	0	n	Teil 1	vergessen	-4										
50	25	0	j	Teil 1	vertauscht	-5										
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0														
0	0															
0	0															
0	0	0	n													
0	0	0	n													

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

Mit welcher Häufigkeit wird der Fehler bei mir auftreten ?

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwert. f vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	Prozessschritt 7	Prüfschritt 1	Prozessschritt 8	Prozessschritt 9	Prüfschritt 2
12	0	0	n	Teil 1	vergessen	-4							1	1		
50	25	0	j	Teil 1												8
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													

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%

Wo im weiteren Prozessablauf kann der Fehler entdeckt werden ?

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

B	C	D	K	Z	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwerk / vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	Prozessschritt 7	Prüfschritt 1	Prozessschritt 8	Prozessschritt 9	Prüfschritt 2
12	0	0	n	Teil 1	vergessen	-4							1	1		
50	25	0	j	Teil 1	vertauscht	-5										8
0	0	0	n	Teil 2	vertauscht		0									
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													
0	0	0	n													

Gibt es Poka-Yoke-Absicherungen ?

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

B	C	D	K	Z	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwerk / vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt 2	Prozessschritt 3	Prozessschritt 4	Prozessschritt 5	Prozessschritt 6	Prozessschritt 7	Prüfschritt 1	Prozessschritt 8	Prozessschritt 9	Prüfschritt 2
12	0	0	n	Teil 1	vergessen	-4							1	1		
50	25	0	j	Teil 1	vertauscht	-5										8
0	0	0	n	Teil 2	vertauscht		0									
50	0	0	n	Teil 2	180° verdreht montiert		-5						1			
250	0	0	n	Teil 2	vergessen		-6						1			
500	50	0	j	Teil 3	doppelt verbaut			-7								6
250	0	0	n	Teil 3	vergessen			-6								1
4	0	0	n	Teil 4	beschädigt				-3						1	
50	50	0	j	Teil 5	vergessen				-5							
0	0	0	n													
0	0	0	n													

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Einheiten pro Schicht		400										
2	Stunden pro Schicht		8										
3	Schichten pro Tag		2										
4	Produktionstage in der Woche		5										
5	Produktionstage im Jahr		250										
6													
7	**Durchschlupf**			100,0%	99,5%	99,0%	97,5%	95,0%	90,0%				
8	**Potentiell defekte Einheiten pro Tag**	**defekte Einheiten pro Jahr**		1	2	3	4	5	6	7			
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
10	0,004	1	2	0	0	0	0	0	0	0			
11	0,016	4	3	0	0	0	0	0	0		2		4
12	0,048	12	4	0	0	0	0	1	1		6	9	12
13	0,200	50	5	0	0	1	1	3	5	13	25	38	50
14	1,000	250	6	0	1	3	6	13	25	63	125	188	250
15	2,000	500	7	0	3	5	13	25	50	125	250	375	500
16	16	4000	8	0	20	40	100	200	400	1000	200		
17	400	100000	9	0	500	1000	2500	5000	10000	25000	500		
18	800	200000	10	0	1000	2000	5000	10000	20000	50000			
19													
20													
21	**Nacharbeit**			100,0%	99,5%	99,0%	97,5%	95,0%	90,0%	75,0%			
22	**Potentiell defekte Einheiten pro Tag**	**defekte Einheiten pro Jahr**		1	2	3	4	5	6	7			
23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
24	0,004	1	2	1	1	1	1	1	1	1			
25	0,016	4	3	4	4	4	4	4	4	3			
26	0,048	12	4	12	12	12	12	11	11	9	6		
27	0,200	50	5	50	50	50	49	48	45	38	25		
28	1,000	250	6	250	249	248	244	238	225	188	125	63	0
29	2,000	500	7	500	498	495	488	475	450	375	250	125	0
30	16	4000	8	4000	3980	3960	3900	3800	3600	3000	2000	1000	0
31	400	100000	9	100000	99500	99000	97500	95000	90000	75000	50000	25000	0
32	800	200000	10	200000	199000	198000	195000	190000	180000	150000	100000	50000	0
33													

A = 7; E = 6
⇨
50 durchschlüpfende Einheiten / a

A = 7; E = 6
⇨
450 nachzuarbeitende Einheiten / a

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

B	C	D	K	L	Q	R	S	T	U	V	W	Z	AB	AC	AD
Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwerk / vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	NA Linie [sek pro Fehler]	Ausschuss Teile [i]	Prozentanteil Ausschuss	Kosten NA [i/a]	Kosten Ausschuss [i / a]	Gewährleistungskosten [i] / Einheit	Übergangswahrscheinlichkeit [0.0 - 1.0]	Progn. GWK [i]	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt
12	0	0	n				0 i	0 i		1,000	0 i	Teil 1	vergessen	-4	
50	25	0	j				0 i	0 i		1,000	0 i	Teil 1	vertauscht	-5	
0	0	0	n				0 i	0 i		1,000	0 i	Teil 2	vertauscht		0
50	0	0	n				0 i	0 i		1,000	0 i	Teil 2	180° verdreht montiert		-5
250	0	0	n				0 i	0 i		1,000	0 i	Teil 2	vergessen		-6
500	375	0	j				0 i						doppelt verbaut			-7
250	0	0	n				0 i						vergessen			-6
4	0	0	n				0 i						...digt		
50	50	0	j				0 i						...ssen		
0	0	0	n				0 i	0 i							
0	0	0	n				0 i	0 i		1,000	0 i				

Welche Ausschuss- u. Nacharbeitskosten werden pro Jahr anfallen?

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwerk / vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	NA Linie [sek pro Fehler]	Ausschuss Teile [i]	Prozentanteil Ausschuss	Kosten NA [i/a]	Kosten Ausschuss [i / a]	Gewährleistungskosten [i] / Einheit	Übergangswahrscheinlichkeit [0.0 - 1.0]	Progn. GWK [i]	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt
12	0	0	n	300			40 i	0 i		1.000	0 i	Teil 1	vergessen	-4	
50	25	0	j	1800			500 i	0 i		1.000	0 i	Teil 1	vertauscht	-5	
0	0	0	n				0 i	0 i		1.000	0 i	Teil 2	vertauscht		0
50	0	0	n	600	5,00 i	100%	333 i	250 i		1.000	0 i	Teil 2	180° verdreht montiert		-5
250	0	0	n				0 i	0 i		1.000	0 i	Teil 2	vergessen		-6
500	375	0	j	3600	15,00 i	100%	5.000 i	1.875 i		1.000	0 i	Teil 3	doppelt verbaut		-7
250	0	0	n				0 i	0							-6
4	0	0	n				0 i	0 i							
50	50	0	j				0 i	0 i							
0	0	0	n				0 i	0 i							
0	0	0	n				0 i	0 i							

Sofortige Darstellung der zu erwartenden Fehlerkosten…

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vorgehensweise

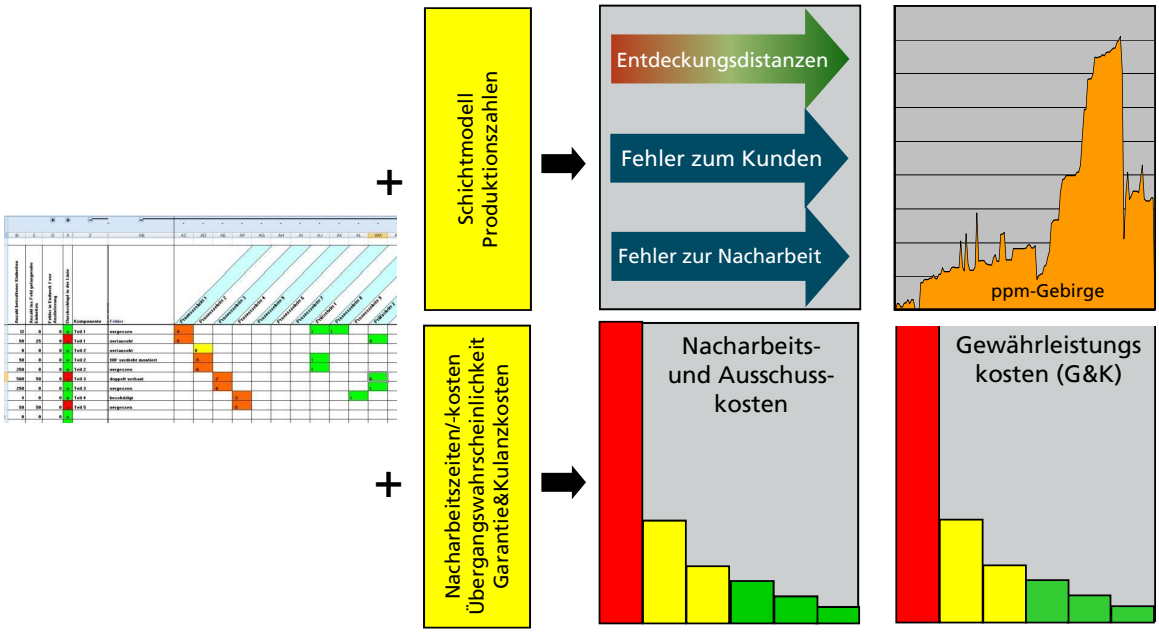
Anzahl betroffener Einheiten	Anzahl ins Feld gelangender Einheiten	Fehler in Endwerk / vor Auslieferung	Durchschlupf in der Linie	Linie [sek pro Fehler]	schuss Teile [i]	entanteil Ausschuss	sten NA [i/a]	Kosten Ausschuss [i / a]	Gewährleistungskosten [i] / Einheit	Übergangswahrscheinlichkeit [0.0 - 1.0]	Progn. GWK [i]	Komponente	Fehler	Prozessschritt 1	Prozessschritt
12	0									1.000	0 i	Teil 1	vergessen	-4	
50	25									1.000	0 i	Teil 1	vertauscht	-5	
0	0									1.000	0 i	Teil 2	vertauscht		0
50	0									1.000	0 i	Teil 2	180° verdreht montiert		-5
250	0	0	n							1.000	0 i	Teil 2	vergessen		-6
500	375	0	j	36						1.000	0 i	Teil 3	doppelt verbaut		-7
250	0	0	n							1.000	0 i	Teil 3	vergessen		-6
4	0	0	n				0 i	0 i		1.000	0 i	Teil 4	beschädigt		
50	50	0	j				0 i	0 i	200	1.000	5.000 i	Teil 5	vergessen		
0	0	0	n				0 i	0 i		1.000	0 i				
0	0	0	n				0 i	0 i		1.000	0 i				

Welche Gewährleistungskosten sind zu erwarten (Betrachtung des Eintritts der Fehlerfolge im Gewährleistungszeitraum)

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

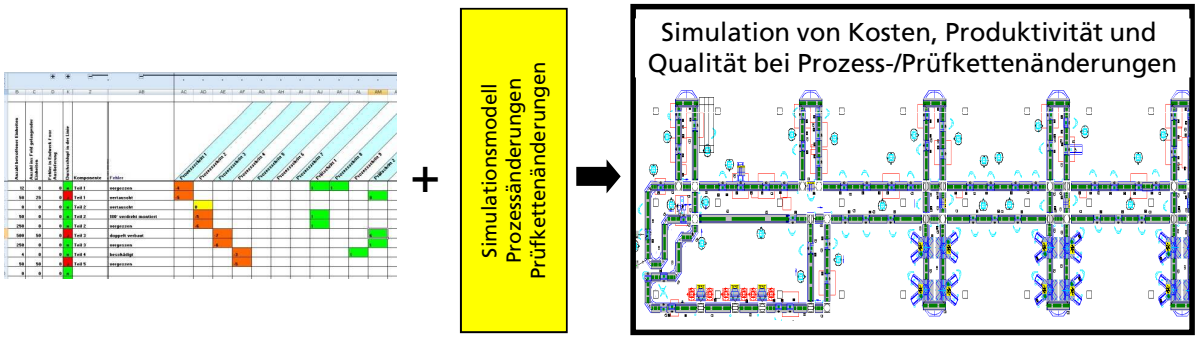
Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Integrierte ppm- und Kostenanalyse



© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

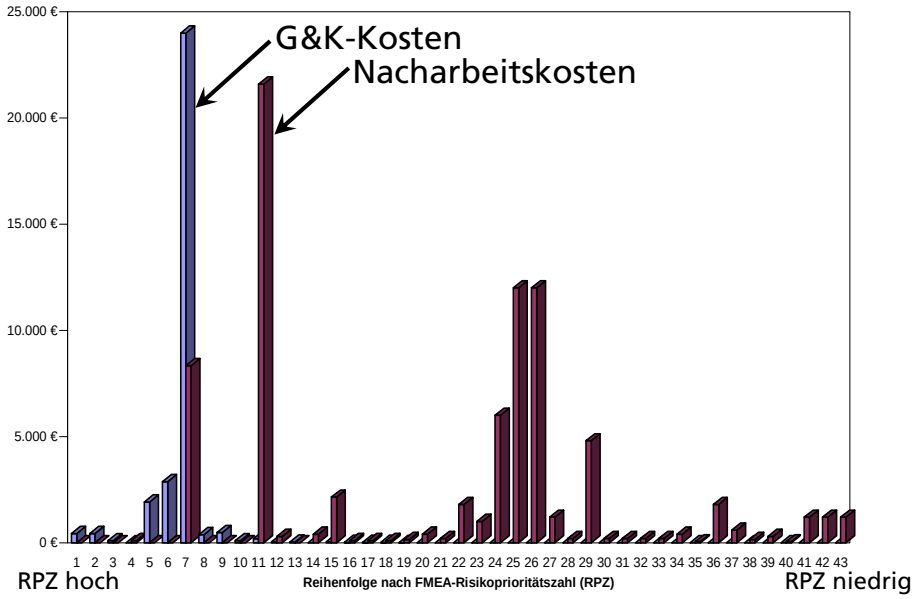
Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Kombination mit Simulationstool zur Produktivitätsanalyse



© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Vergleich zwischen FPM- und FMEA-Analyse



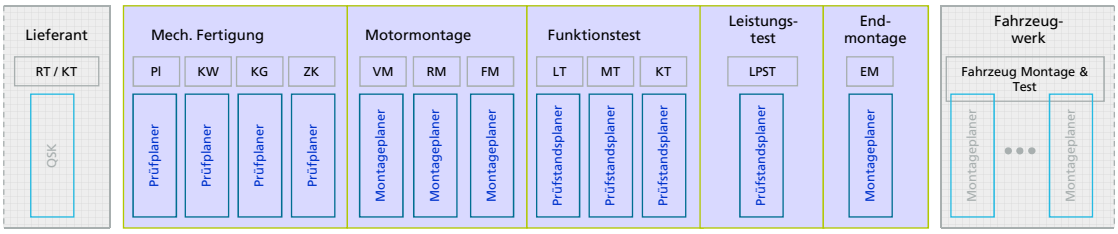
© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Durchgängige Anwendung bei der BMW AG

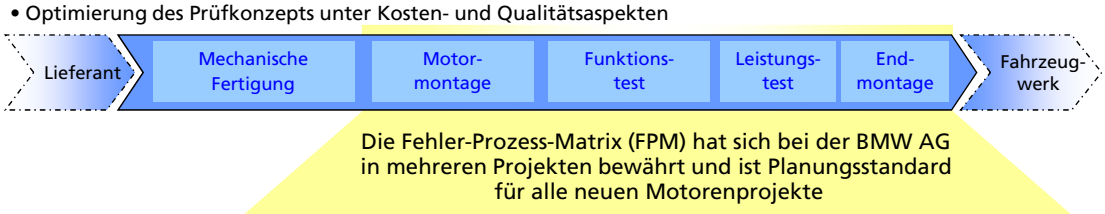
Bisheriger Ansatz

- 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

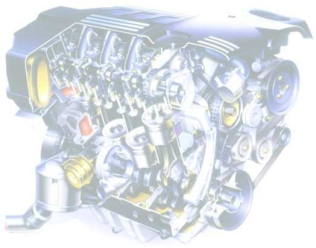


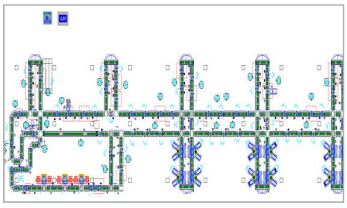
Quelle: BMW AG

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)
Kosten und Nutzen





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

© Fraunhofer

Fraunhofer IPA