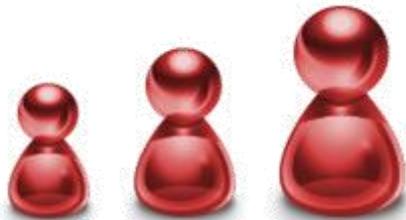


Poka Yoke

Fehlhandlungen vermeiden

Business IT Engineers



BITE GmbH

Resi-Weglein-Gasse 9
89077 Ulm

Fon: 07 31 14 11 50 - 0

Fax: 07 31 14 11 50 - 10

Mail: info@b-ite.de

Web: www.b-ite.de

- Überblick über Poka Yoke
- Nullfehlerstrategien in der Übersicht
- Poka Yoke Beispiele im Produkt
- Poka Yoke Beispiele im Prozess
- Poka Yoke und das Toyota Produktionssystem
- Fehlhandlungen und Fehler
- Das Poka Yoke System
- Der Weg zu Poka Yoke Lösungen
- Lösungen, Sicherheit und Kosten
- Poka Yoke Grundsätze



Überblick über Poka Yoke



Was bedeutet Poka Yoke?

- Poka = die **Vermeidung**
Yoke = der **unbeabsichtigte Fehler** oder auch **Lapsus**
(ursprünglich Baka Yoke)
- Ausgangsbasis für Poka Yoke ist die Erkenntnis, dass kein Mensch in der Lage ist, unbeabsichtigte Fehler vollständig zu vermeiden.
- Poka Yoke versucht in der traditionellen Vorgehensweise meist durch technische Vorkehrungen und Einrichtungen Fehlhandlungen zu verhindern.
- Heutzutage wird Poka Yoke häufig durch weichere Vorkehrungen angewendet um Fehlhandlungen zu vermeiden, wie z. B. mit Farben, Formen oder im sequenziellen Ablauf der Montage oder Fertigung.

ホ° po
カ ka
ヨ yo
ケ ke



Die Grundidee von Poka Yoke

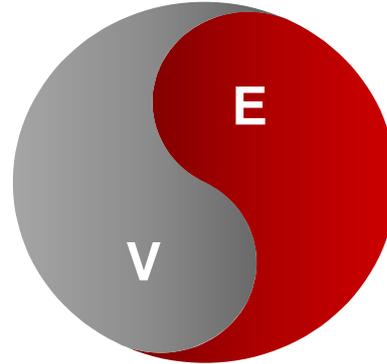
Unbeabsichtigte Fehlhandlungen wie Vertauschen, Vergessen oder Fehlinterpretationen sind menschlich und beeinflussen die Produktqualität. Ziel von Poka Yoke ist zu verhindern, dass aus diesen menschlichen Fehlhandlungen Fehler am Produkt entstehen.

Die von Dr. Shingo angestrebte Null-Fehler-Produktion basiert auf 3 Komponenten:

- 1. Ursachenanalyse:** Überprüft und entdeckt werden mögliche Fehlhandlungen, nicht erst die daraus resultierenden Fehler. Die erkannten Fehlhandlungen können so noch „im Entstehen“ vermieden werden, bevor daraus Fehler resultieren. Dadurch ist eine vollständige Vermeidung von Fehlern möglich.
- 2. 100 % Prüfung:** Mit einfachen und kostengünstigen Einrichtungen (dem eigentlichen „Poka Yoke“) werden Fehlhandlungen noch im selben Prozessschritt entdeckt. Durch die Einfachheit der Einrichtungen ist es auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich, jedes einzelne Teil und nicht nur Stichproben zu überprüfen.
- 3. Sofortige Korrekturmaßnahmen:** Möglichst kurze Reaktionszeit vom Entdecken der Abweichung bis zum Einleiten der erforderlichen Korrekturmaßnahmen.

Fehlhandlungen Vermeiden

Durch Gestaltungsmaßnahmen am Produkt oder an Betriebsmitteln wird eine Fehlhandlung (Fehler) vermieden, z.B.: Formschluss eines USB-Steckers



Fehlhandlungen Entdecken

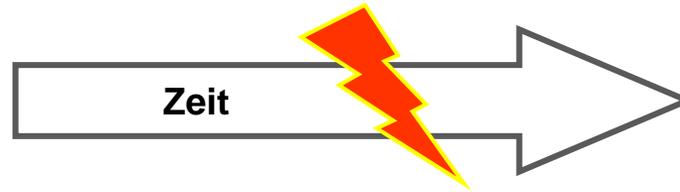
Durch im Prozess integrierten Prüfungen oder Hilfsmitteln wird eine Fehlhandlung (Fehler) möglichst nahe an der Ursache entdeckt, z.B.: Farbcodierung der Lautsprecher-/ Mikrofonanschlüsse am PC (pink/grün)

Poka Yoke Lösungen können im **Produkt** als auch im **Prozess** integriert werden.



Grundlegende Ansatzpunkte von Poka Yoke

menschliche
Fehlhandlung
(Ursache)



(Auswirkung)
Fehler
(Folge)

Herd nicht abgeschaltet

Feuer bricht aus



Hinweislampe leuchtet, Schalter kann nicht versenkt werden

Abschaltung bei Übertemperatur, maximale Zeit vorgeben

Ölstand beim Fahrzeug nicht kontrolliert

Motorschaden



Hinweislampe leuchtet

Kein Start bei zu geringem Ölstand

Leiter nicht gesichert

Leiter rutscht weg

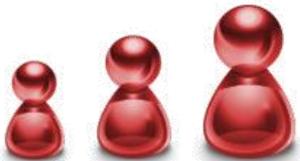


...

...



Nullfehlerstrategien in der Übersicht



Fehlerraten werden zunehmend in Qualitätssicherungsvereinbarungen zwischen Auftraggeber und Lieferanten individuell festgeschrieben.

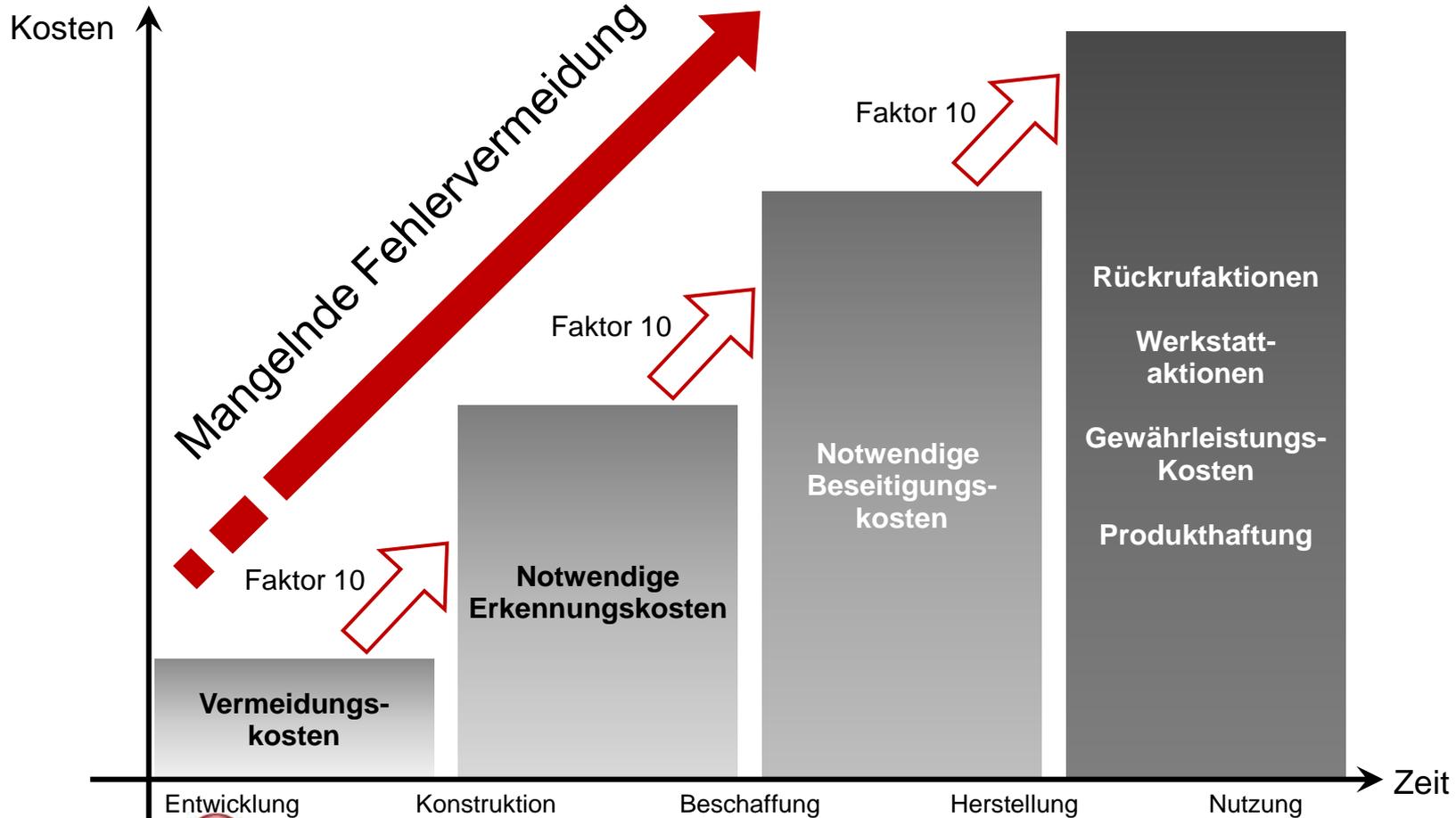
Der VDA Band 4 „Wirtschaftliche Tolerierung“ nimmt sich im Rahmen der Klassifizierung von „Besonderen Merkmalen (vgl. ISO 9001/ TS 16949)“ an und gibt folgende Empfehlungen.

Merkmalsklasse	Zeichen	FMEA Bewertung „Bedeutung“	Typische Forderung Cpk	entspricht ppm	entspricht %
Kritisches Merkmal	§	9 - 10	> 1,67	< 0,3	
Hauptmerkmal	🔑	5 - 8	> 1,33	33	0,003
Nebenmerkmal	-	1 - 4	> 1,00	1350	0,135

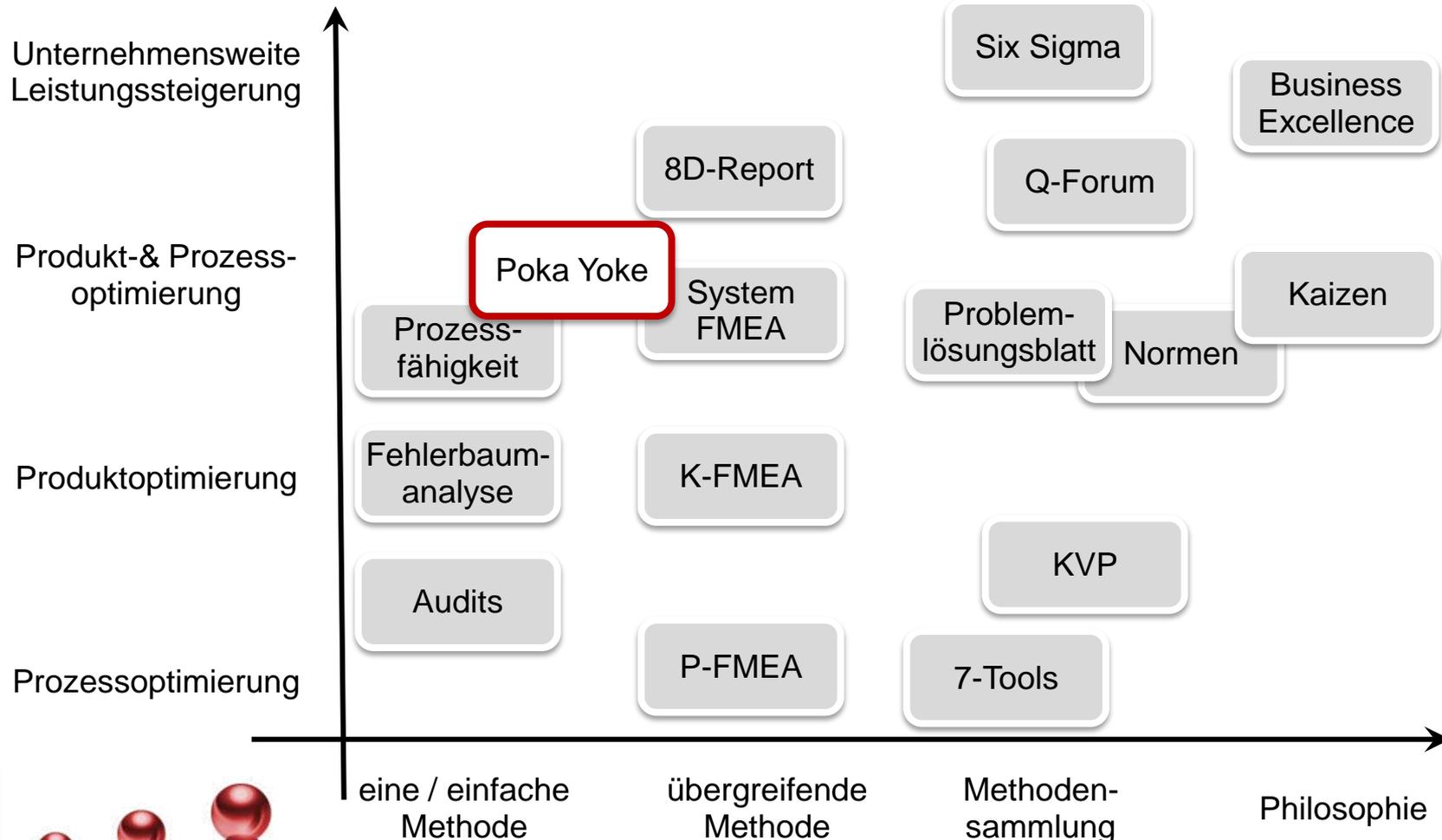
Welche Methoden der Prüfungen sind überhaupt geeignet ein „kritisches Merkmal“ mit ausreichender Sicherheit zu prüfen?



Fehlerkostenkurve im Produktlebenszyklusmodell



Allgemeine Qualitätsmethoden (Auszug)



Schlechte Qualität zum Kunden hat ein Nachspiel



1 unzufriedener Kunde informiert
9 weitere Personen



Es ist 5x so teuer einen neuen
Kunden zu gewinnen als einen
vorhandenen Kunden zu halten

Hartes und weiches Poka Yoke

Poka Yoke wird sowohl in Deutschland als auch in Europa immer mit 100% Sicherheit gleichgesetzt. Dies entspricht nicht dem ursprünglichen Verständnis von Poka Yoke nach Shigeo Shingo.

Üblicherweise werden die Maßnahmen:

- die den Fehler oder die Fehlhandlung vermeiden als **hartes** Poka Yoke,
- welche den Fehler entdecken und den Mitarbeiter auf die Fehler hinweisen als **weiches** Poka Yoke bezeichnet.

hartes

Poka Yoke

- Formschluss
- Größen
- Bandstopp
- Gleiches Material
- Prüfungen im Prozess mit Abschalten

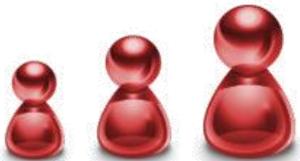
weiches

Poka Yoke

- Farben
- Checklisten
- Leuchten
- Hupen, Summer
- Hinweise



Poka Yoke Beispiele im Produkt



Beispiel für Poka Yoke

Der Tankdeckel dieses Autos ist mit einem Gummiband mit dem Fahrzeug verbunden.

Ein Vergessen des Verschlusses auf dem Autodach oder an der Tankstelle ist somit zukünftig ausgeschlossen.

Eine Poka Yoke Lösung!

Doch wie kommt man zu solchen einfachen und effektiven Lösungen?



Beispiel für Poka Yoke

Die Schläuche von Zapfsäulen sind mit einer Abrissicherung versehen, die sofort den Spritfluss unterbricht.

Unkontrolliertes Auslaufen von Benzin oder Diesel, was ein Entzünden zur Folge haben könnte, ist somit ausgeschlossen.

Eine Poka Yoke Lösung!

Doch wie kommt man zu solchen wirkungsvollen Lösungen?



Beispiel für Poka Yoke

Ein Rasenmäher muss sich automatisch nach dem Loslassen des Handschalters abschalten, damit es bei einem Sturz oder sonstigen Unfall zu keinen Verletzungen durch das Schneidewerkzeug kommt.

Eine Poka Yoke Lösung!

Doch wie kommt man zu solchen wirkungsvollen Lösungen?



Poka Yoke Beispiele im Prozess

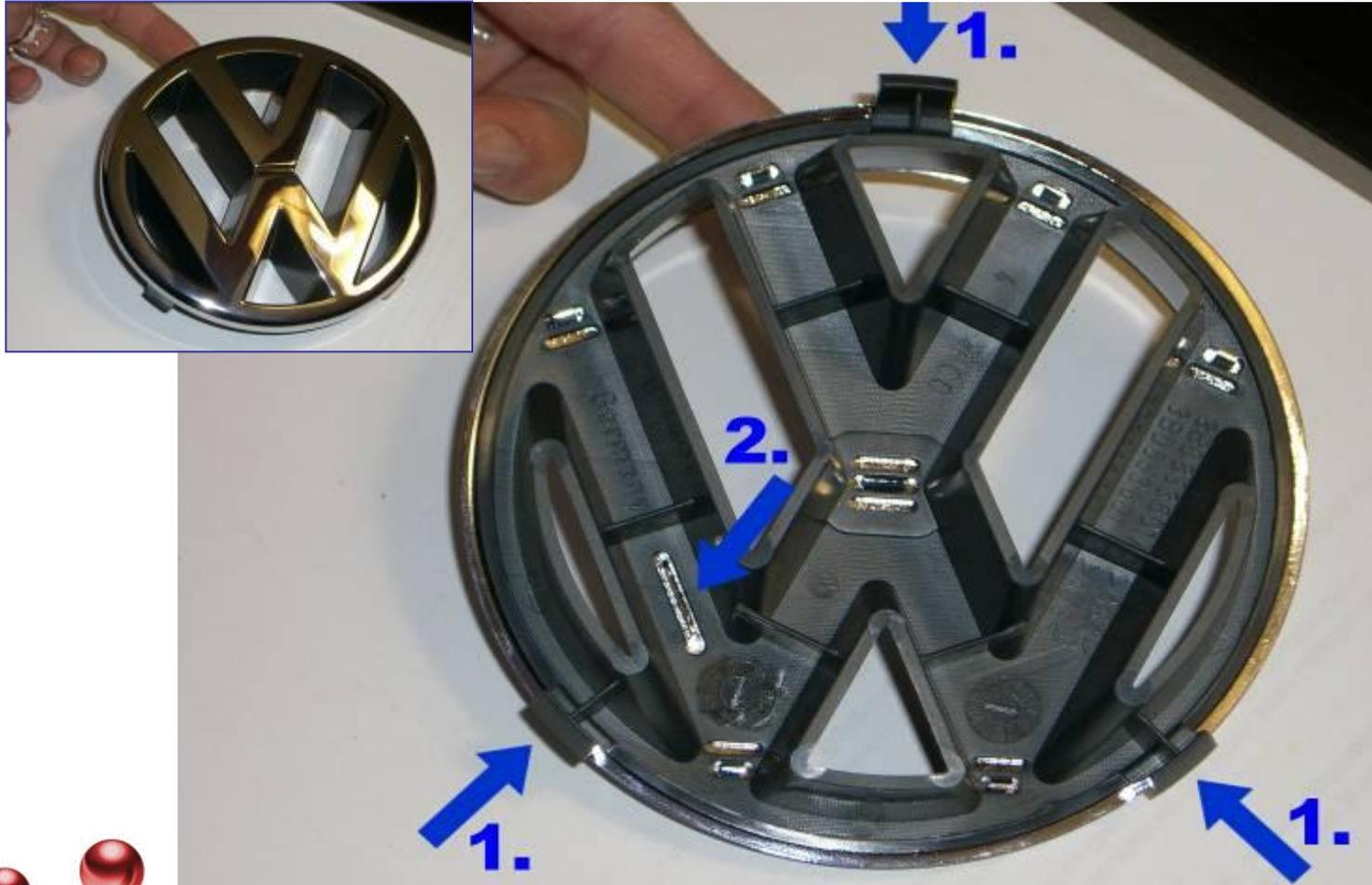


Poka Yoke Hilfsmittel

Auch ohne japanisch
scheint hier alles
klar zu sein, oder?



Poka Yoke Montagehilfe



Poka Yoke und das Toyota Produktionssystem



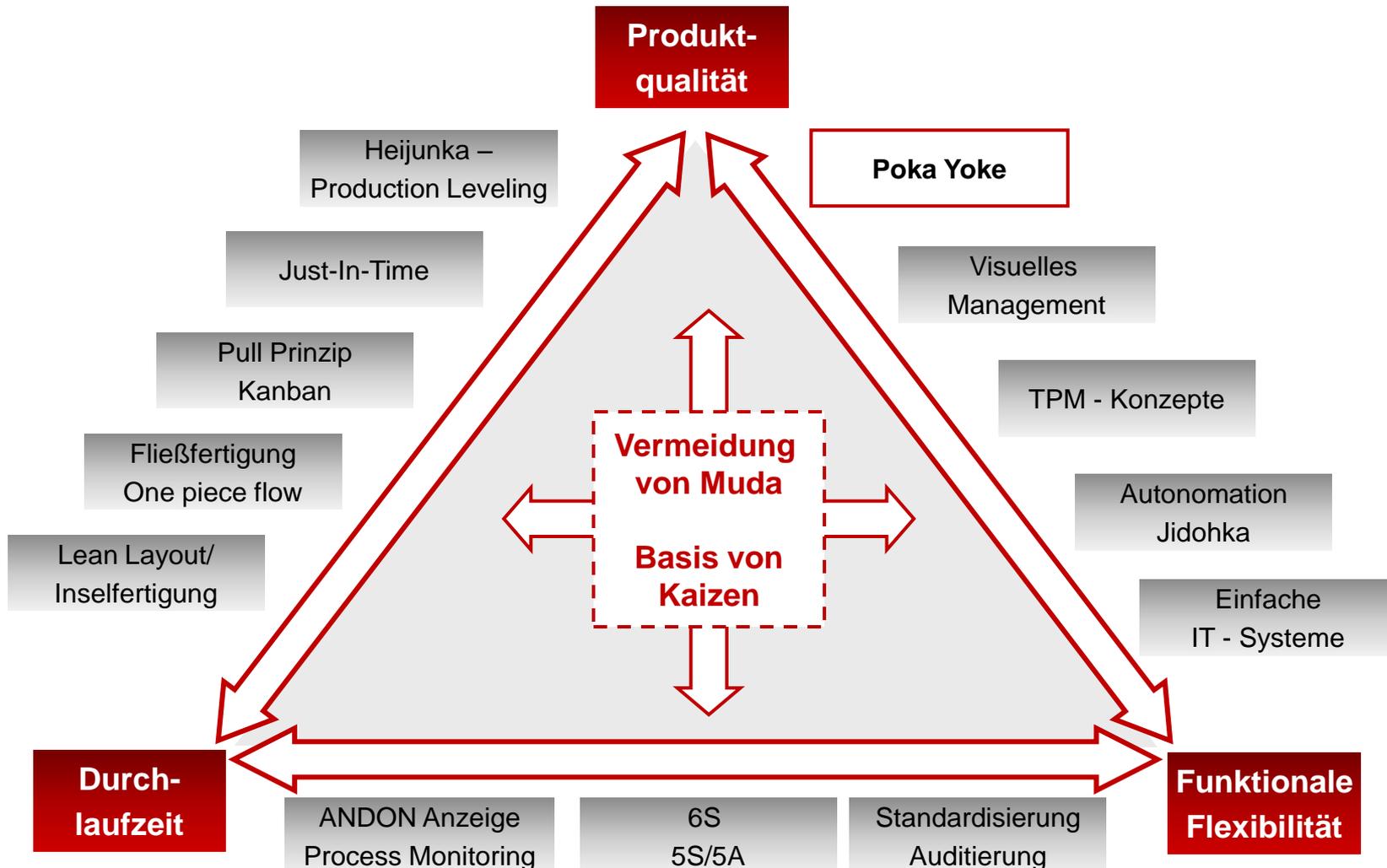
Die Grundsätze sind vereinfacht ausgedrückt:

1. Es wird nur das erarbeitet, was benötigt wird und nur zu dem Zeitpunkt, wann es benötigt wird. Das gilt für die Produktionsmenge, für die Ablauforganisation und für die Produkteigenschaften. Alles andere ist Verschwendung.
→ Abnehmerorientierte, lagerlose Produktion (Durchlaufzeit)
durch: Kanban, One Piece Flow, Fließfertigung, Milk Run, Heijunka, Wertstromdesign ...
2. Zu jedem auftretenden Fehler werden mit hoher Priorität die Ursachen gesucht und Lösungen erarbeitet, um den Fehler zu beseitigen.
→ Fehlerfreie Produktion (Produktqualität)
durch: Poka Yoke, Reißleinenprinzip, Bandstopp, TPM, Autonomation ...
3. Varianten müssen schnell und ohne erhebliche Störung des Produktionsflusses möglich sein.
→ Optimale Produktion (Funktionale Flexibilität)
durch: Just-in-Time, Fischgrätenprinzip, Just-in-Sequence ...



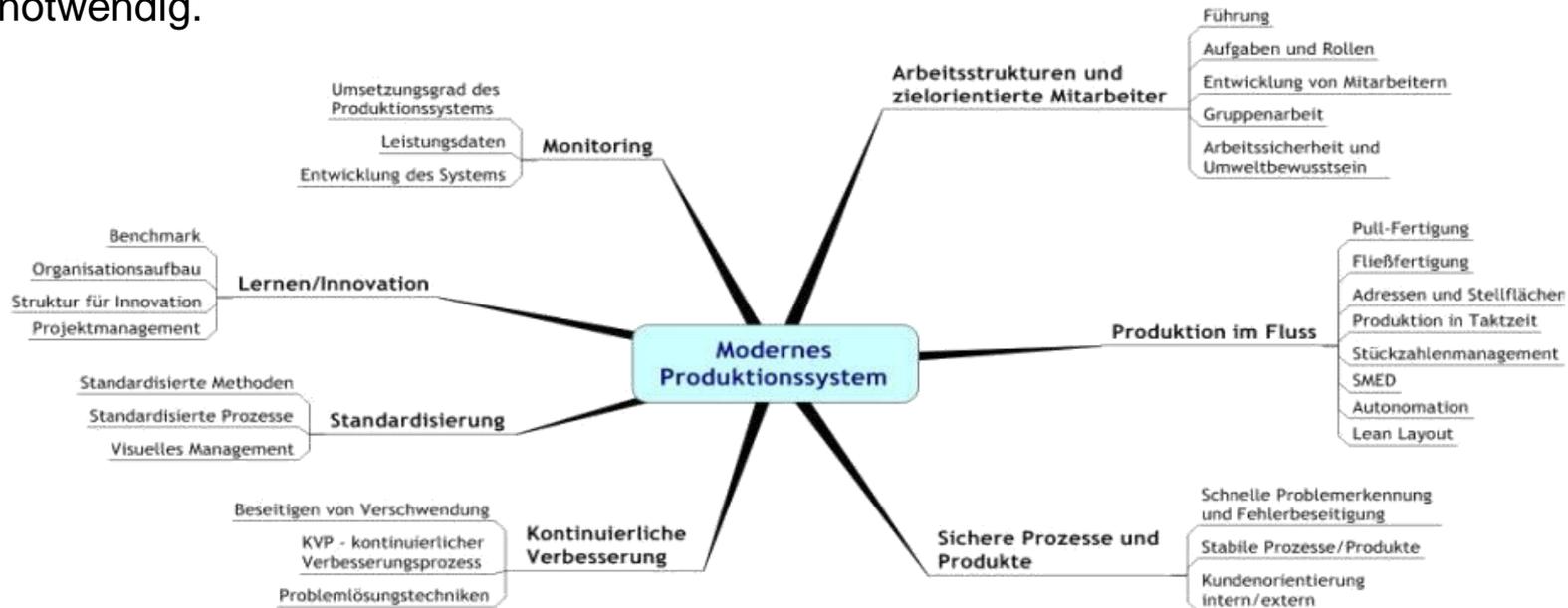
Poka Yoke

Poka Yoke und das Toyota Produktionssystem

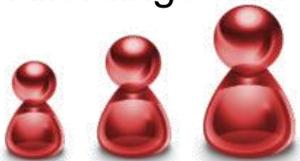


Moderne Produktionssysteme

Moderne Produktionssysteme umfassen heute weit mehr als in den Ursprüngen des Toyota Produktionssystems enthalten ist. Für eine höchst produktive und fehlerfreie Produktion ist ein harmonisches und abgestimmtes System von Werkzeugen notwendig.



Viele Unternehmen nutzen heute ein derart gestaltetes Produktionssystem. Allerdings wird es von einigen Unternehmen nicht als Produktionssystem bezeichnet.



Der Wandel zu einer schlanken Produktion kann nicht schlagartig geschehen. Es ist vielmehr ein langer Weg mit vielen kleinen (fast inkrementellen) Schritten. Die notwendigen Veränderungen zu erkennen bedarf eines guten Werkzeugs: Das Wertstromdesign mit der Wertstrom Map

Ziel:

Den Material- und Informationsfluss zu erkennen (Ist-Zustand)

Den optimalen Fluss zu definieren (Soll-Zustand)

Umsetzen der Verbesserung (Kaizen)

Vorteile:

Zeigt den Fluss des Wertes und der Information und deren Zusammenhang

Zeigt die Verschwendung (Muda) und deren Ursache

Auswirkungen von Änderungen auf den Fluss werden transparent

Ist Basis (Ist-Zustand) für einen Verbesserungsplan

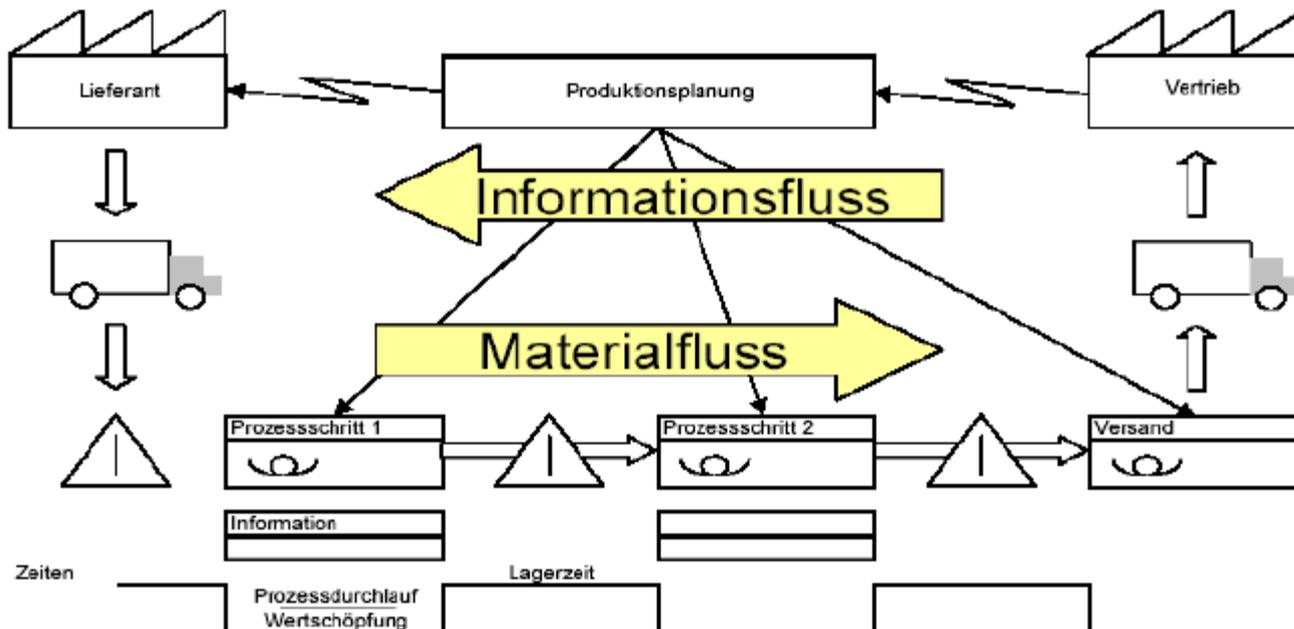
Ist ein qualitatives Mittel



Die Wertstrom Map

Toyota Mitarbeiter lernen drei Arten von Bewegungen in der Produktion zu unterscheiden:

- den Materialfluss
- den Informationsfluss
- den Menschen- / Prozessfluss



Fehlhandlungen und Fehler



Null – Fehler – Produktion



**Ursachenanalyse
100% Prüfung
Sofortige Korrekturmaßnahmen**



Poka Yoke am Produkt

Vermeidet mögliche Ursachen
von Fehlhandlungen

Poka Yoke im Prozess

Vermeidet Fehlhandlungen

„My medicine works, but only if the patient takes it“

Shingeo Shingo



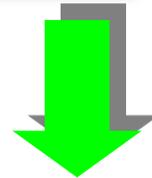
Beispiel für Poka Yoke am Produkt

Fehlhandlung (error):

Gas- und Wasseranschlüsse können vertauscht werden.

Fehler (defect):

Durch das Vertauschen kann Gas austreten und sich entzünden.



Lösung nach Poka-Yoke:

Gasanschlüsse erhalten ein Linksgewinde und Wasseranschlüsse ein Rechtsgewinde.

Weitere Beispiele:

- Telefonstecker (TAE) lässt sich nicht verkehrt herum einstecken
- USB-Stecker lassen sich nur in einer Ausrichtung stecken
- Staubsauger schließen nur bei eingelegtem Staubsaugerbeutel



Beispiel für Poka Yoke im Prozess

Hier ein Beispiel eines Poka Yoke Regals in der Automobilindustrie, in dem Gewichte zum Auswuchten von Rädern liegen, die manuell auf das Rad geklebt werden müssen.

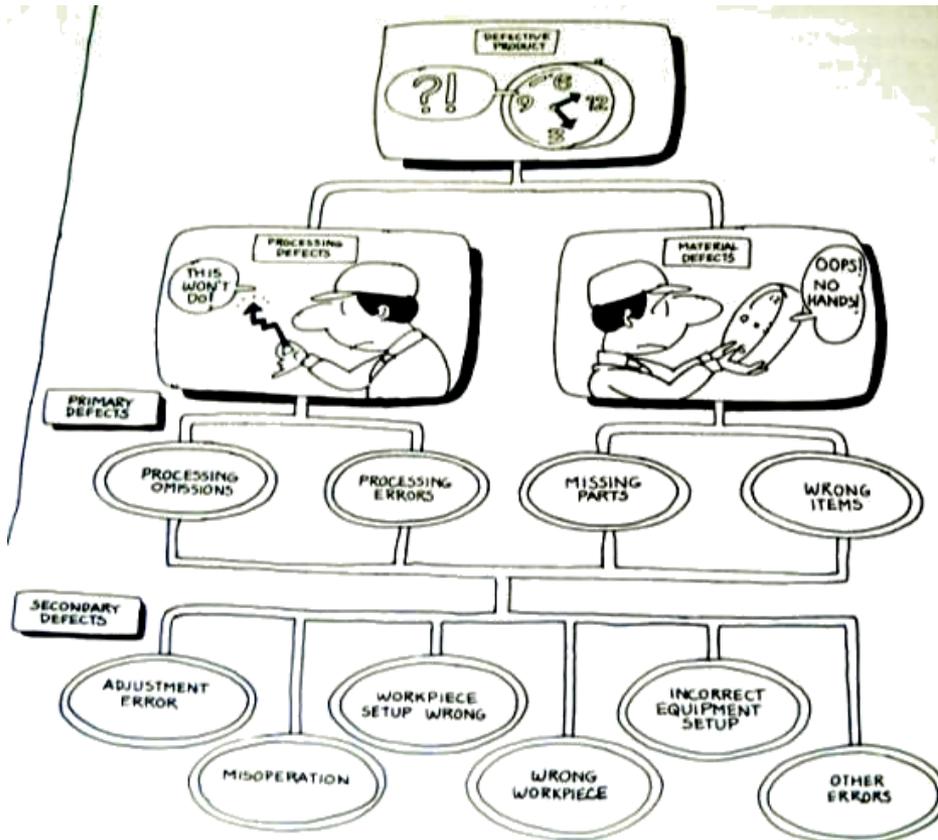
Fehlhandlung
Mitarbeiter greift das falsche Gewicht.

Rückkopplung bevor Fehler entsteht
Es ertönt eine Hupe, welche den Mitarbeiter auf die Fehlhandlung hinweist.

Abstellmaßnahme
Mitarbeiter erkennt die Fehlhandlung und nimmt das korrekte Gewicht.



Die verschiedenen Fehlerarten in der Fehlerkette



Fehler am Produkt

Fehler im Prozess

Fehler mit den Teilen

Primäre Defekte

Ausgelassene Arbeitsschritte

Montagefehler

Fehlende Teile

Falsche Teile

Sekundäre Defekte

Einstellfehler

Fehlfunktion

Falsches Ansetzen des Werkzeugs

Falsches Werkzeug

Einstellfehler am Werkzeug

Sonstige Fehler



Das Poka Yoke System





Prüfmethode

Die Prüfmethode beschreibt den Ort und die Zeit, der Fehler- oder Ursachenentdeckung. Als Eingangsinformation dient die Auslösefunktion.

(**Wann** und **wo** wird der Fehler entdeckt?)

Auslösemechanismus

Die Auslösefunktion beschreibt das Merkmal, das der Prüfmethode zu Grunde liegt.

(**Was** ist der Fehler?)

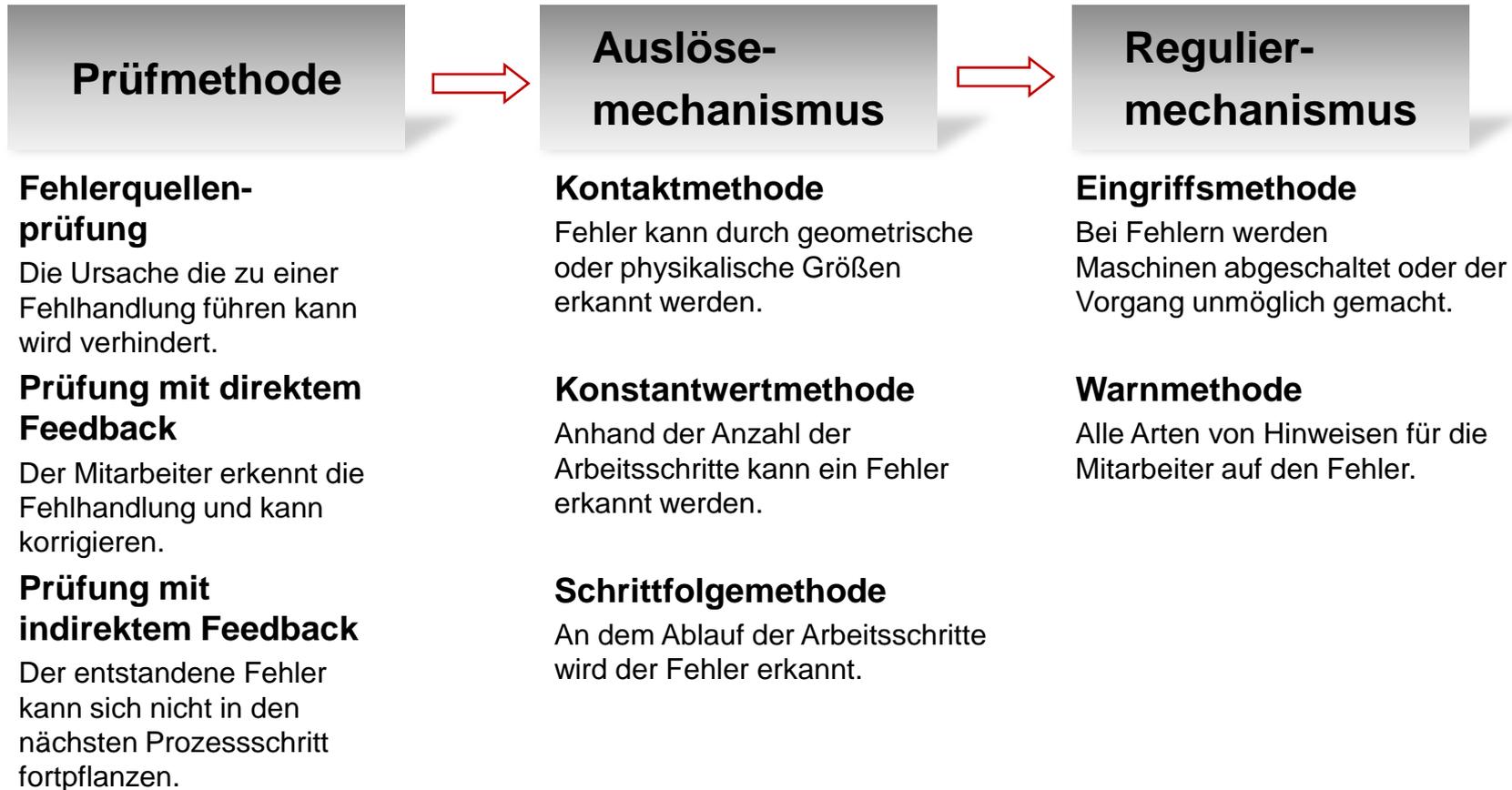
Reguliermechanismus

Die Regulierfunktion beschreibt die Reaktion des Systems aufgrund des Fehlers oder der Fehlhandlung.

(**Wie** wird die Fehlerfolge unterbrochen?)



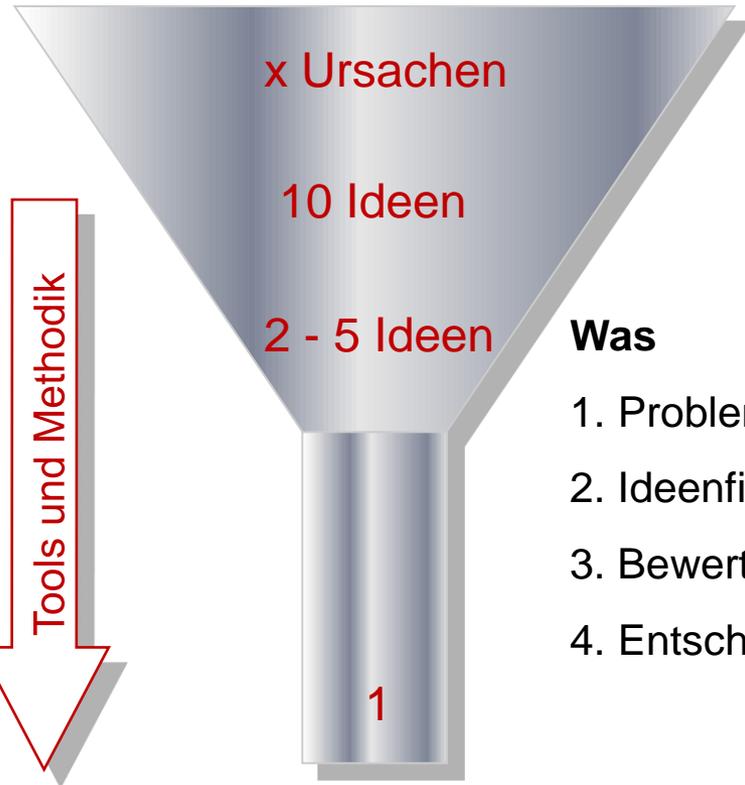
Die Poka Yoke Systemmatrix im Überblick



Der Weg zu Poka Yoke Lösungen



Systematische Vorgehensweise



Was

1. Problemanalyse
2. Ideenfindung
3. Bewertung
4. Entscheidung

Wie

- Prozessbegehung
- Brainstorming/ Ideenansätze
- technisch/ wirtschaftlich/ zeitlich
- Umsetzungsplan



1. Problemanalyse durch Prozessbegehung

Folgende Fragen unterstützen bei der Analyse:

- An wie vielen Orten kann der Fehler auftreten?
- Ist der Arbeitsablauf eindeutig?
- Sind Systematiken in der Fehlerentstehung erkennbar?
- Gibt es eine definierte Prüfung?
- Findet eine eindeutige Zuordnung zwischen Material und Produkt statt?
- Wo und wie wird der Fehler entdeckt?
- Wie wird der Fehler behoben?
- Welche menschlichen Fehlhandlungen werden vermutet?
- Welche Möglichkeiten der Fehlervermeidung fallen den Mitarbeitern vor Ort ein?

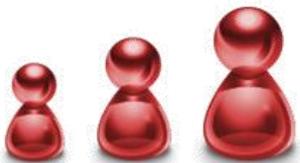


2. Ideenfindung durch Brainstorming

Vier grundsätzliche Regeln gelten beim Brainstorming:

1. Kombinieren und Aufgreifen von bereits geäußerten Ideen
2. Kommentare, Korrekturen, Kritik sind verboten
3. Viele Ideen in kürzester Zeit (Zeitraumen ca. 5 – 30 min)
4. Freies Assoziieren und Phantasieren ist erlaubt

Hier ein Beispiel:



3. Bewerten der Lösungen

Die optimale Lösung findet sich unter Betrachtung folgender Punkte:

1. Machbarkeit

- Technisch
- Finanziell
- Zeitlich (Wie lange läuft die Serie noch? Wann ist die nächste Produktpflege?)

2. Vermutete Wirksamkeit (z.B. 90%, 95% oder 99% Lösung)

3. Abgleich mit anderen Maßnahmen (z.B. anstehende Produktpflege)

technische Machbarkeit

E – einfach umsetzbar
M – mittelschwer umsetzbar
S – schwer umsetzbar

U – unmöglich, nicht umsetzbar

finanzielle Machbarkeit

G – geringe Kosten
M – mittlere Kosten
H – hohe Kosten

zeitliche Machbarkeit

K – kurzfristig realisierbar
M – mittelfristig realisierbar
L – langfristig realisierbar

Wirksamkeit

<90% Lösung
95% Lösung
>99% Lösung



4. Entscheidung und Umsetzungsplan

Vor dem Umsetzungsplan folgt die Entscheidung für oder gegen die Umsetzung. Folgende Punkte sind dabei unbedingt zu berücksichtigen:

- Der beste Zeitpunkt für Poka Yoke Lösungen ist immer bei der Produkt- und Prozessgestaltung
- Je später in der Serie, umso unwirtschaftlicher ist die Lösung
- Lieber sofort eine kostengünstige weiche (>50%) Poka Yoke Lösung, als die teure Lösung in x Monaten
- Erfahrungen aus der laufenden Serie sammeln und in die nächste Produktgeneration einbringen

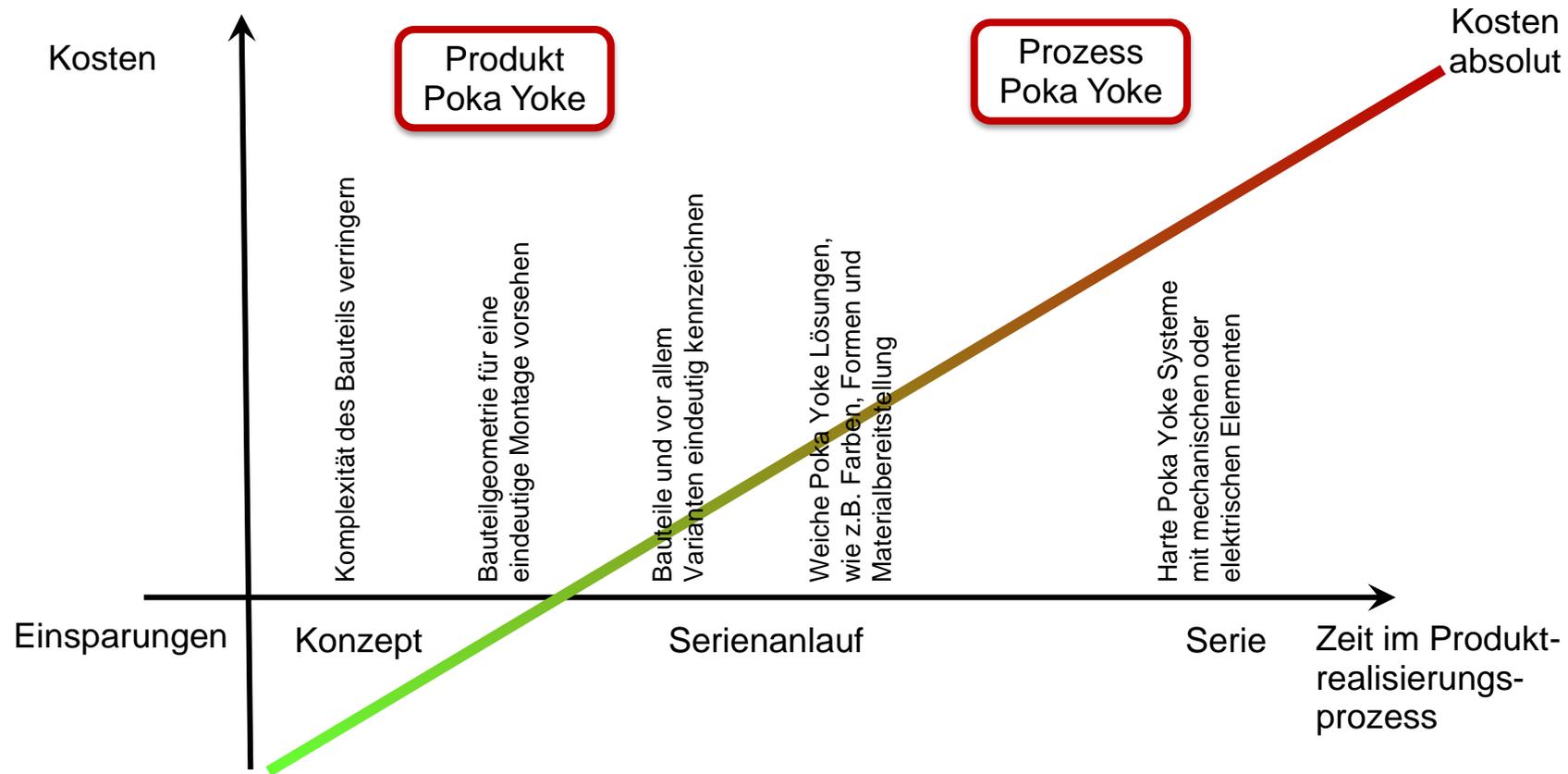
Beispiel eines Umsetzungsplanes:

	Aktivität	Spezifikation	€	Termin	Verantw.
<ul style="list-style-type: none"> • Form • Aufnahme • Varianten • 	Änderungen am Prozess	<ul style="list-style-type: none"> • Material • Arbeitsweise • Werkzeug • 			
	Änderungen am Produkt				
<ul style="list-style-type: none"> • Druckluft • Netzwerk (EDV) • Strom • 	Infrastruktur				
	Arbeitsdokumente	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsanw. • Zeichnungen • 			
	Sonst. Komponente				

Lösungen, Sicherheit und Kosten



Poka Yoke Lösungen und Kosten



Arten von Poka Yoke Lösungen

- Es lassen sich „weiche“ und „harte“ Poka Yoke Lösungen unterscheiden.
- Die Matrix von Dr. Shingo lässt auch die farbliche Markierungen zu, welche keine 100% Sicherheit darstellt.
- In Deutschland wird Poka Yoke jedoch immer mit „100% Sicherheit“ verbunden.

Prüf- methode		Auslöse- funktion		Regulier- funktion	
Fehlerquellen- prüfung		Kontakt- methoden		Eingriffs- methode	
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert- methoden		Warn- methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge- methoden			

„Harte“ Poka Yoke
Lösungen

„Weiche“ Poka Yoke
Lösungen



Qualität einer Poka Yoke Lösung

Eine gute Poka Yoke Lösung zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

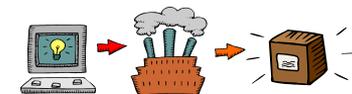
Die Lösung erfordert lediglich geringe Investitionen und ist rasch und einfach realisierbar.



Die Lösung hat beträchtliche Auswirkungen auf die Qualität des Endproduktes.



Die Lösung stellt keinen zusätzlichen Arbeitsschritt dar, sondern sie ist Teil des Prozesses und konzentriert sich auf eine oder wenige potentielle Fehlhandlungen.



Die Lösung wurde gemeinsam mit den betroffenen Werkern gefunden. Der Werker wird nicht kontrolliert sondern dabei unterstützt qualitativ hochwertig zu arbeiten.



Die Lösung kann, im Zusammenwirken mit weiteren Maßnahmen, eine Endkontrolle unnötig machen.



Shingo, Shigeo (1986): “Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System”. B&T; Productivity Press

Shimbun, Nikkan K. (1988): „Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects (Improve Your Product Quality!)”, B&T, Productivity Press

Shingo, Shigeo, The Productivity Press Development Team (1997): “Mistake-Proofing for Operators: The ZQC-System”, Productivity Press



Poka Yoke Grundsätze



Poka Yoke Grundsätze (1/3)

1. Baue Qualität in die Prozesse ein.

Auch durch begangene Fehlhandlungen dürfen keine fehlerhaften Produkte entstehen. Ermöglicht wird dies durch eine 100%-Prüfung mittels Poka Yoke Maßnahmen in Vorrichtungen und Prozessen.

2. Alle versehentlichen Fehlhandlungen lassen sich verhindern.

Wir müssen von Grundsatz ausgehen, dass Fehlhandlungen nicht unvermeidlich sind. Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg!

3. Höre auf es weiter falsch zu machen und beginne sofort damit es richtig zu machen.

Aussagen wie „Wir wissen, dass es nicht richtig ist, aber...“ lösen nicht das Problem.



4. Suche nicht nach Entschuldigungen, sondern überlege, wie man es richtig machen kann.

Überlegungen, wie die Prozesse verbessert werden können, sind besser als Ausreden.

5. Eine Erfolgswahrscheinlichkeit >50% ist gut genug, setze Deine Idee sofort um.

Strebe bei Verbesserungen nicht nach sofortiger Perfektion. Analysiere die Ursache und finde eine einfache Lösung. Wenn die Lösungen eine mehr als 50%-ige Erfolgswahrscheinlichkeit hat, setze sie sofort um. Mit den dabei gewonnenen Erfahrungen kann die Lösung später noch weiter verfeinert werden.

6. Fehlhandlungen und Fehler können auf Null reduziert werden, wenn alle zusammenarbeiten.

Eine Null-Fehler Produktion kann nicht von einer Person erreicht werden. Vielmehr müssen alle Mitarbeiter im Unternehmen zusammenarbeiten, um Fehlhandlungen und Fehler zu vermeiden.



7. Zehn Köpfe sind besser als einer.

Die Ideen jedes Einzelnen sind wichtig, aber das Wissen und die Kreativität von zehn Leuten sind noch wertvoller. Teamarbeit ist der Schlüssel zu effektiven Verbesserungsideen.

8. Suche nach der eigentlichen Ursache – frage mindestens fünfmal „warum“ und dann einmal „wie“.

Wenn ein Fehler auftaucht, fordere keine zusätzlichen Prüfer an. Suche stattdessen die eigentliche Wurzel des Problems um sicherzustellen, dass die anschließend festzulegenden Gegenmaßnahmen das Problem auch wirklich lösen. Frage „Warum trat der Fehler auf?“ und auf die Antwort wieder „Warum?“. Frage mindestens fünfmal „Warum?“ um bis auf die Wurzel des Problems vorzustoßen. Frage erst dann „Wie kann man das lösen?“ und setze die so gefundene Lösung um.



Kunden und Partnerschaften

Audi AG, Ingolstadt
BMW AG, Dingolfing
Brehm Präzisionstechnik GmbH
& Co. KG, Ulm
Daimler AG, Rastatt
EADS GmbH, Ulm
ERBE Elektromedizin GmbH, Tübingen
ESTA Apparatebau GmbH & Co. KG,
Senden
Eugen Lägler GmbH, Frauenzimmern
EvoBus GmbH, Mannheim
Faurecia GmbH & Co. KG., Neuburg
HOPPE AG, Bromskirchen
HÜTTINGER Elektronik GmbH &
Co. KG, Freiburg

KEBA AG, Linz
Kellner Telecom GmbH, Berlin
Kellner Telecom GmbH, Stuttgart
Knorr-Bremse, München
Ledertech GmbH, Bopfingen
LICON mt GmbH & Co KG., Laupheim
MAHLE International GmbH, Stuttgart
Mast Kunststoffe GmbH, Bad Waldsee
Mettler-Toledo AG, Urdorf
NAF GmbH, Erbach
Philip Morris SA, Lausanne
Pischzan Präzision, Erbach
RATIONAL AG, Landsberg
Ratiopharm, Ulm
Steelcase International, Rosenheim
W. Piekenbrink GmbH, Laupheim
ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen

