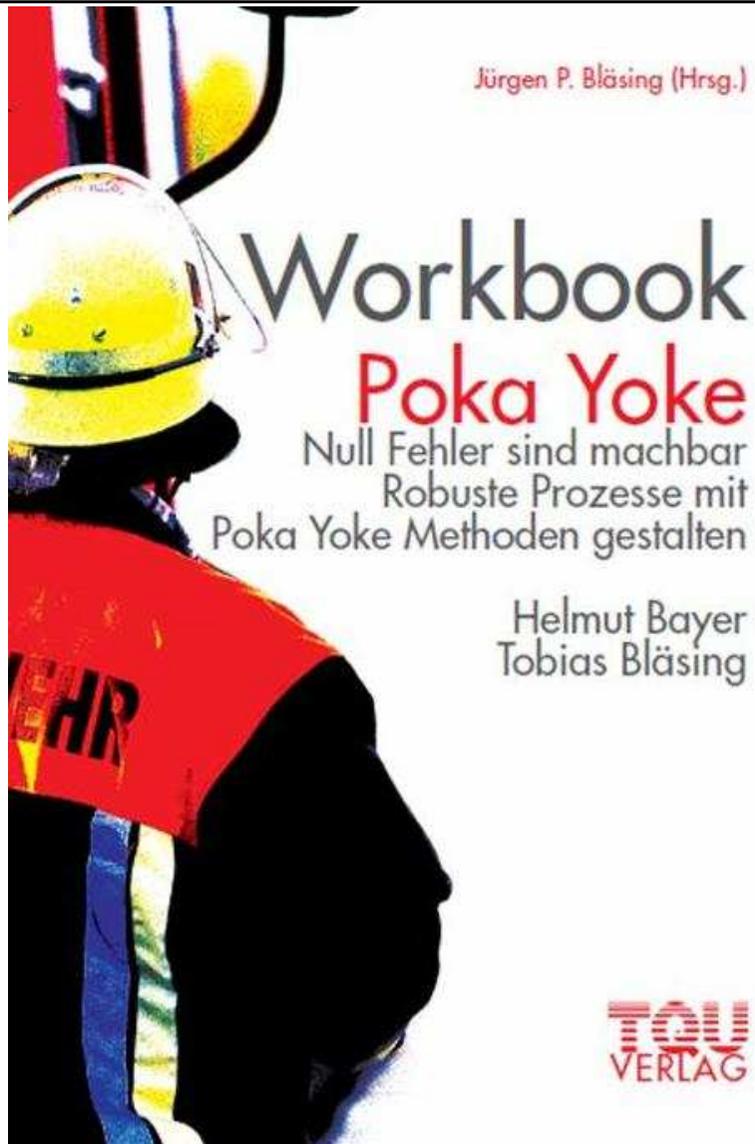


Poka Yoke

**Fehlhandlungen verringern
Fehler vermeiden**

Null-Fehler sind machbar



**Das aktuelle
Workbook im
TQU Verlag**

Jetzt bestellen!

Inhalte

- Was bedeutet Poka Yoke?
- Poka Yoke und das Toyota Produktionssystem
- Einführung in Poka Yoke
- Das Poka Yoke System
- Poka Yoke Grundprinzipien
- Aspekte von Poka Yoke
- Poka Yoke im Produktlebenszyklus
- Abgrenzung Poka Yoke und FMEA
- Beispiele für Poka Yoke Erfolge

ホ° po
カ ka
ヨ yo
ケ ke

Was bedeutet Poka Yoke?

Was bedeutet Poka Yoke?

Poka = die Vermeidung

Yoke = der unbeabsichtigte Fehler oder auch Lapsus

- 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.
- Heute nutzt Poka Yoke häufig weiche Vorkehrungen zur Vermeidung von Fehlhandlungen, z.B. Farben und Formen oder den sequentiellen Ablauf in Montage und Fertigung

ホ po
カ ka
ヨ yo
ケ ke

Geschichte von Poka Yoke

- Erfunden wurde die Methode Poka Yoke 1961 in Japan von Shigeo Shingo, einem Qualitätsingenieur von Toyota
- Ursprünglich wurde der Begriff „Baka Yoke“ benutzt, der „Narrensicher“ bedeutet
- Eine Mitarbeiterin der Arakawa Body Company, der eröffnet wurde, dass ihr Arbeitsplatz von nun an „narrensicher“ gestaltet sei, empfand diesen Begriff als abfällig ihr gegenüber
- Eine Legende behauptet sogar, dass die Mitarbeiterin in der Folge 4 Wochen krank gemeldet war.
- Daraufhin erfolgte die Umbenennung in Poka Yoke
- In den letzten Jahren findet die Methodik auch in Europa immer mehr Anklang

Poka Yoke und das Toyota Produktionssystem

Hrsg. Prof. Dr. Jürgen P. Bläsing

TQU
Poka Yoke

Woher kommt Poka Yoke?

- Eine dem Marshallplan entsprechende Wiederaufbauhilfe gab es nach dem zweiten Weltkrieg für Japan nicht.
- Japanische Firmen hatten in den 50er und 60er Jahren erhebliche Probleme mit ihren Produkten auf den amerikanischen und europäischen Märkten zu bestehen. Mit einer „historischen“ Qualitätskampagne während der 70er und 80er Jahre ist ihnen der Durchbruch gelungen.
- Diese hohe Qualität wird durch das Toyota Produktionssystem erreicht, das aus verschiedenen Teilen besteht, wobei ein wesentlichen Bestandteil Poka Yoke ist.
- Poka Yoke als Vorbeugungskonzept zur präventiven Fehlervermeidung wurde durch Shigeo Shingo im Zeitraum 1950 bis 1977 entwickelt.
- Shigeo Shingo, auch bekannt als Dr. Improvement, galt als der führende Geist der Produktionsoptimierung und in Anerkennung seiner Leistungen wurde der jährliche „Shingo Prize for Excellence in Manufacturing“ ins Leben gerufen.



Shigeo Shingo

Poka Yoke und das Toyota Produktionssystem

- Als Begründer des Toyota Produktionssystems gelten Shigeo Shingo, Taiichi Ohno sowie Eiji Toyoda.
- Für das Toyota Produktionssystem oder auch Lean Production bzw. schlanke Produktion genannt, gibt es keine geschlossene Theorie, was sich auch in einer Vielzahl von Synonymen und sich überschneidenden Begriffen und Ideen widerspiegelt.
- Es sind vielmehr die einzelnen Grundsätze und Methoden sowie deren unternehmensspezifische Vernetzung, die zu den verschiedenen Ausprägungen führen.
- Zur Realisierung dieser Grundsätze wurden verschiedene Konzepte, Prinzipien, und Werkzeuge entwickelt, die Bestandteil der Schlanke Produktion sind und von denen viele überraschend einfach umzusetzen sind.

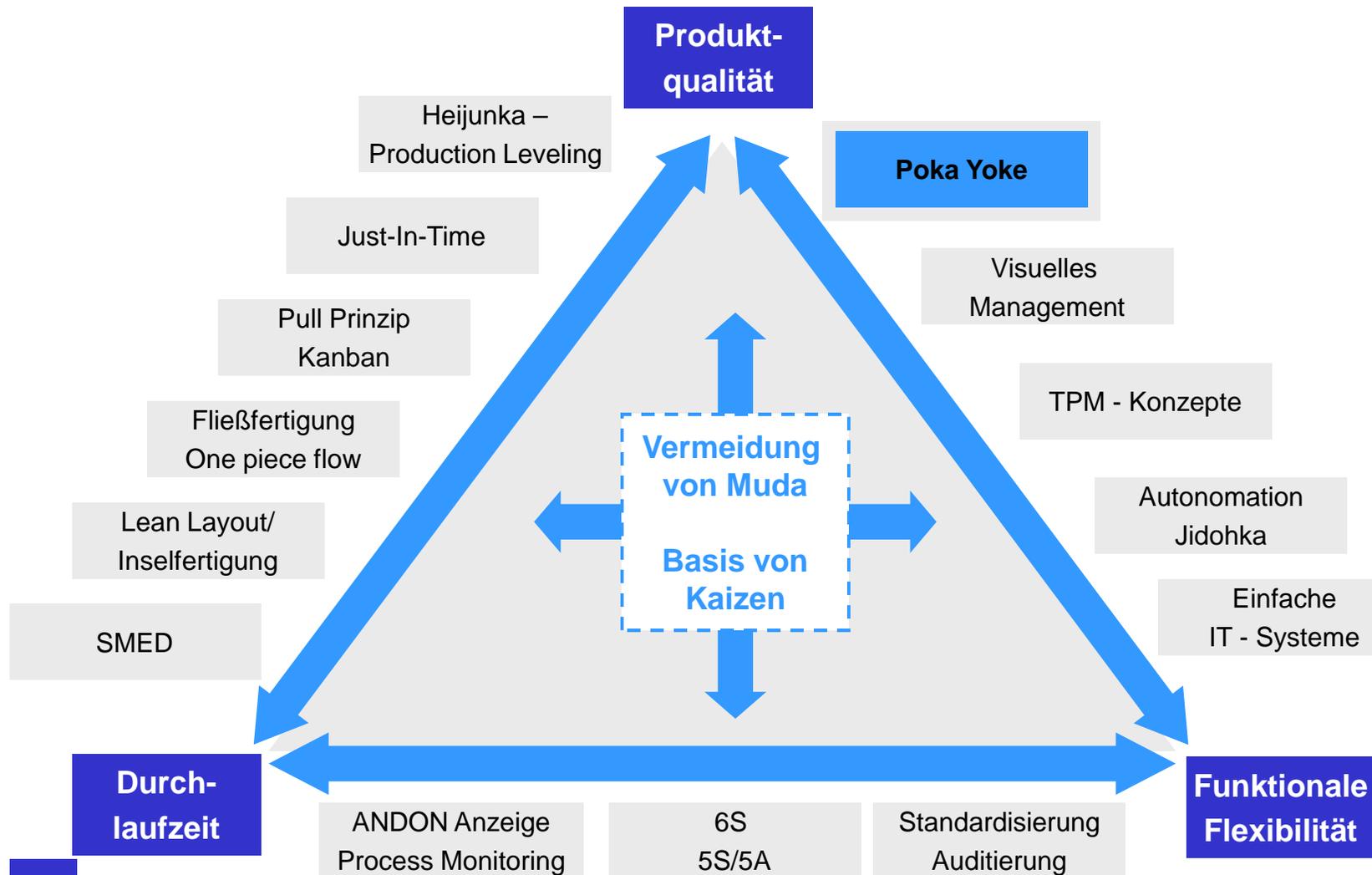


Die Grundsätze des Toyota Produktionssystems

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)**
2. Zu jedem auftretenden Fehler werden mit hoher Priorität die Ursachen gesucht und Lösungen erarbeitet, um den Fehler zu beseitigen.
→ **Fehlerfreie Produktion (Produktqualität)**
3. Varianten müssen schnell und ohne erhebliche Störung des Produktionsflusses möglich sein.
→ **Optimale Produktion (Funktionale Flexibilität)**

Poka Yoke und das Toyota Produktionssystem



Die Begriffe des Toyota Produktionssystems

Heijunka

Aus dem Japanischen - Ausbalancierte Produktion / Nivellierte Produktion / Produktionsglättung. Die Produktionsmenge wird in kleine Tageslose aufgeteilt. Hiermit wird der schwankenden Nachfrage des Marktes und dem Variantenreichtum bei optimaler Ressourcennutzung Rechnung getragen.

Just-in-Time

Produkte und Dienstleistungen werden ausschließlich dann bereitgestellt, wenn sie vom Kunden nachgefragt werden, exakt zu der vom Kunden benötigten Zeit, genau in der von Kunden nachgefragten Quantität und Qualität.

Kanban

Japanisch für Anweisungskarte oder Signal. Wenn eine Synchronisierung im kontinuierlichen Fluss unmöglich ist (bauliche oder örtliche Gründe oder Zulieferung durch Lieferanten), wird das Pull-Signal durch Kanban-Systeme übertragen.

One-Piece-Flow

Je größer das Los ist, desto mehr Teile warten bzw. lagern, bis das Los vollständig abgearbeitet ist. „One piece flow“ (Einzelstückfluss bzw. -weitergabe) bedeutet eine Losgröße von 1 und verhindert diese Verzögerungen.

SMED

Single Minute Exchange of Die: Rüsten oder Werkzeugwechsel in einer einstelligen Minutenzahl (weniger als 10 Minuten)

Andon

Eine Anzeigetafel oder Leuchte, die den aktuellen Stand der Produktion (Soll/Ist; Störungen usw.) signalisiert.

5S

5S steht für Seiri (Aufräumen), Seiton (Ordnen), Seiso, (Reinigung), Seiketsu (Sauberkeit) und Shitsuke (Disziplin). Es beschreibt eine Vorgehensweise zur Schaffung von Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz bzw. in ganzen Unternehmen.

TPM

Total Productive Maintenance (TPM) ist eine Methode, die auf die Maximierung der Effektivität von Anlagen und Maschinen abzielt. Dabei werden die Werker in den Prozess der vorbeugenden Wartung von Anlagen und Maschinen einbezogen (autonome Instandhaltung).

Jidohka

Auch Autonomation genannt. Es handelt sich dabei um den mannslosen Betrieb einer Maschine.

Einführung in Poka Yoke

Wie funktioniert Poka Yoke? (I/II)

- Der japanische Ausdruck **Poka Yoke** (jap.: Poka = Vermeidung Yoke = der unbeabsichtigte Fehler) bezeichnet ein aus mehreren Elementen bestehendes Prinzip, welches technische Vorkehrungen und Einrichtungen zur sofortigen Fehleraufdeckung umfasst.

Fehler werden in der Arbeitsphase erzeugt und Prüfungen können nichts anderes bewirken, als die Fehler zu finden.

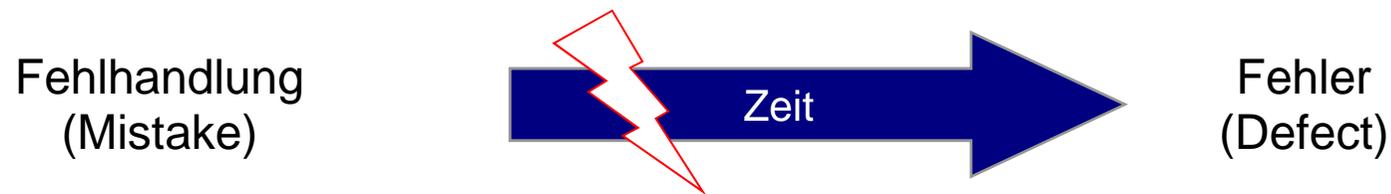
Shigeo Shingo

- Ausgangsbasis für Poka Yoke ist die Erkenntnis, dass kein Mensch in der Lage ist **unbeabsichtigte Fehler vollständig zu vermeiden**.
- Der Ausgangspunkt für die Entwicklung des Poka Yoke Systems mit Fehlerquelleninspektion lag für den Japaner Shingo, den geistigen „Vater“ dieses Konzepts, bei der **statistischen Qualitätskontrolle (SQC)**, nach amerikanischem Typus. 1977 hatte Shingo die Entwicklung von Poka Yoke abgeschlossen.

Wie funktioniert Poka Yoke? (II/II)

- Poka Yoke zielt auf den Einsatz von meist technischen Hilfsmitteln. Die Lösungen sind meist kostengünstig und sofort einführbar.
- Mit Poka Yoke wird meist durch einfache und wirkungsvolle Systeme dafür gesorgt, dass Fehlhandlungen im Fertigungsprozess nicht zu Fehlern am Endprodukt führen.
- Um auch ein weiteres Auftreten von einmal entdeckten Fehlern ausschließen zu können, wird Poka Yoke in Verbindung mit einer Inspektionsmethode eingesetzt.
- Als besonders effektiv hat sich dabei die ebenfalls von S. Shingo entwickelte Fehlerquelleninspektion „Source Inspection“ erwiesen.
- Hier erkennen die Personen, die die Fehlhandlungen ausführen durch ein umgekehrtes Feedback diese Fehlhandlung. Die Wiederholung der entdeckten Fehlhandlung kann so vermieden werden.

Unterbrechen möglicher Fehlerketten



Kunde: Ölstand beim Fahrzeug nicht kontrolliert

Motorschaden

Kunde: Wasserhahn nicht abgedreht

Wasser läuft über

Kunde: Scheinwerfer nicht eingeschaltet

Unfall im Tunnel

Service: Falsches Werkzeug

Reparatur nicht möglich

Produktion: Falscher Klebstoff

Verbindung unzureichend

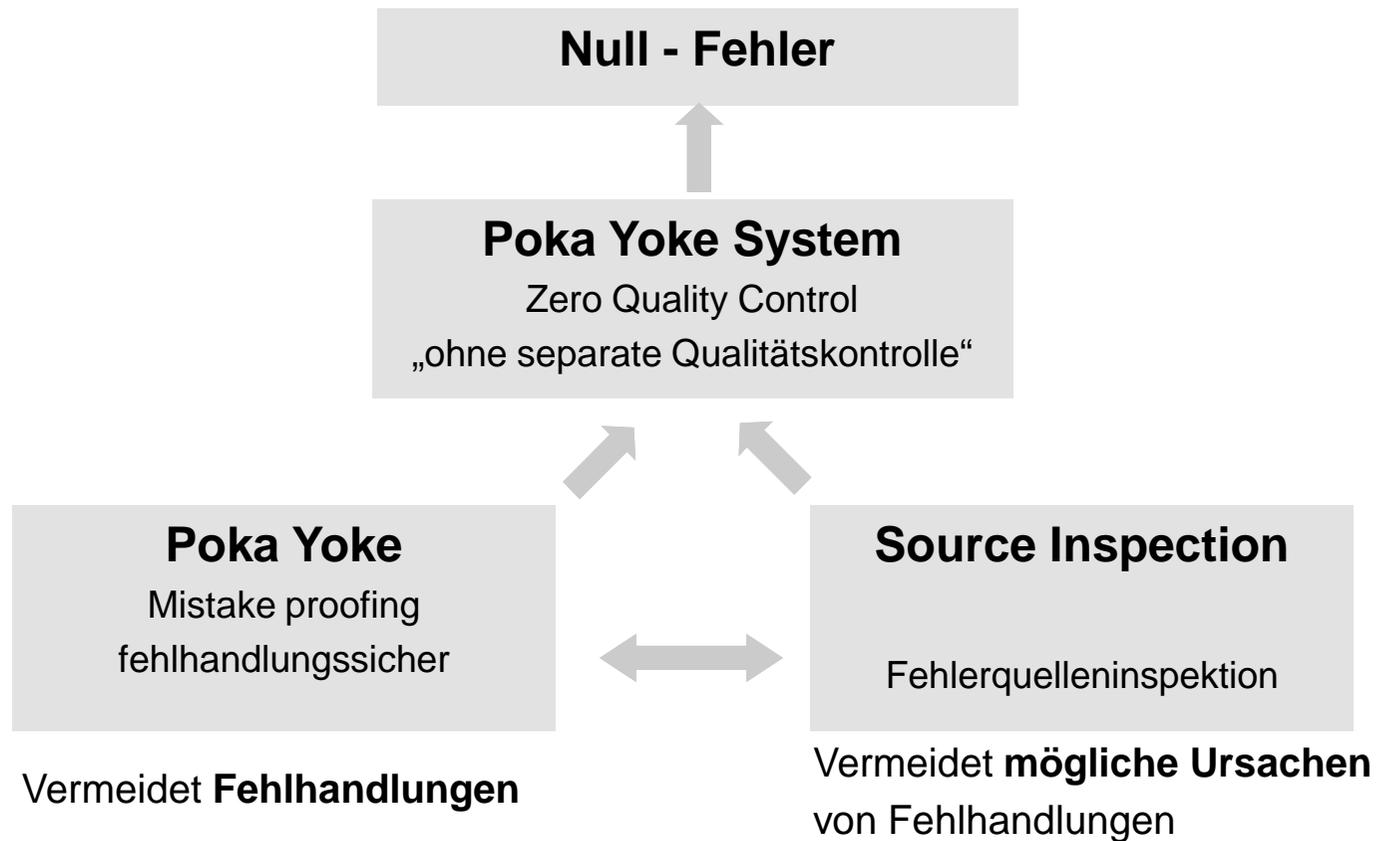
Produktion: zu wenig Bohrungen

nicht montierbar

Entsorgung: Materialien nicht gekennzeichnet

nicht trennbar

Das Null-Fehler Konzept



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

Shingeo Shingo

Beispiel für Poka Yoke

Fehlhandlung (error):

Gas- und Wasseranschlüsse können vertauscht werden.



Fehler (defect):

Durch das Vertauschen kann Gas austreten und sich entzünden.



Lösung nach Poka-Yoke:

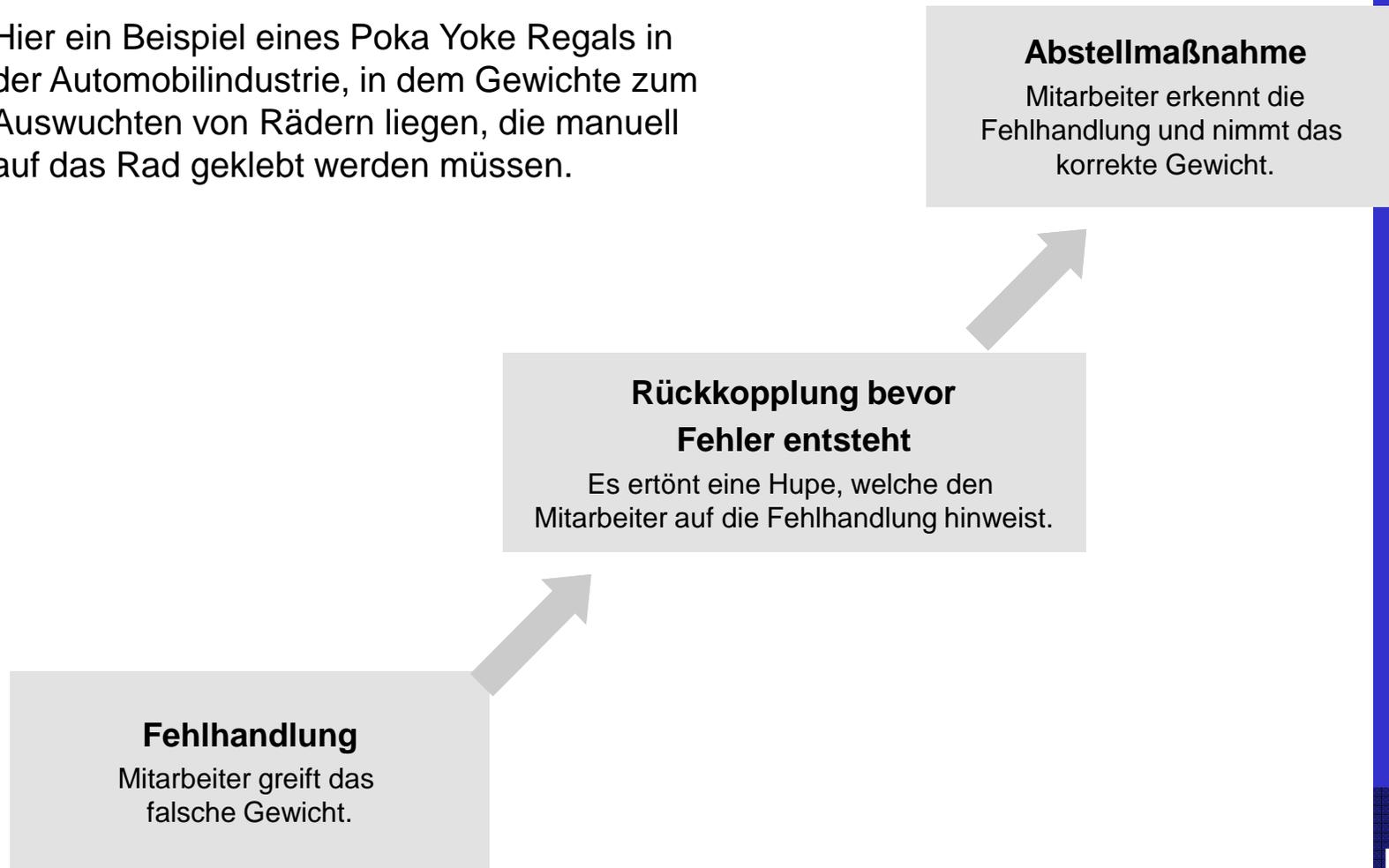
Gasanschlüsse erhalten ein Linksgewinde und Wasseranschlüsse ein Rechtsgewinde.

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

Fehlerquelleninspektion „Source Inspection“

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.



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 die 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.



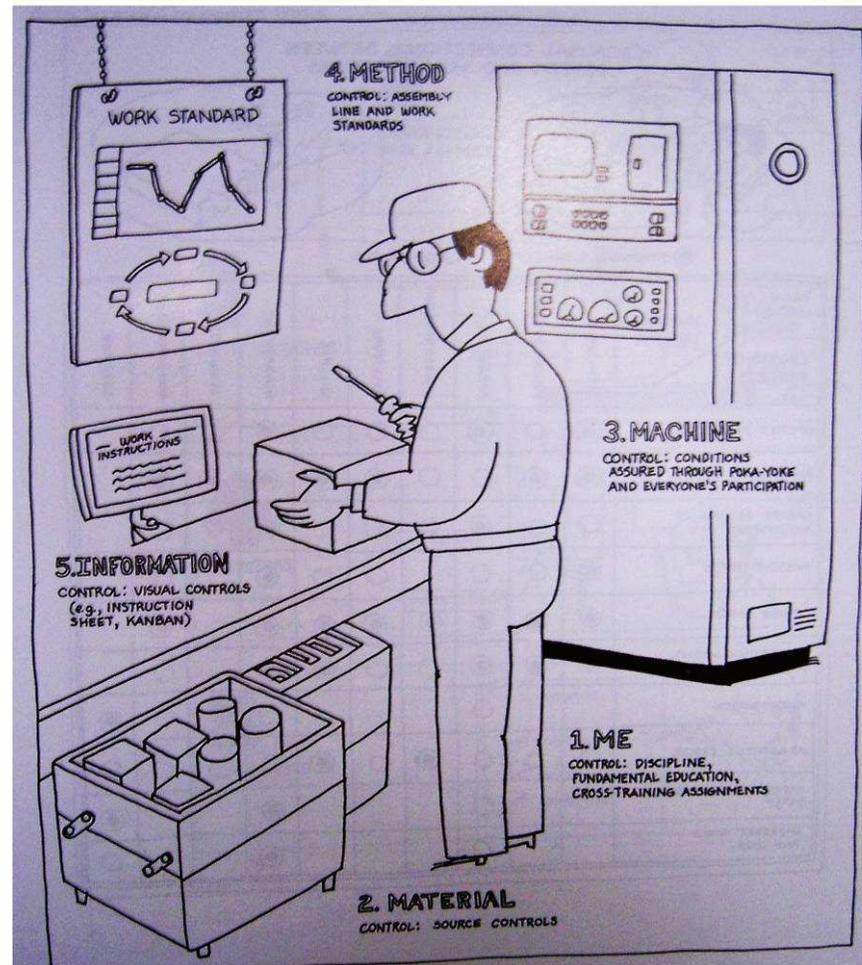
Das Poka Yoke System

Die fünf Elemente der Produktion

Wenn man die täglichen Arbeiten in der Produktion näher beleuchtet, so ergibt sich folgendes Bild:

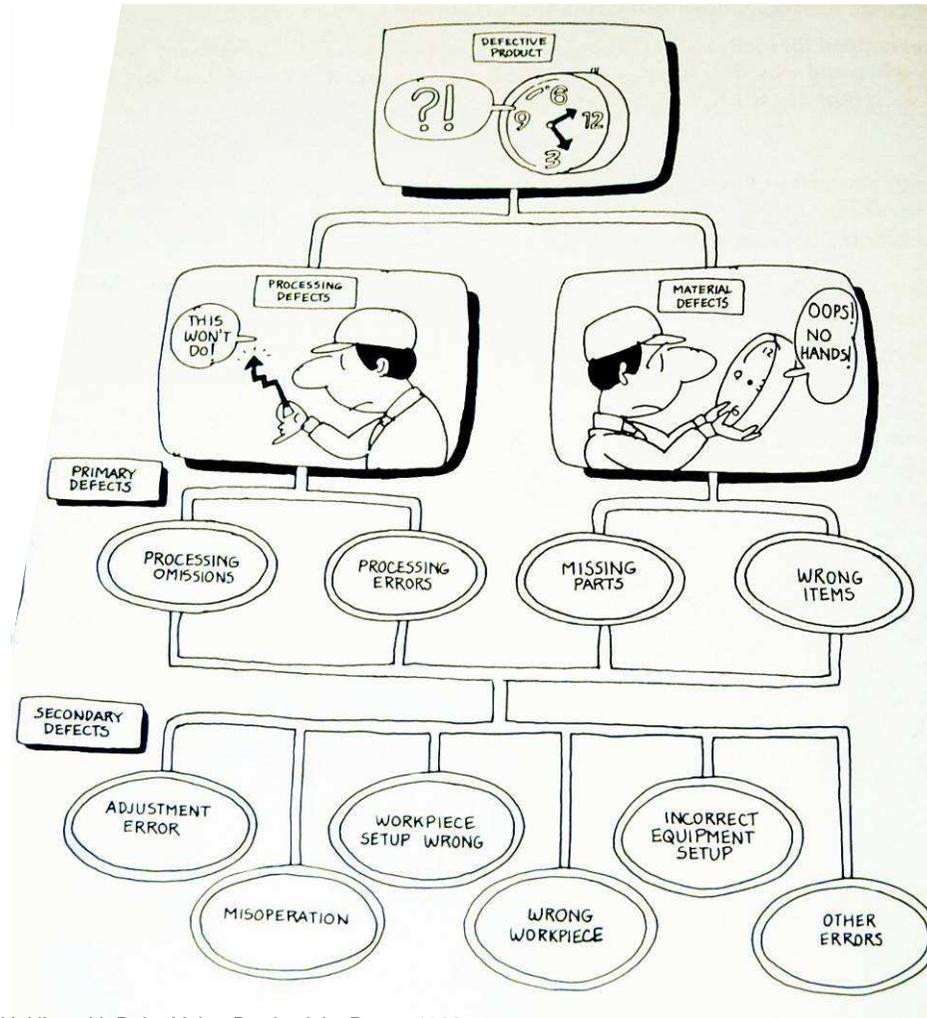
- Anhand von Arbeitsanweisungen (**Information**) werden
- Teile und Material (**Material**) entnommen und
- mit Maschinen und Werkzeugen (**Machine**)
- von Mitarbeiter (**Me**) durch
- Standardarbeitsvorgänge (**Method**) hergestellt.

Diese fünf Elemente bestimmen, ob ein Produkt fehlerfrei hergestellt wird oder ein Produktionsfehler auftritt.



H. Hiroyuki; Poka-Yoke; Productivity Press, 1988

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

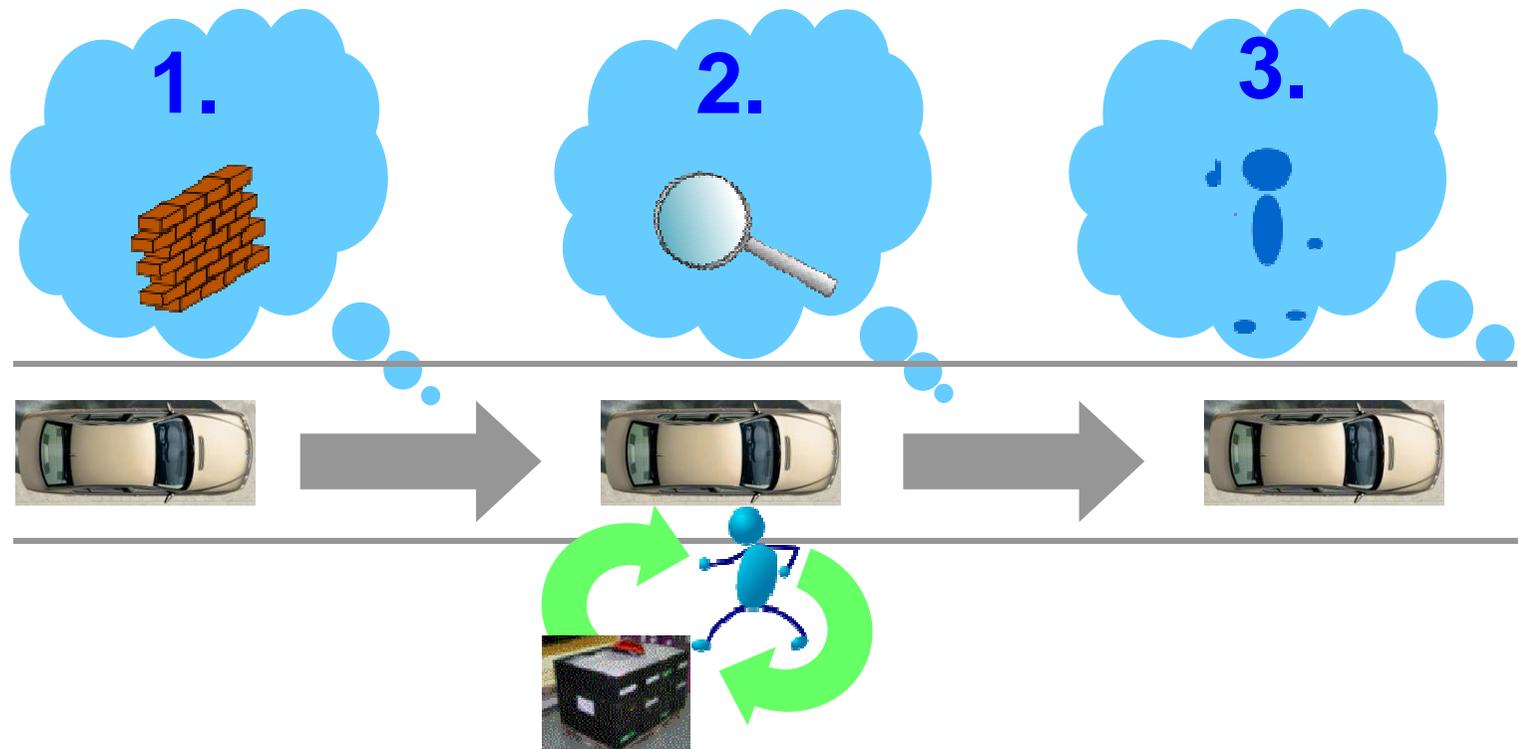
Sonstige Fehler

Unterbrechung der Fehlerkette (Prüfmethode)

Fehler wird schon vor dem Arbeitsschritt unmöglich gemacht –
Fehlerquellenprüfung / Ursachenkontrolle

Fehlerentdeckung im Arbeitsschritt – **Prüfung mit direktem Feedback / Selbstkontrolle**

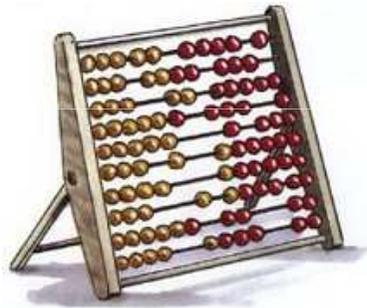
Fehlerentdeckung beim Übergang oder im nächsten Arbeitsschritt – **Prüfung mit indirektem Feedback / Folgekontrolle**



Möglichkeiten der Fehlererkennung (Auslösemechanismus)

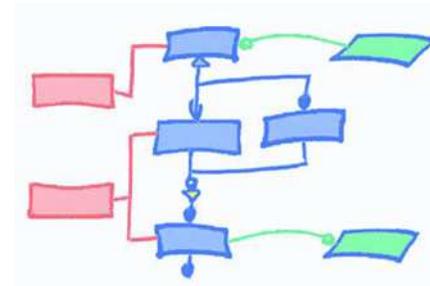


Der Fehler ist bestimmt durch physikalische Größen, wie z.B. Gewicht, Form, Temperatur etc. und kann durch Sensoren festgestellt werden - **Kontaktmethoden**.



Der Fehler ist bestimmt durch die Anzahl der Arbeitsschritte oder Teile (zuviel / zuwenig) – **Konstantwertmethoden**.

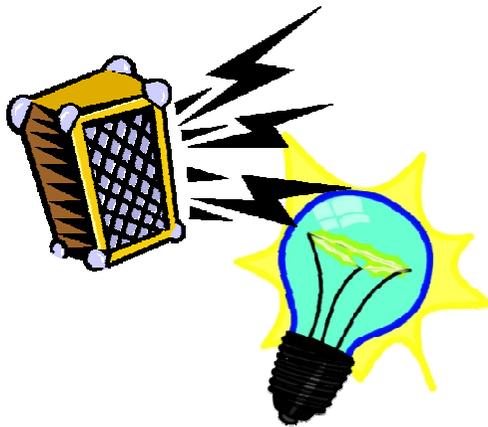
Der Fehler ist bestimmt durch die Abfolge einzelner Montageschritte z.B. Bauteile bauen aufeinander auf (Getriebe, mechanische Uhr) - **Schrittfolgemethoden**.



Abwehr der Fehlerfolge (Reguliermechanismus)



Der Arbeitsschritt wird gestoppt oder unmöglich gemacht. Aus der Fehlhandlung kann kein Fehler entstehen oder er pflanzt sich nicht fort - **Eingriffsmethoden.**



Der Mitarbeiter wird auf die Fehlhandlung hingewiesen und er kann Korrekturmaßnahmen einleiten - **Warnmethoden.**

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.

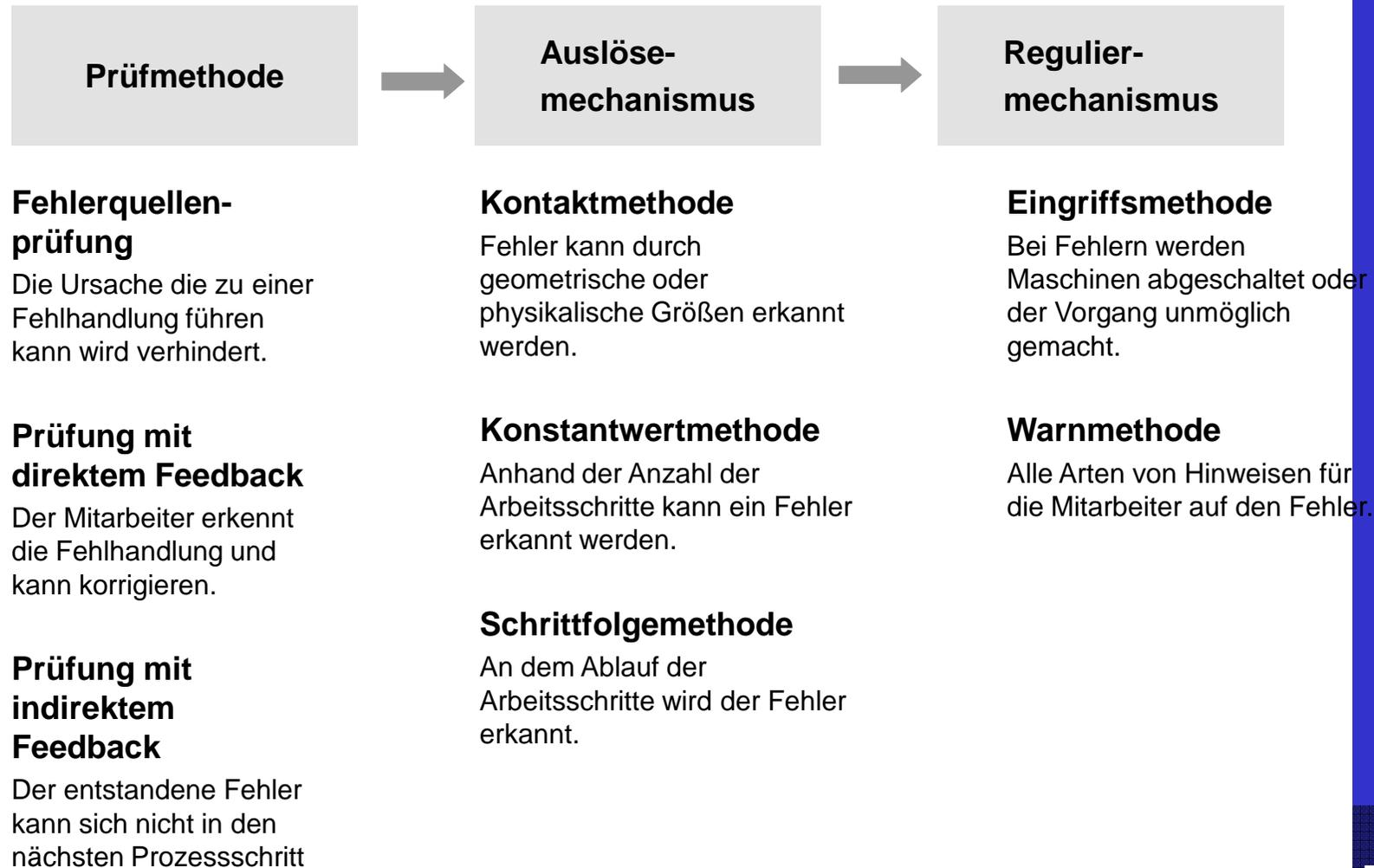
(**Was** ist der Fehler?)

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



Beispiele für Pfade in der Systemmatrix

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	Warn-methode

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	Warn-methode

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	Warn-methode

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	Warn-methode

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	Warn-methode

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	Warn-methode



Fehlerquellenbeseitigung

- Die Lösungsfindung von Poka Yoke nach Shigeo Shingo umfasst alle relevanten Aspekte mit denen eine Fehlhandlung vermieden werden kann.
- In vielen Fällen ist es hilfreich, die eigentliche Ursache zu betrachten und diese zu beseitigen. Für diesen Fall wird das Modell um die Fehlerquellenbeseitigung ergänzt.
- Die Fehlerquellenbeseitigung schließt die Möglichkeit von Fehlhandlungen aus.
- Die Beseitigung von Fehlerquellen findet vorwiegend in der Planungsphase statt.

Prüfmethode	Auslösemechanismus	Reguliermechanis.
Fehlerquellenprüfung - Ursachenkontrolle	Kontaktmethoden – physikalische Größen	Eingriffsmethode – Stopp
Prüfung mit Feedback (direkt) – Selbstkontrolle	Konstantwertmethoden – Anzahl Teilarbeitsschritte	Warnmethode – Signal
Prüfung mit Feedback (indirekt) - Folgekontrolle	Schrittfolgemethoden - Standardbewegungsabläufe	
Fehlerquellenbeseitigung		

Poka Yoke Grundprinzipien



Die Poka Yoke Systemmatrix

Prüfmethode	Auslösemechanismus	Reguliermechanismus
Fehlerquellenprüfung	Kontaktmethoden	Eingriffsmethode
Prüfung mit Feedback (direkt)	Konstantwertmethoden	Warnmethode
Prüfung mit Feedback (indirekt)	Schrittfolgemethoden	

Fehlerquellenbeseitigung

- Eine Poka Yoke Lösung besteht entweder aus einer Beseitigung der Fehlerquelle oder aus dem systematischen Umgang mit möglichen Fehlern.

Lösung für mögliche Fehler:

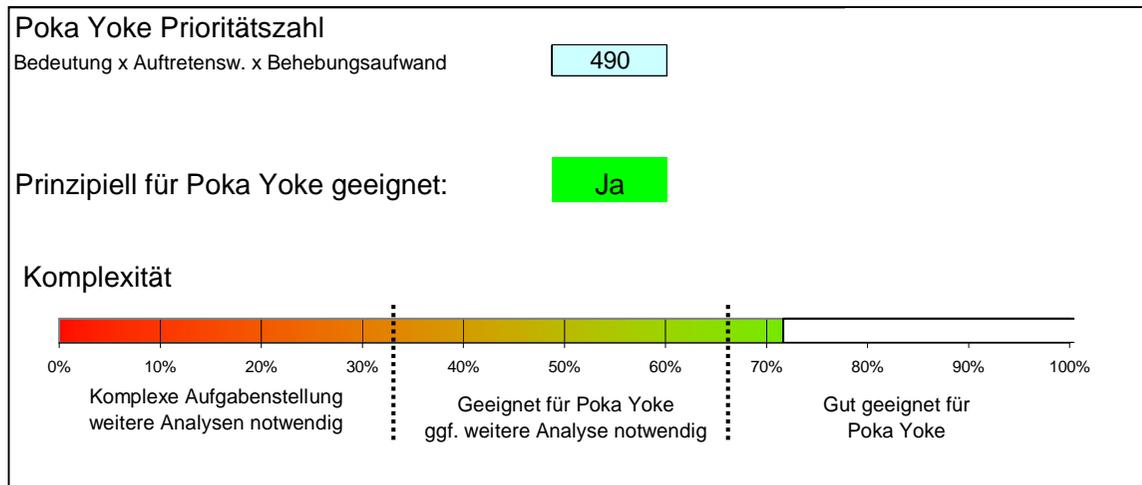
- Jede Spalte hält 2 bzw. 3 prinzipielle Methoden oder Funktionen inne.
- Für eine Problemlösung nach dem Poka Yoke System ist es unerlässlich in jeder Spalte eine Methode oder Funktion anzuwenden und somit einen horizontalen Pfad durch die Matrix zu finden.

Der Poka Yoke Ideenbaukasten

Prüfmethode	Auslösemechanismus	Reguliermechanismus
Fehlerquellenprüfung	Kontaktmethoden	Eingriffsmethode
Prüfung mit Feedback (direkt)	Konstantwertmethoden	Warnmethode
Prüfung mit Feedback (indirekt)	Schrittfolgemethoden	
Fehlerquellenbeseitigung		

- Jede der prinzipiellen Methoden ist mit einer speziellen Fähigkeit oder Eigenschaft der Spaltenüberschrift ausgestattet.
- Der Poka Yoke Ideenbaukasten gibt Tipps für mögliche Lösungen. Jede Box hat ihre eigene Ideensammlung. Durch dieses Prinzip eines morphologischen Kastens ergeben sich somit eine Fülle von kreativen, innovativen und einfachen Problemlösungsmöglichkeiten nach Poka Yoke.
- Für jede dieser Eigenschaften oder Funktionen gibt es eine große Anzahl von Lösungsmöglichkeiten.

Der Poka Yoke Eignungstest



Was ist zu tun wenn das Thema nicht für Poka Yoke geeignet ist?

- Der Poka Yoke Lösungsweg, direkt von der Problemstellung in mögliche Lösungen, ist nicht geeignet. Weitere Analysen zur Fehlereingrenzung sind notwendig um den Fehler weiter einzugrenzen. Poka Yoke kann auf einer tieferen Ebene wieder geeignet sein.

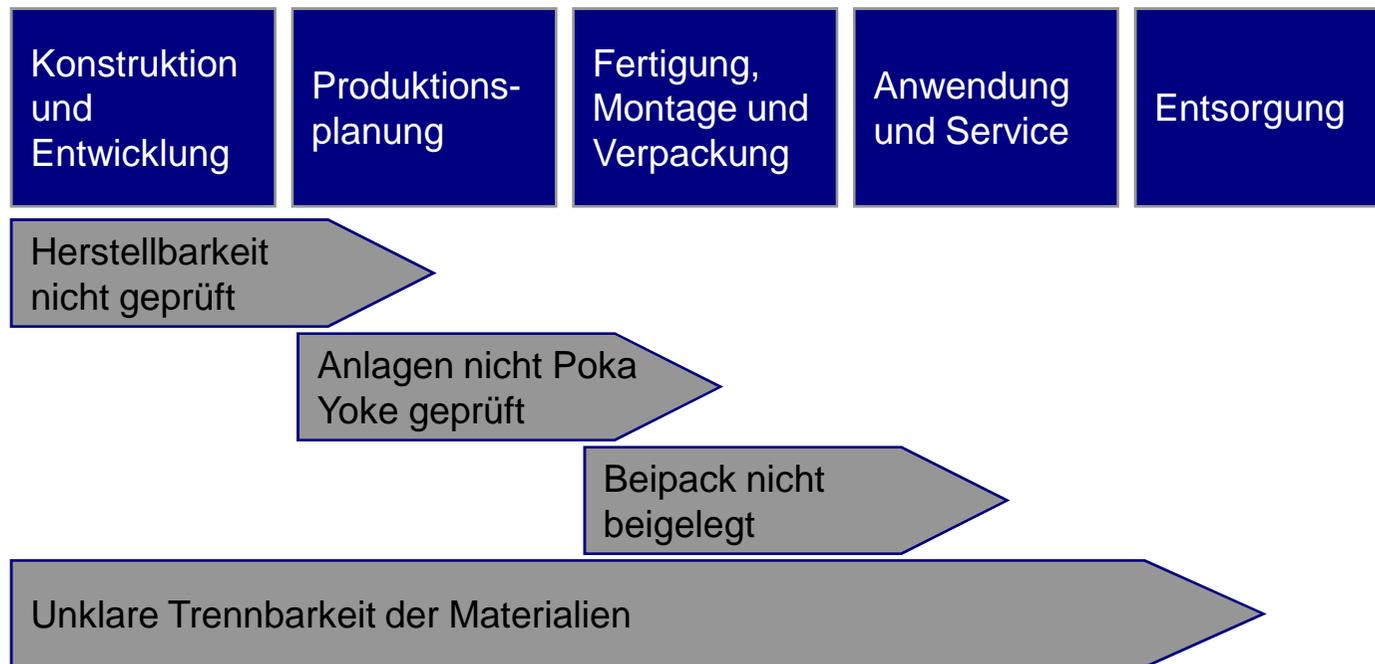
Was sagt die Aktionszahl?

- Aktionszahl = Bedeutung * Auftretenswahrscheinlichkeit * Aufwand Fehlerbehebung
- Kann zur Priorisierung verwendet werden (hohe Zahl = hohe Motivation für eine Änderung)

Aspekte von Poka Yoke

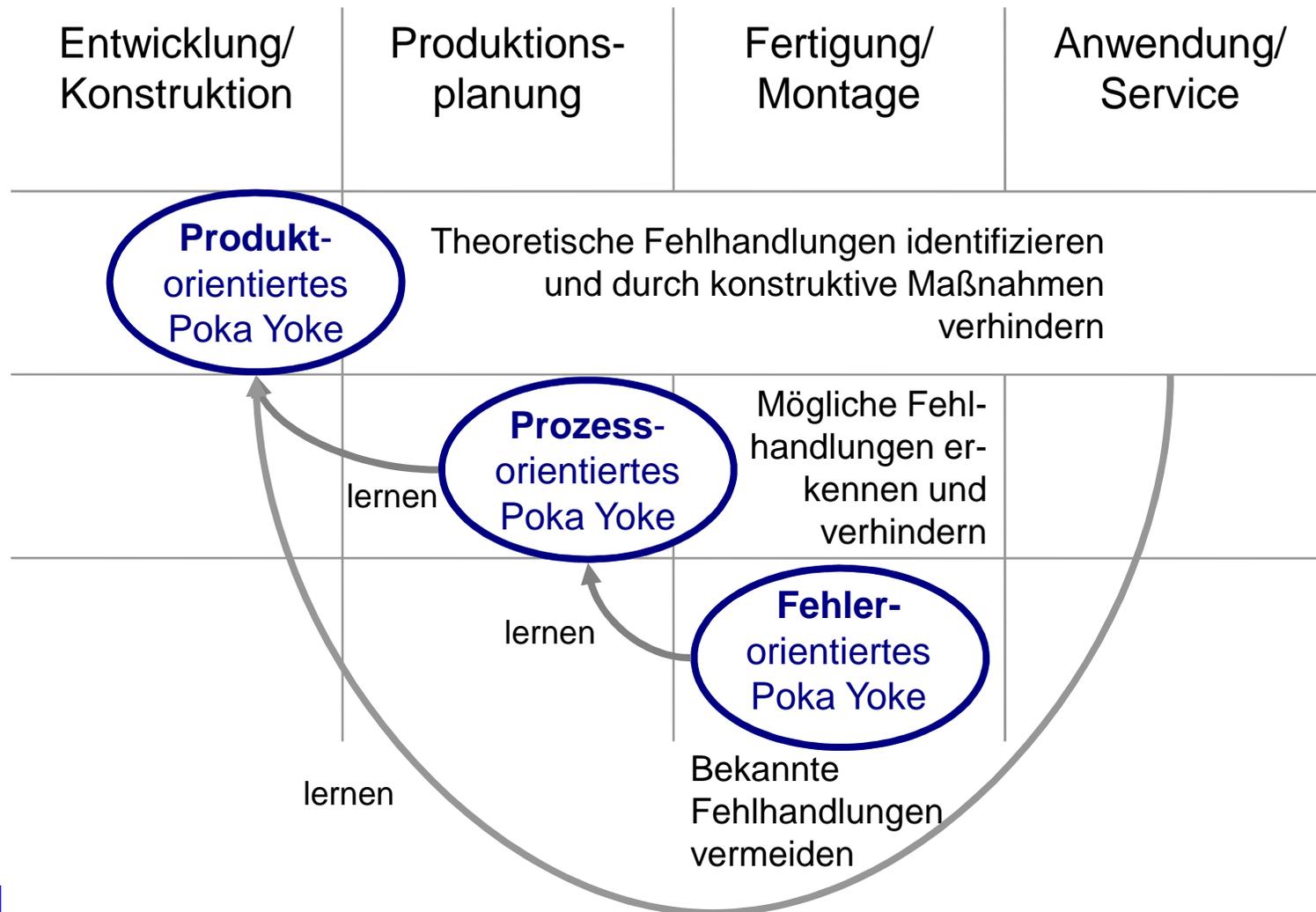
Zielsetzung von Poka Yoke

Potenzielle Fehlhandlungen sollen in **allen Phasen** der Produktentstehung und des Produktlebenszyklus vorbeugend vermieden werden oder unmittelbar erkannt und somit verhindert werden.



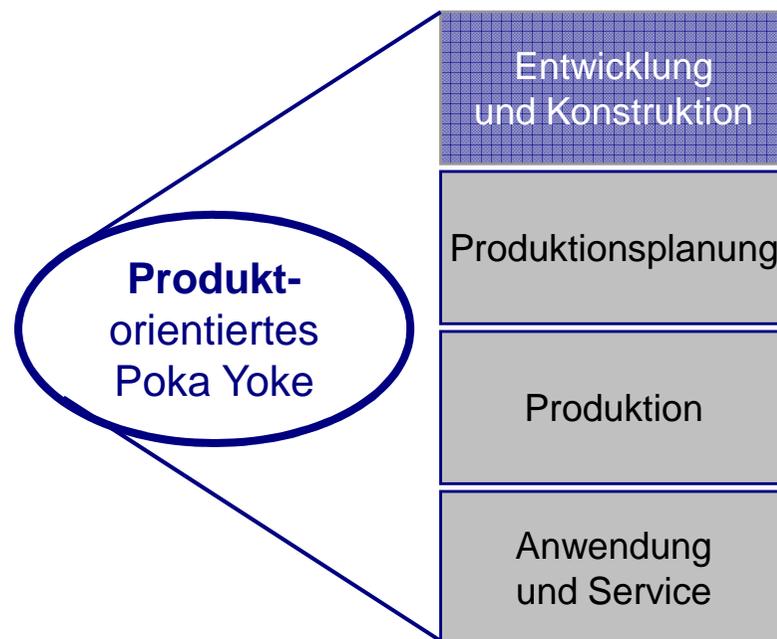
- Menschliche Fehlhandlungen sollen somit verhindert bzw. erkennbar gemacht werden
- Die Fehlerkette von Fehlhandlung zu Fehler kann damit unterbrochen werden

Wo werden Poka Yoke Lösungen entwickelt?



Produktorientiertes Poka Yoke oder Source Inspection

Mit dem produktorientierten Poka Yoke oder Source Inspection lassen sich theoretische Fehlhandlungen bei der Planung, Erstellung und Anwendung des Produktes identifizieren und mittels konstruktiver Maßnahmen verhindern.

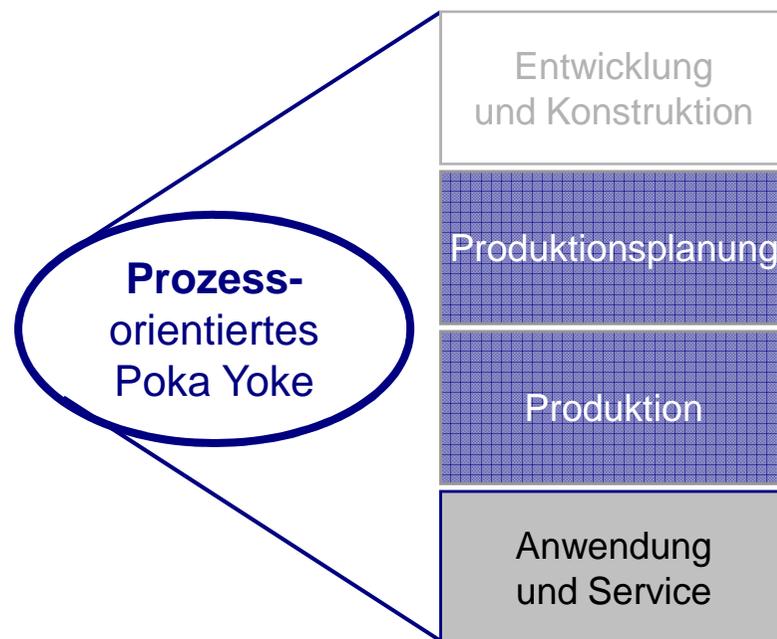


Drei Vorgehensweisen:

1. Grundsätze der Entwicklung und Konstruktion um Poka Yoke Aspekte (Asymmetrie, gleiche Schrauben, etc.) ergänzen und umsetzen
2. Systematische Vorselektion und Priorisierung von fehlerhandlungsriskanten Baugruppen und Bauteilen
3. Auswertung von bekannten Fehlern, deren ursächlichen Fehlhandlungen und bekannten Poka Yoke Lösungen

Prozessorientiertes Poka Yoke oder Source Inspection

Mit dem prozessorientierten Poka Yoke oder Source Inspection lassen sich mögliche Fehlhandlungen identifizieren und über Vorrichtungen, Werkzeuge und Hilfsmittel verhindern.

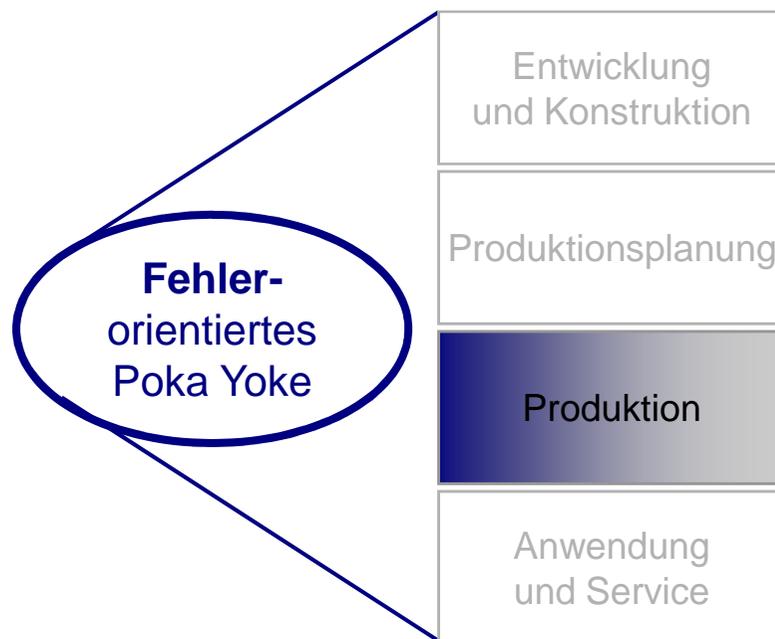


Drei Vorgehensweisen

1. Anwendung von Grundsätzen einer fehlerhandlungssicheren Prozessgestaltung
2. Vorselektion und Priorisierung von möglichen Fehlhandlungen durch eine Prozessanalyse („go and see“)
3. Auswertung von bekannten Fehlern, deren ursächlichen Fehlhandlungen und bekannten Poka Yoke Lösungen

Fehlerorientiertes Poka Yoke oder Source Inspection

Mit dem fehlerorientierten Poka Yoke oder Source Inspection lassen sich bekannte Fehlhandlungen über Werkzeuge, Vorrichtungen und Hilfsmittel verhindern



Eine Vorgehensweise

1. Grundsätze
2. Vorselektion und Priorisierung
3. Auswertung von bekannten Fehlern, deren ursächlichen Fehlhandlungen und bekannten Poka Yoke Lösungen

Produktorientiertes Poka Yoke



Fehlhandlung (mistake):

Betanken eines Dieselfahrzeuges mit Benzin

Fehler (defect):

Motorschaden beim Dieselfahrzeug

Lösung nach Poka-Yoke:

Nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip nimmt das so genannte "Easy-Fuel-System" nur die jeweils richtige Zapfpistole auf. Auch die dünnere Benzin-Pistole passt so nicht in den größeren Diesel-Einfüllstutzen (Bsp.: Ford)

Prüfmethode		Auslösemechanismus		Reguliermechanismus	
Fehlerquellenprüfung		Kontakt-Methoden		Eingriffs- Methode	
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert-Methoden		Warn-Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge-Methoden			

Prozessorientiertes Poka Yoke



Fehlhandlung (mistake):

Schüttgut kann in Montageprozessen verwechselt werden

Fehler (defect):

Durch das Verwechseln enthält das Produkt nicht spezifizierte Bestandteile

Lösung nach Poka-Yoke:

Für jedes Produkt läuft ein zugehöriger Kommissionierwagen mit abgezählten Einzelteilen mit

Prüfmethode		Auslösemechanismus		Reguliermechanismus	
Fehlerquellenprüfung		Kontakt-Methoden		Eingriffs- Methode	
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert-Methoden		Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge-Methoden			

Fehlerorientiertes Poka Yoke



Fehlhandlung (mistake):
 Verwechslung unterschiedlicher Wuchtgewichte beim Auswuchten von Reifen

Fehler (defect):
 Es kam zu einer Fehlerhäufung, dass Reifen nicht korrekt ausgewuchtet worden sind

Lösung nach Poka-Yoke:
 Deutliches Anschreiben der Gewichte über den Schütten, Sensor der akustisch warnt wenn ein falsches Gewicht gegriffen wird

Prüfmethode		Auslösemechanismus		Reguliermechanismus	
Fehlerquellenprüfung		Kontakt-Methoden		Eingriffs- Methode	
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert-Methoden		Warn-Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge-Methoden			

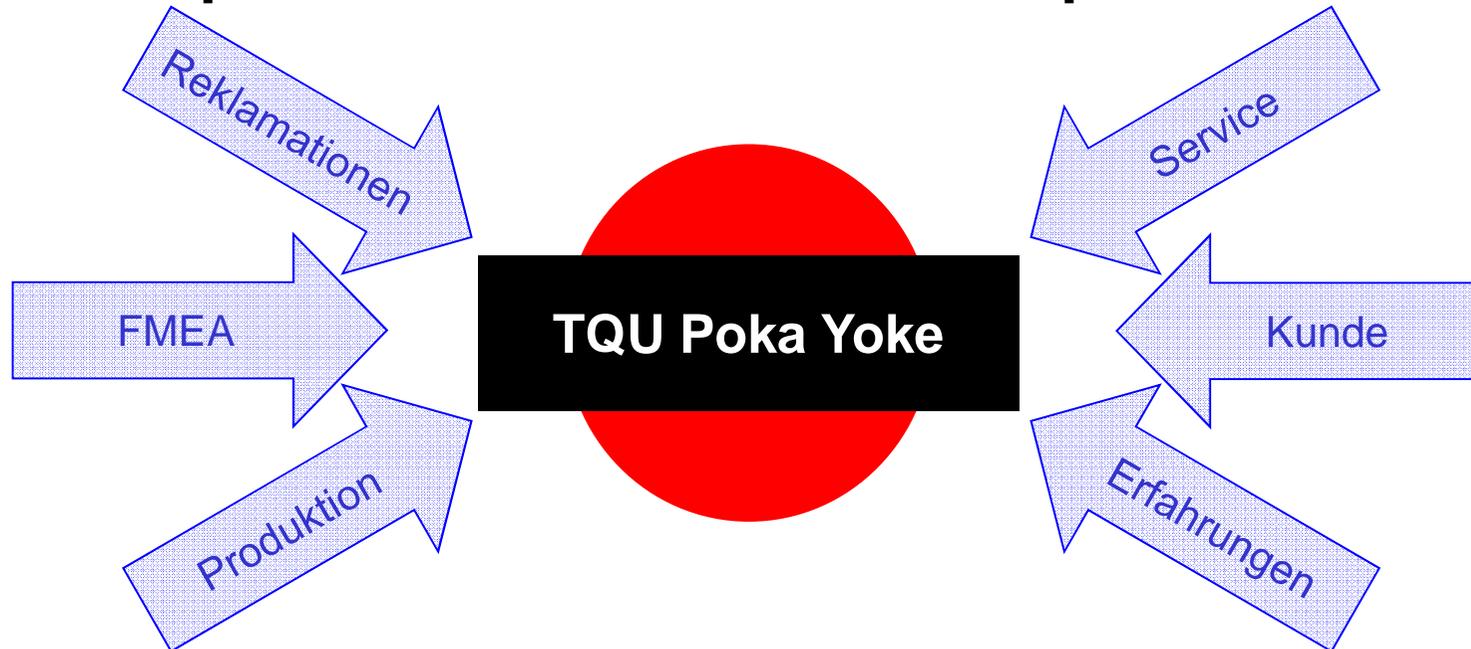
Woraus können Ursachen für Fehlhandlungen entstehen



... und führt damit zu Fehlern!

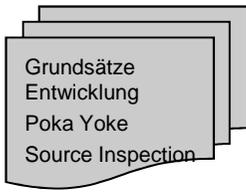
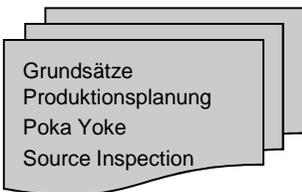
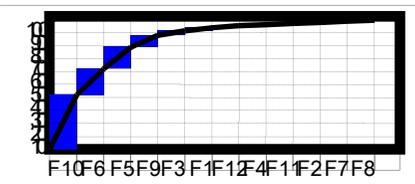
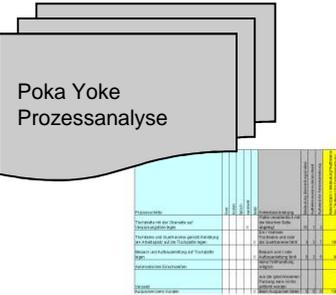
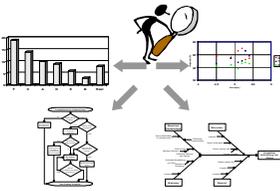
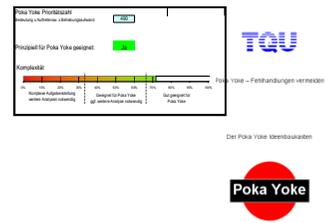


Ansatzpunkte für Poka Yoke Konzepte



- Poka Yoke Auslöser kann nach folgenden Kriterien gefiltert werden, wenn:
 - **Die Auftretenswahrscheinlichkeit des potentiellen Fehlers im Rahmen der FMEA als signifikant bewertet wurde.**
 - **Dem potentiellen Fehler eine menschliche Fehlhandlung zu Grunde liegt.**

Poka Yoke und TQU-Bausteine

	Produktorientiert	Prozessorientiert	Fehlerorientiert
Grundsätze	<p>Grundsätze Entwicklung Poka Yoke Source Inspection</p> 	<p>Grundsätze Produktionsplanung Poka Yoke Source Inspection</p> 	
Vorselektion Priorisierung	<p>Analyse von Baugruppen/teilen</p> 	<p>Poka Yoke Prozessanalyse</p> 	
Auswertungen	<p>Theoretische Fehlhandlungen und Poka Yoke Lösungen</p> 	<p>Poka Yoke Eignungstest und Ideenbaukasten</p> 	

Poka Yoke im Produktlebenszyklus

Zeitliche Betrachtungsansätze

Die Vorgehensweisen für Poka Yoke unterscheiden sich nach dem Zeitpunkt der Problemerkennung.

1. Fehlerorientiert

Fehler die bereits bekannt sind und zukünftig verhindert werden sollen.
Der Fokus liegt dabei auf der Vergangenheit

2. Prozessorientiert

Fehler die auftreten können, werden unmöglich gemacht.
Der Fokus liegt dabei auf der Gegenwart

3. Produktorientiert

Fehler werden durch konstruktive oder ablauforganisatorische Maßnahmen bereits in der Planungsphase verhindert.
Der Fokus liegt dabei auf der Zukunft

1. Fehlerorientiertes Poka Yoke System

- Beim fehlerorientierten Poka Yoke System ist der Fehler bereits bekannt. Der Fehler wurde entweder am Endprodukt oder einem der darauffolgenden Prozessschritte wahrgenommen. Aufgrund dessen werden die Prozessschritte rückwärts vom Ort der Fehlererkennung nach dem Ausschlussprinzip untersucht und/oder die Fehlerart rückwärts bis zum Ort des Entstehens (Einbau, Anbau, Montage, Falsch- oder Nichtbearbeitung) verfolgt.

- **Die Systemschritte:**
 1. Projektdefinition
 2. Bestandsaufnahme
 3. Fehlhandlung charakterisieren
 4. Lösungsideen finden
 5. Lösungsansätze ausarbeiten
 6. Lösungsauswahl
 7. Projektergebnisse

2. Prozessorientiertes Poka Yoke System

- Beim prozessorientierten Poka Yoke System sind die möglichen Fehler noch nicht bekannt. Ziel ist es, mögliche Fehler oder Fehlhandlungen in bestehenden Produkten/Prozessen zu finden und diese zu verhindern. Bei diesem Vorgehen werden einzelne Prozessschritte beobachtet und jeder Prozessschritt mit der Poka Yoke Fehlerliste durchleuchtet.

- **Die Systemschritte:**
 1. Ablaufanalyse auf Ebene von Arbeitsplätzen
 2. Ablaufanalyse auf Prozessebene
 3. Beschreibung der Qualitätsmerkmale am Produkt
 4. Beschreibung der Qualitätsmerkmale am Prozess
 5. Beschreibung der Qualitätsmerkmale der Hilfsmittel
 6. Fehlerbeschreibung
 7. Detaillierung des erwarteten Fehlers
 8. Lösungsfindung durch den Ideenbaukasten
 9. Lösungen mit der Fehlerquellenbeseitigung
 10. Lösungen mit dem Auslösemechanismus
 11. Lösungen mit der Prüfmethode
 12. Lösungsfindung mit dem Reguliermechanismus

- **Ergänzende Methoden:** Prozess-Audit, Prozess-FMEA, Flow-Chart

3. Produktorientiertes Poka Yoke System

- Das produktorientierte Poka Yoke System nutzt Erfahrungen und analysiert funktionsbestimmende Bauteile bezüglich Fehlhandlungssicherheit.
- **Die Systemschritte:**
 1. Analysieren funktionsbestimmender Bauteile und Prozessschritte mit der Poka Yoke Fehlerliste und anhand bekannter Fehlhandlungen (Lösungsspeicher) in der Konstruktions- und Prozessplanungsphase.
 2. Für erkannte Fehlhandlungsmöglichkeiten werden mit Hilfe des „Poka Yoke Ideenbaukasten“, der „Poka Yoke Systemmatrix“ und des „Lösungsspeichers“ Lösungen erarbeitet.
 3. Alle möglichen Lösungen werden nach ihrem monetären Aufwand bewertet und diese mit einer erweiterten Risikoabschätzung bezüglich Auswirkungen auf die Funktion zur Umsetzungsentscheidung gebracht.
 4. Gefundene Lösungen werden im „Lösungsspeicher“ dokumentiert und archiviert.
- **Ergänzende Methoden:** FMEA, Morphologischer Kasten

Produktorientiertes Poka Yoke als Verbesserungskreislauf



Varianten der Unterbrechung der Fehlerkette (produktorientiert)



Lösung im
Produkt

Optimalerweise findet sich anhand des Ideenbaukastens eine präventive Konstruktionslösung. Ist dies nicht möglich oder unwirtschaftlich, so muss die Lösung im Prozess gesucht werden



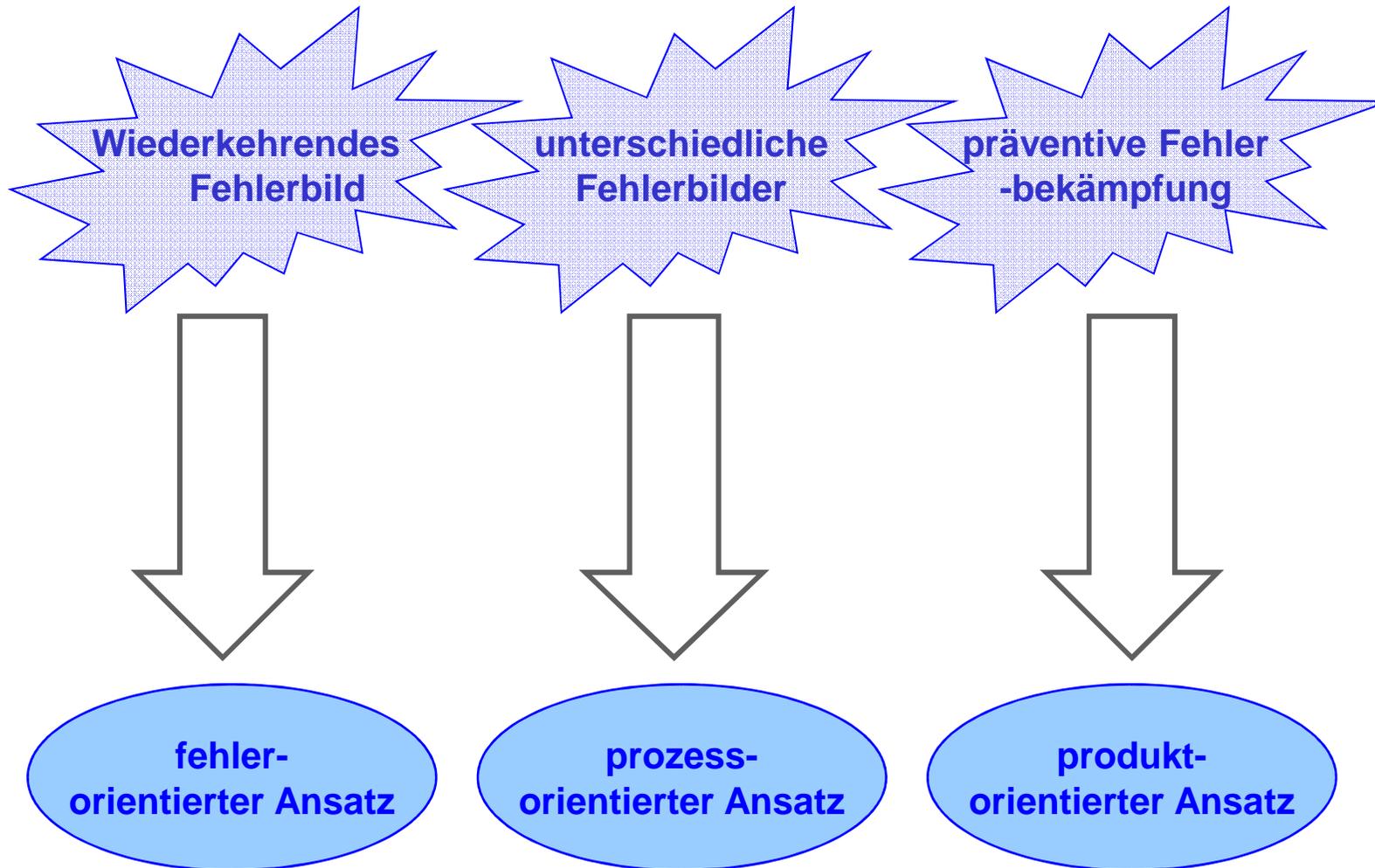
Lösung im
Prozess

Die Unterbrechung der Fehlerkette durch eine Lösung im Prozess erfordert im allgemeinen einen Mehraufwand. Ist dies ebenfalls nicht möglich, muss bei signifikanten Fehlerauswirkungen eine Prüfung erfolgen.

Lösung durch
Prüfung

Im ungünstigsten Fall und nur bei kundenrelevanten oder nacharbeitsintensiven Fehlerauswirkungen ist eine Prüflösung anzustreben (keine Poka Yoke Lösung)

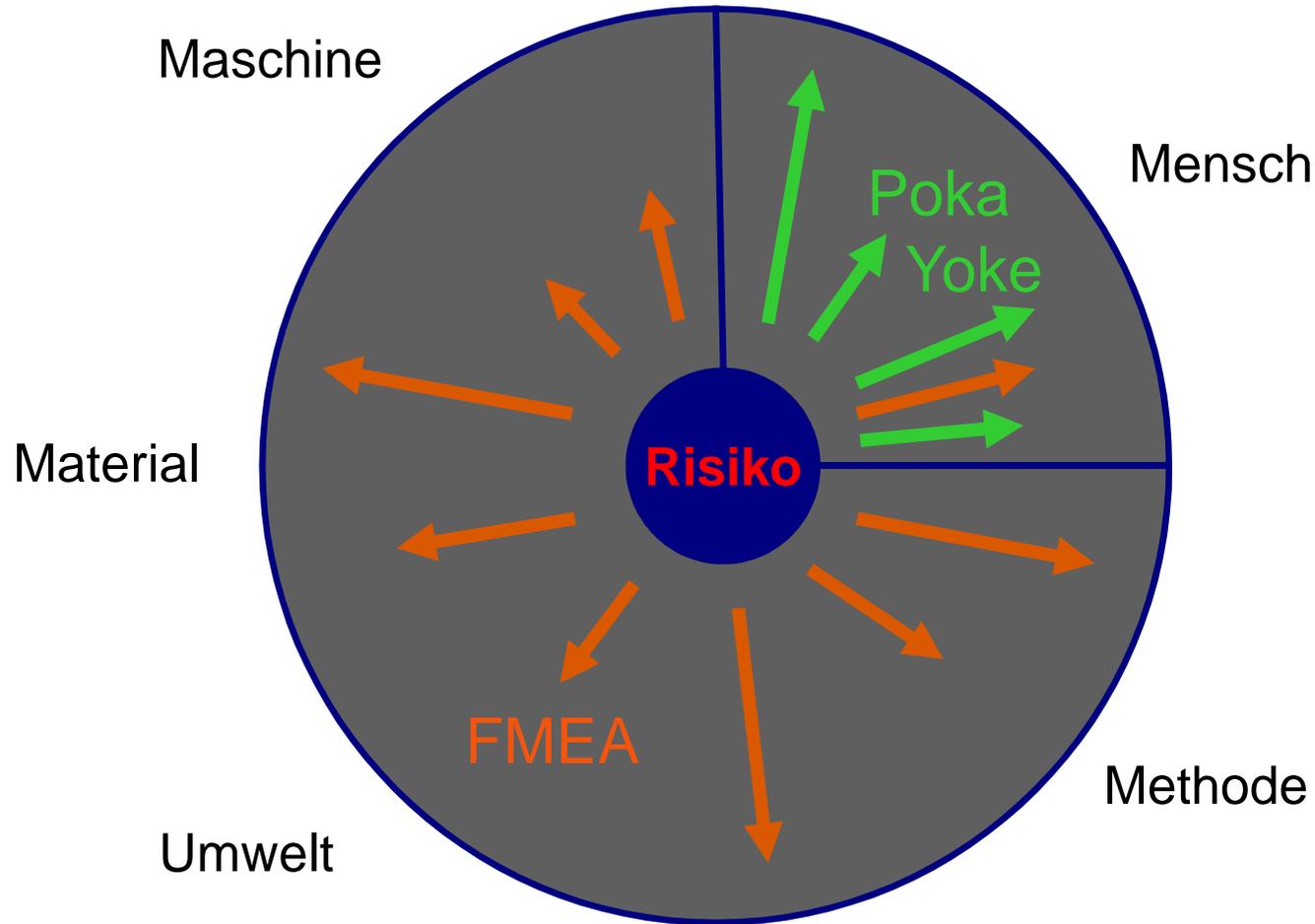
Wann ist welcher Ansatz der Richtige?



Abgrenzung Poka Yoke und FMEA



Abgrenzung zur FMEA



Beispiele für Poka Yoke Erfolge

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode		Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche
Fehlerquellen- prüfung		Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode	Automobil- hersteller
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert- Methoden	Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge- Methoden		
Aufgabe: Einbau des richtigen Türkabelbaums.				

Vor der Verbesserung:

Es gibt 9 verschiedene Varianten des Kabelbaums für die Türe je Fahrzeugvariante. Beim Einbau in die Türe wurden Kabelbäume verwechselt, da der Mitarbeiter den ganzen Tag die 9-stellige Sachnummer lesen musste, um den richtigen Kabelbaum zu greifen

Nach der Verbesserung:

Die Ablagen der einzelnen Kabelbäume wurden mit Lampen ausgestattet, die den richtigen Kabelbaum zu dem Fahrzeug anzeigen

Ergebnis: Eine Reduktion des Fehlers > 95%.

Kosten: 15.000 € Auslesestation des Fahrzeugs und Leuchtensteuerung

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode		Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche	
Fehlerquellen- prüfung		Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode		Automobil- hersteller
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert- Methoden	Warn- Methode		
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge- Methoden			
Aufgabe: Den Unterboden eines Fahrzeuges vollständig verschrauben.					

Vor der Verbesserung:

Der Unterboden eines Fahrzeugs wird mit 60 Schrauben befestigt von denen häufig ein oder mehrere vergessen wurden.

Nach der Verbesserung:

Die Anzahl der Schrauben wird automatisch von der Schraubanlage zugeteilt. Alle zu schraubenden Stellen sind mit grellen Farbpunkten versehen worden, die nach der Verschraubung verdeckt sind.

Ergebnis: Eine Reduktion des Fehlers > 90 %.

Kosten: 4.000 € Schraubenzuteilung

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode		Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche	
Fehlerquellen- prüfung		Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode		Automobil- zulieferer
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert- Methoden	Warn- Methode		
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge- Methoden			
Aufgabe: Lagerichtiger Einbau eines Beschleunigungssensors					

Vor der Verbesserung:

Beschleunigungssensoren wurden häufig um 180° verdreht vormontiert.

Nach der Verbesserung:

Der Beschleunigungssensor wurde an den Seiten mit zwei geometrisch unterschiedlich ausgeformten Führungen versehen.

Der Beschleunigungssensor lässt sich nicht mehr verdreht einsetzen.



Ergebnis: Weitergabe von verdreht vormontierten Beschleunigungssensoren wurde verhindert.

Kosten: 10.000 € Werkzeugänderungskosten

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode	Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche
Fehlerquellen- prüfung	Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode	Automobil- hersteller
Prüfung mit Feedback (direkt)	Konstantwert- Methoden	Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)	Schrittfolge- Methoden		
Aufgabe: Sichere Montage von Türgummi			

Vor der Verbesserung:

Durch Variation in der Art und Weise der Montage der Türgummis an einem PKW kam es zu starken Schwankungen der kundenrelevanten Türschließkräfte.

Nach der Verbesserung:

Am Türgummi wurde durch konstruktive Änderung eine Nase angeformt, die in eine bereits vorhandene Vertiefung am Fahrzeug greift. Damit erfolgt jetzt die Positionierung formschlüssig.

Ergebnis: Keine Reklamationen mehr wegen Türschließkräften mit Ursache Gummimontage.

Kosten: 5.000 € Werkzeugänderungskosten

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode	Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche
Fehlerquellen- prüfung	Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode	Pharma
Prüfung mit Feedback (direkt)	Konstantwert- Methoden	Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)	Schrittfolge- Methoden		
Aufgabe: Vollständiger Zusammenbau von pharmazeutischen Behältern			

Vor der Verbesserung:

Bei der Montage von Vorratsbehältern für pharmazeutische Produkte wurden manchmal Komponenten wie z.B. Dichtungsringe vergessen.

Nach der Verbesserung:

Die Komponenten für die Behältermontage werden von einer zweiten Person abgezählt und als Set bereitgestellt. Überzählige Teile fallen somit auf.

Ergebnis: Keine Vorkommnisse mehr seit der Änderung.

Kosten: Keine

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode		Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche Pharma
Fehlerquellen- prüfung		Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode	
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert- Methoden	Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge- Methoden		
Aufgabe: Sicherstellen der Funktion von Prozessschreibern				

Vor der Verbesserung:

Die Aufzeichnungen von Prozessdaten (Temperaturen) an pharmazeutischen Sterilisationsprozessen war manchmal infolge von technischen Störungen oder Bedienfehlern unvollständig.

Nach der Verbesserung:

Die Prozessschreiber werden vor dem Prozessstart bereits gestartet, anhand des Papiervorschubes lässt sich die Funktionsfähigkeit der Geräte erkennen.

Ergebnis: Reduktion dieses Fehlers um >90%

Kosten: < 1.000 €

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode	Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche
Fehlerquellen- prüfung	Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode	Luft- und Raumfahrt
Prüfung mit Feedback (direkt)	Konstantwert- Methoden	Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)	Schrittfolge- Methoden		
Aufgabe: Vergessen eines Dichtungsringes vermeiden.			

Vor der Verbesserung:

Ein Dichtungsring wurde beim Zusammenfügen zweier Bauteile häufig vergessen. Der Fehler trat erst bei der Endmontage des Produktes mit dem Füllen der Hydraulikflüssigkeit auf.

Nach der Verbesserung:

Die betroffenen Bauteile wurden einer Designänderung unterzogen und der Dichtungsring konnte vollständig entfallen.

Ergebnis: Fehlhandlung konnte vollständig vermieden werden, da der Arbeitsschritt entfiel.

Kosten: 10.000 €

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode		Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche	
Fehlerquellen- prüfung		Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode		Wärme- und Klimatechnik
Prüfung mit Feedback (direkt)		Konstantwert- Methoden	Warn- Methode		
Prüfung mit Feedback (indirekt)		Schrittfolge- Methoden			
Aufgabe: Vergessen einzelner Schrauben vermeiden					

Vor der Verbesserung:

Ein Bauteil wurde mit sechs Schrauben fixiert. Dabei wurden öfters einzelne Schrauben vergessen.

Nach der Verbesserung:

Die sechs Schrauben werden von einem Automaten abgezählt und dem Monteur zugeführt.

Ergebnis: Das vergessen einzelner Schrauben kommt nicht mehr vor.

Kosten: 15.000 €

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode	Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Branche
Fehlerquellen- prüfung	Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode	Elektronik
Prüfung mit Feedback (direkt)	Konstantwert- Methoden	Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)	Schrittfolge- Methoden		
Aufgabe: Das Kontaktpad eines Bedienelementes konnte verdreht eingesetzt werden.			

Vor der Verbesserung:

Das Kontaktpad eines Bedienelementes konnte um 180° verdreht eingesetzt werden, und die Kontakte hatten darauf hin keine Funktion.

Nach der Verbesserung:

Das Bedienelement wurde einer Designänderung unterzogen, welche beide Ausrichtungen zulässt.

Ergebnis: Keine Fehler mehr

Kosten: 5.000 €

Poka Yoke Systeme (Zero Quality Control)

Prüf- methode	Auslöse- funktion	Regulier- funktion	Firmenname
Fehlerquellen- prüfung	Kontakt- Methoden	Eingriffs- Methode	Hausgeräte
Prüfung mit Feedback (direkt)	Konstantwert- Methoden	Warn- Methode	
Prüfung mit Feedback (indirekt)	Schrittfolge- Methoden		
Aufgabe: Druckpunkt eines Auslösemechanismus fixieren			

Vor der Verbesserung:

Durch falsches Einsetzen der Schublade an einem Haushaltskühlschrank kann es dazu kommen, dass der Synchronisierungsmechanismus der Führungsschienen falsch einrastet. Dadurch schließt dieser nicht richtig und die Kühlleistung ist ungenügend.

Nach der Verbesserung:

Der Synchronisierungsmechanismus korrigiert sich nach Schließen der Schublade von selbst. Die Zahnräder des Mechanismus rasten in der Schließposition nicht mehr in den Zahnstangen ein.

Ergebnis: Fehlerfreies Handling

Kosten: < 1.000 € Zeichnungsänderungskosten