

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

*erstellt im Rahmen einer Ausarbeitung im Fach
Qualitätsmanagement
an der Technikerschule Hannover / BBS 5*

Fachlehrkraft: Dipl.-Ing. Hülswitt

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Voraussetzung
- 3 Durchführung
- 4 Fallbeispiele
- 5 Bewertung
- 6 Zusammenfassung
- 7 Informationsquellen

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

1. Einleitung

Poka Yoke ist die japanische Philosophie, Probleme dadurch zu lösen, dass man sie erkennt, bevor sie dazu werden. Der Ausdruck stammt aus dem Japanischen und ist als solcher einprägsamer als die deutsche Beschreibung. Poka bedeutet zufälliger, unbeabsichtigter Fehler und Yoke bedeutet Vermeidung.

Dabei wird Poka Yoke vor allen Dingen als eine prozessnahe Qualitätstechnik zur Vermeidung menschlicher Irrtümer beim Gebrauch oder bei der Herstellung eines Produktes interpretiert. Insbesondere sollen sogenannte Poka Yoke Einrichtungen prozessbedingte Einflüsse in der Fertigung, die zu Fehlern führen können, eliminieren. Vor dem Hintergrund der verstärkt auftretenden Kundenanforderungen nach Null-Fehler-Produkten gewinnt die Poka Yoke Methode für die Fertigung an enormer Bedeutung.

Bereits in den Jahren 1951 bis 1977 wurde die Poka Yoke Methode im Rahmen der Toyota Produktion eingesetzt. Ziel war die Findung eines praktikablen Null-Fehler-Programms. Der damals maßgeblich beteiligte japanische Ingenieur Shigeo Shingo setzte dabei nicht ausschließlich auf bekannte Methoden, sondern fand in der Poka Yoke Methode ein hervorragend geeignetes Werkzeug auf dem Weg zum Ziel.

In anderen Ländern, wie den USA, setzte man zu dieser Zeit ausschließlich die konventionelle 100% Kontrolle (Stichprobenprüfung) zur Verhinderung von fehlerhaft produzierten Teilen ein. An Hand des folgenden Beispiels konnte Shigeo Shingo sich jedoch durchsetzen und die Grenzen von Stichprobenprüfungen verdeutlichen:

Eine automatische Hochgeschwindigkeitspresse erzeugt Teile in Losgrößen von jeweils 50 bis 100 Stück, die über eine Rutsche abgeführt werden. Nach Fertigstellung eines Loses wird das erste und letzte Teil kontrolliert. Erst wenn beide für in Ordnung befunden werden, wird das gesamte Los auf ein Palette geräumt. Sollte das letzte Teil allerdings beschädigt sein, lautet die Prüfanweisung, alle Teile des Loses zu kontrollieren. Schadhafte Teile werden entfernt, und man leitet sofort Schritte ein, um eine Wiederholung zu vermeiden.

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

Für Shigeo Shingo schien dieser Weg aus zwei Gründen falsch zu sein. Zum einen können Fehler zufällig und zum anderen laufend auftreten. Das heißt:

1. wenn nun zufällige Fehler in der Mitte dieses Produktionsprozesses auftreten, dann werden sie durch diese Prüfanweisung nicht entdeckt und
2. wenn es sich um einen Dauerfehler handelt, dann wird erst eine Vielzahl von Teilen falsch gefertigt, ehe der Fehler überhaupt erst einmal bemerkt wird. Im Extremfall können das in diesem Beispiel 99 zu verschrottende fehlerhafte Teile sein; dann nämlich, wenn der Fehler ab dem 2. Teil des Loses auftritt und erst bei der Stichprobenkontrolle des 100. Teiles bemerkt wird.

Damit bewies er, dass die Stichprobenprüfung im wesentlichen eine Methode ist, mit der Fehler gefunden und erfasst werden. Sein Ziel war jedoch die vollständige Vermeidung von schadhaften Produkten.

Dem Qualitätsgrundsatz folgend „Mach´s auf Anhieb richtig“ vermeiden Poka Yoke Einrichtungen aktiv die Entstehung fehlerhafter Produkte bzw. unterstützen die unmittelbare Fehlerentdeckung.

2. Voraussetzung

Die modernen Qualitätstechniken und insbesondere Poka Yoke zeichnen sich durch eine Synthese aus Technik und Geisteshaltung aus. Der Fehlervermeidung durch Poka Yoke liegt eine Theorie der Entstehung eines Fehlers zugrunde. Es wird davon ausgegangen, dass ein fehlerhaftes Produkt die Folge einer Kausalkette ist. Dabei gilt es, zwischen Fehlerquelle, Fehlerursache, Fehlhandlung, Fehler am Produkt und dessen Nichtentdeckung („Phasen der Fehlerentstehung“) zu unterscheiden.

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

Was? Wo?	Geometrie	Funktion
Produkt	Prüflinien (mechanisch, induktiv, optisch, akustisch) Messeinrichtungen, -instrumente Detektieren einer Asymmetrie am Produkt oder Bauteil Schattenbildung an Bauteilkennzeichnungen Schikanen in der Teilezufuhr aus einem Rüttler	Funktion einer Baugruppe
Prozess	Übertragen geometrischer Kennzeichen des Produkts auf das Werkzeug Führung von Teilebewegungen in der Ebene und im Raum Detektieren von Anfang und Ende einer Teilebewegung	Zusätzliches Quittieren einer seltenen Tätigkeit Detektieren der korrekten Benutzung eines Werkzeugs

Voraussetzung für eine Poka Yoke Einrichtung sind überprüfbare geometrische oder funktionelle Merkmale. Diese können dann z.B. nach diesem Ordnungsschema geprüft werden.

Betrachtet man das wichtige Anwendungsgebiet von Poka Yoke, die Fertigungsprozesse, so müssen für einen erfolgreichen Einsatz folgende Basisvoraussetzungen erfüllt sein:

- **Standardisierter Prozess**
Poka Yoke Einrichtungen können nur sich wiederholende Prozessschritte (manuell oder Teilautomatisiert) gegen Fehler absichern.
- **Kenntnis des Produktfehlers, der Fehlhandlung und der Fehlerquelle**
Die Konzeption einer wirksamen Poka Yoke Einrichtung verlangt eine Fehleranalyse hinsichtlich der vorausgehenden Fehlhandlung und der Fehlerquelle.
- **Geometrische oder funktionelles Merkmal am Produkt oder Prozess**
Für die Erfüllbarkeit der Funktion „Prüfen“ einer Poka Yoke Einrichtung sind prüfbare Merkmale am Produkt oder am Prozess erforderlich. Dabei unterscheidet man geometrische und funktionelle Merkmale. Die in diesem Zusammenhang verwendeten Begriffe geometrisch, funktionell und Merkmal werden hier nicht im Sinne ihrer fertigungsmesstechnischen Bedeutung benutzt. Die hier

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

gewählte Einteilung soll an Hand von folgenden Beispielen verdeutlicht werden:

- Die richtige Einbaulage eines Teils kann an hand einer asymmetrischen Geometrie seiner Außenkontur erkannt werden (geometrisches Merkmal am Produkt).
- Ein funktionelles Merkmal am Produkt ist z.B. die prüfbare, korrekte Funktion einer elektromechanischen Baugruppe.

3. Durchführung

Der Problemlösungsprozess, ausgehend vom Produktfehler bis hin zu der prototypischen Realisierung einer geeigneten Poka Yoke Lösung, ist eine komplexe Aufgabe. Es wird nur in Ausnahmefällen möglich sein, Poka Yoke Beispiele aus der Literatur im Sinne von Standardlösungen für anwenderspezifische Probleme zu übernehmen. Im Regelfall müssen sich Poka Yoke Lösungen an den spezifischen Produktfehlern orientieren und erfordern neben Fachkompetenz ein hohes Maß an Kreativität von dem mit der Fehlervermeidung beauftragten Mitarbeitern. Grundsätzlich kann der Anwender zwischen folgenden Vorgehensweisen auswählen:

- übernehmen einer bereits vorhandenen Poka Yoke Lösung,
- modifizieren einer bereits vorhandenen Poka Yoke Lösung und
- finden einer neuen Poka Yoke Lösung.

Für den Gestaltungsprozess von Poka Yoke Lösungen im Sinne des Übernehmens oder Modifizierens empfiehlt sich die Verwendung eines auf der Basis von Standard-Formblättern aufgebauten Katalogs. Dieser unternehmensweite, produktspezifische Katalog dokumentiert die im Unternehmen realisierten Poka Yoke Lösungen und Erfahrungen. Erfahrungen hierbei haben gezeigt, dass ein solches Formblatt zumindest in drei Abschnitte gegliedert werden sollte. Die „Kopfzeile“ enthält alle relevanten Fakten, d. h. Fehler, Fehlerort, Häufigkeit, Art des Fehlers, Art der Poka Yoke Lösung, Datum der Einführung im Prozess, Ansprechpartner und Wirksamkeit. Danach wird an hand einer Skizze der fehlererzeugende Prozessschritt sowie der dazugehörige Poka Yoke Lösung visualisiert und beschrieben. Abschließend sollten zwei freie Spalten für Text vorgesehen werden, in denen geprüft wird, ob bzw. wo weitere Anwendungsmöglichkeiten dieser oder einer modifizierten Poka Yoke Lösung bestehen.

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

Führt die Analyse des Poka Yoke Katalogs hinsichtlich einer spezifischen Problemstellung zu keinem Ergebnis, ist es notwendig, eine neue Poka Yoke Lösung zu erarbeiten. Dies kann im Rahmen einer moderierten Gruppenarbeit mit Kartentechnik durchgeführt werden. Dabei lässt sich bei der Suche nach dem Lösungsprinzip für die Funktion „Prüfen“ ein Ordnungsschema mit einigen Anregungen verwenden. Ein solches Ordnungsschema ist aus der Konstruktionsmethodik bekannt und ermöglicht eine systematische Suche nach Lösungsprinzipien.

In der praktischen Anwendung besteht ein Poka Yoke System grundsätzlich aus den beiden Grundelementen Initialisierungs- bzw. Auslösemechanismus und Regulierungsmechanismus. Die Auslöse- bzw. Initialisierungsmechanismen bestimmen die Art, wie ein Fehler im Fertigungsprozess erkannt wird. Im einzelnen sind drei Methoden zu unterscheiden.

- **Kontakt-Methode**
Unzulässige Abweichungen von der Arbeitsfolge, die zu Fehlhandlungen führen können, werden von Sensoren über geometrische Kenngrößen festgestellt. Je nach Art des Sensors kann der Kontakt berührend oder auch berührungslos sein.
- **Fixwert-Methode**
Abweichungen oder Unregelmäßigkeiten im Verlauf des Fertigungsprozesses werden durch das Überprüfen des Erreichens einer bestimmten Anzahl von Teilarbeitsschritten erkannt. Die hierbei eingesetzten technischen Mittel sind meist sehr einfach, aber wirkungsvoll, wie z. B. mechanische Zählleinrichtungen.
- **Schrittfolgenmethode**
Die Standardbewegungsabfolge eines Arbeitsprozesses wird erkannt und mit möglichst einfachen Hilfsmitteln auf Fehlhandlungen hin überprüft.

Nach der Art der Maßnahme, die nach festgestellter Abweichung bzw. Fehlhandlung getroffen wird, sind die Reguliermechanismen in zwei Methoden zu unterteilen:

- **Eingriffsmethode (Abschaltmethode)**
Beim Auftreten von Abweichungen oder Prozessunregelmäßigkeiten, die Fehler zur Folge haben können, wird die Maschine sofort abgeschaltet. Mit dem Fertigungsprozess verbundene Vorgänge wie Transportieren oder Spannen werden ebenfalls sofort unterbrochen.

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

Dadurch werden Korrekturmaßnahmen und die Vermeidung von Wiederholungsfehlern möglich.

- Alarmmethode

Hierzu zählen sämtliche Arten von optischen und/oder akustischen Signalen, die auf die Situation der entstehenden oder gerade entstandenen Fehlhandlung hinweisen.

4. Fallbeispiele aus der Praxis

Die folgenden Fallbeispiele sollen wesentliche Gesichtspunkte von Poka Yoke aufzeigen.

Poka Yoke findet man auch als Anwendung im Haushalt, Büro etc. Überall wo durch kleine Lösungen Fehler vermieden werden, ist Poka Yoke als Fehlervermeidungshilfe einsetzbar.

Als Beispiel der Schubladenschrank aus Metall.



Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

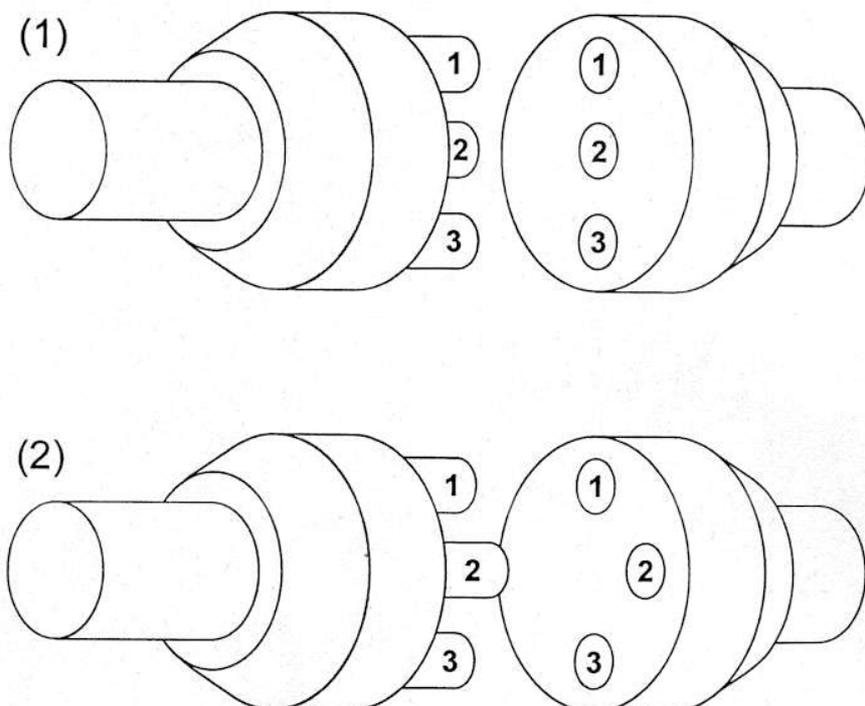
Da in diesen Schränken meist schwere Akten oder Materialien aufbewahrt werden, ist bei diesen Schränken nur das Öffnen einer Schublade möglich. Andernfalls würde der Schrank nach vorne überkippen.

Das nächste Beispiel zeigt einen „Vorher Nachher Vergleich“. Mit einfachen Mitteln wird hier eine Fehlhandlung verhindert.

Der Stecker im Bild **(1)** kann z.B. verdreht eingesteckt werden. Dabei wird der Kontaktstift mit der Bezeichnung 3 in die Kontaktbuchse mit der Bezeichnung 1 gesteckt. Dies kann zu schwerwiegenden Fehlern führen.

Daher ist es zwingend erforderlich eine bauliche Veränderung vorzunehmen. Diese bauliche Veränderung ist im Bild **(2)** dargestellt.

Das einfache versetzen eines Stiftes im Stecker sowie in der Schutzkontaktsteckdose verhindert die sonst mögliche Fehlhandlung.



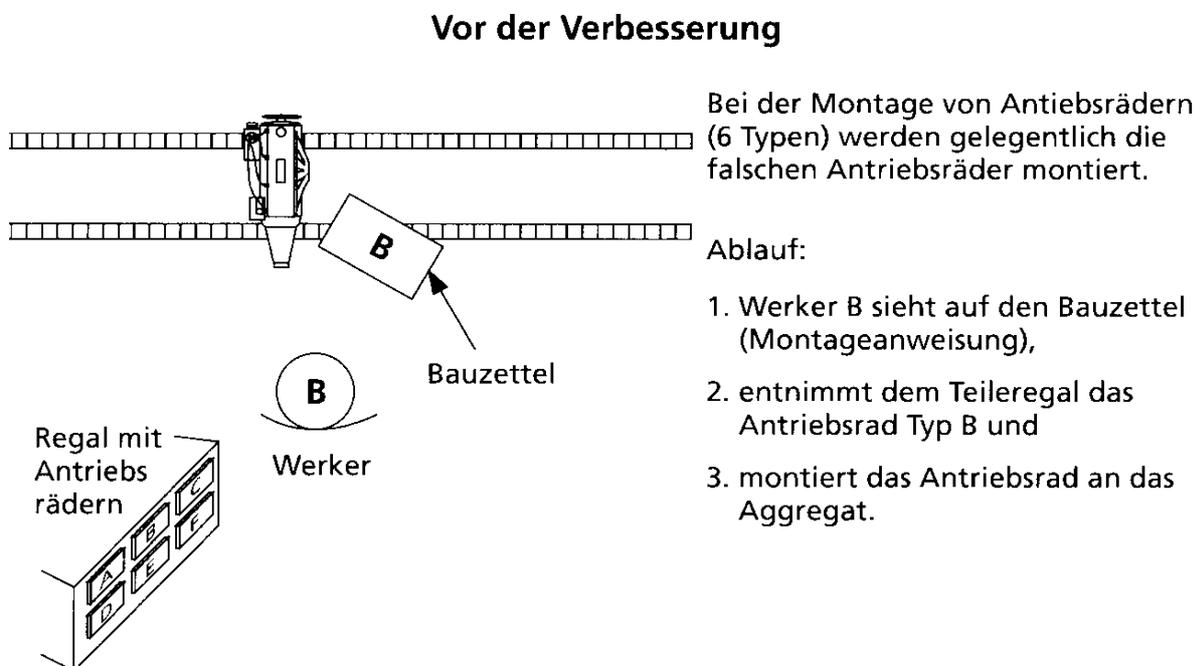
Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

Das dritte Beispiel verdeutlicht die Poka Yoke Methode in einem komplexeren Umfeld, der Serienfertigung.

Häufig treten gerade in der Serienproduktion Fehler auf. Ein Monteur am Band bekommt immer dasselbe Werkstück vorgesetzt. An diesem Werkstück muss bei diesem Beispiel (**siehe Bild 1**) ein Antriebsrad montiert werden. Durch einen Bauzettel wird das Antriebsrad, welches montiert werden muss, vorgegeben. Der Bauzettel ist eine Montageanweisung. Das Antriebsrad befindet sich in einem Regal mit Ablagesystem. Auf jedem Fachdeckel des Regals steht ein Buchstabe, welcher sich auf dem Bauzettel wiederfindet. Bei der Montage kann nun leicht ein Fehler unterlaufen. Der Werker ist kurzzeitig abgelenkt und nimmt durch seine kleine Unachtsamkeit das verkehrte Antriebsrad. Das Rad wird montiert und die Serienproduktion geht weiter. Das nächste Werkstück mit Bauzettel kommt am Montageort an und der Werker hat die nächste Montage vorzunehmen. Der Montagefehler am Werkstück konnte nicht festgestellt werden, da keine Überwachung/Kontrolle stattfindet.

Bild 1

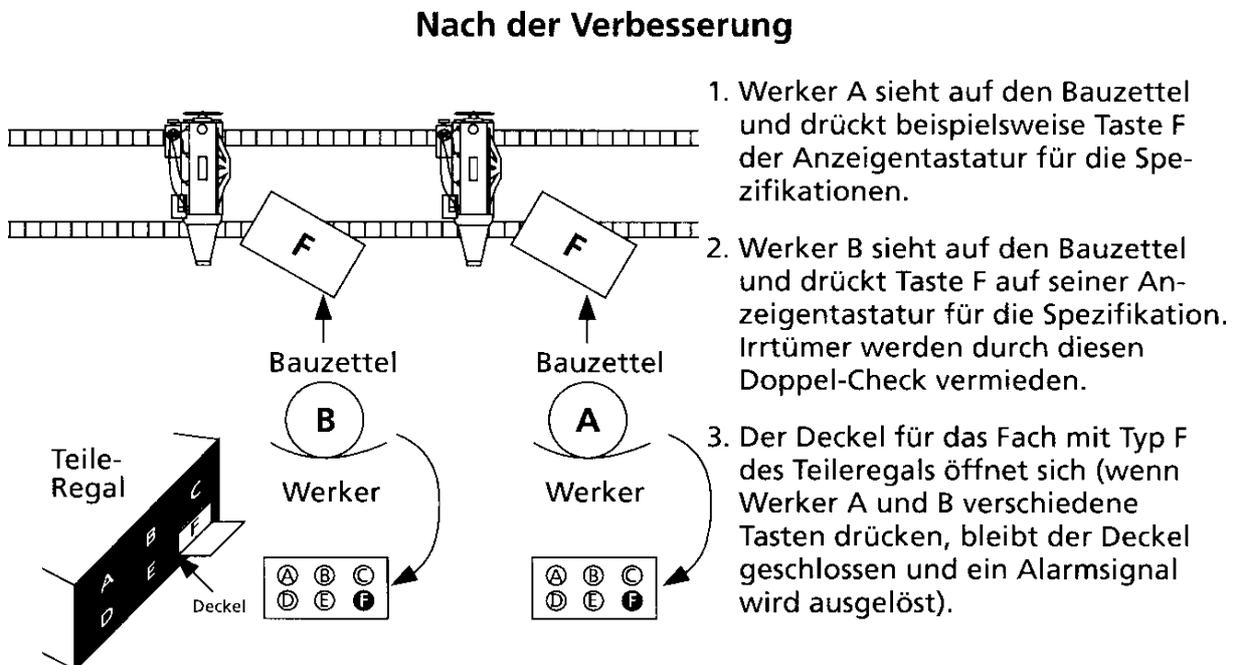


Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

Nach der Verbesserung arbeiten zwei Werker zugleich. Durch den Einsatz eines zweiten Werkers soll die Fehlermöglichkeit auf 0 % zurückgefahren werden. Beim neuen Ablauf der Serienproduktion werden immer zwei Werkstücke, bei denen das gleiche Antriebsrad benötigt wird auf das Band gesetzt. Beide Werker sehen nun einen Bauzettel mit dem gleichen Buchstaben, hier im **Bild 2** der Buchstabe F. Wenn nun beide Werker beim Tableau auf den Taster mit dem Buchstaben F drücken, öffnet der Deckel mit dem Buchstaben F. Beide Werker können das Antriebsrad F entnehmen und montieren. Dadurch findet eine automatische Fehlerkorrektur statt, denn nur wenn beide Werker den gleichen Taster betätigt haben kann die Montage vorgenommen werden. Wenn einer der beiden Werker einen anderen Taster betätigt ertönt ein Signalton, dadurch wissen die Werker, dass ihnen ein Fehler unterlaufen ist. Der Vorgang muss wiederholt werden bis beide Werker den gleichen Taster betätigt haben. Erst nach erfolgreicher Montage kommen zwei neue Werkstücke am Montageort an. Hier wird durch eine einfache Kontrolle der Werker untereinander ein Fehler ausgeschlossen.

Bild 2



Ergebnis: Falschmontagen wurden eliminiert

Fehlerquelle: Irrtum, Verwechslung

Poka Yoke-Elemente: Fehlerquelleninspektion, Schrittfolgenmethode, Eingriffsmethode

5. Bewertung

Das Ziel von Poka Yoke ist es, zufällige, unbeabsichtigt auftretende Fehler im Prozess durch eine einfache technische Einrichtungen zu vermeiden und dadurch Produktfehler auszuschließen. Dabei stützt sich Poka Yoke auf eine Theorie zur Fehlerentstehung und leitet daraus konzeptionelle Hinweise für die Gestaltung von Maßnahmen zur Fehlervermeidung. Im Rahmen eines qualitätsgeführten Produktentstehungsprozesses, d.h. der Anwendung von Methoden des Qualitätsmanagements wird Poka Yoke ergänzend dazu in der Serienfertigung eingesetzt. In diesem Zusammenhang kann eine Poka Yoke Lösung auch die Antwort auf eine Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) oder das Ergebnis der Arbeit von Problemlösungsgruppen sein. Darüber hinaus muss jedoch auch der Einfluss der Produktentwicklungstätigkeiten auf die Anwendungs- und Gestaltungsmöglichkeiten von Poka Yoke Lösungen berücksichtigt werden. Dieser bezieht sich vorwiegend auf die Möglichkeiten, Fehlerquellen zu eliminieren und durch konstruktive Maßnahmen am Produkt die Voraussetzungen für die Funktion „Prüfen“ einer Poka Yoke Einrichtung zu schaffen. Möglichst einfache Maßnahmen zur Vermeidung unbeabsichtigter Fehler bedingen demnach die enge Zusammenarbeit aller am Wertschöpfungsprozess Beteiligten.

Die Diskussion in den Unternehmen sollte im Hinblick auf eine Null-Fehler-Strategie und der damit verbundenen Steigerung der Kundenzufriedenheit zu flächendeckenden Anwendungen von Poka Yoke Lösungen führen. Lediglich die Kostenbetrachtungen als Entscheidungsgrundlage für oder gegen die Umsetzung einzelner Lösungen erscheinen vor diesem Hintergrund als nicht sinnvoll. Vielmehr gilt es, Poka Yoke als konsequentes Mittel eines Unternehmens zu interpretieren, um die Fehlerrate sukzessive zu reduzieren. Dazu werden zukünftig verstärkt Aktivitäten zur Verbreitung der Poka Yoke Grundhaltung notwendig sein. Andernfalls wird sich Poka Yoke in der betrieblichen Realität nicht zu einem „selbstverständlichen Werkzeug“ bei den täglichen Anstrengungen zur Fehlervermeidung durchsetzen.

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

6. Zusammenfassung

Entsprechend dem Qualitätsgrundsatz „Mach´s auf Anhieb richtig“ vermeiden Poka Yoke Einrichtungen die Entstehung fehlerhafter Produkte bzw. unterstützen die unmittelbare Fehlerentdeckung. Poka bedeutet im japanischen, der zufällige, unbeabsichtigte Fehler. Yoke bedeutet Vermeidung, Verminderung.

Poka Yoke Maßnahmen sind oft einfache technische Vorkehrungen oder Einrichtungen bzw. Systeme, die entweder verhindern, dass aus Fehlerhandlungen ein Fehler am Produkt entsteht, oder aber dafür Sorge tragen, dass ein Fehler sofort entdeckt und das Auftreten weiterer Fehler verhindert wird.

Poka Yoke ist ein Beitrag zum Erreichen des Null-Fehler-Ziels, selbst dann, wenn durch menschliche Unzugänglichkeiten einmal Fehlhandlungen auftreten.

Poka Yoke

Björn Lühmann und Mark Meybauer

7. Informationsquellen

- Literatur Qualitätsmanagement für die Praxis
 Von Christoph Hannen und Thomas Lindemann
 Cornelsen Verlag, ISBN 3-464-48053-4
- Das Erfolgsgeheimnis der Toyota Produktion
 Von Shigeo Shingo
 Verlag moderne Industrie AG, ISBN 3-478-93501-6
- Zeitschriften Null Fehler mit Poka Yoke?
 Von Jürgen Kocher, Frank Krämer und Jürgen Markwart
 Qualität und Zuverlässigkeit Band 41 / Jahr 1996
- Fehlerverhütung mit Poka Yoke und Shainin
 Von Dieter Groß und Georg Theobald
 Qualität und Zuverlässigkeit Band 40 / Jahr 1995
- Internet www.qm-trends.de
 www.qm-infocenter.de
 <http://campbell.berry.edu/faculty/jgrout>