

Poka Yoke in der Praxis

Ein Beitrag von Rainer Kämpf, Alero Agboghoroma, Jessica

Gauggel [Thema des Monats Februar 2006](#)

Stand: 27.10.2008

(Siehe auch Thema des Monats Juli 2003)

1. Entstehung und Zielsetzung von Poka Yoke

In der heutigen Zeit sind Poka Yoke Maßnahmen aus der Qualitätssicherung nicht mehr wegzudenken. Poka Yoke ist ein altbekanntes Prinzip, das es schon seit den 60er Jahren gibt. Jedoch findet es erst in den letzten Jahren großen Anklang bei den Unternehmen. Im Japanischen steht Poka Yoke für das Vermeiden unbeabsichtigter Fehlhandlungen. Poka Yoke beschreibt ein Prinzip, das technische Vorkehrungen bzw. Einrichtungen umfasst, die zur Fehlervermeidung und sofortigen Fehlerrückmeldung dienen sollen.

Der Erfinder dieses Prinzips, Dr. Shigeo Shingo, war in den sechziger Jahren als Industrie-Ingenieur bei Toyota beschäftigt. Dort entwickelte er im Rahmen des Toyota Produktionssystems (TPS) die Poka-Yoke Methoden. Als Ausgangspunkt dafür diente Shingo die statistische Qualitätskontrolle (SQC).

Poka Yoke war zu Beginn unter "Baka-yoke" bekannt. Baka Yoke bedeutet auf Japanisch "Narrensicher". Da die Arbeiter, die diese Methode anwandten, diesen Begriff als ihnen gegenüber abfällig empfanden, wurde er in Poka Yoke umgewandelt. Poka Yoke lässt sich mit "Fehlersicherung" übersetzen. Ziel hierbei ist es, unbeabsichtigte Fehler zu vermeiden, zu erkennen und vorzubeugen.

Laut Shigeo Shingo liegt "die Ursache für Mängel in den Fehlern der Arbeiter." Die Erkenntnis, dass es nicht möglich ist unbeabsichtigte menschliche Fehler vollkommen zu verhindern, hat zur Folge, dass diese Fehler in einem System entweder unmöglich gemacht werden, oder baldmöglichst entdeckt werden müssen. Folglich werden durch das Einsetzen von Poka Yoke Methoden die Bedingungen eines Produktionsschrittes so gestaltet, dass möglichst keine Fehler auftreten können. Somit wird versucht die Entstehung von Schäden oder Aufwendungen von vorneherein zu vermeiden. Ist es nicht möglich Fehler im Vorfeld zu beseitigen, helfen Poka Yoke Methoden Fehler zu einem frühen Zeitpunkt zu entdecken und somit mögliche Folgeschäden zu minimieren.

Menschliche Fehler können auf vielerlei Arten auftreten, wie zum Beispiel durch das Vergessen, Auslassen und Vertauschen von Montageteilen. In der Literatur wird zwischen "Primärfehlern" und "Sekundärfehlern" unterschieden. Zu Primärfehlern zählen Bearbeitungsfehler. Darunter gehören z.B. das Auslassen von Arbeitsschritten oder die Montage von falschen Teilen. Unter Sekundärfehlern versteht man Einstellfehler oder Fehlerarbeitsschritte. Falsches Einlegen, falsche Werkstücke, sowie falsches Einrichten zählen ebenso zu Sekundärfehlern. Zu anderen Fehlhandlungen gehören auch die unzureichende Vorbereitung von Werkzeugen oder Vorrichtungen.

Durch die Anwendung von Poka Yoke sollen diese Fehler erkannt werden. Der Prozess wird dann entweder gestoppt oder ausgegletzt. Eine weitere Möglichkeit ist es, akustische oder optische Warnsignale folgen zu lassen, die die Verantwortlichen und

Beteiligten auf Fehler aufmerksam sollen.

2. Grundelemente des Poka Yoke Systems

Die Poka Yoke Mechanismen können zwei Rubriken untergeordnet werden:

- Auslösemechanismen bzw. Initialisierungsmechanismen
- Regulierungsmechanismen.

2.1 Auslöse- bzw. Initialisierungsmechanismen

Auslöse- bzw. Initialisierungsmechanismen werden angewandt, wenn ein Fehler im Vorfeld nicht vermieden werden kann oder es nicht wirtschaftlich ist, dies zu tun. Hierbei ist es von großer Bedeutung den Fehler oder die Fehllhandlung so schnell wie möglich zu entdecken, damit dieser nicht zu größeren Schäden führt.

Die Auslösemechanismen lassen sich in drei Kategorien unterteilen:

- 1) Kontaktmethode,
- 2) Fixwertmethode
- 3) Schrittfolgemethode.

Die Kontaktmethode (1) erkennt, mittels Sensoren, unzulässige Abweichungen über geometrische Kenngrößen. Die Mechanismen stehen hierbei im direkten Kontakt mit dem Werkstück und erkennen somit Unregelmäßigkeiten und Abweichungen in z.B. Größe, Umfang, Gestalt oder Gewicht. Abhängig von der Art des Sensors ist der Kontakt berührend oder berührungslos. Ein Beispiel für die Kontaktmethode ist eine Fahne über dem Fließband. Fehlerlose Teile mit der richtigen Größe lässt die Fahne ohne Berührung passieren. Ist jedoch ein Teil zu groß und somit falsch zusammengesetzt, wird bei Kontakt des Teiles mit der Fahne Alarm ausgelöst und somit auf den Fehler aufmerksam gemacht.

Die Fixwertmethode (2) wird vor allem in Prozessen angewandt, die sich aus mehreren aufeinander folgenden Arbeitsschritten zusammensetzen. Bei dieser Methode wird die Anzahl der Teilschritte am Ende des Prozesses überprüft. Stimmt die gezählte Anzahl mit der Standardanzahl nicht überein, liegt ein Fehler vor. Durch Installation von Messgeräten kann dies überprüft werden. Die Fixwertmethode wird auch "odd part out method" genannt. Durch ein übrig gebliebenes Teil nach der Montage wird automatisch ein Fehler signalisiert. Diese Poka Yoke Methode wird in der Praxis häufig angewandt. An einem Beispiel lässt sich diese Methode nochmals leicht verdeutlichen:

Vor dem Zusammenbau eines Kugelschreibers, werden die Teilstücke (Mine, Gehäuseteile, Feder etc.) in eine Box abgezählt. Bleibt nach dem Zusammenbau ein Stück, z.B. die Feder, in der Box liegen, ist eine Fehllhandlung aufgetreten. Das Liegenbleiben der Feder signalisiert den Fehler.

Bei der Schrittfolgemethode (3) schließlich werden erforderliche Standardbewegungsabfolgen überprüft. Dabei wird sichergestellt, dass nicht irrtümlicherweise ein, dem Prozess fremder und somit wahrscheinlich falscher, Arbeitsschritt getätigt wird. Ein Beispiel hierfür sind Laserscanner. Laserscanner

erkennen falsche Handgriffe und warnen akustisch und/oder optisch. Ein weiteres Beispiel für die Schrittfolgemethode ist das Einfärben oder Markieren von Bauteilen um falsches Zusammensetzen zu vermeiden.

2.2 Regulierungsmechanismen

Regulierungsmechanismen erkennen einen Fehler in der Entstehungsphase. Der Mechanismus signalisiert die Anomalie oder bringt, sofern es sich um einen schwerwiegenden Fehler handelt, den Prozess zum Stehen. Wird der Prozess angehalten, so spricht man von einer Eingriffsmethode. Treten Abweichungen auf, wird der Prozess oder die Fertigungsstraße sofort angehalten, damit Korrekturmaßnahmen ergriffen werden können und Wiederholungsfehler

vermieden werden. So kann z.B. eine Bestellung in einem computerisierten System nur abgeschickt werden, wenn bestimmte Pflichtfelder (z.B. Lieferadresse) ausgefüllt sind. Fehlen wichtige Angaben, so wird das Abschicken des Formulars blockiert, d.h. der Prozess unterbrochen. Ein aufgehendes Fenster macht auf den Fehler aufmerksam. Bei der Alarmmethode, auch Warnmethode genannt, wird lediglich auf die fehlerträchtige Situation hingewiesen. Diese wird vor allem angewandt, wenn ein Toleranzbereich vorhanden ist. Ein Beispiel dafür ist das automatische Abfüllen von Cornflakes in 500g Packungen. Eine Waage überprüft das Gewicht der Füllmenge. Der Toleranzbereich liegt hierbei zwischen 490g und 510g. Lässt sich ein Trend feststellen, wie z.B. dass das Gewicht der Packungen stetig fällt und dem 490er Bereich nahe kommt, so macht ein Lichtsignal auf den negativen Trend aufmerksam. Jedoch läuft der Prozess trotz des Lichtsignals weiter. Der am Prozess Beteiligte wird jedoch auf den Misstand aufmerksam gemacht und kann somit den Fehler beseitigen bevor der Prozess außer Kontrolle gerät.

3. Implementierung

Die Vorgehensweise während der Implementierung von Poka Yoke ist abhängig von dem Zeitpunkt der Problemerkennung. Soweit Fehler nicht schon bekannt sind, können sie auch während ihrer Entstehung oder nach Ihrer Entstehung, also wenn das Produkt schon weiterverarbeitet ist, entdeckt werden.

3.1 Vergangenheitsorientiertes Poka Yoke System

Bei dem Vergangenheitsorientierten Poka Yoke System soll ein bereits bekannter Fehler in der Zukunft gehemmt werden. Hierbei wird der Fehler nach der Entstehung erkannt, d.h. in einem darauf folgenden Prozessschritt oder im Endprodukt. Um den Ort der Fehlerentstehung zu bestimmen, werden alle vorhergehenden Prozessschritte untersucht und analysiert. Anschließend wird die Natur des Fehlers erforscht. Dadurch soll geprüft werden, ob durch die Anwendung von Poka Yoke der Fehler beseitigt und zukünftig vermieden werden kann. Eine geeignete Poka Yoke Methode sorgt schließlich dafür, dass der, zu Fehlern führende Prozessschritt fehlerfrei gestaltet wird. Das Vergangenheitsorientierte Poka Yoke System führt dazu, dass aus Fehlern der Vergangenheit gelernt wird.

3.2 Gegenwartsorientierten Poka Yoke System

Im Gegenwartsorientierten Poka Yoke System sind die Fehler noch unbekannt. Ziel des Systems ist es, Fehler während oder vor ihrer Entstehung zu erkennen. Daher wird

versucht mögliche Fehlhandlungen in Prozessen zu finden und zu verhindern. Durch das Beobachten der Prozesse werden fehleranfällige Prozessschritte identifiziert. Nach einer Analyse des möglichen Fehlers wird festgelegt, ob eine Anwendung von Poka Yoke sinnvoll ist. Es ist an dieser Stelle hinzuzufügen, dass Maßnahmen, die den potentiellen Fehler verhindern, mitunter sehr kostspielig sein können. Grundsätzlich sind diese Maßnahmen jedoch bei sinnvoller Anwendung kostengünstig und sofort umsetzbar. Durch das Gegenwartsorientierte Poka Yoke System werden Prozesse kontinuierlich verbessert.

3.3 Zukunftsorientiertes Poka Yoke System

Das Zukunftsorientierte Poka Yoke System baut auf Erfahrungswerten auf und analysiert Prozessschritte. Ziel hierbei ist es wiederum Fehler zu vermeiden.

4. Poka Yoke in der Produktion

Wie Poka Yoke Anwendungen konkret zur Prozessoptimierung beitragen, wird im Folgenden anhand einer Automobil-Produktionsstrasse veranschaulicht.

4.1 Poka Yoka in der Türenfertigung

Da auf ein und derselben Fertigungsstrasse drei- und fünftürige Autos produziert werden, besitzen die Maschinen bestimmte Vorrichtungen, die sicherstellen, dass nicht die falsche Tür bearbeitet wird. Die Spannvorrichtung ist dabei so gebaut, dass es unmöglich ist, ein Dreitürenmodell aufzuladen während ein 5-Türenmodell-Prozess läuft und umgekehrt. Durch diesen Regulierungs-Mechanismus wird das Vertauschen der Türen unmöglich gemacht. Auch verkehrt herum aufgeladene Teile passen nicht.

4.2 Poka Yoka beim Schweißen

In einer dieser Maschinen werden Muttern in eine Metallplatte geschweißt. Wenn die Platte durch den Maschinenbetreiber aufgespannt wird, werden die Muttern automatisch unter der Platte hinzugeführt. Während die Maschine diesen Vorgang immer wieder wiederholt, werden die Muttern an die Platte geschweißt. Falls durch eine Blockade der Anlage keine Muttern hinzugeführt werden, arbeitet die Maschine jedoch ungehindert weiter. Passiert dies, wird der Fehler erst entdeckt, wenn das Auto ganz zusammengeschweißt ist. Durch eine elektrische Vorrichtung kann dieses Problem behoben werden. Da die Muttern aus Metall sind, leiten sie Strom. Ist eine Mutter vorhanden, so zeichnet sich dies durch einen geschlossenen Stromkreis aus. Wird dieser Stromkreis unterbrochen, so schaltet sich die Maschine automatisch ab. Durch diese Eingriffsmethode (Regulierungsmechanismus) kann der Fehler sofort behoben werden.

4.3 Poka Yoka in der Airbag-Fertigung

In einem anderen Arbeitsschritt der Fertigung wird die Airbagvorrichtung hergestellt. Die Airbagvorrichtung muss mit vier Schrauben zusammengeschaubt werden. Um sicherzugehen, dass der Monteur alle vier Schrauben benutzt, werden diese vorher abgezählt. Verbleibt in der Box eine Schraube, bedeutet dies, dass eine Seite nicht verschraubt ist, also ein Fehler aufgetreten ist. Durch diese Schrittfolgemethode (Auslöse- und Initialisierungsmechanismen) ist der Fehler für den Arbeiter sofort sichtbar. Oft wurden die "Airbagboxen" jedoch verkehrt herum zusammengeschaubt, da die vordere Platte mit der hinteren verwechselt wurde. Diese Verwechslung war

möglich, da die Schraublöcher bei beiden Platten an der gleichen Stelle waren. Das Verschieben der Schraublöcher auf der einen Platte macht diesen Fehler unmöglich. Durch das neue asymmetrische Design können die Platten nur an der richtigen Stelle angebracht werden. Der Airbag wird nun auf einem Fließband zur nächsten Station befördert. Durch einen Lichtsensor, der ausgelöst wird nachdem eine Airbagvorrichtung den Kontrollpunkt am Fließband passiert hat, wird geprüft, ob sich der Airbag frühzeitig geöffnet hat. Der Sensor erfasst welches Teil zur welchen Zeit den Kontrollpunkt passiert. Kurz danach gibt er ein Lichtsignal, dass auf der anderen Seite des Fließbandes von einem Empfängersensor empfangen wird. Trifft das Signal auf Widerstand, so bedeutet dies, dass die Airbagvorrichtung länger als normal ist, sich der Airbag also aufgeblasen hat. Es wird mit Hilfe der Kontaktmethode (Auslöse- und Initialisierungsmechanismen) auf einen Fehler im Prozess aufmerksam gemacht.

5. Poka Yoke im Service

Auch im Service Bereich findet Poka Yoke immer mehr Anklang. Hier unterscheidet man zwischen Server Poka Yoke, also Fehlervermeidung von Seiten Produktionsmanagement Poka Yoke des Dienstleisters und Customer Poka Yoke (Fehlervermeidung von Seite des Kunden).

5.1 Server Poka Yoke

Die Server Poka Yokes lassen sich in drei Rubriken unterteilen:

- 1) Task Poka Yoke
- 2) Treatment Poka Yoke
- 3) Tangible Poka Yoke

Ein Task Poka Yoke (1) verhindert Fehler, die während dem Leisten des Dienstes auftreten. Die Arbeit in falscher Reihenfolge oder ungefragt verrichtet, sowie zu langsames Bedienen und falsches Verrichten der Arbeit zählen zu solchen Fehlern. Ein Beispiel ist das falsche Eingeben des Preises an der Schnellrestaurantkasse. Durch das Beschriften der Tasten mit dem Artikelnamen anstelle von Zahlen eliminiert man diesen Fehler fast vollständig. Der Kassierer braucht nun bei dem Kauf einer Cola nicht mehr über den Preis des Getränkes nachzudenken und kann sich somit auch nicht irren. Die Wahrscheinlichkeit des Vertippens ist auch gesunken, da nur eine Taste gedrückt werden muss - die "Cola" Taste.

Im Gegensatz zu Fehlern in der Produktion können im Servicebereich Fehler auftreten, die zwar keinen sichtbaren Effekt auf das Produkt haben, den Wert der Dienstleistung jedoch deutlich verringern. Durch fehlende Höflichkeit und unprofessionelles Verhalten steigt die Kundenunzufriedenheit und die Dienstleistung verliert an Qualität.

So genannte Treatment Poka Yokes (2) verhindern falsches Verhalten des Dienstleisters. Betritt z.B. ein Kunde den Laden und findet keinen Ansprechpartner, da der Verkäufer gerade im Lager ist, so steigt die Unzufriedenheit des Kunden über den mangelnden Service. Durch eine Klingel über der Eingangstür, die das Öffnen der Tür signalisiert, wird der Verkäufer akustisch auf den Kunden aufmerksam gemacht. Ein weiteres Beispiel ist der Bankkunde, der sich unhöflich behandelt fühlt, da ihm der Bankangestellte am Schalter nicht in die Augen sieht. Muss der Angestellte beim

Ausfüllen von Überweisungsformularen jedoch die Augenfarbe des Kunden notieren, so schaut der Angestellte den Kunden zwangsweise direkt an. Durch dieses kleine Poka Yoke Mittel wird der Augenkontakt sichergestellt, der Service persönlicher gestaltet. Die Tangiblen Poka Yokes (3) vermeiden Fehler, die sich in einem physischen Serviceelement befinden. Zum Beispiel kann es in einem Wellnessbad passieren, dass ein ungewaschenes Handtuch ausgegeben wird. Der Fehler wird vermieden, indem gewaschene Handtücher mit einem Papierband gekennzeichnet werden. Ein weiteres Beispiel ist das Verschicken eines Briefes an den falschen Kunden. Durch ein Sichtfenster im Briefumschlag wird verhindert, dass ein Brief in einen falsch adressierten Umschlag gesteckt wird.

5.2 Customer Poka Yoke

Dienstleistungen können jedoch auch durch Einwirken des Kunden fehlerhaft werden. Customer Poka Yoke verhindert Kundenfehler. Customer Poka Yoke kann unterteilt werden in:

- 1) Preparation Poka Yoke
- 2) Encounter Poka Yoke
- 3) Resolution Poka Yoke

Schon im Vorfeld, also bevor die Dienstleistung stattfindet, kann es zu Fehlern kommen. Vergessen der richtigen Dokumente, Nichtverstehen der Rolle oder die Inanspruchnahme der falschen Dienstleistung zählen zu diesen frühen Fehlern.

Durch Preparation Poka Yokes (1) werden diese Fehler des Kunden verhindert. Ein "Preparation mistake", also Vorbereitungsfehler, kann z.B. beim Einschreiben an der Universität erfolgen. Ein ausländischer Student möchte sich einschreiben, kann jedoch die benötigten Dokumente wie Visa, Passfoto, Ausweis und Krankenversicherung nicht vorweisen. Checklisten mit allen benötigten Dokumenten verhindern diesen Fehler. Mit der Hilfe der Internetseite der Universität stellt sich der Student eine Liste mit benötigten Dokumenten zusammen.

"Encounter Fehler" sind Fehler des Kunden während der Kunde den Service erhält. Unaufmerksamkeit, Missverständnisse und Gedächtnislücken zählen zu diesen Fehlern. Ein Kunde vergisst z.B. seine Bankkarte im Bankautomat. Durch ein Encounter Poka Yoke (2), in diesem Fall das Piepen des Automaten, wird der Kunde auf seinen Fehler aufmerksam gemacht.

Oft macht der Kunde den Dienstleister nicht auf seine schlechte Leistung aufmerksam, gibt kein Feedback oder hat falsche Erwartungen an die Dienstleistung. Viele Kunden, die mit einem Service unzufrieden sind, verlassen mit unterdrücktem Ärger den Serviceprovider. Eine effektive Resolution Poka Yoke (3) Maßnahme, hier eine Umfrage oder ein Kundengespräch, kann dabei Abhilfe schaffen. Durch ein Feedbackgespräch oder Fragebögen kann der Kunde seine Unzufriedenheit ausdrücken. Der Nutzen dieser Methode ist beiderseitig. Der Kunde fühlt sich verstanden, da er merkt, dass dem Dienstleister seine Meinung wichtig ist. Der Dienstleister kann mit Hilfe der konstruktiven Kritik des Kunden seinen Service verbessern. Durch Anreize wie Preisausschreiben oder Prämien wird der Kunde zum Feedback geben angeregt.

6. Woran erkennt man eine gute Poka Yoke Anwendung?

Es gibt zahlreiche Kriterien an welchen man die Qualität eines guten Poka Yoke Mechanismus ableiten kann:

Neben geringen Investitionskosten sollte die Umsetzung eines Poka Yoke Mechanismus schnell und einfach sein. Poka Yoke sollte den Durchsatz der Fertigung erhöhen und hat eine entscheidende Auswirkung auf die Qualität des Endproduktes haben. Poka Yoke Mechanismen richten sich in der Regel an eine oder wenige Fehlermöglichkeiten. Fehlhandlungen sollten durch Poka Yoke Anwendungen unmöglich oder zumindest sehr schwierig gemacht werden. Da ein fehlerhaftes Produkt nicht zur nächsten Montagestation gelangen darf, beugt ein guter PokaYoke Mechanismus dem vor. Als Teil des Prozesses sollte der Poka Yoke Mechanismus kein zusätzlicher Arbeitsschritt sein. Der Arbeiter sollte beim Fertigen von Qualität dadurch unterstützt werden. Somit dient der Mechanismus nicht zur Kontrolle des Arbeiters, sondern zur Kontrolle der Qualität vor Ort und kann, im Zusammenspiel mit anderen Maßnahmen, eine Endkontrolle ersetzen.

Das beste Poka Yoke ist immer noch ein robustes Design, Prozesskenntnisse und ein hohes Bewusstsein für die Arbeit und die Bedeutung dieser in der Organisation, der Wertschöpfungskette und für das Endprodukt. Die Automobilindustrie hat dies erkannt. Initiativen wie Lieferantenentwicklungsprogramme zeugen von diesem Bewusstsein.

Quellen:

<http://csob.berry.edu/faculty/jgrout/tutorial.html>

<http://www.tqu.com/downloads/tqupokayoke.pdf>

www.theanagementor.com/EnlightenmentAreas/mfg/QM/pokayoke

Brunner, F.J. & Wagner, K. (1997), Taschenbuch Qualitätsmanagement. Der Praxisorientierte Leitfaden für Ingenieure und Techniker. München: Carl Hanser Verlag
Dietrich, Adam (1998), Produktionsmanagement. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH